

分離変換導入効果・導入シナリオの論点整理（事務局案）

平成20年11月13日

1. MA 核変換の効果

主な論点	内容	今後議論が必要な事項
潜在的な有害度	<p>①潜在的有害度の減少</p> <ul style="list-style-type: none"> MA リサイクルにより、潜在的な有害度は 1/10～1/1000 に減少する。特に炉取り出し後 100 年以降では、その効果が大きい Np のみをリサイクルしても潜在的な有害度の低減効果はほとんど無く、Am・Cm をリサイクルする効果が大きい。 <p>②潜在的有害度の減少時間の短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> LWR 燃料の原料として必要な天然ウランとその娘核種による潜在的な有害度と比較した場合に、MA リサイクルにより天然ウランのレベルを下回るまでに要する期間を 1 万年から数百年に短縮できる。 <p>【資料 1-3-2 号、p.4】</p>	
実効線量率（被ばくリスク）	<ul style="list-style-type: none"> 高レベル廃棄物の地層処分において地下水移行シナリオにおける被ばく線量評価は、諸外国で提案されている安全基準(0.1～0.3mSv/年)を十分に下回っている。 被ばく線量のピーク(約 100 万年後)は ^{135}Cs が支配的であり、MA 核変換はピーク値には影響しない。 <p>【資料 1-3-2 号、p5】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 線量評価に対しては長半減期低発熱放射性廃棄物として処分される ^{129}I の効果が大きいため、^{129}I の核変換の可能性に関する議論が必要。【第5回を予定】
処分場性能	<p>①廃棄体発生量</p> <ul style="list-style-type: none"> MA 核変換の効果は UOX-LWR では限定的だが、プルサーマルでは廃棄体発熱に大きく寄与する ^{241}Am の核変換により、半減が可能。 FBR では、廃棄体発生量は廃棄体発熱ではなく酸化物含有量(FP が支配的)の制限で決まるため、MA 核変換の効果は小さい。(但し、長期の発熱は低減されるため、下記②では効果が大きい。) 	<ul style="list-style-type: none"> MA 等の回収率技術的成立性。【第3回(今回)議論】

	<p>【資料 1-3-1 号、p14】【資料 1-3-2 号、p6 】</p> <p>②単位電力量あたりの廃棄体定置面積</p> <ul style="list-style-type: none"> ・固化体の占有面積には ^{241}Am の発熱の寄与が大きいために、MA 核変換による占有面積の低減では Pu 利用時（MOX-LWR、FBR）にその効果が大きく現れる。 ・MA 核変換の効果は地層処分の岩種や定置方法により差があるが、いずれの場合においても効果が期待できる。 <p>【資料 1-3-1 号、p19】【資料 1-3-2 号、p7 】【資料 2-2-2 号、p8-9】</p>	
	<p>処分場性能に影響する主なパラメータ</p> <p><核データ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・^{241}Am 等の MA 核種の核データは処分場性能だけでなく、MA 核変換システム評価においても非常に重要。微分測定だけでなく臨界集合体等による積分実験による検証が不可欠。 <p>【資料 2-2-3 号、p8】</p> <p><MA 回収率></p> <ul style="list-style-type: none"> ・集積定置を狙う場合のガラス固化体への元素移行率の目標は、MA で 0.3～1%、Sr-Cs で 0.3%。 ・集積定置以外ならば、MA で 10%、Sr-Cs で 1%。但し、MA 元素の移行率は廃棄体の潜在的有害度の低減に影響が大きい。 <p>【資料 2-2-2 号、p14-15】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発に必要なインフラ等の議論。 【第5回以降に予定】 ・回収率の技術的成立性 【第3回(今回)議論】

2. FP 分離の効果

主な論点	内容	今後議論が必要な事項
処分場性能	<p>①廃棄体発生量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FP 分離により新たな廃棄物が発生（Sr-Cs 焼成体、その他元素のガラス固化体、低レベル廃棄物）。Sr-Cs 焼成体は高発熱だが半減期約 30 年で減衰。その他元素群ガラス固化体は低発熱なので集中的な処 	<ul style="list-style-type: none"> ・FP 分離プロセスの技術的成立性。【第3回(今回)議論】

	<p>分が可能。</p> <p>【資料 1-3-1 号 p15-16】【資料 1-3-2 号 p17-19】</p> <p>②廃棄体定置面積</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FP 分離だけでは、MA の発熱により、廃棄体定置面積低減の効果は小さい。 ・MA 核変換により FP 分離をしなくても長期貯蔵（約 230 年）により集積定置が可能となる。しかし、ガラス固化体は貯蔵時の温度制限が厳しいために含有量を上げられず発生本数が多くなり、貯蔵に必要なピット数は増えることになる。 ・MA 核変換と発熱性 FP の分離・長期貯蔵の組合せにより、ガラス固化体の処分に必要な期間を大幅に短縮できる可能性がある。 <p>【資料 1-3-1 号 p15-19】【資料 1-3-2 号 p20-21】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・FP の長期貯蔵の技術的・経済的成立性及び社会的影響については、他国の動向等を考慮しつつ、継続的に検討すべき事項ではないか。
処分前貯蔵期間	<ul style="list-style-type: none"> ・発熱性 FP (Sr, Cs) を分離し、かつ MA 核変換をすることにより、ガラス固化体の処分までの貯蔵期間を短縮でき集積的な定置ができる可能性がある。 <p>【資料 1-3-2 号 p20】</p>	

3. 核変換システムの導入シナリオ（第 2 再処理工場以降での MA 回収を仮定）

主な論点	内容	今後議論が必要な事項
FBR (MA 均質サイクル)	<ul style="list-style-type: none"> ・軽水炉から FBR への移行期には、FBR 燃料の MA 装荷率を最大 5%に制限することで、対処が可能。 ・MA 装荷率 5%の場合、FBR 新燃料集合体の発熱量は最大約 2.3kW/体、LWR 及び FBR 使用済み燃料から回収された分離 MA 貯蔵量は最大 30 トン程度。 ・MA 装荷率の最大値を 3%程度まで制限しても、FBR 新燃料発熱量は後年に増加することとなり、一方で MA 貯蔵量は最大 70 トンに増加するため、効果は低い。 ・Am、Cm を別途冷却してから装荷する方法（例えば 30 年遅延）は、FBR 	<ul style="list-style-type: none"> ・5%MA 含有燃料のフィージビリティ ・5%MA 炉心の成立性 ・Pu 増殖と MA 核変換の整合性 ・MA 貯蔵 等 <p>に対する技術的成立性</p> <p>【第4回に議論】</p>

	<p>新燃料発熱量抑制の観点からは効果があるが冷却時に 140 トンの MA の貯蔵方法を別途検討する必要がある。</p> <p style="text-align: right;">【資料 2-3 号、p3-8】</p>	
FBR (MA 非均質サイクル)	<ul style="list-style-type: none"> ・ MA を FBR サイクルから切り離すことで、通常の炉心燃料の発熱等が抑制できる。 ・ 平衡期には全体の 1/4 程度の基数の FBR が Am+Cm の非均質装荷。 ・ 移行期には MA の発生が増えるので、MA 蓄積を抑制するには非均質高速炉を先行して投入する必要がある。 ・ 上記議論は非均質装荷高速炉の設計に大きく依存するが、非均質装荷 FBR の設計検討は不十分。 ・ ターゲット燃料は MA 含有量が高いために、発熱・放射線遮蔽等の観点からの検討が必要。 <p style="text-align: right;">【資料 2-3 号、p11-12】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 非均質 FBR については、諸外国を含めて炉物理的な検討がなされている程度であり、継続的に検討すべき事項ではないか。
ADS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用燃料サイクル（軽水炉、FBR、及びそれらの移行期）から MA を切り離して核変換できる。 ・ MA の分離状況に応じて最大 8 基程度（出力 800MWth）の施設を順次投入することで多様な炉型に柔軟に対応可能。 ・ ADS サイクル規模は、高速炉サイクルの 1/20 程度。ADS サイクルからの発生廃棄物量は少量。 ・ 非均質装荷 FBR 同様に MA 高含有燃料の検討が必要。 <p style="text-align: right;">【資料 2-3 号、p9-10, p12】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ADS の技術的成立性 <p style="text-align: right;">【第4回に議論】</p>
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・ 分離変換導入にともなうコスト増 <p style="text-align: right;">【第3回(今回)提示】</p>

4. その他の指摘事項等

- ・ 回収元素の有効利用について【第 5 回以降に予定】
- ・ 研究開発予算・人員【第 5 回以降に提示】