

PNC TN9410 95-156

分置

アクチニドリサイクルの環境効果についての考察

1995年5月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

アクチニドリサイクルの環境効果についての考察

塩月 正雄¹、山名 元²、中島 一郎¹

要 旨

アクチニドリサイクルの目的のひとつである環境の観点から、MA核種等の回収による廃棄物の潜在的毒性低減の効果について、地層処分システム等との関係から考察・整理を試みるとともに、リサイクル形態及び回収率と潜在的毒性低減効果及び六カ所浅地中濃度上限値との比較について解析評価を行った。

廃棄物の潜在的毒性低減と廃棄物処理・処分技術とはそれぞれ独立した概念からなり、相互に組み合わされて一層の環境影響の低減に寄与することになると考えられる。このとき潜在的毒性低減効果は、最近の人工バリアを中心としたニアフィールド重視の地層処分研究の考え方と充分整合するものと考えることが可能であろう。

また、原子力利用に伴い使用した天然ウラン鉱石等の持つ毒性と2100年までに現行のリサイクルシステムから発生する廃棄物中の蓄積核種総量との比較評価により、回収すべき核種についての考察を試み、親核種としてのAm, Pu及びCmの回収の重要性について明確化を図った。

さらに、数100年以降の長期的な潜在的毒性低減を現行サイクル廃棄物に比べて2ケタ程度低減する目標を実現するためには、MA回収率を99.9%程度、Pu, Uの回収率を99.9%以上に向上させなければならないことが明確になった。また、六カ所浅地中濃度上限値との比較評価の結果から、全てのアクチニド核種を99.9%以上回収したとしても、 α 核種のみならず、FPや放射化核種の観点からも地層処分が不可欠であることが明らかになった。

また、これらの環境への効果に対してはFBRの中性子スペクトルを硬くする効果やCm-Delay及び炉外冷却期間の効果は大きく影響しないことも合わせて確認できた。

*1: 大洗工学センター システム開発推進部 新型炉サイクル解析室

*2: 東海事業所 技術開発推進部

Study on environmental effect of the advanced fuel recycle system

Masao Shiotsuki^{*1}, Hajimu Yamana^{*2}, Ichiro Nakajima^{*1}

Abstract

From the viewpoint of environmental effect that is one of the objectives of the actinide recycle, effect of reduction of the potential toxicity by recovery of minor actinides is considered from relation with geological disposal system. And, the influence of a recycling nuclides and recovery fraction into potential toxicity reduction effect and comparison with shallow disposal criteria are evaluated assumed an equivalent FBR cycle with each recycling methods.

It is an each independent concepts from the effect of potential toxicity reduction of waste and the disposal technology, and a combination of these two concepts will contribute to reduce an environmental impact. Then potential toxicity reduction effect may be thought about it is adjusted with a recent geological disposal studies that respect for the mechanical barrier potential.

The nuclides that should be recovered for reduction of the potential toxicity are evaluated by comparison with the potential toxicity in the uranium ore used in the atomic energy in Japan with the present fuel recycle by 2100.

From the result of the waste from an equilibrated FBR cycle, to reduce the potential toxicity effectively, the recovery fraction of MA need about 99.9% and those of Pu and U must be improved more than 99.9%. Comparison evaluation with shallow disposal criteria, the geological disposal system is indispensable in any kind of recycling methods in the light of not only alpha activity but also those of fission products and activation products.

And it is evaluated that Cm-Delay and neutron spectrum of FBR core do not influence greatly on these environmental effect.

*1 : Advanced Reactor and Fuel Cycle Development Section (OEC)

*2 : Technology Development Co-ordination Division (TW)

目 次

1. はじめに	1
2. アクチニドリサイクルの環境効果についての技術的位置づけ	4
2.1. リサイクル理念からの考察	4
2.2. 地層処分と毒性低減との関係について	6
3. 原子力による毒性生産量の観点から見た回収核種についての考察	8
3.1. 原子力利用に伴い使用した天然ウラン鉱石の持つ毒性の解析	8
3.2. 現行燃料サイクルから生産される毒性の解析	13
4. MA核種の回収による環境への効果の解析評価	18
4.1. リサイクル形態の設定	19
4.2. FBR平衡炉心の計算	20
4.3. 環境への効果の評価	28
4.3.1 廃棄物に移行するアクチニド(Pu,U,Np,Am,Cm,)核種の重量	28
4.3.2 潜在的毒性の時間推移	32
4.3.2 六カ所浅地中濃度上限値との比較	39
5. まとめ	44
6. おわりに	46
7. 参考文献	47

表リスト

表2.1	高速炉での一群断面積(ORIGEN-2コード格納断面積より)	5
表3.1	ウラン鉱石等の潜在的毒性の評価	10
表3.2	各サイクルの燃焼条件及び主要核種生成量	13
表4.1	初期燃料組成	21
表4.2	添加Pu組成割合	21
表4.3	リサイクル形態による平衡使用済燃料インベントリ(MOX)	22
表4.4	リサイクル形態による平衡使用済燃料インベントリ(MN)	22
表4.5	各種リサイクル形態と廃棄物インベントリとの関係(g/t-HM)(MOX) ..	29
表4.6	各種リサイクル形態と廃棄物インベントリとの関係(g/t-HM)(MN) ..	29
表4.7	六カ所浅地中埋設濃度上限値	39
 表A-2.1	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 1
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-1(MOX)	
表A-2.2	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 1
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-2(MOX)	
表A-2.3	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 2
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-3(MOX)	
表A-2.4	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 2
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-4(MOX)	
表A-2.5	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 3
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-5(MOX)	
表A-2.6	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 3
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-5A(MOX)	
表A-2.7	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 4
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-5B(MOX)	
表A-2.8	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 4
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-6(MOX)	
表A-2.9	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 5
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-6A(MOX)	
表A-2.10	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 5
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-6B(MOX)	
表A-2.11	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移	A 2 - 6
	(単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-7(MOX)	

表A-2.12	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 6 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-8(MOX)
表A-2.13	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 7 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-9(MOX)
表A-2.14	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 7 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-10(MOX)
表A-2.15	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 8 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-1(MN)
表A-2.16	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 8 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-2(MN)
表A-2.17	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 9 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-3(MN)
表A-2.18	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 9 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-4(MN)
表A-2.19	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 10 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-5(MN)
表A-2.20	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 10 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-5A(MN)
表A-2.21	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 11 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-5B(MN)
表A-2.22	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 11 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-6(MN)
表A-2.23	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 12 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-6A(MN)
表A-2.24	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 12 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-6B(MN)
表A-2.25	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 13 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-7(MN)
表A-2.26	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 13 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-8(MN)
表A-2.27	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 14 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-9(MN)
表A-2.28	FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 A 2 - 14 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-10(MN)
表A-3	アクチニドリサイクルにおけるFBR炉心装荷・取出燃料の推移 ... A 3 - 1 (Case-1-MN)
表A-4	アクチニドリサイクルにおけるFBR炉心装荷・取出燃料の推移 ... A 4 - 1 (Case-2-MN)

図リスト

図3.1	U235,238の1g当たりの毒性の推移	11
図3.2	2100年までの日本の累積使用天然ウラン資源需要量の評価	11
図3.3	想定した発電設備容量の推移 —100万MWe/年の伸び—	12
図3.4	各種ウラン資源のHazard	12
図3.5	再処理量の推移(Case-1)	15
図3.6	2100年までに廃棄物に蓄積するハザードの状況(ウラン資源との比較)	15
図3.7	2100年までに廃棄物に蓄積する主要なFP各種のハザードの状況	16
図3.8	2100年までに廃棄物に蓄積するアクチニド各種のハザードの状況	16
図3.9	2100年までに蓄積するハザードのアクチニド親各種毎の比較	17
図4.1	FBR平衡サイクルの物質のフロー	20
図4.2	MAリサイクルによる炉心内のMA蓄積状況	24 (Np+Am+Cmリサイクル、Pu・U回収率99.9%)
図4.3	MAリサイクルによる炉心内のCm組成変化	24 (Np+Am+Cmリサイクル、Pu・U回収率99.9%)
図4.4	長期平衡サイクル時におけるCm等の炉心蓄積量の評価	25 (15万MWD/t-HM/cycle)
図4.5	各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料でのMAの蓄積量(MOX)	26
図4.6	各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料でのMAの蓄積量(MN)	26
図4.7	各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料の	27 Cm(244,245,246,)の蓄積量(MOX)
図4.8	各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料の	27 Cm(244,245,246,)の蓄積量(MN)
図4.9	各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から	30 分離される廃棄物インベントリ(Pu,U回収率99.9%の場合)(MOX)
図4.10	各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から	30 分離される廃棄物インベントリ(Pu,U回収率99.99%の場合)(MOX)
図4.11	各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から	31 分離される廃棄物インベントリ(Pu,U回収率99.9%の場合)(MN)
図4.12	各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から	31 分離される廃棄物インベントリ(Pu,U回収率99.99%の場合)(MN)
図4.13	MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MOX 99.9%)	34
図4.14	MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MOX 99.99%)	34
図4.15	MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MN 99.9%)	35
図4.16	MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MN 99.99%)	35

図4.17	廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MOX 99.9%)	36
図4.18	廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MOX 99.99%)	36
図4.19	廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MN 99.9%)	37
図4.20	廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MN 99.99%)	37
図4.21	MA及びPu回収率のパラメータサーベイ	38
図4.22	MA及びPu回収率のパラメータサーベイの現行サイクルとの比較	38
図4.23	各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MOX 99.9%)	41
図4.24	各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MOX 99.99%)	41
図4.25	各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MN 99.9%)	42
図4.26	各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MN 99.99%)	42
図4.27	燃焼度15万MWD/t-HMのFBR使用済燃料中に生成する主要FP 及び放射化核種の崩壊による減少と区分値との関係	43
図4.28	燃焼度15万MWD/t-HMのFBR被覆管の放射化により生成する 核種の崩壊による減少と区分値との関係	43

1. はじめに

新たなFBR燃料リサイクルの革新として事業団にて開発が進められている先進的核燃料リサイクル（アクチニドリサイクル）の目的のひとつに「環境負荷低減」が挙げられている。

高レベル廃棄物からのマイナーアクチニド（以下、MA）核種の回収による環境への効果については、これまでに統一的見解が構築されている訳ではなく、主に消滅処理側と廃棄物処分側との間で意見の食い違いが生じているきわめて稀な状況と言えよう。

かねてより消滅処理研究¹⁾の主張においては、MA核種の回収・消滅による高レベル廃棄物の長期的に継続する潜在的毒性低減が廃棄物管理の軽減や管理期間の短縮に繋がると主張してきており、「88年頃の米国ハンフォードにおけるCURE概念²⁾では全ての廃棄物の地層処分が不要となるとまで考えていた。

すなわち消滅処理における高レベル廃棄物からのMA核種の回収は、地層処分のオプションの位置づけの色彩が強かったと考えることができる。

一方、地層処分リスク評価の観点からはMA核種回収の効果は無視しうる程小さいことが指摘されており、例えばPigford報告³⁾においては、地層処分において生活圏（地表）のリスクを支配しているのはMA核種ではなく、地層中において遅延の期待できないI-129、Tc-99、Cs-135であること、また、事業団における処分サイト近傍における評価⁴⁾においても同様のMA核種回収の効果が極めて小さいことが示されている。さらにORNLにおけるMAリサイクルに係わる総合的な評価⁵⁾では、地層処分におけるMA回収効果の些少さに加えて、回収したMA核種を燃料サイクル内にリサイクルすることに伴う短期的リスクの増大、例えば低レベル廃棄物等に移行したMA核種を原因とする作業員の被ばくの上昇等の点について指摘されている。

また一般の理解では、「環境負荷」と言うと廃棄物処分に伴う生活環境に対するインパクト、すなわち処分に伴う被ばくリスクなどの直接的影響をイメージされがちである。従って「環境負荷低減」をアクチニドリサイクルシステムの開発インセンティブに掲げることが、現行の燃料サイクルから発生する廃棄物が処分により生活環境に何らかの直接的影響を及ぼすとの不安のイメージを一般社会に与えかねない懸念に対しても注意を払っておくことが必要である。

これらのMAの回収リサイクルによる環境への効果についての考え方のミスマッチ、さらには「環境」あるいは「放射性廃棄物」に対する一般の理解とのミスマッチが存在するということを充分に勘案し、アクチニドリサイクルの意義の謳い文句である「環境負荷の低減」の技術的内容の意味もさることながら、その表現についても検討し、整理しておくことが極めて重要であると認識される。

事業団においては、これまでアクチニドリサイクル研究開発連絡会及び東海アクチニドリサイクルタスクフォース・環境サブグループを中心にアクチニドリサイクルの環境に対する意義について検討を進めてきており、その内容としては「アクチニドリサイクル研究開発の進め方について（中間報告書）」⁶及び「東海アクチニドリサイクルタスクフォース報告書」⁷に以下の3点にまとめられている。

- (1) MAのみならずサイクル全体におけるPu,Uの回収性を高め、低レベルも含めた廃棄物の潜在的毒性の効果的低減（現行の1/100程度）を目指す。
- (2) 回収したMAをFBR内で効果的に燃焼し、サイクル内のインベントリを低いレベルに維持する。
- (3) サイクル技術の簡素化・合理化と連携して二次廃棄物の抜本的削減を目指す。

さらにこれらの報告書においては、MA核種の回収による高レベル廃棄物の発熱量減少に伴う処分サイト面積の減少効果等のさらなる効果についても定量的評価を試みている。

以上の事業団の考え方と前述の消滅処理研究における主張とを比較すると、以下のように概括することができる。

- ① MA核種等の回収による長期的に継続する潜在的毒性低減の効果については、環境への効果のOne of themであり、また、これの結果として地層処分が不要になるとの考えではない。地層処分は不可欠な技術であるとの認識に変わりはない。
- ② また、長期的に継続する毒性はMAのみならずPuによる寄与も無視できないため、毒性低減のためには高レベル以外の廃棄物も含めた全アクチニド核種の回収性を高めることが重要である。
- ③ 回収したMA核種は、消滅する観点だけではなく燃料物質としての価値も考慮し、PuやUとともにFBRサイクル内でリサイクルする。
- ④ 消滅炉の様な特定な原子炉での消滅効率を追求するのではなく、FBRにてアクチニド核種を繰り返しリサイクル（多重リサイクル）していくことにより、サイクル全体でのMAインベントリを低いレベルに維持していく。
- ⑤ 環境の観点からは、二次廃棄物の発生量削減が重要な課題と認識され、アクチニドリサイクルの指向により、合わせて二次廃棄物、特にTRU廃棄物の発生量削減を図っていくことが不可欠である。

すなわちアクチニドリサイクルとはFBR燃料サイクルそのものの高度化であり、長期的な観点から、U-238のエネルギー利用システムとしての最適な高速炉燃料サイクルを構築することを目指したものと位置づけている。特にMA回収については、地層

処分のオプションではなく、むしろ地層処分を補完するものというのが現在の事業団の考え方と言うことができる。さらにMAリサイクルに適合したシステム技術、例えば再処理におけるソルトフリー・低除染、遠隔に適した湿式による顆粒燃料転換ならびに顆粒燃料を出発点とした燃料製造技術の採用など燃料サイクルシステム全体の高度化・合理化を図ることにより、短期的リスクやコストの低減も同時に達成していくことを指向している。

本書では、アクチニドリサイクルの環境に対する効果について特に見解の整理が必要なMA核種等の回収による効果について、リサイクルシステムとしての基本的な考え方（理念）及び地層処分システムとの関係から考察・整理を試みるとともに、効果的な潜在的毒性低減のための核種回収の考え方について、回収核種及び回収率をパラメータとした評価解析により明らかにした。

2. アクチニドリサイクルの環境効果についての技術的位置づけ

本章では、MAをリサイクルすることに関する技術的位置づけについて、核燃料リサイクルの理念や地層処分におけるとの関係から考察を試みるとともに、毒性低減の観点からのリサイクルすべき核種についての考察を行った。

2.1. リサイクルの理念からの考察

元来「リサイクル」とは、利用可能な資源を徹底的に使うことにより地球環境からの資源の採掘量及び廃棄物として地球環境に放出される量の双方を低減することが本質的な理念と考えられ、地球環境の保護による後世に対する善意の行為ということができる。

グローバルな視点から、将来にわたり持続可能な社会を築いていくためには、「人口」と「エネルギー」と「環境」をバランスさせるかが重要になると指摘されている⁹⁾。このためには、リサイクル性の高いエネルギー利用体系を構築していく努力が不可欠であると考えられる。

これまでの経済・産業の発展を支えてきた化石燃料資源は、基本的にワンスルーアップ利用であるため、中長期的に見た資源枯渇への懸念はもとより、CO₂発生に伴う温暖化現象及びNO_x,SO_x等による酸性雨などの地球規模の環境問題の懸念が指摘されていることは述べるまでもない。軽水炉によるU資源のワンスルーアップ利用も全く同様の資源と環境に対する課題を持っていると考えざるを得ない。

従って、分散エネルギー源としての再生可能エネルギーと共に大規模エネルギー源としての原子力への期待が大きいと考えられ、そのためには原子力からワンスルーアップ的な部分ができるだけ排除して、リサイクル性を最大限に高めた体系に成長させていくことが重要である。

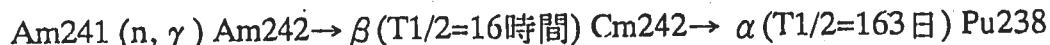
FBRによるPuリサイクルは、軽水炉によるU燃料のワンスルーアップ利用に比べウラン利用効率を格段（数10倍）に高め、資源論的な観点から効果を有することは議論の余地はない。しかしながら現行の燃料サイクルは、比較的リサイクルしやすいPu及びUのみをPUREX技術により回収リサイクルし、燃料として軽水炉にて実績の多い酸化物による高精度ペレットを採用したシステムであるが、経済性や多量の二次廃棄物発生などの課題に見られる様に、実用化のためのリサイクルシステムとして最適で合理的な技術体系であるか検討の余地がある。また、現行サイクルでは有意量のPu,U、ならびに燃料物質としてのポテンシャルを有するマイナーアクチニド（MA）を廃棄物としていることから、この観点からもリサイクルシステムとしての高度化を探ることが重要であろう。

表2.1に、高速炉の中性子スペクトル下での核分裂断面積と中性子吸収断面積を1群

に縮約した結果を示した。MA核種はPu-239のようなfissile核種に比べて核分裂断面積は数分の1ではあるが、U-238に比べ1桁高い値を有し、Pu-240やPu-242並の核分裂可能物質であることが分かる。

またMA核種の内、重量的にドミナントなNp237及びAm241はMA核種は中性子吸收の度合いがU-238やPu-240よりも高いため、MA添加燃料は初期の炉心反応度をやや低下させる要因となるが、中性子吸收によってPu同位体や他のMA核種に変換されながら燃焼していくので、U-238と同様に優れたfertile物質であると言って良い。

すなわち、Np237は中性子吸收にてPu238を生成するのに対し、Am241についても、



の反応の結果Pu238が生成し、FBRスペクトルにおいてPu238は核分裂に寄与する。

従って、これらの回収や加工ができる限りは、これを親物質として利用することが理想的なりサイクルシステムと考えられる。

表2.1 高速炉での一群断面積（ORIGEN-2コード格納断面積より）

	FBR		PWR	
	σf (barn)	σc (barn)	$\sigma f/\sigma c$	$\sigma f/\sigma c$
U238	0.05	0.28	0.19	0.07
Np237	0.39	1.43	0.27	0.02
Pu238	1.19	0.69	1.71	0.07
Pu239	1.82	0.47	3.89	1.77
Pu240	0.42	0.48	0.87	0.00
Pu241	2.44	0.44	5.56	3.02
Pu242	0.31	0.40	0.76	0.01
Am241	0.35	1.35	0.25	0.01
Am242m	3.90	0.36	10.69	4.77
Am243	0.27	1.01	0.27	0.18
Cm242	0.20	0.31	0.64	0.10
Cm244	0.49	0.79	0.61	0.06
Cm245	2.59	0.30	8.70	5.89

2.2. 地層処分と毒性低減との関係について

廃棄物処分に伴う生活環境における直接的影響（被ばくリスク）は、

- ①廃棄物の持つ潜在的な危険度（放射能毒性）
- ②隔離するための方策（処理・処分技術）

の2つの要因の結果として現れうると考えられる。

廃棄物処理・処分技術は、燃料サイクルの上流側から決定される廃棄物を前提条件に、その毒性を顕在化させない技術を指向してきている。一方、MA及びPu,Uの徹底的な回収リサイクルを目指したアクチニドリサイクルは、処理処分技術の良し悪しに係わりなく、廃棄物の潜在的毒性の低減をサイクルシステム構築の段階から考慮し、達成することを意図するものである。

従ってこれらの手段はそれぞれ独立した概念からなり、相互に組み合わされて一層の環境影響（Environmental Impact）低減に寄与することになると考えられる。

原子力開発利用の当初より、放射能の持つ潜在的危険性（放射能毒性）は十分に配慮されており、放射性廃棄物の対策にあたっては、生活環境での直接的影響（被ばくリスクなど）を無視できるレベルまで下げるために、処理・処分技術開発に対して多くの努力と資金を投入し、技術的にみても極めて高度なシステムを構築してきたことは原子力界においては周知のことである。しかしながら一方、この様な放射性廃棄物に対する技術的な配慮がなされていることに関し、未だ一般社会の理解は不足していることは否定できず、一般ゴミの不法投棄問題や有害物質の流出などの問題と同列のレベルで放射性廃棄物問題が理解され、不安を増長させていることに極めて根本的な問題が所在していると考えられる。

もし放射性廃棄物 = No(ー)で、廃棄物ゼロだけが容認できる解との認識が社会に浸透しつつあるとしたならば極めて危険な状況と認識せざるを得ない。

原子力のリサイクル性を理想的に高めたとしても、利用できない核種や微量の回収不可能な核種の発生を否定することはできず、すなわち「百害あって一利なしの核種」を生活環境から隔離する技術（処分）は不可欠であることを認識し、その技術的な信頼性を含めて理解をていくことは極めて重要である。

処分技術は社会環境への被ばくを顕在化させない様に設計開発しているのであり、有意な被ばくはありえない。

実際には処分の性能評価は具体的なサイトの選定に合わせて定量的数値が示されることとなるが、確実な処分技術を前提に被ばくリスクの観点から回収すべき核種（廃棄物に入れるべきではない核種）を選定することは不可能である。

処分技術の長期的な隔離性能の保証は処分技術開発の中心的役割であり、これに対する負荷について安易に評価することは避けるべきであるが、一般を含めた多くの人々

に対して理解を得ていくためには、地質学的な保証の信頼性や人文歴史的な話を含めて、これまでの一般科学・工学の時間スケール（人工バリアの保証される期間、千年オーダーの期間、等）の範囲で工学的に設計保証を議論できるようになれば理解しやすく、またされ易いと考えられる。当面の原子力におけるリサイクルの高度化としてはこの点を勘案するべきではなかろうか。

既に現在の地層処分研究は、天然という地質環境の予測に伴う不確実性を考慮し、人工バリアを中心としたニアフィールド重視のアプローチが取られてきているところであり⁹⁾、東大鈴木教授はこれを萌芽的地層処分研究と位置づけている¹⁰⁾。従って、地層処分研究は今後ますます人工バリアを中心としてその性能の保証が定量的に示されていくと考えられる。

このときアクチニドリサイクルによる潜在的毒性の低減化は、人工バリアの保証され得る範囲（期間）内において、廃棄物自体の持つ危険の度合を容認されうる程度まで低くする、すなわちその結果として天然バリアという地球環境への隔離性能への期待（負荷）を軽減することに繋がる可能性がある。

一般に理解されにくい廃棄物の持つ危険の度合及びその持続期間を表現する手段として、高レベル廃棄物の毒性と天然の放射性物質であるウラン鉱石の毒性とを比較評価する方法がある^{11,12)}。これは法令等の中に放射性核種毎に定められた年摂取限度や水中許容限度を基準に、廃棄物中の放射性核種の危険のポテンシャルを比較対象をしながら表したもので、科学的根拠を有する合理的な表現方法と考えることができる。しかしながら一方、ウラン鉱石は天然に存在するとはいえ、基本的に生活圏からの隔離が要求されるものであり、その度合が地層処分の要否を決定する判断基準や管理の度合を左右するものではない。

あくまで地層処分を前提とした上で、廃棄物の持つ潜在的毒性が人工バリアの保証しうる時間スケール内でウラン鉱石程度まで低減されたとしたならば、それ以降の期間は地球環境のバリア性能に期待するという地層処分の行為に対して安心感を与え、ひいては地層処分の理解・容認を促進できる可能性を期待できるのではないだろうか。

すなわち、廃棄物に含まれるMA及びPu,Uの持つ長期的に継続する毒性が廃棄物処分への社会的懸念の主たる要因になっていることを率直に捉え、この人工的な核種であるアクチニドという「気持ち悪さ」をできるだけ作らないシステムを目指すという姿勢が社会的には受け入れられ得る可能性が考えられる。

近い将来においては、社会への地層処分の安全性等に係わる理解の浸透や米国、スウェーデン等の諸外国における地層処分の実施に伴い、国内における現行のガラス固化体等の地層処分が促進されると予測され、またそうでなければならないが、一方でアクチニドリサイクルの実現により原子力のさらなる環境への配慮を示すことが可能となる。

3.原子力による毒性生産量の観点から見た回収核種についての考察

本章では、原子力利用に伴い使用した天然ウラン鉱石の持つ毒性を評価し、燃料サイクルからの毒性生産の目安の提示を試みるとともに、これとの比較として現行のリサイクルシステムから発生する廃棄物の蓄積総量を比較評価することにより、回収すべき核種についての考察を行った。

このとき廃棄物中の毒性の生産量の尺度としては放射性毒性の濃度の値を用いるのではなく、積分値としての生産（蓄積）総量で比較することが必要と考える。すなわち原子力はエネルギーを高密度で取り出し、可能な限り廃棄体を減容化し、それを適切に管理・隔離することを指向しており、結果として少量の高毒性密度の廃棄物を取り扱うこととなる。少量の核種を扱う場合には、被ばく低減の観点から希釈廃棄の選択肢もありうるだろうが、長期的に利用する核燃料リサイクルからの廃棄物について、薄めて捨てることは、むしろ環境に対する配慮を欠いた行為といえるだろう。

3.1.原子力利用に伴い使用した天然ウラン鉱石の持つ毒性の解析

毒性の尺度として、原子炉等規制法別表第1第3欄に示された「経口摂取の場合における年摂取限度(Annual Limit on Intake : ALI、単位 Bq)」（以下ALIと呼ぶ）の数値を指標に、各核種インベントリのALIに対する割合を総計したものを毒性と設定する。

U-238/235の各1gの毒性の経時変化を図-3.1に示す。それぞれ長期間の中に娘核種の生成により毒性が上昇する特性を持っている。

評価対象としてのウラン鉱石の量は、以下の3種類を想定した。

- ① 日本国内資源としてのウラン鉱石¹³⁾
- ② 原子力発電により使用した天然ウランの使用累積量
- ③ 原子力発電により使用した濃縮ウラン使用累積量

①については品位0.054%のU₃O₈の値8494ショートトンの値より、U-238/235それぞれの値をg単位に換算した。

②及び③の評価の前提としては、2100年までの原子力発電電力量を2010年以降100万kWe/年の伸びを想定し、このときの天然ウランの使用累積量（図-3.2）を算出する¹⁴⁾。図-3.2に見られる様に、天然ウランの使用累積量はFBRが本格導入される時期により大きく変化し、本格導入後は長期間にわたり劣化ウラン及び回収ウランを使用する時期が継続し、使用ウラン量は平衡傾向を示す。従って天然ウラン使用量の算出においては2100年程度までの試算で充分と考えられる。本評価では2030年にFBRが本格導入される場合を想定した。このときのPuバランスに応じた発電設備構成を図-3.3に示す。

濃縮ウラン使用累積量は、天然ウランの使用累積量中のU-235に対して4.5%濃縮に相当するU-238を算出して求めた。

以上の算出されたウラン鉱石中のU-238/235の量に図-3.1の値を乗じて、それぞれのウラン鉱石が持つ毒性総量を計算した。（表-3.1及び図-3.4）

天然ウラン総毒性は、日本が2100年までに使う外国の天然ウランが持つ毒性であり、濃縮ウランの総毒性は日本が国内に持ち込んだウランの毒性に相当する。

天然ウラン鉱石は、精錬の段階でRa,Th等の娘核種を分離しているため、天然の毒性として評価の対象とする場合には、これら娘核種を含めたウラン鉱石としての毒性を考えておくことが必要である。

従って、図-3.4からほぼ放射平衡に達していると見なされる10⁷年での毒性の値、すなわち、

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| ① 日本国内資源としてのウラン鉱石 | 7.5 × 10 ⁹ |
| ② 原子力発電により使用した天然ウランの使用累積量 | 8.2 × 10 ¹¹ |
| ③ 原子力発電により使用した濃縮ウラン使用累積量 | 2.2 × 10 ¹¹ |

をそれぞれのウラン鉱石が持つ毒性と考えた。

表-3.1 ウラン鉱石等の潜在的毒性の評価

日本国内U資源¹³⁾

U3O8(品位0.054% 8494
natural-U t 6532

U238,235の単位毒性

year	ALI/gU-238	ALI/gU-235
1.000E+00	2.605E-02	1.610E-01
5.000E+00	2.605E-02	1.621E-01
1.000E+01	2.605E-02	1.636E-01
2.000E+01	2.605E-02	1.669E-01
5.000E+01	2.605E-02	1.790E-01
1.000E+02	2.605E-02	2.020E-01
1.000E+03	2.613E-02	6.407E-01
1.000E+04	2.761E-02	4.532E+00
5.000E+04	5.455E-02	1.512E+01
1.000E+05	1.156E-01	2.032E+01
5.000E+05	6.626E-01	2.308E+01
1.000E+06	9.500E-01	2.306E+01
5.000E+06	9.981E-01	2.297E+01
1.000E+07	9.973E-01	2.286E+01
5.000E+07	9.911E-01	2.198E+01
1.000E+08	9.835E-01	2.092E+01
5.000E+08	9.243E-01	1.411E+01
1.000E+09	8.553E-01	8.622E+00

U238 U235
重量 g 6.485E+09 4.644E+07

year	ALI/gU-238	ALI/gU-235	Total
1.000E+00	1.689E+08	7.477E+06	1.764E+08
5.000E+00	1.689E+08	7.528E+06	1.765E+08
1.000E+01	1.689E+08	7.598E+06	1.765E+08
2.000E+01	1.689E+08	7.751E+06	1.767E+08
5.000E+01	1.689E+08	8.313E+06	1.773E+08
1.000E+02	1.689E+08	9.381E+06	1.783E+08
1.000E+03	1.695E+08	2.976E+07	1.992E+08
1.000E+04	1.791E+08	2.105E+08	3.895E+08
5.000E+04	3.538E+08	7.022E+08	1.056E+09
1.000E+05	7.497E+08	9.437E+08	1.693E+09
5.000E+05	4.297E+09	1.072E+09	5.369E+09
1.000E+06	6.161E+09	1.071E+09	7.232E+09
5.000E+06	6.473E+09	1.067E+09	7.540E+09
1.000E+07	6.468E+09	1.062E+09	7.530E+09
5.000E+07	6.428E+09	1.021E+09	7.449E+09
1.000E+08	6.378E+09	9.716E+08	7.350E+09
5.000E+08	5.994E+09	6.553E+08	6.650E+09
1.000E+09	5.547E+09	4.004E+08	5.947E+09

2100年日本累積使用天然U資源

natural-U t 711065
U238 U235
重量 g 7.060E+11 5.056E+09

year	ALI/gU-238	ALI/gU-235	Total
1.000E+00	1.839E+10	8.140E+08	1.921E+10
5.000E+00	1.839E+10	8.195E+08	1.921E+10
1.000E+01	1.839E+10	8.271E+08	1.922E+10
2.000E+01	1.839E+10	8.438E+08	1.924E+10
5.000E+01	1.839E+10	9.050E+08	1.930E+10
1.000E+02	1.839E+10	1.021E+09	1.941E+10
1.000E+03	1.845E+10	3.239E+09	2.169E+10
1.000E+04	1.949E+10	2.291E+10	4.241E+10
5.000E+04	3.851E+10	7.644E+10	1.150E+11
1.000E+05	8.161E+10	1.027E+11	1.843E+11
5.000E+05	4.678E+11	1.167E+11	5.845E+11
1.000E+06	6.707E+11	1.166E+11	7.873E+11
5.000E+06	7.047E+11	1.161E+11	8.208E+11
1.000E+07	7.041E+11	1.156E+11	8.197E+11
5.000E+07	6.997E+11	1.111E+11	8.108E+11
1.000E+08	6.944E+11	1.058E+11	8.001E+11
5.000E+08	6.526E+11	7.134E+10	7.239E+11
1.000E+09	6.039E+11	4.359E+10	6.474E+11

2100年日本累積使用濃縮U資源

U238 U235
重量 g 1.073E+11 5.056E+09

year	ALI/gU-238	ALI/gU-235	Total
1.000E+00	2.795E+09	8.140E+08	3.609E+09
5.000E+00	2.795E+09	8.195E+08	3.614E+09
1.000E+01	2.795E+09	8.271E+08	3.622E+09
2.000E+01	2.795E+09	8.438E+08	3.639E+09
5.000E+01	2.795E+09	9.050E+08	3.700E+09
1.000E+02	2.795E+09	1.021E+09	3.816E+09
1.000E+03	2.804E+09	3.239E+09	6.043E+09
1.000E+04	2.962E+09	2.291E+10	2.587E+10
5.000E+04	5.853E+09	7.644E+10	8.229E+10
1.000E+05	1.240E+10	1.027E+11	1.151E+11
5.000E+05	7.109E+10	1.167E+11	1.878E+11
1.000E+06	1.019E+11	1.166E+11	2.185E+11
5.000E+06	1.071E+11	1.161E+11	2.232E+11
1.000E+07	1.070E+11	1.156E+11	2.226E+11
5.000E+07	1.063E+11	1.111E+11	2.155E+11
1.000E+08	1.055E+11	1.058E+11	2.113E+11
5.000E+08	9.917E+10	7.134E+10	1.705E+11
1.000E+09	9.177E+10	4.359E+10	1.354E+11

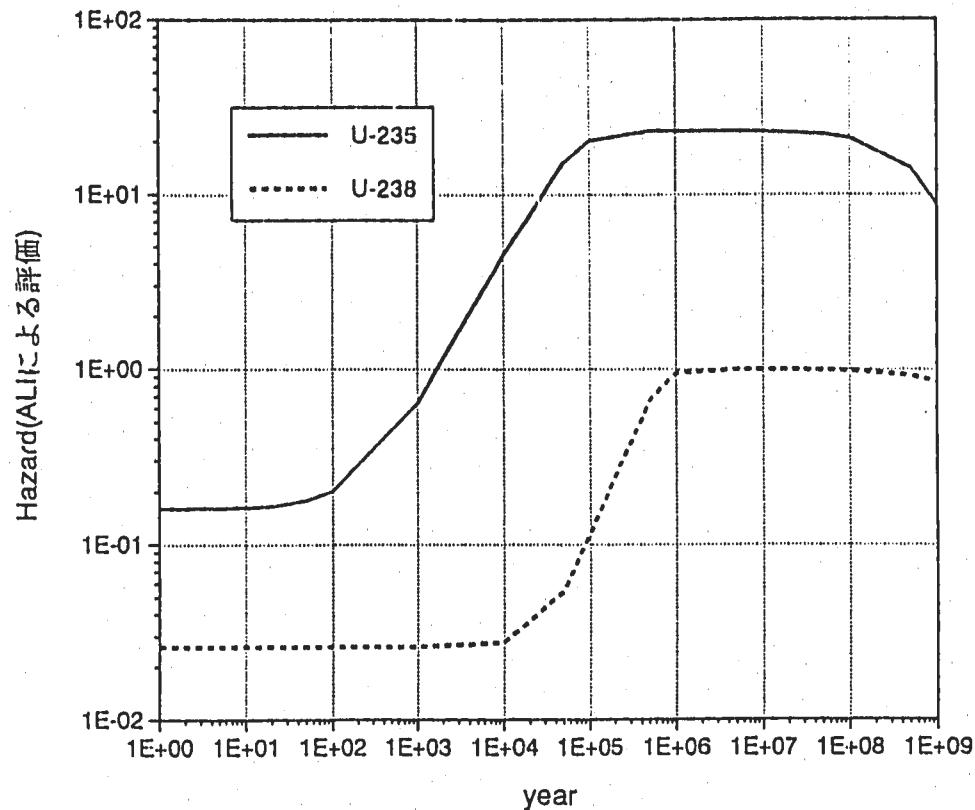


図-3.1 U235,238の1g当たりの毒性の推移

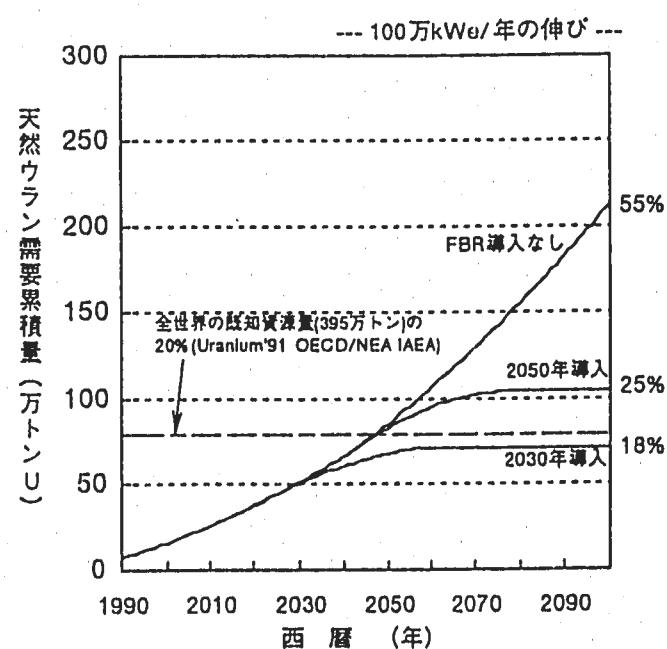


図-3.2 2100年までの日本の累積使用天然ウラン資源需要量の評価

----- FBR導入による天然ウラン需要量の削減効果 -----

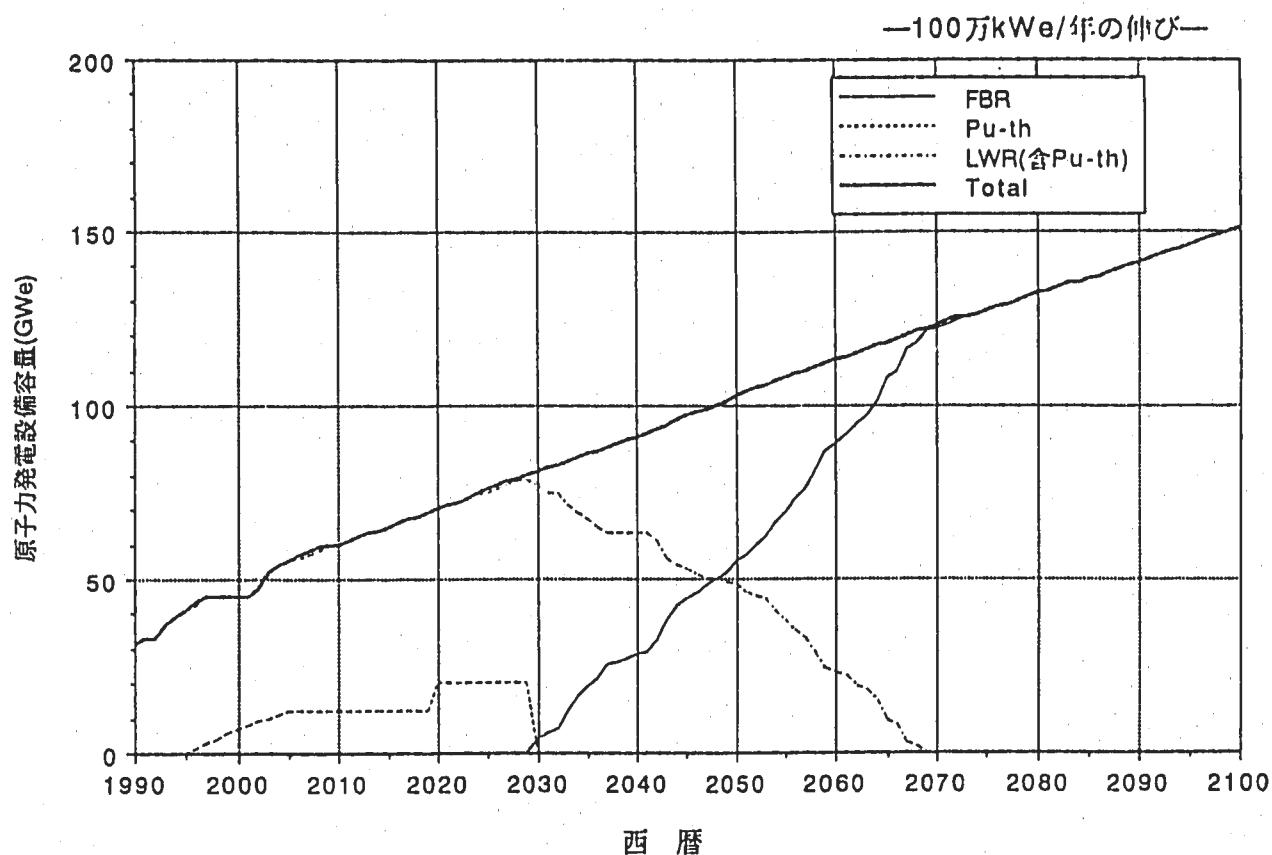


図-3.3 想定した発電設備容量の推移

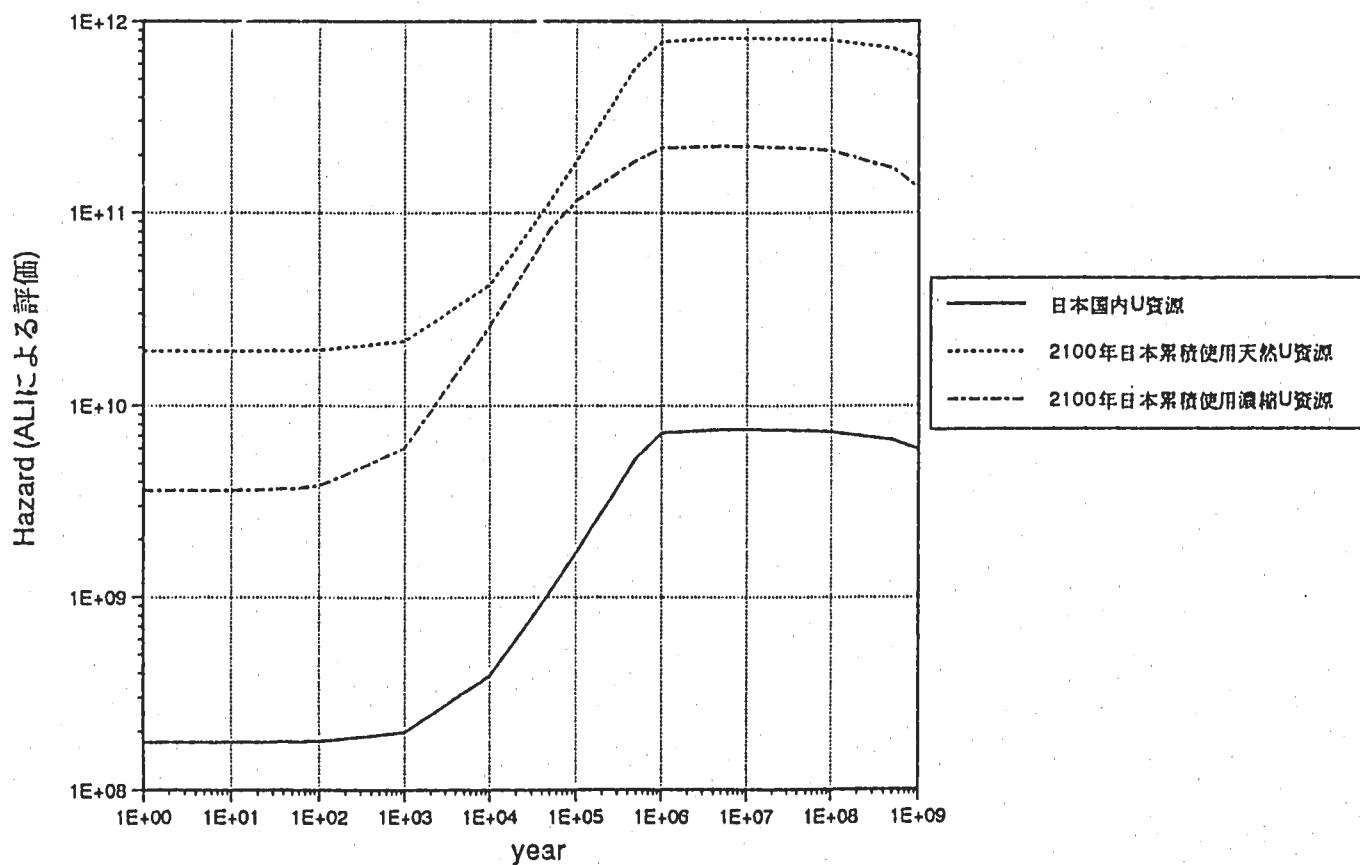


図-3.4 各種ウラン資源のHazard

3.2. 現行燃料サイクルから生産される毒性の解析

現行の核燃料サイクルから生産される毒性生産量の試算にあたっては、燃料サイクルの利用時期に依存することとなるが、2章に記述のとおり毒性の指標は目安であり、現時点では数百年あるいは数千年という様な利用時期をリジッドに設定し、3.1章に示された天然ウラン鉱石の毒性値との比較により明確なクライテリアを示すものではない。

またアクチニドリサイクルは当面の燃料サイクルの高度化を目指していることから、ここでは図-3.3に示した2100年までの発電構成から生産される毒性の値をウラン鉱石の比較対象として設定した。

まず図-3.3に対応した軽水炉・Puサーマル・FBR各サイクルの再処理量（図-3.5）を求め、基準となる各炉心の使用済燃料のインベントリを基にMA100%、Pu及びU 0.5%、揮発性核種を除いたFP(Iは含む)100%の核種移行率を乗じて生産される総毒性を評価し、3.1章で求めた天然ウラン鉱石の毒性と比較評価を行った。（図-3.6）

表-3.2に各サイクルの燃焼条件及び主要核種の生成量を示す。

表-3.2 各サイクルの燃焼条件及び主要核種生成量

各設備容量 : 100万kWe	LWR	Pu-LWR	FBR
燃焼条件(稼働率83.0%)			
燃焼度 (MWD/t)	4.5	4.1	14.8
年平衡装荷燃料量(t-HM/年)	19.8	21.7	5.1
比出力 (MW/t-HM)	38.0	36.7	67.7
熱効率	34%	34%	40%
U濃縮度	4.50%		
Pu富化度		2.97%	18.75%
データの出典	日本原燃	電力	サイクル室
使用ORIGEN-2 ライブドリ	PWRUD50	Pu-Thermal	LMFBR

使用済燃料1t中に生成する核種(取り出し後5年冷却)	(g/t-HM)		
Pu	1.03E+04	1.73E+04	1.68E+05
Np	6.85E+02	2.83E+02	5.31E+02
Am	5.29E+02	2.13E+03	4.29E+03
Cm	4.03E+01	3.46E+02	2.93E+02
MA核種Total	1.25E+03	2.76E+03	5.11E+03
FP	4.66E+04	4.16E+04	1.49E+05

図-3.6に示されている様に、FPの毒性総量は比較対象としての使用天然ウラン鉱石や日本のウラン鉱石量に比べ、数100年以降の期間において低い値を示している。

図-3.7に主要なFP核種の経時変化を示す。短半減期FPの毒性総量はウランのそれよりはるかに高いが、数100年以内にウラン鉱石を大きく下回るため、確実な処分を早

期に行い隔離することが適當と考えられる。

アクチニド核種は、ウラン鉱石の毒性をほとんど下回ることはない。特に10万年程度までの間が顕著である。図-3.8にアクチニド核種の毒性の経時変化を示すが、長期的には娘核種の生成による影響が顕著であり、本図から毒性低減化のために回収すべき核種の抽出を行うことは困難である。そこで図-3.9にアクチニド親核種毎（娘核種を含む）の毒性の経時変化を示した。10万年頃まではAm,Pu及びCm、その後の期間においてはNpが毒性を支配している原因核種であることが分かる。

リサイクルすべき核種の選定に際しては、リサイクルに伴う炉心（使用済燃料）インベントリの増大傾向及び低レベル廃棄物等への拡散率等を慎重に評価し、平衡サイクルとしての特性を求めておくことが重要である。当然ながら燃焼性（消滅性）が高く、廃棄物への拡散率が低いほど良い。

MA核種はUやPuと同様に液体や安定な固体の状態でリサイクル可能で、またFBR炉心内で燃料として良好に燃焼しながら総量を低いレベルに維持できる見通しがあるため¹⁴⁾、リサイクルシステム構築において技術の合理化等と連携して低レベル廃棄物への拡散等に十分な配慮をすれば、短期的なリスク（取り扱い上の被ばくなど）を上昇させることなく効果的に毒性低減を図ることが可能である。当然Pu(U)の回収率についても現行のシステムより一層の高度化を図ることが不可欠であることは図-3.9より明らかである。

また、この様なサイクルを目指すことにより、U資源利用効率の増大が見込まれ¹⁴⁾、その結果として、長期的に地球環境から採掘するU資源採掘量と廃棄物として地球環境に戻す（捨てる）重金属量の両者の低減化を達成することが期待できる。

一方、長寿命FPの長期的な毒性を支配するI-129（やTc-99）については、高速炉や軽水炉での消滅率が低く、もしリサイクルをしたならば顕著なインベントリの増大が予想されるとともに、回収・処理・加工における化学的特性（蒸気圧、融点、飛散性など）から漏洩率と不慮の飛散の確率を無視できない。従って、当面のリサイクルの高度化の観点からはI-129（やTc-99）を回収対象から外すことが適当であろう。

超長期的には、最終的に残留しているアクチニド核種の処分について高速炉、消滅炉及び加速器等の中から最適なオプションを選択し、効果的に消滅（燃焼）していくことが必要と考えられるが、現時点で技術について言及することは適切とは考えられない。

当面のリサイクルシステムの高度化の目標として、これらの核種を単調増加されることなく低いレベルで維持可能なシステムを目指していくべきであろう。

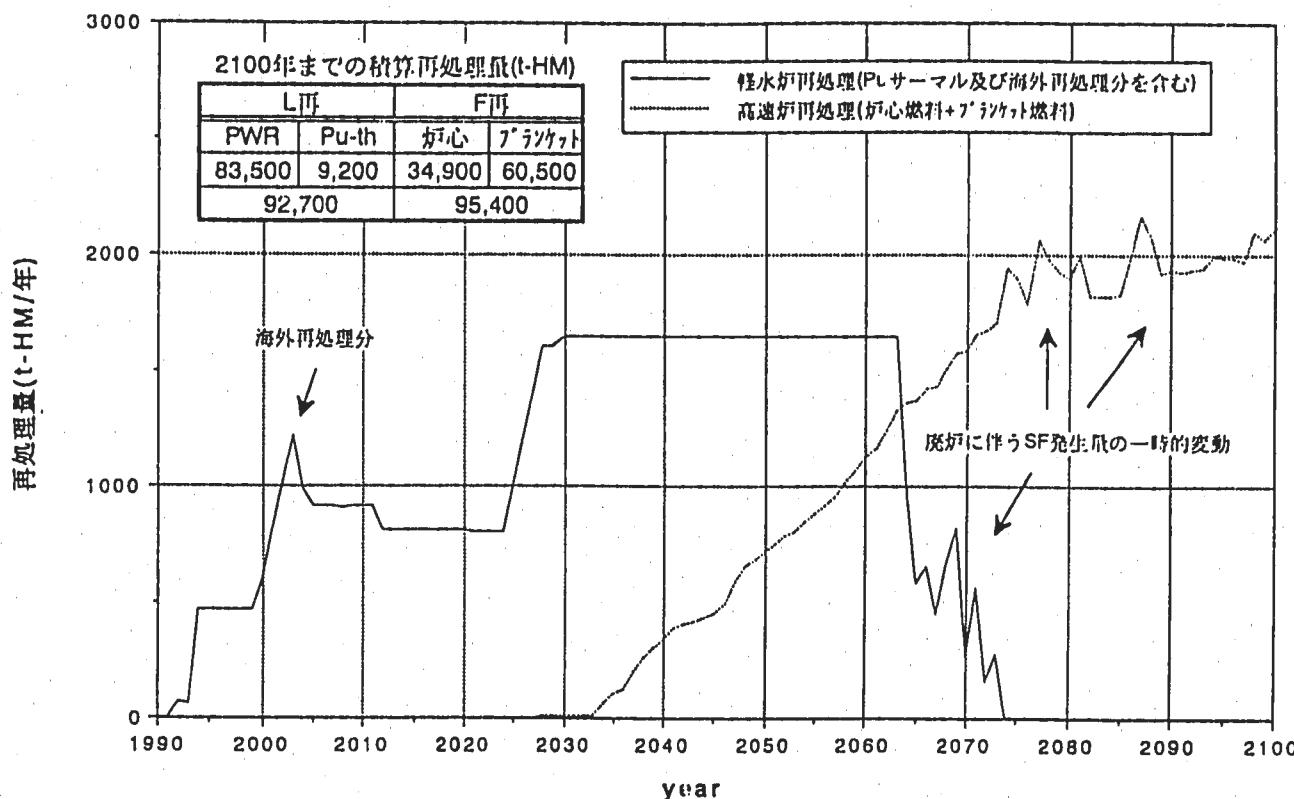


図-3.5 再処理量の推移(Case-1)

--- 高速炉再処理は、発生した平衡取出燃料及び廃止時取出燃料の逐次再処理を想定---

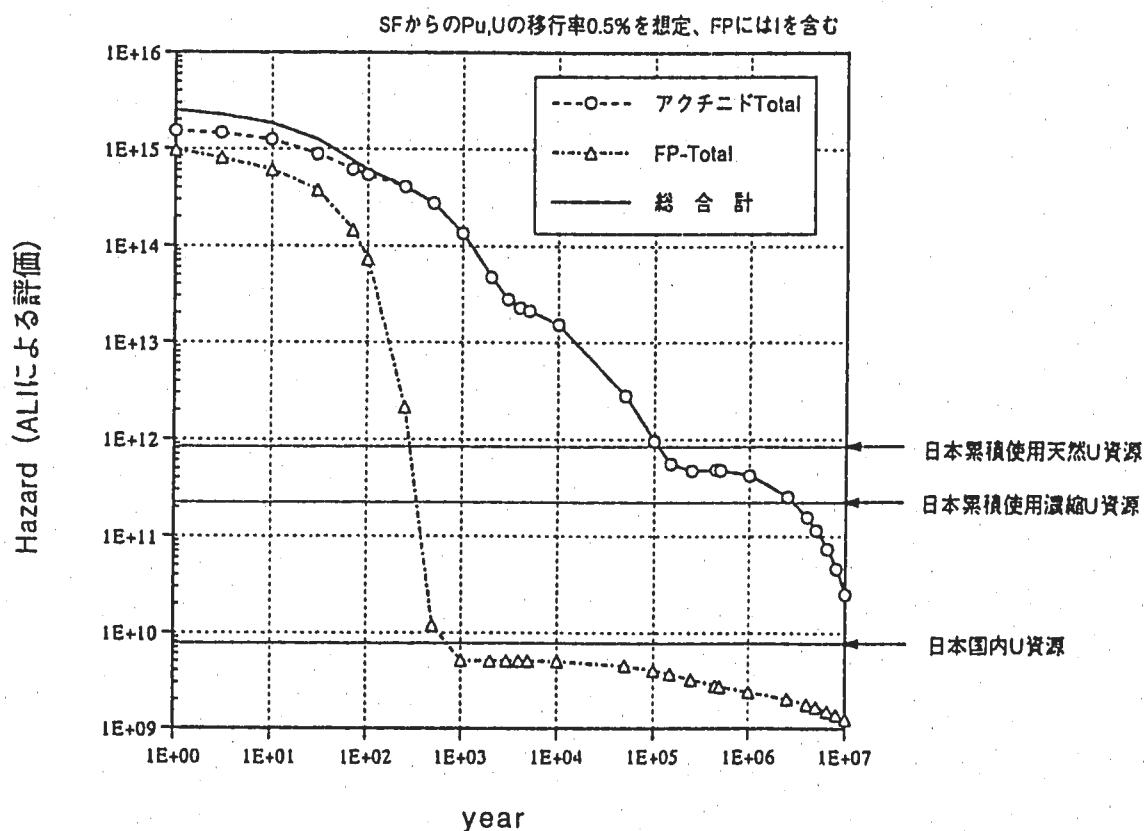


図-3.6 2100年までに廃棄物に蓄積するハザードの状況（ウラン資源との比較）

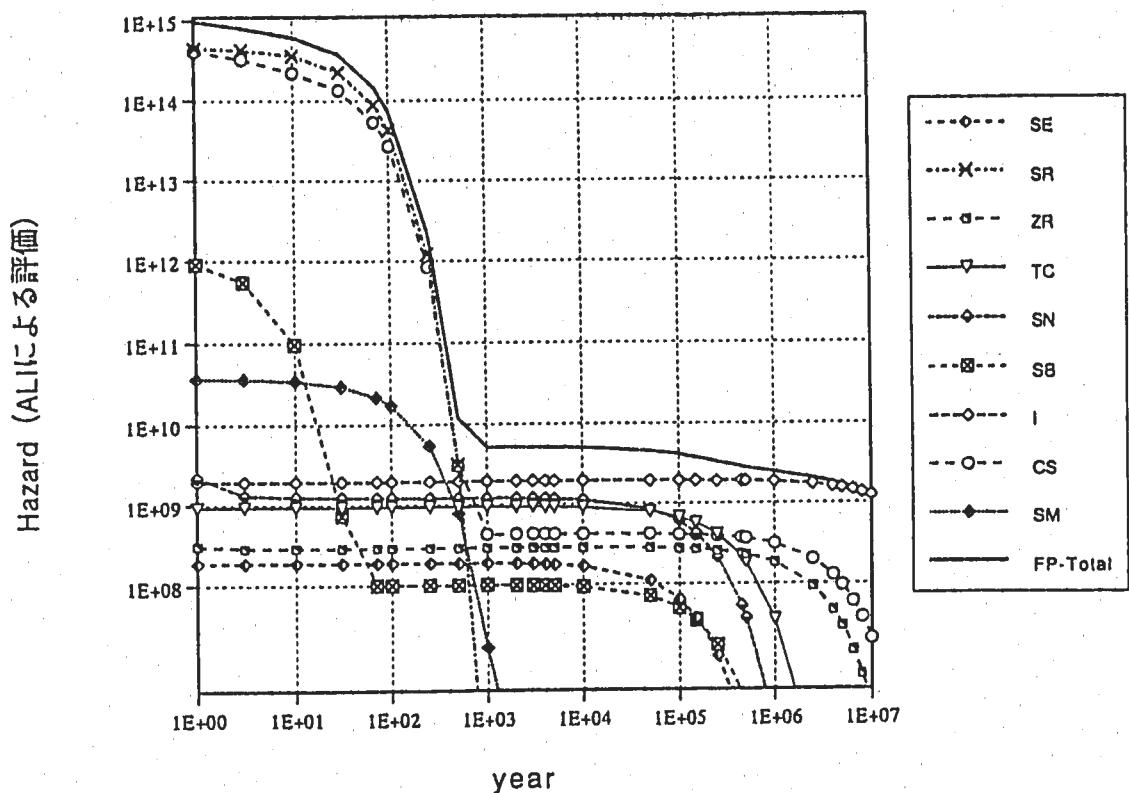


図-3.7 2100年までに廃棄物に蓄積する主要なFP核種のハザードの状況

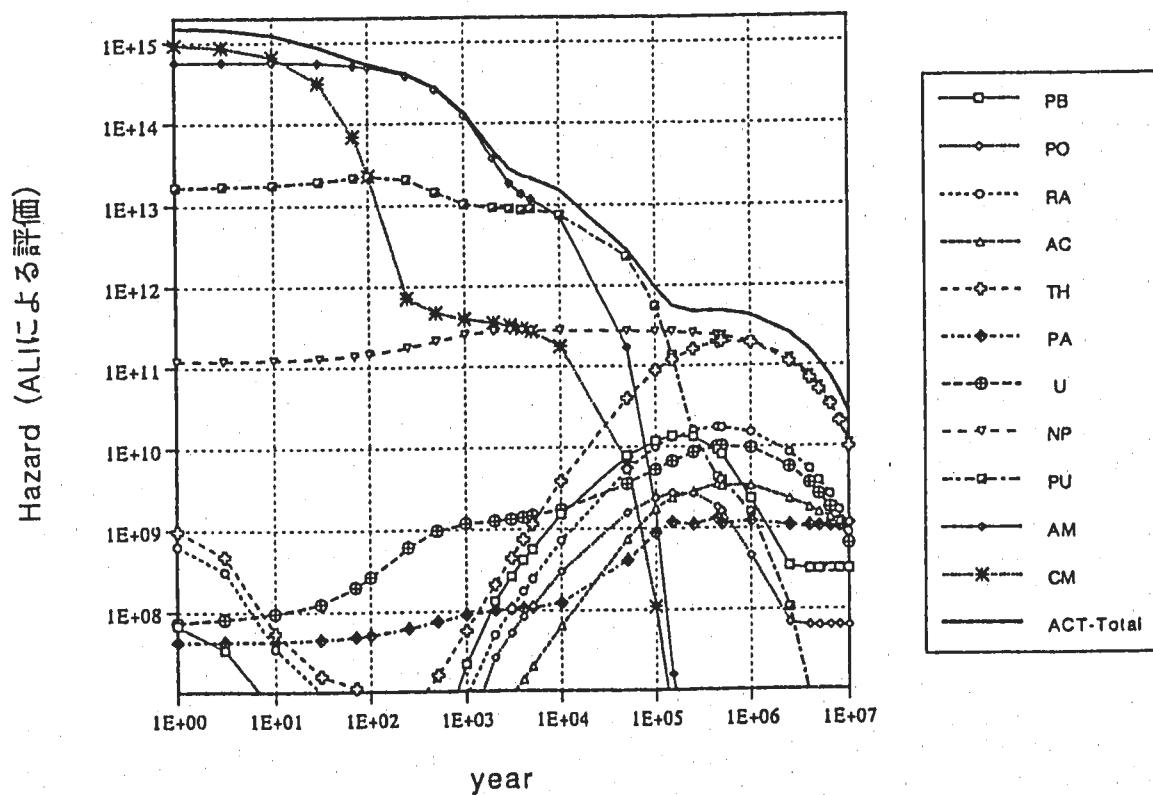


図-3.8 2100年までに廃棄物に蓄積するアクチニド核種のハザードの状況

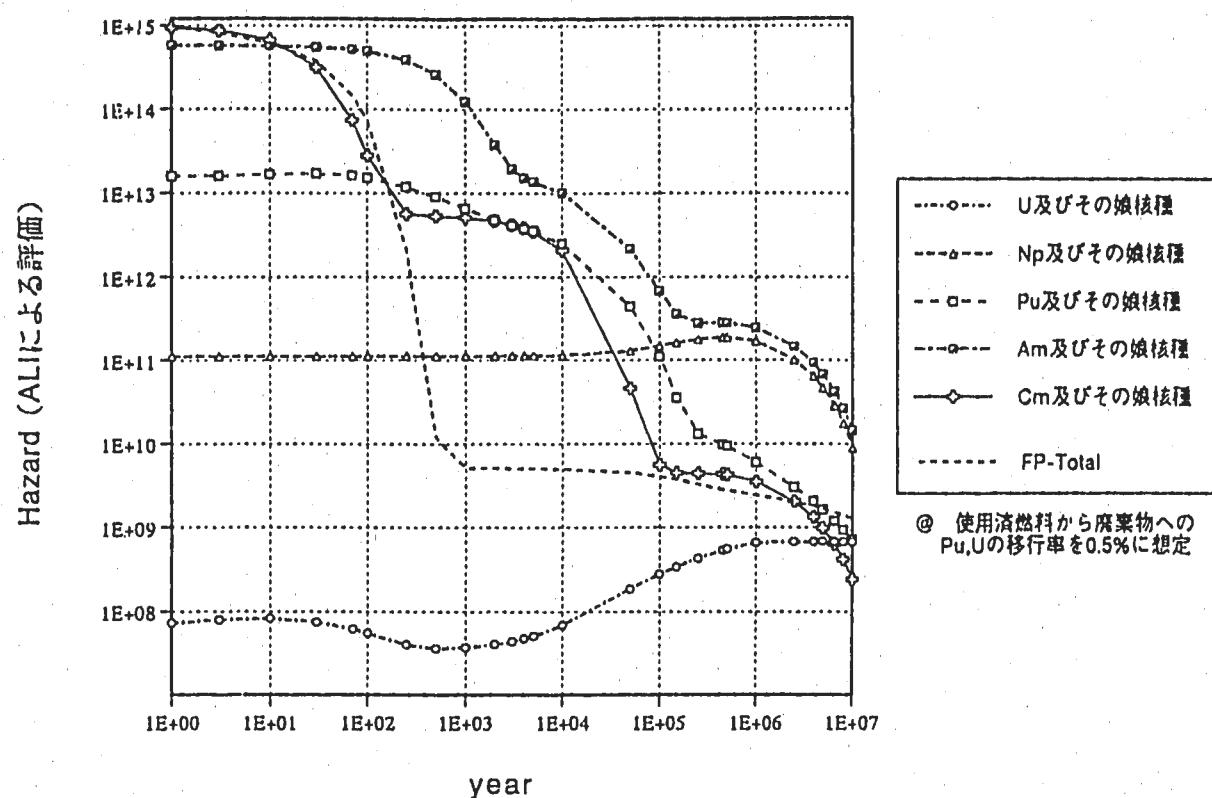


図-3.9 2100年までに蓄積するハザードのアクチニド親核種毎の比較

4.MA核種の回収による環境への効果の解析評価

前章では毒性低減の観点からのMA及びPuの回収による効果を明らかにした。

本章では、核種のリサイクル形態、Pu,Uの核種回収率及び炉心想定（高速中性子スペクトル）をパラメータとしたアクチニド回収による廃棄物への効果について、以下の3つの観点から解析評価を行い、採用すべきリサイクル形態及び核種回収率等のリサイクルシステムの技術的概念の検討及び目標設定に反映するための基礎データを取得した。

- (1) 廃棄物に移行するアクチニド(Pu,U,Np,Am,Cm)核種の重量
- (2) 潜在的毒性の時間推移
- (3) 六ヶ所浅地中濃度上限値との比較

2章に記述したとおり、毒性低減の効果は、地層処分と組み合わされて一層の環境影響の低減を図るとともに地層処分に対する安心感を与えるものと考えられ、発熱元素としてのMA回収による地層処分への熱負荷の軽減効果によるサイト面積及び処分コストの低減への期待^{6,7)}以外に処分システムの大幅な変更など廃棄物管理の軽減の可能性について現時点で言及することは難しい。

もし等価な指標の設定により、廃棄物の管理や処分の程度を表すためには、その数値が明らかに科学的に説得性のあるクライテリアを意味することが重要であると考えられる。例えば、政令に定められた六ヶ所浅地中埋設濃度上限値は浅地中処分に係わる明確なクライテリアであり、本評価ではこの値を比較対象とした。

また核種リサイクル形態をパラメータとして評価を行う場合、Pu,UのみをリサイクルしたMOX使用済燃料から核種回収条件のみを変化させるのではなく、回収核種が炉心に装荷されることに伴い使用済燃料インベントリが変化し、特に高次MA核種インベントリが増大する効果を考慮することが必要である。

そのため本解析評価においては、各リサイクル形態に応じたFBR平衡サイクルを計算により求め、各平衡サイクルから発生する使用済燃料組成から所期の核種の回収率に応じて廃棄物中の核種量等を求めた。

4.1. リサイクル形態の設定

アクチニドリサイクルシステムとして想定されるリサイクル形態としては、回収MA核種に応じたリサイクル方法が考えられるとともに、炉外にて発熱元素でかつ中性子等発生元素であるCm(Cm244)を冷却保管するCm-Delay¹⁹⁾の場合には、冷却期間と冷却後にCm244の娘核種であるPu240だけを戻すか、Cmも含めて戻すか、いくつかの方法が考えられる。

以上を踏まえ、本評価では回収MA元素及びCm炉外冷却時間等をパラメータとして、以下の7種類のリサイクル形態を設定した。

また各々のリサイクル形態について、Np,Am,Cmの回収率はいずれも99.9%とし、Pu,Uの回収率としては99.9%, 99.99%の2種類を設定した。さらに中性子スペクトルによる影響も確認するため、MOX及びMNの2種類の炉心スペクトルを想定し、合計28種類のリサイクル形態の計算を実施した。

なお、それぞれ設定したリサイクル形態に応じた回収核種は、FBR炉心部に装荷されると想定し、プランケット等に装荷されるケースは想定していない。

[リサイクル形態]

- ① Npのみリサイクル
- ② Np,Am リサイクル
- ③ Cm-Delay-1 (30y-Delayed Cm リサイクル)
- ④ Cm-Delay-2 (50y-Delayed Cm リサイクル)
- ⑤ Cm-Delay-3 (100y-Delayed Cm リサイクル)
- ⑥ Cm-Delay-4 (50y-Delayed Pu リサイクル)
- ⑦ Np,Am,Cm リサイクル

[廃棄物に移行する核種]

- Am,Cm,residue-Pu,U,Np
- Cm,residue-Pu,U,Np,Am
- residue-Pu,U,Np,Am,Cm
- residue-Pu,U,Np,Am,Cm
,Np,Am,Cm
- residue-Pu,U,Np,Am,Cm
- Delayed-Cm,residue-Pu,U
- residue-Pu,U,Np,Am,Cm

4.2. FBR平衡炉心の計算

回収MA元素及びCmの炉外冷却時間に応じて15万MWD/t-HMの燃焼度を1サイクルとして、10サイクルの繰り返し燃焼計算を行い、10サイクル後の使用済燃料組成を平衡使用済燃料組成と考える。

平衡サイクルの燃焼計算の考え方を図-4.1に示す。1トンの炉心燃料を1サイクル燃焼、3年間の冷却の後、使用済燃料中のPu,U及びリサイクル対象のMA核種を再処理により回収し、燃焼により減少した重金属分のPu及びUを添加し1トンに戻し、再度1サイクル燃焼する。このリサイクルを10回繰り返したものと平衡サイクルとし、このときの使用済燃料組成を求めた。各サイクル初期に添加するPu組成はブランケットにて生成するPuを、Uについては劣化U(U-235 0.3%)とした。

第1サイクル初期の燃料装荷組成を表-4.1に、ブランケットから回収される添加Puの組成割合を表-4.2に示す。

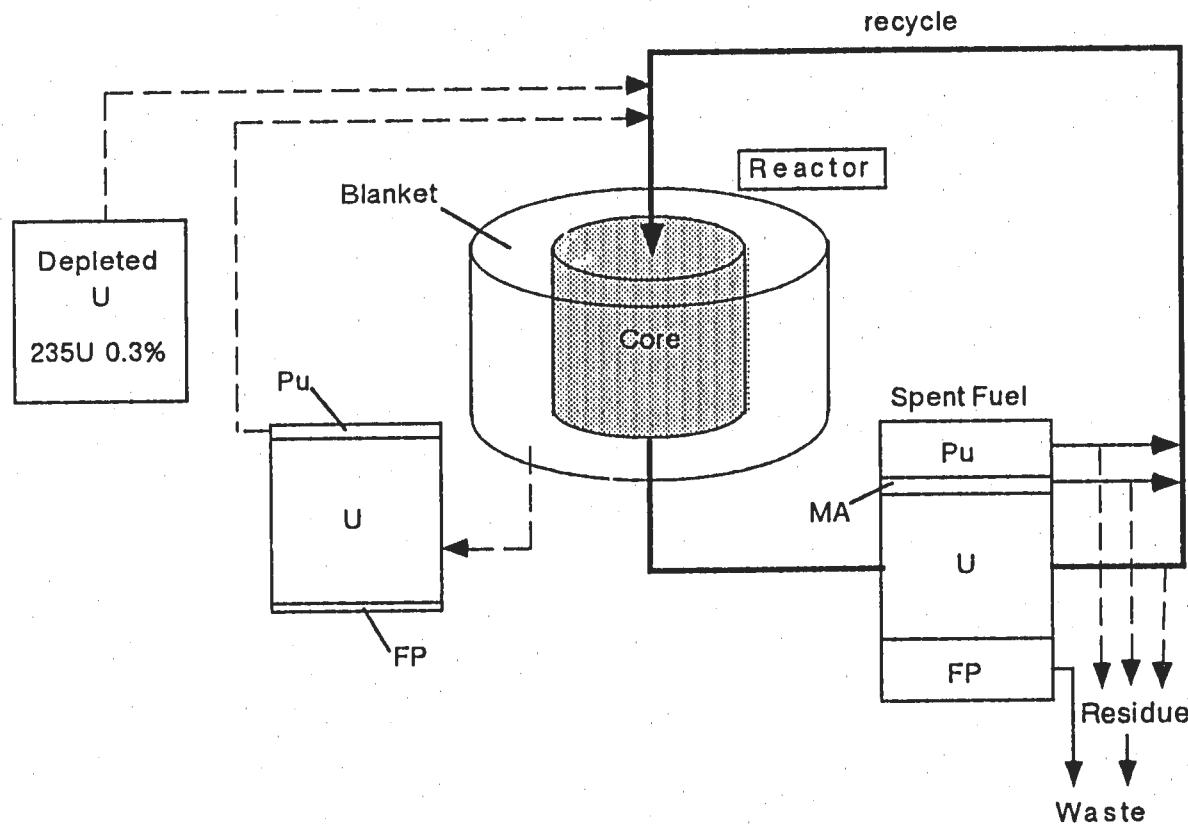


図-4.1 FBR平衡サイクルの物質フロー

計算は、ORIGEN-2コードの再処理コマンド(PRO)を用いて、常にサイクル初期重金属量を1トン程度に保つとともに初期反応度の概ね一定化を図るために、ブランケット取り出しに相当するPu及び劣化U(U₂₃₅:U₂₃₈=0.3:99.7)を各サイクルの燃焼後、リサ

イクル形態に応じた核種回収（再処理）計算の後にPu及びUの量がほぼ一定になる様に加える。プランケット燃焼計算は、ORIGEN-2コードを用いて、径方向プランケット用断面積の条件で中性子フラックス $1 \times 10^{15} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ にて2500日間燃焼した後の組成を用いた。（表2-2）

Appendix-1にORIGEN-2コードの入力Card例を示す。

表-4.1 初期燃料組成

	MOX	MN
U235	2.030E+03	2.436E+03
U238	8.098E+05	8.094E+05
NP237	0.000E+00	0.000E+00
PU238	3.011E+02	0.000E+00
PU239	1.267E+05	1.091E+05
PU240	4.903E+04	4.515E+04
PU241	4.705E+03	2.634E+04
PU242	6.700E+03	7.526E+03
AM241	7.528E+02	0.000E+00

表-4.2 添加Pu組成割合

	ratio
942380	0.0007
942390	0.9147
942400	0.0805
942410	0.0039
942420	0.0002
922350	0.003
922380	0.997

各リサイクル形態毎の各サイクル毎の装荷燃料組成及び無限増倍係数 k_{∞} の変化をAppendix-2に示す。

15万MWD/t-HM.サイクルを10サイクル燃焼することにより、いずれの核種とも概ね平衡に達していると判断できる。

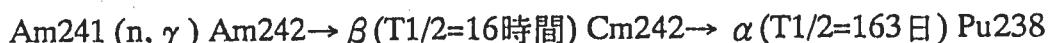
リサイクル形態の中で最も高次化が予想されるNp,Am, Cmリサイクルの例におけるリサイクル回数とMAの蓄積量との関係を図-4.2に示す。Np及びAmについては10サイクル時点で平衡と判断できるが、Cmについては多少増加傾向を示している。Cm核種の蓄積量詳細を表した図-4.3から、この増加の効果はCm246が原因であることが分かる。

15万MWD/t-HM.サイクルを30サイクルまで燃焼した場合のCm各核種及びBk以上の核種の蓄積状況の結果（図-4.4）によれば、Cm246の増加傾向も10サイクル以降は顕著ではなく15サイクル以降には増加はほとんど観察されず、さらにCm247～251及びBk以

上の核種についてもほとんど増加量は顕著ではない。そもそもAm以上のMA核種の断面積データについては現在は未だ不確定的な要素が大きく¹⁾、JENDLについてもこれらの高次アクチニド核種については実験データとのベンチマークが行われていないことを考慮すると¹⁶⁾、10サイクル後の使用済燃料組成を平衡組成と見なしても現時点では大きな問題はないと判断される。

表-4.3及び表-4.4にリサイクル形態毎の平衡使用済燃料インベントリについて、それぞれMOX及びMN炉心の計算結果を示す。いずれのケースともU及びPuのインベントリはリサイクル形態によらずほとんど変化は見られない。しかしながらAppendix-2の装荷燃料組成にてみると、Amをリサイクルした場合にはNpのみをリサイクルした場合に比べてPu238の割合が2倍程度増加してことが確認できる。（例えば表A-2.1と表A-2.3の10サイクル時のPu238は、 1.281×10^3 g/t-HMから 2.488×10^3 g/t-HMに増加が認められる。）

これは、リサイクルされたAm241が、炉内にて以下の反応にてPu238を生成することに起因する。



MN炉心の場合にはMOX炉心に比べて、それぞれ同ケースに対してMA核種の内Np及びCmのインベントリはほぼ同じであるが、Amについては3割程度の減少が確認できる。

表-4.3 リサイクル形態による平衡使用済燃料インベントリ(MOX)

リサイクル形態	U	Pu	Np	Am	Cm	Cm244	Cm245	Cm246
Np	6.67E+05	1.71E+05	1.05E+03	2.58E+03	3.89E+02	2.54E+02	2.98E+01	1.42E+00
Np,Am	6.69E+05	1.72E+05	1.07E+03	5.14E+03	1.15E+03	8.20E+02	1.27E+02	7.92E+00
Np,Am,Delay30y-Cm	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.22E+03	1.42E+03	9.29E+02	2.00E+02	8.51E+01
Np,Am,Delay50y-Cm	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.23E+03	1.33E+03	8.70E+02	1.76E+02	7.22E+01
Np,Am,Delay100y-Cm	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.24E+03	1.27E+03	8.35E+02	1.62E+02	6.32E+01
Np,Am,Delay50y-Pu	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.22E+03	1.16E+03	8.31E+02	1.28E+02	8.01E+00
Np,Am,Cm	6.70E+05	1.72E+05	1.07E+03	5.18E+03	1.95E+03	1.25E+03	3.31E+02	1.55E+02

表-4.4 リサイクル形態による平衡使用済燃料インベントリ(MN)

リサイクル形態	U	Pu	Np	Am	Cm	Cm244	Cm245	Cm246
Np	6.67E+05	1.71E+05	1.05E+03	2.58E+03	3.89E+02	2.54E+02	2.98E+01	1.42E+00
Np,Am	6.69E+05	1.72E+05	1.07E+03	5.14E+03	1.15E+03	8.20E+02	1.27E+02	7.92E+00
Np,Am,Delay30y-Cm	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.22E+03	1.42E+03	9.29E+02	2.00E+02	8.51E+01
Np,Am,Delay50y-Cm	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.23E+03	1.33E+03	8.70E+02	1.76E+02	7.22E+01
Np,Am,Delay100y-Cm	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.24E+03	1.27E+03	8.35E+02	1.62E+02	6.32E+01
Np,Am,Delay50y-Pu	6.69E+05	1.73E+05	1.08E+03	5.22E+03	1.16E+03	8.31E+02	1.28E+02	8.01E+00
Np,Am,Cm	6.70E+05	1.72E+05	1.07E+03	5.18E+03	1.95E+03	1.25E+03	3.31E+02	1.55E+02

リサイクル形態毎の平衡使用済燃料のMA蓄積量の比較からは、いずれのリサイクル形態においてもNpインベントリはほとんど同じで、Npのみのリサイクルの場合のみAm,Cm量が小さい。(図-4.5,4.6) Npの生成はU235の中性子吸收反応及びU238の($n,2n$) β 反応により生成するNp237により支配されているため、いずれのケースにおいてもほとんど変化がないものと考えられる。

また、Am,Cmのリサイクルにより、長期的な毒性を支配するAm,Cmインベントリの増大が顕著であり、毒性等の評価を行う場合には平衡サイクルを想定することの重要性が再認識される。

Cm核種毎の値を示した図-4.7,4.8によれば、Am243の中性子吸收反応により生成するCm244についてはAm又はAm,Cmリサイクルのいずれのケースについてもほぼ同じ値を示し、Cm即時リサイクルのケースのみ若干高い値を示す。Cmのリサイクルは高次核種であるCm245や特にCm246の蓄積に影響を与えており、その蓄積量は親核種のCm244の炉外冷却期間を延長することにより低下する傾向を示している。しかしながら、即時Cmリサイクルからの低下傾向に対して、炉外冷却期間を30,50,100年に変化させた場合の差は顕著ではない。

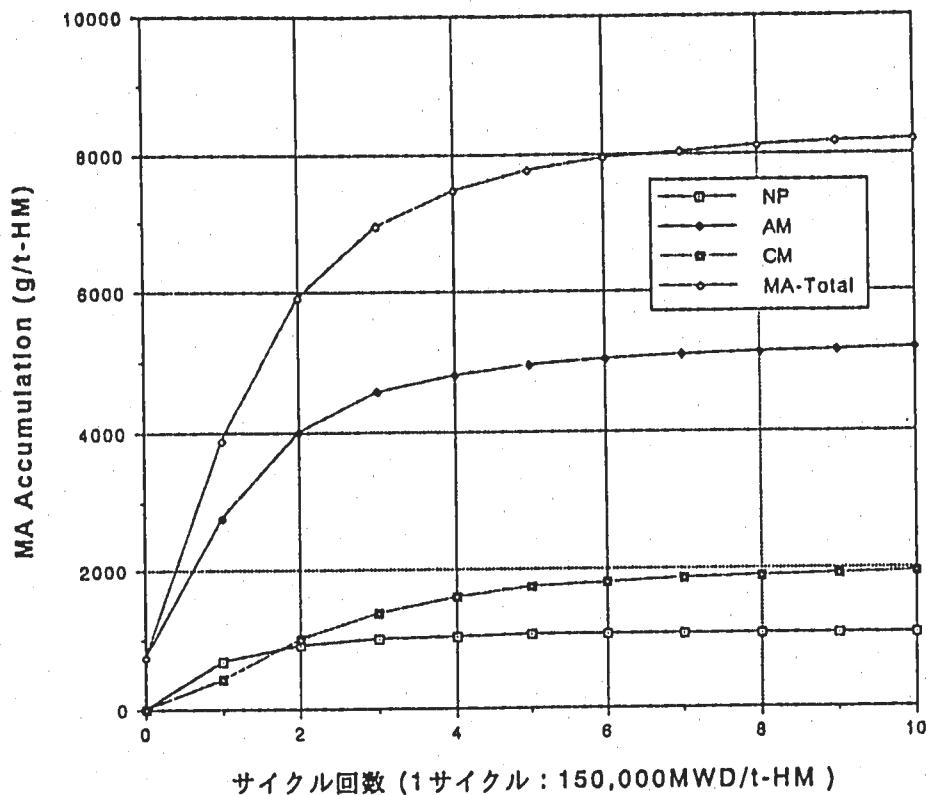


図-4.2 MAリサイクルによる炉心内のMA蓄積状況
($\text{Np}+\text{Am}+\text{Cm}$ リサイクル、Pu・U回収率99.9%)

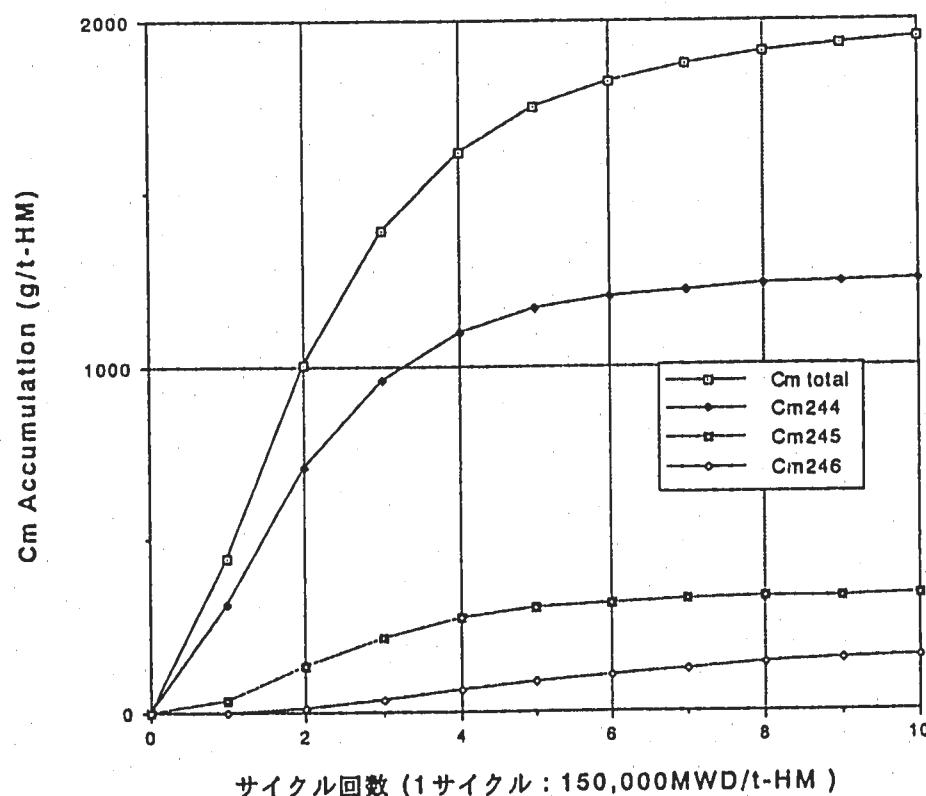


図-4.3 MAリサイクルによる炉心内のCm組成変化
($\text{Np}+\text{Am}+\text{Cm}$ リサイクル、Pu・U回収率99.9%)

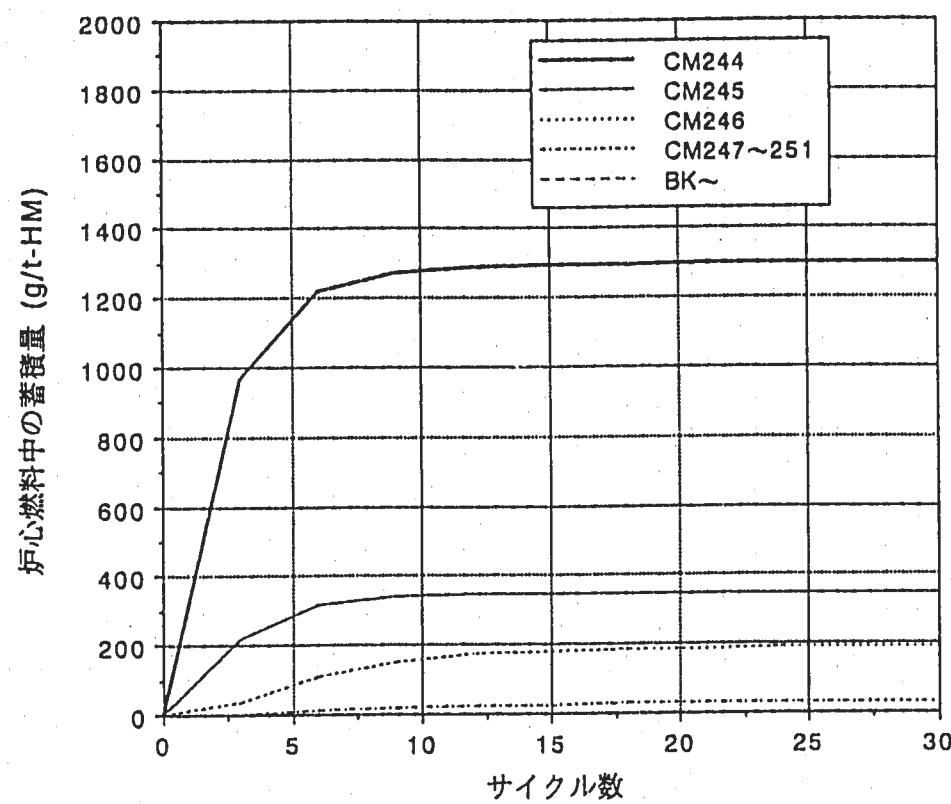


図-4.4 長期平衡サイクル時におけるCm等の炉心蓄積量の評価
(15万MWD/t-HM/Cycle)
---Cm即時リサイクルのケース---

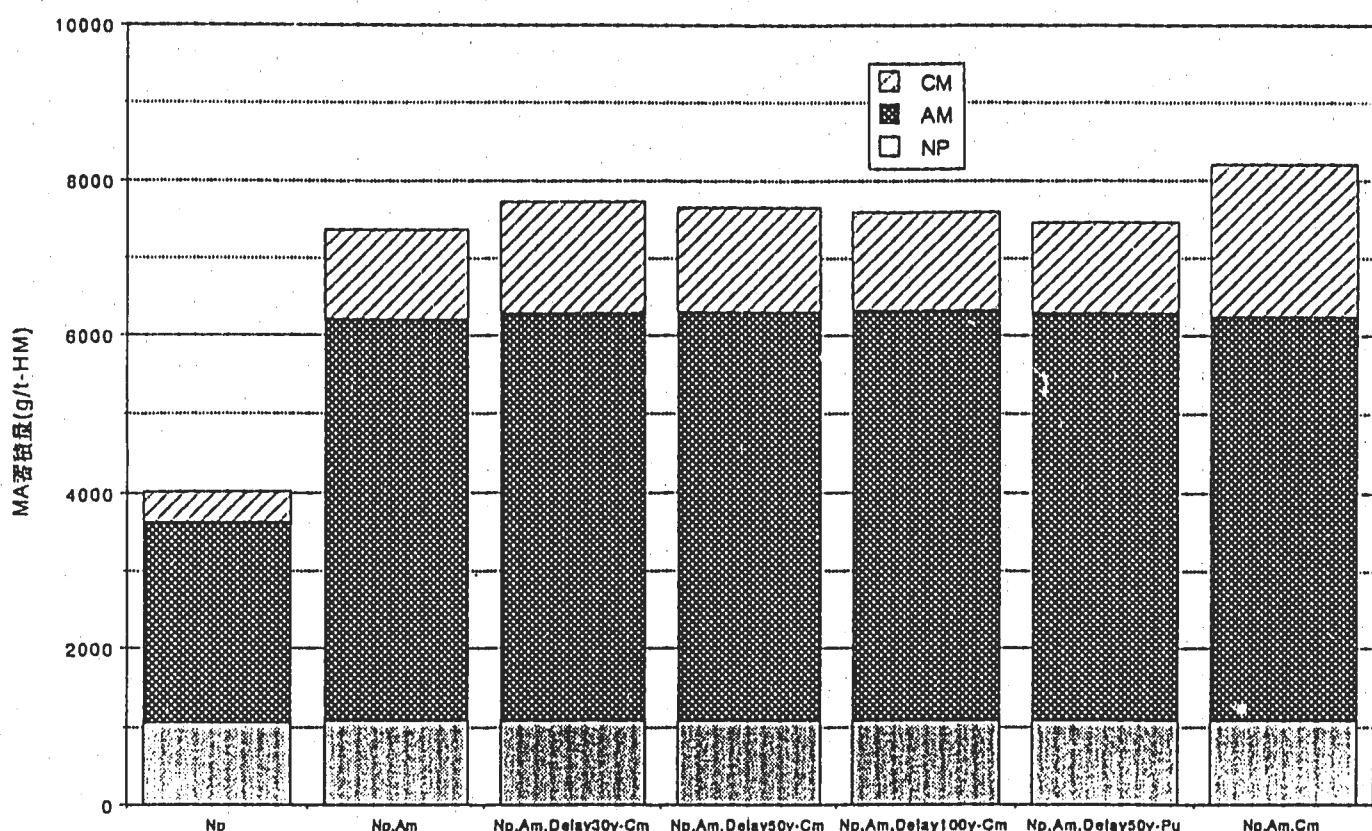


図-4.5 各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料のMAの蓄積量 (MOX)

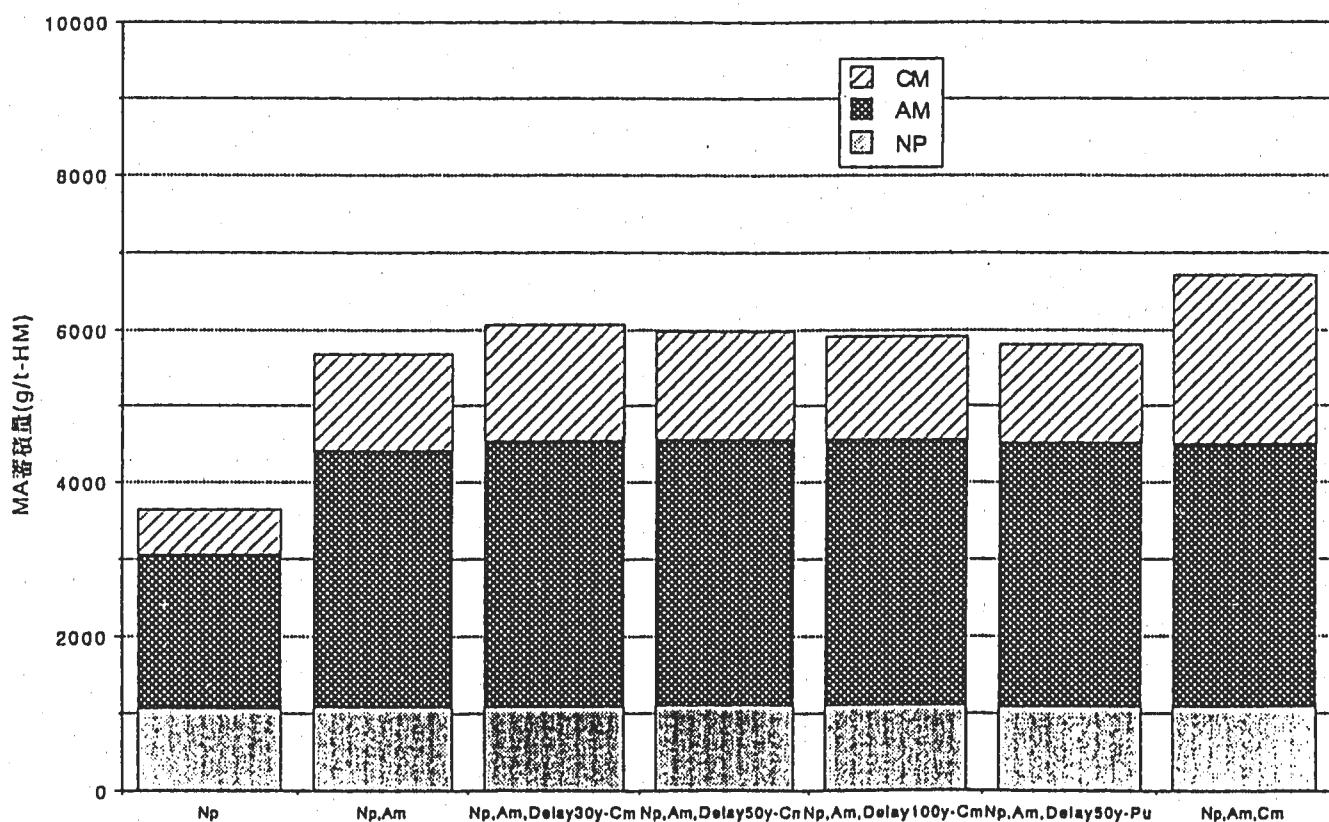


図-4.6 各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料のMAの蓄積量 (MN)

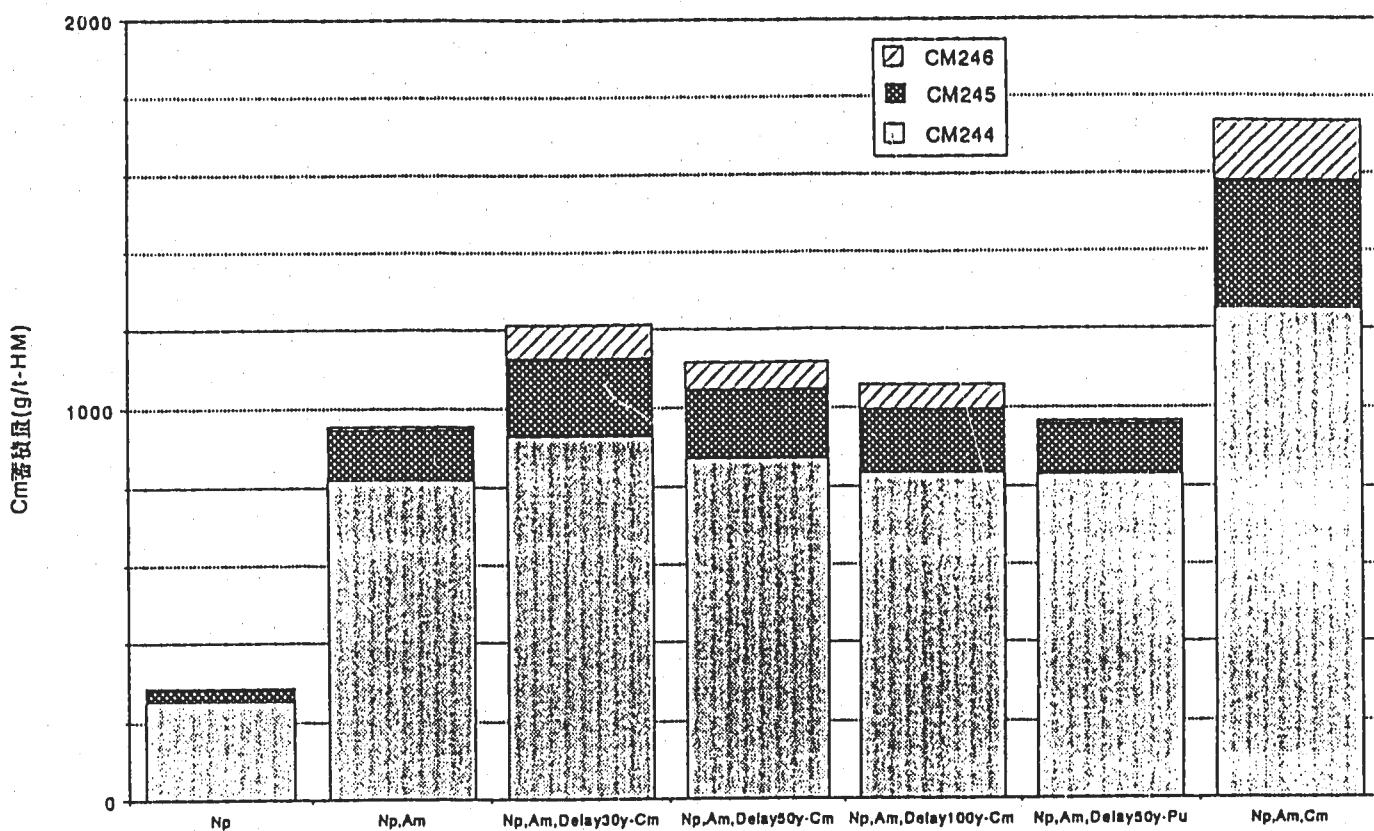


図-4.7 各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料のCm(244,245,246)の蓄積量(MOX)

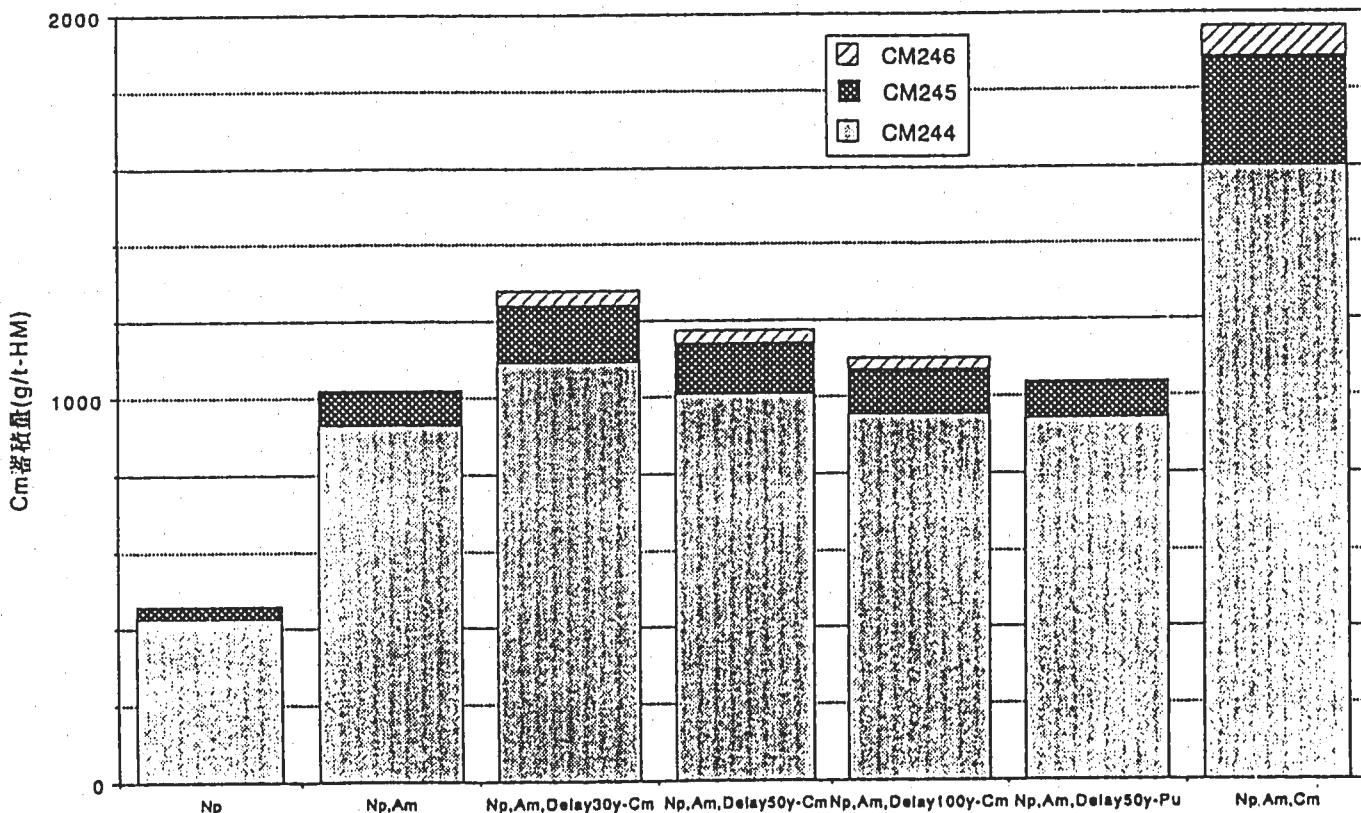


図-4.8 各種MAリサイクル方法と平衡使用済燃料のCm(244,245,246)の蓄積量(MN)

4.3. 環境への効果の評価

4.2章に記述した各リサイクル形態に対応した平衡使用済燃料と核種回収率とを乗じて、廃棄物への核種移行状況と環境への効果について評価した。

なお廃棄物に移行する長寿命核種量や毒性等を評価する場合には、MAを含んだ高レベル廃棄物以外にもハル・ハードウェア及び燃料加工系廃棄物へのPu,Uの移行を考慮することが不可欠である。そこで比較対象として示した現行サイクルにおける核種移行率は下北再処理での核種移行設計値等を参考に¹⁷⁾、MA核種については100%、Pu及びUについては1.5%に設定した。

4.3.1 廃棄物に移行するアクチニド(Pu,U,Np,Am,Cm)核種の重量

表-4.5,4.6にそれぞれMOX及びMNの各リサイクル形態から発生する廃棄物中のアクチニド核種のインベントリ結果を示す。図4.9及び4.10にはMOXリサイクルにおけるPu,U回収率99.9%及び99.99%の各リサイクル形態の結果を、図4.11及び4.12にはMNリサイクルにおけるPu,U回収率99.9%及び99.99%の各リサイクル形態の結果を示す。

現行サイクルの場合1トン燃料のリサイクルにより廃棄物に移行する全アクチニドの量は約18kg、その内の約25%の4.5kg程度をMAが占めている。

当然ながら回収核種が増えることに伴い廃棄物に移行するMA量の減少が確認され、全てのMAを回収した場合にはMAの総量はMOXの場合8.3～8.9g/t-HM、MNの場合6.6～7.3g/t-HMとなり、現行サイクルのMA移行量の約1/500の低減効果を示すが、アクチニド全体量としてはほとんどがPuとUが占め、例えばPu,U99.9%回収したMOXリサイクルの場合アクチニド総量は850g/t-HMとなり、約99%がPuとUによって占められている。

以上のことから、廃棄物中のアクチニド核種量の低減化を図るためにMAの回収のみならずPu,Uの回収率の向上が不可欠であることが分かる。従って、MOX及びMNの中性子スペクトルの差についても廃棄物中のアクチニド核種量には大きく影響はしない。

表-4.5 各種リサイクル形態と廃棄物インベントリとの関係(g/t-HM) (MOX)

Pu,U回収率99.9%	U	PU	NP	AM	CM	MA-Total	SUM-Total
現行サイクル	10810.0	2628.0	522.3	3718.0	313.9	4554.2	17992.2
Np	666.9	169.8	0.89	3731.55	263.53	3996.0	4832.6
Np,Am	669.5	170.8	0.93	6.26	882.13	889.3	1729.7
Np,Am,Delay30y-Cm	669.1	171.9	0.93	6.37	1.14	8.4	849.4
Np,Am,Delay50y-Cm	669.2	171.9	0.93	6.38	1.05	8.4	849.5
Np,Am,Delay100y-Cm	669.1	172.0	0.93	6.39	0.99	8.3	849.4
Np,Am,Delay50y-Pu	671.5	171.8	0.94	6.68	250.02	257.6	1100.9
Np,Am,Cm	670.0	171.2	0.93	6.30	1.64	8.9	850.1

Pu,U回収率99.99%	U	PU	NP	AM	CM	CM	SUM-Total
現行サイクル	10810.0	2628.0	522.3	3718.0	313.9	4554.2	17992.2
Np	66.9	17.1	0.89	3733.79	260.53	3995.2	4079.2
Np,Am	67.0	17.2	0.93	6.28	881.40	888.6	972.8
Np,Am,Delay30y-Cm	67.1	17.3	0.93	6.39	1.13	8.5	92.9
Np,Am,Delay50y-Cm	67.2	17.3	0.93	6.41	1.04	8.4	92.8
Np,Am,Delay100y-Cm	67.2	17.3	0.94	6.42	0.98	8.3	92.8
Np,Am,Delay50y-Pu	69.8	17.2	0.94	6.69	247.00	254.6	341.7
Np,Am,Cm	67.1	17.2	0.93	6.32	1.64	8.9	93.2

※ Np,Am,Cmをリサイクルする場合、回収率は99.9%に設定

表-4.6 各種リサイクル形態と廃棄物インベントリとの関係(g/t-HM) (MN)

Pu,U回収率99.9%	U	PU	NP	AM	CM	MA-Total	SUM-Total
現行サイクル	10810.0	2628.0	522.3	3718.0	313.9	4554.2	17992.2
Np	684.0	160.4	0.93	3069.00	422.90	3492.8	4337.2
Np,Am	682.5	161.6	0.96	4.43	953.30	958.7	1802.8
Np,Am,Delay30y-Cm	682.0	162.9	0.96	4.55	1.19	6.7	851.6
Np,Am,Delay50y-Cm	682.0	163.1	0.97	4.56	1.09	6.6	851.7
Np,Am,Delay100y-Cm	682.0	163.1	0.97	4.57	1.03	6.6	851.7
Np,Am,Delay50y-Pu	685.0	162.9	0.97	4.77	227.30	233.0	1080.9
Np,Am,Cm	682.2	162.2	0.96	4.49	1.83	7.3	851.7

Pu,U回収率99.99%	U	PU	NP	AM	CM	MA-Total	SUM-Total
現行サイクル	10810.0	2628.0	522.3	3718.0	313.9	4554.2	17992.2
Np	68.5	16.1	0.93	3071.00	419.30	3491.2	3575.8
Np,Am	68.4	16.2	0.96	4.45	948.00	953.4	1038.0
Np,Am,Delay30y-Cm	68.3	16.3	0.97	4.56	1.19	6.7	91.4
Np,Am,Delay50y-Cm	68.3	16.4	0.97	4.57	1.09	6.6	91.3
Np,Am,Delay100y-Cm	68.3	16.4	0.97	4.58	1.02	6.6	91.2
Np,Am,Delay50y-Pu	71.3	16.4	0.97	4.78	226.00	231.8	319.4
Np,Am,Cm	68.4	16.3	0.96	4.50	1.83	7.3	91.9

※ Np,Am,Cmをリサイクルする場合、回収率は99.9%に設定

廃棄物中のアクチニド核種の量(g/t-HM.SF)

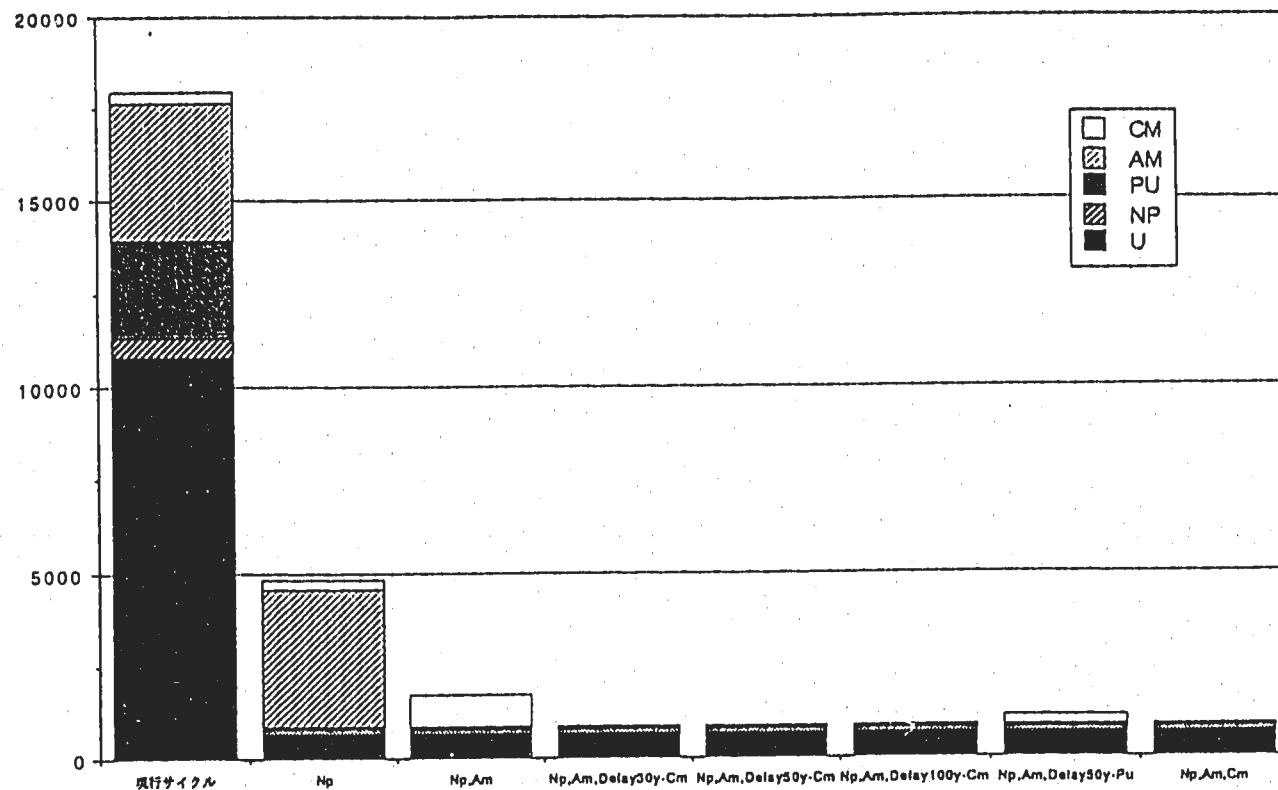


図-4.9 各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から分離される
廃棄物インベントリ(Pu,U回収率99.9%の場合) (MOX)

廃棄物中のアクチニド核種の量(g/t-HM.SF)

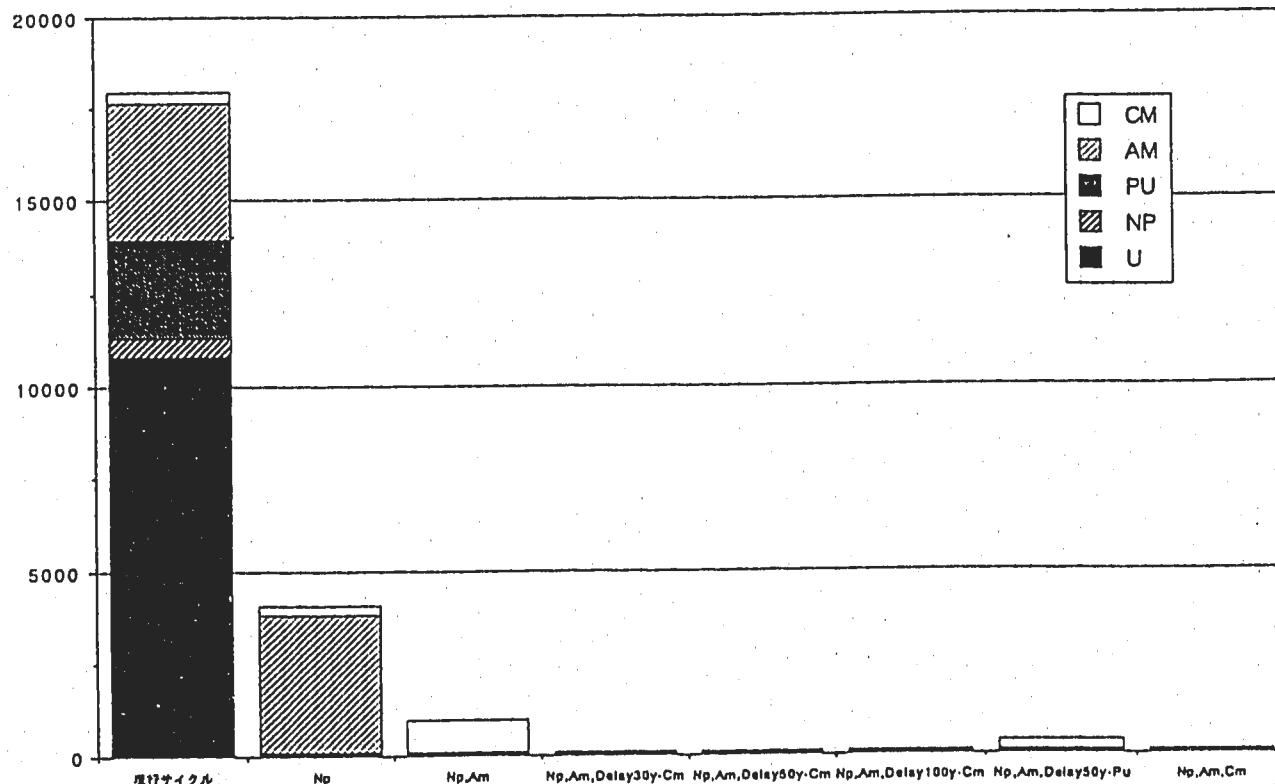


図-4.10 各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から分離される
廃棄物インベントリ(Pu,U回収率99.99%の場合) (MOX)

廃棄物中のアクチニド核種の量(g/t-HM.SF)

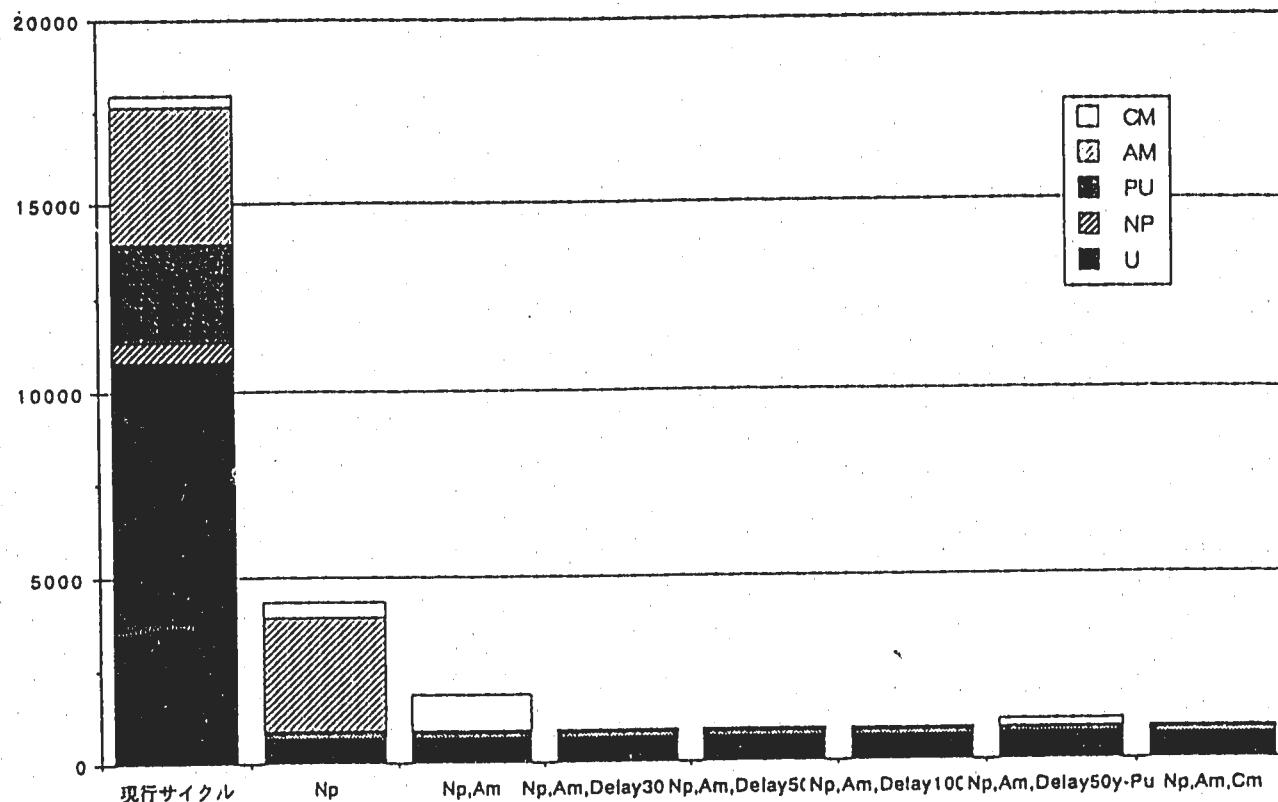


図-4.11 各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から分離される
廃棄物インベントリ-MN(Pu,U回収率99.9%の場合) (MN)

廃棄物中のアクチニド核種の量(g/t-HM.SF)

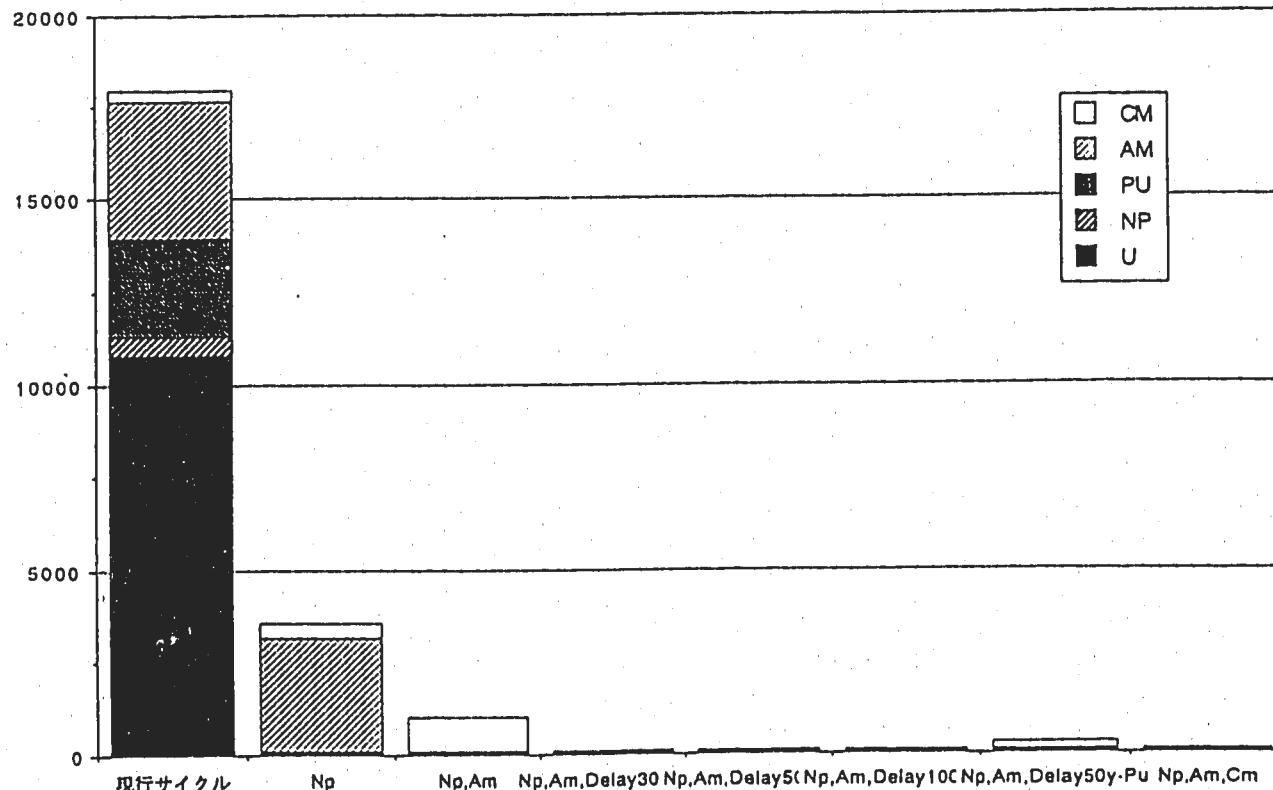


図-4.12 各種MAリサイクル方法と平衡SF(15万MWD/t-10サイクル時)から分離される
廃棄物インベントリ-MN(Pu,U回収率99.99%の場合) (MN)

4.3.2 潜在的毒性の時間推移

毒性の尺度の設定としては3章と同様に、原子炉等規制法別表第1第3欄に示された「経口摂取の場合における年摂取限度(Annual Limit on Intake : ALI、単位 Bq)」（以下ALIと呼ぶ）の数値を指標に、廃棄物中の各核種インベントリのALIに対する割合を総計したものを毒性と設定した。

Appendix-3にMOX、MN各14ケースの各リサイクル形態と10⁷年までの期間の潜在的毒性の推移表を示す。各リサイクル形態やPu,U回収率により潜在的毒性の推移については変化するが、Cm-Delayの3ケース（Case5,5A,5B又はCase6,6A,6B）については2桁の精度で潜在的毒性の数値が一致しており、Cmの炉外保管冷却の期間は廃棄物の潜在的毒性にはほとんど影響していないことが分かる。これはNp,Am,Cmリサイクルのケース（Case9又はCase10）すなわちCmの炉外冷却保管期間0 yearのケースについても、100年程度の時点において無視できる程小さい差がCm-Delayケースとの間で確認できるが、全体として両者の間には差が認められないと言えよう。

従って、廃棄物の潜在的毒性低減を理由としてCm-Delayを採用することは意味がなく、発熱元素あるいは中性子等の発生源としてのCm-244の取り扱い上の制約などのシステム技術的な観点から採否を判断すべきであろう。

図4.13及び図4.14にMOXリサイクルにおけるPu,U回収率99.9%及び99.99%の各リサイクル形態と潜在的毒性の時間的推移の関係図を、図4.15及び図4.16にはMNリサイクルにおけるPu,U回収率99.9%及び99.99%の結果を示す。また、それぞれのリサイクル形態について、現行サイクルとの比較を示した図を図4.17～4.20に示す。いずれの図中にも、上記理由からCm-Delayのケースは50年炉外冷却保管の1ケースのみを示した。これらの図からもCm-DelayとNp,Am,Cmリサイクルの差がほとんどないことが確認できる。

Npのみリサイクルの場合には現行サイクルに比べて毒性低減効果は小さく、10³年から10⁶年までの期間において若干の低減効果が認められる程度である。

Np,Amリサイクルのケースでは、数10年までの初期はAmから炉心内で生成する半減期18.1年のCm244の上昇（図4.7、4.8参照のこと）ならびにその廃棄物への移行により現行サイクルよりも潜在的毒性の上昇が見られる。その後は現行サイクルに比べて数100年以降で10分の1程度の毒性低減効果が確認され、Pu,Uの回収率を99.99%に上昇させた場合の効果は10⁵年時点で若干の効果が認められる程度である。

Np,Am,Cmリサイクルの場合にはCmの冷却期間に限らず、Pu,Uの回収率99.9%では、数100年以降から現行サイクルに比べて数10分の1から100分の毒性低減効果を示す。Pu,Uの回収率を99.99%に上昇させた場合には、数100年～10⁶年までの間において顕著な潜在的毒性の低減効果が確認され、この期間は現行サイクルの1/100以下の値を示している。106年以降については、図-3.9に示されている様に長寿命FP主にI-129の影響が現れ、現行サイクルとの差が小さくなっている。

Cmの炉外冷却保管後にPuをリサイクルするケースでは、Np,Amリサイクルと Np,Am,Cmリサイクルとの間の値を示しており、Pu,Uの回収率99.99%とした場合においても図-4.18に表されている様に、現行サイクルのせいぜい数10分の1程度の効果である。

また、全般にMNの方がMOXよりも若干潜在的毒性が低減する傾向が確認できるが、リサイクル形態の違いによる効果に比べてその効果は小さい。

以上の結果から、潜在的毒性を効果的に低減するためには、Np,Am,Cmの全てを回収リサイクルするとともにPu,Uの回収率の向上が必要である。このときCm-Delayの効果は無視できるほど小さく、また中性子スペクトルを硬くする効果も小さい。

また、Np,Am,Cm全てのMAを回収するシステムにおいて、MA及びPu,Uの回収率をパラメータとした解析評価を行った。結果を図-4.21、4-22に示す。

Pu,Uの回収率99.9%の条件では、MA回収率が99%から99.9%に向上による潜在的毒性低減効果は認められるが、それ以上99.99%まで高めても効果は変わらない。

数100年～ 10^6 年までの間における潜在的毒性を現行システムの1/100程度まで低減するためには、MA回収率を99.9%程度で、さらにPu,Uの回収率を99.9%以上に向上させることが重要であることが分かる。

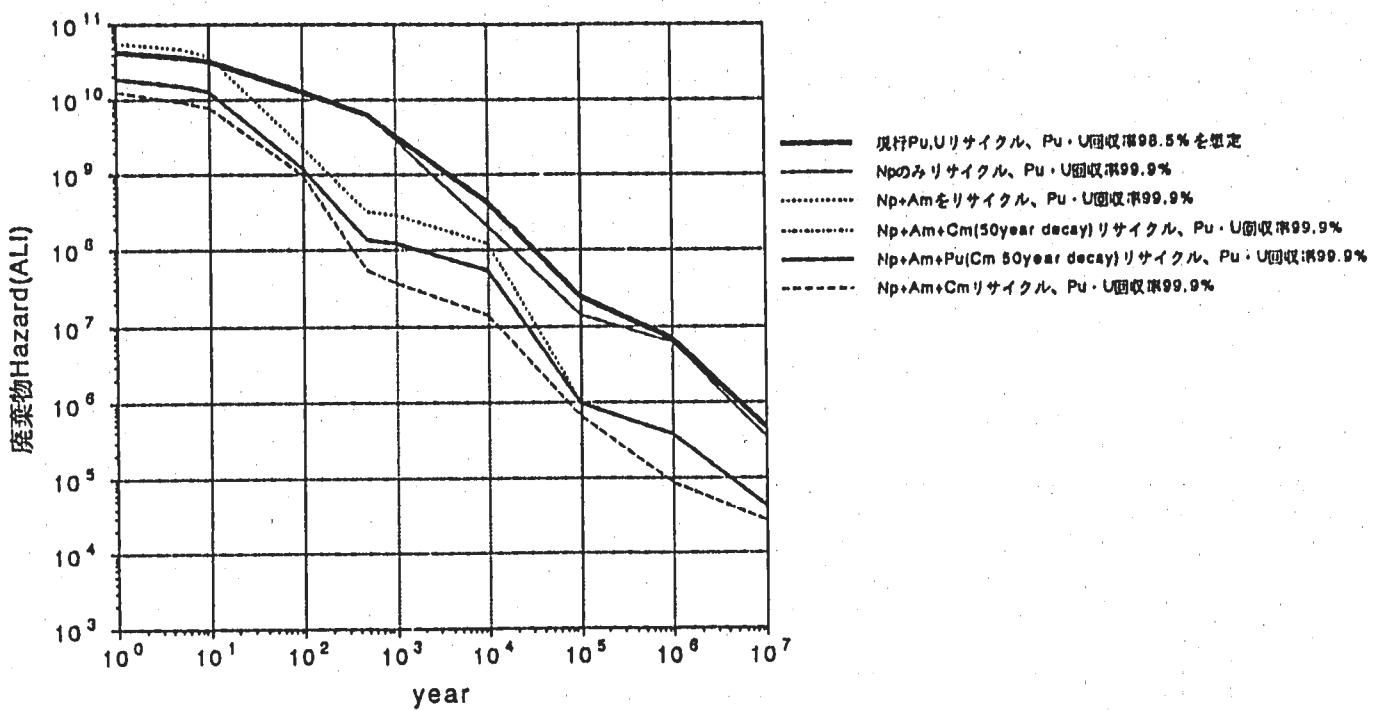


図-4.13 MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MOX 99.9%)

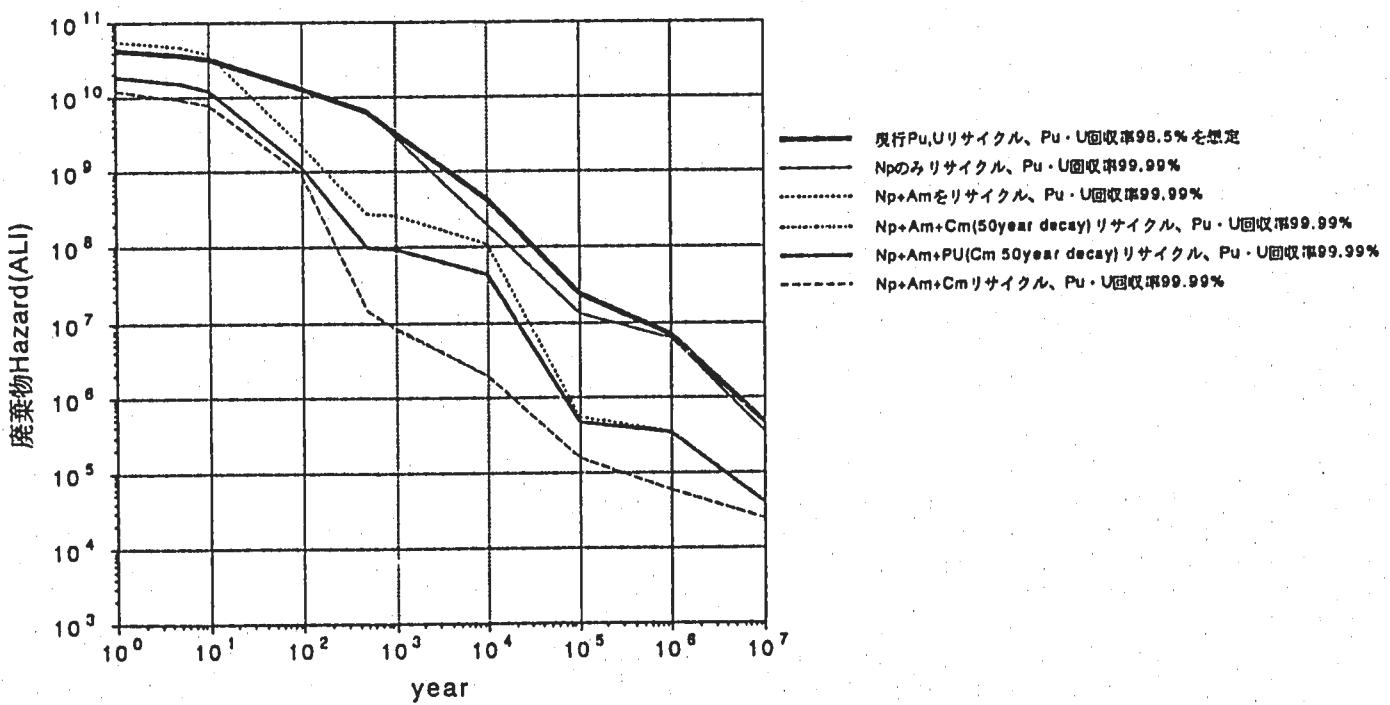


図-4.14 MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MOX 99.99%)

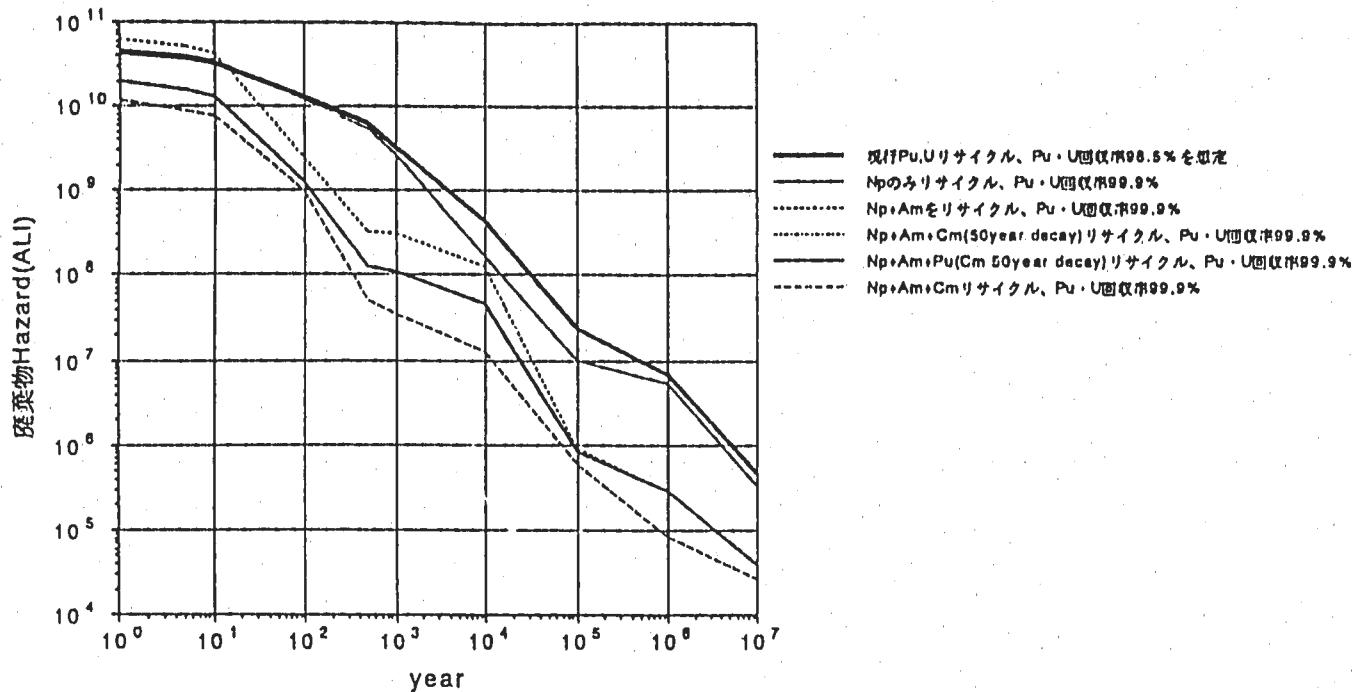


図-4.15 MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MN 99.9%)

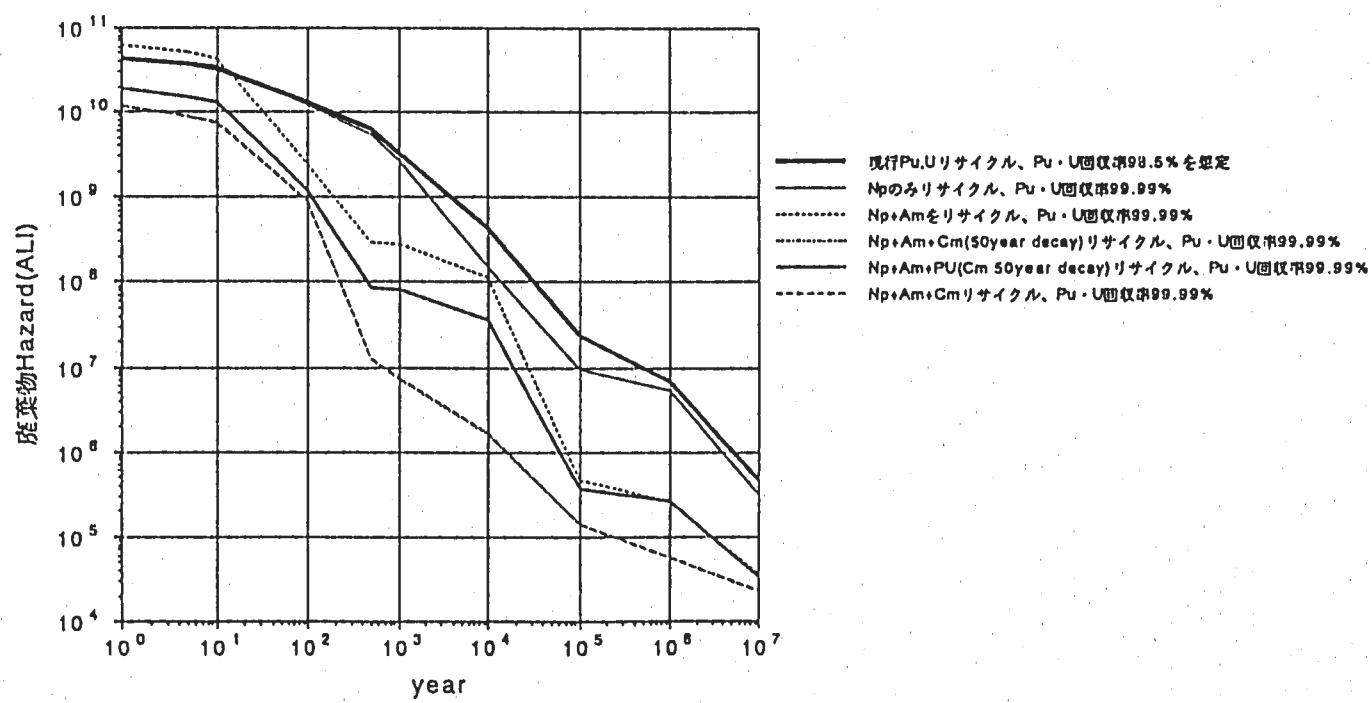


図-4.16 MAリサイクルによる廃棄物Hazardの推移(MN 99.99%)

現行サイクルに対するHazardの相対比較

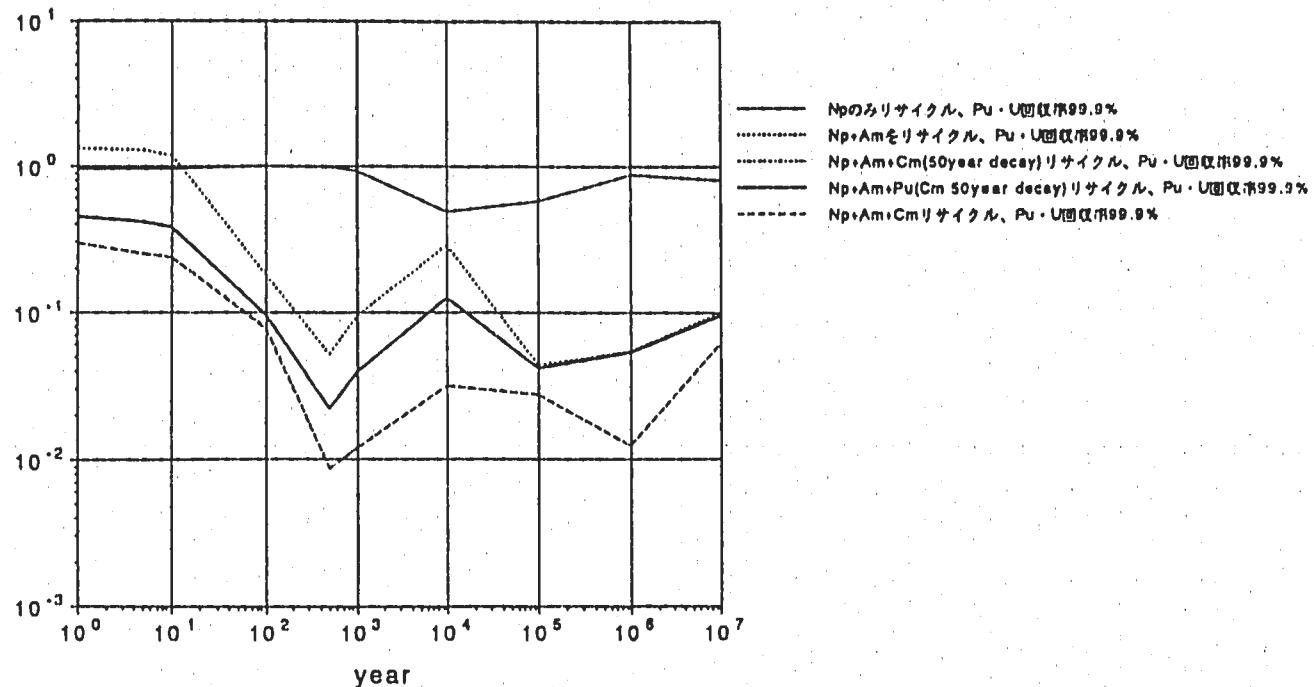


図-4.17 廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MOX 99.9%)

現行サイクルに対するHazardの相対比較

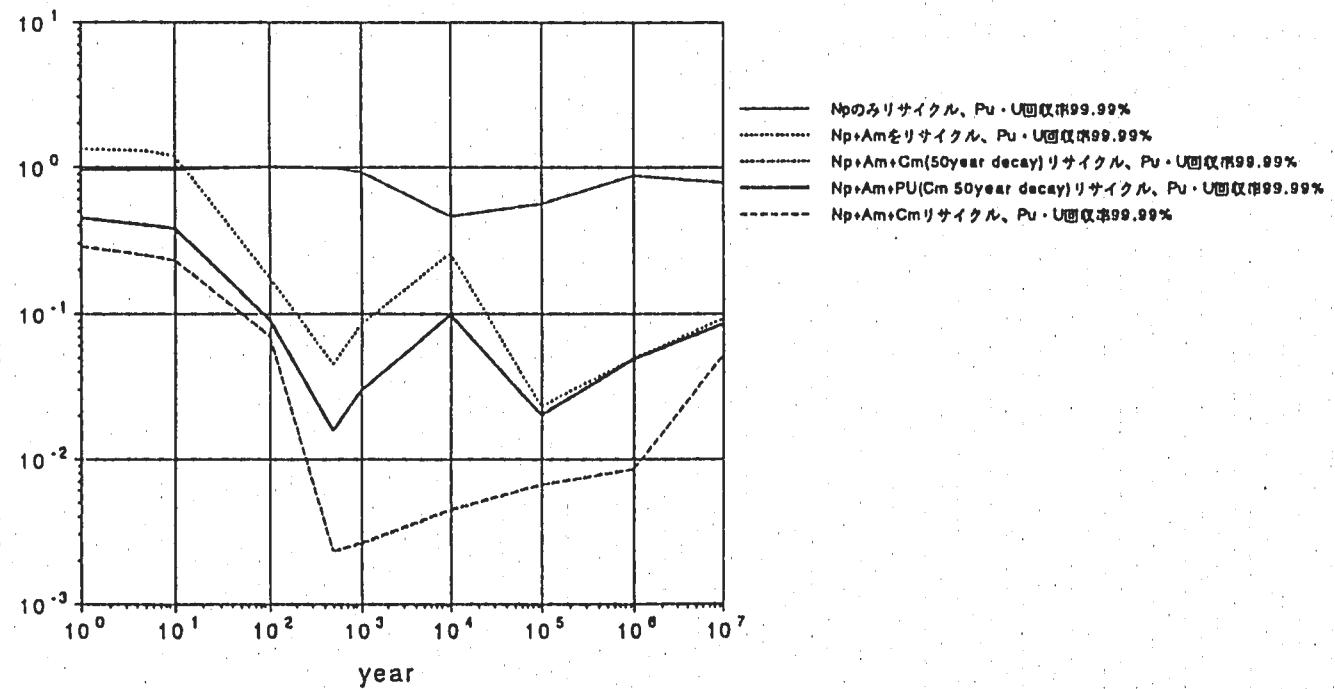


図-4.18 廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MOX 99.99%)

現行サイクルに対するHazardの相対比較

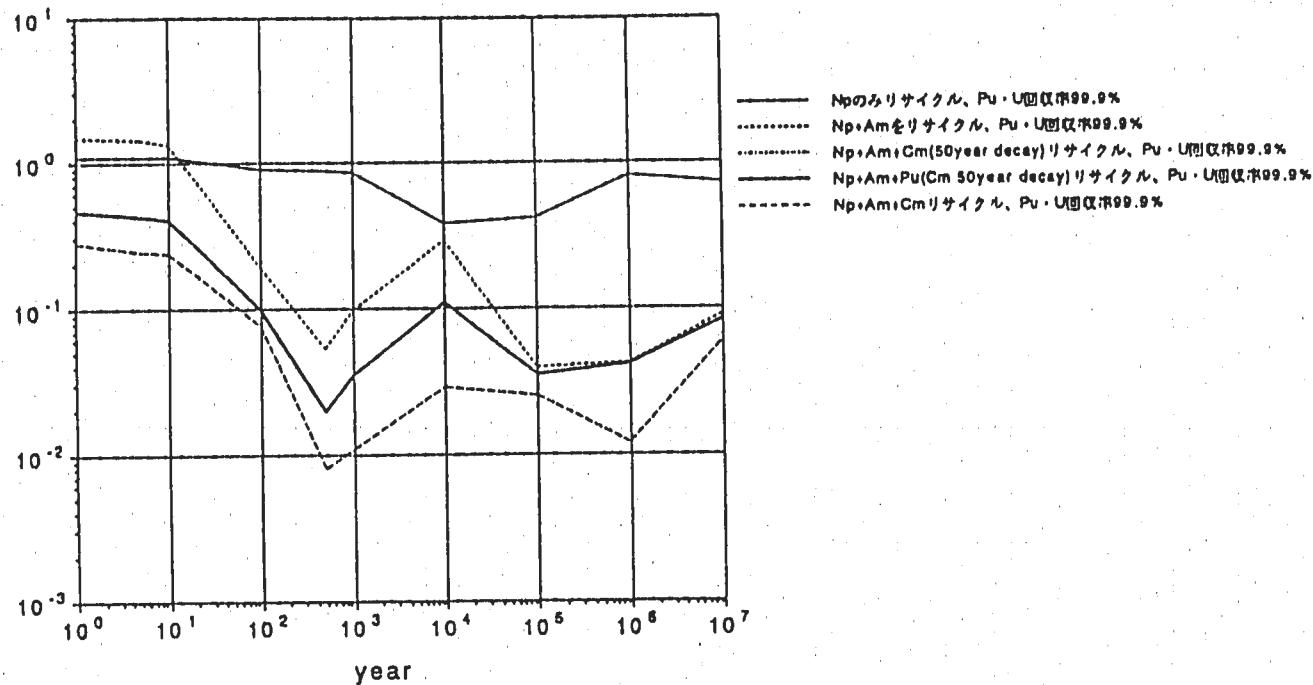


図-4.19 廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MN 99.9%)

現行サイクルに対するHazardの相対比較

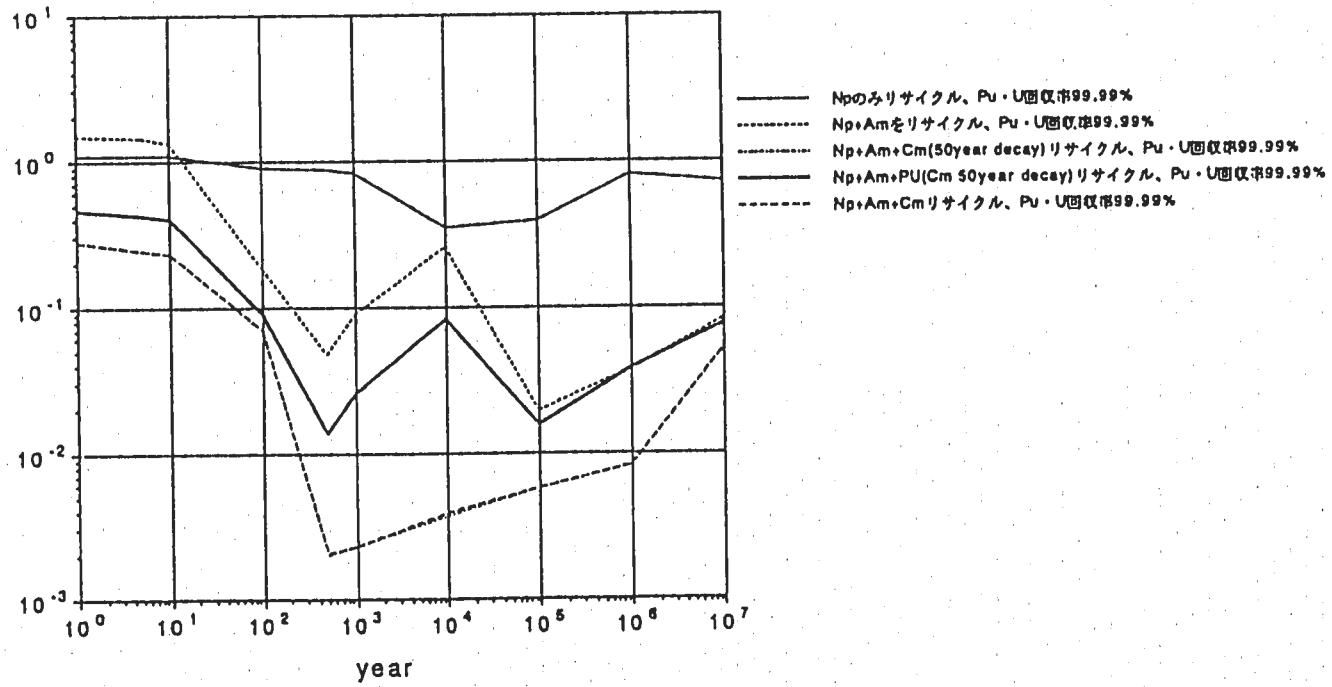


図-4.20 廃棄物Hazardの現行サイクルとの比較(MN 99.99%)

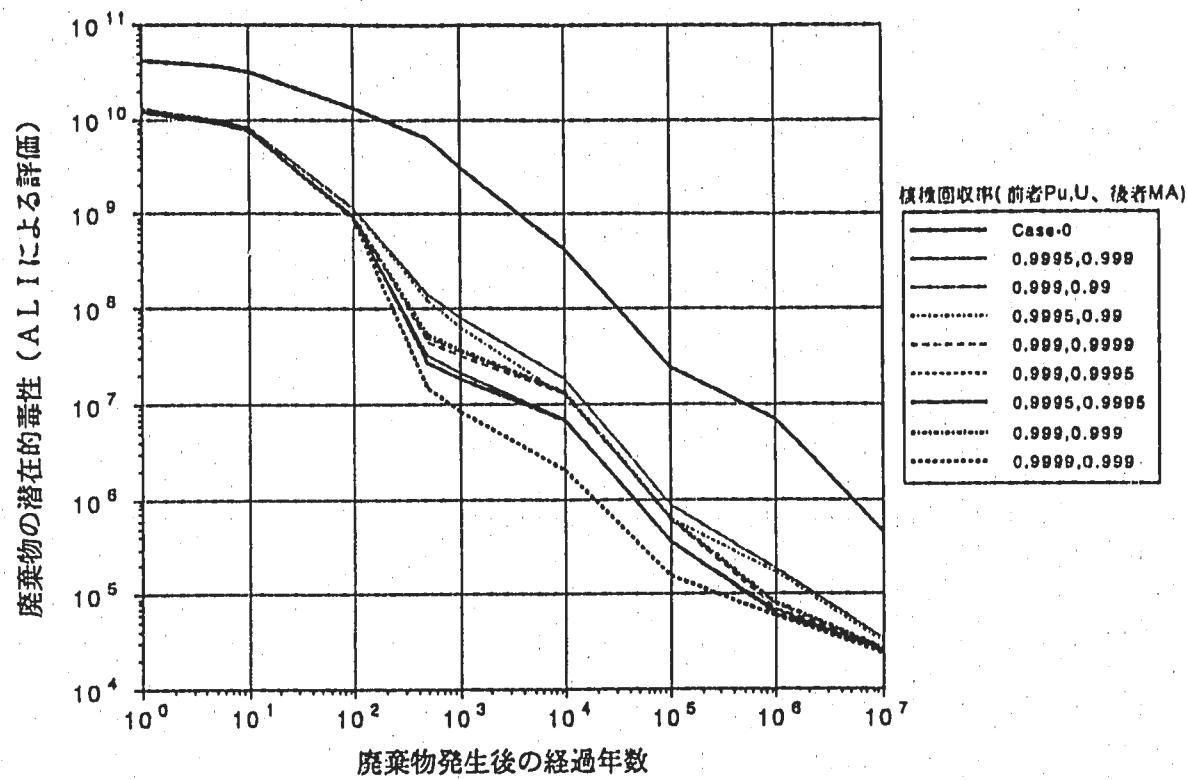


図-4.21 MA及びPu回収率のパラメータサーベイ

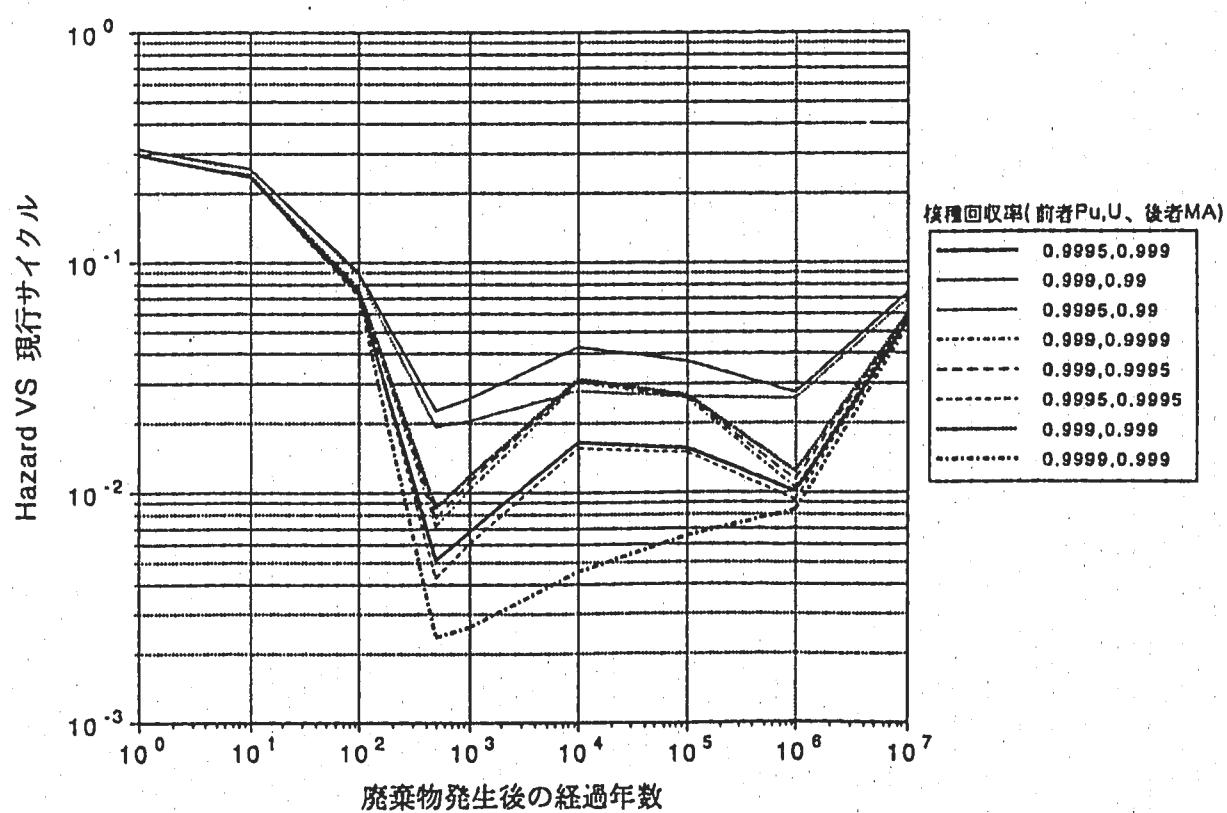


図-4.22 MA及びPu回収率のパラメータサーベイの現行サイクルとの比較

4.3.3 六ヶ所浅地中濃度上限値との比較

廃棄物の持つ潜在的毒性とは、あくまで廃棄物が持つ潜在的な有害度を示している尺度であり、実際に生活環境にて人間が受ける直接的な有害度（被曝リスクなど）とは意味が異なることに留意しておく必要がある。昨今のMA消滅処理の議論の中で、天然ウラン鉱石の毒性を指標とし、廃棄物の毒性が減衰によりこれを下回った以降は、あたかも廃棄物の隔離が軽減あるいは不要との誤解を抱かせていることは懸念される。

本章では、廃棄物処分の程度を表す尺度として政令に定められた六ヶ所浅地中埋設濃度上限値（以下、区分値）を用いて、各リサイクル形態から発生する廃棄物の区分値に対する割合ならびに区分値を下回る時期すなわち浅地中埋設可能となるまでの時間について評価した。

表-4.7に六ヶ所浅地中埋設濃度上限値を示す。値はアクチニド核種に係わる α 放射能濃度以外にも、I-129やTc-99等のFP、燃料マトリックス中のO-17の(n, α)反応や不純物窒素N-14の(n, p)反応にて生成するC-14や被覆管等の構造材の放射化により生成するCo-60,Ni-59,63,Nb-94などの主要核種毎に定まっている。従って評価は、リサイクル形態毎の α 区分値との関係に加えて、FBRにて15万MWD/t-HM相当の燃焼度を経たFPと被覆管としてSUS316を用いた場合の放射化核種についても評価を行った。

なお、区分値は廃棄物中の放射能濃度で示されているため、評価に際しては廃棄物の重量を1t-HMに対して1t-Wasteになると仮定した。

表-4.7 六ヶ所浅地中埋設濃度上限値¹⁸⁾

	日本原燃受入濃度上限	
	Bq/t	Ci/t
H-3	3.07E+11	8.297E+00
C-14	8.51E+09	2.300E-01
Co-60	2.78E+12	7.514E+01
Ni-59	8.88E+09	2.400E-01
Ni-63	1.11E+12	3.000E+01
Sr-90	1.67E+10	4.514E-01
Nb-94	8.51E+07	2.300E-03
Tc-99	1.85E+07	5.000E-04
I-129	2.78E+05	7.514E-06
Cs-137	1.04E+11	2.811E+00
α -Nuclides	5.55E+08	1.500E-02

図4.23及び図4.24にMOXリサイクルにおけるPu,U回収率99.9%及び99.99%の各リサイクル形態と α 区分値との関係図を、図4.25及び図4.26にはMNリサイクルにおけるPu,U回収率99.9%及び99.99%の結果を示す。縦軸は区分値に対する割合を示しており、 10^0 すなわち1は区分値と一致していることを表している。

回収する核種が多いほど、またPu,U回収率が高いほど α 区分値に対する割合も低減するが、最も回収率の高いNp,Am,Cm99.9%、Pu,U99.99%のケースにおいても、区分値を下回る時期は 10^6 年以降となり、浅地中処分の可能性は明らかに否定される。

さらにMA及Pu,Uの回収率を3桁上げると想定すると、図中の縦軸が 10^3 のところが区分値に相当すると見なすことができるが、このとき最も回収率が高いケースについては数100年で区分値に一致することとなる。しかしながら、このときNp,Am,Cmの回収率は99.9999%、Pu,Uの回収率は99.99999%が要求されることとなり、現時点の工学的な回収目標としては極めて困難なハードルと判断せざるを得ない。

もしくは廃棄物のVolumeを増加させ放射能濃度を低減させることが考えられるが、廃棄物の発生容量の上昇をまねくこととなり、環境への配慮としては本末転倒である。

一方、図4.27及び図4.28から分かるように、FP中のTc-99,I-129、放射化核種中のC-14,Ni-59,Nb-94についても、1万年以上の期間が区分値に達するまでに必要であり、そもそもこれらの核種を含んだ廃棄物を長期的に隔離するための地層処分技術は不可欠であると判断される。

なお、Appendix-4に各種リサイクル形態と α 放射能の推移及び区分値との関係、ならびに燃焼度15万MWD/t-HM相当の使用済燃料中に生成する区分値対象核種の放射能の推移及び区分値との関係表を添付する。

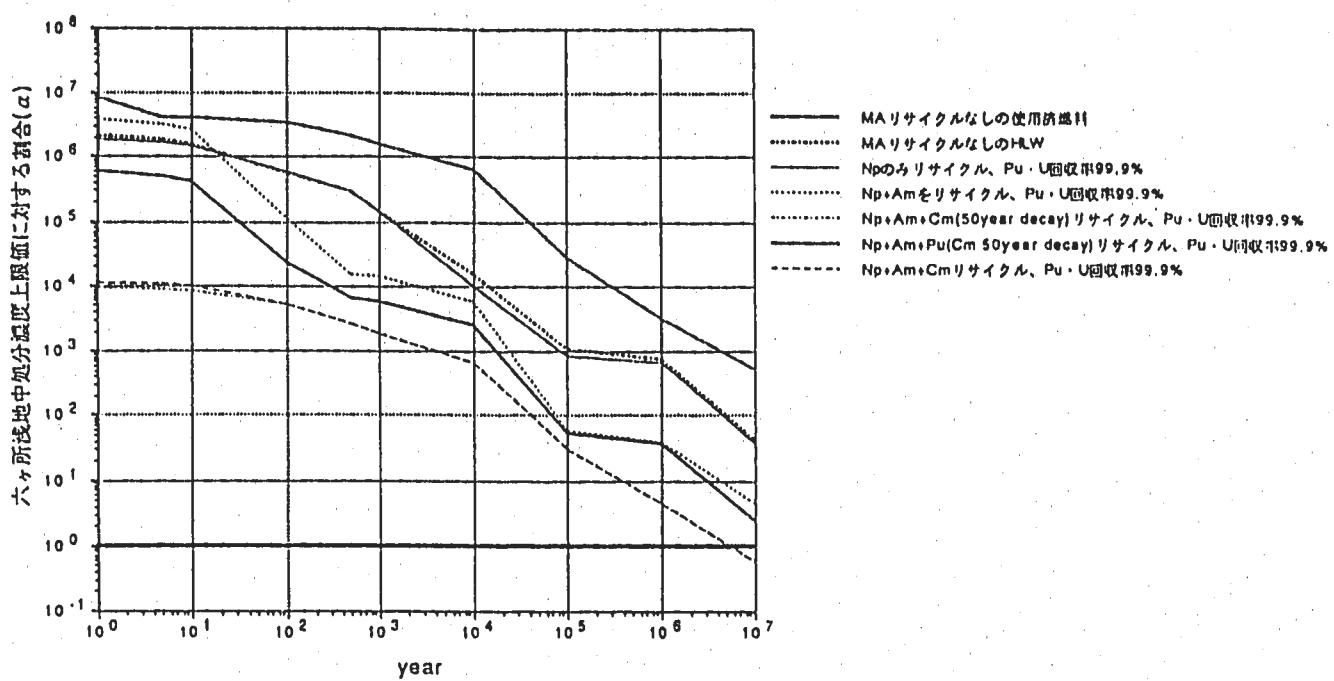


図-4.23 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MOX 99.9%)
—1t-HMのSFが1tのwasteに相当すると想定—

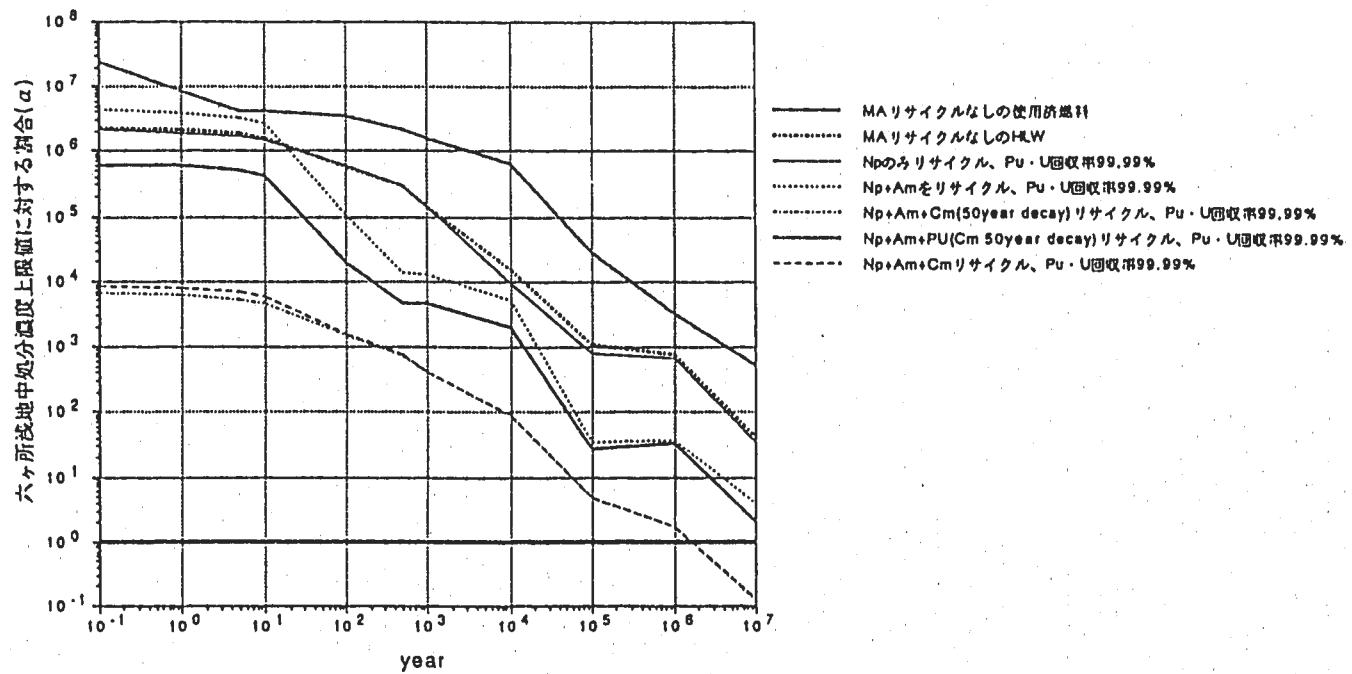


図-4.24 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MOX 99.99%)
—1t-HMのSFが1tのwasteに相当すると想定—

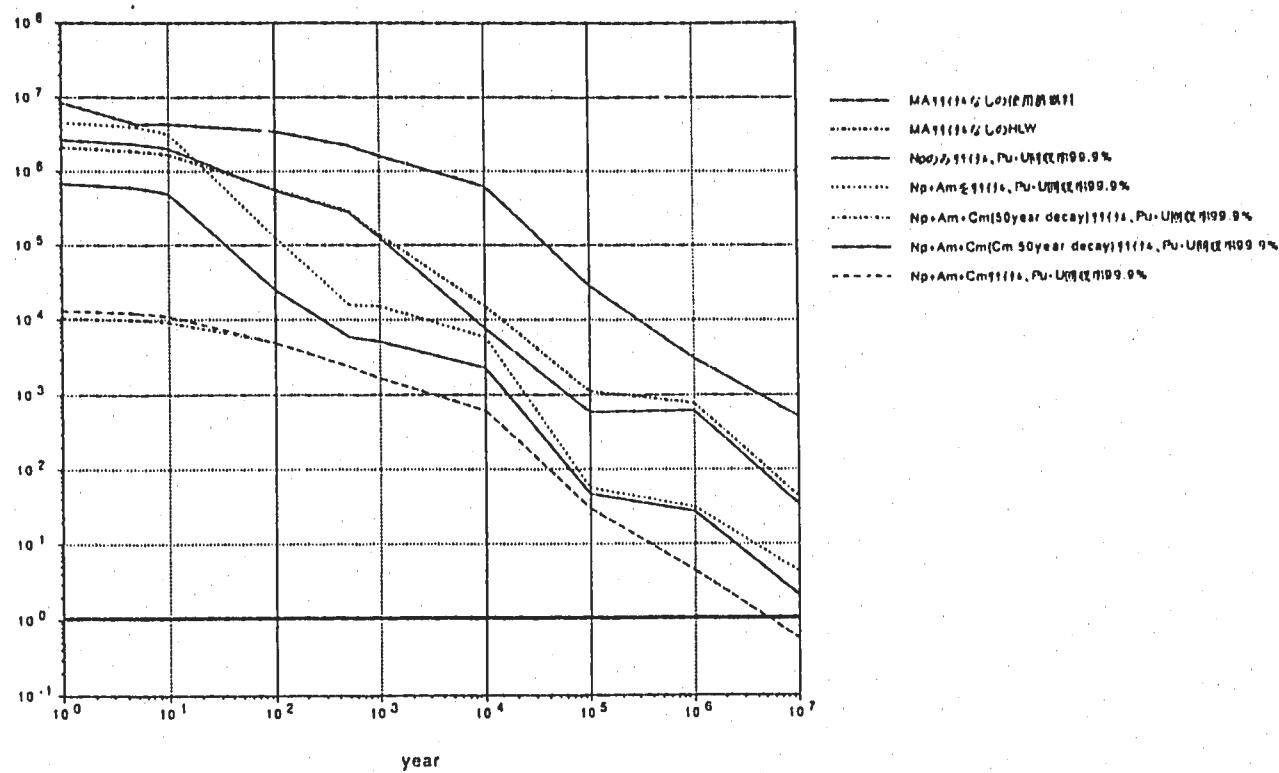
六ヶ所汚染地中処分濃度上限値に対する割合(α)

図-4.25 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MN 99.9%)
—1t-HMのSFが1tのwasteに相当すると想定—

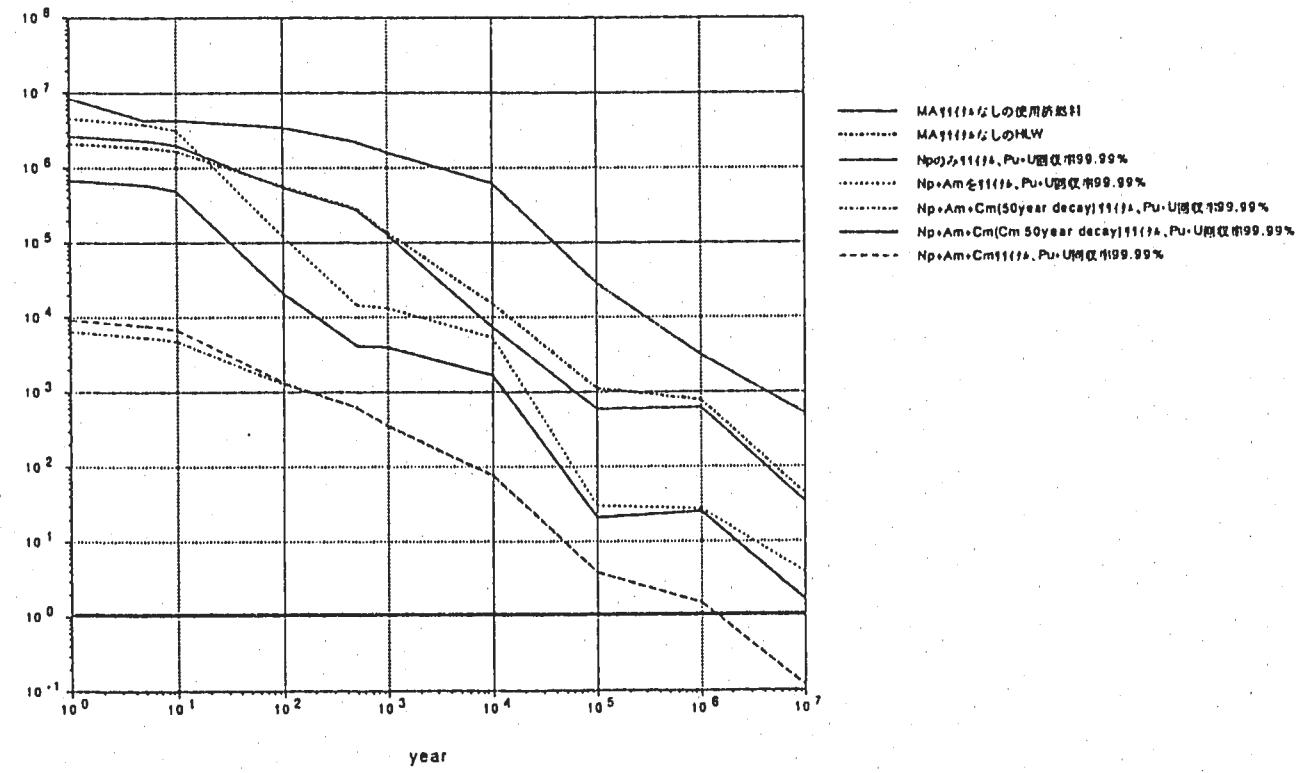
六ヶ所汚染地中処分濃度上限値に対する割合(α)

図-4.26 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 濃度の区分値に対する割合 (MN 99.99%)
—1t-HMのSFが1tのwasteに相当すると想定—

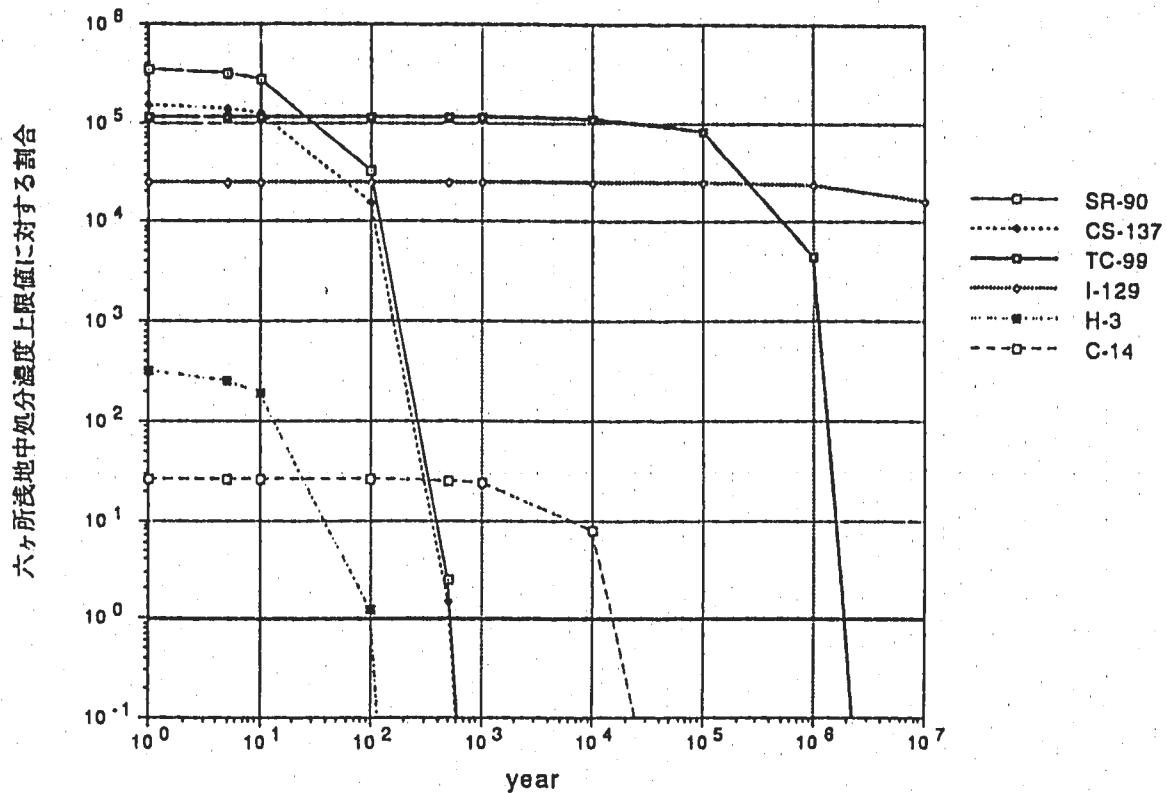


図-4.27 燃焼度15万MWD/t-HMのFBR使用済燃料中に生成する主要FP及び放射化核種の崩壊による減少と区分値との関係
—1t-HMのSFが1tのwasteに相当すると想定—

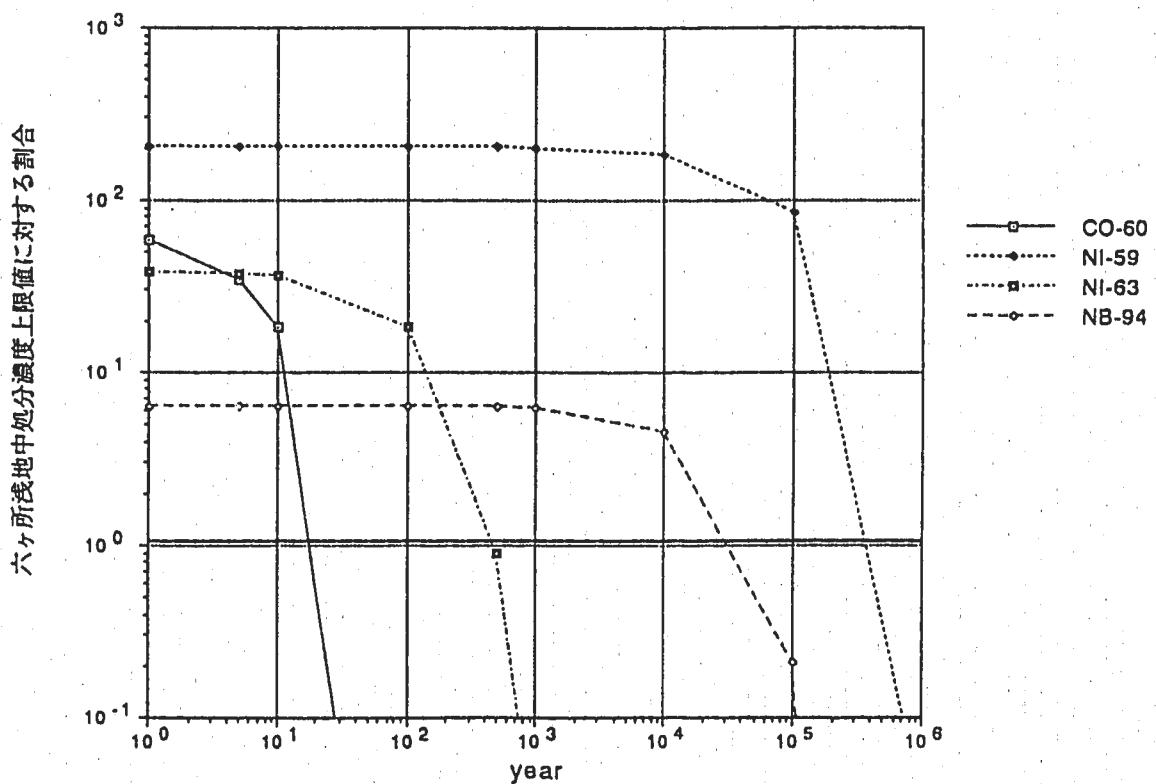


図-4.28 燃焼度15万MWD/t-HMのFBR被覆管の放射化により生成する核種の崩壊による減少と区分値との関係
—1t-HMのSFが1tのwasteに相当すると想定—

5. まとめ

新たなFBR燃料サイクルの革新として開発を進めている先進的核燃料リサイクル（アクチニドリサイクル）の目的のひとつである環境の観点から、議論が必要と考えられるMA核種等の回収による廃棄物の潜在的毒性低減の効果について、リサイクルシステムとしての基本的な考え方（理念）及び地層処分システムとの関係から考察・整理を試みるとともに、効果的な潜在的毒性低減のためのリサイクル形態及び回収率について明らかにした。

リサイクルの理念から考えたとき、MA核種はfissileまたはU-238と同等以上に優れたfertile物質であり、現行サイクルにおいて廃棄物に移行している有意量のPu,Uとともに回収・リサイクルさせることが望ましく、その結果として地球環境からの資源の採掘量及び廃棄物として地球環境に放出される量の双方を低減し、地球環境の保護に繋がると考えられる。

また、廃棄物の潜在的毒性低減と廃棄物処理・処分技術とはそれぞれ独立した概念からなり、相互に組み合わされて一層の環境影響（Environmental Impact）低減に寄与することになると考えられる。すなわち、潜在的毒性低減により人工バリアの保証の範囲において、廃棄物自体の持つ危険の度合を認められる程度まで低くする、すなわちその結果として不確実な要素を持った天然バリアという地球環境への隔離性能への期待（負荷）を軽減することに繋がる可能性があり、これは最近の人工バリアを中心としたニアフィールド重視の地層処分研究の考え方と充分整合するものと考えることが可能であろう。

また、原子力利用に伴い使用した天然ウラン鉱石等の持つ毒性を評価し、これとの比較として2100年までに現行のリサイクルシステムから発生する廃棄物中の蓄積核種総量を比較評価することにより、回収すべき核種についての考察を試みた。

FPの毒性総量は比較対象としての使用天然ウラン鉱石や日本のウラン鉱石量に比べ、数100年以降の期間において低い値を示し、アクチニド核種については10万年程度までの期間においてウラン鉱石の毒性をほとんど下回ることはなく、これを回収すべき親核種として評価すると、10万年頃まではAm,Pu及びCm、その後の期間においてはNpが毒性を支配している原因核種であることが分かった。

さらにリサイクル形態及び回収率をパラメータとして、潜在的毒性低減効果及び六カ所浅地中濃度上限値との比較評価を行った結果から、効果的な潜在的毒性低減のためにはMA回収率99.9%程度、Pu,Uの回収率を99.9%以上に向上させることが重要であることが分かり、またいかなるリサイクル形態を採用したとしても α 核種のみならず、FPや放射化核種の観点からも地層処分が不可欠であることが六カ所浅地中濃度上限値との関係から明らかになった。

また、これらの環境への効果に対してはFBRの中性子スペクトルを硬くする効果や

Cm-Delay及び炉外冷却期間の効果は大きく影響しないことも合わせて確認できた。中性子スペクトルが硬くなる効果は、使用済燃料中のMAインベントリの低減や炉心の内部転換比の向上等により若干Pu富化度が低減する効果を有しているが、その効果は酸化物炉心のせいぜい半減程度であり、回収率を上げる方が廃棄物側に移行する核種を低減できる効果が大きいこと、さらには廃棄物中のアクチニド重量や潜在的毒性については、Pu,Uの影響が大きいことが理由と考えられる。

6. おわりに

アクチニドリサイクルの環境への効果については、これまで様々な解釈と理解、ならびに期待が交錯してきたと考えられる。すなわちこれは一般の放射性核種や廃棄物に対する理解と原子力の専門家から見たそれとの間に隔たりがあることと同時に、当初のMAの消滅処理の主張としてMAリサイクルがあたかも地層処分のオプションである様な解釈を根付かせていたことにも起因していると考えられる。

本報告では、潜在的毒性の低減に関する環境への効果については、地層処分を前提としてさらなる環境への影響低減を図るとの位置づけであり、両者により一層オーバーオールな環境対策が可能になるとの考えである。

今後ますます有益な議論が進み、アクチニドリサイクルによる環境効果に係わる考え方の整理が進むことを期待したい。

また、さらにMAやPuの徹底的な回収による廃棄物処理・処分システム等への負担軽減の可能性について、従来システムの範囲にとどまることのない幅広い検討等が進み、より定量的に環境効果及び意義の明確化が図られることが望まれる。

事業団は、平成3年度から進めてきた先進的核燃料リサイクルシステムの検討をスタートとして、燃料サイクルシステム全体を視点に入れた高度化の可能性について検討しており、アクチニドリサイクルについても、多くの人々が連想するMA回収機能のみならず、FBR燃料サイクルそのものの高度化を当初より目指してきており、MAリサイクルに適合したシステム技術、例えば再処理におけるソルトフリー・低除染、遠隔に適した湿式による顆粒燃料転換ならびに顆粒燃料を出発点とした燃料製造技術の採用など、燃料サイクルシステム全体の高度化・合理化を図ることにより、二次廃棄物も含めた廃棄物の低減化や燃料サイクル全体の短期的リスク、コストの低減も同時に達成することを指向していることも、合わせて理解の浸透を図っていくことが重要である。

なお、アクチニドリサイクルの環境効果についての技術的位置づけの検討に際しては、東海・環境技術開発部・増田部長に全面的にご指導・ご協力をいただき、また環境本部・大和副本部長をはじめ多くの方々にコメント等をいただきまとめることができた。本紙面を借りて謝意を表したい。

7. 参考文献

- 1) 日本原子力学会「消滅処理」研究専門委員会、消滅処理技術の現状---新しい原子力技術の可能性を求めて---(1994年8月)
- 2) H.R.Brager, "CURE: A commertial high level waste management alternative", SPECTRUM "88, p.13(1988)
- 3) 財津知久 他、PNC N4510 90-005 アクチニド燃焼と廃棄物処分 (T.H.Pigford)
(全訳)
- 4) 大井貴夫 他、PNC SN8440 90-025 地層処分の多重バリアシステムの性能を考慮した場合のTRU元素の回収の効果
- 5) 加瀬健 他、PNC TN8510 92-003 廃棄物の群分離/核変換が放射性廃棄物処分に与える影響に関する歴史的外観、経済的分析、及び、法規的分析 (ORNL/TM-11650)
(翻訳)
- 6) PNC 9430 95-001 アクチニドリサイクル研究開発の進め方について (中間報告書)
- 7) アクチニドリサイクルに関わる研究開発計画の検討結果 (1994年10月17日) 東海アクチニドリサイクル研究開発計画策定タスクフォース
- 8) 内山洋司、"CO₂削減に向けた発電プラントの技術開発" エネルギーフォーラム
(1992年9月)
- 9) 梅木博之、"スイスNagra Kristallin-I と動燃 H-3レポートとの比較" 原子力学会・放射性廃棄物研究vol.1 No.1 (1994年6月)
- 10) 鈴木篤之、東工大原子炉研研究会「核エネルギーシステムからの最終放射性廃棄物の満足すべき条件」資料 (1995年2月27日)
- 11) 清瀬量平 訳、燃料再処理と放射性廃棄物管理の化学工学、日刊工業社 (1983年)
- 12) 鈴木篤之、"ピグフォード報告② アメリカ科学アカデミー放射性廃棄物隔離システム研究専門委員会" エネルギーレビュー (1983年11月)
- 13) 科学技術庁原子力局監修、原子力ポケットブック 1994年版、日本原子力産業会議
- 14) 塩月正雄 他、PNC ZN9410 94-309 将来日本の原子力発電体系におけるアクチニドリサイクルの諸量評価
- 15) PNC ZN9410 94-159 先進リサイクルシステムに係わる研究 検討グループH5年度報告書

- 16) 浅見哲夫 他、"評価済み核データライブラリーJENDL-3" 原子力学会誌vol.31, No.11 (1989)
- 17) 塩月正雄 他、PNC ZN9410 94-254 廃棄物発生状況の評価支援ツール"WASTEコード"の開発と現行サイクル等からの廃棄物発生状況評価
- 18) 科学技術庁、日本原燃産業株式会社六ヶ所事業所における廃棄物埋設の事業の許可申請に係わる安全性について（安全審査書） （平成2年10月）

APPENDIX-1

F B R 平衡サイクル計算. ORIGEN-2 INPUT(1) (Cm-Delay 50y, MOXケース)

 90 1 0.999
 91 1 0.999
 92 1 0.999
 94 1 0.999
 93 1 0.999
 95 1 0.999
 96 1 0.999
 97 1 0.999
 98 1 0.999
 99 1 0.999
 96 10 0.000
 97 10 0.000
 98 10 0.000
 99 10 0.000

-1
 5 10 1.0
 7 10 1.0
 8 10 1.0
 9 10 1.0
 10 10 1.0
 11 10 1.0

-1
 -1

BAS FBR 10CYCLE NP+AM+CM(DECAY) RECYCLE

LIP 000

LIB 0 1 2 3 311 312 313 9 0 0 1 1 2

PHO 101 102 103 10

TIT CORE BURNUP 150000MWD/T

RDA -1 = MOX FUEL

RDA -2 = ADD FUEL

INP -1 1 -1 -1 1 1

INP -2 1 -1 -1 1 1

MOV -1 1 0 1.0

HED 1 * CHARGE

BUP

IRP 2190. 67.717 1 2 4 2

BUP

DEC 3.0 2 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 3 4 2

BUP

DEC 3.0 3 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 4 42

BUP

DEC 3.0 4 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 5 42

BUP

DEC 3.0 5 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 6 42

BUP

DEC 3.0 6 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 7 42

BUP

DEC 3.0 7 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 8 42

BUP

DEC 3.0 8 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 9 42

BUP

DEC 3.0 9 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10

DEC 50.0 -6 -7 5 2

ADD -5 -7 0 1.00

ADD -2 -7 0 6.00

BUP

IRP 2190. 67.717 -7 10 42

BUP

DEC 3.0 10 -9 5 2

PRO -9 -3 -4 1

PRO -3 -5 -6 10
 DEC 50.0 -6 -7 5 2
 ADD -5 -7 0 1.00
 ADD -2 -7 0 6.00
 BUP
 IRP 2190. 67.717 -7 11 4 2
 BUP
 OPTL 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
 OPTA 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 3 8
 OPTF 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 3 8 8 8 8 3 8
 AOPL 8 8 8 8
 AOPA 8 8 8 8
 AOPF 8 8 8 8
 OUT 11 1 -1 0
 DEC 3.0 11 -9 5 4
 PRO -9 -3 -4 2
 PRO -3 -5 -6 1
 MOV -6 1 0 0.97295
 TIT COOLING STEP HLW
 HED 2 DISCHARGE
 DEC 1.0 1 2 5 2
 DEC 5.0 2 3 5 0
 DEC 10.0 3 4 5 0
 DEC 100.0 4 5 5 0
 DEC 500.0 5 6 5 0
 DEC 1.0 6 7 7 0
 DEC 10.0 7 8 7 0
 DEC 100.0 8 9 7 0
 DEC 1000.0 9 10 7 0
 DEC 10000.0 10 11 7 0
 OPTL 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
 OPTA 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 8 8 3 8
 OPTF 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 3 8 8 8 8 3 8
 AOPL 8 8 8 8
 AOPA 8 8 8 8
 AOPF 8 8 8 8
 OUT 11 1 -1 0
 STP 2
 2 942390 1.2672E5 942400 4.9028E4 942410 4.7052E3 942420 6.7002E3
 2 922350 2.0295E3 922380 8.0976E5 942380 3.0113E2 952410 7.5284E2
 20 0.0
 0
 2 942380 1.6504E0 942390 2.1569E3 942400 1.8980E2 942410 9.1952E0
 2 942420 4.716E-1 922350 7.1526E1 922380 2.3770E4 0 0.0
 0
 END

FBR 平衡サイクル計算. ORIGEN-2 INPUT(2) (Np,Am,Cm回収, MNケース)

 90 1 0.999
 91 1 0.999
 92 1 0.999
 94 1 0.999
 93 1 0.999
 95 1 0.999
 96 1 0.999
 97 1 0.999
 98 1 0.999
 99 1 0.999

-1
 5 10 1.0
 7 10 1.0
 8 10 1.0
 9 10 1.0
 10 10 1.0
 11 10 1.0

-1
 -1

BAS ---MN--- FBR 10CYCLE NP+AM+CM(NON DECAY) RECYCLE

LIP 0 0 0

LIB 0 1 2 3 994 995 996 9 0 0 1 4 0

PHO 101 102 103 10

TIT CORE BURNUP 150000MWD/T

RDA -1 = MOX FUEL

RDA -2 = ADD FUEL

INP -1 1 -1 -1 1 1

INP -2 1 -1 -1 1 1

MOV -1 1 0 1.0

HED 1 * CHARGE

MOV 1 -8 0 1.0

CON 1

BUP

IRP 2190. 67.717 -8 -10 4 2

BUP

CON 2

DEC 3.0 -10 -11 5 2

PRO -11 -8 -4 1

ADD -2 -8 0 5.66

CON 3

MOV -10 2 0 1.0

GTO 1 3 1.0

MOV -10 3 0 1.0

GTO 1 3 1.0

MOV -10 4 0 1.0

GTO 1 3 1.0

MOV -10 5 0 1.0

GTO 1 3 1.0

MOV -10 6 0 1.0

GTO 1 3 1.0

MOV -10 7 0 1.0

GTO 1 3 1.0

MOV -10 8 0 1.0

GTO 1 3 1.0
MOV -10 9 0 1.0
GTO 1 3 1.0
MOV -10 10 0 1.0
GTO 1 2 1.0
MOV -10 11 0 1.0
OPTL 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
OPTA 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
OPTF 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
AOPL 8 8 8 8
AOPA 8 8 8 8
AOPF 8 8 8 8
OUT 11 1 -1 0
DEC 3.0 11 -9 5 4
PRO -9 -11 -10 2
PRO -11 -3 -4 1
MOV -4 1 0 1.00030809
TIT COOLING STEP HLW
HED 2 DISCHARGE
DEC 1.0 1 2 5 2
DEC 5.0 2 3 5 0
DEC 10.0 3 4 5 0
DEC 100.0 4 5 5 0
DEC 500.0 5 6 5 0
DEC 1.0 6 7 7 0
DEC 10.0 7 8 7 0
DEC 100.0 8 9 7 0
DEC 1000.0 9 10 7 0
DEC 10000.0 10 11 7 0
OPTL 8
OPTA 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
OPTF 8 8 8 8 3 8 3 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
AOPL 8 8 8 8
AOPA 8 8 8 8
AOPF 8 8 8 8
OUT 11 1 -1 0
STP 2
2 942390 1.0910E5 942400 4.5150E4 942410 2.6340E4 942420 7.5260E3
2 922350 2.4360E3 922380 8.0940E5 0 0.0
0
2 942380 2.9341E0 942390 3.8345E3 942400 3.3742E2 942410 1.6347E1
2 942420 8.383E-1 922350 6.6024E1 922380 2.1942E4 0 0.0
0
END

APPENDIX-2

表A-2.1 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-1(MOX)

Case1(MOX) (Np99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.030E+03	9.712E+02	6.908E+02	6.247E+02	6.127E+02	6.142E+02	6.159E+02	6.188E+02	6.193E+02	6.209E+02
Pu238	8.098E+05	8.136E+05	8.127E+05	8.108E+05	8.091E+05	8.082E+05	8.068E+05	8.062E+05	8.049E+05	8.043E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.492E+02	8.367E+02	8.689E+02	8.808E+02	8.849E+02	8.866E+02	8.869E+02	8.870E+02	
Pu238	3.011E+02	7.524E+02	9.662E+02	1.124E+03	1.209E+03	1.249E+03	1.268E+03	1.276E+03	1.279E+03	1.281E+03	
Pu239	1.267E+05	1.159E+05	1.127E+05	1.116E+05	1.112E+05	1.110E+05	1.108E+05	1.107E+05	1.106E+05	1.105E+05	
Pu240	4.903E+04	5.557E+04	5.835E+04	5.962E+04	6.024E+04	6.055E+04	6.069E+04	6.075E+04	6.072E+04	6.072E+04	
Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.027E+03	7.303E+03	7.426E+03	7.480E+03	7.514E+03	7.522E+03	7.531E+03	7.526E+03	
Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.111E+03	4.904E+03	4.822E+03	4.791E+03	4.782E+03	4.781E+03	4.783E+03	4.784E+03	
Am241	7.528E+02	0.000E+00									
Am242m	0.000E+00										
Am242	0.000E+00										
Am243	0.000E+00										
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00										
Cm244	0.000E+00										
Cm245	0.000E+00										
Cm246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	9.993E+05	9.983E+05	9.968E+05	9.955E+05	9.948E+05	9.934E+05	9.927E+05	9.913E+05	9.906E+05	
TOTAL	1.000E+06	9.997E+05	9.987E+05	9.974E+05	9.961E+05	9.954E+05	9.940E+05	9.933E+05	9.919E+05	9.913E+05	
k	1.4293	1.4007	1.3934	1.3921	1.3924	1.3925	1.3927	1.3928	1.3932	1.3931	

表A-2.2 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-2(MOX)

Case2(MOX) (Np99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.030E+03	9.717E+02	6.914E+02	6.255E+02	6.148E+02	6.148E+02	6.184E+02	6.211E+02	6.219E+02	6.226E+02
Pu238	8.098E+05	8.142E+05	8.139E+05	8.127E+05	8.122E+05	8.112E+05	8.111E+05	8.111E+05	8.104E+05	8.098E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.496E+02	8.378E+02	8.711E+02	8.837E+02	8.889E+02	8.916E+02	8.929E+02	8.934E+02	
Pu238	3.011E+02	7.530E+02	9.676E+02	1.126E+03	1.212E+03	1.254E+03	1.274E+03	1.283E+03	1.288E+03	1.290E+03	
Pu239	1.267E+05	1.160E+05	1.129E+05	1.119E+05	1.116E+05	1.115E+05	1.114E+05	1.114E+05	1.113E+05	1.112E+05	
Pu240	4.903E+04	5.562E+04	5.845E+04	5.978E+04	6.046E+04	6.082E+04	6.102E+04	6.114E+04	6.120E+04	6.121E+04	
Pu241	4.705E+03	6.365E+03	7.038E+03	7.319E+03	7.443E+03	7.513E+03	7.543E+03	7.561E+03	7.578E+03	7.583E+03	
Pu242	6.700E+03	5.614E+03	5.120E+03	4.917E+03	4.837E+03	4.810E+03	4.804E+03	4.806E+03	4.812E+03	4.818E+03	
Am241	7.528E+02	0.000E+00									
Am242m	0.000E+00										
Am242	0.000E+00										
Am243	0.000E+00										
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00										
Cm244	0.000E+00										
Cm245	0.000E+00										
Cm246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	1.000E+06	9.998E+05	9.992E+05	9.992E+05	9.986E+05	9.986E+05	9.988E+05	9.981E+05	9.974E+05	
TOTAL	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	9.997E+05	9.998E+05	9.992E+05	9.993E+05	9.994E+05	9.987E+05	9.981E+05	
k	1.4293	1.4008	1.3935	1.3922	1.3922	1.3928	1.3927	1.3928	1.3930	1.3930	

表A-2.3 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-3(MOX)

Case3(MOX) (Np,Am99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.759E+02	6.997E+02	6.389E+02	6.350E+02	6.445E+02	6.543E+02	6.622E+02	6.681E+02	6.714E+02	
U238	8.098E+05	8.152E+05	8.162E+05	8.160E+05	8.161E+05	8.173E+05	8.187E+05	8.203E+05	8.219E+05	8.229E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.612E+02	8.585E+02	8.979E+02	9.156E+02	9.254E+02	9.322E+02	9.377E+02	9.421E+02	
Pu238	3.011E+02	7.513E+02	1.451E+03	1.927E+03	2.191E+03	2.330E+03	2.404E+03	2.446E+03	2.472E+03	2.488E+03	
Pu239	1.267E+05	1.145E+05	1.112E+05	1.103E+05	1.102E+05	1.103E+05	1.106E+05	1.108E+05	1.110E+05	1.112E+05	
Pu240	4.903E+04	5.545E+04	5.809E+04	5.935E+04	6.003E+04	6.046E+04	6.077E+04	6.101E+04	6.121E+04	6.137E+04	
Pu241	4.705E+03	6.353E+03	6.992E+03	7.258E+03	7.378E+03	7.437E+03	7.478E+03	7.507E+03	7.530E+03	7.555E+03	
Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.252E+03	5.176E+03	5.194E+03	5.236E+03	5.280E+03	5.318E+03	5.351E+03	5.378E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.149E+03	3.504E+03	3.673E+03	3.768E+03	3.821E+03	3.855E+03	3.880E+03	3.892E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.157E+02	1.429E+02	1.557E+02	1.624E+02	1.660E+02	1.682E+02	1.697E+02	1.704E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.384E-03	1.709E-03	1.862E-03	1.942E-03	1.986E-03	2.012E-03	2.030E-03	2.039E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.823E+03	2.036E+03	2.135E+03	2.191E+03	2.227E+03	2.254E+03	2.274E+03	2.291E+03	
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00										
Cm244	0.000E+00										
Cm245	0.000E+00										
Cm246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	1.003E+06	1.006E+06	1.007E+06	1.009E+06	1.011E+06	1.013E+06	1.015E+06	1.017E+06	1.019E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.003E+06	1.006E+06	1.008E+06	1.009E+06	1.012E+06	1.014E+06	1.016E+06	1.018E+06	1.020E+06	
k	1.4293	1.3880	1.3777	1.3756	1.3758	1.3758	1.3763	1.3763	1.3763	1.3766	

A2-2

表A-2.4 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-4(MOX)

Case4(MOX) (Np,Am99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.764E+02	7.004E+02	6.398E+02	6.361E+02	6.459E+02	6.550E+02	6.639E+02	6.692E+02	6.748E+02	
U238	8.098E+05	8.158E+05	8.174E+05	8.178E+05	8.186E+05	8.204E+05	8.218E+05	8.239E+05	8.256E+05	8.279E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.616E+02	8.596E+02	8.999E+02	9.185E+02	9.286E+02	9.361E+02	9.420E+02	9.475E+02	
Pu238	3.011E+02	7.519E+02	1.452E+03	1.932E+03	2.198E+03	2.340E+03	2.416E+03	2.460E+03	2.488E+03	2.509E+03	
Pu239	1.267E+05	1.146E+05	1.113E+05	1.106E+05	1.106E+05	1.108E+05	1.110E+05	1.113E+05	1.116E+05	1.119E+05	
Pu240	4.903E+04	5.550E+04	5.819E+04	5.950E+04	6.023E+04	6.072E+04	6.106E+04	6.134E+04	6.157E+04	6.178E+04	
Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.003E+03	7.274E+03	7.400E+03	7.464E+03	7.516E+03	7.543E+03	7.575E+03	7.592E+03	
Pu242	6.700E+03	5.613E+03	5.262E+03	5.190E+03	5.211E+03	5.257E+03	5.306E+03	5.348E+03	5.385E+03	5.415E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.152E+03	3.511E+03	3.686E+03	3.786E+03	3.836E+03	3.880E+03	3.902E+03	3.932E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.158E+02	1.431E+02	1.562E+02	1.632E+02	1.667E+02	1.695E+02	1.707E+02	1.723E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.385E-03	1.712E-03	1.868E-03	1.952E-03	1.994E-03	2.025E-03	2.042E-03	2.061E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.824E+03	2.038E+03	2.139E+03	2.196E+03	2.234E+03	2.263E+03	2.286E+03	2.304E+03	
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00										
Cm244	0.000E+00										
Cm245	0.000E+00										
Cm246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	1.004E+06	1.007E+06	1.009E+06	1.012E+06	1.015E+06	1.017E+06	1.020E+06	1.022E+06	1.025E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.008E+06	1.010E+06	1.012E+06	1.015E+06	1.018E+06	1.021E+06	1.023E+06	1.026E+06	
k	1.4293	1.3880	1.3775	1.3758	1.3760	1.3760	1.3763	1.3763	1.3763	1.3766	

表A-2.5 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-5(MOX)

Case5(MOX) (Np,Am,Cm(50y)99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.759E+02	6.983E+02	6.391E+02	6.370E+02	6.466E+02	6.568E+02	6.642E+02	6.714E+02	6.755E+02	
U238	8.098E+05	8.152E+05	8.157E+05	8.157E+05	8.170E+05	8.186E+05	8.206E+05	8.221E+05	8.244E+05	8.262E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+01	7.616E+02	8.588E+02	8.994E+02	9.185E+02	9.297E+02	9.373E+02	9.439E+02	9.495E+02	
Pu238	3.011E+02	7.519E+01	1.453E+03	1.933E+03	2.205E+03	2.354E+03	2.436E+03	2.484E+03	2.517E+03	2.540E+03	
Pu239	1.267E+05	1.145E+05	1.111E+05	1.103E+05	1.105E+05	1.108E+05	1.111E+05	1.114E+05	1.116E+05		
Pu240	4.903E+04	5.568E+04	5.870E+04	6.028E+04	6.122E+04	6.186E+04	6.233E+04	6.268E+04	6.298E+04	6.323E+04	
Pu241	4.705E+03	6.353E+03	7.016E+03	7.306E+03	7.449E+03	7.538E+03	7.598E+03	7.647E+03	7.676E+03	7.709E+03	
Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.255E+03	5.190E+03	5.222E+03	5.281E+03	5.342E+03	5.397E+03	5.443E+03	5.482E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.151E+03	3.524E+03	3.720E+03	3.828E+03	3.896E+03	3.935E+03	3.976E+03	3.998E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.156E+02	1.433E+02	1.574E+02	1.649E+02	1.692E+02	1.717E+02	1.739E+02	1.753E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E+04	1.383E+03	1.715E+03	1.883E+03	1.972E+03	2.024E+03	2.054E+03	2.080E+03	2.097E+03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.825E+03	2.039E+03	2.141E+03	2.201E+03	2.244E+03	2.278E+03	2.305E+03	2.328E+03	
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00	1.599E+00	3.145E+00	3.901E+00	4.226E+00	4.391E+00	4.477E+00	4.545E+00	4.555E+00	4.596E+00	
Cm244	0.000E+00	4.046E+01	8.189E+01	9.960E+01	1.067E+02	1.103E+02	1.126E+02	1.145E+02	1.155E+02	1.168E+02	
Cm245	0.000E+00	3.547E+01	1.017E+02	1.410E+02	1.589E+02	1.674E+02	1.719E+02	1.754E+02	1.771E+02	1.792E+02	
Cm246	0.000E+00	1.620E+00	9.691E+00	2.225E+01	3.483E+01	4.558E+01	5.421E+01	6.103E+01	6.631E+01	7.043E+01	
Sum·Total	1.000E+06	1.003E+06	1.006E+06	1.008E+06	1.011E+06	1.014E+06	1.017E+06	1.020E+06	1.023E+06	1.025E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.006E+06	1.009E+06	1.012E+06	1.015E+06	1.018E+06	1.021E+06	1.024E+06	1.026E+06	
k	1.4293	1.3884	1.3788	1.3775	1.3776	1.3780	1.3783	1.3789	1.3788	1.3788	

表A-2.6 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-5A(MOX)

Case5A(MOX) (Np,Am,Cm(30y)99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.759E+02	7.000E+02	6.409E+02	6.367E+02	6.455E+02	6.565E+02	6.640E+02	6.701E+02	6.760E+02	
U238	8.098E+05	8.152E+05	8.163E+05	8.170E+05	8.176E+05	8.186E+05	8.206E+05	8.221E+05	8.238E+05	8.262E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.613E+02	8.593E+02	8.999E+02	9.183E+02	9.291E+02	9.365E+02	9.425E+02	9.483E+02	
Pu238	3.011E+02	7.521E+02	1.453E+03	1.934E+03	2.206E+03	2.351E+03	2.433E+03	2.481E+03	2.511E+03	2.536E+03	
Pu239	1.267E+05	1.145E+05	1.112E+05	1.105E+05	1.104E+05	1.105E+05	1.108E+05	1.111E+05	1.113E+05	1.116E+05	
Pu240	4.903E+04	5.563E+04	5.860E+04	6.017E+04	6.111E+04	6.173E+04	6.218E+04	6.252E+04	6.279E+04	6.304E+04	
Pu241	4.705E+03	6.353E+03	7.006E+03	7.293E+03	7.447E+03	7.536E+03	7.588E+03	7.636E+03	7.669E+03	7.689E+03	
Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.255E+03	5.187E+03	5.219E+03	5.277E+03	5.337E+03	5.390E+03	5.436E+03	5.472E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.155E+03	3.530E+03	3.714E+03	3.817E+03	3.889E+03	3.928E+03	3.960E+03	3.995E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.158E+02	1.437E+02	1.572E+02	1.643E+02	1.689E+02	1.714E+02	1.732E+02	1.751E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E+04	1.385E+03	1.720E+03	1.881E+03	1.966E+03	2.020E+03	2.050E+03	2.072E+03	2.095E+03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.823E+03	2.037E+03	2.139E+03	2.200E+03	2.242E+03	2.276E+03	2.303E+03	2.324E+03	
Cm242	0.000E+00	6.243E+21	9.904E+21	1.164E+20	1.247E+20	1.289E+20	1.311E+20	1.329E+20	1.338E+20	1.345E+20	
Cm243	0.000E+00	2.601E+00	5.170E+00	6.476E+00	7.102E+00	7.387E+00	7.508E+00	7.625E+00	7.676E+00	7.683E+00	
Cm244	0.000E+00	8.699E+01	1.804E+02	2.239E+02	2.433E+02	2.527E+02	2.575E+02	2.620E+02	2.650E+02	2.667E+02	
Cm245	0.000E+00	3.553E+01	1.071E+02	1.539E+02	1.776E+02	1.888E+02	1.942E+02	1.982E+02	2.009E+02	2.024E+02	
Cm246	0.000E+00	1.625E+00	1.035E+01	2.434E+01	3.510E+01	5.243E+01	6.296E+01	7.129E+01	7.782E+01	8.287E+01	
Sum·Total	1.000E+06	1.003E+06	1.007E+06	1.010E+06	1.012E+06	1.014E+06	1.017E+06	1.020E+06	1.022E+06	1.025E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.007E+06	1.010E+06	1.013E+06	1.015E+06	1.018E+06	1.021E+06	1.023E+06	1.026E+06	
k	1.4293	1.3884	1.3788	1.3776	1.3779	1.3782	1.3785	1.3790	1.3790	1.3789	

表A-2.7 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t） Case-5B(MOX)

Case5B(MOX) (Np,Am,Cm(100y)99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.030E+03	9.759E+02	7.000E+02	6.410E+02	6.380E+02	6.462E+02	6.560E+02	6.653E+02	6.710E+02	6.768E+02
	U238	8.098E+05	8.152E+05	8.163E+05	8.170E+05	8.182E+05	8.192E+05	8.205E+05	8.227E+05	8.243E+05	8.267E+05
	Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.616E+02	8.602E+02	9.019E+02	9.212E+02	9.320E+02	9.401E+02	9.465E+02	9.526E+02
	Pu238	3.011E+02	7.517E+02	1.452E+03	1.934E+03	2.209E+03	2.357E+03	2.438E+03	2.489E+03	2.521E+03	2.546E+03
	Pu239	1.267E+05	1.145E+05	1.112E+05	1.105E+05	1.105E+05	1.106E+05	1.108E+05	1.111E+05	1.114E+05	1.117E+05
	Pu240	4.903E+04	5.571E+04	5.877E+04	6.039E+04	6.138E+04	6.203E+04	6.248E+04	6.284E+04	6.312E+04	6.338E+04
	Pu241	4.705E+03	6.353E+03	7.012E+03	7.305E+03	7.459E+03	7.557E+03	7.618E+03	7.656E+03	7.694E+03	7.717E+03
	Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.256E+03	5.192E+03	5.225E+03	5.288E+03	5.351E+03	5.407E+03	5.454E+03	5.493E+03
	Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.157E+03	3.536E+03	3.730E+03	3.831E+03	3.896E+03	3.949E+03	3.978E+03	4.013E+03
	Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.158E+02	1.439E+02	1.579E+02	1.650E+02	1.691E+02	1.722E+02	1.741E+02	1.759E+02
	Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.386E-03	1.721E-03	1.889E-03	1.973E-03	2.023E-03	2.060E-03	2.082E-03	2.104E-03
	Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.823E+03	2.037E+03	2.141E+03	2.202E+03	2.247E+03	2.281E+03	2.309E+03	2.332E+03
	Cm242	0.000F+00	0.000E+00								
	Cm243	0.000E+00	4.740E-01	9.118E-01	1.120E+00	1.214E+00	1.265E+00	1.288E+00	1.296E+00	1.311E+00	1.310E+00
	Cm244	0.000E+00	5.969E+00	1.177E+01	1.411E+01	1.508E+01	1.563E+01	1.595E+01	1.613E+01	1.636E+01	1.645E+01
	Cm245	0.000E+00	3.533E+01	9.636E+01	1.299E+02	1.452E+02	1.530E+02	1.572E+02	1.593E+02	1.616E+02	1.626E+02
	Cm246	0.000E+00	1.609E+00	9.018E+00	2.009E+01	3.097E+01	4.023E+01	4.762E+01	5.334E+01	5.777E+01	6.118E+01
	Sum-Total	1.000E+06	1.003E+06	1.007E+06	1.010E+06	1.013E+06	1.015E+06	1.017E+06	1.020E+06	1.023E+06	1.026E+06
	TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.007E+06	1.010E+06	1.013E+06	1.016E+06	1.018E+06	1.021E+06	1.024E+06	1.027E+06
	k	1.4293	1.3883	1.3787	1.3773	1.3776	1.3780	1.3783	1.3784	1.3788	1.3787

表A-2.8 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t） Case-6(MOX)

Case6(MOX) (Np,Am,Cm(50y)99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.030E+03	9.764E+02	7.007E+02	6.405E+02	6.373E+02	6.466E+02	6.569E+02	6.655E+02	6.722E+02	6.786E+02
	U238	8.098E+05	8.158E+05	8.175E+05	8.182E+05	8.194E+05	8.210E+05	8.230E+05	8.252E+05	8.275E+05	8.305E+05
	Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.617E+02	8.604E+02	9.016E+02	9.210E+02	9.322E+02	9.404E+02	9.473E+02	9.541E+02
	Pu238	3.011E+02	7.526E+02	1.454E+03	1.938E+03	2.212E+03	2.362E+03	2.446E+03	2.497E+03	2.531E+03	2.559E+03
	Pu239	1.267E+05	1.146E+05	1.114E+05	1.107E+05	1.107E+05	1.109E+05	1.112E+05	1.115E+05	1.118E+05	1.122E+05
	Pu240	4.903E+04	5.572E+04	5.880E+04	6.045E+04	6.145E+04	6.212E+04	6.261E+04	6.299E+04	6.331E+04	6.361E+04
	Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.021E+03	7.323E+03	7.479E+03	7.573E+03	7.636E+03	7.683E+03	7.719E+03	7.744E+03
	Pu242	6.700E+03	5.613E+03	5.265E+03	5.204E+03	5.241E+03	5.305E+03	5.370E+03	5.428E+03	5.477E+03	5.518E+03
	Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.159E+03	3.534E+03	3.728E+03	3.838E+03	3.907E+03	3.956E+03	3.994E+03	4.034E+03
	Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.159E+02	1.438E+02	1.577E+02	1.652E+02	1.696E+02	1.726E+02	1.748E+02	1.770E+02
	Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.386E-03	1.720E-03	1.886E-03	1.976E-03	2.029E-03	2.064E-03	2.091E-03	2.117E-03
	Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.824E+03	2.040E+03	2.145E+03	2.207E+03	2.252E+03	2.288E+03	2.316E+03	2.340E+03
	Cm242	0.000E+00									
	Cm243	0.000E+00	1.599E+00	3.129E+00	3.900E+00	4.243E+00	4.469E+00	4.497E+00	4.548E+00	4.580E+00	4.583E+00
	Cm244	0.000E+00	4.046E+01	8.152E+01	9.945E+01	1.070E+02	1.107E+02	1.131E+02	1.147E+02	1.160E+02	1.167E+02
	Cm245	0.000E+00	3.547E-01	1.010E+02	1.406E+02	1.591E+02	1.679E+02	1.727E+02	1.757E+02	1.779E+02	1.790E+02
	Cm246	0.000E+00	1.620E+00	9.606E+00	2.209E+01	3.472E+01	4.556E+01	5.428E+01	6.113E+01	6.645E+01	7.055E+01
	Sum-Total	1.000E+06	1.004E+06	1.008E+06	1.011E+06	1.014E+06	1.017E+06	1.021E+06	1.024E+06	1.027E+06	1.031E+06
	TOTAL	1.000E+06	1.005E+06	1.009E+06	1.012E+06	1.015E+06	1.018E+06	1.021E+06	1.024E+06	1.028E+06	1.032E+06
	k	1.4293	1.3884	1.3789	1.3777	1.3779	1.3783	1.3787	1.3788	1.3789	1.3788

表A-2.9 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-6A(MOX)

Case6A(MOX) (Np,Am,Cm(30y)99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.764E+02	7.007E+02	6.417E+02	6.389E+02	6.486E+02	6.581E+02	6.676E+02	6.737E+02	6.788E+02	
U238	8.098E+05	8.158E+05	8.175E+05	8.189E+05	8.207E+05	8.229E+05	8.249E+05	8.277E+05	8.300E+05	8.324E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.617E+02	8.604E+02	9.023E+02	9.224E+02	9.339E+02	9.427E+02	9.498E+02	9.561E+02	
Pu238	3.011E+02	7.527E+02	1.454E+03	1.938E+03	2.214E+03	2.366E+03	2.450E+03	2.503E+03	2.538E+03	2.564E+03	
Pu239	1.267E+05	1.146E+05	1.114E+05	1.107E+05	1.108E+05	1.111E+05	1.114E+05	1.118E+05	1.122E+05	1.125E+05	
Pu240	4.903E+04	5.568E+04	5.870E+04	6.032E+04	6.133E+04	6.203E+04	6.254E+04	6.295E+04	6.329E+04	6.358E+04	
Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.017E+03	7.309E+03	7.463E+03	7.558E+03	7.630E+03	7.673E+03	7.717E+03	7.751E+03	
Pu242	6.700E+03	5.613E+03	5.265E+03	5.201E+03	5.235E+03	5.298E+03	5.364E+03	5.422E+03	5.473E+03	5.516E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.157E+03	3.538E+03	3.734E+03	3.847E+03	3.912E+03	3.969E+03	4.003E+03	4.035E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.159E+02	1.440E+02	1.581E+02	1.658E+02	1.700E+02	1.733E+02	1.754E+02	1.771E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.386E-03	1.723E-03	1.892E-03	1.983E-03	2.034E-03	2.073E-03	2.098E-03	2.118E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.824E+03	2.039E+03	2.143E+03	2.205E+03	2.249E+03	2.285E+03	2.314E+03	2.338E+03	
Cm242	0.000E+00	6.243E-21	9.906E-21	1.165E-20	1.249E-20	1.292E-20	1.319E-20	1.334E-20	1.348E-20	1.357E-20	
Cm243	0.000E+00	2.601E+00	5.168E+00	6.474E+00	7.076E+00	7.366E+00	7.548E+00	7.607E+00	7.696E+00	7.734E+00	
Cm244	0.000E+00	8.699E+01	1.803E+02	2.238E+02	2.426E+02	2.518E+02	2.580E+02	2.613E+02	2.650E+02	2.675E+02	
Cm245	0.000E+00	3.553E+01	1.070E+02	1.538E+02	1.769E+02	1.879E+02	1.942E+02	1.975E+02	2.005E+02	2.027E+02	
Cm246	0.000E+00	1.625E+00	1.034E+01	2.449E+01	3.923E+01	5.212E+01	6.266E+01	7.096E+01	7.748E+01	8.260E+01	
Sum-Total	1.000E+06	1.004E+06	1.008E+06	1.012E+06	1.016E+06	1.020E+06	1.023E+06	1.027E+06	1.030E+06	1.033E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.005E+06	1.009E+06	1.013E+06	1.016E+06	1.020E+06	1.024E+06	1.027E+06	1.031E+06	1.034E+06	
k	1.4293	1.3884	1.3789	1.3774	1.3777	1.3782	1.3756	1.3787	1.3792	1.3'91	

表A-2.10 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-6B(MOX)

Case6B(MOX) (Np,Am,Cm(100y)99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.764E+02	7.007E+02	6.418E+02	6.391E+02	6.477E+02	6.578E+02	6.676E+02	6.738E+02	6.789E+02	
U238	8.098E+05	8.158E+05	8.175E+05	8.188E+05	8.206E+05	8.222E+05	8.242E+05	8.270E+05	8.293E+05	8.317E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.620E+02	8.613E+02	9.038E+02	9.240E+02	9.358E+02	9.448E+02	9.522E+02	9.587E+02	
Pu238	3.011E+02	7.524E+02	1.454E+03	1.939E+03	2.216E+03	2.368E+03	2.453E+03	2.507E+03	2.542E+03	2.568E+03	
Pu239	1.267E+05	1.146E+05	1.114E+05	1.107E+05	1.108E+05	1.111E+05	1.114E+05	1.117E+05	1.121E+05	1.124E+05	
Pu240	4.903E+04	5.576E+04	5.887E+04	6.054E+04	6.158E+04	6.228E+04	6.279E+04	6.320E+04	6.354E+04	6.384E+04	
Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.023E+03	7.322E+03	7.480E+03	7.584E+03	7.651E+03	7.693E+03	7.737E+03	7.771E+03	
Pu242	6.700E+03	5.613E+03	5.266E+03	5.205E+03	5.243E+03	5.309E+03	5.377E+03	5.437E+03	5.489E+03	5.533E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.160E+03	3.543E+03	3.742E+03	3.849E+03	3.920E+03	3.978E+03	4.013E+03	4.044E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.159E+02	1.442E+02	1.584E+02	1.658E+02	1.702E+02	1.736E+02	1.757E+02	1.774E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.387E-03	1.724E-03	1.895E-03	1.983E-03	2.036E-03	2.077E-03	2.102E-03	2.123E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.824E+03	2.039E+03	2.144E+03	2.208E+03	2.254E+03	2.290E+03	2.320E+03	2.345E+03	
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00	4.740E-01	9.114E-01	1.120E+00	1.214E+00	1.265E+00	1.288E+00	1.297E+00	1.312E+00	1.318E+00	
Cm244	0.000E+00	5.969E+00	1.177E+01	1.410E+01	1.508E+01	1.563E+01	1.595E+01	1.613E+01	1.637E+01	1.651E+01	
Cm245	0.000E+00	3.533E+01	9.628E+01	1.298E+02	1.451E+02	1.529E+02	1.570E+02	1.591E+02	1.614E+02	1.630E+02	
Cm246	0.000E+00	1.609E+00	9.007E+00	2.006E+01	3.091E+01	4.014E+01	4.752E+01	5.322E+01	5.765E+01	6.110E+01	
Sum-Total	1.000E+06	1.004E+06	1.008E+06	1.012E+06	1.016E+06	1.019E+06	1.022E+06	1.026E+06	1.029E+06	1.032E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.005E+06	1.009E+06	1.013E+06	1.016E+06	1.020E+06	1.023E+06	1.027E+06	1.030E+06	1.033E+06	
k	1.4293	1.3884	1.3788	1.3772	1.3775	1.3783	1.3786	1.3784	1.3788	1.3788	

表A-2.11 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-7(MOX)

Case7(MOX) (Np,Am,Pu(50y)99.9%) (U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.759E+02	6.998E+02	6.393E+02	6.368E+02	6.449E+02	6.556E+02	6.629E+02	6.688E+02	6.733E+02	
U238	8.098E+05	8.152E+05	8.163E+05	8.162E+05	8.172E+05	8.181E+05	8.198E+05	8.211E+05	8.226E+05	8.241E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.612E+02	8.588E+02	8.991E+02	9.173E+02	9.277E+02	9.347E+02	9.403E+02	9.451E+02	
Pu238	3.011E+02	7.519E+02	1.453E+03	1.933E+03	2.205E+03	2.350E+03	2.431E+03	2.477E+03	2.506E+03	2.527E+03	
Pu239	1.267E+05	1.145E+05	1.112E+05	1.104E+05	1.104E+05	1.105E+05	1.107E+05	1.109E+05	1.111E+05	1.114E+05	
Pu240	4.903E+04	5.568E+04	5.868E+04	6.025E+04	6.117E+04	6.178E+04	6.221E+04	6.253E+04	6.279E+04	6.300E+04	
Pu241	4.705E+03	6.353E+03	7.010E+03	7.305E+03	7.448E+03	7.540E+03	7.592E+03	7.638E+03	7.669E+03	7.693E+03	
Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.256E+03	5.190E+03	5.221E+03	5.280E+03	5.339E+03	5.392E+03	5.436E+03	5.472E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.155E+03	3.524E+03	3.718E+03	3.816E+03	3.885E+03	3.922E+03	3.952E+03	3.976E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.158E+02	1.434E+02	1.573E+02	1.643E+02	1.686E+02	1.711E+02	1.728E+02	1.741E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.385E-03	1.716E-03	1.882E-03	1.965E-03	2.017E-03	2.046E-03	2.066E-03	2.083E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.823E+03	2.038E+03	2.140E+03	2.201E+03	2.244E+03	2.277E+03	2.303E+03	2.325E+03	
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00										
Cm244	0.000E+00										
Cm245	0.000E+00										
Cm246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	1.003E+06	1.006E+06	1.008E+06	1.011E+06	1.013E+06	1.016E+06	1.018E+06	1.020E+06	1.022E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.007E+06	1.009E+06	1.012E+06	1.014E+06	1.017E+06	1.019E+06	1.021E+06	1.023E+06	
k	1.4293	1.3880	1.3778	1.3762	1.3763	1.3766	1.3767	1.3769	1.3770	1.3773	

表A-2.12 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-8(MOX)

Case8(MOX) (Np,Am,Pu(50y)99.9%) (U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.764E+02	6.988E+02	6.395E+02	6.363E+02	6.467E+02	6.573E+02	6.661E+02	6.729E+02	6.783E+02	
U238	8.098E+05	8.158E+05	8.168E+05	8.174E+05	8.184E+05	8.205E+05	8.229E+05	8.255E+05	8.282E+05	8.310E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.619E+02	8.595E+02	9.000E+02	9.191E+02	9.306E+02	9.391E+02	9.464E+02	9.531E+02	
Pu238	3.011E+02	7.526E+02	1.455E+03	1.936E+03	2.209E+03	2.358E+03	2.443E+03	2.495E+03	2.530E+03	2.557E+03	
Pu239	1.267E+05	1.146E+05	1.113E+05	1.105E+05	1.105E+05	1.108E+05	1.112E+05	1.115E+05	1.119E+05	1.123E+05	
Pu240	4.903E+04	5.572E+04	5.878E+04	6.038E+04	6.134E+04	6.199E+04	6.247E+04	6.286E+04	6.319E+04	6.349E+04	
Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.027E+03	7.322E+03	7.473E+03	7.558E+03	7.619E+03	7.665E+03	7.702E+03	7.734E+03	
Pu242	6.700E+03	5.613E+03	5.265E+03	5.203E+03	5.239E+03	5.300E+03	5.362E+03	5.418E+03	5.466E+03	5.508E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.153E+03	3.529E+03	3.720E+03	3.834E+03	3.905E+03	3.955E+03	3.994E+03	4.027E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.157E+02	1.435E+02	1.573E+02	1.650E+02	1.696E+02	1.726E+02	1.749E+02	1.767E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.384E-03	1.717E-03	1.822E-03	1.974E-03	2.029E-03	2.065E-03	2.092E-03	2.114E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.826E+03	2.041E+03	2.145E+03	2.207E+03	2.250E+03	2.285E+03	2.313E+03	2.336E+03	
Cm242	0.000E+00										
Cm243	0.000E+00										
Cm244	0.000E+00										
Cm245	0.000E+00										
Cm246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	1.004E+06	1.007E+06	1.010E+06	1.013E+06	1.016E+06	1.020E+06	1.023E+06	1.027E+06	1.031E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.008E+06	1.011E+06	1.013E+06	1.017E+06	1.021E+06	1.024E+06	1.028E+06	1.032E+06	
k	1.4293	1.3881	1.3780	1.3760	1.3762	1.3765	1.3770	1.3769	1.3770	1.3771	

表A-2.13 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-9(MOX)

Case9(MOX) (Np,Am,Cm99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.759E+02	6.983E+02	6.403E+02	6.363E+02	6.451E+02	6.549E+02	6.629E+02	6.702E+02	6.742E+02	
U238	8.098E+05	8.152E+05	8.157E+05	8.165E+05	8.171E+05	8.181E+05	8.195E+05	8.211E+05	8.235E+05	8.253E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.614E+02	8.585E+02	8.987E+02	9.168E+02	9.267E+02	9.337E+02	9.400E+02	9.454E+02	
Pu238	3.011E+02	7.513E+02	1.452E+03	1.929E+03	2.196E+03	2.337E+03	2.413E+03	2.457E+03	2.488E+03	2.509E+03	
Pu239	1.267E+05	1.145E+05	1.111E+05	1.104E+05	1.103E+05	1.105E+05	1.107E+05	1.109E+05	1.112E+05	1.115E+05	
Pu240	4.903E+04	5.545E+04	5.813E+04	5.946E+04	6.025E+04	6.077E+04	6.114E+04	6.143E+04	6.167E+04	6.189E+04	
Pu241	4.705E+03	6.353E+03	7.000E+03	7.258E+03	7.392E+03	7.467E+03	7.516E+03	7.551E+03	7.573E+03	7.602E+03	
Pu242	6.700E+03	5.608E+03	5.252E+03	5.177E+03	5.198E+03	5.245E+03	5.295E+03	5.340E+03	5.377E+03	5.408E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.145E+03	3.515E+03	3.689E+03	3.784E+03	3.841E+03	3.880E+03	3.918E+03	3.937E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.155E+02	1.432E+02	1.564E+02	1.630E+02	1.668E+02	1.692E+02	1.714E+02	1.726E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.382E-03	1.714E-03	1.871E-03	1.950E-03	1.996E-03	2.024E-03	2.050E-03	2.065E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.824E+03	2.036E+03	2.136E+03	2.192E+03	2.230E+03	2.259E+03	2.282E+03	2.301E+03	
Cm242	0.000E+00	1.018E+00	1.615E+00	1.891E+00	2.022E+00	2.084E+00	2.118E+00	2.140E+00	2.153E+00	2.168E+00	
Cm243	0.000E+00	5.395E+00	1.123E+01	1.441E+01	1.599E+01	1.672E+01	1.708E+01	1.729E+01	1.737E+01	1.750E+01	
Cm244	0.000E+00	2.743E+02	6.351E+02	8.620E+02	9.854E+02	1.050E+03	1.086E+03	1.108E+03	1.122E+03	1.134E+03	
Cm245	0.000E+00	3.561E+01	1.315E+02	2.162E+02	2.702E+02	3.004E+02	3.170E+02	3.266E+02	3.324E+02	3.365E+02	
Cm246	0.000E+00	1.632E+00	1.332E+01	3.536E+01	6.143E+01	8.634E+01	1.078E+02	1.253E+02	1.392E+02	1.502E+02	
Sum-Total	1.000E+06	1.003E+06	1.006E+06	1.009E+06	1.011E+06	1.014E+06	1.016E+06	1.018E+06	1.021E+06	1.024E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.004E+06	1.006E+06	1.010E+06	1.012E+06	1.014E+06	1.017E+06	1.019E+06	1.022E+06	1.025E+06	
k	1.4293	1.3884	1.3790	1.3779	1.3784	1.3793	1.3796	1.3798	1.3797	1.3800	

表A-2.14 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移 (単位g、1サイクル:15万MWD/t) Case-10(MOX)

Case10(MOX) (Np,Am,Cm99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.030E+03	9.764E+02	7.007E+02	6.405E+02	6.372E+02	6.465E+02	6.578E+02	6.668E+02	6.727E+02	6.776E+02	
U238	8.098E+05	8.158E+05	8.175E+05	8.183E+05	8.195E+05	8.212E+05	8.239E+05	8.267E+05	8.290E+05	8.315E+05	
Np237	0.000E+00	5.247E+02	7.616E+02	8.598E+02	9.007E+02	9.196E+02	9.310E+02	9.397E+02	9.467E+02	9.529E+02	
Pu238	3.011E+02	7.519E+02	1.453E+03	1.933E+03	2.203E+03	2.348E+03	2.429E+03	2.480E+03	2.512E+03	2.536E+03	
Pu239	1.267E+05	1.146E+05	1.114E+05	1.107E+05	1.107E+05	1.109E+05	1.113E+05	1.117E+05	1.120E+05	1.124E+05	
Pu240	4.903E+04	5.550E+04	5.823E+04	5.963E+04	6.046E+04	6.103E+04	6.147E+04	6.183E+04	6.214E+04	6.241E+04	
Pu241	4.705E+03	6.359E+03	7.004E+03	7.281E+03	7.415E+03	7.495E+03	7.543E+03	7.584E+03	7.624E+03	7.655E+03	
Pu242	6.700E+03	5.613E+03	5.262E+03	5.191E+03	5.216E+03	5.267E+03	5.321E+03	5.369E+03	5.413E+03	5.450E+03	
Am241	7.528E+02	2.364E+03	3.153E+03	3.518E+03	3.701E+03	3.802E+03	3.873E+03	3.921E+03	3.951E+03	3.980E+03	
Am242m	0.000E+00	6.165E+01	1.158E+02	1.434E+02	1.568E+02	1.638E+02	1.683E+02	1.713E+02	1.731E+02	1.747E+02	
Am242	0.000E+00	7.375E-04	1.385E-03	1.715E-03	1.876E-03	1.960E-03	2.014E-03	2.049E-03	2.071E-03	2.089E-03	
Am243	0.000E+00	1.305E+03	1.823E+03	2.038E+03	2.139E+03	2.198E+03	2.238E+03	2.268E+03	2.293E+03	2.314E+03	
Cm242	0.000E+00	1.018E+00	1.613E+00	1.896E+00	2.025E+00	2.090E+00	2.125E+00	2.150E+00	2.170E+00	2.183E+00	
Cm243	0.000E+00	5.395E+00	1.118E+01	1.445E+01	1.599E+01	1.673E+01	1.707E+01	1.729E+01	1.747E+01	1.757E+01	
Cm244	0.000E+00	2.743E+02	6.329E+02	8.625E+02	9.859E+02	1.051E+03	1.086E+03	1.109E+03	1.125E+03	1.137E+03	
Cm245	0.000E+00	3.561E+01	1.309E+02	2.161E+02	2.702E+02	3.006E+02	3.170E+02	3.265E+02	3.328E+02	3.373E+02	
Cm246	0.000E+00	1.632E+00	1.321E+01	3.528E+01	6.131E+01	8.619E+01	1.075E+02	1.250E+02	1.390E+02	1.500E+02	
Sum-Total	1.000E+06	1.004E+06	1.008E+06	1.011E+06	1.014E+06	1.017E+06	1.021E+06	1.025E+06	1.028E+06	1.032E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.005E+06	1.009E+06	1.012E+06	1.015E+06	1.018E+06	1.022E+06	1.026E+06	1.029E+06	1.033E+06	
k	1.4293	1.3884	1.3791	1.3782	1.3787	1.3792	1.3796	1.3798	1.3799	1.3802	

表A-2.15 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t） Case-1(MN)

Case1(MN) (Np99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.099E+03	7.028E+02	6.004E+02	5.776E+02	5.750E+02	5.768E+02	5.791E+02	5.808E+02	5.823E+02
U238	8.094E+05	8.144E+05	8.134E+05	8.121E+05	8.115E+05	8.111E+05	8.110E+05	8.110E+05	8.110E+05	8.111E+05	8.111E+05
NP237	0.000E+00	5.560E+02	7.922E+02	8.831E+02	9.163E+02	9.279E+02	9.318E+02	9.333E+02	9.339E+02	9.344E+02	9.344E+02
PU238	0.000E+00	1.232E+03	1.293E+03	1.330E+03	1.374E+03	1.406E+03	1.426E+03	1.437E+03	1.443E+03	1.447E+03	1.447E+03
PU239	1.091E+05	1.138E+05	1.149E+05	1.150E+05	1.151E+05						
PU240	4.515E+04	4.946E+04	5.264E+04	5.465E+04	5.587E+04	5.660E+04	5.705E+04	5.732E+04	5.748E+04	5.759E+04	5.759E+04
PU241	2.634E+04	8.798E+03	6.707E+03	6.691E+03	6.844E+03	6.957E+03	7.028E+03	7.072E+03	7.099E+03	7.114E+03	7.114E+03
PU242	7.526E+03	8.480E+03	7.482E+03	6.659E+03	6.137E+03	5.820E+03	5.630E+03	5.516E+03	5.447E+03	5.406E+03	5.406E+03
AM241	0.000E+00										
AM242M	0.000E+00										
AM242	0.000E+00										
AM243	0.000E+00										
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00										
CM244	0.000E+00										
CM245	0.000E+00										
CM246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	9.978E+05	9.979E+05	9.979E+05	9.983E+05	9.985E+05	9.987E+05	9.990E+05	9.991E+05	9.993E+05	9.993E+05
TOTAL	1.000E+06	9.982E+05	9.984E+05	9.986E+05	9.989E+05	9.992E+05	9.994E+05	9.997E+05	9.998E+05	1.000E+06	
k	1.5161	1.4433	1.4358	1.4363	1.4377	1.4385	1.4389	1.4391	1.4393	1.4393	

表A-2.16 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t） Case-2(MN)

Case2(MN) (Np99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.099E+03	7.036E+02	6.012E+02	5.784E+02	5.761E+02	5.782E+02	5.806E+02	5.827E+02	5.844E+02
U238	8.094E+05	8.150E+05	8.146E+05	8.138E+05	8.140E+05	8.145E+05	8.150E+05	8.155E+05	8.161E+05	8.161E+05	
NP237	0.000E+00	5.560E+02	7.926E+02	8.842E+02	9.181E+02	9.305E+02	9.353E+02	9.374E+02	9.388E+02	9.400E+02	
PU238	0.000E+00	1.233E+03	1.295E+03	1.333E+03	1.378E+03	1.412E+03	1.432E+03	1.444E+03	1.452E+03	1.457E+03	
PU239	1.091E+05	1.139E+05	1.150E+05	1.153E+05	1.154E+05	1.155E+05	1.156E+05	1.156E+05	1.157E+05	1.158E+05	
PU240	4.515E+04	4.950E+04	5.273E+04	5.478E+04	5.605E+04	5.683E+04	5.732E+04	5.764E+04	5.784E+04	5.799E+04	
PU241	2.634E+04	8.806E+03	6.718E+03	6.706E+03	6.865E+03	6.982E+03	7.057E+03	7.107E+03	7.137E+03	7.158E+03	
PU242	7.526E+03	8.488E+03	7.496E+03	6.677E+03	6.159E+03	5.846E+03	5.659E+03	5.547E+03	5.481E+03	5.443E+03	
AM241	0.000E+00										
AM242M	0.000E+00										
AM242	0.000E+00										
AM243	0.000E+00										
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00										
CM244	0.000E+00										
CM245	0.000E+00										
CM246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	9.986E+05	9.993E+05	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.005E+06
TOTAL	1.000E+06	9.990E+05	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.005E+06	1.006E+06	1.006E+06
k	1.5161	1.4433	1.4355	1.4364	1.4376	1.4384	1.4389	1.4389	1.4391	1.4393	1.4393

表A-2.17 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-3(MN)

Case3(MN) (Np,Am99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.094E+03	6.980E+02	6.024E+02	5.872E+02	5.907E+02	5.967E+02	6.015E+02	6.050E+02	6.075E+02
	U238	8.094E+05	8.128E+05	8.104E+05	8.078E+05	8.057E+05	8.042E+05	8.030E+05	8.017E+05	8.007E+05	7.996E+05
	NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.093E+02	9.038E+02	9.366E+02	9.475E+02	9.511E+02	9.522E+02	9.524E+02	9.524E+02
	PU238	0.000E+00	1.231E+03	2.233E+03	2.497E+03	2.563E+03	2.597E+03	2.625E+03	2.645E+03	2.659E+03	2.666E+03
	PU239	1.091E+05	1.119E+05	1.124E+05	1.125E+05	1.123E+05	1.122E+05	1.121E+05	1.119E+05	1.118E+05	1.116E+05
	PU240	4.515E+04	4.929E+04	5.227E+04	5.413E+04	5.523E+04	5.585E+04	5.619E+04	5.635E+04	5.642E+04	5.643E+04
	PU241	2.634E+04	8.790E+03	6.671E+03	6.634E+03	6.772E+03	6.872E+03	6.931E+03	6.964E+03	6.980E+03	6.986E+03
	PU242	7.526E+03	8.480E+03	7.780E+03	7.127E+03	6.699E+03	6.441E+03	6.290E+03	6.202E+03	6.150E+03	6.119E+03
	AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.557E+03	3.354E+03	3.336E+03	3.371E+03	3.405E+03	3.426E+03	3.438E+03	3.443E+03
	AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.548E-02	3.413E-02	3.301E-02	3.298E-02	3.329E-02	3.357E-02	3.375E-02	3.384E-02
	AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.244E-07	4.082E-07	3.948E-07	3.945E-07	3.982E-07	4.016E-07	4.037E-07	4.048E-07
	AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.193E+03	1.149E+03	1.077E+03	1.023E+03	9.892E+02	9.685E+02	9.563E+02	9.491E+02
	CM242	0.000E+00									
	CM243	0.000E+00									
	CM244	0.000E+00									
	CM245	0.000E+00									
	CM246	0.000E+00									
	Sum-Total	1.000E+06	9.990E+05	9.980E+05	9.967E+05	9.952E+05	9.941E+05	9.931E+05	9.917E+05	9.907E+05	9.894E+05
	TOTAL	1.000E+06	9.994E+05	9.986E+05	9.973E+05	9.960E+05	9.949E+05	9.939E+05	9.927E+05	9.915E+05	9.904E+05
	k	1.5161	1.4172	1.4093	1.4117	1.4132	1.4142	1.4149	1.4150	1.4153	1.4152

表A-2.18 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-4(MN)

Case4(MN) (Np,Am99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.095E+03	6.988E+02	6.035E+02	5.883E+02	5.921E+02	5.982E+02	6.035E+02	6.075E+02	6.105E+02
	U238	8.094E+05	8.135E+05	8.116E+05	8.097E+05	8.083E+05	8.073E+05	8.066E+05	8.059E+05	8.054E+05	8.051E+05
	NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.097E+02	9.050E+02	9.387E+02	9.506E+02	9.550E+02	9.569E+02	9.580E+02	9.589E+02
	PU238	0.000E+00	1.232E+03	2.236E+03	2.503E+03	2.573E+03	2.610E+03	2.641E+03	2.664E+03	2.681E+03	2.692E+03
	PU239	1.091E+05	1.120E+05	1.126E+05	1.127E+05	1.127E+05	1.126E+05	1.125E+05	1.125E+05	1.124E+05	1.124E+05
	PU240	4.515E+04	4.934E+04	5.236E+04	5.427E+04	5.541E+04	5.608E+04	5.647E+04	5.668E+04	5.679E+04	5.685E+04
	PU241	2.634E+04	8.797E+03	6.682E+03	6.648E+03	6.792E+03	6.897E+03	6.962E+03	6.999E+03	7.019E+03	7.029E+03
	PU242	7.526E+03	8.487E+03	7.795E+03	7.147E+03	6.724E+03	6.471E+03	6.323E+03	6.240E+03	6.192E+03	6.165E+03
	AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.561E+03	3.363E+03	3.347E+03	3.387E+03	3.424E+03	3.451E+03	3.467E+03	3.478E+03
	AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.550E-02	3.421E-02	3.313E-02	3.314E-02	3.349E-02	3.382E-02	3.406E-02	3.422E-02
	AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.246E-07	4.092E-07	3.963E-07	3.964E-07	4.006E-07	4.046E-07	4.074E-07	4.093E-07
	AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.194E+03	1.151E+03	1.080E+03	1.027E+03	9.934E+02	9.734E+02	9.619E+02	9.553E+02
	CM242	0.000E+00									
	CM243	0.000E+00									
	CM244	0.000E+00									
	CM245	0.000E+00									
	CM246	0.000E+00									
	Sum-Total	1.000E+06	9.999E+05	9.995E+05	9.990E+05	9.985E+05	9.979E+05	9.975E+05	9.970E+05	9.965E+05	9.962E+05
	TOTAL	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	9.997E+05	9.992E+05	9.988E+05	9.983E+05	9.979E+05	9.974E+05	9.971E+05
	k	1.5161	1.4173	1.4095	1.4115	1.4133	1.4141	1.4145	1.4151	1.4151	1.4153

表A-2.19 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-5(MN)

Case5(MN) (Np,Am,Cm(50y)99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.094E+03	6.982E+02	6.037E+02	1.930E-17	5.933E+02	6.007E+02	6.061E+02	6.104E+02	6.133E+02
	U238	8.094E+05	8.128E+05	8.104E+05	8.083E+05	8.247E-21	8.060E+05	8.058E+05	8.054E+05	8.050E+05	8.046E+05
	NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.096E+02	9.051E+02	0.000E+00	9.523E+02	9.577E+02	9.602E+02	9.618E+02	9.630E+02
	PU238	0.000E+00	1.232E+03	2.237E+03	2.510E+03	4.513E-06	2.642E+03	2.698E+03	2.725E+03	2.736E+03	2.744E+03
	PU239	1.091E+05	1.119E+05	1.125E+05	1.126E+05	8.600E-07	1.125E+05	1.125E+05	1.125E+05	1.124E+05	1.124E+05
	PU240	4.515E+04	4.976E+04	5.343E+04	5.578E+04	5.823E-05	5.710E+04	5.778E+04	5.823E+04	5.849E+04	5.862E+04
	PU241	2.634E+04	8.790E+03	6.708E+03	6.727E+03	1.867E-08	7.580E+03	7.117E+03	7.111E+03	7.145E+03	7.169E+03
	PU242	7.526E+03	8.480E+03	7.788E+03	7.157E+03	5.909E-09	6.532E+03	6.449E+03	6.365E+03	6.314E+03	6.288E+03
	AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.570E+03	3.397E+03	7.160E-16	3.464E+03	3.545E+03	3.543E+03	3.554E+03	3.565E+03
	AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.552E-02	3.441E-02	0.000E+00	3.383E-02	3.471E-02	3.496E-02	3.503E-02	3.513E-02
	AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.249E-07	4.116E-07	0.000E+00	4.047E-07	4.152E-07	4.182E-07	4.190E-07	4.202E-07
	AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.193E+03	1.151E+03	1.667E-16	1.035E+03	1.009E+03	9.925E+02	9.813E+02	9.747E+02
	CM242	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.867E+00	7.771E-06	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	CM243	0.000E+00	5.035E+00	7.402E+00	6.885E+00	2.275E+01	0.000E+00	6.651E+00	6.939E+00	6.953E+00	6.981E+00
	CM244	0.000E+00	8.181E+01	1.518E+02	1.602E+02	9.762E+02	0.000E+00	1.296E+02	1.354E+02	1.340E+02	1.329E+02
	CM245	0.000E+00	4.529E+01	1.232E+02	1.522E+02	1.469E+02	0.000E+00	1.094E+02	1.293E+02	1.327E+02	1.325E+02
	CM246	0.000E+00	1.159E+00	6.802E+00	1.466E+01	2.588E+01	6.070E-05	2.983E+02	2.288E+02	1.729E+02	1.330E+02
	Sum-Total	1.000E+06	9.996E+05	9.996E+05	9.995E+05	1.174E+03	9.984E+05	9.990E+05	9.989E+05	9.986E+05	9.983E+05
	TOTAL	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.177E+03	1.001E+06	1.000E+06	9.999E+05	9.997E+05	9.994E+05
	k	1.5161	1.4178	1.4112	1.4138	2.3627	1.4175	1.4165	1.4170	1.4171	1.4174

表A-2.20 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-5A(MN)

Case5A(MN) (Np,Am,Cm(30y)99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.094E+03	6.982E+02	6.036E+02	5.892E+02	5.932E+02	5.996E+02	6.053E+02	6.098E+02	6.127E+02
	U238	8.094E+05	8.128E+05	8.104E+05	8.083E+05	8.069E+05	8.061E+05	8.054E+05	8.048E+05	8.045E+05	8.042E+05
	NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.094E+02	9.047E+02	9.389E+02	9.514E+02	9.564E+02	9.588E+02	9.605E+02	9.617E+02
	PU238	0.000E+00	1.232E+03	2.237E+03	2.509E+03	2.590E+03	2.639E+03	2.679E+03	2.709E+03	2.730E+03	2.743E+03
	PU239	1.091E+05	1.119E+05	1.125E+05	1.126E+05	1.125E+05	1.125E+05	1.124E+05	1.124E+05	1.124E+05	1.123E+05
	PU240	4.515E+04	4.966E+04	5.325E+04	5.557E+04	5.695E+04	5.772E+04	5.814E+04	5.836E+04	5.848E+04	5.853E+04
	PU241	2.634E+04	8.790E+03	6.702E+03	6.714E+03	6.894E+03	7.022E+03	7.098E+03	7.139E+03	7.160E+03	7.172E+03
	PU242	7.526E+03	8.480E+03	7.787E+03	7.153E+03	6.752E+03	6.522E+03	6.396E+03	6.328E+03	6.292E+03	6.274E+03
	AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.568E+03	3.392E+03	3.401E+03	3.456E+03	3.504E+03	3.536E+03	3.557E+03	3.567E+03
	AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.552E-02	3.438E-02	3.353E-02	3.376E-02	3.425E-02	3.468E-02	3.498E-02	3.514E-02
	AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.249E-07	4.112E-07	4.011E-07	4.038E-07	4.097E-07	4.148E-07	4.184E-07	4.204E-07
	AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.193E+03	1.151E+03	1.083E+03	1.033E+03	1.003E+03	9.860E+02	9.767E+02	9.718E+02
	CM242	0.000E+00	1.157E-20	1.227E-20	1.141E-20	1.128E-20	1.142E-20	1.160E-20	1.172E-20	1.178E-20	1.183E-20
	CM243	0.000E+00	8.189E+00	1.221E+01	1.146E+01	1.113E+01	1.120E+01	1.136E+01	1.149E+01	1.157E+01	1.163E+01
	CM244	0.000E+00	1.759E+02	3.388E+02	3.690E+02	3.545E+02	3.361E+02	3.231E+02	3.151E+02	3.104E+02	3.082E+02
	CM245	0.000E+00	4.536E+01	1.319E+02	1.712E+02	1.760E+02	1.697E+02	1.627E+02	1.577E+02	1.546E+02	1.529E+02
	CM246	0.000E+00	1.163E+00	7.376E+00	1.656E+01	2.463E+01	3.029E+01	3.384E+01	3.594E+01	3.716E+01	3.786E+01
	Sum-Total	1.000E+06	9.996E+05	9.996E+05	9.995E+05	9.992E+05	9.991E+05	9.987E+05	9.983E+05	9.982E+05	9.978E+05
	TOTAL	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	9.999E+05	9.996E+05	9.993E+05	9.991E+05	9.988E+05
	k	1.5161	1.4179	1.4114	1.4141	1.4157	1.4167	1.4170	1.4175	1.4177	1.4175

表A-2.21 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-5B(MN)

Case5B(MN) (Np,Am,Cm(100y)99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.094E+03	6.986E+02	6.039E+02	5.894E+02	5.933E+02	5.999E+02	6.056E+02	6.100E+02	6.133E+02
U238	8.094E+05	8.128E+05	8.105E+05	8.084E+05	8.070E+05	8.060E+05	8.053E+05	8.048E+05	8.043E+05	8.041E+05	8.041E+05
NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.100E+02	9.063E+02	9.416E+02	9.547E+02	9.601E+02	9.629E+02	9.646E+02	9.659E+02	9.659E+02
PU238	0.000E+00	1.232E+03	2.237E+03	2.512E+03	2.595E+03	2.646E+03	2.687E+03	2.718E+03	2.738E+03	2.752E+03	2.752E+03
PU239	1.091E+05	1.119E+05	1.125E+05	1.126E+05	1.125E+05	1.124E+05	1.124E+05	1.124E+05	1.123E+05	1.123E+05	1.123E+05
PU240	4.515E+04	4.982E+04	5.355E+04	5.591E+04	5.728E+04	5.804E+04	5.844E+04	5.866E+04	5.877E+04	5.882E+04	5.882E+04
PU241	2.634E+04	8.790E+03	6.712E+03	6.736E+03	6.921E+03	7.050E+03	7.123E+03	7.163E+03	7.184E+03	7.194E+03	7.194E+03
PU242	7.526E+03	8.480E+03	7.790E+03	7.161E+03	6.765E+03	6.539E+03	6.416E+03	6.349E+03	6.315E+03	6.296E+03	6.296E+03
AM241	0.000E+00	3.858E+03	3.574E+03	3.402E+03	3.414E+03	3.469E+03	3.517E+03	3.550E+03	3.569E+03	3.580E+03	3.580E+03
AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.555E-02	3.444E-02	3.364E-02	3.387E-02	3.438E-02	3.481E-02	3.509E-02	3.527E-02	3.527E-02
AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.252E-07	4.120E-07	4.024E-07	4.052E-07	4.112E-07	4.164E-07	4.198E-07	4.220E-07	4.220E-07
AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.193E+03	1.152E+03	1.085E+03	1.036E+03	1.006E+03	9.892E+02	9.800E+02	9.752E+02	9.752E+02
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00	1.492E+00	2.156E+00	1.988E+00	1.935E+00	1.953E+00	1.981E+00	2.004E+00	2.018E+00	2.025E+00	2.025E+00
CM244	0.000E+00	1.207E+01	2.175E+01	2.245E+01	2.121E+01	2.009E+01	1.935E+01	1.892E+01	1.868E+01	1.855E+01	1.855E+01
CM245	0.000E+00	4.510E+01	1.162E+02	1.384E+02	1.370E+02	1.307E+02	1.254E+02	1.219E+02	1.199E+02	1.187E+02	1.187E+02
CM246	0.000E+00	1.151E+00	6.327E+00	1.319E+01	1.871E+01	2.235E+01	2.452E+01	2.577E+01	2.647E+01	2.686E+01	2.686E+01
Sum-Total	1.000E+06	9.996E+05	9.997E+05	9.996E+05	9.994E+05	9.990E+05	9.986E+05	9.984E+05	9.979E+05	9.978E+05	9.978E+05
TOTAL	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	9.999E+05	9.996E+05	9.993E+05	9.989E+05	9.988E+05	9.988E+05
k	1.5161	1.4177	1.4110	1.4135	1.4154	1.4162	1.4165	1.4169	1.4169	1.4170	1.4170

表A-2.22 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-6(MN)

Case6(MN) (Np,Am,Cm(50y)99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	U235	2.436E+03	1.095E+03	6.990E+02	6.045E+02	5.903E+02	5.944E+02	6.013E+02	6.076E+02	6.124E+02	6.160E+02
U238	8.094E+05	8.135E+05	8.116E+05	8.101E+05	8.094E+05	8.089E+05	8.088E+05	8.090E+05	8.093E+05	8.096E+05	8.096E+05
NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.100E+02	9.062E+02	9.416E+02	9.551E+02	9.611E+02	9.646E+02	9.672E+02	9.694E+02	9.694E+02
PU238	0.000E+00	1.233E+03	2.240E+03	2.516E+03	2.601E+03	2.655E+03	2.698E+03	2.733E+03	2.758E+03	2.775E+03	2.775E+03
PU239	1.091E+05	1.120E+05	1.126E+05	1.128E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.130E+05	1.130E+05	1.131E+05	1.131E+05
PU240	4.515E+04	4.980E+04	5.352E+04	5.591E+04	5.734E+04	5.815E+04	5.861E+04	5.888E+04	5.904E+04	5.914E+04	5.914E+04
PU241	2.634E+04	8.797E+03	6.719E+03	6.742E+03	6.930E+03	7.064E+03	7.143E+03	7.188E+03	7.214E+03	7.230E+03	7.230E+03
PU242	7.526E+03	8.487E+03	7.802E+03	7.177E+03	6.784E+03	6.561E+03	6.440E+03	6.378E+03	6.348E+03	6.334E+03	6.334E+03
AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.574E+03	3.404E+03	3.419E+03	3.478E+03	3.532E+03	3.570E+03	3.595E+03	3.610E+03	3.610E+03
AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.555E-02	3.447E-02	3.370E-02	3.397E-02	3.453E-02	3.503E-02	3.538E-02	3.561E-02	3.561E-02
AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.252E-07	4.123E-07	4.031E-07	4.064E-07	4.130E-07	4.190E-07	4.232E-07	4.260E-07	4.260E-07
AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.194E+03	1.153E+03	1.087E+03	1.038E+03	1.009E+03	9.927E+02	9.842E+02	9.800E+02	9.800E+02
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00	5.035E+00	7.400E+00	6.885E+00	6.695E+00	6.753E+00	6.854E+00	6.931E+00	6.986E+00	7.021E+00	7.021E+00
CM244	0.000E+00	8.181E+01	1.518E+02	1.602E+02	1.522E+02	1.442E+02	1.388E+02	1.355E+02	1.338E+02	1.328E+02	1.328E+02
CM245	0.000E+00	4.529E+01	1.231E+02	1.521E+02	1.529E+02	1.464E+02	1.404E+02	1.362E+02	1.337E+02	1.324E+02	1.324E+02
CM246	0.000E+00	1.159E+00	6.795E+00	1.465E+01	2.122E+01	2.568E+01	2.842E+01	3.001E+01	3.093E+01	3.146E+01	3.146E+01
Sum-Total	1.000E+06	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.005E+06
TOTAL	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.005E+06	1.006E+06	1.006E+06
k	1.5161	1.4178	1.4110	1.4136	1.4155	1.4164	1.4168	1.4172	1.4171	1.4173	1.4173

表A-2.23 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t） Case-6A(MN)

Case6A(MN) (Np,Am,Cm(30y)99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.436E+03	1.095E+03	6.993E+02	6.044E+02	5.900E+02	5.942E+02	6.011E+02	6.074E+02	5.122E+02	6.158E+02	
U238	8.094E+05	8.135E+05	8.118E+05	8.101E+05	8.093E+05	8.089E+05	8.088E+05	8.089E+05	8.092E+05	8.096E+05	
NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.098E+02	9.059E+02	9.408E+02	9.541E+02	9.599E+02	9.633E+02	9.659E+02	9.681E+02	
PU238	0.000E+00	1.233E+03	2.240E+03	2.515E+03	2.598E+03	2.650E+03	2.693E+03	2.727E+03	2.752E+03	2.769E+03	
PU239	1.091E+05	1.120E+05	1.126E+05	1.128E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.130E+05	1.130E+05	
PU240	4.515E+04	4.971E+04	5.333E+04	5.571E+04	5.713E+04	5.795E+04	5.841E+04	5.869E+04	5.885E+04	5.896E+04	
PU241	2.634E+04	8.797E+03	6.712E+03	6.730E+03	6.915E+03	7.048E+03	7.127E+03	7.172E+03	7.199E+03	7.215E+03	
PU242	7.526E+03	8.487E+03	7.801E+03	7.173E+03	6.776E+03	6.550E+03	6.428E+03	6.365E+03	6.334E+03	6.320E+03	
AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.573E+03	3.398E+03	3.410E+03	3.470E+03	3.523E+03	3.561E+03	3.586E+03	3.602E+03	
AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.555E-02	3.444E-02	3.362E-02	3.388E-02	3.444E-02	3.494E-02	3.529E-02	3.552E-02	
AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.253E-07	4.119E-07	4.022E-07	4.053E-07	4.119E-07	4.179E-07	4.221E-07	4.249E-07	
AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.194E+03	1.153E+03	1.086E+03	1.037E+03	1.007E+03	9.908E+02	9.821E+02	9.779E+02	
CM242	0.000E+00	1.157E-20	1.227E-20	1.142E-20	1.130E-20	1.145E-20	1.163E-20	1.175E-20	1.184E-20	1.190E-20	
CM243	0.000E+00	8.189E+00	1.221E+01	1.147E+01	1.114E+01	1.121E+01	1.138E+01	1.151E+01	1.160E+01	1.166E+01	
CM244	0.000E+00	1.759E+02	3.385E+02	3.692E+02	3.550E+02	3.366E+02	3.235E+02	3.154E+02	3.110E+02	3.086E+02	
CM245	0.000E+00	4.536E+01	1.317E+02	1.711E+02	1.761E+02	1.698E+02	1.629E+02	1.578E+02	1.547E+02	1.529E+02	
CM246	0.000E+00	1.163E+00	7.359E+00	1.653E+01	2.461E+01	3.028E+01	3.384E+01	3.595E+01	3.717E+01	3.788E+01	
Sum-Total	1.000E+06	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.005E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.006E+06	
k	1.5161	1.4179	1.4111	1.4139	1.4156	1.4167	1.4171	1.4172	1.4175	1.4173	

表A-2.24 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t） Case-6B(MN)

Case6B(MN) (Np,Am,Cm(100y)99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.436E+03	1.095E+03	6.990E+02	6.044E+02	5.903E+02	5.945E+02	6.015E+02	6.078E+02	6.124E+02	6.159E+02	
U238	8.094E+05	8.116E+05	8.100E+05	8.092E+05	8.088E+05	8.087E+05	8.089E+05	8.090E+05	8.093E+05		
NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.104E+02	9.074E+02	9.433E+02	9.573E+02	9.637E+02	9.674E+02	9.700E+02	9.722E+02	
PU238	0.000E+00	1.233E+03	2.240E+03	2.517E+03	2.603E+03	2.658E+03	2.702E+03	2.736E+03	2.761E+03	2.777E+03	
PU239	1.091E+05	1.120E+05	1.126E+05	1.128E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.130E+05	1.130E+05	
PU240	4.515E+04	4.986E+04	5.364E+04	5.604E+04	5.746E+04	5.826E+04	5.871E+04	5.898E+04	5.914E+04	5.924E+04	
PU241	2.634E+04	8.797E+03	6.724E+03	6.752E+03	6.940E+03	7.073E+03	7.152E+03	7.196E+03	7.223E+03	7.239E+03	
PU242	7.526E+03	8.487E+03	7.803E+03	7.179E+03	6.789E+03	6.567E+03	6.448E+03	6.386E+03	6.356E+03	6.342E+03	
AM241	0.000E+00	3.858E+03	3.575E+03	3.407E+03	3.424E+03	3.483E+03	3.536E+03	3.575E+03	3.597E+03	3.612E+03	
AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.555E-02	3.448E-02	3.373E-02	3.401E-02	3.457E-02	3.507E-02	3.540E-02	3.562E-02	
AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.253E-07	4.124E-07	4.035E-07	4.069E-07	4.136E-07	4.195E-07	4.235E-07	4.261E-07	
AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.194E+03	1.154E+03	1.087E+03	1.039E+03	1.010E+03	9.938E+02	9.854E+02	9.812E+02	
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00	1.492E+00	2.157E+00	1.989E+00	1.935E+00	1.955E+00	1.984E+00	2.006E+00	2.023E+00	2.032E+00	
CM244	0.000E+00	1.207E+01	2.176E+01	2.247E+01	2.122E+01	2.010E+01	1.937E+01	1.893E+01	1.871E+01	1.859E+01	
CM245	0.000E+00	4.510E+01	1.163E+02	1.385E+02	1.370E+02	1.308E+02	1.254E+02	1.218E+02	1.199E+02	1.187E+02	
CM246	0.000E+00	1.151E+00	6.330E+00	1.320E+01	1.871E+01	2.234E+01	2.452E+01	2.576E+01	2.646E+01	2.686E+01	
Sum-Total	1.000E+06	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.005E+06	
k	1.5161	1.4177	1.4108	1.4134	1.4154	1.4162	1.4166	1.4166	1.4170	1.4169	

表A-2.25 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-7(MN)

Case7(MN) (Np,Am,Pu(50y)99.9%) (U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.436E+03	1.094E+03	6.979E+02	6.032E+02	5.884E+02	5.921E+02	5.988E+02	6.042E+02	6.084E+02	6.115E+02	
U238	8.094E+05	8.128E+05	8.103E+05	8.081E+05	8.065E+05	8.053E+05	8.045E+05	8.038E+05	8.032E+05	8.028E+05	
NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.094E+02	9.043E+02	9.380E+02	9.499E+02	9.545E+02	9.566E+02	9.578E+02	9.587E+02	
PU238	0.000E+00	1.232E+03	2.237E+03	2.509E+03	2.589E+03	2.636E+03	2.674E+03	2.703E+03	2.722E+03	2.734E+03	
PU239	1.091E+05	1.119E+05	1.125E+05	1.125E+05	1.124E+05	1.123E+05	1.122E+05	1.121E+05	1.121E+05	1.121E+05	
PU240	4.515E+04	4.976E+04	5.339E+04	5.567E+04	5.699E+04	5.772E+04	5.811E+04	5.831E+04	5.840E+04	5.844E+04	
PU241	2.634E+04	8.790E+03	6.707E+03	6.723E+03	6.902E+03	7.025E+03	7.094E+03	7.134E+03	7.153E+03	7.162E+03	
PU242	7.526E+03	8.480E+03	7.787E+03	7.155E+03	6.755E+03	6.524E+03	6.396E+03	6.326E+03	6.288E+03	6.268E+03	
AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.569E+03	3.393E+03	3.399E+03	3.451E+03	3.498E+03	3.528E+03	3.545E+03	3.555E+03	
AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.552E-02	3.437E-02	3.351E-02	3.370E-02	3.419E-02	3.459E-02	3.485E-02	3.501E-02	
AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.249E-07	4.112E-07	4.008E-07	4.031E-07	4.090E-07	4.138E-07	4.168E-07	4.188E-07	
AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.193E+03	1.151E+03	1.083E+03	1.034E+03	1.003E+03	9.859E+02	9.763E+02	9.710E+02	
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00										
CM244	0.000E+00										
CM245	0.000E+00										
CM246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	9.995E+05	9.992E+05	9.987E+05	9.982E+05	9.976E+05	9.971E+05	9.965E+05	9.961E+05	9.956E+05	
TOTAL	1.000E+06	9.999E+05	9.998E+05	9.995E+05	9.990E+05	9.984E+05	9.980E+05	9.975E+05	9.970E+05	9.966E+05	
k	1.5161	1.4172	1.4099	1.4119	1.4139	1.4148	1.4152	1.4154	1.4158	1.4157	

表A-2.26 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-8(MN)

Case8(MN) (Np,Am,Pu(50y)99.9%) (U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U235	2.436E+03	1.095E+03	6.991E+02	6.039E+02	5.894E+02	5.937E+02	6.004E+02	6.065E+02	6.109E+02	6.142E+02	
U238	8.094E+05	8.135E+05	8.117E+05	8.100E+05	8.089E+05	8.084E+05	8.081E+05	8.081E+05	8.082E+05		
NP237	0.000E+00	5.560E+02	8.097E+02	9.055E+02	9.400E+02	9.529E+02	9.584E+02	9.614E+02	9.635E+02	9.653E+02	
PU238	0.000E+00	1.233E+03	2.240E+03	2.515E+03	2.597E+03	2.649E+03	2.690E+03	2.723E+03	2.745E+03	2.760E+03	
PU239	1.091E+05	1.120E+05	1.126E+05	1.128E+05	1.128E+05	1.128E+05	1.128E+05	1.128E+05	1.128E+05	1.129E+05	
PU240	4.515E+04	4.980E+04	5.348E+04	5.581E+04	5.718E+04	5.795E+04	5.839E+04	5.864E+04	5.879E+04	5.887E+04	
PU241	2.634E+04	8.797E+03	6.718E+03	6.739E+03	6.922E+03	7.049E+03	7.126E+03	7.168E+03	7.194E+03	7.208E+03	
PU242	7.526E+03	8.487E+03	7.802E+03	7.175E+03	6.779E+03	6.553E+03	6.429E+03	6.364E+03	6.331E+03	6.315E+03	
AM241	0.000E+00	3.857E+03	3.574E+03	3.399E+03	3.410E+03	3.468E+03	3.518E+03	3.554E+03	3.575E+03	3.588E+03	
AM242M	0.000E+00	2.357E-02	3.555E-02	3.443E-02	3.361E-02	3.387E-02	3.439E-02	3.486E-02	3.517E-02	3.537E-02	
AM242	0.000E+00	2.820E-07	4.253E-07	4.119E-07	4.021E-07	4.051E-07	4.114E-07	4.170E-07	4.207E-07	4.231E-07	
AM243	0.000E+00	9.980E+02	1.194E+03	1.153E+03	1.086E+03	1.037E+03	1.008E+03	9.908E+02	9.819E+02	9.773E+02	
CM242	0.000E+00										
CM243	0.000E+00										
CM244	0.000E+00										
CM245	0.000E+00										
CM246	0.000E+00										
Sum-Total	1.000E+06	1.000E+06	1.001E+06	1.001E+06	1.001E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.002E+06	
TOTAL	1.000E+06	1.001E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.003E+06	
k	1.5161	1.4173	1.4096	1.4120	1.4137	1.4147	1.4152	1.4154	1.4155	1.4158	

表A-2.27 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-9(MN)

Case9(MN) (Np,Am,Cm99.9%) (Pu,U99.9%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2.436E+03	1.094E+03	6.986E+02	6.035E+02	5.891E+02	5.928E+02	5.995E+02	6.051E+02	6.093E+02	6.122E+02
U235		8.094E+05	8.128E+05	8.105E+05	8.084E+05	8.071E+05	8.061E+05	8.056E+05	8.052E+05	8.049E+05	8.046E+05
U238		0.000E+00	5.560E+02	8.092E+02	9.042E+02	9.379E+02	9.500E+02	9.548E+02	9.572E+02	9.588E+02	9.599E+02
NP237		0.000E+00	1.231E+03	2.234E+03	2.501E+03	2.574E+03	2.616E+03	2.651E+03	2.679E+03	2.700E+03	2.713E+03
PU238		1.091E+05	1.119E+05	1.125E+05	1.126E+05	1.125E+05	1.125E+05	1.124E+05	1.124E+05	1.124E+05	1.123E+05
PU239		4.515E+04	4.929E+04	5.237E+04	5.441E+04	5.570E+04	5.646E+04	5.691E+04	5.716E+04	5.730E+04	5.737E+04
PU240		2.634E+04	8.790E+03	6.675E+03	6.651E+03	6.806E+03	6.925E+03	6.997E+03	7.039E+03	7.063E+03	7.077E+03
PU241		7.526E+03	8.480E+03	7.782E+03	7.134E+03	6.715E+03	6.468E+03	6.328E+03	6.251E+03	6.210E+03	6.188E+03
AM241		0.000E+00	3.857E+03	3.562E+03	3.367E+03	3.363E+03	3.408E+03	3.454E+03	3.487E+03	3.507E+03	3.518E+03
AM242M		0.000E+00	2.357E-02	3.550E-02	3.424E-02	3.325E-02	3.334E-02	3.378E-02	3.419E-02	3.448E-02	3.465E-02
AM242		0.000E+00	2.820E-07	4.247E-07	4.096E-07	3.977E-07	3.988E-07	4.041E-07	4.090E-07	4.125E-07	4.145E-07
AM243		0.000E+00	9.980E+02	1.193E+03	1.149E+03	1.079E+03	1.027E+03	9.941E+02	9.752E+02	9.646E+02	9.589E+02
CM242		0.000E+00	1.887E+00	1.997E+00	1.849E+00	1.819E+00	1.838E+00	1.861E+00	1.880E+00	1.894E+00	1.901E+00
CM243		0.000E+00	1.699E+01	2.635E+01	2.537E+01	2.454E+01	2.457E+01	2.484E+01	2.512E+01	2.532E+01	2.546E+01
CM244		0.000E+00	5.546E+02	1.225E+03	1.531E+03	1.599E+03	1.573E+03	1.527E+03	1.486E+03	1.457E+03	1.439E+03
CM245		0.000E+00	4.547E+01	1.665E+02	2.593E+02	3.002E+02	3.088E+02	3.041E+02	2.964E+02	2.896E+02	2.848E+02
CM246		0.000E+00	1.168E+00	9.621E+00	2.483E+01	4.099E+01	5.438E+01	6.404E+01	7.043E+01	7.443E+01	7.685E+01
Sum-Total		1.000E+06	9.996E+05	9.998E+05	9.996E+05	9.993E+05	9.990E+05	9.988E+05	9.986E+05	9.985E+05	9.981E+05
TOTAL		1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	1.000E+06	9.998E+05	9.997E+05	9.995E+05	9.994E+05	9.991E+05
k		1.5161	1.4182	1.4123	1.4155	1.4174	1.4186	1.4189	1.4192	1.4194	1.4192

表A-2.28 FBR平衡サイクルにおける装荷燃料組成の推移（単位g、1サイクル:15万MWD/t）Case-10(MN)

Case10(MN) (Np,Am,Cm99.9%) (Pu,U99.99%) 回収	Cycle数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2.436E+03	1.095E+03	6.990E+02	6.045E+02	5.902E+02	5.942E+02	6.012E+02	6.070E+02	6.117E+02	6.152E+02
U235		8.094E+05	8.135E+05	8.117E+05	8.102E+05	8.095E+05	8.091E+05	8.092E+05	8.093E+05	8.096E+05	8.100E+05
U238		0.000E+00	5.560E+02	8.097E+02	9.053E+02	9.399E+02	9.529E+02	9.586E+02	9.618E+02	9.642E+02	9.663E+02
NP237		0.000E+00	1.232E+03	2.237E+03	2.507E+03	2.583E+03	2.628E+03	2.667E+03	2.698E+03	2.722E+03	2.739E+03
PU238		1.091E+05	1.120E+05	1.126E+05	1.128E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.129E+05	1.130E+05	1.130E+05	1.131E+05
PU239		4.515E+04	4.934E+04	5.246E+04	5.455E+04	5.588E+04	5.669E+04	5.719E+04	5.748E+04	5.767E+04	5.778E+04
PU240		2.634E+04	8.797E+03	6.687E+03	6.665E+03	6.825E+03	6.949E+03	7.026E+03	7.075E+03	7.102E+03	7.120E+03
PU241		7.526E+03	8.487E+03	7.796E+03	7.154E+03	6.739E+03	6.496E+03	6.361E+03	6.289E+03	6.252E+03	6.234E+03
AM241		0.000E+00	3.857E+03	3.563E+03	3.375E+03	3.374E+03	3.423E+03	3.474E+03	3.510E+03	3.536E+03	3.552E+03
AM242M		0.000E+00	2.357E-02	3.551E-02	3.431E-02	3.336E-02	3.349E-02	3.398E-02	3.444E-02	3.478E-02	3.502E-02
AM242		0.000E+00	2.820E-07	4.248E-07	4.104E-07	3.991E-07	4.006E-07	4.065E-07	4.119E-07	4.161E-07	4.189E-07
AM243		0.000E+00	9.980E+02	1.194E+03	1.151E+03	1.082E+03	1.030E+03	9.982E+02	9.800E+02	9.701E+02	9.651E+02
CM242		0.000E+00	1.887E+00	1.997E+00	1.850E+00	1.822E+00	1.842E+00	1.867E+00	1.889E+00	1.902E+00	1.911E+00
CM243		0.000E+00	1.699E+01	2.636E+01	2.536E+01	2.456E+01	2.460E+01	2.489E+01	2.520E+01	2.540E+01	2.555E+01
CM244		0.000E+00	5.546E+02	1.225E+03	1.531E+03	1.600E+03	1.576E+03	1.530E+03	1.490E+03	1.462E+03	1.444E+03
CM245		0.000E+00	4.547E+01	1.666E+02	2.592E+02	3.003E+02	3.091E+02	3.046E+02	2.971E+02	2.904E+02	2.857E+02
CM246		0.000E+00	1.168E+00	9.626E+00	2.480E+01	4.093E+01	5.433E+01	6.400E+01	7.043E+01	7.448E+01	7.694E+01
Sum-Total		1.000E+06	1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06
TOTAL		1.000E+06	1.001E+06	1.002E+06	1.002E+06	1.003E+06	1.004E+06	1.004E+06	1.005E+06	1.005E+06	1.006E+06
k		1.5161	1.4182	1.4121	1.4153	1.4176	1.4186	1.4188	1.4192	1.4191	1.4193

APPENDIX-3

表A-3.1 MOX炉心における各リサイクル形態と潜在的毒性の時間的推移

year	リサイクル形態	ALIによる評価														
		CASE0	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE5A	CASE5B	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
	回収核種	現行リサイクル	Np	Np	Np,Am	Np,Am	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Pu(50)	D-Pu(50)	Np,Am,Cm	Np,Am,Cm
Pu,U回収率	98.5%	99.9%	99.99%	99.9%	99.99%	99.9%	99.9%	99.9%	99.99%	99.99%	99.99%	99.9%	99.99%	99.9%	99.99%	99.99%
1.00E+00	4.14E+10	3.93E+10	3.90E+10	5.52E+10	5.51E+10	1.23E+10	1.22E+10	1.22E+10	1.20E+10	1.21E+10	1.21E+10	1.88E+10	1.86E+10	1.22E+10	1.20E+10	
5.00E+00	3.58E+10	3.40E+10	3.37E+10	4.59E+10	4.58E+10	9.04E+09	9.01E+09	9.00E+09	8.85E+09	8.89E+09	8.89E+09	1.46E+10	1.45E+10	8.99E+09	8.86E+09	
1.00E+01	3.20E+10	3.04E+10	3.03E+10	3.82E+10	3.81E+10	7.63E+09	7.61E+09	7.60E+09	7.46E+09	7.49E+09	7.49E+09	1.23E+10	1.21E+10	7.59E+09	7.47E+09	
1.00E+02	1.28E+10	1.28E+10	1.28E+10	2.28E+09	2.20E+09	9.88E+08	9.85E+08	9.85E+08	9.06E+08	9.09E+08	9.09E+08	1.22E+09	1.14E+09	9.81E+08	9.05E+08	
5.00E+02	6.18E+09	6.09E+09	6.06E+09	3.17E+08	2.78E+08	5.32E+07	5.32E+07	5.33E+07	1.43E+07	1.44E+07	1.43E+07	1.35E+08	9.54E+07	5.28E+07	1.44E+07	
1.00E+03	3.12E+09	2.87E+09	2.85E+09	2.94E+08	2.65E+08	3.70E+07	3.70E+07	3.71E+07	8.01E+06	8.06E+06	8.02E+06	1.22E+08	9.23E+07	3.68E+07	8.16E+06	
1.00E+04	4.28E+08	2.08E+08	1.96E+08	1.20E+08	1.09E+08	1.33E+07	1.33E+07	1.33E+07	1.84E+06	1.86E+06	1.84E+06	5.32E+07	4.15E+07	1.33E+07	1.92E+06	
1.00E+05	2.36E+07	1.34E+07	1.29E+07	1.00E+06	5.28E+05	6.24E+05	6.25E+05	6.25E+05	1.51E+05	1.52E+05	1.51E+05	9.35E+05	4.60E+05	6.23E+05	1.52E+05	
1.00E+06	6.78E+06	5.85E+06	5.84E+06	3.63E+05	3.38E+05	8.23E+04	8.22E+04	8.22E+04	5.67E+04	5.70E+04	5.69E+04	3.59E+05	3.32E+05	8.19E+04	5.70E+04	
1.00E+07	4.49E+05	3.54E+05	3.51E+05	4.43E+04	4.08E+04	2.70E+04	2.69E+04	2.69E+04	2.32E+04	2.33E+04	2.33E+04	4.17E+04	3.80E+04	2.68E+04	2.32E+04	

D-Cm(50) : Np,Am,Cm リサイクル50year- Delayed Cmリサイクル

D-Pu(50) : Np,Amリサイクル50year- Delayed Puリサイクル

表A-3.2 MOX炉心における各リサイクル形態における潜在的毒性の現行サイクルとの比較

year	CASE0	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE5A	CASE5B	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
1.00E+00	1.00E+00	9.49E-01	9.42E-01	1.33E+00	1.33E+00	2.96E-01	2.95E-01	2.95E-01	2.90E-01	2.92E-01	2.92E-01	4.53E-01	4.49E-01	2.94E-01	2.90E-01
5.00E+00	1.00E+00	9.49E-01	9.42E-01	1.28E+00	1.28E+00	2.52E-01	2.52E-01	2.51E-01	2.47E-01	2.48E-01	2.48E-01	4.09E-01	4.05E-01	2.51E-01	2.47E-01
1.00E+01	1.00E+00	9.53E-01	9.47E-01	1.19E+00	1.19E+00	2.39E-01	2.38E-01	2.38E-01	2.33E-01	2.34E-01	2.34E-01	3.84E-01	3.80E-01	2.38E-01	2.34E-01
1.00E+02	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.78E-01	1.72E-01	7.72E-02	7.70E-02	7.70E-02	7.08E-02	7.11E-02	7.11E-02	9.53E-02	8.94E-02	7.67E-02	7.08E-02
5.00E+02	1.00E+00	9.86E-01	9.81E-01	5.12E-02	4.50E-02	8.60E-03	8.61E-03	8.62E-03	2.31E-03	2.32E-03	2.32E-03	2.18E-02	1.54E-02	8.54E-03	2.33E-03
1.00E+03	1.00E+00	9.19E-01	9.11E-01	9.41E-02	8.49E-02	1.18E-02	1.19E-02	1.19E-02	2.56E-03	2.58E-03	2.57E-03	3.90E-02	2.96E-02	1.18E-02	2.61E-03
1.00E+04	1.00E+00	4.87E-01	4.58E-01	2.80E-01	2.54E-01	3.10E-02	3.10E-02	3.10E-02	4.29E-03	4.34E-03	4.30E-03	1.24E-01	9.69E-02	3.10E-02	4.48E-03
1.00E+05	1.00E+00	5.67E-01	5.47E-01	4.25E-02	2.24E-02	2.65E-02	2.65E-02	2.66E-02	6.41E-03	6.44E-03	6.43E-03	3.97E-02	1.95E-02	2.65E-02	6.44E-03
1.00E+06	1.00E+00	8.63E-01	8.61E-01	5.36E-02	4.99E-02	1.21E-02	1.21E-02	1.21E-02	8.37E-03	8.41E-03	8.40E-03	5.31E-02	4.90E-02	1.21E-02	8.41E-03
1.00E+07	1.00E+00	7.87E-01	7.80E-01	9.87E-02	9.08E-02	6.01E-02	5.99E-02	5.99E-02	5.17E-02	5.19E-02	5.19E-02	9.29E-02	8.47E-02	5.98E-02	5.17E-02

表A-3.3 MN炉心における各リサイクル形態と潜在的毒性の時間的推移

year	ALIによる評価														
	リサイクル形態	CASE0	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE5A	CASE5B	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9
回収核種	現行サイクル	Np	Np	Np,Am	Np,Am	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Pu(50)	D-Pu(50)	Np,Am,Cm	Np,Am,Cm
Pu,U回収率	98.5%	99.9%	99.99%	99.9%	99.99%	99.9%	99.9%	99.9%	99.99%	99.99%	99.99%	99.9%	99.99%	99.9%	99.99%
1.00E+00	4.14E+10	4.56E+10	4.52E+10	6.10E+10	6.06E+10	1.17E+10	1.17E+10	1.16E+10	1.16E+10	1.16E+10	1.16E+10	1.93E+10	1.91E+10	1.17E+10	1.16E+10
5.00E+00	3.58E+10	3.94E+10	3.92E+10	5.12E+10	5.08E+10	8.82E+09	8.83E+09	8.82E+09	8.68E+09	8.69E+09	8.68E+09	1.53E+10	1.51E+10	8.83E+09	8.68E+09
1.00E+01	3.20E+10	3.47E+10	3.45E+10	4.26E+10	4.23E+10	7.51E+09	7.52E+09	7.51E+09	7.38E+09	7.38E+09	7.37E+09	1.29E+10	1.27E+10	7.51E+09	7.37E+09
1.00E+02	1.28E+10	1.15E+10	1.14E+10	2.45E+09	2.36E+09	9.70E+08	9.71E+08	9.71E+08	8.94E+08	8.94E+08	8.94E+08	1.23E+09	1.15E+09	9.68E+08	9.92E+08
5.00E+02	6.18E+09	5.45E+09	5.42E+09	3.29E+08	2.91E+08	4.92E+07	4.92E+07	4.92E+07	1.25E+07	1.25E+07	1.25E+07	1.21E+08	8.38E+07	4.89E+07	1.25E+07
1.00E+03	3.12E+09	2.61E+09	2.59E+09	3.05E+08	2.76E+08	3.44E+07	3.43E+07	3.44E+07	7.10E+06	7.12E+06	7.09E+06	1.08E+08	8.02E+07	3.42E+07	7.24E+06
1.00E+04	4.28E+08	1.61E+08	1.49E+08	1.22E+08	1.11E+08	1.23E+07	1.23E+07	1.23E+07	1.56E+06	1.57E+06	1.56E+06	4.61E+07	3.51E+07	1.23E+07	1.65E+06
1.00E+05	2.36E+07	9.65E+06	9.21E+06	9.18E+05	4.63E+05	5.91E+05	5.91E+05	5.91E+05	1.37E+05	1.37E+05	1.37E+05	8.26E+05	3.70E+05	5.90E+05	1.37E+05
1.00E+06	6.78E+06	5.37E+06	5.35E+06	2.85E+05	2.58E+05	8.07E+04	8.07E+04	8.08E+04	5.51E+04	5.51E+04	5.51E+04	2.81E+05	2.53E+05	8.05E+04	5.52E+04
1.00E+07	4.49E+05	3.22E+05	3.19E+05	4.05E+04	3.69E+04	2.64E+04	2.64E+04	2.64E+04	2.29E+04	2.29E+04	2.29E+04	3.74E+04	3.38E+04	2.63E+04	2.29E+04

D-Cm(50) : Np,Am,Cmリサイクル50year- Delayed Cmリサイクル

D-Pu(50) : Np,Amリサイクル50year- Delayed Puリサイクル

A3 - 2

表A-3.4 MN炉心における各リサイクル形態における潜在的毒性の現行サイクルとの比較

year	CASE0	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE5A	CASE5B	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
1.00E+00	1.00E+00	1.10E+00	1.09E+00	1.47E+00	1.46E+00	2.83E-01	2.83E-01	2.83E-01	2.79E-01	2.79E-01	2.79E-01	4.65E-01	4.61E-01	2.83E-01	2.79E-01
5.00E+00	1.00E+00	1.10E+00	1.09E+00	1.43E+00	1.42E+00	2.46E-01	2.47E-01	2.46E-01	2.43E-01	2.43E-01	2.42E-01	4.28E-01	4.23E-01	2.46E-01	2.42E-01
1.00E+01	1.00E+00	1.09E+00	1.08E+00	1.33E+00	1.32E+00	2.35E-01	2.35E-01	2.35E-01	2.31E-01	2.31E-01	2.31E-01	4.03E-01	3.99E-01	2.35E-01	2.31E-01
1.00E+02	1.00E+00	8.99E-01	8.94E-01	1.91E-01	1.85E-01	7.59E-02	7.59E-02	7.59E-02	6.99E-02	6.99E-02	6.99E-02	9.60E-02	8.99E-02	7.57E-02	6.97E-02
5.00E+02	1.00E+00	8.82E-01	8.77E-01	5.32E-02	4.71E-02	7.97E-03	7.96E-03	7.97E-03	2.02E-03	2.02E-03	2.02E-03	1.96E-02	1.36E-02	7.91E-03	2.03E-03
1.00E+03	1.00E+00	8.36E-01	8.27E-01	9.75E-02	8.84E-02	1.10E-02	1.10E-02	1.10E-02	2.27E-03	2.28E-03	2.27E-03	3.45E-02	2.57E-02	1.10E-02	2.32E-03
1.00E+04	1.00E+00	3.75E-01	3.49E-01	2.86E-01	2.60E-01	2.87E-02	2.87E-02	2.87E-02	3.65E-03	3.68E-03	3.63E-03	1.08E-01	8.21E-02	2.88E-02	3.85E-03
1.00E+05	1.00E+00	4.10E-01	3.91E-01	3.90E-02	1.97E-02	2.51E-02	2.51E-02	2.51E-02	5.81E-03	5.81E-03	5.81E-03	3.51E-02	1.57E-02	2.51E-02	5.81E-03
1.00E+06	1.00E+00	7.93E-01	7.90E-01	4.21E-02	3.81E-02	1.19E-02	1.19E-02	1.19E-02	8.14E-03	8.14E-03	8.13E-03	4.14E-02	3.74E-02	1.19E-02	8.14E-03
1.00E+07	1.00E+00	7.17E-01	7.09E-01	9.02E-02	8.22E-02	5.88E-02	5.88E-02	5.88E-02	5.10E-02	5.10E-02	8.33E-02	7.53E-02	5.86E-02	5.09E-02	

APPENDIX-4

表A-4.1 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 放射能量の時間的推移 (MOX)

単位Ci

リサイクル形態	SF	HLW	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASESA	CASESB	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
回収核種	-	-	Np	Np	Np,Am	Np,Am	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Pu(50)	D-Pu(50)	Np,Am,Cm	Np,Am,Cm
Pu,U回収率	0.00%	99.50%	99.90%	99.99%	99.90%	99.99%	99.90%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.90%	99.99%	99.99%	99.90%	99.99%
1.00E-01	3.57E+05	3.41E+04	3.13E+04	3.11E+04	6.70E+04	6.69E+04	1.50E+02	1.54E+02	1.47E+02	9.33E+01	1.54E+02	1.47E+02	9.19E+03	9.09E+03	1.76E+02	1.21E+02
1.00E+00	1.23E+05	3.10E+04	2.82E+04	2.80E+04	5.93E+04	5.92E+04	1.41E+02	1.45E+02	1.39E+02	8.38E+01	1.45E+02	1.39E+02	8.85E+03	8.75E+03	1.66E+02	1.10E+02
5.00E+00	6.25E+04	2.74E+04	2.50E+04	2.48E+04	4.97E+04	4.96E+04	1.34E+02	1.37E+02	1.32E+02	7.42E+01	1.37E+02	1.32E+02	7.62E+03	7.53E+03	1.56E+02	9.70E+01
1.00E+01	6.25E+04	2.42E+04	2.23E+04	2.21E+04	4.11E+04	4.10E+04	1.27E+02	1.30E+02	1.26E+02	6.54E+01	1.30E+02	1.26E+02	6.33E+03	6.24E+03	1.45E+02	8.41E+01
1.00E+02	3.17E+04	8.50E+03	8.86E+03	8.82E+03	1.63E+03	1.57E+03	7.63E+01	7.64E+01	7.65E+01	2.12E+01	7.64E+01	7.65E+01	3.38E+02	2.82E+02	7.62E+01	2.16E+01
5.00E+02	3.25E+04	4.26E+03	4.45E+03	4.43E+03	2.30E+02	2.02E+02	3.88E+01	3.88E+01	3.89E+01	1.03E+01	3.88E+01	3.89E+01	9.71E+01	6.82E+01	3.85E+01	1.04E+01
1.00E+03	2.39E+04	2.08E+03	2.10E+03	2.08E+03	2.13E+02	1.92E+02	2.70E+01	2.70E+01	2.70E+01	5.78E+00	2.70E+01	2.70E+01	8.77E+01	6.61E+01	2.68E+01	5.89E+00
1.00E+04	9.26E+03	2.27E+02	1.51E+02	1.42E+02	8.70E+01	7.86E+01	9.64E+00	9.66E+00	9.65E+00	1.28E+00	9.66E+00	9.65E+00	3.82E+01	2.96E+01	9.64E+00	1.34E+00
1.00E+05	4.24E+02	1.64E+01	1.25E+01	1.21E+01	9.05E+01	5.08E+01	4.67E+01	4.68E+01	4.69E+01	7.01E+02	4.68E+01	4.69E+01	7.99E-01	3.99E-01	4.66E-01	7.07E-02
1.00E+06	4.73E+01	1.12E+01	1.00E+01	9.98E+00	5.84E-01	5.41E-01	6.73E-02	6.74E-02	6.75E-02	2.42E-02	6.74E-02	6.75E-02	5.44E-01	4.98E-01	6.72E-02	2.46E-02
1.00E+07	7.73E+00	6.31E-01	5.38E-01	5.32E-01	6.66E-02	5.98E-02	8.57E-03	8.58E-03	8.59E-03	1.79E-03	8.58E-03	8.59E-03	3.77E-02	3.07E-02	8.55E-03	1.83E-03

表A-4.2 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 区分値との相対的関係 (MOX)

リサイクル形態	SF	HLW	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASESA	CASESB	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
回収核種	-	-	Np	Np	Np,Am	Np,Am	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Pu(50)	D-Pu(50)	Np,Am,Cm	Np,Am,Cm
Pu,U回収率	0.00%	99.50%	99.90%	99.99%	99.90%	99.99%	99.90%	99.90%	99.99%	99.99%	99.99%	99.90%	99.99%	99.99%	99.90%	99.99%
1.00E-01	2.38E+07	2.27E+06	2.09E+06	2.07E+06	4.47E+06	4.46E+06	9.98E+03	1.03E+04	9.81E+03	6.22E+03	6.51E+03	6.06E+03	6.13E+05	6.06E+05	1.17E+04	8.05E+03
1.00E+00	8.33E+06	2.07E+06	1.68E+06	1.87E+06	3.95E+06	3.93E+06	9.65E+03	9.23E+03	9.58E+03	5.86E+03	5.42E+03	5.90E+03	5.83E+05	5.11E+04	7.35E+03	
5.00E+00	4.17E+06	1.83E+06	1.67E+06	1.65E+06	3.31E+06	3.31E+06	8.93E+03	9.15E+03	8.79E+03	4.95E+03	5.18E+03	4.81E+03	5.08E+05	5.02E+05	1.04E+04	6.46E+03
1.00E+01	4.17E+06	1.61E+06	1.48E+06	1.47E+06	2.74E+06	2.74E+06	8.49E+03	8.68E+03	8.39E+03	4.36E+03	4.55E+03	4.24E+03	4.22E+05	4.16E+05	9.68E+03	5.61E+03
1.00E+02	3.45E+06	5.67E+05	5.93E+05	5.88E+05	1.09E+05	1.05E+05	5.09E+03	5.10E+03	5.10E+03	1.42E+03	1.43E+03	1.41E+03	2.26E+04	1.88E+04	5.08E+03	1.45E+03
5.00E+02	2.17E+06	2.84E+05	2.96E+05	2.95E+05	1.53E+04	1.34E+04	2.59E+03	2.59E+03	2.59E+03	6.88E+02	6.91E+02	6.89E+02	6.47E+03	4.55E+03	2.57E+03	6.93E+02
1.00E+03	1.59E+06	1.39E+05	1.40E+05	1.38E+05	1.42E+04	1.28E+04	1.80E+03	1.80E+03	1.80E+03	3.88E+02	3.86E+02	3.85E+02	4.41E+03	3.92E+03	1.79E+03	3.92E+02
1.00E+04	6.17E+05	1.51E+04	1.01E+04	9.49E+03	5.80E+03	5.24E+03	6.43E+02	6.44E+02	8.52E+01	8.62E+01	8.53E+01	2.55E+03	1.98E+03	6.43E+02	8.91E+01	
1.00E+05	2.83E+04	1.09E+03	8.33E+02	8.07E+02	6.03E+01	3.39E+01	3.12E+01	3.12E+01	4.67E+00	4.69E+00	4.68E+00	5.32E+01	2.66E+01	3.11E+01	4.71E+00	
1.00E+06	3.15E+03	7.49E+02	6.66E+02	6.65E+02	3.90E+01	3.61E+01	4.49E+00	4.50E+00	4.50E+00	1.61E+00	1.62E+00	1.61E+00	3.63E+01	3.32E+01	4.48E+00	1.64E+00
1.00E+07	5.15E+02	4.21E+01	3.59E+01	3.55E+01	4.44E+00	3.99E+00	5.71E-01	5.72E-01	5.72E-01	1.19E-01	1.20E-01	1.20E-01	2.51E+00	2.05E+00	5.70E-01	1.22E-01

表A-4.3 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 放射能量の時間的推移 (MN)

単位Ci

リサイクル回数	SF(MOX)	HLW(MOX)	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE5A	CASE5B	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
回収核種	-	-	Np	Np	Np,Am	Np,Am	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Pu(50)	D-Pu(50)	Np,Am,Cm	Np,Am,Cm
Pu,U回収率	0.00%	99.50%	99.90%	99.99%	99.90%	99.99%	99.90%	99.90%	99.90%	99.99%	99.99%	99.99%	99.90%	99.90%	99.90%	99.99%
1.00E-01	3.57E+05	3.41E+04	4.32E+04	4.29E+04	7.50E+04	7.46E+04	1.63E+02	1.68E+02	1.59E+02	1.04E+02	1.09E+02	9.98E+01	1.06E+04	1.05E+04	2.05E+02	1.46E+02
1.00E+00	1.25E+05	3.10E+04	3.93E+04	3.90E+04	6.75E+04	6.71E+04	1.55E+02	1.61E+02	1.52E+02	9.53E+01	1.01E+02	9.16E+01	1.02E+04	1.01E+04	1.96E+02	1.37E+02
5.00E+00	6.25E+04	2.74E+04	3.43E+04	3.40E+04	5.69E+04	5.66E+04	1.43E+02	1.48E+02	1.40E+02	8.12E+01	8.59E+01	7.80E+01	8.77E+03	8.68E+03	1.78E+02	1.17E+02
1.00E+01	6.25E+04	2.42E+04	2.97E+04	2.95E+04	4.71E+04	4.68E+04	1.34E+02	1.38E+02	1.32E+02	7.00E+01	7.40E+01	6.75E+01	7.29E+03	7.19E+03	1.63E+02	9.93E+01
1.00E+02	5.17E+04	8.50E+03	8.07E+03	8.03E+03	1.86E+03	1.79E+03	7.36E+01	7.36E+01	1.88E+01	1.89E+01	1.87E+01	3.69E+02	3.13E+02	7.38E+01	1.96E+01	1.94E+01
5.00E+02	3.25E+04	4.26E+03	3.98E+03	3.96E+03	2.39E+02	2.11E+02	3.59E+01	3.59E+01	3.60E+01	8.98E+00	8.98E+00	8.97E+00	8.74E+01	6.01E+01	3.57E+01	9.02E+00
1.00E+03	2.39E+04	2.08E+03	1.91E+03	1.89E+03	2.22E+02	2.01E+02	2.50E+01	2.50E+01	2.50E+01	5.12E+00	5.13E+00	5.11E+00	7.78E+01	5.76E+01	2.50E+01	5.22E+00
1.00E+04	9.26E+03	2.27E+02	1.16E+02	1.08E+02	8.90E+01	8.08E+01	8.93E+00	8.93E+00	8.93E+00	1.08E+00	1.09E+00	1.07E+00	3.32E+01	2.52E+01	8.95E+00	1.14E+00
1.00E+05	4.24E+02	1.64E+01	8.89E+00	8.53E+00	8.26E-01	4.37E-01	4.48E-01	4.48E-01	4.48E-01	5.90E-02	5.90E-02	5.90E-02	6.99E-01	3.09E-01	4.47E-01	5.92E-02
1.00E+06	4.73E+01	1.12E+01	9.16E+00	9.14E+00	4.59E-01	4.13E-01	6.58E-02	6.57E-02	6.58E-02	2.24E-02	2.24E-02	2.24E-02	4.14E-01	3.68E-01	6.55E-02	2.27E-02
1.00E+07	7.73E+00	6.31E-01	5.04E-01	4.98E-01	6.46E-02	5.78E-02	8.19E-03	8.19E-03	1.68E-03	1.69E-03	1.68E-03	3.15E-02	2.49E-02	8.18E-03	1.72E-03	

表A-4.4 各種MAリサイクルと廃棄物中の α 区分値との相対的関係 (MN)

リサイクル回数	SF(MOX)	HLW(MOX)	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE5A	CASE5B	CASE6	CASE6A	CASE6B	CASE7	CASE8	CASE9	CASE10
回収核種	-	-	Np	Np	Np,Am	Np,Am	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Cm(50)	D-Cm(30)	D-Cm(100)	D-Pu(50)	D-Pu(50)	Np,Am,Cm	Np,Am,Cm
Pu,U回収率	0.00%	99.50%	99.90%	99.99%	99.90%	99.99%	99.90%	99.90%	99.90%	99.99%	99.99%	99.99%	99.90%	99.99%	99.90%	99.99%
1.00E-01	2.38E+07	2.27E+06	2.88E+06	2.86E+06	5.00E+06	4.97E+06	1.08E+04	1.12E+04	1.06E+04	6.90E+03	7.29E+03	6.65E+03	7.05E+05	6.99E+05	1.37E+04	9.76E+03
1.00E+00	8.33E+06	2.07E+06	2.62E+06	2.60E+06	4.50E+06	4.48E+06	1.03E+04	1.07E+04	1.01E+04	6.35E+03	6.72E+03	6.11E+03	6.79E+05	6.72E+05	1.31E+04	9.11E+03
5.00E+00	4.17E+06	1.83E+06	2.28E+06	2.27E+06	3.79E+06	3.77E+06	9.55E+03	9.87E+03	9.35E+03	5.41E+03	5.73E+03	5.20E+03	5.85E+05	5.78E+05	1.19E+04	7.77E+03
1.00E+01	4.17E+06	1.61E+06	1.98E+06	1.97E+06	3.14E+06	3.12E+06	8.95E+03	9.21E+03	8.78E+03	4.67E+03	4.93E+03	4.50E+03	4.86E+05	4.80E+05	1.08E+04	6.62E+03
1.00E+02	3.45E+06	5.67E+05	5.38E+05	5.35E+05	1.24E+05	1.20E+05	4.91E+03	4.91E+03	4.90E+03	1.25E+03	1.26E+03	1.25E+03	2.46E+04	2.09E+04	4.92E+03	1.31E+03
5.00E+02	2.17E+06	2.84E+05	2.65E+05	2.64E+05	1.59E+04	1.41E+04	2.40E+03	2.39E+03	2.40E+03	5.98E+02	5.98E+02	5.82E+02	5.82E+03	4.01E+03	2.38E+03	6.01E+02
1.00E+03	1.59E+06	1.39E+05	1.27E+05	1.26E+05	1.48E+04	1.34E+04	1.67E+03	1.67E+03	1.67E+03	3.41E+02	3.42E+02	3.41E+02	3.41E+03	3.84E+03	1.66E+03	3.48E+02
1.00E+04	6.17E+05	1.51E+04	7.75E+03	7.20E+03	5.93E+03	5.38E+03	5.95E+02	5.95E+02	5.95E+02	7.19E+01	7.25E+01	7.16E+01	2.21E+03	1.68E+03	5.97E+02	7.60E+01
1.00E+05	2.83E+04	1.09E+03	5.33E+02	5.69E+02	5.51E+01	2.92E+01	2.99E+01	2.98E+01	2.99E+01	3.93E+00	3.94E+00	3.94E+00	4.66E+01	2.06E+01	2.98E+01	3.94E+00
1.00E+06	1.51E+03	7.49E+02	6.11E+02	6.09E+02	3.06E+01	2.75E+01	4.38E+00	4.38E+00	4.39E+00	1.49E+00	1.49E+00	1.49E+00	2.76E+01	2.45E+01	4.37E+00	1.51E+00
1.00E+07	5.15E+02	4.21E+01	3.36E+01	3.32E+01	4.31E+00	3.85E+00	5.46E-01	5.46E-01	5.46E-01	1.12E-01	1.12E-01	1.12E-01	2.16E+00	1.66E+00	5.45E-01	1.15E-01

表A-4.5 燃焼度15万MWD/t-HMのFBR使用済燃料中に生成する主要FP/AP核種の放射線量の時間的推移と区分値との関係
単位 Ci

year	SR-90	CS-137	TC-99	I-129	H-3	C-14	CO-60	NI-59	NI-63	NB-94
1.00E-01	1.60E+05	4.32E+05	5.62E+01	1.87E-01	2.80E+03	5.99E+00	5.08E+03	4.86E+01	1.18E+03	1.47E-02
1.00E+00	1.56E+05	4.22E+05	5.63E+01	1.88E-01	2.65E+03	5.99E+00	4.46E+03	4.86E+01	1.17E+03	1.47E-02
5.00E+00	1.42E+05	3.85E+05	5.63E+01	1.88E-01	2.12E+03	5.99E+00	2.63E+03	4.86E+01	1.14E+03	1.47E-02
1.00E+01	1.26E+05	3.43E+05	5.63E+01	1.88E-01	1.60E+03	5.98E+00	1.36E+03	4.86E+01	1.09E+03	1.47E-02
1.00E+02	1.48E+04	4.28E+04	5.63E+01	1.88E-01	1.02E+01	5.92E+00	9.85E-03	4.86E+01	5.55E+02	1.47E-02
5.00E+02	1.09E+00	4.15E+00	5.62E+01	1.86E-01	1.81E-09	5.64E+00		4.84E+01	2.73E+01	1.45E-02
1.00E+03	7.36E-06	3.99E-05	5.61E+01	1.88E-01	1.18E-21	5.31E+00		4.82E+01	6.30E-01	1.42E-02
1.00E+04			5.45E+01	1.86E-01		1.79E+00		4.46E+01		1.05E-02
1.00E+05			4.07E+01	1.87E-01		3.34E-05		2.05E+01		4.85E-04
1.00E+06			2.17E+00	1.80E-01				8.40E-03		2.18E-17
1.00E+07			4.15E-13	1.21E-01						
六ヶ所区分値	4.51E-01	2.81E+00	5.00E-04	7.51E-06	8.30E+00	2.30E-01	7.51E+01	2.40E-01	3.00E+01	2.30E-03

表A-4.6 燃焼度15万MWD/t-HMのFBR使用済燃料中に生成する主要FP/AP核種の区分値との相対的関係

year	SR-90	CS-137	TC-99	I-129	H-3	C-14	CO-60	NI-59	NI-63	NB-94
1.00E-01	3.54E+05	1.54E+05	1.12E+05	2.49E+04	3.38E+02	2.60E+01	6.76E+01	2.03E+02	3.93E+01	6.41E+00
1.00E+00	3.46E+05	1.50E+05	1.13E+05	2.50E+04	3.19E+02	2.60E+01	5.93E+01	2.03E+02	3.90E+01	6.40E+00
5.00E+00	3.15E+05	1.37E+05	1.13E+05	2.50E+04	2.55E+02	2.60E+01	3.50E+01	2.03E+02	3.79E+01	6.40E+00
1.00E+01	2.79E+05	1.22E+05	1.13E+05	2.50E+04	1.93E+02	2.60E+01	1.82E+01	2.03E+02	3.65E+01	6.40E+00
1.00E+02	3.28E+04	1.52E+04	1.13E+05	2.50E+04	1.23E+00	2.57E+01	1.31E-04	2.02E+02	1.85E+01	6.38E+00
5.00E+02	2.40E+00	1.48E+00	1.12E+05	2.50E+04	2.19E-10	2.45E+01		2.02E+02	9.09E-01	6.30E+00
1.00E+03	1.63E-05	1.42E-05	1.12E+05	2.50E+04	1.42E-22	2.31E+01		2.01E+02	2.10E-02	6.19E+00
1.00E+04			1.09E+05	2.50E+04		7.77E+00		1.86E+02		4.55E+00
1.00E+05			8.13E+04	2.49E+04		1.45E-04		8.52E+01		2.11E-01
1.00E+06			4.35E+03	2.39E+04				3.50E-02		9.49E-15
1.00E+07			8.30E-10	1.61E+04						