

原子力と核不拡散、核セキュリティに係る 国際フォーラム

－核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保と
アジアにおける地域協力を結果報告

Report of the International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Non-proliferation
and Nuclear Security – Measures to Ensure Nuclear Non-Proliferation and Nuclear
Security for the Back End of Nuclear Fuel Cycle and Regional Cooperation in Asia–

(編) 田崎 真樹子 山村 司 鈴木 美寿 久野 祐輔
持地 敏郎

(Eds.) Makiko TAZAKI, Tsukasa YAMAMURA, Mitsutoshi SUZUKI, Yusuke KUNO
and Toshiro MOCHII

核物質管理科学技術推進部

Department of Science and Technology for Nuclear Material Management

March 2013

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

**原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム
-核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保とアジアにおける地域協力-
結果報告**

日本原子力研究開発機構
核物質管理科学技術推進部

(編)田崎 真樹子、山村 司、鈴木 美寿、久野 祐輔、持地 敏郎

(2013 年 1 月 22 日受理)

日本原子力研究開発機構は、2012 年 12 月 12 日、13 日に、公益財団法人 日本国際問題研究所及び国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科の共催を得て、「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム-核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保とアジアにおける地域協力-」を開催した。

フォーラムでは、日本、国際原子力機関(IAEA)、米国、仏国及び韓国の有識者、政府関係者が、其々の国や所属機関等における原子力平和利用と核不拡散に係る取組み等について講演した。また、パネル討論では、「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策」、「アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ方策、多国間協力枠組み」という 2 つのテーマを設定し、前者では、バックエンドにおける核不拡散及び核セキュリティの観点からの課題及び対応方策を我が国の原子力政策も踏まえて議論した。また、後者では、アジアの原子力利用における核不拡散・核セキュリティ確保の方策、日本等の原子力先進国を含む本分野の多国間協力枠組みの実現性について供給国側の視点から議論した。パネル討論には、日本、IAEA、米国、仏国、韓国、露国及びカザフスタンの専門家等がパネリストとして参加し、活発な議論を展開した。

本報告書は、同フォーラムの基調講演の要旨、パネル討論の概要及びパネル討論で使用された発表資料を収録したものである。

なお、基調講演の要旨、パネル討論の概要等の文責は編者にある。

Report of the International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security - Measures to Ensure Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security for the Back End of Nuclear Fuel Cycle and Regional Cooperation in Asia-

(Eds.) Makiko TAZAKI, Tsukasa YAMAMURA, Mitsutoshi SUZUKI,
Yusuke KUNO and Toshiro MOCHIJI

Department of Science and Technology for Nuclear Material Management,
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 22 2013)

The Japan Atomic Energy Agency (JAEA) held “International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security - Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security for the back end of nuclear fuel cycle and regional cooperation in Asia-” on 12 and 13 December 2012, co-hosted by the Japan Institute of International Affairs (JIIA) and School of Engineering, The University of Tokyo.

In the forum, keynote speakers from Japan, International Atomic Energy Agency (IAEA), the U.S., France and Republic of Korea (ROK), respectively explained their efforts regarding peaceful use of nuclear energy and nuclear non-proliferation. In two panel discussions, entitled “Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security of nuclear fuel cycle back end” and “Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security for nuclear energy use in the Asian region and a multilateral cooperative framework”, active discussions were made among panelists from Japan, IAEA, the U.S., France, ROK, Russia and Kazakhstan.

This report includes abstracts of keynote speeches, summaries of two panel discussions and materials of the presentations in the forum. The editors take full responsibility for the wording and content of this report except presentation materials.

Keywords: Nuclear Energy, Nuclear Non-proliferation, Nuclear Security, Back End of Nuclear Fuel Cycle

目 次

1. はじめに	1
2. 「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム –核燃料サイクルのバックエンド における核不拡散、核セキュリティ確保とアジアにおける地域協力–」結果報告	2
2.1 フォーラムの概要	2
2.2 開会挨拶	3
2.3 基調講演	5
2.3.1 「日本の原子力利用と核不拡散」	5
2.3.2 「核燃料サイクルのバックエンド:保障措置に係る現状及び将来の課題」	7
2.3.3 「米国の原子力利用と核不拡散の取組み」	9
2.3.4 「仏国新政権の原子力エネルギーと核不拡散政策」	11
2.3.5 「韓国の視点:原子力エネルギー、核不拡散、原子力安全」	13
2.4 パネル討論 1 「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保 の方策」の概要	15
2.5 パネル討論 2 「アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ方策及び 多国間協力枠組み」の概要	23
2.6 閉会挨拶	32
3. おわりに	33
付録 1 プログラム	35
付録 2 基調講演者、パネルの座長及びパネリスト等のプロフィール	37
付録 3 発表資料集	47

Contents

1. Introduction	1
2. Summary of the International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security - Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security for the back end of nuclear fuel cycle and regional cooperation in Asia-	2
2.1 Outline of the Forum	2
2.2 Opening Remarks	3
2.3 Keynote Speeches	5
2.3.1 “Utilization of Nuclear Energy and Nuclear Non-proliferation in Japan”	5
2.3.2 “Nuclear Fuel Cycle Back End - Present and Future Safeguards Challenges”	7
2.3.3 “U.S. Approaches to Nuclear Energy and Nuclear Non-proliferation”	9
2.3.4 “The New French Administration’s Nuclear Energy and Nuclear Non-proliferation Policies”	11
2.3.5 “Korea’s Perspective: Nuclear Energy, Nonproliferation and Safety”	13
2.4 Panel Discussions 1	
“Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security of nuclear fuel cycle back end”	15
2.5 Panel Discussions 2	
“Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security for nuclear energy use in the Asian region and a multilateral cooperative framework”	23
2.6 Closing Remarks	32
3. Conclusion	33
Appendix 1 Program of the Forum	35
Appendix 2 Profile of speakers, chairpersons and panelists	37
Appendix 3 Presentation materials	47

1. はじめに

日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という)は、核不拡散政策に関する一般公衆の理解促進と国際貢献を目的として、毎年、原子力平和利用と核不拡散に係る国際フォーラムを開催している。本フォーラムでは、その時々今日の課題に焦点を当てた議論を通じ、原子力平和利用と核不拡散の両立に係る種々の課題や方策について国内外の理解を深めるとともに、我が国及び原子力機構の核不拡散への取組みを紹介している。

現在の核不拡散と原子力平和利用を巡る課題の一つは、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故(福島原子力事故)後の我が国のエネルギー政策の見直しを核不拡散及び核セキュリティの観点から、いかに捉えるかということであろう。2012 年 9 月にエネルギー・環境会議が発表した「革新的エネルギー・環境戦略」では、原発に依存しない社会の実現を目指し、2030 年代に原発稼働ゼロとすることを目標として掲げつつ、他方で従来の方針に従い再処理事業に取り組むとしている¹。しかし当該方針は結果として、我が国が国内外に既に保有しているプルトニウムに加え、利用計画が明確でないプルトニウムを新たに生み出すことに繋がりがねず、核拡散及び核セキュリティ上の懸念が国内外から指摘されている²。他方、日本を取り巻くアジア地域に目を向けて見ると、ペースダウンは予測されるものの新規の原子炉導入や原子炉増設の動きは依然として続いており、これに対し福島原子力事故において学んだ 3S(原子力安全(Safety)、核不拡散/保障措置(Safeguards)、核セキュリティ(Security))の確保をいかに実現していくかが重要な課題であろう。また、原子力利用において発生する使用済燃料、廃棄物をいかに取り扱っていくかも各国共通の課題であろう。

このような状況を踏まえ、原子力機構は、2012 年 12 月 12～13 日に、公益財団法人 日本国際問題研究所及び国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科の共催を得て、「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム-核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保とアジアにおける地域協力-」を開催した。フォーラムでは、原子力先進国及び国際機関の有識者、政府関係者が、原子力平和利用と核不拡散に係る取組みについて講演を行い、その中には日本の今後の取組みに対する具体的な期待等も盛り込まれた。またパネル討論 1 では、核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティの観点からの課題と対応方策、具体的には使用済燃料の再処理と直接処分というバックエンドの 2 つのオプションに伴う核拡散及び核セキュリティ上の課題と、我が国において分離プルトニウムの増加が想定されることに対する国際的な懸念への対応方策が議論された。続くパネル討論 2 では、アジア諸国が原子力利用を拡大していく状況の中で、地域全体として核不拡散及び核セキュリティ確保の観点から、原子力供給国の原子力資機材の輸出に係る核不拡散と核セキュリティの担保方策、受領国の保障措置や核セキュリティに係る支援の仕組み、さらに 3S を確保する手段の一つとしての多国間協力の枠組みの提案及びその実現可能性について議論した。

フォーラムには、約 200 名の参加があり、会場からも多くの方々に積極的に討論に加わって頂き、活気のあるフォーラムとなった。本報告書は、同フォーラムの基調講演の要旨、パネル討論の概要及びパネル討論で使用された発表資料を収録するものである。フォーラムでの議論が、我が国における今後の原子力利用と核不拡散、核セキュリティに係る議論に資することを期待する。

¹ 国家戦略室ホームページ http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120914/20120914_1.pdf

² 例えば、Daniel Horner, “Strains Seen in Japan’s Plutonium Policy”, Arms Control Association, November 2012, http://www.armscontrol.org/act/2012_11/Strains-Seen-in-Japans-Plutonium-Policy

2. 「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム」 -核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保とアジアにおける地域協力- 結果報告

2.1 フォーラムの概要

日 時: 2012 年 12 月 12 日(水)10 時～17 時、13 日(木)9 時 30 分～12 時

場 所: 東京大学 伊藤国際学術研究センター

主 催: 独立行政法人 日本原子力研究開発機構

共 催: 公益財団法人 日本国際問題研究所、国立大学法人 東京大学大学院工学系研究科

講演者、座長、パネリスト:

海外: 国際原子力機関、米国、仏国、韓国、露国、カザフスタン

国内: 原子力及び国際政治関係機関、大学等

参加者数: 約 200 人

【基調講演】:

- 1) 日本の原子力利用と核不拡散
有馬 朗人 学校法人根津育英会武蔵学園長、元科学技術庁長官、元文部大臣
- 2) 核燃料サイクルのバックエンド - 保障措置に係る現在及び将来の課題
Herman Nackaerts 国際原子力機関(IAEA) 保障措置担当事務次長(代読)
- 3) 米国の原子力利用と核不拡散の取組み
Peter Hanlon 米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA)
防衛核不拡散局 核分裂性物質処分担当次官補代理(代読)
- 4) 仏国新政権の原子力エネルギーと核不拡散政策
Frédéric Mondoloni 仏国原子力・代替エネルギー庁 企画・渉外局長兼国際本部長(代読)
- 5) 韓国の視点: 原子力エネルギー、核不拡散、原子力安全
Park Ro-byug 韓国外交通商部 エネルギー資源大使

【パネル討論1】:

「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策」

【パネル討論2】:

「アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ方策及び多国間協力枠組み」

2.2 開会挨拶

鈴木 篤之
日本原子力研究開発機構 理事長

「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム」の開催に当たり、主催者を代表して、一言ご挨拶申し上げます。本フォーラムにお集まりいただいた皆様、特に海外の様々な国や国際機関から、また、国内からも講演者及びパネリストとして多くの専門家にご参加いただいたことに感謝申し上げます。

本フォーラムが国内外の方々から様々な御意見を頂戴することにより、真に有意義で建設的なものになることを期待する。本フォーラムは、年末のこの時期に毎年開催し、今年は東京大学の元総長で、参議院議員として文部科学大臣にも就かれ、日本の科学技術行政の総帥として陣頭指揮していただいた有馬朗人先生に、お忙しい中御出席頂き最初の基調講演を引き受けて頂いた。先生は原子核物理学の泰斗で、原子力に関するご造詣が深く、また、その科学技術的本質を洞察されておられる。本日は、福島原子力事故以降、その教訓を生かすべく取り組みつつも、なかなか先が見えない原子力の現状に対し、厳しくも温かいご叱責をいただけることを期待している。日本以外からは、IAEA、米国、仏国、韓国から、基調講演をお願いしており、事故以降の情勢変化を踏まえた状況を御紹介いただける予定である。

福島原子力事故の結果、原子力安全の徹底的強化が図られつつあると同時に、いわゆる 3S のうち、原子力安全以外の 2S、すなわち、保障措置及び核セキュリティも原子力利用を進める上において必須であることは言うまでもない。実際、2012 年 9 月に、我が国で新たに設立された原子力規制委員会及び原子力規制庁は、2013 年 4 月にその所掌範囲を拡大し、核セキュリティ、保障措置を含むすべてに係る規制機関として、その役割を担うことになっている。

核不拡散・核セキュリティの不変的重要性に鑑み、原子力機構は今後とも、平和利用と核不拡散に関する社会的理解の増進と国際的議論の促進を目的として、このフォーラムを、毎年開催し、その時々々のトピックスに関する課題とその解決策を率直に話し合っていくことを考えている。

今年のフォーラムでは、国際的に話題となっている 2 つの課題を取り上げる。一つは核燃料サイクルのバックエンドであり、もう一つはアジアにおける原子力発電の拡大である。

福島原子力事故以降、原子力政策が見直されているが、いかなる政策をとったとしても、核不拡散及び核セキュリティを確実に維持して行くことの必要性に変わりはない。核燃料サイクルのバックエンドはその観点からもっとも注意を払うべき領域と考えられ、本日午後に予定されるパネル討論 1 では、バックエンドに焦点を当てた討論をお願いしている。

また、原子力発電の拡大が想定されているアジアにおいて、核不拡散と核セキュリティを確保しつつ原子力発電を進めて行くことが地域全体にとって極めて重要である。この観点から、明日の

午前に予定されるパネル討論 2 では、アジアの原子力平和利用確保策及び、同分野における日本等の原子力先進国を含む多国間協力の枠組みの実現性について、供給国側の視点からの議論をお願いしている。

いずれのテーマも、原子力平和利用を世界的に進めて行く上で解決せざるを得ない問題であり、極めてチャレンジングな課題である。もとより、一日や二日で議論を尽くすことはできないが、今後の方向性を考える上で貴重なご示唆をしていただけることと期待している。

2.3 基調講演

2.3.1 「日本の原子力利用と核不拡散」

有馬 朗人

学校法人根津育英会武蔵学園長
元科学技術庁長官/元文部大臣

一次エネルギー資源が非常に少なく、自給率が僅か 4%に過ぎない日本にとって、エネルギーセキュリティの確保は極めて重要な課題である。また、地球温暖化の危機を避けるためにも、日本は再生可能エネルギーの開発を早急に進めなければならない。同時に安全性を十分に確立し、核不拡散を完全に守りつつ、原子力の利用についても将来計画を立てなければならない。

2011 年 3 月 11 日の福島原子力事故は国民の原子力に対する不信感を生むことになったが、一時的な感情やポピュリズム的立場からでなく、理性的、科学的な議論を行い、冷静に将来を決定して行かねばならない。

福島原子力事故について更に調査研究を進め、事故の状況を十分に分析、反省し、将来への対策を立案する上で大いに教訓を学び取るべきである。2012 年 9 月の原子力規制委員会の発足により、①原子力規制と利用の分離、②規制の一元化、③透明性の高い情報公開、④重大事故対策の強化、最新知見に基づく原子力安全規制の実施、40 年運転制限の導入等の原子力規制の転換、⑤原子力防災体制の強化、を柱とした原子力規制体制の改革が進んでいるが、この改革を強力に遂行すべきである。

長年原子核物理学を研究し、更に科学技術庁長官として原子力に関係してきた人間として、いくつかの反省点を述べたい。1997 年頃、当時の橋本首相が行政改革を進めたが、文部省と科学技術庁が合併し文部科学省となったことにより、文部科学省の中の原子力の優先順位が相対的に下がったという点、原子力の推進と規制の分離が不十分であった点が反省点として挙げられる。また、核燃料サイクルのバックエンド技術の確立をもっと進める努力をすべきであったと考える。廃炉、再処理、最終処分等のバックエンド技術の研究や開発は、今からでも遅くなく、早急に推進すべきである。特に急ぐべきは、高レベル放射性廃棄物の最終処分場の決定である。更には、原子力発電所における津波対策については過信があったことも反省点として指摘しておきたい。

原子力利用と核不拡散について、日本は国際的な責任を有するということを忘れてはいけない。日本は既に 2011 年末現在、国内で 9.3ton、仏国と英国に合計 35ton のプルトニウムを保持している。日本には、このプルトニウムをどのように使用して行くかについての国際的な説明責任がある。日本は今日まで原子力平和利用に対する国際的な信頼に基づいて、原子力利用を進めてきた。我々はこのような信頼を失う行為をしてはならず、信頼を維持すべく慎重に行動すべきである。

再生エネルギーの開発には時間がかかること、比率を増やそうとしても一定の限界があることはドイツの例が示す通りであり、引き続き原子力を利用していく必要がある。日本では長期的な研究開発

の努力の結果、原子力の技術的水準は世界的に最も高い国の一つになっている。国際的見地から、日本の技術力かつ人的基盤を維持、強化することが我々の責任である。

将来のために私が提案したいことは、

1. 日本は、廃炉、事故処理、高レベル放射性廃棄物の最終処分、核不拡散・核セキュリティ、高速炉など次世代の原子炉や核燃料サイクルの研究開発の分野で活躍すべきこと
2. 福島第一原子力発電所の現場に、国際的な原子力研究所を作り、廃炉処理の研究や、安全性の研究を国際的に行うべきこと
3. 大学や、原子力機構等、原子力研究機関の研究基盤を強化すべきこと
4. 原子力の規制及びそのための研究開発は、相互の連携を確保する観点から一つの機関で実施すべきこと
5. エネルギー安全保障の長期的展望の観点から、原子力エネルギー政策を議論する場として、原子力委員会の役割を保持すべきこと

などである。

2.3.2 「核燃料サイクルのバックエンド: 保障措置に係る現状及び将来の課題」

ハーマン ナカーツ

国際原子力機関(IAEA) 保障措置担当事務次長

(代読:ピーター ランス IAEA 保障措置局実施 A 部調整支援課長)

1970 年～80 年代にかけて、IAEA による申告核物質の検認は概ね関係者を満足させるものであったが、1991 年に露見したイラクの秘密裡の核兵器計画により、未申告の核物質及び原子力活動の検知能力の強化が提起された。これを契機に導入された追加議定書は、国家の原子力活動に関する追加的な情報を IAEA に提供、また IAEA に対し幅広いアクセス権を認めることにより包括的保障措置を補完するものとなっている。また IAEA は、保障措置の実施及び評価について国全体を対象として見る国家レベルの保障措置手法(国レベルのアプローチ)を導入した。このような国家を「全体として」見る手法は、保障措置上最も重要な課題にその資源を集中するもので、保障措置の強化とともにその有効性と効率性の向上の要求にも応えるものである。

2010 年 9 月に保障措置担当事務次長に就任した直後から、私は、国レベルのアプローチを更に発展させ、より広範に適用するプロジェクトを開始した。このプロジェクトは統合保障措置が適用されている国だけでなく、保障措置協定を締結する全ての国に対して国レベルのアプローチを適用しようとするものである。こうしたアプローチにおいては、保障措置の適用にあたり、核燃料サイクル能力、保障措置協定、IAEA との協力の程度といった、保障措置適用に関連する当該国特有の要因が考慮される。

核燃料サイクルのバックエンドに適用される保障措置手法も、以上、述べたような最近の保障措置に関するアプローチの変化に鑑み、保障措置の実施に関連する当該国特有の要因を勘案したものになるであろう。

再処理に関して IAEA が有する保障措置の経験の殆どは、日本の 2 つの再処理施設に対する保障措置適用により得られたものである。再処理はプロセス中において、核兵器に転用可能なプルトニウムを分離することから、保障措置上、よりチャレンジングな側面を有するが、様々な手段によって効果的に保障措置を適用する手法が確立している。また、核セキュリティの観点からは、使用済燃料の中間貯蔵やそれに続く再処理、これらのための輸送に係る脅威や脆弱性に対する考慮が必要となる。

使用済燃料の処分場に適用される保障措置概念は既に構築されており、当該国の状況も勘案して適用されることになる。使用済燃料に対する保障措置は、定置期間中及び処分場が閉鎖されて以降も継続することになる。使用済燃料の処分に適用される保障措置の手法は、定置された使用済燃料の再確認ができないことから、システム故障の可能性を回避し、かつ知識の連続性を確実にするように、採用された措置が十分な冗長性、多様性及び堅牢性を含むことが重要である。具体的な保障措置の手法として、建設前の段階においては、処分サイトに関する知識の確立、建設段階では、

設計情報の検認、運転段階では移動や在庫の検認、処分場閉鎖後は地上のモニタリング(目視や遠隔監視等)等が含まれる。

使用済燃料を直接処分するか、あるいは再処理するかを国家が決定する際には、核セキュリティの観点からの考慮も必要である。具体的には各オプションについて、関連施設や輸送の際の核物質防護措置の基礎となる脅威を評価することが必要である。また、個々の施設の防護システムと防護方法の設計は最新の脅威評価に基づきなされる必要がある。

2013年7月にIAEAは閣僚級の核セキュリティに関する国際会議を主催する予定である。各国政府の閣僚に加えて、規制当局、法執行機関及び事業者が参加する予定である。参加国や参加者の多様性を確保するだけでなく、核燃料サイクルのバックエンドも含めた、核セキュリティに関連する全ての分野を対象とする意味において、内容においても包括的なものとなることが期待される。

2.3.3 「米国の原子力利用と核不拡散の取組み」

ピーター ハンロン

米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA)

防衛核不拡散局 核分裂性物質処担当次官補代理

(代読: ガイ ランスフォード DOE/NNSA)

防衛核不拡散局核分裂性物質処分部国際プログラム課長)

原子力利用が拡大するアジア地域における主要課題の一つは、核燃料サイクルのバックエンド対策であり、再処理技術の拡散に付随するリスクと、プルトニウムの分離及びその最終処分に付随する核セキュリティの懸念である。我々が力を合わせ、原子力利用と核不拡散及び核セキュリティのバランスをとっていくことが必要である。

国家のエネルギー戦略の如何に拘わらず、核物質が存在する限り、高濃縮ウランとプルトニウムがもたらす核セキュリティのリスクを認識し、核物質の安全性とセキュリティを確保しつつ、これらを処分する道筋を明確に定めることが重要である。米国は、安全保障上、余剰とされた核兵器を解体して生じた高濃縮ウランとプルトニウムの処分方法を開発してきた。本講演では日米間の核不拡散に係る協力と、米国による高濃縮ウランとプルトニウムの処分の取組みについて紹介する。

DOE/NNSA と日本は、長期に渡り原子力の平和利用が安全、セキュリティ、保障措置を確保しつつ行われるよう、協力してきた。原子力機構との保障措置、核不拡散及び核セキュリティに係る協力は、その前身組織も含め、2013 年で 25 周年を迎える。また 2011 年 1 月、日米両国は新たな核セキュリティ作業グループを設置し、原子力機構の核不拡散・核セキュリティ総合支援センターや核鑑識、国際保障措置、IAEA 核セキュリティ勧告 (INFCIRC/225 Rev.5) の敷衍等を含む 9 つの分野で協力し、注目すべき成果を達成した。

余剰核兵器の解体から生じた高濃縮ウランとプルトニウムは、安全とセキュリティを確保しつつ、不可逆的な方法で処分することが重要であり、米国では高濃縮ウランを希釈して低濃縮ウラン (LEU) とし、国内の商用原子炉燃料として使用している。また米国は、2011 年の IAEA 総会で「米国による保証された核燃料供給³」と称する LEU 備蓄の可用性を発表した。この AFS は、解体核兵器から生じた 17.4MT の高濃縮ウラン (HEU) を希釈した約 230MT の LEU を備蓄するものであり、新興の原子炉利用国に対し LEU の供給を保証することにより、ウラン濃縮技術開発の必要性を低減させるものである。

米国は露国との間で、余剰核兵器の解体から生じた高濃縮ウランやプルトニウムの処分につき協力を行っている。

高濃縮ウランについて、1993 年に米露は、高濃縮ウラン購入協定⁴を締結し、2013 年末までに露国

³ American Assured Fuel Supply (AFS)

⁴ Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of the

の解体核兵器に由来する 500MT の 高濃縮ウランを LEU に希釈して米国に売却することに合意した。2012 年 11 月現在、470MT の高濃縮ウランが希釈され、2013 年 11 月には 500MT に達する見込みである。

一方プルトニウムについて、2000 年に米露は、プルトニウム管理・処分協定(PMDA)⁵を締結し、両国が少なくとも 34 トンのプルトニウム(計 17,000 発の核兵器に相当)を不可逆的かつ透明性をもって処分することを約束した。次いで両国は、2010 年の第 1 回核セキュリティ・サミットの際、PMDA の改正議定書(改正 PMDA)に署名した。両国における処分を確実にするために IAEA が検認することとし、現在、検認に係る米/露/IAEA の三者間協定につき協議が行われている。改正 PMDA の鍵は、高速炉利用を含む露国の原子力利用戦略との整合性であり、露国は核不拡散に係る一定の条件下で高速炉を運転しプルトニウムを処分すること、具体的には、(1)高速炉の増殖比を 1 未満としプルトニウム量を減少させること、(2)いかなる兵器級プルトニウムも生産しないこと、を改正 PMDA で確約している。一方米国は、サウスカロライナ州に建設中の MOX 燃料加工施設でプルトニウムを劣化ウランと混合して混合酸化物(MOX)燃料とし電力会社へ売却、軽水炉燃料として使用する。このように米露は、国家のエネルギー戦略や使用する原子炉の相違はあるものの、兵器級プルトニウムの処分を安全とセキュリティを確保しつつ、不可逆的な方法で達成する。

本フォーラムが、原子力と核セキュリティにおける対話を広げ、核燃料サイクルのバックエンド並びに高濃縮ウランとプルトニウム処分に関する専門技術を活用する上で、新しい機会を提供することを希望する。

Russian Federation Concerning the Disposition of Highly Enriched Uranium Extracted from Nuclear Weapons

⁵ Agreement between the Government of the United States of America and the Government of the Russian Federation Concerning the Management and Disposition of Plutonium Designated as No Longer Required for Defense Purposes and Related Cooperation (PMDA)

2.3.4 「仏国新政権の原子力エネルギーと核不拡散政策」

フレデリック モンドロニ

仏国原子力・代替エネルギー庁 企画・渉外局長兼国際本部長

(代読: クリストフ グゼリ在日仏国大使館原子力参事官)

2012 年初めに行われた仏国大統領選挙及び国民議会選挙により政権が交代し、社会党のオランド氏が大統領となったが、仏国のエネルギー及び原子力政策に大きな変化は見られない。

仏国はエネルギー資源に乏しく、1970 年代はエネルギー需要のほぼ全量を輸入するという日本と類似した状況にあり、石油ショックは仏国経済を脅かした。石油の代替として安定的な供給が可能なエネルギーは原子力のみであり、エネルギー安全保障とエネルギーの自立の確保のため、仏国政府は原子力エネルギーを仏国での電力供給の柱とすることを決定した。原子炉技術としては、米国起源の加圧水型原子炉 (PWR) 技術を採用し、また長期的な視点から、再処理や核燃料リサイクル、高速炉開発を行うこととした。技術の標準化と産業界の献身的努力により、現在、仏国の電力価格は欧州で最も安価となっている。

2000 年代に入り、気候変動と CO₂ の削減の必要性が欧州の人々に深刻に受け止められるようになり、欧州連合 (EU) は 2020 年までに、CO₂ 排出量を 20% 削減し、エネルギー効率を 20% 上昇させ、さらにエネルギーミックスの中で再生可能エネルギーの割合を 20% にするとの野心的な目標を設定した。これは拘束力のあるものであり、仏国を含む欧州各国はこれに同意している。仏国新政権や新国民議会が新政策を立案したとしても、欧州のコミットメント及び仏国の基本的なエネルギー政策の原動力は変わらない。原子力は仏国の全発電量の 75～80% を占め、CO₂ を排出せず、価格競争力もあることから、原子力に係る決定を軽々しく行うことはできない。

2011 年 3 月の福島原子力事故は衝撃的な出来事であったが、仏国原子力安全機関 (ASN) は直ちに国内全ての原子力施設の外部事象に対する抵抗力の徹底的なチェックを指示した。また同様の「ストレステスト」は欧州レベルでも実施された。ASN は 1 月初めに、仏国内の全ての原子力発電所に関し、安全を更に強化すべきであるが、運転を継続するに十分な安全性を有しているとの結論を出し、この結論は仏国民から支持されている。

大統領選挙においては福島原子力事故を受け、2020 年代半ばまでに現在の電力発電量における原子力の割合を 75% から 50% に削減すると公約した (ただしリサイクル路線は維持) オランド候補が当選した。新政権の主要な原子力政策、核不拡散政策は以下に要約できる。

- 既存の稼働中の原子炉は運転を継続する (フッセンハイムの原子炉は、現地の送配電のバランスを改善することを条件とし 2016 年までには運転を停止する)
- フラマンビルの EPR の建設は継続し 2016 年に発電開始予定

- 再処理とリサイクル路線を継続(ラアーグの再処理施設とメロックスの MOX 燃料製造施設は運転を継続)
- エネルギー転換の国家的議論の開始(欧州のコミットメント及び発電価格を維持しつつ、原子力の全発電量に対する比率をどのように 50%までに削減するかを含む)
- 原子力の比率を 50%以下には下げないというのが政府の強い意志である。エネルギー転換の方策は 2013 年春までに発表される。
- 最高レベルの安全性を維持した EPR や日本と仏国の合弁会社による ATMEA 炉の輸出の継続
- IAEA 追加議定書の普遍化への支持、原子力供給国グループ(NSG)の活動への支援
- 原子力を導入する国が自ら濃縮、再処理を実施する必要性をなくす観点からの使用済燃料管理サービスや濃縮サービスの提供の継続
- 包括的核実験禁止条約(CTBT)や核兵器用核分裂性物質の生産停止に関するコミットメントの継続
- イラン、北朝鮮、シリアの核問題の解決への取組みについては前政権の政策を継続

仏国と日本は 50 年近く原子力の分野で協力してきている。仏国には、日本が保有するプルトニウムが存在するが、日本が仏国に対するコミットメントを維持し、将来的に当該プルトニウムが仏国で MOX 燃料に加工され、日本国内の原子炉に装荷されることを期待している。また、より広い意味で、最近の日本の政策決定が原子力分野や核不拡散分野における日仏間の協力の妨げになることがないよう願っている。今後も原子力エネルギーは、エネルギー供給の重要な柱であることに変わりはない。原子力利用に関し、既に確立した基盤と多くの経験を有する日本や仏国は、原子力の平和利用に関し、新興の原子力利用国を支援する義務がある。

2.3.5 「韓国の視点：原子力エネルギー、核不拡散、原子力安全」

パク ノビョク

韓国外交通商部 エネルギー資源大使

I 韓国のエネルギー政策と原子力

韓国は日本に次いで世界第3位のエネルギー輸入大国で、約97%を輸入に頼り、その額は年額で約1,710億ドルに達する。韓国のエネルギー計画では、2030年までに化石燃料への依存度を減らし、原子力と再生可能エネルギーへの依存度を約40%までに引き上げることを目標としている。再生エネルギーの開発には多くの時間と費用を要することから、短期的には原子力にプライオリティが置かれている。

II 韓国における原子力開発

韓国の原子力に係る研究開発と産業は、過去40年間に飛躍的な成長を遂げた。現在では23基の原子炉が稼働している。ウェスチングハウス社から導入した技術を基に、OPR1000やAPR1400といった国産炉の開発、標準化に成功した。韓国はエネルギー安全保障の観点から、特にバックエンドにおける核燃料サイクル能力を強化したいと考えており、米国との新たな原子力協定が、それを実現し、国際的な核不拡散を促進しつつ、継続的な経済成長を保証するものになることを期待する。

III 韓国の核不拡散に係る責務

韓国は原子力の平和利用の権利を核兵器製造目的に濫用しないことを確約している。こうした韓国の核不拡散に対する厳格なスタンスは、北朝鮮の核兵器開発の全面的放棄に不可欠である。韓国は核不拡散に関する全ての法的な措置をとっているが、核不拡散を達成するには法的、技術的手段だけではなく、政治的なコミットメントが必要であり、日本や韓国は米国との信頼関係と安全保障上の協力関係を継続していく必要がある。

韓国では、2006年に、韓国核不拡散管理院(KINAC)が、昨年には韓国原子力安全・核セキュリティ委員会が、それぞれ設立された。

IV 原子力安全と韓国及び日本の課題

2011年3月の福島原子力事故以降、原子力安全は原子力利用国の間で最も関心の高い問題となった。韓国では、大規模地震が発生する可能性は極めて低いものの、地震災害に対する様々な安全対策を原子力プラントに施した。日韓両国では議会選挙、大統領選挙が予定されており、その結果は両国の原子力政策に大きな影響を与える可能性があるが、選挙の結果如何にかかわらず、両国は原子力に対する公衆の信頼の回復、使用済燃料の管理、中国の台頭等、アジアにおける原子力に関する勢力地図の変化への対応という、共通の課題を有する。

V 韓国と日本のエネルギー協力

韓国と日本は、原子力の研究開発の分野、具体的には、(1)原子力安全の強化、(2)核燃料サイクルのバックエンドと関連する原子炉、(3)地層処分技術開発、(4)グローバルな保障措置と核セキュリティの強化、(5)廃止措置、の 5 つの分野で協力することができる。さらにグローバルな視点と現実を見据えた取り組みとして、韓国と日本は、中国の原子炉におけるより高い安全基準の維持につき協力していく必要があり、地域の多国間枠組みも考える必要があるだろう。日中韓のトップは、既に原子力事故の防止につき議論を開始しているが、さらに幅広い協議が必要であろう。

まとめ

現在原子力は、一般公衆の信頼を回復しなければならない状況にある。これは非常に重要なことであり、日韓両国は、エネルギー安全保障や持続可能なエネルギー等の分野で協力が出来ると考える。本フォーラムが上記に関し、様々なアイデアを生み出し、将来に有望な道を切り開くことに繋がることを期待する。

2.4 パネル討論 1 「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策」の概要

【論点】

核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散及び核セキュリティの観点からの課題と対応方策

- 再処理、直接処分に伴う核拡散、核セキュリティ上の課題及び対応方策
- 我が国の状況に鑑みた核不拡散、核セキュリティ上の課題及び対応方策
 - ✓ 再処理の継続、稼働原子炉の減少により分離プルトニウムの蓄積量の増加が想定されることに対する核拡散上の懸念への対応
 - ✓ 直接処分の研究開発を行うにあたっての長期的な保障措置、核セキュリティ確保の方策の検討
 - ✓ 海外に保管されているプルトニウムの処分方策

【座長】

伊藤 隆彦	日本原子力文化振興財団理事長／核物質管理学会日本支部会長／中部電力顧問
-------	-------------------------------------

【パネリスト】

ガイ・ランスフォード	米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA) 核分裂性物質処分部 国際プログラム課長
ピーター・ランス	国際原子力機関(IAEA) 保障措置局 実施 A 部 調整支援課長
シャロン・スクワツソーニ	米国戦略国際問題研究所(CSIS) 拡散防止プログラム部長兼上級研究員
クリストフ・グゼリ	在日仏国大使館 原子力参事官
遠藤 哲也	「新しい核の秩序構想タスクフォース」座長
持地 敏郎	日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部長

【パネル討論1の概要】

パネル討論 1 では、我が国の原子力政策も踏まえつつ、核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策について議論した。まず一般論として、再処理、直接処分という2つのオプションに関して、核不拡散、核セキュリティ上の課題及び対応方策が議論された。使用済燃料の直接処分は、プルトニウムを取り出さないため、再処理する場合と較べて核拡散リスクが低いという認識が一般的である。本パネルの議論の中で複数のパネリストから、使用済燃料は処分後、数100年経過すると放射線レベルが減少し、使用済燃料中のプルトニウムへのアクセスが容易になる、いわゆる「プルトニウム鉱山」と呼ばれる課題が存在すること、従って、直接処分についても、保障措置アプローチの検討及び核セキュリティ対策が必要となることが指摘された。また、地層処分の分

野で検討されている回収可能性(retrievability)という概念は、核不拡散、核セキュリティの観点からは、使用済燃料へのアクセスを長期間にわたり可能性にする側面があることから、地層処分の専門家と核不拡散・核セキュリティの専門家の間で、将来世代に負担を残すことの是非という倫理も含めた社会科学的観点からの検討が重要であるとの認識が示された。他方、使用済燃料の再処理には、プルトニウムを溶液で扱うことに由来する検知の難しさという課題を指摘する意見がある一方、既に日本の再処理施設において、効果的な保障措置が適用できることが実証済みであるとの見解も表明された。

次に、日本の原子力政策、特に、2012年9月14日にエネルギー・環境会議が決定した「革新的エネルギー・環境戦略」において、脱原発(2030年代原発稼働ゼロ)を進める一方で引き続き再処理事業に取り組むことが言及されている点につき、核不拡散、核セキュリティの観点から議論が行われた。日本の参加者からは、日本はエネルギー安全保障の観点から核燃料サイクルを維持すべきであり、プルトニウムの蓄積に対する核不拡散上の懸念を払拭するために、短期的な措置として軽水炉での利用、中期的措置として高速炉での利用、更に長期的な措置としては、多国間アプローチの検討により、プルトニウム利用を進めるべきであるとの見解が示された。他方、海外からの参加者からは、日本のこれまでの核不拡散の取組みについては評価する見方が示されたものの、再処理の継続には、軽水炉や高速炉でのプルトニウム利用の促進等の方策により利用計画のないプルトニウムが蓄積することに対する国内外の懸念を払拭すること、そうした利用計画を、透明性をもって国内外へ説明すること、プルトニウム利用計画が想定通りに進まない場合のバックアッププランを用意しておくことなどの重要性が指摘された。

【論点 1:再処理、直接処分に伴う核拡散、核セキュリティ上のリスク】

- 伊藤座長: 論点 1 に係る過去の議論として、国際核燃料サイクル評価(INFCE)、民生原子力利用の核拡散抵抗性向上のための技術的可能性(TOPS)⁶及び先進燃料サイクルイニシアティブ(AFCI)⁷、2004-2005 年の日本の原子力大綱策定の際の議論を紹介。それらの議論において、再処理オプションにおける核拡散抵抗性は、ワンススルーオプションと較べて、長期的に見て有意な差はないことが結論付けられていることを説明。
- スクワッソーニ: 使用済燃料の取扱いの 2 つのオプションに対する核不拡散及び核セキュリティリスクに関する考え方を説明(米国にある考え方の一つで、政府を代表するものではない)。最大のリスクはプルトニウムであり、プルトニウムがどんな形態をとるかで核拡散、核セキュリティ上のリスクは異なる。核拡散リスクの評価にあたっては、核兵器への転用の観点からの魅力度と検知のし易さが重要な要素となる。核不拡散コミュニティでは、一般的に、直接処分が最も核拡散抵抗性が高いアプローチと見られている。しかしながら直接処分にも、100 年以上後には使用済燃料の放射線レベルが減少し、アクセスが容易になる、いわゆる「プルトニウム鉱山」という問題が

⁶ Technological Opportunities To Increase The Proliferation Resistance of Global Civilian Nuclear Power Systems (TOPS)

⁷ Advanced Fuel Cycle Initiative (AFCI)

存在する。一方、再処理オプションには再処理施設や MOX 燃料製造施設といった、いわゆる「バルク取扱い施設」が含まれることから、核物質の少量転用の検知が難しいという問題がある。

質問 1: 使用済燃料の再処理と比較した場合の直接処分の核不拡散・核セキュリティ上の課題

- ランス: バックエンドにおける保障措置の課題を説明。IAEA は、ワンスルーと再処理、両方のオプションに関係する施設(使用済燃料の貯蔵施設、再処理施設)に保障措置を適用しており、使用済燃料の処分場に関しても既に保障措置アプローチを構築済みで、近い将来、適用を開始する予定。直接処分の場合、処分された時点で保障措置が終了するのではなく、保障措置協定が有効である限り、保障措置は永久的に適用される。再処理によるプルトニウムは、少量の核物質を正確に計量するという課題はあるものの直接的に測定することができるのに対し、直接処分による使用済燃料中のプルトニウムは間接的な手段により確認する必要がある。ただし、保障措置の目標や一般的な意味での保障措置手法(施設の設計を考慮に入れること、核物質の量の把握など)については両者に共通性がある。国レベルでのアプローチは、保障措置の適用にあたって、当該国に特有の要因を考慮することを意味し、処分場に対する保障措置に国レベルでのアプローチを適用する場合、例えば、当該国における再処理施設の有無により、保障措置の適用の方法が変わり得る。
- 持地: 時間経過に伴い、処分後の核物質へのアクセス可能性が増加することによる将来世代に対する潜在的な核拡散リスクを説明。直接処分された使用済燃料中の核分裂生成物の減衰に伴い、処分後 100 年から数万年後は、使用済燃料中に大量に残存するプルトニウムへのアクセスが容易となるため、新たな保障措置アプローチの開発等対策が必要である。これまで地層処分の専門家と核不拡散・核セキュリティの専門家の間での議論はあまりなされて来なかったが、両者のインターフェースが重要であり、将来世代に負担を残すことの是非に関する倫理も含めた社会科学的観点からの検討も必要である。

質問 2: 使用済燃料の直接処分の課題に対する考え方

- 持地: 2012 年 9 月に日本学術会議が原子力委員会に提言した高レベル放射性廃棄物(使用済燃料を含む)の処分の取り組みを説明。国民的合意に基づく処分政策の抜本的見直しが必要であるとし、数十年～数百年の暫定保管と総量管理を柱とした政策枠組みの構築等を提言している。暫定保管は回収可能性を備えた形で深地層あるいは地上に保管するもので、中間貯蔵とは異なり保管終了後の扱いを予め確定せず将来の時点での選択を可能にするもの。原子力委員会は、提言を受けて 11 月に見解案を発表したが、見解案では、暫定保管を採用するかどうかについての判断は先送りされた。回収可能性と可逆性は米国・仏国・スイス等でも想定されており、日本においても、処分場閉鎖の際の安全評価で妥当性が確認されるまでは回収可能性を確保することとされている。

- ランスフォード: 米国における解体核起源のプルトニウムの処分の取組みについて説明。冷戦終了後の核兵器の解体により、余剰となった約 60 トンのプルトニウムをいかに処分するかが課題となり、DOE は米国科学アカデミーに対し、処分のオプションの検討を依頼した。米国科学アカデミーは、固化処理、深地層処分(deep borehole)、MOX 燃料としての原子炉での照射という 3 つのカテゴリーに属するオプションを提案した。国立研究所による検討後、深地層処分は除外され、原子炉での照射及び固化処理という、いわゆる 2 トラックアプローチ(dual track approach)が採用された。その後、更なる検討の結果、同位体組成の変更を伴わない固化オプションが除外され、MOX オプションのみを追求していくこととした。MOX 加工施設は AREVA 社の設計に基づいて建設中。原子炉での照射の後、使用済 MOX 燃料は再処理されることなく、IAEA の検認下で貯蔵される。使用済燃料のリサイクルを含むエネルギー戦略を有する国は、再処理によって生じるプルトニウムについて明確な利用計画を有していることが重要であり、米国は、解体核プルトニウム処分におけるこれまでの知見を生かし、これらの国と協力する用意がある。

質問 3: 再処理の核不拡散・核セキュリティ上の課題と対応策

- グゼリ: 仏国はプルトニウムをリサイクルすることにより電力を生産する資源(asset)として捉えている。核不拡散の観点から、再処理により生じたプルトニウムは迅速に再利用する政策をとっている。大規模な再処理施設や MOX 燃料製造施設に効果的な保障措置を適用することは可能。
- 遠藤: 日本はプルトニウムを資源と位置づけ、非核兵器国の立場から原子力委員会決定に示される「利用目的のないプルトニウム、すなわち余剰プルトニウムは持たない」との政策のもとで、プルトニウム分離の際に、プルトニウム利用の場所・時期を明確化することを求めている。
- ランス: 再処理施設への保障措置の適用に関しては、使用済燃料から溶液になった後の監視に難があるといわれているが、日本では 1970 年代から東海再処理施設での保障措置適用の経験があり、より規模が大きい六ヶ所再処理施設においても保障措置が精度よく適用可能（年間のプルトニウム生産量の 0.1%の検知が可能）なことが実証されている。プルトニウムの正確な計量管理の実施が商業的な再処理プラントの運用に妨げとならないような手法も重要である。

【論点 2: 現在の日本の原子力政策における、核不拡散及び核セキュリティ上の課題】

- 持地: 2012 年 9 月 14 日にエネルギー・環境会議が決定した「革新的エネルギー・環境戦略」の概要として、原発に依存しない社会の一日も早い実現、グリーンエネルギー革命の実現、エネルギーの安定供給の 3 つの柱を示していることを紹介するとともに、脱原発(2030 年代原発稼働ゼロ)を進めること及び一方で再処理事業に取り組むことに対する国内外の反応について紹介した。

質問 1: 日本が核燃料サイクルオプションを維持することの意義

- 遠藤: 日本は、原子力利用を導入した当初から有限な資源であるウランの有効利用のため核燃料サイクル政策を採用してきた。現在、ワンスルー政策をとる米国でさえ、ウラン供給が逼迫した折、日本が核燃料サイクルを進めなければウランを供給しないという政策をとっていたことがある。このような背景から、日本は核燃料サイクルを維持すべきである。エネルギー・環境会議の政策では、原子力発電を減らす一方で、再処理を継続するとしており、既に国内外に有する分離プルトニウムや今後、再処理により発生する分離プルトニウムの利用方法を示しておらず、諸外国が懸念を表するのは当然であり、問題の多いものであると考えている。

質問 2: 日本が核燃料サイクルを維持することに対する各国の見方。日本が原子力平和利用と核不拡散のモデルであるという議論についての見方**質問 3: プルトニウム蓄積に対する国際的な懸念への対応方策について****質問 4: 海外に保管されているプルトニウムの取扱方策**

- グゼリ: 仏国は、日本が、国内における核不拡散の取組みだけでなく、輸出管理政策に関しても、核不拡散に真剣に対処していると考えている。追加議定書、統合保障措置、国内の核燃料サイクル施設に対する保障措置の適用等、IAEA の保障措置に対し先導的役割を果たしている。プルトニウムに関して、利用政策が明確でない状況の中で、蓄積されることは良くない。フランスにあるプルトニウムの MOX 燃料製造については、すでに日本の電力会社との間で契約が終了しており、既に 3 基の原子炉に装荷済み。日本の原子力政策では、安全性が確認された原子力発電所は活用していくとしており、英仏に保管されているプルトニウムや六ヶ所再処理施設で分離されるプルトニウムが、大間発電所も含め、日本の軽水炉で利用されることを期待している。現在、予定されている以外の軽水炉でもプルトニウムを利用していくことが考えられる。軽水炉での MOX 利用は高速炉への移行期の中での活用方策であり、本命は高速炉である。高速炉ではより効率的にプルトニウムを消費することができ、燃焼炉とするなど長期的な視点での検討も必要である。
- ランスフォード: 米国は IAEA の保障措置に対する日本の取組みに感銘を受けている。DOE と原子力機構間の保障措置等に関する協力は 2013 年で 25 年を迎え、最近では、日米核セキュリティワーキンググループへの参加、核不拡散・核セキュリティ総合支援センターによるトレーニングの開催などの実績がある。日本は、原子力平和利用のモデルであるとともに、核不拡散及び核セキュリティについて良く努力しており、米国は敬意を表する。
- スクワッソーニ: 日本が核不拡散のモデルであることについては同意する。しかし、原子力利用の道筋が不透明な状況の中で再処理を継続することは簡単ではない。コメントとして 4 点挙げたい。一点目は、プルトニウムの利用計画についての透明性が必要である。二点目は、地元との協定等、再処理を継続させようとする国内の圧力について国外により上手く説明する必要がある。三点目は、プルトニウムの消費について、バックアッププランが必要である。高速炉での燃焼も有効であるが、すぐには不可能であり、即応した対策も検討が必要である。最後に、六ヶ所再処理

施設を多国間管理施設とすることは、六ヶ所再処理施設の再処理容量や他の国が再処理を委託する意思を有するか否かという点から現実的ではないと思う。

- 遠藤:短期的には地元の反対を乗り越え、プルトニウムを消費する軽水炉を増やしていくこと、中期的には、高速炉の導入が有効である。幸い、革新的エネルギー・環境戦略には、もんじゅでの研究を終了させた後の高速炉の将来については述べられておらず、将来的には高速炉の導入も有り得ると解釈している。また、長期的には、多国間管理も検討していく必要がある。これらプルトニウム消費の方策をグランドデザインとして打ち出していく必要がある。
- 持地:エネルギー自給率が低い日本にとって、プルトニウムは貴重な自前のエネルギー資源である。プルトニウムの利用方策としては、軽水炉での MOX 燃料利用に加えて、プルトニウムの専焼炉等の可能性も含め、高速炉での MOX 利用、長期的観点からの核燃料サイクルの多国間アプローチなどをオプションとして検討していくことなどが必要である。いずれにしても、我が国が保有するプルトニウムの利用方策について、透明性を持って明確に国際社会に示すことが必要である。

【会場からの質疑と応答】

- 質問1:仏国は、CO₂削減と電力料金を低く抑えるために原子力を推進していくとしている。再生可能エネルギーによる CO₂削減策もあるのに原子力への依存が高いのは、安全よりも経済性を優先しているということか？
- ✓ グゼリ:仏国は、エネルギー利用の効率化、省エネも合わせて進めており、これらは日本も同じであろうし、両国で協力している。また、風力発電やバイオマスの開発を始め再生可能エネルギーの導入も進めている。私が属する組織が、かつての「仏国原子力庁」から「仏国原子力・代替エネルギー庁」に名称変更したことは、原子力とともに再生エネルギーの開発も推進していることを端的に示している。原子力発電炉は国内に 58 基もあり、安全第一であることは言うまでもない。独立性、透明性、技術的能力を有する安全規制機関を有し、ベストプラクティスの導入に努力している。仏国の安全規制機関がストレステストの後、原子炉の継続は認める一方で、100-300 億 EURO を要する原子炉の安全性の改善を指示したことは安全第一の考え方を示している。全ての技術にはリスクはあり、完全なものはあり得ないことから常に改善を進めている。
- ✓ スクワッソーニ:本件について悩んでいるのは日本だけではない。原子力に関する見方は対立する傾向にある。原子力はビジネスであり宗教ではない。ビジネスである以上、投資された費用があり、慎重に進めていく必要がある。また、民間だけに任せるのではなく、政府の役割も重要である。日本だけでなく原子力を利用している国には廃棄物、安全性等、全て同じ問題がある。これらについて、感情的でなく、冷静な議論を行うことが重要で、そのためには、両者に透明性が求められる。

- 質問2: 政策を変更した日本が、核不拡散に関して国際社会にどのように貢献するのか？
 - ✓ グゼリ: 日本はこれまで国際的な核不拡散の取組みに大きな貢献をしてきた。今回の政策の変更により、日本の核不拡散上の国際的な影響力が低下する恐れがあるが、日本は核不拡散に関する知識・人材等の資産を有しており、これにより国際的に貢献すべきである。
 - ✓ スクワッソーニ: 核不拡散上の国際貢献には輸出管理、外交、資金的措置等の手段がある。専門技術等、現在有するものを維持した上で、新しい政策に対応した方策を探していくことが必要である。日本は核不拡散上、重要なパートナーであることに変わりはない。
 - ✓ 遠藤: 日本が北海道洞爺湖サミット以来提唱してきた3Sを基本的な考え方として国際的に推進していくべきである。
 - ✓ ランスフォード: 日本はユニークな知見により核不拡散に貢献しており、引き続き貢献することを期待。また、最近、米国の Y-12 プラントでは施設への不法侵入が発生したが、NNSA のダゴスティーノ長官は施設を停止するのではなく、この事件の教訓を生かし、安全やセキュリティの改善を命じた。今回の福島原子力事故においても、その教訓を国際的に生かすことが重要で、プロセスの改善等により、今後さらに深刻な事故が発生することを防止する可能性につながる。日本が原子力から撤退するのではなく、米国に対し、事故の教訓を踏まえて安全性を強化するための協力の機会を与えてくれるのを期待する。
 - ✓ ランス: 日本がこれまで核不拡散に関する国際的な信用を保ってきたのは、原子力政策を国際的に明確に説明してきた点にある。現在の原子力政策は、混乱の中にあるが、できる限り早く明確にし、国際的に説明をするべきである。プルサーマルの利点はプルトニウムの蓄積を解消できることであるが、いかに実現するか詳細に詰めて人々に理解し安心してもらうことが重要である。
- コメント1: 3S の構想は、日本が提唱して、北海道洞爺湖サミットの合意文書に盛り込まれたが、当初は、非同盟運動(NAM)諸国に受け入れられず、2010年のNPT運用検討会議において漸くNAM諸国が同意した経緯がある。このように日本が国際的なルール作りに貢献できる分野もある。また、日本は保障措置に関するIAEAへの支援プログラムを実施してきたが、今後もIAEAが直面する技術協力、特に safeguards by design の分野で協力すべきである。
- 質問3: 地層処分の研究者と保障措置関係者との考え方に相違がある。地層処分では、最初の100年間程度は取出し可能な状態にすることが世界的に主流であるが、保障措置の観点では、100年後に放射線量や発熱量が低下するとアクセスが容易になり、核拡散上の問題が生じることになる。両者が参加した国際的な議論はなされているのか？
 - ✓ ランス: 処分場に適用される長期的な保障措置の概念検討に関する議論はまだ開始されたばかりであり、一般的な概念は既に構築されているが、どういう要素が含まれるべきかなどの

議論が現在、行われている。今後、徐々に進化していくものと考えている。国家が、使用済燃料を取り出して、核兵器に転用することを抑止するに十分な、厳格な保障措置の適用が可能と考える。

- 質問4: 解体核処分では、兵器級プルトニウムを MOX 燃料として燃焼させても、原子炉内でウランからプルトニウムが生成されるため、プルトニウムの総量としては減らないのではないか？原子炉の燃焼によるプルトニウム処分のメリットは、同位体組成の変化にあるのか、あるいは使用済燃料にすることに意味があるのか。
- ✓ ランスフォード: 兵器級プルトニウムには Pu-239 が 90%以上含まれており、原子炉での燃焼によりこの割合を 50%程度に減らすことができ、また、プルトニウムを使用済燃料の中に留めておくことで核不拡散上、意義あるものとなる。

2.5 パネル討論 2 「アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ方策及び多国間協力枠組み」の概要

【論点】

アジア地域における原子力利用の推進と核拡散及び核テロのリスクの低減方策

- 核燃料サイクルのバックエンドに係る課題を含むアジア地域の原子力発電の現状と今後の見通し
- 原子力供給国の原子力輸出管理政策：特に原子力資機材の輸出にあたって、受領国側に求める核不拡散、核セキュリティ担保措置
- 供給国による保障措置、核セキュリティに関する支援の取組み
- 核燃料サイクルの多国間アプローチ(MNA)の実現可能性：地域的な3S(原子力安全、核不拡散、核セキュリティ)確保のための枠組みに関し、供給国及び受領国側のメリットとデメリット、枠組み参加を促すための誘因

【座長】

久野祐輔

日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部次長

【パネリスト】

グレブ・エフレモフ

露国国際ウラン濃縮センター営業部長

ステファン・ゴールドバーグ

米国芸術科学アカデミー 世界の原子力の将来プロジェクト 研究コーディネーター

イル・ソン・ホワン

韓国ソウル国立大学工学部教授

ティムール・ジャンチキン

カザフスタン原子力庁委員長

田中 知

東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授

直井 洋介

日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター次長

【パネル討論 2 の概要】

福島原子力事故後も、アジア地域では、新規の国による原子力発電の導入や既存の国による原子炉増設の動きが続いていること、核燃料の供給に関して、従来の欧米諸国による供給だけでなく、露国やカザフスタンといった中央アジアを起点とし、それ以東のアジア諸国へ供給するという流れが生じつつあることを踏まえ、本パネルでは、アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ確保の方策、そうした方策の一つとして、核燃料サイクルの多国間アプローチ(MNA)の意義や実現に向けた課題を議論した。

核不拡散、核セキュリティを確保する手段として、欧米諸国を中心に、輸出管理や二国間原子力協力協定といった手段を通じて、受領国に要件を課す、いわゆるサプライサイド・アプローチがとられてきた。本パネルの議論の中では、供給国の多様化という現状やサプライサイド・アプローチが「持

つ国」と「持たざる国」を峻別する考え方を内包していることに鑑みると、サプライサイド・アプローチだけでは限界があり、受領国側に、機微技術の追求の自制を促すインセンティブを与えるようなアプローチ、すなわちダイヤモンドサイド・アプローチが重要であるとの見解が示された。そうしたダイヤモンドサイド・アプローチの一方策が核燃料サイクルを多国間で運営し、フロントエンド、バックエンドのサービスを提供することにより、受領国、参加国による自発的な機微技術の放棄を促す MNA であり、既に様々な研究がなされている。本パネルでは、バックエンドにおける MNA に関して、東京大学の検討チームを代表して田中教授、ソウル国立大学のホワン教授、米国芸術科学アカデミー「世界の原子力の将来プロジェクト」を代表してゴールドバーグ氏が、それぞれの提案の説明を行った。バックエンドにおける MNA は、地域における 3S(原子力安全、核不拡散/保障措置、核セキュリティ)強化に貢献する潜在的可能性を有しており、その実現にあたっては、参加の自発性の確保、参加国間の信頼醸成、将来の技術開発を取り入れる柔軟性等が重要であるとの見方が示された。他方、MNA に加盟を促すインセンティブの付与、施設をホストする国の一般公衆からの受容の確保、MNA の資金調達、核物質の輸送に伴う問題、参加国の政策の一貫性の確保等、多くの国が関与するが故に多くの課題を有していることが指摘された。参加者の 1 人からは、アジア・太平洋地域でタスクフォースを立ち上げ、MNA の実現可能性について検討すべきとの提案がなされた。

【論点 1: アジアにおける原子力利用-特にバックエンドに係る課題】

- 久野座長が論点 1 の導入として以下の説明を行った。
 - ✓ 既存の核不拡散及び核セキュリティへの国際的な取り組みとしては、サプライサイド・アプローチとダイヤモンドサイド・アプローチがある。前者は、原子力供給国が受領国に対し、NSG ガイドラインや二国間原子力協力協定等に基づいて核不拡散に係る要件を課し、受領国が機微な技術や施設を所有することを困難にする措置を維持、強化するもの。後者は、受領国に対する核燃料や役務等の供給保証や核燃料サイクルの多国間アプローチ (MNA) 等により、受領国が機微な技術や施設を所有することへのインセンティブを減じる措置である。
 - ✓ 昨今の原子力事情を鑑みるに、アジアでは、福島原子力事故にも拘わらず、新規の国による原子力発電の導入や既存の国による原子炉の増設の動きは衰えていない。また、従来の豪州や加国に加え、天然ウランの新たな供給源として中央アジアのカザフスタンが台頭し、露国もその豊富なウラン濃縮能力を背景に低濃縮ウランの備蓄を開始した。この 2 つの変化は、従来の欧米を中心とした核燃料供給体制から、ロシアやカザフスタンによる供給体制へのシフトを示している。
 - ✓ 日本、韓国及び台湾では、蓄積する使用済燃料の取扱いが課題となっており、早急な対応方策が求められている。

上記の導入に続き、カザフスタン及び露国のパネリストが、供給国側の立場から原子力に係るビジネスの現況とその戦略、ビジネスを行う上での核不拡散及び核セキュリティの担保方策の一つとしての輸出管理体制について説明した。

- ジャンチキン: 現在カザフスタンは、多様な原子炉に適応可能な種々の核燃料の成型加工を行うべく、ROSATOM や AREVA 等と協力し、燃料成型加工の技術の獲得とそのビジネス展開を図っている。アジアで原子力ネットワークが構築されれば、カザフスタンは中断されることのない長期の核燃料供給を保証できるが、カザフスタンはアジア大陸内部に位置するため、陸上輸送に頼らざるを得ない。

原子力関連の輸出管理に関し、カザフスタンは NSG ガイドラインを遵守し、受領国には NPT 加盟(ただし、1 国⁸のみ例外扱い)、計量管理システムの維持、原子力の平和利用の担保、IAEA 保障措置の維持、IAEA 勧告に沿う核物質防護措置等を求めている。

MNA としては、すでに露国の国際ウラン濃縮センター (IUEC) や、カザフスタンに設置予定の IAEA 核燃料バンクが存在し、将来の MNA のモデルケースとなり得るだろう。

- エフレモフ: 露国の国営原子力企業 ROSATOM は、ウラン採鉱から露国内外での原子炉の建設に至るフロントエンド事業を幅広く行うとともに、「ブレイクスルー」と呼ばれる高速増殖炉 (BN-1200) を中心とし、燃料成型加工及び再処理を原子炉サイトで行うプロジェクトを推進している。また、アジアでの原子力利用の増大に鑑み、TENEX 社はアジア地域への核物質の輸送のために、ロシア東方のボストチヌイに至る新輸送ルートを確立しようとしている。

核燃料サイクルのバックエンドに関しては、露国は使用済燃料をリサイクルする方策を採る。

原子力関連の輸出管理に関し、非核兵器国への機微技術の輸出に際しては、一般の原子力資機材の輸出の際の受領国要件に加えて、NPT への加盟・遵守、IAEA 保障措置追加議定書の締結、IAEA との保障措置協定の下での義務の違反がないこと、NSG ガイドラインの遵守、国連安保理決議 1540 の下で義務づけられている報告書の提出、原子力安全に係る IAEA 勧告やその他の国際法上の規則の遵守、機微技術の複製や改良の禁止、安全及び保障措置に係る露国の受領国への査察の権利の付与等を受領国要件としている。

質問 1: アジアでの原子力利用拡大に鑑みた核不拡散及び核セキュリティの懸念と課題

- 直井: アジアの中でも、新たに原子力発電を導入する国と既存の原子力国に分けて考える必要がある。前者に関しては、原子力安全に加え核不拡散及び核セキュリティ文化の醸成が必要。一方、日本、韓国及び台湾等の原子力先進国では蓄積する使用済燃料に伴う核セキュリティの確保が課題となっている。

輸出管理については、多国間の枠組みよりも二国間原子力協力協定での原子力供給国側からの管理が重要であり、供給国全てが輸出管理基準につき一定のレベルを確保し足並みをそろえる必要がある。

⁸ インド

質問 2: 核不拡散、核セキュリティの担保措置としての輸出管理や二国間原子力協力協定などサプライサイド・アプローチによる核不拡散対策の有効性とその限界

- 田中: 今まで欧米を中心とする原子力供給国によるサプライサイド・アプローチで機微技術等の拡散防止が図られてきたが、中央アジアからそれ以東への核燃料供給という供給体制のシフトにより、今後も同アプローチで核不拡散を担保できるか不透明。そもそも国家を機微な技術や施設を「持つ国」と「持たざる国」に分けるサプライサイド・アプローチには限界があり、原子力平和利用を推進しつつ核不拡散を担保する新たな方法、例えばディマンドサイド・アプローチの一つとして、核燃料サイクル施設を多国間で管理するとの MNA を模索する必要があるのではないか。

昨年改定された NSG ガイドラインは、一定のクライテリアを満たした国に対しては濃縮・再処理品目の移転を認めており(クライテリアベースト・アプローチ)、この改定は従前のサプライサイド・アプローチの考え方を見直したものと考えられる。

質問 3: アジアにおける効果的な原子力平和利用の推進と 3S 強化の両立方策

- ゴールドバーグ: 核燃料サイクルのバックエンドに係る MNA の利点は、3S の各々の文化の普及を図り、ベストプラクティスを提供できることである。
- ホワン: 現在、アジアは転換期にあり、原子力利用が増加する一方で、既存の NPT を中心とする核不拡散体制が揺らいでいる。原子力反対派の存在、情報技術(IT)の発達、原子力供給国数の増加、十分なインフラ整備がなされないままに原子力利用が進むなど、核不拡散や核セキュリティを脅かすリスクが存在し、安全管理も大きな問題である。将来、悲劇につながらないような 3S の確保のための革新的方策が必要である。

【論点 2: 多国間協力の枠組みについて】

- 久野座長より、3S を経済的に達成可能とする方策の一つに MNA があるが、フロントエンドに係る MNA は実現あるいは実現途上にあるものの、バックエンドに係る MNA は議論が進んでいない現状を紹介した。次いで田中、ホワン及びゴールドバーグの 3 氏が、各々が携わるバックエンドを含む具体的な MNA 提案を説明した。
- 田中: 東大の研究チームでは、原子力カルネサンスと核不拡散の希求、核燃料供給体制のシフト等に鑑み、アジア地域をターゲットとし、加盟国間で差別がなく、3S を維持強化できる枠組みを提案する(図1参照)。枠組み構築においては、核不拡散や核燃料サイクルサービスの提供など 12 の要件を定め、3 つの枠組み(地域における 3S の強化のみを目指す枠組み(タイプ A)、核燃料供給と役務の提供を MNA の合意の下各国所有施設で行う枠組み(タイプ B)、MNA 施設の所有権を多国間管理組織に委譲し行うもの(タイプ C)を提案している。

核不拡散については、NSG ガイドラインや米国原子力法 123 条の核不拡散要件の遵守でこれを担保することとし、また多国間枠組みを一つの国と捉えて他の原子力供給国等と協定を締結することにより、既存の二国間原子力協力協定に規定される同意権が原因で核物質等の供給や移転が阻害される事態を防ぐことができるとしている。コストについては、輸送費用も含め、各国が固有の核燃料サイクル施設を有する場合より経済的になるとの試算を得ている。

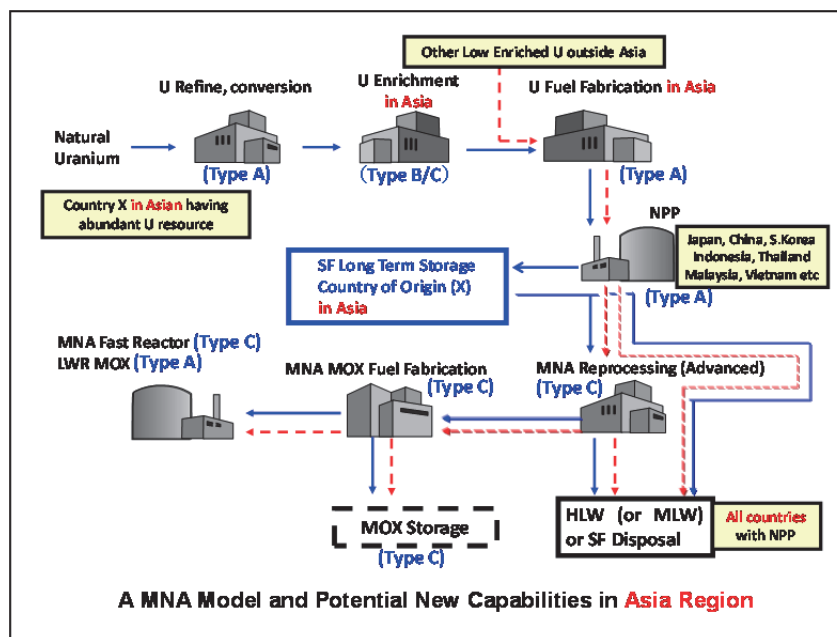


図 1 東大の研究チームによる MNA 提案

- ホワン: 先進湿式プロセス/先進パイロプロセスと核変換を MNA で行うことを提案(図 2 参照)。アジアでの使用済燃料の蓄積に関し解決策が急務であるが、使用済燃料の直接処分は処分後数百年を超えると人間がアクセス可能な放射線量率までに低減する一方で、処分後数万年程度は処分体中に大量のプルトニウムが残存し「プルトニウム鉱山」となってしまう。再処理も、純粋なプルトニウムの抽出により核拡散抵抗性が低下する時点があり、その際は制度的な措置で補完する必要があることが 2004 年に米国 DOE が設置した専門家の委員会で指摘されている。その後は高速炉でリサイクルを繰り返すことで、放射線のバリアによる核拡散抵抗性は向上することから、プルトニウムの分離の時点の核拡散抵抗性の低下という問題を多国間アプローチ等の制度的措置により克服できれば、再処理は直接処分に較べて優位に立つことになる。ただし、再処理にも経済性や輸送時の 3S の確保、高レベル放射性廃棄物(HLW)処分の課題がある。

高レベル放射性廃棄物に関しては、先進湿式プロセス/先進パイロプロセスと核変換の導入により、最終処分を要する廃棄物を高レベルから中レベルに変えることができれば、原産国による廃棄物の受入れ可能性が高まる。また、経済性の問題は施設のスケールアップにより克服できる。アジア・太平洋地域でタスクフォースを立ち上げ、当該 MNA の実現可能性につき検討すべき。

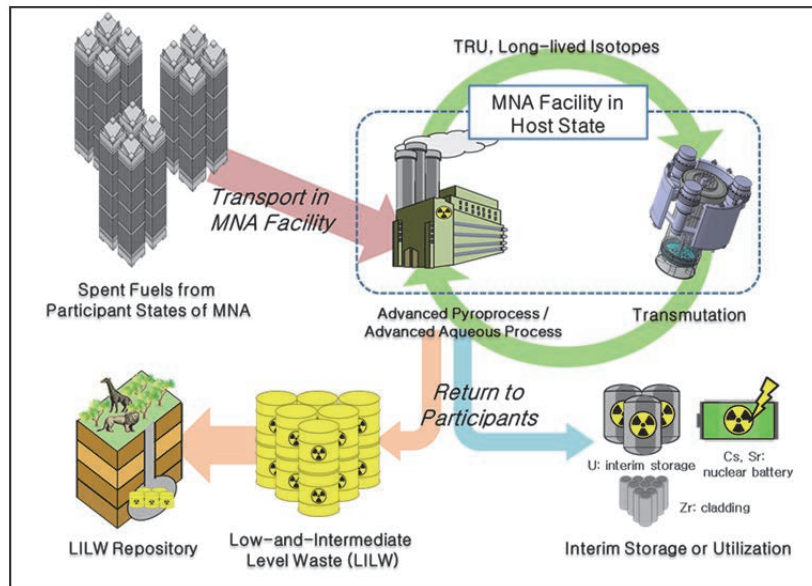


図2 ホワン氏の提案

- ゴールドバーグ:我々の研究では、ビジネスの実例としてのバックエンドのMNAの姿と、一般公衆やステークホルダーのMNAへの係わりに焦点を当てている。バックエンドのMNAを構築する上での課題は、核燃料やサービスの供給国側と受領国側双方が協力する場としての市場の存在、バックエンド施設は「債務(liabilities)」でなく国家やコミュニティの「資産(asset)」であるとの認識、機微な技術の管理をいかに行うかという問題、コストと便益のバランス等である。

我々は、使用済燃料の中間貯蔵施設の設立を提案している(図33参照)。当該施設は、地域の施設であり、規模の経済性から1万トンの使用済燃料を100年まで貯蔵するとし、将来的な先進技術も取り込む柔軟性を備える。そのような施設のメリットとしては、顧客国にとっての使用済燃料の蓄積圧力の緩和、ホスト国にとってのインフラ整備、雇用機会の増大、収入の確保、国際社会にとっての核拡散抵抗性の向上が挙げられるが、一方で施設のホスト国国民の受容性、長期間にわたる持続可能性、権利、特権や責任等の法的問題、原子力平和利用の権利の保持、使用済燃料直接処分を志向する国と、リサイクル路線を志向する国の利益の融合、最終処分方策、参加国の費用負担や利益配分、組織や協定の仕組みをどうするか等の課題がある。

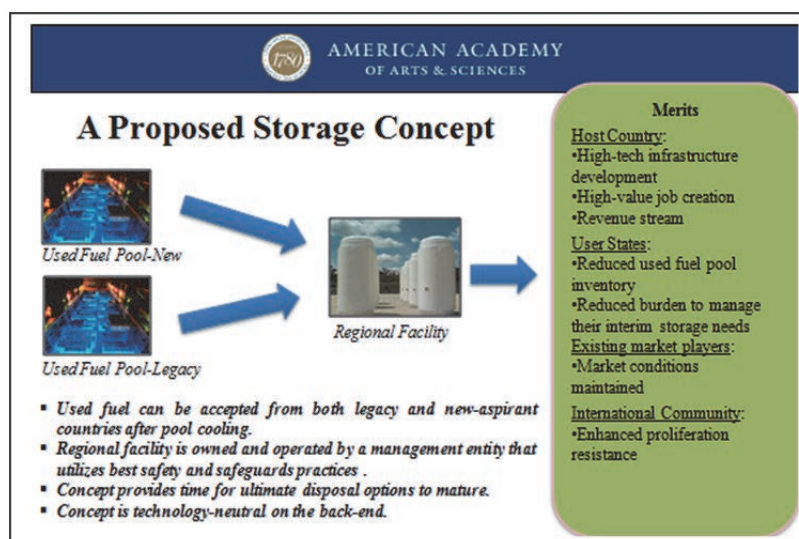


図3 米国芸術科学アカデミー 世界の原子力の将来プロジェクトの提案

質問 1: アジアにおける多国間協力の枠組みを追求する意義

- 直井: アジアの新興の原子炉導入国は、使用済燃料の取り扱いにそれほど関心を有せず、先進国による議論の活性化が必要。また MNA は 3S を向上させる上でも有益と考える。
- ジャンチキン: 核燃料サイクルのフロントエンドとバックエンドの施設では、公衆の受容性という点で格差がある。どんな国も自国での廃棄物処分を望まず (NIMBY)、カザフスタンも外国の放射性廃棄物の輸入を法律で禁止している。使用済燃料の暫定貯蔵施設は最終処分場にはならないという厳格な法的保証が必要。カザフスタンは FBR 使用済燃料管理の経験があり、こうした経験を MNA による使用済燃料の貯蔵に提供できるだろうが、公衆の受容性の問題は残る。
- ゴールドバーグ: 貯蔵が最終処分につながるものと認識されれば、一般公衆の受容を得ることは難しい。我々は欧州の ARIUS (Association for Regional and International Underground Storage) と協力しているが、まず、地域の住民がバックエンドの MNA 施設はどのようなものか、ということを理解する必要がある。

質問 2: アジアにおけるバックエンドに係る多国間協力は可能か。

- エフレモフ: 可能と考える。しかし、課題は使用済燃料の貯蔵や処分施設をいったいどの国がホストできるかである。露国もカザフスタン同様、他国で発生した使用済燃料を最終処分目的で受け入れることはできず、公衆に対して、使用済燃料の暫定貯蔵目的の受入れであり、最終的には発生国に戻ることを確約する必要がある。
- * 使用済燃料に係る MNA を議論する上で、最終廃棄物の責任は発生国にあるという認識を持つことが重要との基本的考え方がパネリストにより確認された (久野座長)。

質問 3: 多国間協力の枠組みは経済的に成り立つか

- 田中: 我々の試算によれば、少なくとも各国毎での燃料サイクルの実施よりも高価になることはない。多国間協力により港湾整備や輸送ルートのインフラ整備がなされ、スムーズな輸送が可能になれば経済的メリットは増すはずである。
- ホワン: エネルギーの大部分を海外に依存し、再生可能エネルギーが解決策にはなり得ないアジアの多くの国にとって経済性は必ずしも最大の指標ではない。使用済燃料の暫定貯蔵も最終的にはどうなるのか、そのライフサイクルが未だ明らかでない。MNA も長期的な視点に立てば経済性の問題にも対処できるようになるだろう。

質問 4: 輸送問題の解決策

- エフレモフ: ROSATOM のブレークスルー・プロジェクトは、発電所のサイトに核燃料サイクル施

設も立地することにより輸送の必要性を無くすもの。現状では、核物質の輸送にあたり、輸送ルート最適化、輸送物質や量の可能な限りの秘匿化、核物質防護の観点からのノンストップでの輸送等の措置を講じている。

- 田中: 輸送時の核セキュリティの確保は重要であり、その点、MNA が構築できれば輸送の際に各国の協力が得られメリットとなり得る。核物質等の輸送時の核セキュリティ確保を認識しつつ MNA を設計していくことも必要。

質問 5: 供給国側、受領国側から見た多国間協力の枠組みのメリット、デメリット

- ゴールドバーグ: 多国間アプローチにより使用済燃料の中間貯蔵を集中的に行うことで、安全性の向上を図ることができる。
- ジャンチキン: 輸送の経済性については、MNA によって運営される施設のタイプによって異なる。例えば付加価値を伴う燃料集合体の製造施設であれば、輸送コストは、燃料集合体そのもののコストに較べて十分安いと、大きな問題にはならない。

【会場からの質疑と応答】

- 質問 1: 多国間協力が成立するためには、加盟国の原子力政策が首尾一貫していることが前提となる。我が国のように急激な政策転換を行うような国や国際約束を翻す国は、多国間協力に加わることができるのか。
- ✓ ゴールドバーグ: MNA への参加は自発的なものであり、途中で参加することも脱退することも可能。日本のように原子力の資産も負債も抱えている国は、協力してくれる国を見つける必要があるのではないかと。仮に六ヶ所再処理工場を 800 トンという容量の限界までフル稼働させたとしても解決できない問題は残る。例えば、10 年経てば政策が変わり得るという前提で、多国間アプローチに関し他の国と協力することも有り得るのではないかと。自発的かつ柔軟性のある多国間アプローチにより日本はメリットを享受できる。
- ✓ ホワン: 原子力政策の不安定さはアジアのどの国にも存在する。どんな国にとっても使用済燃料は解決策を必要とする共通の課題であり、小規模の実証プロジェクトから協力を始めることが必要であろう。
- 質問 2: 使用済燃料を「ゴミ」でなく「宝」として預かることが出来る国は、使用済燃料のリサイクルが可能な露国と仏国、そして疑問符が付くが日本。またプルトニウムを含む使用済燃料を預けても核不拡散上問題ない国は露国と米国。実際問題として、これらの国に 1 トンの使用済燃料を幾らで預かってくれるのか。

- ✓ ゴールドバーク: 米国では 280 億ドルが廃棄物基金として集まっているが、無限大の資金がかかる。我々の研究では、0.5 ミル/キロワットアワー程度で、ユーザーとしては吸収できないコストではないと考える。
使用済燃料を「宝」と見るか否かについては、例えば核変換などの技術的進歩があれば、バックエンド施設をホストする国のインセンティブにもなる。
- 質問 3: NSG は、NPT 非加盟国であり、事実上の核兵器国であるインドを例外化し、原子力関連の輸出を認めたが、これをどう思うか。
 - ✓ スクワツォーニ: インドとの協力に対する米国の対応は NSG における各国の輸出管理政策の調和の取組みに不利益をもたらすもの。(米印問題は複雑であり、本パネルの論点を越える(座長))
- 質問 4: エフレモフ氏の資料によれば、機微技術の輸出に関し、当該技術が受領国でコピーあるいは改良されないことが要件となっているが、当該要件は、ブラックボックス方式での移転を求める NSG ガイドラインの要件とは微妙に異なるのではないか。NSG グループ間で規制の調和が必要だと考えるが、ロシアのブラックボックス対策について聞きたい。例えば露国が中国に輸出したウラン濃縮施設に対してはどのような規制をかけているのか。
 - ✓ エフレモフ: 資料に記述した機微技術の受領国要件は非核兵器国に対する輸出に適用されるもので、核兵器国の中国には該当しない。露国のウラン濃縮技術は中国にはブラックボックス方式で移転されている。当該施設は IAEA の保障措置下にあること、露国も中国に対し査察を行うことで、中国がロシアの設備、技術を複製しないことを確保している。露国は昨年中国から 4 つ目のウラン濃縮施設の発注を受けており、そのこと自体がそもそも露国のウラン濃縮技術がコピーされていないことを明示している。
- 質問 5: 各国が多国間協力の枠組みに参加するインセンティブは何か。使用済燃料だろうが HLW だろうが、一般公衆は相違を認識しないのではないか。
 - ✓ 田中: 各国毎の事情により、多国間協力の枠組みに加盟するインセンティブは異なる。相手国のバックエンドに係る問題を丁寧に説明していくことで信頼関係を構築していくことになる。
- * 最後に久野座長から、本問題は簡単に解決できる問題ではなく、今後も議論を継続していく旨の言及があった。

2.6 閉会挨拶

田中 知
東京大学大学院工学系研究科
原子力国際専攻教授

「原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム」に国内外から多くの方々にご参加頂いたことにお礼を申し上げたい。

アジアにおいて原子力を巡る状況は変化しており、次のステップに入ろうとしている。原子力の平和利用を行う上では、どのような段階にあっても、またどのような国においても、3Sの重要性を十分に認識し、その確保に努める必要がある。

本フォーラムを主催、あるいは共催する3つの組織は、研究機関や大学であり、そのような機関から議論を始め、日本の政策に反映されていくことを希求する。

このようなフォーラムは来年度も開催予定であり、来年度の討議テーマについても是非、御意見を頂戴したい。

3. おわりに

今年度の国際フォーラムでは、「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策」と「アジアの原子力利用における核不拡散・核セキュリティ方策、多国間協力枠組み」という2つのテーマを取り上げた。

使用済燃料を原子炉から取り出した後のプロセスを意味する、核燃料サイクルのバックエンドは、プルトニウムという核兵器への転用が可能な物質を含むことから、核拡散を防止する観点で特段の注意が必要であり、INFCE 等、核不拡散に関する過去の国際的議論においても最大の焦点となってきた。今回のフォーラムでこのテーマを取り上げたのは、福島原子力事故後の原子力政策の見直しに係る議論の中で、核不拡散、核セキュリティの観点での議論が必ずしも十分ではなく、特に注意が必要なバックエンドの2つのオプション(直接処分、再処理)の課題を核不拡散、核セキュリティ上の観点を中心に改めて整理し、広く一般の方にも認識していただくことが重要であると考えたことによる。また、合わせて、2012年9月に発表された「革新的エネルギー・環境戦略」で示され、2030年代に原発稼働ゼロを目指す一方で使用済燃料の再処理に取り組むという方針が核不拡散、核セキュリティ上、どのようなインプリケーションを持ち、特に海外から表明されている懸念に対して、日本が今後、どう対応していくべきかを考える上で、本フォーラムは重要な議論の機会を提供したと考える。

パネル討論1におけるパネリストからの説明や議論において、一般的には直接処分が再処理に比し核拡散抵抗性が高いと認識されているものの、使用済燃料の直接処分にも処分後100年以上後にはアクセスが容易になる、いわゆる「プルトニウム鉱山」の問題が存在し、長期的には新たな保障措置や核セキュリティのアプローチ開発が必要であることを、米国を含め多くのパネリストが指摘していることは注目に値する。また、基調講演やパネル討論において、国外のパネリストからは、日本のこれまでの核不拡散に関する取組みを高く評価する一方で、日本が今後の原子力政策の検討の中でプルトニウム利用計画を明確にし、国際社会への説明責任を果たすことへの期待が示された。このことは、直接的な言及はないものの、「革新的エネルギー・環境戦略」に示された我が国の原子力政策の不整合への懸念を示すものに他ならない。本フォーラムの開催後に自民党、公明党の連立による安倍政権が誕生し、原子力政策は再度、見直されることになると考えられるが、見直しにあたっては、核不拡散、核セキュリティも含めた国際的な視点も重要であり、本フォーラムでの議論がそうした見直しの議論に資することを期待したい。

日本の原子力政策の動向如何にかかわらず、アジア地域においては急速な経済発展に伴うエネルギー需要の増大から原子力利用が拡大していく可能性が高い。また、日本や韓国のような原子力先進国から、中国、インドといった今後、原子力発電を大幅に拡大させていく計画を有する国、ベトナムのように今後、原子力発電を導入する国まで、各国の原子力の発展段階が多様であることもアジアの特徴である。こうしたアジア地域において3Sを確保しつつ、効率的に原子力利用の拡大が行われることが重要との認識に立ち、パネル討論2では、アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ確保の方策を取り上げ、核燃料サイクルの多国間アプローチ(MNA)の意義や実現可能性を議論した。

これまでの核不拡散、核セキュリティの方策としては、二国間原子力協力協定や輸出管理を通じた、いわゆるサプライサイドのアプローチが中心であったが、供給国も多様化する中で輸出管理を調

和させることはより難しく、サプライサイドのアプローチと合わせて、供給国による核不拡散、核セキュリティに関する支援の取組みや受領国に機微技術の開発を自制するインセンティブを与えるダイヤモンドサイドのアプローチも有効であろう。そうしたダイヤモンドサイドアプローチの方策の一つとしてMNAが位置づけられる。現状では、低濃縮ウランの備蓄など、いくつかのフロントエンドのMNAについては、実現、あるいは実現途上にあるが、バックエンドに関するMNAは、本フォーラムで紹介されたものも含めてこの議論は構想段階にある。本フォーラムは、バックエンドを含むMNAの実現化に向けた課題として、一般公衆からの受容の確保や施設のホスト国の存在の有無、MNA参加へのインセンティブの付与、資金調達の難しさ、核物質の輸送、参加国の政策の一貫性の確保等について深い議論がなされた。使用済燃料の管理は原子力を利用する全ての国が抱える共通的課題であることからすれば、フロントエンドにおける構想と較べて3Sの観点からの意義もまた大きいと言えよう。もとよりバックエンドにおけるMNAは、一朝一夕に実現するものではなく、参加の自発性の確保、参加国間の信頼醸成、将来の技術開発を取り入れる柔軟性といった点を踏まえて、段階的に進めていくアプローチが重要と考える。

本フォーラムの基調講演において有馬氏は、「2011年3月の福島第一原子力発電所事故は国民の原子力に対する不信感を生むことになったが、一時的な感情やポピュリズム的立場からでなく、理性的、科学的な議論を行い、冷静に将来を決定していかなければならない」と聴衆に対して訴えた。今後の原子力政策や核不拡散の議論に際しては、有馬氏が述べたように科学に根差す必要があると同時に、将来を見据えた長期的な観点、また、日本国内への配慮という内向けの論理にとどまらない国際的な視点が重要である。

原子力機構が毎年開催している国際フォーラムは、核不拡散・核セキュリティについて国内外の有識者を集め、公開の場での議論により、広く一般の方に対し、核不拡散・核セキュリティに関する最新の話題についての議論をお聞きいただく機会を提供している。今後も、原子力利用と核不拡散、核セキュリティに関して、長期的、国際的な観点から、技術や科学に根差す議論を展開する場として、本フォーラムを更に充実させていきたいと考えている。

付録1 プログラム

名 称 原子力と核不拡散、核セキュリティに係る国際フォーラム
―核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保とアジアにおける地域協力―

日 時 平成 24 年 12 月 12 日(水) 10:00～17:00
レセプション:平成 24 年 12 月 12 日(水) 17:30～19:00
(於:東京大学 伊藤国際学術研究センター 地下2階 多目的ホール)
平成 24 年 12 月 13 日(木) 9:30～12:00

12 月 12 日(水)

●開会挨拶及び基調講演(10:00～12:30)

開会挨拶

鈴木 篤之 日本原子力研究開発機構理事長

基調講演

日本の原子力利用と核不拡散

有馬 朗人 学校法人根津育英会武蔵学園長 / 元科学技術庁長官 / 元文部大臣

核燃料サイクルのバックエンド - 保障措置に係る現在及び将来の課題

ハーマン ナカーツ 国際原子力機関(IAEA) 保障措置担当事務次長(代読)

米国の原子力利用と核不拡散の取組み

ピーター ハンロン 米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA) 防衛核不拡散局 核分裂性物質処分担当次官補代理(代読)

仏新政権の原子力利用と核不拡散の取組み

フレデリック モンドロニ 仏国原子力・代替エネルギー庁 企画・渉外局長兼国際本部長(代読)

韓国の原子力利用と核不拡散の取組み

パク ノビョク 韓国外交通商部 エネルギー資源大使

●パネル討論1(14:00～17:00)

「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策」

座長 **伊藤 隆彦** 日本原子力文化振興財団理事長 / 核物質管理学会日本支部会長 / 中部電力顧問

パネリスト **遠藤 哲也** 日本国際問題研究所「新しい核の秩序構想タスクフォース」座長

ガイ ランスフォード 米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA) 核分裂性物質処分部 国際プログラム課長

持地 敏郎 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部長

ピーター ランス 国際原子力機関(IAEA) 実施A部 調整支援課長

シャロン スクワツソーニ 米国戦略国際問題研究所(CSIS) 拡散防止プログラム部長兼上級研究員

クリストフ グゼリ 在日フランス大使館 原子力参事官

●パネル討論2 (9:30～12:00)

「アジアの原子力利用における核不拡散、核セキュリティ方策及び多国間協力枠組み」

座長 **久野 祐輔** 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部次長

パネリスト **グレブ エフレモフ** 露国国際ウラン濃縮センター部長

ステファン ゴールドバーグ 米国芸術科学アカデミー 世界の原子力の将来プロジェクト 研究コーディネーター

イル ソン ホワン 韓国ソウル国立大学工学部教授

直井 洋介 日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター次長

田中 知 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授

ティムール ジャンチキン カザフスタン原子力庁委員長

●閉会挨拶

田中 知 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授

付録2 基調講演者、パネルの座長及びパネリスト等のプロフィール

開会挨拶

鈴木 篤之 日本原子力研究開発機構理事長

Dr. Atsuyuki SUZUKI, JAEA President



Dr. Atsuyuki Suzuki is the President of the Japan Atomic Energy Agency since 2010. Prior to that, he served the Nuclear Safety Commission of Japan as Chair from 2006 and as full-time member from 2003. Until 2003, he was Professor of Nuclear Engineering at the University of Tokyo, and is now honored with the distinction of Professor Emeritus.

Dr. Suzuki's major scientific areas are nuclear fuel cycle engineering, radioactive waste management and material safeguards, and energy modeling from global perspectives. He managed a number of projects in which he was the project leader or task force chair. For example, at the University, he led a security management project. Internationally, he was co-leader of the joint study on Interim Storage of Spent Nuclear Fuel between Harvard University and the University of Tokyo, and a task-force chair of the Panel Report on Managing the Global Nuclear Materials Threat at Center for Strategic and International Studies, Washington D.C.

In 1978, Dr. Suzuki was selected as the Representative from Japan for the Eisenhower Exchange Fellowship that provides an opportunity to stay in the United States as an honorable guest. For one and a half years, from 1974 to 1975, he worked in Austria for the International Institute for Applied Systems Analysis in the global energy study group as an expert of mathematical modeling and nuclear energy.

In 2005, Dr. Suzuki was appointed by the Prime Minister as a member of the Scientific Council of Japan, and internationally, served the Board of Nuclear and Radiation Studies at the National Academy of Sciences in the United States, 2000-2006. Currently, Dr. Suzuki serves the IAEA as a member of INSAG and the FANR, the nuclear regulatory body of UAE, as a member of international advisory board.

Dr. Suzuki is Fellow of the Atomic Energy Society of Japan, and was a member of the American Nuclear Society, where he used to be Associate Editor in Asia of Nuclear Technology. He holds the PhD degree in nuclear engineering from The University of Tokyo.

付録 2

基調講演

有馬 朗人 学校法人根津育英会武蔵学園長 / 元科学技術庁長官 / 元文部大臣

Prof. Akito ARIMA, Chancellor, Musashi Academy of Nezu Foundation / Former Minister of State for Science and Technology / Former Minister of Education, Science, Sports and Culture

学 歴

昭和 28 年 3 月 東京大学理学部物理学科卒業
昭和 33 年 8 月 理学博士

職 歴

昭和 31 年 4 月 東京大学原子核研究所助手
昭和 34 年 9 月 アメリカ国立アルゴンヌ研究所研究員
昭和 35 年 9 月 東京大学理学部講師
昭和 39 年 8 月 東京大学理学部助教授
昭和 42 年 9 月 ニュージャージー州ラトガース大学客員教授
昭和 46 年 1 月 ニューヨーク州立大学ストニーブルック校教授
昭和 50 年 6 月 東京大学理学部教授
昭和 56 年 4 月 東京大学大型計算機センター長
昭和 60 年 4 月 東京大学理学部長
昭和 62 年 4 月 東京大学総長特別補佐(副学長)
平成元年 4 月 東京大学総長(平成 5 年 3 月まで)
平成 5 年 4 月 文部省学術顧問(平成 6 年 3 月まで)
平成 5 年 10 月 理化学研究所理事長(平成 10 年 5 月まで)
平成 10 年 7 月 参議院議員(平成 16 年 7 月 25 日まで)
文部大臣(平成 11 年 10 月まで)
平成 11 年 1 月 科学技術庁長官兼務(平成 11 年 10 月まで)
平成 12 年 6 月 (財)日本科学技術振興財団会長(平成 23 年 4/21 退任)
平成 16 年 7 月 科学技術館長(非常勤)
平成 18 年 4 月 学校法人根津育英会武蔵学園長(常勤)
平成 22 年 4 月 公立大学法人静岡文化芸術大学理事長(常勤)
平成 23 年 6 月 公益財団法人日本科学技術振興財団理事長(平成 24 年 3 月退任)

受 賞 等

昭和 53 年 12 月 仁科記念賞
平成 2 年 5 月 フランクリン・インステイテュート・ウエザリル・メダル(アメリカ)
平成 5 年 4 月 アメリカ物理学会ボナー賞
平成 5 年 6 月 日本学士院賞
平成 10 年 6 月 レジオン・ドヌール勲章(フランス)
平成 14 年 9 月 名誉大英勲章
平成 16 年 11 月 文化功労者、旭日大綬章
平成 22 年 11 月 文化勲章 等

ハーマン ナカーツ 国際原子力機関(IAEA) 保障措置担当事務次長

Mr. Herman NACKAERTS, Deputy Director General and Head of the Department of Safeguards, International Atomic Energy Agency (IAEA)



Mr. Herman M.G. Nackaerts was appointed as the Deputy Director General, Head of the Department of Safeguards at the International Atomic Energy Agency, in September 2010.

In January 2006, Mr. Nackaerts joined the International Atomic Energy Agency and was appointed Director of Division of Operations B in the Department of Safeguards.

From 1983-2006, before joining the International Atomic Energy Agency, Mr. Nackaerts assumed positions at the European Commission, in the Section for Euratom Safeguards as: Section Head of Strategy and External Relations; Section Head of Safeguards Inspections; Head of the Division of Logistics and Information Technology and Head of the Division of Safeguards Inspections.

Before 1983 Mr. Nackaerts held positions as a process and design engineer within the Belgian chemical and nuclear industry respectively and as a project engineer at the Nuclear Research Centre in Mol, Belgium.

Mr. Nackaerts holds a degree in electrotechnical and mechanical engineering from the University of Leuven in Belgium. He has written numerous safeguards publications and speaks English, French, German and Dutch fluently.

付録 2

ピーター ハンロン 米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA) 防衛核不拡散局 核分裂性物質処分担当次官補代理

Mr. Peter HANLON, Assistant Deputy Administrator for Fissile Materials Disposition, Office of Defense Nuclear Nonproliferation, National Nuclear Security Administration (NNSA), U.S. Department of Energy (DOE)



Mr. Peter Hanlon is the Assistant Deputy Administrator for Fissile Materials Disposition (FMD). In this position he oversees the U.S. effort to dispose of surplus highly enriched uranium by downblending it to low enriched uranium fuel for use in commercial reactors, and the U.S. and Russian effort to dispose of 68 metric tons of surplus weapon-grade plutonium, including the construction of the MOX Fuel Fabrication Facility and Waste Solidification Building at the Savannah River Site to support the plutonium disposition mission in the U.S. Mr. Hanlon joined NNSA as a civil servant in 2010. Prior to joining NNSA, Mr. Hanlon served in the U.S. Navy, retiring as a Captain. During his 25 year career, he served on a variety of nuclear powered submarines, culminating in his command of the USS LOUISIANA (SSBN-743). Ashore, he served in policy positions within the Departments of Defense and Energy serving as the Military Assistant to the Assistant Secretary of Defense for International Security Policy and Executive Staff Director of the National Nuclear Security Administration. In this position, Mr. Hanlon directly supported the NNSA Administrator in managing the Nation's Nuclear Security Enterprise.

フレデリック モンドロニ 仏国原子力・代替エネルギー庁 企画・渉外局長兼国際本部長

Mr. Frédéric MONDOLONI, Director for International Relations, Strategy and External Relations Sector, French Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA)



EDUCATION

- 1989 Baccalauréat grade "A" in mathematics and physics (specialising in mathematics)
- Preparatory class in literature (Hypokhagne and Kagne), Lycee Henri IV Paris (1989-1992). Ecole Normale Supérieure, Rue d'Ulm, Paris.
- Bachelors degree (1992) and Masters (1993) degree in Modern Languages, University of Paris IV Sorbonne.
- Paris Institute for Political Studies (public service section : 1992-1994).
- National Service (1995) – Combat unit Leader.
- Ecole Nationale d'Administration (1996-1998, 'Valmy' year).

GOVERNMENT SERVICE

Ministry of Foreign Affairs

North Africa and Middle East Department (1998-2000)

Middle East sub department, entrusted with Iran/Iraq matters.

Strategic Affairs, Security and Disarmament Department (2000-2002)

Disarmament and Nuclear Non-Proliferation sub department, entrusted with monitoring nuclear proliferation issues (Iran, Middle East, North Korea, India/Pakistan, CTBT).

US State Department in Washington DC (2002-2003) : Desk Officer (EUR)

Counsellor, French Embassy, Washington DC (2003-2005).

Prime Minister's Office: Advisor for Defence and Strategic Affairs (June 2005-May 2007).

Ministry of Defence: Diplomatic Advisor to the Minister (May 2007 – September 2009)

Since September 2009 : French Atomic Commission, Director for International Relations and Governor of France to IAEA

付録 2

パク ノビョク 韓国外交通商部 エネルギー資源大使

Mr. Ro-byug PARK, Ambassador for Energy & Resources, Ministry of Foreign Affairs and Trade (MOFAT), Republic of Korea

**Education**

- Feb. 1980 B.A. in the Department of International Relations, Seoul National University, Seoul, Korea
- Jun. 1983 Diploma in the Department of International Relations, London School of Economics and Political Science, UK
- Dec. 1993 Ph.D. (History) in Diplomatic Academy, Russia

Career

- May 1979 Passed High Diplomatic Service Examination
- Apr. 1980 Joined the Ministry of Foreign Affairs (MOFA)
- Jul. 1984 Korean Embassy to the Swiss Confederation
- Jan. 1991 - Jan. 1995 Korean Embassy to the Russian Federation, Uzbekistan
- Feb. 1995 Principal Secretary to the Minister, MOFA
- Aug. 1996 Director, North America Division II and III, MOFA
- Jun. 1997 Korean Embassy to the United States of America
- Jun. 2000 Korean Embassy to the Union of Myanmar
- Nov. 2002 Deputy Spokesman and Deputy Director-General of North American Affairs Bureau, MOFAT
- Apr. 2003 Principal Director, National Security Council
- Mar. 2004 Assistant to Foreign Minister, MOFAT
- Mar. 2006 Director-General, European Affairs Bureau, MOFAT
- Feb. 2007 Policy Research, Georgetown University, USA
- May 2008 Ambassador to Ukraine, Georgia and Moldova
- Mar. 2011 - Chief Negotiator for Korea/US nuclear cooperation agreement
- Sep. 2011 Professor, Institute of Foreign Affairs and National Security, MOFAT
- Jun. 2012 - Ambassador for Energy and Resources

Publications

- 1994 "Economic Relations between Korea and Russia in the 19th Century"
- 2008 "Perspectives on International Relations"

Award Service Merit Medal**パネル討論1****伊藤 隆彦** 日本原子力文化振興財団理事長 / 核物質管理学会日本支部会長 / 中部電力顧問

Mr. Takahiko ITO, President, Japan Atomic Energy Relations Organization / President, Institute of Nuclear Materials Management (INMM), Japan Chapter / Advisor of Chubu Electric Power Co., Inc.



- 1964 年 東京大学工学部電気工学科卒
- 中部電力(株)入社
- 1984 年 原子力計画部原子力計画課長
- 1988 年 原子力計画部調査役
- 1990 年 原子力管理部次長
- 1992 年 浜岡原子力総合事務所浜岡原子力発電所副所長
- 1993 年 支配人・浜岡原子力総合事務所浜岡発電所長
- 1994 年 取締役・浜岡原子力総合事務所兼立地環境本部付
- 2001 年 常務取締役・原子力管理部・原子力計画部・浜岡原子力総合事務所 統括
- 2003 年 常務取締役 発電本部長
- 2004 年 取締役副社長 発電本部長
- 2005 年 代表取締役副社長
- 2007 年～ 顧問
- 2007 年～2010 年 内閣府原子力委員会 委員
- 2012 年 4 月～ 一般財団法人日本原子力文化振興財団 理事長
- 2012 年 10 月～ 核物質管理学会日本支部 会長

付録 2

遠藤 哲也 日本国際問題研究所「新しい核の秩序構想タスクフォース」座長

Ambassador Tetsuya ENDO, Chair of the Taskforce, the Japan Institute of International Affairs (JIIA)



昭和 32 年 10 月 外交官領事官試験合格
 昭和 33 年 3 月 東京大学法学部卒業
 昭和 33 年 4 月 外務省入省
 昭和 33 年 8 月～35 年 6 月 プリンストン大学等留学
 昭和 42 年 8 月 在連合王国日本国大使館一等書記官
 昭和 48 年 7 月 外務省アジア局南西アジア課長
 昭和 50 年 7 月 外務省アジア局北東アジア課長
 昭和 52 年 12 月 在ロンドン国際戦略問題研究所研究員(兼在連合王国日本国大使館参事官)
 昭和 54 年 1 月 在メキシコ日本国大使館公使
 昭和 56 年 11 月 外務省国連局審議官
 昭和 60 年 1 月 在ホノルル総領事
 昭和 62 年 1 月 外務省科学技術審議官(局長職)
 平成元年 11 月 在ウィーン国際機関日本政府代表部特命全権大使
 平成元年 10 月～2 年 10 月 国際原子力機関(IAEA)理事会議長
 平成 4 年 5 月～12 月 特命全権大使(対旧ソ連邦支援対策を担当)
 平成 5 年 3 月 特命全権大使(日朝国交正常化交渉日本政府代表)
 平成 5 年 8 月 (アジア・太平洋経済協力(APEC)担当を兼任)
 平成 7 年 2 月 大使(朝鮮半島エネルギー開発機構(KEDO)担当)
 平成 8 年 1 月 ニュー・ジーランド駐劄日本国特命全権大使
 平成 10 年 1 月 原子力委員会委員
 平成 13 年 1 月 原子力委員会委員長代理
 平成 16 年 4 月～17 年 3 月 外務省 参与 (国際原子力機関(IAEA)核不拡散問題諮問委員会委員)
 平成 16 年 6 月～17 年 3 月 財団法人 原子力安全研究協会 参与
 平成 16 年 8 月 UCN会 幹事
 平成 18 年より 財団法人 日本国際問題研究所 特別研究員
 平成 22 年 7 月より 財団法人 原子力安全研究協会 研究参与、原子力政策研究会 委員
 平成 23 年 9 月より 一橋大学大学院客員教授

ピーター ハンロン 米国エネルギー省(DOE) 国家核安全保障庁(NNSA) 防衛核不拡散局 核分裂性物質処分担当次官補代理

Mr. Peter HANLON, Assistant Deputy Administrator for Fissile Materials Disposition, Office of Defense Nuclear Nonproliferation, National Nuclear Security Administration (NNSA), U.S. Department of Energy (DOE)

持地 敏郎 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部長

Mr. Toshiro MOCHIIJI, Director, Department of Science and Technology for Nuclear Material Management (STNM), JAEA



1980 年名古屋大学工学研究科原子核工学専攻修士課程修了、同年動力炉・核燃料開発事業団に入社し、再処理回収ウラン転換試験に従事。1988 年より企画部勤務後、1991 年外務省国際連合局原子力課に出向し、IAEA 保障措置、OECD/NEA 関係業務を担当、その後 1993～1995 年、在米国日本大使館科学班にて専門調査員として米国の核不拡散情勢の調査・分析に従事。帰国後、Pu の国際管理、透明性向上など、核不拡散業務に従事した後、東京事務所次長、核不拡散科学技術センター次長を経て、2007 年より 3 年間、ウィーン事務所長に就任。2010 年帰国後、現在、核物質管理科学技術推進部(旧、核不拡散科学技術センター)の部長として核不拡散政策、技術開発、保障措置、核物質防護等、核不拡散・核物質管理業務を推進。

付録 2

ピーター ランス 国際原子力機関(IAEA) 実施A部 調整支援課長

Dr. Peter RANCE, Section Head, Coordination and Support Section, Division of Operations A, Department of Safeguards, IAEA



Dr. Peter J.W. Rance is Head of the Section for Coordination and Support in the Operations Division A, of the International Atomic Energy Agency's Department of Safeguards. Dr. Rance joined the IAEA in 2006 and has worked in areas relating to safeguards implementation in East Asia and Oceania for 6 years as well as contributing to the wider work of the Department.

Prior to joining the IAEA, Dr. Rance worked in the British nuclear industry for 16 years holding a series of increasingly senior positions relating to spent fuel management, in particular reprocessing and interim storage of irradiated fuels and plutonium. During this period he served as a consultant to the UK Government, the IAEA and served as a member of several OECD Nuclear Energy Agency Working Groups relating to reprocessing and spent fuel management.

Dr. Rance is a chemist by professional training having a PhD from the University of Cambridge in photochemical induced charge transfer; he is married with three teenage children.

シャロン スクワッソーニ 米国戦略国際問題研究所 (CSIS) 拡散防止プログラム部長兼上級研究員

Ms. Sharon SQUASSONI, Director and Senior Fellow, Proliferation Prevention Program, Center for Strategic and International Studies (CSIS)



Ms. Squassoni serves as director and senior fellow of the Proliferation Prevention Program at CSIS. Prior to joining CSIS, Ms. Squassoni was a senior associate in the Nuclear Nonproliferation Program at the Carnegie Endowment for International Peace. From 2002-2007, Ms. Squassoni advised Congress as a senior specialist in weapons of mass destruction at the Congressional Research Service, Library of Congress. Before joining CRS, she worked briefly as a reporter in the Washington bureau of Newsweek magazine.

Ms. Squassoni also served in the executive branch of government from 1992 to 2001. Her last position was Director of Policy Coordination for the Nonproliferation Bureau at the State Department. She also served as a policy planner for the Political-Military Bureau at State. She began her career in the government as a nuclear safeguards expert in the Arms Control and Disarmament Agency. She is the recipient of various service awards and has published widely. She is a frequent commentator for U.S. and international media outlets.

Ms. Squassoni received her B.A. in political science from the State University of New York at Albany, a Masters in Public Management from the University of Maryland, and a Masters in National Security Strategy from the National War College.

出典: <http://csis.org/expert/sharon-squassoni>

付録 2

クリストフ グゼリ 在日フランス大使館 原子力参事官

Mr. Christophe XERRI, Nuclear Counsellor at the Embassy of France in Japan



Mr. Christophe Xerri has been assigned as Nuclear Counsellor at the Embassy of France in Japan since December 1st, 2011.

After graduating from Ecole Centrale de Lyon (Engineering - 1984) and Salford University (UK – Master of Science - 1984) and Institut Supérieur des Affaires (MBA - 1988), Christophe Xerri started his career in a Japanese bank in Tokyo.

He then joined AREVA Group in 1991, where he got involved in the promotion of nuclear fuel recycling, in the implementation of the first return of reprocessing residues to Japan, then in investments in uranium mining and in innovation and technological developments (including joint programs with CEA).

In 2000, he moved to the field of International Relations and Non-Proliferation, acted as expert to the IAEA and chaired a European expert working group on Safeguards implementation. This position included interaction with the International Directorate of CEA and with the Ministry of Foreign Affairs.

From 2003 to 2007, he was appointed personal assistant to the CEO of AREVA for international affairs.

He moved to Tokyo in 2007 to join AREVA Japan as Managing Director - Marketing and Industrial Strategy. In this position, he was involved in developing relationship with MHI and in the creation of the MNF Joint-Venture. He was then seconded by AREVA to the position of Director and Senior Executive Vice President of Mitsubishi Nuclear Fuel (MNF), a joint-venture created in Japan in 2009 between AREVA, and Mitsubishi Heavy Industries (MHI) in the field of nuclear fuel design and fabrication.

パネル討論2**久野 祐輔** 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部次長/東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授(委嘱)

Dr. Yusuke KUNO, Deputy Director, JAEA/STNM / Professor (appointed), Nuclear Non-Proliferation Research Laboratory, Department of Nuclear Engineering and Management, School of Engineering, The University of Tokyo



旧動力炉・核燃料開発事業団(旧核燃料サイクル開発機構)にて 20 年にわたり再処理工場の分析所に勤務、同工場における IAEA 保障措置対応体制の確立を始め多くの保障措置技術開発、分析技術開発に携わった。またピューレックス再処理プロセスの安全性に係る基礎化学的研究にも従事。1986-1987 年に英国 UKAEA のハーウェル研究所およびドーンレイ原子力開発事業所に研究員として留学。東海再処理工場の分析課長を経て、1999 年から 7 年間にわたり IAEA に勤務。IAEA では保障措置分析所(サイバースドルフ)所長として核物質申告値検認のための分析並びに未申告活動の有無を検証するための環境サンプリングのための分析業務に従事した。その間、イラク、イラン、リビアなどの国々における未申告活動の疑惑事象の解明に深く関与した。2006 年 7 月より日本原子力研究開発機構(JAEA)に勤務。現在、同機構の核物質管理科学技術推進部次長(研究主席)。東京大学大学院工学系研究科教授(原子力国際専攻委嘱)を兼任。工学博士(東京大学一放射線化学/核物質分析)。東京大学主催「国際保障学研究会」副主査、原子力学会「核不拡散連絡会」副会長。

付録 2

グレブ エフレモフ 露国国際ウラン濃縮センター部長

Mr. Gleb EFREMOV, Commercial Director, JSC International Uranium Enrichment Center (IUEC), Russia



Educational background:

1989-1996: Moscow State Technical University, Russia. Special subject: Mechanical Engineer for Machinery Building.

2002-2005: Advanced Training: Ministry for Foreign Trade of the Russian Federation. Special subject: Specialist for Foreign Trade.

Working career:

1997-2002: Moscow State Technical University, Russia. Laboratory for Computer-Aided Design.

In 2002 started working with Minatom (Rosatom).

In 2002-2009: JSC “Techsnabexport” (TENEX; www.tenex.ru). Positions - Expert, Senior Expert, Senior Project Manager, Director of the Finance & Economy Department at the Directorate for Production, Adviser to the Deputy Director General, International Project Management Department.

Responsibilities: Project Management Investments (PMI); development of nuclear energy for peaceful use; safeguards implementation; evolution of non-proliferation regime.

From 2009 till the present time: (JSC) “International Uranium Enrichment Centre” (IUEC; www.iuec.ru). Current position: Commercial Director

Business interests:

- Commercial aspects of the Company’s activity;
- Development of the corporate structure by means of new participants joining from the IAEA and NPT member-states;
- Implementation of certain commercial and technical aspects of the Agreement between the government of the Russian Federation and the IAEA regarding the establishment on the territory of the Russian Federation of a physical reserve of low enriched uranium and the supply of low enriched uranium therefrom to the IAEA for its member states;
- Coordination of work with the International Atomic Energy Agency (IAEA), responsibilities for the implementation of IAEA safeguards to the materials located at the IUEC storage facility including guaranteed physical reserve of low enriched uranium;
- Developing and promoting of non-proliferation regime.

ステファン ゴールドバーグ 米国芸術科学アカデミー 世界の原子力の将来プロジェクト 研究コーディネーター

Mr. Stephen GOLDBERG, Research Coordinator, Global Nuclear Future Project, American Academy of Arts and Sciences



Professional experience:

Assistant to the Director, Argonne National Laboratory (2001-2012)

Actively engaged in several international projects on the economics of nuclear energy as well as a key study on the economics of small modular reactors and supporting studies for the U.S. Department of Energy’s international Framework for Nuclear Energy Cooperation (INFEC).

Senior Budget Examiner, Office of Management and Budget (1990-2001)

At OMB, he helped complete several major nonproliferation agreements including an agreement where the United States would purchase high enriched uranium from Russia to use as nuclear fuel in its power plants.

Assistant to the Director, Office of Civilian Radioactive Waste Management, US DOE (1995-2000)

Responsible for detailed policy analysis and novel financing proposals. Advised the Director on pending policy and legislative issues.

Senior Policy Advisor, US Nuclear Regulatory Commission (NRC) (1990)

Education and Training:

MBA (managerial economics) from George Washington University in 1979

Engineer’s degree (nuclear engineering) from MIT in 1971

Bachelor of Science degree (chemistry and mathematics) from Tufts University in 1968

付録 2

イル ソン ホワン 韓国ソウル国立大学工学部教授

Prof. Il Soon HWANG, The Seoul National University College of Engineering, Republic of Korea

**(1) academic career**

- 1971. 3 – 1975. 2 : Seoul National University, B.S. in Nuclear Engineering
- 1975. 3 – 1977. 2 : KAIST, M.S. in Mechanical Engineering
- 1982. 2 – 1987. 6 : M. I. T. Ph.D. in Nuclear Materials Engineering

(2) professional career

- Advisor, Korea Patent and Invention association
- Co-Chair, Forum on Climate Change and Energy Policy
- Director, SNU Nuclear Transmutation Energy Research Center
- Director, Nuclear Power Performance Research Center, ESRI

(3) field of expertise

- (1). J.H.Kim, I.S.Hwang, R.L.Tobler, Fracture mechanics behavior of a Ni-Fe superalloy sheath for superconducting fusion magnets Part 2: Magnet life analysis model, Fusion Engineering and Design, 36 , pp.269-279, Elsevier Science Sa Lausanne, 1997,- 발행 (No. Related Records: 7, No. cited references: 10)
- (2). R.L.Tobler, I.S.Hwang, M.M.Steeves, Fracture mechanics behavior of a Ni-Fe superalloy sheath for superconducting fusion magnets Part 1, Fusion Engineering and Design, 36 , pp.258-268, Elsevier Science Sa Lausanne, 1997,- 발행 (No. Related Records: 7, No. cited references: 20)
- (3). J.H.Kim, I.S.Hwang, Crack shape evolution of surface flaws under fatigue loading austenitic pipes, Nuclear Engineering and Design, 174 , pp.17-24, Elsevier Science Sa Lausanne, 1997,- 발행 (No. Related Records: 8, No. cited references: 12)
- (4). Hwang-IS, Park-IG, Control of Alkaline Stress-Corrosion Cracking in Pressurized-Water Reactor Steam-Generator Tubing, Corrosion, 55(6), pp.616-625, Natl Assn Corrosion Eng, 2000, 1999-00 발행 (No. Related Records: 0, No. cited references: 17)
- (5). Na Young Lee, Il Soon Hwang and Han-Il Yoo , New leak detection technique using ceramic humidity sensor for water reactors , Nuclear Engineering and Design, El savier, 2001

直井 洋介 日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター次長

Mr. Yosuke NAOI, Deputy Director, Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN), JAEA



1983年に動力炉・核燃料開発事業団に入社し、以後2003年までの20年間 新型転換炉ふげん開発プロジェクトにおいて、トリチウム放出低減対策の研究、応力腐食割れ対策としての原子炉冷却系への水素注入技術開発、系統化学除染技術開発などに従事した。また、1998年4月から2000年12月まで、外務省総合外交政策局科学原子力課に出向し、技術的なアドバイザーとしてKEDOを担当した。2005年10月の日本原子力研究開発機構設立時には、核不拡散科学技術センター計画推進室長として、同センターの活動を推進するとともに、燃料供給保証の枠組みの研究などに従事した。2010年12月からは、核セキュリティサミットで日本がコミットした核不拡散・核セキュリティ総合支援センターの次長として活躍している。

付録 2

田中 知 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授

Prof. Satoru TANAKA, Professor, Department of Nuclear Engineering and Management, School of Engineering, The University of Tokyo



『略歴』

昭和 47 年	東京大学工学部原子力工学科卒業
昭和 49 年	東京大学工学系大学院修士課程修了(原子力工学)
昭和 52 年	東京大学工学系大学院博士課程修了(原子力工学)(工学博士)
昭和 52 年	東京大学工学部助手(原子力工学科)
昭和 56 年	東京大学工学部助教授(工学部付属原子力工学研究施設・茨城県東海村)
平成 6 年	東京大学大学院工学系研究科教授(システム量子工学専攻)
平成 20 年	東京大学大学院工学系研究科教授(原子力国際専攻)
平成 23 年度	日本原子力学会会長

『研究分野』

核燃料サイクル、放射性廃棄物管理、原子力と社会、核融合工学、核不拡散工学

ティムール ジャンチキン カザフスタン原子力庁委員長

Dr. Timur ZHANTIKIN, Chairman of the Agency for Atomic Energy, Republic of Kazakhstan



Dr. Zhantikin graduated from the Novosibirsk State University, Russia (Soviet Union at that time), Physical Faculty in 1976.

From 1976 to 1992 he worked in the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of Kazakhstan as a scientific researcher. Field of interest was radiation effects in solids. In 1987 he was awarded a title of Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Ph.D.) for thesis on Mossbauer spectroscopy and neutron diffraction investigations of radiation effects in Fe and Ni alloys and inter-metallic compounds.

In 1992 he was invited to the Atomic Energy Agency of the Republic of Kazakhstan as the Head of Scientific and Technical Division. Later he was a Deputy Director, Director General of the Agency, and, after reforming it to the Atomic Energy Committee, a Chairman of the Committee.

In 2012 he was appointed as a Chairman of the newly established Atomic Energy Agency of the Republic of Kazakhstan. The Agency has a regulatory body - Inspectorate - in the field of peaceful uses of atomic energy responsible for nuclear safety and security, radiation protection and nuclear non-proliferation regime in the Republic of Kazakhstan. Also, the Agency is responsible for coordination and supervision of development programs in nuclear sector.

閉会挨拶

田中 知 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻教授

Prof. Satoru TANAKA, Professor, Department of Nuclear Engineering and Management, School of Engineering, The University of Tokyo

付録3 発表資料集

Keynote Speech

Utilization of Nuclear Energy and Nuclear Non-proliferation in Japan

Akito ARIMA
December 12, 2012

1 Great East Japan Earthquake and resulting accident at TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station



Onagawa Nuclear Power Station has successfully withstood the earthquake and tsunami

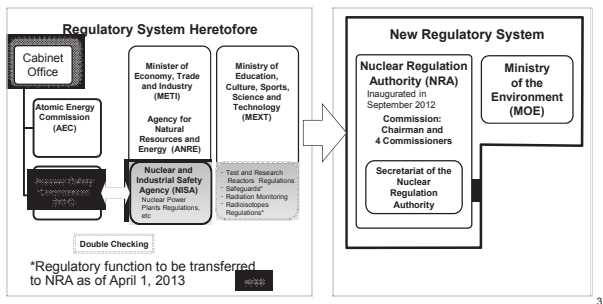
Fukushima Daiichi Nuclear Power Station has barely withstood the earthquake but not tsunami

Fukushima Daiini Nuclear Power Station has successfully withstood the earthquake and tsunami

It is regrettable that the lessons from JCO accident in 1999 was not learned.
It is important to reorganize the safety regime based on this understanding and the lessons from Fukushima Accident.

2 Reform of Nuclear Regulatory Regime

- ✓ Separation of "Regulation" and "Utilization"
- ✓ Unification of the "Regulations" (Regulatory role of safeguards, safety and security will be integrated into a single organization)
- ✓ Information Disclosure with High Transparency
- ✓ Transformation of Nuclear Regulations
- ✓ Enhancement of the Nuclear Emergency Preparedness System



3 Self-reflective remarks as someone who is involved in nuclear energy as a scholar and as a cabinet minister in charge of science and technology

3-1 Implications of the reorganization of government ministries and departments in 2001 on nuclear energy policy

- ✓ Separation of the promotional role and regulatory role of nuclear energy was not fully realized
- ✓ Priority of nuclear energy within the newly established Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology was reduced due to the abolishment of the Science and Technology Agency
- ✓ Priority for the research on nuclear safety conducted by Japan Atomic Energy Research Institute was reduced

3 Self-reflective remarks as someone who is involved in nuclear energy as a scholar and as a cabinet minister in charge of science and technology

3-2 Failure to address the back end of the nuclear fuel cycle

- ✓ More efforts should have been made to address the back end of the nuclear fuel cycle (final disposal of high-level radioactive waste, decommissioning and reprocessing)
- ✓ The Government itself should have taken more responsibility on the back end of the nuclear fuel cycle and should have carried out related R&D as its own responsibility.
(Reprocessing and final disposal of high-level radioactive waste has not necessarily gone well.)
- ✓ To address the backend is the responsibility of researchers and engineers in not only Japan but all the states engaged in nuclear energy

3 Self-reflective remarks as someone who is involved in nuclear energy as a scholar and as a cabinet minister in charge of science and technology

3-3 Failure to site the repository of high-level radioactive waste

- ✓ I was involved in the establishment of the framework of the interim storage of spent fuel, but more efforts should have been made to site the repository of high-level radioactive waste
- ✓ To site the repository of high-level radioactive waste is indispensable in terms of winning the public understanding on the continuation of nuclear energy use while the necessity to site the repository even increases in case we decide to phase out nuclear power generation.
- ✓ It is regrettable that only Sweden and Finland have succeeded in siting repositories so far

3 Self-reflective remarks as someone who is involved in nuclear energy as a scholar and as a cabinet minister in charge of science and technology

3-4 Over-confidence in the countermeasures against the tsunami

- ✓ We have had excessive confidence in the countermeasures against Tsunami despite the earthquake off the Sumatra Island on December 26, 2004, and as shown in the construction in Kamaishi of the breakwater registered in the Guinness Book as the world's deepest one.

7

4. Responsibility of Japan for nuclear energy use and nuclear non-proliferation

4-1 Nuclear non-proliferation

- ✓ Accountability for the use of increased accumulation of plutonium
 - *Japan already possessed 9.3 tons of plutonium domestically and 35 tons of plutonium in France and U.K., as of the end of 2011.
- ✓ Maintenance and development of human and technology bases for nuclear non-proliferation and nuclear security
- ✓ Japan has pursued its nuclear energy program based on the confidence of the international community in the peaceful nature of its nuclear energy program. We should not act in a manner in which we lose such confidence

8

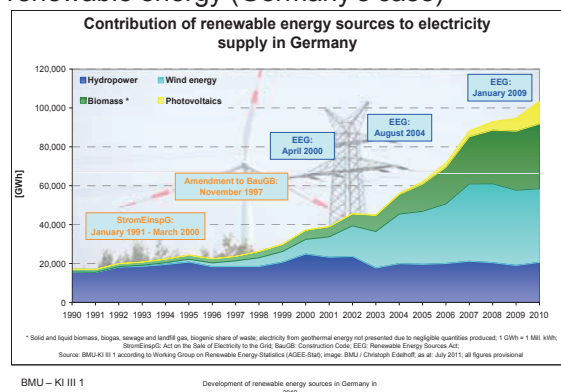
4. Responsibility of Japan for nuclear energy use and nuclear non-proliferation

4-2 Nuclear energy

- ✓ Maintenance of human and technology bases in the nuclear field
 - It is not realistic to expect increased use of alternative energy to be sufficient to tackle global warming
 - Japan ranks among the highest in the technology level as a result of long-term R&D efforts
 - From the above understanding, it is our responsibility to maintain and even improve our human and technology bases from the international perspective
 - It is also our responsibility to cooperate with Asian states that plan to introduce nuclear power in the area of nuclear technology as well as nuclear non-proliferation and nuclear security.

9

How difficult it is to increase the electricity from renewable energy (Germany's case)



10

How difficult it is to increase the electricity from renewable energy (Germany's case)

Electricity in Germany and Japan in 2009 Source: International Energy Agency

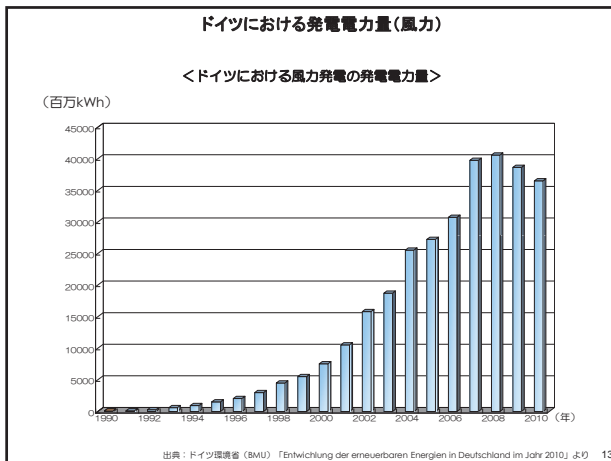
Electricity in Germany and Japan in 2005						
Production from :	GWh	Ratio (%)		GWh	Ratio (%)	
	Germany			Japan		
Coal and Peat	257,137	43.4		279,450	26.7	
Oil	9,639	1.6		91,616	8.7	
Gas	78,884	13.3		284,949	27.2	
Nuclear	134,932	22.8		279,750	26.7	
Hydro*	24,710	4.1	Renewable Energy 17.7	82,129	7.8	Renewable Energy 10.7
Biofuels	25,928	4.4		13,990	1.3	
Waste	9,634	1.6	Renewable Energy (excluding hydro) 13.6	7,439	0.7	Renewable Energy (excluding hydro) 2.9
Geothermal	19	0		2,889	0.3	
Solar PV	6,579	1.1		2,758	0.3	
Wind	38,639	6.5		2,949	0.3	
Other sources	6,363	1.1		0	0	
Total Production	592,464			1,047,919		

11

How difficult it is to increase the electricity from renewable energy (Germany's case)

- Total Power Generation in Japan: 1,047,919 GWh
- Total Nuclear Power Generation: 279,750 GWh (2009)
- Renewable Energy in Germany: 105,509 GWh
- Renewable Energy excluding Hydro Power in Germany: 80,799 GWh (2009)
 - = 80,799/1,047,919=7.7%(approximately)
 - = 80,799/279,750=28.9% (approximately)

12



5. Recommendations for the future

- ✓ *Japan should play an active role in the field of decommissioning, accident management, final disposal of high-level radioactive waste, nuclear non-proliferation and nuclear security as well as R&D on next-generation nuclear reactors including fast reactors and nuclear fuel cycle technologies.*
- ✓ *Japan should establish an international nuclear laboratory in the area damaged by the Accident at TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station*
- ✓ *Japan should make a contribution through the joint collaboration with other states*
- ✓ *Japan should strengthen the research bases of universities and R&D organizations in the nuclear field including JAEA*

5. Recommendations for the future

- ✓ *Regulation of nuclear energy and R&D necessary for the improvement of regulation should be pursued in a single entity in terms of the necessity to keep close coordination*
- ✓ *The role of the Atomic Energy Commission as an entity that discusses nuclear energy policy within an overall energy mix from the perspective of long-term energy security of Japan should be preserved.*

15

国際フォーラムパネル1

Panel Discussion 1 in International Forum

(12月12日(水)14:00~17:00)
Date and Time: 12 December, 14:00-17:00

1

- ・ タイトル「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散、核セキュリティ確保の方策」
- ・ Title: "Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security of the nuclear fuel cycle back end"
- ・ テーマ「核燃料サイクルのバックエンドにおける核不拡散及び核セキュリティの観点からの課題、課題に対する対応方策を議論」
- ・ Theme: Discuss challenges in ensuring nuclear non-proliferation and nuclear security of the nuclear fuel cycle back end and possible measures to overcome such challenges

2

- ポイント1:再処理、直接処分に伴う核不拡散、核セキュリティ上のリスクに関する各パネリストの考え方
- Point 1: Panelist's view's on nuclear non-proliferation and nuclear security risks associated with reprocessing and direct disposal of spent nuclear fuel
 - ・ 直接処分の研究開発を行うにあたっての長期的な保障措置、核セキュリティ確保の方策の検討
 - ・ Measures of ensuring safeguards and nuclear security for the direct disposal of spent nuclear fuel on a long-term basis
 - ・ 再処理を継続するにあたっての保障措置、核セキュリティ確保の方策
 - ・ Measures of ensuring safeguards and nuclear security for a continuing reprocessing program
- ポイント2:我が国の状況に鑑みた核不拡散、核セキュリティ上の課題
- Point 2:Nuclear non-proliferation and nuclear security challenges in the context of the current Japanese nuclear landscape
 - ・ 再処理の継続、核動力原子炉の減少により分離プルトニウムの蓄積量の増加が想定されることに対する核拡散上の懸念への対応
 - ・ Responding to the concerns about an increasing inventory of separated plutonium caused by continuation of reprocessing and the decreased numbers of nuclear power reactors
 - ・ 海外に保管されているプルトニウムの処分方策
 - ・ Measures to dispose of Japan's plutonium, which is temporarily stored abroad

3

- ・ 座長(Chairperson):
 - 伊藤隆彦 日本原子力文化振興財団理事長(核物質管理学会日本支部会長、中部電力顧問)
 - **Mr. Takahiko ITO**, President, Japan Atomic Energy Relations Organization / President, Institute of Nuclear Materials Management (INMM), Japan Chapter / Advisor of Chubu Electric Power Co., Inc.
- ・ パネリスト(Panelists):
 - 遠藤賢也 「新しい核の秩序構想タスクフォース」座長
 - **Ambassador Tetsuya ENDO**, Chair of the Taskforce, the Japan Institute of International Affairs (JIIA)
 - **ガイ・ランスフォード**: 米国エネルギー省・国家核安全保障庁 防衛核不拡散局 核分裂性物質処分部 国際プログラム課長
 - **Mr. Guy LUNSFORD**, Director, International Program Office, Office of Fissile Materials Disposition, Office of Defense Nuclear Non-proliferation, National Nuclear Security Administration (NNSA), U.S. Department of Energy (DOE)
 - 持地敏郎 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部長
 - **Mr. Toshiro MOCHIIJ**, Director, Department of Science and Technology for Nuclear Material Management (STNM), JAEA

4

- ・ パネリスト(続き): Panelists(cont.)
 - **ピーター・ランス**: 国際原子力機関(IAEA) 保障措置局 実施A部 調整支援課長
 - **Dr. Peter RANCE**, Section Head, Coordination and Support Section, Division of Operations A, Department of Safeguards, IAEA
 - **シャロン・スクワッソーニ**: 米国戦略国際問題研究所(CSIS) 拡散防止プログラム部長兼上級研究員
 - **Ms. Sharon SQUASSONI**, Director and Senior Fellow, Proliferation Prevention Program, Center for Strategic and International Studies (CSIS)
 - **クリストフ・グゼリ**: 在日フランス大使館 原子力参事官
 - **Mr. Christophe XERRI**, Nuclear Counsellor at the Embassy of France in Japan

5

ポイント1の論点に係る過去の議論の紹介 Introduction of past international discussions associated with the discussion point 1

- ・ **イントロ:Introduction**
 - 直接処分と再処理に対する核不拡散及び核セキュリティ上のリスクの議論に資するため、過去の国内外の関連議論を紹介する。
 - Introduction of the past internal and international related discussion to provide for the discussion on nuclear non-proliferation and nuclear security risks in direct disposal and/or reprocessing

6

ワンスルー(直接処分)/リサイクル(再処理)に対する
核不拡散性についての過去の国内外の議論
Past internal and international discussion on nuclear non-proliferation in once through (direct disposal) and/or recycling (reprocessing)

- 国際核燃料サイクル評価(INFCE:1977-1980)

The International Nuclear Fuel Cycle Evaluation (INFCE:1977-1980)

- 使用済燃料の直接処分は、将来的には放射線量の低い大量の核分裂性物質を有することから、転用の難力度が高まる。そのためワンスルーは、核物質の転用に関して考慮する必要がある。また、FBR燃料サイクルの転用リスクは、長期的にみるとワンスルーと比べて大きな問題はないとの評価。
- Spent fuel from once-through will be an item to be considered as regards the possibility of diversion, as its underground repositories would become an increasingly attractive target for diversion owing to their large content of fissile material and their decreasing radioactivity. (TCC, III-A-6. Disposal of waste and spent fuel)
- Diversion risks encountered in the various stages of the FBR fuel cycle present no greater difficulties than in the case of the once-through cycle, in the long term. (III-A-3. Reactors, LWRs, HWRs, FBRs and advanced reactors)

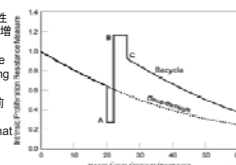
7

ワンスルー(直接処分)/リサイクル(再処理)に対する
核不拡散性についての過去の国内外の議論(続)

Past internal and international discussion on nuclear non-proliferation in once through (direct disposal) and/or recycling (reprocessing) (Cont.)

- 民間原子力利用の核拡散抵抗性向上のための技術的可能性(TOPS:1999-2000、AFCI:2004)
- Technological Opportunities To Increase The Proliferation Resistance of Global Civilian Nuclear Power Systems (TOPS:1999-2000), Advanced Fuel Cycle Initiative (AFCI: 2004)
 - 第4世代原子力発電システムを達成するために必要となる核拡散抵抗性を有する原子炉及び燃料サイクルについての技術的検討。
 - Technologies development to achieve proliferation-resistant nuclear reactor and fuel cycle to demonstrate the Generation IV nuclear power energy system

- ✓ 再処理することによって、一時的に核拡散抵抗性は下がるが、MOX燃焼させることによって著しく増加する。
- ✓ Through reprocessing, proliferation resistance (PR) temporarily decreases, but after irradiating MOX fuel PR increases significantly.
- ✓ 再処理路線とワンスルー路線とを比較して、前者のPRが低いと言うことは無い。
- ✓ In comparison with PR in reprocessing and that in once-through, the former is not necessary lower than the latter.



8

ワンスルー(直接処分)/リサイクル(再処理)に対する
核不拡散性についての過去の国内外の議論(続)
Past internal and international discussion on nuclear non-proliferation in once through (direct disposal) and/or recycling (reprocessing) (Cont.)

- 原子力政策大綱の議論(2004-2005)

Discussion on Framework for Nuclear Energy Policy (2004-2005)

- 再処理する場合には、国際的に適用されている保障措置・核物質防護措置や日米間で合意された技術的措置を講じること等により、国際社会の懸念を招かないようにすることになる。直接処分する場合には、プルトニウムを含む使用済燃料を処分することを踏まえて、国際社会の懸念を招かない核物質防護措置等を開発し、適用することになる。それぞれについてこのような対応がなされる限り、この視点でシナリオ間に有意な差はない。
- When conducting reprocessing, it is necessary to implement internationally applied safeguards and physical protection measures and to take technical procedures agreed upon with the United States in order to avoid giving rise to international concerns about nuclear proliferation. In the case of direct disposal, considering that the disposed spent fuel with plutonium, it is necessary to develop and implement safeguards and physical protection measures to assure the proliferation resistance of the disposed plutonium on which the international community agrees. When these measures are fully implemented in each case, there is no significant difference among the scenarios in this respect.
- ただし、長期的には放射線・発熱は徐々に減衰することから、直接処分は再処理と同じレベルの核不拡散・核セキュリティ対策が必須。
- However, direct disposal is required to correspond nonproliferation and nuclear security measures with the same level of reprocessing, because radiation dose and amount of heat generation decay gradually in the long term.

9

第1論点(続き) Discussion Point 1 (Cont.)

- 使用済燃料(SF)の2つのオプション(直接処分、再処理)に対する、核不拡散及び核セキュリティのリスクに関する考え方の説明
- View of nuclear non-proliferation and nuclear security risks associated with two options for spent fuel (SF); direct disposal and/or reprocessing.

10

第1論点(続き)

Discussion Point 1 (Cont.)

- 質問1: SFを再処理することと比較して、直接処分については、核不拡散、核セキュリティ上の課題は無いのか?
- Question 1: What are the issues to be solved regarding nuclear non-proliferation and nuclear security for direct disposal of SF compared with reprocessing?
 - SF処分場閉鎖までの核不拡散担保(保障措置)について
 - The IAEA safeguards approach for the direct disposal of SF in geological repositories until closure phases
 - 時間経過に伴う放射線低減等により、アクセス可能性が増すことでの将来世代の抱える潜在的リスクについて
 - Potential risk for future generations associated with access possibility due to decrease of radioactivity from SF
 - (2Sに限定せず)直接処分の課題は何か?
 - Without limiting nuclear non-proliferation and nuclear security, what issues must be solved for direct disposal of SF?

11

第1論点(続き)

Discussion Point 1 (Cont.)

- 質問2: SF直接処分の課題に対する考え方?
- Question 2: What are your views of the challenges in direct disposal of SF?
 - 高レベル放射性廃棄物(HLW)又はSFの暫定保管及び、HLWの可逆性(reversibility)・回収可能性(retrievability)について
 - Introduction of internal discussion about temporal safe storage of SF and high level active waste (HLW), and requirement of reversibility and retrievability for SF disposal
 - 解体核PuのMOX軽水炉燃焼(ブルサーマル)利用と、分離Puの深地層処分(deep borehole)について
 - Utilization of dismantled plutonium (Pu) as mixed oxide (MOX) fuels in light water reactors (LWR) and deep borehole disposal of SF and separated Pu
 - 直接処分において、長期的な核不拡散性、核セキュリティ確保について、どう対応するか?
 - How to ensure non-proliferation and nuclear security for the direct disposal of SF on a long-term basis?
 - 直接処分場の核不拡散担保と核セキュリティ確保について(技術面、管理コスト)
 - What are the measures of ensuring nuclear non-proliferation and nuclear security in direct disposal of SF from the technical and economical points of view?

12

第1論点(続き)

Discussion Point 1 (Cont.)

- 質問3:再処理の、核不拡散、核セキュリティ上の課題と対応策?
- Question 3 : What are the challenges and countermeasures regarding nuclear non-proliferation and nuclear security in the case of reprocessing?
 - SF貯蔵・保管及び再処理した分離プルトニウムの課題
 - Issues associated with interim storage of SF and separated Pu
 - 再処理を実施するにあたって核不拡散担保(保障措置)及び核セキュリティ確保の方策について
 - Implementing safeguards and ensuring nuclear security in reprocessing
 - 再処理によって生じるプルトニウムをどう考えるか? 資源か廃棄物か?
 - What do you think about the separated Pu? Is it resource or waste?

13

第2論点

Discussion Point 2

- 現在の日本の原子力政策における、核不拡散及び核セキュリティ上の課題
- Nuclear non-proliferation and nuclear security challenges in the context of the current Japanese nuclear landscape

14

第2論点(続き)

Discussion Point 2 (Cont.)

- 日本の新たな原子力政策及び諸外国からの懸念について説明
- Introduction of the current Japanese energy and environment policy and the concerns of foreign countries

15

第2論点(続き)

Discussion Point 2 (Cont.)

- 質問1:日本が核燃料サイクルオプションを維持することの意義?
- Questions 1 : What is the meaning of maintaining the nuclear fuel cycle option in Japan?
- 質問2:それに対する各国の見方?日本が原子力平和利用と核不拡散のモデルであるという議論についての見方?
- Questions 2 :
 - Questions from foreign countries?
 - Opinion about Japan as the model country doing peaceful use of nuclear energy while assuring non-proliferation

16

第2論点(続き)

Discussion Point 2 (Cont.)

- 質問3:プルトニウム蓄積に対する国際的な懸念への対応方策について:短期的な措置としての中間貯蔵、プルサーマルの推進、六ヶ所再処理施設の弾力的運転、長期的な措置としての多国間管理等
- Questions 3 : Measures to respond to the international concern for accumulated Pu: interim storage in short-time period, promotion of Pu thermal, flexible operation of the Rokkasho Reprocessing Plant (RRP), and multilateral nuclear material arrangement
- 質問4:海外に保管されているプルトニウムの取り扱い方策
- Questions 4 :What are the measures to dispose of Japan's Pu , which is temporarily stored abroad?

17


パネル1の質疑と全体まとめ

Questions from floor and summary of the panel discussion 1

- フロアからの質疑
- Questions from floor
- 議論のまとめ
- Summary of the panel discussion 1

18


Panel Discussion 1



Nonproliferation and Nuclear Security Issues at the Back End of the Fuel Cycle


Sharon Squassoni
Senior Fellow & Director
Proliferation Prevention Program

2012 International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security
Japan Atomic Energy Agency
December 12-13, 2012, Tokyo



CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program







CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program

OUTLINE


- Proliferation and security risks
 - Reprocessing
 - Disposal
- How to ensure nonproliferation & nuclear security for direct disposal of SNF on a long-term basis?



CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program




CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES


Proliferation Prevention Program

Issue is Plutonium

- 8.5kg = enough to make a nuclear weapon (or less)
- This amount is roughly what is produced in the core of a large nuclear power reactor
- In SNF, it is relatively secure, diluted with 100x as much uranium and mixed with highly radioactive fission products. The gamma radiation barrier is lethal for about 100 years
- Without radiation barrier, main danger is inhalation.
- So, it matters what form plutonium takes.



www.csis.org | 3




CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program

Bottom line:

- Direct disposal generally viewed by nonproliferation community as most proliferation-resistant approach to spent fuel
 - Plutonium remains in fuel, with radiation barriers
 - Efforts to “divert” would be costly, take time
- But, risks increase over time (>100 years) because radiation barriers (“self-protection”) decrease
 - “Plutonium mine”



www.csis.org | 4



CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES


Proliferation Prevention Program

What are proliferation risks?

- In general, that material/equipment/facilities will be used for non-peaceful/explosive purposes
 - Diversion of declared material at declared facilities
 - Use of declared facilities to produce undeclared material
 - Undeclared facilities, activities



www.csis.org | 5




CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program

Nuclear security risks at back end

- IAEA (Pub 1481 Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities):
 - Risk of unauthorized removal with the intent to construct a nuclear explosive device;
 - Risk of unauthorized removal which could lead to subsequent dispersal;
 - Risk of sabotage.
- Concern is terrorist access to material, or sabotage of facilities. At back end, transport a particular concern.



www.csis.org | 6

CSIS | CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES | Proliferation Prevention Program

How to assess?

- **Sophisticated methodologies available, but in general, look at:**
 - Material attractiveness – how much effort is needed to make it weapons-usable (or into an effective RDD)? Can that effort be detected? This will be different for states vs. terrorists
 - Ease of monitoring – Can a diversion be detected in a timely fashion? Are we counting flows of material or discrete items?

www.csis.org | 7

CSIS | CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES | Proliferation Prevention Program

Spent fuel pathways

DIRECT DISPOSAL	REPROCESSING	MOX (PARTIAL REPROCESSING)
At reactor	At reactor	At reactor
Away-from-reactor	?	Away-from-reactor
Centralized, interim storage	?	Centralized, interim storage
	Reprocessing	Reprocessing
	Fuel Fabrication (MOX)	Fuel Fabrication (MOX)
Repository for SNF	Repository for MOX SNF & HLW	Repository for SNF, MOX SNF & HLW

www.csis.org | 8

CSIS | CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES | Proliferation Prevention Program

Proliferation/security risks of materials, facilities

Materials	Proliferation + security risks
At reactor	Irradiated fuel bundles Self-protection = lesser risk of diversion, unauthorized removal, undeclared activities. Risk of sabotage mixed
Away-from-reactor/ Interim Storage	Irradiated fuel in dry casks Self-protection = lesser risk of diversion, unauthorized removal, undeclared activities. Lesser risk of sabotage
Reprocessing	In-process material Separated plutonium Risks of diversion, misuse of declared facilities, undeclared facilities, unauthorized removal, sabotage
Fuel Fabrication (MOX)	Separated plutonium Fabricated fuel Risks of diversion, misuse of declared facilities, undeclared facilities, unauthorized removal, sabotage
Repository for SNF	Self-protecting irradiated fuel bundles Self-protection declines after 100 years. A repository for just HLW has nuclear security risks but no proliferation risks.

www.csis.org | 9

CSIS | CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES | Proliferation Prevention Program

Proliferation risks of back-end choices

- **Reprocessing & fuel fabrication facilities pose risks of bulk-handling facilities**
 - Misuse of facility (material unaccounted for)
 - Diversion of material
 - Diversion to an unsafeguarded facility
- **SNF storage and direct disposal easier (bundle counting) but direct disposal of spent fuel in a repository has other risks**
 - Radiation barrier declines over time, making a repository a "plutonium mine"

www.csis.org | 10

CSIS | CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES | Proliferation Prevention Program

Decay of spent PWR fuel over time (Source: IPFM, "Managing Spent Fuel from Nuclear Power Reactors: Experience and Lessons from Around the World," September 2011)

Figure 17: Fuel Decay to Heat Rate (log-log plot). Source: World Nuclear Association.

www.csis.org | 11

CSIS | CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES | Proliferation Prevention Program

Other recycling considerations

- "Burner" vs. Breeder Fast Reactors
- Current concept is to burn up transuranics as fuel (which produce most heat after 100 years)
- Advantages: Improve proliferation resistance (marginally) by not fully separating Pu from fission products. Full recycle could reduce risk of repository as a Pu mine
- Disadvantages: TIME & MONEY

www.csis.org | 12

CSIS

CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program

Political challenges of the back end

- **No international consensus on a few relevant issues**
 - How long is "long-term" storage – 50, 100 years?
 - What is "waste" – is SNF asset or liability?
 - What are costs?
- **Huge political hurdles for repositories**
 - Siting is biggest
 - Questions about retrievability; monitoring; phased management



www.csis.org | 13


CSIS

CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program

Ensuring nonproliferation & security for direct disposal in the long-term

- **No geological repository for commercial SNF has yet opened**
- **Main challenge for nonproliferation and security will be how to prevent access after several hundred years (will we forget how to make nuclear weapons by then?)**
 - Would multilateral/multinational or international management/ownership be helpful?
- **But this challenge pales in comparison to getting a few repositories open**



www.csis.org | 14


CSIS

CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES

Proliferation Prevention Program

Contact information

Proliferation Prevention Program @ www.csis.org
ssquassoni@csis.org
202 775-3293



www.csis.org | 15

Panel Discussion 1

Safeguards Challenges at the Back-End of the Nuclear Fuel Cycle

Peter Rance



Safeguards context

- Agreements that nuclear material will not be diverted for non-peaceful purposes
 - No diversion of declared nuclear material
 - No misuse of declared facilities
 - No undeclared nuclear material or facilities



Back-end options

- Interim storage, reprocessing and direct disposal will coexist
- All either have or can/will be safeguarded
- Specific and common issues

Reprocessing

- Separates uranium and plutonium
- Material available (verification, re-use)

Storage/disposal

- No processing of spent fuel
- Material difficult/ 'impossible' to access

- Material continues to require safeguarding
- Material continues to require safeguarding



Safeguards approaches

- Different technical challenges
 - Reprocessing: 'Ease' of access, complex processing
 - Storage/disposal: Indirect verification
- Same objectives/outcomes
 - Reprocessing safeguards demonstrated
 - Storage safeguards demonstrated
 - Disposal safeguards developed
- All based on a continuing understanding of:
 - Amounts and locations of material
 - Facility operation
- More similarities than differences



Safeguards measures

- Nuclear material continues to be subject to safeguards even after geological disposal
- Verification of repository design, construction and operation
- Verification of material receipt and flow
- Measures to ensure that material is not secretly removed
- During operational period
- Following repository closure
- In context of state level concept



パネル討論 1

**時間経過に伴う放射線低減等により、
アクセス可能性が増すことでの将来世
代の抱える潜在的リスクについて**

**日本原子力研究開発機構
核物質管理科学技術推進部長
持地 敏郎**

1

Panel Discussion 1

**Potential risk for future generations
associated with access possibility
due to decrease of radioactivity
from SF**

**Toshiro MOCHIIJI
Director, Department of Science and Technology
for Nuclear Material Management
JAEA**

1

直接処分された使用済燃料の核不拡散性

- 処分体は、処分直後は放射線量率が高く、容易に近寄れないことから、核不拡散性が高い。
- 処分後数100年を超えると、核分裂生成物が減衰して、人間がアクセス可能な線量率にまで低減する。
- 一方、処分後数万年程度は、処分体中にプルトニウムが大量に残存。

↓

処分後数百年から数万年にわたり、転用誘引度があるので、対策が必要。

3

**Intrinsic nonproliferation features of direct
disposal of spent nuclear fuel (SF)**

- SF right after disposal is not easy to access because of high radioactivity. Therefore, SF has high proliferation resistance.
- A couple of hundred years after disposal, SF becomes easy to access because the fission products in the SF decay.
- Meanwhile, there exists a large amount of Pu in the SF tens of thousands of years after disposal.

↓

From a couple of hundred to tens of thousands of years after disposal, safeguards measures are needed because the amount of Pu in the SF will increase human incentives for diversion.

4

**高レベル放射性廃棄物(SF含む)における
保障措置、核物質防護措置**

ガラス固化体 貯蔵 30～50年 50年 処分場閉鎖終了後

ガラス固化体 処分スケジュール

保障措置 IAEAの検証後、SGの対象外

核物質防護 (日本) 防護区分Ⅲ 防護区分Ⅲ (防護要件の緩和) 適切な時期に規制を解除

使用済燃料 閉鎖

保障措置 封印・監視 処分場の保障措置アプローチの適用 新たなSGアプローチの開発の必要性

核物質防護 (日本) 防護区分Ⅰ～Ⅲ 適切な防護の在り方について検討が必要

*防護対象核物質の区分
**照射前に区画Ⅰ及び区分Ⅱに分類されたものについては、1m離れた地点での空気吸収線量率が1グレイ毎時を超え、そのものは防護のレベルを1区分下げることができる

3

**Safeguards and physical protection
for high-level radioactive waste**

Disposal schedule for vitrified waste Storage 30～50 years Operational phase 50 years Post closure phase

Vitrified waste Repository closure

Safeguards	Termination of IAEA SG		
Physical Protection	Category* III	Category* III (Mitigation of protection requirement)	Remove the controls at an appropriate time

SF Repository closure

Safeguards	Containment Surveillance	SG approach for disposal	Development of new SG approach?
Physical Protection	Category* I Category* III**	Consideration of appropriate protection?	

* Categorization of nuclear material on FP
** Category I or II before irradiation may be reduced one category level while the radiation level from the fuel exceed 1Grih at one meter unshielded

3

Panel Discussion 1

U.S. Weapons Plutonium Disposition

Guy D. Lunsford

Director of International Programs Division

International Program Drivers

- **Amended U.S.-Russia Plutonium Management & Disposition Agreement** — Signed at the 2010 Nuclear Security Summit, commits each side to dispose of at least 34 MT of weapon-grade plutonium by irradiating it in reactors
- **U.S. Nonproliferation Treaty (NPT) Commitments:** Article VI states that “each of the Parties undertakes to pursue negotiations in good faith on effective measures relating to cessation of the nuclear arms race at an early date and to nuclear disarmament, and on a Treaty on general and complete disarmament under strict and effective international control”
 - Disposing of surplus U.S. weapon-grade plutonium and HEU demonstrates that the U.S. is living up to its nonproliferation commitments under the NPT by drawing down its nuclear arsenal in a transparent, irreversible manner
- **IAEA Participation:** Verification Regime is the first time the IAEA has been called upon to verify nonproliferation activities in weapons states, strengthening the IAEA's efforts to enforce NPT commitments

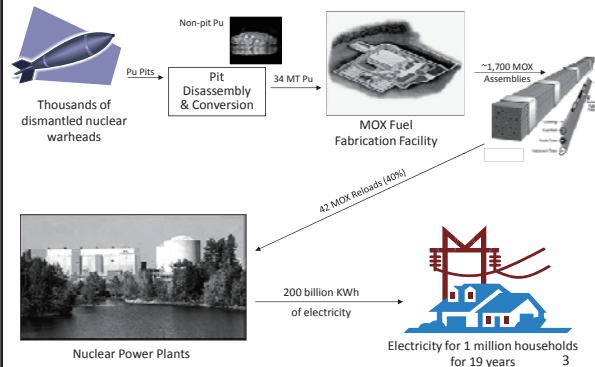
1

Selecting a Disposition Pathway

- After the Cold War, the U.S. committed to eliminate surplus fissile materials by declaring nearly 300 metric tons of fissile materials excess to defense needs
- U.S. Department of Energy charged the National Academy of Sciences (NAS) to evaluate the management and disposition options for excess plutonium.
- Alternatives considered included (but not limited to): fabrication into fuel, vitrification and deep bore holes
- NAS recommended fabrication into fuel for irradiation in reactors or vitrification with high level waste.
- Goal is to achieve the spent fuel standard as described by NAS.

2

U.S. Plutonium Disposition Process

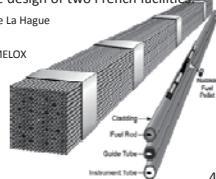


3

MOX Fuel Experience

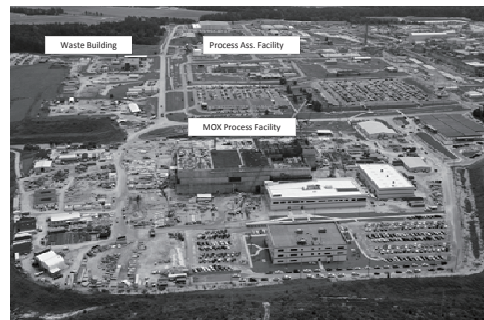


- MOX fuel is currently being used in 31 reactors world wide, and has been used for decades.
- MOX fuel assemblies look identical to uranium fuel assemblies used in commercial nuclear power reactors.
- Once irradiated, spent MOX fuel will be treated the same as conventional spent LEU fuel.
- U.S. MOX facility is based on the design of two French facilities:
 - Aqueous polishing process from the La Hague reprocessing plant and
 - Fuel fabrication process from the MELOX facility



4

MOX Fuel Fabrication Facility



September 2012

5

MOX Fuel & U.S. Nuclear Industry

- NNSA modified the MFFF last year to manufacture fuel for both Pressurized Water Reactors and Boiling Water Reactors, which will allow the facility to make fuel for the entire U.S. light water reactor fleet.
- NNSA is consulting with various fuel fabricators regarding the option of having them market MOX fuel to their utility customers.
 - Working on a Blanket Commercial Agreement with Areva
 - Global Nuclear Fuels developed a proactive licensing strategy
- NNSA also continues to develop strategies to attract other utility customers
 - MOX Backup LEU Inventory to address supply concerns from utilities


6

Sharing Best Practices

- Leverage U.S. experience in disposing of weapons plutonium
- Promote technical cooperation on disposition
- Achieve nuclear security and nonproliferation goals

7

パネル討論 1



**「革新的エネルギー・環境戦略」の概要
と国内外の反応**

**日本原子力研究開発機構
核物質管理科学技術推進部長
持地 敏郎**

1


Panel Discussion 1



**Outline of 「Innovative Strategy for Energy
and the Environment」
and Responses to the Strategy**

**Toshiro MOCHIIJ
Director, Department of Science and Technology
for Nuclear Material Management
JAEA**

1

 **1. 革新的エネルギー・環境戦略**
(2012年9月14日、エネルギー環境会議 決定)

3本の柱

1. 1 原発に依存しない社会の一日も早い実現: 第1の柱

(1) 3つの原則 ⇨ 2030年代に年代に原発稼働ゼロを目標

- 1) 40年運転制限を厳格に適用
- 2) 原子力規制委員会の安全確認を得たもののみ、再稼働
- 3) 原発の新設・増は行わない


(2) 5つの政策

- 1) 核燃料サイクル政策
 - ・引き続き従来の方針に従い再処理事業に取り組む
 - ・核不拡散と原子力の平和利用という責務を果たす

当面以下を先行

- ー 直接処分(研究)に着手
- ー 「もんじゅ」は、廃棄物の減容の研究等、年限を区切った研究計画を策定し、成果を確認の上、研究を終了
- ー バックエンド事業については、民間任せせず、国も責任を持つ
- ー 国が関連自治体や電力消費地域と協議する場を設置し、使用済燃料の直接処分(研究)のあり方、中間貯蔵の体制・手段の問題、最終処分場の確保に向けた取組など、結論を見出していく作業に直ちに着手

2

 **1. Innovative Strategy for Energy and the Environment**
(Decision of the Energy and Environment Council on September 14th, 2012)

The Strategy upholds the following three pillars

1.1 Realization of a society not dependent on nuclear power in the earliest possible future: First Pillar

(1) Three guiding principles ⇨ Aim at zero operation of nuclear power plants in the 2030's

- 1) To strictly apply the stipulated rules regarding forty-year limitation of the operation
- 2) To restart the operation of nuclear power plants once the Nuclear Regulation Authority gives safety assurance
- 3) Not to plan new or additional construction of an NPP


(2) Five policies

- 1) The nuclear fuel cycle policy
To engage in reprocessing projects continuously in accordance with present nuclear fuel cycle policy
To fulfill our responsibility regarding nuclear non-proliferation and peaceful uses of nuclear energy

The following steps should be given priorities for the time being:

- Research on direct disposal is to be launched
- Regarding Prototype FBR Monju, a research plan for a certain period or time for reduction of the amount and toxic level of radioactive waste and other related purposes will be developed, implemented, and, after confirming the outcomes, completed
- The Government will take responsibility for the project on the backend, not simply relying on efforts made by the private sector
- The Government will establish a forum for consultation with related local municipalities and/or areas of electricity consumption and will immediately embark on projects to find solutions for issues regarding direct disposal of spent fuels, the applicable institutions and means of intermediate storage, and the methods of identifying sites for final disposal

2

 **1. 革新的エネルギー・環境戦略(続き)**

(2) 5つの政策

- 2) 人材や技術の維持・強化
- 3) 国際社会との連携
 - ー 政策の見直しに当たっては、国際機関や諸外国と緊密に協議し、連携して進める
- 4) 立地地域対策の強化
- 5) 原子力事業体制と原子力損害賠償制度

(3) 原発に依存しない社会への道筋の検証


- ー グリーンエネルギー拡大の状況、国民生活・経済活動に与える影響、国際的エネルギー情勢等について、検証し、不断に見直す

1. 2 グリーンエネルギー革命の実現: 第2の柱

2030年代に年代に原発稼働ゼロを可能とするよう、あらゆる政策資源を投入

- (1) 節電・省エネルギーの推進
- (2) 再生可能エネルギーの開発
 - ー 1100億kWh(2010年) → 3000億kWh(2030年)(約3倍、水力を除くと約8倍)
 - ー グリーン政策大綱の策定(2012年末)

3

 **1. Innovative Strategy for Energy and the Environment (cont.)**

(2) Five policies (continued)

- 2) Maintaining and strengthening human resources and technology
- 3) Cooperation with the international community
 - Re-examination of its policy to realize a society not dependent on nuclear power will be made through close consultation and collaboration with international organizations and other countries
- 4) Strengthening measures for local areas with nuclear power facilities
- 5) Systems of nuclear power projects and the liability system for nuclear related damages

(3) Review of the path towards a society not dependent on nuclear power

- The Government should carefully review such factors as the state of the expansion of green energy, the impact on people's lives and economic activities, the international situation regarding energy, and should constantly re-examine its nuclear policies

1.2 Realization of Green Energy Revolution: Second Pillar: Second Pillar

The Government will mobilize all possible policy resources to such a level as to even enable zero operation of nuclear power plants in the 2030's.

- (1) Implementation of electricity saving and energy saving
- (2) Development of renewable energy
 - 110 billion kWh in 2010 → 300 billion kWh by 2030 (three times that of 2010, eight times that of 2010 if hydroelectric power is excluded)
 - Formulation of Framework for "Green Development Policy" by around the end of 2012

3



1. 革新的エネルギー・環境戦略(続き)

1. 3 エネルギー安定供給の確保のために: 第3の柱

- (1) 火力発電の高度利用
 - －当面は火力発電の重要性が高まる
 - －環境技術を使って国際貢献や輸出
- (2) コージェネなど熱の高度利用
- (3) 次世代エネルギー関連技術
- (4) 安定的かつ安価な化石燃料等の確保及び供給

1. 4 電力システム改革の断行

- 三本柱を実現するため、以下を実施
- －電力市場の独占を解き、競争を促進及び発送電を分離
 - －分散ネットワーク型システムを確立し、グリーンエネルギーを拡大しつつ低廉で安定的な電力供給を実現
 - －「電力システム改革戦略」を策定(2012年末)

1. 5 地球温暖化対策の着実な実施

- －2030年時点の温室効果ガス排出量は、1990年比で2割削減を目指す
- －「地球温暖化対策の計画」を策定(2012年末)

4



1. Innovative Strategy for Energy and the Environment (cont.)

1.3 For Ensuring Stable Supply of Energy: Third Pillar

- (1) Advanced use of thermal power generation
 - Thermal power generation will become increasingly important at least for the immediate future
 - International contributions and exports of advanced environmental technology for thermal power generation
- (2) Intensive use of heat, including cogeneration
- (3) Technologies related to the next generation energy sources
- (4) Secure stable and inexpensive supply of fossil fuels

1.4 Bold Implementation of Reform of Electricity Power Systems

- In order to realize the three pillars, the following items are implemented
- Elimination of monopolies and promote competition in the electricity market and separation of generation from transmission and distribution
 - Establishment of a network-type distributed energy system, expansion of the use of green energy, and realization of an inexpensive and stable electricity supply
 - Formulation of "the Strategy for Reform of Electricity Power System" by around the end of 2012

1.5 Steady Implementation of Global Warming Countermeasures

- Japan aims to reduce about 20% of green house gas emissions in 2030 compared to 1990
- Formulation of "Global Warming Action Plan" by the end of 2012

4



2. 国内外の反応

2. 1 脱原発(2030年代原発ゼロ)に対する反応

- (1) 原発ゼロ達成の具体策が示されていない
 - ・再生可能エネルギーに過度に期待すべきでない。
- (2) 国内産業界への影響が大きく、国力の低下を招くことから、脱原発方針を見直すべき。
 - ・電力不足、電気料金値上げにより国内業界の空洞化が進み、雇用の維持が困難となる。
 - ・技術や人材の維持が難しく、日本の原子力発電技術の輸出は衰退。
- (3) 国際社会への影響
 - ・世界の原子力平和利用に関する国際的貢献が維持できるか。
 - ・日本の火力発電などの化石燃料への依存が高まれば、化石燃料の国際価格は上昇する。
 - ・日本の地球温暖化対策は後退する。

5



2. Responses to the Strategy

2.1 Responses to Nuclear Phase-Out by the end of 2030s

- (1) The strategy leaves many details unclear
 - Renewable energy has its own problems
- (2) The strategy is so harmful to the domestic economy and employment that the government should reconsider it
 - Unstable energy supplies and rising electricity costs would hollow out domestic industries and increase unemployment
 - Nuclear technologies and experts would shrink and that means decline of Japan's nuclear exports
- (3) The strategy affects international society
 - Japan's contributions to worldwide peaceful use of nuclear energy becomes unclear
 - If Japan fills the gap of nuclear energy with fossil fuels, their prices will rise internationally.
 - Japan's effort to cut carbon emissions will suffer a serious setback

5



2. 国内外の反応(続き)

2. 2 脱原発を進める一方、再処理事業に取り組むことに対する反応

- (1) プルトニウムの需給バランスを崩す恐れがあるため、プルトニウムの利用方を明確に示すべき。
- (2) 核不拡散上の懸念が生じれば、再処理事業の継続は困難となり、原発運転も停止に追い込まれる。
- (3) その場合、英仏に保管しているプルトニウムと高レベル廃棄物の日本への返還は実行できるか。

6



2. Responses to the Strategy (cont.)

2.2 Responses to Continuing Reprocessing while Retreating from Nuclear Energy

- (1) The government should make clear how separated plutonium could be consumed since the strategy might fail to balance plutonium supply and demand
- (2) If Japanese plutonium stockpile become a subject of proliferation concern, it would be hard to continue reprocessing, which is indispensable to the operation of nuclear power plants
- (3) In this case, it is unclear whether Japan will continue to accept plutonium and high-level radioactive waste separated from Japanese spent nuclear fuel reprocessed in Britain and France

6

国際フォーラム パネル討論2

Panel Discussion 2

13 December, 9:30-12:00

「アジアの原子力利用における核不拡散・核セキュリティ方策および多国間協力枠組み」

Measures to ensure nuclear non-proliferation and nuclear security for nuclear energy use in the Asian region and a multilateral cooperative framework

1

座長: Chairperson :

－ 久野 祐輔 原子力機構 核物質管理科学技術推進部次長

Dr. Yusuke KUNO Deputy Director of STNM, JAEA, Deputy Director of STNM, JAEA

パネリスト: Panelists (alphabetical order)

－ グレップ エフレーモフ ロシア・アンガルスク 国際ウラン濃縮センター部長
Mr. Gleb EFREMOV, Commercial Director, JSC International Uranium Enrichment Center* (IUEC), Russia

－ ステファン ゴールドベルグ アメリカ芸術科学アカデミー研究コーディネーター
Mr. Stephen GOLDBERG, Research Coordinator, Global Nuclear Future Project, American Academy of Arts and Sciences

－ イル ソン ファン ソウル国立大学教授
Prof. Il Soon HWANG, The Seoul National University, the Republic of Korea

－ 直井洋介 原子力機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター次長
Mr. Yosuke NAOI, Deputy Director, Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN), JAEA

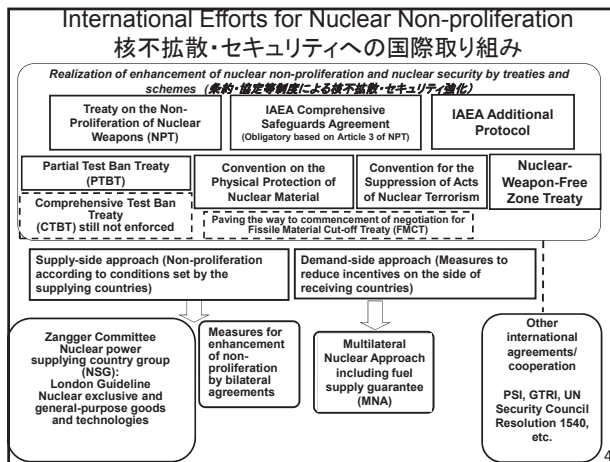
－ 田中知 東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻教授
Prof. Satoru TANAKA, Professor, Department of Nuclear Engineering and Management, School of Engineering, The University of Tokyo

－ ティムール ザンテキン カザフスタン原子力庁委員長
Dr. Timur ZHANTIKIN, Chairman of the Agency for Atomic Energy, the Republic of Kazakhstan

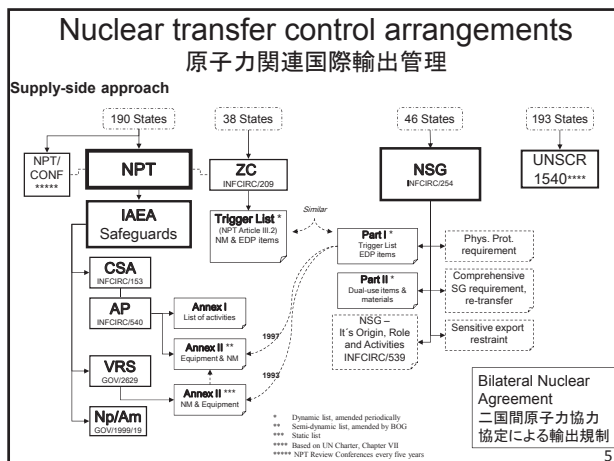
2



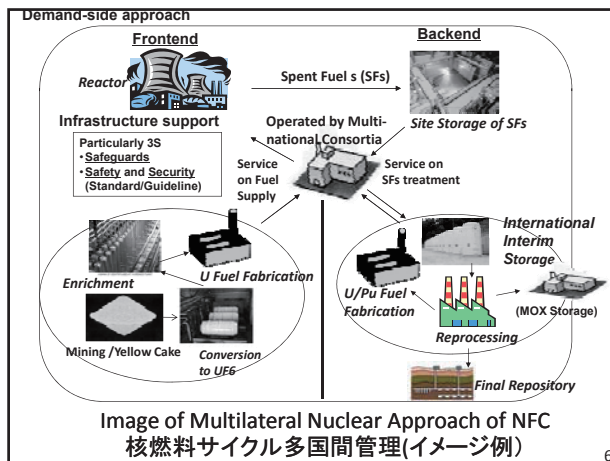
3



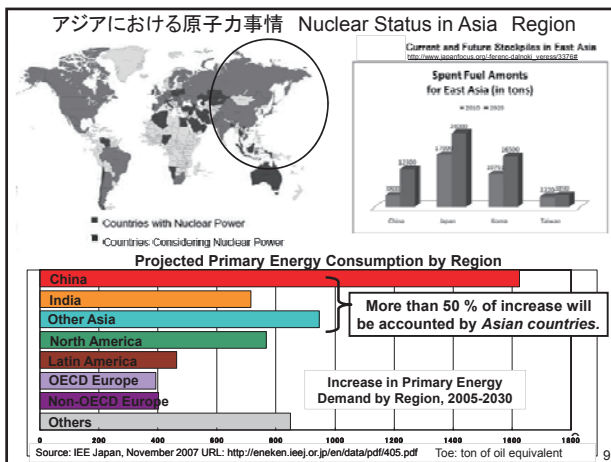
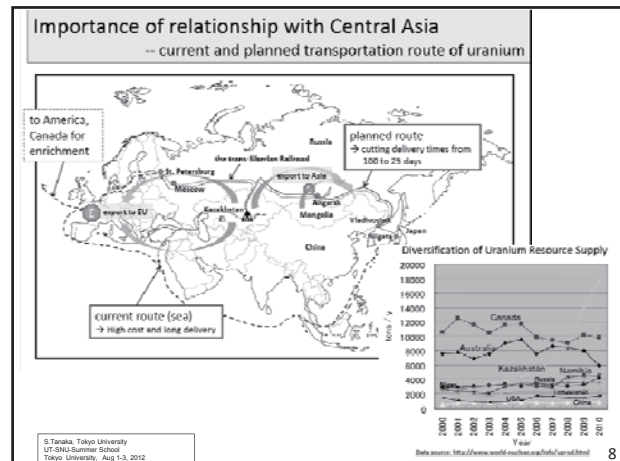
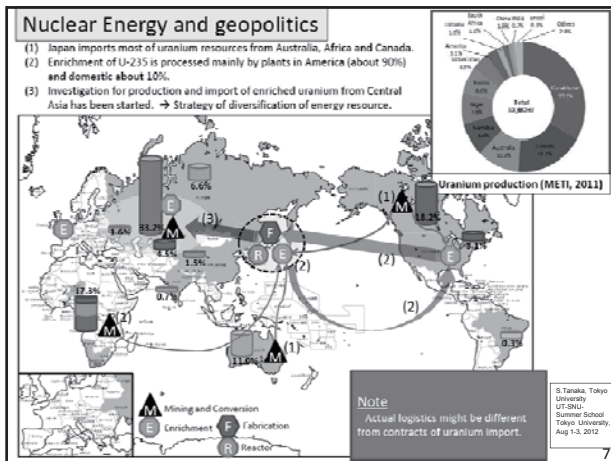
4



5



6



<論点(Discussion Points)I>

- アジア地域における原子力利用を進める上で核拡散、核テロのリスクを低減する観点から、供給国側の視点で以下について議論
 From supplier states' perspectives, following points will be discussed in the context of ensuring nuclear non-proliferation and nuclear security associated with the expansion of nuclear energy use in the Asian region.
- アジア地域の原子力発電(バックエンド問題を含む)の現状と今後の見通しについて認識を共有(既存の原子力発電利用国、新興の原子力発電利用国)
 Current status and future prospects of nuclear power generation in the Asian region (as an introductory remarks by either a chairperson or a Japanese expert).
- 各供給国の原子力輸出管理政策を議論(原子力資機材の輸出にあたって、受領国側に求める核不拡散、核セキュリティ担保措置)
 Nuclear supplier states' nuclear export policies (Requirements for recipient states from nuclear non-proliferation and nuclear security viewpoints).

<論点(Discussion Points)II>

- 各供給国による保障措置、核セキュリティに関する支援の取組みについて
 Efforts by supplier states to help newcomer states in the region ensure safeguards and nuclear security
- 多国間枠組みの実現可能性(I)
 Feasibility of establishing a multilateral cooperation framework (I)
 - 地域的な3S(保障措置や核セキュリティを中心に)の枠組み
 A regional framework ensuring "3S" (mainly safeguards and nuclear security)
 • 供給国側、受領国側から見たメリット、デメリット
 Merits and demerits for supplier and recipient states
 • 枠組み参加を促すための誘因(3Sに係る地域協力枠組み)
 Incentives encouraging voluntary participation in such regional framework on 3S

<論点(Discussion Points)II(続)>

- 多国間枠組みの実現可能性(II)
 Feasibility of establishing a multilateral cooperation framework (II)
 - 地域的な燃料サイクルの枠組み(フロントエンド、バックエンド)
 A regional nuclear fuel cycle framework (both front / back ends)
 • アジアにおける多国間アプローチの意義
 significance of multilateral approaches in the Asian region
 • 供給国側、受領国側から見たメリット、デメリット
 merits and demerits for supplier and recipient states
 • 枠組みに参加を促すための誘因(ホスト国、参加国) incentives encouraging voluntary participation in such framework as well as hosting facilities
- 両者を統合したような構想
 A regional framework integrating the above two concepts
 • EURATOM(但し、現状では3Sで保障措置が主)のような地域枠組みの
 アジアにおける実現可能性
 Feasibility of establishing a framework in Asian region

論点I 議論における質問 Discussions and Q&A by all the panelists

Question 1:

アジアにおける原子力利用拡大における核不拡散および核セキュリティの懸念と課題、たとえば、供給国としてのサービス・支援における受領国への核不拡散・核セキュリティへの措置（輸出管理の重要性）：How to deal with nuclear non-proliferation and nuclear security concerns and challenges associated with the expansion of the nuclear energy use in the Asian region.

Importance of nuclear export control and requirements for recipient states from nuclear non-proliferation and nuclear security viewpoints.

Question 2:

輸出管理における核不拡散、核セキュリティ担保措置、輸出管理や二国間協定などサブライサイドアプローチによる核不拡散対策の有効性と限界？ Effectiveness and limitations of so-called "supply-side approaches" for ensuring nuclear non-proliferation and nuclear security measures, including nuclear export controls and bilateral nuclear cooperation agreements.

Question 3:

アジアにおける効果的な平和利用拡大および3S強化の両立策？ 1つのオプションとして多国間管理：

Effective measures for enhancing peaceful use of nuclear energy and strengthening "3S" (safeguards, security and safety): Potentialities of a multilateral nuclear approach

13

**燃料サイクル国際化について
Internationalization of Nuclear Fuel Cycle (II)**

・ウラン濃縮や再処理を含む平和利用拡大における核不拡散対策として、これまで国際社会は「保障措置」等制度の適用、および輸出管理による機微技術保有の制限¹⁾にて対応。

As measures for nuclear non-proliferation under expansion of peaceful use including enrichment and reprocessing of uranium, the international society has so far applied safeguards and limited holding of sensitive nuclear technologies (SNTs).

・核拡散セキュリティ問題の深刻化、原子力利用の多様化から、国際社会は「核拡散抵抗性」などさらなる核不拡散対策の強化を要求している。

Because the situation of nuclear proliferation/security has been getting more serious, and diversification of nuclear energy, the international society is requiring more enhancement of the measures including the "nuclear proliferation resistance."

・一方で、それによる更なる経済的負担は、歓迎されるものではない。

On the other hand, it is not desirable to spend higher expense due to this.

・そもそも、濃縮・再処理・国際貯蔵は世界にいくつかあればニーズはカバーできるという特徴がある。

In principle, the needs will be covered if there are some facilities in the world for enrichment, reprocessing, and international storage.

14

**燃料サイクルの多国間管理について
Multilateralization of Nuclear Fuel Cycle (II)**

・そこで、新たな対策として「燃料サイクルの多国間管理」の考え方が浮上。「多国間（国際）管理」は、国際的受容性のある解決策が提案できれば、経済的かつ効率的に、平和利用の促進と核不拡散が達成可能。

As a new measure, therefore, the idea of "Multilateral Nuclear Approach (MNA) of nuclear fuel cycle" has been emerging. If we can propose a solution that is internationally acceptable, the MNA of nuclear fuel cycle will economically and efficiently attain both fostering of peaceful use and nuclear non-proliferation.

・まず、フロントエンド²⁾について「核燃料の供給保証」など国際枠組みについて議論が進展（但し、多くの異なる提案が乱立）³⁾。原料採掘・ウラン濃縮・燃料製造～原子力発電までを呼ぶ

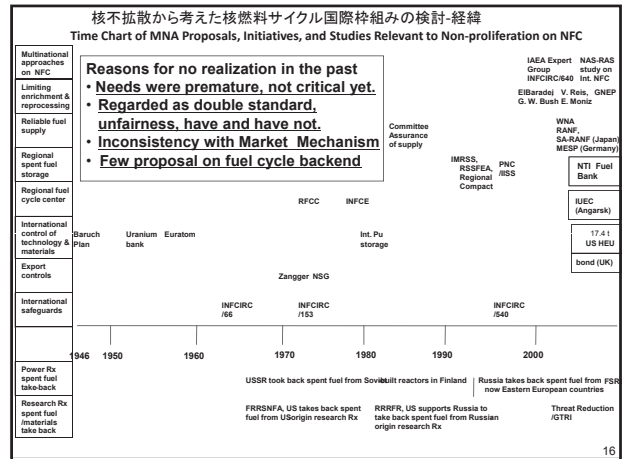
First, as to the front end²⁾, arguments about international frameworks such as "assuring of nuclear fuel supply" have been advanced (too many different proposals, though). "Stands for processes from raw material mining through uranium enrichment and fuel production to nuclear power generation."

・しかし、同時に使用済み燃料取り扱いなどバックエンドへの対応問題が深刻化（多国における使用済み燃料の蓄積など）。バックエンドを含めた多国間管理が重要。

At the same time, however, the issues for responding to the back end including spent fuel treatment have been getting deeper (accumulation of spent fuel in countries). It is important to propose MNA including the back end.

・さらに、安全、核セキュリティを含めた3Sの強化が平和利用の促進とともに望まれる。Strengthening Safety, Security, Safeguards (3S) as well as promotion of peaceful use of Nuclear energy is desired.

15



16

Proposals of Multilateral Approach (提案された多国間アプローチ)*

2000s	Proposer	Focus	Location	Standing	Timeframe
Regional Spent Fuel Storage Facilities (03)	IAEA	Back	Selected locations	Standing	Long-term
Multilateral Nuclear Approaches (05)	IAEA	Both	Selected locations	Standing	Long-term
Proposal on a reserve of nuclear fuel (05)	U.S.A.	Front		Backup	Short-term
GNEP (06)	U.S.A.	Back	Six fuel cycle states	Standing	Long-term
INFCE (06)	RF	Front		Backup	Short-term
Six Country Concept - enrichment (06)	Six suppliers	Front	Supplier states	Backup	Short-term
Enrichment Bond (06)	UK	Front		Backup	Short-term
Nuclear Fuel Bank (06)	NGO (NTI)	Front	Selected locations	Backup	Short-term
Standby Arrangement System (06)	Japan	Front	Selected locations	Both	Short-term
International Nuclear Fuel Bank (06)	IAEA	Front	Selected locations	Backup	Short-term
IUEC (07)	RF	Front	Selected locations	Standing	Mid-term
MESP (07)	Germany	Front	Extraterritorial	Standing	Mid-term

*Professor H Soon HWANG (SNU), SNU Univ. Tokyo-JNU Summer School
Johu National University, July 27-30, 2011

17

論点II 議論における質問 Discussions and Q&A by all the panelists

Question 1:

・アジアにおける多国間アプローチの意義？

Significances of multilateral approaches in Asian region.

Question 2:

・アジアにおけるバックエンドにおける多国間協力は可能か？

Is it possible to implement multilateral cooperation dealing with nuclear fuel cycle back end?

Question 3:

・多国間管理枠組みは経済的に成り立つか？ MNAやホスト国等の責任（賠償責任）は？

Is it economically possible to establish a MNA framework? Liability (MNA/host countries)?

Question 4:

・輸送の問題をどのように解決するか？

How to overcome inevitable challenges of transportation of nuclear materials and SNF?

18

論点II 議論における質問

Discussions and Q&A by all the panelists

・Question 5:
供給国側、受領国側から見たメリット、デメリット？参加へのインセンティブとは(国、産業界)？

Merits and demerits of participating in a MNA framework from nuclear supplier state /recipient state & nuclear supply industry' s viewpoints.
What is incentive to participate in MNA (States, Industries)?

Question 6:

株主(資金支援者)対技術保持者の関係はどうあるべきか。
What is relationship between share-holder and technology-holder?

Question 7:

・3Sの合理的な強化に向けた、先進国、新興国の協力体制ー3S統合アプローチとしての多国間協力

A nuclear cooperation framework consisting of both advanced and emerging nuclear energy states for strengthening "3S". Multilateral cooperation as an integrated "3S" approach.

19

パネル2の質疑と全体まとめ

Questions from floor and summary of the panel discussion 2

- フロアからの質疑
- Questions from floor
- 議論のまとめ
- Summary of the panel discussion 2

20

Panel Discussion 2

**KAZAKHSTAN AS A
PROVIDER OF NUCLEAR FUEL
AND KAZAKHSTAN'S
NUCLEAR EXPORT POLICY**

2012 International Forum on Nuclear
Energy, Non-Proliferation and
Nuclear Security

Potential for supply of nuclear fuel

- Deposits of uranium ores
- Cheap leaching technologies
- Development of vertically integrated fuel company
- Existing fuel fabrication technologies and experience
- Open and transparent nuclear industry
- Disadvantage – no direct exit to sea and resulting dependence on surface transit.

2

Problems to solve

- Fuel certification – joint cooperative actions of fuel supplier and consumer, establishment of joint ventures and other possible forms of cooperation
- Long-term contracts – guarantees for uninterrupted fuel supply versus guaranteed fuel purchases
- Cooperation of fuel producers with reactor designers and constructors

3

Nuclear Export Policies

NSG recommendations that include:

- NPT participation (with one exclusion)
- National system for NM accountancy
- Guarantees of exclusively peaceful use of imported material
- Lifetime application of the IAEA safeguards to the imported material
- Re-export conditions that should be similar to our export requirements

4

Elements of guaranteed fuel supply

Multinational facilities – examples are International Centre for Uranium Enrichment (ICUE), IAEA LEU Bank

- ICUE has economical attraction for the participants having guaranteed use of existing enrichment technologies
- LEU Bank – challenge is to develop legal basis for fair interaction between hosting country, IAEA, participants of the project (donors). Creation of LEU Bank should not be used for limitation of development of national nuclear technologies

These two projects can be considered as models for multinational facilities of nuclear fuel cycle

5

IUEC
International Uranium
Enrichment Center

**RUSSIA'S CURRENT AND FUTURE
NUCLEAR BUSINESS STRATEGIES & NUCLEAR EXPORT POLICIES**

Gleb Efremov
International Uranium Enrichment Center
Russian Federation

International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security
IAEA, 12-13 December 2012

Gleb Efremov
International Forum on Nuclear Energy,
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

TODAY ROSATOM SHARES:

16% of the electricity generation in Russia;	17% of the world nuclear fuel fabrication;
8% of the world uranium mining;	13% of the world nuclear and energy machinery building;
40% of the world uranium enrichment;	16 % of the world NPP's construction and engineering.

TODAY ROSATOM OPERATES:

10 NPP with 33 reactors having total outcome 24.2 GWt (RosEnergAtom);

One of the top-five in the world uranium mining with 5.2 million tons of uranium production per year («ARMZ» holding);

4 enrichment facilities with the modern gas-centrifuge technology and machinery building plants that produce fuel assemblies for 76 nuclear reactors PWR, BWR, VVER, BN reactors, RBMK, research reactors, EGP-6 reactors in 14 countries in the world («TVEL Fuel Corporation»);

«Atomenergomash» holding that merges more than 40 machinery building enterprises in Russia, Czech, Hungary, Kazakhstan, Ukraine, Morocco. The equipment produced is used at 13% of world NPPs in 20 countries;

«Atomstroyexport» that has 5 NPPs under the construction outside Russia (India - 2, Bulgaria- 2 and Iran- 1) + 2 reactors under the construction at Baltyiskaya NPP in Russia.

7 reactors under the construction in Russia plus 6 to be started in 2013-2014 (3 design -research enterprises together with two other contractors besides Atomstroyexport) + 2 reactors of floating NPP.

Gleb Efremov
International Forum on Nuclear Energy,
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

STRATEGY AND PERSPECTIVES OF ROSATOM

1. The designing and construction in 10- year period of the 4th –generation reactor with natural security - the project «Proryv» (Breakthrough):

- The main challenge of the project – to perform the closed nuclear fuel cycle station -operating at Beloyarskaya NPP with spent fuel reprocessing and fabrication;
- Main type of reactor: BN-1200 (fast breeder) with sodium or lead coolant;
- Type of fuel: dense nitride «U-Pt» fuel;
- Commercial operation: starting from 2020;
- Early Field Trial: 2017 (fuel testing on BN -600);
- Financing: \$ 3.3 billion (federal financing and funds of ROSATOM);

2. NPP construction outside Russia with technical improvements :

- Total market share in NPP construction \$70 billion by 2022;
- New type of business in NPP construction «BOO» = Built + Own + Operate;
- Confirmed 19 nuclear reactors of Russian design:
 - Turkey 4 units (BOO), VVER-1200
 - Belorussia 2 units , VVER -1200
 - Vietnam 2 units, VVER-1000
 - India 4 units, VVER -1000
 - China 2 units, VVER-1000
 - Bangladesh 1 unit, VVER-1000
 - Ukraine 2 units, VVER-1000

Gleb Efremov
International Forum on Nuclear Energy,
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

BACK END OF THE RUSSIAN NUCLEAR FUEL CYCLE

Main policy in the field of spent nuclear fuel management is recycling for the purposes of ecologically-safe maintenance with the products caused by nuclear decay and return to the nuclear fuel cycle of the regenerated materials.

Current situation:

1. Spent fuel from VVER-440 and BN-600 after cooling reprocesses at MAYAK (RT-1).
2. Spent fuel from VVER-1000 after cooling is stored at GHK combine in «wet storage» and «dry storage» put in operation in 2010.
3. Spent fuel from RBMK-1000 is stored at the NPP's cooling ponds.
4. Spent fuel from EGP-6 is stored at the cooling ponds.

Future concept:

1. Spent fuel from VVER-440 and BN-600 after cooling reprocesses at MAYAK (RT-1) as is.
2. Spent fuel from VVER-1000 stored at GHK combine in «wet storage» to be transferred to the «dry storage» and later on to be finally reprocessed at GHK (RT-2) to be constructed. Full estimated capacity to be reached by 2020.
3. Spent fuel from RBMK-1000 stored at NPP's cooling ponds to be stored at the GHK combine in «dry storage» and later on to be finally reprocessed at GHK (RT-2) to be constructed.
4. Spent fuel from EGP-6 stored at the cooling ponds – no ideas (is going to be still stored).

Gleb Efremov
International Forum on Nuclear Energy,
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

INTERNATIONAL LAW AND RUSSIAN EXPORT CONTROL

Russian export control system is based on rules of international law including:

- NPT

Art.1: Each NWS - Party to the Treaty undertakes not to transfer to any recipient whatsoever nuclear weapons or other nuclear explosive devices ...; and not in any way to assist, encourage, or induce any non-nuclear weapon State to manufacture or otherwise acquire nuclear weapons or other nuclear explosive devices,

Art 3.2: Each State Party to the Treaty undertakes not to provide: (a) source or special fissionable material, or (b) equipment or material especially designed or prepared for the processing, use or production of special fissionable material, to any non-nuclear-weapon State for peaceful purposes, unless the source or special fissionable material shall be subject to the safeguards required by this article.
- Resolutions of United Nations Security Council (i.e. resolution 1540 dated April 28, 2004);
- Nuclear Suppliers Group Guidelines (INFCIRC/254/Rev.9, Statement on Civil Nuclear Cooperation with India)
- G-8 decisions;
- etc.

Gleb Efremov
International Forum on Nuclear Energy,
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

REQUIREMENTS FOR NUCLEAR EXPORT TO NON-NUCLEAR WEAPON STATES

1. Contract with foreign party for transfer of nuclear materials should have a specific provision regarding obligation of such foreign party not to use these materials for construction of any weapon of mass destruction and its delivery vehicles.
2. Recipient country (except India) should have an actual agreement with IAEA regarding safeguards applying to all its peaceful nuclear activities. Export to India is permitted only if controlled goods will be used on nuclear installations which are subject to IAEA safeguards.
3. To obtain export license for export of any controlled goods Russian exporter should present to FSTEC assurances from authorized governmental agencies of the recipient countries that the above goods or goods produced on their basis:
 - shall not be used for production of nuclear weapons and other nuclear explosive devices or for any military purpose;
 - shall be subject to IAEA safeguards;
 - shall be physically protected in accordance with the IAEA requirements;
 - shall be re-exported or transferred beyond the jurisdiction of the recipient state to any other country only on the above conditions.

All such assurances can be presented to FSTEC on spot basis or by reference to corresponding provisions of international agreement between Russia and recipient country.

REQUIREMENTS FOR NUCLEAR EXPORT TO NON-NUCLEAR WEAPON STATES

GALE CHENNAI
International Forum on Nuclear Energy
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

Additionally, the authorized governmental agency of the recipient country should present assurances that without written approval of Rosatom and FSTEC:

- equipment for chemical reprocessing of spent fuel, isotopic enrichment of uranium, production of heavy water, their main components and goods produced on their basis, as well as uranium with assay of 20% or higher, plutonium and heavy water shall not be subsequently transferred to other countries;
- transferred equipment and technologies for isotopic enrichment of uranium as well as any other equipment based on such technology shall not be used for production of uranium with assay of 20% or more.

Nuclear export to the countries not having actual agreements with IAEA regarding safeguards applying to all their nuclear activities can be effected subject to:

- specific governmental decree;
- compliance with international obligations of the Russian Federation;
- assurances from the government of the recipient state that controlled goods will not be used in a way that might lead to construction of nuclear explosive device;
- supplied goods will be used exclusively for safe operation of existing nuclear installations, which should be subject to IAEA safeguards.

All such assurances can be presented to FSTEC on spot basis or by reference to corresponding provisions of international agreement between Russia and recipient country.

ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR EXPORT OF EQUIPMENT FOR CHEMICAL REPROCESSING OF SPENT FUEL AND ISOTOPIC ENRICHMENT OF URANIUM

Export from the Russian Federation of equipment for isotopic enrichment of uranium and chemical reprocessing of spent fuel as well as other connected equipment and technologies in any non-nuclear weapon state can be effected only if receiving state complies with all following requirements:

- receiving state is a member to NPT and fully complies with its obligations under that treaty;
- additional protocol to the agreement with IAEA on safeguards is executed and enter into force or the state is applying regional agreement approved by IAEA in order to ensure that its nuclear activities have peaceful goals;
- receiving state does not infringe its obligations under the agreement with IAEA on safeguards reflected in official documents of IAEA or previous investigations of IAEA regarding such infringements are eliminated;
- receiving state voluntarily complies with Guidelines of Nuclear Suppliers Group and presented to United Nations Security Council in accordance with its resolution 1540 dated April 28, 2004 report on application of due export control procedures;
- receiving state obliged to comply with IAEA standards of nuclear safety and other generally recognized principles and rules of international law in this field;

GALE CHENNAI
International Forum on Nuclear Energy
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR EXPORT OF EQUIPMENT FOR CHEMICAL REPROCESSING OF SPENT FUEL AND ISOTOPIC ENRICHMENT OF URANIUM

- receiving state with regard to equipment and technologies to be exported from Russia:
 - presents assurances that such equipment and technologies as well as other equipment incorporating such equipment or based on such technologies will not be copied or modified;
 - gives the right to the Russian Federation to inspect and control the use of equipment and technologies in the receiving state with respect to safety and safeguards.

Information regarding equipment for isotopic enrichment of uranium can be transferred to non-nuclear weapon states in the minimum amount necessary for supervision or for their safe installation and maintenance without transferring information on key elements of technologies connected with such equipment.

GALE CHENNAI
International Forum on Nuclear Energy
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

Thank you for attention!

IUEC
International Uranium
Enrichment Center

Panel Discussion 2

Study of Feasible and Sustainable Multilateral Nuclear Approach on Nuclear Fuel Cycle

December 13, 2012

Satoru Tanaka

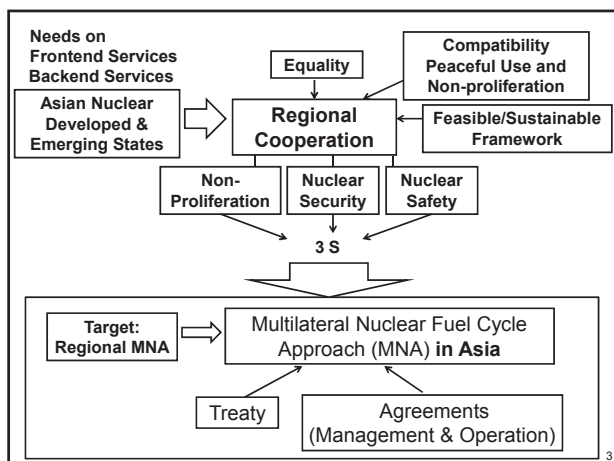
Prof. Dept. of Nuclear Engineering and Management,
School of Engineering, the University of Tokyo

1

Benefit and Incentive on MNA

1. Formulation of no discriminatory framework can be primary incentive to make states join MNA. Recent criteria-based approach of export of sensitive technologies in NSG would help create a framework taking into account NPT Article IV.
2. Nevertheless, the number of enrichment and reprocessing facilities can be limited from the viewpoints of their needs (capacities) and nuclear nonproliferation.
3. Services on spent nuclear fuels, take-back, take-away, storage, reprocessing etc. should systematically be assured. Recipient countries can enjoy such services in MNA framework.
4. It is also expected that the host country in MNA would be discouraged to divert nuclear materials and misuse of the related technologies because of the multilateral control of the fuel cycle facilities.
5. To minimize proliferation risk on SFs: Accumulation of spent fuels, e.g., in power reactor user countries, comes to be a serious issue in the world. Leaving such spent fuel in individual countries, there is also a certain level of risk to make such countries change the policy, i.e., to have incentive to try reprocessing.
6. It may be expected for the proposed MNA framework that infrastructure support such as nuclear safety and security (2Ss) be involved. It involves application of international standards/guidelines on nuclear safety/security.
7. Host countries may be able to expand their nuclear fuel cycle business capabilities further more although facilities are expected to be controlled under/by MNA.

2



3

Justification of the Region (Asia) for MNA

Our Study: Targeted to central – south/east Asian

- Nuclear Power Growth in Asian Region.
- The Region possesses high level of nuclear technologies and capability of nuclear fuel cycle and abundance of nuclear materials
- The region needs stable fuel supply system, spent fuel services and cooperation on 3S between developed and emerging countries is needed.
- Seriousness of spent fuel (SF) accumulation (need of solution), possibility of regional cooperation on SF
- Desire to have new type non-proliferation framework

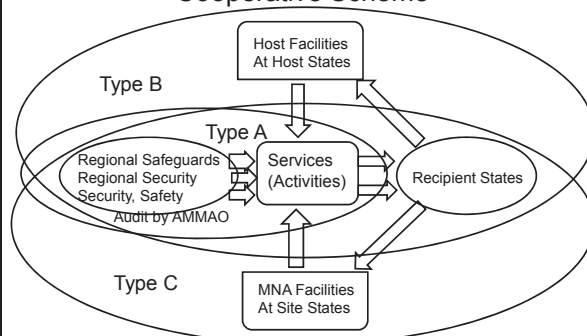
4

Basic Concept on Our MNA Study

- Proposed MNA-Framework on Nuclear Fuel Cycle should be designed based upon 1) **Nuclear- Nonproliferation**, 2) **Sustainability**, and 3) **Feasibility**.
- Compatibility of “**inalienable right (equality)**” and “**nuclear non-proliferation**” in peaceful use of nuclear energy should be pursued. (pursuant to Article 4, NPT)
- **MNA to hold equal level of nuclear non-proliferation (NNP) function to the existing NNP measures** (e.g. substitute for bilateral nuclear agreement, AEA article 123) *The specific requirement to participate in the multilateral framework is to satisfy conditions equivalent to the “objective criteria” described in INFCIRC 254 part 1, 6-7 (NSG Guidelines revised in 2011).*
- MNA-Framework to include the **services on not only nuclear fuel supply (front-end)** but also **spent fuel - SF treatment (back-end)**; Not only assurance but provision of both services.
- MNA to comply with the **international guideline/standard on safety, safeguards and security (3S)** (Regional System also should cover Safety/ Security).
- At the same time, **MNA contributes to “improving transparency” and “trust-building”** as a measure for nuclear non-proliferation.

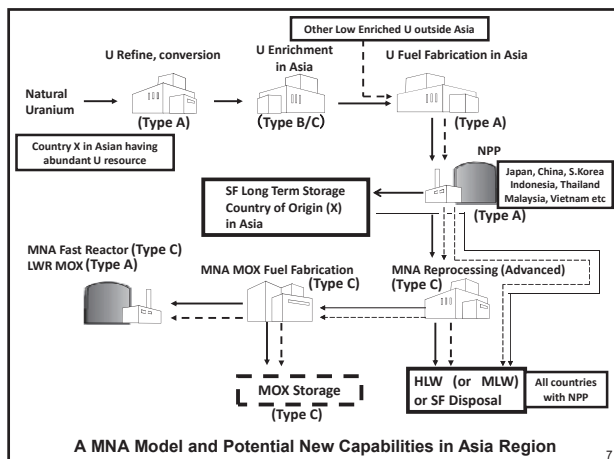
5

Cooperative Scheme



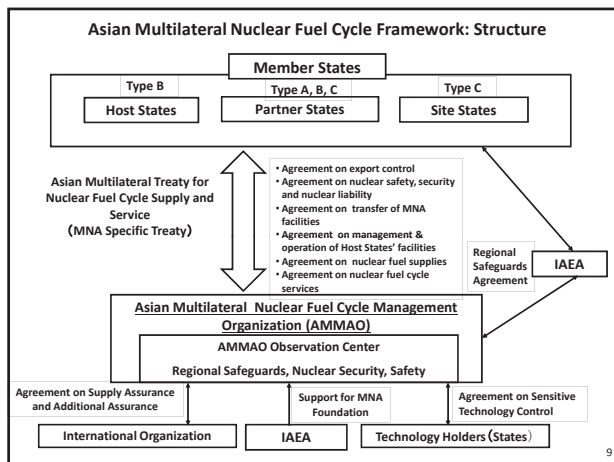
Services: Fuel Supply, SF Storage, Reprocessing, MOX Storage by Multinational Consortium
Management: Asian Multilateral Fuel Cycle Management Organization (AMMAO)

6

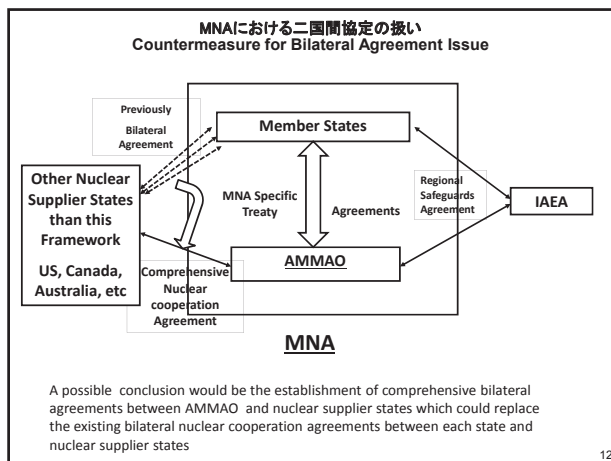
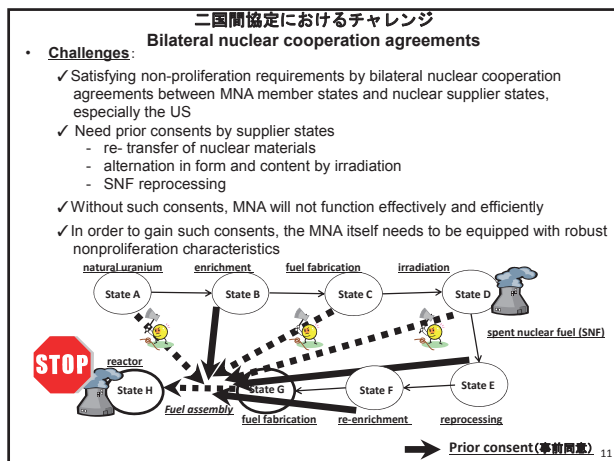


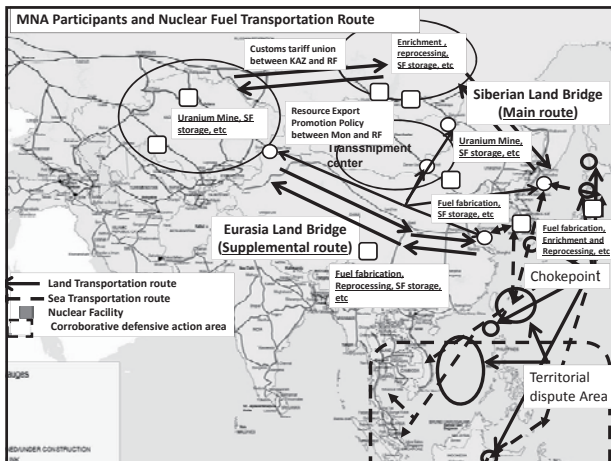
Features for formulation of MNA

- Label A:** Nonproliferation (restriction of NPT Article IV, safeguards, nuclear security and export control)
- Label B:** Assurance of supply (services)
- Label C:** Siting – choice of host country
- Label D:** Access to technology
- Label E:** Multilateral involvement
- Label F:** Economics
- Label G:** Transportation
- Label H:** Safety
- Label I:** Nuclear liability
- Label J:** Political and public acceptance
- Label K:** Geopolitics
- Label L:** Legal aspects (relations with international agreement, bilateral agreements, nuclear free zone, etc.)



International Treaties, Agreements, etc. with Regard to Each Label	
Evaluation element (label) and its contents	Related treaties, agreements, etc.
A: Nuclear non-proliferation	A-1: Limitation of sensitive nuclear technologies/peaceful use of nuclear power
	A-2: Safeguards
	A-3: Physical protection of nuclear material and nuclear security
	A-4: Export regulation
B: Guarantee of (nuclear fuel) supply	
C: Selection of host states (in case where Asian states are the member states)	
D: Access to technologies	
E: Degree of involvement in multinational initiative	
F: Economics	
G: Transport	
H: Safety	
I: Compensation	
J: Political/social acceptability	
K: Geopolitics	
L: Legal regulations	





Thank you for your attention

ACKNOWLEDGEMENT

A part of this study is the result of "Study on establishment and sustainable management of multi-national nuclear fuel cycle framework" carried out under the Strategic Promotion Program for Basic Nuclear Research by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

Panel Discussion 2

Asia Should Pursue Multi-National Approach to Back-end Fuel Cycle for Peace

Professor Il Soon Hwang
School of Energy Systems Engineering
Seoul National University, Seoul, Korea
hisline@snu.ac.kr

2012 International Forum
on Nuclear Energy, Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security
IAEA & University of Tokyo, Japan
December 12-13, 2012

Forum
on Nuclear Energy, Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Sec

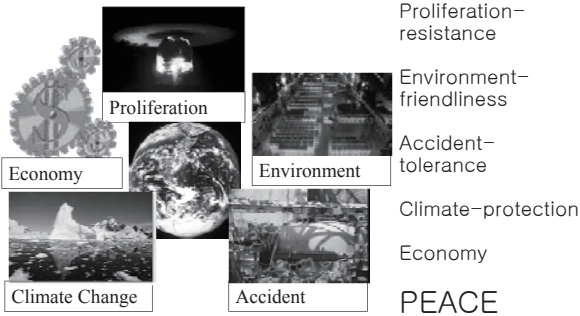
Nuclear Power Construction 2012



Figure 4: Sixty three nuclear power reactors are under construction. The majority are in China, India and the Russian Federation. Source: Adapted from IAEA (2012)
Prof. I.S. Hwang, SNU

2

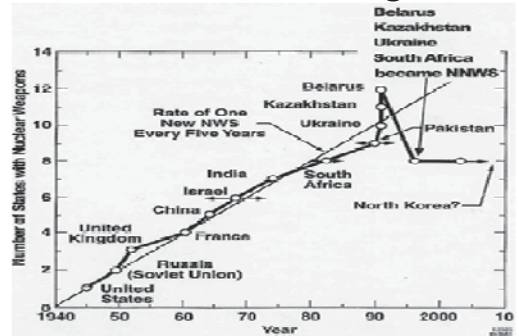
Peaceful Nuclear Power for ASIA



Prof. I.S. Hwang, SNU

3

Proliferation Curse Moving to Asia



Wolfgang K.H. Panofsky (APS, 2007)

Prof. I.S. Hwang, SNU

4

Back-end Fuel Cycle and Proliferation

Comparison of Proliferation Resistance Measure in Recycle and Once-through (US BRP 2004)

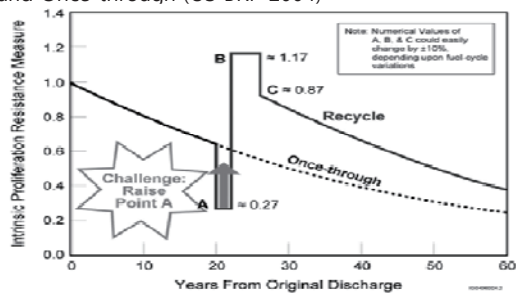
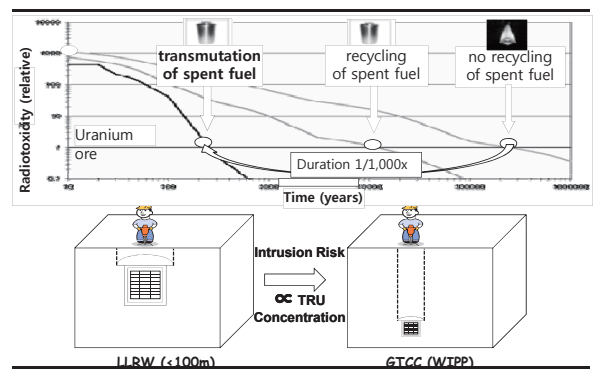


Figure 2- Potential Impact of Improved Safeguards

Prof. I.S. Hwang, SNU

5

Advanced Back-end Fuel Cycle Technology

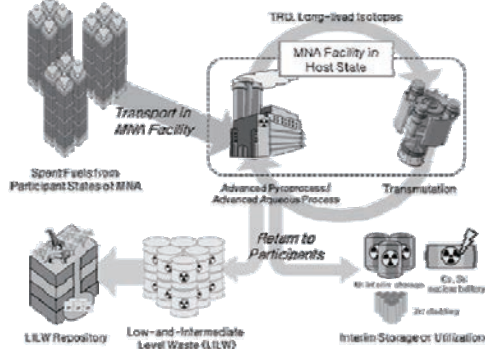


Prof. I.S. Hwang, SNU

6

Potential MNA to the Back-end Fuel Cycle

Potential MNA to the Back-end Fuel Cycle



Prof. I.S. Hwang, SNU

7

Multi-National Approach to Stop the Cold War

- Nuclear Power is moving to Asia despite Fukushima for economical growth!
- Nonproliferation by air-tight safeguards
- Safety through serious cross-examination
- Security through nuclear energy alliance
- Economy by eliminating HLW & by up-scaling service

It is proposed to launch an Asia-Pacific Task Force to assess viability of Asian MNA

Prof. I.S. Hwang, SNU

8


 AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

A Multilateral Cooperative Framework 2012 International Forum on Nuclear Energy, Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

December 12-13, 2012

*Stephen Goldberg, Consultant, Argonne National Laboratory
James P. Malone, Chief Nuclear Fuel Development Officer, Lightbridge
Dr. Robert Rosner, Director, Energy Policy Institute at the University of Chicago*


This presentation is based on the research performed as part of the American Academy's Global Future Project Initiative. The presentation and views expressed therein by the authors are solely the responsibility of the authors and are not necessarily those of the Officers and the Fellows of the American Academy of Arts and Sciences or the foundations supporting the Global Nuclear Future Initiative. In addition, the presentation and views therein by the authors do not necessarily state or reflect those of the United States Government or any agency thereof, Argonne National Laboratory, or the University of Chicago.

 AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Summary of the Study

- Preliminary regional multilateral storage concept
 - www.amacad.org/publications/backEnd.aspx
- Expanding analysis to include input from stakeholders
 - industry (members of the World Nuclear Association)
 - potential participants (collaborating with leading scholars and policymakers and with Association for Regional and International Underground Storage (Arius))
- Update the preliminary concept with a significantly more robust business-oriented and public-participation model.

Question 5 – Merits and demerits (challenges) of participating in a MNA framework from the vantage point of all stakeholders

 AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES


Excerpt from Outline, re: JAEA's 12/2012 International Forum

“Feasibility” of establishing multilateral cooperation framework

- Incentives encouraging voluntary participation
- Significance of multilateral approaches in the Asian region
- Regional framework ensuring 3S – Question #7

.....


Underlying question: How to facilitate the transition from “now” to the desired asymptotic regime

 AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Question 5: Key Issues

- What is the range of possibilities for collaboration on the back end of the fuel cycle for both recipients and suppliers?
 - *The marketplace is key*
- What are the options for transforming back-end facilities from “dumps” into a national/community/energy asset?
 - *The deal is the key*: can there be a value above and beyond the direct \$\$?
 - *But*: how do we value the intangibles?


4

 AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Additional Considerations ...

- What are the prospects for establishing international control of nuclear fuel enrichment (and other sensitive fuel cycle technology)? What are the likely alternatives?
- Given the relative imbalance today between costs and benefits, why do some countries continue their desire to have commercial capability to reprocess spent or used fuel?
 - Do the intangibles outweigh the “micro” economics, i.e., at the end of the day, are factors such as preserving options to enhance one's security (= serving his or her own interests) all conspiring to negate the economic arguments?
 - Is there a perceived or real insurance premium to preserve all available back-end options?

5

 AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

“El Baradei's Vision” – Moving to an Asymptotic Regime

- Step #1: Establish a system for assuring supply of fuel for nuclear power reactors – Panel 1
- Step #2: All new enrichment and reprocessing activities in the future put exclusively under multilateral control
- Step #3: Convert all existing enrichment and reprocessing facilities from national to multilateral operations

6



AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Current Consensus in Fuel Supplier Community

- Any multilateral mechanism *should not disturb the international market for nuclear fuel cycle services*
- The establishment of multilateral fuel cycle arrangements should be implemented *step-by-step*
- There would be *no uniform approach that would be satisfactory for all technologies and all countries*, and successful implementation of the multilateralization would depend on the flexibility of its application
- The obvious question: *How does one transition from the 'Three Stage Process' from where we are today, while recognizing the fuel supplier community consensus?*

7



AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Authors' Incremental Proposal – Basic Tenets

- Offering interim storage as an option to existing fuel supply/take-back arrangements, such as Rosatom and AREVA
 - Added option to existing commercial fuel contracts
- "Economies-of-Scale" regional facility – 10,000 MT – up to 100 years
- Manageable and transparent business arrangement
- Breathing room for future deployment of advanced technology



AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

A Proposed Storage Concept



Used Fuel Pool-Legacy



Regional Facility

Merits

Host Country:

- High-tech infrastructure development
- High-value job creation
- Revenue stream

User States:

- Reduced used fuel pool inventory
- Reduced burden to manage their interim storage needs

Existing market players:

- Market conditions maintained

International Community:

- Enhanced proliferation resistance

- Used fuel can be accepted from both legacy and new-aspirant countries after pool cooling.
- Regional facility is owned and operated by a management entity that utilizes best safety and safeguards practices.
- Concept provides time for ultimate disposal options to mature.
- Concept is technology-neutral on the back-end.



AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Benefits

- Non-proliferation and security
 - Aspiring States and legacy States "could" forego reprocessing and enrichment interest
 - Centralized, safeguarded, secure, and safe (3S) storage facility
- Political challenge for nuclear consumer countries – "selling" multiple in-State storage/disposal sites

10

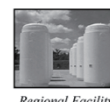


AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

The challenges ...



Used Fuel Pool-Legacy



Regional Facility

Challenges

Host Country:

- Public acceptance
- Long-term sustainability
- Legal rights and privileges

User States:

- Timeliness and reliability
- Legal rights
- Risk of reacceptance

Existing Market Players:

- Private financing
- Unintended disruption of existing contractual relationships

International Community:

- Composition of the Deal




AMERICAN ACADEMY
OF ARTS & SCIENCES

Further challenges ...


- Attractiveness to the host – no "extraterritorial" back-end entity in operation used as a model
- Preservation of a State's inalienable rights
- Complex organizational, legal, financial, and funding structure
- Fusing once-through and recycle interests
- Stowaway *not* tantamount to permanent disposal

12


AMERICAN ACADEMY
 OF ARTS & SCIENCES

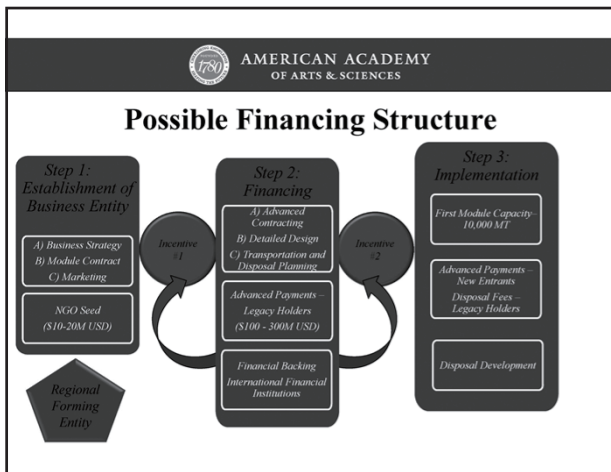
Three Key Economic Questions


1. How much front-end investment is required and over what time frame to site, design, construct and operate a back-end facility?
2. What is the nature, scope, and appropriate value of the contracts and agreements required and when are they necessary to secure the necessary commercial financing to facilitate construction and operation of a regional facility?
3. What are the estimated costs and benefits to all parties – the host, the nuclear utility operators, the investors, and the other parties?


AMERICAN ACADEMY
 OF ARTS & SCIENCES

Other Important Considerations

- Legal aspects of the Business Case
- Definition of Multilateral Agreements, Treaties, etc.
- Key Issues for Host Community
- Technical considerations – the character of the R&D
- Linkage to final disposal
- Linkage to the institutions in the region (i.e., setting up the infrastructure)




AMERICAN ACADEMY
 OF ARTS & SCIENCES

Suggested focus of the discussions

- Stakeholders role and responsibilities
- Regional entity as a leader
- Sustainable business practice
- Assurance of supply and disposition
- Assurance of safe, secure, and fully safeguarded approach

国際単位系（SI）

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質モル量	mol	
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	数メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
電界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
質量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立法メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比誘電率 ^(b)	(数字の)	1

- (a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
(b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束密度	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
光束流	ルーメン	lm		K
照射度	ルクス	lx	cd sr ^(c)	m ⁻² cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol

- (a)SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
(b)ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
(c)測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
(d)ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
(e)セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
(f)放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
(g)単位シーベルト (PV,2002,70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘着力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎平方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ sA
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ sA
吸収線量	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁻¹ m ² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ⁻² m ² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ⁻³ s ⁻¹ mol

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h =60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	′	1′=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	″	1″=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1L=1l=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm ²)2=10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、 対数量の定義に依存。
ベベル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St =1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb =1cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
フォトリ	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal =1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx = 1G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G =1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≐ (10 ⁷ /4π)A m ⁻¹

- (c) 3 元素のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「≐」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ =1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1フェルミ≐1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット = 200 mg = 2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリー	cal	1cal=4.1858J (「15℃」カロリー) , 4.1868J (「IT」カロリー) 4.184J (「熱化学」カロリー)
ミクロン	μ	1 μ =1μm=10 ⁻⁶ m

