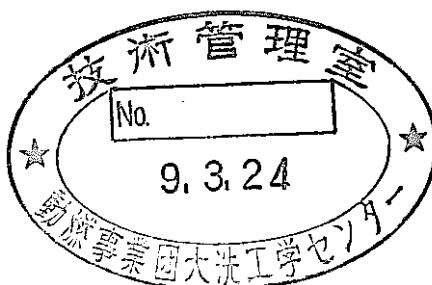


Mk-III炉心燃料の U濃縮度低減に関するサーベイ計算

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1996年12月



新型炉技術開発株式会社

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)

Mk-III炉心燃料のU濃縮度低減に関するサーベイ計算

長田 博夫*，池田一三**，河北孝司**

要 旨

本作業では、燃料U濃縮度が低減した時のMk-III標準炉心への影響をみるために、Mk-III炉心のPu富化度や燃料・構造材体積等をパラメータとして低減可能なU濃縮度をサーベイした。

(1) 低濃縮U燃料炉心の特性計算

外側炉心のPu富化度の増加、燃料体積割合増大、構造材体積割合削減、燃料スタック長伸長、 ^{15}N 濃縮窒化物燃料への変更、Pu同位体組成比の変更を想定して臨界性および出力分布の平坦化の条件を満足するように燃焼計算によるサーベイを行い、燃焼特性および出力特性の評価を行った。

今回のサーベイの範囲では最大線出力は標準炉心の値と同等あるいはそれ以下であった。また燃焼欠損反応度は最大13%の増加、要素最高燃焼度は1%の増加、炉心内最大高速中性子束は最大で7%増加した。

(2) 燃料U濃縮度の計算

今回の計算から次のことがわかった。Pu富化度を28.8w/oから35w/oまで増加させることにより、U濃縮度を18w/oから8.5w/oまで下げられる。構造材体積割合を下げてもU濃縮度は下げられない。燃料体積割合を1.08倍にした場合、U濃縮度を13w/oまで下げられる。燃料スタック長を50cmから60cmに伸ばすとU濃縮度を12w/oまで下げられる。 ^{15}N 濃縮窒化物燃料への変更はU濃縮度を5w/oまで下げられる。兵器用Pu同位体組成比への変更のみでU濃縮度を9w/oまで下げられる。さらに外側炉心のPu富化度を約33w/oに変えた場合、劣化Uを利用することができる。

本報告書は、新型炉技術開発株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：08C2394

事業団担当部課室および担当者：実験炉部技術課 吉田 匡志

*新型炉技術開発株式会社、**三菱重工業株式会社

Parametric Study to reduce the U-235 enrichment of the MK-III core fuel

Hiroo Osada * , Kazumi Ikeda ** , and Takashi Kawakita **

Abstract

In order to confirm the influence of lower U-235 enriched fuel on MK-III core, achievable U-235 enrichment is evaluated. The Pu enrichment, the fuel volume fraction, the structure volume fraction and etc. are chosen to be parameters.

(1) Nuclear calculation of lower U-235 enriched core

Supposing enhancing the Pu enrichment, increasing the fuel volume fraction, reducing the structure volume fraction, extending the core height, employing N-15 enriched fuel and changing the Pu isotope ratio, the burnup calculation is performed so that the conditions of criticality and power distribution are satisfied and burnup characteristics and power characteristics are evaluated.

Among the result, the linear heat rates are almost the same as those of MK-III standard core. The maximum of these burnup reactivity swing is increasing by 13%, the maximum of these fuel element burnup is increasing by 1% and the maximum of these fast neutron flux is increasing by 7%.

(2) Calculation of U-235 enrichment

When the Pu enrichment of the outer core fuel is changed from 28.8w/o to 35w/o, the U-235 enrichment is reduced from 18.0w/o to 8.5w/o. Reducing structure volume fraction doesn't result in the reduction of the U-235 enrichment and increasing fuel volume fraction by 8% result in 13w/o of U-235 enrichment. When the core height extends from 50 cm to 60cm, the U-235 enrichment was reduced to 12%. Employing N-15 enriched nitride fuel lower the U-235 enrichment up to 5W/o. Supposing a Pu isotope ratio of weapon class, 9w/o of U-235 enrichment is feasible. Furthermore if the Pu isotope ratio is the weapon class and the Pu enrichment of outer core is increased to 33.4W/o, degraded U can be used.

Work performed under the contract between Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation and Advanced Reactor Technology Co., Ltd.

PNC Liaison: Reactor Technology Section, Experimental Fast Reactor Division,
Masashi Yoshida

* Advanced Reactor Technology Co., Ltd. Engineering Department

** Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Core Engineering Department

表リスト

第 2.2-1 表 サーベイ計算のケース

第 2.2-2 表 エネルギー群構造及び核分裂スペクトル

第 2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度

第 2.3-1 表 サーベイ計算の主要な結果

第 2.3-2 表 燃焼欠損反応度

第 2.3-3 表 取替燃料の原子数密度

第 2.3-4 表 インベントリー

第 2.3-5 表 各列の最大集合体出力

第 2.3-6 表 各列の最大線出力

第 2.3-7 表 各列の集合体最高燃焼度

第 2.3-8 表 各列の要素最高燃焼度

第 2.3-9 表 出力分担率

第 2.3-10 表 出力ピーキング係数

第 2.3-11 表 各列の最大高速中性子束(平衡炉心初期)

第 2.3-12 表 各列の最大全中性子束(平衡炉心初期)

第 2.3-13 表 各列の最大高速中性子束(平衡炉心末期)

第 2.3-14 表 各列の最大全中性子束(平衡炉心末期)

第 3.2-1 表 各仕様の U濃縮度低減効果

第 3.2-2a 表 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化

(ケース6-2/第 1 列装荷)

第 3.2-2b 表 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化

(ケース6-2/第3 列, 外側炉心装荷)

第 3.2-3a 表 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の相対変化

(ケース6-2/第 1 列装荷)

第 3.2-3b 表 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の相対変化

(ケース6-2/第3 列, 外側炉心装荷)

図リスト

- 第2.2-1 図 サーベイ計算のフロー
- 第2.2-2 図 7群ミクロ定数の作成フロー
- 第2.2-3 図 燃焼計算の計算フロー
- 第2.2-4 図 1次元径方向縮約計算体系図
- 第2.2-5 図 1次元軸方向縮約計算体系図
- 第2.2-6 図 2次元R Z計算の計算体系
- 第2.2-7 図 定格時の温度分布
- 第2.2-8 図 燃焼チェイン
- 第2.3-1 図 平衡炉心末期の実効増倍率（計算値）と最大線出力
- 第2.3-2 図 中性子スペクトル（ケース1-1）
- 第2.3-3 図 中性子スペクトルとの相対比（ケース1-1）
- 第2.3-4 図 中性子スペクトル（ケース2-2）
- 第2.3-5 図 中性子スペクトルとの相対比（ケース2-2）
- 第2.3-6 図 中性子スペクトル（ケース3-2）
- 第2.3-7 図 中性子スペクトルとの相対比（ケース3-2）
- 第2.3-8 図 中性子スペクトル（ケース4-2）
- 第2.3-9 図 中性子スペクトルとの相対比（ケース4-2）
- 第2.3-10 図 中性子スペクトル（ケース5）
- 第2.3-11 図 中性子スペクトルとの相対比（ケース5）
- 第2.3-12 図 中性子スペクトル（ケース6-2）
- 第2.3-13 図 中性子スペクトルとの相対比（ケース6-2）
- 第3.2-1 図 Pu富化度（内側炉心）とU濃縮度
- 第3.2-2 図 外側炉心のPu富化度と内側炉心のPu富化度の関係
- 第3.2-3 図 外側炉心のPu富化度とU濃縮度の相関
- 第3.2-4 図 ラッパ管体積割合とU濃縮度との相関
- 第3.2-5 図 燃料体積割合とU濃縮度との相関
- 第3.2-6 図 燃料スタック長とU濃縮度との相関

第3.2-7 図 酸化物燃料と窒化物燃料のU濃縮度、及びPu富化度

第3.2-8 図 兵器用Pu組成のU濃縮度、及びPu富化度

第3.2-9a図 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化

(ケース6-2/第1列装荷)

第3.2-9b図 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化

(ケース6-2/第3列、外側炉心装荷)

第3.2-10a 図兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の相対変化

(ケース6-2/第1列装荷)

第3.2-10b 図兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の相対変化

(ケース6-2/第3列、外側炉心装荷)

1. まえがき

本作業では、MK-III炉心のPu富化度や燃料・構造材体積等をパラメータとしたサーベイ計算を行い、燃料のU濃縮度低減に対する仕様の効果について把握するとともに、燃料U濃縮度が低減した時の炉心特性への影響を評価した。

2. 低濃縮U燃料炉心の特性計算

2.1 概 要

動燃御指示のサーベイ範囲、すなわち、外側炉心のPu富化度の増加、燃料体積割合（インベントリー）の増大、構造材体積割合（インベントリー）の削減、燃料スタック長の伸長、¹⁵N濃縮窒化物燃料への変更及びPu同位体組成比の変更について燃焼計算によるサーベイを行い、臨界性および出力分布の平坦化の観点から内側炉心のPu富化度およびU濃縮度等の調整を行い、燃焼特性および出力特性を評価した。

2.2 評価条件及び計算方法

2次元RZ7群燃焼計算により燃焼特性、出力分布等を評価する。

(1) 計算ケース

表2.2-1にサーベイ計算のケースと条件を示す。基準はMK-Ⅲ標準平衡炉心⁽¹⁾である。以下に各ケースの概要を示す。

ケース1：外側炉心のPu富化度を3.2w/o, 3.5w/oに高めた場合

ケース2：ラッパ管体積割合を30%, 70%削減した場合

ケース3：燃料体積割合を相対的に4%, 8%増加させた場合

ケース4：燃料スタック長を55cm, 60cmに伸ばした場合

ケース5：¹⁵N濃縮窒化物燃料に変えた場合、なお、スミヤ密度は8.0%TDとした。

ケース6：兵器用PuなみのPu同位体組成比に変更した場合

Uの組成を劣化U、Pu同位体組成比を兵器用Puなみとした場合のPu富化度の算出もおこなった。

なお、表2.2-1のうちケース1-1, 2-2, 3-2, 4-2, 5, 6-1, 6-2について9サイクルの燃焼計算を行い、その他については内挿により評価した。

(2) 計算手順

パラメータサーベイの計算手順を第2.2-1図に示す。このうち、縮約定数の作成のフローを第2.2-2図に示す。また、燃焼計算のフローを第2.2-3図に示す。

U濃縮度及び内側炉心のPu富化度の調整に当たり、以下の条件を満たすようにサーベイ計算を行った。

a. 臨界性

平衡炉心末期の2DBURN計算値で0.994 ± 0.001（基準炉心で0.9945）

b. 出力分布平坦化

3次元相当の評価で内側炉心の最大線出力と外側炉心の最大線出力の比が、0.99～1.01以内であること。ケース6-2では内側炉心および外側炉心のPu富化度で調整した。

(3) 核データ

炉定数は、70群定数ライブラリー JFS-3-J2 (89) に¹⁵Nの断面積ライブラリーを追加したもの(動燃段支給)⁽²⁾を使用した。第2.2-2 表にエネルギー群構造と核分裂スペクトルを示す。

(4) 原子数密度

MK-III平衡炉心の組成⁽³⁾を基準とし、炉心燃料のみ各ケースでパラメータサーベイにより変更した。MK-III平衡炉心の原子数密度を第2.2-3 表に示す。

(5) 計算体系

炉定数の7群への縮約には径方向1次元拡散計算、軸方向1次元拡散計算から求めた中性子スペクトルを用いた。径方向1次元計算体系を第2.2-4 図に、軸方向1次元計算体系を第2.2-5 図に示す。燃焼計算には第2.2-6 図に示す2次元RZ体系を用いた。

(6) 各部温度分布

各部温度分布を第2.2-7 図に示す。

(7) 燃焼チェイン

燃焼チェインを第2.2-8 図に示す。²⁴¹Am の生成は標準平衡炉心の設計と同じく考慮しない。

(8) 運転および燃料交換パターン

運転および燃料交換は標準平衡炉心に同じとした。すなわち、定格出力140MWth、運転期間70日を想定した。燃料交換は各列で異なる可変バッチ交換方式で、1列で5サイクル毎に、2および3列で6サイクル毎、4列で7サイクル毎及び5列で8サイクル毎に交換する。

2.3 計算結果

パラメータサーベイ計算の各ケースは第2.3-1 図および第2.3-1 表に示すようにいずれも臨界性および出力分布平坦化の条件を満足している。

(1) U濃縮度およびPu富化度

第2.3-1 表より今回のサーベイ範囲では¹⁵N濃縮窒化物燃料への変更、外側炉心のPu富化度を高めること、Pu同位体組成比の変更、燃料スタック長の伸長、燃料体積割合を高めることの順で燃料のU濃縮度低減に有効であった。

なお、炉心および軸方向反射体のラッパ管体積割合の削減はU濃縮度低減に効果がなかった。「常陽」炉心は小型で、SUSの吸収効果（負の反応度）よりもSUSの反射効果（正の反応度）が反応度に寄与した結果である。また炉心領域のみラッパ管体積割合を削減した場合にも、U濃縮度を基準炉心にくらべ0.1%高くする必要があると推定される。

(2) 燃焼欠損反応度

各ケースの燃焼欠損反応度を第2.3-2 表に示す。ケース1-1, 1-2, 6-1, 6-2 は燃焼欠損反応度が基準炉心にくらべ大きくなっている。Pu富化度を高くし、U濃縮度を下げた場合、同じ量の燃焼でも²³⁹Puおよび²⁴¹Puの燃焼のほうが²³⁵Uの燃焼にくらべ等価フィッサイル係数の違いから反応度の低下が大きいことによる結果である。

(3) 取替燃料の原子数密度

パラメータサーベイ計算により調整された後のケース1-1, 2-2, 3-2, 4-2, 5, 6-1 および 6-2の取替燃料の原子数密度を第2.3-3 表に示す。

(4) インベントリー

各ケースの炉心部分の重金属のインベントリーを第2.3-4 表に示す。燃料体積割合を増加させたケース3、燃料スタック長を伸ばしたケース4、理論密度の高い窒化物燃料のケース5 はいずれもインベントリーがあきらかに増えるもののその他は9.8Kg/集合体でほぼ一定である。

(5) 各列の最大集合体出力

各列の集合体最大出力の比較を第2.3-5 表に示す。集合体出力の基準炉心との違いは大きいもので2%である。

(6) 各列の最大線出力

各列の最大線出力の比較を第2.3-6 表に示す。いずれのケースも最大線出力は414 W/cm以下であった。燃料スタック長を伸ばしたケース4-1, 4-2 は炉心サイズが大きくなり、最大線出力は顕著に低下する。

(7) 集合体最高燃焼度

集合体最高燃焼度の比較を第2.3-7表に示す。燃料体積割合を増加させたケース3-1, 3-2, 燃料スタック長を伸ばしたケース4-1, 4-2, 理論密度の高い窒化物燃料のケース5はいずれもインベントリーが増えた結果、集合体最高燃焼度は低下する。その他はほぼ基準炉心と同じ大きさである。

(8) 要素最高燃焼度

要素最高燃焼度の比較を第2.3-8表に示す。集合体最高燃焼度と同様にケース3-1, 3-2, ケース4-1, 4-2とケース5はいずれもインベントリーが増えた結果、要素最高燃焼度は低下する。その他はほぼ基準炉心と同じ大きさである。

(9) 出力分担率

各ケースの出力分担率を第2.3-9表に示す。特殊燃料の組成をMK-Ⅲ炉心と同じとしたことから、核分裂性物質の原子数密度の炉心燃料と特殊燃料との比が基準と異なる場合炉心と特殊燃料との出力分担率が変わる。

ケース1-1, 1-2では核分裂性Puが増え、 ^{235}U が減った。結果として核分裂性Puと ^{235}U との等価フィッサイル係数の違いから核分裂性物質が減少した。そのため、炉心燃料にくらべ核分裂性物質組成の変わらない特殊燃料の出力分担率は増加した。

ケース4-1, 4-2, 6-1, 6-2でも、炉心燃料の核分裂性物質の原子数密度が減少した。その結果、ケース1-1, 1-2と同じ理由で特殊燃料の出力分担率は増加した。

(10) 出力ピーキング係数

出力ピーキング係数を第2.3-10表に示す。燃料スタック長を伸ばしたケース4-1, 4-2は軸方向ピーキング係数が大きくなり、結果として全炉心の出力ピーキング係数は大きくなる。

(11) 各列の最大中性子束

各列の最大中性子束を第3.3-11~14表に示す。なお、高速中性子束は0.1MeV以上で定義した。

ケース1-1, 1-2では前に述べたように炉心燃料の核分裂性物質の原子数密度は減少したためケース1-1の最大高速中性子束(平衡炉心末期、以下同じ)で基準にくらべ約4%増加した。ケース2-1, 2-2では出力ピーキング係数が小さくなり、同様に最大高速中性子束も低くなった。

ケース3-1, 3-2 では燃料体積割合を増やしたものの最大高速中性子束は変わらなかった。炉心燃料の核分裂性物質の原子数密度がほとんど変わらなかつたためである。

ケース4-1, 4-2 では燃料スタック長が伸びて、炉心が大きくなつた結果、最大高速中性子束は低くなつた。

ケース5 では窒化物燃料となり、核分裂性物質の原子数密度が減少したため最大高速中性子束(平衡炉心末期)は基準にくらべ約4%増加した。

ケース6-1, 6-2 では核分裂性Puが増え、 ^{235}U が減り、核分裂性Puと ^{235}U との等価フィッサイル係数の違いから核分裂性物質の原子数密度が減少した。ケース6-2の場合、最大高速中性子束は基準にくらべ約7%増加した。

(12) 中性子スペクトル

主なケースの中性子スペクトルと基準炉心との違いを分かりやすくするため基準炉心との中性子スペクトルの相対比を以下のとおりに示す。

ケース1-1 / 外側炉心のPu富化度を35w/oに高めた場合：第2.3-2図，

第2.3-3図

ケース2-2 / ラッパ管体積割合を70%削減した場合 : 第2.3-4図

第2.3-5図

ケース3-2 / 燃料体積割合を相対的に8%に増加させた場合：第2.3-6図

第2.3-7図

ケース4-2 / ラッパ管体積割合を70%削減した場合 : 第2.3-8図

第2.3-9図

ケース5 / N-15濃縮窒化物燃料に変えた場合 : 第2.3-10図

第2.3-11図

ケース6-2 / Uの組成を劣化U, Pu同位体組成比を兵器用：第3.2-12図

Puのみとした場合 第2.3-13図

いずれも中性子スペクトルの違いはわずかであった。

第2.2-1表 サーベイ計算のケース

ケース		パラメータ							備考
項目	No.	燃料形態	Pu富化度	ラップ管体積比	燃耗体積比	燃料スタック長	Pu同位体組成比		
基準	0	酸化物燃料	内側23.0%v/o、外側28.8%v/o	7.5%	37.2%	50cm	$^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}/^{241}\text{Pu}/^{242}\text{Pu}:1/63/24/8/4$		$V_f/V_s/V_c=37.2/22.8/37.3(\%)$ 、スミア密度7.6%vD
Pu富化度増加	1-1		外側5%v/o として調整	ケース0と同じ	ケース0と同じ	50cm	ケース0と同じ		
	1-2		外側2%v/o として調整	ケース0と同じ	ケース0と同じ		ケース0と同じ		
セミダクトレス燃耗用	2-1	酸化物燃料	30%削減 ¹⁾	ケース0と同じ	ケース0と同じ	50cm	ケース0と同じ		$V_f/V_s/V_c=37.2/20.2/39.9(\%)$
	2-2		70%削減 ²⁾	ケース0と同じ	ケース0と同じ		ケース0と同じ		$V_f/V_s/V_c=37.2/17.6/42.6(\%)$
燃料ペレット太径化&燃耗率薄肉化	3-1	酸化物燃料	4%削減 ³⁾	ケース0と同じ	ケース0と同じ	50cm	ケース0と同じ		$V_f/V_s/V_c=38.7/21.3/37.3(\%)$
	3-2		8%削減 ⁴⁾	ケース0と同じ	ケース0と同じ		ケース0と同じ		$V_f/V_s/V_c=40.2/19.8/37.3(\%)$
燃料スタック長変更	4-1	酸化物燃料	ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ	55cm ⁵⁾	ケース0と同じ		
	4-2		ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ	60cm ⁵⁾	ケース0と同じ		
蜜化石燃料	5	蜜化石燃料	ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ		$V_f/V_s/V_c=37.2/22.8/37.3(\%)$ 、スミア密度80%vD
兵器用PuのPu同位体組成比に変更	6-1	酸化物燃料	ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ	$^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}/^{241}\text{Pu}/^{242}\text{Pu}:0.012/93.8/5.8/0.35/0.02$			
	6-2		^{235}U 含有割合0.2%v/o	ケース0と同じ	ケース0と同じ	ケース0と同じ	$^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}/^{241}\text{Pu}/^{242}\text{Pu}:0.012/93.8/5.8/0.35/0.02$		

1) 変更分は冷却材管路で調整

2) 変更分は冷却材管路で調整

3) ケース0からガスプレナム部2.5cm減 下部空間部2.5cm減

4) ケース0からガスプレナム部5cm減 下部空間部5cm減

5) 特然等は MK-III標準炉心に同じ。但し、ケース4-1, 4-2ではその炉心高さは炉心燃料と同じとする。

第2.2-2 表 エネルギー群構造及び核分裂スペクトル(1/2)

エネルギー範囲	70群		7群	
	群番号	核分裂スペクトル*	群番号	核分裂スペクトル*
10.0 (MeV) ~ 7.7880 (MeV)	1	8.32536×10^{-3}	1	5.83321×10^{-1}
7.7880 ~ 6.0653	2	2.26610×10^{-2}		
6.0653 ~ 4.7237	3	4.57986×10^{-2}		
4.7237 ~ 3.6788	4	7.32197×10^{-2}		
3.6788 ~ 2.8650	5	9.73698×10^{-2}		
2.8650 ~ 2.2313	6	1.12073×10^{-1}		
2.2313 ~ 1.7377	7	1.15202×10^{-1}		
1.7377 ~ 1.3534	8	1.08394×10^{-1}		
1.3534 ~ 1.0540	9	9.51769×10^{-2}	2	3.22741×10^{-1}
1.0540 ~ 0.82085	10	7.91807×10^{-2}		
0.82085 ~ 0.63928	11	6.31562×10^{-2}		
0.63928 ~ 0.49787	12	4.87468×10^{-2}		
0.49787 ~ 0.38774	13	3.66733×10^{-2}		
0.38774 ~ 0.30197	14	2.70447×10^{-2}	3	8.27080×10^{-2}
0.30197 ~ 0.23518	15	1.96360×10^{-2}		
0.23518 ~ 0.18316	16	1.40851×10^{-2}		
0.18316 ~ 0.14264	17	1.00083×10^{-2}		
0.14264 ~ 0.11109	18	7.05936×10^{-3}		
0.11109 ~ 0.086517	19	4.95084×10^{-3}		
86.517 (keV) ~ 67.379 (keV)	20	3.45662×10^{-3}	4	1.08480×10^{-2}
67.379 ~ 52.475	21	2.40499×10^{-3}		
52.475 ~ 40.868	22	1.66878×10^{-3}		
40.868 ~ 31.828	23	1.15549×10^{-3}		
31.828 ~ 24.788	24	7.98769×10^{-4}		
24.788 ~ 19.305	25	5.51467×10^{-4}		
19.305 ~ 15.034	26	3.80351×10^{-4}		
15.034 ~ 11.709	27	2.62127×10^{-4}		
11.709 ~ 9.1188	28	1.80541×10^{-4}		
9.1188 ~ 7.1017	29	1.24290×10^{-4}		
7.1017 ~ 5.5308	30	8.55336×10^{-5}	5	3.83306×10^{-4}
5.5308 ~ 4.3074	31	5.88455×10^{-5}		
4.3074 ~ 3.3546	32	4.04756×10^{-5}		
3.3546 ~ 2.6126	33	2.78354×10^{-5}		
2.6126 ~ 2.0347	34	1.91401×10^{-5}		
2.0347 ~ 1.5846	35	1.31597×10^{-5}		
1.5846 ~ 1.2341	36	9.04709×10^{-6}		
1.2341 ~ 0.96112	37	5.38145×10^{-6}		

*全群の合計が1.0となるように規格化する。

第2.2-2 表 エネルギー群構造及び核分裂スペクトル (2/2)

エネルギー範囲	70群		7群	
	群番号	核分裂スペクトル*	群番号	核分裂スペクトル*
961.12 (eV) ~ 748.52 (eV)	38	0.0	6	0.0
748.52 ~ 582.95	39	0.0		
582.95 ~ 454.00	40	0.0		
454.00 ~ 353.58	41	0.0		
353.58 ~ 275.36	42	0.0		
275.36 ~ 214.45	43	0.0		
214.45 ~ 167.02	44	0.0		
167.02 ~ 130.07	45	0.0		
130.07 ~ 101.30	46	0.0		
101.30 ~ 78.893	47	0.0		
78.893 ~ 61.442	48	0.0		
61.442 ~ 47.851	49	0.0		
47.851 ~ 37.267	50	0.0		
37.267 ~ 29.023	51	0.0		
29.023 ~ 22.603	52	0.0		
22.603 ~ 17.603	53	0.0		
17.603 ~ 13.710	54	0.0		
13.710 ~ 10.677	55	0.0		
10.677 ~ 8.3153	56	0.0		
8.3153 ~ 6.4760	57	0.0		
6.4760 ~ 5.0435	58	0.0		
5.0435 ~ 3.9279	59	0.0		
3.9279 ~ 3.0590	60	0.0		
3.0590 ~ 2.3824	61	0.0		
2.3824 ~ 1.8554	62	0.0		
1.8554 ~ 1.4450	63	0.0		
1.4450 ~ 1.1254	64	0.0		
1.1254 ~ 0.87642	65	0.0		
0.87642 ~ 0.68256	66	0.0		
0.68256 ~ 0.53158	67	0.0		
0.53158 ~ 0.41399	68	0.0		
0.41399 ~ 0.32242	69	0.0		
0.32242 ~ 10 ⁻⁵	70	0.0		

*全群の合計が1.0となるように規格化する。

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(1/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)

COMP	1	2	3	4	5	6	7
NAME	REG 1	REG 2	REG 3	REG 4	REG 5	REG 6	REG 7
COMMENT	B型特燃	B型特燃	B型特燃	B型特燃	内側燃料	内側燃料	内側燃料
ELEMENT	0列(1/6)	0列(2/6)	0列(5/6)	0列(6/6)	1列(1/6)	1列(2/6)	1列(5/6)
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	6.301E-03	6.301E-03	6.301E-03	6.301E-03	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02
5 11 NA	9.757E-03	9.757E-03	9.757E-03	9.757E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03
6 19 CR	4.422E-03	4.422E-03	4.422E-03	4.422E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20 FE	1.655E-02	1.655E-02	1.655E-02	1.655E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21 NI	5.117E-03	5.117E-03	5.117E-03	5.117E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2 MN	4.779E-04	4.779E-04	4.779E-04	4.779E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25 MO	3.795E-04	3.795E-04	3.795E-04	3.795E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30 PU238	9.164E-06	9.164E-06	9.164E-06	9.164E-06	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05
12 34 U235	4.137E-04	4.137E-04	4.137E-04	4.137E-04	1.079E-03	1.061E-03	1.061E-03
13 35 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	2.093E-05	2.355E-05	2.356E-05
14 36 U238	1.861E-03	1.861E-03	1.861E-03	1.861E-03	5.243E-03	5.230E-03	5.230E-03
15 37 PU239	5.751E-04	5.751E-04	5.751E-04	5.751E-04	1.156E-03	1.143E-03	1.143E-03
16 38 PU240	2.182E-04	2.182E-04	2.182E-04	2.182E-04	4.604E-04	4.580E-04	4.579E-04
17 39 PU241	7.242E-05	7.242E-05	7.242E-05	7.242E-05	1.421E-04	1.400E-04	1.399E-04
18 40 PU242	3.607E-05	3.607E-05	3.607E-05	3.607E-05	7.603E-05	7.585E-05	7.585E-05
19 52 FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	8.017E-05	9.540E-05	9.554E-05
20 55 FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	1.420E-05	1.936E-05	1.936E-05
21 58 FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	9.628E-05	1.193E-04	1.195E-04
22 61 FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	1.489E-05	1.795E-05	1.798E-05
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(2/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)

COMP	8	9	10	11	12	13	14
NAME	REG 8	REG 9	REG 10	REG 11	REG 12	REG 13	REG 14
COMMENT	内側燃料 1列(6/6)	内側燃料 2列(1/6)	内側燃料 2列(2/6)	内側燃料 2列(5/6)	内側燃料 2列(6/6)	内側燃料 3列(1/6)	内側燃料 3列(2/6)
ELEMENT							
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10	O	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02
5 11	NA	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03
6 19	CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20	FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21	NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2	MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25	MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30	PU238	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05
12 34	U235	1.081E-03	1.063E-03	1.042E-03	1.042E-03	1.066E-03	1.068E-03
13 35	U236	2.010E-05	2.424E-05	2.715E-05	2.712E-05	2.304E-05	2.343E-05
14 36	U238	5.245E-03	5.232E-03	5.216E-03	5.216E-03	5.234E-03	5.222E-03
15 37	PU239	1.156E-03	1.147E-03	1.132E-03	1.131E-03	1.148E-03	1.150E-03
16 38	PU240	4.596E-04	4.605E-04	4.574E-04	4.574E-04	4.593E-04	4.611E-04
17 39	PU241	1.419E-04	1.402E-04	1.378E-04	1.378E-04	1.401E-04	1.408E-04
18 40	PU242	7.599E-05	7.602E-05	7.580E-05	7.580E-05	7.596E-05	7.606E-05
19 52	FP U235	7.876E-05	9.331E-05	1.107E-04	1.107E-04	9.099E-05	8.892E-05
20 55	FP U238	1.417E-05	1.684E-05	2.296E-05	2.294E-05	1.679E-05	1.550E-05
21 58	FP PU239	9.559E-05	1.129E-04	1.395E-04	1.397E-04	1.114E-04	1.065E-04
22 61	FP PU241	1.464E-05	1.738E-05	2.088E-05	2.089E-05	1.695E-05	1.652E-05
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(3/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	15	16	17	18	19	20	21	
NAME	REG 15	REG 16	REG 17	REG 18	REG 19	REG 20	REG 21	
COMMENT	内側燃料 3列(5/6)	内側燃料 3列(6/6)	外側燃料 3列(1/6)	外側燃料 3列(2/6)	外側燃料 3列(5/6)	外側燃料 3列(6/6)	外側燃料 4列(1/6)	
ELEMENT								
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	1.663E-02	1.663E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	
5 11	NA	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	
6 19	CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	
7 20	FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	
8 21	NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	
9 2	MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	
10 25	MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	
11 30	PU238	1.928E-05	1.928E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	
12 34	U235	1.050E-03	1.073E-03	9.962E-04	9.802E-04	9.804E-04	1.001E-03	
13 35	U236	2.576E-05	2.182E-05	2.032E-05	2.247E-05	2.240E-05	1.893E-05	
14 36	U238	5.222E-03	5.239E-03	4.858E-03	4.846E-03	4.846E-03	4.861E-03	
15 37	PU239	1.136E-03	1.152E-03	1.434E-03	1.415E-03	1.415E-03	1.436E-03	
16 38	PU240	4.579E-04	4.596E-04	5.788E-04	5.752E-04	5.751E-04	5.773E-04	
17 39	PU241	1.385E-04	1.407E-04	1.775E-04	1.748E-04	1.748E-04	1.774E-04	
18 40	PU242	7.584E-05	7.598E-05	9.560E-05	9.533E-05	9.533E-05	9.550E-05	
19 52	FP U235	1.043E-04	8.561E-05	7.763E-05	9.141E-05	9.125E-05	7.465E-05	
20 55	FP U238	2.117E-05	1.546E-05	1.396E-05	1.907E-05	1.902E-05	1.388E-05	
21 58	FP PU239	1.307E-04	1.041E-04	1.256E-04	1.543E-04	1.541E-04	1.226E-04	
22 61	FP PU241	1.962E-05	1.590E-05	1.953E-05	2.330E-05	2.326E-05	1.880E-05	
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.2-3 表：標準平衡炉心の原子数密度(4/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	22	23	24	25	26	27	28	
NAME	REG 22	REG 23	REG 24	REG 25	REG 26	REG 27	REG 28	
COMMENT	外側燃料 4列(2/6)	外側燃料 4列(5/6)	外側燃料 4列(6/6)	外側燃料 5列(1/6)	外側燃料 5列(2/6)	外側燃料 5列(5/6)	外側燃料 5列(6/6)	
ELEMENT								
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	
5 11	NA	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	
6 19	CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	
7 20	FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	
8 21	NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	
9 2	MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	
10 25	MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	
11 30	PU238	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.424E-05	2.424E-05	2.424E-05	
12 34	U235	9.737E-04	9.740E-04	9.950E-04	9.869E-04	9.727E-04	9.734E-04	
13 35	U236	2.372E-05	2.362E-05	2.007E-05	2.347E-05	2.535E-05	2.517E-05	
14 36	U238	4.841E-03	4.841E-03	4.857E-03	4.853E-03	4.842E-03	4.842E-03	
15 37	PU239	1.408E-03	1.409E-03	1.431E-03	1.429E-03	1.412E-03	1.413E-03	
16 38	PU240	5.749E-04	5.748E-04	5.772E-04	5.832E-04	5.799E-04	5.798E-04	
17 39	PU241	1.734E-04	1.734E-04	1.761E-04	1.765E-04	1.741E-04	1.741E-04	
18 40	PU242	9.528E-05	9.528E-05	9.549E-05	9.586E-05	9.562E-05	9.562E-05	
19 52	FP U235	9.665E-05	9.638E-05	7.909E-05	8.368E-05	9.593E-05	9.542E-05	
20 55	FP U238	2.061E-05	2.054E-05	1.499E-05	1.275E-05	1.718E-05	1.709E-05	
21 58	FP PU239	1.637E-04	1.633E-04	1.301E-04	1.300E-04	1.553E-04	1.546E-04	
22 61	FP PU241	2.463E-05	2.456E-05	1.990E-05	2.079E-05	2.414E-05	2.401E-05	
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(5/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	29	30	31	32	33	34	35	
NAME	REG 29	REG 30	REG 31	REG 32	REG 33	REG 34	REG 35	
COMMENT	B型特燃 0列(3/6)	B型特燃 0列(4/6)	内側燃料 1列(3/6)	内側燃料 1列(4/6)	C型特燃 1列(3/6)	C型特燃 1列(4/6)	内側燃料 2列(3/6)	
ELEMENT								
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	6.301E-03	6.301E-03	1.663E-02	1.663E-02	1.090E-02	1.090E-02	1.663E-02
5 11	NA	9.757E-03	9.757E-03	8.248E-03	8.248E-03	1.075E-02	1.075E-02	8.248E-03
6 19	CR	4.422E-03	4.422E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.586E-03	3.586E-03	3.179E-03
7 20	FE	1.655E-02	1.655E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.342E-02	1.342E-02	1.190E-02
8 21	NI	5.117E-03	5.117E-03	3.679E-03	3.679E-03	4.150E-03	4.150E-03	3.679E-03
9 2	MN	4.779E-04	4.779E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.876E-04	3.876E-04	3.436E-04
10 25	MO	3.795E-04	3.795E-04	2.728E-04	2.728E-04	3.077E-04	3.077E-04	2.728E-04
11 30	PU238	9.164E-06	9.164E-06	1.928E-05	1.928E-05	1.586E-05	1.586E-05	1.928E-05
12 34	U235	4.137E-04	4.137E-04	1.056E-03	1.056E-03	7.157E-04	7.157E-04	1.036E-03
13 35	U236	0.0	0.0	2.446E-05	2.447E-05	0.0	0.0	2.817E-05
14 36	U238	1.861E-03	1.861E-03	5.226E-03	5.226E-03	3.219E-03	3.219E-03	5.212E-03
15 37	PU239	5.751E-04	5.751E-04	1.139E-03	1.139E-03	9.951E-04	9.951E-04	1.128E-03
16 38	PU240	2.182E-04	2.182E-04	4.577E-04	4.577E-04	3.775E-04	3.775E-04	4.571E-04
17 39	PU241	7.242E-05	7.242E-05	1.395E-04	1.395E-04	1.253E-04	1.253E-04	1.373E-04
18 40	PU242	3.607E-05	3.607E-05	7.583E-05	7.583E-05	6.240E-05	6.240E-05	7.577E-05
19 52	FP U235	0.0	0.0	9.958E-05	9.962E-05	0.0	0.0	1.154E-04
20 55	FP U238	0.0	0.0	2.044E-05	2.044E-05	0.0	0.0	2.422E-05
21 58	FP PU239	0.0	0.0	1.251E-04	1.251E-04	0.0	0.0	1.462E-04
22 61	FP PU241	0.0	0.0	1.877E-05	1.878E-05	0.0	0.0	2.183E-05
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.2-3 表：標準平衡炉心の原子数密度(6/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	36	37	38	39	40	41	42	
NAME	REG 36	REG 37	REG 38	REG 39	REG 40	REG 41	REG 42	
COMMENT	内側燃料 2列(4/6)	内側燃料 3列(3/6)	内側燃料 3列(4/6)	外側燃料 3列(3/6)	外側燃料 3列(4/6)	外側燃料 4列(3/6)	外側燃料 4列(4/6)	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	
5 11 NA	8.248E-03							
6 19 CR	3.179E-03							
7 20 FE	1.190E-02							
8 21 NI	3.679E-03							
9 2 MN	3.436E-04							
10 25 MO	2.728E-04							
11 30 PU238	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	
12 34 U235	1.036E-03	1.044E-03	1.044E-03	9.755E-04	9.755E-04	9.688E-04	9.688E-04	
13 35 U236	2.817E-05	2.677E-05	2.676E-05	2.330E-05	2.329E-05	2.457E-05	2.456E-05	
14 36 U238	5.212E-03	5.218E-03	5.218E-03	4.842E-03	4.842E-03	4.837E-03	4.837E-03	
15 37 PU239	1.128E-03	1.133E-03	1.133E-03	1.410E-03	1.410E-03	1.403E-03	1.403E-03	
16 38 PU240	4.571E-04	4.576E-04	4.576E-04	5.748E-04	5.748E-04	5.744E-04	5.744E-04	
17 39 PU241	1.373E-04	1.381E-04	1.380E-04	1.742E-04	1.742E-04	1.728E-04	1.728E-04	
18 40 PU242	7.577E-05	7.582E-05	7.582E-05	9.530E-05	9.530E-05	9.525E-05	9.525E-05	
19 52 FP U235	1.155E-04	1.089E-04	1.088E-04	9.525E-05	9.524E-05	1.006E-04	1.006E-04	
20 55 FP U238	2.421E-05	2.237E-05	2.236E-05	2.010E-05	2.009E-05	2.169E-05	2.168E-05	
21 58 FP PU239	1.463E-04	1.369E-04	1.369E-04	1.615E-04	1.614E-04	1.711E-04	1.711E-04	
22 61 FP PU241	2.184E-05	2.051E-05	2.051E-05	2.433E-05	2.433E-05	2.570E-05	2.569E-05	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(7/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)

COMP	43	44	45	46	47	48	49
NAME	REG 43	REG 44	REG 45	REG 46	REG 47	REG 48	REG 49
COMMENT	外側燃料 5列(3/6)	外側燃料 5列(4/6)	インシュレータ 0列下	インシュレータ 0列上	インシュレータ 1列下	インシュレータ 1列上	インシュレータ 1列下
ELEMENT							
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	1.667E-02	1.667E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02
5 11 NA	8.248E-03	8.248E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03
6 19 CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20 FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21 NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2 MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25 MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30 PU238	2.424E-05	2.424E-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 34 U235	9.682E-04	9.683E-04	1.167E-05	1.248E-05	1.165E-05	1.246E-05	1.167E-05
13 35 U236	2.617E-05	2.614E-05	1.151E-06	8.662E-07	1.155E-06	8.711E-07	1.151E-06
14 36 U238	4.839E-03	4.839E-03	7.981E-03	8.007E-03	7.980E-03	8.006E-03	7.981E-03
15 37 PU239	1.408E-03	1.408E-03	2.412E-04	2.143E-04	2.421E-04	2.155E-04	2.412E-04
16 38 PU240	5.796E-04	5.796E-04	1.117E-05	5.911E-06	1.128E-05	5.999E-06	1.117E-05
17 39 PU241	1.736E-04	1.736E-04	3.683E-07	1.132E-07	3.741E-07	1.158E-07	3.683E-07
18 40 PU242	9.560E-05	9.560E-05	6.971E-09	1.583E-09	7.110E-09	1.628E-09	6.971E-09
19 52 FP U235	9.955E-05	9.947E-05	3.804E-06	3.275E-06	3.818E-06	3.291E-06	3.804E-06
20 55 FP U238	1.806E-05	1.804E-05	5.240E-05	5.262E-05	5.248E-05	5.270E-05	5.240E-05
21 58 FP PU239	1.619E-04	1.618E-04	3.413E-05	2.585E-05	3.441E-05	2.612E-05	3.413E-05
22 61 FP PU241	2.511E-05	2.509E-05	3.459E-08	8.782E-09	3.525E-08	9.014E-09	3.459E-08
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(8/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)

COMP	50	51	52	53	54	55	56
NAME	REG 50	REG 51	REG 52	REG 53	REG 54	REG 55	REG 56
COMMENT	インシュレータ 1列上	インシュレータ 1列下	インシュレータ 1列上	インシュレータ 2列下	インシュレータ 2列上	インシュレータ 3列下	インシュレータ 3列上
ELEMENT							
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02
5 11 NA	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03
6 19 CR	3.179E-03						
7 20 FE	1.190E-02						
8 21 NI	3.679E-03						
9 2 MN	3.436E-04						
10 25 MO	2.728E-04						
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 34 U235	1.248E-05	1.169E-05	1.250E-05	1.174E-05	1.257E-05	1.178E-05	1.266E-05
13 35 U236	8.662E-07	1.146E-06	8.611E-07	1.136E-06	8.449E-07	1.132E-06	8.280E-07
14 36 U238	8.007E-03	7.983E-03	8.009E-03	7.987E-03	8.015E-03	7.992E-03	8.021E-03
15 37 PU239	2.143E-04	2.403E-04	2.132E-04	2.377E-04	2.094E-04	2.353E-04	2.054E-04
16 38 PU240	5.911E-06	1.107E-05	5.823E-06	1.084E-05	5.560E-06	1.082E-05	5.306E-06
17 39 PU241	1.132E-07	3.628E-07	1.106E-07	3.519E-07	1.029E-07	3.561E-07	9.582E-08
18 40 PU242	1.583E-09	6.837E-09	1.538E-09	6.542E-09	1.405E-09	6.525E-09	1.284E-09
19 52 FP U235	3.275E-06	3.789E-06	3.258E-06	3.748E-06	3.200E-06	3.715E-06	3.138E-06
20 55 FP U238	5.262E-05	5.226E-05	5.246E-05	5.149E-05	5.167E-05	5.029E-05	5.061E-05
21 58 FP PU239	2.585E-05	3.384E-05	2.557E-05	3.301E-05	2.462E-05	3.235E-05	2.360E-05
22 61 FP PU241	8.782E-09	3.394E-08	8.550E-09	3.242E-08	7.839E-09	3.202E-08	7.177E-09
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(9/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)

CQMP	57	58	59	60	61	62	63
NAME	REG 57	REG 58	REG 59	REG 60	REG 61	REG 62	REG 63
COMMENT	インシレータ 3列下	インシレータ 3列上	インシレータ 4列下	インシレータ 4列上	インシレータ 5列下	インシレータ 5列上	内側反射 下部
ELEMENT							
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	0.0
5 11 NA	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	1.118E-02
6 19 CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	6.877E-03
7 20 FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	2.097E-02
8 21 NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	1.421E-02
9 2 MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	6.133E-04
10 25 MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	5.594E-04
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 34 U235	1.185E-05	1.272E-05	1.204E-05	1.287E-05	1.224E-05	1.307E-05	0.0
13 35 U236	1.115E-06	8.156E-07	1.074E-06	7.867E-07	1.042E-06	7.590E-07	0.0
14 36 U238	7.997E-03	8.026E-03	8.012E-03	8.039E-03	8.030E-03	8.057E-03	0.0
15 37 PU239	2.320E-04	2.021E-04	2.234E-04	1.942E-04	2.134E-04	1.846E-04	0.0
16 38 PU240	1.045E-05	5.139E-06	9.592E-06	4.798E-06	9.091E-06	4.585E-06	0.0
17 39 PU241	3.367E-07	9.153E-08	2.947E-07	8.308E-08	2.774E-07	7.885E-08	0.0
18 40 PU242	6.072E-09	1.208E-09	5.122E-09	1.054E-09	4.610E-09	9.487E-10	0.0
19 52 FP U235	3.660E-06	3.088E-06	3.516E-06	2.962E-06	3.350E-06	2.795E-06	0.0
20 55 FP U238	4.967E-05	4.987E-05	4.745E-05	4.739E-05	4.207E-05	4.174E-05	0.0
21 58 FP PU239	3.130E-05	2.282E-05	2.867E-05	2.089E-05	2.575E-05	1.844E-05	0.0
22 61 FP PU241	2.984E-08	6.746E-09	2.518E-08	5.839E-09	2.212E-08	5.091E-09	0.0
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.354E-04

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(10¹⁴)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	64	65	66	67	68	69	70	
NAME	REG 64	REG 65	REG 66	REG 67	REG 68	REG 69	REG 70	
COMMENT	内側反射 上部	遮蔽体 下部	遮蔽体 ガスケット	内側反射 中央部	外側反射	遮蔽体 中央部	マトリクス	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.077E-02	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.337E-02	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.354E-02	0.0	
4 10 O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5 11 NA	1.118E-02	6.026E-03	5.776E-03	5.926E-03	4.361E-03	5.926E-03	1.923E-02	
6 19 CR	6.877E-03	9.893E-03	1.946E-03	1.030E-02	1.132E-02	1.946E-03	2.176E-03	
7 20 FE	2.097E-02	4.020E-02	1.045E-02	2.926E-02	3.173E-02	1.045E-02	8.164E-03	
8 21 NI	1.421E-02	1.047E-02	1.271E-03	2.231E-02	2.471E-02	1.271E-03	1.360E-03	
9 2 MN	6.133E-04	1.020E-03	1.611E-04	9.375E-04	1.034E-03	1.611E-04	0.0	
10 25 MO	5.594E-04	7.913E-04	1.093E-04	8.687E-04	9.609E-04	1.093E-04	1.734E-04	
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12 34 U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13 35 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14 36 U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15 37 PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16 38 PU240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17 39 PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18 40 PU242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19 52 FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20 55 FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21 58 FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22 61 FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23 27 W	2.354E-04	8.972E-06	8.972E-06	3.646E-04	4.030E-04	8.972E-06	0.0	

第2.2-3 表：標準平衡炉心の原子数密度(11/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)							
COMP	71	72	73	74	75	76	77
NAME	REG 71	REG 72	REG 73	REG 74	REG 75	REG 76	REG 77
COMMENT	エントラス ノズル	下部 反射体(2)	下部 空間部	下部 反射体(1)	上部 反射体	ガスケット	ハンドリッジ ヘッド
ELEMENT							
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 11 NA	2.181E-02	8.913E-03	1.905E-02	8.013E-03	8.013E-03	8.013E-03	1.822E-02
6 19 CR	5.716E-04	8.477E-03	2.259E-03	8.045E-03	8.045E-03	3.609E-03	2.119E-03
7 20 FE	2.140E-03	3.173E-02	8.455E-03	3.011E-02	3.011E-02	1.340E-02	7.933E-03
8 21 NI	6.617E-04	9.812E-03	2.164E-03	9.312E-03	9.312E-03	3.887E-03	2.453E-03
9 2 MN	4.906E-05	9.163E-04	2.441E-04	8.695E-04	8.695E-04	3.814E-04	2.291E-04
10 25 MO	6.179E-05	7.275E-04	1.938E-04	6.904E-04	6.904E-04	3.058E-04	1.819E-04
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 34 U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 35 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 36 U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 37 PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 38 PU240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 39 PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 40 PU242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 52 FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 55 FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21 58 FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 61 FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(12/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	78	79	80	81	82	83	84	
NAME	REG 78	REG 79	REG 80	REG 81	REG 82	REG 83	REG 84	
COMMENT	ハンドリング ヘッド	C/R 3 列 引抜部	C/R 3 列 アダプター部	C/R 3 列 吸収体部	C/R 3 列 上部	C/R 5 列 引抜部	C/R 5 列 アダプター部	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	2.240E-02	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	2.489E-03	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	6.199E-03	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5 11 NA	1.848E-02	2.103E-02	1.612E-02	1.288E-02	1.778E-02	2.103E-02	1.612E-02	
6 19 CR	2.119E-03	1.097E-03	4.168E-03	2.486E-03	2.998E-03	1.097E-03	4.168E-03	
7 20 FE	7.933E-03	4.196E-03	1.595E-02	9.511E-03	1.147E-02	4.196E-03	1.595E-02	
8 21 NI	2.453E-03	8.499E-04	3.230E-03	1.926E-03	2.323E-03	8.499E-04	3.230E-03	
9 2 MN	2.291E-04	1.135E-04	4.315E-04	2.574E-04	3.104E-04	1.135E-04	4.315E-04	
10 25 MO	1.819E-04	9.285E-05	3.528E-04	2.105E-04	2.538E-04	9.285E-05	3.528E-04	
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12 34 U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13 35 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14 36 U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15 37 PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16 38 PU240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17 39 PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18 40 PU242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19 52 FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20 55 FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21 58 FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22 61 FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(13/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	85	86	87	88	89	90	91	
NAME	REG 85	REG 86	REG 87	REG 88	REG 89	REG 90	REG 91	
COMMENT	C/R 5列 吸收体部	C/R 5列 上部	C型特燃 1列(1/6)	C型特燃 1列(2/6)	C型特燃 1列(5/6)	C型特燃 1列(5/6)	CMIR& B型 3列(1/6)	
ELEMENT								
1 6	B10	2.240E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	B11	2.489E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	6.199E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	0.0	0.0	1.090E-02	1.090E-02	1.090E-02	1.090E-02	3.150E-03
5 11	NA	1.288E-02	1.778E-02	1.075E-02	1.075E-02	1.075E-02	1.075E-02	
6 19	CR	2.486E-03	2.998E-03	3.586E-03	3.586E-03	3.586E-03	3.586E-03	9.588E-03
7 20	FE	9.511E-03	1.147E-02	1.342E-02	1.342E-02	1.342E-02	1.342E-02	4.163E-03
8 21	NI	1.926E-03	2.323E-03	4.150E-03	4.150E-03	4.150E-03	4.150E-03	1.558E-02
9 2	MN	2.574E-04	3.104E-04	3.876E-04	3.876E-04	3.876E-04	3.876E-04	4.818E-03
10 25	MO	2.105E-04	2.538E-04	3.077E-04	3.077E-04	3.077E-04	3.077E-04	4.499E-04
11 30	PU238	0.0	0.0	1.586E-05	1.586E-05	1.586E-05	1.586E-05	3.572E-04
12 34	U235	0.0	0.0	7.157E-04	7.157E-04	7.157E-04	7.157E-04	4.582E-06
13 35	U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.068E-04
14 36	U238	0.0	0.0	3.219E-03	3.219E-03	3.219E-03	3.219E-03	0.0
15 37	PU239	0.0	0.0	9.951E-04	9.951E-04	9.951E-04	9.951E-04	9.303E-04
16 38	PU240	0.0	0.0	3.775E-04	3.775E-04	3.775E-04	3.775E-04	2.876E-04
17 39	PU241	0.0	0.0	1.253E-04	1.253E-04	1.253E-04	1.253E-04	1.091E-04
18 40	PU242	0.0	0.0	6.240E-05	6.240E-05	6.240E-05	6.240E-05	3.621E-05
19 52	FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.803E-05
20 55	FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21 58	FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22 61	FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.2-3 表 標準平衡炉心の原子数密度(14/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)

COMP	92	93	94	95	96	97	98
NAME	REG 92	REG 93	REG 94	REG 95	REG 96	REG 97	REG 98
ELEMENT	COMMENT CMIR& B型 3列(2/6)	CMIR& B型 3列(3/6)	CMIR& B型 3列(4/6)	CMIR& B型 3列(5/6)	CMIR& B型 3列(6/6)	CMIR& B型 インシレータ下	CMIR& B型 インシレータ上
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10	O	3.150E-03	3.150E-03	3.150E-03	3.150E-03	1.642E-02	1.640E-02
5 11	NA	9.588E-03	9.588E-03	9.588E-03	9.588E-03	8.481E-03	8.013E-03
6 19	CR	4.163E-03	4.163E-03	4.163E-03	4.163E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20	FE	1.558E-02	1.558E-02	1.558E-02	1.558E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21	NI	4.818E-03	4.818E-03	4.818E-03	4.818E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2	MN	4.499E-04	4.499E-04	4.499E-04	4.499E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25	MO	3.572E-04	3.572E-04	3.572E-04	3.572E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30	PU238	4.582E-06	4.582E-06	4.582E-06	4.582E-06	0.0	0.0
12 34	U235	2.068E-04	2.068E-04	2.068E-04	2.068E-04	1.167E-05	1.248E-05
13 35	U236	0.0	0.0	0.0	0.0	1.151E-06	8.662E-07
14 36	U238	9.303E-04	9.303E-04	9.303E-04	9.303E-04	7.981E-03	8.007E-03
15 37	PU239	2.876E-04	2.876E-04	2.876E-04	2.876E-04	2.412E-04	2.143E-04
16 38	PU240	1.091E-04	1.091E-04	1.091E-04	1.091E-04	1.117E-05	5.911E-06
17 39	PU241	3.621E-05	3.621E-05	3.621E-05	3.621E-05	3.683E-07	1.132E-07
18 40	PU242	1.803E-05	1.803E-05	1.803E-05	1.803E-05	6.971E-09	1.583E-09
19 52	FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	3.804E-06	3.275E-06
20 55	FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	5.240E-05	5.262E-05
21 58	FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	3.413E-05	2.585E-05
22 61	FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	3.459E-08	8.782E-09
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3-1表 サーベイ計算の主要な結果

ケース	Pu富化度(内/外) (W/O)	U濃縮度 (W/O)	実効増倍率 (平衡炉心末期)	最大線出力(内/外) (W/cm)
基準*	23.0/28.8	18.0	0.9945	414.4/413.4
1-1	30.0/35.0	8.5	0.9938	414.4/414.3
1-2	26.6/32.0	13.1	0.9941	414.4/413.9
2-1	23.0/28.8	18.2	0.9940	411.8/411.2
2-2	23.0/28.8	18.3	0.9936	409.9/409.6
3-1	23.4/28.8	15.6	0.9941	413.8/413.2
3-2	23.7/28.8	13.1	0.9936	413.2/412.9
4-1	23.3/28.8	14.9	0.9942	382.3/382.2
4-2	23.5/28.8	11.7	0.9938	350.4/351.2
5	24.8/28.8	5.0	0.9936	411.8/410.8
6-1	24.6/28.8	9.0	0.9939	413.6/414.0
6-2	29.7/33.4	0.2	0.9939	414.0/414.6

* MK-III標準炉心設計

第2.3-2 表

燃焼欠損反応度

 $(\Delta k/kk')$

ケース	燃焼欠損反応度
基準*	0.0156
1-1	0.0164
1-2	0.0160
2-1	0.0155
2-2	0.0155
3-1	0.0154
3-2	0.0151
4-1	0.0148
4-2	0.0139
5	0.0140
6-1	0.0168
6-2	0.0177

* MK-III標準炉心設計

第2.3-3 表 取替燃料の原子数密度 [1/3] (単位: $\times 10^{24} \text{atom/cm}^3$)

核種	基準炉心		CASE 1-1		CASE 2-2	
	内側炉心	外側炉心	内側炉心	外側炉心	内側炉心	外側炉心
B10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
B11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
C	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
O	1.663E-02	1.667E-02	1.659E-02	1.662E-02	1.656E-02	1.660E-02
Na	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	9.471E-03	9.471E-03
Cr	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	2.447E-03	2.447E-03
Fe	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	9.161E-03	9.161E-03
Ni	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	2.833E-03	2.833E-03
Mn	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	2.644E-04	2.644E-04
Mo	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.101E-04	2.101E-04
Pu238	1.928E-05	2.424E-05	2.531E-05	2.959E-05	1.935E-05	2.428E-05
U235	1.180E-03	1.094E-03	5.079E-04	4.726E-04	1.199E-03	1.112E-03
U236	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
U238	5.309E-03	4.922E-03	5.399E-03	5.023E-03	5.286E-03	4.900E-03
Pu239	1.210E-03	1.522E-03	1.588E-03	1.856E-03	1.214E-03	1.523E-03
Pu240	4.591E-04	5.772E-04	6.023E-04	7.041E-04	4.605E-04	5.779E-04
Pu241	1.524E-04	1.916E-04	1.999E-04	2.337E-04	1.528E-04	1.918E-04
Pu242	7.588E-05	9.541E-05	9.955E-05	1.164E-04	7.611E-05	9.553E-05
U235(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
U238(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Pu239(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Pu241(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
W	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
N15	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

第2.3-3 表 取替燃料の原子数密度 [2/3] (単位: $\times 10^{24}$ atom/cm³)

核種	CASE 3-2		CASE 4-2		CASE 5	
	内側炉心	外側炉心	内側炉心	外側炉心	内側炉心	外側炉心
B10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
B11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
C	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
O	1.787E-02	1.790E-02	1.656E-02	1.659E-02	0.000E+00	0.000E+00
Na	8.204E-03	8.204E-03	8.204E-03	8.204E-03	8.204E-03	8.204E-03
Cr	2.728E-03	2.728E-03	3.141E-03	3.141E-03	3.141E-03	3.141E-03
Fe	1.021E-02	1.021E-02	1.176E-02	1.176E-02	1.176E-02	1.176E-02
Ni	3.159E-03	3.159E-03	3.637E-03	3.637E-03	3.637E-03	3.637E-03
Mn	2.948E-04	2.948E-04	3.395E-04	3.395E-04	3.395E-04	3.395E-04
Mo	2.342E-04	2.342E-04	2.697E-04	2.697E-04	2.697E-04	2.697E-04
Pu238	2.152E-05	2.620E-05	1.977E-05	2.428E-05	2.649E-05	3.077E-05
U235	9.182E-04	8.586E-04	7.620E-04	7.107E-04	4.066E-04	3.850E-04
U236	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
U238	6.014E-03	5.624E-03	5.678E-03	5.296E-03	7.629E-03	7.223E-03
Pu239	1.350E-03	1.644E-03	1.240E-03	1.523E-03	1.662E-03	1.930E-03
Pu240	5.121E-04	6.236E-04	4.706E-04	5.779E-04	6.305E-04	7.322E-04
Pu241	1.700E-04	2.070E-04	1.562E-04	1.918E-04	2.093E-04	2.431E-04
Pu242	8.464E-05	1.031E-04	7.778E-05	9.553E-05	1.042E-04	1.210E-04
U235(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
U238(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Pu239(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Pu241(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
W	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
N15	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.067E-02	1.066E-02

第2.3-3 表 取替燃料の原子数密度 [3/3] (単位 : $\times 10^{24} \text{atom/cm}^3$)

核種	CASE 6-1		CASE 6-2	
	内側炉心	外側炉心	内側炉心	外側炉心
B10	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
B11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
C	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
O	1.657E-02	1.659E-02	1.659E-02	1.661E-02
Na	8.204E-03	8.204E-03	8.204E-03	8.204E-03
Cr	3.141E-03	3.141E-03	3.141E-03	3.141E-03
Fe	1.176E-02	1.176E-02	1.176E-02	1.176E-02
Ni	3.637E-03	3.637E-03	3.637E-03	3.637E-03
Mn	3.395E-04	3.395E-04	3.395E-04	3.395E-04
Mo	2.697E-04	2.697E-04	2.697E-04	2.697E-04
Pu238	2.485E-07	2.914E-07	3.006E-07	3.386E-07
U235	5.780E-04	5.467E-04	1.200E-05	1.139E-05
U236	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
U238	5.770E-03	5.458E-03	5.913E-03	5.611E-03
Pu239	1.934E-03	2.268E-03	2.340E-03	2.635E-03
Pu240	1.191E-04	1.397E-04	1.441E-04	1.623E-04
Pu241	7.157E-06	8.393E-06	8.658E-06	9.751E-06
Pu242	4.480E-07	5.254E-07	5.420E-07	6.104E-07
U235(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
U238(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Pu239(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Pu241(360d)	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
W	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
N15	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

第2.3-4表 重金属インベントリー
(単位 kg/集合体)

ケース	インベントリー	
	内側炉心	外側炉心
基準*	9.79	9.82
1-1	9.82	9.84
1-2	9.80	9.83
2-1	9.79	9.81
2-2	9.79	9.81
3-1	10.18	10.20
3-2	10.57	10.59
4-1	10.77	10.80
4-2	11.75	11.78
5	12.44	12.44
6-1	9.80	9.81
6-2	9.82	9.83

* MK-III標準炉心設計

第2.3-5 表 各列の最大集合体出力
(単位: MW)

ケース	内側炉心			外側炉心		
	0, 1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	2.25	2.18	2.02	2.13	1.99	1.74
1-1	2.24	2.18	2.01	2.13	1.99	1.72
1-2	2.25	2.18	2.02	2.13	1.99	1.73
2-1	2.24	2.17	2.01	2.12	1.99	1.75
2-2	2.23	2.16	2.01	2.12	1.99	1.76
3-1	2.24	2.18	2.01	2.13	1.99	1.73
3-2	2.24	2.17	2.01	2.12	1.98	1.73
4-1	2.23	2.16	2.00	2.12	1.98	1.73
4-2	2.22	2.14	1.98	2.11	1.97	1.72
5	2.22	2.15	1.99	2.11	1.97	1.70
6-1	2.25	2.18	2.02	2.13	1.99	1.74
6-2	2.24	2.18	2.01	2.13	1.99	1.72

* MK-III標準炉心設計

第2.3-6 表 各列の最大線出力
(単位: W/cm)

ケース	内側炉心			外側炉心		
	0, 1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	414	411	391	413	394	354
1-1	414	412	391	414	395	354
1-2	414	411	391	414	395	354
2-1	412	408	389	411	392	354
2-2	410	406	388	410	391	355
3-1	414	411	391	413	394	354
3-2	413	410	390	413	394	353
4-1	382	379	360	382	364	327
4-2	350	346	329	351	334	300
5	412	409	388	411	393	351
6-1	414	411	391	414	395	354
6-2	414	412	391	415	395	354

* MK-III標準炉心設計

第2.3-7 表 各列の集合体最高燃焼度
 (単位: $\times 10^4$ MWd/t)

ケース	内側炉心			外側炉心		
	0, 1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	6.47	7.43	6.92	7.26	7.92	7.87
1-1	6.44	7.40	6.88	7.24	7.89	7.79
1-2	6.45	7.42	6.90	7.25	7.91	7.83
2-1	6.44	7.40	6.90	7.24	7.92	7.92
2-2	6.41	7.38	6.89	7.23	7.93	7.96
3-1	6.23	7.16	6.66	7.00	7.63	7.57
3-2	5.99	6.89	6.41	6.73	7.35	7.27
4-1	5.91	6.79	6.31	6.65	7.25	7.20
4-2	5.36	6.14	5.70	6.04	6.58	6.53
5	5.11	5.87	5.45	5.74	6.27	6.16
6-1	6.44	7.40	6.89	7.25	7.91	7.84
6-2	6.42	7.39	6.87	7.23	7.89	7.77

* MK-III標準炉心設計

第2.3-8 表 各列の要素最高燃焼度
 (単位: $\times 10^4$ MWd/t)

ケース	内側炉心			外側炉心		
	0, 1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	6.53	7.68	7.32	7.70	8.68	8.92
1-1	6.50	7.65	7.28	7.68	8.65	8.82
1-2	6.51	7.67	7.30	7.69	8.66	8.87
2-1	6.50	7.65	7.30	7.68	8.68	8.98
2-2	6.47	7.63	7.29	7.67	8.69	9.02
3-1	6.29	7.40	7.05	7.42	8.37	8.58
3-2	6.05	7.12	6.78	7.14	8.05	8.24
4-1	5.97	7.01	6.67	7.05	7.95	8.16
4-2	5.41	6.35	6.03	6.40	7.21	7.40
5	5.15	6.06	5.76	6.09	6.88	6.98
6-1	6.50	7.65	7.29	7.69	8.67	8.89
6-2	6.48	7.64	7.27	7.67	8.64	8.80

* MK-III標準炉心設計

第2.3-9 表 出力分担率 (単位 : %)

ケース	炉心部 + インシュレータ	特殊燃料 集合体	その他
基準*	91.0	5.0	4.0
1-1	90.8	5.2	4.0
1-2	90.9	5.1	4.0
2-1	91.0	5.0	4.0
2-2	91.1	4.9	4.0
3-1	91.0	5.0	4.0
3-2	91.0	5.0	4.0
4-1	90.7	5.3	4.0
4-2	90.4	5.6	4.0
5	91.0	5.0	4.0
6-1	90.8	5.2	4.0
6-2	90.6	5.4	4.0

* MK-III標準炉心設計

第2.3-10表 出力ピーキング係数

ケース	出力ピーキング係数			
	径方向	軸方向	局所	全炉心
基準*	1.38	1.18	1.01	1.64
1-1	1.37	1.18	1.01	1.64
1-2	1.38	1.18	1.01	1.64
2-1	1.37	1.18	1.01	1.63
2-2	1.36	1.18	1.01	1.62
3-1	1.37	1.18	1.01	1.64
3-2	1.37	1.18	1.01	1.63
4-1	1.37	1.20	1.01	1.65
4-2	1.35	1.22	1.01	1.66
5	1.36	1.19	1.01	1.63
6-1	1.37	1.18	1.01	1.63
6-2	1.37	1.18	1.01	1.64

* MK-III標準炉心設計

第2.3-11表 各列の最大高速中性子束 (平衡炉心初期)

(/cm²・s)

ケース	内側炉心				外側炉心		
	0列	1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	3.84E+15	3.87E+15	3.81E+15	3.46E+15	3.58E+15	3.18E+15	2.74E+15
1-1	3.99E+15	4.02E+15	3.95E+15	3.58E+15	3.70E+15	3.29E+15	2.83E+15
1-2	3.92E+15	3.95E+15	3.88E+15	3.52E+15	3.64E+15	3.24E+15	2.78E+15
2-1	3.81E+15	3.84E+15	3.78E+15	3.44E+15	3.56E+15	3.17E+15	2.74E+15
2-2	3.79E+15	3.82E+15	3.76E+15	3.43E+15	3.55E+15	3.16E+15	2.74E+15
3-1	3.84E+15	3.87E+15	3.81E+15	3.46E+15	3.58E+15	3.18E+15	2.74E+15
3-2	3.85E+15	3.88E+15	3.82E+15	3.46E+15	3.58E+15	3.18E+15	2.74E+15
4-1	3.72E+15	3.75E+15	3.68E+15	3.33E+15	3.45E+15	3.06E+15	2.63E+15
4-2	3.61E+15	3.63E+15	3.55E+15	3.21E+15	3.31E+15	2.94E+15	2.52E+15
5	3.98E+15	4.01E+15	3.95E+15	3.59E+15	3.71E+15	3.30E+15	2.84E+15
6-1	3.95E+15	3.98E+15	3.92E+15	3.55E+15	3.67E+15	3.26E+15	2.81E+15
6-2	4.08E+15	4.11E+15	4.04E+15	3.66E+15	3.78E+15	3.35E+15	2.88E+15

* MK-III標準炉心設計

第2.3-12表：各列の最大全中性子束 (平衡炉心初期)

(/cm² · s)

ケース	内側炉心				外側炉心		
	0列	1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	5.55E+15	5.57E+15	5.44E+15	4.94E+15	5.10E+15	4.53E+15	3.93E+15
1-1	5.81E+15	5.83E+15	5.70E+15	5.17E+15	5.33E+15	4.73E+15	4.10E+15
1-2	5.68E+15	5.70E+15	5.57E+15	5.06E+15	5.22E+15	4.63E+15	4.02E+15
2-1	5.50E+15	5.51E+15	5.38E+15	4.90E+15	5.06E+15	4.50E+15	3.92E+15
2-2	5.45E+15	5.47E+15	5.34E+15	4.86E+15	5.03E+15	4.47E+15	3.91E+15
3-1	5.57E+15	5.59E+15	5.46E+15	4.96E+15	5.12E+15	4.55E+15	3.94E+15
3-2	5.60E+15	5.62E+15	5.49E+15	4.98E+15	5.14E+15	4.57E+15	3.96E+15
4-1	5.43E+15	5.44E+15	5.31E+15	4.81E+15	4.97E+15	4.41E+15	3.82E+15
4-2	5.30E+15	5.32E+15	5.18E+15	4.69E+15	4.83E+15	4.28E+15	3.71E+15
5	5.65E+15	5.66E+15	5.52E+15	5.01E+15	5.17E+15	4.59E+15	3.98E+15
6-1	5.75E+15	5.77E+15	5.64E+15	5.12E+15	5.28E+15	4.69E+15	4.07E+15
6-2	5.97E+15	6.00E+15	5.87E+15	5.32E+15	5.49E+15	4.87E+15	4.22E+15

* MK-III標準炉心設計

第2.3-13表 各列の最大高速中性子束 (平衡炉心末期)

(/cm² · s)

ケース	内側炉心				外側炉心		
	0列	1列	2列	3列	4列	5列	
基準*	3.93E+15	3.95E+15	3.87E+15	3.55E+15	3.65E+15	3.25E+15	2.79E+15
1-1	4.08E+15	4.10E+15	4.02E+15	3.68E+15	3.78E+15	3.36E+15	2.88E+15
1-2	4.01E+15	4.03E+15	3.95E+15	3.62E+15	3.72E+15	3.31E+15	2.84E+15
2-1	3.90E+15	3.92E+15	3.84E+15	3.53E+15	3.63E+15	3.24E+15	2.79E+15
2-2	3.88E+15	3.90E+15	3.82E+15	3.52E+15	3.62E+15	3.23E+15	2.79E+15
3-1	3.93E+15	3.95E+15	3.87E+15	3.55E+15	3.65E+15	3.25E+15	2.79E+15
3-2	3.94E+15	3.96E+15	3.88E+15	3.55E+15	3.65E+15	3.25E+15	2.79E+15
4-1	3.81E+15	3.82E+15	3.73E+15	3.42E+15	3.51E+15	3.12E+15	2.68E+15
4-2	3.68E+15	3.69E+15	3.60E+15	3.28E+15	3.37E+15	2.99E+15	2.56E+15
5	4.07E+15	4.09E+15	4.01E+15	3.67E+15	3.78E+15	3.36E+15	2.89E+15
6-1	4.05E+15	4.07E+15	3.98E+15	3.65E+15	3.75E+15	3.34E+15	2.86E+15
6-2	4.19E+15	4.21E+15	4.11E+15	3.77E+15	3.86E+15	3.44E+15	2.94E+15

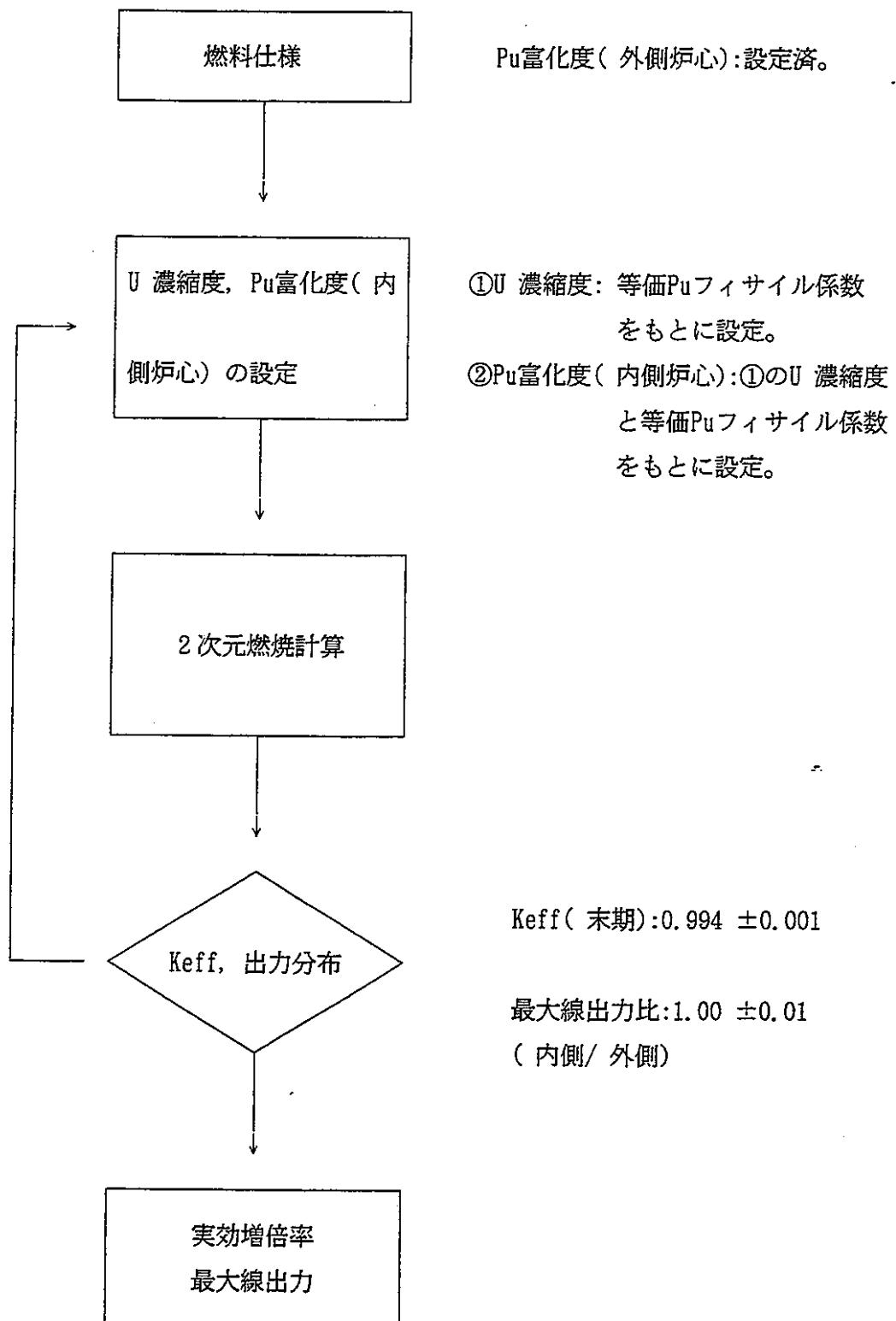
* MK-III標準炉心設計

第2.3-14表 各列の最大全中性子束 (平衡炉心末期)

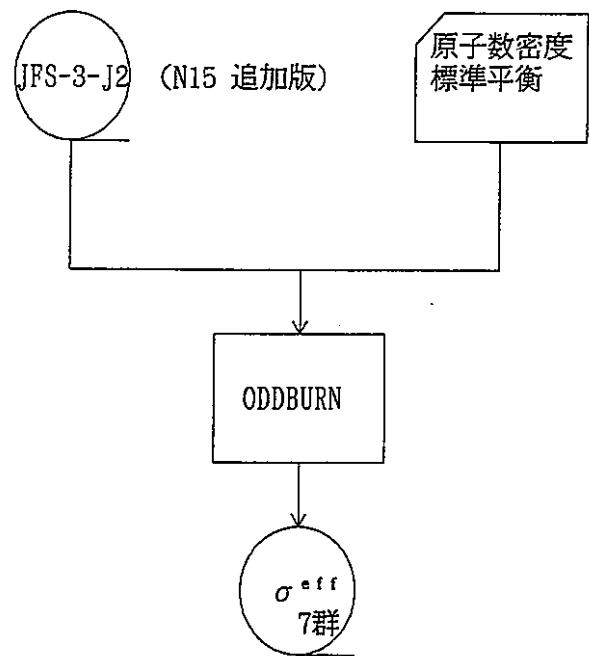
(/cm² · s)

ケース	内側炉心				外側炉心		
	0列	1列	2列	3列	3列	4列	5列
基準*	5.69E+15	5.71E+15	5.57E+15	5.09E+15	5.22E+15	4.64E+15	4.03E+15
1-1	5.96E+15	5.98E+15	5.84E+15	5.33E+15	5.46E+15	4.85E+15	4.21E+15
1-2	5.83E+15	5.85E+15	5.71E+15	5.22E+15	5.35E+15	4.75E+15	4.12E+15
2-1	5.63E+15	5.65E+15	5.51E+15	5.05E+15	5.18E+15	4.61E+15	4.02E+15
2-2	5.59E+15	5.61E+15	5.47E+15	5.01E+15	5.14E+15	4.58E+15	4.01E+15
3-1	5.71E+15	5.73E+15	5.59E+15	5.11E+15	5.24E+15	4.66E+15	4.04E+15
3-2	5.73E+15	5.75E+15	5.61E+15	5.13E+15	5.26E+15	4.67E+15	4.06E+15
4-1	5.56E+15	5.57E+15	5.43E+15	4.95E+15	5.08E+15	4.51E+15	3.91E+15
4-2	5.42E+15	5.44E+15	5.29E+15	4.82E+15	4.94E+15	4.38E+15	3.79E+15
5	5.77E+15	5.79E+15	5.64E+15	5.14E+15	5.28E+15	4.69E+15	4.07E+15
6-1	5.91E+15	5.93E+15	5.79E+15	5.29E+15	5.42E+15	4.81E+15	4.18E+15
6-2	6.15E+15	6.17E+15	6.02E+15	5.50E+15	5.63E+15	5.01E+15	4.34E+15

* MK-III標準炉心設計



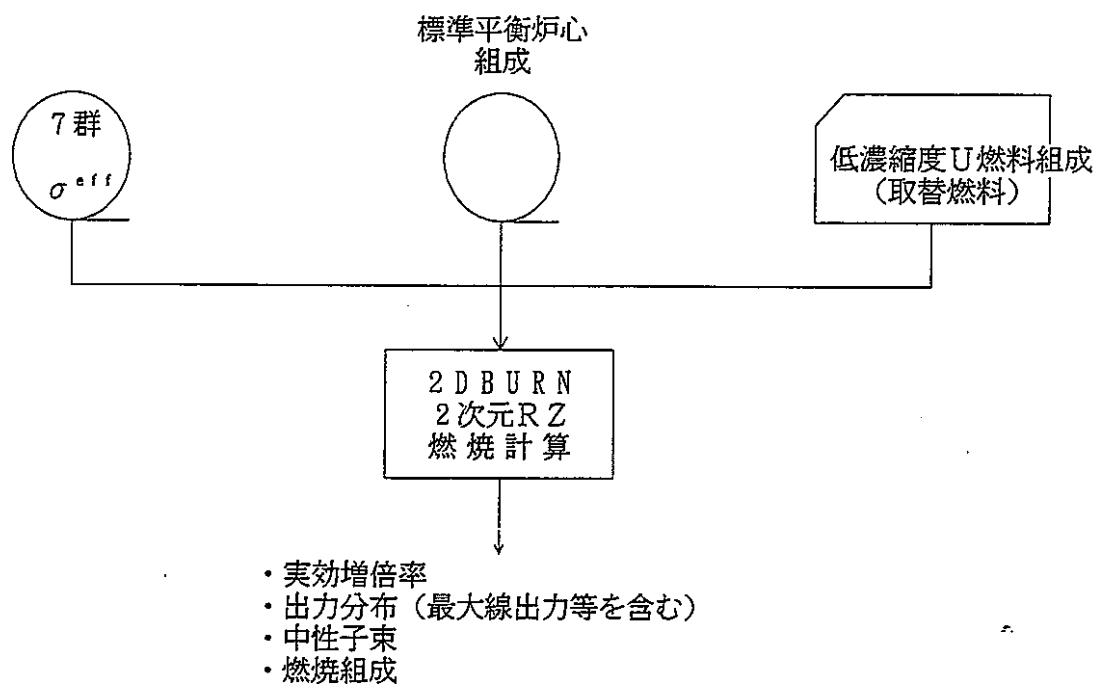
第2.2-1図 サーベイ計算のフロー



ODDBURNの計算項目

- ① 70群実効断面積作成
- ② 7群縮約計算……炉心特性計算に用いる σ^{eff} を作成

第2.2-2図 7群ミクロ定数の作成フロー



第2.2-3図 燃焼計算の計算フロー

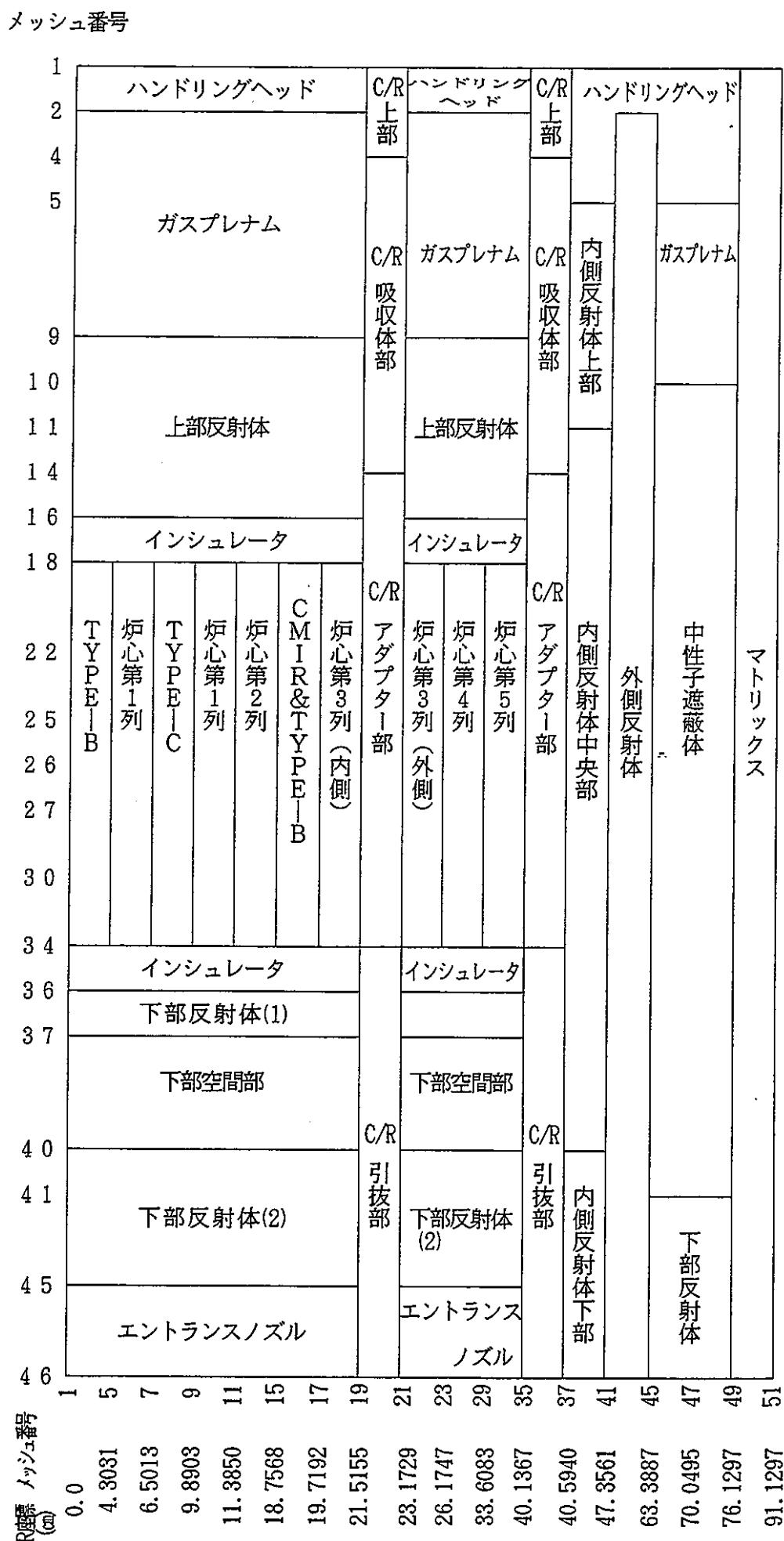
R座標 (cm)	断面積番号 メッシュ番号	C/R. IN	
		↓	↓ C/R. OUT
0.0	1	28 1	TYPE - B
4.3041	5	29 2	炉心第1列
6.5028	7	30 3	TYPE - C
9.8926	9	31 4	炉心第1列
11.3876	11	32 5	炉心第2列
18.7611	15	33 6	C M I R と TYPE - B
19.7238	17	34 7	炉心第3列
21.5205	19	35 8	制御棒領域
23.1783	21	36 9	炉心第3列
26.1808	23	37 10	炉心第4列
33.6161	29	38 11	炉心第5列
40.6048	35	39 12	制御棒領域
41.0585	37	40 13	内側反射体
47.3451	41	41 14	外側反射体
63.4034	45	42 15	内側中性子遮蔽体
70.0657	47	43 16	外側中性子遮蔽体
76.1473	49	44 17	マトリックス
91.1473	51		

第2.2-4 図 1次元径方向縮約計算体系図

Z座標 (cm)	メッシュ番号	断面積番号
0.0	1	18 ハンドリングヘッド
5.00	3	19 ガスプレナム
58.00	9	20 制御棒吸收体
60.50	11	21 上部反射体
93.00	19	22 上部インシュレータ
94.2065	21	23 炉心(制御棒アダプタ)
144.8205	37	24 下部インシュレータ
146.0251	39	25 下部空間
164.5251	45	26 下部反射体
199.5251	51	27 支持板
205.5251	53	

第2.2-5 図 1次元軸方向縮約計算体系図

Z座標 (cm)	(γ-14-2)	メッシュ番号
0.0	0.0	
5.00	5.00	
22.0345	22.0345	
32.0345	32.0345	
63.00	60.5	9
69.5345	67.0345	10
72.0345	69.5345	11
87.0345	84.5345	14
93.00	90.50	16
94.207	91.707	18
119.5345	119.5345	22
144.862	147.362	25
146.066	148.566	26
148.566	151.066	27
167.566	170.066	30
169.5345	172.0345	34
202.566	205.066	36
208.566	211.066	37
		40
		41
		45
		46



第2.2-6 図 2次元RZ計算の計算体系

		冷却材		中性子源		径方向反射体 遮蔽集合体	マ ト ト リ ク ス 外 側
反射体		構造材 温 度	制御棒 ナトリウム チャンネル 温 度	温 度	温 度		
インシュレータ		600	410	500	500		
炉 心	1200	450	380	425	410		
インシュレータ		420					
下 部 空 間				350			
下 部 反 射 体							

5 cm {

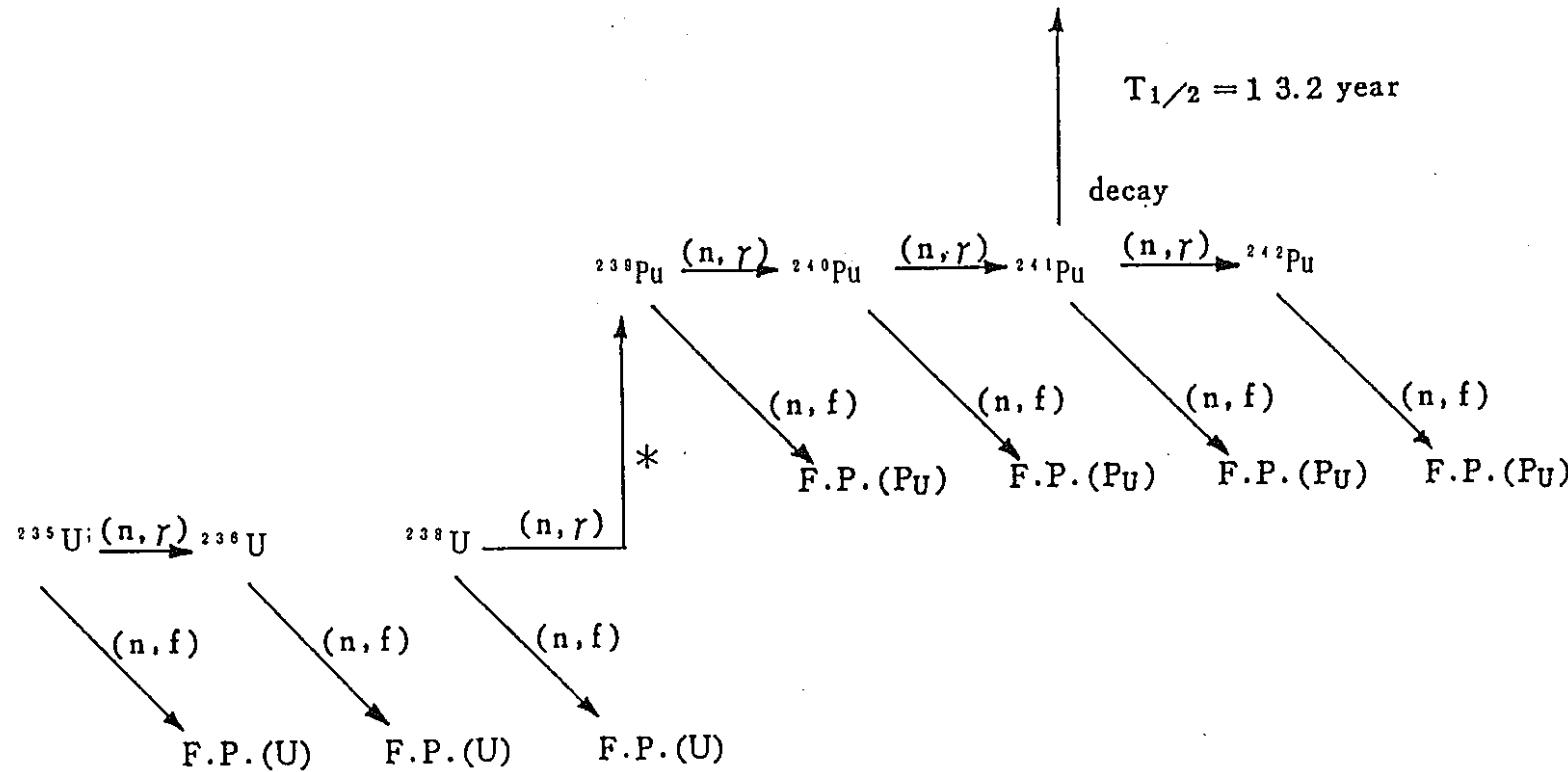
15 cm ← →

350

6 cm {

単位 : °C

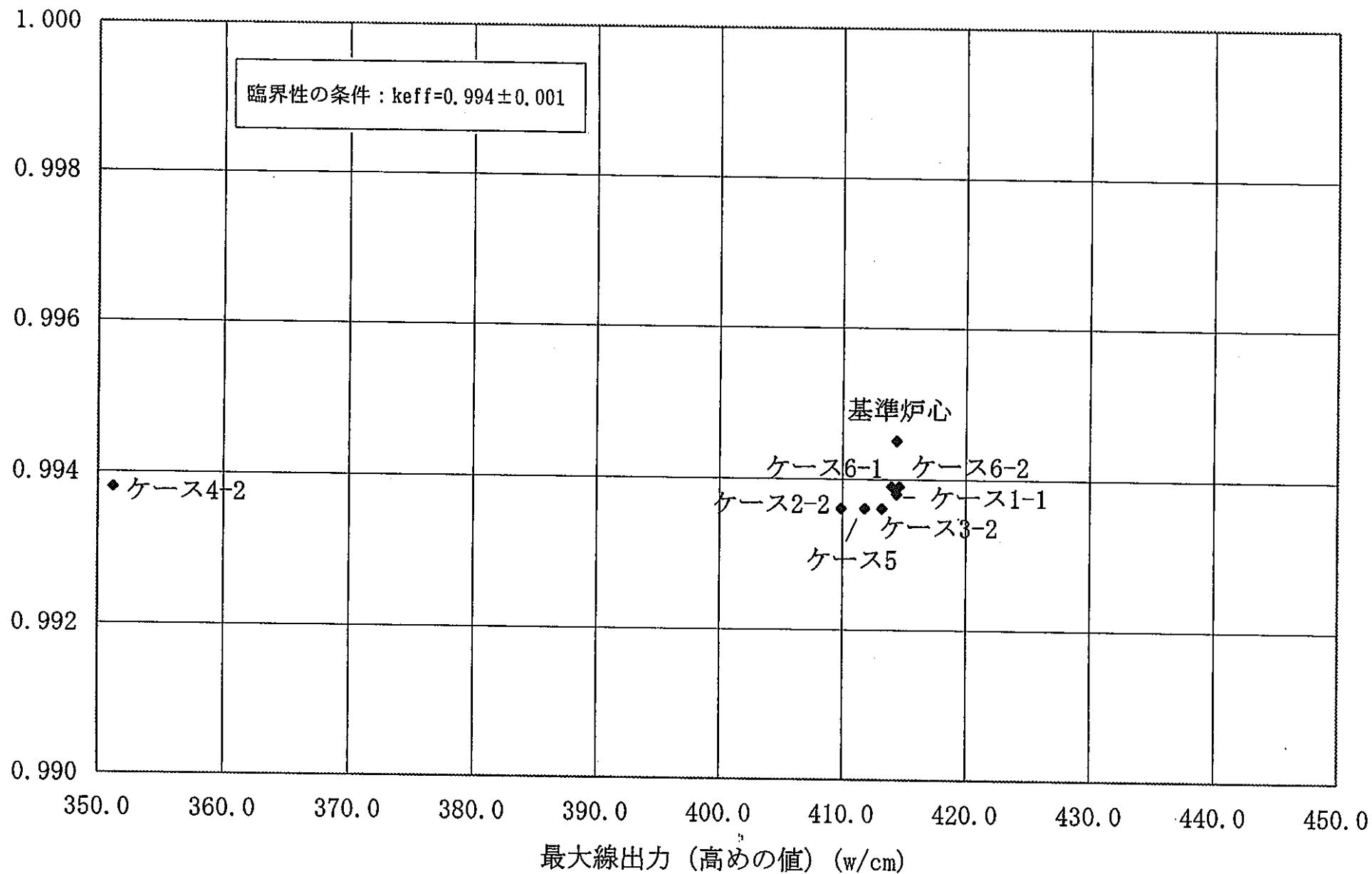
第2.2-7図 定格時の温度分布



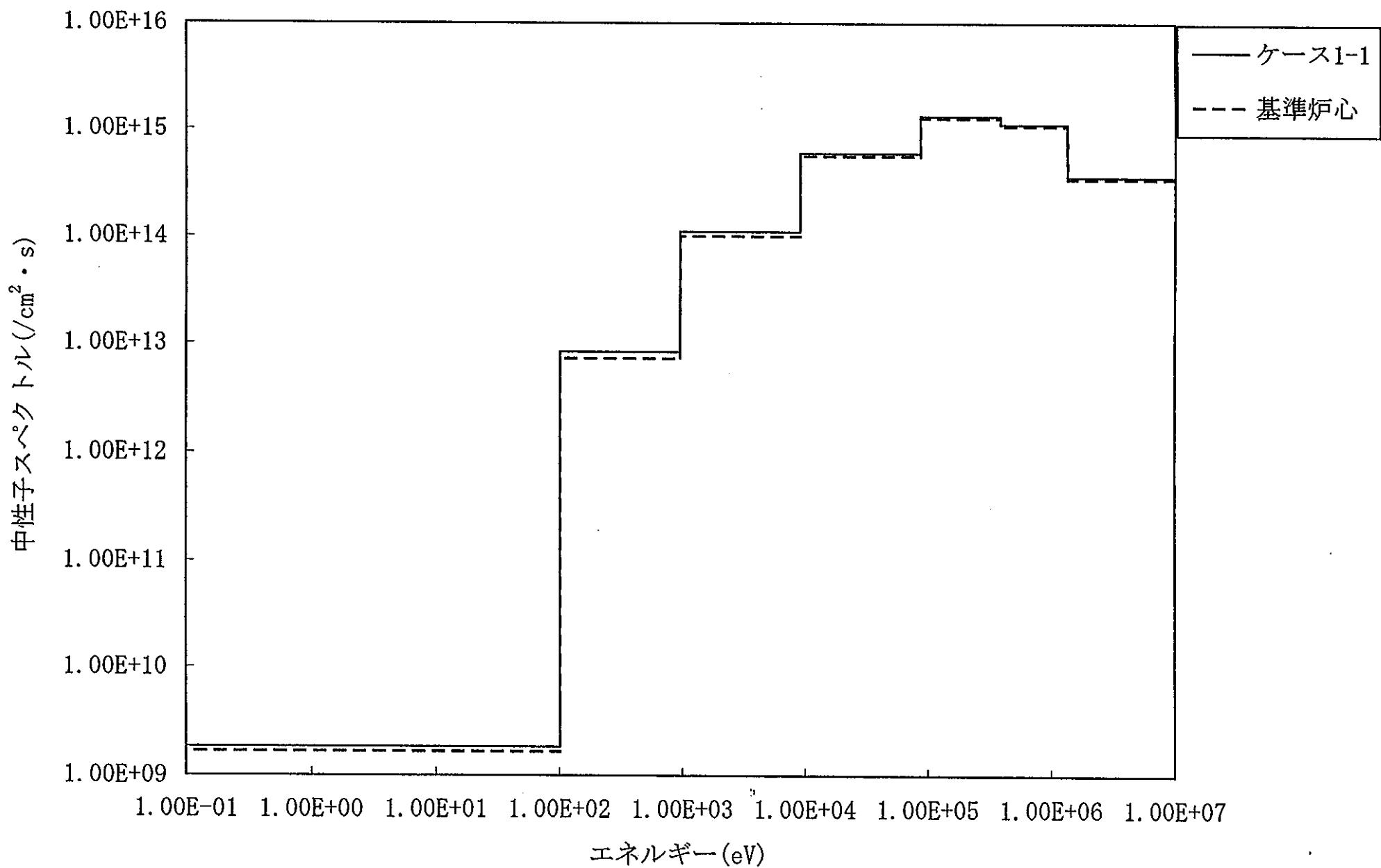
* ^{239}Np の半減期 ($T_{1/2} = 2.35 \text{ 日}$) は考慮しない。

第2.2-8 図 燃焼チタイン

実効増倍率(計算値)



第2.3-1図 平衡炉心末期の実効増倍率(計算値)と最大線出力



第2.3-2 図

中性子スペクトル (ケース1-1)

中性子束の比（ケース1-1／基準炉心）

1.3

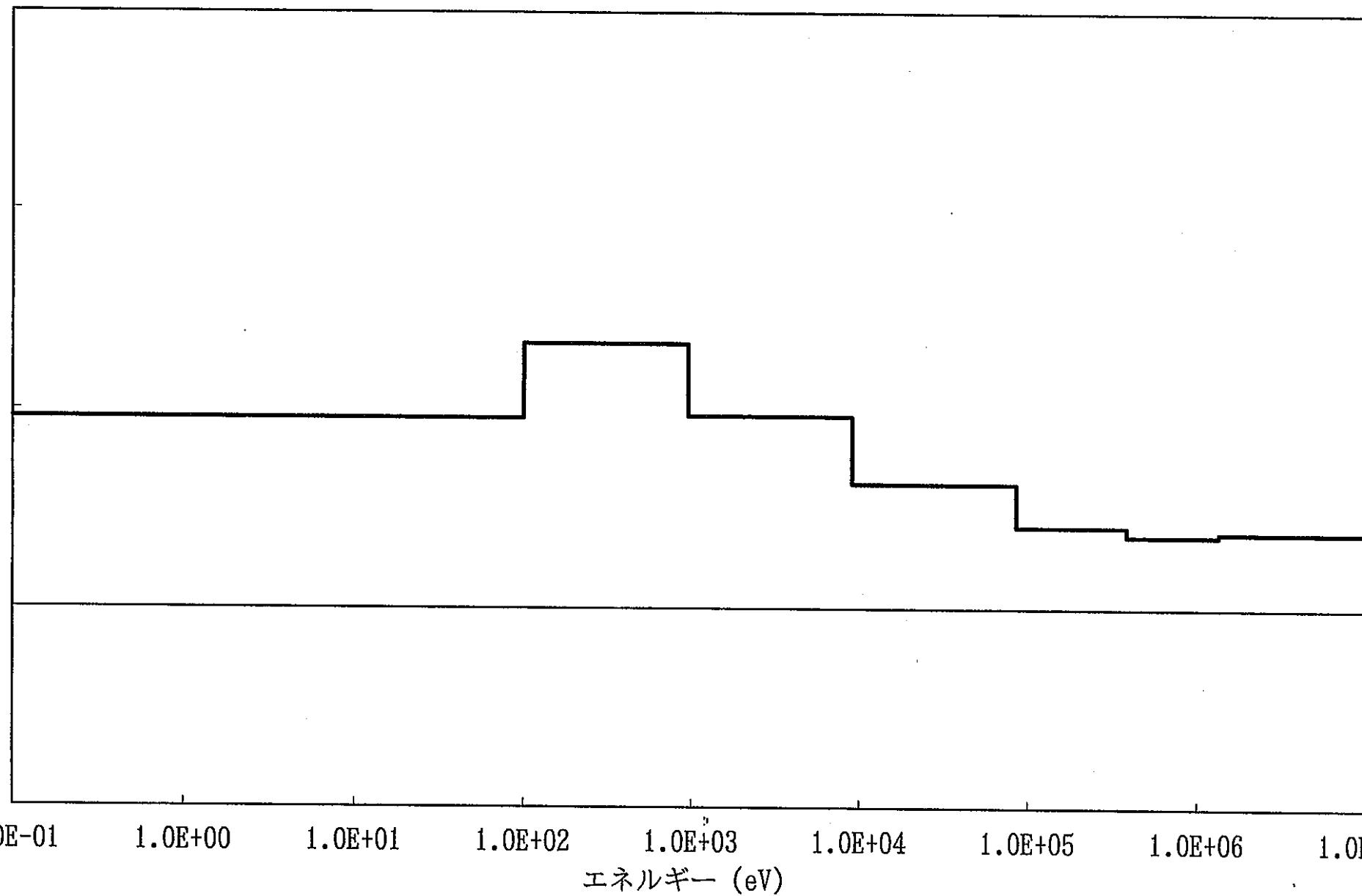
1.2

1.1

1.0

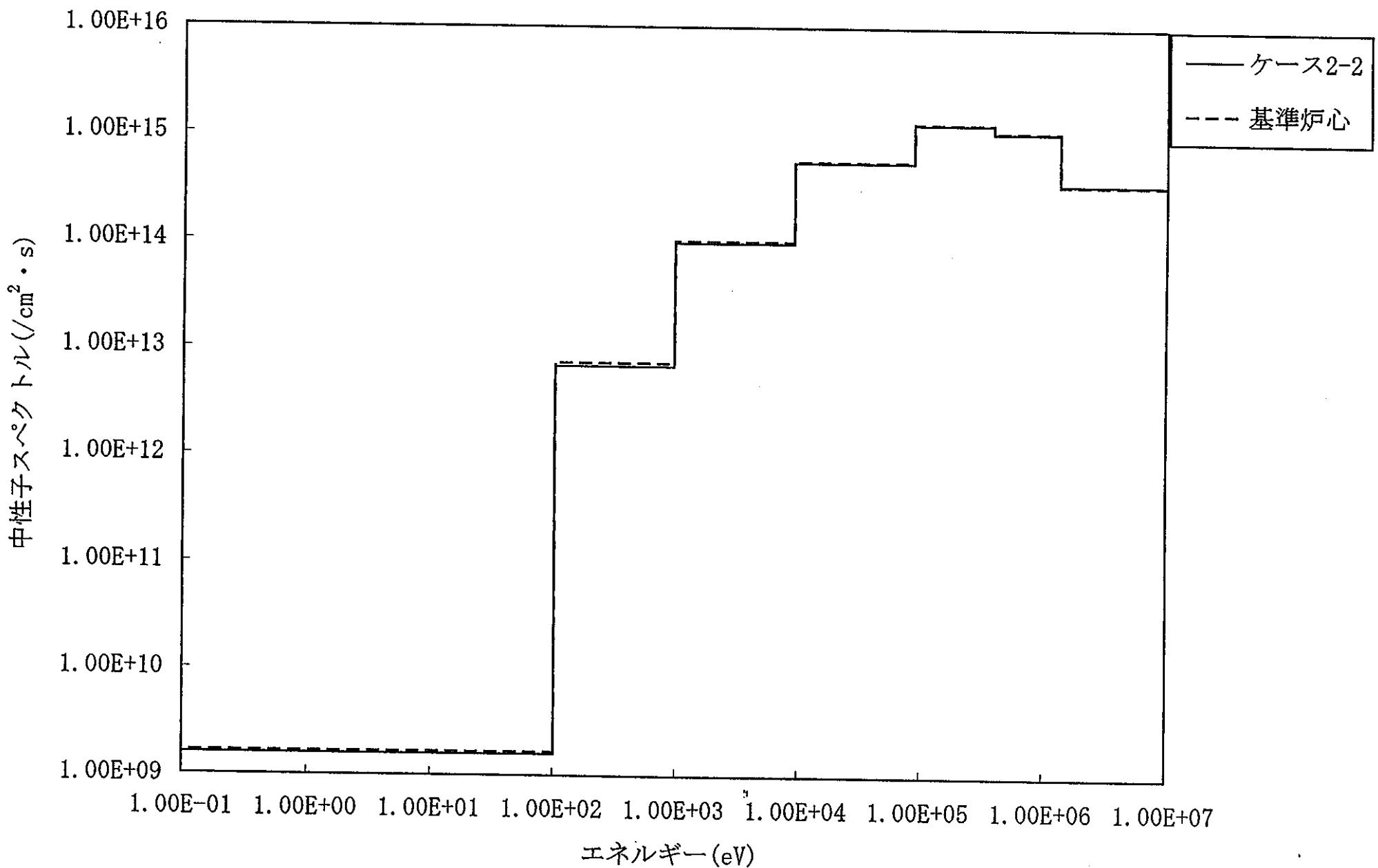
0.9

2-49



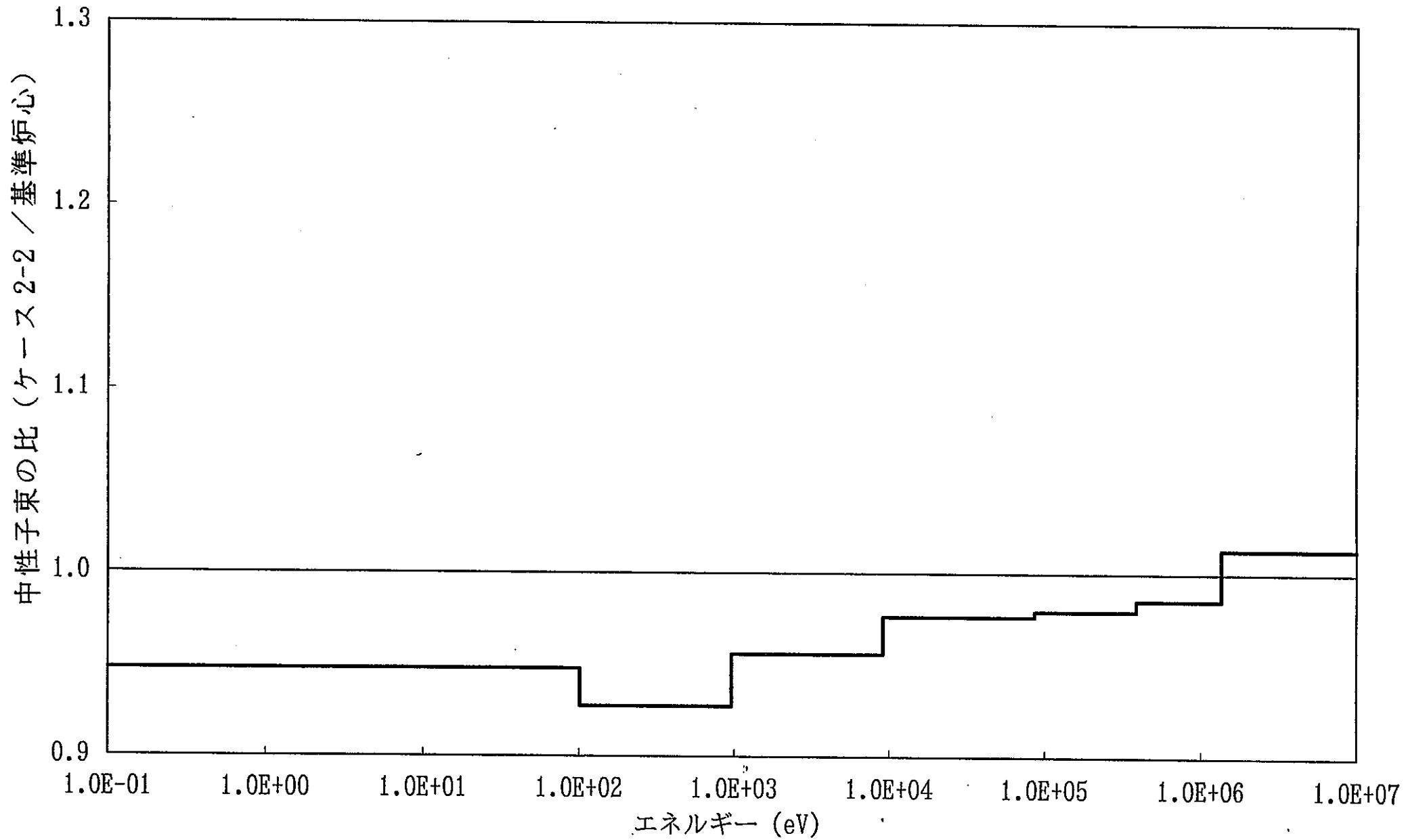
第2.3-3 図

中性子スペクトルの相対比（ケース1-1）



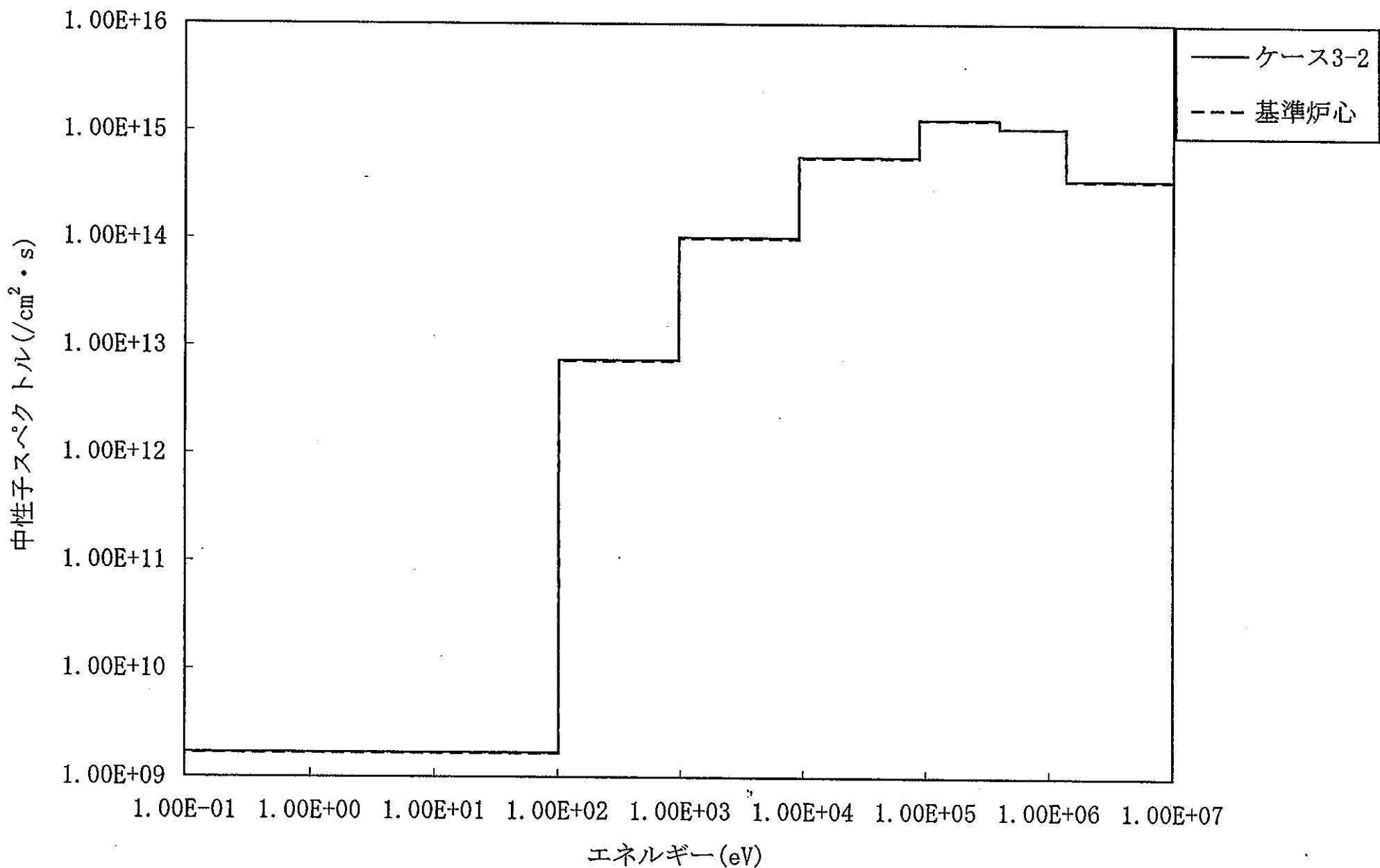
第2.3-4 図

中性子スペクトル (ケース2-2)



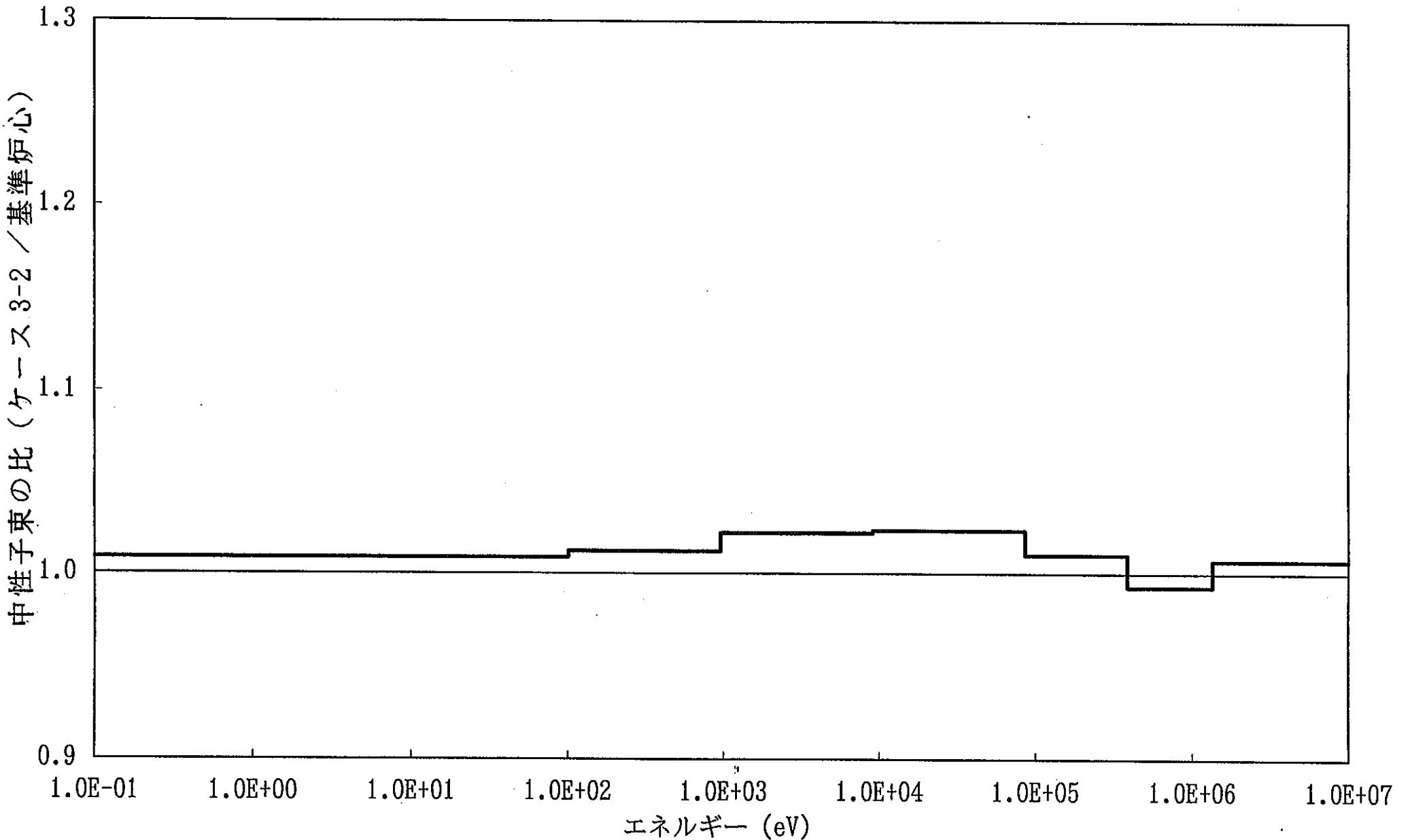
第2.3-5 図

中性子スペクトルの相対比 (ケース 2-2)

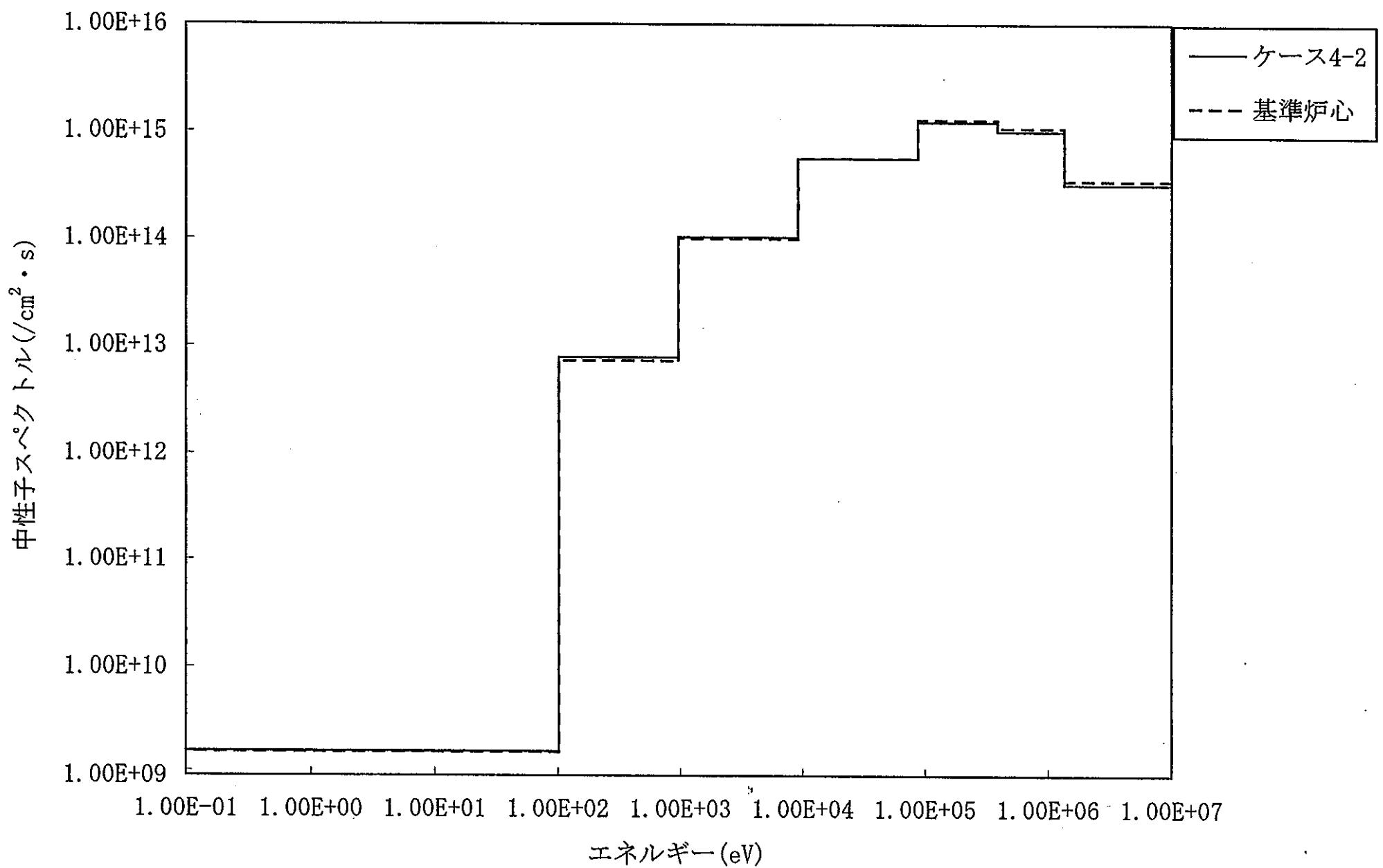


第2.3-6 図

中性子スペクトル（ケース3-2）

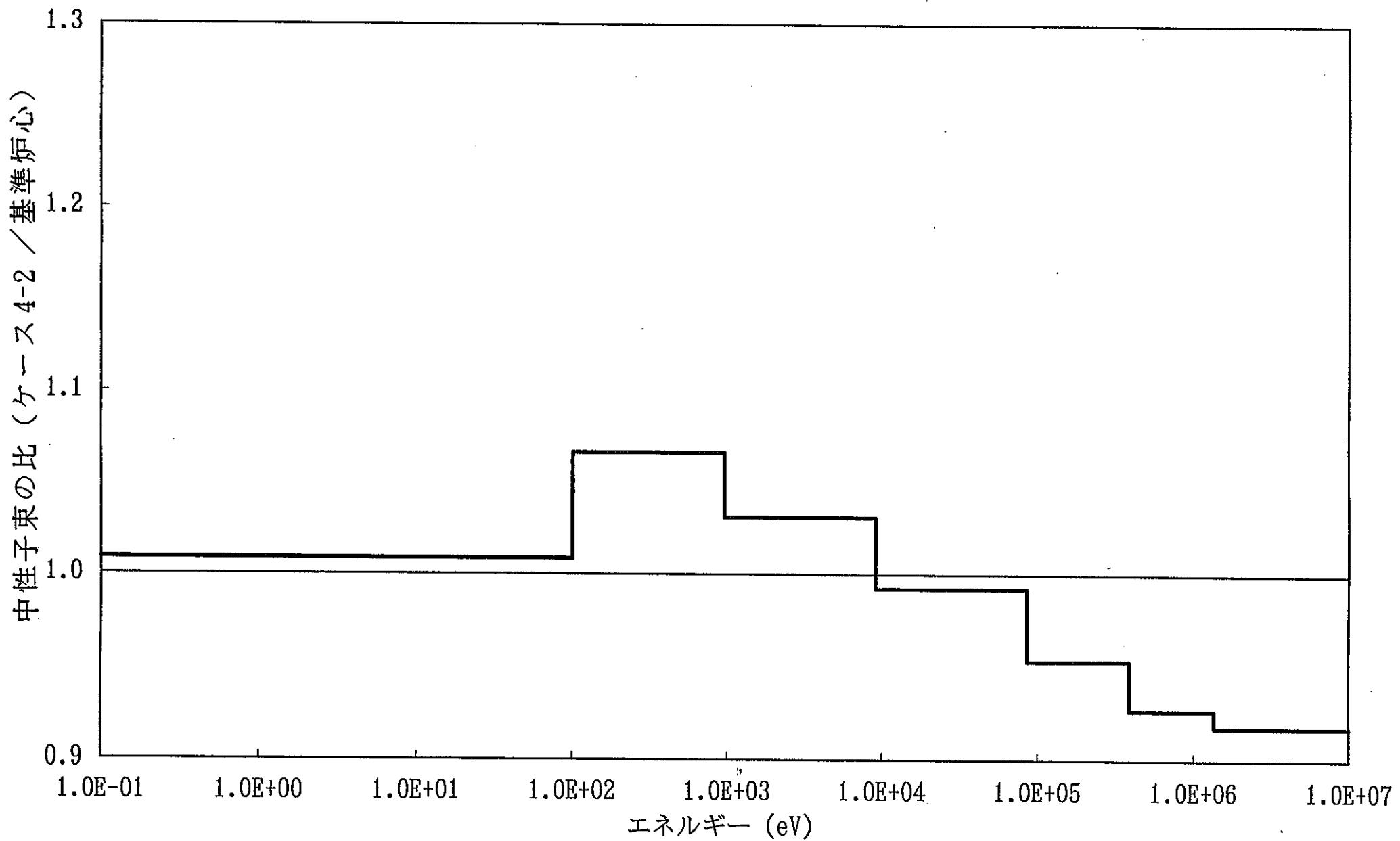


第2.3-7 図 中性子スペクトルの相対比（ケース3-2）



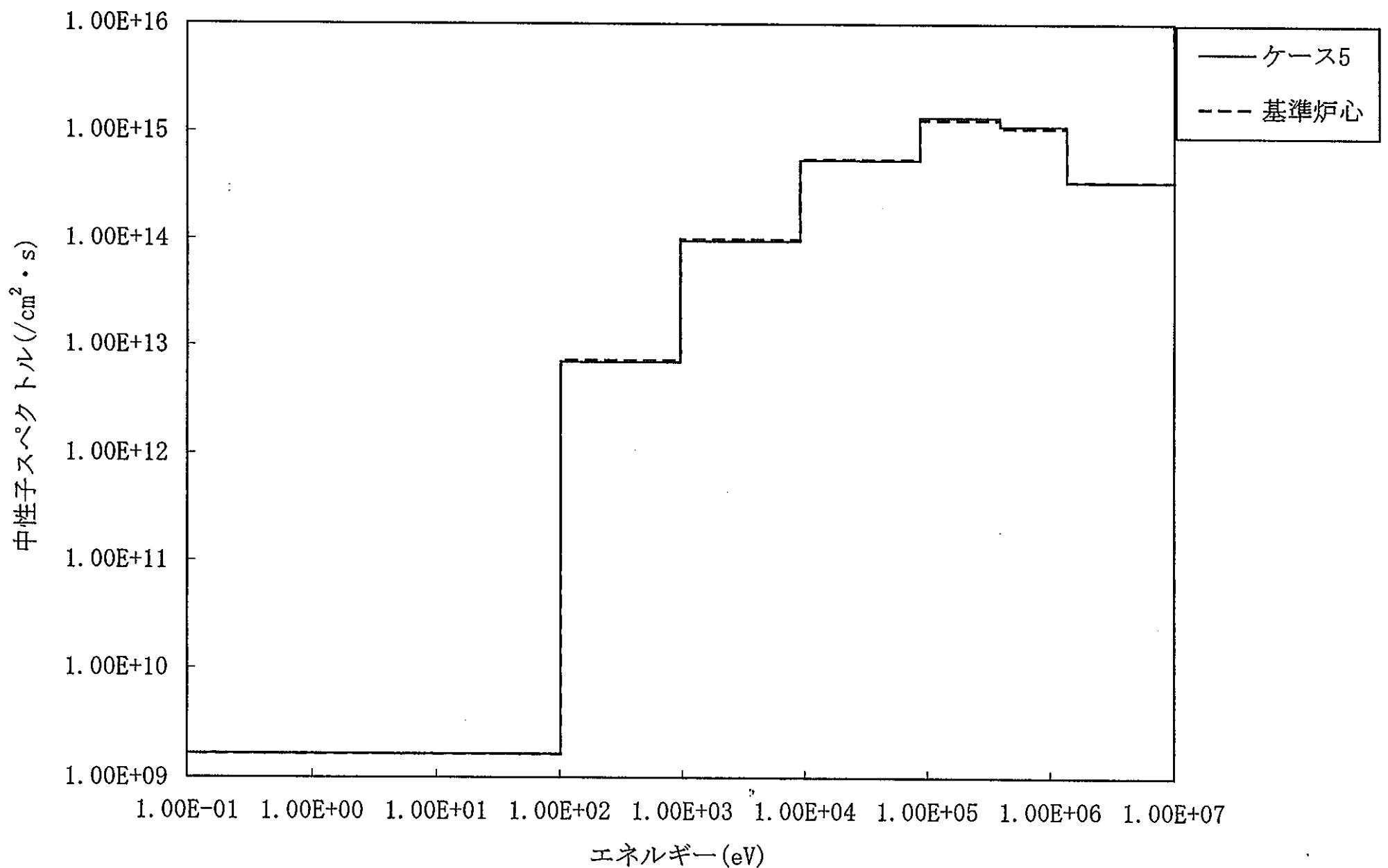
第2.3-8 図

中性子スペクトル (ケース4-2)



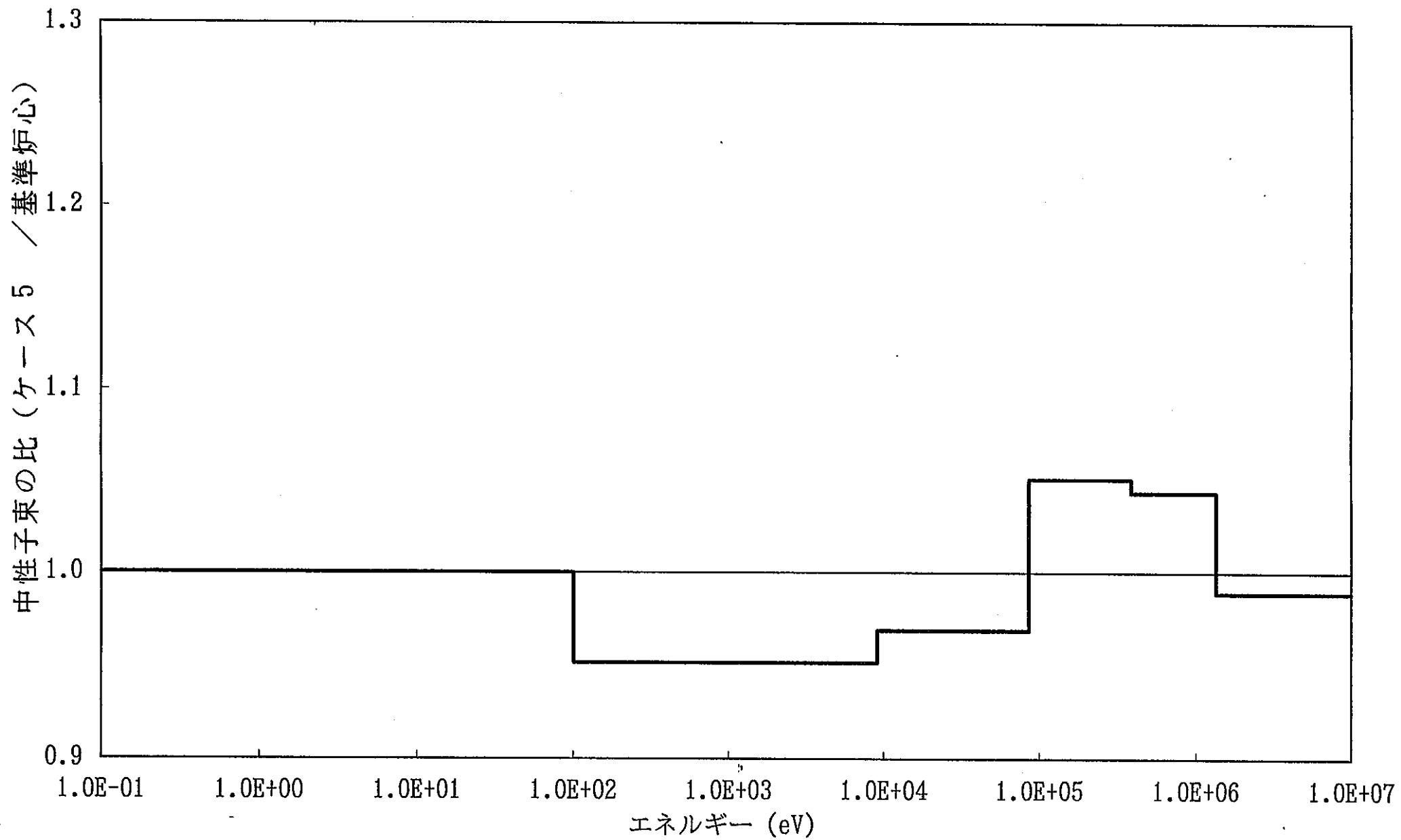
第2.3-9 図

中性子スペクトルの相対比 (ケース 4-2)

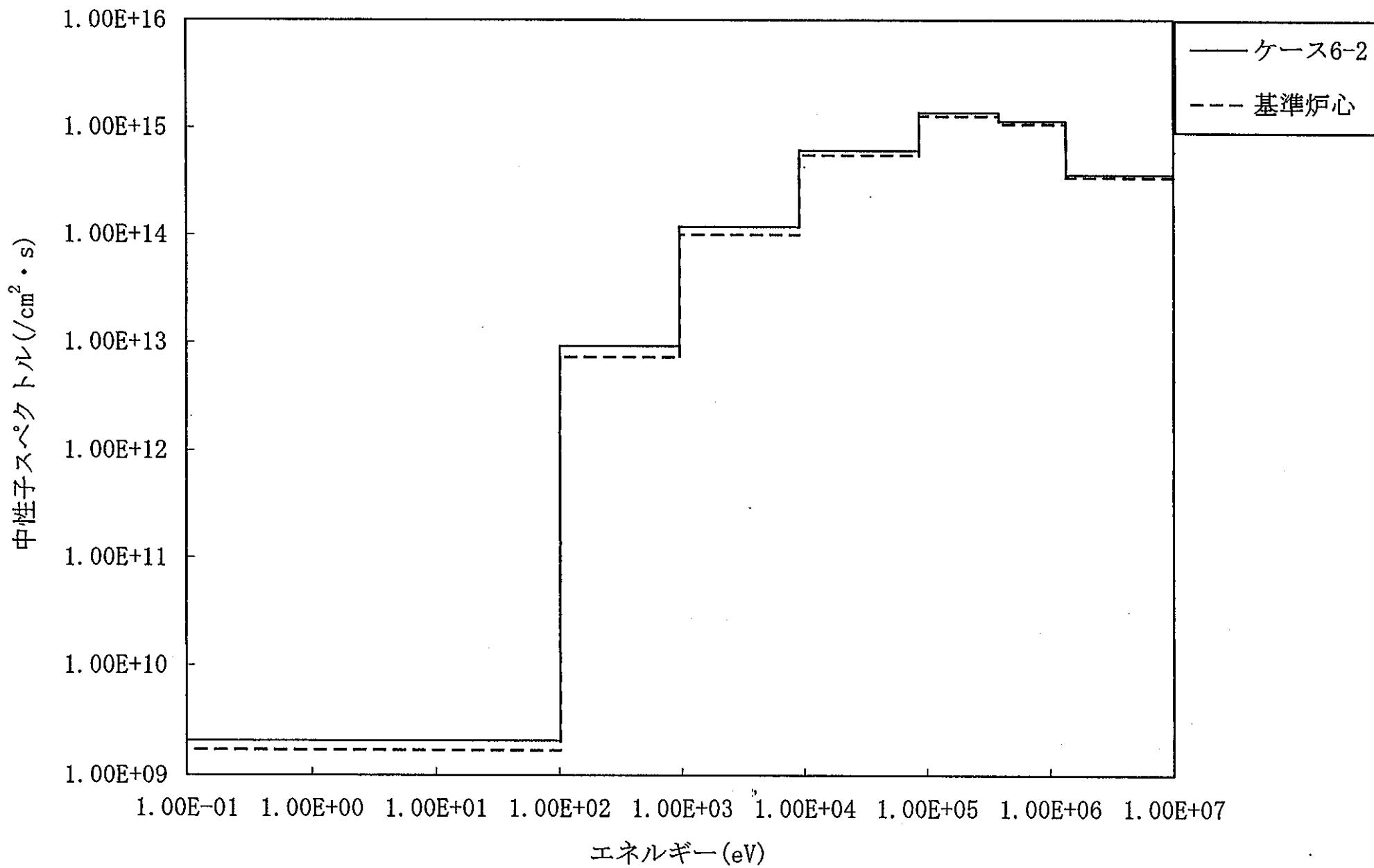


第2.3-10図

中性子スペクトル (ケース5)

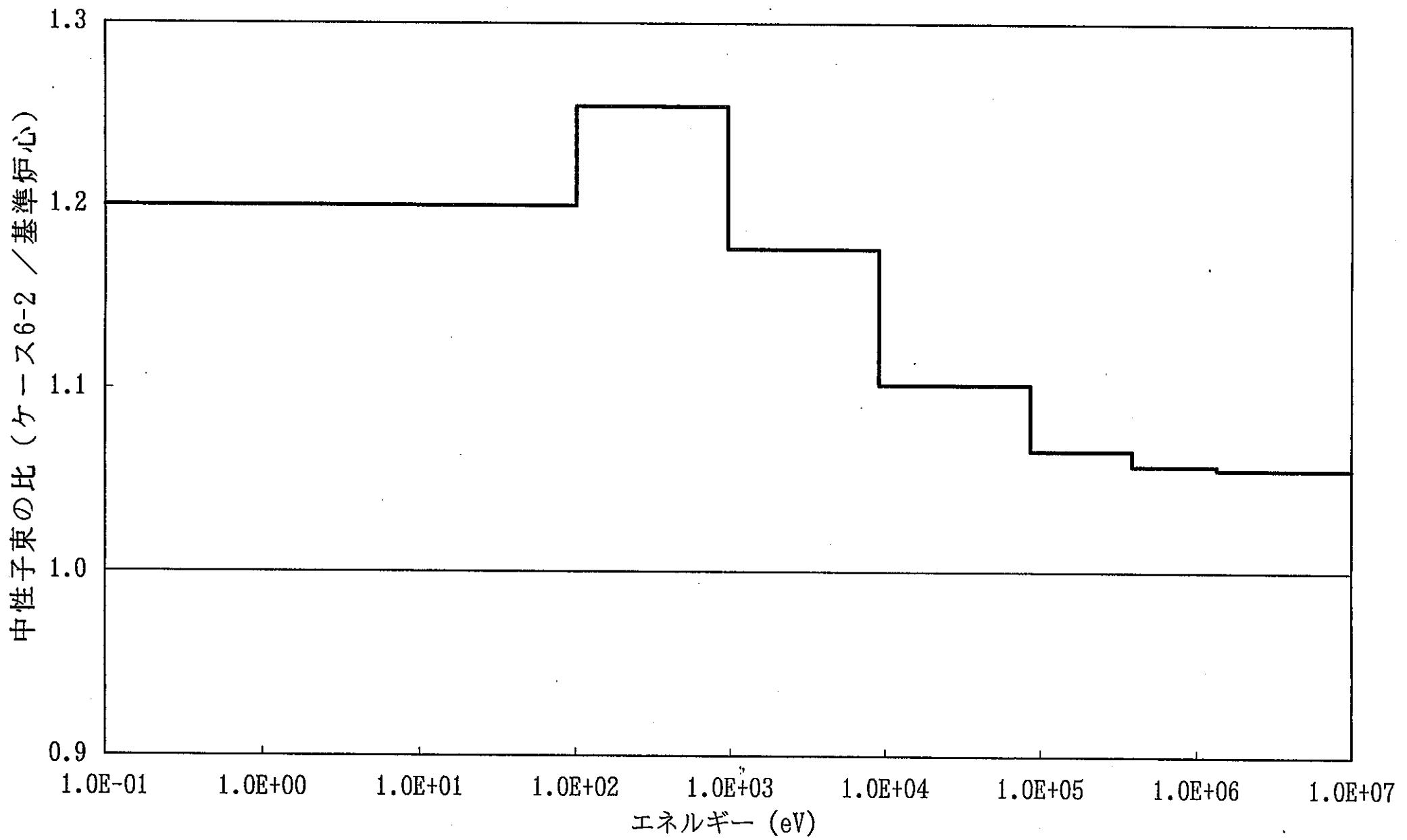


第 2.3-11 図 中性子スペクトルの相対比 (ケース 5)



第2.3-12図

中性子スペクトル (ケース6-2)



第2.3-13図

中性子スペクトルの相対比 (ケース6-2)

3. 燃料U濃縮度の計算

3.1 概要

第2章のサーベイ計算に基づき、MK-III標準炉心燃料と同程度の反応度価値を有する低濃縮U使用燃料のU濃縮度とPu富化度や燃料・構造材体積等のパラメータとの関係をまとめた。

3.2 仕様とU濃縮度との関係

(1) U濃縮度の低減

主なケースとU濃縮度の関係を第3.2-1 図に示す。また各仕様とU濃縮度低減効果を第3.2-1 表に示す。

外側炉心のPu富化度を変えたケース1-1, 6-2 を除き、最もU濃縮度が低減したのは、 ^{15}N 濃縮窒化物燃料への変更（ケース5）であり、以下、兵器用Pu同位体組成比への変更（ケース6-1）、燃料スタック長を50 cmから60 cmに伸長（ケース4-2）、燃料体積割合を1.08倍増加（ケース3-2）が効果があった。ラッパ管の体積割合を下げても（ケース2-2）U濃縮度は下げられない。

(2) 内側炉心のPu富化度

出力平坦化はPu富化度を内側炉心と外側炉心で変えることにより、調整した。Pu富化度の内側炉心と外側炉心の関係を第3.2-2 図に示す。外側炉心のPu富化度が高くなるとそれに伴い、内側炉心のPu富化度が高くなる。また外側炉心のPu富化度が同じ28.8 w/o であればU濃縮度が下がるに従い、内側炉心のPu富化度が高くなる傾向がみられる。

(3) Pu富化度とU濃縮度

第3.2-3 図に示すようにPu富化度を28.8 w/o から35 w/o まで増加させることにより、U濃縮度を18 w/o から8.5 w/o まで下げられる。

(4) ラッパ管体積割合とU濃縮度

第3.2-4 図に示すようにラッパ管の体積割合を下げてもU濃縮度は下げられない。ラッパ管体積割合を70%削減した場合、U濃縮度を18.0 w/o から18.3 w/o に増加した。

(5) 燃料体積割合とU濃縮度

第3.2-5 図に示すように燃料体積割合を1.08倍にした場合、U濃縮度を13 w/o

o まで下げられる。

(6) 燃料スタック長とU濃縮度

第3.2-6 図に示すように燃料スタック長を 50 cm から 60 cm に伸ばすと U 濃縮度を 12 w/o まで下げられる。

(7) N15 濃縮窒化物燃料への変更とU濃縮度

第3.2-7 図に示すように ^{15}N 濃縮窒化物燃料への変更は U 濃縮度を 5 w/o まで下げられる。

(8) 兵器用 Pu 同位体組成比への変更とU濃縮度

第3.2-8 図に示すように兵器用 Pu 同位体組成比への変更は U 濃縮度を 9 w/o まで下げられる。なお、仮に U を濃縮 U から劣化 U に変えた場合、外側炉心の Pu 富化度は約 33 w/o に調整する必要があることがわかった。

(9) 兵器用 Pu の組成比変化と燃焼

ケース 6-2 の場合について、「常陽」で燃焼した場合の Pu 同位体組成比の変化を第3.2-2a表及び第3.2-9a図(第1列装荷), 第3.2-2b表及び第3.2-9b図(外側炉心, 第3列装荷)に示す。取出後の使用済燃料の ^{240}Pu , ^{242}Pu の割合は装荷時にくらべ約 2 倍に増加する。

(注) ^{240}Pu , ^{242}Pu の割合が低いことが兵器用として必要な条件と言われている。

Pu の燃焼を第3.2-3a表及び第3.2-10a 図(第1列装荷), 第3.2-3b表及び第3.2-10b 図(外側炉心, 第3列装荷)に示す。

第 3.2-1 表 各仕様の U 濃縮度低減効果

項目	U濃縮度低減効果
Pu富化度増加	1.5% ／Pu富化度 1%
セミダクトレス燃料採用	低減効果無し
燃料ペレット太径化&被覆管薄肉化	1.6% ／燃料体積割合 1%
燃料スタック長変更	0.63% ／燃料スタック長 1 cm
窒化物燃料	1.3% ／窒化物燃料100%変更
兵器用Puの Pu 同位体組成比に変更	0.39% ／フィサイル割合* 1%

* : $^{239}\text{Pu} + ^{241}\text{Pu}/\text{Pu}$

第3.2-2a表

兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化（第1列装荷）
(w/o)

	燃焼前	1サイクル (EOC)	2サイクル (EOC)	3サイクル (EOC)	4サイクル (EOC)	5サイクル (EOC)
Pu239	93.83	92.82	91.78	90.74	89.72	88.71
Pu240	5.80	6.76	7.73	8.69	9.63	10.56
Pu241	0.35	0.40	0.46	0.53	0.60	0.68
Pu242	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05

第3.2-2b表

兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化（第3列, 外側炉心装荷）
(w/o)

	燃焼前	1サイクル (EOC)	2サイクル (EOC)	3サイクル (EOC)	4サイクル (EOC)	5サイクル (EOC)	6サイクル (EOC)
Pu239	93.83	92.98	92.11	91.24	90.37	89.50	88.65
Pu240	5.80	6.60	7.42	8.24	9.04	9.84	10.61
Pu241	0.35	0.39	0.44	0.49	0.55	0.62	0.68
Pu242	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05

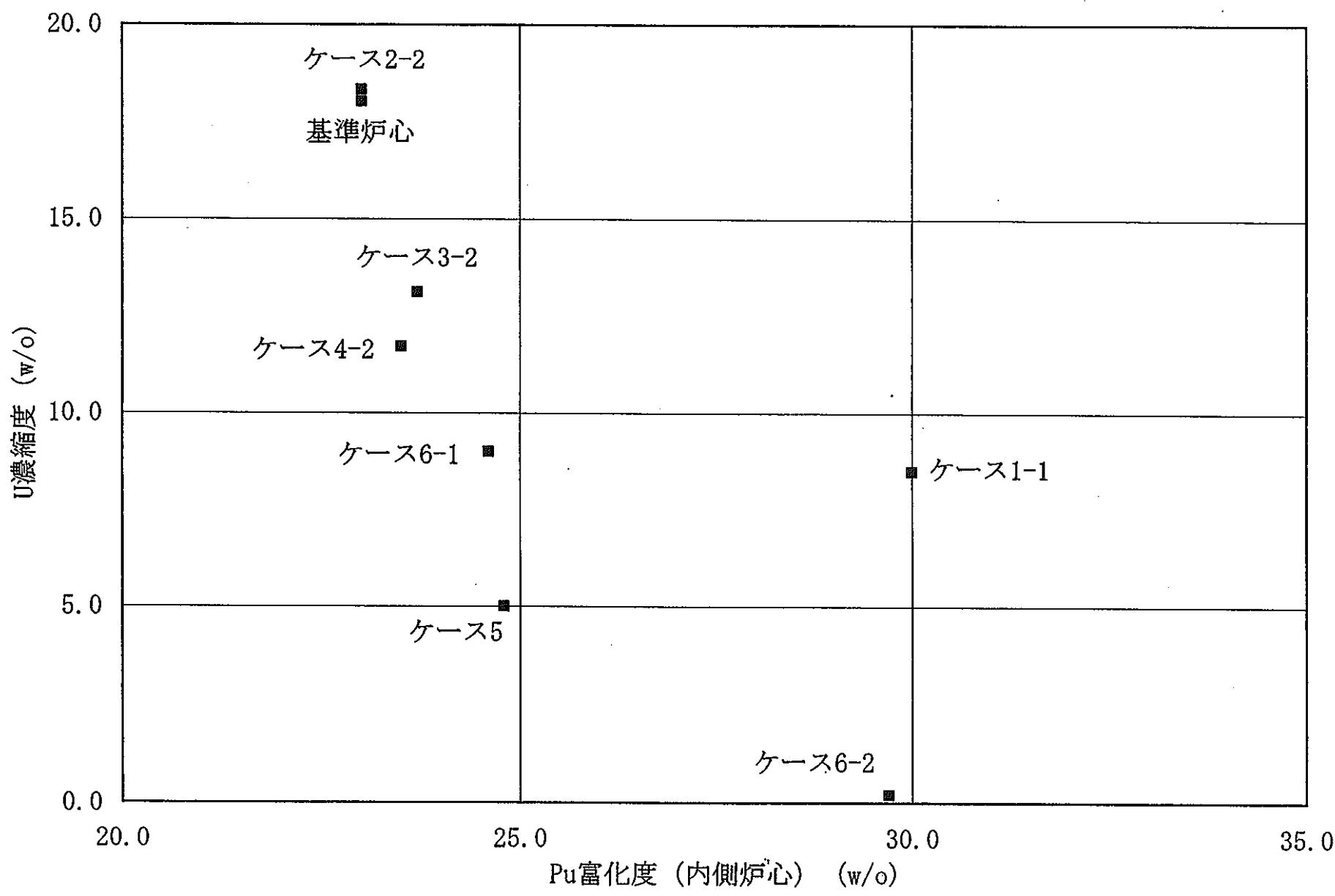
第3.2-3a表 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の相対変化（ケース6-2/第1列装荷）
(w/o)

	燃焼前	1サイクル (EOC)	2サイクル (EOC)	3サイクル (EOC)	4サイクル (EOC)	5サイクル (EOC)
Pu239	93.83	89.83	86.03	82.44	79.06	75.90
Pu240	5.80	6.54	7.25	7.89	8.49	9.04
Pu241	0.35	0.39	0.43	0.48	0.53	0.58
Pu242	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
計	100.00	96.78	93.73	90.85	88.13	85.56

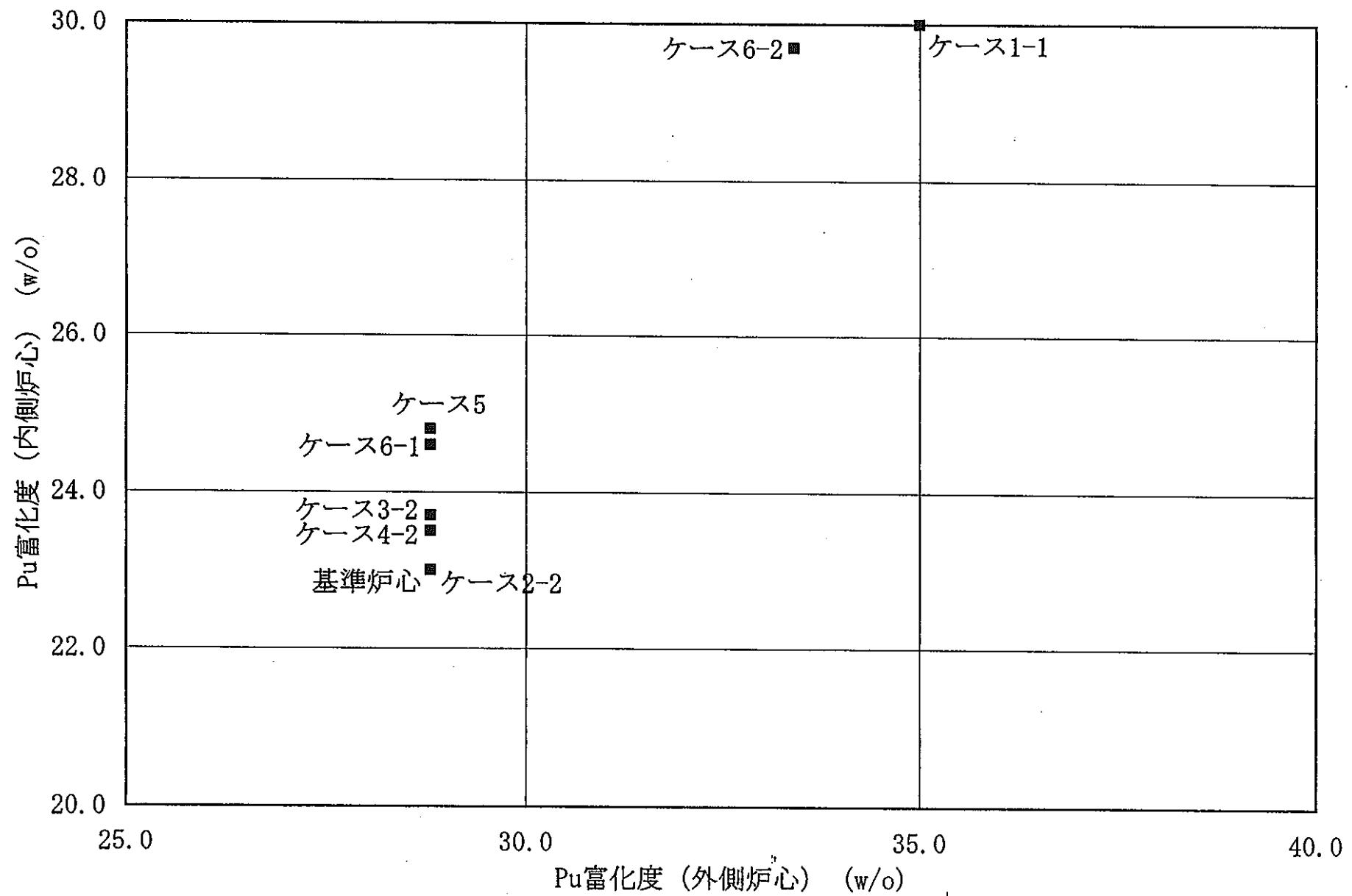
第3.2-3b表

兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の相対変化（ケース6-2/第3列、外側炉心装荷）
(w/o)

	燃焼前	1サイクル (EOC)	2サイクル (EOC)	3サイクル (EOC)	4サイクル (EOC)	5サイクル (EOC)	6サイクル (EOC)
Pu239	93.83	90.32	86.95	83.74	80.68	77.79	75.05
Pu240	5.80	6.41	7.01	7.56	8.07	8.55	8.98
Pu241	0.35	0.38	0.41	0.45	0.49	0.53	0.58
Pu242	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
計	100.00	97.14	94.40	91.78	89.29	86.91	84.65

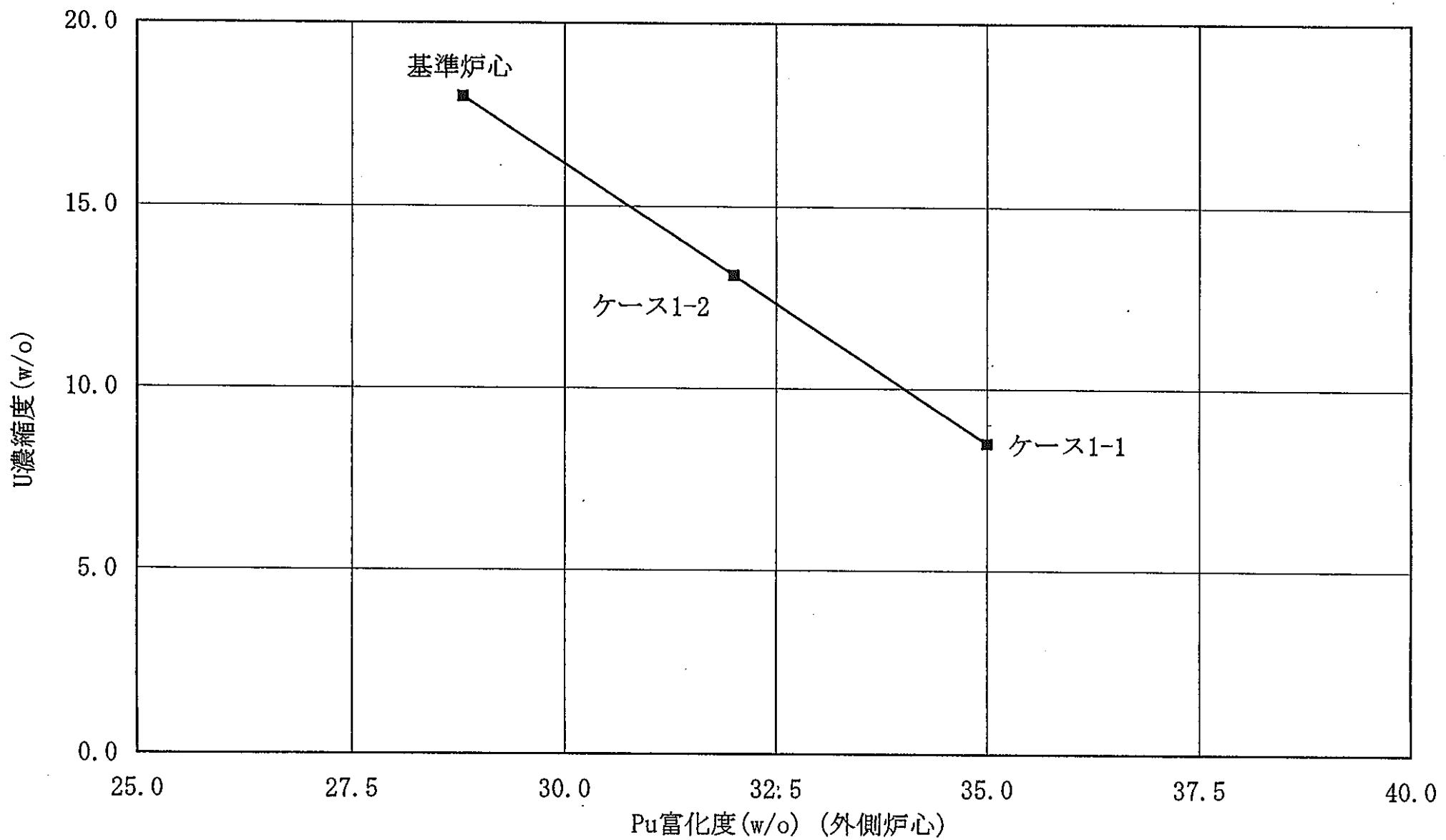


第3.2-1図 Pu富化度 (内側炉心) とU濃縮度

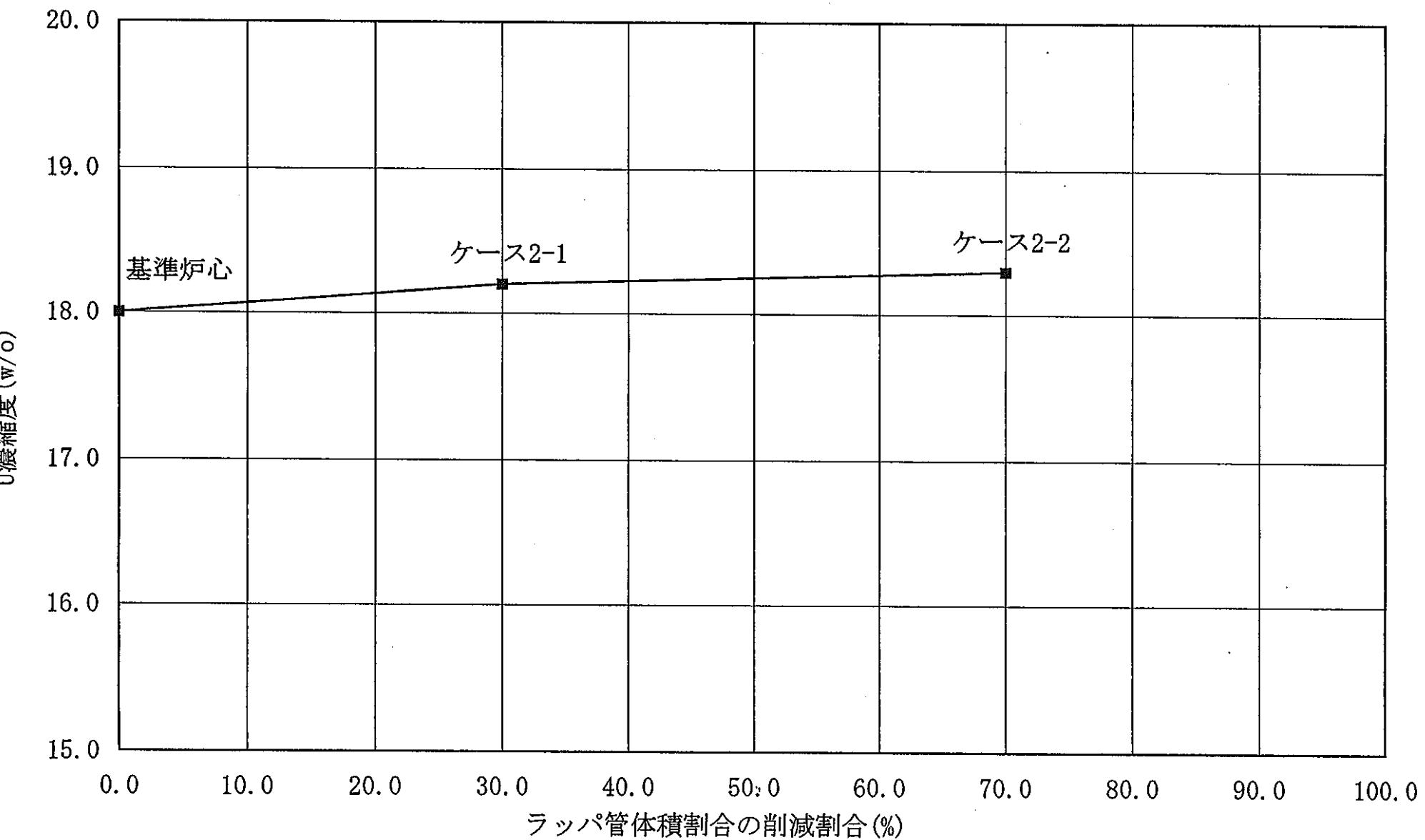


第3.2-2 図

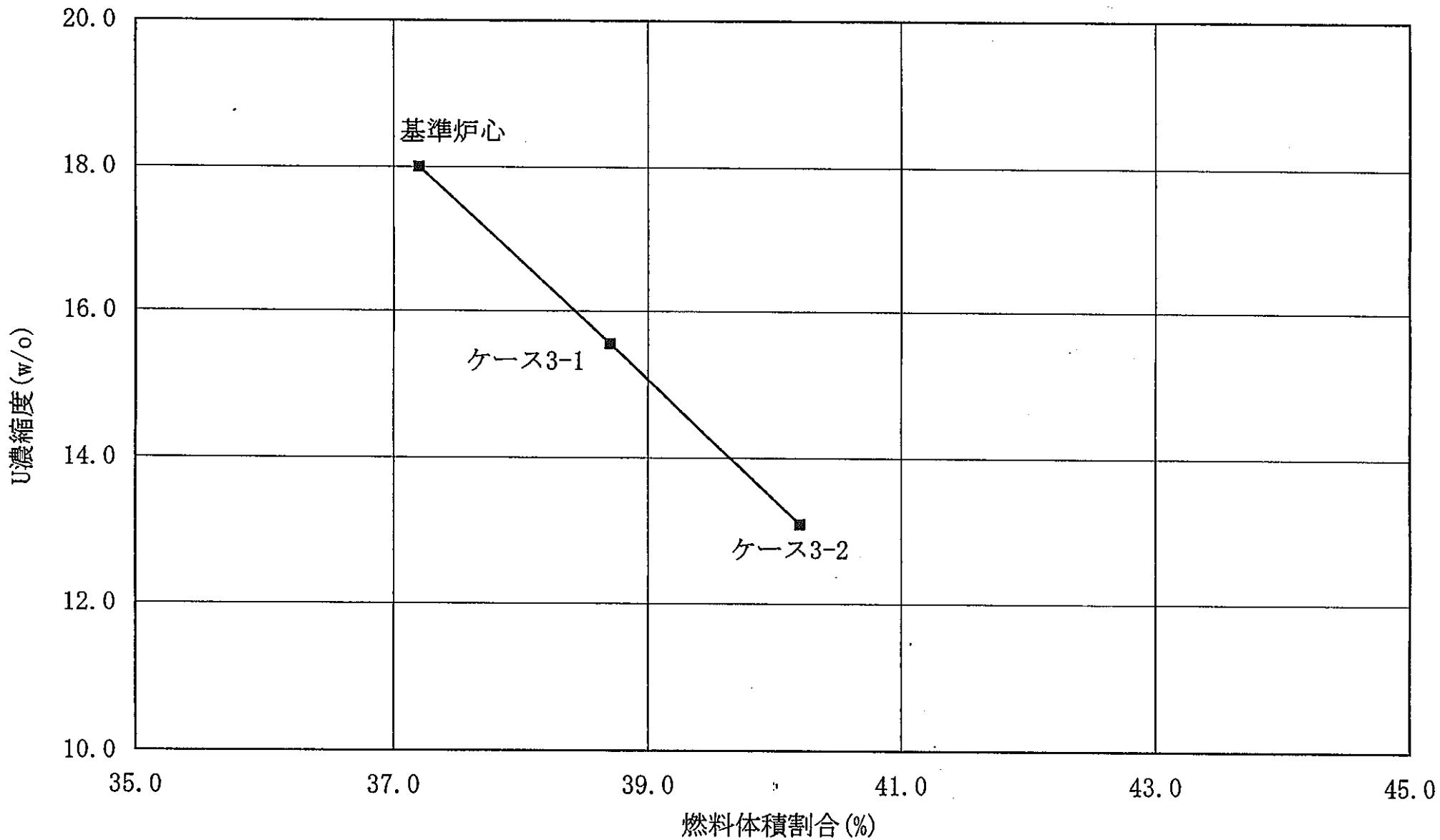
外側炉心のPu富化度と内側炉心のPu富化度の関係



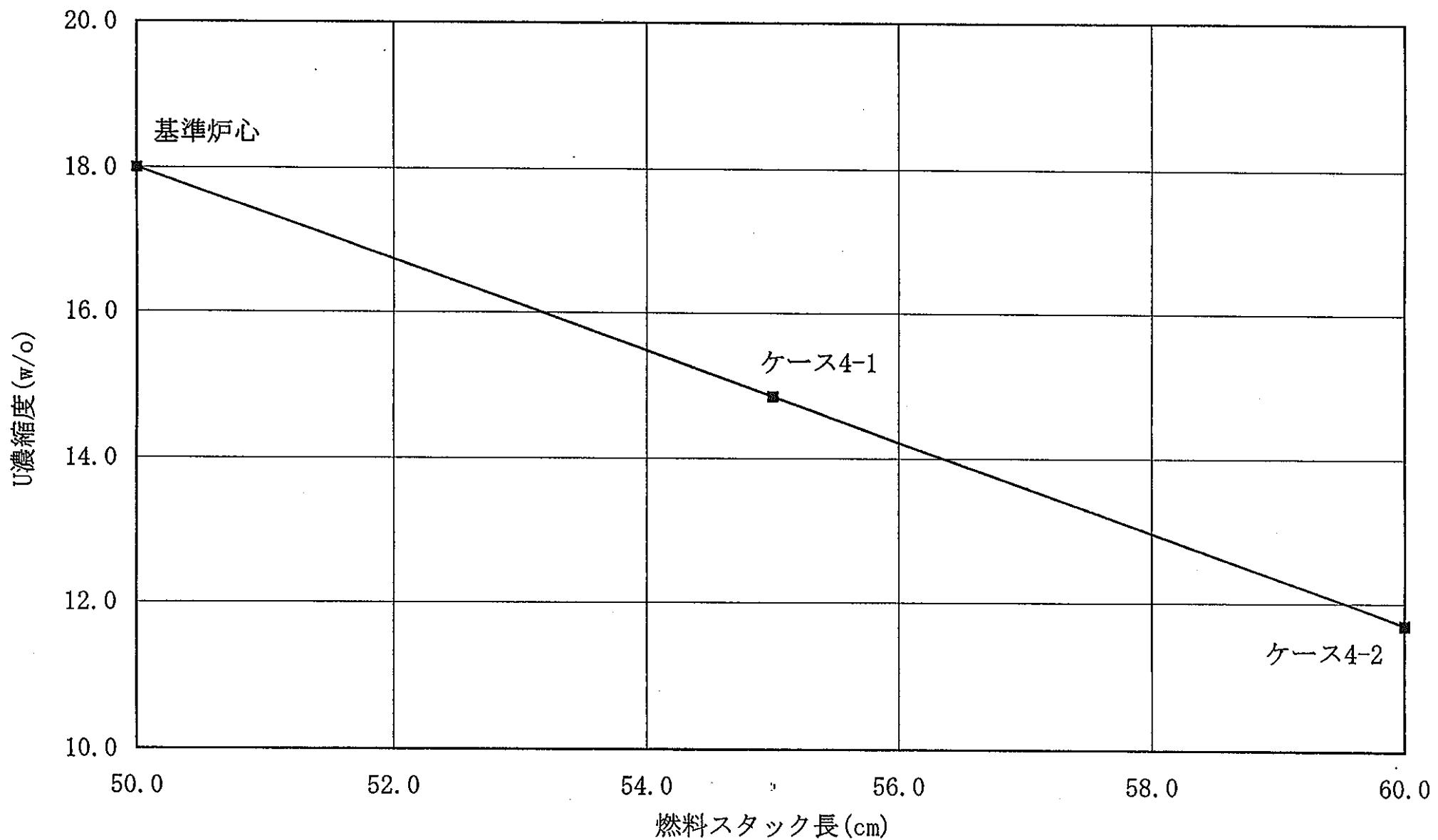
第3.2-3図 外側炉心のPu富化度とU濃縮度との相関



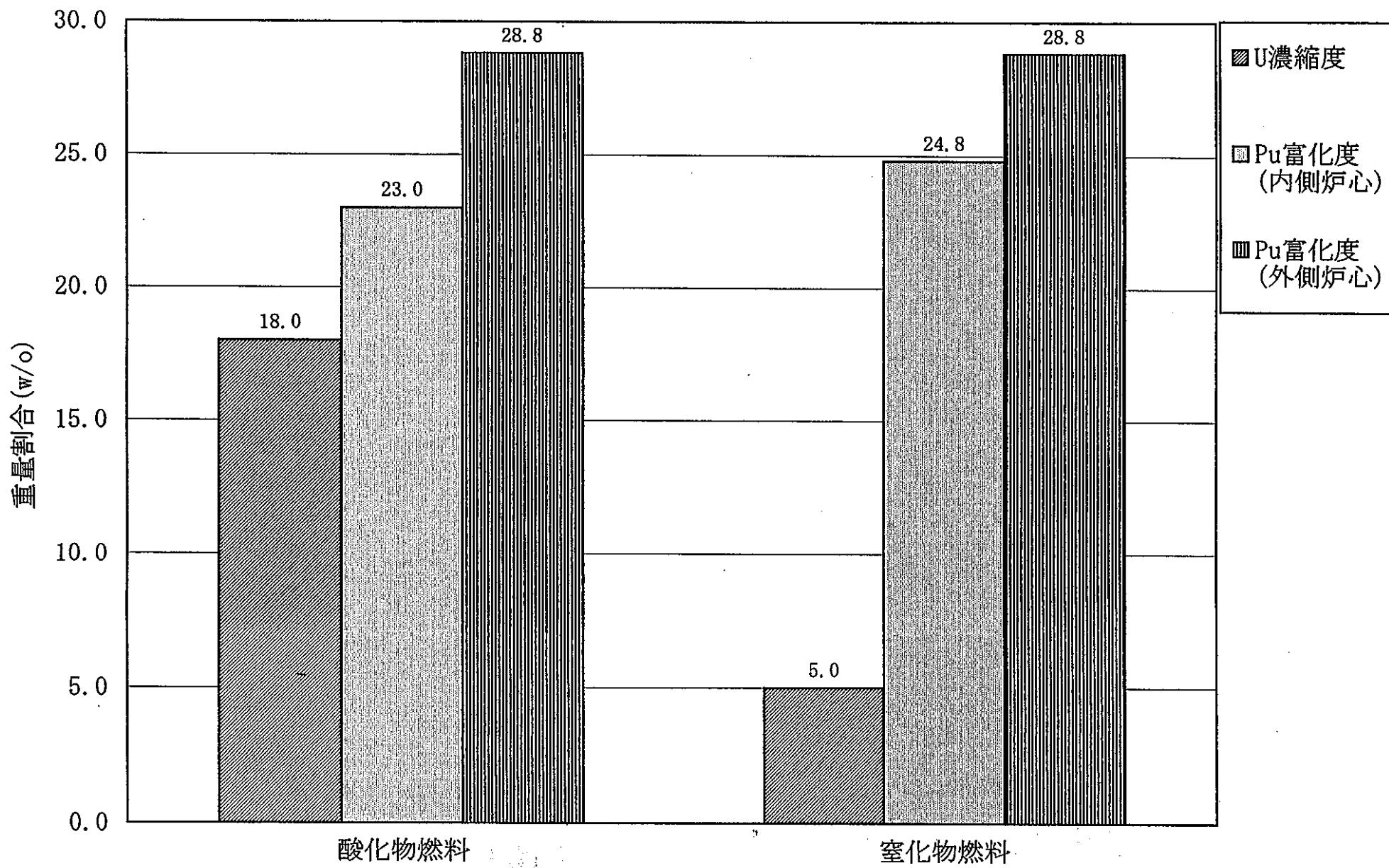
第3.2-4図 ラッパ管体積割合とU濃縮度との相関



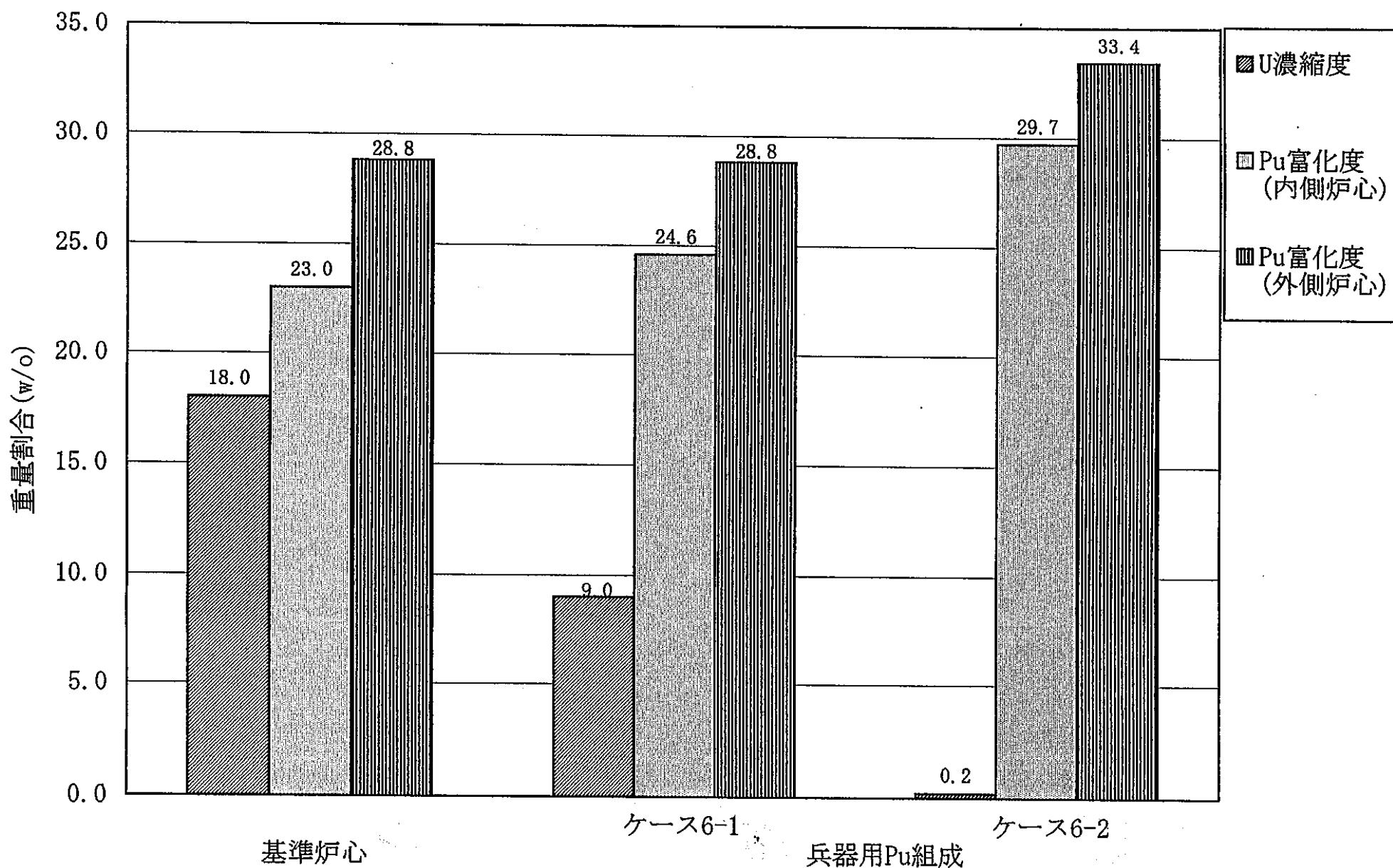
第3.2-5図 燃料体積割合とU濃縮度との相関



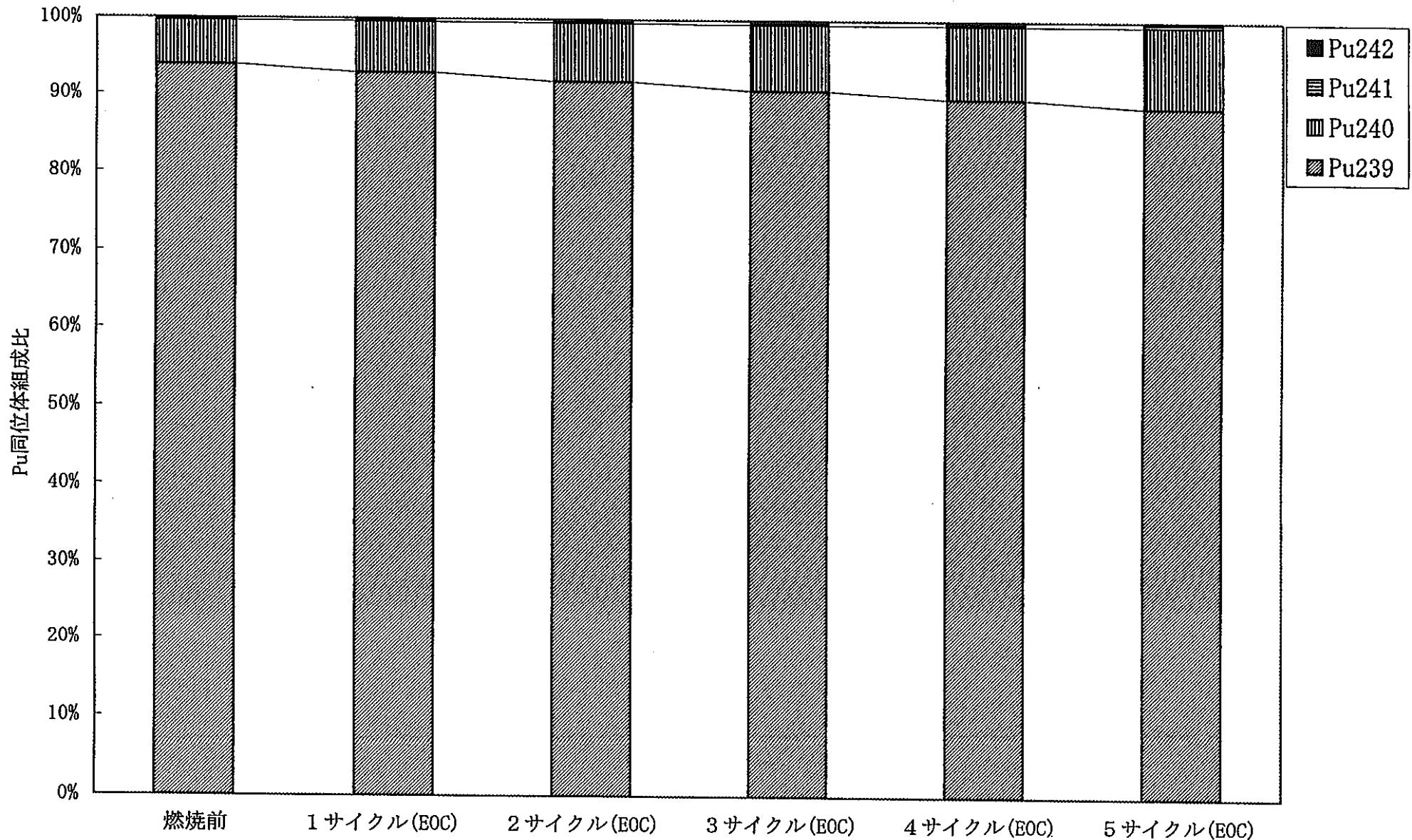
第3.2-6図 燃料スタック長とU濃縮度との相関



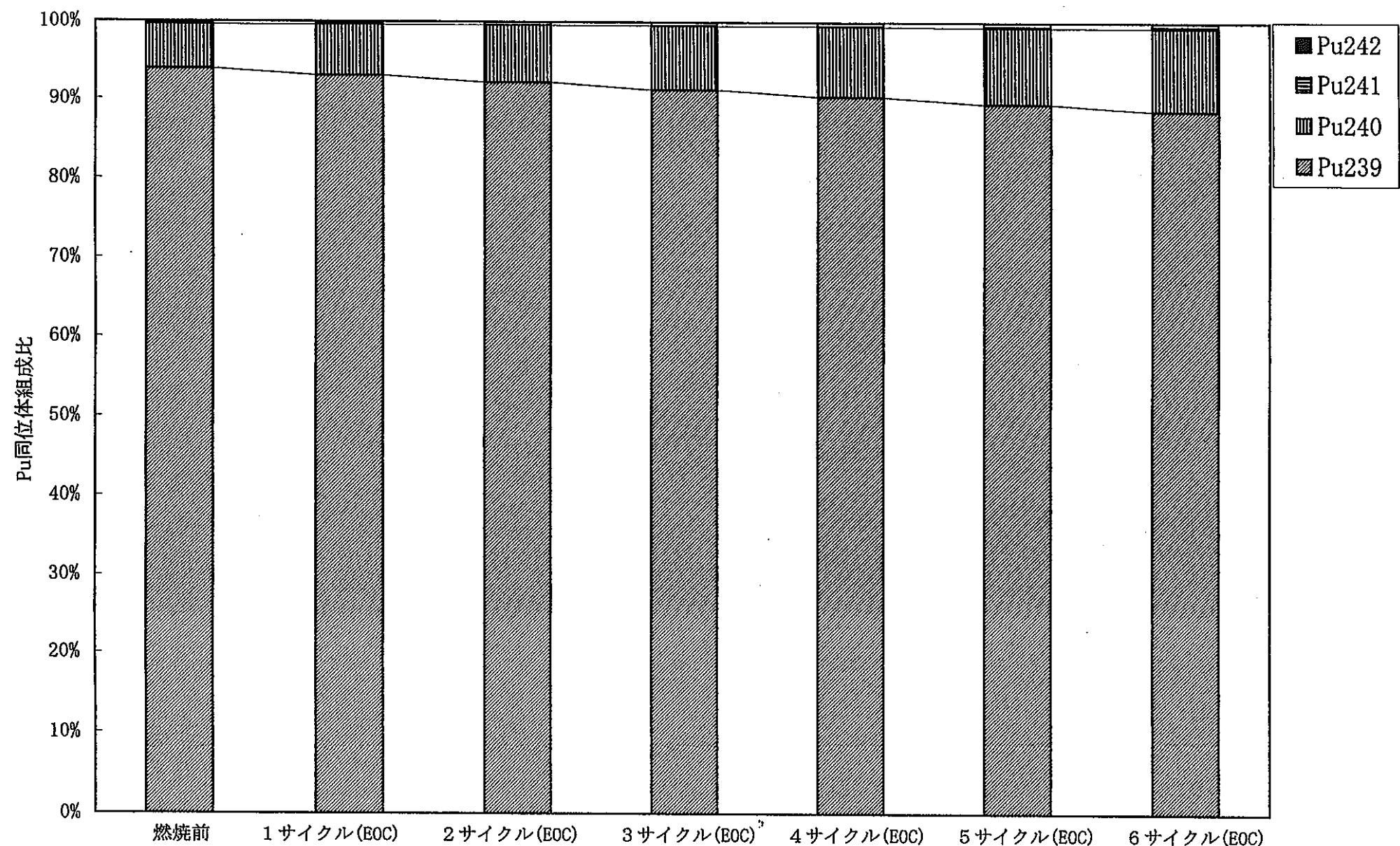
第3.2-7図 酸化物燃料と窒化物燃料のU濃縮度, 及びPu富化度



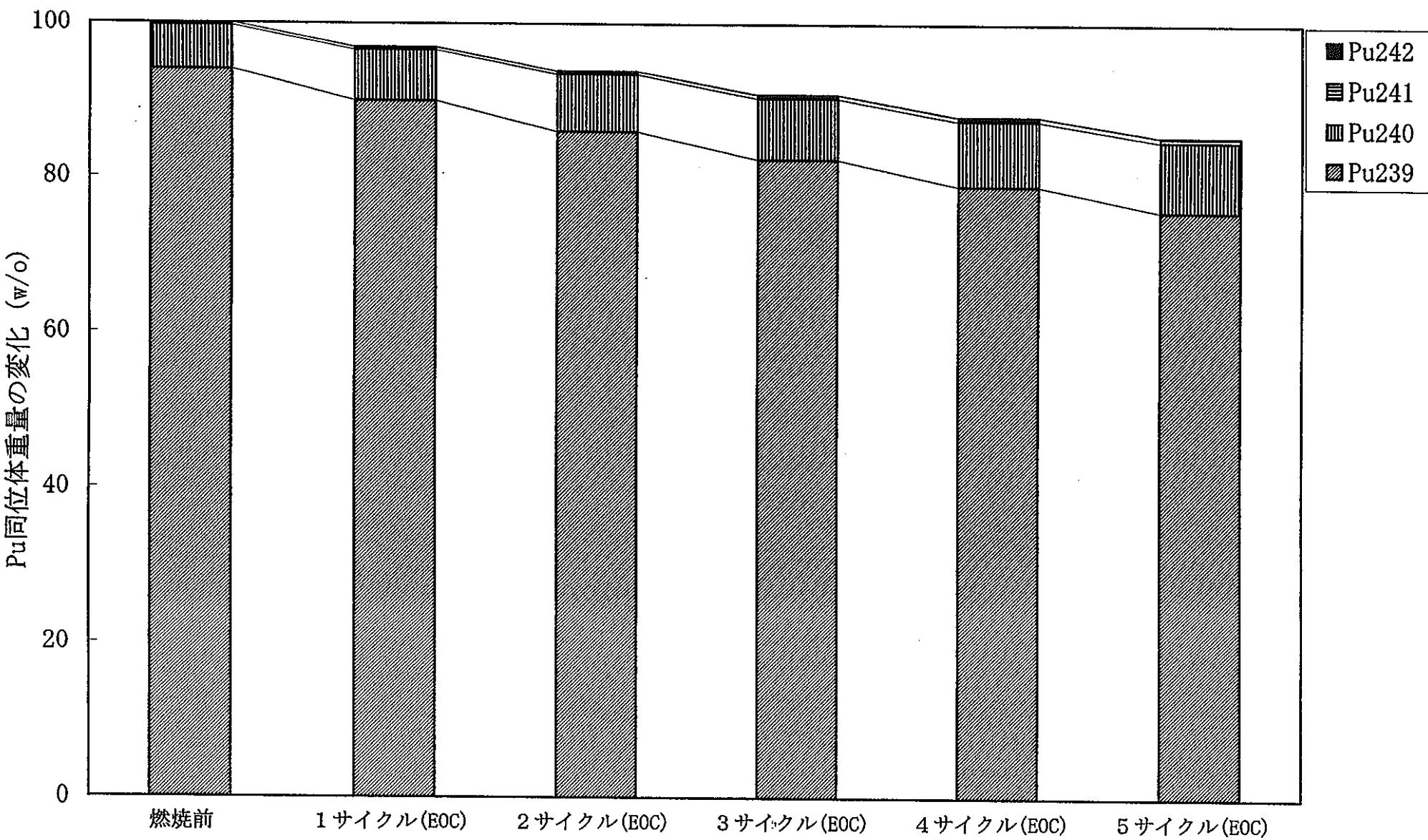
第3.2-8図 兵器用Pu組成のU濃縮度、及びPu富化度



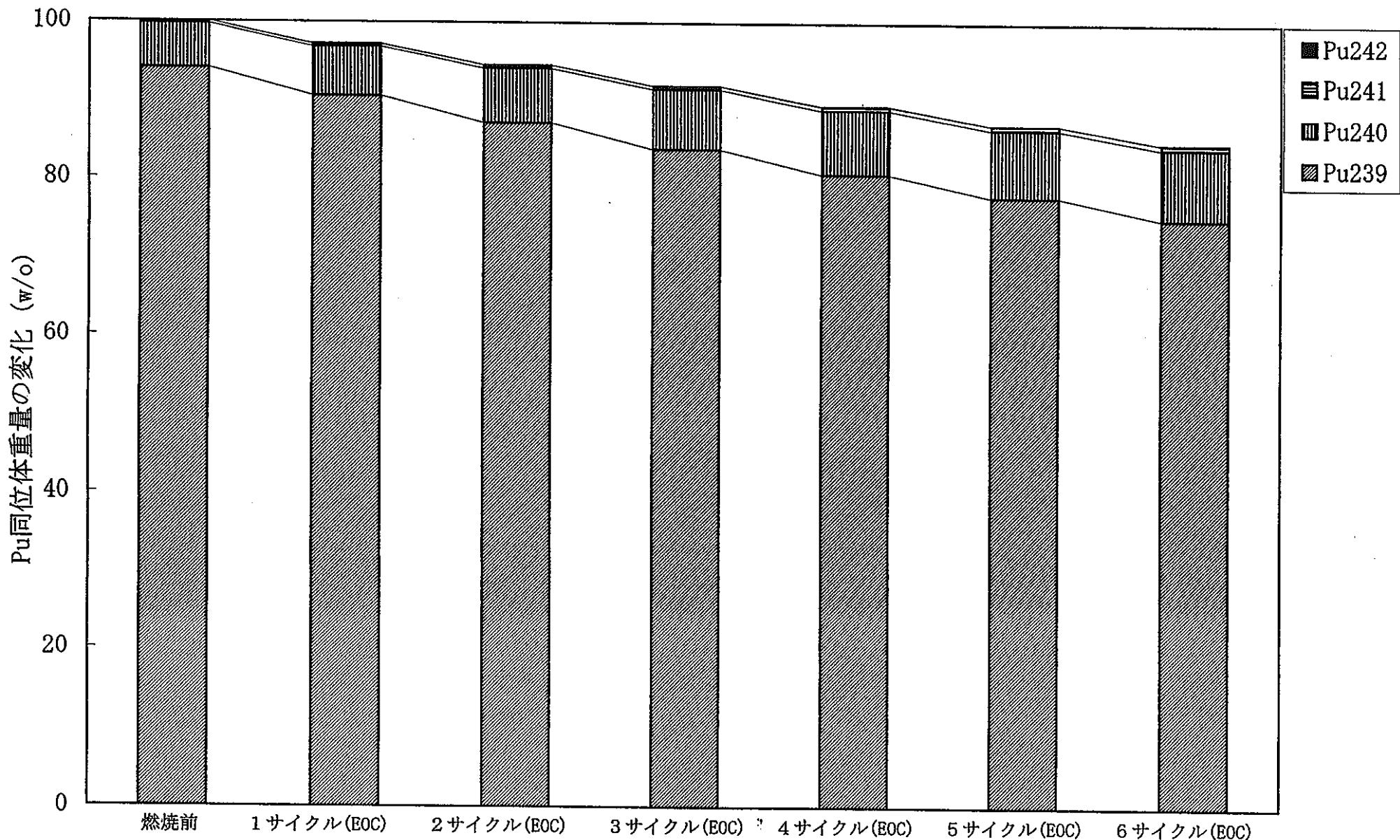
第3. 2-9a図 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化（第1列装荷）



第3.2-9b図 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体組成比の変化（第3列、外側炉心装荷）



第3.2-10a図 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の変化（ケース6-2/第1列装荷）



第3.2-10b図 兵器用Pu組成の燃焼に伴うPu同位体重量の変化（ケース6-2/第3列, 外側炉心装荷）

4. まとめ

(1) 低濃縮U燃料炉心の特性計算

外側炉心のPu富化度、燃料体積割合の増大、構造材体積の削減、燃料スタック長の伸長、 ^{15}N 濃縮窒化物燃料への変更、Pu同位体組成比の変更と燃焼特性および出力特性の関係を評価した。今回のサーベイの範囲では最大線出力は標準炉心の値と同等あるいはそれ以下であった。また燃焼欠損反応度は最大13%の増加、要素最高燃焼度は1%の増加、炉心内最大高速中性子束は最大で7%増加した。

(2) 燃料U濃縮度の計算

仕様の変更により次のようにU濃縮度を下げることができる。Pu富化度を28.8w/oから35w/oまで増加させることにより、U濃縮度を18w/oから8.5w/oまで下げられる。ラッパ管の体積割合を下げてもU濃縮度は下げられない。燃料体積割合を1.08倍にした場合、U濃縮度を13w/oまで下げられる。燃料スタック長を50cmから60cmに伸ばすとU濃縮度を12w/oまで下げられる。 $\text{N}15$ 濃縮窒化物燃料への変更はU濃縮度を5w/oまで下げられる。兵器用Pu同位体組成比への変更はU濃縮度を9w/oまで下げられ、さらに外側炉心のPu富化度を約33w/oにするとUに劣化Uを利用できる。

5. 関連資料

- (1) 池田 一三, 河北 孝司他「MK-III標準炉心の詳細核熱計算(II)」
PNC ZJ9214 93-002 三菱原子力工業株式会社 1993年 3月
- (2) 吉田 匡志 「JFS-3-J2データセットの送付」, 技術課メモ(技-8-68)
平成8年8月28日
- (3) 吉田 匡志 「U濃縮度低減に関するサーベイ計算 計算検討の使用データの提示」
技術課メモ(技-8-79) 平成8年9月6日

6. 謝 辞

本計算にあたっては、実験炉部技術課鈴木惣十課長、吉田昌宏研究員、吉田匡志氏に
御指導いただいたことを感謝いたします。