

核拡散抵抗性技術について

平成 11 年 11 月
核燃料サイクル開発機構

1. 原子力長計と核不拡散について

前回の原子力長計(平成 6 年)では、「原子力開発利用にあたって、①安全性、②信頼性、③経済性等の向上のみならず④環境への負荷低減、⑤核不拡散への配慮など将来の社会の多様なニーズに対応できる技術の可能性を追究し、技術の選択の幅を広げていくことが重要」とされているが、将来、実際に技術が選択されるときには、上で例示されている①から⑤のような各種要素についてその時点での適切なバランスが取られたものとなると思料される。したがって、将来技術の選択は⑤の「核拡散の配慮」のみで決定されるようなものではないが、ここでは、核拡散への配慮を具体化するための技術に特化して説明することとする。

2. 核拡散抵抗性

核拡散抵抗性とは、原子力平和利用において、核物質やそれに関連する施設が軍事目的に転用されることを防止あるいは抑止する能力。

これには、

- ・ 核物質が原子力の平和利用以外に使われないよう、扱う核物質を計量管理するとともに、封じ込め・監視を行う保障措置
- ・ 核物質の盗取や核施設の破壊活動を防ぐための核物質防護措置
- ・ 核兵器製造に転用されないよう、原子力関連資機材の輸出に制限を加えるロンドンガイドライン

等の制度的な抵抗性と、

- ・ 扱う核物質に物理・化学的な作用を加え、核物質の核的特性を、平和利用には不都合が生じないが、核兵器への転用には不適切とならしめる、例えば我が国が開発したウラン-プルトニウム混合転換技術^{*1}

等の技術的な抵抗性がある。

3. 核拡散抵抗性技術

この技術的な核拡散抵抗性(以下核拡散抵抗性技術)についての国際的に統一された概念や評価方法は存在しないが、特に核兵器に転用可能といわれる Pu(プルトニウム)の転用を抑える技術としては、例えば以下のようなものが検討されている。

(1) 金属 Pu の製造を困難にする技術(単独での Pu の利用を難しくする技術)

^{*1}: 再処理により得られる硝酸プルトニウム溶液を粉末に転換するのに、従来は二酸化プルトニウム粉末へ転換する単体転換法が行われてきたが、核拡散防止の観点から硝酸プルトニウム溶液を硝酸ウラン溶液といっしょにして粉末に転換する方法。U(ウラン)と混合することにより、Pu 単独での利用を難しくしている。

核兵器製造においては、高純度の金属 Pu が使用されるため、不純物をわざと混入することにより、Pu を単独で取扱えないようにし、高純度の金属 Pu を生成しにくくするとともに放射能強度を高め、取扱いを難しくする方法。

(具体例)

- ・高速炉を利用したアクチニドリサイクル (日本、仏、露で検討)

使用済み燃料に含まれるネプツニウム、アメリシウム、キュリウム等のアクチニド元素を Pu とともに再処理により回収し、これを高速炉で燃焼させることによりリサイクルする技術。この技術は、Pu の単独での取り扱いを避けることができ、またアクチニド元素を含むことにより放射能強度が高まり、容易に扱いにくくなるため、軍事転用し難くすることが期待できる。

- ・一体型アクチニド転換システム (IACS: Integrated Actinide Conversion Systems, 米国ロス・アラモス研究所で検討)

IACS は、軽水炉から取り出された使用済み燃料を乾式再処理と類似のプロセスにて新燃料に処理加工し、加速器駆動未臨界システム等で Pu と他のアクチニドを消費・発電するシステムである。この一体型プロセスでは、Pu は単体で取り出されず、他の高放射能物質と混合した形となるため、常に放射線バリアにより保護されている状態で取扱われることになる。

- ・ DUPIC (Direct Use of Spent PWR-Fuel in CANDU^{*2}, カナダ、韓国で検討)

軽水炉 (PWR) の使用済み燃料を解体・分割した後、取り出したペレットを粉砕し、それを酸化/還元し、さらに焼結して CANDU 用ペレットに成形する。本プロセスでは Pu は放射能強度の高い FP とともに扱われるため放射線バリアにより保護される。また、CANDU にリサイクルすることにより、Pu 中の非分裂性の同位元素 (Pu-240、Pu-242) の割合が増大する点も核拡散抵抗性に寄与する。

(2) Pu を閉じ込める技術

原子炉の長期運転により燃料交換頻度を少なく (又はしない) ようにし、なるべく Pu を外部に取り出さないようにする方法。

(具体例)

- ・小型・可搬型炉

工場生産や輸送が可能な程度の小型高速炉で、長寿命燃料 (例えば 15 年程度) を装荷し、サイトでの燃料へのアクセスを排除する。原子炉システムについては各種検討されている。

^{*2}: CANDU (Canada Deuterium & Uranium) とはカナダが開発した重水を減速材及び冷却材に使用した重水炉である。重水は中性子をほとんど吸収しないので燃料には、天然ウランや濃縮ウラン (1.2%程度) を使うことができる。