

'99JNC原子力平和利用国際フォーラム

—核燃料サイクルと核不拡散技術—

結果概要

(会議報告)

1999年3月

核燃料サイクル開発機構

国際・核物質管理部

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

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

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

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)  
1999

‘99JNC原子力平和利用国際フォーラム  
－核燃料サイクルと核不拡散技術－  
結果概要  
(会議報告)

持地 敏郎\*、花井 祐\*、田崎 真樹子\*

要 旨

本報告書は、核燃料サイクル開発機構が1999年2月22日(月)～23日(火)に灘尾ホール(東京都千代田区新霞が関ビル)で開催した「'99JNC原子力平和利用国際フォーラム－核燃料サイクルと核不拡散技術－」の中で行われた特別講演と、セッションI「先進的な原子力平和利用技術と核不拡散」、セッションII「リモートモニタリングによる透明性向上」、セッションIII「余剰核兵器解体プルトニウムの処分に係わる国際協力と技術的課題」のそれぞれのセッションで行われた講演及び質疑応答の概要をまとめたものである。

---

\*国際・核物質管理部 核不拡散対策グループ

この概要は、フォーラム当日の聞き取りに基づいて作成したのものであり各講演者等の確認を得たものではなく、すべての文責はこの概要を作成した核燃料サイクル開発機構国際・核物質管理部核不拡散対策グループにある。したがって本資料に関する問い合わせは核不拡散対策グループにお願いしたい。

## 目 次

’99 JNC原子力平和利用国際フォーラム	
－核燃料サイクルと核不拡散技術－ プログラム .....	1
’99 JNC原子力平和利用国際フォーラム	
－核燃料サイクルと核不拡散技術－ 結果概要 .....	2
1. 概要 .....	2
2. 開会挨拶 .....	2
3. 特別講演（藤家洋一：原子力委員会委員長代理） 講演テーマ：「原子力に未来はあるか」 .....	3
4. 各セッションの概要	
(1)セッションI：「先進的な原子力平和利用技術と核不拡散」 .....	5
(2)セッションII：「リモートモニタリングによる透明性向上」 .....	12
(3)セッションIII：「余剰核兵器解体プルトニウムの 処分に係わる国際協力と技術的課題」 .....	16

'99 JNC 原子力平和利用国際フォーラム  
 ー核燃料サイクルと核不拡散技術ー  
 プログラム

日時：1999年2月22日(月)、23日(火) 場所：東京、新霞ヶ関ビル(滝尾ホール) 主催：核燃料サイクル開発機構 後援：原子力委員会 科学技術庁、通商産業省				
日程	テーマ等	講演テーマ等	講演者及びパネリスト等	
2/22(月) 13:00~13:10	主催者挨拶		JNC 理事長：都甲泰正	
13:10~14:10	特別講演	原子力に未来はあるか	原子力委員会委員長代理：藤家洋一	
14:10~17:40	セッションⅠ： 「先進的な原子力平和利用技術と核不拡散」	①「先進リサイクルシステムの概念」	若林利男 (JNC 経営企画本部事業計画部研究主席)	
		②「整合性ある原子力システムの核燃料サイクル概念」	鈴木聖夫 (東芝原子力プラント計画部主幹)	
		③「核燃料リサイクルのバックアップ及び放射性廃棄物管理のためのフロンティア技術」	マシモ・サルバトーレ (仏 CEA カダラッシュ研究所研究開発局長)	
	コーヒーブレイク (15:20~15:40)			
		④「次世代の高速炉及び燃料技術」	ビクトル・オルロフ (露ニキエツト研究所副所長)	
		⑤「21世紀における原子力システムの概念構成」	エドワード・アーサー (米ORNL研究所民生利用・産業技術計画部次長)	
	⑥パネル討論及び座長総括	座長及び上記①、②、③、④、⑤の講演者によるパネル討論を行う。		
2/23(火) 9:30~9:50	デモンストレーション	常陽におけるリモートモニタリングの実演		
9:50~12:30	セッションⅡ： 「リモートモニタリングによる透明性向上」	①「リモートモニタリング技術開発の現状」	座長：谷 弘 (原研理事) ジョン・マター (米サテライト国立研究所遠隔監視システム部マネージャー)	
		②「常陽におけるリモートモニタリング技術」	橋本 裕 (JNC 大洗工学センター照射施設運転管理センター技術主幹)	
	③「透明性向上の一方策としてのリモートモニタリング」	リチャード・フーパー (前 IAEA 保障措置局概念計画部長)		
	④座長総括			
コーヒーブレイク (10:35~10:55)				
14:00~17:20	昼食休息 (12:30~14:00)			
	セッションⅢ 「余剰核兵器解体 Pu の処分に係る国際協力と技術的課題」		座長：鈴木篤之 (東京大学工学系研究科教授)	
		①「解体アルトコム処分に関する日本の取組みについて」	今村 努 (科学技術庁長官官房審議官)	
		②「ロシアの解体アルトコム処分に対する JNC の国際協力の現状」	大和愛司 (JNC 理事)	
		③「米露における解体アルトコムに伴う米露の国際協力」	ジョン・テイラー (米国電力研究所名誉副会長)	
	④「ロシアにおける解体アルトコムの管理について」	アナトーリー・ズロニコフ (露物理エネルギー研究所所長)		
コーヒーブレイク (15:40~16:00)				
	⑤パネル討論及び座長総括 「高速炉を利用した処分計画について」	パネル討論		
閉会の辞			司会者	

‘99JNC 原子力平和利用国際フォーラム「核燃料サイクルと核不拡散技術」  
結果概要

1. 概 要

(1)日 時： 平成 11 年 3 月 22 日（月）～23 日（火）

(2)場 所： 灘尾ホール（新霞が関ビル）

(3)プログラム：

①特別講演「原子力に未来はあるか」

藤家洋一 原子力委員会委員長代理

②セッションⅠ「先進的な原子力平和利用技術と核不拡散」

座 長：松本史朗 埼玉大学工学部教授

講演者：若林利男（核燃料サイクル開発機構(JNC)）、鈴木聖夫（東芝）、  
マシモ・サルバトーレ（仏、CEA カダラッシュ研究所）、  
ビクトール・オルロフ（露、ニキエット研究所）、  
エドワード・アーサー（米、ロスアラモス国立研究所）

③セッションⅡ「リモートモニタリングによる透明性向上」

座 長：谷弘 日本原子力研究所理事

講演者：ジョン・マター（米、サンディア国立研究所）、橋本裕（JNC）、  
リチャード・フーパー（前 IAEA 保障措置局）

④セッションⅢ「余剰核兵器解体プルトニウムの処分に係る国際協力と技術的課題」

座 長：鈴木篤之 東京大学大学院工学系研究科教授

講演者：今村努（STA）、大和愛司（JNC）、ジョン・テイラー（米、電力研究所）、  
アナトーリー・ズロドニコフ（露、物理エネルギー研究所）

フォーラムには、講演者、司会者、パネリストとして、日本を含め 4ヶ国から 16 人が、また、政府関係者、電力関係者、大学、マスコミ、在日各国大使館関係者等が聴衆として参加した。参加人数は、特別講演及びセッションⅠが約 300 名、セッションⅡが約 90 名、セッションⅢが約 200 名であった。

2. 開会挨拶（都甲泰正：核燃料サイクル開発機構理事長）

- ・冷戦終結後の世界情勢の変化と核不拡散問題への国際的関心が高まりつつある状況下で、サイクル機構は、厳に平和利用に徹し、核不拡散に細心の注意を払いつつ核燃料サイクル技術の開発を進めていくことが必要であると認識している。
- ・本フォーラムでは、サイクル機構の原子力平和利用への取り組みや、核不拡散に関連した技術開発や国際協力への取り組みについて、海外の専門家も交えた国際的な議論を公開の場で行い、国内外の理解を求めるとともに、それらの議論が、原子力の平和利用促進の一助になることを願っている。
- ・今回のフォーラムの後援を頂いた原子力委員会、科学技術庁及び通商産業省に感謝を申し上げたい。

3. 特別講演（藤家洋一：原子力委員会委員長代理）

講演テーマ：「原子力に未来はあるか」

（はじめに）

- ・ 21 世紀の人類に原子力は必然の選択か。そうだとすれば、原子力は自然と、そして人類文明と調和することが必要である。原子力は、今「利用」から「調和」へ、研究開発の発想の転換が求められている。
- ・ エネルギー源としての原子力の能力に対する期待と不安は大きい。だからこそ 21 世紀社会に望ましい、資源の完全利用と放射性物質の環境からの隔離を目指した「整合性のある原子力システム」の構築が希求されている。
- ・ 日本が核拡散防止、核軍縮へ向けた努力と共に、原子力の平和利用の面で国際協力を行っていくことが求められている。科学技術創造立国を目指す日本は、原子力の平和利用の推進を主体的に取り組んでいく段階に来ている。

（日本の選択した原子力とは）

- ・ 日本の原子力の原点には「被ばく国としての核兵器廃絶への願い」と「エネルギー資源としての平和利用」の 2 つが存在しているが、実はこれらは、人々が平和に豊かに生きようとする点で同じ目的を持っており、その根本ではつながっている。しかし、日本人の心の中で、両者は必ずしもつながっていないところに、現在の原子力が抱える問題の多くが起因している。転換期の今、日本の原子力が「核兵器廃絶」と「平和利用」という同じ目的から出発したことを考え、原子力の本質に立ち返ってその全体像を描き、核兵器に反対しつつ、平和利用に限定した原子力開発こそが明るい未来を切り開くことを訴え、世界と協力していくことが必要である。
- ・ 日本の原子力の平和利用は、軽水炉でのエネルギー利用や医学界での放射線利用など国民の理解と支援に支えられてきたが、昨今、安全性や放射性廃棄物の処分を中心に原子力開発の再検討、再確認を望む国民の声が大きくなっている。核燃料サイクルをどう考えるか、国民合意へ向けての議論の深まりや、官民の対話を求めている努力が続けられている。また、広島、長崎の被ばく者に対する治療と研究が、これまで広く原子力の平和利用の基礎を作ってきたという実績も、今後の「核兵器廃絶」と「平和利用」の両立につなげていくことが重要である。

（21 世紀の科学技術に求められるもの）

- ・ 文明はこれまで科学技術に、①エネルギー、②物質、③情報、④技術の 4 つを求めてきた。そして産業革命後の化石エネルギー文明は、人類の生活レベルを向上させる一方で、大量消費、大量廃棄の時代を生み環境問題を引き起こした。しかし、21 世紀からは、「利用」より「調和」を高位の理念とするリサイクル文明が開けてくるだろう。
- ・ 今原子力に必要なことは、その全体像を示し、将来を展望することである。エネルギー利用としての原子力発電だけでなく、情報科学や物質科学への貢献、医学利用や食品科学への応用など、21 世紀の科学技術に大きく貢献すること、バランスのとれた整合性のある総合科学技術への展開が求められる。

（どんな原子力システムを構築すべきか）

- ・ 現代の化石エネルギー源に代わる将来の原子力システムに求められる要件として、①汎用性を有し、高性能、高効率利用が可能であること、②人類のエネルギー需要を長期にわたって確保できること、③環境適合性を有すること（放射能の消滅、隔

離)、④安全が確保できること(放射性物質の環境への放出防止)、の4つが考えられ、これらを同時に満足する原子力システムを「整合性ある原子力システム」(SCNES、Self-Consistent Nuclear Energy System)と定義し、これを社会に提案したい。このシステムは、資源の完全利用(リサイクル)と有害物質の無放出(ゼロリリース)を目標とし、「利用」よりも高位の理念である「自然環境との調和」と「人類社会との調和」を目指した原子力の究極の姿である。

- ・SCNESとして、高速炉を中核とするリサイクルシステムがその有力候補として考えられており、その開発に当たっては将来の原子力システムに至る柔軟な開発構想を描いた上で開発目標を達成していく段階的なアプローチが必要。
- ・SCNESでは、原子炉と核燃料サイクルの協調が鍵である。核分裂によりエネルギーを生産するとともに、原子炉で生まれたプルトニウムを資源に供し、また、核分裂の結果出てくる放射性物質を効率よく分離して原子炉や加速器で燃やして放射能を消滅させるという、高速炉開発の今日的な意味と目的を整合性の観点から再確認することができる。
- ・またSCNESでは、経済性の追求も重要な要件である。今後重要となる環境価値や資源価値を数字によって表現し、付加価値を取り入れた経済性評価が必要となる。現在の利用を前提とした経済性や、短期の経済性だけで将来の原子力システムの適否を判断すべきではない。
- ・さらに、核不拡散への配慮も重要で、このシステムは、プルトニウム以外の超ウラン元素をプルトニウムとともに燃料としてリサイクルすることにより、プルトニウムを特別視しない点で核拡散抵抗性が高いシステムと言える。
- ・原子力開発は常に長期展望に立って究極の姿を見ておくことも重要であるが、周囲の状況の変化や計画の遅延に柔軟に対応することが大切である。動燃事業団は、サイクル機構として、新しい原子力開発の方向を持った法人として再出発したが、このサイクル機構が、高速炉システムや先進リサイクルの研究開発に求められているところを十分理解し、世界に開かれた組織として国際的に協力を進めていくことを期待している。

(平和利用の技術を核不拡散、核軍縮へ)

- ・人類の未来のために、また原子力の未来を構築するためには、核軍縮への努力を続けなければならない。原子力の平和利用を進める日本にとって世界に貢献できる道の一つに、核兵器の解体から出てくるプルトニウムを民生用原子炉の燃料として利用することへの協力がある。
- ・協力の分野は、再処理、MOX燃料製造、MOX燃料の高速炉での燃焼、またマイナーアクチニドのリサイクルなどであり、これら日本が培ってきた平和利用の技術を、核廃絶の一步として世界に提供することが可能であり、平和利用だけが原子力に未来をもたらし、文明に貢献できることを世界中に示すことが大切である。

(終わりに)

- ・21世紀を迎えるにあたり、大量消費、大量廃棄の現代文明から資源の有効利用と廃棄物の低減を目指しリサイクル文明への転換が問われている。原子力が単にエネルギー資源に止まることなく、文明に必要なエネルギー、物質、情報、技術を自然や人類社会と調和する形で提供できるかどうか、今問われている。

以上



#### 4. 各セッションの概要

##### (1)セッション I：「先進的な原子力平和利用技術と核不拡散」

座長：松本史朗（埼玉大学工学部教授）

講演者：若林利男（核燃料サイクル開発機構(JNC)経営企画本部事業計画部研究主席）

鈴木聖夫（株式会社東芝原子力プラント計画部主幹）

マシモ・サルバトーレ（仏 原子力庁カダラッシュ研究所研究開発局長）

ピクトール・オルロフ（露 ニキエツト研究所副所長）

エドワード・アーサー（米 オアラモ国立研究所民間産業技術プログラム部副部長）

セッションは、各講演者がセッション議題に関連する事項についての講演、講演者間及び会場を交えた質疑応答という形式で進められた。以下は、その概要である。

##### ①「先進リサイクルシステム」の概念：若林氏

- ・今日、FBR 燃料サイクル実現のための課題は、ア) 経済性の向上、イ) 核拡散抵抗性の向上、及びウ) 放射性廃棄物による環境への負荷の低減である。これらの課題を解決するために、「先進リサイクルシステム」を提案する。
- ・先進リサイクルシステムの概要は図1の通りである。このシステムでは、再処理と燃料製造を統合化し、単サイクル Pu/U 共抽出 (single-cycle co-extraction process) を用いた再処理と、遠隔操作が可能なゲル化技術を用いた振動充填法に基づく燃料製造を行う。このプロセスにおいてプルトニウムは、同量もしくはそれ以上の量のウランとともに再処理されるので、プロセスの簡略化、コストの削減、廃棄物量の低減や、施設間輸送が無くなるため核拡散のリスクを低減することが可能である。
- ・現在 JNC では、晶析プロセスを含む単サイクル Pu/U 共抽出フローシート研究や、ゲル化技術を用いた振動充填法によるマイナーアクチニド (Np) /MOX 燃料製造技術の研究が行われている。また、スイスの研究所と MOX スフェアパック燃料ピンの製造と「常陽」を用いた照射試験の計画も進行中である。
- ・「先進リサイクルシステム」に関連する MA 変換を行う高速炉炉心特性の研究では、主に MA の装荷方法、MA 変換のための燃料母材の選定、希土類核種の最大許容レベル、炉心特性及び燃料サイクルシステムへの MA リサイクルの影響、MA 核種データの不確かさの影響、原子炉及び燃料サイクルにおける MA 含有燃料の影響、を研究項目として実施している。
- ・「先進リサイクルシステム」は、核拡散抵抗性が高い。つまり、プルトニウムの純粋な精製や取り扱いがなく、再処理から核物質が純粋に取り出されることが無いため、常に FP (核分裂生成物) と共存することによって、核物質の盗難に対する放射性バリアとして働く。また高速炉では燃料の高精製が不要で、MA の崩壊熱と中性子放出率が MOX 燃料に比して大きい。
- ・上記のように、「先進リサイクルシステム」は、燃料サイクルコストを低減させ、また放射性毒性を低減させるため MA 及び長半減期 FP (LLFP) を変換するという核拡散抵抗性の向上に優れた潜在的可能性を持っている。

##### ②「整合性ある原子力システムの核燃料サイクル概念」：鈴木氏

- ・「整合性ある原子力システム」(SCNES) の概念は、図2の通りである。このシステムでは、プルトニウム以外の超ウラン元素 (TRUs) も燃料として使用でき、TRUs の炉心での照射により、核燃料の完全利用 (リサイクル) と LLFP の核変

換もしくはサイクル内への閉じこめ（ゼロリリース）が可能である。

- ・ SCNES の実現可能性をア) 中性子バランス、イ) マスバランス（炉内 FP の平衡インベントリ）、ウ) エネルギーバランス、の観点から評価すると、
  - ア) 核分裂の中性子は連鎖反応+増殖+FP 消滅に必要な中性子数以上、
  - イ) 炉内 FP の平衡量は、消滅可能量以下、
  - ウ) エネルギーバランスが十分成り立つこと、
 よってこのシステムは成立する。工学的な評価はまだ実施していないが、工学的なレベルでのシナリオを作成するには、高速炉でのアクチニドリサイクルシステム、放射性 FP 回収技術、同位体元素分離技術、高速炉心での LLFP（長寿命 FP）消滅システム、短半減期 FP 崩壊のための貯蔵システム、等の技術が必要となる。
- ・ 短期的目標としては、高速炉によるアクチニドリサイクル、I、Tc、Sr の回収と、I、Tc の高速炉による消滅、及び Sr 崩壊のための貯蔵等が挙げられる。
- ・ 総じて言えば、プルトニウムを特別視しないアクチニドリサイクルでの SCNES の実現は可能で、核不拡散の観点からも望ましいシステムである。短期的な目標が達成されたとして、高レベル廃棄物の放射性毒性を大幅に低減できる可能性がある（ワンス・スルーの 1/100~1/1,000）。SCNES は、今後経済性も視野にいれ、研究開発の目標になりうべきシステムである。

③「核燃料サイクルのバックエンド及び放射性廃棄物管理のためのアクチニドリサイクル技術」：サルバトーレ氏

- ・ 将来の原子力の開発には、最適な資源利用と信頼できる廃棄物管理に根ざした健全なシステムの確立が必要であり、そのカギはプルトニウム、MA、及び LLFP の管理である。分離と変換の技術は、MA 及び LLFP の両方に応用可能で、核分裂炉の他にも、大量の中性子供給が可能な加速器駆動システム（ADS）等の他のシステムについても考えられている。
- ・ 燃料サイクルのバックエンドとしての戦略は、どれもまずプルトニウムの管理の観点から捉えられるべきであり、種々の炉を比較すると、高速炉のみがどんなタイプのプルトニウムをも安全に燃焼または増殖可能で、また MA や FP 変換が可能な中性子経済を有している。
- ・ MA 及び LLFP の変換の概念としては、ア) 均質/非均質モード、イ) ワンス・スルー/マルチリサイクル、ウ) 炉心内/炉心外変換、エ) 変換対象核種、等の研究がなされているが、現在のところ実際の解決策は見つかっていない。
- ・ ADS の役割について述べると、MA 燃料を大量に臨界炉に装荷するのは、遅発中性子の比率が低く安全上の理由から難しいが、未臨界 ADS であればこれを解決でき、また ADS では余剰中性子を使うことができる。さらに ADS では、プルトニウムと MA を入れたトリウムサイクルも可能である。
- ・ 結論的には、以下のことが言える。
  - ・ プルトニウムの管理は、長期的には FBR が基本オプションである。
  - ・ MA、LLFP の変換については、実験確証のためのプログラムが必要であり、燃料材料の照射試験が必要である。
  - ・ P/T 戦略の性能を測るために、廃棄物量、放射能、放射性毒性の低減基準、また潜在的放射性毒性と残留リスクの間に、科学的に裏付けられた基準を設けるべきである。

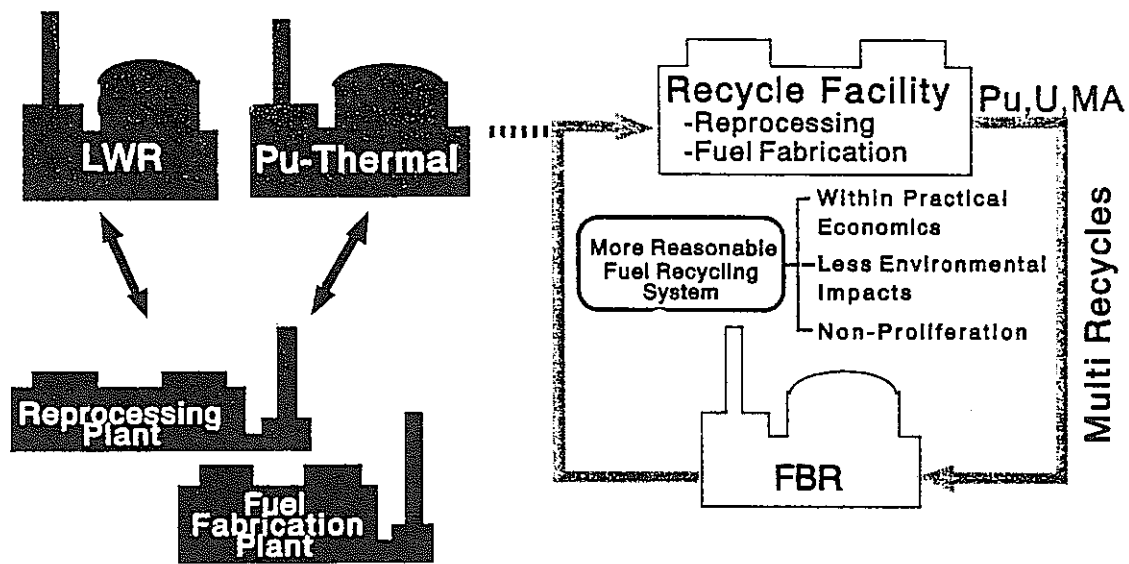


Fig. 1 Concept of Advanced Nuclear Fuel Recycle System

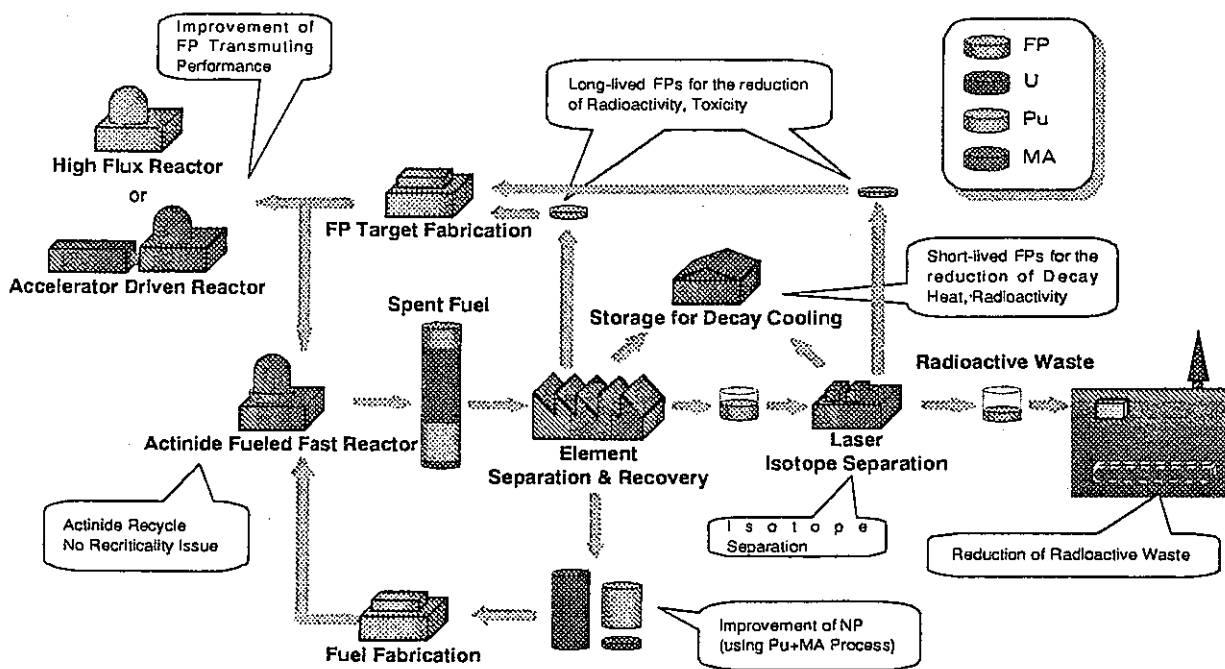


Figure 2 SCNES and Fuel Cycle

④「次世代の高速炉及び燃料技術」：オルロフ氏

・露では、軍事用を含め長年の原子力開発の経験を有するが、現在、熱中性子炉に続く次世代の原子力システムの方向付けが必要となっている。方向付けにおいては、原子炉と燃料サイクルの双方を考え併せていくことが重要で、そのカギとなるファクターは、ア) 原子力発電所投入シナリオ、イ) 燃料バランス、ウ) 原子力プラントの固有の安全性と経済性、エ) 放射性廃棄物、オ) 核拡散抵抗性、である。

ア) 原子力発電所投入のシナリオ：

21世紀半ばで4,000GWeの発電容量が必要とされる。

イ) 燃料バランス：

- ・1,000万tのウランを軽水炉で燃焼→生産された1万tのプルトニウムを高速炉で燃焼し2,000GWeを発電し、
- ・1.5万tの劣化ウランとプルトニウムの混合燃料が22世紀には4,000GWe～8,000GWeを発電する。

ウ) 原子力プラントの固有の安全性と経済性：

安全性に関する革新的工学的概念、原子炉の固有の安全性の概念を確立する。

エ) 放射性廃棄物：

アクチニドが問題になる。AmとCmはNpより分離が困難。IとTcは核変換としては重要ではなく、SrとCsは熱源及びγ線源として使用できる。廃棄物中のアクチニドを1/1000にすれば、総じて～200年で天然鉱物レベルとなる。

オ) 核拡散抵抗性：（核不拡散を支援する技術）

ブランケット燃料を使わない原子炉、ウランやプルトニウム、Amを単独で分離しない再処理等の核不拡散を支援する技術の確立が必要。

・露原子力省（MINATOM）は、露の原子力関連技術を統合して、BREST-300炉及び燃料サイクル施設の実証施設を、2010年までにベロヤロスクのNPPサイト内に建設することを考えているが、資金がないため、これを国際プロジェクトとして進めたい。

⑤「21世紀における原子力システムの概念構成」：アーサー氏

・原子力は、主要国において重要な役割を果たしているが、不確定要素も多く、燃料サイクルに関連する環境問題、核拡散への懸念等の課題を内包している。特に燃料サイクルのバックエンドの問題は重要で、使用済燃料はプルトニウムを含んでおり、核兵器にも使うことができる。21世紀の原子力システムの構築（An Architecture for Nuclear Energy in the 21st Century）に関しては種々の意見があるが、ワンス・スルーでプルトニウムを燃やすシステムを提案したい。このシステムは、使用済燃料中のプルトニウムのエネルギー価値を抽出でき、燃料サイクル中の核拡散リスクを低減でき、放射性廃棄物の処分を容易にするものである。このシステムの概要は、図3のとおりで、以下の観点から評価できる。また、このシステムの開発計画は、図4のとおりである。

ア) ワンス・スルーの利点

クローズド・サイクルの問題点は、使用済燃料内に残るプルトニウム量が増加、高速炉は不確定要素が大きく、高速炉利用のタイムスケールも不確定ということである。一方、ワンス・スルーでは、使用済燃料のインベントリーを極力減らすことができ、全燃料サイクル運転中にプルトニウムを高放射線バリアで防護でき、地層処分される廃棄物中のプルトニウムを減らすことが

でき、結果的に全世界中の全ての形態のプルトニウムインベントリーを減らすことができる、より良い燃料サイクルである。しかし一方で、ワンス・スルーにも地層処分を要するプルトニウムのインベントリーの増加や、長期間の保障措置の必要性の課題があるため、中間貯蔵施設（国際監視取り出し可能貯蔵システム、IMRSS (Internationally Monitored Retrievable Storage System) 概念と同様のもの）、統合アクチニド変換システム (IACS (Integrated Actinide Conversion System))及び廃棄物処分場が必要となる。しかしこのシステムによりプルトニウムの拡散防止が可能となる。

イ) エネルギー生産システム

ワンス・スルーでは安全性と経済性の最適化設計が可能で、高温ガス炉のような新しい設計の炉では IACS の回数を減らすことが可能。

- ・ 今後このシステム実現のために必要な技術としては、核物質管理及び IMRSS の透明性を向上させる技術や、自己完結分離/燃料利用のための統合型アクチニド変換システム（核拡散抵抗性のある分離、アクチニド管理のための先進システム）、及び運転性及び効率性を改善した原子炉（材料：耐久性の高い構造材料、燃料：高燃焼度プルトニウム燃料、高効率原子炉：超臨界圧蒸気冷却 LWR、ブライトンサイクル・モジュール型ヘリウム炉、等）が挙げられる。
- ・ 今、議論が必要なのは、余剰兵器プルトニウム処分を進展させること、環境問題及びエネルギー需要の 21 世紀での予測、原子力エネルギーの先進国から発展途上国への移行のために技術開発の機会やインセンティブを与えること、また低コストへの努力、である。そして米国にとって大きな第一歩は、新たな燃料サイクルの技術を含めた核物質管理に関する国際協力に向けた努力を積極的に受け入れることである。

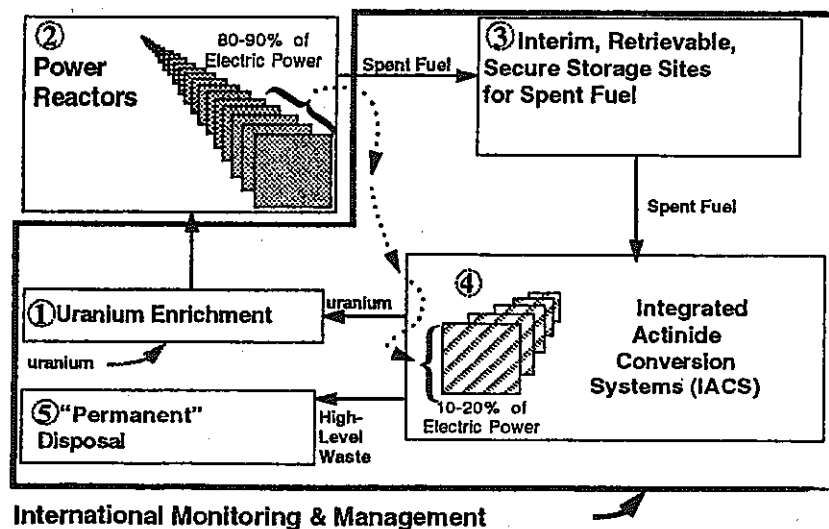


Figure 3

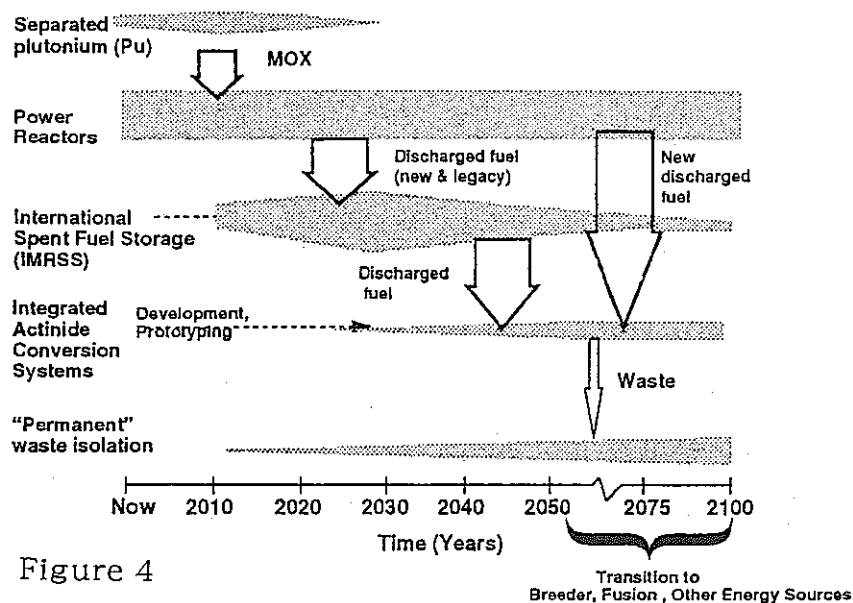


Figure 4

<講演者間及び会場からの質疑応答>

(湿式再処理の核拡散抵抗性)

Q1: 湿式再処理に基づく諸概念の核拡散抵抗性はどうか。(松本座長)

A1-1: 先進リサイクルシステムでは、単サイクル Pu/U 共抽出を用いた再処理、またゲル化技術を用いた振動充填法に基づく燃料製造で、再処理、燃料製造とも低除染であり、核拡散抵抗性は高い。FBR は中性子吸収が少なく FP が入っても運転可能であり、低除染でも利用可能。MA の入った燃料でも、放射線 (γ線) や中性子、発熱等の観点から核拡散抵抗性は高いと言える。(若林氏)

A1-2: ラ・アークの再処理性能は改善されている。核拡散抵抗性は重要だが、安全性、経済性、国民の受容性も重要である。仏では 2010 年、2020 年に施設の更新を行う予定で、また 2006 年までに廃棄物対策の方向性を出さなければいけない。現在の課題を克服するためには、新しいビジョンが必要だ。(サルバトーレ氏)

A1-3: 露では、高速炉の代替として加速器駆動型炉を考えている。(オルロフ氏)

A1-4: 先進リサイクルシステムは、以前欧米で出ていた概念であるし、独は PUREX 法の単純化を試みたが達成できなかった。日本がこれらの研究を続けているのは、大変良いことだと思う。(アーサー氏)

Q2: 乾式再処理技術側は湿式技術をどう考えるか。(松本座長)

A2: SCNESでは、改良湿式と、乾式のアルゴン法とロシア法を評価した。乾式法では、いずれもプルトニウムとMAを同時に扱って回収するので核拡散抵抗性が高い。(鈴木氏)

(乾式技術及びそのシステム核不拡散性)

Q3: 講演者から提案された種々のシステムの核不拡散性についてそれぞれ述べて欲しい。(松本座長)

A3-1: 核不拡散は、政治的観点と技術的観点から捉える必要があるが、基本的には、核兵器を保持しようとする動機と手段を無くすことが重要。また、「核不拡

散性」や、「核拡散リスク」を比較するには、判断基準（評価関数）が必要でまずそれを議論すべき。（鈴木氏）

A3-2：核不拡散は政治的問題で、核不拡散の決め手となる技術はない。技術者の役割は、政治面の支援であり、例えばプルトニウムを活用する技術開発（貯蔵プルトニウムの利用やプルトニウムの分離等の技術開発）をすることだろう。（オルロフ氏）

A3-3：米では、プルトニウムの兵器利用が簡単にできる状態にあるため、プルトニウムの民生利用には大いなる懸念がある。これは事業者の努力により払拭することが重要。また国際的な事業者がプルトニウムサイクルの管理を徹底していくこと、核燃料サイクルにおいてより良い技術を組み合わせることが必要で、これには国際協力が必要。（アーサー氏）

A3-4：核不拡散の観点から、どの方法がベストであるかは、早急に判断したり評価すべきものではない。研究を続けてある程度の成果が得られてから行うべき。（サルバトーレ氏）

Q4：米では、プルトニウムと高濃縮ウラン（HEU）の転用をどのように防いでいるのか。また、Npを国際的な管理下に置くのか。（核物質管理センター 栗原氏）

Q4-1：民生部門のHEUには、保障措置が適用されている。他のHEUに関しては、ウレンコのような多国籍企業が管理していくことが良いと考える。（アーサー氏）

Q4-2：Npは核分裂性であるが、低除染でプルトニウムとNpを同時に抽出すれば核拡散抵抗性が高まると考える。また、Am、Cmが入れば放射線、発熱の観点から抵抗性が増すと考える。（若林氏）

Q5：20年前、INFCE（核燃料サイクル評価）を行ったときと同じような議論が行われているように感じるが、同様な評価をまた行うべきなのか。（JNC 植松）

A5：その必要はなし。共通の出発点が既にできており、それを使って、現在の社会環境に適した核燃料サイクルを確立していくことになると思う。（アーサー氏）

#### <座長総括>

- ・核燃料サイクルは、政治、経済、安全保障、自然環境等に大きなインパクトを与える。故に核燃料サイクルが社会環境や自然環境に与える影響を評価することが求められるとともに、影響に対する何らかの対応を採ることが必要になる。
- ・ウランやプルトニウムの高純度回収を意図した高除染プロセスとして開発され、また使用済燃料の再処理技術面でスケールアップによるコストダウンが期待できることから採用された PUREX 法だが、現在、核燃料サイクルは廃棄物問題の出現とともに廃棄物最小化へのプロセスへと関心に移りつつあり、また冷戦の終結とともに核不拡散の観点が重視されるようになってきた。このように、21 世紀において核燃料サイクルは、廃棄物の環境負荷や核不拡散に配慮するなど、社会環境の変化に応じた柔軟な対応が求められる。
- ・核不拡散問題は、単なる技術の問題でなく、将来的には国際的な枠組みが必要。
- ・核不拡散も視野に入れた 21 世紀のリサイクル社会の中で成立する核燃料サイクルの構築が求められている。

(2)セッションⅡ：「リモートモニタリングによる透明性向上」

座長：谷弘（日本原子力研究所理事）

講演者：ジョン・マター（米 サンディア国立研究所遠隔監視システム部マネージャー）

橋本裕（JNC 大洗工学センター照射施設管理センター技術主幹）

リチャード・フーパー（前 IAEA 保障措置局概念計画部長）

セッションは、各講演者がセッション議題に関連する事項についての講演を行った後、会場も交えた質疑応答、続いて座長によりセッションの総括が行われた。以下は、その概要である。

①「リモートモニタリング技術の現状」：マター氏

- ・リモートモニタリングシステムは、原子力施設の透明性向上のための有力な手段である。リモートモニタリング技術は、20年以上の歴史を持つが、これまでその価値は明確に認められてはいなかった。近年、リモートモニタリング技術の有効性に関して、政治的かつ技術的理由から見直しがなされている。
- ・政治的な面では、核不拡散の観点からの原子力施設の透明性が重要なものとなっていること、また技術的な面では、この20年の間に、コミュニケーション技術やコンピュータ、ソフトウェアの技術革新がなされたことである。これら状況の変化により、リモートモニタリングシステムは、核不拡散の観点からの原子力施設の透明性向上のために貢献しうる技術として再認識され始めている。
- ・リモートモニタリング技術を成功裡に開発するためには、ア) 明瞭さ (Intelligibility)、イ) 確かさ (Surety)、ウ) 構造 (Architecture)、エ) 費用 (Cost) を考慮しなければならない。(しかし、一方で透明性のゴールと技術要素は、絶えず変化していく。また、透明性のゴールは、対象となる事象及びそのモニタリングを行う対象者によって変化する。)
- ・実証済のリモートモニタリングシステムとして、ア) Smart Bolt、イ) Integrated Nuclear Material Monitor、ウ) Ntvision、エ) ChemLab™、オ) Intelligent Local Node、カ) Recodable Locking Device、キ) Knowledge Generation がある。
- ・現在は、かつての米ソ間の冷戦は終結しているものの、原子力の利用に関連した一般公衆や国際社会との情報の共有の必要性が広く認識されている。リモートモニタリング技術の利用をさらに促進し、システムを成功裡に展開していくうえで、今が政治的に絶好の時期である。

②「常陽におけるリモートモニタリング技術」：橋本氏

- ・JNC は、JNC (PNC) /DOE 共同研究として、「常陽」の使用済燃料貯蔵施設におけるリモートモニタリングシステムを開発し、1996年に導入した。このシステムは、各種リモートモニタリング技術を総合的に活用しており、モーションセンサー、 $\gamma$ 線及び中性子線の放射線センサー、デジタルビデオカメラ (ICAM)、データ収集システム (DAS)、データ及びイメージレビューシステム (DIRS)、ローカルオペレーティングネットワーク (LON) から構成されている。その概要は、図5のとおりである。
- ・このシステムは、 $\gamma$ 線センサーによりキャスク内の使用済燃料の存在を検知し、中性子線センサーにより使用済燃料貯蔵プール中の使用済燃料の移動を検知し、また、デジタルカメラ (ICAM) システムとして、モーションセンサーやビームブレイクセンサーをトリガーとして、監視エリア内での操業状況を録画している。これらの





技術の開発は、当初 IAEA 主体による RECOVER (REmote Continual VERification) 計画としてスタートし、その後、各加盟国が主体となったリモートモニタリング技術開発に関する国際プロジェクト (International Remote Monitoring Project) に引き継がれている。

- ・リモートモニタリング技術の開発は、高コスト、信頼性及び加盟国の情報が他国に伝送されることに対する政治的問題等によりなかなか進展しなかったが、イラク及び北朝鮮等の核兵器開発疑惑に起因する「93+2 計画」への積極的な取り組みという形で、各加盟国のなかで大きく変化し、原子力利用の透明性向上が求められている現在、リモートモニタリング技術の開発が、見直されてきている。
- ・リモートモニタリング技術の開発においては、まだコストの問題が残ったままである。しかし、リモートモニタリングと無通告査察、施設者からの核物質移動及び施設操業に関する追加的な情報の提供により、査察回数の減少など、保障措置の手法が大きく変化しうると考えられる。

#### <質疑応答>

Q1：査察の効率化の観点から新システムの開発は重要であるが、新システムの開発にはコストがかかる。施設側がこのコストを負担することは困難であるが、IAEA はこの現状をどう考えるか。(科学技術国際交流センター 中野氏)

A1-1：IAEA の資金は限られており、加盟国のサポートプログラムに期待する状況はこれまでと変わらない。限られた資金は査察の効率化により埋め合わせているが、費用対効果の評価は未了である。(フーパー氏)

A1-2：各国/各組織が全ての開発を行う必要はなく、支援プログラムにより新技術の開発を実施すれば良い。米国には数多くの支援プログラムがあり、多方面で協力できる。査察の費用対効果については未評価であるが、現在実施されている年 12 回の中間在庫検認が、8~9 回程度に低減されただけでは十分な業務量の低減とはいえない。(マター氏)

A1-3：研究開発にはコストがかかるが、既存の市販の技術をできるだけ導入すればそれほど負担にはならない。新技術の開発は必要であり、情報公開が大きなモチベーションになる。(橋本氏)

Q2：リモートモニタリングは保障措置の有効性の向上に必要であると考えますが、IAEA による保障措置が適切に実施されている以外に、透明性の観点からエクストラの情報の発信が必要か。また、インターネットによる情報の発信は、データのセキュリティー、機微技術の漏えいや核物質防護上の問題とはならないか。(科学技術庁 内藤氏)

A2-1：透明性向上の観点からの情報の公開方法は検討を要する課題であるが、どのような方法が技術的に可能かサーベイすることは必要であり、今後高いレベルでの議論が必要である。(橋本氏)

A2-2：情報公開はボランティアな活動であるが、近隣諸国から信頼を得るためにも必要である。セキュリティーの問題は、機微情報と公開情報をハード的に区別することが必要で、技術的には解決できる問題。(マター氏)

<座長総括>

- ・リモートモニタリング技術の歴史や将来の可能性など、広範な説明があり、全般的な理解を得ることができた。この技術は、IAEAの「93+2計画」の中でも査察の強化と効率化の有効な手段としても挙げられており、開発に資金を要するが非常に有効なシステムである。
- ・JNCとDOEの共同研究として、「常陽」でのリモートモニタリングシステムが、核不拡散分野における原子力施設の透明性向上に寄与している例が紹介された。また、かつてIAEA総会でオレアリー-DOE長官(当時)がリモートモニタリングシステムをデモンストレーションしたことがある。本技術の開発や導入に努力を傾注しているJNCやDOEに敬意を表す。
- ・「原子力施設の透明性の向上」と「機微技術や核物質防護情報の保護」の相対する要求に対処していくためには、「誰に対して透明性を示すのか」を考える必要がある。つまり、一般公衆への透明性、守秘義務を持つ機関への透明性、また外国の機関への透明性のレベルはそれぞれ異なるであろう。したがって今後は、これらの対象に則した透明性を示し、これに対する信頼醸成を図っていくことが必要である。我が国は、平和利用目的に限定した原子力利用を行い、それを核兵器の製造に転用することがないことは明白であるが、周辺諸国に対し日本の不拡散に対する信頼感を与える必要があり、そのための手段としてリモートモニタリング技術は非常に有効であると考えられる。

(3)セッションⅢ：「余剰核兵器解体プルトニウムの処分に係わる国際協力と技術的課題」

座長：鈴木篤之（東京大学大学院工学系研究科教授）

講演者：今村努（科学技術庁長官官房審議官）

大和愛司（JNC 理事）

ジョン・テイラー（米 電力研究所名誉副会長）

アナトーリー・ズロドニコフ（露 物理エネルギー研究所所長）

セッションは、各講演者によるセッション議題に関連する事項についての講演、講演者間及び会場も交えた質疑応答、座長によるセッションの総括、の順序で行われた。以下は、その概要である。

①「余剰兵器プルトニウム処分に関する日本の取り組み」：今村氏

- ・冷戦の終結が核軍縮に大きく影響したことは、世界平和のために歓迎すべきことであるが、余剰兵器プルトニウム在庫が発生した。この問題が、1996年4月のモスクワ原子力安全サミット、10月のパリ会議でも話し合われ、余剰兵器プルトニウムの処分オプションとしてMOXオプションの有効性が確認された。
- ・余剰兵器プルトニウムの処分に関する国際的な取り組みとしては、米・露2ヶ国間、IAEA、また第三国も交えた検討がなされている。具体的には、ア) 米・露での余剰兵器プルトニウムの転換のためのパイロットプラントの建設、イ) 核兵器に再利用されないための技術的検認方策の考察、ウ) 露でのMOX燃料製造工場の建設、及びエ) MOX燃料のCANDU炉での照射、である。
- ・我が国は、露の余剰兵器プルトニウムを高速炉で燃焼させる「高速炉オプション」での支援や協力が期待されている。具体的にはサイクル機構を通じて、ア) BFS-2（露の物理エネルギー研究所（IPPE）が所有する世界最大級の高速炉臨界実験装置）によるBN-600のMOX炉心の臨界実験等、イ) 余剰兵器プルトニウムを用いた振動充填法による約20kgのMOX燃料の製造と照射、ウ) CANDU炉オプションのためのふげん照射後試験データの提供、である。
- ・この次の構想としては、BN-600を使って継続的に余剰兵器プルトニウムを処分することを考えている。具体的には、ア) 露の振動充填法によるMOX燃料製造施設の拡充、イ) BN-600のハイブリッド炉心への改造、ウ) BN-600のフルMOX炉心への改造とMOX燃料の燃焼、でこれらを段階的に実施する構想である。BN-600のハイブリッド炉心では0.3t/年、フルMOX炉心では、1.3t/年の余剰兵器プルトニウムを処理することができる。これらについては、米、仏、露等の関係諸国と連携を図りながら進めることが重要である。
- ・我が国は、原子力平和利用を通じ培った技術を基に核軍縮に積極的に取り組んでいきたいと考えており、原子力先進国としてその責務を果たす必要がある。

②「余剰兵器プルトニウム処分に関するJNCの取り組みについて」：大和氏

- ・JNCが開発してきた原子力平和利用の技術を、余剰兵器プルトニウムの処分に積極的に活用していきたい。具体的には、ア) BFS-2を用いたBN-600のMOX炉心の模擬臨界実験や解析、イ) 振動充填法によるMOX燃料製造、照射及び照射後試験の実施、である。これらはいずれも、余剰兵器プルトニウムを露のBN-600にMOX燃料として装荷することにより処分する「高速炉オプション」の実現に必要な研究項目であり、現在、IPPE及びディミトロフグラードの原子炉科学研究所（RIAR）との間で、近日中に契約を締結すべく交渉を行っている。

- ・「高速炉オプション」を実現するためには、BN-600を現行の $UO_2$ 燃料炉心からMOX燃料炉心へと変更する必要があり、またプルトニウムの生産を抑制するために、炉心外側の径方向ブランケットをステンレス鋼製反射体に置換する必要がある。MOX燃料の装荷方法としては、炉心の2~3割程度をMOX燃料に置き換える「ハイブリッド炉心」、全炉心をMOX燃料とする「フルMOX炉心」が検討されている。プルトニウムの年間装荷量は、前者の場合約0.3t、後者の場合約1.3tと試算されている。
- ・IPPEのBFS-2では、BN-600炉心を模擬した実験体系の構築が十分可能である。JNCは、「燃料領域へのMOX燃料装荷」及び「ブランケット領域の反射体への変更」の2つの効果、MOX燃料装荷方法の相違による効果を調べるために、計5種類の臨界実験体系において、臨界性、Naポイド反応度、出力分布、制御棒価値などを測定する。また、同実験の解析及びBN-600の炉心特性評価についても協力を行う。
- ・MOX燃料の製造・照射・照射後試験への協力は、約20kgの余剰兵器兵器プルトニウムを用いて、RIARが開発した振動充填法により、MOX燃料3体を製造し、BN-600で照射(11at.%程度の燃焼度を予定)し、その後、照射後試験を行うことにより振動充填法によるMOX燃料の照射健全性を確認する。
- ・上記ア)、イ)の研究を実施することにより、BN-600のMOX燃料炉心に関する安全当局の許可取得に必要な情報を整備できると考えられる。

### ③「米露における余剰兵器プルトニウム処分に伴う米国の国際協力」：テラー氏

- ・米国は1997年に、余剰兵器プルトニウムを、ア) MOX燃料として燃焼させる方法と、イ) 高レベル廃棄物と一緒に固化する方法、の2方法で処分することを柱としたDual Track Approachを採ることを発表した。露では、余剰兵器プルトニウムをBN-600とVVER-1000で燃焼させる予定である。
- ・現在、金属プルトニウムから酸化プルトニウムへの転換にプライオリティが置かれている。転換方法として、米は乾式法(hydride-dehydrid process)、ロシアでは従来の湿式酸化法を使い、米の転換プラントはサバンナリバーに設置される予定。
- ・米では、余剰兵器プルトニウムをMOX燃料にして米国内の原子力発電所で燃焼させる業務について、実施企業体として競争入札によりCOGEMAが選ばれた。また米は、MOX化するのに適さない8トンのプルトニウムを固化する予定である。要するに米が目指しているのは、安定してプルトニウムをどう閉じ込めるかで、これを早急に進める必要がある。露における処分のスピードは、米のそれに比べて遅れている。現在、米・露間には正式な協定がないことも問題で、米議会もこれを懸念している。
- ・日本は、露のVVER1000を使って余剰兵器プルトニウムを処分しようという米・露のプログラムに是非参加してほしい。仏、独等はMOX燃料製造の面で貢献しており、露を国際的に支援する必要がある。
- ・さらに重要なのは、使用済燃料の貯蔵で、座長の鈴木氏が提案している『露が日本の使用済燃料を受け入れて、受け入れ費用を余剰兵器プルトニウムの処分費用に充当する』という構想も資金調達の間では重要である。
- ・当初考えていたほど余剰兵器プルトニウムの処分は進展していないが、米では具体化しつつある。当事国である米・露のみならず、その他の国による支援、特に産業界の積極的な参加を切望する。

④「ロシアの余剰兵器プルトニウムの処分計画」：ズロドニコフ氏

- ・露にとって余剰兵器プルトニウムは貴重な資源であり、短期的には中間貯蔵で対応し、長期的には原子炉燃料として有効に利用するのが合理的と考えている。現在、マヤックで民生用プルトニウム約30tと、余剰兵器プルトニウム及びウランを仮貯蔵している。
- ・露では、余剰兵器プルトニウムを1基のBN-600と4基のVVER-1000を使って処分することを考えている。振動充填法により製造したMOX燃料もその安全性が確認されている。またBOR-60では、クローズドサイクルが完成しており、このサイクルの中では廃棄物の低減化やプロセスの自動化が可能である。高速炉は、核不拡散の点から21世紀の技術であり、露ではかなりの程度まで完成していると言える。
- ・BN-600は、18体のMOX燃料集合体を装荷して運転する許可を得ている。BN-600のハイブリット炉心では、0.3t/年のプルトニウムを処理ができ、さらに高温化学及び振動充填法の使用によりコストを下げる事が可能であるが、MOX燃料の施設建設には2～3年を要する。BN-600のフルMOX炉心では、1.3t/年の余剰兵器プルトニウムを処理することが可能である。
- ・新しい計画として、BN-800でMOX燃料を使用することを考えている。炉物理上の問題はなく、BN-800はいかなる同位体組成のプルトニウムでも使用できる設計になっており、30年で50tの余剰兵器プルトニウムの処分が可能である。
- ・露の軽水炉では $UO_2$ 燃料のみを対象にしてきたが、プルサーマルの使用も考えている。現在、7基あるVVER-1000のうち、4基で余剰兵器プルトニウムを燃焼させる予定。現在、余剰兵器プルトニウムから3体のMOX燃料を製造し、VVER-1000で照射試験を実施する計画があり、これを2000年までには実施したい。
- ・余剰兵器プルトニウムの処分には、国際協力が極めて重要であり、露は、米、仏、独、カナダ、そして日本とそれぞれ協力関係を結び、これに対処していく。

＜鈴木座長、テラー氏、大和氏、及びズロドニコフ氏による質疑応答＞

(高速炉オプション)

Q1：日露間で協力を行う予定の高速炉オプションについて、米国はどのように考えているか。(鈴木座長)

A1：高速炉オプションに反対する議論はない。できるだけ早期に処分プログラムを進めることが重要で、もし米が高速炉を有していたら高速炉を使ったかもしれない。(テラー氏)

Q2：露が処分すべき余剰兵器プルトニウムの量は50tとされているが、これを2020年までに処分しなければならない場合、高速炉オプションをメインの処分方法とすると、BN-800も使わなければならない。なぜ露は、7基のVVERのうち、4基しか使わないのか、またBN-800を新たに建設する計画があるのか、さらに余剰兵器プルトニウムの処分用に使用するのは、何基のBN-800か。(鈴木座長)

A2：余剰兵器プルトニウムの処分には、まずBN-600を、次にBN-800を使用する予定であるが、これが本当に現実的なのかは分からない。また、2007年から7基のVVERのうち4基で余剰兵器プルトニウムの処分を開始するが、他の3基は、旧型でMOX燃料を使用するには安全性に不安が残る。20～30年前に運転を開始した炉で、残りの寿命も短い。(ズロドニコフ氏)

(露における余剰兵器プルトニウムの処分の見通し)

Q3: 露の余剰兵器プルトニウムの処分の将来の見通しについて、どのように考えているか。(鈴木座長)

A3-1: 処分しなければならない余剰兵器プルトニウムの量を考えれば、露はVVERの活用に努力を払うべきだろう。他方、米もLWRを用いた余剰兵器プルトニウムの処分を考慮する必要があるのではないか。日本は、BN-600でのMOX燃料照射の実現に向けて協力していくが、ハイブリッド炉心の実現に際しては、特にMOX燃料製造ラインの整備が重点課題になるだろう。(大和氏)

A3-2: 余剰兵器プルトニウムの処分にVVERとBNの両方を使えば露の掲げている処分の目標値は達成できると思う。最大の問題は、処分の実現性が不透明なために、米国で予算化されている2億ドルが使えないことだ。(テラー氏)

A3-3: VVERを使うと使用済燃料中のプルトニウム量が増加してしまう。またVVERのサイトは、ロシア各地に点在しており、信頼性の高い燃料輸送手段の確立が不可欠。それよりは炉とりサイクル施設を一ヶ所に集中させてNuclear Island化したセンター方式が望ましいと考える。(ズロドニコフ氏)

A3-4: 炉の運転中にプルトニウムが生成されるのは避けられない。重要なのは、余剰兵器プルトニウムへの接近が不可能とすることであり、「使用済燃料基準」をベースとすべき。(テラー氏)

#### <会場を交えた質疑応答>

Q4: 米として、米国の余剰兵器プルトニウムの処分に関し、JNCの協力を期待していることはあるか。(JNC 植松氏)

A4: (米政府に変わって正式なコメントはできないが) 日本からの支援は受けたいと思っている。日本にはMOX利用に素晴らしい実績と能力がある。(テラー氏)

Q5: 「使用済燃料基準」は、軽水炉燃料をベースに全米科学アカデミー(NAS)が作ったものと思うが、高速炉で照射した燃料にもそれが当てはまるのか。(ロスアラモス国立研究所 アーサー氏)

A5-1: 詳細な定量化は将来の問題だろうが、通常の運転期間、炉内で照射された燃料であれば、炉型による相違はそれほど大きくないと考えてよいだろう。(テラー氏)

A5-2: 「使用済燃料基準」の適用には、課題が残されている。仮に、MOX燃料を照射し始めて短時間のうちに燃料破損が発生して炉から燃料を取り出したような場合、この燃料が「使用済燃料基準」を満たすかどうか問題になる。このような設問に対しては、議論が行われているところであって、定量的なガイドラインは決定されていない。(ズロドニコフ氏)

A5-3: そのような場合でも、使用済燃料貯蔵設備に持っていった後は、問題はないと考えた。(テラー氏)

A5-4: この問題は米口間で課題として議論されているところである。軽水炉より高速炉の使用済燃料の方が(使用済燃料基準的には)良いという評価が出されている。(ズロドニコフ氏)

A5-5: BN-600のピーク燃焼度は将来11at%になると聞いており、平均燃焼度はVVER-1000よりかなり高いと考えられるので、「使用済燃料基準」は満たされると考える。(大和氏)

Q6：米が「新しい炉のオプションも検討する」という方向に転換した理由は何か。  
(富士電機 長谷川氏)

A6：余剰兵器プルトニウムの処分を、早期かつ低コストで、また再処理を行わないという方針を堅持して実施できるのであれば、炉の型式は制限を緩めて優れた概念を広くサーベイしたいという理由。処分オプションが拡張されたわけではない。(テラー氏)

Q7：日露の協力においては、20kgの余剰兵器プルトニウムを使うとのことだが、これは本当の余剰兵器プルトニウムか。(JNC 植松氏)

A7：兵器級のプルトニウムを使う、としか答えられない。(ズロドニコフ氏)

Q8：米ではFFTFを再起動する議論があるようだが、その意義は何か。(JNC 植松氏)

A8：平和利用のための放射性同位元素の生産とトリチウム生産である。現在、政府が検討中で近日中に結論が出されると思う。(テラー氏)

Q9：露のBN-600を用いた余剰兵器プルトニウムの処分量予測値(フルMOX炉心で1.3t/年など)は、理論値にすぎないのではないか。実際はそれほど沢山処分できないのではないか。それを実現するには相当な設備変更が必要になるのではないか。(仏サルバトーレ氏)

A9-1：設備変更が必要なのはVVERでのMOX燃料照射である。(ズロドニコフ氏)

A9-2：増殖能力削除のためにブランケットを反射体に置換することが必要。MOX燃料を大量に装荷した炉心の安全性の確認(安全審査)への支援が重要と考えている。(大和氏)

#### <座長総括>

- ・余剰兵器プルトニウム処分を考える際、高速炉オプションは、ロシアにおける有力なオプションである。
- ・単に処分を行うのではなく、新たな技術開発を行うという見方での取り組みが有効である。
- ・平和利用技術が核軍縮に役立つという考え方が大事なポイント。例え20kgの処分量であっても、それが国際協力によりなされたならば、核軍縮により大きな意義がある。

以上