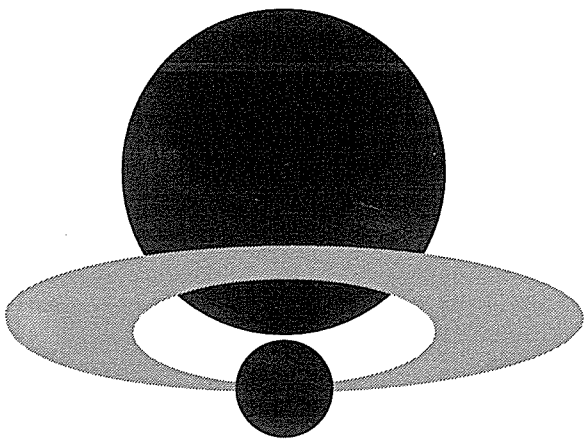
THE 37TH
JAIF ANNUAL CONFERENCE
第37回原産年次大会



APRIL 21～23, 2004

JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM, INC.
(社)日本原子力産業会議

≪　第１日　４月２１日（木）　≫

受付開始（９：１５～）
於　東京・文京区　文京シビックホール

【開会セッション】９：４５～１０：４５

＜議長＞川口 文夫　中部電力(株) 社長

原産会長所信表明
　西澤 潤一　　(社)日本原子力産業会議 会長
経済産業副大臣所感
　泉　信也　　経済産業副大臣
内閣府大臣政務官所感
　宮越 光寛　　内閣府大臣政務官
文部科学大臣所感代読
　坂田 東一　　文部科学省研究開発局長
大会準備委員長挨拶
　茅　陽一　　東京大学 名誉教授
　　(財)地球環境産業技術研究機構 副理事長

【特別講演】１０：４５～１２：３０

＜議長＞岡村　正　　(株)東芝 代表執行役社長

「フランスの原子力開発政策の現状」
　Ａ．ビュガ　　フランス原子力庁(ＣＥＡ) 長官

「中国のエネルギー戦略における原子力の位置付けと原子力開発の現状」
　康 日 新　　中国核工業集団公司(ＣＮＮＣ) 総経理

「米国原子力安全規制の現状と将来展望：２１世紀の規制計画」
　Ｎ．ディアス　　米国原子力規制委員会（ＮＲＣ）委員長

〔昼休み〕１２：３０～１４：００

【セッション１】１４：００～１７：３０

「我々はどのような社会を目指すのか
――エネルギー問題を他との連鎖のなかで考える」

＜議長＞茅 陽一　　東京大学 名誉教授
(財)地球環境産業技術研究機構 副理事長

〔基調講演〕
「持続可能な社会の構築に向けて」
柴田 昌治　　日本経済団体連合会 副会長、日本ガイシ(株) 会長

〔パネル討論〕“今後の長期社会像を描く”
第１部
加藤 秀樹　　構想日本 代表、慶応義塾大学 教授
鈴木 基之　　放送大学 教授、国際連合大学 特別学術顧問
田中 明彦　　東京大学 東洋文化研究所 所長
長谷川 眞理子　早稲田大学 教授

第２部
加藤 秀樹　　前　出
鈴木 基之　　前　出
田中 明彦　　前　出
中村 政雄　　科学ジャーナリスト
矢島 正之　　(財)電力中央研究所　理事待遇

【レセプション】１８：００～１９：３０

（ホテル・グランドパレス２Ｆ「ダイヤモンド・ルーム」）

≪　第２日　４月２２日（木）≫

【セッション２】９：３０～１２：００

「長期展望に立って向こう１０年間に何をすべきか」

＜議長＞秋元 勇巳　三菱マテリアル(株) 相談役

第１部：〔原産報告〕
「安全で社会に貢献する原子力をめざして」
　宅間 正夫　　(社)日本原子力産業会議 専務理事

第２部：
〔パネル討論〕“望ましい原子力安全確保体制の構築に向けて”
　飯田 浩史　　産経新聞 論説顧問
　河原 暲　　(株)日立製作所 常務 電力･電機グループ 技師長
　岸田 哲二　　関西電力(株) 副社長
　笹岡 好和　　全国電力関連産業労働組合総連合 会長
　佐々木 宜彦　　経済産業省 原子力安全・保安院長
　Ｃ．ダガー　　米国原子力エネルギー協会(ＮＥＩ) 副理事長
　Ｎ．ディアス　　米国原子力規制委員会(ＮＲＣ) 委員長
　宮　健三　　慶応義塾大学 教授

【午餐会】１２：３０～１４：３０

（ホテル・グランドパレス２Ｆ「ダイヤモンド・ルーム」）

＜司会＞西澤 潤一　(社)日本原子力産業会議 会長
〔原子力委員長所感〕
　近藤 駿介　　原子力委員長
〔新潟県副知事挨拶〕
　高橋 正樹　　新潟県副知事
〔特別講演〕
「江戸の文化と庶民の知恵」
　竹内　誠　　江戸東京博物館 館長

【原子力映画 上映】１３：００～

（文京シビックホール・大ホール）

【セッション３】１５：００～１７：４５

「変貌する原子力工学教育と技術基盤の構築」

＜議長＞藤井 靖彦　東京工業大学 原子炉工学研究所 教授

〔講演〕

「米国における今後の原子力教育・研究について」

Ｌ．フォーク　　米国原子力学会（ＡＮＳ） 会長

「重くなる技術者の責務と倫理教育」

宮本 一子　　(社)日本消費生活ｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞｰ･ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ協会
消費生活研究所長

〔パネル討論〕

井頭 政之	東京工業大学 原子炉工学研究所 助教授
上坂 充	東京大学 大学院 教授
北村 俊郎	日本原子力発電(株) 理事
工藤 和彦	九州大学 大学院 工学研究院 教授
田中 俊一	日本原子力研究所 副理事長
村上 達也	東海村 村長
渡辺 格	文部科学省 研究開発局 原子力課長

≪　第３日　４月２３日（金）≫

【セッション４】９：３０～１２：３０

「自由化のもとでバックエンド事業をいかに進めるか」

＜議長＞鳥井 弘之　　東京工業大学 教授

〔基調講演〕
「資本市場からみた電力自由化」
　圓尾 雅則　　ドイツ証券会社 株式調査部 ディレクター
「バックエンド事業―今何をなすべきか」
　神田 啓治　　京都大学 名誉教授、エネルギー政策研究所長

〔パネル討論〕
　神田 啓治　　前　出
　Ｊ.-Ｊ.ゴトロ　フランスＡＲＥＶＡ社 副社長
　佐竹　誠　　東京電力(株) 取締役 原子力本部 副本部長
　塩越 隆雄　　東奥日報 常務取締役 編集局長
　山地 憲治　　東京大学 大学院 教授

〔昼休み〕１２：３０～１３：３０

【セッション５】「市民社会の中の原子力」

（文京シビックホール・小ホール）

【第１部】１３：３０～１５：３０

ＮＰＯ／ＮＧＯフォーラム
“日本のエネルギー・原子力、環境政策をこう改革したい”

＜コーディネーター＞
　井川 陽次郎　　読売新聞 論説委員

＜コメンテーター＞
　内山 洋司　　筑波大学 教授
　　「フォーラム・エネルギーを考える」メンバー

〔パネル討論〕

青野 千晶　ＮＰＯ法人「ＩＯＪ(日本の将来を考える会)」企画委員
秋庭 悦子　ＮＰＯ法人「あすかエネルギーフォーラム」理事長
上田 昌文　市民科学研究室 代表
大林 ミカ　ＮＰＯ法人「環境エネルギー政策研究所」副所長
柏谷 弘陽　ＮＰＯ法人「資源循環型社会発信地域創造グループ」代表
坂元 浩治　全国電力関連産業労働組合総連合 社会・産業政策局長

【第２部】１５：４５～１７：３０

市民の意見交換の集い
“豊かさってなんだろう？”

＜コーディネーター＞
土屋 佳子　フリーアナウンサー

＜コメンテーター＞
大橋 照枝　麗澤大学 国際経済学部 教授・消費生活アドバイザー
鈴木 由紀子　フリーライター
別府 庸子　兵庫県立大学 環境人間学部 教授
ほか

＜レポーター＞原子力関係組織の女性職員数名

Program of the 37th JAIF Annual Conference

Main Theme: Nuclear Energy for Tomorrow: What Are Our Tasks?

Wednesday, April 21, 2004

Opening Session

9:45-10:45

Chairperson: Fumio Kawaguchi, President, Chubu Electric Power Co., Japan

<Remarks>

- Jun-ichi Nishizawa, Chairman, Japan Atomic Industrial Forum (JAIF), Japan
- Takeo Kawamura, Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan
- Toshimitsu Motegi, Minister of State for Science and Technology Policy, Japan
- Shoichi Nakagawa, Minister of Economy, Trade and Industry, Japan
- Yoichi Kaya, Chairman of the Preparatory Committee for the 37th JAIF Annual Conference; Professor Emeritus, The University of Tokyo; Director-General, Research Institute of Innovative Technology for the Earth, Japan

10:45-12:30

<Special Presentations>

Chairperson: Tadashi Okamura, President & CEO, Toshiba Corporation, Japan

Speakers:

- "Current Status of the Nuclear Policy in France"
  Alain Bugat, Chairman and Chief Executive Officer, Atomic Energy Commission (CEA), France
- "Position of Nuclear Power in China's Energy Strategy and Status of Nuclear Power Development in China"
  Kang Rixin, President, China National Nuclear Corporation (CNNC), China
- "Status and Future Outlook for Regulation of Nuclear Power Plants in the US (a Regulatory Program for the 21st Century)"
  Nils J. Diaz, Chairman, U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), USA

Session 1

14:00-17:30

"Key Elements for Sustainability in Future Society ---Energy in Context"

Chairperson:
Yoichi Kaya, Professor Emeritus, The University of Tokyo; Director-General, Research Institute of Innovative Technology for the Earth, Japan

<Keynote Speech>

- "For Building Sustainable Societies"
  Masaharu Shibata, Vice Chairman, Nippon Keidanren; Chairman & CEO, NGK Insulators, Ltd., Japan

<Panel Discussion> "Design of a Long-lasting Future Society"

Part I: 14:35-16:00
Panelists:

- Hideki Kato, President, Japan Initiative; Professor, Keio University, Japan
- Motoyuki Suzuki, Professor, The University of the Air; Special Programme Advisor for Environment and Sustainable Development, United Nations University, Japan
- Akihiko Tanaka, Director, Institute of Oriental Culture, The University of Tokyo, Japan
- Mariko Hasegawa, Professor, Waseda University, Japan

Part Ⅱ : 16:15-17:30
Panelists:

- Hideki Kato, ditto
- Motoyuki Suzuki, ditto
- Akihiko Tanaka, ditto
- Masao Nakamura, Science Journalist, Japan
- Masayuki Yajima, Senior Associate Vice President, Central Research Institute of Electric Power Industry, Japan

---

Reception

18:00-19:30
Hotel Grand Palace 2nd floor "Diamond Room"

Thursday, April 22, 2004

Session 2

9:30-12:00

"Our Challenges for Ten Years: Seeking a Sound Foundation for Nuclear Energy Development"

Chairperson:

Yumi Akimoto, Senior Advisor, Mitsubishi Materials Corp., Japan

Part I: JAIF Report

- "A Path to Safe and Contributive Nuclear Power for the Society"
  Masao Takuma, Senior Managing Director, Japan Atomic Industrial Forum, (JAIF), Japan

Part II : Panel Discussion

"Establish a Desirable and Appropriate System for Safety Assurance and Improved Performance"

Panelists:

- Hiroshi Iida, Advisory Editor, The Sankei Shimbun, Japan
- Akira Kawahara, Corporate Officer, Senior Chief Engineer, Managing Director, Hitachi Ltd., Japan
- Tetsuji Kishida, Executive Vice President, Kansai Electric Power Co., Inc., Japan
- Yoshihiko Sasaki, Director-General, Nuclear and Industrial Safety Agency, Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan
- Yoshikazu Sasaoka, President, Federation of Electric Power Related Industry Workers' Unions of Japan
- Charles Dugger, Vice President, Nuclear Operations, Nuclear Energy Institute (NEI), USA
- Nils J. Diaz, Chairman, U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), USA
- Kenzo Miya, Professor of Graduate School, Keio University, Japan

Luncheon

12:30-14:30

Hotel Grand Palace 2nd floor "Diamond Room"

Moderator:

Jun-ichi Nishizawa, Chairman, Japan Atomic Industrial Forum (JAIF), Japan

<Remark>

Shunsuke Kondo, Chairman, Atomic Energy Commission of Japan

<Remark>

Masaki Takahashi, Vice Governor, Niigata Prefecture

<Special Speech>

"Edo Culture and the Citizen's Wits"

Makoto Takeuchi, Director, Edo-Tokyo Museum

Session 3

15:00-17:45

"Maintaining Nuclear Knowledge and Expertise in Education and Industry in Transition"

Chairperson:

Yasuhiko Fujii, Professor, Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology, Japan

<Keynote Speech>

- "Perspectives on the Future of Nuclear Education and Research in the United States"
  Larry R. Foulke, President, American Nuclear Society (ANS), USA
- "Importance of Ethical Education for Engineers and their Responsibilities"
  Kazuko Miyamoto, Director, Consumer Research Institute, Nippon Association of Consumer Specialists, Japan

<Panel Discussion>

Panelists:

- Masayuki Igashira, Associate Professor, Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology, Japan
- Mitsuru Uesaka, Professor of Graduate School, The University of Tokyo, Japan
- Toshiro Kitamura, Senior General Manager, The Japan Atomic Power Company, Japan
- Kazuhiko Kudo, Professor of Graduate School, Faculty of Engineering, Kyushu University, Japan

- Shunichi Tanaka, Vice President, Japan Atomic Energy Research Institute, Japan
- Tatsuya Murakami, Mayor of Tokai village, Japan
- Itaru Watanabe, Director of Atomic Energy Division, Research and Development Bureau, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

Friday, April 23, 2004

Session 4

9:30-12:30

"How We Best Carry Out Fuel Cycle Back-End Projects amid Market Liberalization"

Chairperson:

Hiroyuki Torii, Professor, Tokyo Institute of Technology, Japan

<Keynote Speech>

- "A market view of electric power deregulation"
  Masanori Maruo, Director, Japan Equity Research, Tokyo Branch, Deutsche Securities Ltd.
- "Back-end Projects in the Japanese Nuclear Industry: What should be done now"
  Keiji Kanda, Professor Emeritus, Kyoto University;
  Director, Japan Energy Policy Institute, Japan

<Panel Discussion>

Panelists:

- Keiji Kanda, ditto
- Jean-Jacques Gautrot, Senior Vice President, International & Marketing, AREVA, France
- Makoto Satake, Director and Deputy Executive General Manager, Nuclear Power Division, Tokyo Electric Power Company, Japan
- Takao Shiokoshi, Managing Director and Editor in Chief, The To-o Nippo Press, Japan
- Kenji Yamaji, Professor of Graduate School, The University of Tokyo, Japan

Session 5

13:30-15:30

"Civil Society and Nuclear Energy"

Part I: NPO/NGO Forum

"These are our Initiatives for Changing Environmental, Energy, and Nuclear Policies."

Coordinator:

Yojiro Ikawa, Editorial Writer, The Yomiuri Shimbun, Japan

Commentator:
Yohji Uchiyama, Professor, University of Tsukuba; Member of Forum Energy Think Together (ETT), Japan

Panelists:
- Chiaki Aono, Steering Committee Member, Innovation of Japan
- Etsuko Akiba, President, ASCA Energy Forum, Japan
- Akifumi Ueda, Representative, Citizen's Science Initiative Japan
- Mika Obayashi, Director, Institute for Sustainable Energy Policies, Japan
- Hiroaki Kashiwaya, Representative, Environmental Guardian of GAIA, Japan
- Koji Sakamoto, Director, Social and Industrial Policy Dept., Federation of Electric Power Related Industry Workers' Unions of Japan

15:45-17:30
"Civil Society and Nuclear Energy"

Part Ⅱ : Public Dialogue
"Let's Think about Wealth in Life and Energy."

Coordinator:
Yoshiko Tsuchiya, Freelance Newscaster, Japan

Commentators:
- Terue Ohashi, Professor, International School of Economics and Business Administration, Reitaku University; Consumer Advisor, Japan
- Yukiko Suzuki, Freelance Writer, Japan
- Yoko Beppu, Professor, School of Human Science and Environment, University of Hyogo, Japan

Others

開会セッション

第３７回原産年次大会　原産会長所信表明

西澤 潤一

議長、泉（いずみ）経済産業副大臣、宮腰（みやこし）内閣府大臣政務官、河村（かわむら）文部科学大臣のご所感をいただく坂田（さかた）文部科学省研究開発局長、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、心から深く御礼申し上げます。

第３７回原産年次大会の開催に当たりまして、主催者を代表いたしまして、一言、所信を述べさせて頂きます。

さて、世界で運転中の原子力発電所は２００３年末現在で４３４基、合計出力は3億７６２８万ｋWであり、過去最高の規模となりました。原子力発電は世界の発電電力量のほぼ１７％、一次エネルギーのほぼ７％を占めており、結果的に約２０億トンの二酸化炭素の削減になっているわけであります。ご存知のとおり、日本では現在５２基の原子力発電所が、全電力の３割強をまかなう有力な電源の一つとなっております。

エネルギーの安定確保はいかなる国においても、生活と経済の維持発展に不可欠なものであり、国の近代化に伴ない、その必要性はますます増大して参ります。それなるが故にとも言えましょうが、過去そして現在もなお、エネルギーの確保は人類の紛争の種とさえなってきました。遺憾ながら、わが国は、特に緊急度認識が不足していますので、今世紀においてはなんとしても、そのくびきから抜け出さなくてはなりません。そのためには、発電設備の利用率向上、新しいエネルギーの開発などにより、エネルギーの供給量を増大させ、国際的な流通を円滑にしていくことに、もっと努力をしていく必要があります。

原子力はすでに発電分野において重要な役割をはたしておりますが、水素製造や海水淡水化のエネルギーとして活用することができ、地球温暖化対策や水不足の問題に一層役立てることができます。今日ここにお集まりの方々は、このような原子力の果たし得る貢献に確信を持ち、大きな期待を抱いておられるに違いありません。

しかしながら、わが国の今日の原子力開発をめぐる状況をみますと、残念ながら、このような大きな期待に向って着実に進んでいると申し上げることはできません。

相次ぐ事故や不祥事によって損なわれた原子力への信頼は、関係者がその回復に向けて必死に努力していますが、まだ回復された状況にはありません。米

国など海外の主要国では原子力発電の設備利用率が大幅に向上しているのに対して、わが国では停滞状況にあり、海外諸国に比べて大きく遅れをとっております。このような状況は「日本の原子力の失われた１０年」といわれております。

さらに、わが国の原子力を取り巻く環境は大きく変化しております。国は独立行政法人原子力安全基盤機構を発足させ規制体制を整えるとともに、安全規制の実効性を高めるべく、安全規制と検査制度の見直しを行っています。また、世界的な電力市場自由化の流れの中で、わが国においても電力小売市場の自由化範囲が順次拡大されつつあり、民間による長期研究開発投資が行われ難い環境になりつつあります。

一方、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の統合が進められ、原子力研究開発の一般会計予算は近年漸減傾向にあります。このような状況の変化に適切に対応していかなければ、わが国の原子力産業基盤は喪失にいたるという危機感を抱かずにはいられません。

つまり、わが国の原子力産業界が再び社会の信頼を回復し、エネルギーの安定供給と地球環境問題の解決に向けて今後とも重要な役割を果たして行くためには、民間原子力産業界が原子力の現状に対する危機感を共有し、自ら意識改革と体制改革に向けて主体的に行動を起こしていかなくてはならないのです。

このため、当日本原子力産業会議は、民間の先頭に立って改革を推進するべく、「基盤強化委員会」において、人材問題について報告を取りまとめ、既にその一部を実行に移しており、また昨年秋に原産の外部に「原子力産業界団体の在り方を考える委員会」を設置して約半年にわたって検討を行っていただきました。

その検討結果の骨子は、二つの団体の設立です。

一つは「原子力産業界が自らの責任のもとで自主的に技術力を維持・向上し、運転保守情報を一元的に収集・分析し、これをベースに技術的視点から原子力産業界を支援、牽引、評価する団体」であり、

二つ目は「民の考えのもとで科学的合理性を基本として公正・誠実・透明を行動原理として、民間の意見・提言を対外的に発信する団体」です。

これら二つを発足させ、事故不祥事の絶無を期するとともに、既存の民間団体の力を結集して、再編、統合に早急に取り組むことであります。

これを受けて基盤強化委員会では、「当日本原子力産業会議が、特に後者の役割を重点的・主体的に担うために、その機能強化と組織改革を図る必要がある。」と議論がなされたとの報告を受けました。

さらに、前者の団体も、後者の対外的な活動のための客観的技術的なベースとなるものであり、後者の団体と並行して実現することが求められます。

半世紀前にスタートし、わが国の原子力開発において公益法人の民間団体として主導的な役目を担ってきた当会議が今日、時代の変遷に応じて、民間原子力界の再生に向けてこのように重要な改革のリーダーと目されることは、当会議の歴史をかえりみれば当然のことかと存じ、各界の理解、協力を得ながら、早速その方向へと改革に取り組んで参りたいと存じます。事故不祥事の絶無が何よりも大切で、全ての出発は、この点から始まるわけですが、皆様方のご理解とご支援を切に願うものであります。

最後になりましたが、今回の年次大会の準備委員長には、東京大学名誉教授で地球環境産業技術研究機構副理事長の茅陽一(かや よういち) 様にお願いいたしました。茅さんには、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。

Opening Address at the 37th JAIF Annual Conference

JAIF Chairman, Dr. Jun-ichi Nishizawa

Mr. Chairman, Mr. Izumi, Vice Minister of Economy, Trade and Industry, Mr. Miyakoshi, Parliamentary Secretary of the Cabinet Office, Mr. Sakata, Director Generaal of the Research and Development Bureau on behalf of Mr. Kawamura, Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology, guests, distinguished participants, ladies and gentlemen, very welcome to this 37th annual conference of the Japan Atomic Industrial Forum.

It is my great honor to give my remarks on behalf of the organizer at the outset of the conference.

Operating nuclear power plants worldwide reached its record high, as of the end of 2003, of 434 units with the total production capacity of 37.628 Gwe. It accounts for about 17% of worldwide electricity production, about 7% of primary energy, consequently reducing about 2 billion tons of greenhouse gas emission. In Japan 52 units account for 30% plus of the domestic electricity needs as a major power source.

Energy security is an indispensable condition for sustainable growth of economics and life in every country. It becomes more necessary as societies are modernized, particularly industrialized and urbanized. For this very reason, energy resources might have caused also disputes in human history. Regrettably in Japan, importance of contingency planning is not well recognized or practiced. By all means we have to free ourselves in the 21st Century from this shackle. To this end, more efforts are needed to increase energy supply in the international market by improving efficiencies of electricity generating devices or developing non-conventional energy sources.

Nuclear power is currently contributing to generating electricity. In addition, it has also a potential as an energy source to produce hydrogen as an energy carrier or desalinate seawater. I believe every participant here has a conviction and expectation of such wide variety of contributing potentials of nuclear power.

Unfortunately, however, situations surrounding nuclear programs in today's Japan are not necessarily on the right track to take. The efforts being made by all nuclear professionals in order to recover trust in nuclear power, which has been damaged by repeated nuclear accidents and scandals, are not fully achieved yet. Capacity factors of nuclear power plants in other nuclear family countries are well improved in recent years, whereas the improvement in Japan is stagnated far behind them. The past decade in Japan is named as the "Lost 10 Years."

Circumstances are also radically changing around the nuclear activities. The

government has established the Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES), an Incorporated Administrative Agency. It is part of the government's revising policy of safety regulations and inspection regimes for more effective regulations. Domestic markets for electricity retailers are being expanded in line with deregulations worldwide. Private sectors' long-term investments for research and developments (R&D) are under pressure.

The Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) and the Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) are now under the process of unification, whereas the government's general account budgets for nuclear research and development are gradually decreasing in recent years. Unless we change ourselves to correspond to these changing circumstances, the bases for nuclear industries might be in jeopardy. I cannot deny this impending pressure.

In other words, all nuclear industries in the private sector absolutely need to critically recognize this pressing circumstance and immediately take proactive commitments of renovating own cultures and organizational structures. This is absolutely needed in order to recover the community's trust in nuclear industries, by which to continue and intensify our role to secure stable energy supply and to solve the global environmental issues.

As the top runner of this renovation in the private sector, the Japan Atomic Industrial Forum has started with the first step of stimulating nuclear activities, based on the analysis of human resources in the nuclear industrial arena at its "Human Resources Subcommittee" under the "Committee on Revitalization of Nuclear Industry." In addition, an advisory committee by the external experts has examined "Possible Reorganization of Industrial Bodies" since autumn last year.

The core of the report is the proposal to establish two new bodies:

One is a body "to maintain and upgrade the technical capabilities under own responsibilities and initiatives, to collect and analyze the operation and maintenance experiences under a centralized system, and, based thereupon, to support, lead and assess the nuclear industries from technological perspectives"; and

The second body is one "to send out to outside the private sector's views and proposals on nuclear policies objectively, sincerely and transparently, based on own visions with scientific rationality."

The report proposes to take immediate actions to inaugurate these two bodies for exterminating any more nuclear accidents and scandals by concentrating capabilities of existing industrial bodies through reorganization and unification.

I have been informed that, receiving the report, the "Committee on Revitalization of Nuclear Industry" has deliberated that the Japan Atomic Industrial Forum should primarily and proactively assume the role of the second body by intensifying its capabilities and

restructuring.

The first body is requested to start its functioning simultaneously with the second body as the technical backbone of its activities to the external.

The Japan Atomic Industrial Forum has played a major role over the past half a century in the development of nuclear power and its applications as a public non-profit organization. It is my belief that the expectation to our organization to take a lead in reforming the private industrial arena for its revitalization is the historic inevitable consequence to achieve in the current changing circumstances. With the understanding and cooperation of various arenas concerned we will promptly initiate our own reform to meet the expectation. Before anything else comes "No accidents, no scandals". It is the very start line for everything. I do appreciate the understanding and support of every one of yours.

Mr. Yoichi Kaya, Prof. Emeritus of University of Tokyo and Director General of the Research Institute of Innovative Technology for the Earth (RITE), kindly chaired the Preparatory Committee of this Annual Conference. Without Mr. Kaya's proper advice between his tight schedules we could not have come up with today. Please allow me to express my sincerest gratitude for his leadership. My deepest acknowledgment also goes to every other member of the program coordination committee, speakers from overseas and home and Mr. Chairman. It is my hope that every participant here in this hall actively joins in the discussion and stimulates the conference.

Thank you for your attention.

第３７回（社）日本原子力産業会議年次大会
泉経済産業副大臣所感

［日時：平成１６年４月２１日
於：文京シビックホール・大ホール］

本日は、「第３７回社団法人日本原子力産業会議年次大会」の開催に当たり、エネルギー政策を担当する立場から、一言ごあいさつを申し上げます。

原子力発電は、安定供給や地球環境対策の観点から優れた特性を有するエネルギー供給源であります。先般、公表した「平成１６年度供給計画」においては、電力需要の伸びの鈍化などの影響のため原子力発電所の立地が遅れ気味の状況にありますが、我が国において、重要な基幹電源の一つであるという原子力発電の位置付けは、現在も変わっておりません。

もちろん、原子力を推進していく上で、まず重要なことは、言うまでもなく、安全確保であります。一昨年の原子力発電所における一連の不正事案は国民の皆様に大きな不安を与えました。これに対処するとともに、国際的な水準の安全規制を実現するため、昨年１０月に安全規制制度を抜本的に改革しました。新たな規制を確実に執行し、安全確保に万全を期すとともに、地元への積極的な説明を行い、安心の醸成に最大限努力しているところであります。

また、今後、電力小売自由化が予定されておりますが、自由化の進展による影響を懸念する意見も耳にいたします。経済産業省としては、自由化の進んでいるいくつかの国で見受けられるような供給不安定性を招かないよう、所要の環境整備を行うこととしております。中でも、バックエンド事業については、官民の役割分担の在り方を始め、既存の制度との整合性等を整理した上で、本年末までに、経済的措置等の具体的な制度等について検討を行い、必要な措置を講ずることとしております。

さて、本年に入って、原子力関連施設の立地やプルサーマル計画が前進するなど、原子力に関するいくつかの事業について、進展が見られます。今後、これらの事業を進めるに当たっては、安全確保を前提に、地元の御理解を得つつ、一つ一つの課題に着実に取り組むことが重要と認識しております。本日お集まりの皆様の御協力も得つつ、原子力関連事業が更に前進するよう取り組んでま

いります。

一方、近年エネルギー・環境政策を取り巻く状況は大きく変化しております。不安定な中東情勢、中国を始めとするアジアにおけるエネルギー需要の増大、さらには、昨年の電力需給逼迫問題を契機とした供給安定性への関心の高まり、地球環境問題に関する内外の動向などを踏まえ、中長期的なエネルギーシステムはどうあるべきか等について、昨年から精力的に検討を行っております。本年６月頃を目途に、長期エネルギー需給見通しを見直し、経済と環境の両立という観点からの施策の展開を図ってまいります。

最後になりますが、原子力は、我が国の電力供給量の約３割を占め、我が国の経済社会の礎として重要な役割を果たしております。御来会の皆様が、こうした事実を重く受け止め、引き続き活力溢れる事業を展開することを期待しております。皆様のますますの御発展と御健勝を祈念して、私の所感といたします。

平成１６年４月２１日
経済産業副大臣　泉　信也

宮腰大臣政務官挨拶
（平成１５年４月２１日　第３７回原産年次大会）

本日、第３７回原産年次大会が、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、茅陽一大会準備委員長をはじめとする関係者の皆様方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、石油、石炭など国内にエネルギー資源が乏しく、その大部分を海外からの輸入に依存する我が国にとって、原子力発電は、エネルギー供給の安定性向上に寄与する国の発展基盤として重要な電源であります。そのため、安全確保を大前提に、その供給割合の増大が図られ、現在は電力の約 1/3 を供給して、基幹電源のひとつに位置づけられております。

また、我が国はエネルギーの有効利用と環境負荷低減の観点から使用済燃料を再処理して、回収されるプルトニウム、ウランを有効利用していく核燃料サイクルの確立を引き続き進めていくことを原子力政策の基本政策としております。そのためにも、軽水炉でプルトニウムを燃焼させるプルサーマル計画と、六ヶ所再処理工場の運転が、安全確保を第一に、地元を始め国民の理解を得つつ着実に進められることが期待されます。

さらに、放射線利用においては、重粒子線を用いたガン治療などの医療分野、食料の安定供給や環境保全に役立つ放射線育種などの農業分野、新素材や新材料の開発などの工業分野、有害物質の除去などの環境保全分野などの幅広い利用が行われております。

一方、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。私としても、安全確保を大前提に、国民との相互理解を図り、協力が得られるように最大限の努力をしてまいります。

原子力委員会でも、現在、新たな原子力長期計画の策定に向けた準備として、「長計についてご意見を聴く会」の開催、広く国民を対象とした「意見募集」、「市民参加懇談会」の開催などを行い、幅広いご意見を伺っております。

この様な状況の下で開催される今回の原産年次大会のテーマは、「どう考える　－明日の日本の原子力－」とお聞きしております。ここでは、産業界を中心に、参加者の皆様が我が国の将来の社会、エネルギー、原子力について

考え、今何が問題であり、そして将来のために今何をなすべきかについて一緒になって考える場となると考えております。

原子力を巡る状況がめまぐるしく変化している今日、原子力利用の多くが民間事業者において行われている状況からも、こうした場を通じて、産業界自らが「将来の日本」、「将来の原子力」について考え、意見を述べていくことは大変意義のあることと考えております。

原子力産業の更なる発展のためには、本日お集まりの皆様をはじめとする原子力に携わる方々が、気概と誇りを持ち続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、原子力産業会議の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とともに、本大会が実り多き大会となることを期待しまして、私の挨拶とさせていただきます。

平成１６年４月２１日

内閣府大臣政務官　宮腰　光寛

第３７回原産年次大会　河村文部科学大臣所感

（はじめに）

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３７回目を数え、さらに国内外からの多数の方々の御参加により、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、茅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的な議論をすることで国際的にも広く知られるところとなっています。さらに、国民の方々の理解の促進にも大きく寄与しているものと承知しており、私といたしましても、これを高く評価しているところです。

（原子力研究開発の重要性）

原子力の研究開発及びその利用は、エネルギーの安定供給の確保や地球温暖化対策への寄与といった観点から、国の存立基盤をなす重要な課題であると認識しております。

原子力の研究開発に責任を有する文部科学省といたしましては、昨年１０月に閣議決定されました「エネルギー基本計画」を踏まえ、原子力委員会の策定した「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」に沿って、原子力の研究開発を、安全確保を大前提に、また、立地地域をはじめとする国民の皆様の理解と協力を得つつ、着実に推進する考えです。

また、原子力委員会の新たな「長期計画」の策定に向け、積極的に取り組んでまいります。

（核燃料サイクル技術）

資源の少ない我が国においては、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の研究開発を着実に進めていく必要があります。

中でも「もんじゅ」は、研究開発の中核であり、その重要性から、着実に計画を推進していく必要があります。昨年１月の高裁判決を踏まえ、地元でのシンポジウムの開催など、国が前面に立って説明責任を果たす取組を進めてきたところです。昨年１１月には福井県より「もんじゅ」を中核とした研

究拠点化等についての要請があり、既に地元に対して文部科学省の考え方をご説明してきているところです。文部科学省としては、「もんじゅ」の運転再開に向け、安全性を更に高める改造工事に早期に着手するため、地元のご理解が得られるよう今後とも最大限努力してまいります。

（核融合研究開発）

文部科学省としては、核融合研究開発についても積極的に取り組んでまいります。

特にＩＴＥＲ（国際熱核融合実験炉）の我が国への誘致に向けて、現在、小泉総理を筆頭に、国、地元自治体、産業界、学会が一丸となって取り組んでいるところです。ＩＴＥＲ計画は、将来の核融合エネルギーの実現に向けた重要なステップであるとともに、このような大規模国際プロジェクトを我が国で実施することにより、我が国のみならずアジアにおける科学技術の発展に大きく貢献するものと認識しております。

かかる観点から、ＩＴＥＲの日本誘致を実現すべく、機会を捉えて、ＩＴＥＲ建設地としての六ヶ所村の優位性を関係各国に訴えるとともに、日欧協議も含め関係国との協議を行うなど、最大限、努力してまいる所存です。

（革新的原子炉の技術開発）

将来を見据え、高い経済性と安全性をもち熱利用等の多様なエネルギー供給や原子炉利用の普及に適した革新的な原子炉が期待されております。文部科学省においても、高温ガス炉など次世代炉の研究開発プロジェクトを推進するとともに、産学官連携による提案公募事業を実施しております。

この分野の研究開発は、国際的にも気運が高まっており、我が国も「第四世代原子力システムに関するフォーラム」に積極的に参加するとともに、我が国の有する優れた技術を活用し、我が国の研究開発機関を中核拠点（ＣＯＥ）とするなどにより国際的な協力を推進してまいります。

（原子力科学技術、放射線利用の推進）

原子力科学技術は、大きな可能性を秘めており、研究開発を効率的に進めることが重要です。特に、大強度陽子加速器計画は、世界最高レベルのビーム強度を用いて、原子核・素粒子科学や物質・生命科学などの発展に寄与するものであり、今後とも着実に計画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、国民生活に直接関係する分野においても大きな役割を果たしてきております。特に、重粒子線がん治療研究については、昨年１０月に高度先進医療の承認を受けております。

一方、国際原子力機関（ＩＡＥＡ）、世界保健機関（ＷＨＯ）等の国際機関が科学的見地から提唱した放射性同位元素の規制下限値の国際標準を我が国においても導入し、併せて放射性同位元素の利用の進展及び安全規制に関する実績などを踏まえ安全規制の合理化や放射性廃棄物の埋設などを実施するための放射線障害防止法の改正案を今通常国会に提出しています。

今後とも、安全確保に万全を期しつつ、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）

原子力の研究開発及び利用にあたって、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、我が国は、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、我が国の原子力利用に関して国際社会の理解を得てきました。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。

（原子力二法人統合）

原子力の研究開発体制につきましては、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構を統合し、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閣議決定されております。文部科学省では、昨年９月に「原子力二法人の統合に関する報告書」を取りまとめたところです。二法人の統合は平成１７年度に行われる予定であり、文部科学省では、この報告書を踏まえ、必要な準備、検討を行ってまいります。

（産業界との連携）

原子力の研究開発を進めるに際しては、その成果が実用化に結びつくことが重要です。文部科学省としては、産業界の皆様と十分に連携を取りつつ、原子力の研究開発の成果が産業界において十分に活用されるよう努力してまいります。この点について、産業界からもご支援をいただきたいと

思います。

（原子力の安全確保と国民の理解、原子力に関する教育）

さて、申し上げるまでもなく、原子力の研究開発及び利用を進めるためには、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安全に対する意識をもって取り組んでいくことが重要です。文部科学省としては、今後とも、原子力の研究開発における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、原子力の研究開発利用は、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、国民の皆様の安心と信頼を得るために最大限努力することが重要であります。

文部科学省としても、原子力に係わる様々な情報について、国民の皆様に分かりやすい形で提供され、透明性が確保されるよう、様々な工夫をしつつ、今後とも努力してまいります。

原子力に関する教育につきましては、本年４月の国立大学法人化を契機に原子力関係の専攻が設置されるなど新たな取組があり、原子力に係る人材育成において大変意義あることと考えております。また、小・中学校で、児童・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ためには、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は極めて重要な役割を担うものであります。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る所存です。今後とも、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申し上げます。

挨拶Greetings

Yoichi Kaya
Chair, Preparatory Committee

エネルギー政策基本法
Energy Policy Basic Law

1.制定Legislation　2002．6

2．意義Importance of Legislation

内閣→議会　がエネルギー政策を
明示的に決定

Cabinet→Diet

Explicitly review and authorize
the energy policy

エネルギー基本計画
Energy Basic Plan

1.制定Legislation: 2003. 10

2.基本原則:Three Basic Principles

1)安定供給 stabilization of energy supply

2)環境適合 synergy with environment

3)市場原理の適用 market liberalization

注Notes:

1. 3) under 1) and 2)

2. 基盤としての安全確保

secure safety of energy supply

基本計画における原子力
Position of Nuclear Power in the Basic Plan

1.基幹電源としての認識

Recognize nuclear power as one of cores of power supply

2. 原子力推進における国の役割の意義の認識

Recognize the importance of the role of the government in promotion of nuclear power

核燃料サイクルの問題
Issues of nuclear fuel cycle

1.基本のスタンス　国と民間の共同推進

Basic stance : to be promoted jointly by
the government and power companies

2．問題点

1）核燃料サイクルの個々のエレメントのかかえる障害

Barriers to disturb realization of elements of fuel cycle

FBR, Pu thermal, storage of high radioactive wastes,etc

2）バックエンドコストの負担分担

How to share the burden of back-end costs

power companies vs. government vs. consumers

今後の原子力推進上の問題
Present and future issues

1. 需要低成長化と原子力比率:長期の視点
   Low growth of power demand and
   the optimum level of nuclear power
2. 核燃料サイクルをどうするか
   How do we deal with nuclear fuel cycle
   1)考慮すべき点: コスト、資源
      key points: costs and resource constraints
   2)選択の範囲 possible choices
3. 如何にして原子力のイメージを好転させるか
   How to improve the image of nuclear power

特別講演

37ème JAIF :

Nuclear Energy for Tomorrow : What are our Tasks ?

Special Presentations

Current Status of the Nuclear Policy in France"

Alain Bugat, Chairman and Chief Executive Officer, Atomic Energy Commission (CEA), France

---

21 April 2004, 10.45 to 11.15

Mr Chairman, Ladies and Gentlemen,

(Slide 1) By way of introduction, I wish first of all to thank the organisers of this 37th Jaif for asking me to give you this status report on nuclear energy in France during this morning's opening session.

The topic chosen for this 37th edition of Jaif: "Nuclear Energy for Tomorrow: What are our Tasks?" is more than ever at the heart of today's concerns both internationally and in France. Indeed, questions relating to the supply and diversity of energy resources lie at the heart of the concerns of our governments, because of the need

to meet the needs of global economic growth and geostrategic constraints, but doing so in efficient economic conditions.

The future of electronuclear energy is at the heart of this global concern.

(slide 2 : demande énergie) Before going deeper into an analysis of France's energy policy, I feel it is important to recall the following points which underpin and guide the current thinking on energy-related issues. These elements are drawn from a recent French parliamentary report[1]:

- *"the present rate of consumption of fossil energies is incompatible with the time it has taken for nature to create the oil and gas deposits we are drawing on, and to a lesser degree coal;*
- *these oil and gas reserves can only become rarer and therefore more and more costly to operate, even though we will probably have enough oil for the rest of this century;*
- *lastly, we should expect increased tensions arising from the localisation of those reserves. Those located in stable regions will tend to be exhausted faster than those located in geopolitically unstable regions (the Middle East represents two thirds of current known reserves)".*

[1] Besson report October 2003

I also think it is important to underline the changes in the concerns expressed by French public opinion around energy issues. The fact is that topics such as energy independence, the competitiveness of energy sources and the degree of exposure to price volatility are no longer the sole criteria determining public choices. The greenhouse effect and climate change are today also very much in the forefront of the concerns expressed by our fellow citizens. The differences observed between the positions taken by the Member States of the European Union with regard to the development of nuclear energy is just one illustration of this. I am convinced that the ideas of sustainable development and conservation of the environment will come more and more to the fore when it comes to public acceptance of future choices, and all the players of the nuclear sector will need to actively contribute to this debate, highlighting their positive assets.

It is with this in mind and in order to take into account the strong demand expressed by French public opinion (nearly 70% of French people consider themselves poorly or insufficiently informed on energy issues) that the President of France, when he was re-elected in 2002, made the commitment to launch a very wide debate around these issues.

The national energy debate in France

(slide 3 : débat énergie) This debate was launched in the first half of last year under the aegis of the French Ministry for Industry.

For the first time, this national debate has made it possible to disseminate exhaustive information about all the forms of energy, providing the French people with the keys to understanding the challenges and thus involve them in the future choices.

I would like to underline the importance of the resources that have been deployed. Some 250 regional initiatives, including 36 exhibitions, 97 symposia and debates, 78 visits and 9 publications, have been organised throughout France with the help of associations, enterprises, professional federations, trade unions, schools and universities, research bodies, public and private institutions; this has made it possible to multiply the number of places where information has been passed on, exchanged and discussed.

From our point of view, I can only express my great satisfaction at this government initiative which has made it possible to discuss together about all the forms of energy, including nuclear, in a relatively peaceful and dispassionate climate.

At the conclusion of this debate, the government drafted a "White Paper" on energy which includes a draft law for consultation. This draft framework law on energy currently that is being prepared will be submitted to the Council of Ministers and then to vote by Parliament in 2004.

The major orientations of this draft law bear chiefly on:

The need to reconcile two requirements, on the one hand the independence of the country's energy supply and, on the other hand, respect for the environment. With this in mind, the government has fixed four priority objectives:

– guarantee to every citizen the right to a quality energy supply, at a reasonable price anywhere on the national territory,- contribute to the preservation of the environment. The aim is to cut greenhouse gas emissions by 4 by 2050. This commitment is in compliance with the French position on the Kyoto Protocol, whose goal can only be reached through a significant production of energy from nuclear sources.

– reinforce the competitiveness of the national economy,-preserve a sure energy supply for France, protect against the risk of price fluctuations of hydrocarbon fuels and make sure there is a sufficient transport capacity.

The government's proposals are built around three major focuses that are presented as being "inseparable".

First focus: give a new impetus to the policy of energy control

The objective here is to stabilise energy consumption in a context of economic growth and by 2015 to be able to lower the ultimate energy intensity (ratio of ultimate energy consumption over Gross Domestic Product) by an average of 2% a year between 2010 and 2015.

Second focus: the development of renewable energies

Two specific objectives will be written into the law: (1) to increase by 50% (from 11 Mtep to 16 Mtep) the production of heat derived renewable energy (solar, wood, biomass, geothermal) by 2015, (2) a 21% increase by 2010 of the share of renewable energies in the production of electricity. To these two objectives should be added the need reinforce and put some order into the national hydrogen and fuel cell programme directly related to the European programme on the same subject.

Third focus: prepare for the 2020 horizon, i.e. the renewal of nuclear installations

To keep the nuclear option open, without prejudice for future choices, the White Paper states that "the next investment programme covering several years should include the construction of an EPR demonstration model". It also underlines the need to continue to make improvements in the areas of safety and transparency in the nuclear field and carry through to its completion in 2006 the process initiated under the so-called Bataille law of 1991 (named after the parliamentarian who drafted the law) regarding the management of high activity or long-life wastes. Very recently, the Prime Minister, Mr Raffarin, declared that France will need to commit itself, much like Finland, to build the pressurised water reactor developed by the Franco-German industry.

(Slide 4 : nuclear site in France) With 58 operational reactors, the French nuclear facilities with 63 GWe installed output, cover close to 75% of the country's electricity needs in conditions of safety and for a price per Kwh that are among the best in Europe.

In the near future, the share of electricity produced from nuclear energy will undoubtedly diminish in France in order to create a better balance among the various sources of energy, but it will remain the dominant production mode.

At the European level, it is important to underline that among the ten new countries joining the European Union in May 2004, five are operating nuclear power plants, which brings the total number of nuclear countries in the Union to thirteen out of twenty-five. As of 2007, 15 European countries out of 28 will have nuclear energy, which will continue to provide more than 30% of European electricity supply.

In **Central and Eastern Europe**, the Soviet designed power stations, which have been upgraded and whose safety level has been improved, will continue to supply electricity to an enlarged Europe ; nuclear energy, in 2002, provided 24.5 % of the electricity production in the Czech Republic, 73% in Slovakia, 40 % in Slovenia, 36 % in Hungary, 10 % in Romania and 80 % in Lithuania. As for Bulgaria, 47 % of its electricity is of nuclear origin.

The European Union is continuing to ask for the shutdown of first generation reactors (water-cooled VVER and graphite-moderated RBMKs) in Eastern Europe. It is urging Bulgaria, which has accepted to close Kozloduy 1 and 2, to also close Kozloduy 3 and 4 by 2006, instead of pursuing its present modernization plans. Slovakia has announced that it will close Bohinuce 1 and 2, in 2006 and 2008 respectively. Lithuania has accepted an early shutdown of Ignalina 1 in 2005, but has not yet said what it will do with Ignalina 2.

In Northern Europe, the order of an EPR by the Finnish electricity utility TVO, the results of a Swiss referendum last May opposing the stoppage of nuclear energy production, the energy policy of the US government that aims to encourage the re-launching of nuclear facilities, the positive changes in French public opinion[2]: all these developments, for the most part recent, represent encouraging "positive signals" and indicate a new climate that is more favourable to the development of electronuclear activities.

We should not however forget that society's expectations are strong: we must in particular be able to demonstrate the acceptability of the solutions which are or will be proposed for managing long-life radioactive nuclear wastes; we must also pursue our research efforts

[2] Public opinion is capable of shifting very rapidly and significantly (in France, one quarter of the population changed its opinion on energy between 2002 and 2003, according to a poll undertaken by AREVA at the end of 2003. Of this 25%, two-thirds changed in favour of nuclear energy).

for the design of ever safer plants that produce less wastes and are increasingly competitive. This is our responsibility and our duty if we want nuclear energy to satisfy the needs of the future. These responsibilities and these duties obviously guide the research strategy of the CEA.

The CEA, a key player in European research ***(slide 5 : CEA key player)***

The CEA is a major player in research, development and innovation. The CEA is involved in three main areas: energy, information and health technologies and Defence.

(Slide 6, CEA Centers) Building on the diversity of these programmes, the CEA is pursuing two major objectives: the first is national and aims to guarantee the sustainability of French nuclear deterrence; the second is European in scope: it is to become the leading European body engaged in technological research in the energy sectors on the one hand, and in information and health technologies on the other hand.

In the field of energy, the CEA is seeking to improve the competitiveness and the safety of energy production means that

do not produce greenhouse gases, while reducing their impact on the environment.

Providing support to the industry, the CEA is participating in the optimisation of the existing nuclear reactors and fuel cycle plants.
For example, the CEA is working on extending the operating life of nuclear power plants, on increasing the combustion rate of uranium fuels and Mox, on adapting the plants to these new specifications and improving the precision of tools and measurements. In parallel, efforts are being continually deployed for the reduction of the volume and the activity of wastes and on the reduction of gas and liquid effluent emissions from nuclear facilities. **R & D on wastes will enable the government and Parliament,** starting in 2006, to decide on a strategy of **long-term management of long-life highly active wastes,** based on the scientific and technical results obtained, which we shall be looking at more in detail later.

The CEA is participating in an international research programme on the nuclear reactors and fuels of the future, which will guarantee production that is both more economical, safer and less waste producing. It is taking the lead in programmes studying the health and environmental impact of nuclear energy.

The CEA is also actively continuing the clearing and decommissioning of aging installations; it is indeed important that

the nuclear industry be in a position to show both to the decision-makers and to the general public that it is able to master the complete life-cycle of its installations. Thus the operation currently jointly undertaken by the CEA and EDF on the ELA heavy water electronuclear power plant at Brennilis, in Britanny (Western France), is particularly important and needs to be completed in an exemplary way. In 2004, over 150 M€ will be dedicated to these activities. This effort should even reach 220 M€ in 2006.

CEA research is also supporting the development of new energy technologies: fuel cells, hydrogen cycle, photo voltaic, biomass…

(Slide 7 : ITER) Thermonuclear fusion, the mastery of which could in the future provide us with an almost infinite source of energy, is also at the heart of our research activities. The CEA is thus heavily involved in the international ITER project, and as you know, the Cadarache site has been chosen by the European Union as the candidate for hosting this experimental installation. I know that Japan is heavily backing the candidacy of the Rokkasho-mura site and this candidacy is fully legitimate in view of Japan's top level competence in this scientific field. However, it is just as legitimate for Europe to back the Cadarache site, because Europe's fusion programme represents half of the global financial effort in this field and the competence of its researchers is recognised the world over.

I wish to particularly elaborate on two points that, in my opinion, are fundamental for the future of nuclear energy production: research on radioactive wastes and research on the nuclear power generators of the future.

A very positive balance for research on wastes

Today, after ten years of research in which the CEA researchers and the other players and partners involved have invested hugely, a very positive balance can now be established. Significant results have been obtained, particularly in two key areas:

• the minimisation of the quantity and noxiousness of wastes: the optimisation of the current spent fuel treatment process (a three-fold reduction since the start of the new La Hague plants, and effluent and emission activity divided by ten), the development of new chemistry for the specific extraction of minor actinides (high-level separation), definition of the scientific feasibility of transmutation;

• the foundations for long-term conditioning and storage of wastes have now been laid: new conditioning matrixes have been developed, the science of long-term behaviour is now well understood, the first container and storage concepts have been assessed.

Today solutions exist

There remains obviously plenty of room for progress and some research is more advanced than others, but the most promising tracks

are now clearly in the open. Thus solutions exist for the management of radioactive wastes that could be implemented gradually:

- first and foremost, the processing of spent fuels and the recycling of plutonium, which is to be consumed even as it is being eliminated, because plutonium is both a highly energetic material and also the chief contributor to long-term radiotoxicity;
- a further stage could be to complete the processing operations with high-level separation of minor actinides, a technology that should eventually lead to vitrified wastes whose potential radiotoxicity would, after a few hundred years, be comparable to that of the initial mineral uranium;
- minor actinides could then be more specifically transmutated in the new generation reactors – transmutation and waste minimisation have been included among their objectives – or in dedicated systems, both critical and sub-critical (hybrid systems);
- geological storage, which allows radionucleides to be isolated from the environment, could thus possibly benefit from the considerable reduction in both the quantity and the toxicity of the wastes:
- and lastly, to conclude this list of solutions being put forward, the 1991 law also requires the study of long-term reversible storage.

In 2006, according to the 1991 law, the French government and Parliament should be able to decide on a set of additional scientific and technical solutions that will allow open and flexible strategies for the management of radioactive wastes.

The future of nuclear energy: the indispensable EPR phase before the implementation of 4th generation reactors.

(slide 8 : Evolution of nuclear power)

France benefits from one of the youngest set of nuclear facilities, put into service at the end of the 70's, and for the most part between 1980 and 1990.

If the life-cycle of nuclear reactors is on average extended to 40 years, the first plant shut-downs should start between 2015 and 2020. The question will then be that of their renewal and this question will be all the more pressing inasmuch as the majority of French facilities were built within a short lapse of time; numerous reactors will be reaching the end of their authorised operating life almost simultaneously: 14 of the oldest reactors will be 40 years old in 2020.

In 2025, a further 34 reactors will be concerned, that is to say 31,000 MWe representing 50% of the output of today's French electronuclear facilities.

If the decision is taken, as we hope it will be, to replace these production means by other nuclear reactors, we will need to turn to the 3rd generation of nuclear reactors, for it is in this generation that it will be possible to find the reactors capable of being operational at that time.

The EPR reactor, developed by the Areva group, will be able, in 2015/2020, to meet the need for renewing the first set of nuclear facilities built in the early Seventies.

(slide 9 : EPR) We are hoping that the decision to build a prototype in France will be taken in the next few months, in order to be able to benefit from the operational feed-back of the first EPR to be built before launching series production.

Finland's decision to build the first EPR in fact validates the technological and industrial choices that led to the design of this 3rd generation reactor, i.e.: be safer, generate 15% less waste and produce electricity at a cost that is 10% lower than that of existing reactors.

The next forty years should therefore see the coexistence of Generations II and III as a natural transition to Generation IV reactors (with an optimisation of the reactor and the fuel cycle), of which the first models should appear around 2030.

(slide 10 : GEN IV) In the framework of the **Generation IV International Forum, the CEA** has offered to set its research into the reactors of the future. This forum has been founded on the principle of the recognition by the ten EU countries that make up its membership[3], of the advantages of nuclear energy for meeting the growing global energy needs, in the context of sustainable development and the prevention of climate change risks. This

[3] The eleven member countries are the USA, France, Japan, the United Kingdom, Canada, South Korea, Switzerland, South Africa, Argentina, Brazil and the community of States that signed the Euratom Treaty. The IAEA, OECD and European Commission participate as observers.

principle is written into the Forum's charter and is worked out practically through the common will to create an international framework for defining, developing and allowing the industrial deployment of 4th generation nuclear systems (reactors and fuel cycle) by 2030.

Of the six concepts retained, five refer to fuel processing-recycling, and four use fast neutrons; this underscores the importance given to objectives that aim to reduce long-life wastes and save on fuel resources. The sixth solution (the VHTR) aims at a different objective: extending the scope of application of nuclear energy to the production of hydrogen, which is an essential component of future transport fuels.

Among the systems selected by the Generation IV Forum, the CEA, together with its industrial partners AREVA and EDF, and in close cooperation with its corresponding ministries (Research and Industry), is particularly involved in:

- the development of the **two advanced gas coolant systems** (VHTR and GFR)
- contributing to innovation for a **new generation of sodium coolant systems (SFR)**, particularly in the field of fuel and cycle, and

- the research into new processes for treating spent fuels and recycling all actinides (uranium, plutonium and minor actinides).

As early as the year 2000, the CEA decided to focus its research on the nuclear systems of the future: an incremental range of gas coolant systems, processes for the complete recycling of fuel that are robust in terms of the risk of proliferation, and the maintaining of the very best level of expertise on sodium-based fast neutron reactors. The US and Japan are France's chief partners for cooperation in these three areas.

Before concluding, I would like to underscore the importance I attribute to the need for sharing the major research tools in order to optimise at a global level the use of the resources and funds that we all need in order to take up the challenges of future technologies. Franco-Japanese cooperation in the future CEA programme for using the Monju reactor for tests on actinide incineration is a good example of what can be done. The project of the RJH technology development reactor in Europe is another example. My hope is that this momentum will further pick up speed in the future.

In conclusion, I would say that the conditions are now right to witness the revitalisation of the global nuclear market. Demand for energy is continually growing, fossil resources must necessarily

become rarer, the awareness of the need to reduce the production of greenhouse effect gases is strongly supported both by the scientific community and by public opinion. For its part, the nuclear industry is mature and can rely on a considerable store of experience, 3rd generation reactors are already available and the 4th generation will receive its credibility thanks to the R&D vision that is shared at the international level. We can begin to answer the legitimate concerns of public opinion in the field of radioactive waste management. Lastly, a comprehensive R&D "reactor-cycle" vision to which the CEA is resolutely committed together with its industrial partners, particularly AREVA, will effectively contribute to the success of these developments.

37th JAIF

Nuclear Energy for Tomorrow : What are our Tasks ?

Special Presentations

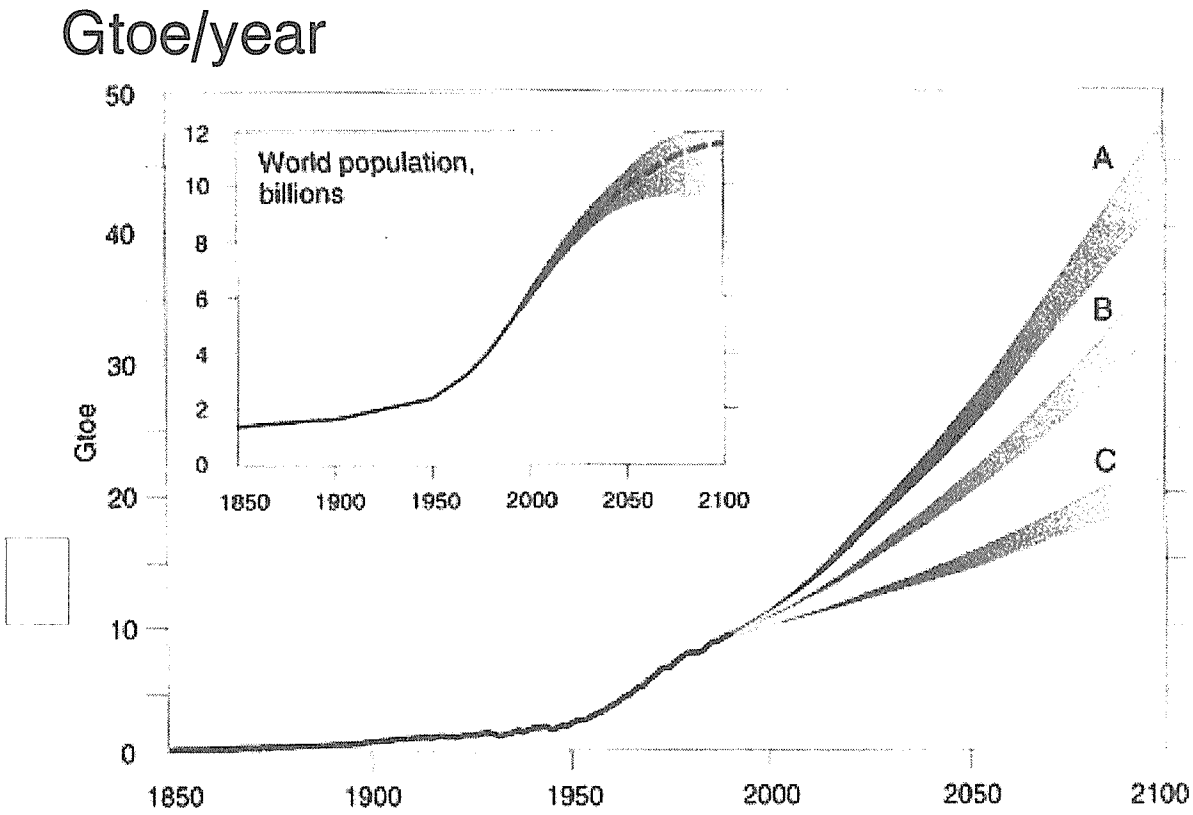
Current Status of the Nuclear Policy in France"

by Alain Bugat,

Chairman and Chief Executive Officer, Atomic Energy Commission (CEA), France

ビュガ-19

World projected energy demand



A : High growth (Income, energy, technology)

B : Modest growth

C : Ecologically driven growth

Source : IIASA/WEC study, «Global Energy Perspectives» , 1998

ビュガ-20

French Energy Policy and Major Recent Events

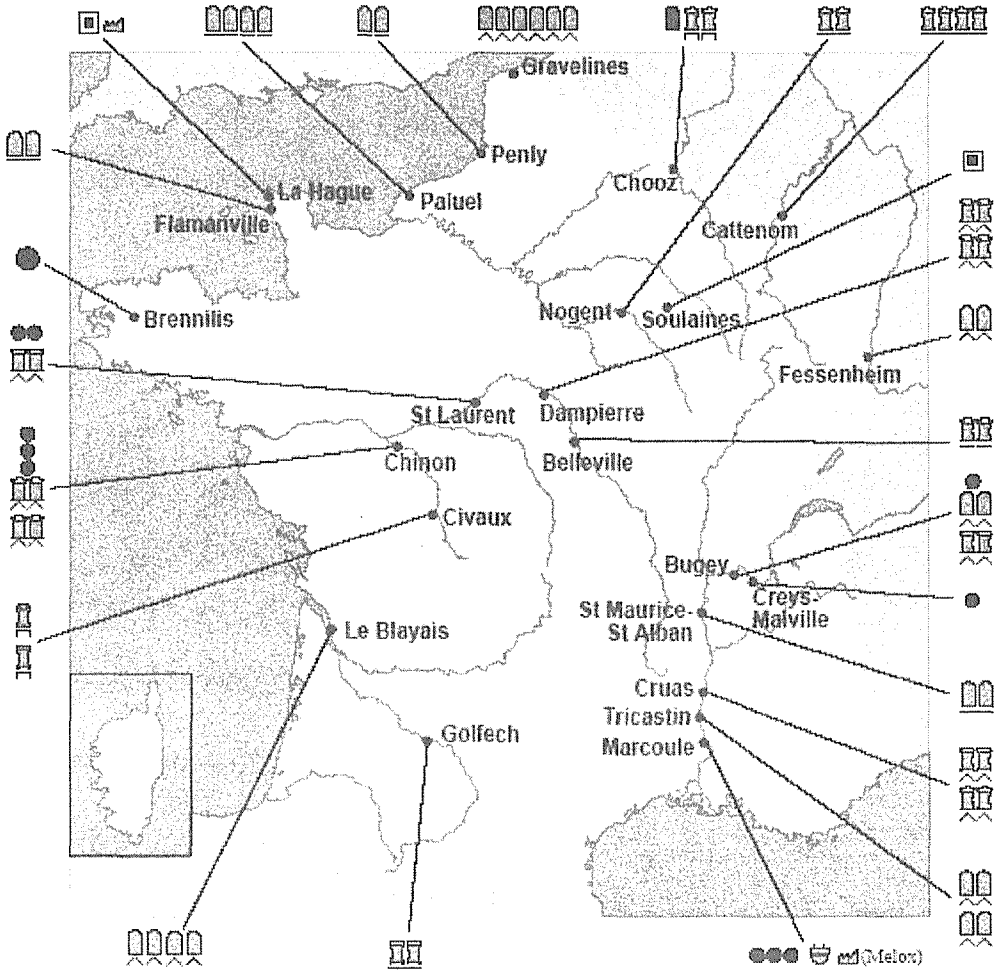
- National Debate on Energy last spring → Nuclear Energy confirmed as an essential part of the French Energy Mix

→ preliminary step to the preparation of an energy bill to be submitted to Parliament in 2004

- Decision to build an EPR in France expected in 2004

débat national sur les énergies
www.debat-energie.gouv.fr

Nuclear Sites in France : 58 Nuclear Power Reactors

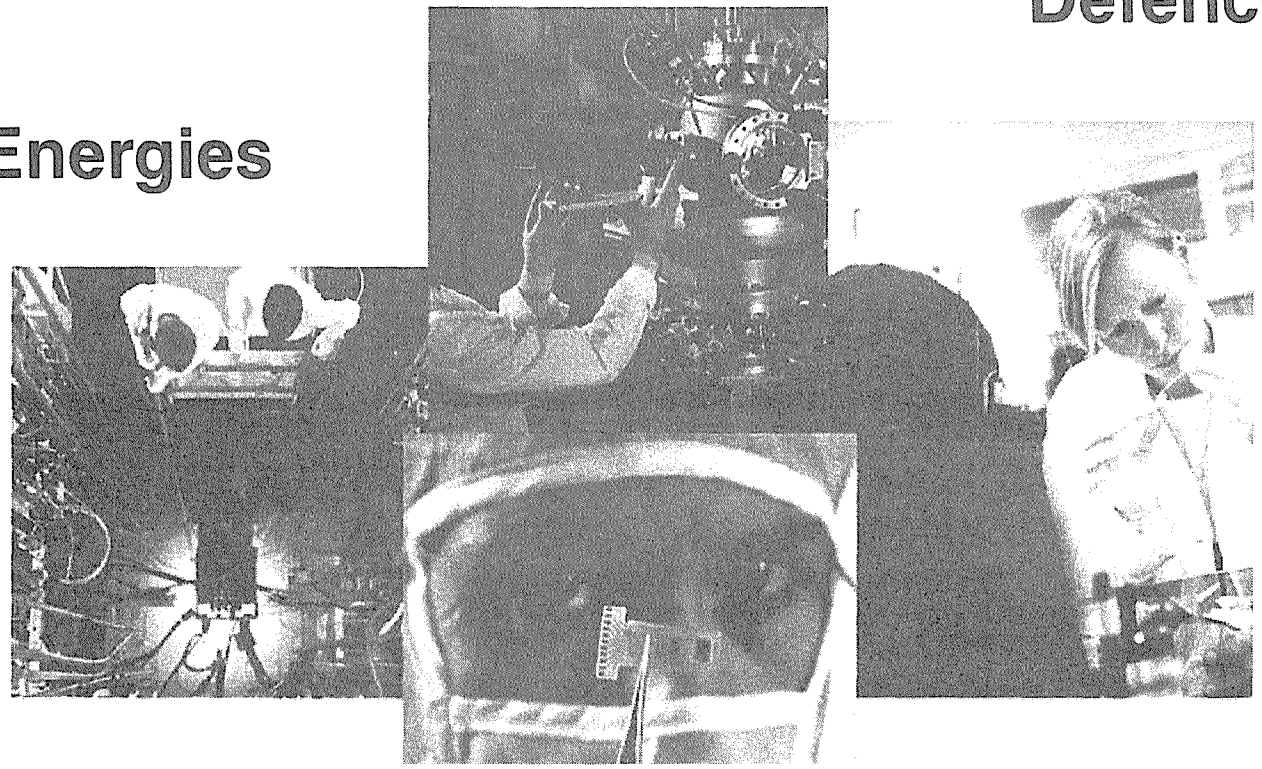


ビュガ-22

A key player in research, development and innovation in the fields of :

Defence

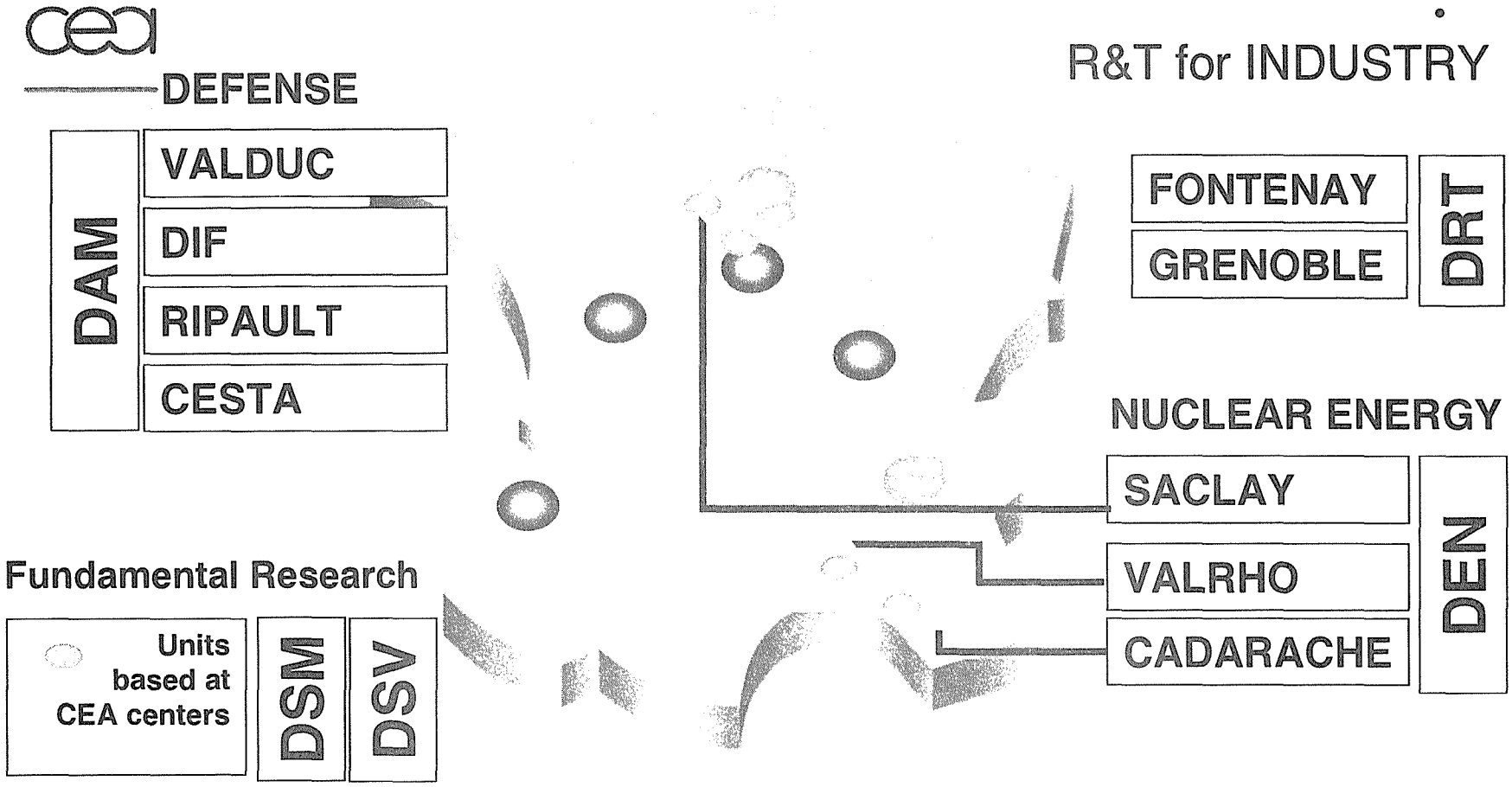
Energies



Information Technologies and Health

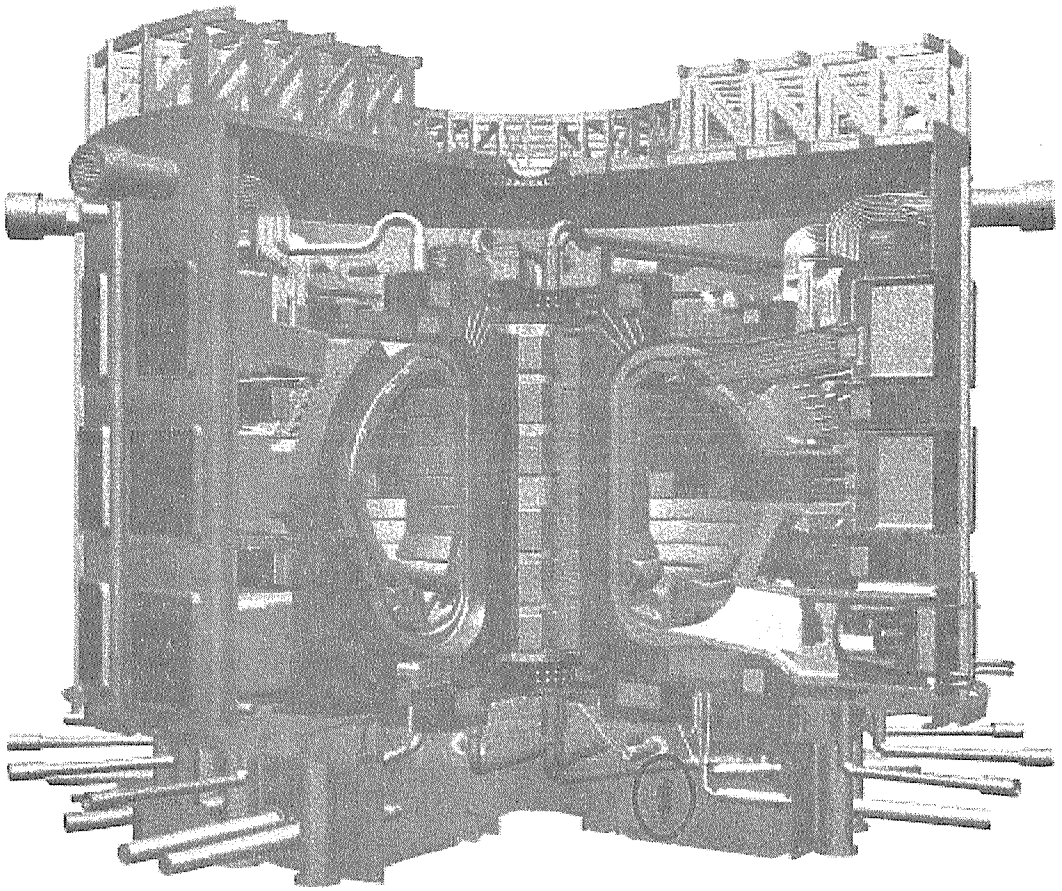
ビュガ-23

CEA CENTERS



ビュガ-24

Calendar for the ITER Project

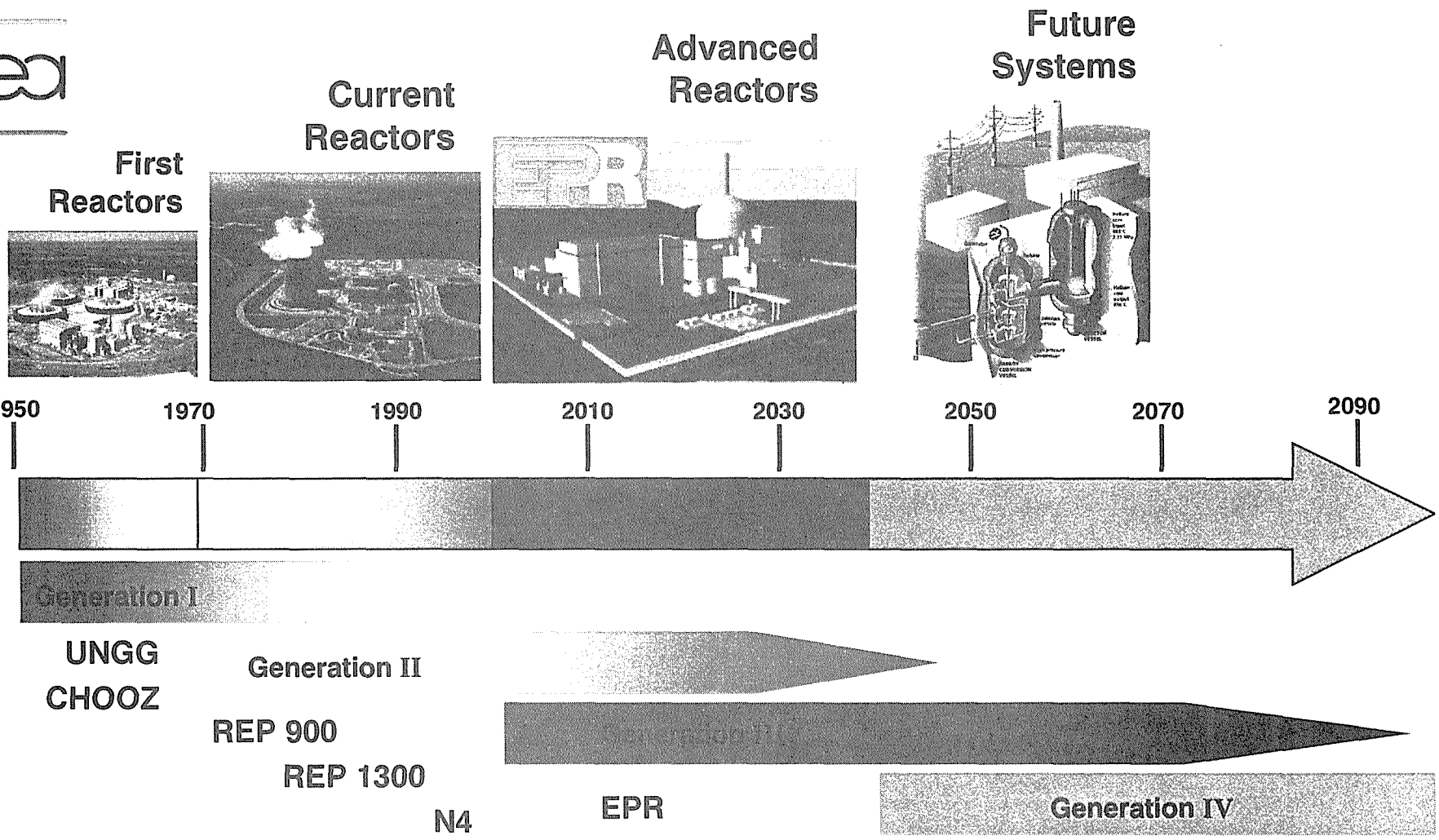


Engineering — Operation

1990 2005 2015 2035

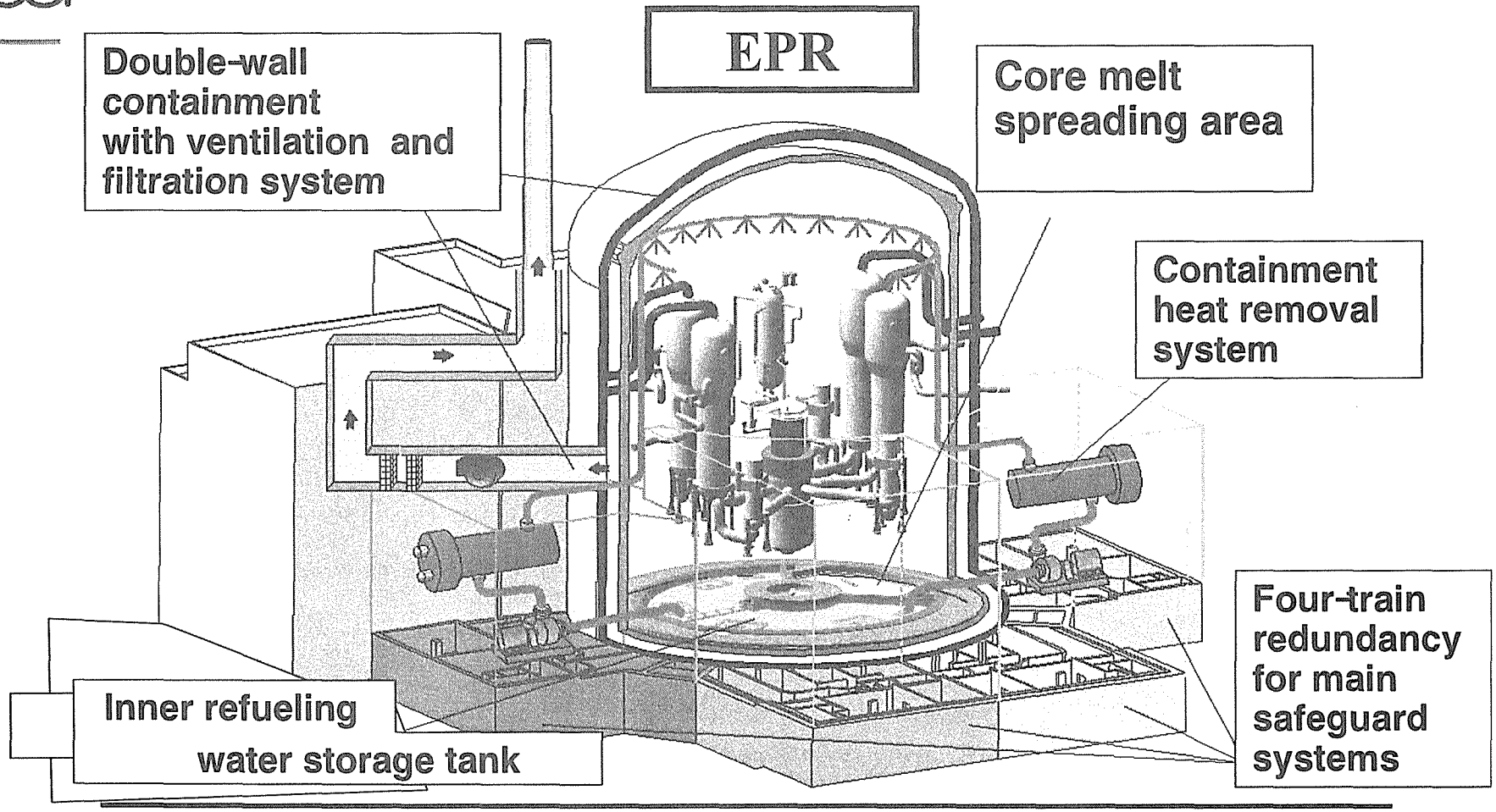
ビュガ-25

The Evolution of Nuclear Power



Gen III / EPR : significant improvements in safety,

... but also in economics, waste reduction and U preservation



ピュガ-27

GEN IV : towards sustainable nuclear energy

➢ **New requirements for sustainable nuclear energy**

- Gradual improvements in :
  - ✓ Competitiveness
  - ✓ Safety and reliability
- Concepts with breakthroughs
  - ✓ Minimization of wastes
  - ✓ Preservation of resources
  - ✓ Non Proliferation

➢ **Systems expected to reach technical maturity by 2030**

➢ **Assets for new markets**

- **hydrogen production**
- **direct use of heat**
- **sea water desalination**

➢ **An internationally shared R&D**

ビュガ-28

Position of Nuclear Power in China's Energy Strategy and Status of Nuclear Power Development in China

by KANG Rixin
President of CNNC

Mr. Chairman, ladies and gentlemen,

It's a great pleasure to be present at the 37th JAIF Annual Conference. I would like, on behalf of the CNNC, to express my warm congratulation for this conference.

The CNNC is the major developer of nuclear technologies in the course of nuclear power development, and also the major investor of all nuclear power plants in operation or under construction in China. The member units of the CNNC undertake nuclear power R&D, design, technical service, part of equipment supply and operation, etc. As the mainstay enterprise of China nuclear power industry, the CNNC has been devoting itself to the peaceful uses of nuclear energy. We hope to accelerate the snowballing of China's nuclear power undertakings in joint efforts with both domestic and foreign nuclear power enterprises.

I would like to take this opportunity to give a brief introduction to the position of nuclear power in China's energy strategy and status of nuclear power development in China to all participants present at this conference.

I. Position of Nuclear Power in China's Energy Strategy

China has made the first two steps of the strategic target for modernization construction, with a full-scale economic and social development, and people's life as a whole coming to a well-off level. From the beginning of the new century, China has entered a new development stage to construct a well-off society in an all-round way and accelerate the socialist modernization construction.

As other countries in the world, the Chinese government thinks highly of the energy industry as the fundamental industry of national economy, and attaches great importance

to the sustainable development of energy source, economy and environment. With the growth of national economy, the energy sources play a very important role in promoting and ensuring the sustained, rapid and sound development of national economy, and in improving people's life. The Chinese government pointed out in the Outline for the Tenth Five-Year (2001~2005) National Economic and Social Development Plan that "the advantage of respective resources should be exerted, energy mix optimized, utilization efficiency raised, and environmental protection strengthened in energy industry construction", and also established the energy strategy as to "secure energy supply, optimize energy mix, raise energy efficiency, protect ecological environment, continually expand open-up policy and quicken the development of the western region", and the principle for development of power industry as to "actively develop hydropower, optimize thermal power structure, moderately develop nuclear power, and develop new energy sources adapting to local conditions."

The Chinese government set forth the principle of "moderately developing nuclear power" and the objective of nuclear power construction to "commence a localized backstop nuclear power project as appropriate" during the Tenth Five-Year. The position and significance of nuclear power in energy development is affirmed by the Chinese government after analyzing the situation facing energy development and taking into account resources protection, environment improvement and reliable energy supply. Of course, when the above policies were made in 2000, there was not a clear revival sign of nuclear power worldwide, and the annual nuclear power output only accounted for 1.2% of the total power generation in China (which was only an insignificant proportion in the primary energy mix). Therefore, nuclear power is positioned by the Chinese government to an experimental and compensatory source in the energy mix of China.

For the moment, there is some shortage of power supply in China, with the steady and rapid growth of national economy, gradual improvement of people's living standards, and fast increase of electricity demand. In 2003 alone, power was cut from time to time in 22 provinces or cities to limit the power consumption. Due to limited sources of primary energy and the consideration of bringing nuclear energy into the Clean Development Mechanism (CDM) after the Kyoto Protocol was approved by the Chinese government,

along with some revival signs of nuclear power in some European and American countries, Chinese governmental departments concerned, and academic and industrial communities paid a new look to the vital role of nuclear power in solving the problem of energy supply, optimizing the energy mix, and promoting the harmonized development of society and environment.

In the light of the magnificent target to quadruple the GDP on 2000 figure by 2020, the Chinese government is organizing academic and industrial communities to study and map out the Specific Planning for Energy Development Before 2020. During 1981～2000, the GDP annually increased by an average of 9.7% in China, the electric power output increased by an average of 7.9%, and the elastic coefficient of power consumption was 0.8. Reckoned on the above data, the total electric power installed capacity will add up to 900 GWe by 2020. China is short of oil and gas resources, the prospect of coal resources is not so optimistic, and only limited water resources could be further developed. Therefore, nuclear power is of the greatest potential and the most sustainable energy source for power development in China. Based on the present studies and analyses by Chinese governmental departments concerned, the planning for nuclear power development in China is preliminarily envisaged to reach 36~40 GWe of installed capacity by 2020, accounting for 4% of the total power installed capacity.

That means some 27~30 GWe of nuclear power capacity will be installed additionally in the following 16 years. From the above, it shows that the Chinese government is readjusting the strategic position of nuclear power in its energy policy. Nuclear power will play a more important role in promoting energy diversification, upgrading energy security, and improving the energy mix in China.

II. The Status of Nuclear Power Development in China

Nuclear power construction in China was started in the beginning of 1980s. Now there are totally 6 NPPs (11 units) in China, among which 8 were put into commercial operation while the remaining 3 are under construction. They are expected to put into commercial operation by the end of 2005. Till then the total nuclear power installed

capacity will add up to 8.7 GWe. Hereinafter will be a brief introduction to the performance and construction progress of nuclear units in operation or under construction.

Qinshan NPP Phase I, the first NPP in China's mainland, is a 300 MWe single unit nuclear power plant. The self-designed and constructed, self-operated and managed unit, with major equipment manufactured domestically, has been safely and stably operated since its connection to grid at the end of 1991. A best record of continuous and safe operation for 443 days and 37.5 days of refueling outage were created during the 7th fuel cycle (August 2002~October 2003). The annual output of the unit reached 2.409 TWh in 2003, in which 2.2675 TWh was connected to grid, with annual load factor of 88.74% and capacity factor of 89.15%.

Qinshan NPP Phase II is the first self-designed, constructed and operated 2×650MWe commercial PWR NPP. The Unit 1 was put into operation on April 15, 2002. A total of 4.617 TWh was output, and a total of 4.324 TWh was connected to grid as of 2003, with annual load factor of 81%. The Unit 2 was connected to grid on March 11, 2004, and is expected to put into commercial operation in June this year.

The Qinshan NPP Phase III is 2×700 MWe CANDU-6 HWR NPP constructed through Sino-Canadian cooperation. Adopting international management mode, the Qinshan NPP Phase III has broken through several civil work and installation records among the same kind of units during the construction period. The two units were put into commercial operation separately in December 31, 2002 and in July 24, 2003. Now they are operating well, with an accumulative output of 7.896 TWh, in which 7.303 TWh was connected to grid as of December 31, 2003. The annual load factor of Unit 1 is up to 88%.

The Tianwan 2×1060 MWe PWR NPP, adopting the Russian AES-91 technology, is jointly constructed by China and Russia. It adopts a double containment in design, with advanced technical scenarios such as completely independent and physically separated four-channel safety system, severe accidents mitigation safety device and advanced digital I&C system. At present, the Unit 1 is in commissioning stage and the Unit 2 in full-swing installation phase. The project is proceeding smoothly as scheduled, and the

two units will be put into commercial operation separately by the end of this year and next year.

With technology introduced from France, the four 984 MWe units in Daya Bay and Ling Ao NPPs were put into operation in February 1994, May 1994, May 2002 and January 2003 respectively. Now they are operating well with good performance. The Unit 1 of Daya Bay created a best record of continuous and safe operation for 388 days in the ninth refueling cycle. The Unit 1 of Ling Ao achieved continuous and safe operation without unplanned shutdown in its first refueling cycle.

Nuclear power turns the edge of electric power shortage at coastal areas of China, and promotes the local economic development. Over ten years since the first nuclear power plants were put into operation in China, the discharge of radioactive effluents and generation of solid wastes are far lower than the control levels set up in national standards concerned. The radiation level of surrounding environment is kept to natural background. The operation of nuclear power plants does not bring harmful effects to the environment. This shows that the construction of nuclear power plants in China is successful, and their operation is safe and reliable, which accumulate precious experience and lay a solid foundation for further development of nuclear power in China.

Through 20 years' practice in scientific R&D, engineering construction, operation and maintenance, China has formed a complete scientific R&D, design, equipment manufacture, construction, installation, commissioning and operation system for self-construction of small and medium PWR NPPs. Chinese nuclear research and design institutes have gradually cultivated a multi-disciplinary and well-structured technical team with certain self-design capabilities, which are capable for self-design and construction of 300 MWe and 600 MWe NPPs. Now three major inter-supporting power equipment manufacturing bases have been established in the Northeast, Southwest of China and Shanghai, which have already manufactured or capable of manufacturing nuclear equipments. China has primarily possessed the foundation and capability for self-design of large 1000 MWe-class PWR units and localization of equipment.

As most of the countries in the world, a "three-step" principle is adopted by the Chinese

government for application and development of nuclear energy, i.e. thermal neutron reactor, fast breeder reactor and controlled thermal nuclear fusion reactor. For the moment and quite a long period henceforth, the nuclear energy R&D is and will be mainly focused on the development and application of thermal reactor technology. Meanwhile, we will carry out technical studies on fast reactors and controlled nuclear fusion, taking an active part in international cooperation and tracing the world development trend in this regard. During the Ninth Five-Year Plan, we carried out the R&D on critical technologies of advanced PWR NPPs, focusing mainly on technologies of inherent safety and digital I&C systems, which provides us some essential conditions to keep pace and catch up with world's advanced nuclear power technologies. The 65MWt China Experimental Fast Reactor (CEFR) under construction has now moved in installation phase. Meanwhile, the 10MWt High-temperature Gas-cooled Experimental Reactor (HTG-10) was build up by the end of 2000, which provides a test base for R&D on relevant techniques.

The tactic of nuclear power development in China is to construct technically proven and reliable PWR units for the moment following the principle of "mainly relying on our own while pursuing Sino-foreign cooperation"; meanwhile to carry out the R&D on advanced PWRs, and develop advanced nuclear power technologies; and to construct advanced PWR units in large quantity after 2010.

At present, the competent authorities of the Chinese government are taking active steps to map out and implement the planning for nuclear power development, with an aim to bring its development into line. In the principle of "mainly relying on our own while pursuing Sino-foreign cooperation", China's nuclear power construction is steadily surging forward towards "self-reliance and standardization". Building on and absorbing foreign advanced experience, self-design, manufacture, construction and operation of large-scale nuclear units will gradually come true. At the premise of ensuring nuclear safety, the construction and operation costs will be further decreased to consolidate the competitiveness of nuclear power.

Mr. Chairman, ladies and gentlemen,

In the course of nuclear power development in China, we have carried out active cooperation with countries developed in nuclear power like Japan. Japan nuclear community including the Mitsubishi, Hitachi, Toshiba and all major power companies has provided energetic support to the CNNC and nuclear power plants in China. Large equipment such as the reactor pressure vessel in Qinshan Phase I; the reactor pressure vessel, main and charging pumps, and power transmission and transformation switch station system in Qinshan Phase II; and the TG, condenser and heater in Qinshan Phase III were supplied by Japan. In addition, the Japanese government and nuclear scientific research institutes have carried out long-term cooperation with China for over 20 years in terms of personnel training, technical exchange and commercial intercourse in the fields of nuclear power, nuclear fuel cycle, and R&D and utilization of nuclear energy. These exchanges and cooperation yielded fruitful results, and promoted the upgrading of our technical levels of NPP management, operation and maintenance, and promoted the peaceful uses of nuclear energy in our two countries as well. At present, the nuclear communities of our two countries still keep good cooperative relationship, which is progressively developing in depth. On behalf of the CNNC and all friends in Chinese nuclear community, I would like to take this opportunity to give our sincere thanks to all peers and counterparts worldwide who have given supports and helps to the Chinese nuclear undertakings.

Mr. Chairman, ladies and gentlemen,

China's nuclear power will face a more favorable opportunity than ever, and the good time for moderately developing nuclear power in greater scale is coming. The CNNC sincerely hopes to expand exchange and cooperation with world nuclear communities, and to make joint efforts with other countries for the benefit of nuclear power development in China and better serving the mankind.

Finally, I wish the conference a great success!

Thanks for your attention.

Position of Nuclear Power in China's Energy Strategy and Status of Nuclear Power Development in China

Kang Rixin
President

Role of the CNNC in Nuclear Power Development in China

- Major developer of technologies in the course of nuclear power development in China
- Major investor of all nuclear power plants in operation or under construction in China, undertaking:
  - R&D
  - Design
  - Technical service
  - Part of equipment supply
  - NPP operation, etc.

Position of Nuclear Power in China's Energy Strategy

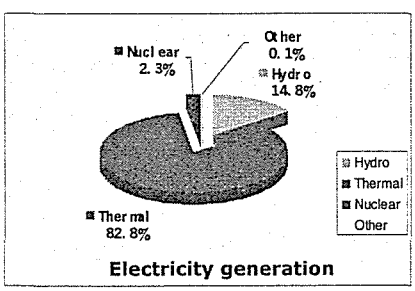
China's Energy Strategy

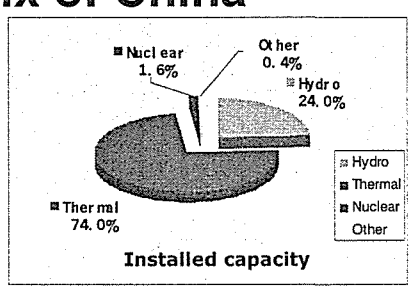
- Securing energy supply
- Optimizing energy mix
- Raising energy utilization efficiency
- Protecting ecological environment
- Continually expanding opening-up policy
- Quickening development of the western region

Principle of Power Industry Development

- Actively developing hydropower
- Optimizing thermal power structure
- Moderately developing nuclear power
- Developing new energy sources adapting to local conditions

Proportion of Major Sources in Energy Mix of China

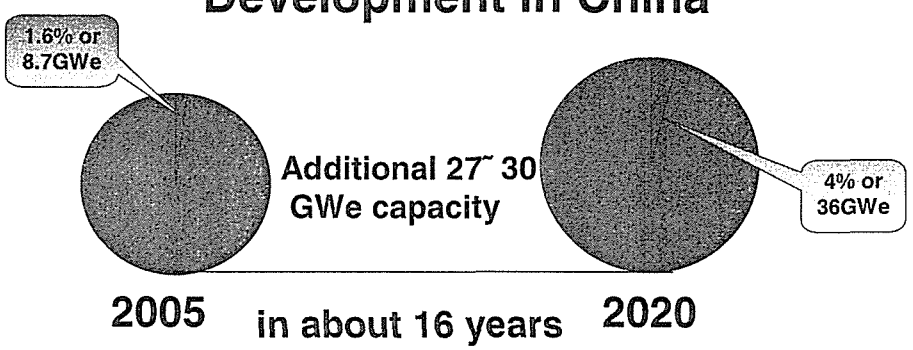




Position of Nuclear Power in China's Energy Strategy

- Nuclear power was positioned as an important experimental and complemental source in the energy mix
- Nuclear power will play a more important role in promoting energy diversification, upgrading energy security, and improving energy mix

Plan for Nuclear Power Development in China



Status of Nuclear Power Development in China

Status of Nuclear Power Development in China

Six NPPs (eleven units) in operation or under construction, among which

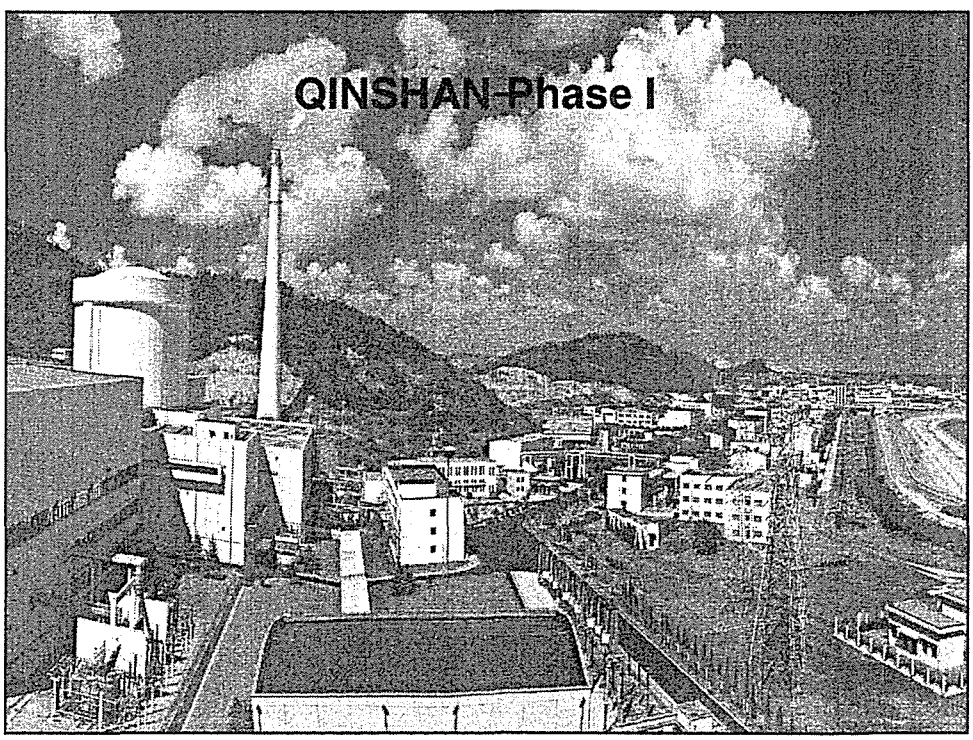
- Eight in commercial operation
- Three under construction

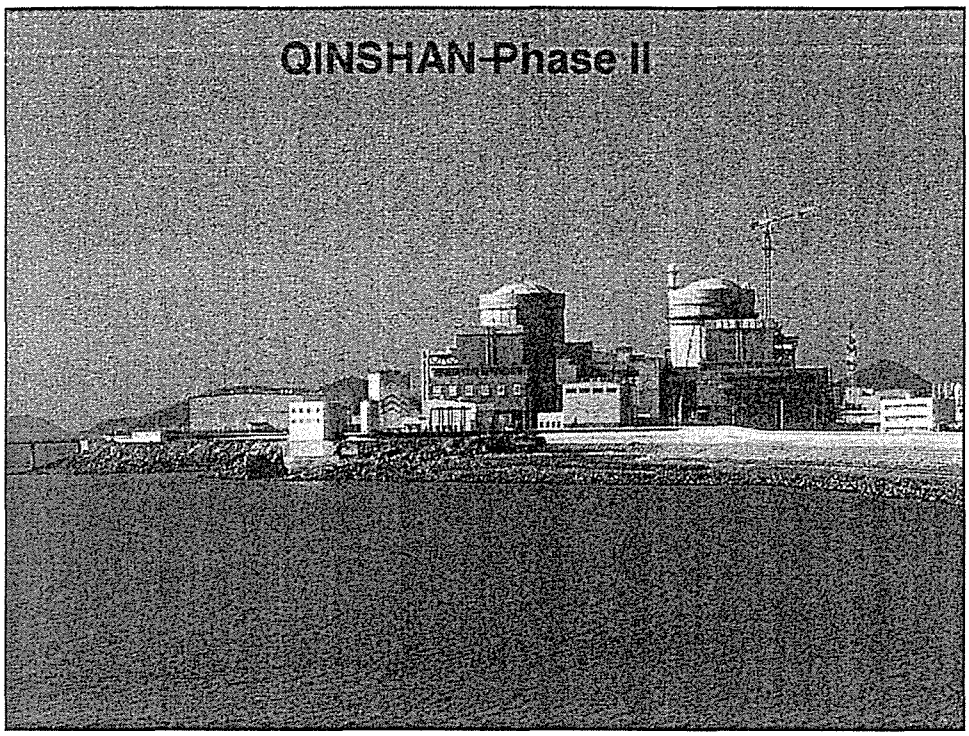
which are expected to put into commercial operation by the end of 2005, till then nuclear installed capacity will be up to 8.7 GWe

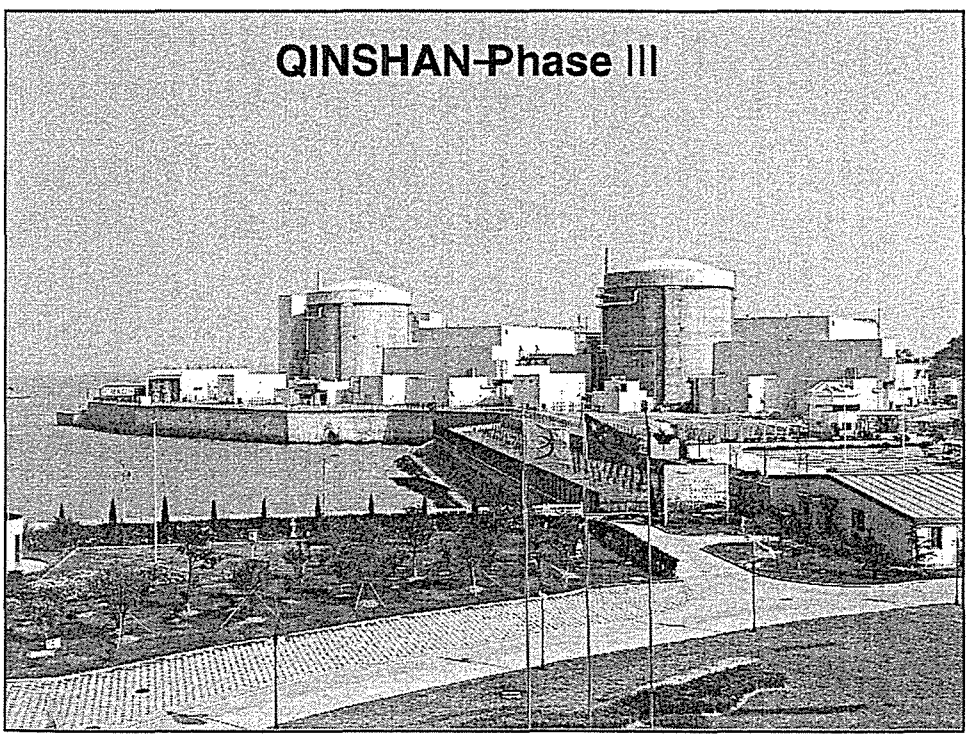
37th JAIF Annual Conference April 21st, 2004, Tokyo

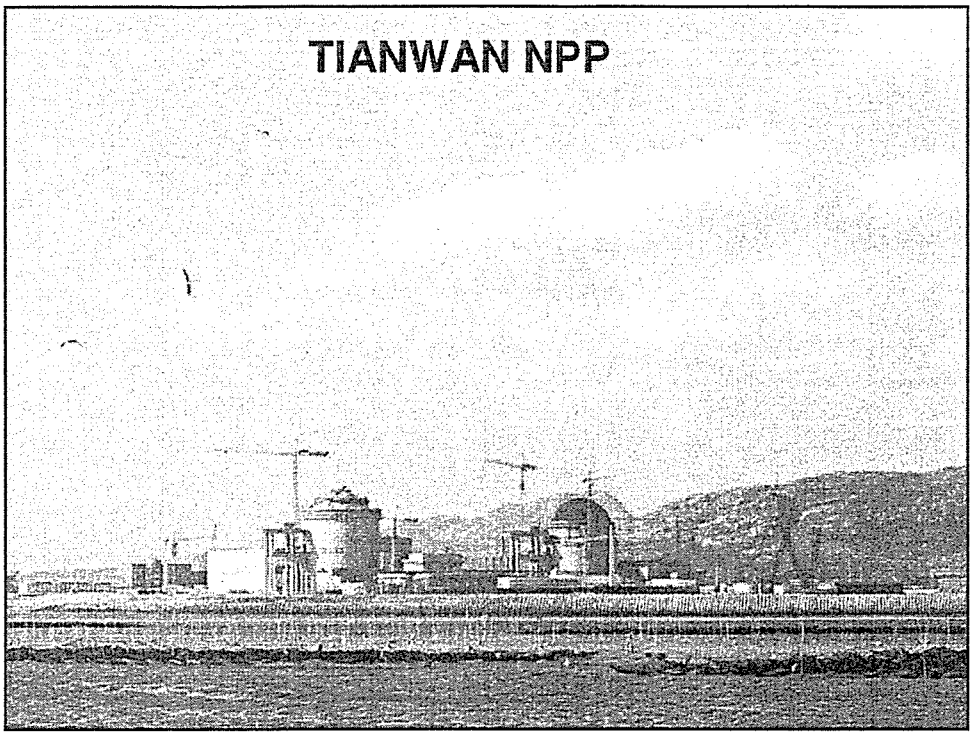
NPPs in Operation or Under Construction in China

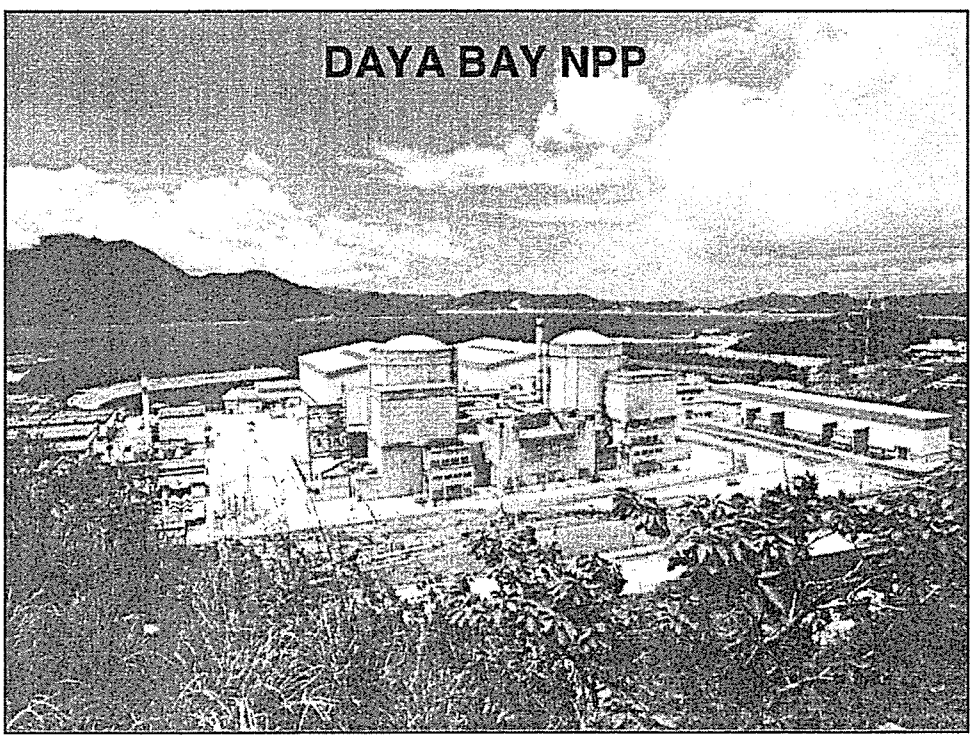
Name	Type	Status	Location	Net(MWe)	Gross(MWe)	Connected
DAYA BAY-1	PWR	Operational	GUANGDONG	944	984	1993/08/31
DAYA BAY-2	PWR	Operational	GUANGDONG	944	984	1994/02/07
LINGAO 1	PWR	Operational	GUANGDONG	938	990	2002/02/26
LINGAO 2	PWR	Operational	GUANGDONG	938	990	2002/12/15
QINSHAN-1	PWR	Operational	ZHEJIANG	279	300	1991/12/15
QINSHAN 2-1	PWR	Operational	ZHEJIANG	610	642	2002/02/06
QINSHAN 2-2	PWR	Under Construction	ZHEJIANG	610	642	2004/03/01
QINSHAN 3-1	PHWR	Operational	ZHEJIANG	665	728	2002/11/19
QINSHAN 3-2	PHWR	Operational	ZHEJIANG	665	728	2003/06/12
TIANWAN 1	WWER	Under Construction	ZHEJIANG	1000	1060	2004/05/30
TIANWAN 2	WWER	Under Construction	ZHEJIANG	1000	1060	2005/04/30



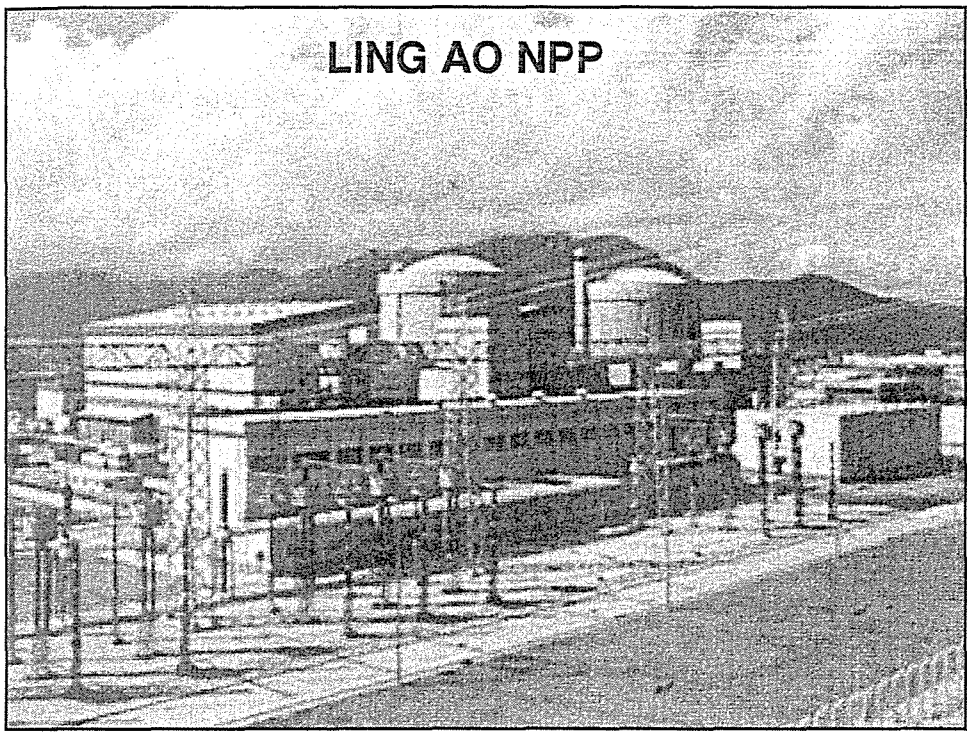

QINSHAN Phase II


QINSHAN Phase III


TIANWAN NPP


DAYA BAY NPP

LING AO NPP



Successful NPP Construction in China

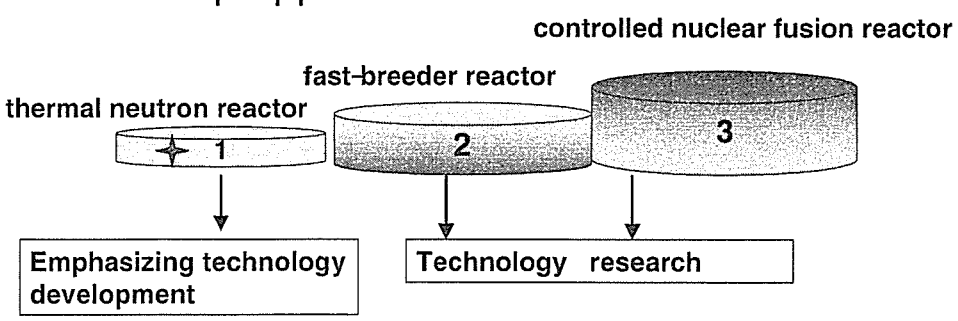
- Mitigating power shortage tension in coastal areas
- Promoting local economic development
- Safe and reliable operation
- No harmful effect to environment

Self-reliance and Localization of Nuclear Power Construction

- Capable for self-construction of small and medium-size PWR NPPs
- Three major power equipment manufacturing bases in the Northeast, Southwest of China and Shanghai respectively
- Preliminary foundation for self-design of large 1000 MW-class PWR NPPs and equipment localization

Nuclear Energy Development and Application Approach

Three-step approach:



Phase-in Approach for Nuclear Power Development in China

- For the moment, focusing on technically proven and reliable PWR units. At the same time, carrying out R&D on advanced PWRs and developing advanced technologies
- Constructing advanced PWR units in large quantity after 2010

Conclusion

In the principle of "mainly relying on our own while pursuing Sino-foreign cooperation," China's nuclear power industry will be steadily surging forward towards self-reliance and standardization

Thanks for Your Attention!

China National Nuclear Corporation

37th JAIF Annual Conference *April 21st, 2004, Tokyo*

Special Session of the 37th JAIF Annual Conference

Status and Future Outlook for Regulation of Nuclear Power Plants in the US

(a Regulatory Program for the 21th Century)

N. J. Diaz, Chairman, U.S. NRC
April 21, 2004

Introduction

Good morning. It is indeed an honor to address the Japan Atomic Industrial Forum and a real personal pleasure to share with this distinguished group my views on a nuclear power plant regulatory program for the first quarter of this century; for today and possibly the next 25 years. The ideas and activities that I will be discussing have been developed in the context of the U.S. nuclear reactor program. The regulators and the nuclear industry in Japan and elsewhere must decide if these are useful for their country. Today, I will expand on some thoughts I presented at the 2004 U.S. - Japan, Nuclear Energy Workshop on the subject of "The Role of Nuclear Regulation in a Changing World."

The regulation of nuclear power plants in the US has an established and functional foundation, yet it is in a transitional phase. Building on the traditions, approaches, and decisions of the past, we are developing, testing, and using state-of-the-art safety methods and technologies, including a risk-informed and performance-based regulatory approach to safety that is realistic and conservative, to implement a regulatory program for now and the near future. The existing regulatory fabric, woven piece-by-piece, and stitched together during the 1960's, 70's, 80's and 90's, has served us well; but that patch-work is not efficient for existing plants and definitely not sufficient or effective enough for a new generation of nuclear power plants. We need, and we are constructing, a regulatory program that better meets our present needs, one that will be maintained in-phase with the technological developments of the 21th century. It is worthwhile to note that these regulatory improvements are, in many ways,

enabled by a nuclear power industry that has been improving safety and reliability performance for many years.

The NRC, amid a changing world scenario, is continuing strong oversight of the 104 operating reactors in the U.S., and our review of applications for license renewal, power up-rate, and other licensing changes is effective and efficient. Furthermore, standard design certification work is ongoing and we have begun our oversight of new areas, including Early Site Permits and Combined Operating Licenses. New reactor design and pre-application work is also being conducted. The new regulatory fabric is being woven, in a systematic, disciplined and open manner. This new regulatory fabric requires the seamless weaving or inter-weaving of numerous safety issues as well as their integration with associated technical considerations. Some of them are new and some are old, and most have been seen and addressed as separated and isolated issues in the past.

The U.S. NRC regulatory framework is more risk-informed and becoming more performance-based. It increasingly relies on Probabilistic Safety Assessments to make sound regulatory decisions. Probabilistic Safety Assessment has been recently woven together with traditional, defense-in-depth engineering approaches and with performance monitoring techniques to establish risk-informed and performance-based regulation. Reactor safety, physical security and emergency preparedness are being woven together into a single broader concept of safety. Realism and conservatism are being woven into realistic-conservatism. The oversight of operation, maintenance, design and other aspects of nuclear power plant safety are being woven into a safety management program (some call it safety culture, but I still prefer safety management). And now we can see the need to connect them, and the possibility of unifying them. I believe it is both possible and necessary to combine these regulatory modules into a single architecture where the interactive determinants and outcomes of safety/security/emergency preparedness areas are understood, and managed through a risk-informed and performance-based approach supported by realistically conservative analyses. The driver and overall outcome is the reasonable assurance of adequate protection of public health and safety, the environment and the common defense and security. Allow

me to take a few minutes to address the importance of improving the regulatory process in general and some of the areas of improvement in more detail.

The Proper Role of Regulation

I believe the outlook for nuclear energy is very good, if we consider the improved state of the technology, the assured supplies of fuel, the expectations of the world for an improved quality of life and for socio-political stability, and when appropriate and effective regulatory programs are available to provide reasonable assurance of safety and protection of the environment. We still need to communicate all of the above better, but that is another topic in itself.

The viability, and the probable growth, of nuclear power is inextricably linked to its regulation. I want to be crystal clear in addressing this issue. There is no way, presently and in the foreseeable future, to maintain and to advance the use of nuclear power in a free society without a strong, predictable and credible regulator. Therefore, it is essential that regulatory infrastructures be all that they can be: safety-focused, with state-of-the-art know-how in every important safety aspect. As regulators we make independent decisions, listening to and respecting different views, but without undue interference. We at the NRC should be willing to risk criticism by communicating both the good and the not-so-good safety performance, as well as assessing and explaining potential risks with realistically conservative analysis, always based on providing assurance of protection of the public. For example, we recognized our shortcomings related to the TMI accident 25 years ago, and we recognized what should have been done better with the Davis-Besse vessel head degradation. We should be good at identifying our deficiencies; we should also be good at learning from them.

Regulation is a tool of society to achieve predictable and beneficial use of an activity. I have said many times: "Regulation must result in a benefit or it will result in a loss." I dare to say this is particularly true in the case of nuclear power, a technology that is always in the public eye and subjected to public perception, in a still unforgiving environment regarding its performance.

Good regulation provides for the proper exercise of democratic and free market processes to enhance the common good. It is established to provide a framework that allows for the conduct of individual, industrial, commercial, financial, and other activities. Although regulations restrict, regulation should not deter beneficial activities, but frame them and guide them. Thus, the minimal amount of regulation that achieves the primary objective is best for our society.

Poor regulation, on the other hand, provides too few or too many controls, focusing more on restricting, limiting, and controlling, losing sight of the common good. This is in direct contradiction to the fundamentals of a democratic society and the free marketplace. Poor regulation can create the illusion of being "protective" while stripping freedom, all the way to the individual.

It is frequently too easy to do a little more "regulation," to appear a bit more "protective," and to add another ounce of "conservatism." More regulation can appear enticing. I am convinced that the right goal should be to have less but better regulation. I believe this to be true because we have powerful self-correcting forces that will act promptly in favor of the people. These self-correcting forces are inherent to democracy itself, and include a free market system and the free flow of information.
And that brings us to our regulatory standard: reasonable assurance of adequate protection of public health and safety. The NRC is not in the business of zero risk. We are responsible for assuring that the risk is understood, that it is managed, and that it is acceptably low. Zero is not an option, it is a disruption. Today, with risk-informed regulatory tools, we know how to mix and match deterministic and probabilistic regulation, how to add requirements and how to decrease the unnecessary ones -- and we have the will to do it. We are learning how to define adequate protection in more precise terms, and to define it in terms that make sense to the American people.
Directly connected to all of the above, is the pressing need to bring state-of-the-art know-how to nuclear radiation technology and energy production, and to develop even newer and better techniques, applications and processes. With this, there is also a need for better, more functional and more realistic safety considerations; and, of course, with them the enabling regulation.

Risk-Informed and -Performance-Based Regulation

This is a year of anniversaries, 50 years of Atoms for Peace; 25 years from TMI; and even 30 years from the Wash-1400 "Reactor Safety Study," which introduced Probabilistic Risk Assessment as a tool to improve reactor safety analysis. Wash-1400 gained prominence with the TMI accident. Following the accident, the NRC undertook a careful and retrospective analysis of its regulations and regulatory practices in the "NRC Special Inquiry". In that report,

a number of recommendations call for the increased use of risk analysis and risk insights. These recommendations include the following:

"The best way to improve the existing design review process is by relying in a major way upon quantitative risk analysis" and added,

"What we [the NRC Special Inquiry] are suggesting is that [the existing review process] be augmented and that quantitative methods be used as the best available guide to which accidents are the important ones, and which approaches are the best for reducing their probability and consequences," and again, it included a recommendation,

"We strongly urge that NRC begin the long and perhaps painful process of converting as much as is feasible of the present review process to a more accident-sequence-oriented approach."

I agree with most of their recommendations, and agree with their statement that the transition to a accident-sequence-oriented approach would be "long" and "painful." It should not have been that long or that painful to achieve a risk-informed regulatory structure, but it has been. The wheels of a nuclear regulatory progress turns slowly but they are accelerating.

In 1995, nearly nine years ago, the Commission issued a formal Commission Policy Statement supporting the increased use of PRA in a manner that was well integrated with engineering approaches, including defense-in-depth and with operational safety experiences. This integration defines Risk-Informed regulation. We have made significant progress in the use of PRA since 1995, but we are far from done. Further progress has been achieved by combining the concept of risk-informed regulation, where appropriate, with a performance-based approach to produce the framework of risk-informed and performance-based regulation. A performance-based regulatory approach achieves defined objectives and focuses on results. It differs significantly from a prescriptive approach in which licensees are provided detailed direction on how those results are to be obtained. It has been a long road; but that's our history and we cannot change it. We do have the opportunity to change the future, and I submit to you that we have the obligation to do so.

Two major steps on the road to a risk-informed and performance-based regulatory framework are close at hand, and they are important, practically and philosophically. I am talking about 10 CFR 50.69 and 50.46. The technical information and analytical methods are available and the will to change is strong. Risk-informed decision-making is an every day tool for the nuclear industry and the NRC. Risk and risk configuration management is calculated every day and used in operational safety decisions . . . why not in the basic design requirements too? We have a sufficient understanding of the probabilities and consequences to be able to progress to the next rational level of regulation to improve reactor safety.

For the emergency core cooling system and LOCA proposed rule, I am convinced that, as a matter of improving safety, the consideration of very low probability Large-Break LOCAs should be addressed as severe accident scenarios, in a severe accident management program, rather than as the design basis accident. Effectively, the current Large-Break LOCA would not be a design basis accident when utilizing a risk-informed approach. With this alternative approach, the really important, risk-significant, accident scenarios would remain within the design basis; in fact, their consideration would be enhanced by a new focus on their risk-importance. The commitment to go forward with 50.46 is fully formed and the NRC staff will develop proposed rule changes and associated guidance for public review and comment over the next several months. In addition, we expect one or more pilot applications which would request risk-informed changes to the Large-Break LOCA requirements through the NRC exemption process. This will provide a way of getting direct and practical experience with some of the important decisions to be made. We have found this approach very useful in the past. The re-definition of the Design Basis LOCA is just one step, but a very important step, in the effort to revise the regulatory requirements to be more risk-informed and more broadly coherent.

Integration of Safety/Security/Emergency Preparedness

I mentioned reactor safety, physical security and emergency preparedness earlier. I see these areas as a tightly connected triad -- three intertwined areas, in which the programs, and their regulatory requirements works, in an integrated, synergistic way to protect public health and safety. In fact, it is the holistic,

functional combination of reactor safety, physical security, and emergency preparedness that provides the basis for assuring public safety.

The relationship among these three areas can be understood by looking at their contributions to overall protection provided through defense-in-depth. The concept of defense in depth is a centerpiece of our approach to ensuring adequate protection of public health and safety. Defense-in-depth calls for, among other things, high quality design, fabrication, construction, inspection, and testing; multiple barriers to fission product release; redundancy and diversity in safety equipment; and procedures and strategies to address the expected as well as the unexpected. It must incorporate the dynamics of risk-informed and performance-based decision making. Or better: use risk-informed and performance-based regulation to add realism to defense-in-depth conservatism.

I want to share with you my thoughts on the interrelationships among reactor safety, physical security, and emergency preparedness and their importance to our present focus on mitigation of potential terrorist threats. For example, security concerns, including terrorist threats, raise many of the same issues involved in avoiding and mitigating reactor accidents. Potential initiating events, safety functions, safety (and often non-safety) equipment and procedures, and design basis and severe accident management guidelines all converge to a simple postulate: shut down the reactor, cool the core, and maintain barrier integrity. These are things we know how to do well and should be able to do regardless of the initiating event.

Likewise, it is clear that such system requirements as redundant emergency core cooling systems, redundant and diverse heat removal systems, fire protection features (including separation and suppression systems), and Station Blackout capabilities (either additional AC power sources or coping capability without AC power) provide built-in means of dealing with attempted attacks on nuclear reactors. And lastly, the emergency procedures and severe accident management strategies developed for reactor accidents also provide means for mitigating the potential consequences of terrorist attacks should they occur. The U.S. nuclear industry has utilized emergency procedures and severe accident management strategies to implement enhancements required by the NRC's security orders of February 25, 2002, because these procedures and strategies are so well suited to be effective against a broad range of events involving possible terrorist activities.

With regard to emergencies, both on-site and off-site mitigating measures will be taken. When the defense-in-depth procedures and strategies are used on-site, they are generally considered part of the reactor safety approach; when they go beyond the plant boundaries, they are generally considered part of "Emergency

Preparedness." In treating emergency preparedness as another level of defense-in-depth, we are recognizing it as an integral part of our approach to protecting the public. Reactor fuel, reactor coolant systems, containment, emergency preparedness -- these are four barriers, each one complementing the others, and each one designed, tested, and inspected to provide a reasonable assurance of protecting the public and the environment from radiological releases.

Realistic Conservatism

I have used the term realistic conservatism a few times; let me explain what I mean. I am convinced nuclear regulation now needs to be anchored in realistic conservatism (or conservative realism), and especially so if we are to avoid the twin pitfalls of under-regulation and over-regulation. I see realism and conservatism as enabling factors for safety and reliability.

For purposes of simplicity, I use "conservatism" in the sense of preserving adequate safety margins, and I use "realistic" in the sense of being anchored in the real world of physics, technology and experience. Let me now turn to what I mean by "realistic conservatism": it combines the essence of the above mentioned definitions, and uses prudence and hard-headed common sense, firmly grounded in real-world conditions, coupled to a commitment to make informed decisions and move on. The consistent implementation of these sets of conditions and outcomes is not easy; nevertheless, it is what is demanded from a nuclear regulatory agency in the 21st century: the application of safety margins using safety-engineering value judgments, aided by risk analysis methods. However, I believe that it is essential for an effective safety program to apply safety margins in a thoughtful and consistent manner. When engineering margins are applied to input parameters, they can distort our understanding of what is truly important. Safety margins are better discerned when they are applied at the decision making stage rather than at the analysis stage of an issue. The overall effect of the safety margin is better understood and more meaningful when done in this manner.

Safety Management

Now let me turn my attention to Safety Management. Safety Management refers to the integration of three interrelated elements:

> First, a functional and executable commitment to operational, maintenance and engineering safety, imbedded in every activity of the organization,
>
> Second, the technical expertise that is applied where and when it should be; able to receive, process, form and communicate technical issues, cognizant of safety functions and safety systems, with licensing and

regulation as boundary conditions but taken beyond them by the pursuit of safety and reliability.

Third, the people, programs, and processes to implement a safety program effectively.

Simply stated, safety management involves commitment to safety, the technical expertise to understand what is important, and good management to put the commitment and expertise into action. These elements taken together achieve the requisite adequate protection we demand and the reliability the nuclear industry needs.

I recognize that safety management is not easy; and that they are difficult and complex situations, issues and decisions that both regulators and licensees need to face. But I also recognize that these difficulties are manageable when we have a clear understanding of what is important and what is not; and when we have policies, programs and practices which recognize and appropriately address what is important and what is not; and when we have talent, training, and tools to help us implement these concepts. The NRC supports a regulatory approach in which safety management is implemented through commitment, competence, and the appropriate application of resources - Commitment to doing the right things - knowing "what the right things" are, and the capability to "reduce them to practice" through the application of appropriate resources.

Summary

A key, real and present crisis of our times was clearly portrayed by George Gilder when he stated:

"It was [is] the survival of unprecedented multitudes of human beings at ever increasing standards of living, together with a new intolerance toward the persistence of conditions of poverty that had previously been accepted as inevitable."

In many ways, this succinct yet poignant statement expresses a fundamental social, political and economical issue confronting mankind, because it is a root cause of many of today's great problems, and it has to be addressed with urgency and with solutions. And strongly tied with economic development, quality of life, health and safety is the global issue of environmental protection.

I happen to believe that energy, well distributed and affordable is one of the key solutions to the existing crisis. And, I also believe that nuclear energy, safely deployed, can be part of the solution. Yet, for nuclear power to occupy its rightful place in the energy portfolio of the work, much work is still needed. This work is a shared responsibility.

Every nuclear operator needs to be committed to safety first and foremost; only through effective safety management can reliability and productivity be achieved. Every nuclear regulator is given a mandate to enable the beneficial uses of nuclear energy and radiation, and entrusted with the responsibility of assuring protection of the public and the environment. We know that the mandate and the responsibility are compatible and doable.

With this in mind, I am convinced that 21st century nuclear regulation needs to be driven by a thoroughly integrated set of safety concepts, a seamless fabric, a construct which includes risk-informed and performance-based regulation; which treats reactor safety, physical security and emergency preparedness in a holistic manner; which employs realistic conservatism in analysis and employs safety management in operational decisions. I see this regulatory construct as a fundamental, enabling factor for the safety and reliability of the existing and future nuclear power plants. And it not only has to be done well, it has to be communicated to decision-makers and the public very well!

The U.S. Nuclear Regulatory Commission is committed to fulfill its mandate and discharge it responsibility in a manner that fits the changing needs of our people and for their common good.

セッション 1

＜セッション 1 基調講演＞

持続可能な社会の構築に向けて

日本ガイシ株式会社
代表取締役会長　柴田 昌治

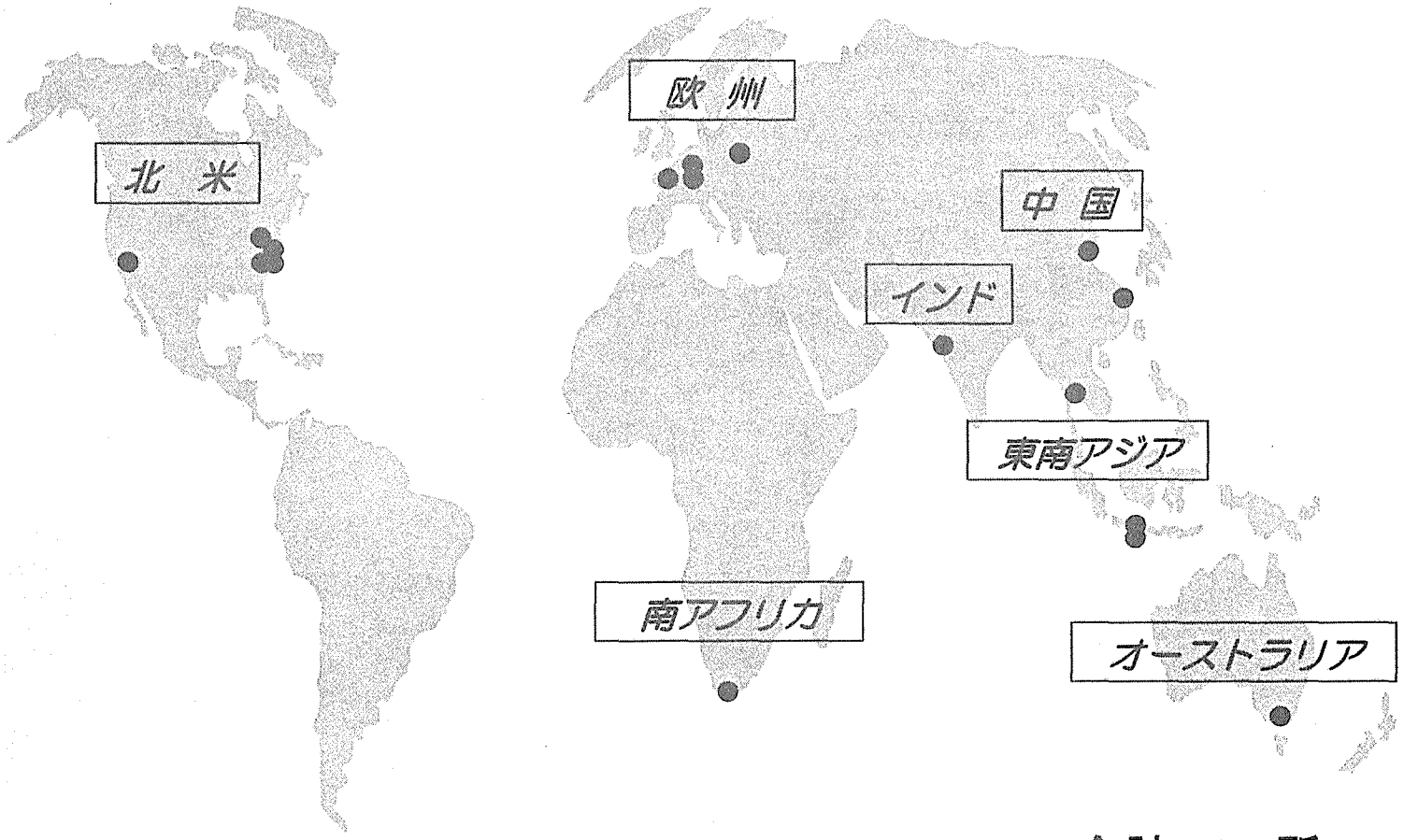
日本ガイシの会社概要

- 創　立:1919年5月
- 資本金:698億円
- 従業員:約1万1千人(連結)
- 売上高:約3千億円(連結)
- 事業領域:トリプルE

(Energy、Ecology、Electronics)

事業領域	主要製品
エネルギー分野	電力設備用がいし 電力貯蔵用ナトリウム硫黄電池
エコロジー分野	自動車排ガス浄化用触媒担体 上下水処理関連各種プラント
エレクトロニクス分野	インクジェットプリンタ用圧電アクチュエータ 半導体製造装置用セラミックス

海外生産拠点



合計18ヶ所

中国の台頭の光と影

-世界経済フォーラム年次総会(ダボス会議)から-

- 増大する存在感
- 中国発の世界インフレの懸念
- 原油の需給が逼迫
- BRICsの経済成長と
  人類社会のSustainability

拡大する格差

- Super Richと1日1ドル未満で暮らす12億人
- 格差拡大を加速するDigital Divide
- 人類共通の課題：Bridging the Divides

持続可能な社会の構築に向けて

- 地球環境を維持しつつ、様々な格差に橋を架け問題を解決することが重要な課題

- 「もったいない」という思いを持って持続可能な循環型社会の構築をめざすことが我々の役割

淡水資源の深刻な不足

- 利用可能な淡水は、地球の総水量の1%未満
- 淡水の貯蔵能力低下
- 地下水層の破壊
- 水質汚染が拡大

日本経団連　新ビジョン
「環境立国」戦略

- 日本の省エネルギー・省資源・リサイクルの技術は世界最高水準
- 日本の技術やノウハウを世界に提供し、世界の環境保全や循環型社会への転換に貢献
- 国際競争力の復活による日本経済の再生と、世界人類の幸福追求の両立

国際熱核融合実験炉（ＩＴＥＲ）の日本誘致

－日本経団連の取り組み－

- 持続的な経済発展に必要なエネルギー資源の確保が重要
- 原子力をエネルギー政策の基幹として位置づけ
- 国際熱核融合実験炉（ITER）の日本誘致にも取り組んでいる

持続可能な社会の構築に向けて

- 地球環境を維持しつつ、様々な格差に橋を架け問題を解決することが重要な課題

- 「もったいない」という思いを持って持続可能な循環型社会の構築をめざすことが我々の役割

22.04.2004, JAIF Meeting

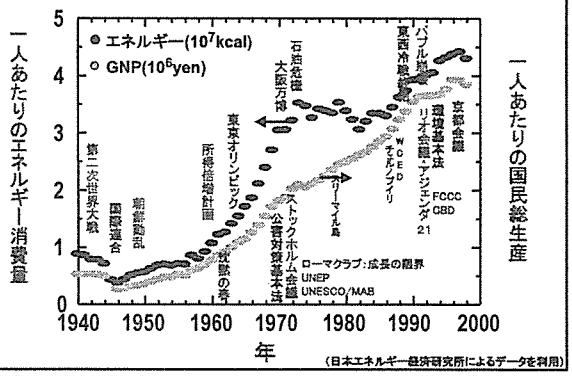
迫り来る危機を如何に回避するか?

自然生態系から学ぶべきこと

――パラダイムシフトの必要性

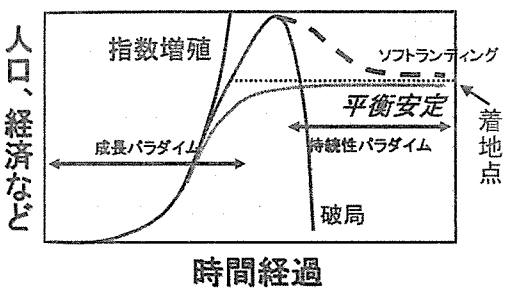
鈴木基之
放送大学
suzuki@hq.unu.edu

20世紀後半の我が国の「発展」



(日本エネルギー経済研究所によるデータを利用)

増殖・成長の典型的なパターン



Suzuki, UNU

自然生態系から学ぶべきこと:
(1) 生産系

自然生態系	成長指向社会	持続的社会
生態系においては、種の維持のための生産／増殖がなされ、生産・消費は全て生活圏内完結している。自然の生物反応系は地域の自然条件に順応して構成される。	見込み生産／見込み販売	オンデマンド生産
	大量生産／大量輸送	地産／地消
	機械的／化学的原理の利用	多様な原理の複合系
	自然の改変／破壊	自然修復／自然との調和

自然生態系から学ぶべきこと:
(2) 消費・廃棄・利用系

自然生態系	成長指向社会	持続的社会
自然の分配の下における制御された消費が生じており、それぞれの構成員は共生し、互いに所有せず、互いの機能を利用する仕組みとなっている。系の管理は自然の仕組みに任されている。結果として持続的な物質循環系が成立している。	大量消費／無制御な消費	社会的な制度(法、経済)による消費の制御
	財の所有	機能を購入／脱物質化
	サービス時以外は管理なし	集中型計画的管理
	分別収集集中処理	地産／地処理(分散型処理)

パラダイム・シフト

M. Suzuki, UNU

	成長パラダイム	⇒	持続性パラダイム
・ *基本理念*			
・ 境界条件・限界	無限	⇒	諸資源の有限性
・ 思考様式	微分発想	⇒	積分的・全体的
・ 国のあり方	国内優先	⇒	グローバル化
・ *サービス社会・脱物質主義*			
・ 産業	製造業	⇒	サービス産業
・ 産業インフラ	建設	⇒	保守・維持
・ 消費者の志向	物中心	⇒	機能中心
・ 競争力確保	コスト削減	⇒	需要を満たす革新
・ 産業育成	官・護送船団	⇒	民・規制緩和
・ 雇用	終身労働確保	⇒	総合的人間対応
・ *環境・資源*			
・ 環境対応	汚染制御(下流)	⇒	システム改善(上流)
・ 資源・エネルギー	保全	⇒	依存性縮小
・ *生き方・教育*			
・ ライフスタイル	大量消費	⇒	ストック指向
・ 政策決定	プロジェクション	⇒	バックキャスティング
・ 人づくり	全体底上げ	⇒	個性引き上げ
・ 工学	細分化・精緻化	⇒	統合的・全体像

22.04.2004, JAIF Meeting

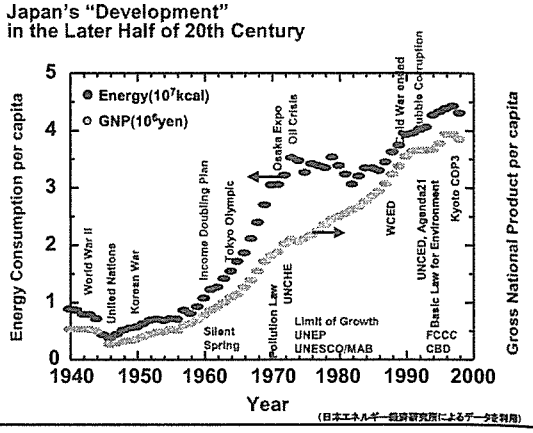
How to avoid a coming crisis?

Lessons to be learnt from natural systems

——*Needs of a paradigm shift*

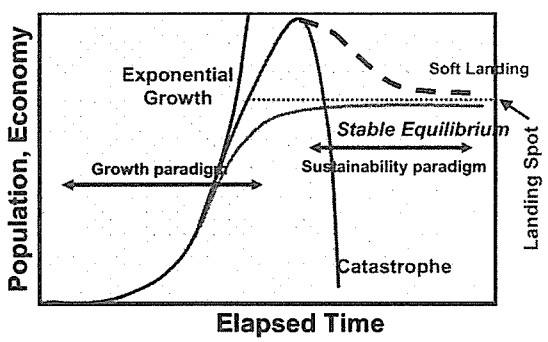
Motoyuki Suzuki
University of the Air
suzuki@hq.unu.edu

Japan's "Development" in the Later Half of 20th Century



(日本エネルギー経済研究所によるデータを利用)

Typical Patterns of "Growth"



Lessons to be learnt from natural ecosystems: (1) Production systems

Natural Ecosystems	Growth oriented Society	Zero Emission Society
Biological system is kept sustainable under local natural conditions. Reproduction/growth occurs only for conservation of species and material needed is supplied within daily milieu.	Expectation-based Production/sales	On-demand production
	Mass production/ Mass transportation	Local production for local consumption
	Usage of mechanical/chemical principles	Combination of various unit processes
	Alteration/destruction of nature	Recovery of deteriorated nature/harmony with nature

---

Lessons to be learnt from natural ecosystems: (2) Consumption/wastes/utilization

Natural Ecosystems	Growth oriented Society	Zero Emission Society
Material utilization is controlled under dispensation of natural system. Symbiotic systems have been formed by integration of individual functions. Perpetual material cycles are formed by natural system.	Mass consumption, free consumption	Social control of consumption (rules, taxes)
	Ownership of goods	Product servicizing system/ dematerialization
	Minimum maintenance except service periods	Pre-designed central maintenance systems
	Collection with sorting, central treatment	Treatment systems for local wastes (decentralized)

Paradigm shift — *M. Suzuki, UNU*

–	Growth paradigm ⇒	Sustainability paradigm
• *Fundamentals*		
• Boundary conditions	• Infinity ⇒	Limit/finiteness of resources
• Approach	• Differential ⇒	Integral/holistic
• View of nations	• Domestic ⇒	Globalization/networking
• *Dematerialization, servicixing*		
• Industry	• Manufacturing ⇒	Service industry
• Infrastructure	• Construction ⇒	Maintenance/repair
• Consumers	• Material-oriented ⇒	Function-oriented
• Competitiveness	• Cost-cutting ⇒	Meeting needs through innovation
• Fostering of industry	• Convoy/govm't ⇒	Private/deregulation
• Employment need	• Trained labor ⇒	Holistic humanity
• *Environment & resources*		
• Coping with environment	• Pollution control ⇒	System change (upstream)
• Resources/energy	• Preservation ⇒	Minimize dependence
• *Way of life & capacity building*		
• Lifestyle	• Consumption ⇒	Stock-oriented
• Policy decision	• Projection ⇒	Back-casting
• Education	• Focus on bottom ⇒	Develop personality
• Engineering	• Fragmentation ⇒	Synthesis/trans-disciplines

持続可能な社会をめざして

気候問題の解決は？

地球環境問題として現れる現象

- 地球温暖化
- オゾン層の破壊
- 熱帯降雨林の伐採
- 砂漠化
- 生物種の絶滅
- 環境汚染
- ゴミ処理
- 水資源枯渇
- 人口過剰・食糧危機

- エコシステムの持続可能性ー生態学の問題

問題を引き起こしている原因

- 先進国のエネルギー消費の過剰
- 資本主義経済による大量生産、大量消費、大量廃棄
- 短期的利益の追求
- 人口増加
- Impact=P×A×T
- 快適な暮らしの追求、経済活動

解決を妨げる諸要因

- 他の諸問題との間の優先順位
  - 戦争は環境問題解決よりも優先順位が高い
- 政治（国内政治、国際政治）
  - 民主的で安定した政府、市民運動、情報公開
  - 南北問題と世界の不平等
- 快適な暮らしの追求、経済成長との葛藤

何が「解決」となるか

- エネルギー消費の削減
- 「持続可能な社会」に転換したとき

- どんな社会が「持続可能」な社会か？

解決へ向けての方策

■ 国、自治体が主導でやること

■ NGOが行うこと

■ 企業が行うこと

■ 環境教育・環境倫理

■ しかし、

エネルギー市場自由化の下で持続可能な発展をいかに確保していくか。

（財）電力中央研究所
理事待遇　矢島正之

本稿では、エネルギー市場自由化の下で持続可能な発展をいかに確保していくかについて考察する。まず、エネルギー政策の重点がどのように変化してきたかについて見たのち、最近では、自由化、セキュリティ、環境の政策の整合性確保が求められるようになってきていることを指摘する。つぎに、わが国のように、セキュリティ確保と環境保全の手段として原子力を位置づける場合、市場自由化の下でその開発を可能とするための官民分担はいかにあるべきかについて基本的な考え方を示す。

1.エネルギー市場自由化の進展と政策整合性の必要性

エネルギー政策は、エネルギー・セキュリティの確保やエネルギーの利用に伴う環境問題の解決を通じて持続可能な発展を可能とするものではなくてはならない。世界的に、1970年代から1980年代の半ばにかけて主要な政策課題は、エネルギー・セキュリティの確保であった。しかし、1980年代の後半以降は、エネルギーに関連した環境問題の解決が重要な政策課題となるとともに、効率化、言い換えれば自由化が新たな政策課題として加わった。そのため、現在では、市場自由化の下でセキュリティや環境の観点からいかに持続可能性を確保していくか問われるようになってきており、また自由化、セキュリティ、環境の政策の整合性確保が求められるようになってきている。

しかしながら、これまで地球規模の環境問題への関心の高まりや市場自由化の潮流の中で、自由化政策と環境保全政策が優先される傾向があり、エネルギー・セキュリティ政策は大きなウェイトを占めてこなかった。また、自由化政策と環境保全政策との整合性確保も十分に考慮されてこなかった。21世紀に入ると、政策間の不整合の問題が浮かび上がるとともに、エネルギー・セキュリティ政策の重要性が増してきている。2001年夏から2002年初めにかけて米国カリフォルニア州の電力危機が発生したが、同州では厳しい環境規制のゆえに発電所の建設が行われなかったことも危機を招いたと指摘された。十分な発電設備が存在しなければ、セキュリティは確保されないし、競争導入の成果であるべき効率化も達成されない。同州では、環境政策を優先したつけが、このような形で現れた。また、とくに、欧州諸国においては再生可能エネルギーの大幅な促進のための政策支援の結果、効率化政策による価格低減効果が相殺され、エネルギー価格が上昇に転ずる国もある。将来は、再生エネルギー促進に関しては、その便益とコストの比較考量がより慎重に行われることが必要となろう。

また、自由化政策は、エネルギー・セキュリティの確保に大きな影響を及ぼしている。欧米では、エネルギー市場の自由化の結果、“ダッシュフォーガス”という状況が生まれており、ガス

供給のセキュリティが大きな問題となってきている。また、2003年に発生した欧米の大停電は電力供給のセキュリティ確保の重要性を新たに認識させることになったが、米国では大停電をもたらした理由の一つに自由化により送電線の建設や維持が十分行われなかったことが挙げられる。さらに、セキュリティ確保の観点から原子力を推進してきたわが国では、徹底的な電源間競争が導入されれば、原子力発電所の建設が停滞することが考えられる。

このように21世紀においては、市場自由化の中で、セキュリティ確保と環境問題の解決を同時に図るとともに、政策間の整合性をいかに確保していくかが大きなチャレンジとなっている。それをいかに解決するかは、それぞれの国の置かれた状況によって異なってくる。わが国においては、原子力発電をエネルギー・セキュリティを確保する手段として、さらに近年では地球規模の環境問題を解決する手段としても位置づけられている。

自由化市場の中で原子力発電の建設は困難化していくが、原子力発電の着実な開発のためには、官民分担の在り方や政府による具体的な支援策が明らかにされなくてはならない。

2. 原子力発電開発における官民分担のあり方

原子力発電開発に関する政府の重要な役割は、原子力発電についての法的枠組みを明確に設定することである。明確に設定されたルールは原子力発電に関する経済的なリスクを軽減させる。また、政治的なコンセンサスは原子力発電開発の前提条件である。法的枠組みに関する政治レベルでのまたは世論における対立は、原子力発電の持続可能で安定的な開発を困難にする。

また、高レベル放射性廃棄物の処分に関しては、発生者負担原則を尊重しつつも、政府が最終的な責任を有することは明確にされなくてはならない。放射性廃棄物処分のための費用の支出は、買電による収益を得た後、長期間を経てから発生する。放射性廃棄物の実際の費用が積み立てられた費用を上回る場合に、また廃棄物の処分を行う企業がもはや存在しない場合には、社会全体がその超過コストを負担し、責任をもって廃棄物の処分を行わなくてはならない。

地球規模の環境問題を解決するために、原子力発電開発を行うことで環境への排出を削減できる場合には、環境への外部効果を内部化する観点で、政府は原子力発電開発に支援を行うことが是認される。外部効果を内部化する手段としては、後述する種々の直接的な支援、化石燃料電源へのCO2税や排出権制度の導入などが挙げられる。

エネルギー・セキュリティ確保の観点からも原子力発電開発になんらかの市場の失敗を認め、政府による直接的な支援を行うことが可能であるが、その判断は慎重に行われなくてはならない。

このことを明らかにするために、原子力発電と市場の失敗との関係を見てみよう。原子力発電を開発することは、将来における石油の需要を減らし、石油価格を安定化させる効果があるが、そのことが経済全体に便益をもたらしていると考えられる場合には、外部性が存在している。原子力発電開発のすべてのコストを電気事業者が負担し、マクロ経済的損失の回避という便益の一部は電気事業者に帰することなく、経済全体という外部に帰属することになるからである。このような場合には、原子力発電の開発量は、社会的な最適量と比べて少ない可能性があり、政府に

よる開発の強制や直接的な支援が是認される。

しかし、ここで注意を要するのは、そのような政策的な措置は予測に基づく予防的なものであることである。しかも、そのような予防的措置は追加的コストを発生させることになる。政府の介入は、原子力発電の開発が石油消費を減少させることによる「ネット」の便益をもたらす場合にのみ是認される。しかし、予防的措置の場合には、そのような「ネット」の便益が実際にどの程度存在しうるかの計算は極めて難しい。さらに、政府の介入による「ネット」の便益の評価が過大になる可能性があることも注意を要する

しかしながら、政府の介入による「ネット」の便益が存在すると判断された場合には、原子力発電に対してどのような直接的な支援が考えられるであろうか。そのような支援としては、発電（kWh）の促進（kWh当たり一定の補助金の支払）、投資の促進（投資に対する直接的な補助金または加速償却の容認）、バック・エンドに対する支援が考えられる。前２者は、補助金の供与に関するものであるが、kWhの促進よりも投資に対する補助の方が効果は大きいといえる。原子力発電の主要な経済的なリスクは高い投資コストであり、投資への補助金供与により、時間の関数である投資のリスクは軽減できるからである[1]。

また、バック・エンドの支援は、発生者負担原則を尊重しつつ、投資家が原子力発電に関するリスクをより適切に評価しうるよう、バック・エンドに関する不可避な追加的コストを政府が負担することが考えられる。例えば、バック・エンドとりわけ廃棄物の処分に関して、コストの上限（想定コスト）を上回れば、政府がその追加コストを負担することである。そのような場合には、投資家は原子力発電に固有なリスクをより適切に評価しうる。

原子力発電に対するこのような直接的支援が必要か否かは、それによる「ネット」の便益が存在すると考えられるか否かに依存している。その判断は、当該国の具体的な固有の条件の下でなされなくてはならない。このため、政府による支援がどのような追加コストと便益をもたらしうるかに関しては考えられる種々のシミュレーション分析を行うことが必要であり、これらの結果に基づき、支援が政治的なレベルでまた世論のレベルで合意が得られるかどうかで判断されることになろう。

おわりに

わが国においては、原子力発電は地球規模の環境問題を解決する手段として不可欠の要素であると考えられている。同時に、原子力発電はエネルギー・セキュリティ上極めて優れたエネルギー源として位置づけられている（総合資源エネルギー調査会[2000]）。

このような原子力発電の位置づけは、わが国におけるエネルギー政策の最大の特徴である。そのため、電力自由化の拡大が原子力発電に及ぼす影響とその支援のあり方に関しては掘り下げた

1完全な自由化市場の下で徹底的な電源間競争が導入された場合には、経営における短期的な見方が優先され、資金リスクを最小化する観点から、新規の原子力発電の建設は困難となることが考えられる。このため、投資家へ新規建設のインセンティヴを付与するための追加コストは非常に高いものになる可能性があることを考慮すべきである。すなわち、リスク最小化の視点や短期的な見方がウェイトを増す中で、付与されるインセンティヴは、投資家が長期的な視点から資本集約的な原子力発電をこの時点で建設しても将来適切な収益が獲得しうると判断させるものでなくてはならない。

検討を行うことが求められる。とりわけ、原子力発電のセキュリティ上の位置づけを明らかにする必要があり、そのためには、原子力発電によるセキュリティ上の費用・効果についての詳細なシミュレーション分析が不可欠であるといえる。

（参考文献）

総合資源エネルギー調査会[2000]：「総合エネルギー調査会総合部会・エネルギー政策ワーキンググループ報告書」.

矢島　正之（2002）：『エネルギー・セキュリティ』東洋経済新報社.

セッション 2

平成１６年４月２２日（木）
第３７回原産年次大会セッション２

〔原産報告〕安全と効率で社会に貢献する原子力をめざして

(社) 日本原子力産業会議
専務理事　宅間　正夫

原子力平和利用から５０年

１９５３年の第８回国連総会においてアイゼンハワー米大統領が「アトムズ・フォア・ピース」演説を行ってから５０年が経過しました。

我が国では１９６６年に最初の商業原子力発電所が運転を開始してから４０年近くになります。１９７０年から１９７１年にかけて、商業軽水炉が一斉に運転を開始し、１９７０年に開催されたアジア初の大阪万国博覧会には原子の火が灯されました。

原子力による電気が社会に入り始めた直後の１９７３年に第１次石油危機、そして１９７８年に第２次石油危機が発生し、１９７３年には運転中の原子力発電所は５基、合計出力１８２万ｋＷで、全電力の約２％を供給しているに過ぎなかった原子力が、一躍、脱石油エネルギーの中核の一つになりました。

それから約３０年、原子力発電は現在、５２基、約４，６００万ｋＷが運転しており、全電力の３０％強をまかなう「国民の財」と呼ぶに相応しいエネルギー源に成長しました。

そこには、高度経済成長を支える重要エネルギーの担い手としての、原子力関係者の高い志と倫理があったと確信しております。それが、１９７０年代の初期トラブルを産官学が総力を挙げて克服し、改良標準化に取り組んで、我が国の軽水炉の性能を世界のトップ水準に押し上げ、作業員の被ばく線量も世界一低い水準を実現することにつながったと考えます。

原子力の失われた１０年

ところが、世界のトップレベルになった途端、それまでの改善意欲が、保守的な現状維持という内向きな姿勢に急速に転じてしまいました。自己満足に陥り、絶えず「見直し改善していく」という意欲が失われて、原子力界が全体的に、改革を嫌い、重要な問題の先送り体質に陥ってしまいました。

気がついてみると、我が国の原子力発電所の設備利用率は、世界の平均から遅れ、米国、フィンランド、ドイツに比べて１０％ポイントあるいはそれ以上の差をつけられています。お隣りの韓国も、すでに９０％台の運転実績を出しています。ところが、我が国では、技術的なトラブルに加えて、原子力関係者の不祥事が続き、社会の不信感、不安感により、原子力は抜きさしならぬ状況に追い込まれてきました。２００２年の東電不祥事の影響で、２００２年度には７３．４％、２００３年度には５９．７％と、６０％を切るまでに落ち込んでいることは、ご承知のとおりであります。

このような度重なる事故や不祥事によって、重要な原子力政策や計画が遅延あるいは停滞しています。まさに原子力の「失われた１０年」と言われる所以であります。

現在、我が国の原子力を巡る状況は非常に厳しいものがあります。原子力関係者は、自ら招いたともいえる現状を真摯に反省し、自己責任に基づく自主保安を原則として、安全を最優先と位置付ける安全文化を徹底するとともに、原子力に対する社会の不信感、不安感を可能な限

り払拭するよう、徹底した透明性を基本として、社会との相互理解と信頼を回復するようにしなければなりません。

２１世紀の地球社会で原子力の賢明な利用は人類の責務

さて、２１世紀の入口の現在、我々は、「地球」という限られた空間に、６３億、半世紀後には１００億の人口が生存するという現実を直視しなければなりません。

これだけの人口が生存するためには、大量の資源を技術によって利用せざるを得ず、そして、それと同時に、大気環境をはじめとして、すべての地球の生命の源である地球環境を保全する、即ち「地球の生命」を維持していかなければなりません。

そのように考えたとき、少量のウランから大量のエネルギーを取り出せ、本質的に温室効果ガスを放出しない原子力エネルギーを賢く利用していくことこそ、すべての生命に対する人類の責務であります。「生きている地球、ガイアの地球」をこれ以上、傷つけてはなりません。

我が国の社会は、原子力発電の健全な維持・発展を必ずしも否定しているとは思いません。ただし、原子力関係者が社会の厳しい要請に誠実かつ確実に応えて、安全でかつ経済性の高い原子力発電を実現しなければならない、という条件付きです。

原産・原子炉開発利用委員会で検討

原子力産業界の今日の低迷を直視しつつ、しかし、中長期的視野で、原子力が真に社会に貢献できるためにはどうすればよいか。

このような問題意識から、日本原子力産業会議では、「原子炉開発利用委員会」において、原子力を巡る状況と現在直面している主要な課題について検討しました。検討に当たっては、今後５０年の我が国の社会における原子力の位置付けについての「作業仮説」をベースとし、その結果、「向こう１０年間に何をすべきか」という提言の形にしてとりまとめました。

この提言は、今この１０年の間に手を打たなければ、原子力は明日の社会に貢献できる基盤が失われてしまうという、危機感に基づくものでありますので、これは、いわば原子力産業界の行動指針であるとともに、また広く社会の人々には、原子力産業界の考えを示し、課題を共有していただくためのメッセージでもあります。

この提言は、２月に公表しております。会場の参加者の皆様方には、パンフレット版として配布させていただいておりますので、ご覧下さいますようお願い申し上げます。

（外国の参加者の方には、英語版がまだできていなくて申し訳ありません。５月中には完成して、当会議のホームページに掲載する予定です。）

近年の原子力を取り巻く環境の変化

それでは、「向こう１０年間に何をすべきか」という提言について紹介します。

提言は、最初に原子力の重要性や役割、および原子力発電と原子燃料サイクルの現状に触れています。そして、近年の我が国の原子力を取り巻く環境の変化を、次の９項目について紹介しています。

① 社会的信頼の低下
② 安全規制・検査制度の見直しと自主保安体制の徹底
③ エネルギー・電力需要の伸びの鈍化
④ 電力市場自由化の進展

⑤ 原子力研究開発予算の減少
⑥ 原子力研究開発二法人の統合
⑦ 放射性廃棄物の処分、廃止措置
⑧ 国際環境の変化
⑨ 水素エネルギー社会に向けて

これらの環境変化の内容につきましては、パンフレットにも記載されていますし、既に皆様方もご存知のことですので、省略致します。

提言「向こう１０年間に何をすべきか」

以上の環境変化を踏まえ、原子力が今後ともエネルギーの基軸としての役割を果たしていけるよう、「不断の配慮が必要な課題」と「至近の課題」の大きく二つに分けて考えました。

「不断の配慮が必要な課題」というのは、原子力が続く限り、誤りなく配慮し続けなければならない課題であります。そして、「至近の課題」というのは、この１０年の間に着実に手を打たなければならない課題であります。

この二つの分類のもとに、次の７項目について、合計２０の提言をとりまとめました。

◎不断の配慮が必要な課題への提言
1．技術の維持・継承（１提言）
2．国民との相互理解と信頼（１提言）

◎至近の課題への提言
3．電力自由化の下で原子力の役割の再確認（５提言）
4．原子燃料サイクルの推進（４提言）
5．放射性廃棄物対策の推進（２提言）
6．原子力の研究開発（６提言）
7．原子力産業の活性化／輸出（１提言）

「技術の維持・継承」

いずれの提言も重要ですが、ここでは、その中の主なものについて紹介致します。
不断の配慮が必要な課題への提言として、「技術の維持・継承」と「社会との相互理解と信頼」の二つがあります。

まず、「技術の維持・継承」に関しては、次のように提言させていただきました。

【提言１】
- 原子力産業界は、技術の維持・継承方策を検討し、実行すべきである。
- 国は、産業界の技術維持・継承への努力を支援すべきであり、また原子力の新規導入国に対して、必要な制度、安全基準などの整備や人材育成について積極的に助言・協力すべきである。
  （これは、原子力産業の国際展開や国際貢献が、技術の維持・継承にとって非常に重要であることを示しています。）
- 国および原子力産業界は、大学での原子力研究、教育を活性化する方策を検討・実施し、将来を担う人材の育成に貢献すべきである。

「社会との相互理解と信頼」

もう一つの「社会との相互理解と信頼」に関しては、次のように提言させていただきました。

【提言２】

・原子力開発利用の当事者は、セイフティカルチャーがトップから末端に至るまで根付いていることを絶えず自己確認すべきである。
・国および原子力産業界は、リスクコミュニケーションを着実に進めるべきである。
・国は、学校教育や生涯教育の場においてエネルギー教育の充実、強化を図り、産業界は、これを支援していくべきである。

安全確保への原子力産業界の責任

原子力の安全確保の第一義的責任は、言うまでもなく、原子力事業者にあります。事業者においては、安全文化をトップから現場の作業員に至るまで浸透させるとともに、品質保証、品質管理をはじめとする保安活動をトップマネージメントとして実施するなど、誤りない企業統治の下に自主保安の更なる徹底が求められます。

そして、現在の新しい安全規制・検査制度のもとで、安全かつ安定な運転実績を、誠実に、しかも透明な形で積み重ねていき、社会から信頼されるものとしていかねばなりません。

これに関して次のように提言させていただきました。

【提言６】

・原子力産業界は、自己責任に基づく自律的な安全確保への取り組みを一層推進すべきである。
・原子力産業界および学界は、科学的合理的な安全性・信頼性確保のために、現在の体制を変革し、一層実効性の高いものとすべきである。
・国は、事業者にインセンティブを与える方策も含め、科学的合理的な規制制度の整備を進めるべきである。国および原子力産業界は、こうした新しい規制制度や自主保安の状況について説明責任を果たすため、情報公開、情報提供を推進すべきである。

【提言７】

・原子力産業界は、軽水炉のプラントライフマネージメントを推進し、安全の確保を大前提に、軽水炉を長期的に活用していくべきである。

原子燃料サイクル・プルトニウム利用に関する提言

次に、原子燃料サイクルおよびプルトニウム利用に関する提言です。

昨年１０月に閣議決定されました「エネルギー基本計画」では、「核燃料サイクルを含め原子力発電を基幹電源として推進する」という国の基本政策が示されています。「向こう１０年間に何をすべきか」では、次のような提言をさせていただきました。

【提言８】

・事業者は、六ヶ所再処理工場の安全・安定運転の確立に総力を尽くすべきであり、原子力産業界としても、これを支援していくべきである。
・国は、再処理事業に関して国際レベルに整合した科学的合理的規制を確立すべきである。

【提言９】

・電気事業者は、地元の理解を得つつ、燃料品質管理の徹底などにより、プルサーマル計画を着実に推進すべきである。

【提言１１】

・民間は、２０１０年頃の中間貯蔵実現に全力を尽くすべきである。国は、長期的な使用済燃料の取り扱いについて政策的課題として取り組んでいくべきである。

【提言１６】

・国は、高速増殖炉サイクルの実用化に向けた研究開発に積極的な役割を果たすべきであり、国際協調の下に推進すべきである。

【提言１７】

・核燃料サイクル開発機構および新法人は、もんじゅを早期に運転再開し、所期の目的を達成するとともに、高速増殖炉サイクルの実用化に向けた運転保守性や経済性を追求する研究開発を実施すべきである。

放射性廃棄物対策の推進

放射性廃棄物の処理処分は、科学的合理的に着実に進めていくことが重要であります。これに関しては、次のような提言をさせていただきました。

【提言１２】

・産業界は、クリアランスレベル以下の放射性廃棄物として取り扱う必要のない廃棄物について、積極的に再利用に取り組むべきである。

・国は、低レベル放射性廃棄物の処理処分やクリアランスレベルの技術基準について国際基準と整合がとれた科学的合理的なものとなるよう検討を進めるべきである。

【提言１３】

・国は、事業別規制から性状別規制に変更すべきである。

・国は、併置処分や単一返還等放射性廃棄物の処分を効率的に進められる方策実現のため、規制制度の見直しを検討すべきである。

・国は、放射性廃棄物のうち再利用可能なものについて、原子力事業所内における限定再利用等のための制度整備を進めるべきである。

原子力の研究開発と水素エネルギー社会に向けて

技術エネルギーである原子力技術は、不断の研究開発が不可欠であります。そのため、これらに関しても、提言させていただきました。

【提言１４】

・日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合されてできる新法人や原子炉メーカーは、軽水炉が基幹電源としての役割を引き続き維持するため研究開発を継続し、技術基盤を保持すべきである。

・国は、基盤技術や挑戦的な課題の探求等の研究開発に対し必要な支援を行うべきである。

【提言１５】

・日本原燃(株)、核燃料サイクル開発機構および新法人は、協力して軽水炉再処理の技術基盤を保持すべきである。

・核燃料サイクル開発機構および新法人は、東海再処理施設において使用済 MOX 燃料再処理の実証研究を進めるべきである。

【提言１９】

・国は、原子力を利用した水素製造など将来の地平を拓く原子力システムの開発について早急に評価を行い、わが国のエネルギー開発政策における位置付けを明確にすべきである。

原子力産業の活性化・国際展開

原子力産業の活性化・国際展開については、次のように提言させていただきました。

【提言１の一部】

・（国は、）原子力の新規導入国に対して、必要な制度、安全基準などの整備や人材育成について積極的に助言・協力すべきである。

【提言２０】

・国は、近隣アジア諸国への我が国からの原子力機器や原子力技術の輸出に備え、原子力協定締結やファイナンス制度等の環境整備を行うべきである。

原子力産業界自らの意識・組織・体制の変革の必要性

「向こう１０年間に何をすべきか」で提言させていただいたことは、民間原子力産業界自ら行うことが基本となることは、いうまでもありません。そして、自由経済社会においては、民の健全な事業活動を活発化すべく、国の制度的枠組み等、環境整備が必要であると考えます。

このため、原子力産業界の総合的な取り組みが必要であり、それに対応した意識・組織・体制の変革が必要であります。まず、産業界自らの変革が必要であるということです。

そうした中で、原子力産業界は、率直で開かれた議論を通じて、より一層科学的合理的な規制制度の確立に向けて協力し、貢献していかねばなりません。そして、安全確保の実効性を高めつつ、原子力発電所の設備利用率を改善し、効率性を向上し、競争力を確保することは、「国民の財」としての原子力発電所の資産価値を高めていくことになります。

日本原子力産業会議自身も、原子力産業団体の中核を担う組織として、自ら必要な改革を行い、健全な原子力産業の発展のための活動を強化していく所存であります。

原子力関係者に改めて求められる民主・自主・公開の精神

「混迷したときは原点に戻れ」といわれます。現場に戻り、現場に何が起こっているかをよく知ることでもありますが、私は、今から約５０年前の１９５６年に制定されました我が国の原子力基本法の精神に今、立ち戻ることが必要と思います。

原子力基本法の第１条は、原子力の研究・開発・利用の推進によって、人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与することを目的にする、と謳っています。

そして、第２条では、平和目的に限り、安全の確保を旨として、「民主、自主、公開」のもとに、原子力の研究・開発・利用を進めるとの基本方針が示されています。これはおそらく他の法律にはない原子力関係者に対する倫理を問い、行動指針を与えるものと考えます。

この定義を、当時に比べて社会状況が変化した現代風に解釈するならば、民主は、広く意見を聞いて民主的に実行する、自主は、原子力事業者が志高い企業家精神の下に原子力事業に挑戦し、自己責任のもとに自主保安に取り組むという姿勢です。そして、公開は、徹底した透明性を原則として、社会と対話するというものであろうと考えます。

ご静聴有難うございました。

以　上

平成１６年４月２２日（木）
第３７回原産年次大会セッション２

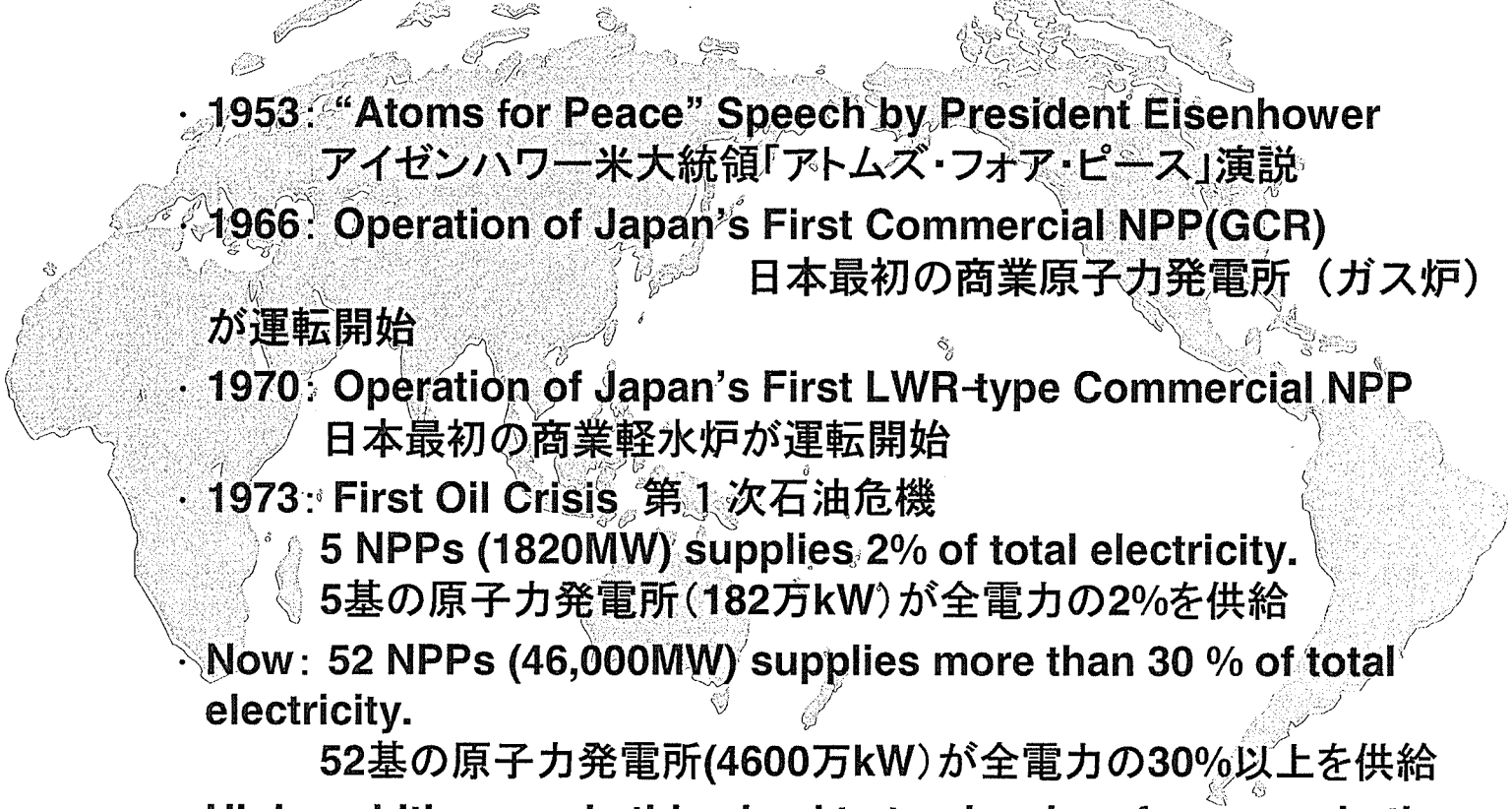
JAIF Report
原産報告

A Path to Safe, Efficient and Contributive Nuclear Energy
安全と効率で社会に貢献する原子力をめざして

Masao Takuma
Senior Managing Director, JAIF
(社) 日本原子力産業会議　専務理事
宅　間　正　夫

宅間-7

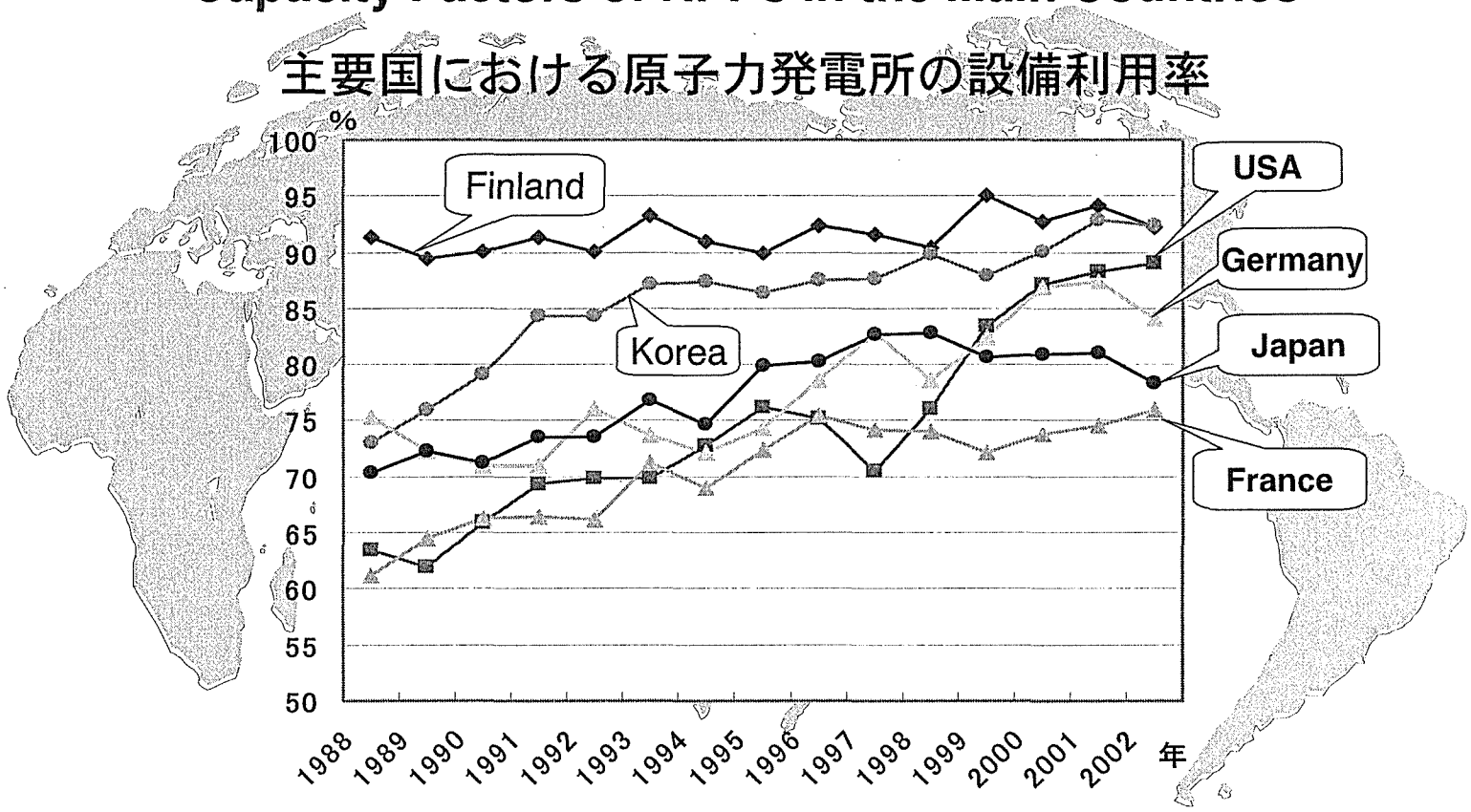
Fifty Years from "Atoms for Peace"



- 1953: "Atoms for Peace" Speech by President Eisenhower
  アイゼンハワー米大統領「アトムズ・フォア・ピース」演説
- 1966: Operation of Japan's First Commercial NPP(GCR)
  日本最初の商業原子力発電所（ガス炉）が運転開始
- 1970: Operation of Japan's First LWR-type Commercial NPP
  日本最初の商業軽水炉が運転開始
- 1973: First Oil Crisis 第1次石油危機
  5 NPPs (1820MW) supplies 2% of total electricity.
  5基の原子力発電所（182万kW）が全電力の2%を供給
- Now: 52 NPPs (46,000MW) supplies more than 30 % of total electricity.
  52基の原子力発電所(4600万kW）が全電力の30%以上を供給
- High ambitions and ethics lead to top level performance in the world. 原子力関係者の高い志と倫理→世界のトップレベルに

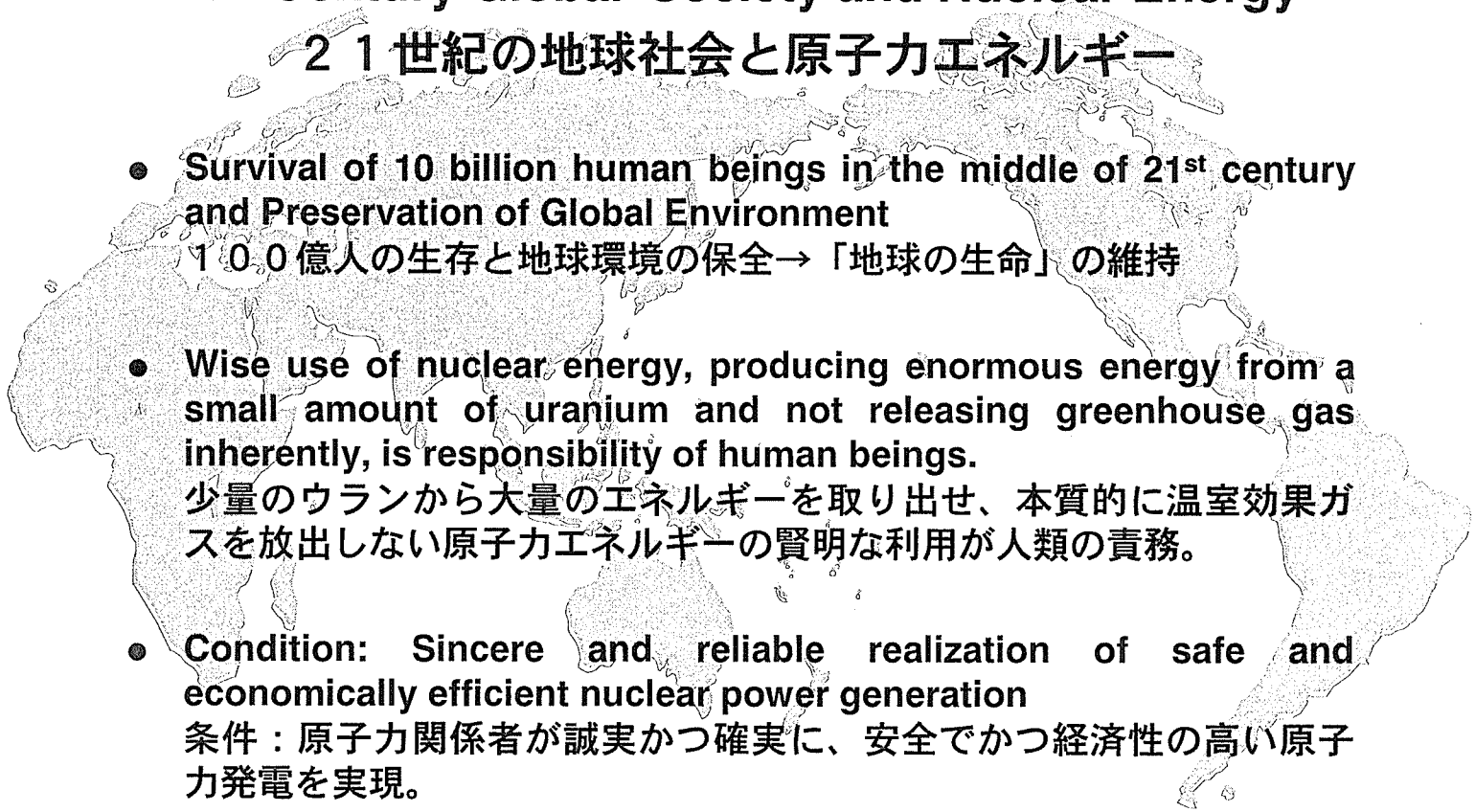
Capacity Factors of NPPs in the Main Countries

主要国における原子力発電所の設備利用率



宅間-9

21st Century Global Society and Nuclear Energy
２１世紀の地球社会と原子力エネルギー



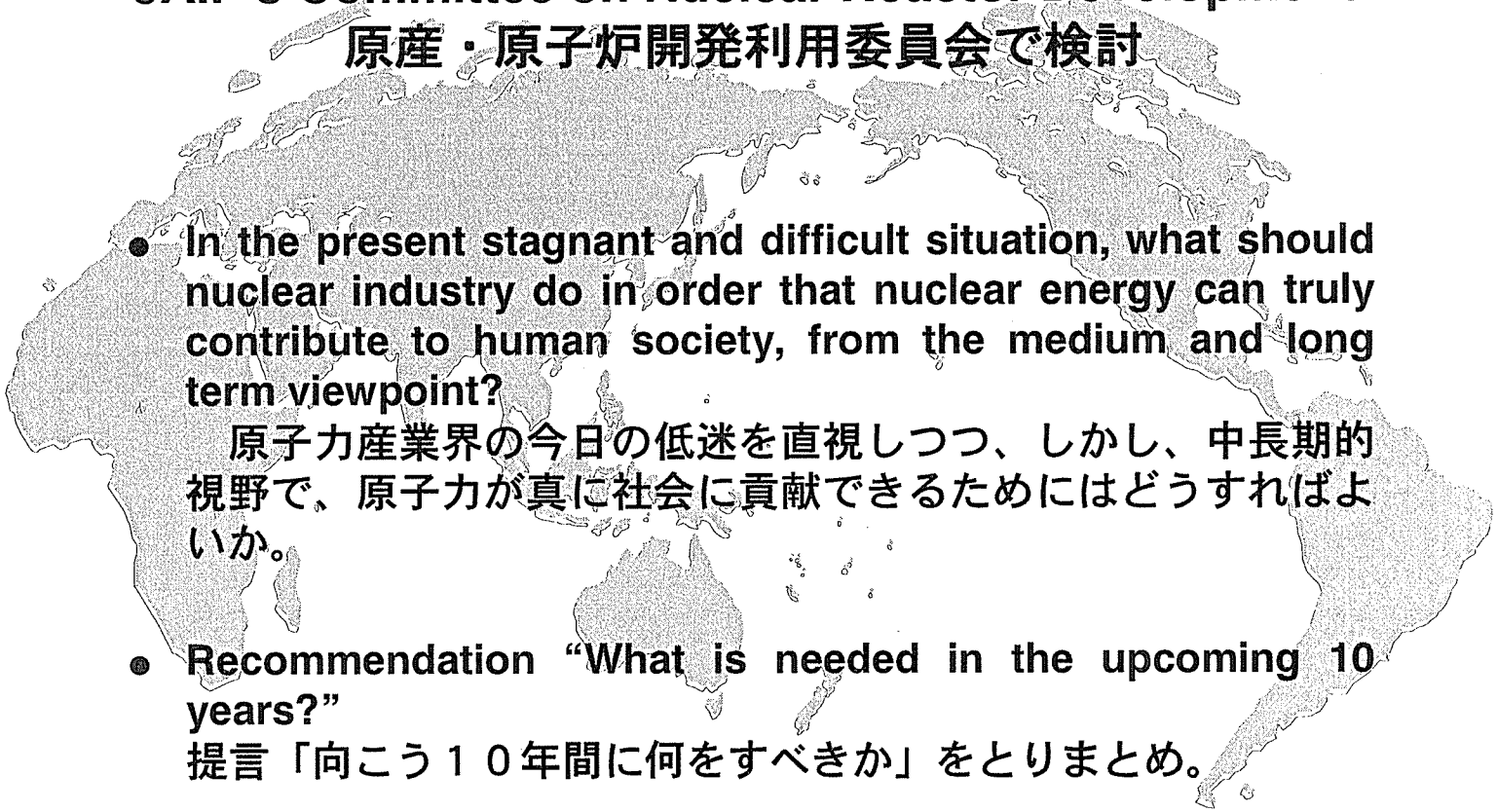
- Survival of 10 billion human beings in the middle of 21st century and Preservation of Global Environment
  １００億人の生存と地球環境の保全→「地球の生命」の維持

- Wise use of nuclear energy, producing enormous energy from a small amount of uranium and not releasing greenhouse gas inherently, is responsibility of human beings.
  少量のウランから大量のエネルギーを取り出せ、本質的に温室効果ガスを放出しない原子力エネルギーの賢明な利用が人類の責務。

- Condition: Sincere and reliable realization of safe and economically efficient nuclear power generation
  条件：原子力関係者が誠実かつ確実に、安全でかつ経済性の高い原子力発電を実現。

宅間-10

JAIF's Committee on Nuclear Reactor Development
原産・原子炉開発利用委員会で検討

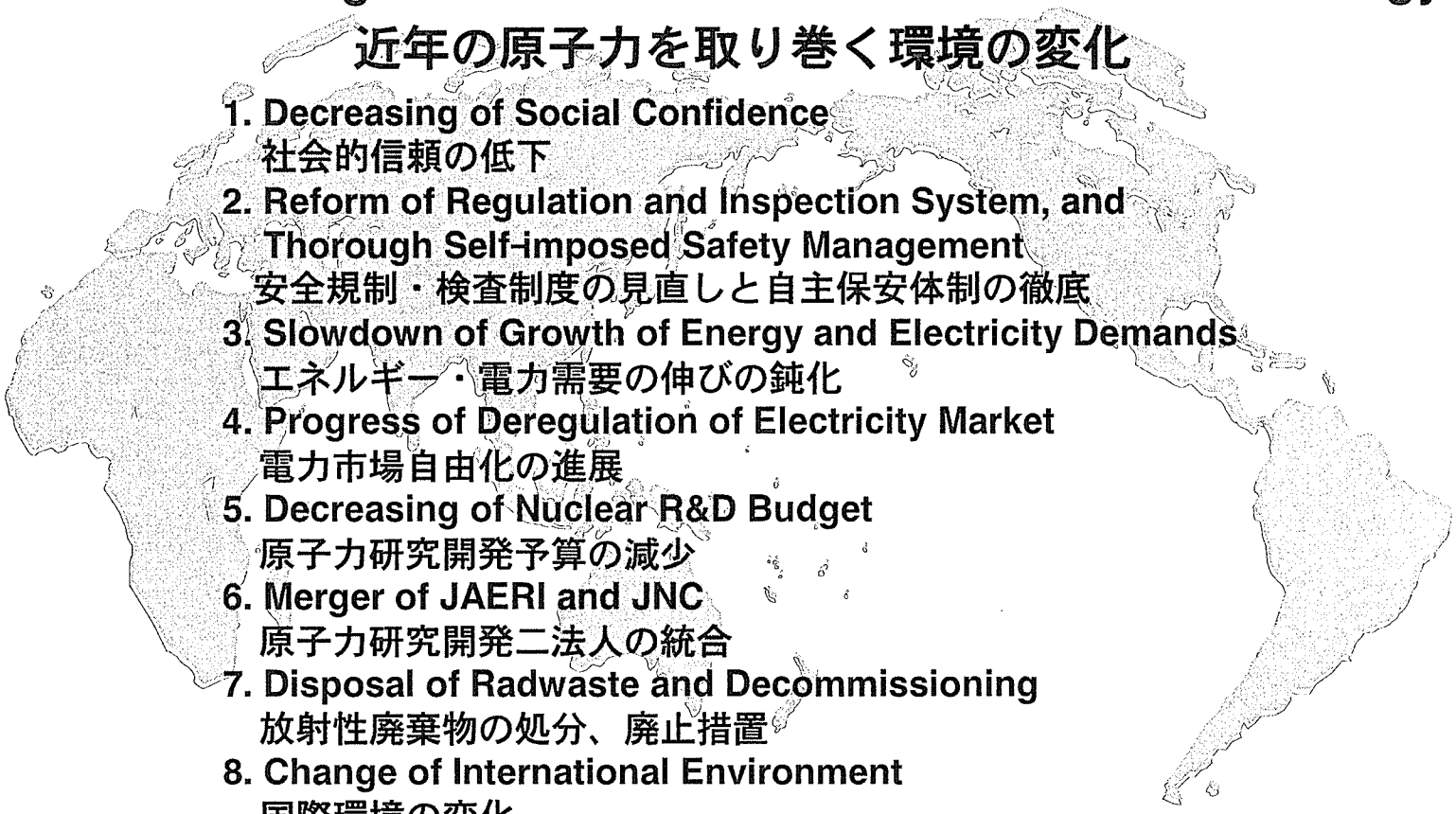


- In the present stagnant and difficult situation, what should nuclear industry do in order that nuclear energy can truly contribute to human society, from the medium and long term viewpoint?
  原子力産業界の今日の低迷を直視しつつ、しかし、中長期的視野で、原子力が真に社会に貢献できるためにはどうすればよいか。

- Recommendation "What is needed in the upcoming 10 years?"
  提言「向こう１０年間に何をすべきか」をとりまとめ。

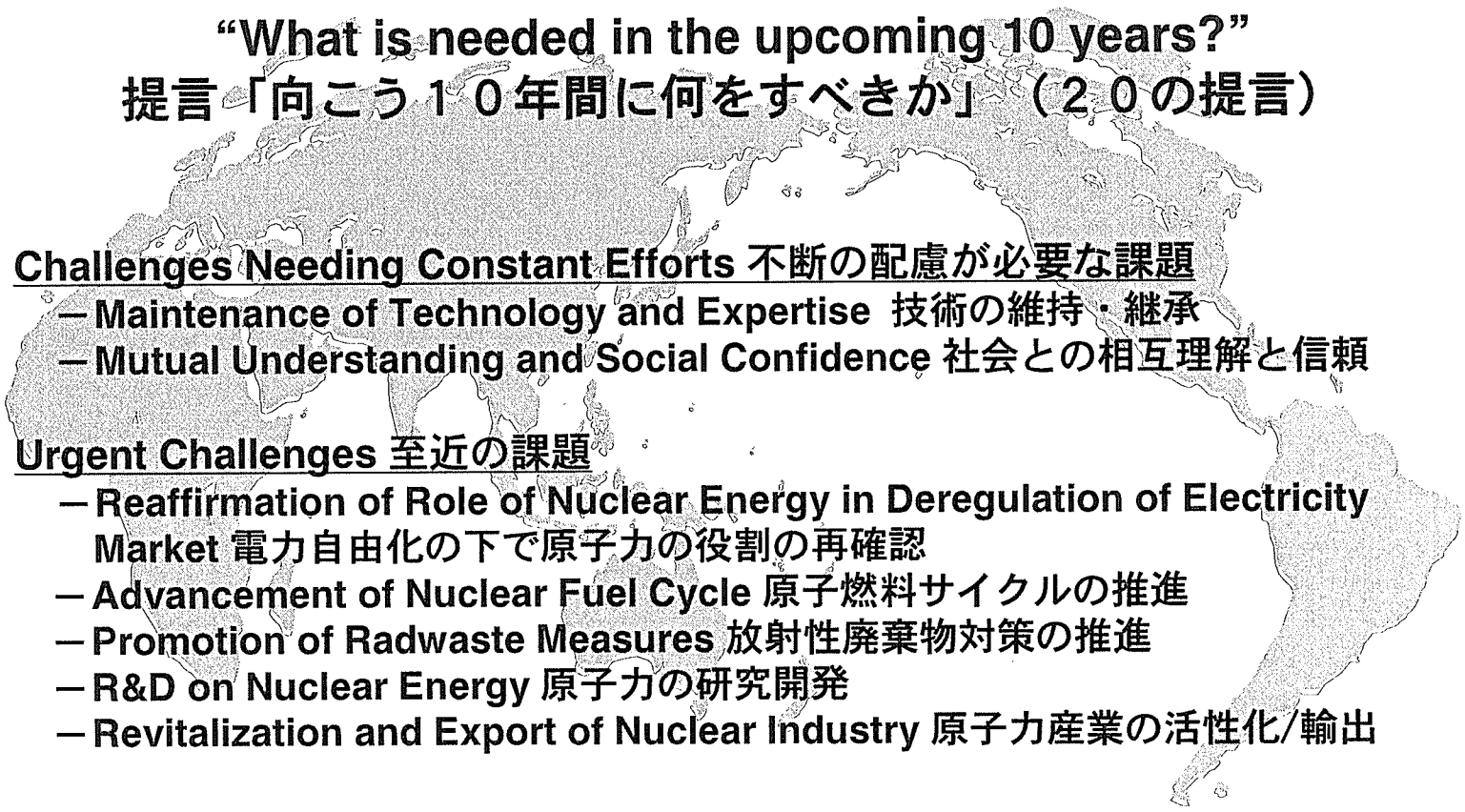
Recent Changes of the Environment around Nuclear Energy

近年の原子力を取り巻く環境の変化



1. Decreasing of Social Confidence
   社会的信頼の低下
2. Reform of Regulation and Inspection System, and Thorough Self-imposed Safety Management
   安全規制・検査制度の見直しと自主保安体制の徹底
3. Slowdown of Growth of Energy and Electricity Demands
   エネルギー・電力需要の伸びの鈍化
4. Progress of Deregulation of Electricity Market
   電力市場自由化の進展
5. Decreasing of Nuclear R&D Budget
   原子力研究開発予算の減少
6. Merger of JAERI and JNC
   原子力研究開発二法人の統合
7. Disposal of Radwaste and Decommissioning
   放射性廃棄物の処分、廃止措置
8. Change of International Environment
   国際環境の変化
9. Towards Hydrogen Energy Society
   水素エネルギー社会に向けて

20 Recommendations
"What is needed in the upcoming 10 years?"
提言「向こう１０年間に何をすべきか」（２０の提言）



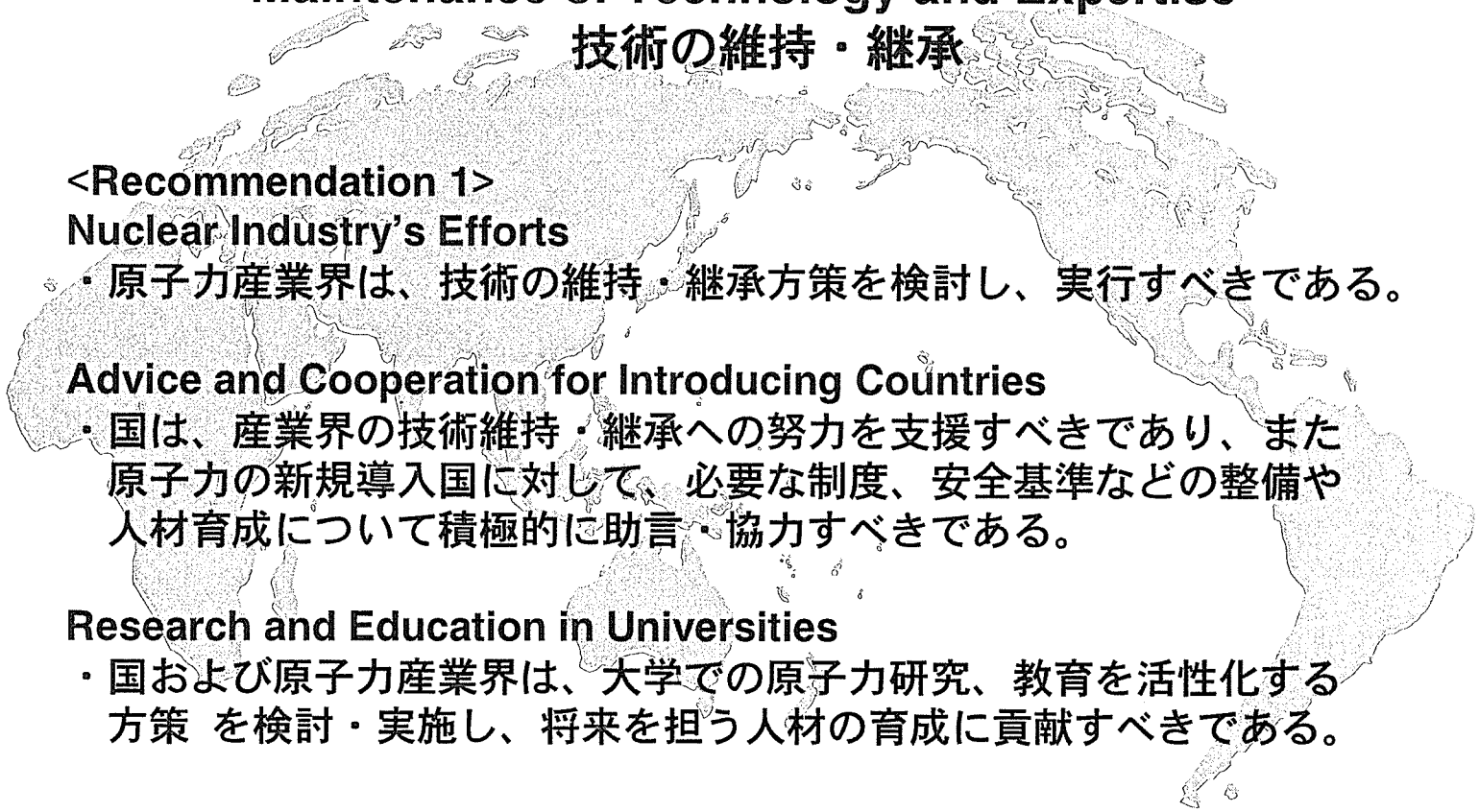
Challenges Needing Constant Efforts 不断の配慮が必要な課題

- Maintenance of Technology and Expertise 技術の維持・継承
- Mutual Understanding and Social Confidence 社会との相互理解と信頼

Urgent Challenges 至近の課題

- Reaffirmation of Role of Nuclear Energy in Deregulation of Electricity Market 電力自由化の下で原子力の役割の再確認
- Advancement of Nuclear Fuel Cycle 原子燃料サイクルの推進
- Promotion of Radwaste Measures 放射性廃棄物対策の推進
- R&D on Nuclear Energy 原子力の研究開発
- Revitalization and Export of Nuclear Industry 原子力産業の活性化/輸出

Maintenance of Technology and Expertise
技術の維持・継承

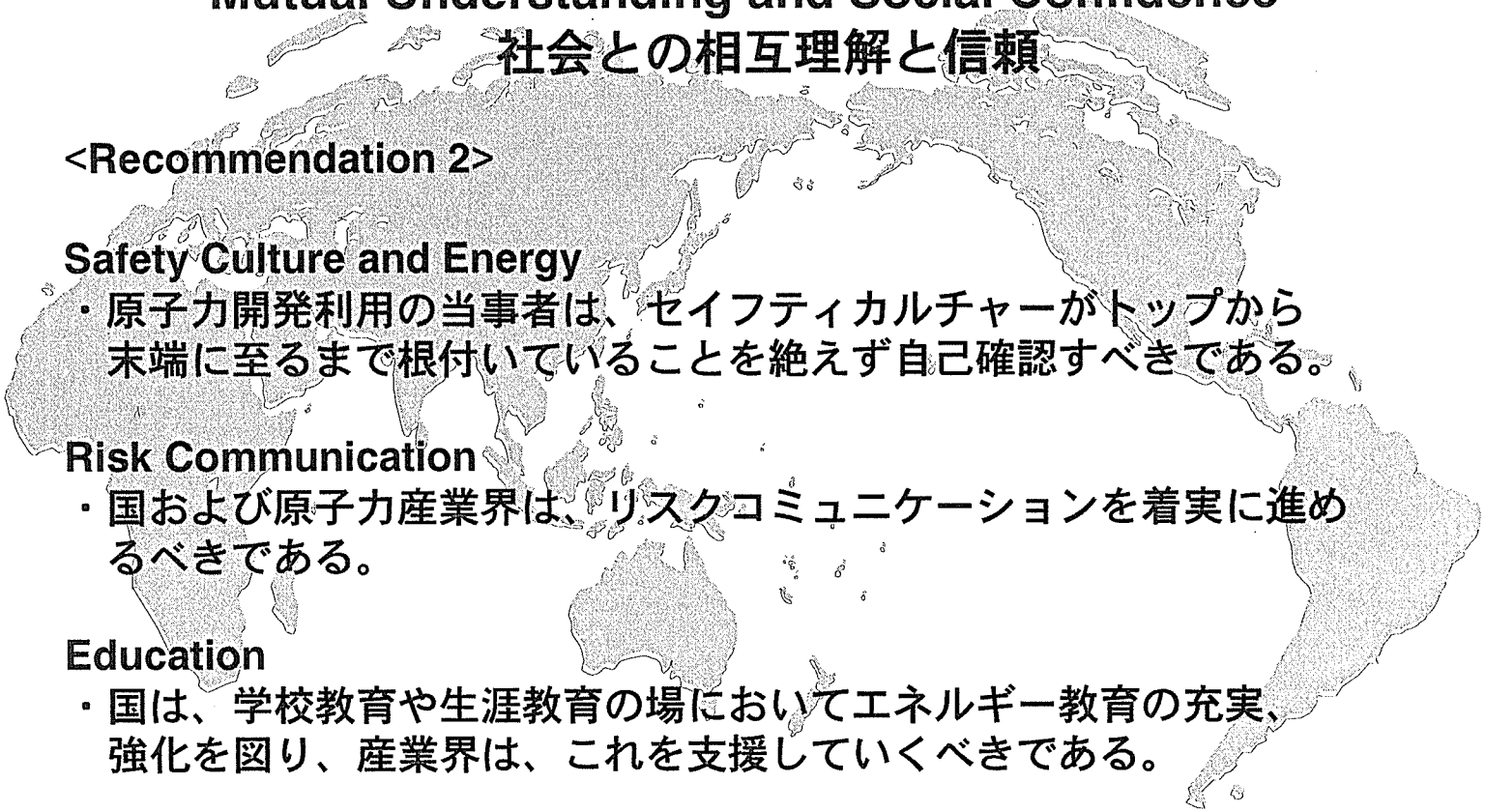


<Recommendation 1>
Nuclear Industry's Efforts
・原子力産業界は、技術の維持・継承方策を検討し、実行すべきである。

Advice and Cooperation for Introducing Countries
・国は、産業界の技術維持・継承への努力を支援すべきであり、また原子力の新規導入国に対して、必要な制度、安全基準などの整備や人材育成について積極的に助言・協力すべきである。

Research and Education in Universities
・国および原子力産業界は、大学での原子力研究、教育を活性化する方策 を検討・実施し、将来を担う人材の育成に貢献すべきである。

Mutual Understanding and Social Confidence
社会との相互理解と信頼



<Recommendation 2>

Safety Culture and Energy

・原子力開発利用の当事者は、セイフティカルチャーがトップから末端に至るまで根付いていることを絶えず自己確認すべきである。

Risk Communication

・国および原子力産業界は、リスクコミュニケーションを着実に進めるべきである。

Education

・国は、学校教育や生涯教育の場においてエネルギー教育の充実、強化を図り、産業界は、これを支援していくべきである。

Responsibility of Nuclear Industry for Ensuring Safety
安全確保への原子力産業界の責任

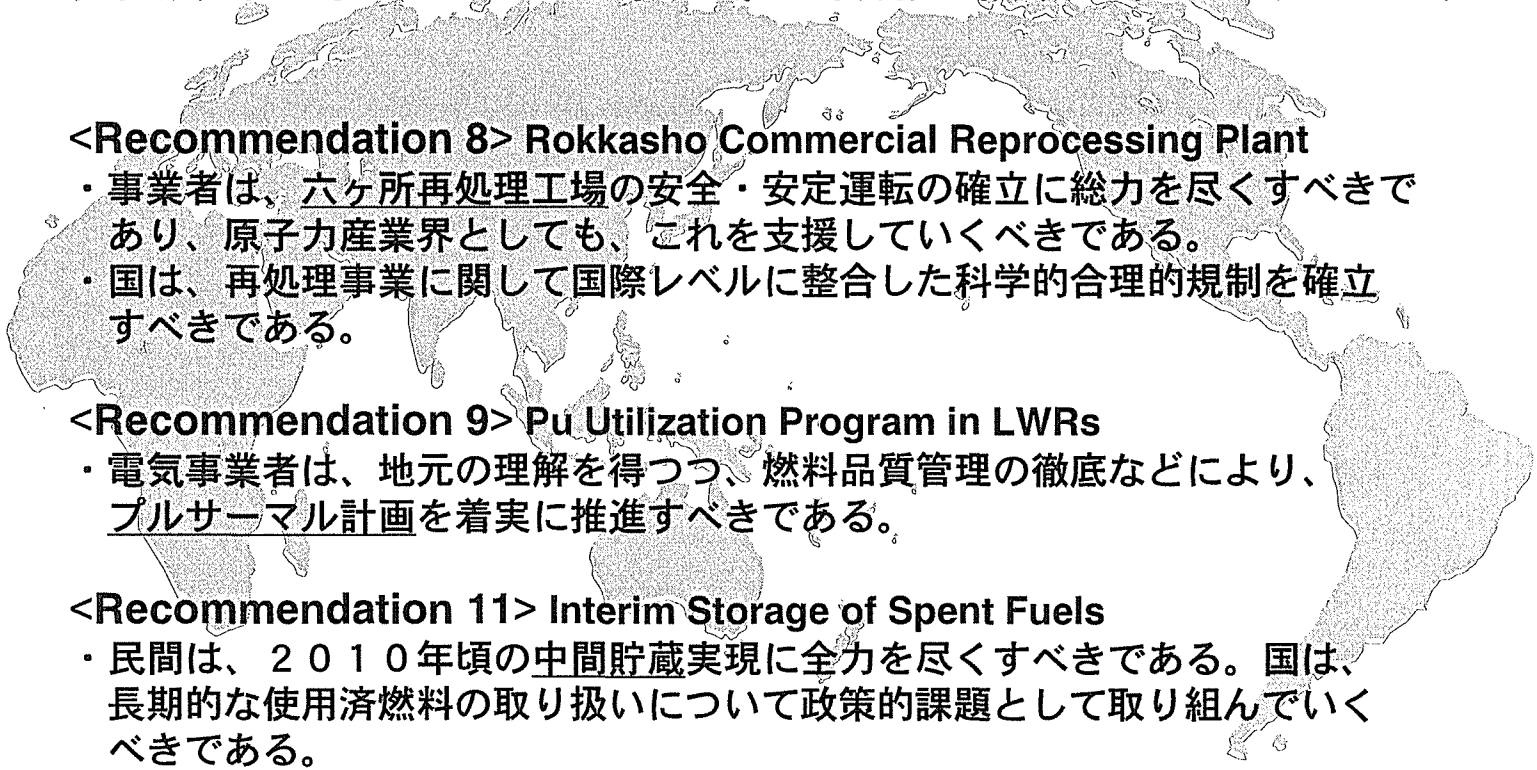
<Recommendation 6>
Self-sustaining Safety Assurance based on Self-responsibility and Building of Scientific and Rational Regulation System

・原子力産業界は、自己責任に基づく自律的な安全確保への取り組みを一層推進すべきである。
・原子力産業界および学界は、科学的合理的な安全性・信頼性確保のために、現在の体制を変革し、一層実効性の高いものとすべきである。
・国は、事業者にインセンティブを与える方策も含め、科学的合理的な規制制度の整備を進めるべきである。国および原子力産業界は、こうした新しい規制制度や自主保安の状況について説明責任を果たすため、情報公開、情報提供を推進すべきである。

<Recommendation 7>
Plant Life Management

・原子力産業界は、軽水炉のプラントライフマネージメントを推進し、安全の確保を大前提に、軽水炉を長期的に活用していくべきである。

Nuclear Fuel Cycle and Pu Utilization (Part 1)
原子燃料サイクル・プルトニウム利用に関する提言（その１）



<Recommendation 8> Rokkasho Commercial Reprocessing Plant

・事業者は、六ヶ所再処理工場の安全・安定運転の確立に総力を尽くすべきであり、原子力産業界としても、これを支援していくべきである。

・国は、再処理事業に関して国際レベルに整合した科学的合理的規制を確立すべきである。

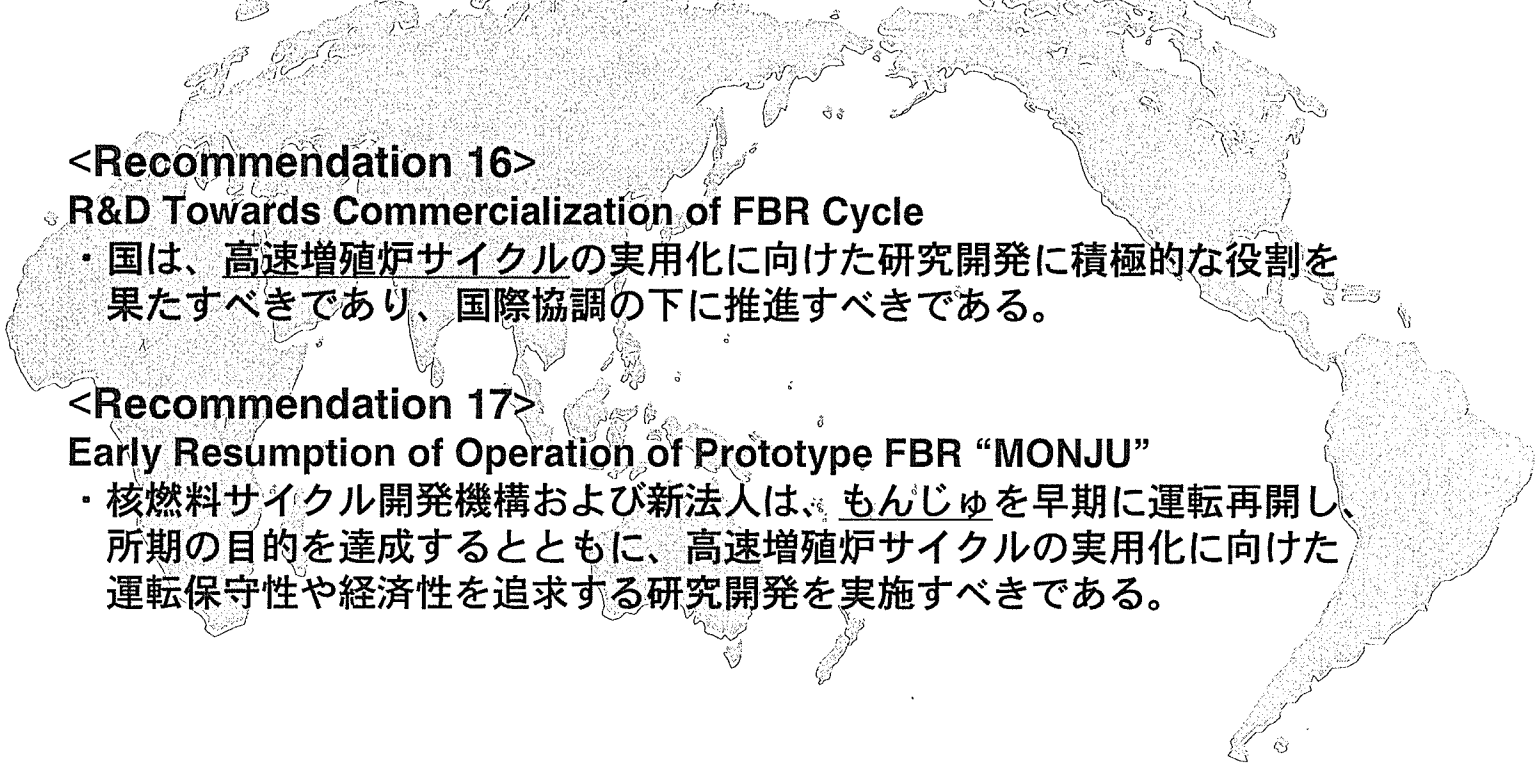
<Recommendation 9> Pu Utilization Program in LWRs

・電気事業者は、地元の理解を得つつ、燃料品質管理の徹底などにより、プルサーマル計画を着実に推進すべきである。

<Recommendation 11> Interim Storage of Spent Fuels

・民間は、２０１０年頃の中間貯蔵実現に全力を尽くすべきである。国は、長期的な使用済燃料の取り扱いについて政策的課題として取り組んでいくべきである。

Nuclear Fuel Cycle and Pu Utilization (Part 2)
原子燃料サイクル・プルトニウム利用に関する提言（その２）



<Recommendation 16>

R&D Towards Commercialization of FBR Cycle

・国は、高速増殖炉サイクルの実用化に向けた研究開発に積極的な役割を果たすべきであり、国際協調の下に推進すべきである。

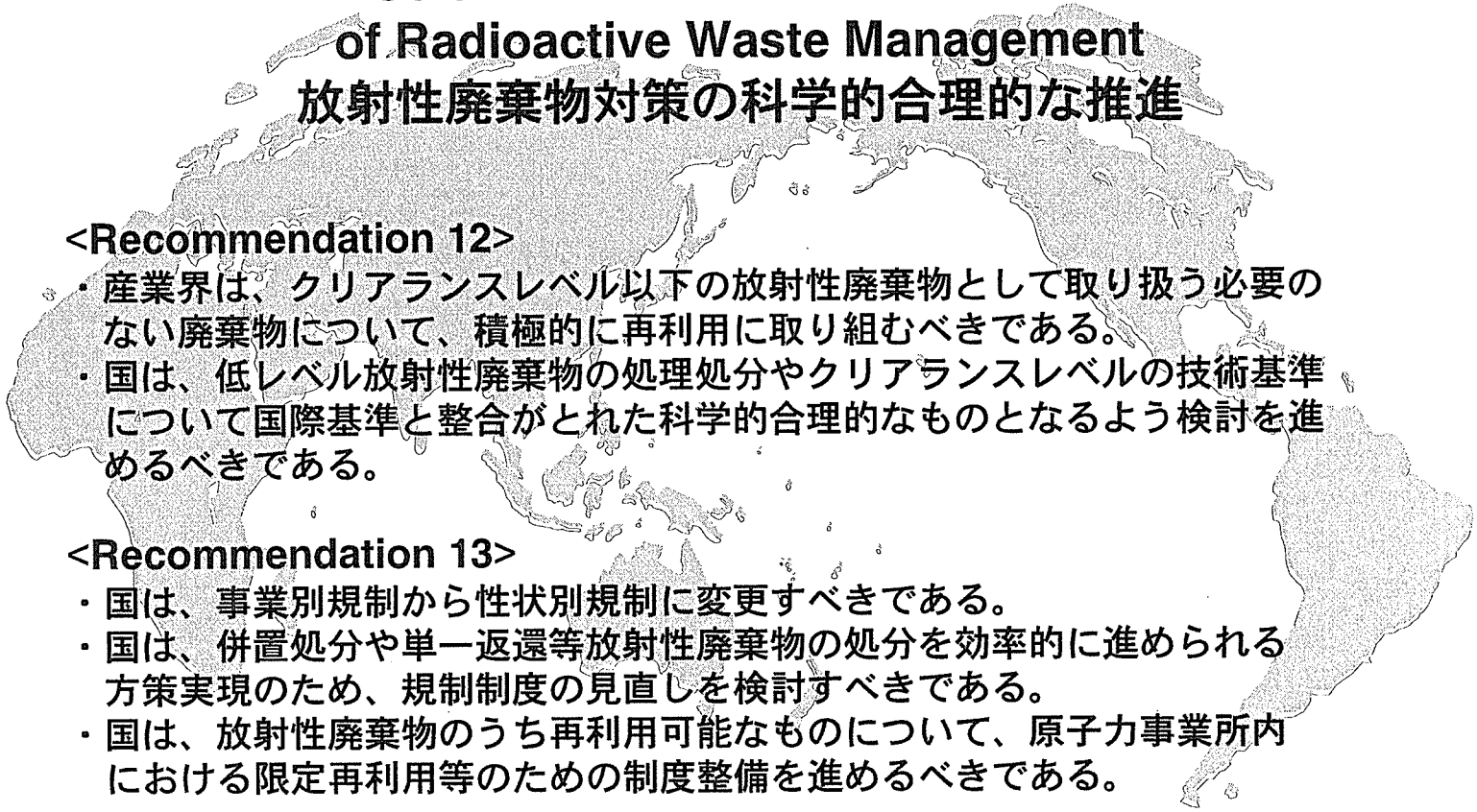
<Recommendation 17>

Early Resumption of Operation of Prototype FBR “MONJU”

・核燃料サイクル開発機構および新法人は、もんじゅを早期に運転再開し、所期の目的を達成するとともに、高速増殖炉サイクルの実用化に向けた運転保守性や経済性を追求する研究開発を実施すべきである。

宅間-18

Scientific & Rational Promotion of Radioactive Waste Management
放射性廃棄物対策の科学的合理的な推進



<Recommendation 12>

- 産業界は、クリアランスレベル以下の放射性廃棄物として取り扱う必要のない廃棄物について、積極的に再利用に取り組むべきである。
- 国は、低レベル放射性廃棄物の処理処分やクリアランスレベルの技術基準について国際基準と整合がとれた科学的合理的なものとなるよう検討を進めるべきである。

<Recommendation 13>

- 国は、事業別規制から性状別規制に変更すべきである。
- 国は、併置処分や単一返還等放射性廃棄物の処分を効率的に進められる方策実現のため、規制制度の見直しを検討すべきである。
- 国は、放射性廃棄物のうち再利用可能なものについて、原子力事業所内における限定再利用等のための制度整備を進めるべきである。

Promotion of Nuclear R & D (Part 1)
原子力の研究開発の推進（その１）

<Recommendation 14>
Continuation of R&D and Maintenance of Technology Base of LWR

・日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合されてできる新法人や原子炉メーカーは、軽水炉が基幹電源としての役割を引き続き維持するため研究開発を継続し、技術基盤を保持すべきである。
・国は、基盤技術や挑戦的な課題の探求等の研究開発に対し必要な支援を行うべきである。

<Recommendation 15>
Maintenance of Technology Base of LWR Reprocessing and
Promotion of Demonstration Research of Spent MOX Fuel Reprocessing

・日本原燃(株)、核燃料サイクル開発機構および新法人は、協力して軽水炉再処理の技術基盤を保持すべきである。
・核燃料サイクル開発機構および新法人は、東海再処理施設において使用済MOX燃料再処理の実証研究を進めるべきである。

Promotion of Nuclear R & D (Part 2)
原子力の研究開発の推進（その２）

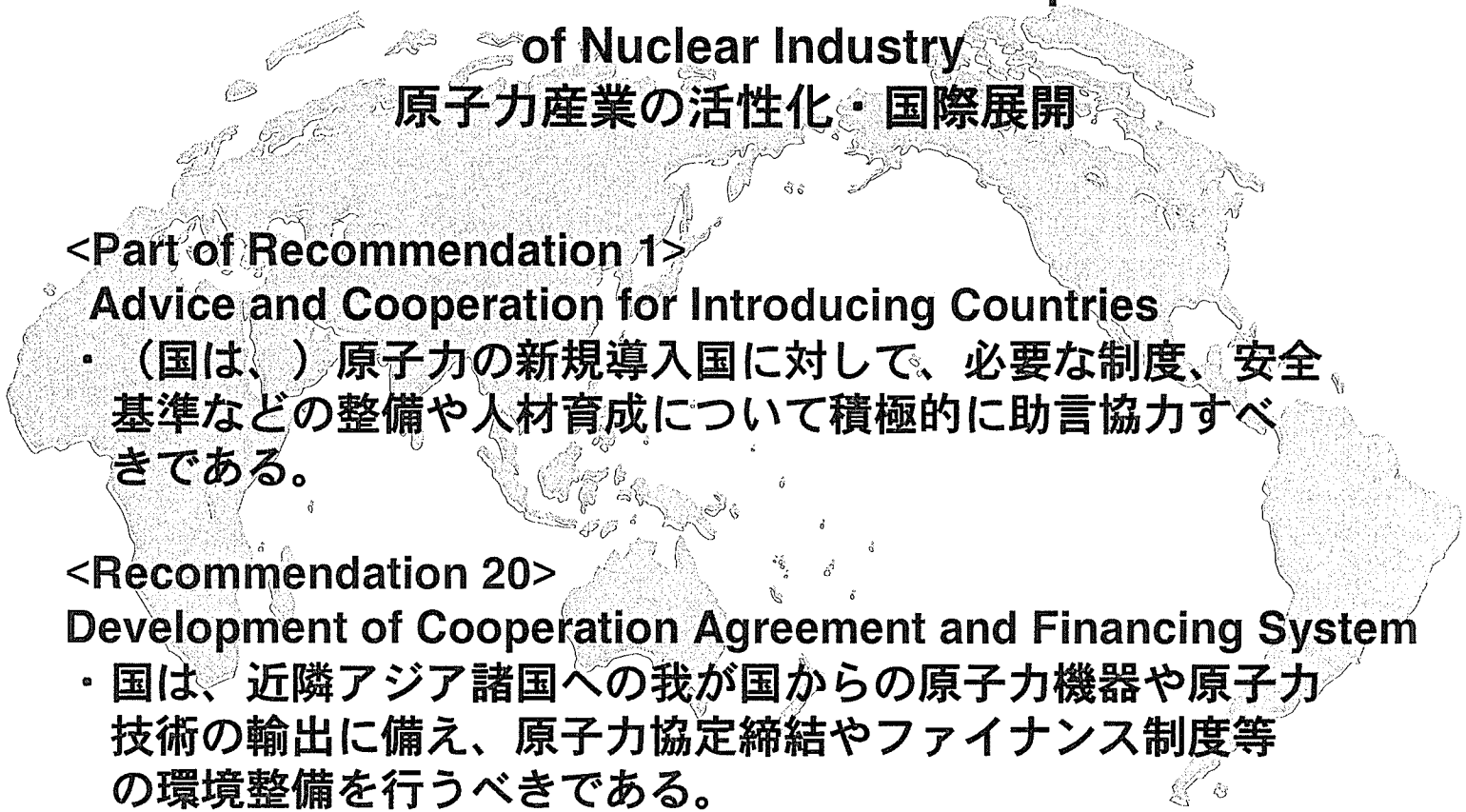
<Recommendation 19>

Urgent General Evaluation of Hydrogen Production by Nuclear Energy and its Positioning in Energy Development Policy

・国は、原子力を利用した水素製造など将来の地平を拓く原子力システムの開発について早急に評価を行い、わが国のエネルギー開発政策における位置付けを明確にすべきである。

宅間-21

Revitalization and International Expansion of Nuclear Industry
原子力産業の活性化・国際展開



<Part of Recommendation 1>
Advice and Cooperation for Introducing Countries
・（国は、）原子力の新規導入国に対して、必要な制度、安全基準などの整備や人材育成について積極的に助言協力すべきである。

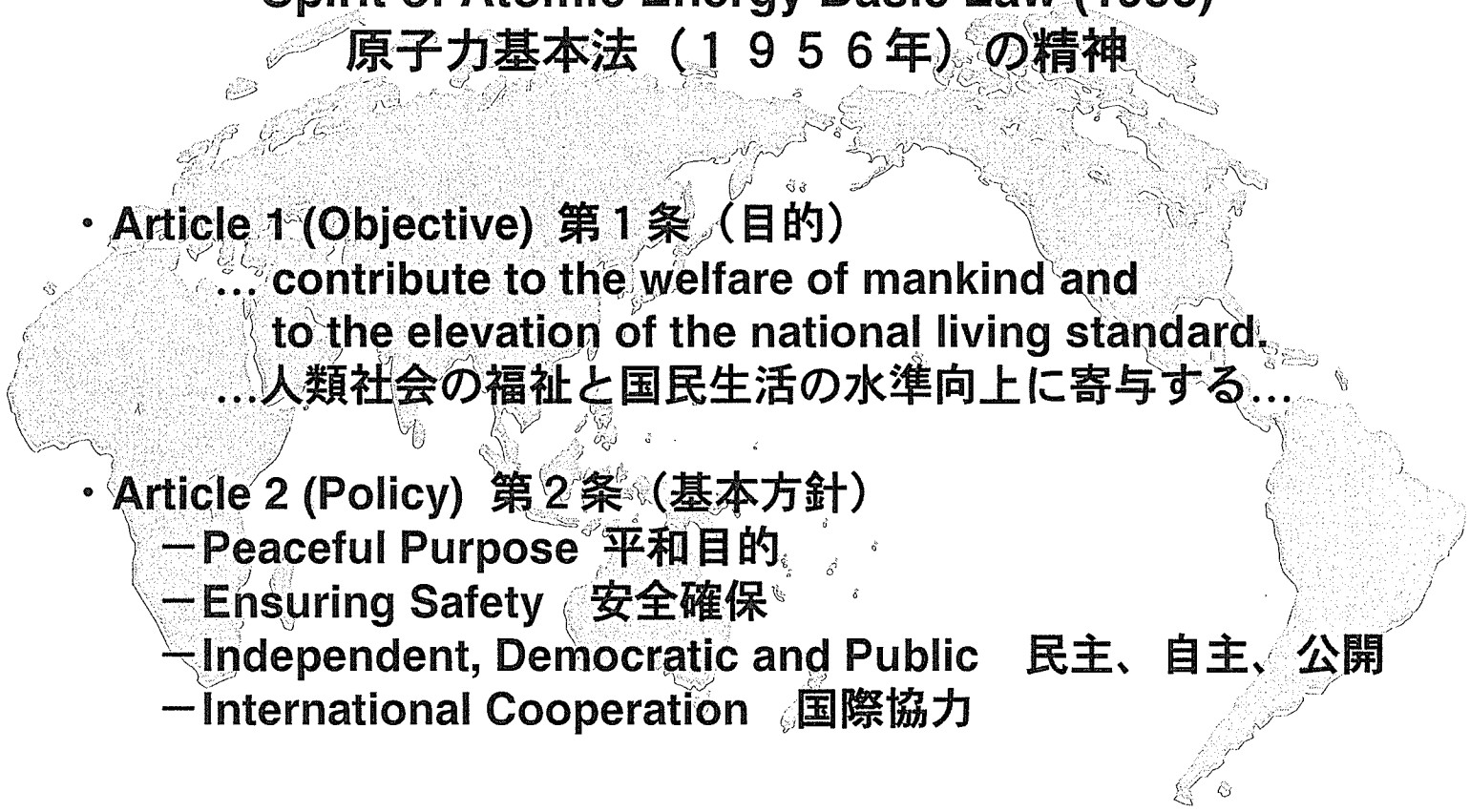
<Recommendation 20>
Development of Cooperation Agreement and Financing System
・国は、近隣アジア諸国への我が国からの原子力機器や原子力技術の輸出に備え、原子力協定締結やファイナンス制度等の環境整備を行うべきである。

宅間-22

Necessity of Reform of Nuclear Industry's Own Awareness, Organization and System

原子力産業界自らの意識・組織・体制の変革の必要性

Spirit of Atomic Energy Basic Law (1956)
原子力基本法（１９５６年）の精神



- Article 1 (Objective) 第１条（目的）
  … contribute to the welfare of mankind and
  to the elevation of the national living standard.
  …人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与する…

- Article 2 (Policy) 第２条（基本方針）
  －Peaceful Purpose 平和目的
  －Ensuring Safety 安全確保
  －Independent, Democratic and Public 民主、自主、公開
  －International Cooperation 国際協力

宅間-24

原産会議パネリスト意見

産経新聞論説顧問　飯田浩史

日本の原子力利用は今年で40年を過ぎた。この間紆余曲折をへて、ようやく今年中にわが国初の核燃料サイクル政策の一環であるプルサーマルが関西電力高浜原子力発電所で実施される見通しとなった。今後の10年間では核燃サイクルの終局の目標である高速増殖炉の実施にこぎつけることが肝要である。

その前に反対の声も多い原子力利用になぜこだわるのか、なぜ核燃料サイクルが必要なのかを述べる。ここ2，3年は原子力発電推進の目的について地球環境保全、とりわけ地球温暖化防止の観点から、発電時にまったく二酸化炭素を排出しない原発の増設が「京都議定書」の遵守には欠かせない、との意見が多くみられた。これに対し、原発反対ないし“脱原発”を目指す人々からは、「環境問題に便乗した政策だ」との批判が相次いだ。確かに原発推進の当初の目的は資源小国の日本は原子力に依存しなければ、国そのものが成り立たない、との危機感があり商業用原発が初めて臨界に達した時のメディアの論調は「よくやった。ただこの成功はアメリカからの借り物の技術のお陰である。早く一人立ちできる自前の技術を開発せよ」と極めて希望を持たせるものだった。

このような意見は1973年の第一次石油ショックで最高潮になり、当時全国でわずか5基しかなかった原発は今では52基にもなった。ところが、アメリカのスリーマイルアイランド（TMI）事故以来風向きががらりと変わり、さらに旧ソ連のチェルノブイリ事故が起きるや原発の新増設はブレーキがかかった。「京都議定書」の批准で原発の効用が見直されたのは事実である。しかし現在の世界情勢は、環境も大切だがもっと重要なのは北京オリンピック開催だけでなく、中国全体の工業化などによる高度経済成長を続けている“中国バブル”の影響で原材料だけでなくエネルギー源としての原油、天然ガス、さらに石炭まで価格が急騰、高どまりしたことだ。近い将来中国の原油輸入量はアメリカに次ぐ世界第2位の原油輸入国になると指摘をする学者もいる。そうなると原油のほとんどを輸入しているわが国は中国と原油の奪い合いをする事態になるおそれさえある。さらに輸入の80％を中東に頼っているわが国はOPEC諸国（石油輸出国機構）の出方次第、あるいはきな臭い中東の国際情勢次第で第一次石油ショックの二の舞を演じることになる。

地球温頓化防止も大切だがエネルギーの確保もわが国の場合はより重要な課題だ。現在34％のシェアの原子力利用はそういう意味で代えがたい選択肢で、人工太陽として期待されている「核融合」の研究開発が実用化されるメドがつくまでは手放せないだろう。

次いで核燃料サイクルの必要性について述べる。ウランの使い捨て、つまりワンススルーの欠点は、ウランの熱効率の低さをさておいても、一回限りで使用済み燃料を捨ててしまった場合、すでに各発電所のプールに保管されている1万トンの使用済み核燃料をどこに、どのような方法で処分するのか、

費用はどのくらいかのワンススルー論者からの提案がないことだ。高速増殖炉が実用化した場合は高レベル放射性廃棄物の最終処分は容積にして 10 分の 1 以下、重量では 30 分の 1 以下になりしかも使用済み核燃料から抽出したプルトニウムは準国産資源と位置付けることもできる。ややコスト高であっても再処理せずに捨てるためのコストと、資源として活用する利益を比較すれば答えは明白だ。

しかし、いくら重要でも価値ある原子力でも、安全に対する国民の信頼がなければ成り立たない。私は原子力安全・保安院の原子力施設健全性評価委員のひとりとして健全性評価小委員会に参画しているが、工学的、科学的、技術的な面では「安全」と評価できても、国民（多くは地元住民）が納得しなければ「安全な原子炉」とは見なされないことを痛感した。つまり安全というのは確率論やリスク論、安全目標値など数値で示せるが、安心とか信頼というのは数値では示せない無限大の要望なのである。

東京電力のトラブル隠し後国会は、安全性のチェックを強化する法律を成立させた。昨年 10 月から施行された。そのひとつが原子力安全委員会と経済産業省の原子力安全・保安院のダブルチェックで、安全委員会は保安院が行った規制活動を 3 か月ごとに報告させ、活動が適切に行われたかどうかをチェックする。保安院は設備の健全性を科学的、技術的に判断する健全性評価基準を導入した。これがよくいわれる「維持基準」で従来のあいまいな基準が明確になりトラブル隠しの温床になった「技術基準」の不合理性がようやく合理的な国際水準になった。しかし反原発のグループからは逆に規制緩和ではないかとの批判もある。維持基準が 1993 年から日本の機械学会で検討されてきたのがたまたま東電事件の直後だったためこういう批判が起きたことも考えられるので健全性評価基準は専門家や科学者からの批判に応えられる内容でなければならない。

また、事業者（電力会社）に対する抜き打ち検査を行うなど検査内容を強化した。またまた原子力安全基盤機構を設立、事業者が行う定期事業者検査が適性におこなわれていたかを審査するーなど 2 重、3 重のチェック体制を敷いたほか各機関はこれらの結果を公表し、一般国民からの批判や意見を受け入れるようにした。一方、事業者には従来の自主的に行われてきた安全チェックを法律で義務付けた「定期事業者検査」としその評価結果などを保存することになった。もし違反すれば懲役や罰金にしょせられることになった。しかし私は定期事業者検査にはやや異論がある。法律で定めるとどうしても法律に書かれていることだけを検査する傾向がある。法的にはこれで十分だからだ。もし事故があったら「法律に従い検査したが事故が起きた」という免罪符になりかねない。自主検査ならばこういう弁解は適用しない。事業者の善意を私は信用したい。

安全と安心（信頼性）が違うのは、強化された規制でも実際にチェックするのは内閣府なり経産省などいわば事業者の監督官庁だからだ。一般国民にしてみれば「東電事件を見抜けなかった官庁がいくら安全性を保証しても信

用できない」というのが本音である。第３者として基盤機構が設立されたが、同じような組織とみるのが大部分だろう。そこで私の持論を提案するが、原発の立地地域の自治体から原発サイトに職員を派遣して自由にサイト内を動き回れる仕組みはできないものだろうか。トラブルなどの異常はサイトの雰囲気だけでもわかり、事業者が隠そうとしても不可能になるからだ。また万一深刻なトラブルがあった場合、職員は事態の収拾が先で自治体への通報はその次になる。このような場合は派遣職員が通報の仕事を受け持つのもいいと思う。事業者との癒着を防ぐ意味で最長２年の任期で、給与などは事業者の職員と同等で負担は事業者とする。派遣が終わった職員は元の自治体に受け入れてもらい、身分は派遣されなかった場合より１ランク上を保証する。自治体にとっても自分らの中間が見張っている、と考えれば原発にたいする信頼も涌いてくる。派遣される職員には日本原子力研究所などの研修を受けて一般の人より上の専門的な知識を身につけてもらうなどの配慮も必要だ。

第37回　日本原子力産業会議　年次大会

望ましい原子力安全確保体制の構築に向けて

- プラントメーカの役割 -

2004年 4月 22日

株式会社　日立製作所

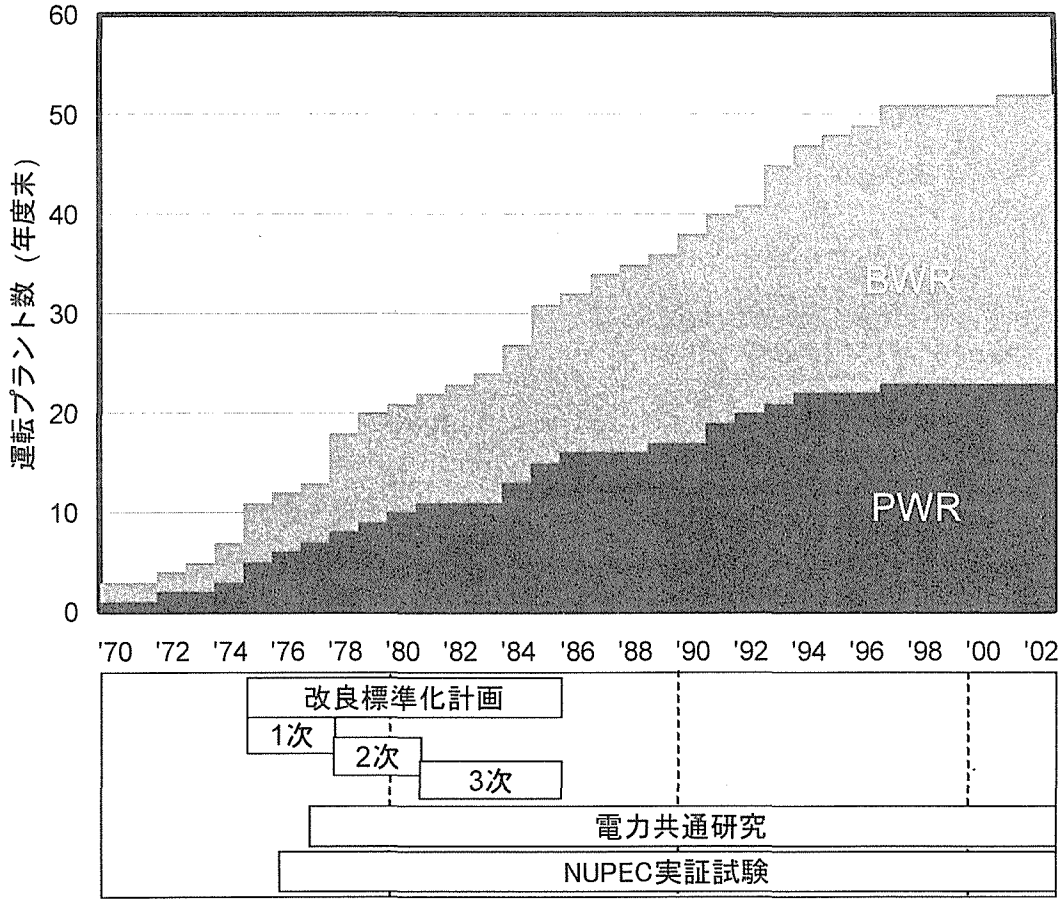
河原　暲

目次

- プラント建設実績と今後の見通し
- 原子力プラントメーカの役割
- 原子力産業界の現状
- 今後取り組むべき事項

1. プラント建設実績と今後の見通し

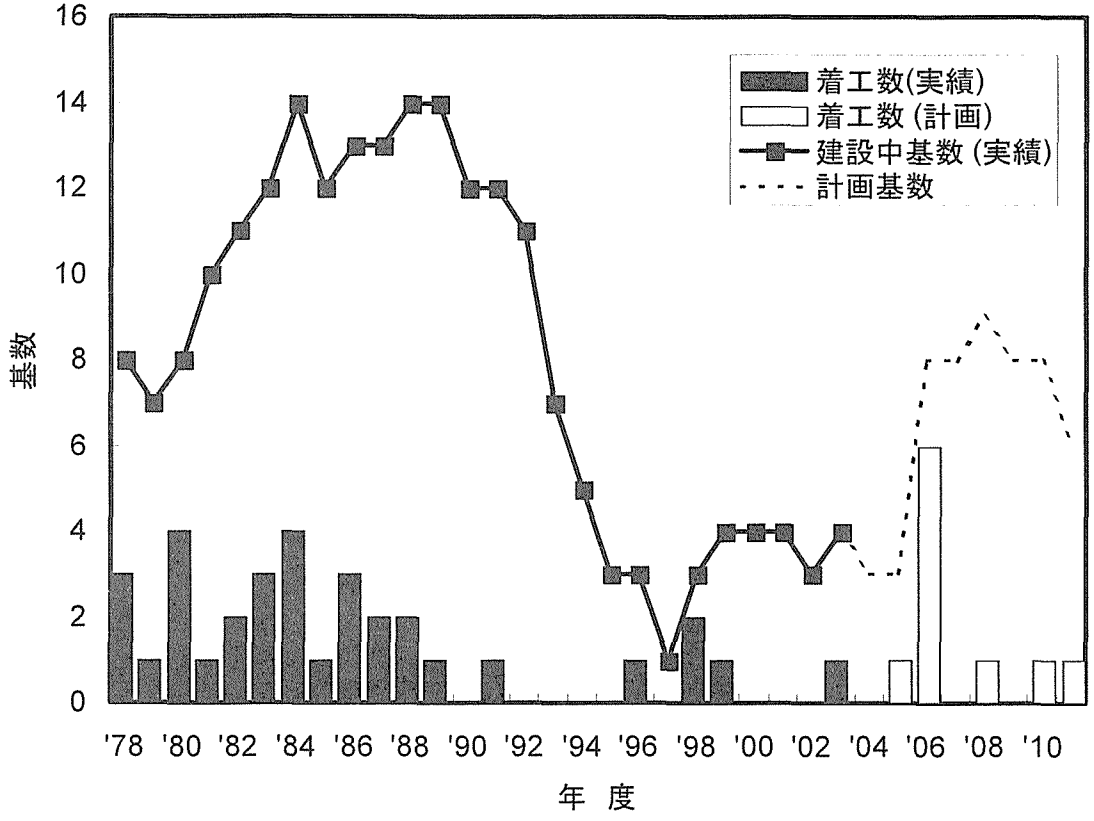
■ 原子力プラントメーカは、国、事業者とともに、５２基の建設と運転に貢献（国策民営下での推進、改良標準化計画や電力共同研究等で推進）。



HITACHI
Inspire the Next

1. プラント建設実績と今後の見通し (続き)

- 近年，電力需要の鈍化と電力自由化などの影響を受け、原子力発電所建設計画が後ろ倒し。
- メーカとしては「今後の１０年間が非常の大事な時期になる」と認識。



(着工数 (計画) は電力各社の最新の供給計画に基づく)

2. 原子力プラントメーカの役割

- エネルギー基本計画 (2003年10月) において下記2点が明記
  - ϒ 原子力発電は安全の確保を大前提に基幹電源として推進
  - ϒ 核燃料サイクル政策を推進することが国の基本的な考え方
- プラントメーカの主たる役割は、

  基幹電源と位置づけられた原子力発電所・サイクル施設を、

  安全性・信頼性が高く、

  経済的にも優れた、

  製品として、電気事業者等に提供すること
- したがって、技術力の維持発展がプラントメーカの責務（エンジニアリング、設計、建設・試験・試運転、運転中の点検・保守・改造の技術力）

2. 原子力プラントメーカの役割 (続き)

■ 短・中・長期の取組み方針の明確化

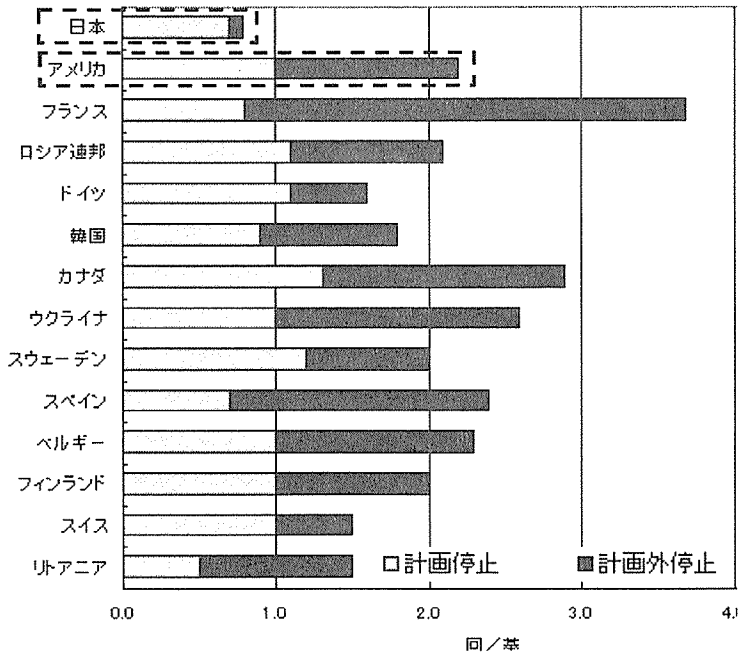
- ϒ 短期：計画プラントの着実な建設、既設炉の利用率向上
- ϒ 中期：次世代軽水炉、革新的中小型炉などの開発
- ϒ 長期：高速炉燃料サイクルの開発

■ メーカとして，これらの課題に対して積極的に取り組む。

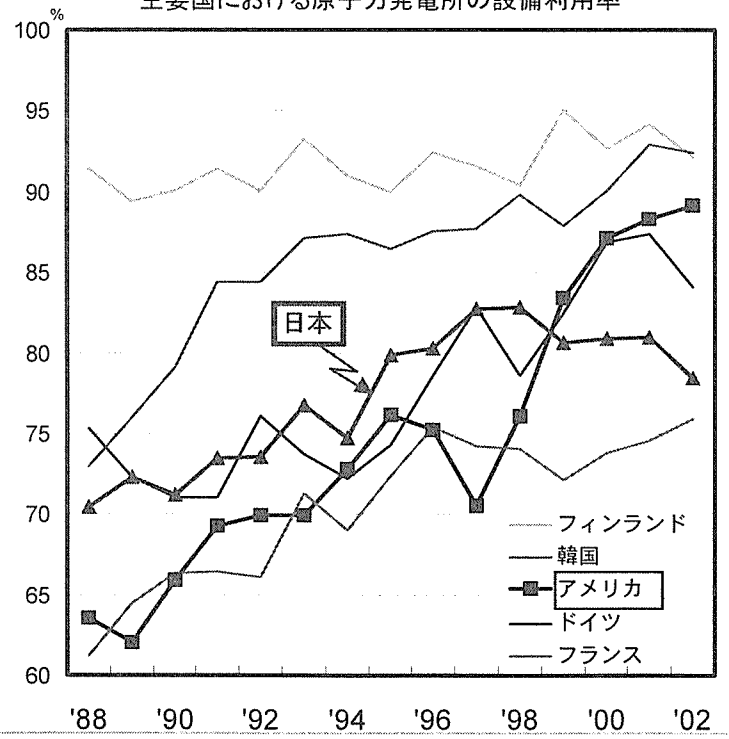
3. 原子力産業界の現状

■ 現状は、計画外停止頻度は非常に低いにもかかわらず、設備利用率は、主要国より低い。

各国の原子炉停止頻度*



主要国における原子力発電所の設備利用率



*IAEA-PRIS (Power Reactor Information System)データより算出 (2001年)

NUCLEONICS WEEK 等から算出 (出典：原子力ポケットブック)

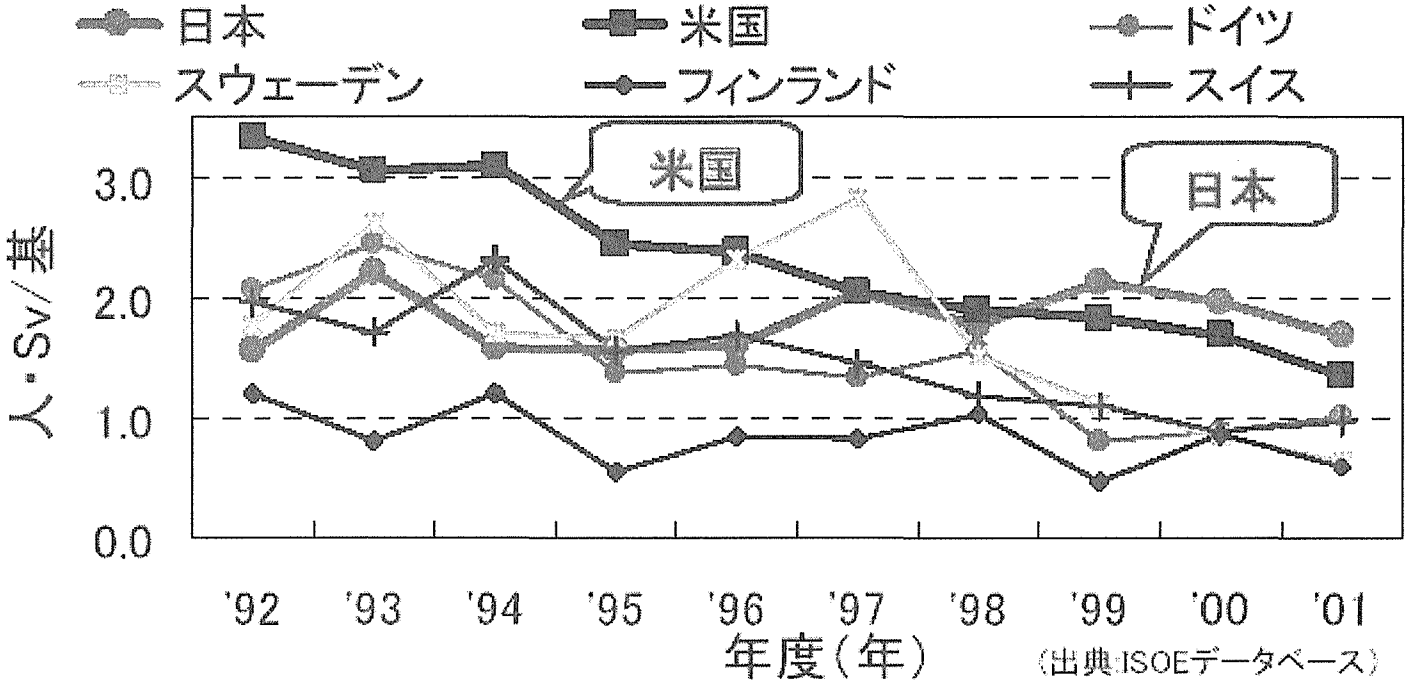
河原-7

Nuclear Systems Division

HITACHI
Inspire the Next

3. 原子力産業界の現状 (続き)

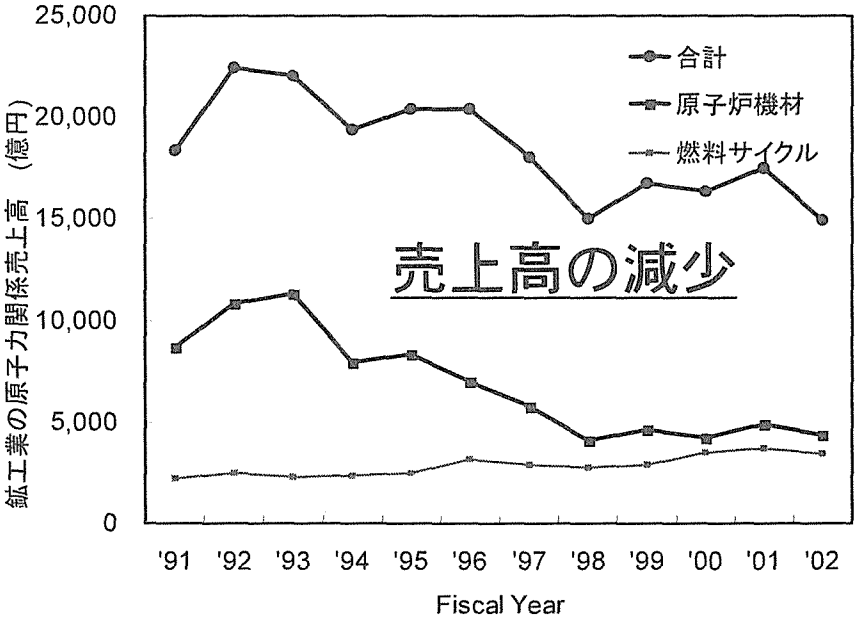
■ また、停止頻度が低いにもかかわらず、保守点検作業量が多く、従事者被ばく量は多い。

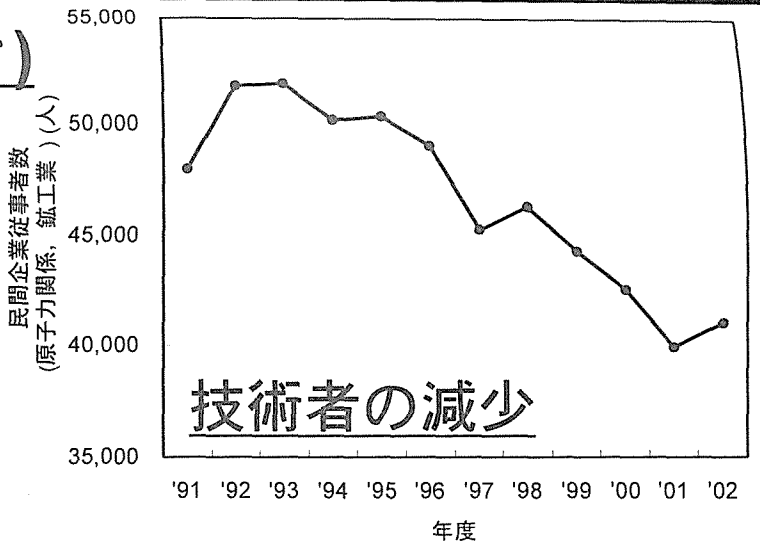


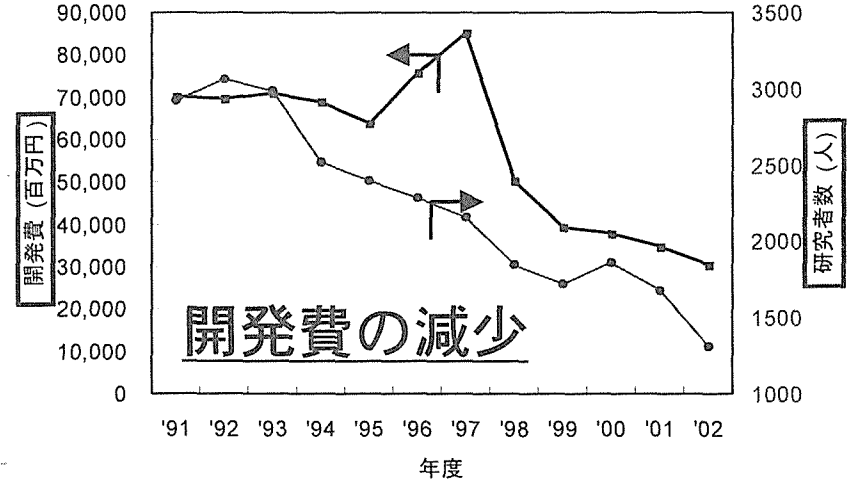
BWR各国の一基当たりの年被ばく線量の推移

3. 原子力産業界の現状 (続き)

■ 売上高の減少による技術者の減少、開発費の減少が現実のものとなりつつある。



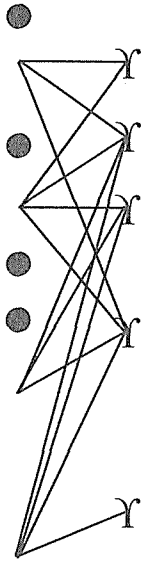




出典：原子力産業実態調査報告 (2002年度，原産)

4. 今後取り組むべき事項

- 我が国では，環境と調和しつつ、長期に亘り安定にエネルギーを供給し続けるためには、原子力に関する技術を維持発展させることが不可欠。
- アジアにおける原子力貢献も、日本として重要な責務。
- このため，下記の事項に取組んでいくことが必要。



原子力技術者のモラル維持

原子力施設の安全性・信頼性確保

設備利用率向上・発電コスト競争力向上

技術、人材維持発展

- セイフティカルチャーの不断の徹底
- 原子力研究開発の積極的推進
- 運転保守技術の体系的蓄積と評価に基づく保全活動推進、技術力の維持発展の積極的推進
- 科学的合理的な規制 (リスクインフォームド規制など) の早急な導入に官民あげての取組みが必要
- 大学、新統合法人、電気事業者、メーカ、並びに原子力専門機器メーカなど全てを含めた、総合的な原子力推進政策の策定が不可欠

The 37th JAIF Annual Conference

For Establishing a Mechanism to Secure Nuclear Safety

- Missions of Plant Manufacturers -

April 22, 2004

Akira Kawahara

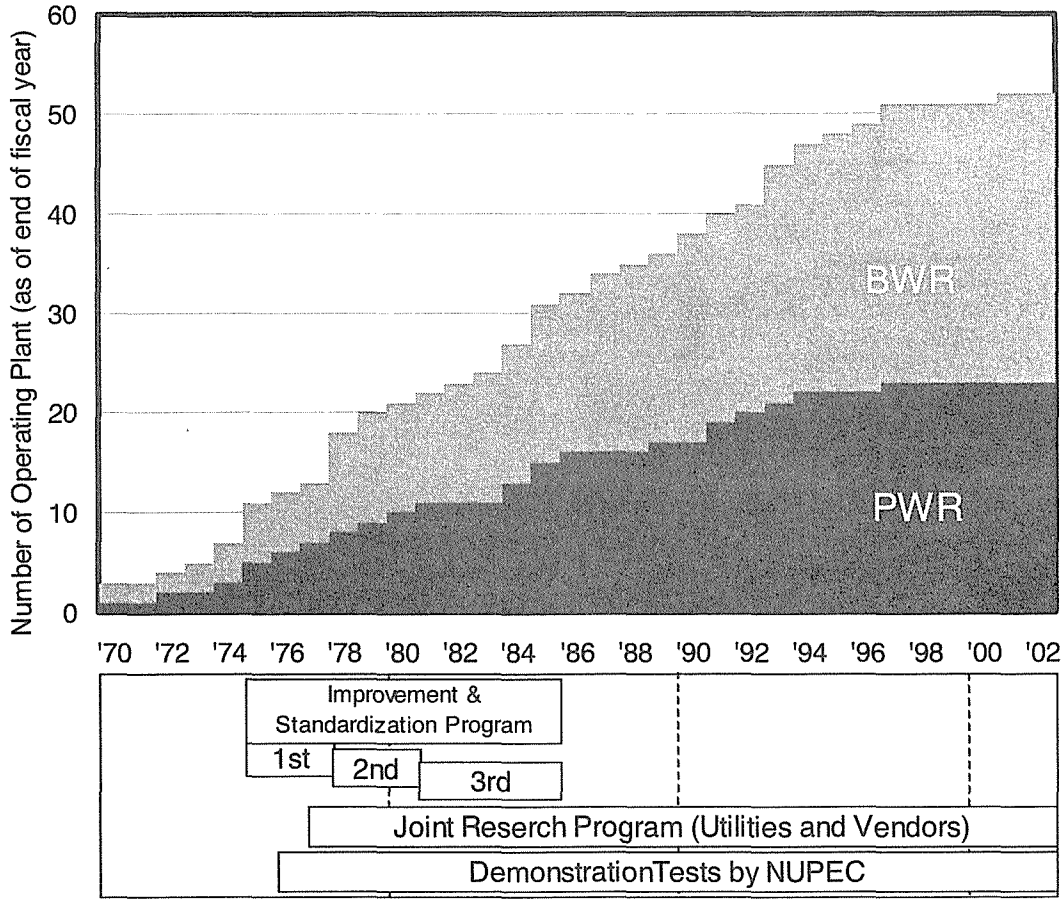
Hitachi, Ltd.

Contents

1. Achievements and Future of Plant Construction
2. Mission of Plant Manufacturers ("Nuclear Vendors")
3. Status of Nuclear Industry
4. Items to Deal with

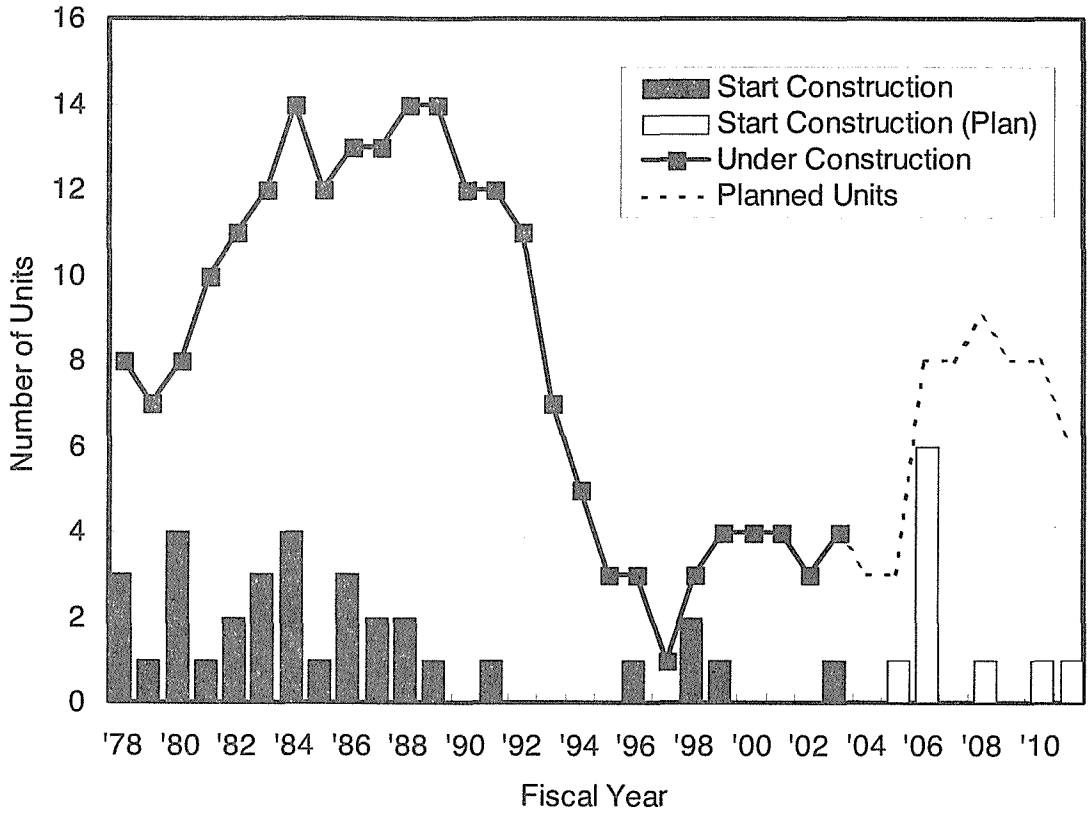
1. Achievements and Future of Plant Construction

- Nuclear vendors have contributed to the promotion of nuclear power production by close cooperation with government and electric power utilities, construction 52 units.
- Under the national policy of promoting nuclear, "Improvement and Standardization Program" and Joint research program of Utilities and Vendors contributed this achievements.



1. Achievements and Future of Plant Construction (cont'd)

- Recent trend of electricity demands relaxation and deregulation of power industry have slowed down NPP constructions
- Nuclear vendors share the view that ***"A decade ahead is of critical importance"***



("Planned" number is based on supply plans of electric utilities as of April 2004)

2. Mission of Nuclear Vendors

- Japanese Government Basic Energy Plan (October, 2003) stated that:
  - Nuclear Power will be promoted as the basic power source with secured safety as a prerequisite.
  - Promoting nuclear fuel cycle is a basic policy of Japanese government.
- Major mission of Nuclear Vendors therein is:

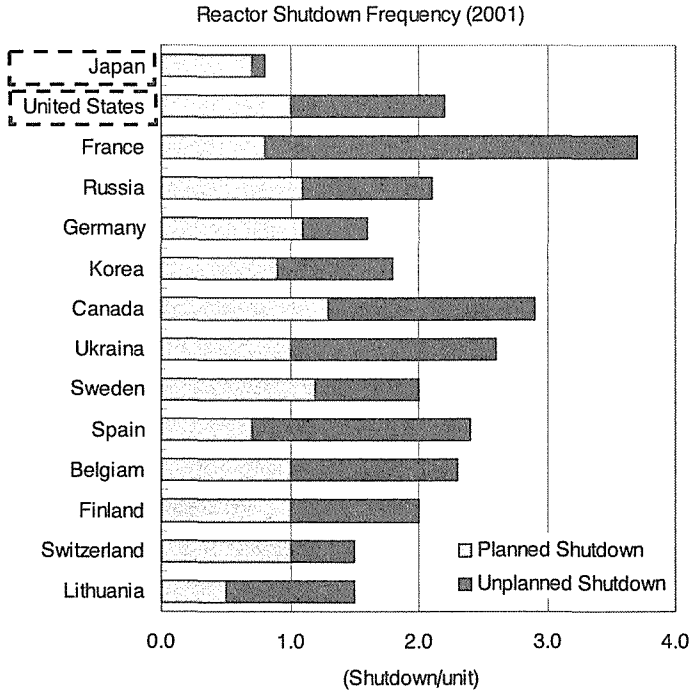
  to provide utilities with safe, reliable and economically competitive nuclear power plants and nuclear fuel cycle facilities, which are placed as a basic power source.
- Nuclear vendors are required to preserve and improve their technical capabilities (engineering, design, construction, tests and commissioning as well as inspections, maintenance and refurbishing of the plants).

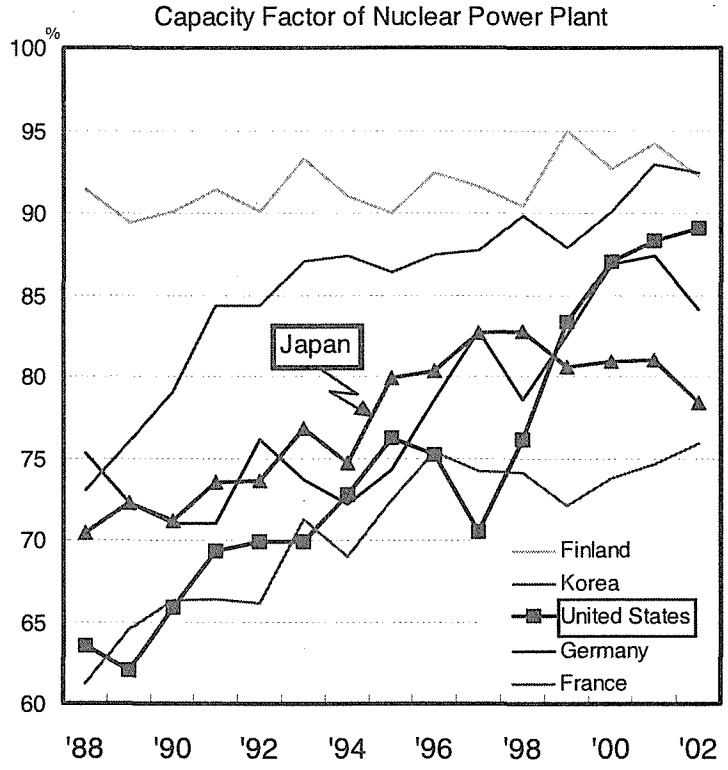
2. Mission of Nuclear Vendors (cont'd)

- It is essential to clarify programs in the near-, mid- and long-terms.
  - Near term: Scheduled construction of new plants and performance (capacity factor) improvement of existing plants
  - Mid term: Development of next generation LWRs and innovative SMRs (Small and Medium Reactors)
  - Long term: Completion of the fast breeder reactor and its nuclear fuel cycle
- Nuclear vendors will take part in positively these intensive R&D programs

3. Status of Nuclear Industry

- Although frequency of unplanned shutdown is very low, capacity factor is not good as other countries.





*Calculated based on IAEA-PRIS (Power Reactor Information System) (2001)

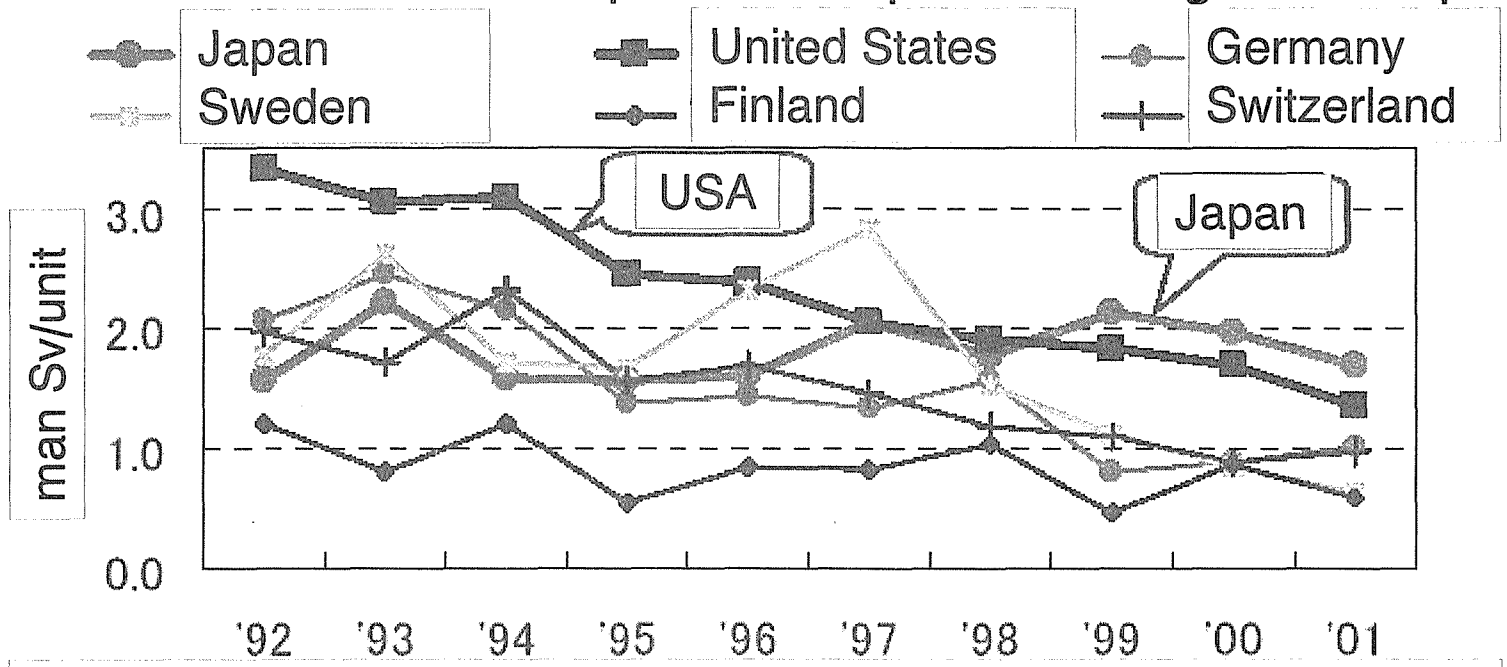
Based on NUCLEONICS WEEK etc. (Cited from "Nuclear Pocket Book")

Nuclear Systems Division

河原-17

3. Status of Nuclear Industry (cont'd)

- Shutdown frequency is low, however, due to extensive maintenance work, occupational exposure is higher in Japan.

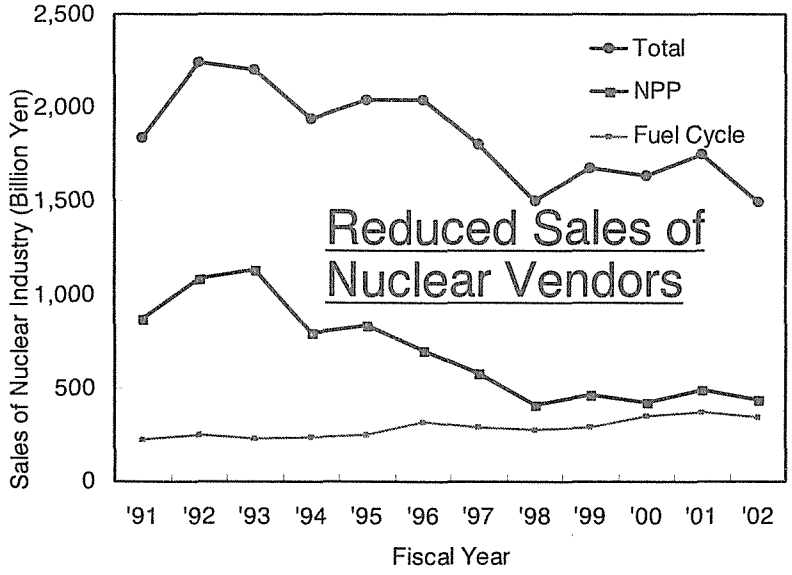


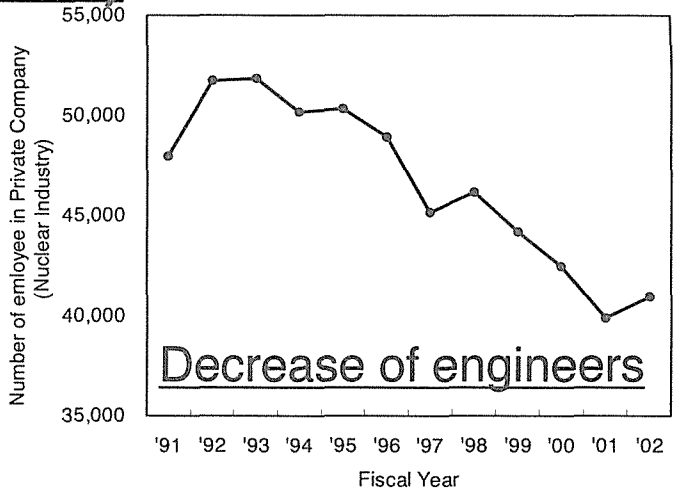
BWR Annual Occupational Exposure per unit per year

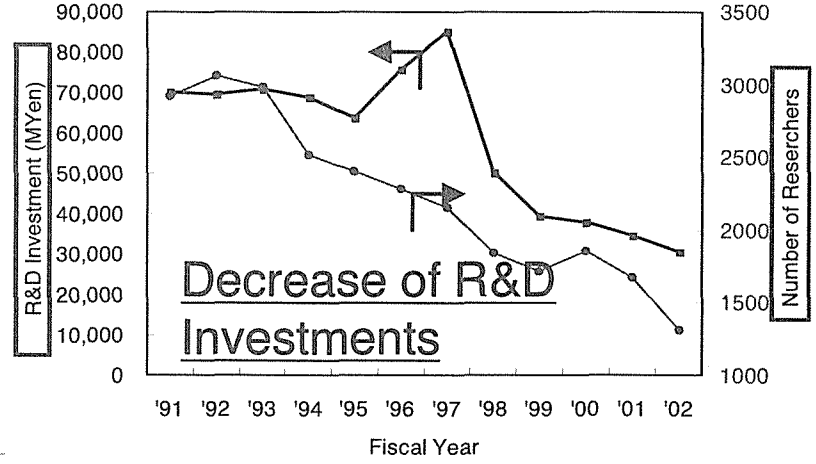
(ISOE Database)

3. Status of Nuclear Industry (cont'd)

- Reduced sales of nuclear vendors caused the declining number of engineers and the declining R&D investments.





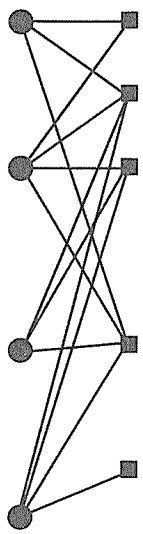


Source: "Nuclear Industry Status Report," JAIF, 2002

Nuclear Systems Division

4. Items to Deal with

- Preservation and upgrading of nuclear technologies are indispensable to secure stable energy supply, while being in harmony with environment.
- Contribution of Japan in Asian Nuclear promotion is an important role.
- Top priorities for nuclear vendors are:



To maintain moral of nuclear engineers	Continued practice of Safety Culture Intensive R&D Program
To ensure safety and reliability of nuclear facilities	Conservation of plant integrity by systematic accumulation and evaluation of O&M experiences. Intensive preservation and upgrading of technological capabilities
To improve capacity factor and cost competitiveness	Soonest introduction of scientific and rational regulations (e.g. risk-informed regulation)
To preserve technologies & human resources	Comprehensive policy-making is absolutely needed involving universities, the new united body of JAERI and JNC, electric utilities, nuclear vendors and specialized nuclear component suppliers

原産年次大会資料

新しい安全規制・検査体制への取組み状況

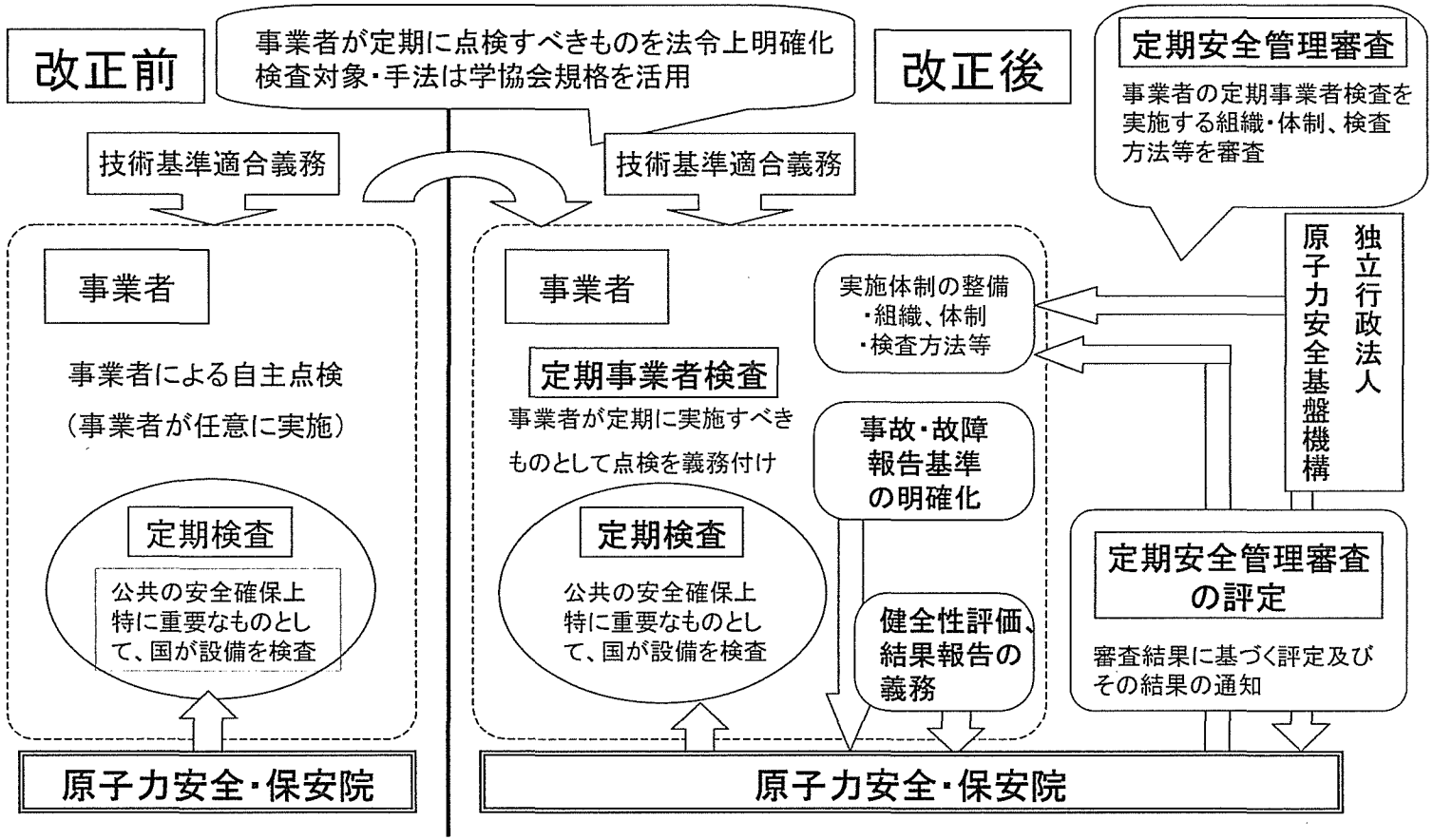
平成16年4月22日

関西電力株式会社

副社長　岸田　哲二

原子力安全規制改革の概要

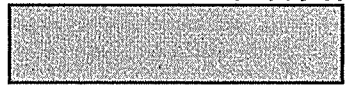
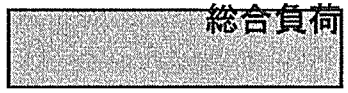
1



【軽微な事象を含めた情報の収集・提供体制の整備】

【事業者及び規制当局による積極的な情報公開】

定期検査・定期事業者検査の実施状況

ユニット	定検工程	検査件数
美浜1号機 第20回	解列：H16.1.14　並列：H16.3.2 総合負荷：H16.3.26  （解列～並列　49日間）	定期事業者検査 105件 定期検査 46件 安全管理審査
高浜3号機 第15回	解列：H15.12.18　並列：H16.3.8 総合負荷：H16.4.6 （解列～並列　82日間）	定期事業者検査 107件 定期検査 48件 安全管理審査
大飯2号機 第18回	解列：H16.2.9　並列：H16.3.24 総合負荷：H16.4.20  （解列～並列45日間）	定期事業者検査 99件 定期検査 50件 安全管理審査

定期事業者検査、定期安全管理審査制度の導入結果

3

[良かった点]

１．品質・透明性向上	・規制要求事項に対する検査要領の明確化 ・不適合管理・是正処置の標準化
２．スキルアップ	・説明責任の明確化で、社員の力量が向上
３．意識高揚	・社内標準、検査方法や品質記録の改善点を認識
	・強い使命感・責任をもって検査実施
４．検査業務推進	・(独) 原子力安全基盤機構は、休日夜間も検査対応 ・保安規定に基づく合理的判断

[今後の課題]

・検査対応業務量増加で残業、休日出勤が増加

・品質記録類は充実したが、現場での指導時間が減少

事故・故障報告基準の明確化
軽微な事象を含めた情報公開体制の整備

○原子炉施設の事故・故障に係る国への報告基準を、事業者が的確に判断できるよう、可能な限り定量化・明確化

○事業者は、国の報告基準に満たない事象であっても、安全に係わる情報を積極的に共有・公開
（インターネットホームページ「ニューシア」の運用開始）

[良くなった点]

・事業者が自主的・積極的にトラブル情報を公開するようになった

・報告基準が明確となり、軽微な故障の復旧が迅速に行えるようになった

[今後の課題]

・今後とも、より安心していただくための情報公開に努力

今後の主な課題

○科学的・合理的判断に基づく運転・保守の推進

・トラブル情報、リスク情報に基づいた
保全計画の推進

・維持基準の整備

○信頼の回復

・品質保証体系の継続的改善による
保安活動の透明性向上

・原子力発電情報公開ライブラリー
「ニューシア」の本格運用による情報公開の推進

安全・安定運転

⇩

設備利用率の向上

平成16年4月19日版

原産会議年次大会　セッション2（キーノート発表原稿）　全文

電　力　総　連
笹　岡　好　和

題　目：安全確保と安心における労働組合としての取り組みと役割

本日は、今回のテーマである「長期展望に立って向こう十年間に何をすべきか」について、原子力産業を現場で支える労働者の一員として、安全確保と安全規制における労働者の視点から、事業者をはじめ、産業界、行政監督官庁に対する意見提起を含め、これまでの取り組み内容を踏まえ、今後10年間における我々の果たすべき役割について述べたいと思います。

私達、全国電力関連産業労組合総連合をはじめとした労働団体は、発電所の建設に始まり、発電開始後の運転、メンテナンスや発電所構内の清掃関連に至るまで、原子力施設に関わる全産業の現場の労働者を組織化しておりますが、これは、単に労働条件の改善ということではなく、現在を含め将来に亘って、原子力施設に従事する労働者の放射線下労働における労働安全衛生を確保することや、労働災害を未然に防ぐことも大きな目的の一つであります。

日本は唯一の被爆体験国でありながら、脆弱な日本のエネルギー供給構造を改善するために、原子力発電をエネルギー供給の根幹に位置づけ、その開発と推進に国を挙げて取り組んできましたが、私達現場で働く多くの労働者も、安全確保大前提に、その政策に賛同し、現場で支えてきた自負があります。

また、現場労働者の視点から、様々な政策提言や意見提起を事業者ならびに行政に対し行い、安全かつ安心な発電所作りを現場の労働者一体となって目指してきたものであります。

そして、昭和30年代前半の原子力発電と原子爆弾が同意語的時代背景の中にあっても、将来に亘ってエネルギー供給に支障をきたさないよう、施設と労働者の安全確保を大前提に原子力発電を導入以来、原子力に対する政策や放射線下労働についての提言を数次に亘り行うなど、精力的に活動して参りました。

具体的には、国会、審議会を通して多くの国民や行政に対し、あるいは連合というナショナルセンターを通して多くの労働者に対し、資源エネルギー政策について意見提起を行うとともに、職場の安全確保につながる放射線下労働問題については、ICRPの勧告に基づく独自の統一指針の作成や、JCO事故以降の緊急時被爆医療に関するガイドラインの作成など、労働者が安心して従事できる職場環境整備に関する政策に積極的に関わってきました。

しかし、私達がエネルギー政策以上に安全に対して厳しく対応してきたのは、自らの安全確保もさることながら、施設で働く労働者の安全確保を重視することが地域住民はもとより、国民全体の安全確保に繋がると考えるからであります。

大きな事故は些細な事故の積み重ねから起こるものと考えられています。私達
大きな事故が決して発生しないよう、ほんの些細な事から安全を考え、現場での
働災害の撲滅には、常に精力的に最大限取り組んでいるところです。

そういった観点から、原子力の安全について考える場合、確かに様々な規制や
術基準によって施設の安全が確保されていることは間違いない事実であります。
かし、技術基準においては、その製品を製造、あるいは修繕する労働者が基準を
保しているように、安全をより一層に確実なものとしているのは、規制等の条文
はなく、それを忠実に遵守している労働者の技術・誇り、そして心の中にあると
えています。

また同時に、安全だけでなく、地域住民をはじめとし、国民全体の原子力に対
る安心感や信頼感を獲得するには、単に安全、安定運転の積み重ねだけでなく、
場でまじめに働く労働者の姿が見えることが大切であると考えています。

さらに言うなら、安全確保には、労働組合と事業者、事業者と行政などが、馴
合いの無い緊張感のある関係の中で、互いに協力し、協調するといった一体的な
り組みが引き続き重要であると考えています。

では、そのような安心感や信頼感のある原子力とはどういったものでしょうか。

一昨年の電力会社の原子力不祥事発生は、大きな社会問題となりましたが、その
発生直後に私たち電力総連は「安全と安心そして信頼回復」に向けた取り組みと
て「信頼回復委員会」を独自に立ち上げ、平成15年4月「信頼回復に向けての方
について～私たちの反省と決意」をまとめ、電力関連産業に働く23万人全体とし
その再発防止対策に真剣に取り組み始めました。

具体的には、自らが労働組合の責任において実現可能な取り組みとして、法令や
社会的信頼ベースに事業運営を支えるためには、「原子力発電所に働く者の心合わせ
ができることが安全の基本」であり、会社や組織を超えて「コミュニケーションに
よる職場の小さな疑問・質問が集約」できることが、経営チェック機能の強化や風
通しの良い職場風土を醸成する。そしてそのことが個人の行動倫理や規範のあり方
に繋がると確信しております。

そして、原子力関連施設に働くすべての労働者同士の連携については、電機、重
機産業と電力会社の各労働組合が中心となり昭和49年に設立し、本年で30周年を
向かえる「三労連原子力問題会議」を基軸に、今後とも精力的に活動していくこと
としています。

過去において労働界にも、原子力発電が思想信条やその他の理由により絶対受け
入れないと考えている団体が少なからずおりました。これまでにも、原子力発電の
必要性をあらゆる場面を通じ多角的に運動として理解活動を進めて参りましたが、
1989年「日本労働組合総連合」の結成を契機に、それまで労働組合の綱領や運動方
針に反原子力を掲げていた組合に対し、積極的な理解活動を行った結果、700万人連
合の中では「反原子力運動」を唱えている組合はほんの僅かとなりました。ひとり
でも多くの働く仲間に原子力を正しく理解していただくことも、安全で安心でき、
信頼される原子力には欠かせない運動の一つだと私達は考えています。

電力関連産業は、規制緩和や全面自由化を控え、競争の激化の中で働く職場が激変しております。その様な「市場の進化」の中にあっても決して忘れてはならないことは「労働組合としての社会的責任」としての「安定供給」「ユニバーサービスの確保」そして「安全・安心・信頼の確保」であります。

最近は企業の社会的責任が大きく取り上げられてきていますが、労働組合も経営へのチェック機能などを様々な機会を通して、あらゆる不正を決して許さない企業体質の構築と、よりよい安全確保策の検討など原子力安全に関する社会的責任を果たす必要があると考えています。

最後に、私見ではありますが、幾つか述べて終わりにしたいと存じます。

まず、原子力産業に働く原子力技術者、技能者、作業員は１０万人を超えているが、労働組合の組織化率は低く、元請、一次、二次そして最大六次までなる重層構造の中での安全確保・技術継承に大きな課題が見受けられます。職場第一線の小さな疑問や質問に対して適切に応えられる体制作りが「内部告発」という最悪な事態に繋がらないと考えております。

また、昨今課題として大きくクローズアップされている人材育成などを考慮すれば、「労働組合として、重層構造の課題である心あわせをいかに確保するのか」とのテーマに早急に対応すべきと考えています。具体的には、労働組合の組織化こそが一体化して「日本の原子力を生み育てる」ことに繋がると考えております。

また、電力会社ごとに異なる、原子力産業に働く労働者の「統一的技術・技能評価基準の策定」による技術・技能の継承と教育訓練の体系化が急務と考えている。一つの手法として原子力産業を統括する団体がリードした「厚生労働省指導による、職業能力評価手法を活用する体系化」も考えられます。

従来以上に、労働組合自ら「原子力発電の必要性を訴え」学校教育の場においてボランティアとしてのPAが出来るようあらゆる機会を通じて意見提言を行って行きます。

以上

第37回原産年次大会　セッション2

安全確保と安心における労働組合としての取り組みとその役割

「長期展望に立って向こう10年間に何をすべきか」
労働者の視点と考察

笹　岡　好　和

全国電力関連産業労働組合総連合（電力総連）

はじめに（1）

- 私たち労働団体は、発電所の建設やメンテナンスメーカーから構内の清掃業者に至るまでの原子力施設に関わる全産業における放射線下労働問題や地域住民への理解要請など、様々なものに取り組んできた。

電力総連

はじめに（2）

- われわれの考えるエネルギー確保の基本原則は、安全性と環境配慮であり、特に、昭和30年代前半から原子力に対する政策提言については、精力的に活動してきた。

電力総連

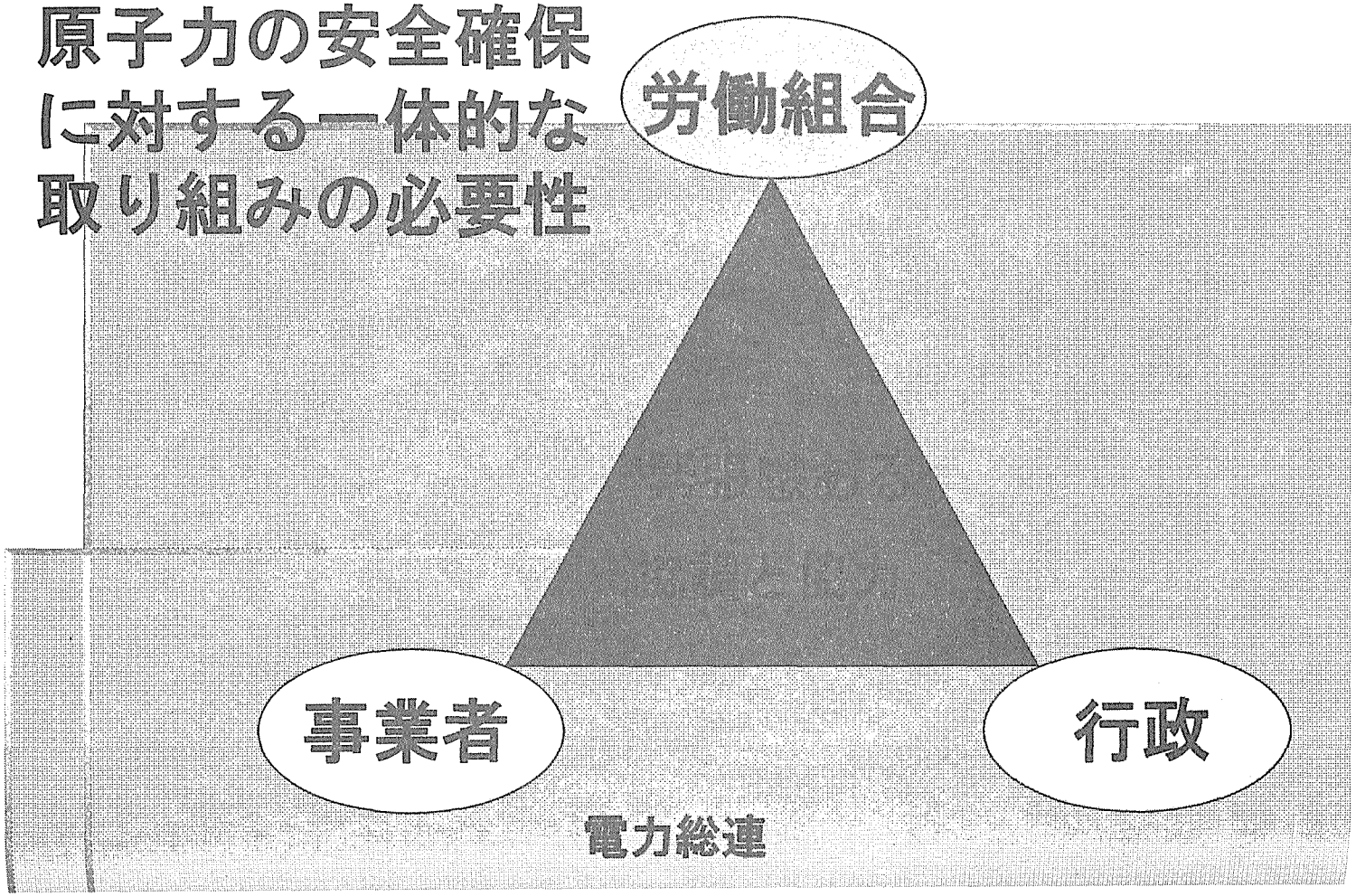
安全は人が原点である

- 安全に関しては、現場で働く労働者の安全確保が地域住民はもとより国民の安全確保に繋がるとの認識から、労働災害の撲滅には、常に精力的に最大限に取り組んでいるところである。

安全な職場環境の確保＝原子力全体の安全確保

電力総連

原子力の安全確保に対する一体的な取り組みの必要性



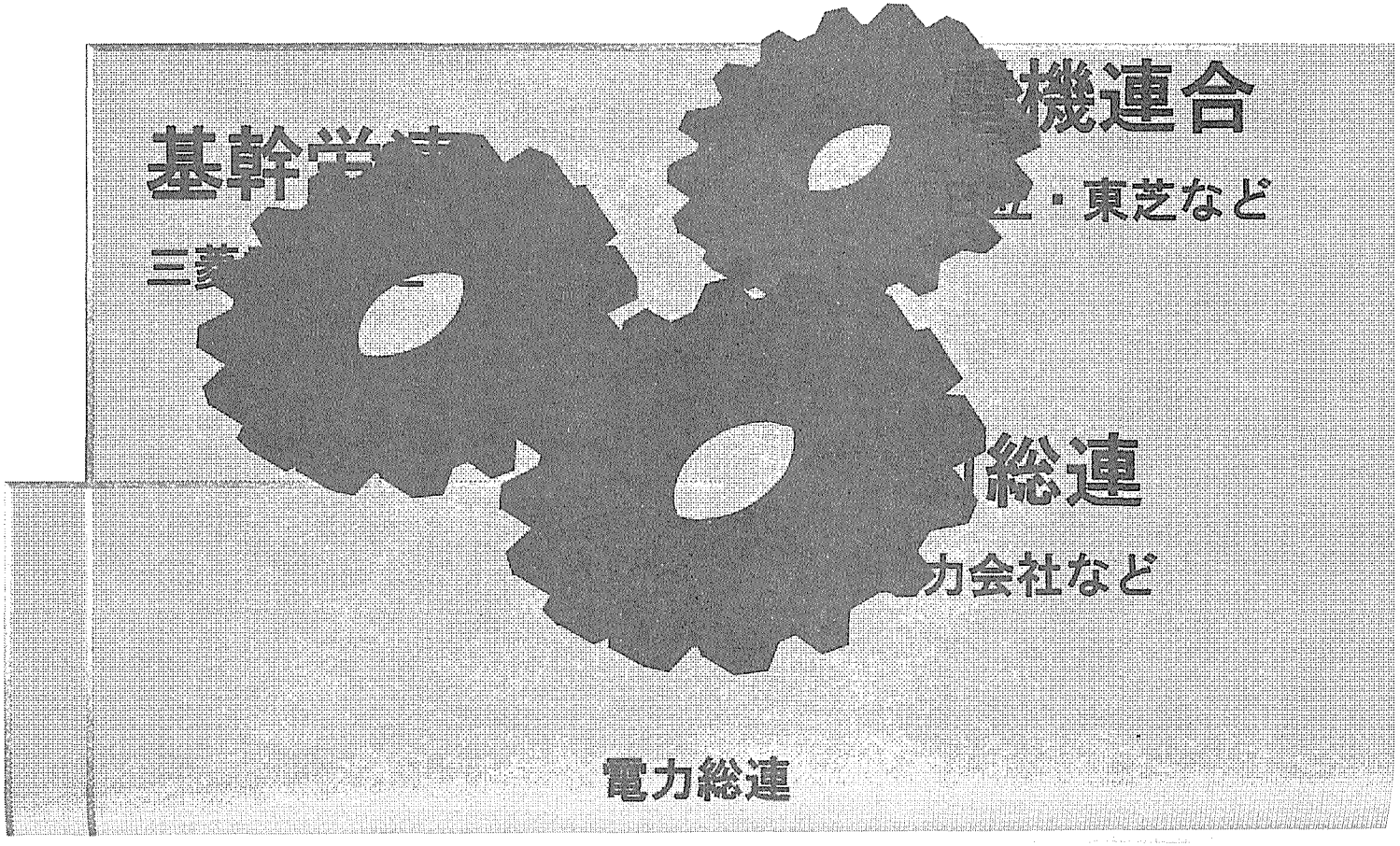
信頼回復に向けた取り組み

「信頼回復委員会」での取り組み方針

- 経営チェック機能の強化、
- 企業倫理の確立、
- 個人の行動倫理の確立
- 現場の原子力発電所に働くすべての労働者同士の連携強化

電力総連

三労連原子力問題研究会議の枠組み



労働組合の社会的責任の確立に向けて
(Union Social Responsibility)

- 「安定供給の確保」
- 「ユニバーサルサービス」の確保
- 「安全・安心・信頼」の確保

労働組合も経営へのチェック機能などを通して、よりよい安全確保策の検討など原子力安全に関する社会的責任を果たす必要があると考えている。

電力総連

原子力産業に夢と誇りを持って働くためには

- 安全確保を大前提とし、
- 技術をいかに継承するか
- 第一線までの労働者をいかに組織化するか
- 職業能力をいかに評価し、基準化するか
- 教育訓練の体系化をどう実現するか
- 人材育成をどのように行うか

電力総連

第３７回原産年次大会　セッション２
パネル討論　佐々木院長説明原稿

○　原子力安全・保安院は、平成１４年に明らかとなった原子力発電所における一連の不正問題を踏まえた電気事業法及び原子炉等規制法の改正を通じ、原子力安全規制を抜本的に見直したところであります。具体的には、事業者の品質保証活動に対する監督の強化、法律上の義務としての定期事業者検査制度の導入及び経年変化した設備の健全性評価制度の導入等が行われました。原子力安全委員会による「ダブルチェック体制」も強化されました。また、昨年１０月からは、独立行政法人原子力安全基盤機構が発足し、国が行う検査の一部を実施するなど、原子力安全・保安院とともに原子力安全確保に向けての活動を行っております。

○　原子力安全・保安院としては、まずはこの新たな原子力安全規制制度の定着化を図ることが最優先課題であり、検査官の資質向上などに取り組みながら、職員は常に緊張感を持って業務に当たっております。事業者におかれても今般の制度改革の趣旨を肝に銘じ、自らの現場や協力会社などの末端まで含めた企業グループ全体における安全文化の構築とコンプライアンスに万全を期し、新しい規制の下で原子力の安全を着実に積み上げていただきたいと思います。

また、我々は、本年４月１日付けで原子力安全広報課を新設したほか、平成１６年度より原子力安全広報のための予算を新規で確保しました。これにより、原子力安全についてのニュースレターを立地地域の皆様全戸に配布するなど、規制活動についての国民に対する広報・広聴活動を一層強化しており、原子力安全に対する国民の信頼の回復と安心感の醸成に全力で取り組んでいるところであります。

○　我々としては、現行の安全規制制度に安住することなく、常に科学的・合理的な判断の下、透明性の確保に配意しつつ、不断の見直しを行うこととしております。

今後、まずリスク評価やパフォーマンス評価を活用した検査制度の見直しに取り組み、定期検査等をより客観的かつ合理的に実施することを目指していきます。また、放射性廃棄物については、国際的動向に配慮しつつ、高レベル放射性廃棄物処分に係る法制度の検討や原子力施設の廃止措置に伴って発生する廃棄物のうち「放射性廃棄物として扱う必要がないもの」であると判断するためのクリアランスレベルを盛り込んだ制度の整備などを行う予定

であります。核燃料サイクル関係については、六ヶ所再処理施設の運転計画や将来の MOX 燃料加工事業の展開を見通しつつ、設計、建設及び運転の各段階に必要な規制基準の整備などを行う予定であります。

次に、中長期的には原子力安全基盤研究の推進、原子力安全に関する人材基盤の確保など、安全規制に係る技術基盤の強化に取り組んでいきたいと考えております。安全基盤研究については、産学官による役割分担と連携・協力を進め、より効率的な事業の実施に努めて参ります。また、人材基盤については、規制当局や産業界における世代交代が進む中で、技術の継承が喫緊の課題であるとの問題意識を持ちながら、人材確保のための教育・訓練機関の整備、若手人材の確保などについて検討を進める予定であります。

このほか、検査のみならず原子力施設全般にわたりリスク情報を活用し、相互に整合性の取れたより効果的で効率的な安全規制の実現を目指します。加えて、TRU 廃棄物やウラン廃棄物については、原子力安全委員会の検討結果を踏まえつつ、安全規制制度の整備に向けた検討を行うこととしております。

○　今後安全規制を見直す場合は、科学的・合理的に行うとともに透明性を確保することが重要ですから、国、事業者、科学的専門家等の規制に関係するステークホルダーが同じ場所で議論し、そのプロセスを公開しつつ検討を進めていくことが必要であります。また、事業者が科学的・技術的根拠に基づき規制の合理性を主張する点については、規制側もこれを真摯に検討していくこととといたします。例えば、事業者が現場における運転・保守の経験を踏まえつつ、点検の対象機器・箇所や頻度、保守管理の方法を決定する際に、リスク情報を活用して保安活動をより効果的なものにできる可能性も見込まれるのであり、こうした分野などにおいて事業者による自発的な検討を期待しております。

○　原子力安全・保安院としては、まずは現在の新しい安全規制の定着化を通じて規制の実効性を高め、規制の信頼性を向上すべく努力を重ねていく所存であります。また同時に、常に最新の科学技術水準を意識しつつ原子力安全確保体制をより望ましいものにすべく不断の検討を行って参りたいと思います。

○　以上で私の説明を終了いたします。ありがとうございました。

JAIF Conference 2004

Tokyo, Japan

Introduction Slide 1

Thank you for the opportunity to be here with you today. I am honored that you have asked me to contribute to this conference.

I have been asked to speak on the United States nuclear industry efforts to successfully build a reasonable, scientific based safety regulation system in cooperation with the Nuclear Regulatory Commission. In addition, I have been asked to speak on our industries self-initiated efforts toward improved safety assurance. Fortunately, the two are not mutually exclusive. Each one of these activities has complimented the other.

As an industry, we have made progress moving toward more risk informed and performance based regulation. We have worked with the Nuclear Regulatory Commission to re-structure much of the legacy regulation that was developed in the 1960s. This is regulation that was primarily based upon worst case scenarios and unsophisticated analytical tools, which resulted in deterministic, prescriptive regulation that did not focus on risk significance. And although we have a long way to go in this area, we have had many successes. Successes we needed to overcome the well intended but massive amount of regulation developed in the post Three Mile Island era. Regulation that was needed to help regain the confidence of the public but also regulation that often distracted the licensee from more risk significant safety issues.

Slide 2

Some of the successes include diesel generator reliability, the maintenance rule and the reactor oversight process. The diesel generator reliability initiative moved the focus toward more rigorous cause evaluations and corrective actions for all failures. It also triggered a programmatic review performance demonstrated an inability to meet reliability targets. The maintenance rule drove monitoring of train, system, or plant level performance depending on risk importance. The rule pushed the use of probability risk assessment for defining function and monitoring criteria while trying to balance reliability and availability. The maintenance rule also required plants to assess and manage risk when performing maintenance activities in all reactor modes. And, of course, the reactor oversight process provided a very transparent, focused and objective method for identifying declining performance.

This is quite a bit of change, with more needed. But I think it is important to point out that the change has occurred over the course of the last fifteen years. That may seem like a long time to change regulation. But, let me describe the general process we go through as we interact with the Nuclear Regulatory Commission on an issue.

We have since 1987 been working on a change to the way we license nuclear power plants. That change started as a meeting of an industry group to discuss the licensing process and the desire to make the process more timely. We, as an industry, were concerned that new plant development would be hindered by a protracted license phase. There was a belief that a combined

construction and operating license process could be successful while maintaining the appropriate oversight from the regulator and the appropriate level of involvement of the public. The process started as a petition for rule making followed by public meetings to begin to get all the issues on the table. Our working group, which became part of NEI in the early 90s, spent many months and many meetings with the NRC staff developing the new rule which eventually became part of the regulation. The process took over five years. Certifications of new designs followed in 1998, 1999 and 2000. Sometimes we become impatient with the process but the exchange of information and the testing of ideas creates a stronger product, even if the timeline is long. Now we have a consortium of plant owners and vendors that will test this process. We may find the process is flawed in some way. And if we do, then we will once again engage with the staff to make the necessary changes. In fact we have an amendment in process currently to add information to the regulation from the lessons learned from the certification of designs process.

More than just regulation had to change for the industry and the Nuclear Regulatory Commission to come to consensus on the direction for updated regulation.

Performance of the nuclear units was good but not great entering the 1990s. So, even though there was a good case for updating regulation, the industry had lots of room for improvement before we could make a performance case.

Slide 3

One unique aspect of the nuclear industry in the United States and through out the world is our ownership of performance. In the late 1980s and early 1990s our industry performed a tremendous amount of benchmarking around the world looking for the programmatic and performance improvement we needed to move our overall performance toward excellence. Much of the benchmarking was driven through the Institute of Nuclear Power Operations (INPO). Through this benchmarking and drawing together as an industry, we developed principle documents through INPO that would help achieve excellence. Some of the principle documents included: Principles for Excellence in Operations; Principles for Excellence in Human Performance; and recently Principles for Maintaining a Strong Safety Culture. By outlining the attributes and behaviors that lead to excellence in operation and performance, we are able to hold ourselves accountable to a standard that has improved the performance of the entire industry.

Slide 4

The performance of the industry was driven by the leadership of the industry. Our leaders recognized that the best run and maintained plants, not only had the best performance indicators, but were also the most cost effective units. Peer pressure at the highest levels of our industry drove performance toward excellence and a high standard of safety. This was accomplished through sharing. Sharing operational experience, lessons learned, good practices and opening our plants to peer evaluations that take a hard look at how we are performing. You might ask why we would do all this. The answer

is for one simple reason. This reason holds universally across the entire world of nuclear power plants. Whatever happens at one unit impacts all units. Generally speaking, when we have a problem at one unit, it will drive activities at all of our units. This has been most recently demonstrated by the head corrosion at the Davis Besse plant.

Slide 5,6,7

You can see from these slides, the improvement in performance over the last decade. There has been improving and now stable production through 2003. **(SLIDE 6)** Capacity factor has improved and reflects the safety focus the industry has had. By focusing on safety significant issues, the plants can place their resources where they can make the most difference in performance. **(SLIDE 7)** Top to bottom of the industry we see the change. Even the lowest quartile of the industry has a fairly high capacity factor of almost 86 percent.

Clearly, we see the improved performance of our plants. This was really the entry ticket necessary to have the ongoing discussion with the Nuclear Regulatory Commission to change regulation.

Slide 8

For regulation to change, it takes leadership from the top of the Nuclear Regulatory Commission. The United States nuclear industry has been fortunate to have visionary leadership within the commissioners of the Nuclear Regulatory Commission. One of those visionary leaders is with us today, Chairman Nils Diaz. Guided by the Chairman's leadership, the regulatory commission has driven toward more risk informed, performance based

regulation. This is regulation based on better analytical models, better science and less cumbersome assumptions. And as good leaders, they recognized that all stakeholders had to be a part of the change. The change process had to be an open, public process, transparent in its proceedings. The results of the process, the products of the process, had to be part of the public record for all interested parties to see and use. This promoted an open dialogue for those in favor and those opposed to the change. Most importantly, this transparent process helped improve the public opinion of nuclear power and regulation in the United States. And this process helped to develop trust between the regulator, the industry and the public.

Slide 9

So, you can see that it has been a combination of things that has created the environment where the industry and the Nuclear Regulatory Commission can come together to develop reasonable, scientific based safety regulations. It has taken the recognition of the need for better regulation on the industries and regulators part with some early successes with improved performance of safety systems due to changed regulation. It has taken improved performance of the industry through benchmarking, sharing all aspects of our operational business and pursuing excellence through principles that set a high level of performance as a target. It has taken strong, visionary leadership on the part of the industry and the commissioners of the Nuclear Regulatory Commission. And finally, it has taken an open, transparent process to generate the trust of the public and all stakeholders.

This has not been a simple path or a short path for the industry. But, this has been a successful path because we have had a shared vision of strong safety performance and protection of the health, safety and welfare of the public as the guiding principle.

JAIF, 2004

Changing Regulation: A Cooperative Effort Between the Industry and the Nuclear Regulatory Commission

Charles M. Dugger
V.P., Nuclear Operations
Nuclear Energy Institute

Successes in Risk Informed Performance Based Regulation

- Diesel Generator Reliability
- Maintenance Rule
- Reactor Oversight Process

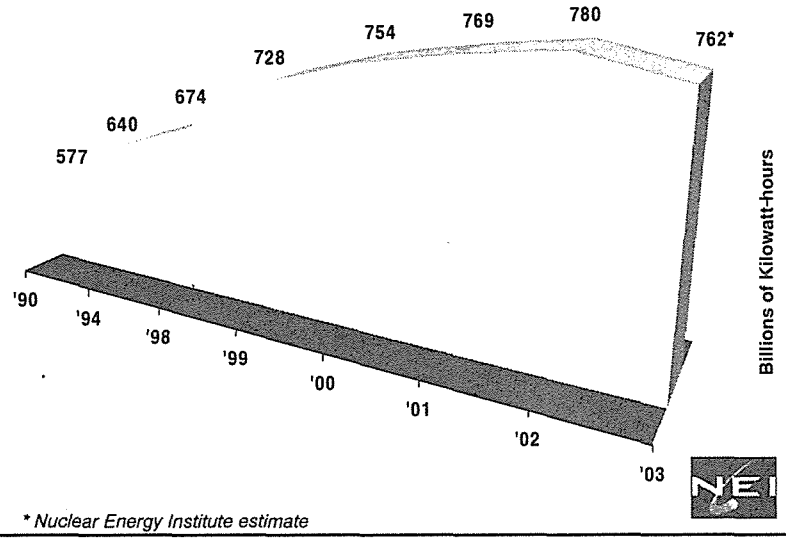
Ownership of Performance

- Benchmarking
- Principle Documents
- Accountable to a Standard of Excellence

Leadership and Sharing

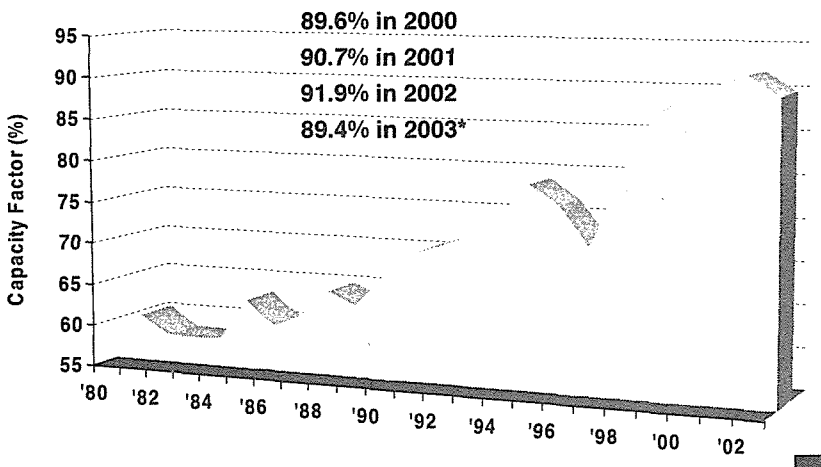
- Operational Experience
- Lessons Learned
- Good Practices
- Peer Evaluations

Nuclear Electricity Production Stable in 2003



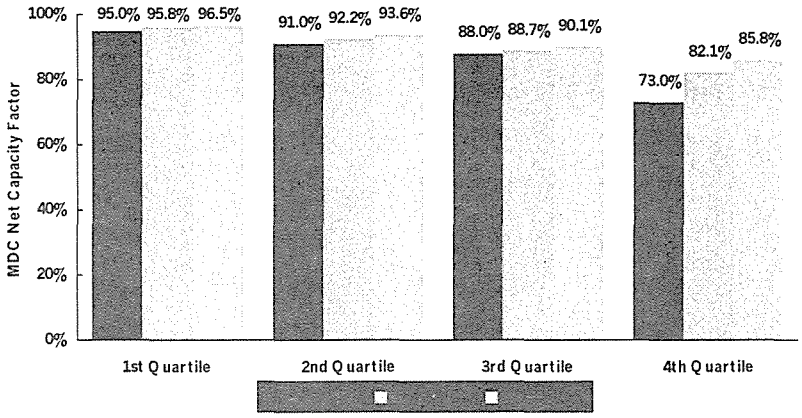
* Nuclear Energy Institute estimate

Industry Performance Is Consistently Excellent



* Nuclear Energy Institute estimate

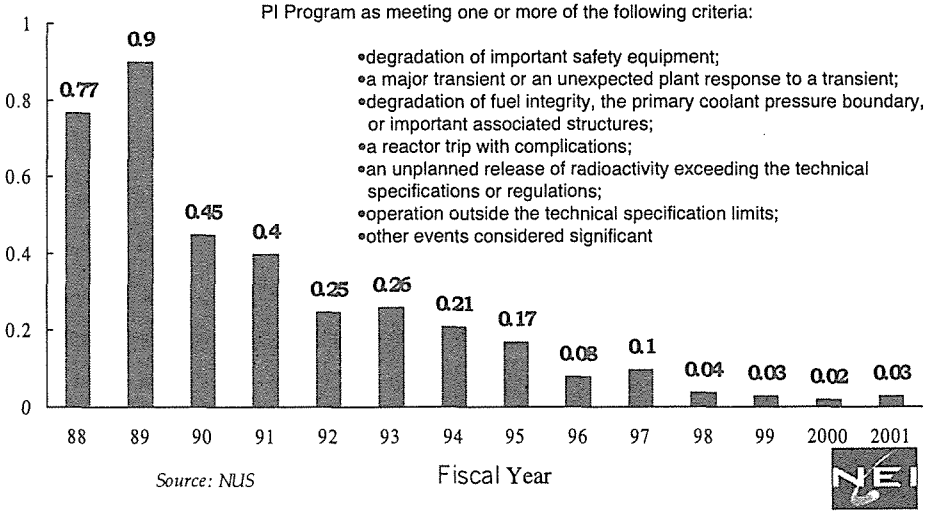
High Performance Top to Bottom



Significant Events: Annual Industry Average (1988-2001)

Significant Events (SEs) are those events that the NRC staff identifies for the PI Program as meeting one or more of the following criteria:

- degradation of important safety equipment;
- a major transient or an unexpected plant response to a transient;
- degradation of fuel integrity, the primary coolant pressure boundary, or important associated structures;
- a reactor trip with complications;
- an unplanned release of radioactivity exceeding the technical specifications or regulations;
- operation outside the technical specification limits;
- other events considered significant



Source: NUS

Commission Leadership

- Risk Informed, Performance Based
- Transparent Proceedings
- Open Dialogue

Conclusion

- Recognition of Need
- High Level of Performance
- Industry Leadership
- Commission Leadership
- Open, Transparent Process

原子力の安全確保体制の構築に向けた提案

宮　健三（慶応義塾大学）

１．　はじめに

総括的にみて、原子力安全はこれまでの関係者の研鑽と努力のおかげで、技術的にかつ行政的に十分に確保されていると評価される。比喩的に言って原子力技術の９９％が正常に機能していると思われるからである。このような状況の中で、さらに、原子力安全の確保に万全を期すにはどうしたら良いかが問われているが、東電問題に触発されている部分はあるにしても、何故今それが問題になるのかを考えて見ると、原発が持つ根源的な問題が明白となってくる。一般的な理由を指摘するのは簡単である。

１）未来を正確に予測することは極めて困難であること、これを原発に適用すれば、現在は安全でも明日はどうなるか予測がつかない、という漠然とした不安につながり、それを容易に払拭できないこと。

２）現在の原発の安全は、規制が十分すぎるぐらい機能し、電気事業者が最大限努力しているから確保されているのであって、やがて組織疲労が生じ、品質保証の根幹が揺らげば、安全がどうなるかは不明で一抹の懸念を容易に払拭できないこと。

３）もし万一原発に事故が起きたとすれば、普通の事故では経験できない放射能事故に遭遇することになり、未経験の恐怖を自然に感じてしまうこと。

これらの不安は人間に固有のものであり、科学的・確率的に言えば茫漠とした推測に基づいた心配に近く、原理的には克服できるものであるが、国民の科学的リテラシイの程度とマスコミによって形成された、偏った原発イメージのせいもあって、現在も大きな問題点として原発推進に対して大きく立ちはだかっている。

一方現実に帰って実態を見てみると、原発の安全が規格・基準に則っていかに技術的にかつ運転管理的に実現されているか、我々技術者には明白であるが、このような実態を地元住民や公衆に適切に伝え正しく理解してもらうことが最重要であるが、現在までのところ十分成功しているとは言いがたい。そもそも、行政による規制や電気事業者の努力が正常に機能しているにもかかわらず、原発安全が反対派やマスコミや地方自治体や地元から「問題なし」とされない理由は何だろうか。原発の運転管理に油断しなければ原発の安全性は問題なしとして良いが、これを反対派やマスコミや地元に納得してもらうにはどうしたら良いか、効果的な方策が望まれるが、今のところ誠実に対応する以外有効な手立ては考えられない。手立てがはっきりしていればこのような状況にはなっていないと思われるからである。

ここでは、誰も正面から取り上げないそれらの理由の構造がどうなっているのかを形而上学的視点から考察してみたい。最後にそれらに基づいて問題解決に向けた提案をしてみたい。

２．　分析すべき事項

国民として、原発の安全性をどのように考えたら良いか、それを外したら誤解に通じ誤ったイメージにつながる重要な考え方がある。それらについて考え方を整理しておくことは有用である。

２．１ 原発の健全性に関する基本的認識

まず、比喩的に言って、構造物の健全性は「設計」によって９９％は保障されているといってよい。残りの１％は設計段階では予測できない事象である。人間が関与するトラブル事象がいつ、どこで、どのように発生するかを設計段階で予測することは不可能に近い。例えば、応力腐食割れは発生原因と伝播状況は解明されているが、それがある環境下で何時発生するかは判っておらず、設計段階では発生防止対策を十分に策定することは困難である。またパッキンの磨耗とか作業時のヒューマンエラーといった軽微なトラブルの発生件数を少なくすることは可能でも、完全に防止することは極めて困難である。さらに、原子炉の寿命を４０年から６０年に延長したとき、トラブルの発生率が増大しないかという懸念が表明されるが、それも当然であろう。それにどのように応えるか重要な課題であるが、これは国と電気事業者による高経年化対策としてすでに策定されている。このように、公衆にとって状況は理解するには複雑すぎ、技術的に有効な対策は策定されてはいるがほとんど知られていない。これらがあいまって、地元住民などの不安は尽きないと言われるが、納得のいく答えはなかなか見つからない。しかしながら、これらの茫漠とした不安に対する答えは昔から用意されているのである。要約すると、以下のようになる。

（１）　機器設計で考慮される健全性の裕度

端的に言って、健全性を担保するものはまず安全率であり、次いで故障距離である。安全率はある部位の応力が設計応力の数倍以上に耐えられることを意味し、故障距離はある部位に発生したトラブルの影響が炉心にいかに到達しにくいかを示す。安全率は点状であり故障距離は線状である。まず点における発生を安全率で抑え、次いで大事に至る（炉心溶融事故）可能性を距離的（線状）に防いでいる。安全率と故障距離は原子炉事故の発生を２重に防護していると考えることができる。このような考えは、人知の工夫によって現実に実現できない絶対安全に限りなく近づこうとする人間の英知であるというべきである。その結果、容易に大事には至らないのである。

（２）多重防壁と深層防護

これらに加えて、原発安全をさらに確実にしている方策がある。原子力発電設備の場合、閉じ込めるべき放射能はまずペレット内に集中して閉じ込められ、次いで燃料被覆管に収納されている。それを取り囲むように、圧力容器、次いで格納容器と建屋があり、放射能の漏洩を多重に防いでいる。放射能漏洩に対していかに厳重に対処しているか、これだけを理解するだけで十分な「安心」が得られると思うが、率直に言ってこのような人知を尽くした対策を無視できるものは無理解と誤解だけだと思うが言い過ぎだろうか。このような方策が空間的な防護策であり、その階層的構造に着目すれば、原発安全は、安全率に関して点状に、故障距離に関して線状に、多重防壁に関して面状に、深層防護に至って多次元的に確保されているのである。これが絶対安全という「閉じない問題」を「閉じた問題」に還元して解決している良い例であることは明らかであろう。

一方時間的な防護策はいわゆる「止める、冷やす、閉じ込める」といった深層防護である。これは事故防止のために取らなければならない安全行為を時間軸に沿って分割した防護策になっていると解釈できる。空間的な防護策と時間的な防護策とを有機的に組み合わせて活用することが有効な手立てとなるのであって、安全対策を完結させ現実的に機能させている。このような仕組みを理解するのは容易ではないが、仕組みの万全さに気がつけば、茫漠とした「不安」は解消するのではないだろうか。原発関係者は自信を持って反論すべきではないかと思われる。

（3）機械系と人間系の協調による安全確保

今述べた、安全率、故障距離、多重防壁や深層防護などはプラントの機械系が持つ健全性の裕度である。これらは、深層防護を除き、空間的な対策である。ところが、プラントは時間とともに経年変化を示す。機器は原則劣化する。この劣化現象と戦う方策が「検査、評価、措置」で表現される定期検査や定期事業者検査と称される措置である。

安全は機械系によって基本的に保障されるが、安心は人間系によって達成される。人間系が行う行為の主たるものは経年劣化に対する保全活動である。現在の原発に対する不信感は主として電気事業者と規制当局に向けられているが、その深層構造を見てみれば大変複雑で、両者だけに限らず、地方自治体の規制に関与する仕方にも関係している。電気事業者に対する不信感は、保全行為における倫理観の欠如が契機となっているが、事業者は、原発の運転管理方法を従来とは著しく変えて、透明性を確保し説明責任などを徹底させることで国民や地元住民の信頼回復を達成しようと努力している。このような一連の動きは保全における人間系の改善ととることができる。従って、機械系に対する安全機能は設計によって固有に用意されているので、原発の安全は時々発生するト

ラブルを視野に入れても特段の懸念はないとして良く、企業倫理観や技術倫理観に基づいて透明性と情報公開を確保しながら保全を着実に実施していけば、そしてそれらが住民に目に見える形が取られれば、先に述べた多次元的な防護措置とあいまって、真の安心は得られるのではないだろうか。

２．２　科学的合理性

問題を原発の安全性に限った時、科学的合理性とは何であるか、それはどのような役目を果たせるのだろうか、ということを考えて見るのは有用である。この場合、科学的とは物事を法則に則って普遍的に考え、それに基づいて行動することを意味する。電気事業者が安全規制に関する規則や技術に関する工学体系に従って行動するのは科学的である。しかしながら、安全規制には合理性が保持されているが、技術や科学と直接関わらない条項も多い。現実的な問題の多くは科学的に決定できない場合が多いからである。このことを深く認識して、ＡＳＭＥ（アメリカの機械学会）の規格委員会では、策定されたコードの各条項に対して、コードの使用方法については説明責任を有するが、条項の科学的説明には説明責任はない、としている。科学的にかつ定量的に説明できずに工学的判断を下さなければならない事項が多く存在するからである。このような場合、経験や常識的な判断に基づいて条項が決められたり、規制判断がなされたりする。このことを合理的という。常に科学的厳密さを要求するのは常識的ではないのである。これまでの経験が示すように、このような科学的合理的な考え方に基づいて原発の安全問題が処理される限り、特段の問題は発生しないのである。シュラウドに小さな傷があっても安全性に関係がないという結論が学術理論によって証明されているとき、それを信じないのは科学的でない、と断言できるのである。

大雑把に言って、科学が適用されて実力を発揮するのは定量的なもの限られ、定性的なものには非力である。科学の力が適用できない時、どうしたら良いか。合理性の出番となる。合理性はこの場合、技術的判断といって良い。技術的判断が人間を幸福に出来る根拠は経験則にある。太陽が明日も昇るのは経験的には自明である。この経験が万が一破れても航空機事故にあった時と同じように運が悪かったと思うべきである。太陽は明日も昇ることに死命をかけても良いと思うことが合理的精神の神髄である。例えば、ＳＣＣ亀裂の科学的原因の徹底究明とシュラウドの健全性は基本的に無関係である、という判断は正しい。科学的原因が終わるまで運転再開はままならぬという考え方は科学的合理的精神の何たるかを理解しようとしない処置であると言われても仕方があるまい。

２．３　絶対と相対

絶対とは絶対安全のことである。絶対安全がこの世に存在しないことは今では常識である。つい先だってまで、絶対安全という表現は原発の安全問題がホ

ットに議論されていた時飛び交っていた。絶対安全が存在しないからといって、原発の安全を確保するうえで困ることは何もない。しかしながら、絶対安全はこの世に存在しないが、安全性を高める重要な目標である、と認識することは肝要である。この世には、目標にはなれるが原理的に実現できない、というものは他にも存在する。無限大もそうだし、最良の人生もそうである。軽微なトラブルを皆無にするというのもそうである。無限大は存在すると思っているがそれを見た人は一人もいない。しかし、無限大が存在しないと四則演算は成り立たない。最良の人生を送った人はかって一人もいないが、最良の人生というイメージがないと人は生きていけない。これらは、閉じない問題を閉じた問題に分割して問題解決が計られていることを示している。先に説明したように、原発の安全確保を堅固なものにする高度な工夫の程度は一般の人々の想像を超えている。その前提として人間は相対的な世界にしか住めないという認識がある。安全は常に相対的であり、相互に比較が出来、社会が必要としている安全レベルは有限であって一向に構わない、ということになる。このような正しい認識を持てば、維持基準の導入に際して、傷あり構造物の運転は容認できないとか、安全性を損なう、とかいった議論がナンセンスなのは自明となる。安全であるか、ないかは科学と技術が決めるとしなければならない。科学と技術にも限界が存在する場合もあるが、そのときはアメリカのＡＳＭＥの規格委員会がそうしているように、技術者や学識経験者の見解を基に、これまでの膨大な経験を慎重に適用すればよいのである。要するに、人間は絶対ではなく相対の世界にしか住めないのであるから、科学的合理的な方策を採用するのが最良ということになる。一般の方々やマスコミがこのことに理解を示してくれれば、原発安全に対する不安は激減すると思われる。

２．４ 逆説の論理

繰り返すが、原発に限らずあらゆる構造物において絶対安全を実現することは不可能である。人間に出来ることはそれに近づく事だけである。この意味で、絶対安全は解けない問題である。先に、これを閉じない問題と言った。絶対に近づくこと、これを相対という。問題を上手に相対化すれば、閉じない問題は閉じた問題に還元される。その例は先に示した。ところが閉じない問題にあっては、どういうわけか、逆説の論理が解決への示唆を与えてくれる。例を示そう。

1） 原発の安全性を向上させる最上の策は、出来るだけ多くのトラブルを経験しトラブル発生のメカニズムを極めることである、ということができる。昔から言われているように、これは、最良の人生に近づくためには子供に出来るだけ多くの苦労をさせることが有効であるのに通じている。従って、トラブルが発生したら喜ぶべきであって、大事なことは原因を究明して二

度と起きないようにすることである。日常実施されているトラブルの原因究明と対策は絶対安全に近づく措置になっていると理解できる。

2） 原発反対派は原発の欠点を告発する。その結果技術者や規制当局は緊張し場合によっては萎縮する。客観的に見れば、欠点のない人は存在しないように、欠点のない構造物も存在しない。これも絶対問題のひとつで、欠点の程度を技術的に評価すれば良いだけである。従って、告発を過度に気にする必要はないと思うが、実は、この問題は逆説的に考えれば皮肉な結果になる。つまり、このように告発された原発の問題点は、逆に反対派の支持と協力があれば今よりはるかに効率的にしかも容易に解決でき、その結果安い電気料金が国民に提供される。反対派が賛成派にまわる事で、反対派が糾弾する問題点が効率的に解決されることになる。これはしかし何という逆説であろうか。この点に関してだけ言えば、反対派やマスコミは国益を損ねていることになる。

3） 本来、規制は安全確保のためにある。しかし、規制を強めれば強めるほど形式的になりバランスのとれた保安活動が失われがちとなり、かえって安全性が弱まることになる、という逆説に留意することは重要である。設備について熟知しているのは現場の技術者であって、国の検査官ではないからである。安全確保に責任を持つ電気事業者の自主性を引き出し活用することが肝要であるが、規制を強めるだけでは逆効果であることを意識しておくことは重要である。また事業者はデーターを隠したがるという性悪説にも配慮する必要があろう。しかし、透明性の確保と情報公開と説明責任が実行されれば、この性悪説は克服される。従って、やる気を起こさせる規制のあり方はもっと根源的に追求されてしかるべきであろう。

4） 昔は、情報を全てさらけ出すことは知的所有権の保持や原発の保安に弊害があると信じられていた。知識の無いものに批判されたくなかったからである。その事情は理解できるが、今は情報を公開して人々の批判を浴びて大事に至る前に手を打つことが有効であると考えられるようになってきた風土の改善である。隠すよりかはさらけ出したほうが良い結果を生む、というのは人間の普通の感情に反する逆説である。

5） 原発はその構造や安全カルチャーからして、安全であるからそれほど手をかけなくて良いというのは「である」論理である。この論理は時間によって復讐されるのは我々の経験である。時間はプラントを一時も同じ状態にしていない。理論的には劣化させるのである。ほとんどの劣化は無視できるが、トラブルが大事に至らないように念には念を入れることが大事である。従って、「する」論理を適用して絶えず絶対安全に近づく努力を、コストとバランスさせながら継続していくことが重要である。現在著しい進展

を遂げている保全工学は安全とコストのバランスを最適化する方法を提供しようとしている。

6） 規制強化は原発の絶対安全に近づけるかどうか、自明ではない。絶対安全に近づく条件は何かを徹底的に分析してみる必要がある。それは、国民、地元住民、マスコミ、電気事業者、メーカー、原子力安全・保安院などの要素的集団のあり方に依存してその力学は極めて複雑である。それらばかりではなく、原発の経済性、わが国のエネルギー安全保障、地球温暖化の防止、中国、インドなどの人口超大国の経済状況、などに依存する。

7） 国による規制は原発の技術的事象だけに係わり、社会現象には及ばない。原発の最も困難な現代的問題点は、法律の及ばない社会現象が原発行政に顕著な影響を及ぼし始めてきたことにある。反対派や住民や地方自治体などが原発に対する不安を表明して正常な運転状態の実現に待ったをかける社会現象に対して規制が効果的に対応できないからである。これは適切な対応が緊急に要請されている重要課題である。

これらの問題はもっとも重要な閉じない問題で、唯一解など存在するはずはない。さて、この閉じない問題は、どのように閉じる問題に還元されるのだろうか。以下の提案がその答えである。

3． 提 案

3．1 問題解決の手がかり

絶対安全に近づく問題をここでは「相対的階層問題」と呼ぶことにする。この問題が解決されれば、この国に特徴的な原発問題の根幹が解決されるものと期待したい。言うまでもなく、問題が構造的になっていることは誰しも感ずるところであり、そうだとすれば、1）問題が各種の要素から構成されていると認識し、2）関連する要素間に最良の関係を構築し、3）国民の最大幸福の実現に貢献できればよい、というのが大事な着目点である。

このような複雑な問題を長い時間かけて解決してきたものに人類の言語がある。複雑な問題を言語システムがどのように解決しているか、その方法は「相対的階層問題」の解決にとって非常に有益である。言語は複雑きわまる世界現象を構造主義的に閉じた問題として解決してきた。構造主義的なそのアプローチに基づいて原発問題が解決できるかどうか、検討する価値がある。

3．2 言語による意味生成の構造

（1）弁別素性と言語の種類

言語の出発点は、なんと、口の格好、舌の位置、喉の動き、の3つにある。音が無ければ言葉は存在しないからである。世界に存在する数千の言語が使用している口、舌、喉の二項対立に基づいた弁別素性は12種類があるという。

Proposals for constructing the system to secure the nuclear safety

Kenzo MIYA, professor of Keio University

1. Prologue

The security of nuclear power can be generally appreciated to be confirmed in both technical and administrative aspects thanks to constant studies and efforts of all the parties concerned. One of the reasons is that 99% of the nuclear technology seems to be normally functioning. In such situation, it has been questioned what kind of measures we should take to ensure more security of nuclear power. When considering why it is being questioned at the moment, though the trouble of Tokyo Electric Power Co. may have some effects on it, the fundamental aspects of nuclear power have become clear.

It is easy to point out the general reasons:

1) It is extremely difficult to forecast the future. When adopting it to the security of nuclear power, we cannot eradicate obscure anxiety that we cannon forecast tomorrow even if it is safe today.
2) The security of nuclear power has been confirmed because the regulations have sufficiently functioned and electrical utilities have made all possible efforts. However, when the structure fatigue occurs and it makes the guarantee of quality unsettle, we cannot easily eradicate obscure anxiety feeling if we live in a safe world.
3) If any accident occurs on nuclear power, people are supposed to meet a radiation accident they have never experienced and that will naturally give them massive dread.

Such anxieties are peculiar to human beings and it can be fundamentally overcome in scientific and probable aspects because they are based on some ambiguous presumption. However, it remains of one of the major challenges for promoting nuclear power due to the high level of scientific knowledge of people and prejudiced image of nuclear power created by the mass media.

When we see the reality, however, it is clear for us technical experts that how technically and manageably the security of nuclear power is being operated along with various codes and standards. It is indispensable that this situation is adequately informed and understood by local people or the public but unfortunately, it has not been successfully done yet. What is the reason that the security of nuclear power has not yet been approved by the opposition, the mass media, local governments and people despite the fact that the administrative regulations and all the efforts done by electrical utilities have been normally functioning? What is the cause of that? We can ensure the security of nuclear power with careful management and operation of nuclear power. How can we convince the opposition, the mass media, local governments and people of this? Unfortunately, no one has so far reached the useful measures. If we knew them, we would not fallen in this situation.

Here, I would like to examine the structure of this unknown reason in a metaphysical

respect and make proposals of some useful measures.

2. Items to be analyzed

How should we consider the security of nuclear power as Japanese citizens without being led to the wrong idea? It is useful to have a clear way of thinking for that.

2.1 The fundamental recognition on the soundness of nuclear power

Structural soundness could be guaranteed 99% by it's "planning". The rest of 1% would depend on unpredictable random events at the planning phase. At this phase, it is almost impossible to predict when, where, or how the troubled events occur by human errors. For the serious occasions, the government (regulatory authority) and electric power suppliers have started developing strategy of how to cope with aged deterioration. These countermeasures are, however, so technical that citizens in general hardly understand, which lead to constant anxieties of local residents.

(1) Soundness margin for equipment design

Safety factor and trouble interval secure soundness. Safety factor, which is punctate, means that stress of a certain part is more endurable than it supposed to be at the time of design. Trouble interval, which is striated, shows how late influence of a trouble reaches a reactor core. Safety factor serves to counters punctate trouble, then trouble interval to prevent striatedly from possible serious core melt accident. Nuclear power plants have been provided with these two protections to prevent from serious accidents.

(2) Multiple protection and Defense in depth

There is another way to ensure the plant safety. In a nuclear plant, radioactivity is confined by pellet, sheath pipe, pressure vessel, container, and building, which operate for radiation protection. Even the slight understanding of the structure might bring people enough secure feeling. In addition to the multiple protection, it has deeper-lying system of, so to speak, "stopping, cooling down, and confining". Proactive and organized approach of these two ways for protection, one is spatial and the other is temporal, would be surely effective steps to culminate safety measures.

(3) Security with mechanical and human system

Safety ratio, trouble interval, and multiple protections shows soundness margin of mechanical parts in a plant, which are spatial measures. For secular change of equipment in a plant, periodical inspection of "Inspection, Assessment, and Repair/Replace" does work.

2.3 Absoluteness and relativeness

"Absolute safety" has been frequently used in discussing nuclear power plant's safety and now we know it can never exist realistically. However, it should be critically important for us to recognize the absolute safety as a goal to enhance the safety level. Just like the number of infinite, which we cannot see but calculate on its existence basis, that goal works to divide the unanswerable matter into pieces of answerable ones. Upon limitation of science or technology, cautious applications of much experience should be useful with the technical views of academic experts, as ASME codes committee has been doing.

2.4 Paradoxical logic

For unanswerable questions, paradoxical logic sometimes gives us countermeasures as shown by following examples.

1) The best way to enhance security level would be to have as many trouble experiences as possible trouble experiences to get detailed mechanical knowledge of how they occur. Trouble would be always welcomed from the viewpoint of recurrence prevention.
2) The nuclear opposition makes accusation of power plants' inadequacy, and that makes regulatory authority and engineers feel nervous. Their accusation of certain points would improve security more effectively and contribute to provide electricity more economically, which is quite paradoxical.
3) Fundamentally all the regulations exist for the security. However, we carefully need to see those strong regulation might, paradoxically, be served as the opposite way that they are too strong lose the balance of security activities. Regulation should be something to encourage electric power supplier's initiatives.
4) In the past years, to disclose all the information has been regarded to be detrimental to keep security. In these days, however, it is viewed as an effective way to disclose information to get critical and precise comments for handling before having serious trouble.

3. Suggestions

3.1 Clues to solving the problems

To approach absolute security, the following three steps would be my suggestions to deal with the structural issues of nuclear topics: 1) to recognize that an issue consists of several elements, 2) to find and build constructive relations among concerning elements, and 3) to contribute to create as much public welfare as possible. We could rely upon human language as it has functioned long periods to solve many complicated matters. To examine how language system has solved such matters would bring us some sort of hints for achieving nuclear security.

3.3 Regulatory Meetings

A regulatory meeting requires the following structure and functions.

(1) It is important to have a clear idea of category to be used. Nuclear and Industrial Safety Agency and electric power suppliers/citizen groups are main parts and dichotomy between the two, which work to create the right regulations.

(2) In order to make discussions more appropriate, jurors of the meeting should be selected among local governments to give local people's opinions, NPOs to express comments from the view point of public welfare, and academic experts to give technical advice.

(3) Final conclusion will be drawn by Nuclear and Industrial Safety Agency after a whole discussion.

(4) The meeting is open to public, the media, local citizens, and nuclear opponents, and the conclusion should be criticized in a constructive way.

Such kinds of meeting would function successfully with the following reasons:

(1) The roles of each party in the meeting, such as regulatory authority, suppliers, citizen groups, local governments, academic experts, and NPOs are clearly set up.

(2) Suppliers are expected to make a strong point from the cost and technical views. Regulatory authority is to insist on proper measures needed to secure public health and safety. Their conclusion must be based on scientific reasonability.

(3) Local governments are expected to have accountability to the public on agreement with suppliers, for the current example, in the issue of plant reoperating.

(4) Academic experts are expected to give technical and academic views.

(5) NPOs are to express public opinions and observe transparency or fairness of the meeting. Unlike commercialism of the mass media, NPOs serve as a representative of the public.

With all parties altogether in one meeting to have each role, this kind of one-dimensional sense of nuclear administration could bring us successful achievement on solving those compelling and pressing problems.

原子力の安全確保体制の構築
－ 提 案 －

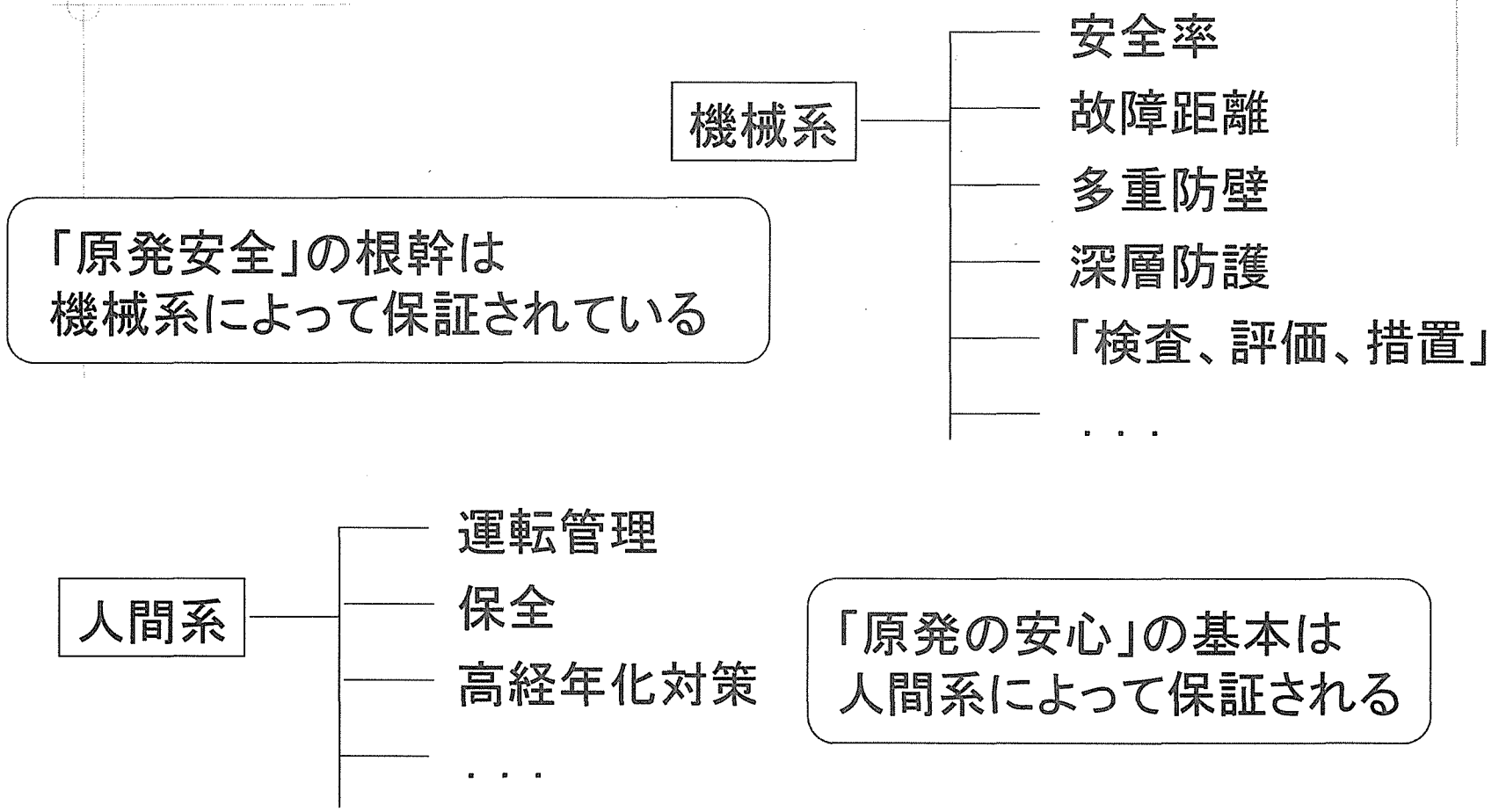
I. 原子力安全に対する基本認識

（1） 健全性の裕度
- 安全率
- 故障距離

（2） 多重防壁
- ペレット
- 被覆管
- 圧力バウンダリ
- 格納容器

（3） 深層防護 （Defense in Depth）
- 「止める、冷やす、閉じ込める」
- ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

（4） 機械系と人間系の協調



II. 現状の課題

1. 技術的課題ー規制対象

1）応力腐食割れ(SCC)
2）検査精度の向上
3）保全の適正化
4）適切なトラブル対応
5） . . .

2. 社会的課題ー規制困難

1）国民・地元の安心の確保
2）地方自治体の原発行政への不透明な関与の仕方
3）サイレント・マジョリティーの動向把握
4）社会正義の醸成

III. 課題解決に向けて

― 「規制会議」の提案 ―

(1) 提案の理由

1) 閉鎖的「村社会」を超えた対話の不足

2) 法的に規制に関与できない機関が、
不透明に関与している矛盾の解決

3) 国民の規制に関する無関心と参加意識

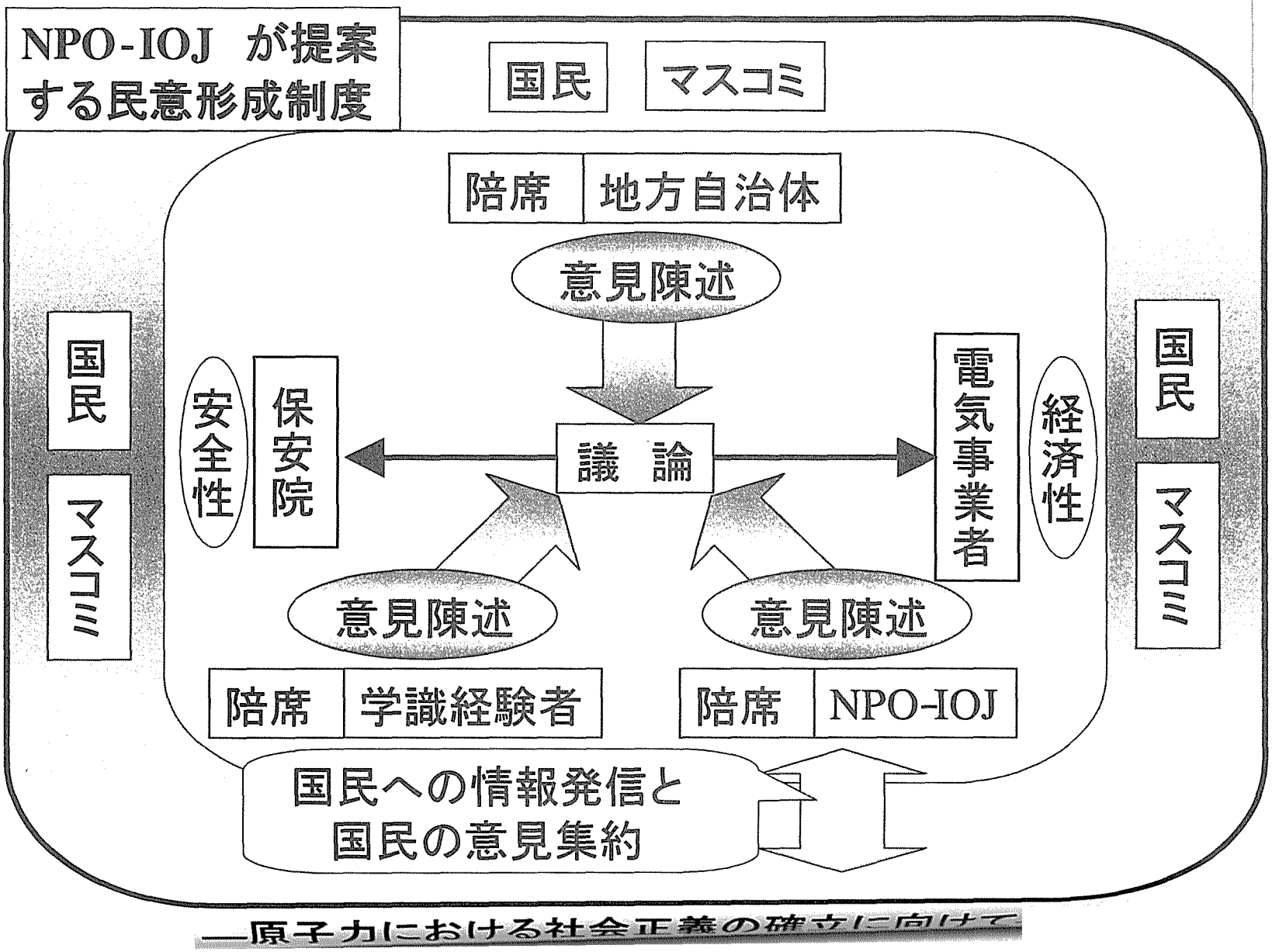
(2) 提案の内容

1) 保安院と電気事業者 ← 主題

2) 地方自治体、学会推薦者、NPO etc...

3) 国民、マスコミなどの傍聴 ← 叙述

4) 保安院による結論



—原子力における社会正義の確立に向けて

米国原子力規制委員会(NRC)による
＜パブリック･ミーティング＞

- カテゴリー①　一施設の規制･認可などの問題

  参加：一事業者・ベンダー・申請者
  市民に傍聴できる機会を与えている

- カテゴリー②　複数の施設に適応されうる問題

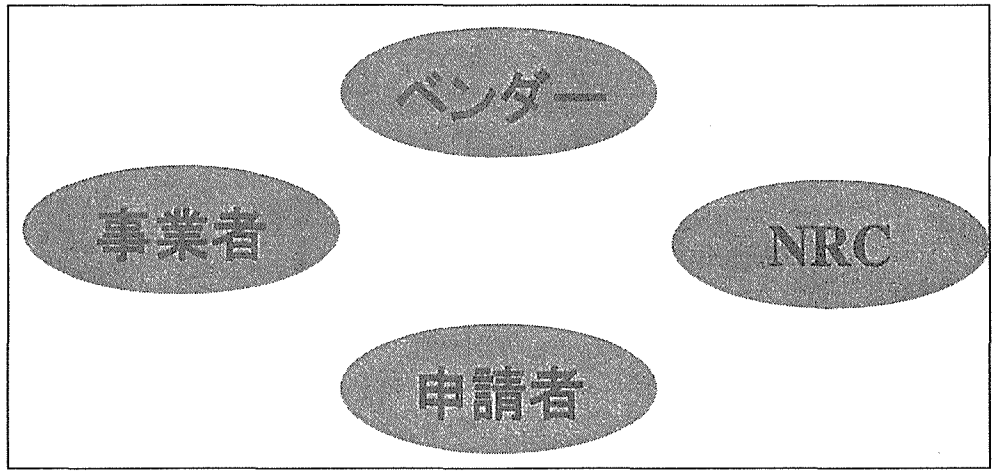
  参加：産業界代表・事業者・ベンダー・NGO
  市民に傍聴だけでなく参加の機会を与えている

- カテゴリー③　規制問題全般

  参加：NGO・一般市民・団体等の代表者
  市民がNRCとともに活動・情報等が提供される

➢ NRC Public Meeting カテゴリー①

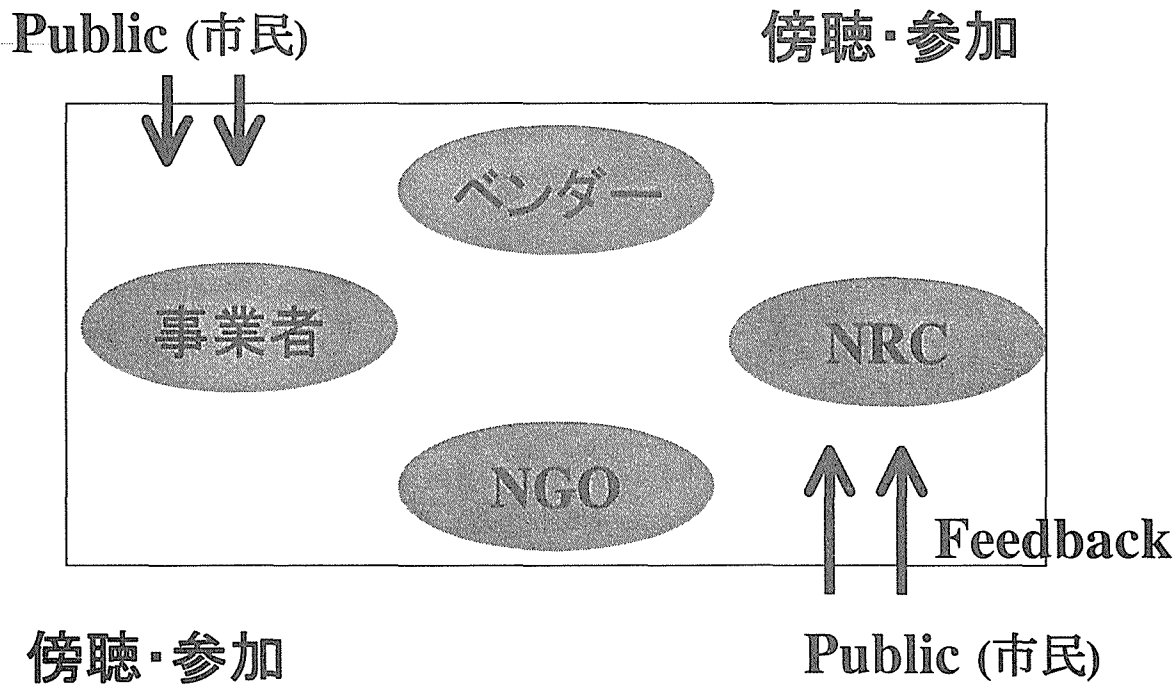
Public (市民)　　傍聴



傍聴　　Public (市民)

議題: 一施設の規制・認可などの問題の場合

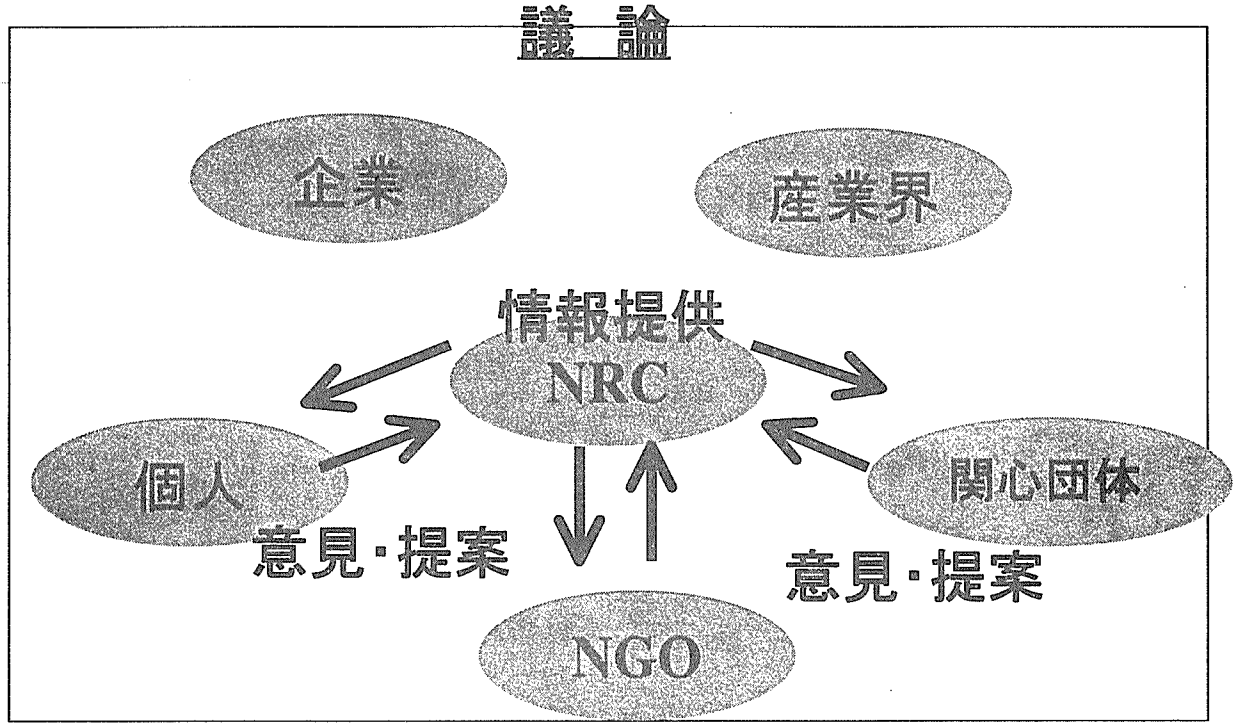
NRC Public Meeting　　カテゴリー②



[議題]　複数の施設に適応されうる問題の場合

例：　プラントシステムの経年劣化・許認可更新

➢ NRC Public Meeting　カテゴリー③



[議題]　規制問題全般について

例：円卓会議・ワークショップ・年次規制情報会議

午餐会

平成16年4月22日　第37回原産大会午餐会

原子力委員長所感

西澤先生、ご懇切なご紹介を賜り、ありがとうございました。会場の皆様、こんにちは。ご紹介いただきました近藤です。このたびは「どう考える一明日の日本の原子力」を基調テーマに第37回原産年次大会が大変盛大に開催されましたこと、西沢会長、茅大会準備委員長をはじめとする大会関係者のご尽力の賜物と、心からお祝いを申し上げます。また、昨日そして今日午前の討議の内容は時宜を得てしかも深いものでありました。このことに対して、講演者そしてご参会の皆様に心から敬意を表します。

しばしば、「委員会というのは一人ではなにもできない人の集まりであり、付託事項について、やはりそれはできないと決めるところ」といわれています。小生、原子力委員長を拝命して、これに例外を作ろうと、就任最初の日に委員の皆様と諮って、

- 「民主的手続きなくして権威なし」を肝に銘じ、専門家と一般市民の政策提案や意見に広く耳を傾け、そこから国民が共有するべき原則と目標を見出すこと、提案された政策選択肢をできるだけ定量的に評価した上で選択することにより、政策選択の根拠の明確化を図ることにしたいこと
- 研究開発活動にしろ、事業にしろ、ことを進めるにあたっては様々なリスクがあることを踏まえ、そのリスクを管理する責任者がその管理を確実に行い、その妥当性の説明責任を果たすことを求めたいこと
- こうした考え方に則って、国民の皆様の原子力開発利用に対するビジョンをお聞きしつつ、その実現に向けての今後の政府の取り組みのあり方について検討を行って参りたいこと

を年頭の所信として決定させていただきました。そして、第3の点について今日の午前中の会合を含めて今日までに14回のご意見を聴く会を開催して、各方面のかたがたから様々なご意見を頂戴してきたところです。しかし、考えて見ますと、これとて、皆様からビジョンをいただけないと何もできませんと自ら決めたことになっています。皆様におかれましてはこの点よろしくご理解の上、ビジョンの提言をいただけますよう改めてお願い申し上げる次第です。

さて、これまで、原子力委員会は、電気事業者が原子力発電設備を設置し、信頼性の高い運転を行うことによって、わが国が、経済性の高い電気の供給を、温室効果ガスをほとんど排出せずして、しかも海外情勢に影響されること少なく安定的に確保できることに着目して、わが国の電源構成においてこれが適切な割合を占めることが望ましいと判断してきました。そして、この判断に基づき、関係行政当局に対して、バックエンド対策を含むその事業に対する厳格な安全規制活動の実施と、その公益の大きさに見合う事業誘導ための効果的な施策やその公益の評価を市場に反映する措置を講じることを求め、産業界に対しては、国民の期待に応えられるように、その安全性、信頼性、経済性を確保しつつ、関連施設を建設・運転するよう促してまいりました。

その結果、皆様ご高承のとおり、現在、一般電気事業者により設置されています原子力発電所は、発電電力の1/3を供給しており、基幹電源のひとつとして認識されるまでになっております。また、関連する燃料サイクル事業につきましては、折角地球から掘り出したウランを燃料にするところ、レデュース、リユース、リサイクルという循環型社会形成のための基本方針を先取りして、処分するべき廃棄物を最小にすることを基本方針としてきたところ、燃料製造、ウラン濃縮、低レベル放射性廃棄物処分の各事業はすでに軌道に乗っており、国内における使用済み燃料の中間貯蔵と再処理及び高レベル放射性廃棄物処分の各事業が準備中と認識しております。

しかしながら、この数年間わが国原子力界は、市民に対して、決定し、通知し、説明するという古典的アプローチがもはや通用しなくなった社会の変化に戸惑い、プロアクティブに対応することをためらってきた結果として、ついに自らの事業の展望を困難にするカオスの発生を招き、その渦中で苦しんできたと思います。そこで私は、現代社会においてはカオスの発生は避けられないと覚悟し、様々な社会現象に通底するカオスを招く諸原理を正しく把握して、カオスの発生を予見してその影響を最小限に食い止めるべく積極的に行動することが肝要との考えから、様々な機会に、その行動様式のひとつとして、リスクコミュニケーションを含むリスク管理活動とその品質マネジメントシステムを確立して、これの継続的改善を図るべきことを提言して参りました。このことからして、私は、規制行政当局が、事業者のこ

の品質マネジメントシステムの健全性の監査を規制活動に取り入れることを決定してその実施に取り組んでいること、そして、昨日、西澤会長が所信表明において、日本原子力産業会議が設立時の精神を思い起こして、産業界の自己責任に基づく活動の担い手たらんと、自己変革に取り組み、二つの新しい組織を生み出すと発言されたことを、まことに僭越ながら、高く評価するものです。

ここで、目を世界に向けますと、現在440基の原子力発電ユニットが運転中であり、世界の電力の約 6 分の1を供給しております。また、引き続き約36基が建設中ですが、その半数以上が経済発展の著しいアジア地域に所在します。これはこの地域に、よい統治を実現する強いリーダーシップが存在することを示すものです。この地域で核不拡散を厳守しつつ原子力発電の利用が拡大することは、地球温暖化問題の深刻化を抑制する観点から望ましいことですから、この地域の国々のこうした取り組みを IAEA の保障措置体制の下に置くことを条件に、国際的にも支援していくことが重要と考えます。具体的には、関係国間のパートナーシップを通じてその取り組みに係る規制・誘導の制度整備を含むオーナーシップの確立に協力するとともに、いわゆる南・南協力による開発経験の共有と伝播を促進することが重要と考えます。私は、この判断に基づき、関係国の行政機関に対してこのための行動を促していく所存です。

ところで、51年前、米国のアイゼンハワー大統領は国連総会において原子力平和利用のビジョンを提示し、世界に深い感銘を与えましたが、人類は、その後、このビジョンの輝きを損ねる出来事も少なからず引き起こしてきました。核兵器拡散、原子力発電所の炉心損傷事故、適切にできるはずの放射性廃棄物の処分活動の遅れ等がそれです。しかし、私は、これらの経験を通じて人類は、今日のわが国もそうであるように、このビジョンの輝きを維持するための教訓を数多く学び、今日も学び続けていることを強調したいと思います。そして、この教訓のエッセンスは、社会が科学技術の効用を享受することができるためには、科学技術活動に携わる人々が、その有用性のみならず、その利用に際して負の側面が顕在化するリスクについても認識し、そうしたリスクを高い倫理感に基づき積極的に管理していくべく、その管理活動のあり方を、施設周辺住民をはじめとする利害関係者の参加を求めて決定していくことが重要、ということだと考えています。

「どう考える—明日の日本の原子力」を基調テーマに掲げる今年の原産年次大会は、明日に備える、つまり、不確実な未来に備えるリスク管理活動として、原子力科学技術を如何に効果的かつ効率的に利用すべきかを考える知的作業を、様々なセクターの人々が共同して行う絶好の機会と思います。

このような問いかけに対する取り組みのあり方について私見を申し上げれば、それには短期、中期、長期の3つの時間的枠組みで検討された、進取の気性に富む行動の組み合わせを追求することが肝要と考えます。このうち短期的活動は、申し上げるまでもなく、現在利益を生み出している設備・システムを、人々の信頼を得つつ、できるだけ長く有効に活用するために、効果的な創意工夫を見出し、施すことです。また、中期的活動は、現有設備・システムが陳腐化する時代の到来を予測して、その時代においても競争力があり、人々に受け入れられる革新的設備・システムでこれらを代替していく準備を整え、時宜に適った取替え活動を行なうことです。さらに、長期的活動は、原子力技術の新しい市場を開拓したり、現在のエネルギー供給市場構造を変えたりする可能性のある革新性の高い技術を研究開発し、その原型システムの運転を通じて実用化に至る問題点を把握する活動であり、主に政府の研究開発機関によって実施されるべきものです。こうした活動は、知的創造力と技術的冒険心を要求し、それにも係らず、失敗するリスクが小さくありません。そこで、政府は、公益追及の観点から、これらに適切な水準の資金を投じるとともに、そこでの知恵の生まれ具合について、多面的な観点から定期的に評価することを忘れてはいけません。

そこで、ご参会の皆様方におかれましては、このような考え方もあることを頭の隅に留め置かれ、それぞれにお持ちのアイゼンハワー大統領のビジョンの実現を目指す熱い思いと優れた知見を、人類の夢と希望の実現に寄与する明日の日本の原子力のためにどのように生かしていくべきかについて、様々な立場から検討され、皆様のビジョンをとりまとめられますよう、心からご期待申し上げ、所感とさせていただきます。ご静聴ありがとうございました。

セッション 3

Perspectives on the Future of Nuclear Engineering Education and Research in the U.S.

Larry Foulke, President American Nuclear Society,
and
James Tulenko, President Elect, American Nuclear Society

Atoms for Peace

On December 8, 1953, President Dwight D. Eisenhower captured the desires and hopes of the nations of the world in his "Atoms for Peace" speech to the United Nations General Assembly. In the last 50 years, many nations and the International Atomic Energy Agency have transformed Eisenhower's dream of the future the peaceful power of the atom into everyday reality. Civilian nuclear power reactors provide electricity without adding to global warming or air pollution. Training programs and technical libraries have enhanced our scientific knowledge. Radioisotopes have proven to be invaluable in medicine, agriculture, industry, and space exploration.

It is not coincidental that the origin of the American Nuclear Society is closely related to the 'Atoms for Peace' initiative. Two days after the Atoms for Peace address, a small group of engineers and scientists from the infant atomic energy field met in New York City. They were to consider forming what they were calling an 'Institute of Nuclear Science and Engineering.' Such an organization –they would write in the invitation for the next meeting – would, in part, stimulate the declassification of nuclear information, in line with Eisenhower's plan. The next year, on October 11, 1954, after a heated discussion, the group settled on a name: the American Nuclear Society. The American Nuclear society was officially formed on December 11, 1954.

Eisenhower's words laid the foundation for professional societies around the world including the JAIF and the AESJ, our profession, and an entire industry. We believe he would be proud to know that, today, we live in a world of nuclear science and technology - and its wonders are still increasing at an exponential rate. In the next 50 years, innovations in the use of radiation and radioisotopes in medicine and food supplies will astonish those of my generation who may still be here because of these breathtaking advances. The renaissance of nuclear power will fuel world economies, reduce poverty and increase quality of life in all nations. Advances in nuclear power will support human exploration and settlement of new worlds under the seas and in outer space.

Origins of Nuclear Engineering Education in the U.S.

Nuclear engineering education had its origins soon after Eisenhower's speech. Programs began at many universities in the U.S. as graduate degree programs and later, in the 1960's, undergraduate degree programs were added. The second author of this paper chaired one of the original nuclear engineering programs for 16 years. The Department of Nuclear & Radiological Engineering at the University of Florida (UF) is one of the oldest departments of its kind in the country. Its beginnings date back to March 1951, when UF held an Engineering Radiological Health and Civil Defense Conference. This started a series of events that led to Governor Leroy Collins signing a bill in 1955 that appropriated $500,000 towards a university reactor. This action triggered the forming of the UF Committee on Nuclear Research in January 1956, and by March 1956, Subcritical No. 1 became operational. It was the first nuclear subcritical assembly in Florida and an important teaching tool. By November 1956, the Atomic Energy Commission accepted the department's graduate program and established fellowships for nuclear engineering at UF.

In December 1956, one of the country's six ORSORT (Oak Ridge School of reactor Technology) educational programs was awarded to the university, and by the next February, fifteen students started the first program. The State of Florida's "Nuclear Appropriations Act of 1957" provided funds for the Nuclear Sciences Center and the Department was chartered in October, 1957. The first ORSORT class graduated from UF in August 1957, and to celebrate, a conference on Education in Nuclear Science and Engineering was held. In 1958 UF Training reactor went critical. This reactor is now an ANS historic Landmark and is still operating and has recently applied for a life extension for another twenty years. Many universities followed suit and added a nuclear engineering degree program. Most had research reactors associated with their programs. The number of university research reactors located at universities throughout the U.S. peaked[1] at 63 in the early 1970's. The plight of university reactors in the U.S. is serious. Recently the Universities of Illinois, Michigan and RPI put their university reactors in various states of shutdown.

In those early years, the educational focus was on education, training and some research. The nuclear engineering programs flourished in the 1960's and 1970's with a total of 48 programs[2] in the early 1970's. Today, there are 28 programs in the U.S. according to the Nuclear Engineering Education Source Book[3], 23 of which are accredited by the Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)[4].

The Decline

In the U.S., a steady decline in enrollments began in the early 1980's and continued through the 1990's. Low enrollments and the downward trend of professional opportunities in nuclear technologies raised several questions: Should universities retain their nuclear engineering programs? If they should be retained, should they be merged with other engineering programs or kept separate? Should they change the nature of the curriculum to appeal to a larger body of students with such names as Energy Systems engineering and Energy and Environmental engineering? The answers to these questions varied from school to school. In general, a greater emphasis was placed on more diverse areas of nuclear science and technology such as medicine, applications of isotopes, and fusion rather than power reactor engineering. This issue was addressed by the Nuclear Department Heads organization (NEDHO) in their 1995 report[5] "Nuclear Engineering in Transition: A Vision for the 21st Century.

The Status of Nuclear Engineering Education at the Turn of the Century

Challenge and change have not been limited to nuclear engineering programs in the U.S. Educational systems worldwide have been undergoing changes in response to serious challenges to their nuclear engineering programs. However, we believe that such changes are in response to economic challenges as opposed to those for the academic curriculum.

In May of 2000, participants in the PHYSOR 2000 meeting[6] typically reported that nuclear engineering programs in their countries were in decline. In the year 2000, North America and Europe reported an inability to attract qualified students to nuclear programs, declines in the nuclear content of courses and the frequency of offerings, and diminishing sources of funds for research. Also noted were the aging of the nuclear engineering faculty and research facilities, a lack of fresh approaches to nuclear education, and a reduction in the number of degree programs.

The Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD/NEA) summarized the results of a study[7] entitled, "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?" The OECD/NEA submitted a questionnaire in 1998 to almost 200 organizations (including 119 universities, and a range of research institutions, power companies, manufacturers, engineering offices and regulatory bodies) in OECD member countries (Belgium, Canada, Finland, France, Hungary, Italy, Japan, Korea, Mexico, the Netherlands, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom, and the U.S.). Collective answers representing groups of organizations confirmed that the number of universities offering nuclear programs was in a state of decline worldwide.

The study of nuclear education in OECD countries reported that, "the ability of universities to attract top-quality students ... was becoming seriously compromised." The study revealed that the number of undergraduate degrees conferred in nuclear-related disciplines only decreased 10percent in OECD countries between 1990 and 1998. However, this statistic was considered by some to be misleading. The decline was more substantial in North America and in most of Europe. In addition, the nuclear content of some undergraduate programs had declined. Even though students were graduating from nuclear-related programs, the nuclear content of the instruction provided in those programs was "decreasing year by year." In an effort to attract more students, nuclear-related programs broadened their curricula, thus reducing the nuclear technology content. One conclusion of the study was that, "Unless the situation is at least stabilized, in the next few years there will be a shortfall of quality graduates to cope with the existing concerns of the industry." To some extent, this situation was in response to what industry was asking for at the time. Core physics content diminished because some segments of industry perceived little need for core design and personnel skilled in reactor physics.

Aging of the nuclear faculty and research facilities also threatened the availability of the expertise and equipment needed to sustain nuclear programs. The average age of faculty members in nuclear-related programs in OECD countries was 48 years in 1998. In the U.S. the average age was 50 years. The average age of research reactors in OECD countries was 32 years in 1998. Seven research reactors were decommissioned during the period between 1990 and 1998.

In the U.S., enrollments in undergraduate nuclear engineering programs dropped dramatically during the 1990's. The report[8], "Manpower Supply and Demand in the Nuclear Industry" was published in November 1998 by the Nuclear Engineering Department Heads organization (NEDHO). According to the NEDHO report, in 1998 "only 527 students enrolled in undergraduate nuclear engineering programs versus 1850 in 1992, and only 431 students enrolled in M.S. programs versus 800 in 1992."

Paradoxically, the demand by the nuclear industry in the U.S. for nuclear engineering graduates was increasing substantially during the period 1996 to 1998 according to the NEDHO report. Hope was expressed at that time that the rising demand for nuclear graduates, accompanied by a corresponding increase in starting salaries, would reverse the decline in enrollments. In 2003 in the U.S., starting salaries for nuclear engineering graduates were among the highest of the engineering disciplines. With these greater job opportunities and increased government funding, we have seen a doubling the nuclear engineering student population since 1998. We have even seen the addition of four new nuclear engineering programs in the U.S. South Carolina State University and the Military Academy at West Point have started new undergraduate nuclear engineering programs. The University of South Carolina and the University of Nevada at Las Vegas have started new graduate programs. We have established ANS student chapters at three of these institutions and are in process of chartering a new chapter at the fourth institution.

Meanwhile in several European countries, government policy or popular referendums have closed the nuclear option for the foreseeable future. In countries where government policy has closed the nuclear options for the foreseeable future, nuclear programs[6] if they still exist were struggling to survive. The United Kingdom, which produces 25 percent of its power by nuclear energy, has no undergraduate or master's level nuclear engineering programs in the country and only one research reactor. Enrollment figures are clearly influenced by the uncertainty of the future and lack of attractive career possibilities. The six nuclear engineering programs in Italy experienced a sharp decrease in enrollment, due to the results of a referendum in the late 1980s. By law, the nuclear power industry disappeared in Italy and there were only 14 new students enrolled in nuclear engineering departments in 2000.

In 1999, Spain made 32 percent of its electricity from nuclear power and yet had only one nuclear engineering program in the country. The prospects for nuclear technology education were more promising in France than in most other European countries, because of the excellent career opportunities there.

In contrast to North America and Europe, nuclear engineering education[6] in China and Korea has been more positive. Nuclear engineering programs at four key universities in China enroll 180 to 250 freshmen each year. Due to the transition to a market economy, students in China are now able to choose their academic areas of specialization. Many of the students, who formerly would have populated the nuclear engineering programs, now select high technology, high paying alternatives to nuclear power. In addition, the slow development of nuclear power in China left the nuclear engineering programs with few qualified individuals to replace retiring faculty, aging textbooks and laboratory equipment, and few opportunities for funded research. However, the Chinese government considers nuclear power as an important subsidiary to conventional power

sources and it is expected that future education in nuclear engineering will be promoted by the government. Nuclear engineering programs in Korea were well populated in the year 2000. The nuclear industry in Korea is still in a period of rapid growth. The status of nuclear engineering education in Japan has been covered well by Ishino.[9, 10]

The difficulties faced by nuclear education at the end of the century were supported by misconceptions concerning nuclear technology. One of those beliefs was the popular impression that nuclear power was a dying industry. The public tends to equate the health of the nuclear industry with new power plant construction and government support. Student perception is an important factor contributing to low enrollment, as it is affected by the educational circumstances: public perception, the industry's activities, and reductions in government-funded programs.

Another popular perception was that careers in nuclear engineering were dull, unimportant, and unrewarding. Nuclear plants were considered an old technology that gave a power alternative during [the] 70's oil crisis. Reactor physics was not challenging and encouraging for students. However, this has changed in the U.S. with the DOE 2010 and Generation IV programs.

Potential for construction of new nuclear power plants is generally recognized as the single most important factor to the revival of nuclear engineering education. While waiting for new construction, a number of actions were recommended to attempt to slow or reverse the decline in nuclear educational programs. Government support of nuclear education was deemed to be important. The use of distance education and new instructional techniques were suggested as means to reach a larger population of potential students. Emphasis on the importance of high performance computing in reactor physics has the potential to attract students. Efforts to correct

the misconceptions concerning nuclear power by direct information campaigns were suggested. Broadening the traditional curriculum to cover non-power applications of nuclear science or other multi-disciplinary studies was also recommended.

Cooperative efforts between industry and universities have been considered for forming joint nuclear programs. The success of these efforts has lead to some discussions of forming "a new European degree" program. An arrangement to allow mobility of students among European nuclear engineering schools is an idea whose time may have come. Small countries could try to collaborate together to develop a common nuclear engineering curriculum that can be delivered by distance education to students in any of the countries. Minds are ripe for a change in this direction.

Government support is an important aid to nuclear education. In the U.S., the DOE's commitment to the nuclear engineering education industry through educational grants, fellowships, reactor fuel and assistance grants, and sponsored research projects is an important stimulus to nuclear engineering education.

The DOE Office of Nuclear Energy, Science and Technology has an active nuclear engineering fellowship and scholarship program. The department has initiated a match program where the department matches unrestricted money donated to nuclear engineering departments by industry. The DOE matches approximately $800,000 dollars of industry gift money a year. Similarly the nuclear utilities have a major nuclear engineering undergraduate scholarship and graduate master's degree fellowship program.

Stimulation of Nuclear Engineering Education in the U.S.

A number of studies have focused on the re-examination of nuclear engineering education.

- Maintaining Vitality in Nuclear Engineering Education Programs, ORAU for DOE/NE OER, 1986
- U.S. Nuclear Engineering Education: Status and Prospects, National Research Council 1990
- Meeting the Challenge of Nuclear Engineering Education in the 21st Century, ANS/University Working Conference, 1995
- Nuclear Engineering in Transition: A Vision for the 21st Century, NEDHO, 1998
- Nuclear Education and Training: Cause for Concern? NEA/OECD, 2000
- Nuclear Power Engineering Curriculum Task Force, NERAC, Draft Report, 2004

In 1998, the Nuclear Engineering Department Heads Organization (NEDHO), stated that[5]: "The university community needs to make a major cultural shift in its thinking about nuclear engineering education. In essence it has to make a transition....to a unified curriculum characterized by a common educational core from with flows a multitude of diverse applications. This core is to be centered on applied nuclear sciences and encompasses low energy nuclear physics, the interaction of ionizing radiation with matter, and plasma science and technology." It should be pointed out that the second author of this paper was an author of that report.

The 2004 task force review[11] is expected to conclude that for the most part, nuclear engineering curricula have not changed considerably over the past 15 years and are considered to be adequate and appropriate to support the needs of the broad nuclear industry and the nuclear power industry in particular. In fact, several programs have strengthened their course offerings by adding courses at the junior and senior levels. This is due in part to the improved mathematics background of incoming students that allows some introductory courses to be moved into the

freshman and sophomore years. The 2004 study does indicate one area that could be improved. It is the development of a better practical understanding of the work place and the individual practical skills that are needed to be successful. It is believed that this can be accomplished by providing a practical work experience through co-op programs with industry or through summer internships.

The task force also evaluated the need for a new curriculum optimized to the needs of industry. It appears that they will conclude that a new curriculum is not needed and that the development of a common, or model, curriculum for use by all academic departments offering the nuclear engineering discipline is not in the best interests of either the schools or the broad nuclear industry. In general, nuclear engineering curricula are already similar in nature with minor differences between curricula determined by faculty expertise and research interests.

Adapting the curricula to meet the needs of the broad nuclear industry can best be accomplished through following established accreditation procedures[4] of the Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) and their continuous improvement process. This model relies on working with the "stakeholders" to help them tailor the curricula to meet the needs of their "constituencies." Hence, the ABET process has self-correcting, self-regulating processes in place to help them develop curricula suitable to those aspects of the nuclear industry that they are aiming to serve and that are consistent with the input they receive from the constituents they serve.

While the system for nuclear education and research has survived a difficult period of down sizing, more needs to be done to ensure its long-term viability.

The inevitability of building new nuclear power plants in the U.S. will be a major stimulus to that viability. Environmentally clean nuclear power is a vital part of the nation's electricity supply. Currently, 103 nuclear power reactors produce approximately 20 percent of the electricity consumed.

There is change in the wind in the U.S. We have had energy crises and blackouts; gasoline prices are soaring. Deregulation and consolidation have stimulated some companies to acquire more nuclear units. We have seen license extension and a great market for pre-owned nuclear power

plants. The vendor base has shrunk. The DOE has a number of initiatives for Generation IV reactors, funding initiatives for nuclear engineering education and the DOE 2010 program. Utilities are again thinking about new plant construction. Establishing a geological repository for spent nuclear fuel is the law of the land. Polls in the U.S. show a majority favors nuclear power and the current administration is supportive of nuclear science and technology.

These events have stimulated change in the last six years since 1998 in nuclear engineering education in the U.S. Enrollments are increasing rapidly nationwide; the job market is good. There are ample opportunities for fellowships, scholarships, and internships. New nuclear engineering programs are being established.

But, still the future of some university research reactors is still in doubt. There are now only 26 university research reactors. Power level is important for research. Research and undergraduate education are often in competition for reactor time and facilities. Reactors are expensive tools to operate and maintain. There are security issues that must be faced. Research is considered to be the key to survival of university research reactors.

There are a number of DOE funding initiatives for nuclear engineering education:

- NEER – Nuclear Engineering Education Research Program
- NERI – Nuclear Energy Research Initiative
- DOE/Industry Matching Grants

- URI – University Reactor Instrumentation Program
- INIE – Innovations in Nuclear Infrastructure and Education
- Advanced Reactors – Generation IV

The Big-10 INIE Consortium illustrates an example of the INIE arrangement. It includes the nuclear engineering programs at Penn State, Purdue, Illinois, Wisconsin, Ohio State, and Michigan. Their goal is to establish cooperation for reactor-based research, outreach and new generation university reactor design in the U.S. All the team members have robust nuclear engineering programs at all levels. Their INIE funding is on the order of $2 million per year and they have begun to purchase equipment and put in place a mini-grant program. INIE funding is providing a critical window of opportunity to strengthen programs and related experimental facilities. It signals government concern about the future of nuclear engineering educational programs.

While nuclear engineering education has made a comeback, the future is difficult to predict. The current enrollment increase is fragile. If the increased job opportunities of recent years are not there for the larger graduating classes, if government funding for nuclear education were to be cut, then nuclear engineering education programs could conceivably experience another decline. Who in the mid-1990's would have thought that nuclear engineering enrollments would have experienced the doubling that we have seen today? The future will depend on many factors not in control of the educators: the state of the economy, growth of new nuclear plants, growth of research funding, security issues, and the ability of international students to get visas. We must all work together to see that we maintain a healthy environment for nuclear engineering education.

Many nuclear engineering programs have difficulty in changing their focus quickly. There is a long time scale for change with tenured professors. It is difficult to compete within the university for new faculty positions due to the relatively small enrollment numbers in nuclear engineering programs. A key item maintaining the nuclear engineering programs in the U.S. has been that nuclear engineering professors typically have the highest research dollars per professor in their respective engineering colleges. These research opportunities for nuclear engineering programs must be maintained if we are to have a healthy nuclear engineering educational system. Teamwork among universities both domestically and internationally will also become more important. Teamwork means sharing faculty and courses and sharing research facilities and jointly addressing research tasks. Development of innovative educational tools will also be important – minors in nuclear engineering, dual majors, and the continuing development of distance education.

It has been said that to successfully recruit a student into nuclear engineering, one must convince the father that there will be a job at the end of the road, convince mother that nuclear engineering is safe for her child, and show the prospective student the blue glow.

References:

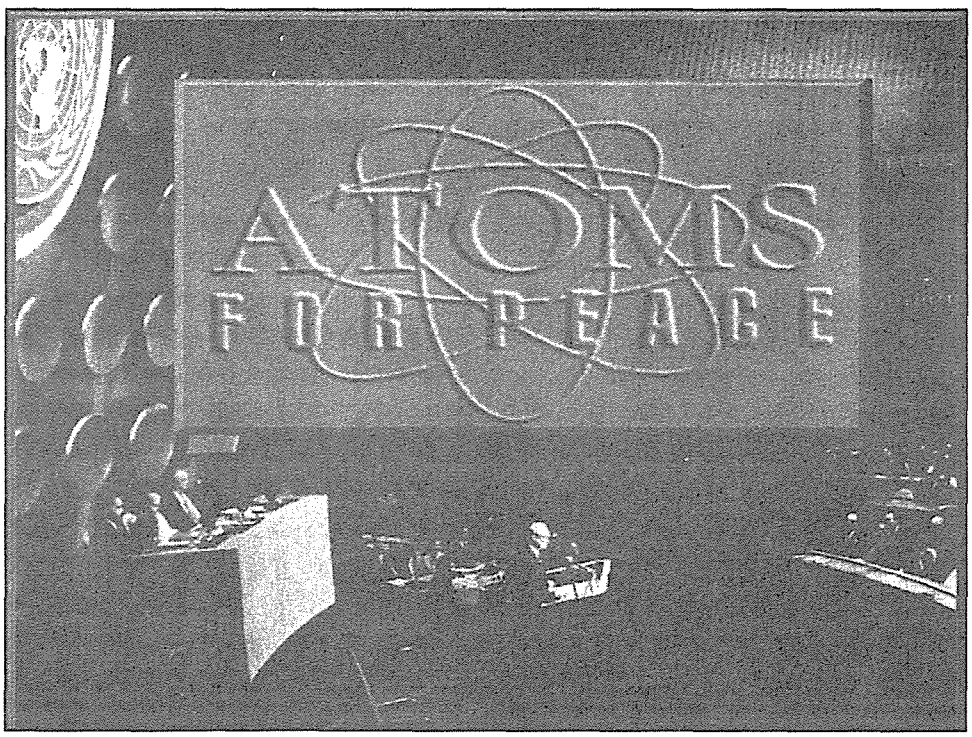
1. TRTR (Test, Research and Training Reactors) Presentation to DOE, May 2003, Adapted from: "The Future of University Nuclear Engineering Programs and University Research Reactors," Corradini, et al, NERAC, May 2000.
2. Corradini, M., et al, The Future of University Nuclear Engineering Programs and University Research and Training Reactors, NERAC, May 2000, <http://www.nuclear.gov/nerac/finalblue.pdf>.
3. Department of Nuclear Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC, "ANS Nuclear Engineering Sourcebook – 2003," Last modified: Feb 2004 <http://www.ne.ncsu.edu/source/sourcebook.html>
4. http://www.abet.org/.
5. Freidberg, J., M. Kazimi, G. Emmert, W. Kastenberg, J. Poston, V. Ransom, J.Tulenko, G. Was and D. Woodall, "Nuclear Engineering in Transition: A Vision for the 21st Century," A publication by the Nuclear Engineering Department Heads Organization, December 1, 1998.
6. Foulke, L., and M. Robinson, "PHYSOR 2000: Discussions Cover Physics, Nuclear Engineering Education," *Nuclear News*, Vol. 43, No. 8, July 2000.
7. Yamagata, H., "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?" A Summary Report by the Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Co-operation and Development, <www.nea.fr/html/ndd/reports/2000/nea2428-education.pdf>.
8. Was, G., and W. Martin, "Manpower Supply and Demand in the Nuclear Industry," Department of Nuclear Engineering and Radiological Sciences, November 1998, <www-ners.engin.umich.edu/NEDHO/publications/ manpower_report/Manpower_report2-17.pdf>.
9. Ishino, S., "Nuclear Engineering Education - History, Current Status and Future Needs," Department of Nuclear Engineering, Tokai University, Proceedings of the 4th International Nuclear Energy Symposium, Taipei, March 15-16, 1999.
10. Ishino, S., "Nuclear Engineering Education in the 21st Century," Department of Nuclear Engineering, Tokai University, Proceedings of an International Nuclear Energy Symposium, Beijing, March 27 - 29, 2000.
11. Nuclear Power Engineering Curriculum Task Force, NERAC, Draft Report, 2004.

Perspectives on the Future of Nuclear Education and Research in the United States

Remarks to the Japan Atomic Industrial Forum

by
Larry R. Foulke, ANS President and
James Tulenko, ANS President-elect

April 22, 2004

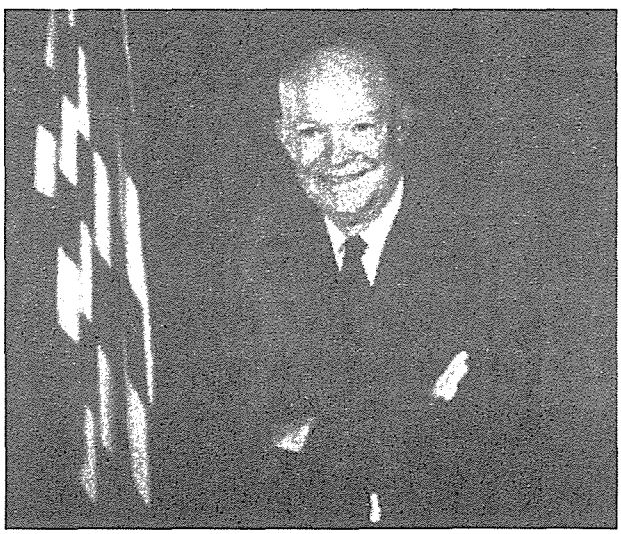


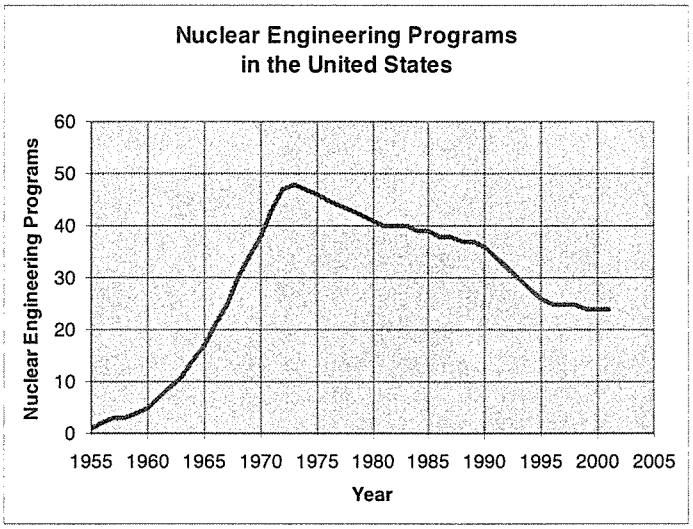
The American Nuclear Society

The Society for the advancement of nuclear science and technology to benefit humanity

Formed December 11, 1954

Thanks, Ike !

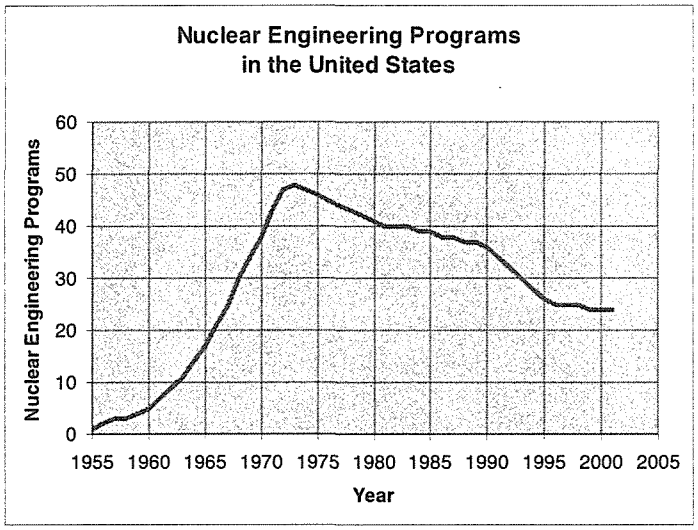




Source: The Future of University Nuclear Engineering Programs and University Research and Training Reactors, Corradini, et al, NERAC, May 2000.

6 Decades of Nuclear

- 1950's "Atoms for Peace" – Shippingport
  "Too cheap to meter..."
- 1960's Yankee Rowe –
  "1000 Reactors in the 2000 ..."
- 1970's Oil Crises – TMI
  " Energy Source of last resort ..."
- 1980's Double Digit Inflation, Chernobyl
- 1990's Kyoto – Deregulation
- 2000's Enron, 9/11, Blackout ... ????



Source: The Future of University Nuclear Engineering Programs and University Research and Training Reactors, Corradini, et al, NERAC, May 2000.

Nuclear Engineering Education Studies

- Maintaining Vitality in Nuclear Engineering Education Programs, ORAU for DOE/NE-OER, 1986
- U.S. Nuclear Engineering Education: Status and Prospects, National Research Council, 1990
- **Meeting the Challenge of Nucl. Engr. Education in the 21st Century, ANS/University Working Conference, 1995**
- Nuclear Engineering In Transition: A Vision for the 21st Century, NEDHO, 1998
- Nuclear Education and Training: Cause for Concern? NEA/OECD, 2000
- Nuclear Power Engineering Curriculum Task Force, NERAC, Draft Report, 2004

Nuclear Engineering Programs Worldwide – PHYSOR 2000

- Nuclear Education and Training: Cause for Concern? NEA/OECD, 2000
  - Nuclear education. . .Seriously compromised
  - Stimulated industry concern
  - Aging of faculty and research facilities
  - Precipitous drop in enrollments in U.S.
  - Similar situation in Europe
  - Apparently more positive in Asia
  - Impression of dying industry

A Wide Perception Gap

World policymakers increasingly recognize the necessity *of nuclear power*

But the nuclear renaissance has not yet been widely perceived

Recent focus groups at American engineering schools saw the nuclear industry as

- ***dangerous, boring, rigidly hierarchical***
- ***a dying industry offering limited opportunity***

During the 1990's, undergraduate U.S. enrolments in nuclear engineering fell by 2/3 – from 1,500 to 500 a year

Industry-government efforts have produced a partial rebound – but *not enough to meet industry need*

World Nuclear University

IAEA

WANO WNA

Build:
- Human Resources
- Technical Knowledge
- Public Support

A network of educational and research institutions to support effective worldwide application of the peaceful uses of nuclear technology

The 2001 NEI Survey

- NEI's Staffing and Recruiting Task Force launched an industry-wide staffing survey.
  - Power generation
  - Outage support
  - Front & back end fuel cycle
  - Architectural & engineering firms
  - Universities
  - Government & national labs
- This survey found significant staffing challenges in the following areas:
  - Nuclear Engineering
  - Health Physics
  - Skilled Crafts

Workforce Challenge

- Staffing shortages—Adequate number of new graduates *will not* be available to meet industry demand in two job pipelines
  - *Nuclear Engineers: short ~ 800 over 10 years*
  - *Health Physicists: short ~ 700 over 10 years*

  (assumes all HP graduates join energy sector)
- Initiatives by NEI, ANS, DOE, Universities

Ref: NEI

Nuclear Power Engineering Curriculum Task Force, NERAC, Draft Report, 2004

- **Are the curricula of nuclear engineering programs in need of revision?**
- **Do the curricula support the needs of the broad nuclear industry?**
  - The study concludes "yes," and "yes."
- **One area of improvement needed:**
  - Need better practical understanding of the work place
  - Need practical work experiences / internships in industry
- **Nuclear engineering curricula should be determined by the constituency served by the program (the ABET continuous improvement process)**

ABET Mission

- ABET:
  - Accredits engineering, technology and applied science programs
  - Promotes quality and innovation in engineering, technology and applied science education
  - Consults and assists in the development and advancement of education in engineering, technology and applied science
  - Informs the public of activities and accomplishments
- The ABET Process:
  - Tailors curricula to needs of the "stakeholders"
  - Is self-correcting, self-regulating

Going forward: A rosy outlook for nuclear!

- Energy Needs More Evident; Non-ideal Alternatives
- New Licensing Process and Plant Designs
- Outstanding Operations of Nuclear Plants
- Recognized Need for New Power Plants
- Recognized Need for Non-emitting Power
- Positive Government Actions:
  - NERAC (formed October 1998)
  - DOE 2010
  - Gen IV designs
  - Yucca Mountain
  - Energy Bill
  - Supportive administration

Stimulation in the U.S.

- Need for new graduates increasing in late 1990's
- Starting salaries high in 2003
- Government support of nuclear education
  - Educational grants, fellowships
  - DOE matches grants from industry
- Initiatives by NEI, DOE, ANS and industry

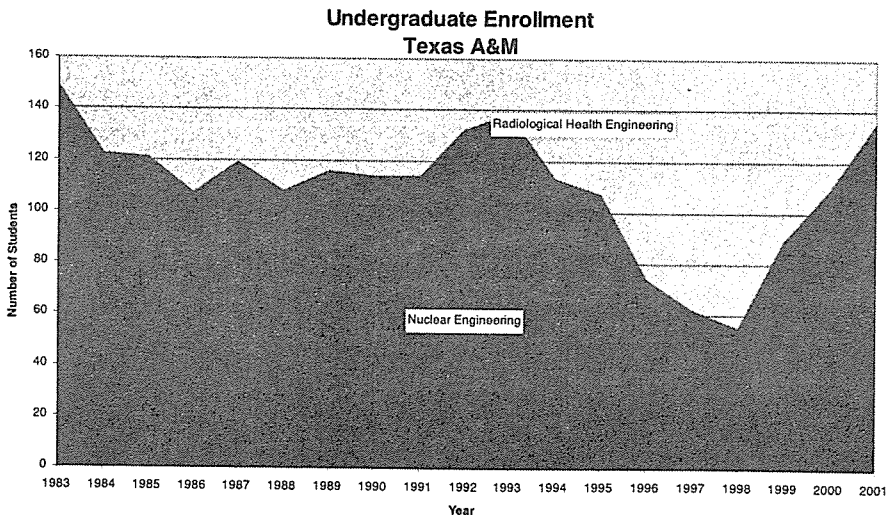
RECENT SUCCESSES IN U.S. New Nuclear Programs

- University of South Carolina – new graduate program
- South Carolina State University – new undergraduate program in cooperation with the University of Wisconsin.
- University of Nevada at Las Vegas – new graduate program.
- U.S. Military Academy - new undergraduate program

Representative proactive approaches in the U.S. – Department of Energy

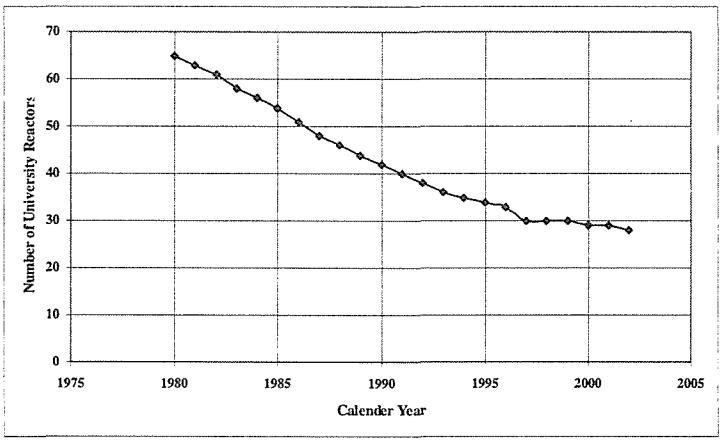
- **NP 2010 – new power plant on line by 2010**
- **Three nuclear utilities conducting new siting plans; two consortia announced to test new licensing process**
  - **50/50 cost sharing with utilities**
- **Advanced fuel cycle program**
- **Advanced research support**
  - NERI (Nuclear Energy Research Initiative)
  - INERI (International NERI)
  - NEER (Nuclear Engineering Education Research)
  - INIE (Innovations in Nuclear Infrastructure & Education
    - fostering good networking among universities

The Comeback!! One Example



University Research Reactors
The Loss of National Assets

TRTR Presentation to DOE May 2003
Adapted from: "The Future of University Nuclear Engineering Programs and University Research Reactors," Corradini, et al, NERAC, May, 2000



Undergraduate Nuclear Engineering

- Basic Undergraduate Curricula "governed" by ABET General Criteria and Nuclear Engineering Program Criteria. Constituent (e.g. industry) input required.
- Strong basic science and engineering.
- NE Graduates do more than "count neutrons."
- Enrollments reflect hiring patterns, salaries, and perception of a future career.
- Low enrollments lead to merger or closure.

Graduate Nuclear Engineering

- Research funding is paramount. Many programs expanded their research to non-power programs
- Faculty status is driven by funding and FTE's.
- Students follow the funding.
- Undergraduates feed graduate enrollments.
- DOE research programs are vital for nuclear engineering programs.
  - Gen IV, NEER, NERI, Advanced Fuel Cycle Initiative, et al
- Nuclear programs compete with the big "O's"
  - NANO, BIO, INFO at their universities.

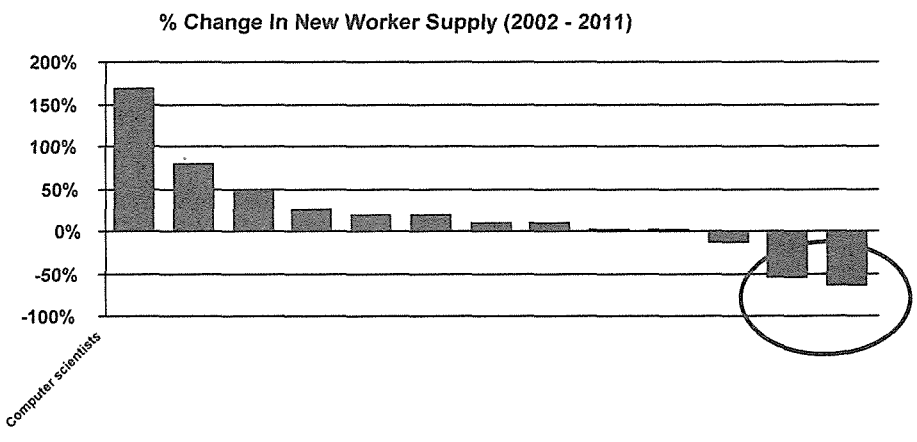
Summary

- Teamwork among university programs important.
- Nuclear Engineering Education is a mature discipline.
- Accreditation is essential.
- Undergraduate programs produce solid engineers who can do a lot more than "count neutrons."
- Graduate programs need research $.

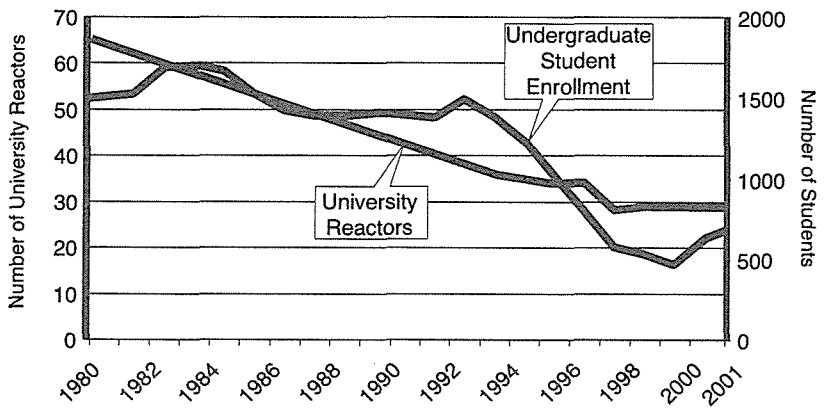
The American Nuclear Society

The Society for the advancement of nuclear science and technology to benefit humanity

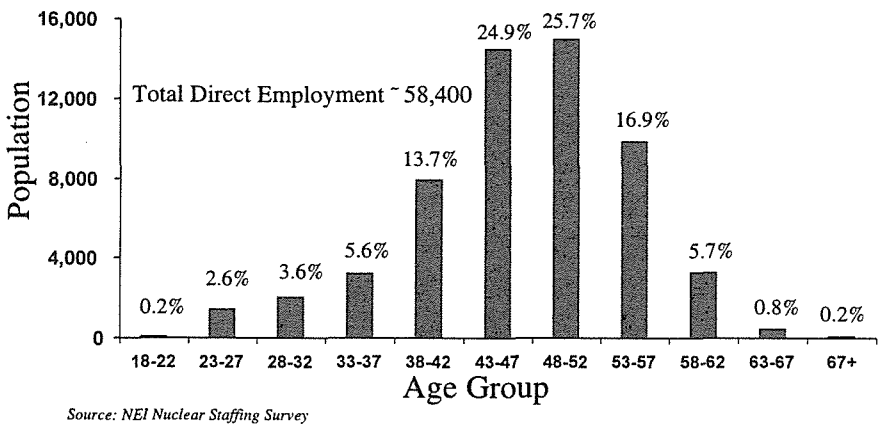
Worker Supply Projected to Decrease in Key Areas



Trends In University Nuclear Engineering
United States

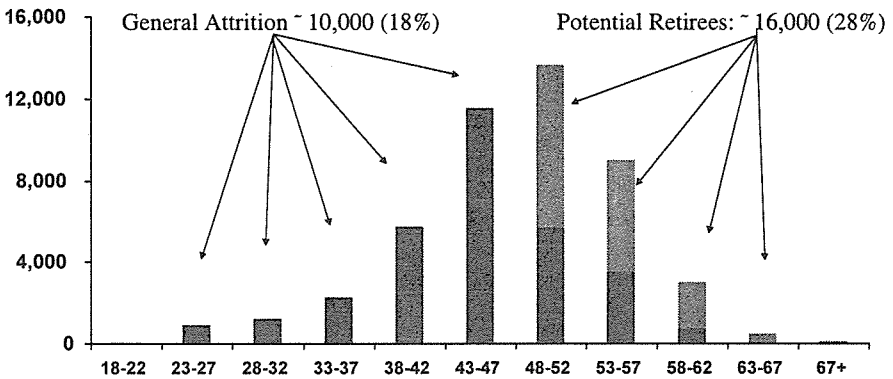


2003 Survey Findings
Power Generation



Source: NEI Nuclear Staffing Survey

2003 Survey Findings
Nuclear Power Generation



1. Potential Retirees are defined as employees that will be older than 53 with 25+ years of service, or older than 63 with 20 years of service, or older than 67 within the next five years.

Source: NEI Nuclear Staffing Survey

The Good News

- The nuclear industry is a leader in addressing the aging workforce issue.
- Several critical projects are underway.
  - Knowledge Management and Documentation
  - Knowledge Retention
  - Leadership Development
- Industry is hiring in several areas.
- Enrollment in Nuclear Engineering is increasing rapidly.
- New nuclear technology programs are being developed for skilled craft.
- Renewed efforts in radiation protection are underway.

NEDHO: Nuclear Engineering Department Heads Organization

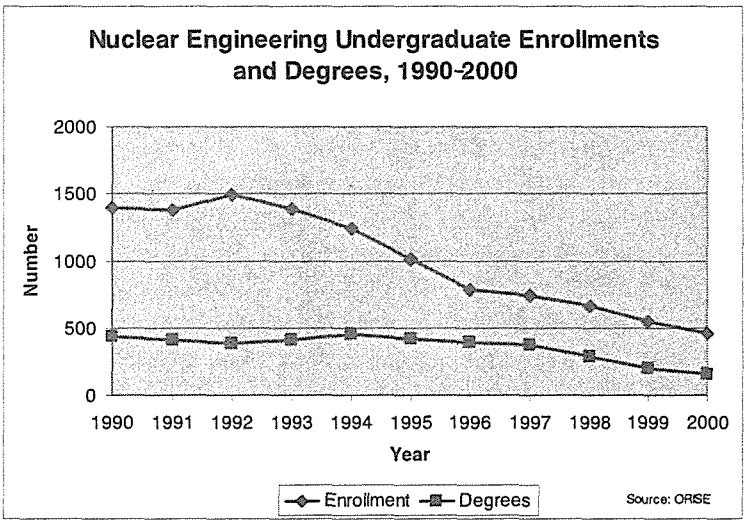
- Formed in 1982
- Forum for discussion, coordination, and collaboration on issues facing academic programs emphasizing nuclear and radiological engineering.
  - Accreditation
  - Student Scholarship/Fellowship funding
  - Research funding
  - Training and research reactors funding

How many programs are there?

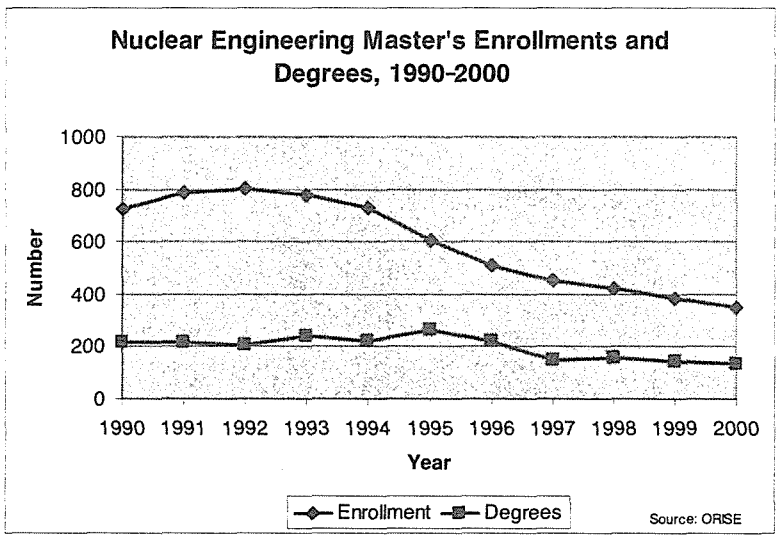
- ANS – Student Chapters - "~ 30 active"
- NE Education Source Book - 27 programs
- NEDHO members - ~ 25 members
- ORAU (ORISE) DOE Data – 37 programs
  - Includes both NE major or option program
- ABET Accredited Programs
  - 18 Nuclear Engineering Programs
  - 3 NE Technology Programs
  - 4 Health Physics Programs

Accredited NE Programs

Massachusetts Institute of Technology
North Carolina State University
Oregon State University
Pennsylvania State University
Purdue University
Rensselaer Polytechnic Institute
Texas A&M University
University of California, Berkeley
University of Florida
Georgia Institute of Technology
University of Illinois
University of Maryland
University of Massachusetts Lowell
University of Michigan
University of Missouri, Rolla
University of New Mexico
University of Tennessee, Knoxville
University of Wisconsin, Madison
Air Force Institute of Technology



Juniors and Seniors. 2001: 28 programs; 502 enrollments; 120 degrees.



2001 NE Postgraduation Plans

Undergraduates (98 % U.S. Citizens)

- Higher Education – 28 %
- Military/Gov. – 18 %
- Nuclear Utility – 12 %
- Industrial/DOE Cont. – 10 %

Masters (70 % U.S. Citizens)

- Continuing Study – 41%
- Military/Gov – 12 %
- Nuclear Utility – 8 %
- Industrial/DOE Cont – 23 %

TRTR National Organization of Test, Research and Training Reactors

- Formed in the 60's
- Promotes science and engineering education, fundamental and applied research, the application of technology in areas of national concerns, and improving U.S. technological competitiveness around the world.
- Membership includes managers and directors of research reactors, administrators, educators, research scientists, engineers, and regulators.
- Members from nearly fifty research reactor facilities across the Nation from government, national laboratories, industry, and universities.

27 URRs Serving the Nation

TRTR Presentation to DOE May 2003 (updated)

12 Facilities: Power ≥ 1 MW

University of Missouri-Columbia	10 MW
Massachusetts Institute of Technology	4.9 MW
University of California-Davis	2 MW
Rhode Island Nuclear Science Center	2 MW
Oregon State University	1 MW
University of Texas, Austin	1 MW
North Carolina State University	1 MW
Pennsylvania State University	1 MW
Texas A&M University	1 MW
University of Massachusetts-Lowell	1 MW
University of Wisconsin	1 MW
Washington State University	1 MW

15 Facilities: 1 W to 500kW

Ohio State University	500 kW
Kansas State University	250 kW
Reed College	250 kW
University of California-Irvine	250 kW
University of Maryland	250 kW
University of Missouri-Rolla	200 kW
University of Arizona	100 kW
University of Florida	100 kW
University of Utah	100 kW
Worcester Polytechnic Institute	10 kW
Purdue University	1 kW
Idaho State University	5 W
Texas A&M University	5 W
University Of New Mexico	5 W
Rennselaer Polytechnic Institute	1 W

Accredited Programs

- Nuclear Engineering
  - 18 NE/RE programs
  - Many in compound departments with ME, CH, EP, RS/HP
  - Most have reactors
- Nuclear Engineering Technology
  - 3 NET programs
- Applied Science Health Physics
  - 4 HP programs

Nuclear Engineering Education

"The university community needs to make a major cultural shift in its thinking about nuclear engineering education. In essence it has to make a transition....to a unified curriculum characterized by a common educational core from with flows a multitude of diverse applications. This core is to be centered on applied nuclear sciences and encompasses low energy nuclear physics, the interaction of ionizing radiation with matter, and plasma science and technology."

NEDHO, 1998

ABET Structure

- ABET is a federation of professional engineering and technical societies.
- 30 Professional engineering societies provide approximately 1500 volunteers who serve on ABET's Board of Directors, on Accreditation Commissions, and as Program Evaluators.

Engineering programs must demonstrate that their graduates have the following:

- An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering appropriate to the discipline
- An ability to design and conduct experiments, analyze and interpret data
- An ability to design a system, component, or process to meet desired needs
- An ability to function on multi-disciplinary teams

Graduates must also have:

e. An ability to identify, formulate, and solve engineering problems
f. An understanding of professional and ethical responsibility
g. An ability to communicate effectively
h. The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a societal context
i. A recognition of the need for, and an ability to engage in, life-long learning
j. A knowledge of contemporary issues
k. An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice

Professional Component

- One year of a combination of mathematics and basic sciences (with experimental experience) appropriate to the discipline
- One and one-half years of engineering topics, consisting of engineering sciences and engineering design appropriate to the student's field of study
- A general education component that complements the technical content of the curriculum and is consistent with the program and institution objectives

Professional Component (continued)

- Major design experience incorporating engineering standards and realistic constraints, including most of the following considerations:

  Economic, Environmental, Sustainability, Manufacturability, Ethical, Health and Safety, Social, Political

- Program Specific Criteria specified by Professional Society.

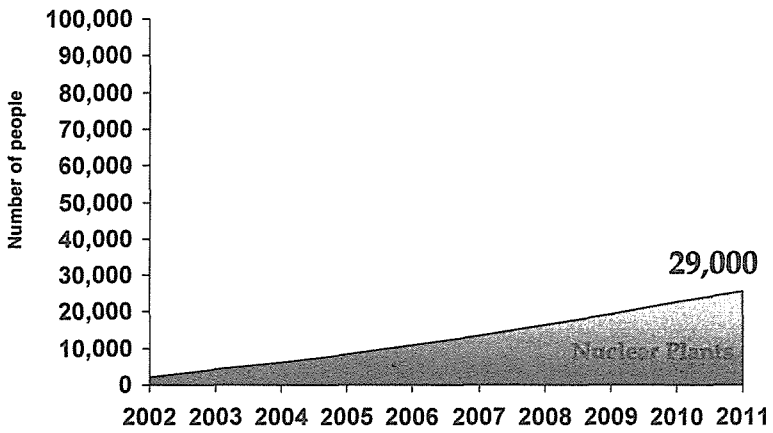
  ANS for Nuclear and Related Programs

Why the Downturn in the U. S.?

- No new nuclear plants ordered in entire last quarter of the century
- Electricity glut
  - No new power plants of any kind (until very late in the century)
- Negative media
  - Three Mile Island 1979
  - Chernobyl 1986
- Huge cost increases
  - New regulations
  - Anti-nuclear activists forced long delays
- Policy makers unfavorable toward nuclear

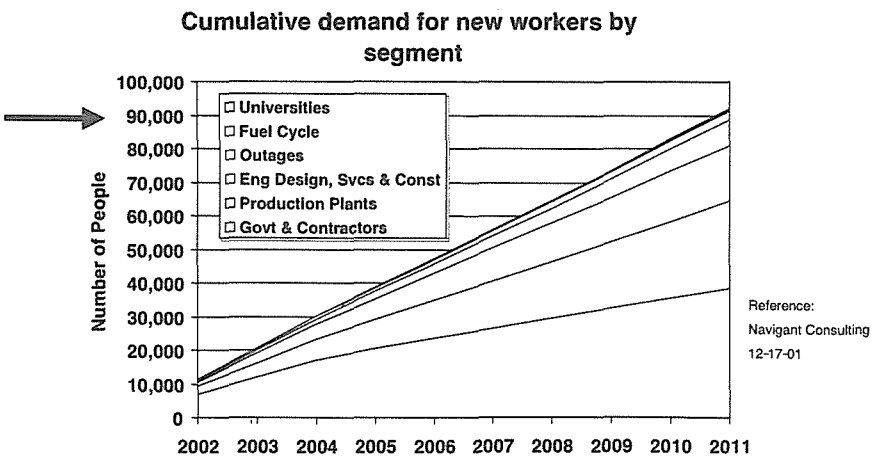
→ "Bright" students flocked to computer science, bioscience, business, etc.

Cumulative Demand For New Nuclear Power Plant Workers



Ref: Navigant Consulting, December 2001

70% of the total demand is from two segments: govt. and contractors - and production plants



Reference:
Navigant Consulting
12-17-01

NEI Activities

- Addressing staffing shortfalls in critical areas
- Developing/bolstering relationships with universities, trade schools, labor, & others to attract new hires
- Raising industry image and visibility
- Supporting government assistance for reactor programs, scholarships and fellowships

Representative proactive approaches in the U.S. – NEI/Utility Industry

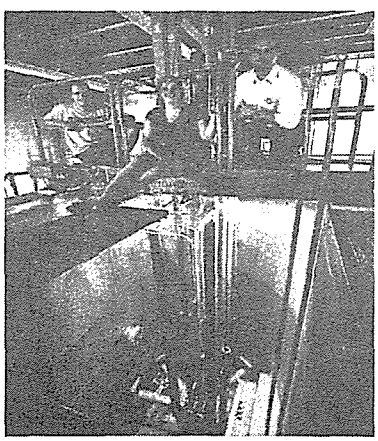
- **Huge series of workshops**
- **Vision 2020**
  - Prominent recognition of nuclear power
  - Improved focus on entire fuel cycle
  - Improved public support
  - Infrastructure and personnel needs
- **INPO scholarships and fellowships**
- **Partnering with DOE/universities**
- **Web-based recruiting tools**

DOE Activities

- **Fellowships & Scholarships**
  - Approximately 24 fellowships/year; 50 scholarships/year
- **International Student Exchange Program**
  - Current: France, Germany, Japan
  - Expanding: Argentina, Brazil, Russia – FY 2003
- **Summer Internships**
  - Approximately 22 at INEEL, ANL (East & West) and ORNL
- **DOE/NE ANS Teacher Workshops**
  - Workshops for high school/middle school science teachers

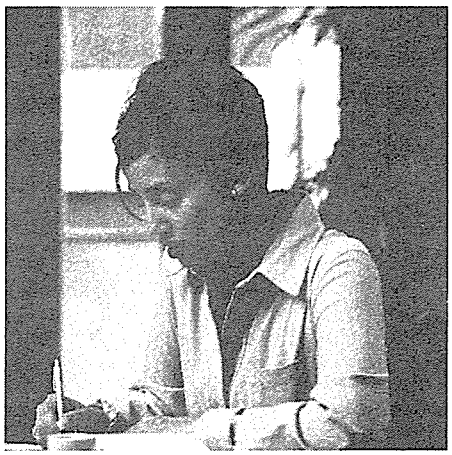
ANS Activities

- Today's Strategy to increase the supply of engineers, scientists and technicians
  - Open minds to a nuclear future
  - Support funding for research, university reactors and scholarships



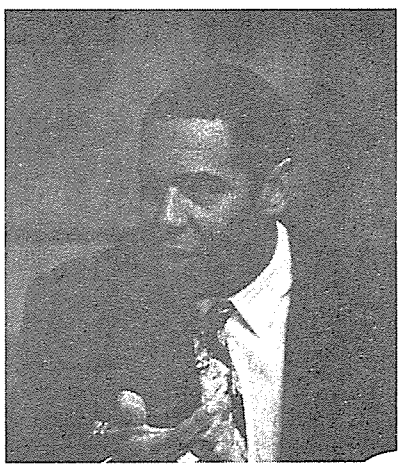
ANS Activities

- Special Committee on Workforce Issues
  - Building interest in nuclear-related activities
  - Supporting funding for research



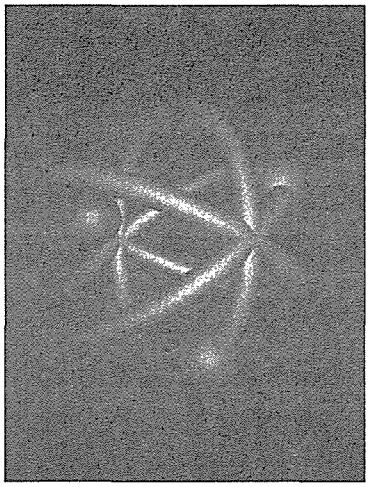
ANS Activities

- Grassroots Activism
  - Building a Speakers Bureau list
  - Increasing Individual Action



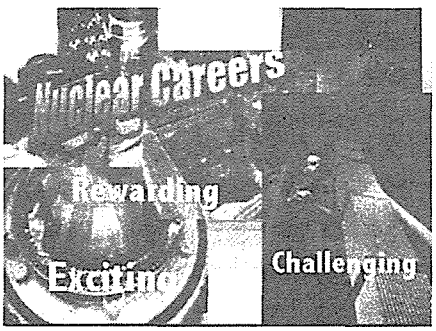
ANS Activities

- ANS is
  - Promoting career opportunities
  - Serving as a credible source of nuclear information
  - Contributing to public policy issues



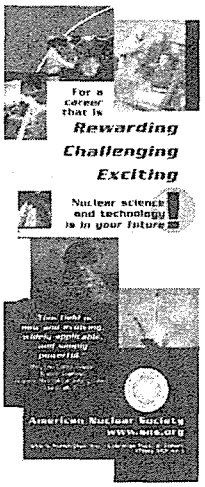
ANS Proactive Efforts

- Educating students about nuclear careers
- Working to increase funds for scholarships and fellowships
- Expanding industry participation in scholarship and fellowship programs



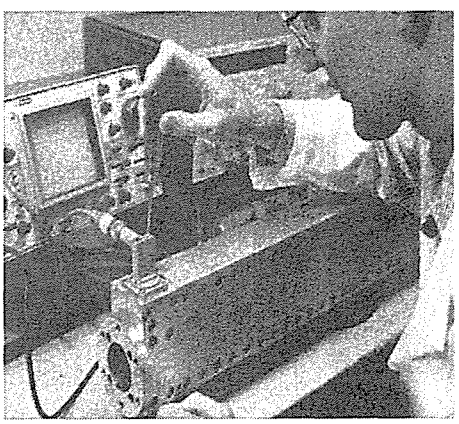
ANS Education Tools

- 30,000 careers posters to educators
- 50,000 careers brochures to educators
- 1,000 educators with 50 workshops (reaching 90,000 students)
- Distributing 13,000 Geiger Counters
- Participating in Science Fairs

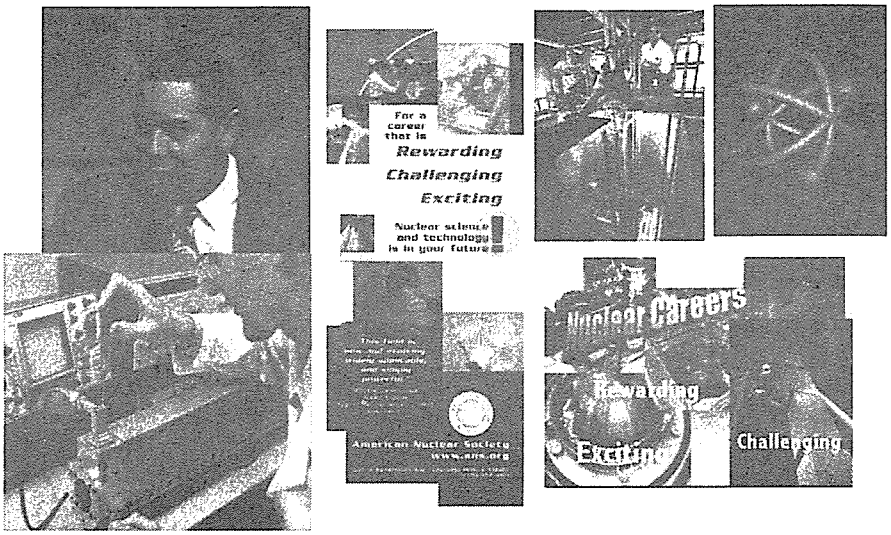


Support to ANS Student Members

- 2002 ANS Scholarships
  - 80 students
  - 21 universities
  - $212,500 total award



ANS Activities



In closing ...

- "These next 50 years represent not only an opportunity for our industry but also a responsibility – to play an even greater role in bringing light where there is darkness, food where there is hunger, prosperity where there is poverty."

  – Don Hintz, Chair of NEI
  President of Entergy
  Santa Monica, May 22, 2003

ANS Membership

11,000 individual members

- 800 (7%) outside the United States
- 47 countries represented
- 8% under 35; 15% over 66
- ~700 with less than 5 years experience
- Under 35 group increased by ~40% from 1999 to today

The American Nuclear Society

- Founded December 11, 1954 at the National Academy of Sciences in Washington, D.C.
- Founded as a not-for-profit, international, scientific and educational organization
- Integrates all disciplines of nuclear science and technology

重くなる技術者の責務と倫理教育

宮本一子

倫理なき企業は国を滅ぼす

技術的に最大限の安全を確保しても、社会の安心を得ることはできない。安心は信頼関係があってこそ存在するからである。では安心感を市民や社会に醸成するものは、何だろうか。特に技術の観点から考えると、マハトマ・ガンジーが、国を滅ぼす7つの要因に中で述べた次の3つが含まれていると思う。「品位なき知識」、「ヒューマニティーなき科学」、「倫理なき企業」である。いま日本の技術者に求められているものは、「品位」であり、「人間愛」であり、「倫理」ではなかろうか。さらに加えるなら、専門家全般に求められている「説明責任」である。専門家の言葉で、専門家の同意で、専門家のための納得ではなく、市民や消費者なりが理解できる説明をし、同意を得て、選択されることが必要になっている。そのプロセスこそが現在の社会ルールである。さらにいえば、企業倫理は、個人の倫理の集積であり、説明責任は、Personal Accountability として、個人の説明責任が問われる。このように技術者も一専門家としての責務がますます重くなってきている。

現在、コンプライアンス、ビジネス・エシックス、コーポレート・ガバナンス、CSR（企業の社会的責任）といった言葉が氾濫している。企業だけではなく行政も含めて、組織の浄化に前向きに取り組もうとしている現われだと受け取っているが、この現象は日本だけではなく、アメリカや EU なども同じである。ただ市民はこれらのことをどのように理解し、同意し、賛同しているかが問題である。

NACS 消費生活研究所が行ったアンケート調査でみてみると、「企業の社会責任や企業倫理のイメージは抽象的でわかりにくいが 52.3%」、その期待度は「あまり期待できないが 44.7%、逆に大いに期待できそうと少しは期待できそうを合わせる、48.3%」となっている。市民は企業倫理や社会的責任については、大いに関心はあるが、その効果がわからず、期待していいものやら戸惑っている状態であるといえる。

消費者が求める企業倫理とは何か

アンケート調査でも、消費者は企業倫理や社会的責任については、関心は高いが、抽象的でわかないと、多くが考えていることがわかった。企業も具体的に明示する必要がある。消費者が求めるのは、「誠実さ」や「正直さ」などといった抽象的言葉ではない。「誠実さ」といえば、誰に対して誠実なのかという疑問が生じる。従業員は、企業に対しては誠実に業務をしなければならないが、では企業の利益と消費者の利益の相反に対して、どちらに誠実になればよいのだろうか。

私が企業倫理として、具体的に挙げたのは、大きな項目では、コンプライアンス、社会的責任、富の再配分、公益通報者保護、人権尊重である。

コンプライアンスには、「法規範遵守」「グローバルスタンダード」「ローカルスタンダード」「自主ルール遵守」があり、社会的責任には、「製造物責任」「環境責任」「説明責任」「拡大生産者責任」となり、富の再配分には、「フィランスロピー」「メセナ」「フェアー・トレード」、公益通報者保護には、「透明性の確保」「水平的アプローチ」「保護ルールの策定」「システムの設定」、

人権尊重には、「アファーマティブアクション」「障害者雇用」「個人情報保護」などがある。

これらの項目には、たとえば「製造物責任法」のように法律が現存したり、「個人情報保護法」のように立法化されているが、まだ施行には至っていない、あるいは現在国会に法案が提出されている「公益通報者保護法案」などもあるが、法律がいかに定めようと、企業倫理は法の上位規範として、より高い理念で実行されなければならない。それが倫理である。法律は社会の最低のルールでしかない。

倫理や社会的責任は、短期的には人間や社会の行動を規制し、利益の抵触をもたらす問題に優先度をつけることである。しかし長期的には、企業利潤か社会的責任かの二律背反でもなければ、法規制か、自主的行動規範かという選択でもない。企業倫理は利潤をもたらし、規制より自主規範の方が好ましいのは、企業にとっては一目瞭然である。そのために企業のトップ、管理者、技術者などの教育に委ねるところが大きい。

技術者の責務とは何か

2002年、アメリカ内科専門医会・アメリカ内科学会・ヨーロッパ内科学会の３つの団体が共同で、新しい医師憲章を発表した。医師は、直接患者に接することから、技術者より倫理的責務が数倍も高いが、一方科学や技術は、社会基盤や社会の方向性を変えるような進歩に寄与する、あるいは原子爆弾のような大きな悲劇をもたらすという重大な影響をもつ。医師と技術者との差異等をあえて無視して、この新しい医師のプロフェッショナルとしての１０の責務を紹介すると、次の通りである。①プロとしての能力についての責務　②正直である責務　③患者の秘密を守る責務　④患者との適切な関係を維持する責務　⑤医療の質を向上させる責務　⑥医療へのアクセスを向上させる責務　⑦医療資源の適正配置　⑧科学的知識についての責務　⑨利害の抵触に適正に対処する責務　⑩専門職に伴う責任を果たす責務

この中で技術者に関連しているのは、②、⑧、⑨である。

②「正直である」責務とは、情報を伝える時に、作為、虚偽、保身、欺瞞、誇大、偏向などがあってはならないということである。特に事故が発生したとき、速やかに正しい、客観的な情報を提供し、被害者救済に資する情報を提供し、社会に対しては再発防止に向けた取組みができる正しい情報提供である。今、科学者や技術者に最も強く求められているのは、この責務である。

⑧「科学的知識についての責務」とは、技術者が持つ科学的技術は、社会の発展や人間のウェルファに寄与するためにあるという自覚を持つことである。ガンジーが「ヒューマニティのない科学は社会を滅ぼす」と言っているように、国家や企業利益だけのために利用されるべきではないという認識が重要である。

⑨「利害の抵触に適正に対処する責務」とは、「Conflict of Interest」利益相反、利益の抵触、利益との相克、二律背反などの事態に遭遇した場合の責務である。効率性を重視し、安全性を軽視して大事故が発生したケースもある。

前述したアンケートで「販売している商品・サービスに欠陥があるが、それを伝えると売れない恐れがあるとき、あなたならどうしますか」という質問に、「欠点を伝えて、消費者の反応を見る」が56，6％ともっとも高かった。逆に「黙って売る」「欠点を少しぼやかして伝える」を合わせると、12，1％である。これは一般人を対象にしたアンケートであるが、多くの人は、意識的には倫理的でありたいと願っていると言える。利益の抵触があっても、正直でありたいと考えてい

ることがわかる。ただ現実に、職場で利益相反に遭遇する事態になったとき、現実にはどのような行動をするか、またしているか、したかについての検証はない。この冷徹な人間行動の洞察を、具体的な事例を踏まえて、科学的に調査する必要がある。

利益の抵触に倫理的であることができるか

意識的には倫理的でありたいという願望と実際に利益の抵触が発生した場合の行動とは、必ずしも一致しないという報告書がある。Harvard Business Review(December 2003)の「あなたは倫理的ですか――よい管理職でも度々反倫理的決定をし、それ気づかない」で論証している（筆者は、ハーバード大学の心理学部社会倫理、経営各部の学者三人）＊1

要約すると次のようになる。多くの人は、次のように信じている。「我々は倫理的であり、偏見も持っていない」と。「人事採用、ベンチャーな取引などに対して公平に、合理的で、組織に対してベストの決定をしていると考えている」。しかし過去20年以上の調査によって、現実には、ほとんどが無意識の偏見を持っていることが判明している。インターネットによる「無意識の偏見テスト」調査では、20万人が回答している。その結果、①75％以上が、無意識に「若者」「金持ち」「白人」を好ましく思っていること。②偏見を持つべきでないと意識的には望んでいても、無意識には偏見をなくすことは出来ないこと。③アフリカ系アメリカ人、アラブ人、アラブ系アメリカ人、ユダヤ人，ゲイ、レスビアン、貧困層に対する無意識の偏見はないか、ほとんどないと回答する傾向にあるが、無意識の偏見テストでは明確な偏見を示していること。④マイノリティ・グループは、主流グループよりも、自分の属しているグループに無意識には好感度は低いが、意識的には高い好感を示す。逆に白人は、白人グループに意識的には偏見は弱いが、無意識的偏見は高い。⑤無意識的偏見の高い人は、採用面接などで対面すると、一層偏見が強くなる。⑥無意識の偏見は、“ステレオタイプ・税”としてコストがかかる。偏見は、相互に利益を交換することを通して学ぶ機会を逸し、価値を付加することを逃す結果となる。さらに被偏見グループは、能力を認知してもらうために余分なコストをかける。（たとえばアメリカの女性は、学士取得が五七・三％、修士は五八・五％で男性を上回り、博士号取得者は四四・九％、さらに法学修士は四七・三％と男性と拮抗しており、また修士課程、博士課程の女性資格取得者は、いずれも男性より高い。女性に対する暗黙裡に、あるいは明示的に偏見が存在し、男性よりコストをかけさせている)。

このような潜在的偏見は、企業内でも政策決定の際に明示的に現れるが、さらに同調査では利害の抵触のケースにも、選択の決定に影響を与えていると論じている。例として、不動産アナリストが、どのように利益相反に際して、無意識に事実を曲解して決定をしているかの分析をしている。ナスダックが60％下がった2000年の間に、回答者の不動産アナリスト、99％は、顧客に「強く買い」「買い」「保有する」を勧めていた。発生している経済情勢と、推奨する商品の間に矛盾があった。ただシステムがこのような利益相反を抱えていると指摘している。アナリストの給与の一部は、企業の総収入に依存している。企業によっては、アナリストのビジネスの収支に直結してケースもあるので、収入のためには顧客をつなぎとめて置く必要がある。不動産売買のアナリストは、常識を無視して、ナスダックの下落がとどまるところ知らない状態のときでも、意識的に顧客を騙し、利益を得ようとしていた。腐ったりんごは確実に存在したのである。しかしこれらのアナリストのほとんどは、自分の推奨した商品が、消費者にとってベストであると信

じていた。このように優良品でない商品でも顧客に推奨しなければ、自分の利益にならないという、利益の抵触システムがあることを理解することは困難であるとも指摘している。同種の利益の抵触は、専門家である弁護士、医師、会計士などが、仕事を通して日常的に遭遇することである。顧客、患者、消費者、株主に対して、正直に、倫理的であるべきだという意識的な理解と、現実は無意識に、自己の利益保身のために、虚偽と非倫理的選択をしているという。技術者もこのような呪縛から逃れられない。

ここに黙示的な偏見と同様の、黙示的な利益相反が日常的に存在し、その克服は従来の倫理教育では達成できないと、同論文は指摘している。

倫理教育はいかにあるべきか

企業倫理がアメリカで重視されるようになったのは、1980年代に企業の不祥事が続出したときである。大学法学部で必修科目にするところがでてきた。企業倫理学そのものは、倫理学の応用で、生命倫理、環境倫理などの一環として社会的に認知されてきた。このようにアメリカで発達したが、2000年のワールドコムやエンロンの粉飾決算による不正が発覚し、また企業倫理についての議論が盛んになってきた。特にエンロンは、企業倫理については、フィランスロピーや従業員の倫理教育に力を入れていた優秀企業として評価されていただけに、アメリカ社会に与えた衝撃は小さくなかった。ここから「倫理とは」「integrity の意味」などといった議論が盛んになった。前述のハーバード・ビジネス・レビューの論文ように、具体的に意識調査やケーススタディーを重ねているところもある。

ちなみに、同論では、最近盛んになってきた倫理教育は、倫理原則や道徳的哲学を内容としているが、組織内での意思決定の質を高めるためには、もっと広い範囲のエシックス訓練を実施しないと効果はないと指摘している。マネジャーは、ある決定をするとき、無意識にもつ偏見によって、どのような心の動きをするのかのメカニズムを、直接提示するなどの、幅広い訓練をする必要があると主張している。また利益相反に遭遇したときの行動分析も同様である。

具体的には、①データを収集し、②環境を整え、③意思決定のプロセスを拡大することだとしている。

「データの収集」とは、無意識の偏見を減らすための第一歩として、人々が自覚しない潜在的な偏見の統計を提示しする。このようなデーターは入手困難ではあると断っているが、無意識の偏見テストを実際に実施してみるのもよい。ほとんどの人が無意識の偏見を持っていることを認識することが、まず第一歩。

「環境を整える」とは、無意識の偏見も、実際にステレオタイプを打ち破るイメージを与える社会的環境を与えることで、一つの解決手段になることが実験で判明したとしている。実験とは、無意識偏見テストにおいて、クラスでテストをする研究者を、黒人にした場合と白人にした場合、明らかに結果が違ってくる。黒人にした場合、黒人に対して無意識の偏見のレベルが低くなる。貧困者、老人、女性などの場合も、同様である。クラスでの実験者は有能で、責任があり、権威があると、みなされている。黒人や女性、貧困者などでも、実験を通してプラスのイメージを与えると、これらのグループ全体のイメージと重なってくるのである。この実験結果から、偏見を破る環境を整えることが必要になる。倫理的行為と利益の抵触においても、

市場経済の競争で、ステークホルダーの利害と相反する業務をしなければならない状況を作るのではなく、比較考量の過程を提示し、透明性を高めて共同で検討することが求められている。「意思決定の幅を広げる」こととは、「ステレオタイプの壁」を破り、直感による判断を無視し、むしろ「反ステレオタイプ」の判断、反直感による判断をすると、倫理的決定に近づけるという。潜在的、暗黙裡の偏見から自由になり、利害の相反を知ることが第一歩である。

技術者に対する倫理的責務はますます重くなる。こういった社会的要請に背を向ける、あるいは無関心を決め込んで、科学や技術分野だけの孤立した研鑽を深めてはならない。科学者や技術者に対する倫理教育が重要になっている所以である。

社会を滅ぼすもの

マハトマ・ガンジー

- １、労働なき富
- ２、良心なき快楽
- ３、品位なき知識
- ４、殉教なき宗教
- ５、原則なき政治
- ６、人間愛なき科学
- ７、倫理なき企業

信頼構築のための倫理的価値
OECD

- Impartiality　サービスの公平性と法の平等
- Legality
- Integrity　　道義、道徳を絶対視し、他の価値に惑わされることなく無条件に守る
- Transparency
- Efficiency
- Equality
- Responsibility
- Justice

企業倫理は抽象的でわからない

- 企業倫理については関心がある　90%
- 企業倫理のイメージは抽象的でわからない　52.3%
- 期待度は、期待できそう　48，3%

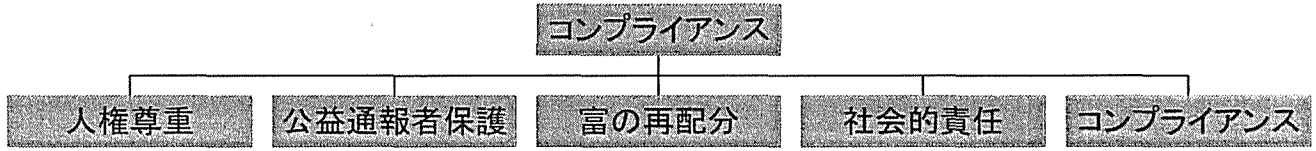
不祥事に対して

- 不祥事企業に対して、
  「その後の対応により態度を決める」
  53, 9%
  「製品を意識的に買わない」 39, 1%
- 不正行為を指示されたとき
  「信念や別の理由をいって断る」 50%

  「わからない」 16, 8%

企業倫理

タイトル



コンプライアンス

- 法規範
- グローバルスタンダード
- ローカルルール
- 自主ルール

社会的責任

- 製造物責任
- 環境責任
- 説明責任
- 拡大生産者責任
- コーポレート・ガバナンス

富の再配分

- フィランスロピー
- メセナ
- フェア・トレード

公益通報者保護

- 透明性の確保
- 水平的アプローチ
- 保護ルールの策定
- システムの構築

人権尊重

- アファーマティブアクション
- 障害者雇用
- 個人情報保護

技術者の責務と教育

- Humanity のない技術は国を滅ぼす
- 利益と倫理は二律背反ではない
- 企業倫理は個人の倫理の集積である
- Integrity とは、言行一致のことである
- 市場統制か、法規制か、教育か

東京工業大学における原子力工学教育の現状と今後の展望

東京工業大学　原子炉工学研究所

井頭政之

1. 原子核工学専攻の設置から現在までの概要

原子力基本法が 1955 年 12 月に成立し、我が国に於ける原子力平和利用のための研究開発が始まった。原子力平和利用研究開発には若くて優秀な人材の育成が急務であり、1957 年度に東京工業大学大学院理工学研究科に原子核工学専攻（以下、専攻）が設置された。大学院大学を先取りした形で、専攻設置当初から現在まで東京工業大学には原子力関連の学部学科は無い。1959 年 3 月に 10 名が修士課程を修了して以来、2004 年 3 月までに修士・博士課程を合わせて約 1,100 名が修了している。現在の学生定員は修士 18 名、博士 9 名であるが、ここ数年は毎年、修士は 30 名以上、博士は 10 名以上が入学している。

他大学の原子力関連学科・専攻がその名称を変更する中、東京工業大学では現在まで専攻名称の変更は行っていない。また少なくとも今後 6 年間（国立大学法人の 2004～2009 年度の第1中期）は、変更する予定も無い。専攻は理工学研究科に属しているが、その運営は原子炉工学研究所（以下、原子炉研）が行っている。大学附置研究所である原子炉研の本務は研究であり、これまでは、教育に関する活動・成果は副次的なものとしての評価しか得られなかった。しかし近年、人材育成も附置研究所の役割であると認められるようになり、原子炉研による専攻運営も市民権を得たと考えている。

2003 年度までの 47 年間、専攻には講座が全く無かった。そのため、理工学研究科から専攻への情報伝達が悪く、よほど注意していないとトラブルが発生する状況であった。この様な状況や 2004 年度の国立大学法人化に呼応して、理工学研究科の体制整備が行われた。その結果 2004 年度からは、7 協力講座（教授 7 名、助教授 7 名）および 2 連携講座（教授 4 名、助教授 2 名）で専攻を公式に運営している。この他、原子炉研教員で他専攻の協力講座に所属する教員（教授 4 名、助教授 4 名）も兼担教員として専攻の運営に参加している。

連携講座として 2003 年度にバックエンド工学講座、2004 年度に革新炉工学講座が文部科学省に認められた。これらの連携講座の教員は現在、核燃料サイクル開発機構、日本原子力研究所、電力中央研究所、原子力発電環境整備機構からの連携教授・助教授である。

専攻は創造エネルギー専攻と協力して、1994 年度から国際大学院コース「Nuclear Engineering Course」も運営している。現在、東京工業大学では 7 つの国際大学院コースを運営しているが、本コースもその内の 1 コースである。ここ数年は毎年、修士課程 2～3 名、博士課程 2～3 名が入学して

いる。これまで、旧ソ連邦、中国、韓国、東南アジアからの留学生が主である。国際大学院コース修士課程の修了に必要な 30 単位以上の授業が英語で行われている。

2. 学部における原子力工学教育

前述の様に東京工業大学には原子力関連の学部学科が無いが、学部の原子力関連授業として「原子核工学概論」及び「原子核とエネルギー」を開講している。

「原子核工学概論」は電気・機械系等の学科が履修を推奨している理工系広域科目で、主に推奨学科の 4 年生が毎年 30～50 名受講している。

「原子核とエネルギー」は、原子力や放射線に関する正しい知識を一般学生に持たせ、新聞・テレビ等の報道に対して学生自身が報道内容を正しく判断できるようにさせる目的で開講した。元々は理工系広域科目として開講したが、できるだけ多くの学生に受講して貰いたいため、現在は人文系の先生と連携して総合講義(教養科目)として主に 3 年生を対象として行っている。学生の原子力に対する関心は強く、受講制限を設けないと学年の半数近く(約 600 名)が受講してしまう状況である。我々の本音としては受講制限を設けたくないが、大学として総合講義の他科目の受講生数とのバランスも考える必要があり、現在では 300 人程度に制限している。

3. 専攻のカリキュラム

専攻設置当初は学生全員が狭義の原子力工学の勉学を望み、カリキュラムもそれに答えてきた。しかし現在は、原子力界の人材需要の低減及び学生の指向の多様化も勘案し、原子力工学を広義に捉えたカリキュラムを提供している。即ち、核分裂・核融合炉工学、量子・粒子線工学、環境・エネルギー工学の 3 領域に重みを付けてカリキュラムを提供している。

専攻の特徴的な科目は「原子核工学実験」である。1970 年代から全国の大学と共同で、炉物理実験を京都大学原子炉実験所の臨界集合体(CA)を用いて行っていたが、CA 実験に参加できる学生の数には制限がある。そこで、希望する全ての学生に臨界集合体等を用いた実験を経験させたいと考え、1990 年度から日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の臨界集合体等を用いた原子核工学実験を開始し、現在に至っている。この「原子核工学実験」は工学教育賞(日本工学教育協会)を 2002 年度に受賞した。惜しまない協力を頂いている関係各方面に感謝の意を表したい。

「ゆとり教育」の弊害や「理科離れ」の影響から、理工系学生の基礎学力及び創造性能力の低下が著しい。一方、現代においては、大学教育の生産物である修了生の品質保証を求められるのは当然である。即ち、適切なカリキュラムの提供、効率・効果的な授業の実施、適正な成績評価の実施を通して、出口管理を行う必要がある。勿論、学生が大きく伸び伸び育つような仕組も設ける必要もある。また、良い原料・原石を確保するためには適切な入試選抜を実施する必要がある。

専攻は創造エネルギー専攻と連携して、21 世紀 COE プログラムに対して原子力を正面に掲げた拠点プログラム名「世界の持続的発展を支える革新的原子力」で応募し、採択された。COE プログラムの教育におけるキーワードは「博士」と「国際」である。博士課程教育に重点を置いても、現在では大学・研究機関に職を得ることのできる修了生の割合は少ない。従って、修了生のかなりの部分を産業界が受け入れてくれなければ困る。そこで、博士課程修了者が備えるべき要件に対する産業界の要望を調査し、その要望に合致した教育も行う必要がある。またグローバル化が著しい現代において、博士課程修了生が国際競争力を身につけなければならないのは当然である。このために、国際インターンシップ、国際共同研究、国際会議での研究成果発表等のために博士課程学生を海外派遣することは非常に重要である。

東京工業大学の 2004～2009 年度の第1中期における教育に関する目標は、"「高い学力、豊かな教養と論理的思考に基づく知性、社会的リスクに対応する力、幅広い国際性を持つように教育する」という教育理念に基づき、『創造性豊かな人材を輩出する』。"である。ここで、「社会的リスクに対応する力」に関連して、「科学技術倫理、広角視野を備えた人材の育成」を謳っている。また、修士課程では「問題解決能力を重視」、博士課程では「国際的にリーダーシップの取れる問題設定能力、問題探求力とその解決力及び科学技術に関する幅広い理解力を教育する」と謳っている。

さらに東京工業大学では現在、大学院授業の国際標準化を積極的に検討している。国際標準化では、授業で使用する言語(英語)、授業内容水準、授業実施方法、単位認定方法等が対象となる。例えば授業実施方法では、授業に使用する補助教材については、十分な予習時間を学生が確保できるように、授業日の 3 日前までに学生に配布することになる。

以上のことを総合して考えると、東京工業大学は原子力工学教育の日本及び世界の拠点となる責務があるといえるであろう。このことを勘案して、カリキュラムの抜本的改革を現在検討している。順調に行けば、2005 年度から新カリキュラムに移行する予定である。

東京工業大学における原子力教育の現状と今後の展望

「変貌する原子力工学教育と技術基盤」

井頭政之

東京工業大学 原子炉工学研究所

東京工業大学 原子核工学専攻

- 1955.12.19 原子力基本法
- 1957 理工学研究科に原子核工学専攻設置

  学部学科を持たない大学院専攻

  1959年に第1期生10名修了

  2004年迄に1,100名修了(修士＆博士)
- 現在の学生定員(学内収容定員)

  修士:18(30)、博士:9

★専攻の名称変更は考えていない

原子核工学専攻の運営

- 原子炉工学研究所の教員

  教授:11、助教授:11、助手:13

  ★2002年度までは専攻に講座無し

- 2003、2004年度に各1連携講座

  1連携講座＝客員教授2＋客員助教授1

- 2004年度から運営体制の整備

  7協力講座、2連携講座、4兼担講座

  ★基幹講座が無い

原子核工学専攻のカリキュラム

- 1980年代迄は狭義の原子力工学
- 原子力界の人材需要低減と学生の指向の多様化

  ⇒1990年代から徐々に広義の原子力
- 現在は、核分裂・核融合炉工学、量子・放射線工学、環境・エネルギー工学の3領域に重みを付けて提供
- 2005年度から抜本的改革予定（後述）

実験科目と学部授業

- 原子核工学専攻の実験科目

  京大炉CA、原研、サイクル機構の施設を用いた原子核工学実験(2単位科目)

  ⇒工学教育賞(日本工学教育協会, 2002)

  ＊連携講座に発展

- 学部授業

  原子核工学概論:4年生(電気関連学科)

  原子核とエネルギー:3年生(総合講義B)

国際大学院コースと国際標準化

- 「Nuclear Engineering Course」
  - ＊原子核工学専攻、創造エネルギー専攻で1994年から運営（東工大全体で7コース）
  - ＊修士、博士ともに数名／年
  - ＊英語による授業の実施

◎大学院授業の国際標準化（国際室等で検討）

授業言語（英語）、授業水準、授業方法

修了生の品質保証

- 「ゆとり教育」の弊害、「理科離れ」の影響
  ⇒基礎学力、創造性能力の低下
- 品質保証の要求：入口管理⇒出口管理
  * 適切なカリキュラムの提供
  * 効率・効果的な授業の実施
  * 適正な成績評価
- 大きく育つ仕組みも必要
- 良い原石の確保⇒適切な入試選抜の実施

東工大原子核工学専攻の現在

- 21世紀COEプログラム(2003～2007年度)
  「世界の持続的発展を支える革新的原子力」
  - ＊原子力を正面に掲げる
  - ＊COE教育プログラム:「博士」、「国際」
  - ＊全国の原子力工学教育に対する役割？
- 連携講座:2講座(教授4、助教授2)
  バックエンド工学講座(2003～)
  革新炉工学講座(2004～)

東工大の教育に関する中期目標

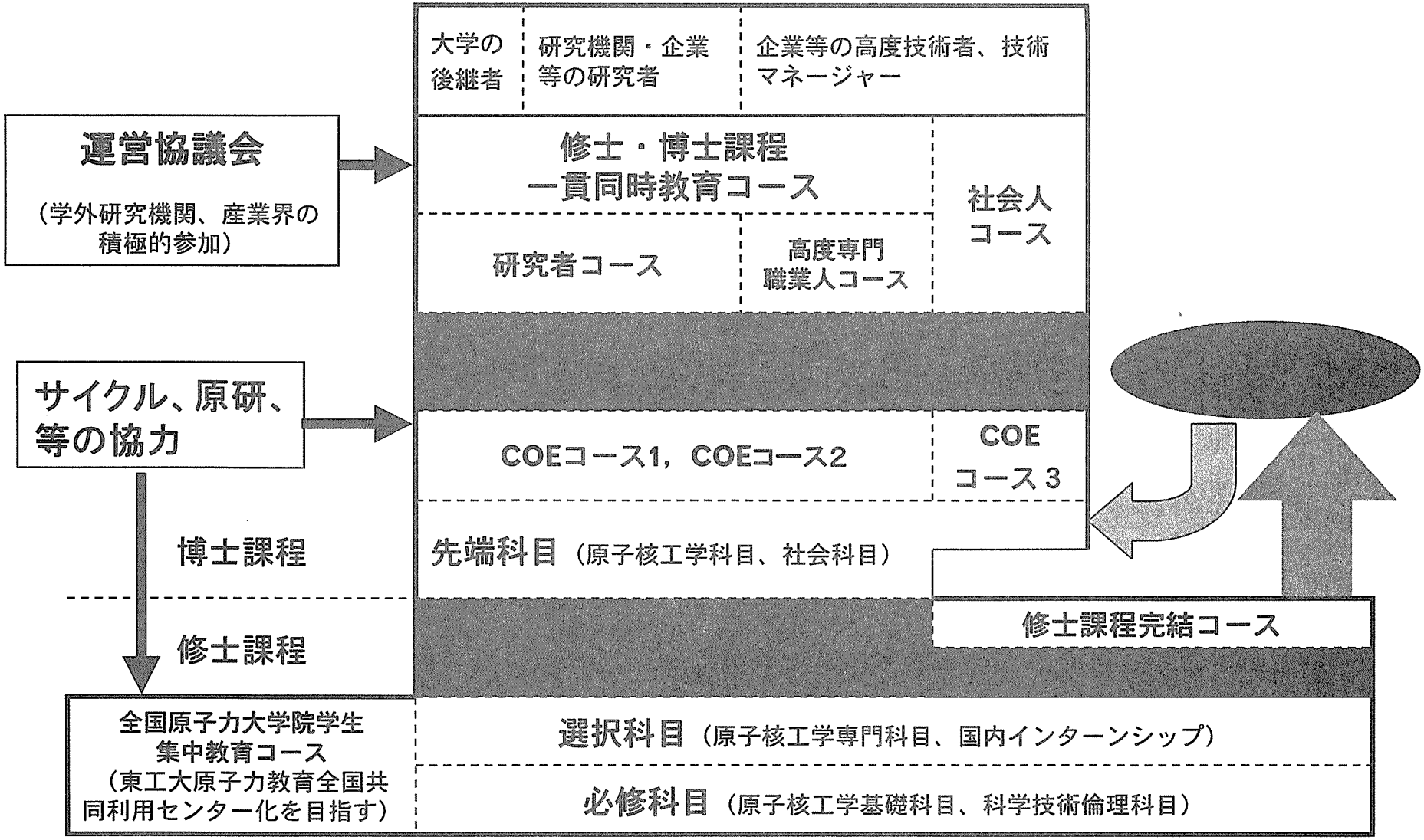
「高い学力、豊かな教養と論理的思考に基づく知性、社会的リスクに対応する力、幅広い国際性を持つように教育する」という教育理念に基づき、『創造性豊かな人材を輩出する』。

＊科学技術倫理、広角視野を備えた人材

修士課程：問題解決能力を重視

博士課程：国際的にリーダーシップの取れる問題設定能力とその解決及び科学技術に関する幅広い学識

東工大・原子核工学専攻の教育プログラム構想（素案）



＊原子核工学専攻のコース：原子力コース、量子・放射線コース、エネルギー・環境コース
＊原子核工学専攻の構成：協力講座、連携講座、兼担講座（協力講座以外の原子炉研教官）
＊原子核工学専攻の施設：大岡山地区、大洗・東海地区（学生実験、集中教育コース、COEコース）
＊COEコース：キャプテンシップ育成COEコース（１：原子力分野、２：総合エネルギー分野、３：グローバル）

東京大学における原子力大学院改革

東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設　上坂　充

原子力発電の成熟期にあるわが国において、ほとんどの大学において原子力と冠する学科・専攻はなくなり、システム工学、量子工学、エネルギー工学へと分野を広げていった。反面核たる原子力の教育は薄まっていかざるを得なかった。しかしながら５０基以上の発電炉の稼動と放射線応用の広がりの中で、より高い専門実務知識を持った技術者の育成のニーズが高まりつつある。そのような情勢の中で、東京大学は平成１７年度に原子力を冠する２つの機関を改組し、システム量子工学専攻の全面協力を得て、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構と共同で、原子力の専門職大学院を設置することとした。

１．学内原子力研究機関を再編

東海村にある原子力工学研究施設を母体として専門職大学院である原子力専攻（専門職）を、浅野キャンパスにある原子力研究総合センターを母体として原子力国際専攻を設置し、一体運営する（図１参照）。

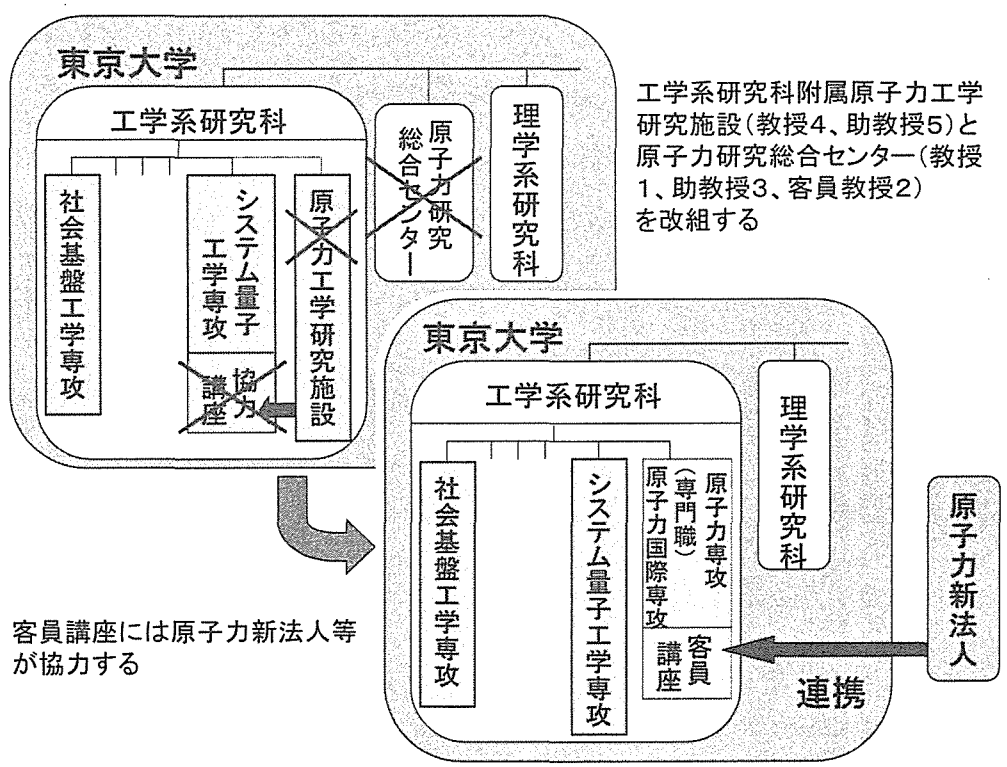


図１．学内原子力研究機関の改組

２．専門職専攻と一般専攻を新設して一体運営

わが国初の工学系の専門職大学院の誕生となる。法科大学院の形態を参考にし、前・後者はそれぞれ専門職・一般大学院であり、専門職大学院教官は全員原子力国際専攻を兼担し、教育と研究が両立できるようにする。カリキュラム構造を図２に示す。原子力専攻（専門職）では東海村にて日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構と協力し、修士論文なしの講義・実習のみの１年の原子力専門技術者コースで原子力修士（専門職）を授与させる。原子力国際専攻では、原子力イノベーションコースと国際エンジニアコースを設け、博士課程も当然設ける。前者では高度な原子力・放射線・加速器・社会工学の研究教育を実施する。さらに後者は将来の IAEA の幹部職員を育成するべく、国際保障学の教育研究コースである。両者はネットワーク講義システムによって遠隔連結される（図３参照）。教育研究は産官学連携のもとに実行するべく、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、他研究所、官庁、民間企業から多数の客員教員と非常勤講師を得る。

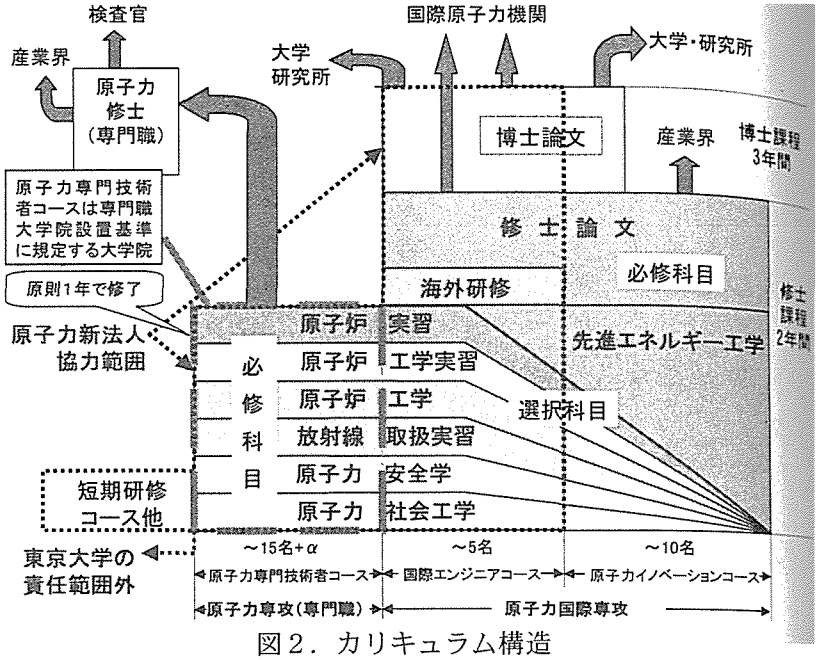


図２．カリキュラム構造

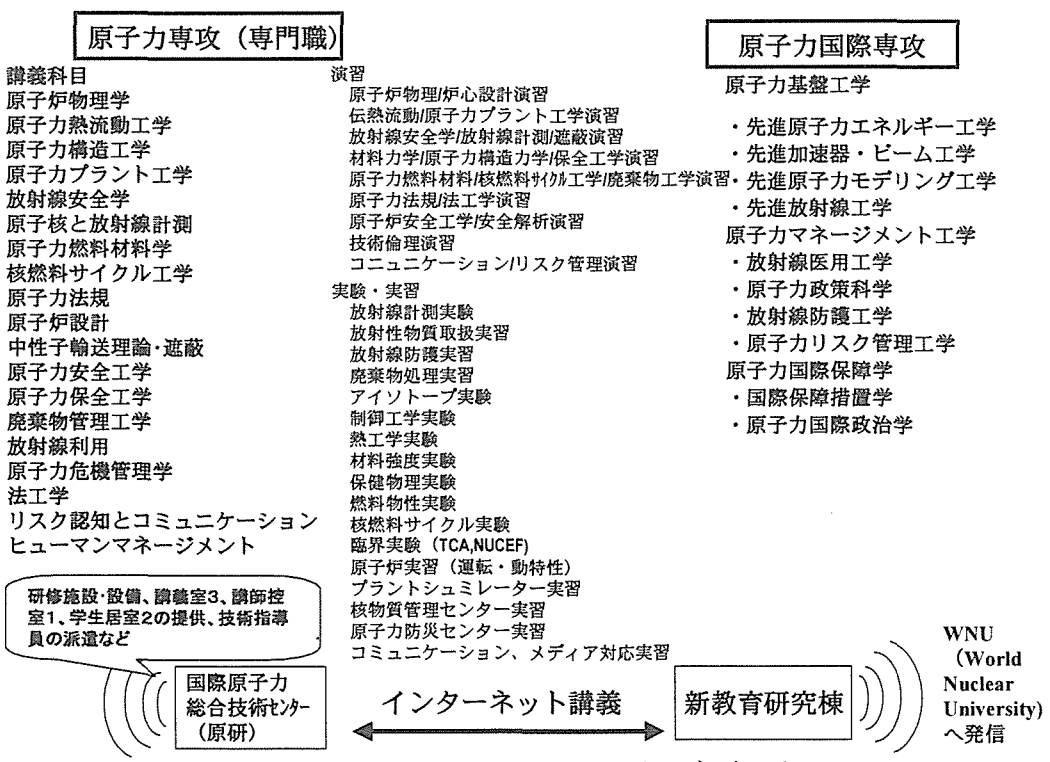


図３．カリキュラムとインターネットリンク

3．原子炉・加速器等の全国共同利用を堅持

またこの専攻は、研究炉弥生、電子ライナック・レーザー、タンデム加速器、重照射加速器、RAPIDなどのイオン加速器など大型原子力設備を有し、その全国共同利用も継続実施する。現在の共同利用の項目、装置、運営を表１にまとめる。基本的に、従来原子力研究総合センターと原子力工学研究施設が行ってきたものをそのまま引き継ぐ。現状の各共同利用運営委員会を更新しながら継続し、利用者グループの要望と自主性を尊重して運営を行う。

１．全国大学共同利用設備の運転管理と運営（全国共同利用運営委員会）
- ・原子炉「弥生」
- ・フェムト秒ライナック・レーザー

２．学内共同利用設備の管理と運営
- ・原子力関連共用設備（共用設備委員会）
- ・タンデム加速器（タンデム委員会）
- ・重照射損傷研究設備(ＨＩＴ)（重照射委員会）
- ・核融合ブランケット基礎実験装置（ブランケット運営委員会）

３．日本原子力研究所全国大学共同利用の運営（原研施設利用共同研究委員会 ）
- ・照射利用研究
- ・中性子散乱研究（東大物性研）

東京大学に、わが国待望の原子力専門職・研究大学院Complexが誕生する。
本件は３月２９日NHKニュースにて報道された。

平成16年4月22日
日本原子力産業会議年次大会
文京シビックホール

東京大学における原子力大学院改革

科学技術分野の人材育成
―東大の新構想と新法人の協力―

東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設

上坂　充

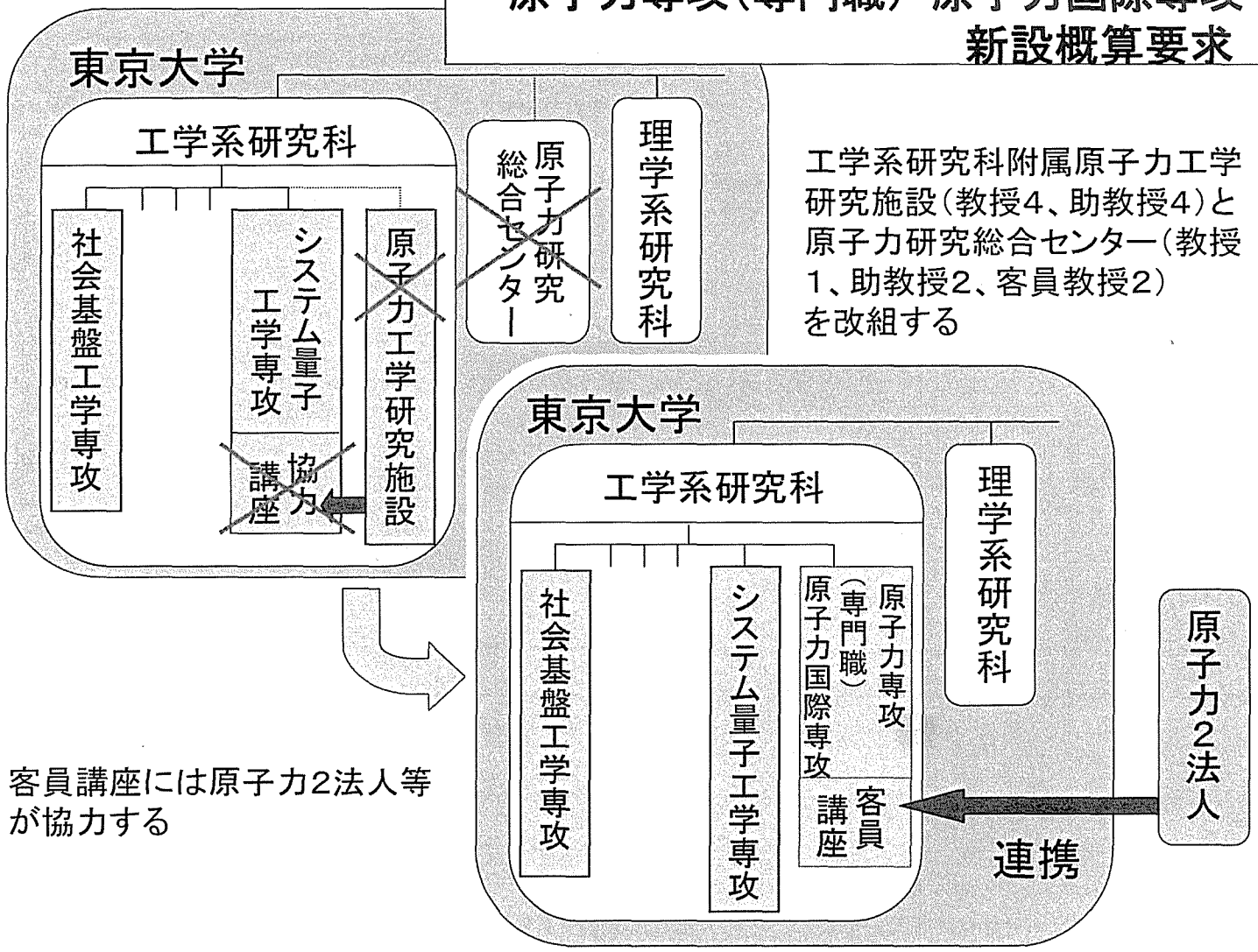
東大の構想:
原子力人材育成問題への対応

- 大学から原子力工学科が消滅していく中、原子力の人材育成の危機、必要性が叫ばれてきた。

  (原産;基盤強化委員会人材問題小委員会
  原子力二法人統合準備会議;大学との連携
  協力を通じた原子力分野の人材育成)

- 原子力工学研究施設と原子力研究総合センターを改組し原子力専攻を設置する。

原子力専攻（専門職）・原子力国際専攻 新設概算要求



原子力専攻(専門職)

必要性・緊急性

・大学から原子力工学科が消滅していく中、原子力の人材育成の危機、必要性が叫ばれている。原子力発電所(現在52基稼動、電力35%)増設の時代から合理的安全確保・メンテナンスの時代に入っている。少数精鋭の高度専門技術者の育成が必要。

・高度専門職知識を持った規制官の育成が急務。電力・プラントメーカーも10年後優秀な人材の確保の問題。

・原子力2法人(日本原子力研究所・核燃料サイクル開発機構)統合準備会議;大学との連携を通じた原子力分野の人材育成。東海村で東大と隣接する2法人と共同で先導する必然性。

・詳細調査分析により、当初10年間規制側約10名、電力・メーカー約5名、学部から若干名、次第に規制側から電力・メーカーに比重が移行する見込み。

概要

・原子力専攻(専門職)は専門職大学院設置基準に規定する専門職大学院である。

・原子力専攻(専門職)には原子力専門技術者コースを置く。

・原子力専門技術者コースは原子力の専門実務に携わることのできる人材を育成する。

原子力国際専攻

必要性・緊急性

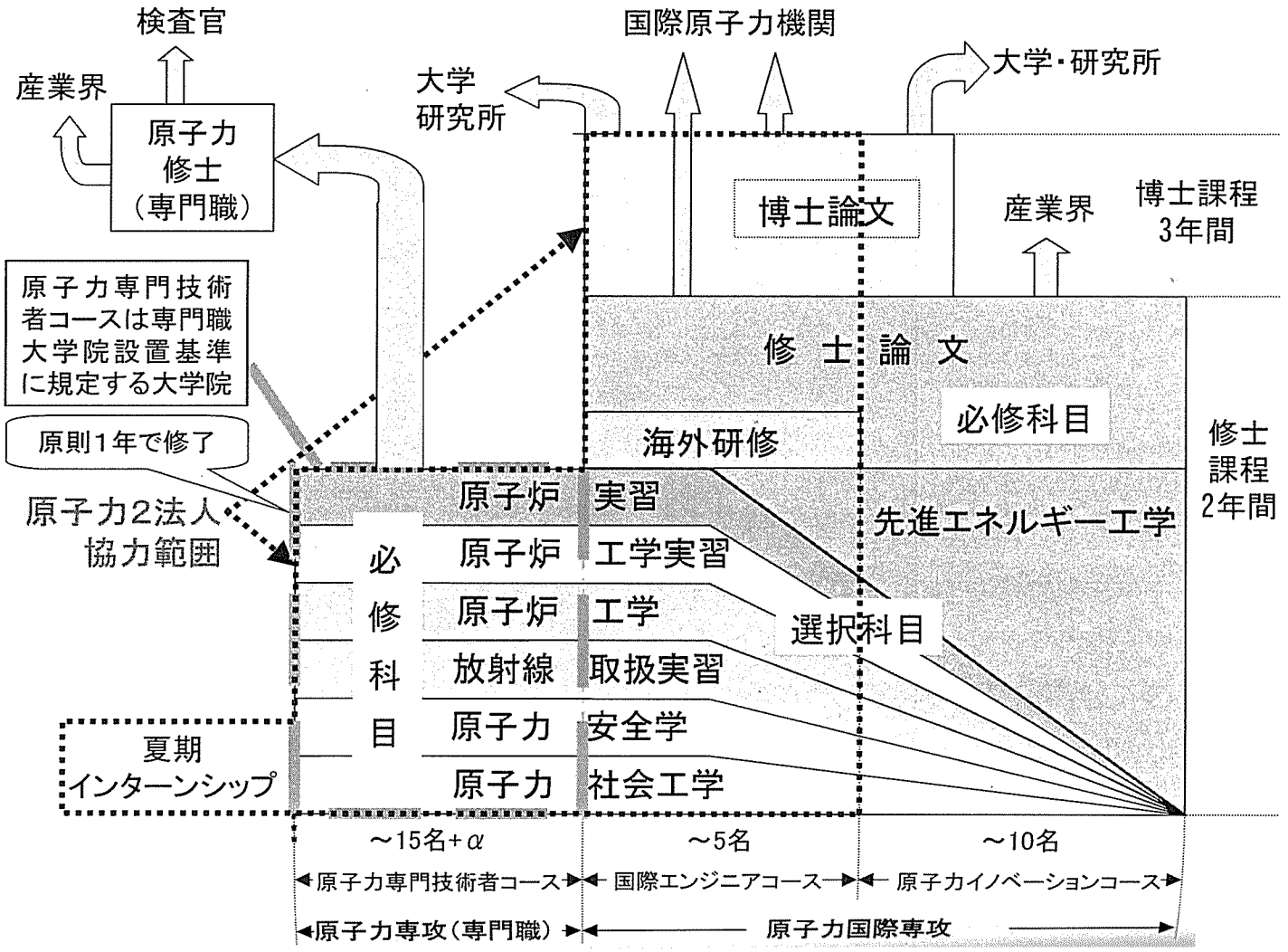
・国際レベルで高度な原子力研究のリーダーシップを発揮できる人材の育成。
・国際保障学教育によるIAEA等の幹部職員の育成が急務。
・全国共同利用、原子力2法人設備大学共同利用、産官学連携を国際レベルで拡大展開。

概要

・原子力国際専攻は従来型の研究者養成を中心とした大学院である。

・原子力国際専攻には原子力イノベーションコースと国際エンジニアコースを置き、それぞれ国際的に原子力分野で活躍できる人材と、国際レベルでリーダーシップを発揮できる研究者を育成する。

原子力専攻（専門職）・原子力国際専攻カリキュラム（案）



教務課程と教員、学生定員

原子力専攻(専門職)

・教員定員　専任教員10(教授5(純増1)、助教授5 (純増1)、助手9(純増2)、
実務家教員6(教授3、助教授3)
【新法人から客員教授2名、客員助教授3名を派遣】
講義、実験・演習、原子炉・加速器群の安全管理、共同利用、防災に必須

・学生定員　15
・標準修業年限　原則1年とする。
・学位名称　原子力修士(専門職)(研究的な工学修士と区別)
・卒業単位　30
・入学選抜　社会人、学部卒見込み生、問わず

原子力国際専攻

・教員定員　専任教員6(教授3(純増2)、助教授3(純増1)、助手4(純増1)、
客員教員8(教授5、助教授3)【2法人より客員教員4名を派遣】
原子力イノベーションコース、国際エンジニアコースの研究教育、
原子力・放射線設備共同利用・安全管理、浅野キャンパスでの研究プロジェクトの先導に必須。

・学生定員　修士15、博士8(少数精鋭の高度教育;イノベーション70%、
国際30%)

原子力専攻（専門職）・原子力国際専攻のカリキュラム（案）

原子力専攻（専門職）

講義科目
- 原子炉物理学
- 原子力熱流動工学
- 原子力構造工学
- 原子力プラント工学
- 放射線安全学
- 原子核と放射線計測
- 原子力燃料材料学
- 核燃料サイクル工学
- 原子力法規
- 原子炉設計
- 中性子輸送理論・遮蔽
- 原子力安全工学
- 原子力保全工学
- 廃棄物管理工学
- 放射線利用
- 原子力危機管理学
- 法工学
- リスク認知とコミュニケーション
- ヒューマンマネージメント

演習
- 原子炉物理/炉心設計演習
- 伝熱流動/原子力プラント工学演習
- 放射線安全学/放射線計測/遮蔽演習
- 材料力学/原子力構造力学/保全工学演習
- 原子力燃料材料/核燃料ｻｲｸﾙ工学/廃棄物工学演習
- 原子力法規/法工学演習
- 原子炉安全工学/安全解析演習
- 技術倫理演習
- コニュニケーション/リスク管理演習

実験・実習
- 放射線計測実験
- 放射性物質取扱実習
- 放射線防護実習
- 廃棄物処理実習
- アイソトープ実験
- 制御工学実験
- 熱工学実験
- 材料強度実験
- 保健物理実験
- 燃料物性実験
- 核燃料サイクル実験
- 臨界実験（TCA,NUCEF)
- 原子炉実習（運転・動特性）
- プラントシュミレーター実習
- 核物質管理センター実習
- 原子力防災センター実習
- コミュニケーション、メディア対応実習

研修施設･設備、講義室3、講師控室1、学生居室2の提供、技術指導員の派遣など

国際原子力総合技術ｾﾝﾀｰ（原研）

インターネット講義
（国際の学生が東海講義聴講）

原子力国際専攻

原子力基盤工学
- ・先進原子力エネルギー工学
- ・先進加速器・ビーム工学
- ・先進原子力モデリング工学
- ・先進放射線工学

原子力マネージメント工学
- ・放射線医用工学
- ・原子力政策科学
- ・放射線防護工学
- ・原子力リスク管理工学

原子力国際保障学
- ・国際保障措置学
- ・原子力国際政治学

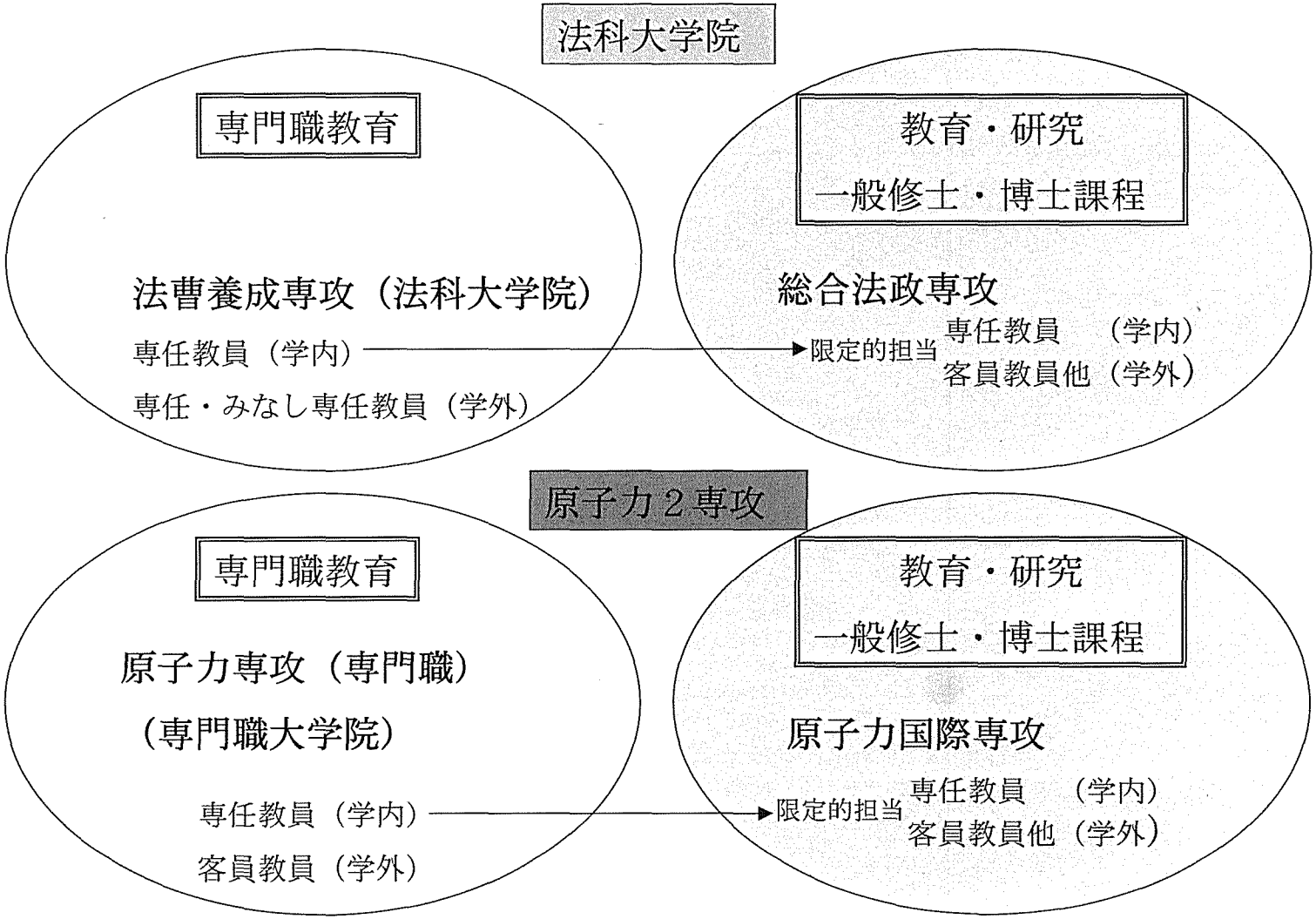
少人数ゼミ方式で最先端科学技術をたたきこむ

要求

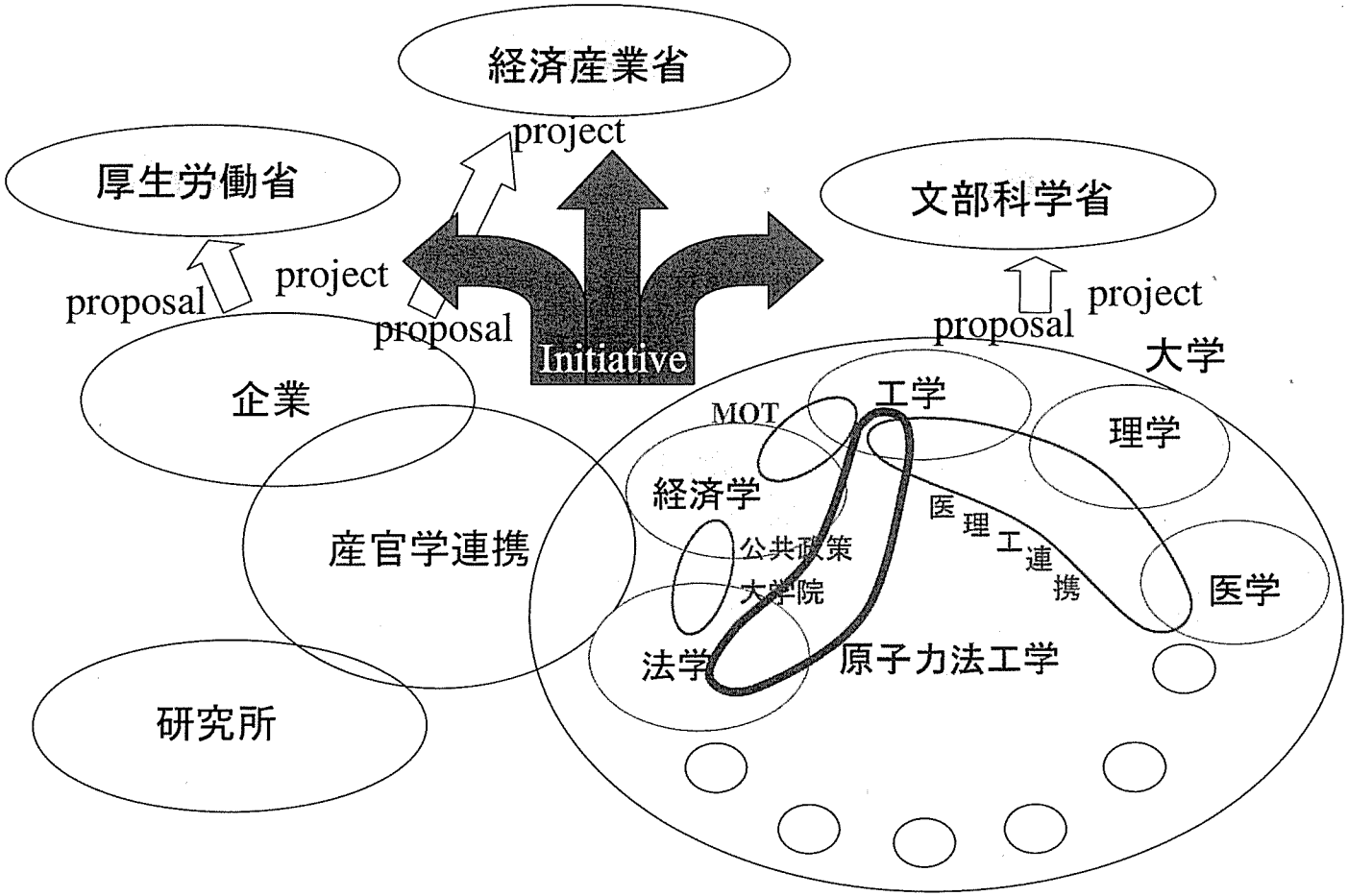
新教育研究棟

WNU（World Nuclear University）へ発信

法科大学院と原子力専攻（専門職）・原子力国際専攻での教育と研究



横断的連携とInitiative



原子力専攻(専門職)・原子力国際専攻における共同利用運営管理

基本的な考え方

1. 従来原子力研究総合センターと原子力工学研究施設が行ってきたものをそのまま引き継ぐ。原子力国際専攻に管理本部を置く。
2. 現状の共同利用運営委員会を継続し、利用者グループの要望と自主性を尊重して運営を行う。

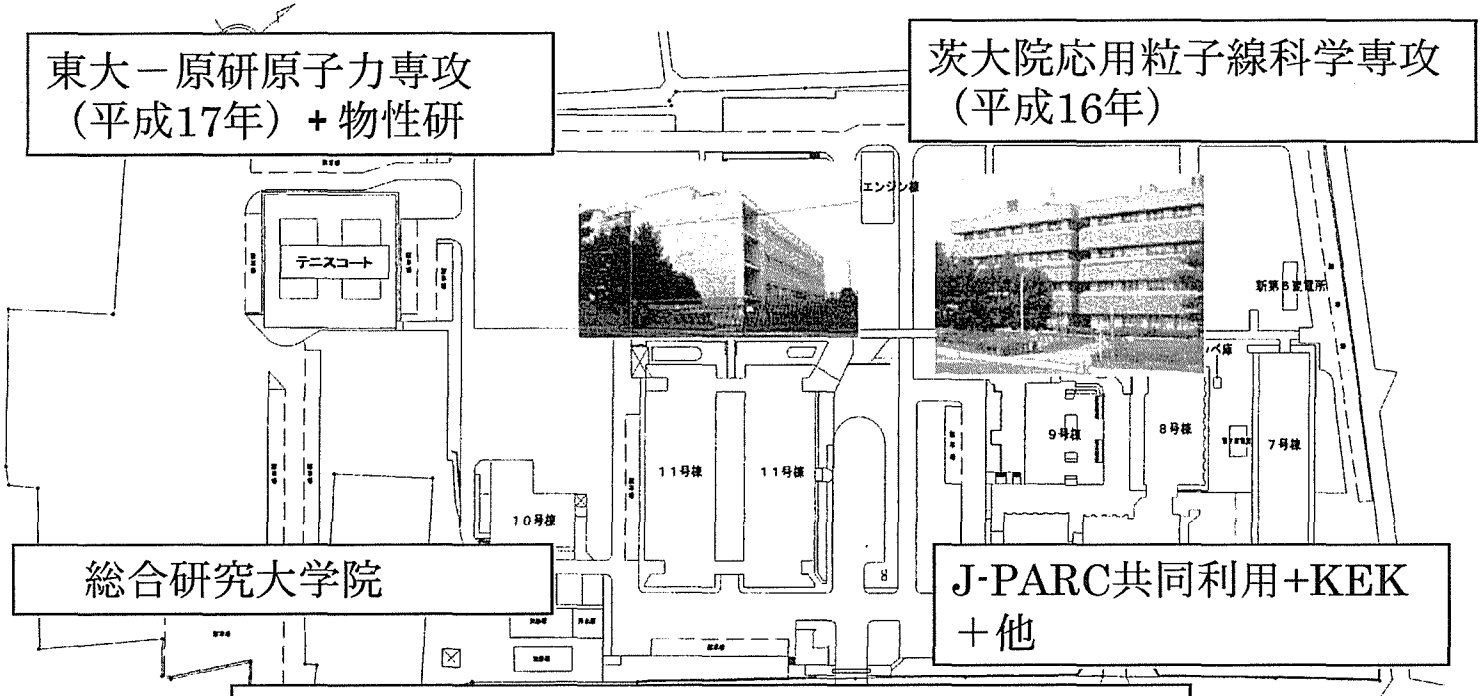
所掌業務

1. 全国大学共同利用設備の運転管理と運営(全国共同利用運営委員会)
   - 原子炉「弥生」
   - フェムト秒ライナック・レーザー
2. 学内共同利用設備の管理と運営
   - 原子力関連共用設備(共用設備委員会)
   - タンデム加速器(タンデム委員会)
   - 重照射損傷研究設備(HIT)(重照射委員会)
   - 核融合ブランケット基礎実験装置(ブランケット運営委員会)
3. 日本原子力研究所全国大学共同利用の運営(原研施設利用共同研究委員会)
   - 照射利用研究
   - 中性子散乱研究(物性研)

新東海キャンパス（NTT跡地）

東大ー原研原子力専攻
（平成17年）＋物性研

茨大院応用粒子線科学専攻
（平成16年）



総合研究大学院

J-PARC共同利用+KEK
＋他

大学コンソーシアム（東海村財団、県サポート）
（東海村に大学院を誘致する懇談会/研究会）

今後の予定

概算要求書・設置計画書　文科省提出	6月末
設置審議会	7－9月
詳細決定	平成17年1月頃
シンポジウム（原施・原総合同）	3月
設立	4月1日
入学試験（専門職15名、国際15名）	4月初旬
入学	5月1日

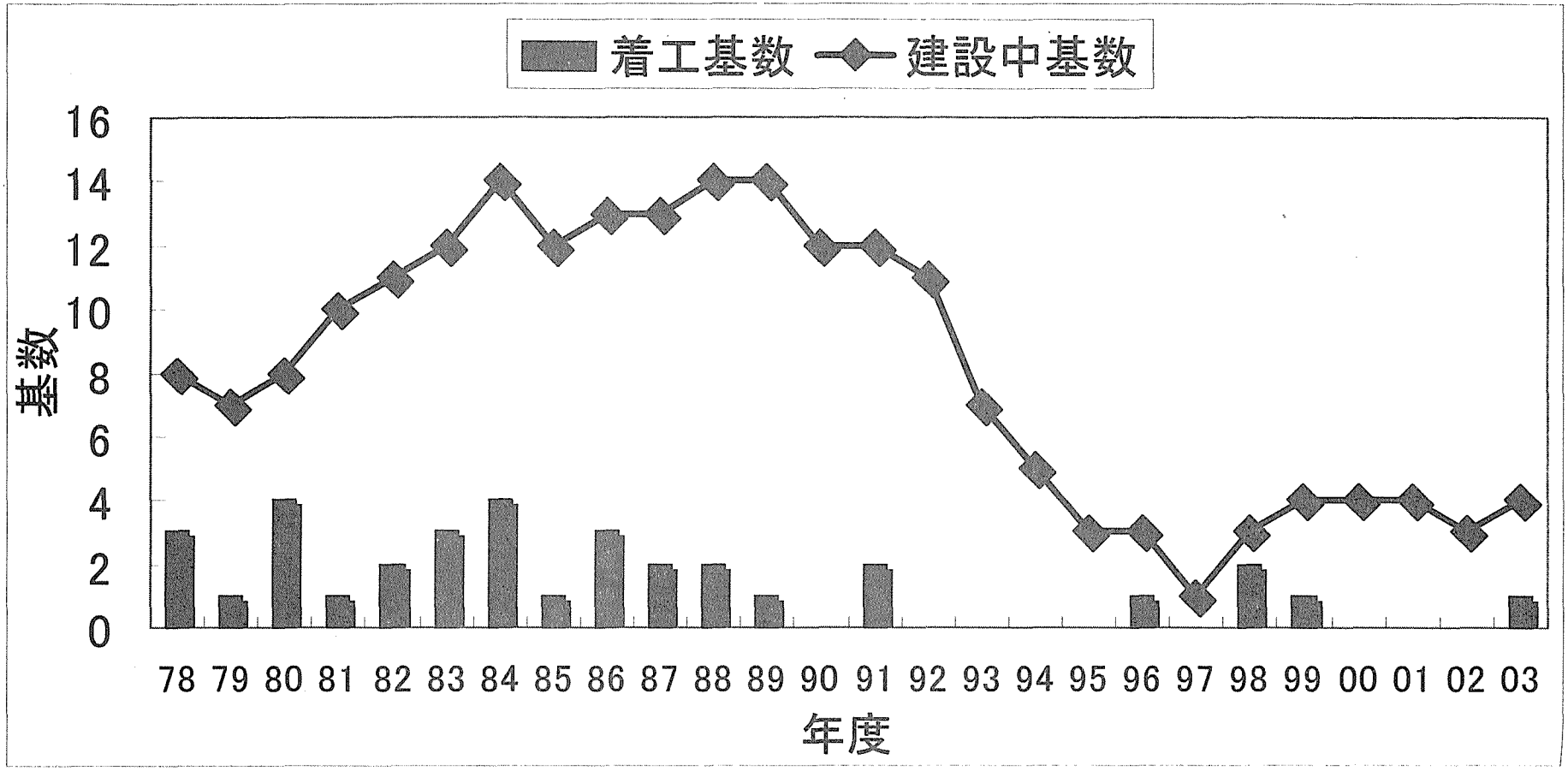
企業における原子力人材育成と技術基盤確保

２００４．４．２２

日本原子力発電㈱

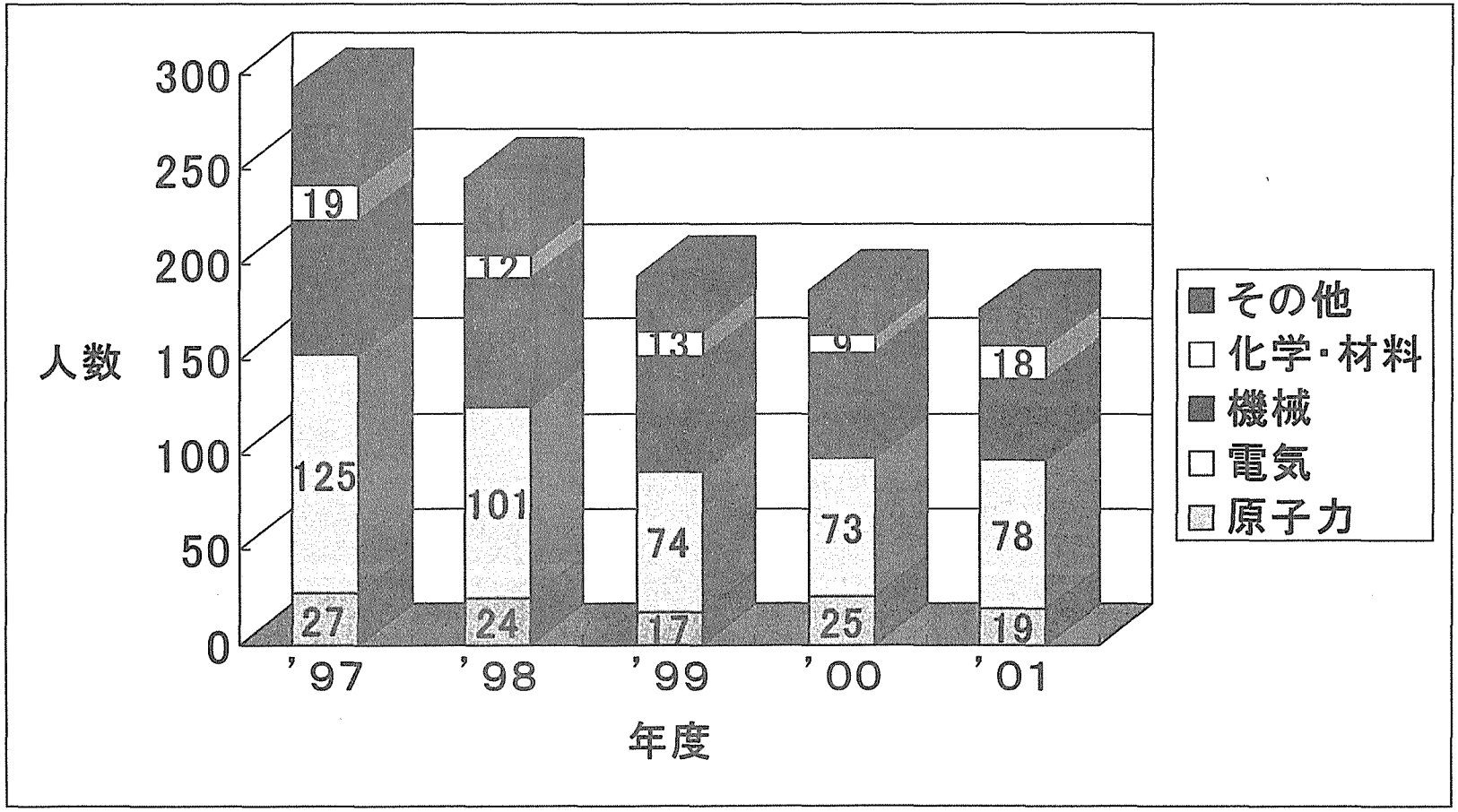
北村　俊郎

国内の原子力発電所の建設状況



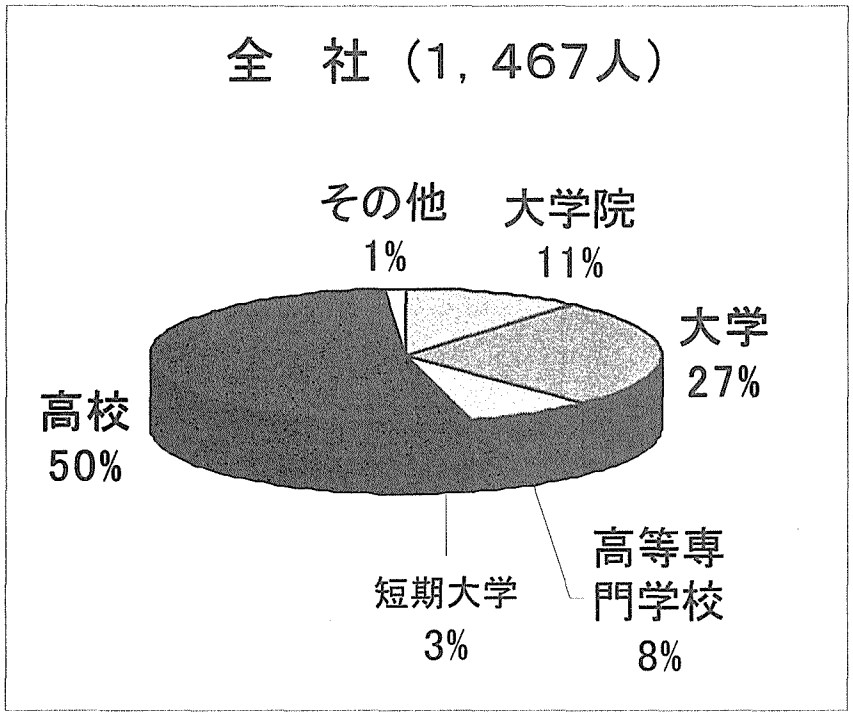
『原子力産業実態調査報告』 2002年度 第44回調査
（社団法人 日本原子力産業会議）

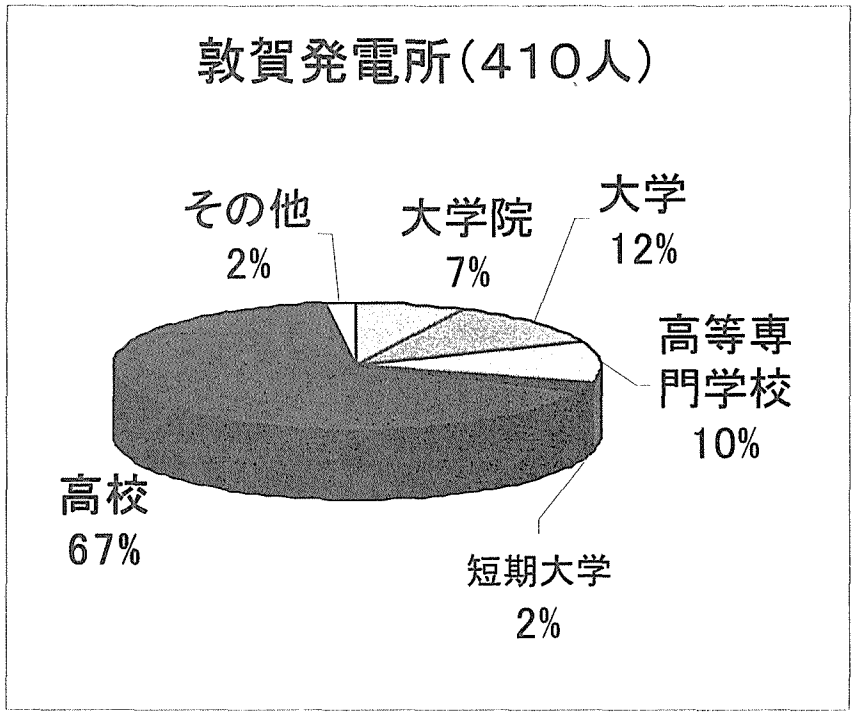
原子力部門の技術系採用者数の推移（電力業界）



『基盤強化委員会　人材問題小委員会　報告書』2002年6月
（社団法人　日本原子力産業会議）

原子力発電を支える人々の学歴
（原電社員の例）





2004．3現在

北村-4

現状の課題

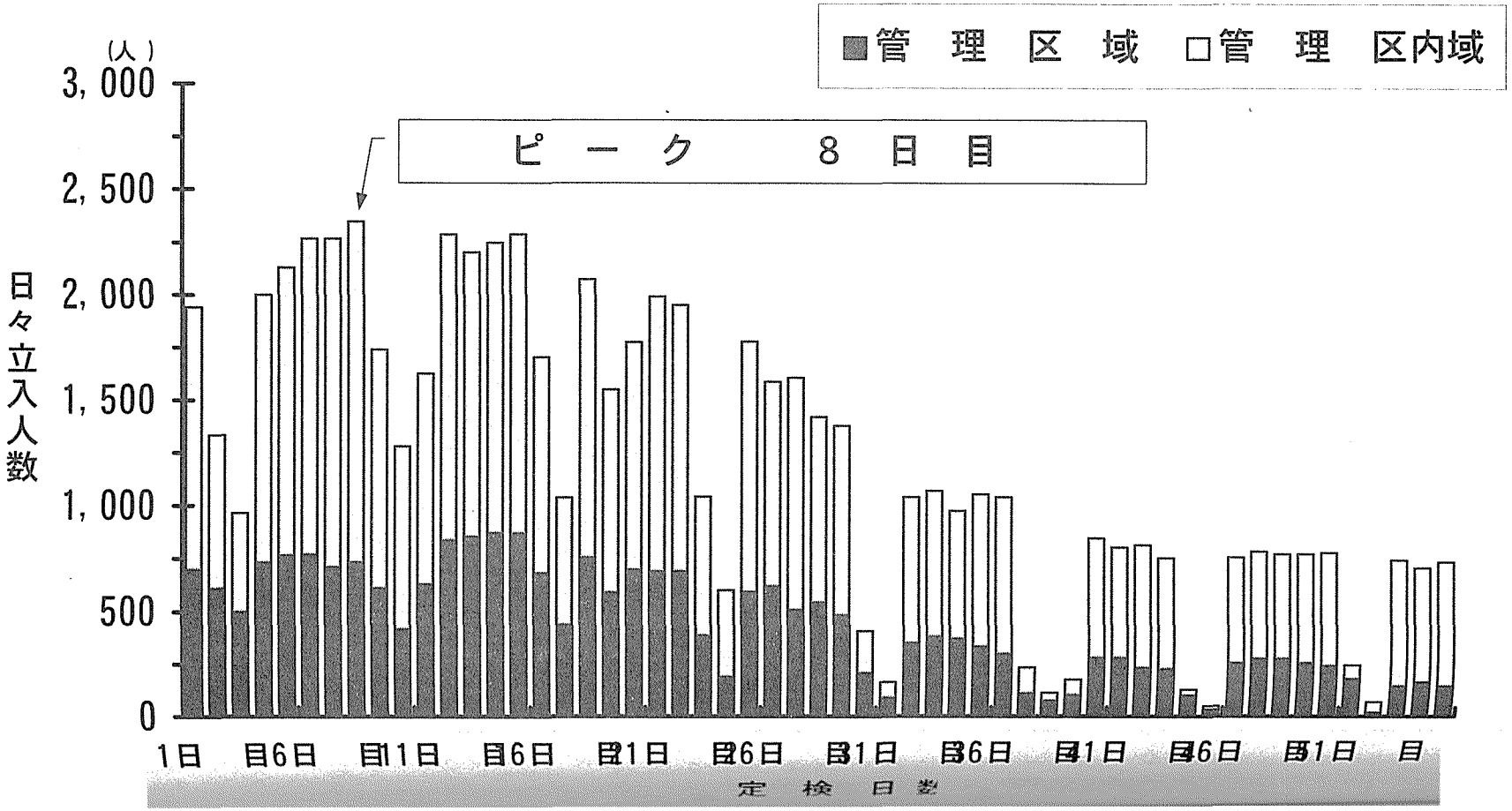
① いかに若い世代に技術技能を伝承して「質」を確保するか

② いかに優秀な若者を原子力発電に引きつけ「量」を確保するか

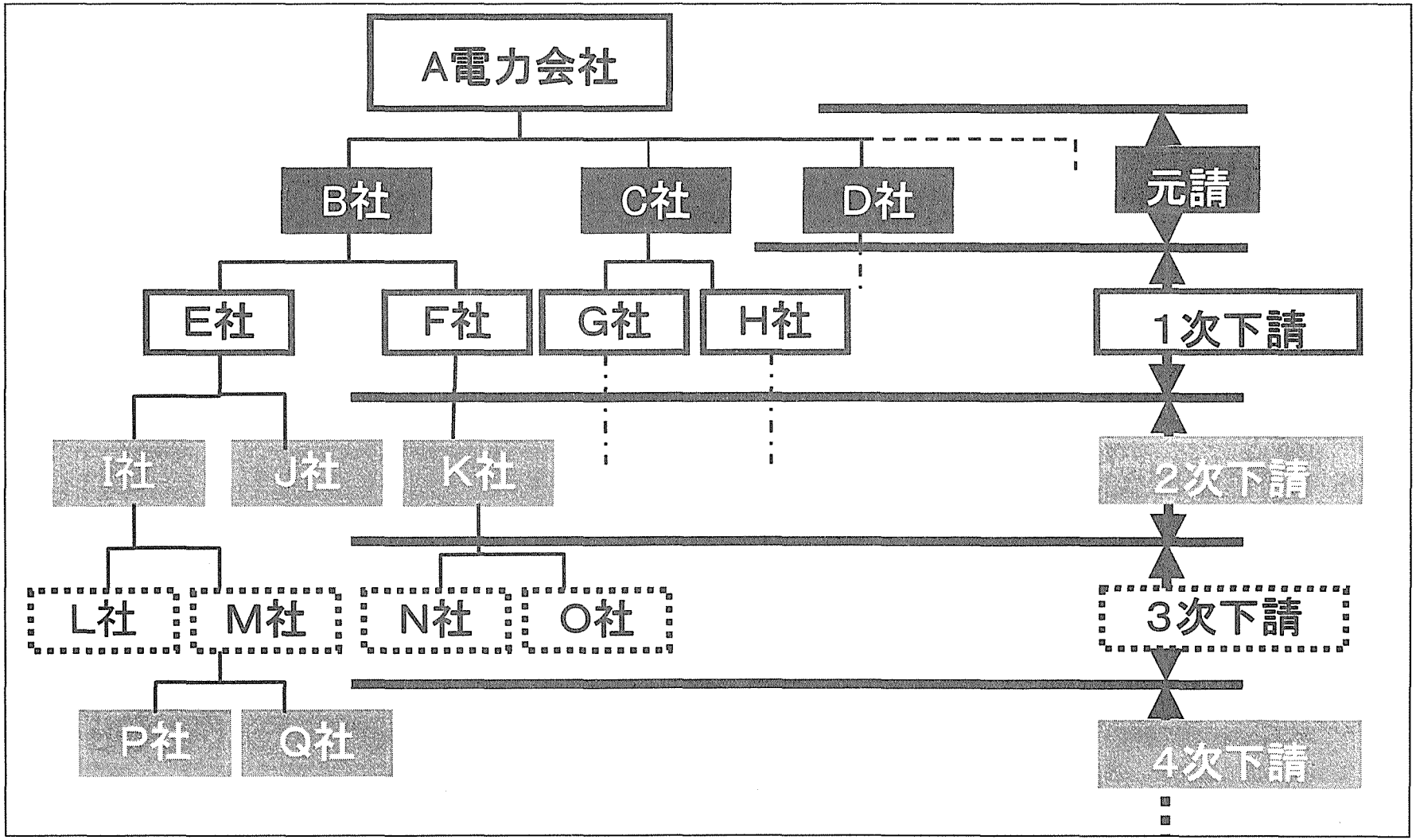
③ いかに経済性と信頼性を両立させるか

メンテナンス体制の特徴①
人数が多い

定期検査期間中の構工事会社



メンテナンス体制の特徴②
多層構造の請負



今後の方向性

①質の確保

⇨ マニュアルプラス計画的OJT

⇨ 多層構造の緩和で人の固定化

②量の確保

⇨ 多層構造の緩和、多能工化、ルール見直し

⇨ 原子力発電を魅力ある産業に

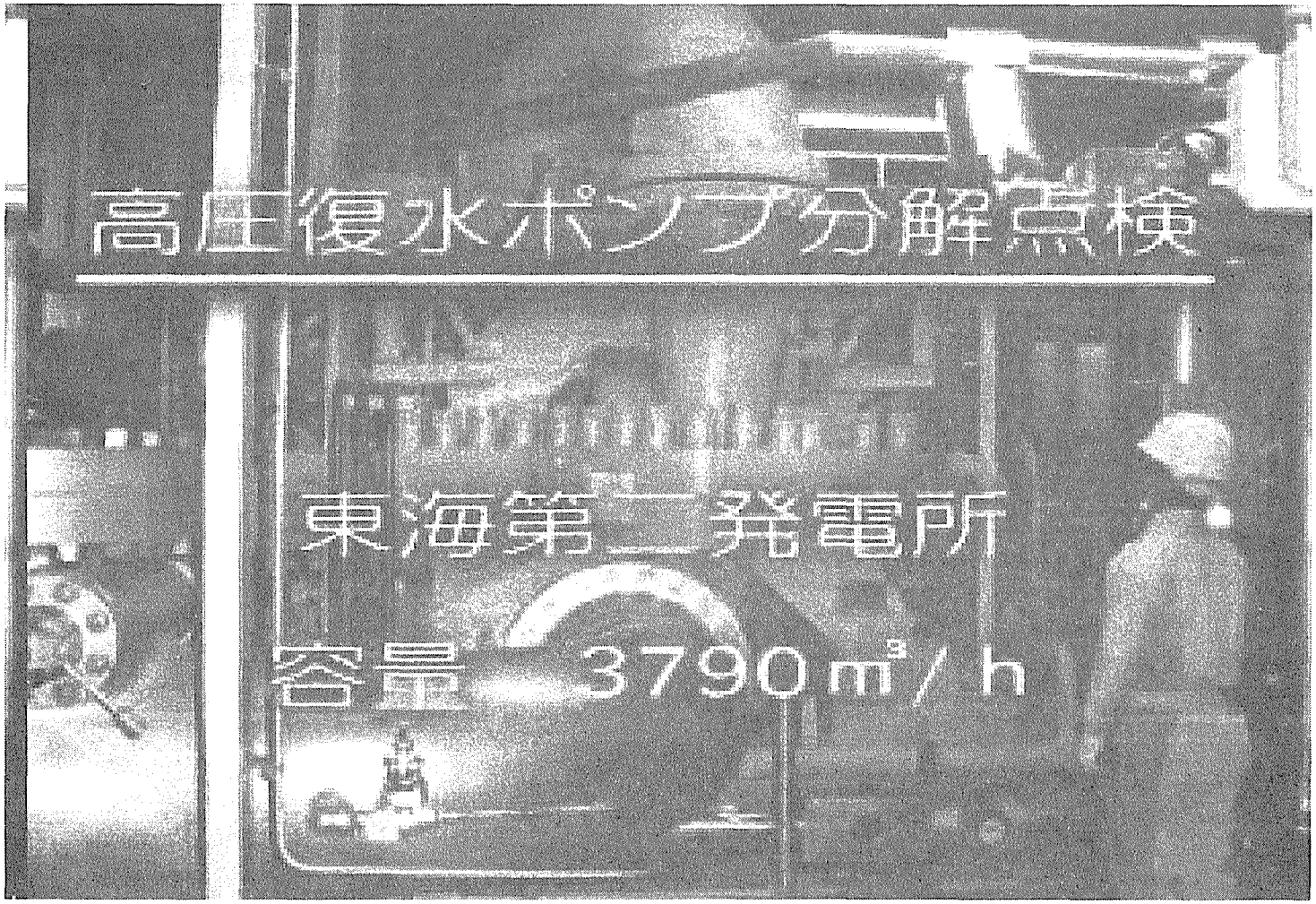
⇨ 産官学協力して原子力教育推進

③経済性と信頼性の両立

⇨ 直営などシンプルな体制への移行

⇨ アライアンス（人手、教育面など）

直営化事例（日本原子力発電）



2004. 3

今後の方向性

①質の確保

⇨ マニュアルプラス計画的OJT

⇨ 多層構造の緩和で人の固定化

②量の確保

⇨ 多層構造の緩和、多能工化、ルール見直し

⇨ 原子力発電を魅力ある産業に

⇨ 産官学協力して原子力教育推進

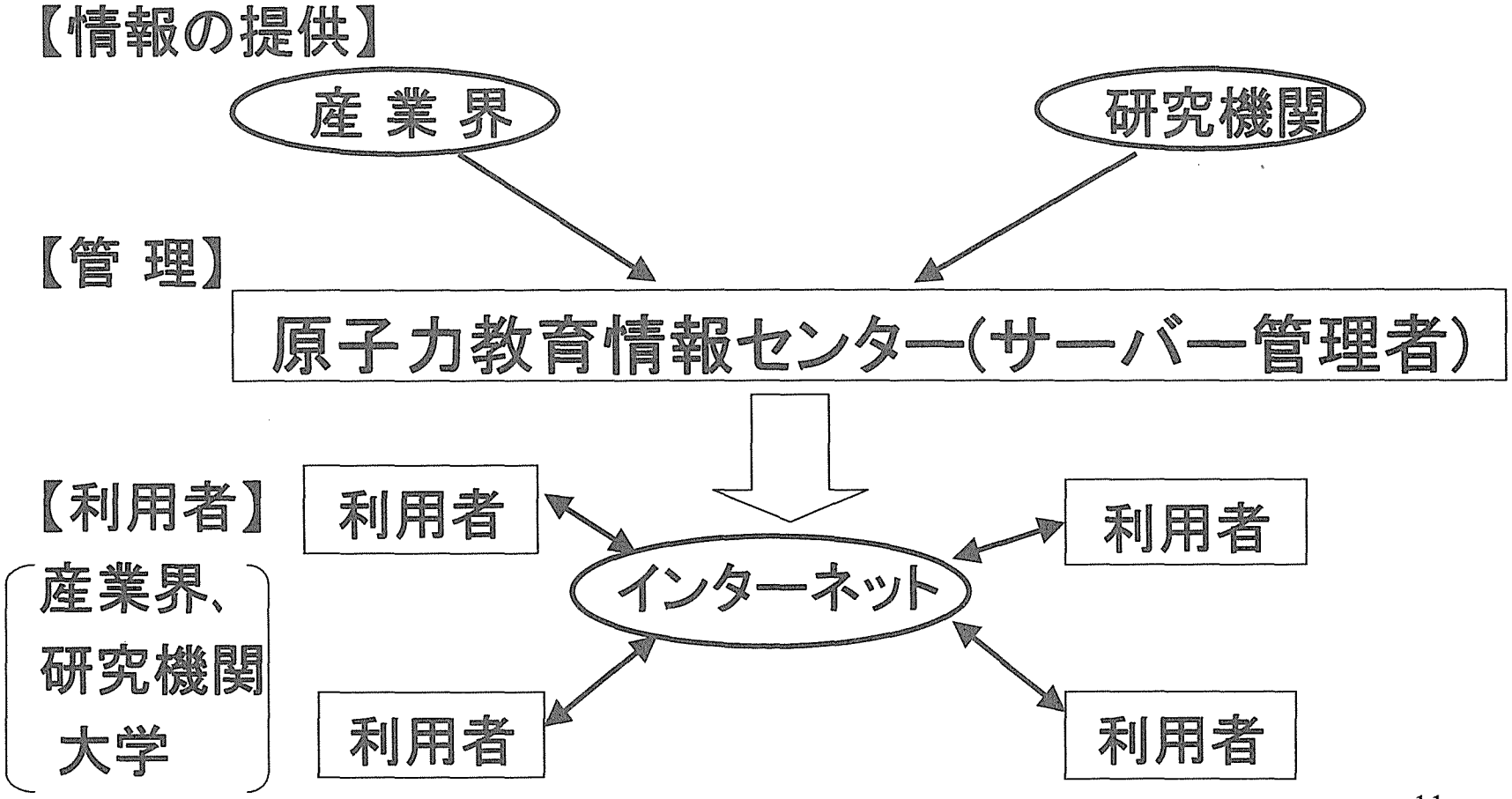
③経済性と信頼性の両立

⇨ 直営などシンプルな体制への移行

⇨ アライアンス（人手、教育面など）

北村-10

原子力教育情報センター(NES-net)のイメージ



原産大会パネルディスカッション

企業における原子力人材育成と技術基盤確保

終

原子力学会の人材育成活動

（「原子力教育・研究特別専門委員会」の最近の活動から）

原子力教育・研究特別専門委員会

主査　工藤和彦　（九州大学）

Ⅰ.はじめに

原子力教育・研究特別専門委員会（以下委員会）は昭和 49 年の日米教育セミナーをきっかけに「大学における原子力教育」研究専門委員会として発足した。昭和 53 年からは現在の名称になったが、大学における教育の検討が主な活動であった。

その後、原子力に関した社会情勢の変化、大学を取り巻く変動などを踏まえ、学会の内外で委員会の活動について、広範で新しい切り口からの再検討が求められてきた。この認識をもとに、仁科浩二郎前主査の委員会で平成 5 年に新しい構想の活動方針を定めた。

この構想には

① 大学に関する課題を従来よりも広くとらえなおすこと

② 大学以外の初等中等教育、一般社会人の原子力への理解を深めること

③ 産業界の技術者教育への支援などが含まれていた。

このうち、①については全国大学の原子力（核）関係学科・専攻の調査、大学の研究設備調査などについて取りまとめ、公表した。また、②については学会としてはじめて中・高校生・一般向けの副読本として後述の「原子力がひらく世紀」、および「ミクロ科学とエネルギー」を編集出版した。また、中・高校生の理科社会教科書の原子力、エネルギーに関する記述の問題点を調査して、これに基づく要望書を文科省、教科書協会などへ提出した。この調査結果は国会でも取り上げられた。

③の技術者教育への支援について、その重要性は認識されていたものの、取り組みはやや遅れて始まった。原子力利用の上で、安全性の維持向上は最も重要な課題であるが、学会として人材育成上どのような支援ができるかが長く模索されてきた。その結果、平成13年度に文部科学省に当時の住田健二学会長名で技術士制度の中に原子力部門（仮称）を設置する要望書が提出された。紆余曲折を経て昨年6月に技術士に関する規則・告示当が改正され、このことが実現した。

また、文部科学省からの委託研究として、日本工学会を取りまとめ機関として多くの学会で技術者の継続教育（CPD：Continuing Professional Development）に関する検討が

はじまり、原子力学会でも委員会の中にCPD ワーキンググループを設置して活発な検討が行われている。

さらに、大学の工学教育について、平成 11 年に日本技術者教育認定機構(JABEE)が発足し、この分野での世界的標準としてのワシントンアコードに正式加盟する取り組みが始まっている。原子力学会もJABEE に加盟して運営に協力している。

本稿では、 本委員会の原子力分野における人材育成および社会への働きかけに関する委員会のこのような取り組みについて報告する。

Ⅱ. 技術士(原子力・放射線部門)の新設

1. 技術士とは

技術士とは、科学技術に関する高度な技術的専門知識と高度の応用能力、及び公益を確保するために高い職業倫理を備えていると国家の認定を受けた技術者である。この技術士制度の創設は昭和 33 年にさかのぼり、これまでに試験に合格した者は平成 15 年 3 月末現在で延べ 66,818 名、そのうち実際に技術士として登録した者は 53,618 名である。第 1 表に示す通り、技術士には機械、電気電子、化学、建設など約 20 の技術部門がある。技術士の資格を取得するまでの流れを第 1 図に示す。

技術士制度の見直しを諮問されていた科学技術・学術審議会から「技術士試験における技術部門の見直しについて」と題する答申書が文部科学大臣に提出され(平成 15 年 6 月 2 日)、文部科学省は、パブリックコメントを受けた上で技術士関連の規則・告示の改正を実施した(平成 15 年 8 月 18 日官報に公示)。[1)]

原子力学会は、平成 13 年 11 月に文部科学省に対し、技術士の見直しに当たっては原子力部門を設置するよう当時の住田健二学会長名で正式な要望を出していたが、今回の技術士制度の改正においてその要望が通り「原子力・放射線部門」が新設され、平成16年度から試験が行われることになった。[2)]

2. なぜ今、技術士「原子力・放射線部門」が必要か

原子力発電所などの大規模な原子力関係施設の建設ペースが安定期に入った今日、この分野で働く技術者達に自己研鑽の目標を与えることは、技術者全体の能力レベルを向上できるだけでなく、わが国の原子力利用の安全性の維持向上にとって大きな効果が期待できる。

特に、原子力産業を支える企業には終身雇用制の大企業が多く、伝統的に組織への個

人の忠誠心が強いわが国では、往々にして、企業の論理と社会通念上の倫理が対立した際に後者が軽んじられる傾向がある。近年のトラブルや不祥事の発生と、社会の厳しい批判の目を考え合わせた時、国の規制体系や事業者内部の安全管理体制のような組織が責任をとる従来の仕組みだけでは、国民の安心感を取り戻すことは難しくなってきている。技術者一人ひとりが組織の論理に埋没することなく、常に公共の安全確保や社会の目を意識して自らの行動を律することのできる仕組みが必要と考えられる。

3. 技術士の活用の方向性

「原子力・放射線部門」の技術士の活用について、科学技術・学術審議会の答申書や、その基となった技術士分科会一般部会の議論では、次のような例示が行われている。

(1) 安全上重要な設計図書、図面類を確認し、署名

(2) 安全上重要な検査、試験の確認、署名

これら(1)、(2)は規制に取り込むのではなく、受発注者間の契約で規定するような自主的取り組みが期待されている

(3) 設置許可申請等の審査にあたり、技術的能力の説明書に記載する有資格者の一つとして認知

(4) 事業体内において組織中立的な意見を述べる役割を果たす者(技術監査役など)として活用し、国民が事業体によせる信頼性を向上

(5) 国等の検査担当者に求める資格の一つとし安全規制を質的に向上

(6) 中立的な独立コンサルタントの立場で原子力・放射線利用を論評し、リスクコミュニケーションなどの対話を調停

今日、技術者の国際相互承認の検討が世界で進められており、アジア太平洋地域ではAPECエンジニア制度が具体化されている。わが国の技術士に「原子力・放射線部門」ができたことにより、APEC域内で日本の原子力技術者が活躍できるチャンスが広がるであろう。

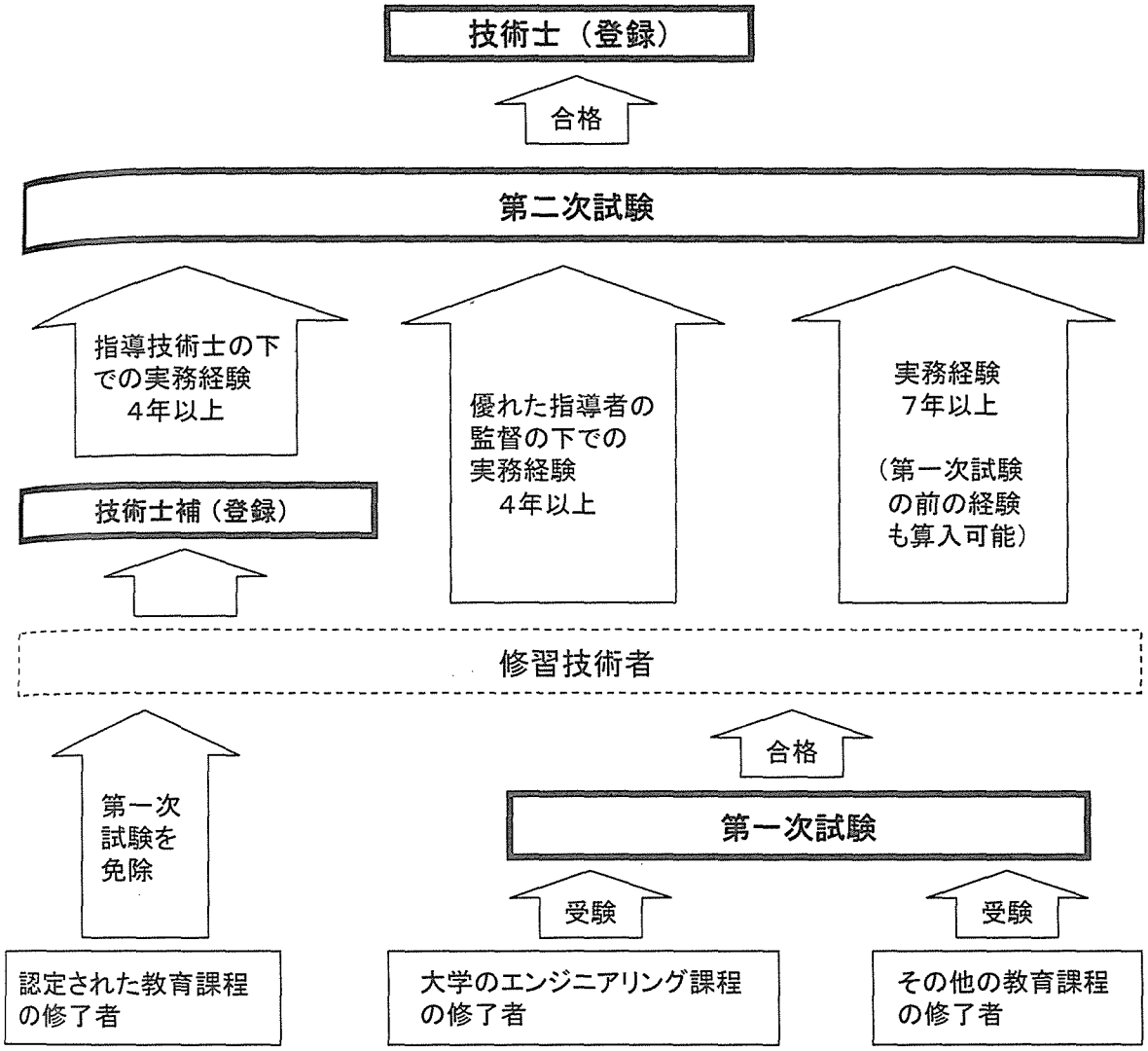
また、この新設技術士の将来の活用の可能性を考慮し、原子力事業者、機器メーカー、研究機関、コンサルタントなど、原子力・放射線利用に関わる全ての機関が、その技術者達にこの新しい資格取得に意欲が出るような経済的な支援、身分地位の優遇など、魅力的なインセンティブを与えることを望むものである。

第１表　技術士の部門と登録者数

	改正前	改正後	改正の内容	技術士登録数
1	機械	機械		3,073
2	船舶	船舶・海洋	名称変更	171
3	航空・宇宙	航空・宇宙		122
4	電気・電子	電気電子	名称変更	3,371
5	化学	化学		1,266
6	繊維	繊維		665
7	金属	金属		1,018
8	資源工学	資源工学		418
9	建設	建設		25,772
10	水道	上下水道	名称変更	3,361
11	衛生工学	衛生工学		1,954
12	農業	農業		2,639
13	林業	森林	名称変更	606
14	水産	水産		377
15	経営工学	経営工学		1,476
16	情報工学	情報工学		1,244
17	応用理学	応用理学		2,918
18	生物工学	生物工学		87
19	環境	環境		567
20		原子力・放射線	新設	0
21	総合技術監理	総合技術監理		2,513

注：改正とは、平成 15 年 8 月 18 日に行われた最新の改正

技術士として登録した人数は、平成 15 年 3 月末現在 53,618 名



第１図　技術士の資格を取得するまでの流れ

Ⅱ．原子力分野における「技術者継続教育」

1. PDE協議会委員会の発足

日本工学会は日本の技術の国際競争力を維持・向上するための施策として、大学教育を対象にしたJABEEの設立、および技術士の育成支援を含んだ大学卒業後の技術者の育成を目標にした技術者専門能力開発（PDE：Professional Development of Engineers）協議会委員会を発足させて活動を開始している。この委員会では技術者の継続的な教育（CPD：Continuing Professional Development）について、各学協会に共通する教育経歴の認証、記録の管理、などの枠組みの構築、相互の継続教育に関する情報交換、技術者に共通な教育についてのカリュキュラムの作成、などを行うこととしている。

原子力学会もこの委員会に参加する一方、学会の内部でも検討のためのワーキンググループを立ち上げて活動を開始した。

2. 日本原子力学会での取り組み

原子力学会は日本工学会の国際的に通用する技術者の育成と維持という継続教育の理念に加え、原子力という社会的に影響の大きな技術を取り扱う学会であるという観点から、過去に確立した技術を継承し、かつ新しい技術の導入で運転の安全性向上に寄与する技術力を維持・向上するという目的を付加し、この継続教育の課題に積極的に取り組むことにした。この活動には、原子力教育・研究特別専門委員会の中にCPDワーキンググループを編成して取り組むこととし、メンバーとして、大学教官、原子力産業会議、日本電機工業会、日本原子力研究所や燃料サイクル機構などの研究機関、電力会社やメーカーなどから参加している。[3)]

CPDワーキンググループの活動は

① 原子力分野で必要とされる継続教育の調査と学会の貢献の可能性の検討

② 新しい資格制度の必要性調査と検討

③継続教育を推進するための体制の検討

④他学協会との情報交換や協力体制の仕組みの検討

⑤国家的な管理資格(原子炉主任、放射線取り扱い主任、核燃料取り扱い主任、など)の既取得者の継続教育の仕組みについての検討

⑥技術士(原子力・放射線部門)試験の運営支援

などであり、一部はすでに活動に入っている。

ワーキンググループはこれまで約10回の会合を持ち、企業や研究所の継続教育の実態の調査や技術士(原子力・放射線部門)の設立のための支援活動を行ってきた。今後も定期的な会合を開き、上記の活動を推進していく予定である。

Ⅲ. 大学、大学院における原子力教育の状況

1. 原子力人材育成の必要性

原子力分野においては、これまで原子力産業の発展を中心的に担ってきた人材が高齢化している点が指摘されている。日本原子力産業会議報告書においても「軽水炉開発草創期に入社し、建設、運転さらに数々の事故やトラブルを身をもって体験し、機器やシステムの改良にも関わってきた経験豊な人材があと5, 6年で定年を迎え、多くの企業で世代間ギ

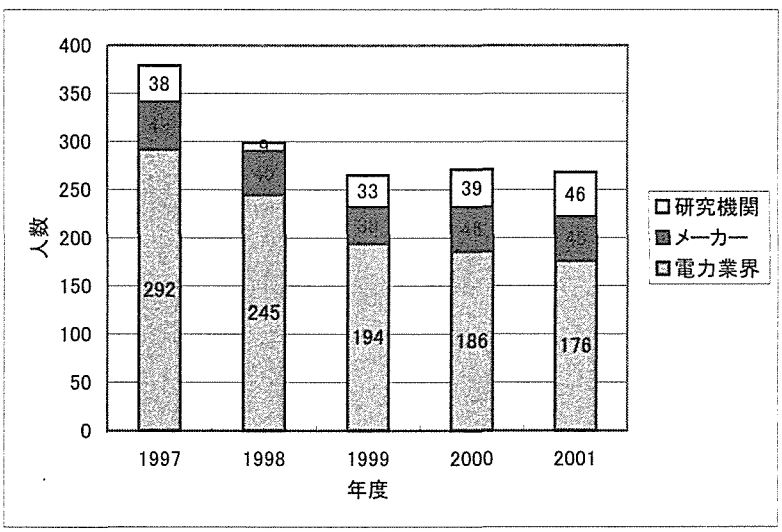
ャップによる原子力施設の設計・運転・補修等の技術継承に懸念を抱いている」と述べられている。[4)5)]

すなわち、このような豊富な知識や経験を有する人材の高齢化、さらには、世界的な新規プラント建設の抑制などに伴い若い世代への技術継承が十分になされてこなかったことが、原子力分野における人材育成の本質的な課題であり、この意味で、若手人材の育成に向けた早急な取り組みが求められる。[6)]

第2，3図に電力8社、メーカー3社、研究機関2機関における原子力部門への技術系採用者数の推移を、機関別および採用者の専攻別に示す。これらの図から分かるように、原子力部門の採用者は 1997 年度から 99 年度にかけて減少している。これは電力業界の採用者数の減少（これは原子力部門に限らない）が主因である。[7)]

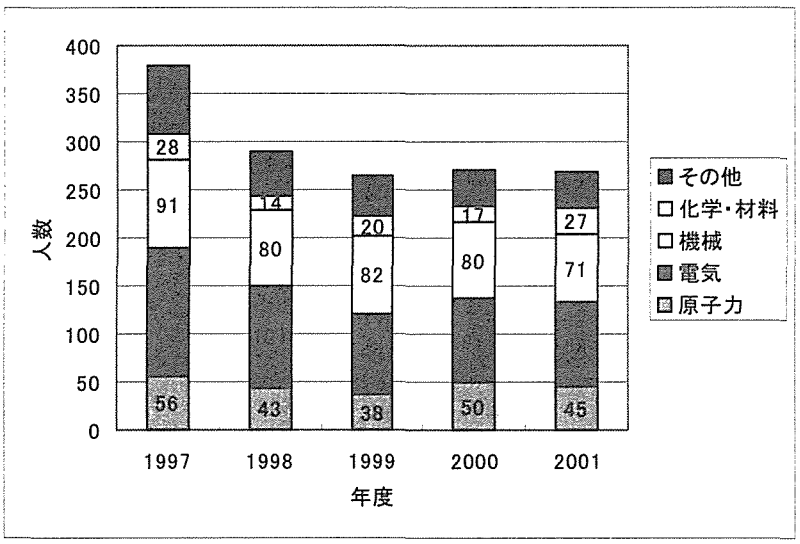
採用者の専攻別で見ると、原子力を専攻した学生の採用数は年間 38-56 名で推移し、これは総技術系採用者の 15%（電力業界では 10%前後、メーカーおよび研究機関では 1/3 前後）に相当する。

一方、大学の原子力関連学科・専攻の卒業生の総数及び進路を第2表に示す。卒業生総数、および、就職者総数はそれぞれ 700-800 名前後、400 名前後で推移しているが、原子力分野への就職者数（原子力発電関連だけでなく放射線・量子ビーム利用分野等への就職者も含む）はそのうち150名前後（第2，3図で示した電力 8 社、メーカー3社、研究機関2機関以外への就職者も含む）である。これは就職者総数の約 40%に相当している。



第2図　原子力部門への技術系採用者数の機関別推移

（電力8社、メーカー3社、研究機関2機関）



第３図　原子力部門への技術系採用者数の専攻別推移

（電力8社、メーカー3社、研究機関2機関）

（1998年度のデータには2研究機関への就職者数9名のデータが含まれず）

これらのデータを比較してみると、原子力関連学科・専攻の総就職者数約400名に対し、第3図で示した電力８社、メーカー3社、研究機関2機関の採用数者数はその１割強にとどまっている。また、原子力分野（放射線利用等を含む）に就職した割合は就職者全体の約40%であるが、卒業生の約75%は原子力関係分野への就職を希望しているというデータがあり、原子力分野からの求人の少なさが浮き彫りとなっている。すなわち、原子力産業からの求人数が減り、就職市場がいわば買い手市場になっているのが現状であり、日本原子力産業会議の報告書においても、量的な面で見れば、電力・原子力分野の研究者・技術者の確保に関して当面は大きな問題はないと述べられている（プラントでの実際の作業を行う技能者の確保については少子高齢化の影響等により懸念があると指摘されている）。

第２表　原子力関係学科卒業生の進路

年度	卒業生総数	進学者総数	就職者総数 (a)	原子力分野就職者数 (b)	b/a(%)
1987	719	278	441	169	38
1990	726	254	472	160	34
1997	689	321	368	175	48
1998	780	362	418	163	39
1999	756	340	416	153	37
2000	812	379	433	159	37
2001	815	385	430	129	30
2002	578	286	292	129	44

2. 大学における原子力教育の現状

大学の学部レベルにおいては、「原子力」という名称を冠した学科がなくなりつつある。この状況を第3表に示す[8]。この契機となったのは、平成3年の大学設置基準の大綱化に伴う大学内の組織改革である。多くの大学で、それまでの縦割り的な学部・大学院の構成が大きく変わり、細分化されていた工学部の学科は、いくつかの大学科あるいは系に束ねられた。旧来の原子力関連学科は、このような系の中の一コースとして、あるいは合併して大きくなった学科の一部分として承け継がれているケースが多い。その際、大学科の名称はもとより、その中のコースの名称からも「原子力」という言葉が失われ、代わりに、「エネルギー」、「量子」、「システム」、「科学」などのキーワードが多く用いられている。

また、このような組織改革と軌を一にして、学部教育においては専門科目に代わり工学基礎科目－電気、機械、材料、エネルギーなど－が重視されるようになった。第3表に示している新しい学科やコースでは、原子力発電に関する講義は減少し、そのかわりに工学基礎科目、環境・エネルギー関連科目、量子ビーム・放射線利用などに関する講義が増えている。

一方、大学院においても、多くの専攻が名称を変更した。その状況を第4表に示すが、学部と比べると、名称を変更していないケースが多く、他専攻との合併なども少ない。このため、学部教育ほどには大幅な教育プログラムの変更はなされていないが、原子力工学を、量子・ビーム科学、システム工学、放射線利用、核融合、シミュレーションなどを包含する広い学問

領域として捉える傾向が強くなっており、原子力発電に直接関連する研究・教育は希薄化していることは否めない。

以上のように、大学の学部では原子力発電に直接関連する教育・研究が以前に比べ行われなくなった。しかし、学部においては工学基礎科目を中心に学び、専門科目は主に大学院でという工学教育全体の変革の流れがあり、学生の就職および企業の採用の自由度を増している面がある。また、大学教育に対する産業界のニーズも変化している。日本原子力産業会議が実施したアンケートでも、産業界は原子力部門に就職する卒業生に対し、基礎学力の確実な修得・養成、原子力専門科目以外の幅広い教養、また柔軟な発想、論理的思考力、チャレンジ精神、問題解決能力などを求めるという結果が出ている[5]。

このような状況においては、原子力工学、特に原子力発電に関する専門的知識を大学の卒業生に期待することは困難になりつつあり、社会人に対する原子力教育がより重要となってくる。

第3表　原子力学の教育を行っている大学の学部の状況

大学	学部	設置時の学科の名称 (設置時期)	現学科の名称 (変更時期)	1学年学生定員
北海道大学	工学部	原子工学科 (昭42)	原子工学科 (変更なし)	40
東北大学	工学部	原子核工学科 (昭37)	量子エネルギー工学科 (平8)	35
筑波大学	工学システム学類	変換工学主専攻 (昭52) *1	エネルギー工学主専攻 (平10)	約35
東京大学	工学部	原子力工学科 (昭35)	システム創成学科[環境・エネルギーシステム、シミュレーションおよび生体・情報システムの3 コース]*2 (平12)	40
東京商船大学	商船学部	機関学科 (昭37) *3	商船システム工学課程[原子力機関工学科目、原子力システム工学科目]*2 (平2)	35
武蔵工業大学	工学部	エネルギー基礎工学科 (平9)	環境エネルギー工学科 (平15)	50
東海大学	工学部	応用理学科原子力工学専攻 (昭31)	応用理学科[エネルギー工学専攻]*2 (平13)	60
名古屋大学	工学部	原子核工学科 (昭41)	物理工学科[量子エネルギー工学コース]*2 (平5)	約45
京都大学	工学部	原子核工学科 (昭33)	物理工学科[エネルギー理工学コース原子核工学サブコース]*2 (平6)	20
大阪大学	工学部	原子力工学科 (昭37)	電子情報エネルギー工学科[原子力工学科目]*2 (平8) [エネルギー量子工学科目] (平15)	40
近畿大学	理工学部	原子炉工学科 (昭36)	電気電子工学科 (平14) [エネルギー工学コース]	200
神戸商船大学	商船学部	原子動力学科 (昭47)	神戸大学海事科学部マリンエンジニアリング課程 (平16)	60
九州大学	工学部	応用原子核工学科 (昭42)	エネルギー科学科 (平10)	100

第4表　原子力学の教育を行っている大学院、研究所等の状況

大　学	研究科・研究所	設置時の専攻等の名称 (設置時期)	現専攻等の名称 (変更時期)	学生定員(1学年) 博士前期	 博士後期
北海道大学	工学研究科	原子工学専攻(昭46)	量子エネルギー工学専攻(平8)	21	10
東北大学	工学研究科 金属材料研究所附属材料試験炉利用施設(昭44)	原子核工学専攻(昭33)	量子エネルギー工学専攻(平8)	37	17
筑波大学	理工学研究科	理工学専攻構造工学分野(昭53)	理工学研究科構造工学分野	25[*1]	
	工学研究科	構造工学専攻(昭56)	構造工学専攻(平17.3まで)	12[*2]	12[*2]
	システム情報工学研究科	環境エネルギー工学専攻(平12)	環境エネルギー工学専攻 (変更なし)	15[*3]	15[*3]
東京大学	工学系研究科 工学系研究科附属原子力工学研究施設(昭42) 原子力研究総合センター(昭47)	原子力工学専攻(昭39)	システム量子工学専攻(平5)	31	15
東京工業大学	理工学研究科 原子炉工学研究所(昭39)	原子核工学専攻(昭32)	原子核工学専攻(変更なし)	30	7 +若干名
武蔵工業大学	工学研究科 原子力研究所(昭35)	原子力工学専攻(昭56)	エネルギー量子工学専攻 (平14)	10	5
立教大学	原子力研究所(昭32)			—	—
東海大学	工学研究科	原子力工学専攻(昭31)	応用理学専攻(昭48)	20	4
名古屋大学	工学研究科	原子核工学専攻(昭45)	原子核工学専攻(変更なし)	18	5
京都大学	工学研究科	原子核工学専攻(昭32)	原子核工学専攻(変更なし)	24	9
	エネルギー科学研究科 エネルギー理工学研究所(平8) 原子炉実験所(昭38)	4専攻[*4](平8) 原子エネルギー研究所(昭46)	4専攻[*4](変更なし)	109[*5]	49[*5]
大阪大学	工学研究科 産業科学研究所(昭14)	原子力工学専攻(昭32)	原子力工学専攻(変更なし) 電子情報エネルギー工学専攻 電磁エネルギー工学コース(平8)	24	10
近畿大学	総合理工学研究科 原子力研究所(昭35)	物質系工学専攻原子エネルギー分野(平10)	物質系工学専攻原子エネルギー分野(変更なし)	50[*6]	6[*6]
神戸大学 (神戸商船大学)	神戸商船大学商船学研究科	神戸商船大学原子動力学専攻 (昭52)	神戸大学自然科学研究科マリンエンジニアリング専攻(平16)	16[*7]	11[*8]
九州大学	工学府	応用原子核工学専攻(昭46)	エネルギー量子工学専攻(平10)	25	12
	総合理工学府	エネルギー変換工学専攻他(昭54)	先端エネルギー理工学専攻(平10)	34	16

*1:修士課程のみの研究科、エネルギー関係はその一部　*2:博士課程5年一貫、エネルギー関係はその一部

*3:博士課程5年一貫、エネルギー関係は1/2

*4:エネルギー社会・環境科学専攻、エネルギー基礎科学専攻、エネルギー変換化学専攻、エネルギー応用科学専攻

*5:原子力関係の学生数は定員の約1/4　*6:物質系工学専攻全体としての人数　*7:原子力関係の学生数は定員の約1/3

*8:神戸大学自然科学研究科海事科学専攻に所属、原子力関係の学生数は定員の約1/4

Ⅳ. 副読本「原子力がひらく世紀」の改訂版刊行[9)]

本書の初版は平成 10 年に教育関連特別事業として本学会の手で刊行された。すでにその頃でも「原子力入門」に関する図書は何種類か刊行されていたのであるが、本学会があえて自ら編集・刊行に当たることになったのには、それなりの背景が存在した。

当時すでに高校レベルでの原子力教育の適当な副読本の必要性が認識されながら、原子力・放射線に関する分野の幅広さと、記述対象を公正に取り扱うことの難しさもあって、いわゆる一般に市販される出版物としては出版社の手に余るという実態が存在した。また、政府や原子力関連機関からの委託として制作したのでは、学会として第三者の立場からの編集努力が発揮できない可能性があるとも考えられた。一方では、教育現場の方々からは最新のデータや情勢の変化を反映した教材の不足を指摘されて、公平な記述による出版物が早期に刊行されることへの切実な要請があった。

こうした経過で作成された「原子力がひらく世紀」初版は、幸い各方面から好評をもって迎えられ、当初念頭に置いた学校教育での補助教材の域を越えて、多くの原子力関連講習会や勉強会のテキストにも利用されるようになり、出版後5刷の版を重ねて長期にわたる原子力関連図書のベスト・セラーとなった。

しかしながら、この間にも原子力の世界では、JCO 臨界事故、海外での核拡散疑惑に関連する政治的情勢の逼迫、もんじゅ訴訟への金沢高裁判決、緊急時対応対策の制定・公表といった社会的な影響の大きい問題が生じた。また核燃料サイクル政策の再検討を求める議論も開始された。これは、国内でも核燃料再処理事業、放射性廃棄物貯蔵事業、高速増殖炉もんじゅの再開、MOX 燃料使用といった具体的な問題がより身近になってきたことと関連がある。

放射線利用での進展は大型重陽子加速器(J－PARK)の建設が進み、医用研究への応用も益々盛んとなってきた。また、原子力諸機関の統合・整理が進む一方で、大学における原子力研究・教育の再編が現実となってきており、学会ばかりでなく産業界でも、技術者・研究者倫理の問題が大きく取り上げられる時代でもある。大きくは、世界的にも環境問題とエネルギー資源確保、核拡散防止を絡めての原子力利用推進へ世界的な問題意識に微妙な変化が感じられる昨今である。

こうした、最近の情勢を反映させた新版の必要性が強く感じられることを踏まえ、学会の出版物がもつべき自主性や中立性を維持した記述という基本的な編纂姿勢の重要性は以前にもまして大切なものとなってきている。さらに今回は義務教育および高校教育での従来からの理科・社会といった教科の他に、新しく加わった「総合的学習の時間」という複数教科にまたがる多面的な学習の場にも対応し

たいと考え、今日的な話題を取り入れながら内容を強化することを試みた。これには、原子力における産・官・学の各界の指導的な立場の会員を動員しうる本学会の特徴が遺憾なく発揮できたと考える。

本書は初版に引き続いて「全国高等学校長協会推薦図書」として認められた。高校教師の副教科書、これから原子力科学を勉強されようとしている学生諸君ばかりでなく、ベテランの研究者、技術者や教官が一般の人々に原子力を語るときにも格好のテキストになり得ると思う。また、平成16年から新たに「技術士」の国家試験に「原子力・放射線部門」が新設されたが、本書はその受験の参考書としても役立つものと確信しており、多くの方々に広く活用されることを願っている。

参考文献

1)科学技術・学術審議会、技術士試験における技術部門の見直しについて、2003年6月2日
2)工藤和彦他、原子力教育の新展開、日本原子力学会誌 Vol.45,No.11
3)宮澤龍雄、原子力分野における技術者継続教育、第41回原子力総合シンポジウム、2003年5月
4)原子力委員会、原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画、2000年11月24日
5)日本原子力産業会議基盤強化委員会人材問題小委員会報告書、2003年3月
6)日本学術会議原子力工学研究連絡委員会、エネルギー・資源工学研究連絡委員会核工学専門委員会、人類社会に調和した原子力学の再構築、2003年3月17日
7)大森良太、原子力分野の人材育成に向けた取り組みと課題、科学技術動向No.30、2003年9月
8)工藤和彦、原子力分野の人材育成の現状と課題、科学技術政策研究所所内講演会、2003年6月19日
9)日本原子力学会、原子力がひらく世紀(改訂版)、2004年3月

原子力学会の人材育成活動
(「原子力教育・研究特別専門委員会」の最近の活動から)

九州大学大学院　工藤和彦

Ⅰ　技術士(原子力・放射線部門)の新設

Ⅱ　原子力分野における「技術者継続教育」

Ⅲ　大学・大学院における原子力教育の状況

Ⅳ　副読本「原子力がひらく世紀」の改訂

Ⅰ　技術士（原子力・放射線部門）の新設

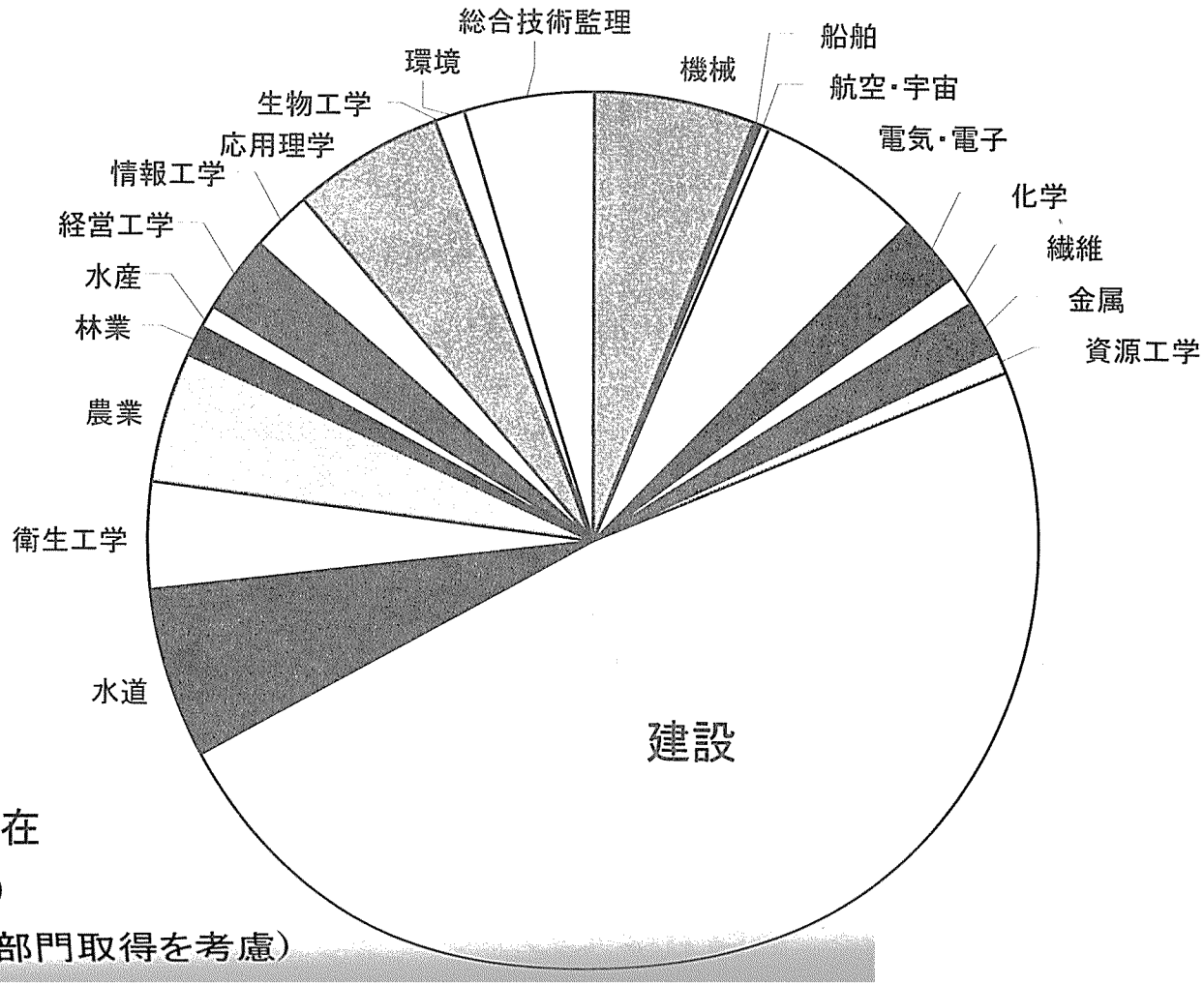
技術士とは

- 技術士制度の創設は昭和33年
- 技術士とは、法令に定める試験に合格し、登録を受け、技術士の名称を用いて科学技術に関する高等の専門的応用能力を必要とする事項についての計画、研究、設計、分析、試験、評価、又はこれらに関する指導の業務を行う者
- 日本技術士会の解説；　技術士とは簡単に言うと、科学技術に関する高度な技術的専門知識と高度の応用能力、及び公益を確保する為に高い職業倫理を備えていると国家の認定を受けた高級技術者
- 技術士資格の認定制度を設けている目的は、有資格者のみに技術士の名称の独占使用を認めることにより技術士の業務に対する社会の認識と関心を高め、優れた技術者の育成を図り、もって我が国の科学技術の向上と国民経済の発展に資すること

技術士の部門

	改正前	改正後	変更の内容
1	機械	機械	
2	船舶	船舶・海洋	名称変更
3	航空・宇宙	航空・宇宙	
4	電気・電子	電気電子	名称変更
5	化学	化学	
6	繊維	繊維	
7	金属	金属	
8	資源工学	資源工学	
9	建設	建設	
10	水道	上下水道	名称変更
11	衛生工学	衛生工学	
12	農業	農業	
13	林業	森林	名称変更
14	水産	水産	
15	経営工学	経営工学	
16	情報工学	情報工学	
17	応用理学	応用理学	
18	生物工学	生物工学	
19	環境	環境	
20	総合技術監理	原子力・放射線	新設
21		総合技術監理	

技術士の数（登録者）



平成15年9月末現在

55,425名（正味）

61,226名（複数部門取得を考慮）

なぜ今「原子力・放射線」の技術士か

(1) 炉主任、RI主任、核燃主任などは、施設運営に必置の資格

原子力機器メーカやコンサルタント会社などに属する優秀な技術者が、その能力を示す資格となっていない

(2) 大規模原子力プラントの建設ペースが安定期に

技術者達に自己研鑽の具体的目標を与え、能力レベルの向上、ひいては我が国の原子力利用の安全性を維持向上することが必要

(3) 度重なる原子力関連のトラブルや不祥事

国の規制体系や事業者の安全管理体制など、組織が責任をとる仕組みだけでは国民の安心感を取り戻せず、組織の論理に埋没しない倫理感を備えた技術者が必要

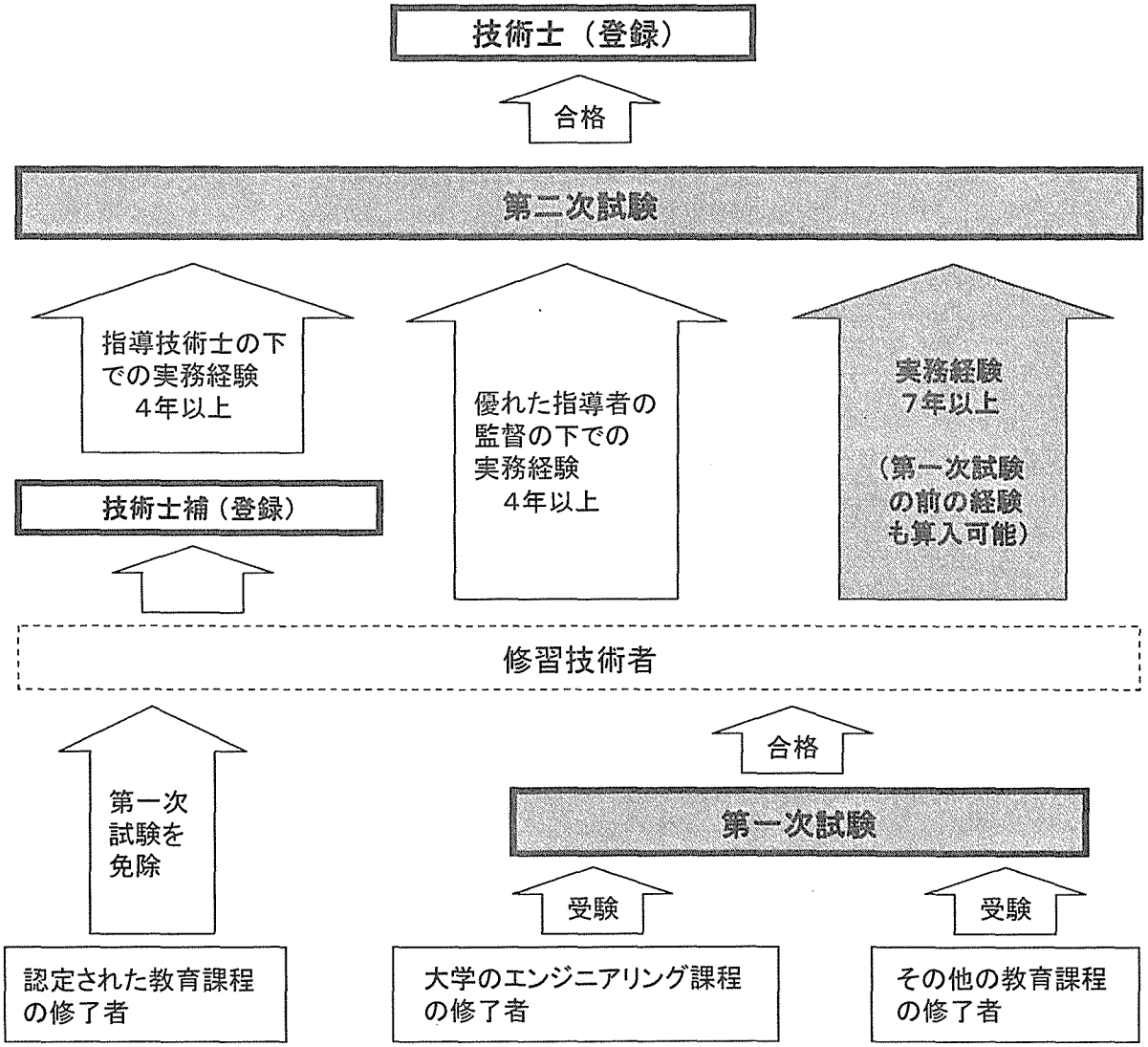
- 初めから「諸刃の剣」と分かっていた原子力・放射線利用は、「安全設計」や「防護の理論」を伴なって発展し、技術者倫理を当然視
- しかし、現実には、今更ながら「原子力・放射線部門」の技術士が必要と感じざるを得ない
- また、電力自由化の中、原子力が他電源との競争を勝ち抜く為には、人件費の抑制、即ち少数精鋭のエンジニアが必要

技術士資格の活用の方向性

科学技術・学術審議会の答申書は、原子力・放射線部門の技術士資格の活用方策として以下を例示

- 安全上重要な設計図書、図面類を確認し、署名
- 安全上重要な検査、試験の確認、署名
- 原子炉設置許可申請等の安全審査に当たり、技術的能力の説明書に記載する有資格者の一つとして認知
- 事業体内に於いて組織中立的な意見を述べる役割を果たす者（技術監査役など）として活用し、国民が事業体に寄せる信頼性を向上
- 国等の検査担当者に求める資格の一つとし安全規制に活用
- 中立的な立場で原子力・放射線利用を論評し、対話を調停
- APECエンジニア制度で原子力部門が採用される場合に、日本が活躍できる機会を確保

技術士試験の仕組み


技術士（登録）
合格
第二次試験
指導技術士の下での実務経験
4年以上
優れた指導者の監督の下での実務経験
4年以上
実務経験
7年以上
（第一次試験の前の経験も算入可能）
技術士補（登録）
修習技術者
第一次試験を免除
合格
第一次試験
受験
受験
認定された教育課程の修了者
大学のエンジニアリング課程の修了者
その他の教育課程の修了者

受験資格(1次試験)

- 年齢、学歴、業務経験などによる制限は一切無い
- 4年制理工系学部の卒業者、特定の国家資格保有者(炉主任、RI主任一種、核燃主任、電気主任、BT主任など)は、共通科目を免除
- 文部科学大臣が指定した教育課程(日本技術者教育認定機構(JABEE)による認定プログラム)の卒業者(認定以降)は、1次試験全体を免除

例:

東北大学工学部マテリアル・開発系(金属工学科、材料物性学科、材料加工学科)、同分子化学工学科、生物化学工学科

名古屋大学工学部化学・生物工学科(分子化学工学コース)

など、平成16年3月現在、35プログラムが認定されている。

受験資格(2次試験)

- 1次試験を合格した上で、以下のいずれかの実務経験が必要;
  - (1) 技術士補に登録し、技術士を補助した実務経験　≧ 4年
  - (2) 優れた指導者の監督の下で実務経験　≧ 4年
  - (3) 独自で実務経験　≧ 7年　(1次試験合格前の経験も通算可能)
- 大学院在学経験者は、2年を限度に実務経験年数に算入可
- 過去に1次試験の合格を経ずに(旧法では、業務経歴7年以上の者は1次試験を免除)、2次試験に合格している場合は、適性科目のみ受験して1次試験合格し、その後、2次試験として「原子力・放射線部門」を受験することが可能
- 他の部門で1次試験、2次試験とも合格している場合、所定の実務経験さえあれば、「原子力・放射線部門」の2次試験を直接に受験することが可能
- 他の部門で1次試験合格している場合、所定の実務経験さえあれば、2次試験として「原子力・放射線部門」へ変更が可能

出題方式と合格基準（1次試験）

科目	出題形式 （全て択一式問題）	配点	試験時間
基礎科目	科学技術全般にわたる基礎知識　5分野×3問＝15問 5群;(1) 設計理論やシステム設計に関するもの (2) アルゴリズムや情報ネットワークの解析に関するもの (3)力学や電磁気学の解析に関するもの (4) 材料特性・化学・バイオテクノロジーに関するもの (5) 環境・エネルギー・品質管理・技術史など技術連関	15点	1時間
適性科目	技術士法第4章（技術士の義務）の遵守適性　15問	15点	1時間
共通科目	数学、物理、化学、生物、地学の中から2科目 1科目20問×2科目（計40問）　理工系大学卒は免除	40点	2時間
専門科目	選択した部門の30問の中から25問を選択	50点	2時間

■「原子力・放射線部門」の専門科目の範囲は、「原子力、放射線、エネルギー」

■ 合格基準;　(1) 適性科目　≧ 50%

(2) 共通科目は、2科目がいずれも　≧ 平均点

(3) 基礎科目、専門科目がいずれも　≧ 40%以上、合計して ≧ 50%

基礎科目免除者（他部門2次合格済み）は、専門科目 ≧ 50%

出題方式と合格基準(2次筆記試験)

科目	出題形式	配点	試験時間
選択科目	1. 受験者本人の専門事項に関する知識の深さ、技術的体験、応用能力を問う (論述式: A4片面600字詰め6枚以内)	40点	3時間
	2. 選択科目の中での一般的知識を問う(論述式: A4片面600字詰め6枚以内) 原子力・放射線部門の選択科目は (1) 原子炉システムの設計及び建設 (2) 原子炉システムの運転及び保守 (3) 核燃料サイクルの技術 (4) 放射線利用 (5) 放射線防護	30点	4時間
必須科目	受験する部門全体にわたる一般的知識を問う (論述式:A4片面600字詰め3枚以内)	15点	
	同上　20問の中から15問を選択して回答(択一式)	15点	

■ 合格基準; (1) 選択科目の2題がそれぞれ　≧ 60%
(2) 必須科目の合計(論述式＋択一式)　≧ 60%

平成16年度の試験日程

1次試験

- ■ 受験申込書配布　4月14日(水) ～
- ■ 受験申し込み　4月26日(月) ～ 5月14日(金)
- ■ 試験　10月11日(月)
- ■ 合格発表　1月

2次試験

- ■ 受験申込書配布　3月1日(月) ～
- ■ 受験申し込み　4月1日(木) ～ 4月12日(月)
- ■ 筆記試験　8月8日(日)
- ■ 筆記試験合格発表　11月
- ■ 口頭試験　12月
- ■ 最終合格発表　2月

受験料など

■ 受験料

1次試験: 11,000円

2次試験: 14,000円

■ 合格者の法定登録料

手数料: 6,500円

登録免許税 技術士 30,000円

技術士補 15,000円

■ 日本技術士会に入会する場合

技術士登録者 年会費 22,000円 入会金 10,000円

2次試験合格者 年会費 12,000円

1次試験合格者 年会費 9,600円

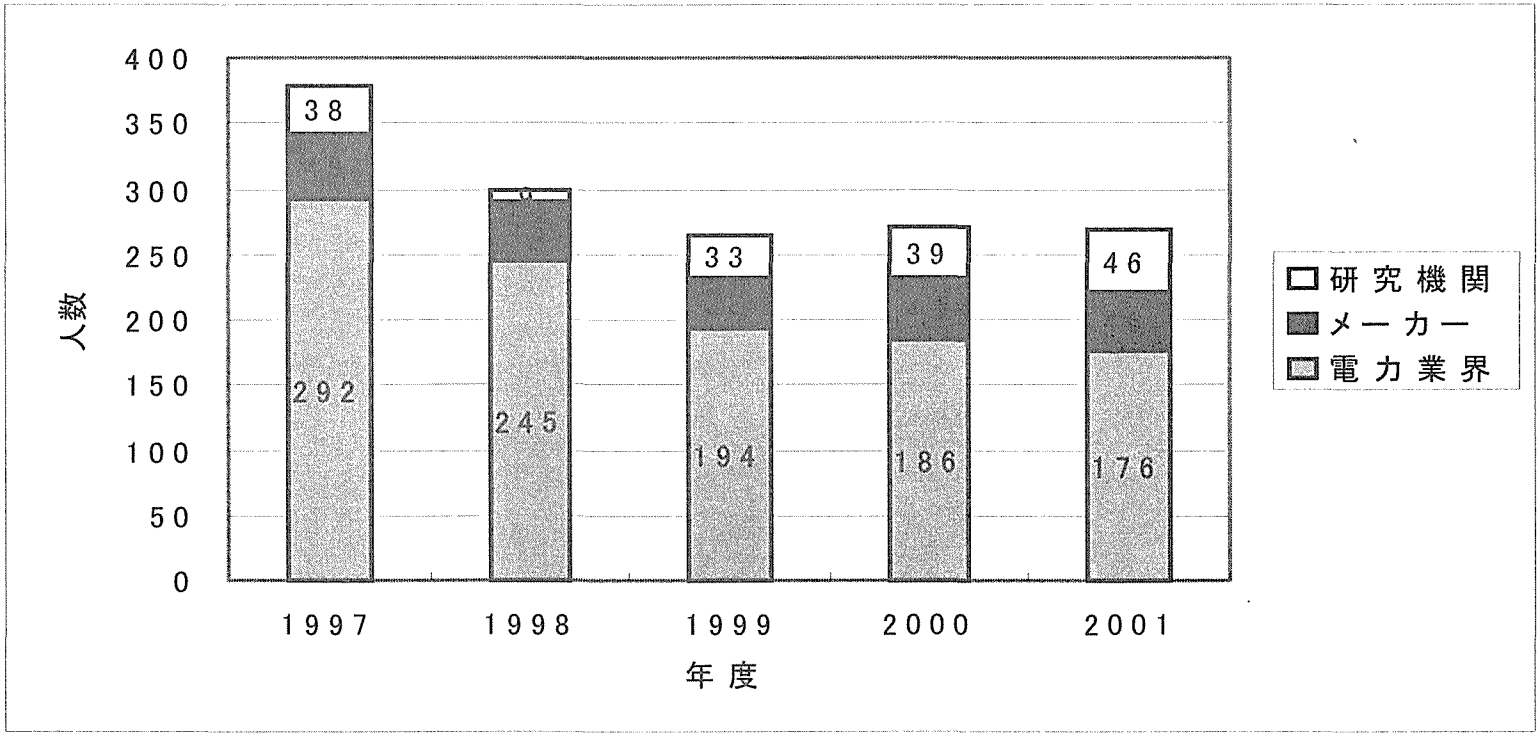
Ⅱ　原子力分野における「技術者継続教育」(CPD)

- 技術者専門能力開発(PDE:Professional Development of Engineers)協議会委員会の発足 (日本工学会)

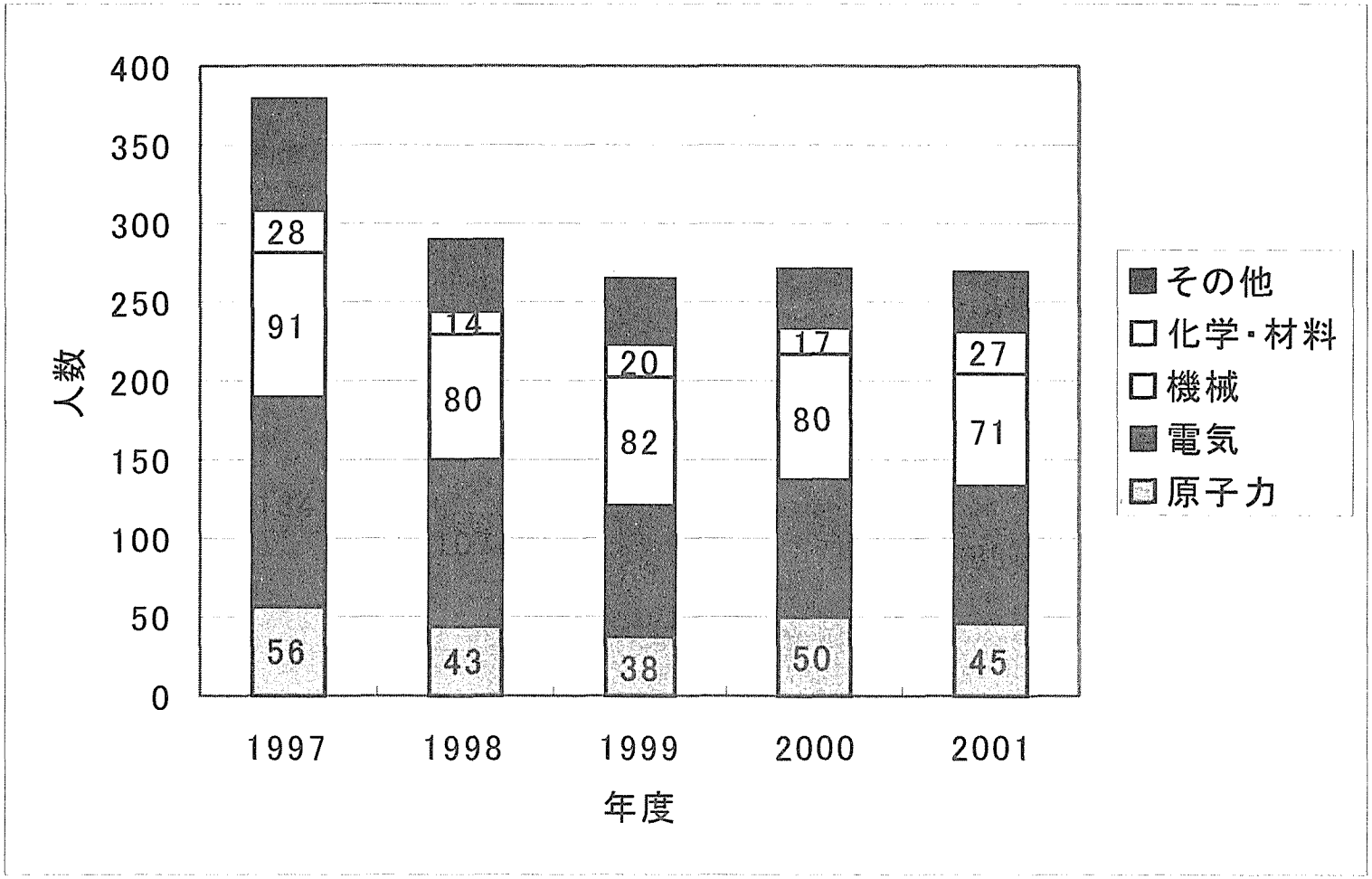
  日本の技術の国際競争力を維持･向上するための施策

- 技術者の継続的な教育(CPD:Continuing Professional Development)について、各学協会に共通する教育経歴の認証、記録の管理、などの枠組みの構築、相互の継続教育に関する情報交換、技術者に共通な教育についてのカリュキュラムの作成、などを行う

Ⅲ　大学、大学院における原子力教育の状況
原子力人材育成の必要性



第2図　原子力部門への技術系採用者数の機関別推移
（電力8社、メーカー3社、研究機関2機関）



第3図　原子力部門への技術系採用者数の専攻別推移
（電力8社、メーカー3社、研究機関2機関）

第2表　原子力関係学科卒業生の進路

年度	卒業生総数	進学者総数	就職者総数(a)	原子力分野就職者数(b)	b/a(%)
1987	719	278	441	169	38
1990	726	254	472	160	34
1997	689	321	368	175	48
1998	780	362	418	163	39
1999	756	340	416	153	37
2000	812	379	433	159	37
2001	815	385	430	129	30
2002	578	286	292	129	44

人材採用の状況

- 原子力部門への技術系採用者数は漸減している
  ・年間38～56名
  ・総技術者採用数の15%
- 原子力関連学科の卒業生総数は700名前後
  大学院修了者は400名前後
  ・原子力分野への就職者数は150名前後
  ・就職者総数の約40%
- 卒業生の約75%は原子力関係分野への就職を希望しているという調査がある

Ⅳ　副読本「原子力がひらく世紀」改訂版の発行

- 高校教科書のチェックの過程で本書発行の機運が高まった
- 大学の一般教育、初等中等教育、一般社会人の原子力への理解を深めること
- 技術士試験受験の参考書にもなりうる

改訂版　本年3月発刊　（日本原子力学会編）

Responsibility of New Institute for Nuclear Energy Research and Development

Japan Atomic Energy Research Institute

Shun-ichi Tanaka

Integration of JAERI and JNC (FY2005)

Mission Designated

(1) Fundamental and basic research on nuclear energy
  - Nuclear safety research
  - Radiation application
  - Fusion research and development

(2) R&D of Nuclear fuel-cycle technology

(3) Decommissioning of its own nuclear facilities

(4) Cooperation with the government on nuclear safety regulation

(5) Education and training of experts in the fields of nuclear energy

(6) Acquisition, analysis and provision of technical information

(7) Provision of R&D facilities and equipment for external and common usage

(8) Dissemination of R&D results and promotion of their utilization

Status of Nuclear Technology and Education Center at JAERI

The Total Number of Participants (by the end of FY2002):
51,700 persons (including foreigners of 1,200 persons)

○ Training Courses for Nuclear Engineers
- Introductory Nuclear Engineering Course
- Course for Senior Reactor Engineer
- Special Courses (Radiation Protection, Nuclear Fuel Course, Radioactive Waste Management etc.)

○ Training Courses for Radioisotope and Radiation Engineers
- Primary and Advanced Courses for Radioisotope and Radiation Handling
- Legal Qualification Courses for Radiation Protection Supervisor and Working Environment Measurement Expert

○ Nuclear Emergency Training Courses

○ International Training Courses
- Instructor Training Course, Safeguards Training Course, and Workshop for Human Resources Development

Expected Training Program in New Institute

Course for Fostering High Level Scientists & Engineers

- ●Advanced Science and Engineering
  - ・Radiation Science & Technology (Neutron、Ionized-Beam、 SR、Laser、etc.)
  - ・Application of Accelerators (Biology、Materials、etc.)
  - ・Utilization of Equipment for Nuclear science and Engineering
- ●Nuclear Fuel Cycle Technology
  - ・MOX fuel fabrication, Fuel-Reprocessing, Waste Managements, etc

Course for Fostering Licensed Engineers

- ・Reactor Chief Engineer, Nuclear Fuel Chief Engineer, Radiation Protection Chief Engineer, Professional Engineers in Japan(PEJ)

Course for International Training

- ・Application of Network for International Training
- ・Collaboration with International Affairs(IAEA、FNCA)

Course for Nuclear Emergency Training

Comprehensive Cooperation with Universities

Cooperation with University of Tokyo

Researchers and Engineers in Asian countries

Members for international organizations

International staff for nuclear non-proliferation

Officers dealing with nuclear safety regulation

Highly skilled engineers in industries

University of Tokyo

New department for educating highly qualified professional engineers in the nuclear energy field in the Graduate School of Engineering

- Nuclear Engineering Course
- International Engineering Course

[Cooperation]

- Giving lectures, seminars, and experiments as visiting professors
- Guiding experiments and training by using the facilities of the new organization

R&D Facilities:

Reactor "Yayoi" Linac, High Fluence Irradiation Facility, etc

New Institute

Staff of R&D:

Principal Research Scientists and Engineers

Senior Research Scientists and Engineers

Staff of Training Course:

Lecturers

R&D facilities & Equipment

Research Reactors (JRR-3・JRR-4), Research Hot Laboratories, Fast Critical Assembly (FCA), Tank-type Critical Assembly (TCA), Tandem Accelerator, High-Intensity Proton Accelerator, etc.

田中-5

High Performance of R&D in New Institute
⟺ Human Resource

Innovation in Nuclear Energy Application

(Ex.) ・Pu-utilization in LWR(Multi-recycle)
・Economical fuel cycle technology
・Waste management technology etc.

田中-6

Responsibility of new institute

Advanced & challenging R&D with advanced research facilities
to bring up innovative technologies

Cooperation with Univ.
& Others

High Quality Human Resource

「東海サイエンス・ヴィレッジ」設立趣意書(村上試案)

1　はじめに

２０世紀を通じて目覚ましい進歩を遂げた科学技術は我々に豊かで便利な生活と長寿とをもたたらしたが、一方では人間社会と地球環境を脅かす負の側面を持つことも明らかとなった。２１世紀には、科学技術のこの両義性の認識に立って、発展途上国を含めた世界全体の持続的発展を実現し、人類の明るい未来を切り開くため、取り敢えず、省資源・省エネルギーを図りつつ、新たなるエネルギー源、新たなる資源、新たなる技術、新たなる産業の開発が不可欠である。特に、天然資源に恵まれず、利用可能な国土面積が少ないわが国にとって、それは宿命的な課題でもあり続けている。我が国が誇り得る唯一の資源である「人材」をもって、この課題に取り組むことこそ、日本のなすべき国際貢献であり、人類貢献であると考える。

2　東海村の現状（科学技術教育研究を中心として）

昭和３１年、日本で初めて原子の火が点った東海村は、以来４８年にわたって、我が国の原子力研究と共に歩んでおり、村及びその周辺には、日本原子力研究所（原研）・核燃料サイクル開発機構（サイクル機構）を初めとする研究施設や大小様々な研究用原子炉・実験炉さらには核燃料の加工工場や再処理工場、民間の研究施設等が集積し、日本原子力発電（株）の原子力発電所も稼働している。平成１１年には、ウラン燃料加工工場での臨界事故という悲劇にも見舞われたが、それをも得難い教訓として、更なる発展を目指して前進を続けている。

現在、原研東海研究所の敷地内に大強度陽子加速器(J-PARC)の建設が進められているが、これは、原研の中性子科学研究計画と高エネルギー加速器研究機構（ＫＥＫ）の大型ハドロン計画を統合して計画・提案されたものである。世界最高レベルのビーム強度を有するこの複合陽子加速器施設は、原子核・素粒子物理学、物質科学、生命科学といった広範な研究分野を対象に基礎科学と研究開発を推進する基盤研究施設であり、日本はもとより世界の先端的研究者に開放される施設でもある。尚、ＫＥＫは、J-PARCの第１期工事完成を期に（平成１９年４月供用開始予定）東海村に２００名規模の分室開設を計画している。

また、平成１７年には、これまで累次にわたる「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」の下で、原子力研究開発における中核的な役割を担ってきた特殊法人である、原研とサイクル機構が統合し、「基礎・基盤的な研究開発」から「プロジェクト型研究開発」までをも含む、我が国唯一の原子力研究開発の中核的拠点たる総合的原子力開発機関（独立行政法人）として再出発することになっている。

東海村にある大学関係施設としては、現在、東京大学が大学院工学系研究科付属の

原子力工学研究施設、物性研究所の中性子科学研究施設及び原子力研究総合センターの重照射管理部門と全国共同研究部門とを持っているが、平成１７年４月を目途に、大学院工学系研究科に「原子力国際専攻」と「原子力専門職専攻」を設置するべく準備中である。前者は従来型の研究大学院で、本郷キャンパスに隣接する浅野キャンパスに置かれるが、後者は専門職大学院であり、東海村に置かれ、その教育には原子力新法人が全面的に協力することになっている。

また、茨城大学も、平成１６年４月に大学院理工学研究科「応用粒子線科学専攻」を新設したが、その講座編成は、量子基礎科学・構造生物学・中性子材料科学・エネルギーリスク情報科学・基礎原子力科学（原研との連携講座）であり、東大のそれと重複するところは少ない。尚、この専攻は、理学部(水戸市)と工学部(日立市)とを共同の母体とした独立専攻であり、キャンパスを東海村近辺に置くことが検討されている。

更に、総合研究大学院大学（本部：神奈川県湘南国際村）の基盤機関でもあるＫＥＫは、その分室の開設に伴い、同大学のJ-PARC関連専攻を東海村に移すと共に、これまで博士課程だけであったところに、修士課程を設置する意向をも示している。

その他、J-PARCを主たる研究施設として使用する教官と大学院生の長期常駐を計画している大学も複数校ある。

3　産学官連携の必要性

（科学技術・学術審議会の「新時代の産学官連携の構築に向けて」（平成15年4月）によると「産」とは、民間企業やNPO等広い意味でのビジネスセクターを指し、「学」とは大学、大学共同利用機関、高等専門学校等のアカデミックセクターを、「官（公）」とは、国立試験研究機関、公設試験研究機関、研究開発型独立行政法人等の公的資金で運営される政府系試験研究機関を指すという。しかし、ここでは、コーディネーターとしての地方自治体を「官（公）」の中に含めて考えたい。）

従来の原子力研究開発関連施設に加えて、J-PARCを中心に教育研究環境が更に充実しつつある東海村は、我が国を代表する工業都市である日立市に隣接しており、東京から１３０キロ、筑波研究学園都市から６０キロの地点にある。ここで行われようとしている、原子力・物質生命科学・素粒子科学等の学際的基礎研究は、「第２期科学技術基本計画」が掲げる重点分野のうち、エネルギー分野、製造技術分野は勿論、ライフサイエンス分野、環境分野、ナノテクノロジー・材料分野をカバーするものであり、分野を超えて連鎖反応的に予想外の成果を生み出したり、産業化に直結する可能性も高い。東海村の立地条件を活かせば、これらの分野における「基礎研究→応用研究→産業化→更なる基礎研究」というサイクルを効率的に繰り返すシステムを構築することは十分に可能であり、我が国の産業競争力の強化という観点からも、強く期待されるところである。それを具現化するには、ここに集まる教育研究機関・民間企業

及び行政当局の間に柔軟かつ緊密な連携・協力関係が育まれ、さらには研究者・技術者等の流動性を高めることが必要である。

また近年、独創的な基礎研究から製品化のための技術開発に至るプロセスがますます短縮され、その間のフィードバックが非常に重要になっており、大学等と産業界との距離が急速に縮まりつつある。産学連携・協力が可能で、大きな成果が期待できるこれらの分野では、それぞれの特性を踏まえながらも、互恵の精神に基づいた開放的で合理的なシステムのもとに、情報交換・施設設備の共同利用・研究者の交流・共同研究、そしてそれぞれの分野における優秀な人材の育成を図ることが期待される。

かかる認識に立つことによって、産学官連携の核となる組織として、原子科学全般にわたる総合的かつ国際的な大学院誘致の構想が生まれた。そこで、東海村がコーディネーターとなり、大学院・研究機関・近在の企業等と共に、「東海村に大学院を誘致する懇談会」を設置し、その実現可能性の検討を「東海村に大学院を誘致する研究会」に委ねた(平成１５年８月)。

4　「東海サイエンス・ヴィレッジ」構想

平成１５年１２月、「東海村に大学院を誘致する懇談会」は同研究会より、「複数の、既設の大学院やこれから新設される大学院等を１つのキャンパスに収容する『コンソーシアム（consortium; 共同体）』という新しい形の教育・研究環境を、『東海サイエンス・ヴィレッジ（仮称）』として作ることが可能であり、かつその推進を積極的に検討すべきである」との報告を受けた。そのメインキャンパス候補地は、原研および東大原子力工学研究施設に近接する、「ＮＴＴ茨城研究開発センタ」跡地である。

4-1　「東海サイエンス・ヴィレッジ」のイメージ

「社会のための、社会の中の科学技術（第２期科学技術基本計画）」という観点からは、当然、科学技術と社会との双方向コミュニケーションを図るための条件整備が必要である。そこでは自然科学と人文社会科学とを総合した英知が求められ、また、知の創造と活用とにより世界に貢献するという、我が国の科学技術政策に鑑み、このコンソーシアムはいろいろな面で、「学際的」であると共に「国際的」であることも要求される。「東海村に大学院を誘致する研究会」で描かれた「東海サイエンス・ヴィレッジ」のイメージは、おおよそ、以下のようなものである。

a.　大学院の融合　→　研究機関・民間企業等を含むコンソーシアム

「原子力二法人の統合に関する報告書（案）」（平成 15 年、「原子力二法人統合準備会議」）によると、新法人の新しい任務として、①放射線利用などエネルギー分野以外の基礎から応用まで幅広い科学技術の研究開発や産業分野の創出に貢献する、②大学における原子力研究教育基盤の弱体化傾向が現れてきている現在、大学との連携協力

による原子力分野での人材育成に貢献する、③新法人以外のものが原子力に関する研究施設設備を保有することが困難になっている現状を踏まえ、新法人が保有する施設設備を広く産学官の共用に供すること、などが挙げられている。

J-PARC および既存の実験用原子炉等を利用する研究分野は広範に及び、原子「力」に直接は関係しない物質科学・生命科学等も含まれる。また、これらの施設を利用する研究者は全国の大学や企業等に散らばっており、小さな研究室単位で東海村に研究拠点を構えることが予想される。この場合、それらの研究室が互いに連合し、同時にＫＥＫや新法人、民間企業等と連携して教育研究を行うことが合理的である。

今後、新法人と KEK が中心となって、フランスの国立原子力科学技術研究所（INSTN）のような形態に移行することも十分に考えられる。

b. 知の総合

近代科学は、人文・社会科学を含めて、それぞれ特殊の領域で成立する法則を探求する個別科学として発達してきたが、それは本質的に、自らの根本前提には無反省であり、対象とならないものにはあまり意を介さないという性質を持っており、近代以降、哲学・宗教・芸術等と対立関係あるいは無関係の関係となってしまった。特に、技術と結びついた自然科学は、方法的にも対象的にも、大きく拡がりながら、社会の発展や生活の向上に貢献する一方で、人類の生存や基本的倫理観すら脅かすまでになっている。この急速な科学技術の進展が、一般市民にとって科学技術を「ブラックボックス化」させており、それが科学技術そのものに対する不信感や無関心の原因となっている。今や、科学技術の基礎や方法への反省が科学自身の課題となっており、改めて「知の総合」が求められているのである。また、科学技術と一般市民との「通訳」とも呼ぶべきサイエンスコミュニケーターのような人材を育成することも、両者の間に拡がりつつある知のギャップを埋めるという意味で、一つの「知の総合」である。

東海サイエンス・ヴィレッジは、コンソーシアム参加機関や個人に分散している知識・情報を互いに共有できるシステムとして構築し、新たな知識・技術・産業の創造を目指すと共に、人文社会科学的な哲学に基礎を置いた統一的な科学的世界像の確立を目指すものである。

国境・分野・機関の枠を超えた知識の集積の上にヴァーチャルなコミュニティを形成すると同時に、同じキャンパスに異分野の研究者・技術者・学生等の多種多様な人々が集うというリアルな環境は、これまでの硬直的な教育・研究・産業形態や社会・生活形態を大きく変える可能性がある。

c. 国際性

我が国の全国共同利用施設は国際共同利用施設でもある。つくば市にある KEK に

集まる共同利用研究者の３分の２は外国人であるが、J-PARC が完成すれば、東海村にも多くの外国人研究者が訪れることになる。彼らにとって快適な研究・生活環境とは、決して「外国人のための特別な施設」ではなく、日本人と一緒に気持ちよく研究・生活できる環境である。そのような環境を整えるには、物理的な環境整備ばかりではなく、各種行政サービスの改善、各種ボランティア活動等の活性化なども望まれる。

また、加速器や原子炉を利用するために、外国の大学や研究機関等がこのコンソーシアムに参加する可能性も十分にあり、それらとの単位の互換制度・交換留学制度あるいは国際的・学際的研究システムの構築を図ることも考えられる。将来的には、国際原子力大学（World Nuclear University）と連携し、そのアジア分校の役割を担うことも視野に入れておく必要がある。

4-2　「東海サイエンス・ヴィレッジ」の目的と活動

このようなイメージのもとに設置される「東海サイエンス・ヴィレッジ」の目的は、取り敢えず、

a.　原子科学技術及びその周辺・関連分野の教育研究及び産業の発展に資する

b.　全世界の持続的発展のために必要な人材の育成を図ること

の２点である。これらの目的を達成するために行われる活動には以下のようなものが考えられる。

Ⅰ　大学院教育事業
- シラバスの標準化とインターネットによる遠隔授業（e-ラーニング）
- 大学院間の連合、研究所・企業等との連携
- 共通事務室の設置

Ⅱ　原子力人材育成事業（原産会議のNesNetと連携）
- 研修プログラムの標準化とe-ラーニングによる技能者教育支援
- e-ラーニングによるリカレント教育

Ⅲ　産学官連携・共同研究事業
- 技術移転組織（ＴＬＯ）の設置
- 共同研究支援
- 各種起業支援
- 人材交流

Ⅳ　国際交流事業
- 海外の大学院・研究施設等との連合・連携・人材交流
- 留学生・研修生の受け入れ
- 国際的ベンチャー企業の育成

Ⅴ　科学教育支援事業
- 初等・中等教育学校に対する科学教育支援

教員・ジャーナリスト・行政担当者等のためのゼミナール開催
サイエンスコミュニケーターの養成

Ⅵ　社会貢献事業
一般社会人を対象とする各種公開講座の開催
各種科学イベントの開催

Ⅶ　キャンパス・宿舎・学生寮等の管理運営事業

Ⅷ　その他

上記活動の先進事例としては以下のようなものがあり、これらを参考に、東海村の実情に合った、そして東海村住民のためにもなる最適なシステムを構築したい。

教育研究のハード面：　「キャンパス・イノベーションセンター」　文部科学省が東京と大阪に設置しており、リエゾンオフィス及びサテライトキャンパスのスペースを大学等に賃貸。

教育研究のソフト面：

「大学コンソーシアム京都」　京都周辺の約５０大学が加盟し、大学教育改善と地域社会・産業界との連携を強めるための活動を行っている。財団法人による運営。

総合施設：

「国際研究交流大学村」　独立行政法人産業技術総合研究所の「臨海副都心センター」、科学技術振興事業団の「日本科学未来館」、財団法人日本国際教育協会の「国際交流館（留学生・研究者宿舎）」の３施設から成る。

5　「東海サイエンス・ヴィレッジ」設立の提案

本構想は、地方分権の時代にあって、これからの地方自治体が、エネルギー政策や科学技術政策といった国の基本計画にどう関わりを持ち、地方行政の立場から、いかにそれに協力し、同時に、地域住民のために役立てるかを考える一つのモデルとなり得るものと考える。

まだまだ流動的ではあるが、その方向性は正しいものと確信し、ここに「東海サイエンス・ヴィレッジ」の設立を提案する。

以上

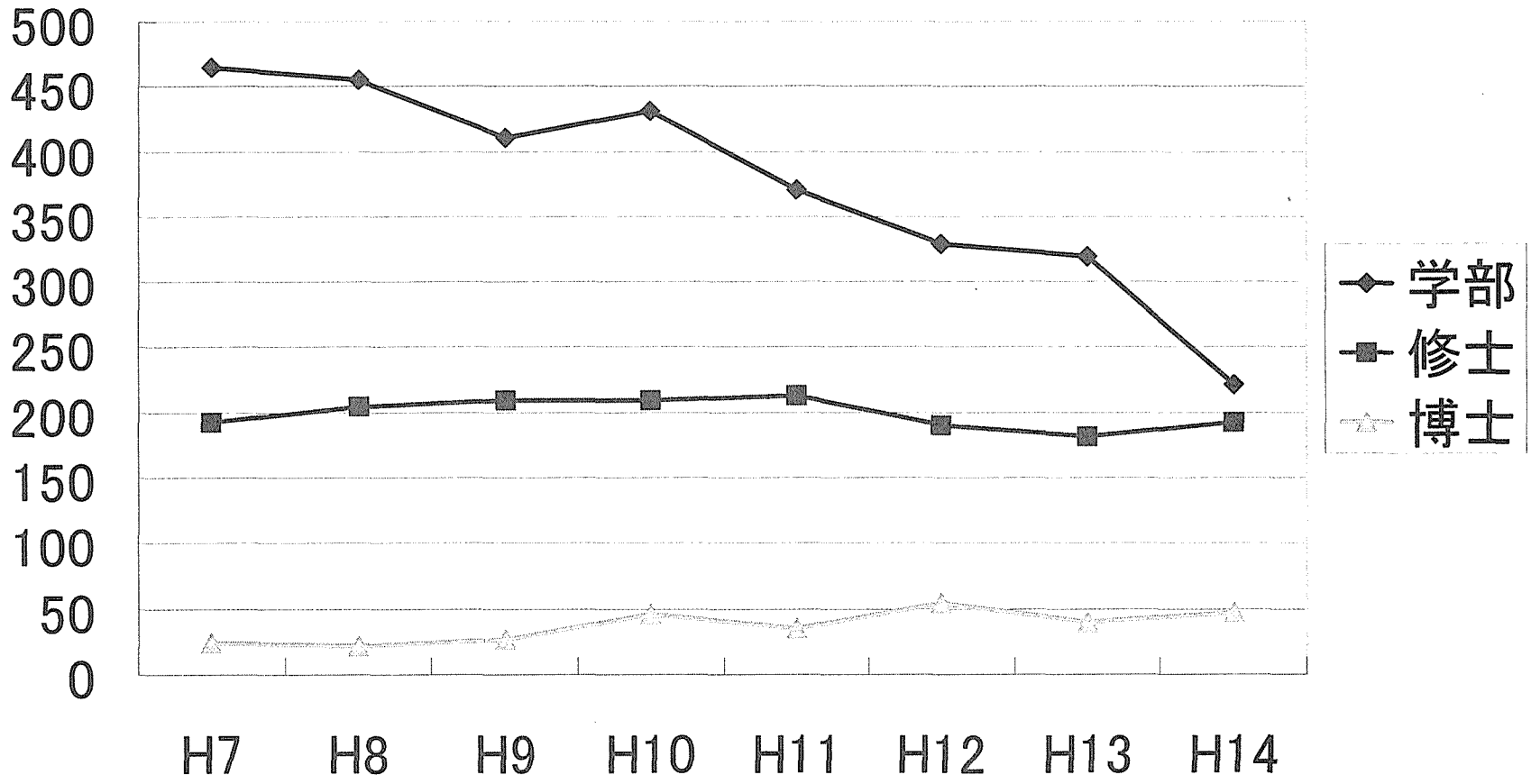
平成１６年４月２２日
東海村長　　村上達也

319-1192
茨城県那珂郡東海村
白方 1748-1

原子力人材育成・研究開発基盤の確立

平成16年　4月21日
文部科学省研究開発局原子力課長
渡辺　格

原子力工学課程 卒業生数



参考:学校基本調査報告書

大学における原子力関係学科・専攻等（平成１５年度）

（１）学部レベル

■ 原子力関係の学科名が付いている大学

大学	学部	学科の名称（設置時期）
北海道大学	工学部	原子工学科（S42）
東海大学	工学部	原子力工学科（S38）
近畿大学	理工学部	原子炉工学科（S36）

（注１）上記のうち、東京大学、九州大学については、資料１において、原子力工学課程としてカウントされていない。

（注２）神戸商船大学は、Ｈ１５年１０月に神戸大学と統合し、原子力工学課程がなくなったので省略した。

（S13年度から学生募集停止）

（S14年度から学生募集停止）

■ 学科の改組・名称の変更があった大学

大学	学部	現在の学科の名称（設置時期）	学科の名称（設置時期）
東北大学	工学部	量子エネルギー工学科（H9）	原子核工学科(S37)
東京大学	工学部	システム創成学科環境・エネルギーシステムコース（S12）	システム量子工学科(H5) 原子力工学科(S35)
名古屋大学	工学部	物理工学科量子エネルギー工学コース（H5）	原子核工学科（S41）
京都大学	工学部	物理工学科エネルギー理工学コース原子核工学サブコース（H6）	原子核工学科（S33）
大阪大学	工学部	電子情報エネルギー工学科原子力工学コース（H8）	原子力工学科（S37）
九州大学	工学部	エネルギー科学科(H10)	応用原子核工学科(S42)

大学における原子力関係学科・専攻等（平成１５年度）

（２）大学院レベル

■ 原子力関係の学科名が付いている大学

大学	学部	学科の名称（設置時期）
東京工業大学	理工学研究科	原子核工学専攻（S32）
名古屋大学	工学研究科	原子核工学専攻（S45）
京都大学	工学研究科	原子核工学専攻（S32）
大阪大学	工学研究科	原子力工学専攻（S32）

■ 学科の改組・名称の変更があった大学

大学	学部	現在の学科の名称（設置時期）	学科の名称（設置時期）
北海道大学	工学研究科	量子エネルギー工学専攻（H8）	原子工学専攻(S46)
東北大学	工学研究科	量子エネルギー工学専攻（S8）	原子核工学専攻(S33)
武蔵工業大学	工学研究科	エネルギー量子工学専攻（H14）	原子力工学専攻（S56）
東京大学	工学系研究科	システム量子工学専攻（H5）	原子力工学専攻（S39）
東海大学	工学研究科	応用理学専攻（H8）	原子力工学専攻（S31）
九州大学	工学教育部	システム量子工学専攻(H10)	応用原子核工学専攻(S46)

（注１）上記のうち、東京大学、九州大学については、資料１において、原子力工学課程としてカウントされていない。

（注２）神戸商船大学は、Ｈ１５年１０月に神戸大学と統合し、原子力工学課程がなくなったので省略した。

国立・私立大学が有する研究用原子炉等

	大学名	研究所名	研究用原子炉名	熱出力	運転開始年	所在地	現状
国立	京都	原子炉実験所	京都大炉（ＫＵＲ）	５ＭＷ	昭和３９年	大阪府泉南郡熊取町	運転
			ＫＵＣＡ（臨界実験装置）	0.1ＫＷ	昭和４９年	大阪府泉南町熊取町	運転
	東京	工学系研究科附属原子力工学研究施設	東京大炉（弥生）	２ＫＷ	昭和４７年	茨城県那珂郡東海村	運転
私立	立教	原子力研究所	立教大炉	100ＫＷ	昭和３６年	神奈川県横須賀市長坂	解体中
	武蔵工業	原子力研究所	武蔵工大炉	100ＫＷ	昭和３８年	神奈川県川崎市王禅寺	解体中
	近畿	原子力研究所	近畿大炉	１Ｗ	昭和３６年	大阪府東大阪市小若江	運転

原子力二法人統合準備会議報告書（平成15年9月）における新法人の業務

①原子力の基礎・基盤研究等を行うこと

②核燃料サイクルの確立を目指した研究開発を行うこと

③自らの原子力施設の廃止措置と自らの放射性廃棄物の処理処分を行うこと

④国の安全規制、原子力防災対策、国際的な核不拡散への協力を行うこと

⑤大学との連携協力等を通じた原子力分野の人材育成を行うこと

⑥原子力に関する情報の収集、分析及び提供を行うこと

⑦研究施設及び設備の共用に供すること

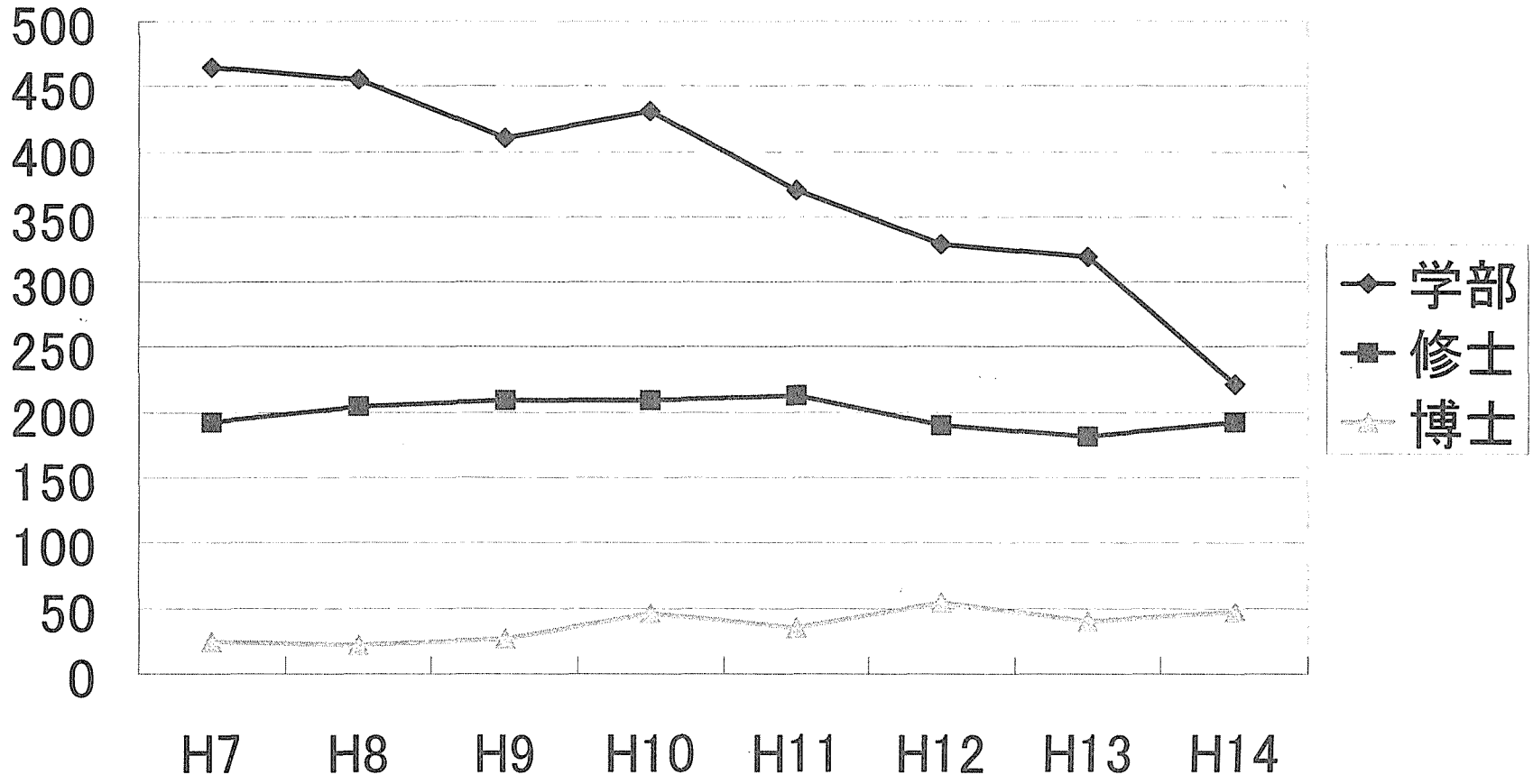
⑧研究成果の普及とその活用の促進を図ること

原子力人材育成・研究開発基盤の確立

平成16年　4月22日

文部科学省研究開発局原子力課長
渡辺　格

原子力工学課程 卒業生数



参考:学校基本調査報告書

大学における原子力関係学科・専攻等（平成１５年度）

（１）学部レベル

□ 原子力関係の学科名が付いている大学

大学	学部	学科の名称(設置時期)
北海道大学	工学部	原子工学科(S42)
東海大学	工学部	原子力工学科(S38)
近畿大学	理工学部	原子炉工学科(S36)

（注１）上記のうち、東京大学、九州大学については、資料１において、原子力工学課程としてカウントされていない。

（注２）神戸商船大学は、Ｈ１５年１０月に神戸大学と統合し、原子力工学課程がなくなったので省略した。

（S13年度から学生募集停止）

（S14年度から学生募集停止）

□ 学科の改組・名称の変更があった大学

大学	学部	現在の学科の名称(設置時期)	学科の名称(設置時期)
東北大学	工学部	量子エネルギー工学科（H9）	原子核工学科(S37)
東京大学	工学部	システム創成学科環境・エネルギーシステムコース（S12）	システム量子工学科(H5) 原子力工学科(S35)
名古屋大学	工学部	物理工学科量子エネルギー工学コース（H5）	原子核工学科（S41）
京都大学	工学部	物理工学科エネルギー理工学コース原子核工学サブコース（H6）	原子核工学科（S33）
大阪大学	工学部	電子情報エネルギー工学科原子力工学コース（H8）	原子力工学科（S37）
九州大学	工学部	エネルギー科学科(H10)	応用原子核工学科(S42)

大学における原子力関係学科・専攻等（平成１５年度）

（２）大学院レベル

□ 原子力関係の学科名が付いている大学

大学	学部	学科の名称(設置時期)
東京工業大学	理工学研究科	原子核工学専攻(S32)
名古屋大学	工学研究科	原子核工学専攻(S45)
京都大学	工学研究科	原子核工学専攻(S32)
大阪大学	工学研究科	原子力工学専攻(S32)

□ 学科の改組・名称の変更があった大学

大学	学部	現在の学科の名称(設置時期)	学科の名称(設置時期)
北海道大学	工学研究科	量子エネルギー工学専攻(H8)	原子工学専攻(S46)
東北大学	工学研究科	量子エネルギー工学専攻(S8)	原子核工学専攻(S33)
武蔵工業大学	工学研究科	エネルギー量子工学専攻(H14)	原子力工学専攻(S56)
東京大学	工学系研究科	システム量子工学専攻(H5)	原子力工学専攻(S39)
東海大学	工学研究科	応用理学専攻(H8)	原子力工学専攻(S31)
九州大学	工学教育部	エネルギー量子工学専攻(H10)	応用原子核工学専攻(S46)

（注１）上記のうち、東京大学については、資料１において、原子力工学課程としてカウントされていない。

（注２）神戸商船大学は、Ｈ１５年１０月に神戸大学と統合し、原子力工学課程がなくなったので省略した。

平成16年度に新設された原子力関係の専攻

○ 茨城大学 ： 応用粒子線科学専攻

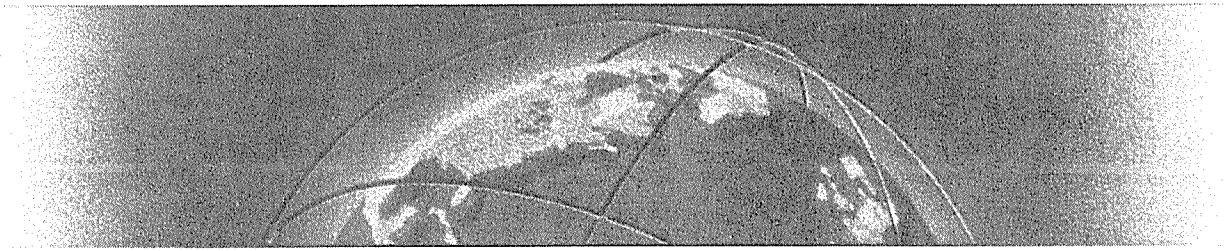
○ 福井大学 ： 原子力・エネルギー安全工学専攻

セッション 4

資本市場からみた電力自由化

(自由化のもとでバックエンド事業をいかに進めるか)
～ 第37回原産年次大会 セッション4 ～

- 自由化によって電力経営の何が変わるのか。
- 資本市場からみた過去の規制緩和のポイント。
- 資本市場からみた第三次電力規制緩和のポイント



ドイツ証券 株式調査部
圓尾　雅則

Deutsche Bank
Group

DISCLOSURES AND ANALYST CERTIFICATIONS ARE LOCATED AT THE END OF THE TEXT OF THIS RESEARCH

1．自由化によって電力経営の何が変わるのか

■ バランスシートの見方の変化

安定供給義務 → 資産形成 → 資金調達 ← 総括原価方式

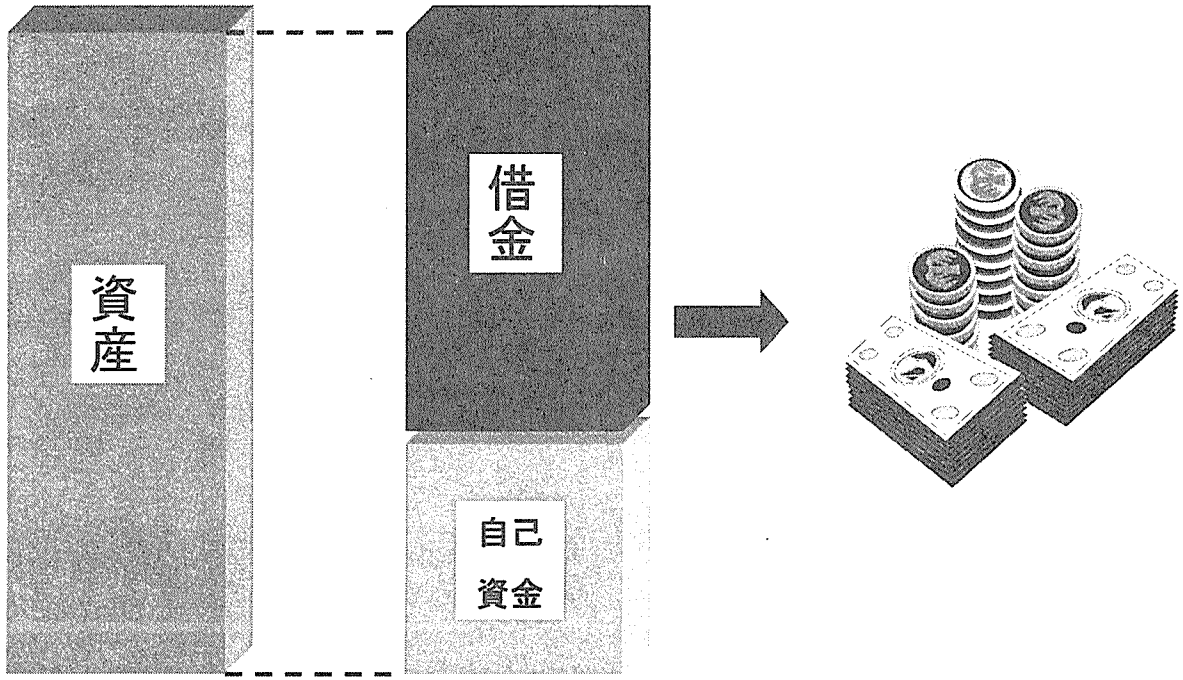
資金調達 → 資産形成 → 安定供給・価格競争

■ 経営の自由度

余剰利益（効率化努力等） → 消費者還元 ← 総括原価方式

余剰利益 → 消費者還元、株主還元、内部留保、新規投資etc.

Deutsche Bank Group



Deutsche Bank Group

2. 資本市場からみた過去の規制緩和のポイント

■ **第一次規制緩和（95年）**

・燃料費調整制度

・IPP制度

⇒ 特に、重要な変化はない。
事業リスクはやや軽減される方向

■ **第二次規制緩和（00年）**

・値下げを届出制

・大口自由化

⇒ 経営の自由度拡大と、
事業リスクの拡大がセット

本来であれば、この時点でバックエンドリスクは
解決しておくべきものだった。

Deutsche Bank Group

東京電力

(億円)

P／L	88/3	89/3	90/3	91/3	92/3	93/3	94/3	95/3	96/3	97/3	98/3	99/3	00/3	01/3	02/3	03/3
売上高	39,403	39,383	40,868	43,837	45,971	47,000	47,211	49,754	50,318	50,126	52,523	50,602	50,597	52,251	51,296	48,084
電灯料	12,737	13,013	13,819	14,951	15,818	16,521	16,752	18,186	18,812	18,631	19,528	19,205	19,652	20,242	19,874	19,555
電力料	25,132	24,882	25,693	27,560	28,610	28,928	28,903	30,056	30,195	30,197	31,608	29,996	29,774	30,619	30,015	27,297
他電力向け販売	1,286	1,219	1,062	997	1,177	1,140	1,099	1,062	887	835	910	882	708	935	958	717
その他	249	269	295	328	366	411	456	449	425	463	476	519	463	455	448	515
人件費	3,268	3,382	3,514	3,779	3,942	4,136	4,334	4,490	5,004	4,921	4,981	5,542	4,784	5,256	5,268	5,442
燃料費	6,321	5,769	7,365	8,635	8,134	7,600	6,105	6,117	5,906	6,558	6,623	5,222	5,575	6,966	6,622	7,827
購入電力料	2,867	2,971	3,167	3,521	4,141	4,213	4,682	5,078	6,159	6,244	6,261	6,001	5,970	6,311	6,077	6,199
修繕費	3,832	4,335	4,290	4,669	5,638	5,834	6,184	6,696	6,327	5,807	6,176	5,736	5,581	5,485	5,040	4,062
減価償却費	6,927	7,138	7,005	7,602	7,849	7,961	8,358	9,136	9,171	9,955	10,226	9,795	9,961	9,467	9,170	8,829
その他	5,513	5,646	6,084	8,781	9,085	10,198	10,665	10,876	10,771	10,456	11,127	11,567	11,035	11,621	12,740	10,603
営業費用	31,022	31,647	33,939	36,987	38,789	39,941	40,329	42,393	43,338	43,942	45,394	43,864	42,906	45,107	44,916	42,962
営業利益	8,381	7,735	6,929	6,850	7,182	7,058	6,882	7,362	6,980	6,185	7,129	6,738	7,690	7,145	6,380	5,122
財務収益	79	75	87	126	91	64	53	58	48	62	89	98	110	112	109	102
支払利息	4,828	4,848	5,000	5,559	5,669	5,382	5,211	5,184	5,276	4,702	4,988	4,698	4,350	3,773	3,046	2,040
金融収支	-4,749	-4,773	-4,913	-5,432	-5,579	-5,318	-5,157	-5,126	-5,228	-4,640	-4,899	-4,600	-4,240	-3,661	-2,937	-1,938
その他営業外収支	-214	-209	-166	-136	-135	-156	-126	-146	-77	-119	-57	-58	9	-283	-247	-376
経常利益	3,418	2,753	1,850	1,282	1,469	1,584	1,599	2,089	1,676	1,426	2,174	2,080	3,459	3,201	3,196	2,809
当期利益	1,383	1,196	744	591	753	738	620	802	481	774	1,310	934	926	2,034	1,863	1,530
配当金	657	657	657	670	670	670	670	670	673	676	676	676	812	812	812	811
役員賞与金	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1

B／S																
固定資産	94,913	97,878	101,531	105,592	111,121	117,126	123,729	127,860	132,737	135,029	135,923	136,572	137,669	137,374	135,593	132,548
電気事業固定資産	70,915	73,464	74,802	81,537	82,456	86,366	91,857	96,023	96,545	103,428	105,735	103,728	107,893	105,977	103,386	98,340
その他	23,998	24,414	26,729	24,055	28,666	30,760	31,872	31,837	36,192	31,601	30,188	32,844	29,775	31,397	32,207	34,208
流動資産	4,040	4,648	4,913	5,288	5,150	5,812	5,255	5,934	5,267	4,570	4,861	4,797	5,280	5,602	6,155	5,578
資産合計	98,953	102,526	106,444	110,880	116,271	122,938	128,984	133,794	138,004	139,598	140,784	141,370	142,948	142,976	141,748	138,125
固定負債	70,212	71,298	71,865	74,038	79,665	85,888	92,019	95,877	96,059	100,937	102,289	100,951	99,546	93,700	91,073	92,226
社債	25,461	23,857	24,710	27,014	31,699	36,919	42,122	44,824	44,539	48,883	53,431	53,628	52,087	48,372	46,684	51,430
転換社債	0	1,800	1,788	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	1,784	0
新株引受権付社債	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長期借入金	37,386	37,543	36,799	36,519	37,254	37,747	38,070	38,433	38,325	38,836	35,625	32,760	30,526	26,591	23,178	19,946
その他	7,365	8,097	8,568	8,721	8,927	9,438	10,043	10,835	11,410	11,434	11,450	12,779	15,149	16,953	19,426	20,850
流動負債	15,413	17,332	20,511	22,830	22,442	22,852	22,749	23,712	27,971	24,634	23,835	25,467	25,878	29,939	30,563	25,272
一年内固定負債	5,246	6,881	7,943	8,762	7,654	7,565	7,148	7,178	9,545	7,375	7,145	9,508	9,164	11,092	10,935	7,795
短期借入金	4,337	4,063	5,128	6,176	7,082	6,962	7,077	7,075	7,073	7,013	4,674	6,190	6,400	6,690	6,100	6,830
ｺﾏｰｼｬﾙﾍﾟｰﾊﾟｰ	0	0	0	0	0	0	0	0	1,300	1,900	2,890	1,700	2,550	4,150	5,570	3,650
その他	5,830	6,387	7,440	7,892	7,706	8,325	8,524	9,459	10,052	8,345	9,126	8,069	7,764	8,007	7,958	6,997
負債合計	85,625	88,659	92,479	96,986	102,295	108,896	114,993	119,672	124,072	125,571	126,124	126,454	125,458	123,692	121,696	117,540
資本金	6,565	6,565	6,571	6,704	6,704	6,704	6,704	6,704	6,764	6,764	6,764	6,764	6,764	6,764	6,764	6,764
その他	6,763	7,302	7,393	7,190	7,272	7,338	7,287	7,417	7,167	7,263	7,895	8,151	10,726	12,520	13,288	13,821
資本合計	13,328	13,867	13,965	13,894	13,976	14,042	13,991	14,122	13,932	14,028	14,660	14,916	17,490	19,285	20,053	20,585

出所：ドイツ証券

Deutsche Bank Group

3. 資本市場からみた第三次規制緩和のポイント

■ **事業リスクの観点から整理する**

① 事業リスクを増大させる変化

→ パンケーキ構造の是正、卸取引所の創設、自由化範囲の拡大etc.

⇩

電力間競争の開始？ → 収益力の低下懸念 → 資金調達力の低下懸念

② 事業リスクを軽減させる変化

→ 官民の役割分担の明確化、経済的措置の導入

⇧

バックエンドを含む原子力発電事業に経済的合理性があるか否か
に関して経営者は検証し、株主に説明する責任が生じている

Deutsche Bank Group

Additional information available upon request

For disclosures pertaining to recommendations or estimates made on a security mentioned in this report, please see the most recently published company report or visit our global disclosure look-up page on our website at: http://equities.research.db.com.

Deutsche Bank research ratings key
Buy: Total return expected to appreciate 10% or more over a 12-month period
Hold: Total return expected to be between 10% to -10% over a 12-month period
Sell: Total return expected to depreciate 10% or more over a 12-month period

The views expressed in this report accurately reflect the personal views of the undersigned lead analyst about the subject issuers and the securities of those issuers. In addition, the undersigned lead analyst has not and will not receive any compensation for providing a specific recommendation or view in this report.

Masanori Maruo

The information and opinions in this report were prepared by Deutsche Bank AG or one of its affiliates (collectively "Deutsche Bank"). The information herein is believed by Deutsche Bank to be reliable and has been obtained from public sources believed to be reliable, but Deutsche Bank makes no representation as to the accuracy or completeness of such information.

Important Information Regarding Our Independence. The research analyst principally responsible for the preparation of this report receives compensation that is based upon, among other factors, Deutsche Bank's overall investment banking revenues.

In addition, Deutsche Bank: (i) may be a market maker or specialist in securities issued by companies mentioned herein, (ii) may act as an adviser, underwriter or lender to companies *mentioned herein, (iii) may have received or intend to seek compensation for investment banking services from the company mentioned herein, (iv) along with its respective officers, directors* and employees, may affect transactions and/or hold long or short positions in securities, derivatives thereon or other related financial products of companies mentioned herein, (v) may engage in securities transactions in a manner inconsistent with this research report, and (vi) with respect to securities covered by this report, will sell to or buy from customers on a principal basis. Certain additional details regarding these and other potential conflicts of interest may be discussed elsewhere in this report or on the Deutsche Bank website at http://www.db.com.

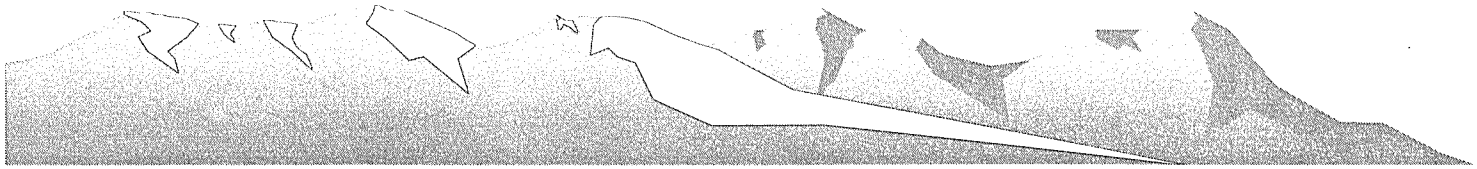
Opinions, estimates and projections in this report constitute the current judgement of the author as of the date of this report. They do not necessarily reflect the opinions of Deutsche Bank and are subject to change without notice. Deutsche Bank has no obligation to update, modify or amend this report or to otherwise notify a reader thereof in the event that any matter stated herein, or any opinion, projection, forecast or estimate set forth herein, changes or subsequently becomes inaccurate, or if research on the subject company is withdrawn. Prices and availability of financial instruments also are subject to change without notice. This report is provided for informational purposes only. It is not to be construed as an offer to buy or sell or a solicitation of an offer to buy or sell any financial instruments or to participate in any particular trading strategy in any jurisdiction. The financial instruments discussed in this report may not be suitable for all investors and investors must make their own investment decisions using their own independent advisors as they believe necessary and based upon their specific financial situations and investment objectives. If a financial instrument is denominated in a currency other than an investor's currency, a change in exchange rates may adversely affect the price or value of, or the income derived from, the financial instrument, and such investor effectively assumes currency risk. In addition, income from an investment may fluctuate and the price or value of financial instruments described in this report, either directly or indirectly, may rise or fall. Furthermore, past performance is not necessarily indicative of future results. Unless governing law provides otherwise, all transactions should be executed through the Deutsche Bank entity in the investor's home jurisdiction. In the U.S. this report is approved and/or distributed by Deutsche Bank Securities Inc., a member of the NYSE, the NASD and SIPC. In the United Kingdom this report is approved and/or communicated by Deutsche Bank AG London, a member of the London Stock Exchange. This report is distributed in Hong Kong by Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea by Deutsche Securities Korea Co. and in Singapore by Deutsche Bank AG, Singapore Branch. In Japan this report is approved and/or distributed by Deutsche Securities Limited, Tokyo Branch. Additional information relative to securities, other financial products or issuers discussed in this report is available upon request.

Copyright© 2004 Deutsche Securities Limited, Tokyo Branch

Deutsche Bank Group

バックエンド事業
－今何をなすべきか－

京都大学名誉教授
エネルギー政策研究所長
電力中央研究所研究顧問
武蔵工業大学教授
神田　啓治

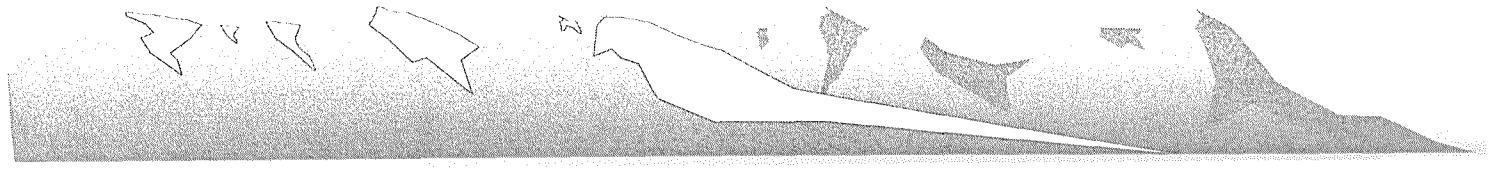


バックエンド事業とは

バックエンドとは、

「原子力発電の運転によって生じる使用済燃料の再処理や回収プルトニウム等の再加工の各工程から発生する廃棄物の処理処分」（エネルギー基本計画）

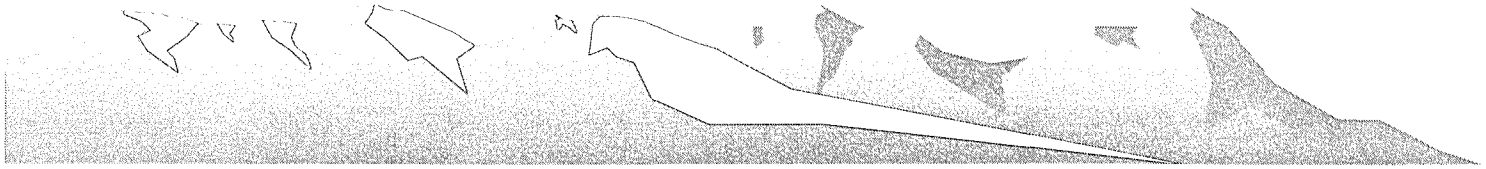
Ⅰ　使用済燃料の再処理事業
Ⅱ　高レベル廃棄物の深地層処分事業
Ⅲ　使用済燃料の中間貯蔵事業
Ⅳ　使用済燃料・高レベル廃棄物ガラス固化体等の輸送事業



Ⅰ　使用済燃料の再処理事業（1）

1．世界で平和利用のために動いている再処理事業

フランス、イギリス、日本、ロシア、インド
（アルゼンチン）



Ⅰ　使用済燃料の再処理事業(2)

2. 我が国の再処理施設

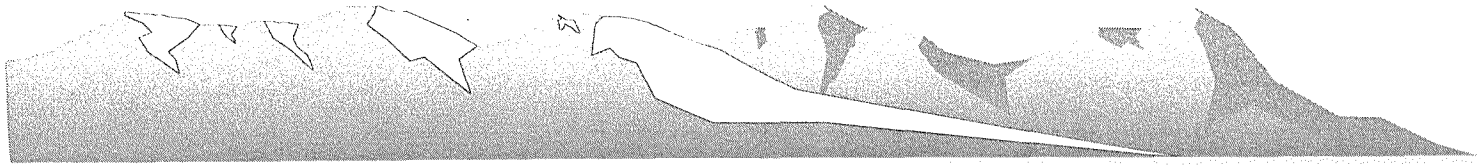
（平成15年12月末現在）

事業所名	所在地	指定年月	処理方法	年間最大処理能力	備　考
核燃料サイクル開発機構 東海事務所	茨城県 東海村	S55. 2 （注1）	湿式 ピューレックス法	210トンU （0.7トン・ウラン／日）	本格操業 昭和56年1月
日本原燃㈱ 再処理事業所	青森県 六ヶ所村	H4. 12	湿式 ピューレックス法	800トンU	平成11年12月 （注2）

（注1）原子炉等規制法の一部改正（昭和54年6月）に伴い、承認があったとみなされた日。

（注2）現在、使用済燃料受け入れ貯蔵に必要な施設のみ運転中であり、再処理設備本体等については建設中。

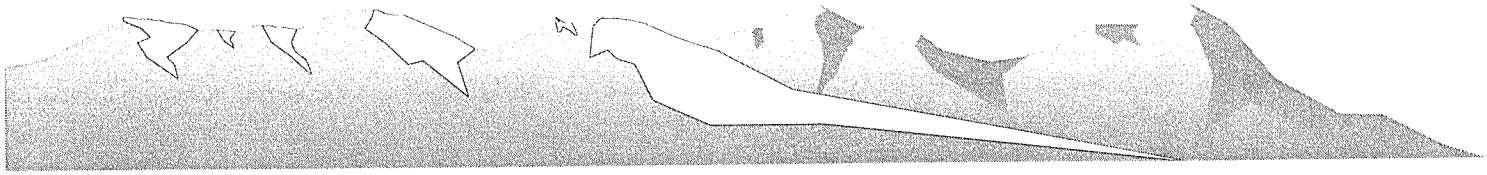
原子力安全白書（平成16年4月）



（Ⅰ　使用済燃料の再処理事業(3)）

3. 全量再処理すべきか
- 六ヶ所再処理施設では無理
- 半量は次世代の資源として貯蔵

4. 国はどこまで関与すべきか
- 電気事業者に任せるのは無理
  - ー100年後に現在の電力会社は存在するか
  - ー国家のエネルギー安全保障を民間企業に任せてよいか
- エネルギー基本計画
  - ー核燃料サイクル政策の推進は国の基本的考え方
  - ー国は国民の理解を得る活動を前面に出て実施



神田-5

（Ⅰ　使用済燃料の再処理事業(4)）

5. 再処理事業の経済性

- 「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討委員会」で検討中
- 再処理事業の費用は
  再処理事業　／　全電気事業
  で考えるべきである
- エネルギー基本計画では、「バックエンド事業について、国の政策としての推進と企業としての投資リスクの整合を図ることが重要であり、‥‥　その結果を踏まえ、官民の役割分担の進め方‥‥平成16年末までに‥‥必要な措置を講ずることとする」

Ⅱ　高レベル廃棄物の深地層処分事業

1．各国の考え方

- 直接処分を進めている国

  米国、フィンランド、その他

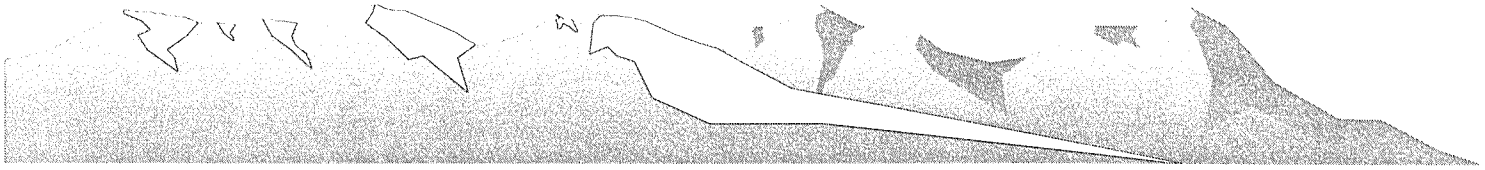
- ガラス固化体にした高レベル廃棄物

  イギリス、フランス、日本、その他

2．我が国の方針

公募方式による深地層処分地の選定

フィンランドの成功は日本にも当てはまるか



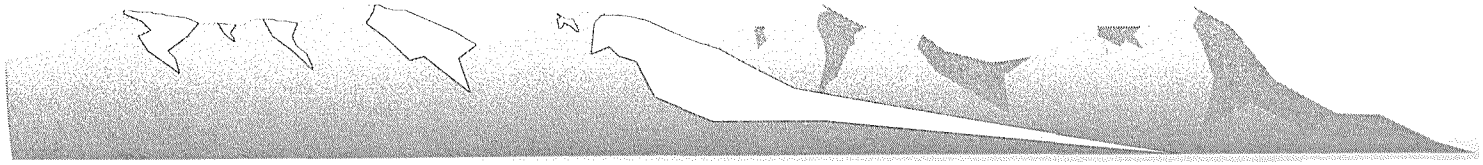
専田-7

Ⅲ　使用済燃料の中間貯蔵事業

1. 中間貯蔵事業はエネルギーセキュリティ上重要
2. 使用済燃料は貴重な資源－2060年以降
3. 米国ユッカマウンテン
   フィンランド・オルキルオト
   スウェーデン・オスカーシャム

深地層処分場
というよりも、
使用済燃料保管場

4. フランスも、スウェーデンのオスカーシャム
   で再取り出しの研究をしている

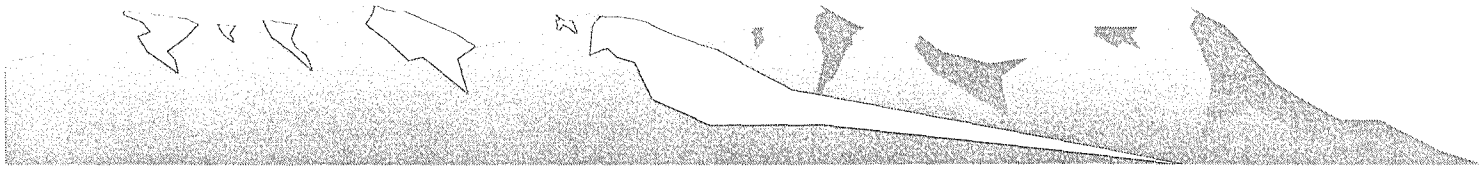


（Ⅲ　使用済燃料の中間貯蔵事業(2)）

5. 我が国は、六ヶ所再処理施設と中間貯蔵で使用済燃料を半量ずつ分担することが適当

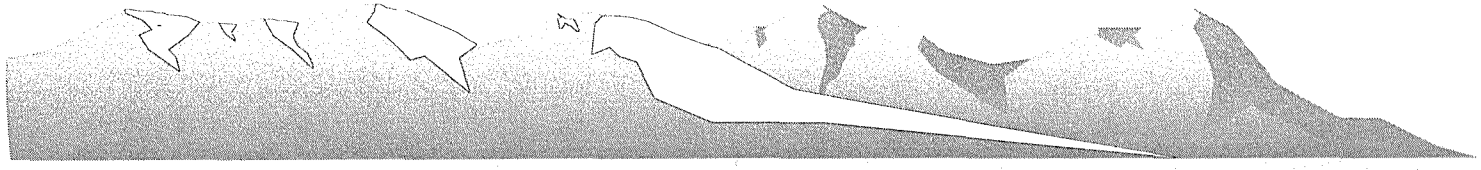
6. 中間貯蔵の期間は50年という考え方にこだわる必要はない

ISSF2003（使用済燃料中間貯蔵国際セミナー 2003.5.14−15、東京）で、フランスの代表は長期貯蔵として100～300年を提案している



Ⅳ　使用済燃料・高レベル廃棄物ガラス固化体等の輸送事業

テロリズムが世界的規模になる気配から、国際輸送は一段と厳しい局面に差しかかってきた。これまでは反原子力運動に対応しているだけでよかったものが、テロリズムに対する核物質盗取と共に破壊行為に対する対応も必要になってきた。特に、損害賠償という考え方が複雑になってきた。プルトニウム輸送を例にとると、沿岸通過国に対して、事故の補償に加えて爆破についても補償を考えなければいけない状況になってきた



おわりに

我が国は

①エネルギー資源が乏しい

②電力・ガス・石油の何れも隣国と接続していない

③軍事力が使えない

などから見て、エネルギーセキュリティ上脆弱である。核燃料サイクル確立のために、今何をなすべきか、というよりも、今何ができるかを考え、できることは何でも努力すべきではないか

AREVA

Industrial Reprocessing and Waste Management
The lessons learnt, the vision ahead

Jean-Jacques Gautrot

Senior Vice President, International

AREVA

JAIF 04

Tokyo, April 23rd, 2004

Introduction

- Nuclear industry is alive in the world
- Current NPPs are safe and efficient
- We must prepare now for the next generation
- But… final waste disposal / public acceptance is critical

コピー2

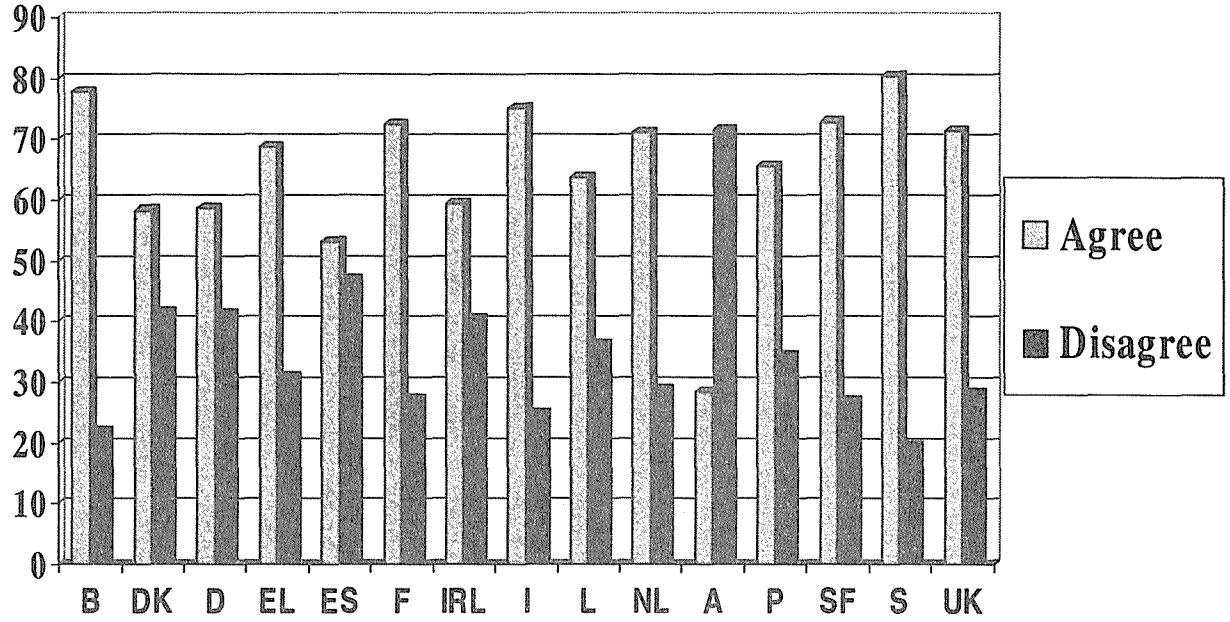
Final waste disposal / public acceptance is critical

- **International situation for LLW**
  - **Operational in many countries**
- **International situation for IL and HLW**
  - **Only three approved sites**
- **Waste disposal: necessary and essential to nuclear energy future**
- **Geological disposal: a safe and good solution…but a difficult and slow process**

コントロール-3

Final waste disposal is critical

- **If all waste can be safely managed, nuclear power should remain an option**



Source: EUROBAROMETER of the European Commission

Major lessons learned

- **Industrial reprocessing : it works**
- **Reprocessing brings more flexible time management : a major asset**
- **Repository space : a scarce resource**
- **Industrial problems have industrial solutions : Utilities and industry**
- **Societal problems have political solutions : very long term responsibilities, public acceptance**

Economics of the closed fuel cycle

- Nuclear Kwh : the cheapest cost of electricity production
- Open and closed fuel cycle economics are close
- Modest impact on the overall price of Kwh
- Benefits of recycling will increase when Uranium price will continue to rise
- Reprocessing and recycling has strong external economic values

AREVA

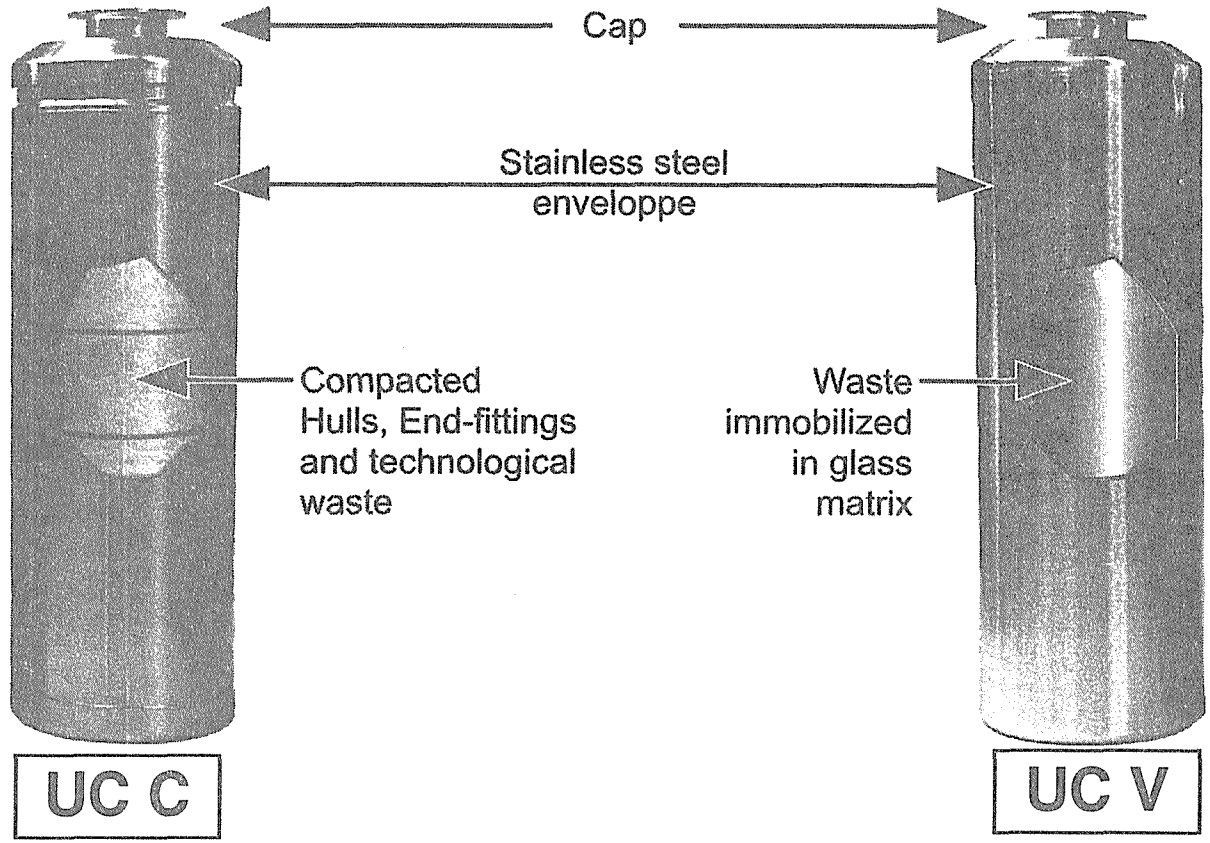
Waste conditioning in practice at Cogema La Hague

- **All waste streams conditioned on line**
- **Waste sorted in categories for optimized treatment**
- **Incorporation in matrix and introduction in canisters**
- **Standardization : Universal Canister**

コピー不可

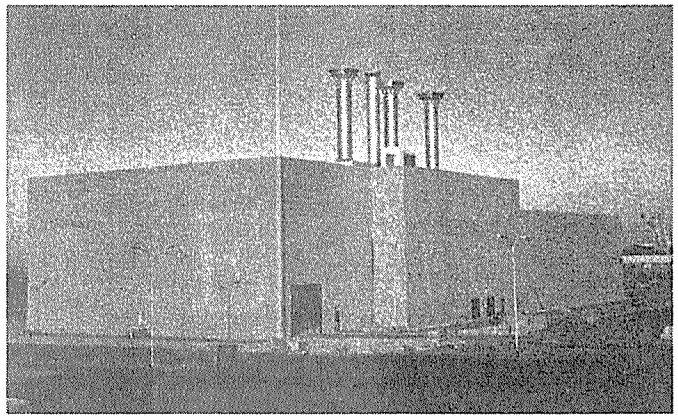
AREVA

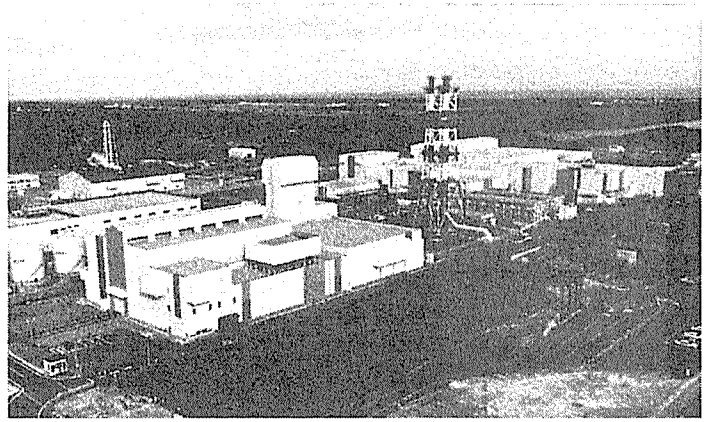
The Universal Canister



Advantages: handling ease, time management, final product for disposal

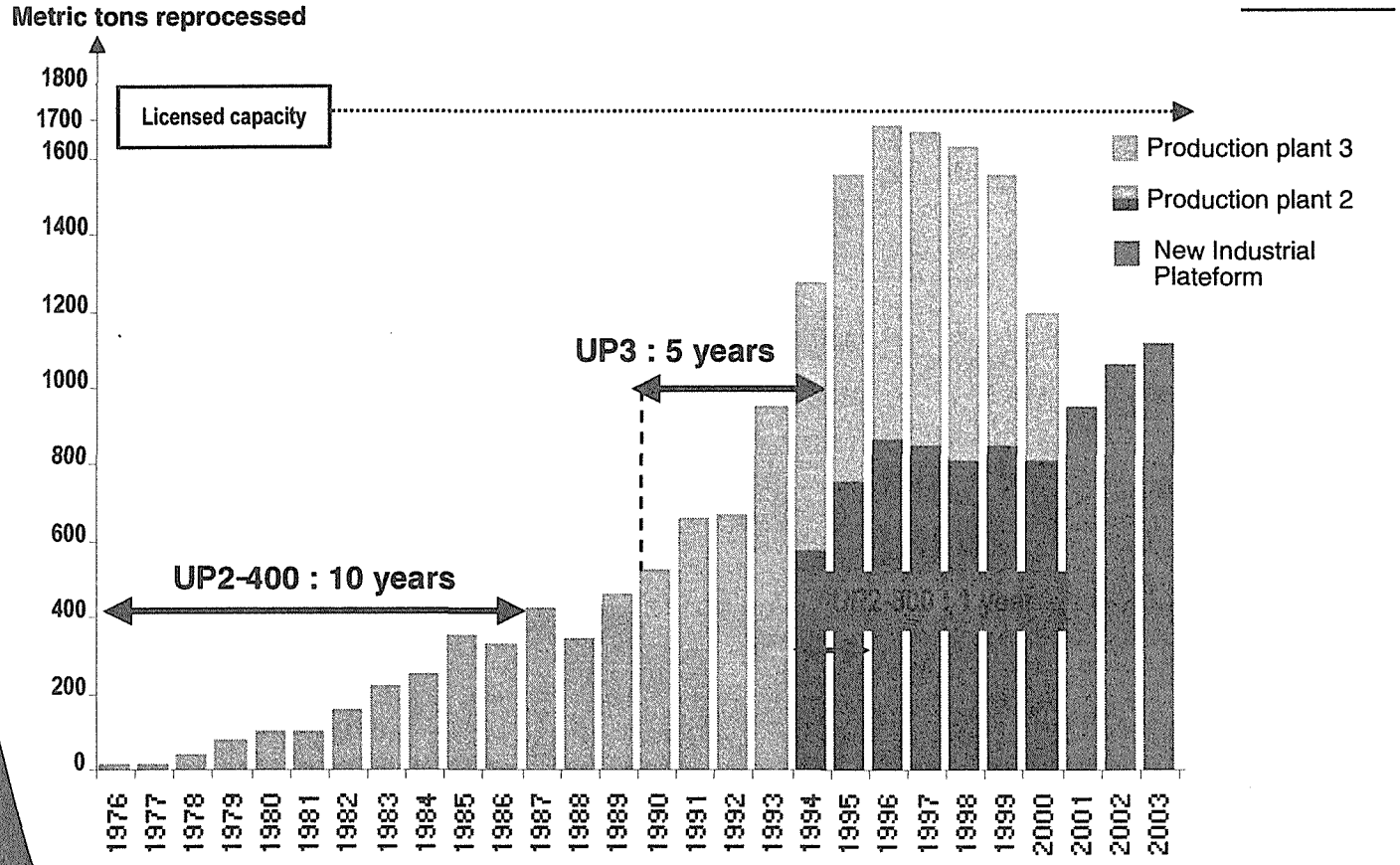
Examples of UC-V storage facilities





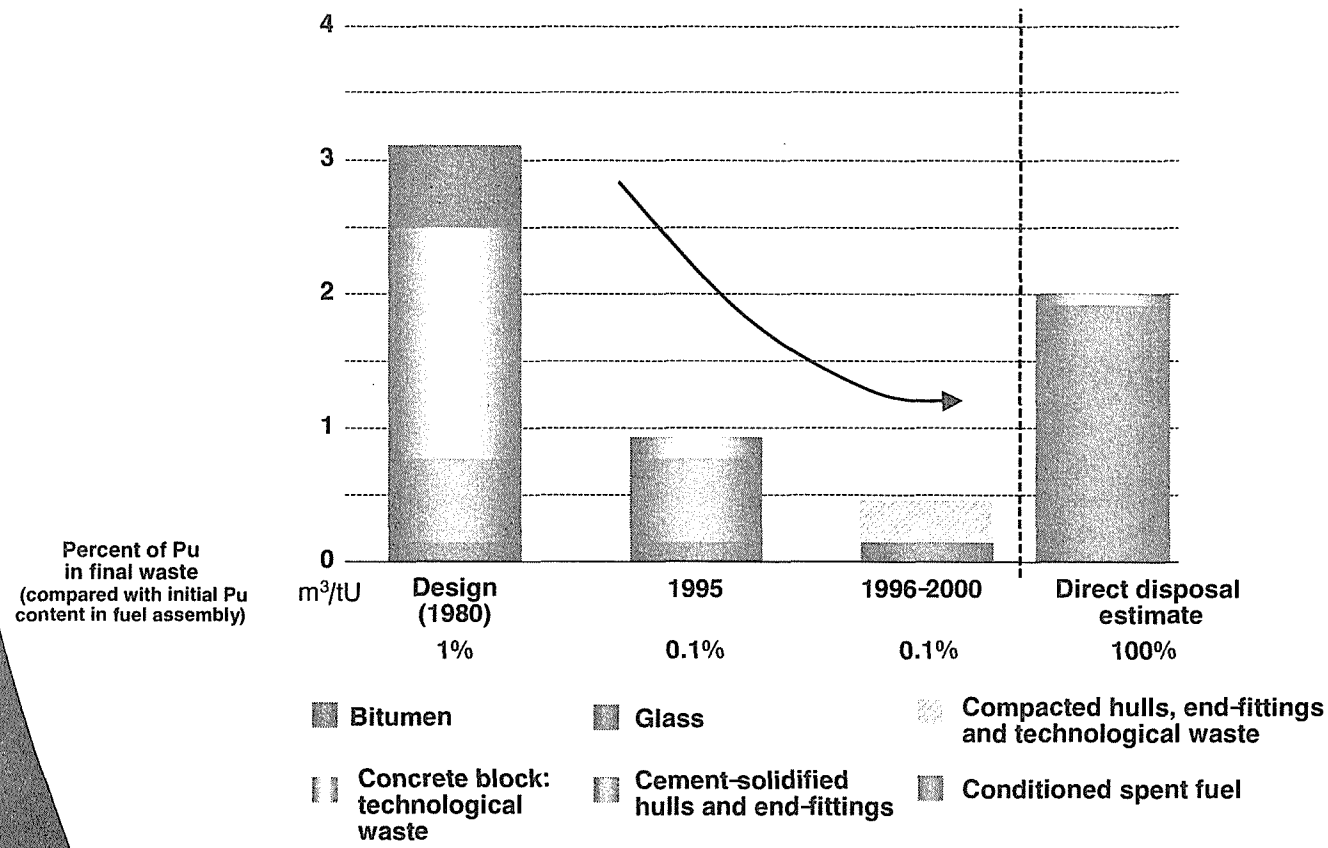
Advantages: time management, disposal choice not a bottleneck to industry progress

Industrial and experience in La Hague



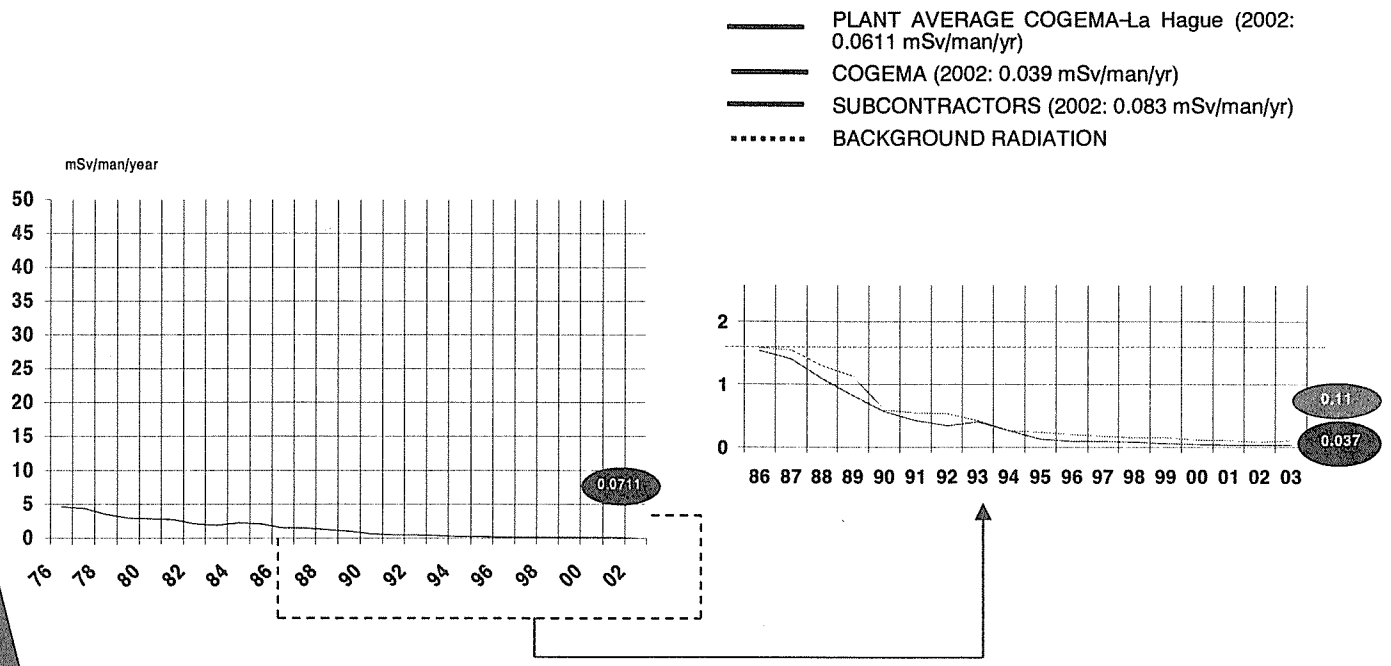
Plant 3 took one-tenth the time to achieve nominal production capacity as Plant 1

Waste volumes conditioned in UP3
(high level long-lived waste after packaging)



ゴトロ-11

Average annual exposure per monitored plant employee (COGEMA and subcontractors)



ゴトロ-12

東京電力

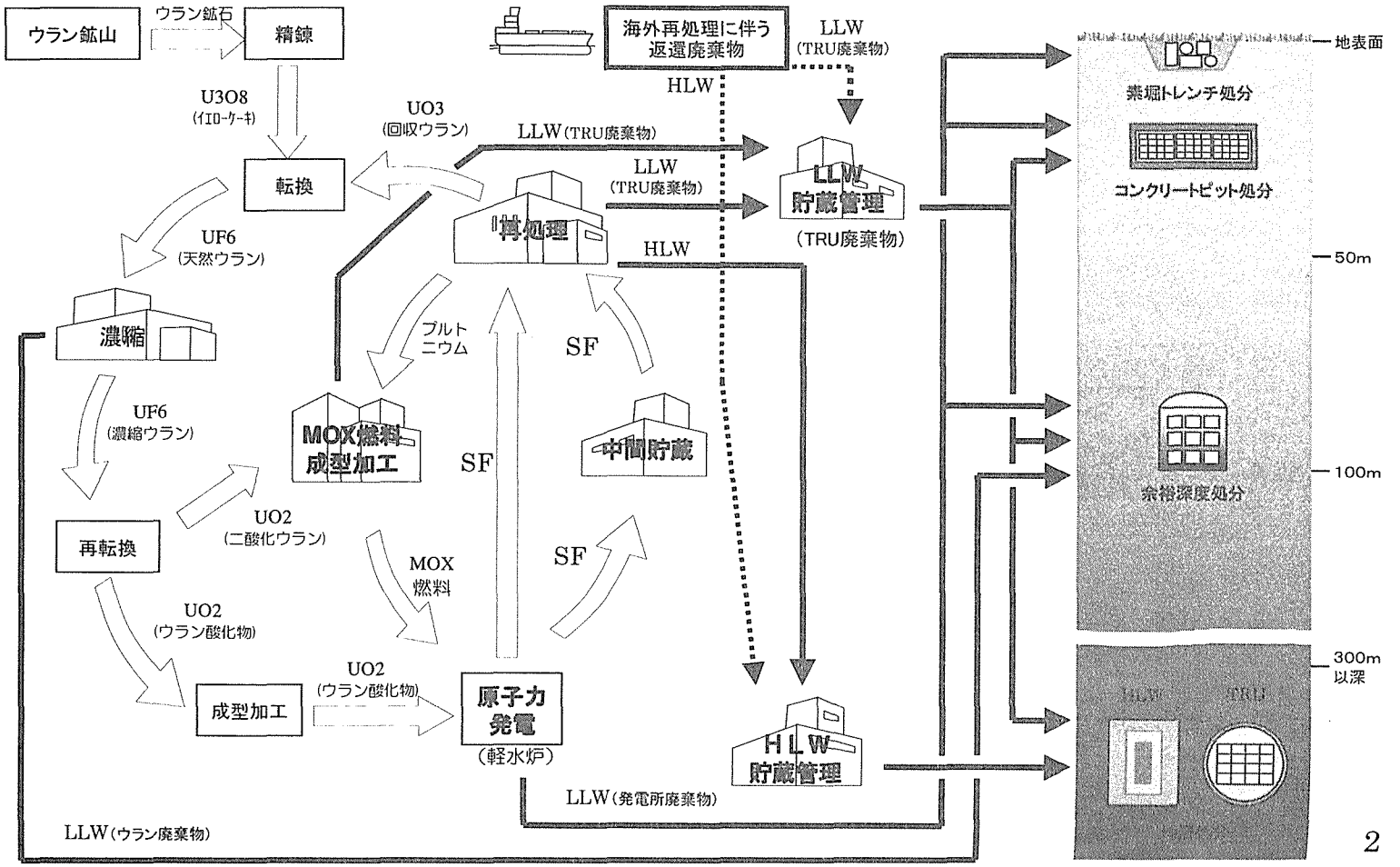
原子力発電と
原子燃料サイクルの
バックエンドについて

平成16年4月23日

東京電力株式会社

原子燃料サイクルのバックエンド

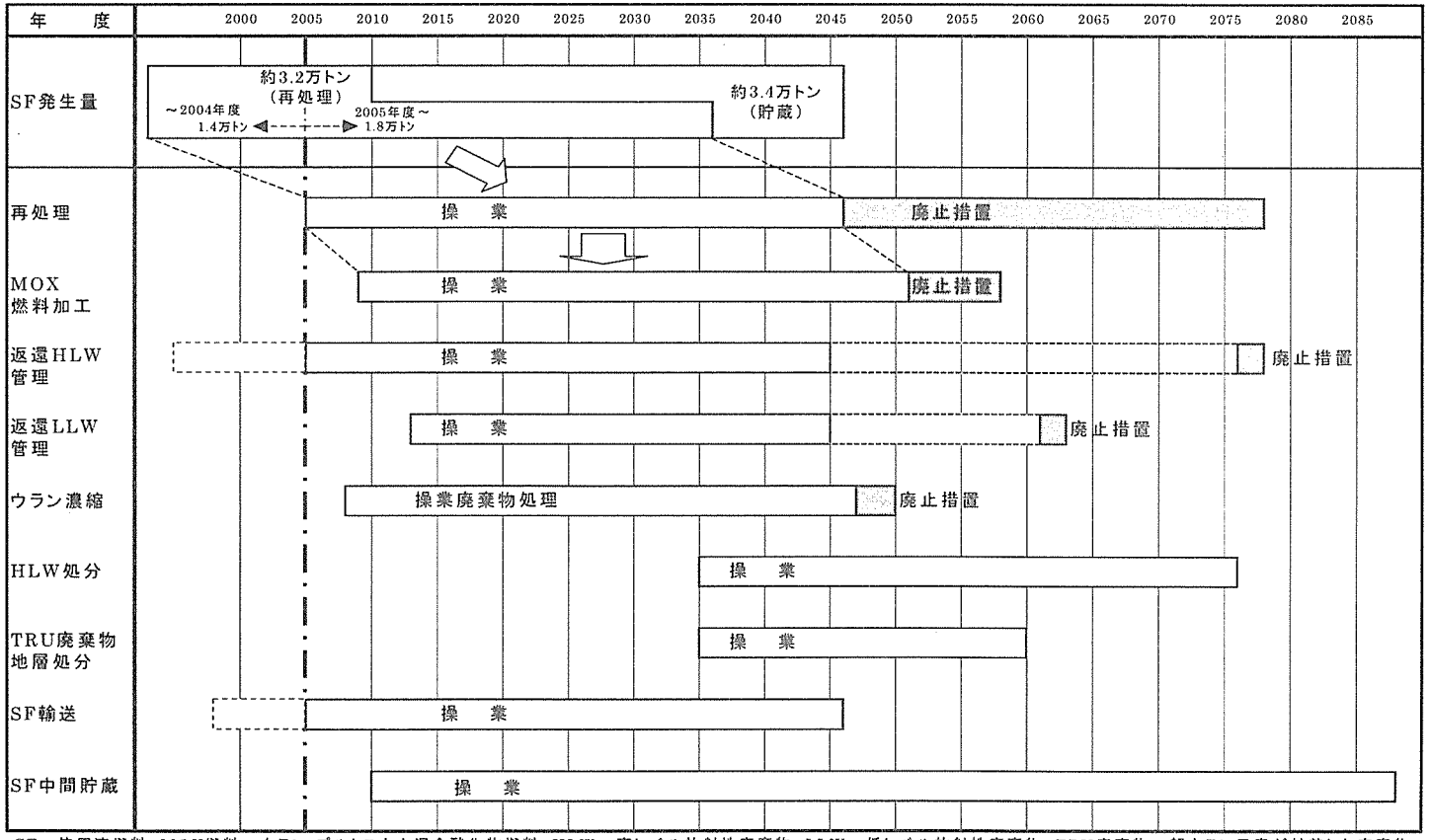
東京電力



バックエンド事業の想定スケジュール

東京電力

六ヶ所再処理操業40年間に伴う各バックエンド事業

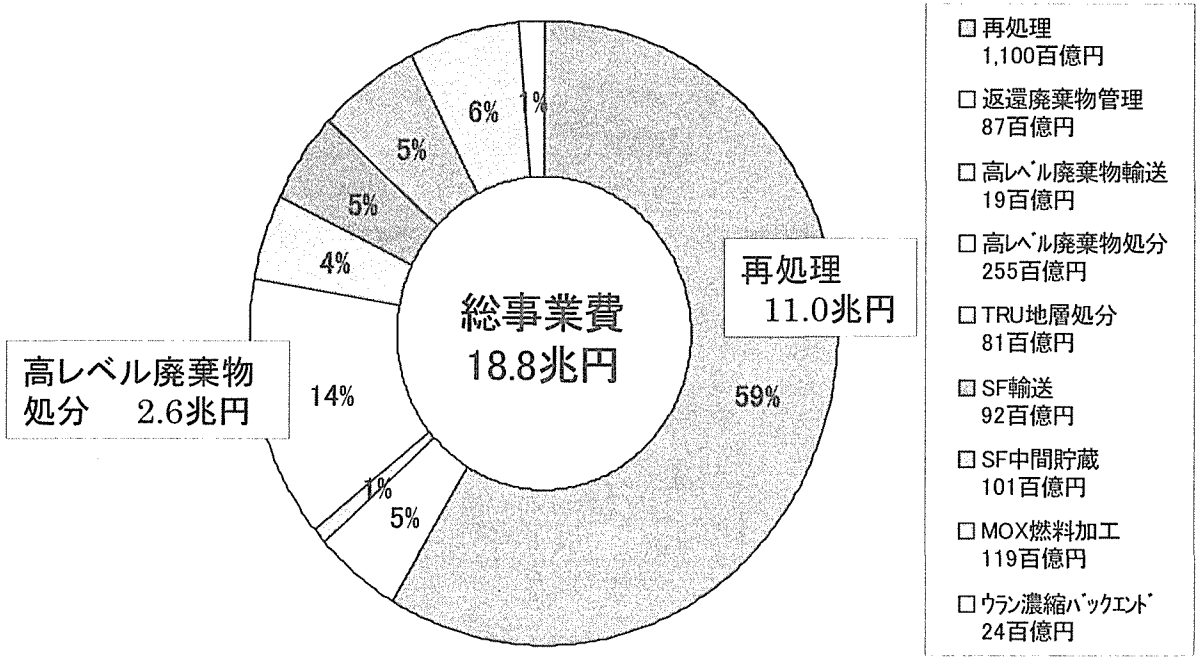


SF：使用済燃料，MOX燃料：ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料，HLW：高レベル放射性廃棄物，LLW：低レベル放射性廃棄物，TRU廃棄物：超ウラン元素が付着した廃棄物

バックエンド総事業費の見積もり

東京電力

- 六ヶ所再処理工場の約40年間の操業に伴う、各バックエンド事業の費用を見積もると、総合計は約18.8兆円
- なお、この間の原子力発電電力量は約19兆kWh



バックエンド事業費の内訳

東京電力

事業	項目	費用（百億円） 項目別	費用（百億円） 事業総額	摘要
1．再処理	a．操業（本体）	706	1,100	六ヶ所再処理工場の操業費用
	b．操業（ガラス固化体処理）	47		六ヶ所再処理工場から出るHLW（ガラス固化体）の処理費用
	c．操業（ガラス固化体貯蔵）	74		六ヶ所再処理工場から出るHLW（ガラス固化体）の貯蔵費用
	d．操業（低レベル廃棄物処理・貯蔵）	78		六ヶ所再処理工場から出るLLW（TRU廃棄物）の処理、貯蔵費用
	e．操業廃棄物輸送・処分	40		六ヶ所再処理工場から出るLLW（TRU廃棄物）の輸送、処分費用
	f．廃止措置	155		六ヶ所再処理工場の解体、廃棄物処理・輸送・処分費用
2．MOX燃料加工	a．操業	112	119	六ヶ所MOX燃料工場の操業費用
	b．操業廃棄物輸送・処分	1		六ヶ所MOX燃料工場から出るLLW（TRU廃棄物）の輸送、処分費用
	c．廃止措置	7		六ヶ所MOX燃料工場の解体、廃棄物処理・輸送・処分費用
3．返還HLW管理	a．廃棄物の返還輸送	2	30	海外再処理工場からのHLW（ガラス固化体）の返還輸送費用
	b．廃棄物貯蔵	27		海外再処理工場から返還されるHLW（ガラス固化体）の貯蔵費用
	c．廃止措置	1		返還HLW（ガラス固化体）貯蔵管理施設の解体、廃棄物処理・輸送・処分費用
4．返還LLW管理	a．廃棄物の返還輸送	14	57	海外再処理工場からのLLW（TRU廃棄物）の返還輸送
	b．廃棄物貯蔵	35		海外再処理工場から返還されるLLW（TRU廃棄物）の貯蔵費用
	c．処分場への廃棄物輸送	3		返還LLW（TRU廃棄物）の処分場までの輸送費用
	d．廃棄物処分	2		返還LLW（TRU廃棄物）の処分費用
	e．廃止措置	4		返還LLW（TRU廃棄物）貯蔵管理施設の解体、廃棄物処理・輸送・処分費用
5．HLW輸送	a．廃棄物輸送	19	19	HLW（ガラス固化体）貯蔵施設から処分場への輸送費用
6．HLW処分	a．廃棄物処分 （注1）	255	255	HLW（ガラス固化体）の処分費用（拠出済みを除く）
7．TRU廃棄物地層処分	a．TRU廃棄物地層処分 （注2）	81	81	TRU廃棄物の内、地層処分対象のものの処分費用
8．使用済燃料輸送	a．使用済燃料輸送	92	92	使用済燃料の六ヶ所再処理工場又は中間貯蔵施設への輸送費用、輸送機材の廃止措置
9．使用済燃料中間貯蔵	a．使用済燃料中間貯蔵	101	101	使用済燃料の中間貯蔵費用、貯蔵キャスク・貯蔵建物の廃止措置
10．ウラン濃縮工場バックエンド	a．操業廃棄物処理	17	24	六ヶ所ウラン濃縮工場から出るウラン廃棄物の処理費用(遠心分離機の撤去費用を含む)
	b．操業廃棄物輸送・処分	4		六ヶ所ウラン濃縮工場から出るウラン廃棄物の輸送、処分費用
	c．廃止措置	4		六ヶ所ウラン濃縮工場の解体、廃棄物処理・輸送・処分費用
合計			1,880	

注1：高レベル廃棄物処分費については、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」に基づき、電力が拠出すると想定される費用を算定。
注2：再処理、MOX工場等から発生するTRU廃棄物（地層処分相当）の処分費用は、各事業でなくTRU廃棄物地層処分の項目に計上。
注3：端数処理の関係で、表中の数値と合計が合わない場合がある。

バックエンドコストの海外との比較

東京電力

事業形態や設計条件の違い、規模の差、内外価格差などを考慮すれば、同等

項目	比較方法	結果(補正後)		評価
		海外	日本	
1. 再処理操業	COGEMA(AREVA)社が公表している最近のアニュアルレポートを基に推定したフランスにおける至近の再処理単価(円/t)と、電事連試算に対して事業形態の違い及び内外価格差等を補正した再処理単価を比較	1.8 億円/t	1.7～2.0 億円/t	航空機落下対策等も勘案すると同程度
2. 再処理施設の廃止措置	電事連試算の廃止措置費用のうち解体費用について、建屋解体を行わないフランスのUP-1と同様な条件に揃え、さらに内外価格差を補正して比較	36百億円	63百億円	UP-1に比べ2倍程度高くなるが、再処理能力の違いを勘案すると同程度
3. TRU廃棄物の地層処分	フランスの処分単価見積もりと、電事連試算に対して処分容量、緩衝材の有無、HLWとの併置処分、内外価格差を補正した処分単価を比較	720～830 万円/m3	1,030 万円/m3	条件を揃えた結果、同程度
4. 返還廃棄物貯蔵	返還HLWの貯蔵について、日本と同様な建屋貯蔵方式を採用しているオランダの貯蔵施設と、廃棄物単位容量当たりの建設費単価を比較	2.8 千万円/本	2.7 千万円/本	同程度
5. MOX燃料加工	文献調査による海外のMOX燃料加工単価と、電事連試算に対して内外価格差を補正した加工単価を比較	11～26 万円/kgHM	20 万円/kgHM	海外のMOX燃料加工単価の幅の中にあり、同程度
6. ウラン濃縮のバックエンド	イギリスBNFLのカーペンハーストと、電事連試算に対して廃棄物量、クリアランスレベル、廃棄物処理方法、廃止措置の有無等の違いを補正して比較	200億円	370億円	廃棄物処理期間の違いによる処理作業及び保守点検等の効率化を勘案すると同程度

バックエンドコストの主な変動要因

東京電力

前提条件の変化による総費用の変動は±数千億円(±数%)

変動要因		電事連試算の前提条件	前提条件変動の内容	費用への影響
1. 安全規制・基準の動向により費用が変動するもの	(1) クリアランスレベル	TRU廃棄物について、汚染の可能性が極めて低いものをクリアランスレベル以下と想定	クリアランスを考慮しない場合	＋11百億円
	(2) 処分施設の線量目標値	現行政令濃度上限値導出シナリオに適用されている10μSv/yを想定	ICRP勧告の300μSv/yとした場合	－9百億円
2. 技術開発の進展により費用の低減が可能なもの	(1) 廃止措置における解体工数の削減	最新の技術的知見を勘案しつつ現時点で想定できるものを活用	再処理施設において、将来的な解体技術の向上により解体作業工数が10%低減した場合	－6百億円
3. 事業内容の合理化、事業実施の不確定性等により費用が変動するもの	(1) 点検保守	再処理施設の点検保守費用 建屋建設費×1%＋機械装置費×3%	機械装置における点検保守費用の割合を2%にした場合	－34百億円
	(2) 稼働率	再処理施設が定格で稼働することを想定	稼働率が運転状況により変動 ①稼働率が、5%増加した場合 ②稼働率が、5%低下した場合	① －3百億円 ② ＋5百億円
	(3) 廃棄物処理・貯蔵施設の集中化	MOX燃料加工及び返還廃棄物貯蔵に伴い発生する廃棄物の処理・貯蔵を再処理施設で集中化すると想定	事業間の廃棄物処理・貯蔵の集中化が認められない場合	＋12百億円
	(4) TRU廃棄物(地層処分)のHLWとの併置	単独サイトでの処分を想定	海外で検討されているように、HLWと併置処分するとした場合	－34百億円

各種電源間の発電単価の比較

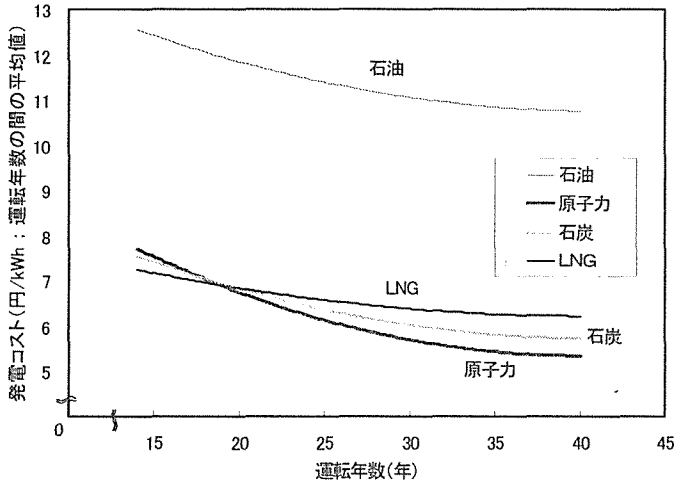
東京電力

新規に建設する場合のモデルプラントを想定し、将来の運転年数にわたる均等化発電単価(円/kWh)を推定して比較

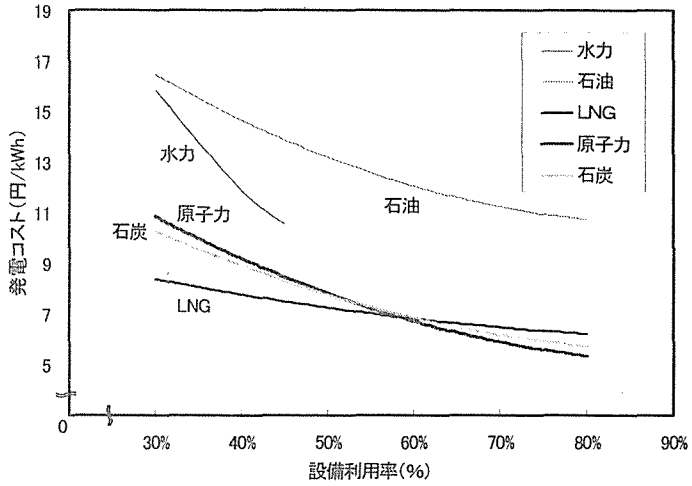
プラント出力規模: 水力 15万kW、石油火力 40万kW、LNG火力 150万kW、石炭火力 90万kW、原子力 130万kW

⇨ 原子力は、他電源と比べて遜色ない評価結果

運転年数を変化させた場合
【利用率80%, 割引率3%】



設備利用率を変化させた場合
【40年間平均, 割引率3%】



佐竹-8

バックエンド事業の特徴

東京電力

- 事業期間が超長期にわたる
- 我が国では初めての商業規模プロジェクトであり、不確定な面が多く存在
- 巨額の費用が必要
- 費用の発生時期が発電時点よりもはるかに遅れる(タイムラグが大)
- 既に発電した使用済燃料のバックエンドにかかわる未回収の費用がある

既発電分に係わる未手当の費用

東京電力

事業	項目	費用(百億円) 項目別	内訳 既発電分	内訳 将来発電分	事業総額	費用の手当
再処理	操業(本体)	706	309	397	1,100	発電時に使用済燃料再処理引当金として手当
	操業(ガラス固化体処理)	47	21	27		発電時に使用済燃料再処理引当金として手当
	操業(ガラス固化体貯蔵)	74	32	42		未手当
	操業(TRU廃棄物処理・貯蔵)	78	34	44		未手当
	操業廃棄物輸送	19	8	11		未手当
	操業廃棄物処分	21	9	12		未手当
	廃止措置	155	68	87		未手当
返還高レベル放射性廃棄物管理	廃棄物の返還輸送	2	2	—	30	既に費用が発生しているものは当期費用として支出
	廃棄物貯蔵	27	27	—		既に費用が発生しているものは当期費用として支出
	廃止措置	1	1	—		未手当
返還TRU廃棄物管理	廃棄物の返還輸送	14	14	—	57	未手当
	廃棄物貯蔵	35	35	—		未手当
	処分場への廃棄物輸送	3	3	—		未手当
	廃棄物処分	2	2	—		未手当
	廃止措置	4	4	—		未手当
高レベル放射性廃棄物輸送	廃棄物輸送	19	4	15	19	未手当
高レベル放射性廃棄物処分	廃棄物処分	255	28	227	255	発電時に特定放射性廃棄物処理費として手当
TRU廃棄物地層処分	再処理操業分	59	26	33	81	未手当
	再処理廃止措置分	3	1	2		未手当
	返還TRU廃棄物分	16	16	—		未手当
	MOX燃料加工操業分	2	1	1		未手当
	MOX燃料加工廃止措置分	1	1	1		未手当
使用済燃料輸送	使用済燃料輸送	92	23	68	92	既に費用が発生しているものは当期費用として支出
使用済燃料中間貯蔵	使用済燃料中間貯蔵	101	—	101	101	未手当
MOX燃料加工	操業	112	—		119	未手当
	操業廃棄物輸送	0	—			未手当
	操業廃棄物処分	0	—			未手当
	廃止措置	7	—			未手当
ウラン濃縮工場のバックエンド	操業廃棄物処理	17	—		24	未手当
	操業廃棄物輸送	0	—			未手当
	操業廃棄物処分	4	—			未手当
	廃止措置	4	—			未手当

バックエンド事業推進のための要望

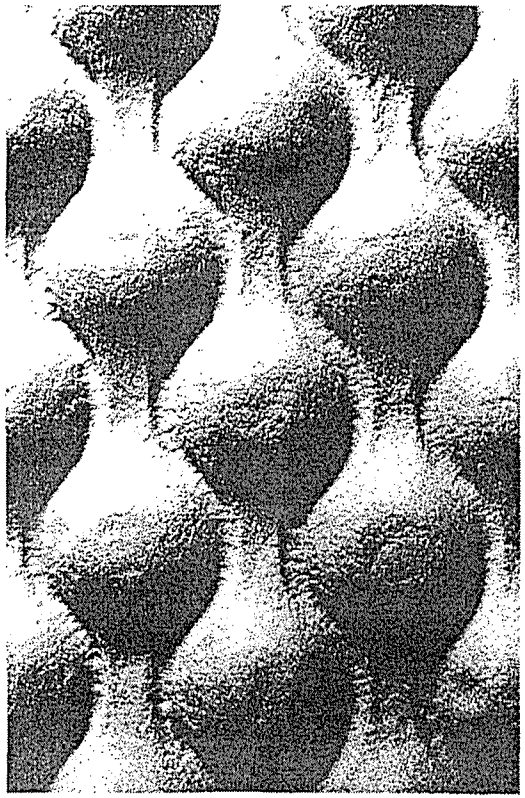
東京電力

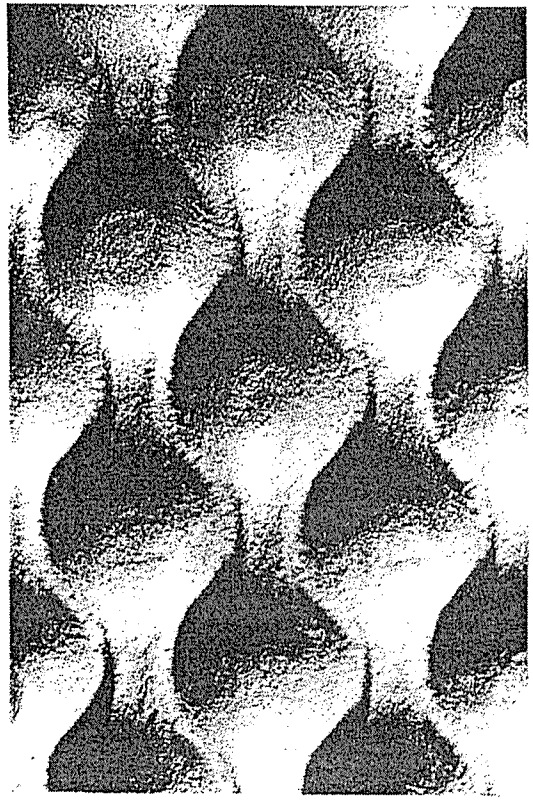
1. バックエンド事業を円滑・安定的に進めるため、以下の3点を包含する仕組みの構築
   (1)事業の長期性に鑑み、世代間の公平性を図れる仕組み
   (2)将来確実に発生する費用が適切に回収され、その費用が安全かつ透明に管理できる仕組み
   (3)様々な事態に対応し、弾力的かつ柔軟に活用できる仕組み
2. 未回収費用への対応
   自由化範囲拡大以前の原子力発電に対応して発生するコストの中で、まだ回収されていない費用について、社会全体が電力の安定供給に資する原子力のメリットを受けていたことから、広く薄く適切にコストを回収する仕組みが必要（具体的には託送スキームの活用が適切）
3. 将来にわたる使用済燃料の取扱い
   バックエンド事業は超長期性を有し、不確定な面も大きいことから、長期的には、使用済燃料に対する柔軟な施策を、国の重要なエネルギー政策として明確にすることが必要

バックエンド問題の論点

山地憲治（東京大学）

- 問題を見る視点
- 1967(昭和42)年原子力長計策定時からの変化
- 六ヶ所再処理の問題点
- 核燃料サイクルの意義をどう考えるか
- これからどうすべきか





Der Eierbehälter. Ist dieser Eierbehälter nach unten oder nach oben gewölbt? Wenn Sie die Antwort haben, drehen Sie das Heft auf den Kopf. Aus den Erhebungen werden plötzlich Vertiefungen. Ist der Schatten oben, sehen wir eine Vertiefung, ist er unten, sehen wir eine Erhöhung. Ein Hinweis darauf, daß wir auf einem Planeten leben, der sein Licht erfahrungsgemäß von oben und nicht vom Erdboden erhält. Dieser Effekt wurde erstmals im 19. Jahrhundert beschrieben.

The egg-cup: Is this egg-cup arched upwards or downwards? When you have the answer turn the magazine upside down. The elevations suddenly become depressions. Is the shadow at the top, we see a depression, is it below we see an elevation. This is a hint that we live on a planet where the light, as experience shows, comes from above and not from the ground. This effect was described for the first time in the 19th century.

Der Eierbecher. Ist dieser Eierbehälter nach unten oder nach oben gewölbt? Wenn Sie die Antwort haben, drehen Sie das Heft auf den Kopf. Aus den Erhebungen werden plötzlich Vertiefungen. Ist der Schatten oben, sehen wir eine Vertiefung, ist er unten, sehen wir eine Erhöhung. Ein Hinweis darauf, daß wir auf einem Planeten leben, der sein Licht erfahrungsgemäß von oben und nicht vom Erdboden erhält. Dieser Effekt wurde erstmals im 19. Jahrhundert beschrieben.

The egg-cup: Is this egg-cup arched upwards or downwards? When you have the answer turn the magazine upside down. The elevations suddenly become depressions. Is the shadow at the top, we see a depression, is it below we see an elevation. This is a hint that we live on a planet where the light, as experience shows, comes from above and not from the ground. This effect was described for the first time in the 19th century.

１９６７(昭和４２)年原子力長計策定時からの変化

－想定されていた原子力規模の大幅縮小。
（２０００年のわが国の原子力規模は１億kWを超えると想定されていた。）
－想定されていた再処理・MOX燃料加工コストの大幅上昇。
（再処理費用は回収されるウランとプルトニウムの価値で相殺されると考えられていた。）
－米、英、独、仏の増殖炉開発中止。
－核兵器保有国の増加。
－地球温暖化対策が現実の政策課題になった。
－電力市場自由化。
（原価主義の料金設定から競争的料金へ）

山地-4

六ヶ所再処理の問題点

－プルトニウムの経済的価値はマイナス。（回収ウラン利用の見通しも不明確）

－再処理は資源回収としては採算が合わない。（予定通り運転できないリスクもある）

－使用済み燃料対策として再処理の機能は中間貯蔵と同じ；中間貯蔵の方がはるかに経済的。

－再処理引当金で手当てできていない費用項目が大きい（施設廃止コストなど）。

－電力会社が六ヶ所を中断できないのは上流に遡及して原子炉が止まることを恐れるため。

核燃料サイクルの意義をどう考えるか

－プルトニウム利用によって原子力は莫大な供給力を実現する。しかし唯一の選択ではない。

－２０５０年頃までウラン資源は十分。現在の軽水炉で原子力の意義は確保されている。

－革新的技術（再処理、増殖炉）の開発に向けた長期戦略が必要。

これからどうすべきか

－核燃料サイクル確立（＝全量再処理）という「建前」を変更する。

－再処理から中間貯蔵へ核燃料サイクル路線の転換。

－使用済み燃料直接処分も選択肢；ガラス固化体やTRUなど再処理廃棄物処分と比較検討。

－中間貯蔵後のバックエンドは政府が責任を持つ体制の構築。

セッション 5

原子力をとりまく風土を改善するために　～IOJのあたらしい挑戦～

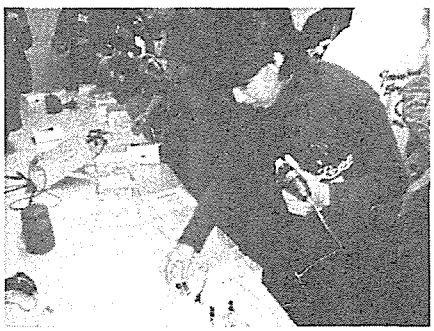
NPO法人IOJ（日本の将来を考える会）*)　企画運営委員　青野　千晶

設立の趣旨と目的

当会の目的は、名前に冠したとおり日本のよりよい将来に貢献するために行動しようというものである。そのアプローチとして、とりわけ深刻で私たちの生活に欠かせないエネルギーをめぐる問題に重点をおいている。もともとNPO設立発起人のなかに大学や研究機関で原子力を専門とする人が多かったこともあり、正しい知識と経験を伝えるあたらしい形の組織が必要だという、その趣旨に賛同する往年の現役、企業人らが会を大きくした。さらに教育界・大学生・主婦ら、地域の発展を願う人も国の将来を憂う人もいる。それぞれが抱く思いを自問自答するだけの、いわゆるサイレントマジョリティに終わらせず、声を数に束ね具体的な形として積極的に社会に発信し現状をプラスに転じていこうという会である。

エネルギー教育

よくも悪くも注目度の高い原子力について、総合的で妥当な判断を多くのひとが共有できるためには正しいエネルギー教育が欠かせない。会員有志のすぐれた専門性と経験をいかして、中・高・大学生向けの講座（「IOJ知求クラブ」）（無料！）をはじめている。



これまで

- 未来のエネルギー　核融合のはなし
- 高温超電導のあれこれ
- 電気はこうしてつくられます　など、また環境をテーマに
- 自然をこわさない開発
- 地球温暖化とはなんでしょう
- 野生生物の危機とわたしたち　など、いずれも好評で

シリーズとしてこれから地域も回数も増やしていく予定である。

NPO法人による、「知」のコミュニケーション広場。
IOJ知求クラブ

また、知求クラブでは楽しみながら記憶力や知力を上げられるコンピューターソフト（IOJ 会員有志及び普遍学国際研究所が開発）を用いた講座も設け、会員及び一般からの幅広い知的好奇心に応えられるような教育活動を目指している。

政策提言

将来をにらんでの長期戦がエネルギー教育なら、「その時」をのがさないタイムリーな作戦は政策提

言である。発電所トラブル、プルサーマル計画、再処理など専門家しか評せないことがらもあるが、一般市民も言いたいことがある。国、電気事業者、立地自治体と住民、というこれまでの政策決定の枠組みに第三者的中立の立場のNPO組織が加わることで、わたしたち一人ひとりがライフラインの確保に責任と関心を持てるようになるのであろう。会員1700名(4月現在)の中での議論とともに外への発信をとおして世論を喚起する一役を買いたい。

知る人と知らない人との「中間項」

なんだかよくわからないけど怖そうだ、という未知の不安を克服してきたのが人類の歴史である。原子力についてはその克服度が人によって著しく異なるためにひずみが大きくなっている。本当に怖いのはなにか、打つべき手はなんなのか。知る人と知らない人をつなぐ役割を正しく果たしているのは誰であろうか。考えても浮かんでこなければ新しい形体の組織が担えばよい。理解して議論して提言する。そんななかで、賛成か反対か、という踏絵にも似た情緒的二者択一議論から科学的合理的議論へと風土をかえていく－それこそがIOJのめざす方向であると考えている。

*)IOJとは Innovation of Japan の頭文字をとったものです。

お問い合わせは下記までどうぞ

IOJ事務局(本部)
110-0008 東京都台東区池之端2-7-17 IMONビル10F
TEL: 03-5814-5380 FAX:03-5814-6705
Email: secretariat@ioj-japan.org
Website: http://www.ioj-japan.org/

NPO法人IOJ（Innovation Of Japan）

青野 千晶　　IOJ企画運営委員

原産会議2004年次大会

NPO法人　Innovation Of Japan （IOJ）

- 組織の沿革と運営
- IOJがめざすもの
- 活動紹介
- 今後の展望と課題

組織の沿革と運営

- 設立　　平成15年10月3日
- 代表　　宮　健三

  工学博士（原子力工学・核融合）

  慶応大学教授　東京大学名誉教授
- 発起人　大学・研究機関の研究員
- 会員　　1700名

青野-5

IOJがめざすもの

よりよい日本の将来を考え提言し活動する

- エネルギー分野
- 教育分野
- 国際分野

青野-6

IOJがめざすもの　エネルギー分野

原子力発電をめぐる社会風土を改善する

立地自治体
市民

国
電気事業者
国民

若い世代への
科学教育
知力向上教育

青野-7

IOJがめざすもの　エネルギー分野

立地自治体

市民

国民のエネルギーに対する
自治体の認識と姿勢

- 市民は？
- 安心と安全は？
- 公開討論と公開質問

青野-8

IOJがめざすもの　エネルギー分野

国

電気事業者

国民

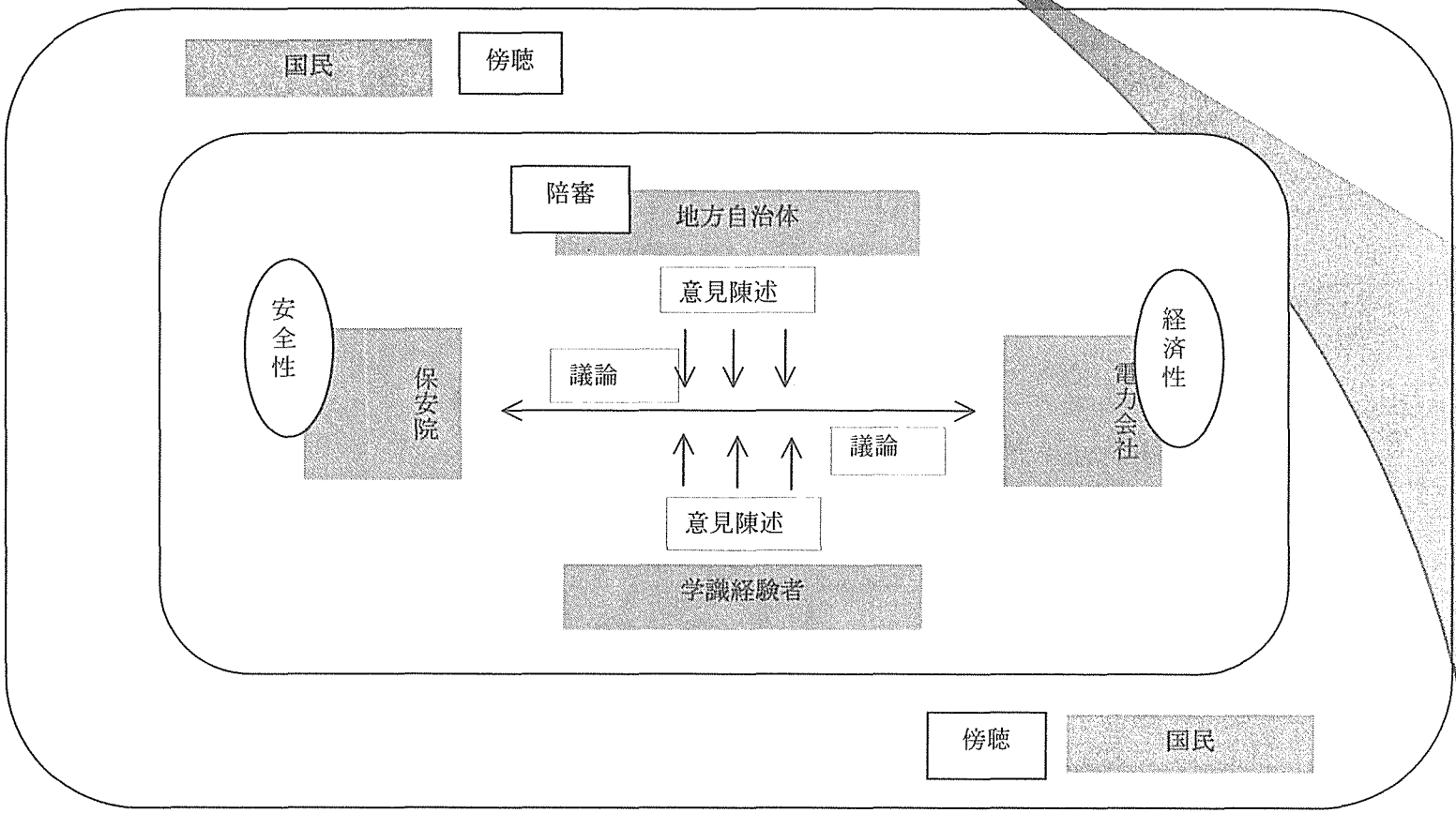
国民のエネルギーを左右する
政策決定プロセスの再構築

●原発の安全は誰が決めるの？
●専門家の意見は？
●透明性は？

資料-9

IOJがめざすもの　エネルギー分野

政策決定プロセスの再構築の提案



青野-10

IOJがめざすもの　エネルギー分野

若い世代への
科学教育
知力向上教育

将来を担う若い世代の
科学的見識と知力の向上をめざす

●学校教育でカバーしていない分野
●専門家の経験の還元
●新しい発想の知力向上

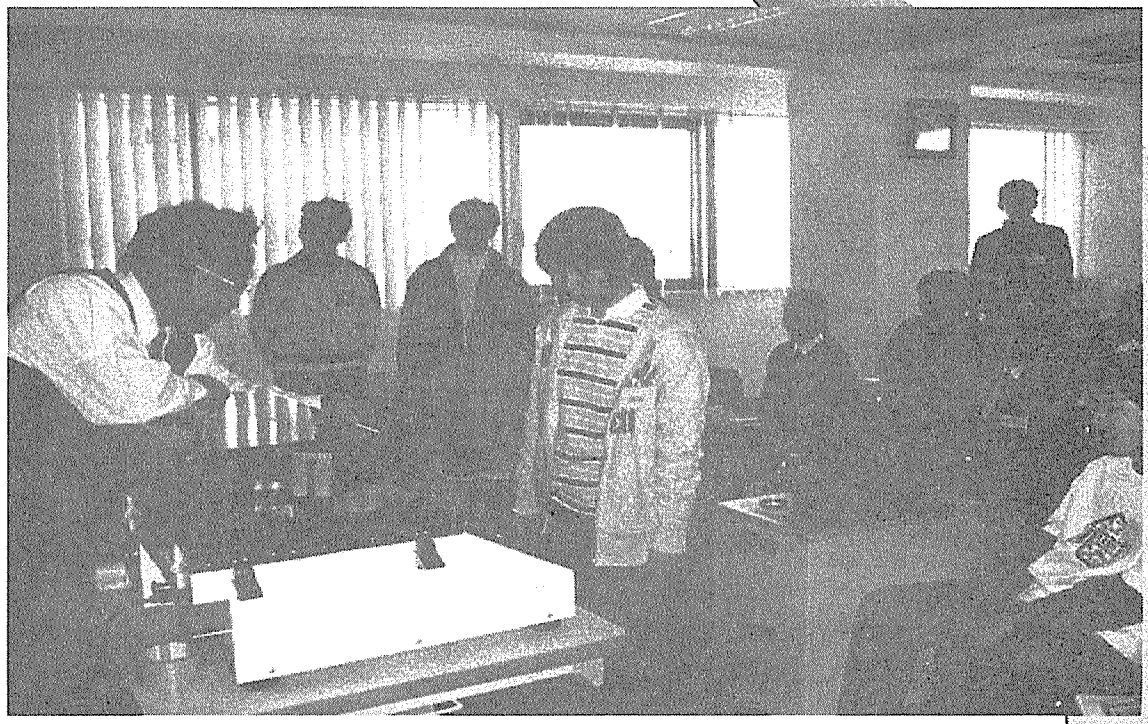
→　IOJ知求クラブの設立

IOJがめざすもの　エネルギー分野

若い世代への
科学教育
知力向上教育

知の発見講座第1回 H16.2.7-21

<とっても身近！エネルギーと環境問題>



NPO法人　Innovation Of Japan （IOJ）

IOJがめざすもの　エネルギー分野
知求クラブシリーズ講座

2月7日（土）
・未来のエネルギー　やさしい核融合
・自然を守りながら暮らせます

2月14日（土）
・高温超電導のあれこれ
・地球温暖化とは何でしょう

2月21日（土）
・電気はこんなふうに作られます
・野生生物の危機とわたしたち

青野-13

今後の展望と課題

- 会員獲得
- 組織連携
- 活動の実行

NPO法人あすかエネルギーフォーラム

asca energy forum

あすかエネルギーフォーラムとは

- エネルギー問題について、考え、行動する消費生活アドバイザーのグループとして、2001年7月結成、運営スタッフ15名（全国）
- 2003年11月NPO法人として認証
- 会員数　35名（2004年3月末現在）

あすかエネルギーフォーラムの

あすかは

「消費生活アドバイザー」の英語表記

Advisory
Specialist for
Consumer
Affairs

の略称

あすか
（ASCA）

です

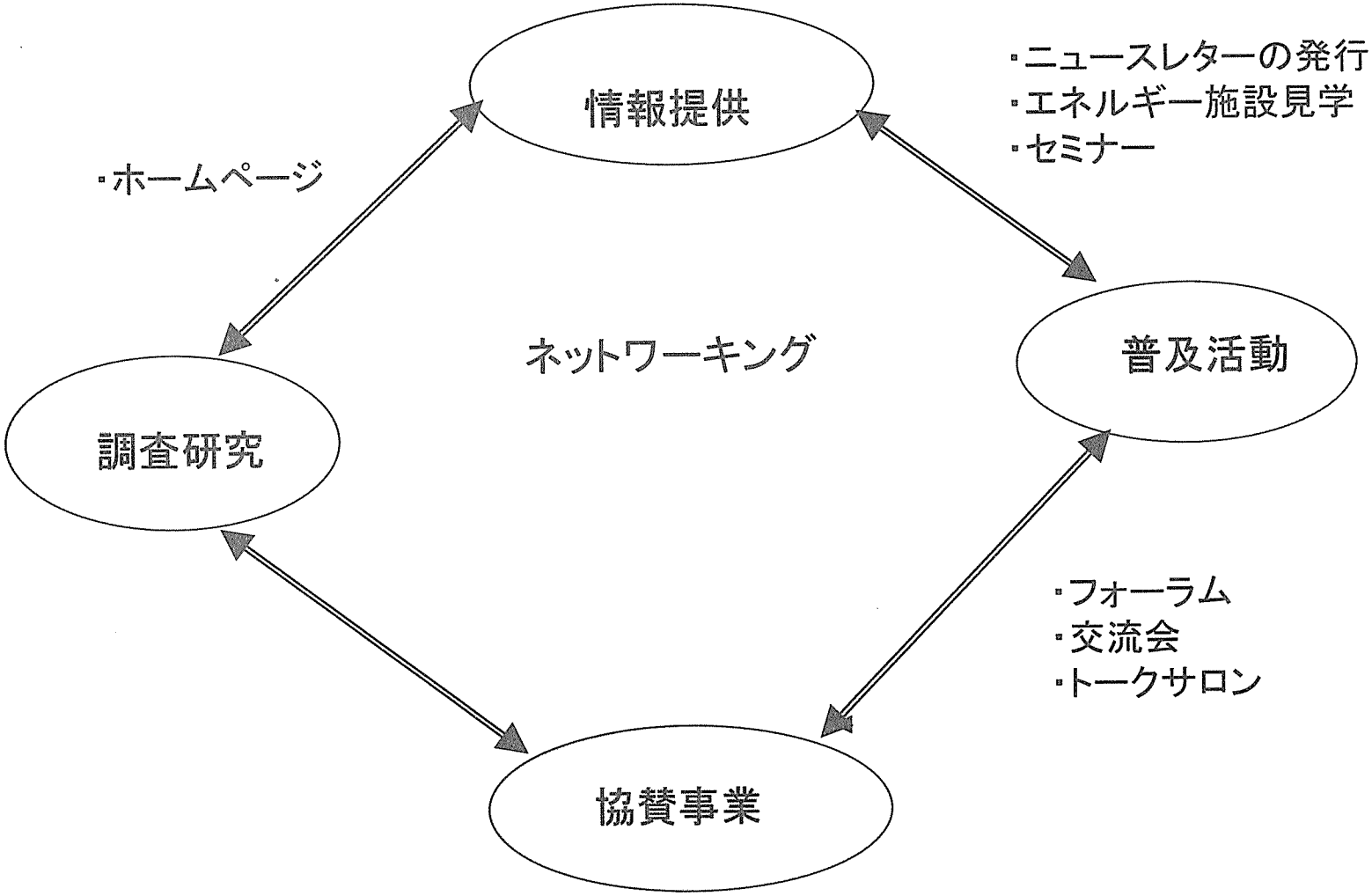
消費生活アドバイザーとは

- 経済産業大臣認定の公的資格
- 1980年資格制度開始
- 現在、全国に約1万人（男30%、女70%）
- 役割

  消費者と企業の掛け橋

  消費者の苦情相談に応じたり、アドバイスする一方、消費者の声を企業や行政への提言に反映する

○主な事業


情報提供
・ニュースレターの発行
・エネルギー施設見学
・セミナー
・ホームページ
ネットワーキング
普及活動
調査研究
・フォーラム
・交流会
・トークサロン
協賛事業

2001.11.22. in ふくしま
このままでいいの？エネルギーとくらし

2002.3.2 in かしわざき
電気をつくる町で
－ 出あい･話し合い･分りあい －

2002.3.4 in つるが
広げよう！
生活者のエネルギーネットワーク

2002.6.24 in 浜どおり
聞いてみよう！ 暮らしの中の放射線

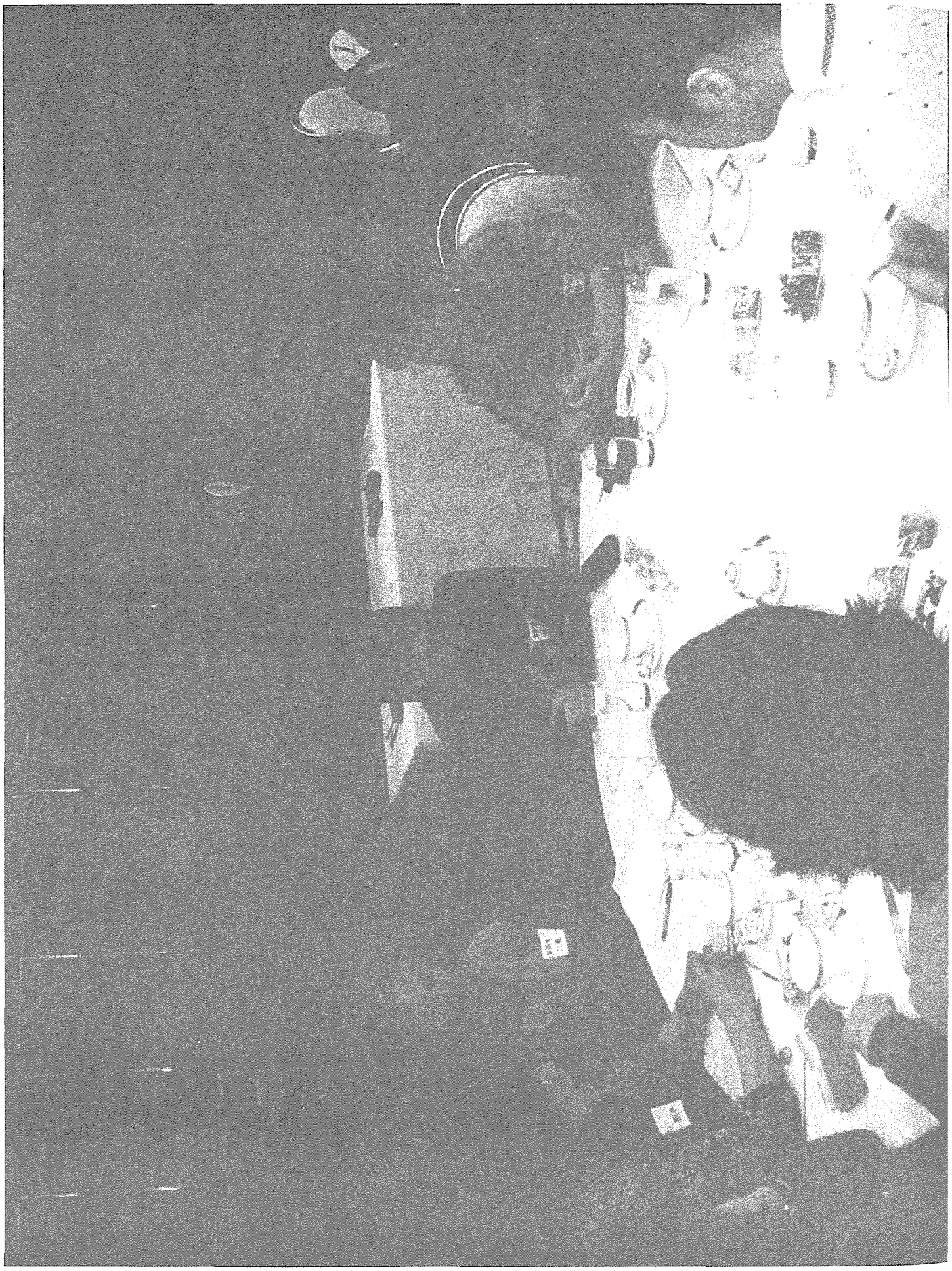
2002.11.11 in ふくしま
今、原子力発電をどう考えればいいの！

2003.1.21 in あおもり
今、ヨーロッパのエネルギーは

2003.11.29 in かしわざき
暮らしの中から考える安全と安心

エネルギートークサ
一木元教子さんが語る
『このままでいいの？エネ
■主催 あすかエネルギーフォーラム ■共催 (財)社会経済生

エネルギートークサ
今、ヨーロッパの
特別講演：荻野
■主催 あすかエネルギーフォーラム／(財)社会経済生



秋庭-9

秋庭-10

秋庭-11

交流から分かったこと

・産地と消費地の意識のギャップ

→

・消費者への関心の喚起、啓発

・消費者や事業者、国や自治体の話し合いから、コンセンサスづくりまでにつなげる

・一般の消費者が来訪するような場が必要

Asuka Energy Forum

http://www.asca-ef.org

原子力政策に開かれた議論の場を
- 持続可能なエネルギー政策を実現するために -
for　第37回原産年次大会
2004年4月23日

大林ミカ　副所長
特定非営利活動法人　環境エネルギー政策研究所

◎ 行き詰まる日本の原子力政策

1950年代半ばから国策として進められてきた日本の原子力政策は、今、大きな曲がり角に立っている。電力需要拡大の停滞、電気事業の自由化の流れなどから、原子力を強力に推し進める経済的メリットが失われつつある。

一方で、国と電力・原子力産業界によって「ブルドーザーのように」進められてきた原子力政策に対する地域の反発も相次いでいる。国際社会における核不拡散の責任、地域への安心とリスク削減、電気事業の柔軟性など、日本の原子力産業が抱える問題は多い。

1997年に京都で開催されたCOP3の翌年、日本は、二酸化炭素削減に資するエネルギー資源の柱として原子力を掲げ、2010年までに最大20基の原発を運転開始するとした（1998年、総合エネルギー調査会「長期エネルギー需給見通し」。以下、「見通し」）。しかし、2001年に総合資源エネルギー調査会によってとりまとめられた「見通し」では、原発の基数は最大13基に減り、さらに、2004年4月現在総合資源エネルギー調査会需給部会による見直しが行われている新「見通し」では、原発の目標基数は4□5基に下方修正される見込みだという。

計画後退の背景には、新規立地がなかなか進まないことがあげられている。日本原電の敦賀3、4号（福井県）の運転開始時期の延長、中国電力の島根3号（島根県）、電源開発の大間（青森県）、東京電力の福島第一7・8号など、今年の電力供給計画で着工や運転が延期された原発は12基にも及ぶ。

新規立地計画の難航は、電力自由化の流れの中で、コストの短期的回収が見込めない原子力への投資控えや、電力需要そのものの低迷が原因であるという。しかし、52基の原発を抱える日本は、原発が足りないのではなくて、既に原子力で「飽和」していることを忘れてはならない。自由化の中では、新しい原発はともかくとしても、既存の原発からの発電をいかに確保し続けるか（どうやって経済性を保ったまま運転し続けるか）という問題が、「長期安定電源」への制度化につながった。そして、「地域の反乱」が計画の遅れを生み、結果として延期や断念に至っていることを忘れてはならない。

九州電力の川内3号、中国電力の上関原発、関西電力の日置川原発などは住民の反対で延期、東北電力の巻原発は計画断念となった。大間の延期も地主の反対による土地取得不能によるものである。さらに、単に「地元」だけではなく、今まで国と電力会社の「盟友」でもあった地域の知事レベルから、推進ありきの原子力政策に対して反発が起こっている。2000年には、当時の三重県北川知事による芦浜原発計画白紙撤回要請があり、それを受けて関西電力は計画撤回を判断した。2001年には、福島県佐藤知事によるプルサーマル実施に対する凍結要請があった。

◎ 地域自律・自立のためのエネルギー政策と原子力

国のエネルギーの基本を定める「エネルギー基本法」や「エネルギー基本計画」では、エネルギー政策において国が定める政策に関して地方公共団体は責務があるとされている。しかし、国からの押しつけに対する大きな否が地域から発せられている今、このような国策への下請け的な地域の役割が見直されなくてはならない。国は地域によって成り立っており、地域は市民に支えられている。地域や人々の暮らしに大きな影響を与えるエネルギ

一政策は、地域の視点から考えて発していくことが重要である。

まず、地域において実施されるエネルギー政策が、十分な説得力と説明責任に裏付けられ、地方公共団体をはじめとする幅広い当事にとって合意可能かどうか吟味される必要がある。それには、従来の上からのエネルギー政策ではない、地域の自主的・先進的な取り組みを尊重する制度作りが重要だろう。地域の住民が安心してそこで暮らす事ができるための、「住民の福祉」に目を向けた「下からのエネルギー政策」の積極的な推進である。

わたしたちが進めてきた「自然エネルギー促進法」は、国政レベルでの成立はならなかったが、その運動の過程のなかで、地域から成立を望む声が圧倒的に多く上がった。国政レベルでまとまらなかったことに業を煮やし、原発立地県の宮城県議会で、自民党県連主導の「自然エネルギー等・省エネルギー促進条例」が成立し、岩手県も同じような条例を取り入れ、「バイオマス立国」を謳っている。このような声を反映せずに業界の意向のみ勘案して作られた政策は、最初から失敗の可能性を含んでおり、実際に、昨年の施行以来、日本の風力業界を初めとした自然エネルギー業界は、今後の産業発展に大きな懸念を抱くに至っている。

では、原子力政策では、どのような地域からの声を政策に活かす仕組みが可能なのだろうか。例えば原子力委員会が提案しているような「原子力委員会がいろいろな意見を聞く仕組み」が、全く不十分であることは、今までの経緯からも明らかである。原子力委員会や原子力安全委員会そのものが原子力の推進を前提とした既存の政府機関である。そのような組織が上から設置する国民の意見を聞き置く仕組みでヒアリング活動をいくら続けても、今までの“(原子力の推進を前提に) 国民の理解を求める”状態と何ら変わりはない。

今必要とされているのは、福島県が取り組んでいるような、50 年後 100 年後の地域の未来を見据えたエネルギー政策のあり方を考える政策検討会のような作業ではないか。地域発のエネルギー政策によってもたらされる運営の透明性は、市民参加を招き、地域自立を促す。多様な意見をくみ上げていく過程そのものが、今までブルドーザーのように進められてきた国のエネルギー政策に一番欠けているものではないのか。

一つの例として、以下、直近に迫る六ヶ所再処理工場の稼働問題を取り上げる。

◎ 六ヶ所再処理工場、今立ち止まって再考するとき

日本の原子力政策の中心は、プルトニウムの利用を前提とした核燃料サイクルの推進である。しかし、プルトニウム利用の「本命」であった高速増殖炉サイクル計画は、日本の先を走っていた国々による撤退が続き、日本でも高速増殖炉実証炉『もんじゅ』の 1995 年のナトリウム火災事故以来 9 年にわたって停滞しており、現実化のめどは全く立っていない (2003 年 1 月、名古屋高等裁判所で設置許可無効判決。国は上告、最高裁で係争中)。

現在では、本来は余剰プルトニウムを焼却するための方法であった軽水炉でのプルトニウムとウランの混合燃料 (MOX) での利用 (いわゆるプルサーマル) が、核燃料サイクルを推進する論拠となっている。しかし、現時点では、まだプルサーマルを実施した地域はなく、たとえ実施できたとしても、経済性、あるいは資源的にもメリットが少なく、安全面での不安も残る。

そして、軽水炉サイクルの継続的な実施の前提となっているのは、六ヶ所再処理工場の稼働であるが、何よりも、六ヶ所再処理工場の稼働には、様々な問題点が指摘されている。

1) 安全性

- 次々に明るみに出るずさん工事；使用済み燃料プールからの水漏れ (291 箇所にも及ぶ不正溶接が原因)、パイプのシール材の間違いによる硝酸漏れ (275 箇所にも及ぶ間違い)、ドレン配管 (排水配管) の接続違い、etc., etc.
- 再処理工場を中心とした核燃料サイクル施設は、プルトニウムなど核物質を取り扱う複合施設であり、それぞれが完璧に運転されて初めて安全性が確保でき

る。しかし、現状は到底このレベルではなく、本格稼働してのちの事故の可能性が大きく懸念される。

2）経済性

・ 再処理工場の建設費は、当初見積もりの 7000 億円から 2.2 兆円と、既に 3 倍以上に達し、世界で最も高価な再処理工場施設となっている。
・ 電事連の試算では、総費用 19 兆円のコストがかかることが判明。
・ 海外の識者はウランの価格が 1600 ドル／kg 以上にならないと経済メリットはないと指摘している。
・ 資源利用の観点から見ても、ウランの需給と価格は安定している。

3）必要性……？？？

高速増殖炉サイクルが破綻し、軽水炉サイクルも実施が不確かな今、巨額な費用が発生することが明らかな六ヶ所再処理工場を、運転開始する必要があるのだろうか？

ワンススルーを選択するのか、再処理工場稼働に突入するのか

資源効率の観点から

・ 理論上では、高速増殖炉サイクルによるウランの利用効率は 60 倍、軽水炉サイクルではわずか 1 割程度にとどまるという。国際的に見てもウランの需給と価格が安定している現在、軽水炉サイクルの本格的開始は資源効率上の意味がない。

廃棄物政策の観点から

・ 再処理によって廃棄物の放射能量が低減すると言われているが、放射能量が消滅するのではなく、単に分散するだけで、実質的には低レベル放射性廃棄物は大幅に増加し、再処理工場そのものの汚染も含め、処分・管理が必要な放射性廃棄物がますます増えるだけである。
・ 使用済み燃料の搬出先、あるいは「処分」方便としての再処理工場の運転開始は、ワンススルー、再処理のいずれの選択でも発生する、使用済み燃料の処分問題を先送りするのみである。
・ 当面、東京電力の福島第二原発の使用済み燃料プールの容量逼迫が懸念されているが、昨年の東電不祥事による関東圏の原発一斉停止をみても、原発の稼働停止が直ちに停電につながらない事は明らか。むしろ、各原発サイトで容量増強対策を講じる事が必要。このような状況の中で、原発停止を懸念して、巨額・巨大な負の遺産を生み出す再処理工場の稼働を強行する事は、国としての政策の放棄であり、産業界としての責任回避である。

経済性の観点から

・ 海外の研究によると：

MIT レポート（2003 年）：ワンススルーと比較してプルサーマルの発電コストは 4.5 倍

ハーバード大レポート（2003 年）：再処理・高レベル廃棄物処分のコストはワンススルー・中間貯蔵のコストと比較して 7 割増加

原子力委員会が引用している OECD/NEA の試算でも、ワンススルーと比較してプルサーマルのコストは 1 割増。

・ そもそも、再処理を選択した場合とワンススルーを選択した場合のコスト比較が、日本において本格的に行われていない事が問題。

核不拡散の観点から

・ 日本は、海外再処理などにより既に 38t のプルトニウムを保有しており、これ以上の余剰プルトニウムを保有することは、核不拡散の観点からも好ましくな

い。イランなどは、日本の商業用プルトニウム利用を言い訳にして再処理を目指そうとしており、北朝鮮も、たびたび日本の余剰プルトニウムによる脅威を指摘している。日本の再処理政策（現状ではプルトニウムの過剰保有）が潜在的核保有国の核開発への刺激につながっているのは明らかである。余剰プルトニウムの焼却も目途が立っていないまま、新たにプルトニウムを取り出す施設を運転開始する必要性はまったく見つからず、国際社会における非核国家としての日本の役割を果たすためにも、これ以上の余剰プルトニウムの保有は避けなければならない。

既に原子力委員会などでも、以上のような問題点が、さまざまな識者から指摘されているにもかかわらず、今年夏にも予定される再処理工場でのウラン試験、それに続いて来年夏に予定されるアクティブ試験と、2006 年の本格稼働を目指す再処理工場の運転開始スケジュールは待ったなしに進んでいる。

国と電力会社は、既成事実化をはかるために、電気事業分科会において、まだ始まってもおらず、順調に稼働するかどうかもわからない再処理事業に対して、コストを国民に転嫁する制度化作りに取りかかっている。

一旦アクティブ試験が実施されれば、前述の電事連コスト試算によれば 1.6 兆に及ぶ再処理工場廃止措置費用が確定してしまうことになる（当初見積もりの 3 倍かかった 2 兆円の工場建設費にさらに上乗せ）。

原子力委員会で長期計画の議論がまだ始められてもいないうちから、何故、これから何十年にもわたって数十兆円の手当が必要な再処理工場の稼働を急ぐのか。必要性が根本から問われている現在、ウラン試験を含めた稼働スケジュールを凍結し、再処理工場稼働の是非を問う徹底した議論を今すぐに開始すべきである。そのためには、国だけではなく、政治レベル、地域レベル、そして何より原子力産業界全体がこの問題を真摯に受け止め、自らの産業の健全化と社会貢献を願い、建設的議論に参加する事が重要である。

◎ 原子力産業への提案

もともと核兵器開発から始まった原子力利用は、エネルギーをもたらすだけではなく、行き場のない放射性廃棄物や、周辺地域への汚染、巨大事故、多くの労働者被曝をもたらしてきた。また、いかに「平和利用」と謳おうと、核の影からは逃れ得ず、実際に核の保有を国々に許し、多くの潜在的核保有国を作り出し、疑心暗鬼の元での競争と戦争を生んできた。

わたしたちは、公平で平和な持続可能な社会の確立を目指して、社会の根幹に関わるエネルギー利用を持続可能なものとするために活動を続けている。産業として従事する人々や、廃炉時の原発を含む膨大な放射性廃棄物を既に抱えている原子力産業界には、産業そのものが曲がり角に立つ今、原子力が、地域社会のみならず社会基盤に大きな影響を及ぼしている事を自覚し、特に将来世代に対する責任を考えて頂きたい。原子力産業そのものが「健全」であるためには、国策だからという言い逃れは通用せず、六ヶ所再処理工場に象徴される説得性なき原子力利用に対して発せられた「外からの声」に対して、真摯に耳を傾ける姿勢が望まれる。

以上

地域住民参加型の原子力技術体系の構築をめざして

—六ヶ所村における住民参加による環境中性子測定について—

NPO 法人 資源循環型社会発信地域創造グループ
略称 エッグ
代表 柏谷 弘陽

はじめに

平成 12 年 9 月に青森県から認証を得て設立した「特定非営利活動法人資源循環型社会発信地域創造グループ（略称：NPO 法人エッグ）」は、青森県のボランティア基金である「青い森ファンド」を使い、下北半島六ヶ所村における環境中性子の定点測定を 2001 年に引き続き 2002 年、2003 年、2004 年に金沢大学小村和久教授のもと実施している。「その地域に住んでいる住民の意識以上には、その地域は良くならない」という信念のもと、人間が創り出す「安全」を「安心」に高めるための具体的な活動のひとつとして、将来の青森県を担う地元の生徒たちに下北半島での環境中性子測定の結果を報告している。

地域住民による環境中性子測定の重要性とその意義

平成 13 年（2001 年）、地域住民による環境中性子測定の重要性とその意義に気付いた NPO 法人エッグでは、金沢大学理学部附属低レベル放射能研究施設（LLRL）小村和久教授が JCO 事故の環境影響の評価に当たり、金粒（Au-197）の中性子捕獲反応によって生成した放射性金（Au-198）の極低バックグラウンドガンマ線測定により、JCO 施設から環境への漏洩中性子の精密な評価を行った事実に着目し、下北半島六ヶ所村においても、**核燃料サイクル施設や核燃料加工工場の操業前から**環境中性子の定点測定に着手すべきとの結論に達し、平成 13 年 2 月に金沢大学理学部附属 LLRL の旧尾小屋鉱山のトンネル内に設置された地下実験室を訪れ、下北半島での中性子測定プロジェクトを小村教授の協力・指導の下で実施することとなった次第である。この測定は自然の中性子や人間活動を源とする中性子を 10 年～30 年という長期的見通しのもとにじっくり測って行こうとするもので、米国の Keeling 博士が二酸化炭素について行った長期測定に相当するもと考えられる。なお、NPO 法人エッグでは、原子力を当面、脱・炭素社会実現の最も現実的な柱と考えており、平成 14 年 1 月 17・18 日に実施された「青い森・地球エネルギーフォーラム 2002」（むつ市・六ヶ所村）および、平成 15 年 3 月 9 日六ヶ所村文化交流プラザ（スワニー）において実施された「青い森・地球エネルギーフォーラム 2003」の中で、経済産業大臣・平沼赳夫氏の特別講演を受け、「青森県・下北半島・エナジーランド宣言」（①）—「エナジーランドの心」を未来世代へ—の中で原子力の重要性を高らかにアピールしている。「青い森・地球エネルギーフォーラム 2004」は中川昭一経済産業大臣の特別講演を基調講演として平成 16 年 3 月 27 日県都青森市で開催された。

方法と結果

環境中性子の定点測定地として、核燃料サイクル施設および高レベル廃棄物貯蔵施設に最も近い公共施設である六ヶ所村消防署長室（青森県六ヶ所村尾駮字野附 536）を選んだ。ここにポリエチレン袋に封入した金（Au-197）試料を 2 - 3 週間放置して環境中性子に曝露した。こ

の間に Au-197 が環境中の中性子を捕まえ Au-198 (放射性)になる。環境中性子曝露終了後における放射性金（Au-198）の生成を抑えるために、試料を 0.5mmのカドミウム金属板に挟み、さらにパラフィン製の直径約 15ｃｍの球の中央部に貼り付けて宅急便により金沢大学 LLRL に送付して放射性金の生成量を測定した。

測定結果は、誤差の範囲内で変動も見られず、金沢大学理学部低レベル放射能研究施設（石川県辰口町）での値とほぼ同じであり、平常値の範囲内にあることが確認できた。2003 年の測定結果については平成 15 年 3 月 9 日「青い森・地球エネルギーフォーラム 2003」六ヶ所村（スワニー）で行われた科学教室・小村教室「金（Au-197）を使って六ヶ所村で中性子をはかる」にて、小村教授より東北町立東中学校の受講生徒に直接に解説していただいた。2004 年の測定結果については平成 16 年 3 月 27 日（ぱるるプラザ青森）「青い森・地球エネルギーフォーラム 2004」にて青森山田中学校生徒に直接解説していただいた。

考察

地球環境の保全のためには、原子力の取り扱いを間違わないように運用しつつ、一方で新エネルギーの発展を促すということを進めるべきと考えている。原子力等の大規模安定電源と、風力・太陽光・燃料電池・バイオマスエネルギー等の分散型電源が融和する安定な社会システムの構築を目指さなければならないと考えている。原子力の取り扱いにおける間違いを少しでも防ぐためには、地域住民の原子力技術体系への参加（例えば、測定）と立地地域住民の科学的リテラシー（素養）の向上が強く求められ、NPO 法人エッグがすすめている「青い森・地球エネルギーフォーラム」の主たる目的もそこにある。

地域住民の心底からの科学的理解なくして、真の安定した「安心な地域づくり」も存在しないという時代背景を見逃すことはできない。風力発電、燃料電池、太陽光、バイオマス等の新エネルギーも推進し、原子力の安全な運用を確認しながら維持進行しなければならないと考える。

人間のミス（ヒューマンエラー）が原因と思われる原子力関連施設の問題（ＪＣＯ事故はじめ、その後においても六ヶ所の使用済み核燃料のための貯蔵プール漏水問題＝不良熔接、等）が、引き続き明らかになってきている。

青森県の政策マーケティング委員会の「政策マーケティング 2003」（②）の中で、ワークショップの意見の一つとして「安全と安心の下北へ」の中に次のような意見がある。「雇用の場として原子力施設は大切だが、他人任せの体質では安心できない。住民は、知らされるだけの存在であってはならず、その安全対策は地域住民の参加が一番。住民は目（監視のための）となることができる。住民は科学的判断力を付ける必要がある。安全は創り出して行くものだ。」

地域住民参加型の原子力技術体系の構築こそが今最も求められているように思われてならない。科学技術上の活動（原子力を活用しようとする行為）に対する地域住民の理解と参加行動こそが、安全への近道なのではないだろうか。環境中性子で金（Au-197）から生じる放射性 Au-198 試料を測定して環境中性子を知るシステムの構築は住民参加の代表的な具体例であり、このような科学的な活動こそが、原子力立地地域住民の安心に結びつくものと思われる。原子力に頼らざるを得ない現実の中、本測定継続の意義はきわめて大きいと言えるであろう。

むすび

今日安全であったように明日もあさっても…、永続して安全の日々が続くことによって、信頼が生まれ「安心」に結びつく。

安全は与えられるものではなく、創り出していくものであり、日々の営々とした営みが極めて大切とされねばならない。

「環境の危機」が叫ばれる中、原子力に頼らざるをえない現実において、住民参加型原子力技術体系の構築が、立地地域において着実に進められていくことの意義は、きわめて大きいと言えよう。

なお、本測定によるバックグラウンドデータは2002年より「環境放射能」研究会（高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター、つくば）において毎年、継続して発表されていることをここに報告し、むすびとさせていただきます。

注釈

① 青森県・下北半島・エナジーランド宣言ー「エナジーランドの心」を未来世代へ

青い森・地球エネルギーフォーラム2002

「20世紀は戦争の世紀だった」と言われています。偏在する資源エネルギーの問題がその根底に潜んでいました。経済産業形成に欠くことのできない安定した資源エネルギーの確保こそが世界平和の基礎たる所以であります。

21世紀においては、生きとし生けるもの全てが、それぞれの生を理不尽な圧力から脱し、それぞれがその生をまっとうできる環境をつくらなければなりません。その実現こそが、今を生きる私達に課せられた使命であると考えます。さて、本県は環日本海圏と環太平洋圏の結節点に位置し、「津軽海峡軸構想」等において、県民一体となり、日本およびアジアの発展に大きく貢献する地域となることを目指しています。

ここ青森県・下北半島において私達地域の住民「一人一人」が地球市民としての自覚を持ち、狭い心にとらわれず地球全体の未来のあり方に心をはせ、ここに世界平和の実現をめざし、安定する資源エネルギーの確立を目的とした「エナジーランド・下北の心」を全世界の人々と未来世代へ宣言するものであります。

一、 資源循環型社会を築き、ふるさと青森県の海と大地、わが国の豊かな自然、そして美しい地球環境を守ります。

一、 世界のエネルギー情勢に対応し、先導的なエネルギーの研究開発、実証実験の拠点を目指します。

一、 わが国のエネルギー供給拠点として、豊かで安定した国民生活と持続的な経済発展に貢献します。

一、 将来を担う子供たちが科学やエネルギーに関する幅広い知識を身近で楽しく学べるあたたかい人間性あふれる教育環境をつくります。

一、 地域住民の心底からの理解を基礎とする、従来の大規模安定電源とさまざまな分散型電源が融和し安定するエネルギー特区地域の実現を目指します。

2002年1月17日

青い森・地球エネルギーフォーラム実行委員長

柏谷 弘陽

② 青森県民の「住民満足度向上」を目的に、県外部に第三者機関として「政策マーケティング委員会」を設置し

平成11年度より活動している。事務局は青森県庁政策推進室内にある。連絡先：TEL

017-734-9106（直）、青森県ホームページ：http://www.pre@aomori.jp/

参考文献

1）小村和久：環境放射能研究における極微量放射能測定ーＪＣＯ事故におけるその応用ー第70回環境研セミナー、六ヶ所、平成12年2月

2）小村和久：ＪＣＯ臨海事故に関する（文部省）学術調査概要、Proceedings of the First Workshop on Environmental Radioactivity, 115, KEK, Tsukuba, March 2000

3）小村和久：金の放射化からみた中性子の影響範囲、ibid. 147, KEK, Tsukuba, March 2000

4）青い森・地球エネルギーフォーラム実行委員会：青い森・地球エネルギーフォーラム2002報告書，むつ・六ヶ所，2002年2月

5）柏谷弘陽，小野寺剛，小村和久：下北半島における環境中性子測定，Proceedings of the Second Workshop on Environmental Radioactivity, 265, KEK, Tsukuba, March 2001

6）青い森・地球エネルギーフォーラム実行委員会：青い森・地球エネルギーフォーラム2003報告書，六ヶ所，2003年3月

7）柏谷弘陽，小野寺剛，村林久美子：下北半島における環境中性子測定，Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity, 207, KEK, Tsukuba, March 2002

8）青い森・地球エネルギーフォーラム実行委員会：青い森・地球エネルギーフォーラム2004，青森，2004年3月

9）柏谷弘陽，小野寺剛，鳴海智子：下北半島における環境中性子測定，第5回「環境放射能」研究会，つくば，2004年3月

10）荒谷美智：ＪＣＯ事故後の下北半島市民による自主的な科学活動の計画、Proceedings of the Second Workshop on Environmental Radioactivity, 249, KEK, Tsukuba, March 2001

11）荒谷美智：アクチニドをめぐる下北半島市民の自主的な動き、ibid. 19, KEK, Tsukuba, KEK, March 2002

12）湯浅聖一：住民が監視、事故防止。ＮＰＯが六ヶ所で。金（Au-197）で手軽に中性子測定、毎日新聞、2002年（平成14年）5月23日

Forward to construction of a new system for nuclear technology by participation of the residents

Hiroaki Kashiwaya, Chief Executive officer
NPO Informing and Region Creating Group for Resource Recycling-type Society
Abbreviation: EGG

Introduction

NPO Foundation Informing and Region Creating Group for Resource Recycling-type Society (abbreviation: EGG=Environmental Guardian of Gaia) authorized by Aomori Prefecture in September 2000 has performed a fixed site measurements of environmental neutrons under instruction of Prof. Kazuhisa Komura, Low Level Radioactivity Laboratory (LLRL), Faculty of Science, Kanazawa University since 2001. With a strong conviction that a level of a region does not go beyond a level of intelligence of residents of the region, the NPO EGG reports results of the measurements of environmental neutrons in the Peninsula Shimokita to pupils of junior high schools who bear the future of Aomori Prefecture. It is one of our activities for elevating safety we create to relief.

Measurements of environmental neutrons by the residents: Importance and Significance

It has been heard that Prof. Kazuhisa Komura, LLRL, Kanazawa University, had made a precise measurement of leaked neutrons in the neutron criticality accident at the Tokai Factory of JCO for converting nuclear fuels by means of ultra low background gamma-ray spectroscopy of radioactive Au-198 formed by neutron capture of Au-197 (natural gold), and we have thought that the fixed site measurements of environmental neutrons at Rokkasho village should be started **before operation of spent nuclear fuel recycling facilities (under construction) and nuclear fuel converting facilities**.

In February 2001 the EGG visited underground laboratory constructed in the tunnel of closed mine Ogoya, LLRL, Kanazawa University (Tatsunokuchi, Ishikawa). After the inspection of the laboratory the EGG has concluded that we start the project of environmental neutron measurements under instruction and collaboration by Prof. Komura. The measurements are not a daily monitoring for us at present, but correspond to the well known long-term measurements over several ten years of carbon dioxide in the air at Hawaii by Dr. Keeling, which are made for our children and grandchildren.

The EGG has organized Gaia Aoimori Energy Forum 2002 (keynote address: Hiranuma Minister of Economy and Industry) at Rokkasho Village and Mutsu City in Peninsula Shimokita, Gaia Aoimori Energy Forum 2003 (keynote address: Hiranuma Minister of Economy and Industry) at Rokkasho Village and Mutsu City in Penin. Shimokita. On the base of his address, we have adopted a joint declaration (①) that Penisula Shimokita, Aomori is an Energy Land and Heart of the Energy Land accepts the importance of nuclear power. Gaia Aoimori Energy Forum 2004 also has been organized (keynote address: Shoichi Nakagawa Minister of Economy and Industry) at Aomori City.

Method and Result

A fixed site for measurements of environmental neutrons was located in the the Head Office of Rokkasho Fire Department. The office building is situated at 536, Nozuki, Obuchi, Rokkasho, Aomori, 039-3212,Japan), and is one of the nearest public buildings from the Spent Fuel Recycling Facilities under construction and Storage Center of Canisters for High-level Vitrified Substance already in operation. Gold grains or plates (Au-197) packed with polyethylene ware placed in the Office for about 2 weeks. This means exposure of the samples to environmental neutrons. An atom of Au-197 captures a neutron, and forms an atom of Au-198 which is radioactive. In order to prevent formation of radioactive gold (Au-198) after the exposure in the office, the sample was put between cadmium plates of 0.5 mm thick, packed in the center part of paraffin ball of 15 cm in diameter, quickly transported to LLRL, Kanazawa University (Tasunokuchi, Ishikawa), and measured by means of ultra low back ground gamma-ray spectroscopy.

The result of measurements was regarded to be reasonably constant in the range of error in measurement. The numerical values are comparable to the results of measurement in Tatsunokuchi. The measurements were made in similar way in 2003 as well as in 2002. The Results from start to 2003 ware explained to pupils of Tohoku Municipal Higashi Junior High School directly by Prof. Kokura in the Komura Class of Science Classes of Gaia Aoimori Energy Forum 2003 held in Rokkasho Culture Exchange Plaza, Rokkasho on March 9, 2003 (Photo 1). The results obtained from start to 2004 were explained to pupils of Aomori Yamada Junior High School in the Science Class of Gaia Aoimori Energy Forum held in Paruru Plaza Aomori on March 27, 2004.

Discussion

The EGG has thought that development of new energies should be proceeded with in addition to the practical use of the nuclear energy for preservation of the global environment, and that both concentrated –type power source of large scale, for example, nuclear energy, and dispersed type power source of small scale such as wind power, solar power, fuel cell, and biomass energy should be networked in harmony, and construction of a stable social system should be aimed on the bases of various power sources. In order to prevent a mishandling in the processing in the nuclear facilities, participation of the residents to nuclear technology system (for example, measurements) and science literacy among the residents enough to participate are thought to be intensely needful. This is the main purpose of Gaia Aoimori Energy Forum every year the EGG organized.

Without scientific understanding deep in mind of the residents, it is not impossible for us to create a region giving us relief on safety from a viewpoint of the trends of the present age. We must proceed with both new energies such as wind power, solar power, fuel cell and biomass energy and a practical use of nuclear energy with caution enough to safety and relief.

Problems attributed to a human error have happened at the nuclear facilities, for example, water leakage of a cooling pool for burnt nuclear fuels from nuclear power stations. In a collection of opinions, "Forward to Peninsula Shimokita of safety and relief" by the Aomori Prefecture Policy Marketing Committee(②), a following comment is seen: "Nuclear facilities

are important as places for employment, but it does not lead us to relief to leave safety to others. The residents must not be what are simply taught. The best policy for safety is participation of the residents. The residents with science literacy and with eyes of judgment are able to create the safety in the region." Safety is not what is to be given, but what is to be created. Activity for participation and understanding of the residents to utilization of nuclear power for their own happiness is a royal load to the safety in the region. This is the reason for necessity of the level-up of science literacy among the residents. The construction of the systems for measurements of environmental neutrons using radioactive gold (Au-198) from gold (Au-197) is a definite example of participation of the residents. This kind of scientific activities of the residents lead themselves to their own relieves in the region. Importance and significance of the measurements is extremely great.

Conclusion

As it has been safe today and it will be safe tomorrow, if days go safe in the region, the residents will be led to confidence to the nuclear facilities and relief in the region. Safety is not what to be given, but what to be created by their own scientific activities as measurements. In the real world where "a crisis of environment" is discussed and they must rely on the nuclear power, it is greatly significant that construction of the systems for nuclear technology by participation of the residents is promoted step by step in the site of nuclear facilities. The data obtained in the measurements have been presented every year at "Workshop of Environmental Radioactivity" organized by High Energy Accelerator Research Organization, Tsukuba since 2002.

Notes

① A Joint Declaration of Energy Land, Peninsula Shimokita, Aomori Prefecture

Heart of Energy Land Shimokita to Future Generation

Gaia Aoimori Energy Forum

It is said that the 20th century was century of wars. There has lain behind them the Problem of localized energy resources. In the 21st century, an environment must be constructed where all the beings liberate themselves from the unreasonable pressure, and accomplish their own lives. We think realizing such an environment as an appointed task for us nowadays alive. Here, at the Peninsula Shimokita, Aomori Prefecture, we, all the participants of Gaia Aoimori Energy Forum 2002 declare Heart of Energy Land Shimokita to the people in the world, especially to future generation, where we are conscious of ourselves as the earth citizens, think a future of the earth without a narrow mind, and aim at stable energy hub towards the world-wide peace.

1. We preserve the beautiful earth environment and an affluent nature through making a resources recycling society.
2. We aim at construction of an energy hub for advanced research, development and demonstration

on the situation in the world.

3. We contribute to a stable and affluent livelihood of people, and sustainable development of economy as an energy-supplying site.
4. We make a tenderhearted environment for education of future bearing children where they are able to learn sciences and knowledge on energy widely.
5. We aim at realizing a specific region for energy by means of dispersed-type of new power stations in small scale, in addition to concentrated-type of conventional power stations in big scale on basis of true understanding by regional inhabitants.

January 17, 2002
Hiroaki Kashiwaya

②Policy Marketing Committee: The office is establied in the Local Government of Aomori Prefecture. Phone: 017-734-9106, Home Page: http://www.pre@aomori.jp/

References

1) Kazuhisa Komura: Measurements by means of Ultra Low Back Ground Gamma-ray Spectroscopy in Environmental Radioactivity Research: Application to JCO Critical Accident, The 70th Institute for Environmental Sciences Seminar, Rokkasho, February 2000
2) Kazuhisa Komura: Overview of the Monbusho Research Group on JCO Critical Accident, Proceedings of the First Workshop on Environmental Radioactivity, 115, KEK, Tsukuba, March 2000
3) Kazuhisa Komura: Evaluation of Environmental Impact of Neutrons Evaluated by Activation of Gold, ibid. 147, KEK, Tsukuba, March 2000
4) Organizing Committee of Gaia Aoimori Energy Forum 2002: Report of the Gaia Aoimori Energy Forum 2002, Mutsu/Rokkasho, Feb. 2002
5) Hiroaki Kashiwaya, Tsuyoshi Onodera and Kazuhisa Komura: "Measurements of environmental neutrons in Peninsula Shimokita", Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity, 265, KEK, Tsukuba, March 2002
6) Organizing Committee of Gaia Aoimori Energy Forum 2003: Report of the Gaia Aoimori Energy Forum 2003, Rokkasho, March 2003
7) Hiroaki Kashiwaya, Tsuyoshi Onodera and Kumiko Murabayashi: "Measurements of environmental neutrons in Peninsula Shimokita", Proceedings of the Fourth Workshop on Environmental Radioactivity, 207, KEK, Tsukuba, March 2003
8) Organizing Committee of Gaia Aoimori Energy Forum 2004: Gaia Aoimori Energy Forum 2004, Aomori, March 2004
9) Hiroaki Kashiwaya, Tsuyoshi Onodera and Tomoko Narumi: "Measurements of environmental neutrons in Peninsula Shimokita", The Fifth Workshop on Environmental Radioactivity, KEK, Tsukuba, March 2004
10) Michi Aratani: A NPO Project for Measurement of Environmental Neutrons in the Peninsula Shimokita after the JCO Criticality Accident, Proceedings of the Second Workshop on Environmental Radioactivity, 249, KEK, Tsukuba, March 2001

11) Michi Aratani: Voluntary Activities on Actinides by the Public in Peninsula Shimokita, Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity, 19, KEK, Tsukuba, March 2002
12) Sei-ichi Yuasa: The residents watch to prevent accidents. NPO in Rokkasho. Measurement of neutrons using gold with ease. Mainichi Shinbun, May 23, 2002

平成16年4月18日改定

電力総連　坂元

第３７回原産年次大会　セッション５　「市民社会の中の原子力」

「日本のエネルギー・原子力、環境政策」

（はじめに）

私たち、電力総連は、北海道から沖縄まで全国の電力とその関連産業に従事する２３１の労働組合、２２万４千名の組合員で構成しています。

私たちは、国民生活、経済活動に欠かすことのできない電力というインフラ産業に携わるものとして、国民生活に影響を及ぼさないよう、長年にわたり発電・送電・配電の一貫体制のもとで平時はもとより、台風や雷、地震などの災害時においても、安定的に電力を送り届けることを最大の使命として、家族を含めて自負を持ちながら行動してまいりました。

また、エネルギー産業に働く立場から、特に、国の根幹にかかわる資源エネルギー政策に関しては、責任と自覚を持ち、環境対策なども含め、政策提言や理解活動に取り組んでいるところです。

このような中で、一昨年、議員立法でエネルギー政策基本法が成立し、「安定供給の確保」「環境への適合」、これらを考慮した「市場原理の活用」の考え方を基本理念として、昨年秋に「エネルギー基本計画」が策定されたことは、喜ばしいことであると同時に、労働組合の立場でも、その趣旨を踏まえた「安定供給の確保や環境への適合」に対する責任の重さをあらためて感じているところであります。

私たちは、わが国のエネルギー政策において重要なことは、「自給率」と「環境」であると考えますが、まず、主要なエネルギーに対する考え方を述べます。

（化石燃料）

石油は、輸送部門を含め、汎用性が高くエネルギーとして使い切ってしまうよりは、工業製品としての利用や、再資源化を図ることが有用であります。

石炭は、供給安定性に優れていますが、環境負荷低減の観点から、一層のクリーンコールテクノロジーの進展が望まれます。

天然ガスは、石油の代替としてや、資源調達の多様化という観点から一定の導入は必要なものの、石油同様、諸外国からの輸入に頼らなければなりません。

また、化石燃料は、環境特性において、再生可能エネルギーや原子力には到底及ばず、無制限にその利用を進めるわけにはいかないと考えます。

いずれにしましても、技術先進国である日本が、２０世紀と同様に化石燃料をどんどん燃やし続けることは慎むべきと考えます。

（原子力発電）

原子力発電は、「脆弱なエネルギー供給構造を是正する」「最終エネルギー消費に占める石油依存度を低下させる」といった国のエネルギー政策によって、国策・民営を基本に導入されてきたものです。

また、環境政策の観点からも、エネルギー供給における脱化石燃料の要請が大きくなっており、わが国においても京都議定書の削減目標を達成するには、原子力発電所のさらなる導入が必要であります。

そのような社会的要請があるにもかかわらず、一方では、原子力発電所のトラブルや不祥事、あるいは電力自由化の流れの中で、原子力発電のあり方が問われています。加えて、様々な要因によって原子力全般の開発が計画通りに進まないという課題があり、それらの課題克服に向けた取り組みが必要であります。

そのベースになりますのは「信頼」であります。事業に従事する私たちが、関係職場全体で地道に、愚直なまでにきっちりとやるべきことをやる。それが「社会的信頼の構築」につながるものと考えます。

また、現場で働く労働者の安全が、原子力発電所立地地域の方々はもとより、国民の安全と安心感の構築につながるとの認識からも、職場環境のベースである「労働災害の撲滅」に取り組んでまいりました。各職場において、墜落、感電など各種災害、さらに原子力職場特有の放射線障害の防止に取り組んでいます。

今、経営効率化は「世の中をあげて」と言っていいほど、進められていますが、「安全に係るコストの削減をさせない」「可能な限り被ばくを少なくする作業時期の設定や工法の選択」といった対応もそれぞれの労使で取り組んでいるところです。今後も安全については厳しく対応してまいります。

なお、原子力は、好むと好まざるとエネルギー面と軍事的側面が切り離せません。私たちは、原子力の軍事的側面を「頑」として拒絶した平和利用に限定し、核の不拡散に対する高いレベルの技術を通じて、諸外国からの信頼を得ながら、エネルギーの安定供給を確保していくことが極めて大切であることは言うまでもありません。

（再生可能エネルギー）

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、「枯渇するおそれがない」「環境特性に優れている」「純粋な国産エネルギー」であることから、少資源国であるわが国においては、エネルギーセキュリティおよび地球温暖化対策の両面から、積極的に導入を進めるべきと考えます。

しかしながら、「天候などの自然環境に大きく左右される」「エネルギー効率が悪い」「現段階では発電コストが高い」という欠点もあります。

したがって、更なる技術開発によって安定供給化、コストダウンを進めるとともに、これらの課題を踏まえたうえで、水力、火力、原子力といった電力との供給バランスを考慮しながら進めるべきと考えます。

また、水素エネルギーを活用した燃料電池は、「高い効率性を有している」「発電の際に燃焼を伴わない（炭酸ガス等を出さない）ため環境負荷が低い」優秀なエネルギーであります。しかし、これは利用側の話であります。

供給側では、製鉄所や石油化学プラントなどの工場で工業用原材料から副産物として製造されていますが、大量消費に対応するには、化石燃料を高温で燃やし、化学反応させる水蒸気改質法が主流であります。水素を作る段階でＨを取り出せば、残ったＣは炭酸ガスになり、これでは「クリーンなエネルギー」とは言えません。

利用側において低廉で、効率の良いバッテリーを開発することも大切でありますが、高温ガス原子炉や、バイオマスを利用した化石燃料に依存しない「水素製造技術の開発」によって、製造段階から利用段階に至るカーボンフリーの水素エネルギーシステムの構築が必要であります。

（省エネルギー）

省エネルギーは、エネルギーの安定供給と地球環境問題には欠かすことができないものです。限りある資源を有効かつ大切に利用するには、日本のような技術的・経済的先進国が、「省エネルギー機器の開発」「資源・エネルギーの効率的利用」することが必要不可欠です。

わが国の省エネルギー対策は、世界的に見てもトップクラスにありますが、引き続き省エネルギーを進めるには、国民生活にとっても、企業活動にとっても将来にわたり継続可能なものであるべきです。

やみくもに、消費自体に制限を設け需要を抑制するのではなく、省エネ技術開発の促進、エネルギー効率的利用を図ることや、国民への啓蒙が重要であります。

特に、国全体として省エネルギーを実践することは、国民の一人ひとりの義務でもあり、そのことが結果して、自給率向上にカウントできるのではないかと考えます。省エネルギーは、地球環境を守ることにつながるという啓蒙と実践を進める政策が必要であります。

（わが国のエネルギー政策）

以上、それぞれのエネルギーの特性を踏まえた上で、わが国のエネルギー政策について申し上げます。

言うまでもなく、エネルギー自給率が極めて低いわが国において、エネルギーの安全保障上、どのようにエネルギーを安定的に確保するかが大切であります。

わが国の自給率は、原子力を含めても２０％と先進諸国の最低位に属しています。

将来にわたる安定した国民生活、ひいては国益を考えるのであれば、自給率の向上なくしてエネルギーの安全保障は語れないもので、最優先の取り組みが必要であります。

その意味で、しっかりとした軸足を担うエネルギーが必要であり、「最近、原子力はちょっと難しいから、化石燃料にシフトしたほうがいいのでは」といった政策では、国益に適わないと考えます。

準国産エネルギーである原子力発電、核燃料サイクルをきっちりと確立することで、基幹となるエネルギーを確保するという基本政策をぶれさせないことが大切であります。

その上で、「再生可能エネルギーの有効活用」「ＬＮＧをはじめとする化石燃料の効率的活用」「水素エネルギー技術の進化」など、それぞれのエネルギー特性を考慮し、多様に対応していくことがわが国の基本である考えます。

そして、中国を中心とするアジアでのエネルギー消費の急増が予想される中、日本だけで、環境対策を実施していても地球環境全体での効果はわずかなものです。

「環境対策技術」「省エネルギー技術」そして「平和利用を前提とした原子力技術」を一層進展させ、それら技術の輸出によって国際貢献することが、少資源国でありながら、エネルギー大国、技術大国、日本に課せられた責務ではないかと考えます。

以　上