

JENDL-3.2に基づく高速炉用 ORIGEN2 断面積
ライブラリー作成ツールの開発
(研究報告)

1999年5月

核燃料サイクル開発機構
大洗工学センター

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

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194,
Japan

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

JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2 断面積ライブラリー作成ツールの開発 (研究報告)

大川内 靖*¹⁾ 福島 学*²⁾

要 旨

ORIGEN2は世界で最も広く使用されている燃焼計算コードである。本コードは様々なタイプの炉心に対する1群断面積ライブラリーを内蔵している。しかし、これらのライブラリーに関しては、基となっている核データ(ENDF/B-IV,V)が古いことやライブラリー作成時に想定された高速炉の炉心燃料設計が最近の検討対象と必ずしもマッチしないなどの問題点がある。そこで、JENDL-3.2をベースとし、解析対象炉心の中性子スペクトルを考慮できる高速炉用のORIGEN2新ライブラリー作成ツールを開発した。また、本ツールを用いて、Na冷却型高速炉の検討に広く活用できるよう、炉心規模(小型炉～大型炉)・燃料種別(酸化物、窒化物、金属)・Pu組成をパラメータとした7種類の増殖炉心にPu燃焼型炉心を加えた計8種類の炉心に対して新ライブラリーを整備した。

作成した新ライブラリーの検証として、ライブラリーを変更して同条件での燃焼計算を行った。その結果、ライブラリーによって核種生成量・消滅量が大きく異なることが示され、縮約スペクトルが計算結果に大きく影響していることがわかった。

本ツールあるいは新ライブラリーを用いることにより、消滅処理研究における核種生成・消滅量の評価精度が向上するものと思われる。

* 1) 大洗工学センター システム技術開発部 炉心技術開発グループ

* 2) 原子力システム株式会社

Development of the Tool for Generating ORIGEN2 Library Based on JENDL-3.2 for FBR

Yasushi Ohkawachi*¹⁾ Manabu Fukushima*²⁾

Abstract

ORIGEN2 is one of the most widely-used burnup analysis code in the world. This code has one-grouped cross section libraries compiled for various types of reactors. However, these libraries have some problems. One is that these libraries were developed from old nuclear data libraries (ENDF/B-IV,V) and the other is that core and fuel designs from which these libraries are generated do not match the current analysis. In order to solve the problems, analysis tool is developed for generating ORIGEN2 library from JENDL-3.2 considering multi-energy neutron spectrum. And eight new libraries are prepared using this tool for analysis of sodium-cooled FBR. These new libraries are prepared for eight kinds of cores in total. Seven of them are made by changing core size (small core ~ large core), fuel type (oxide, nitride, metal) and Pu vector as a parameter. The eighth one is a Pu burner core.

Burnup calculation using both new and original libraries, shows large difference in buildup or depletion numbers of nuclides among the libraries. It is estimated that the analysis result is greatly influenced by the neutron spectrum which is used in collapse of cross section.

By using this tool or new libraries, it seems to improve evaluation accuracy of buildup or depletion numbers of nuclides in transmutation research on FBR fuel cycle.

*1) Reactor Physics Research Group, System Engineering Technology Division, OEC, JNC

*2) Nuclear Energy System Incorporation

目 次

第1章 緒言	1
第2章 ORIGEN2用1群断面積作成方法の検討	2
2.1 73群定数の作成	2
2.2 高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成システム	3
2.3 断面積の燃焼度依存性 (Variable Actinide Cross Section) の扱い	6
第3章 JENDL-3.2ベース高速炉用新ライブラリーの作成	19
3.1 作成ライブラリーの選定	19
3.2 新ライブラリーの作成	19
第4章 新ライブラリーと旧ライブラリーの比較	55
4.1 概要	55
4.2 燃焼計算条件	55
4.3 燃焼計算結果の比較及び考察	55
4.4 結論	56
第5章 結言	68
謝辞	69
参考文献	70
付録A JENDL-3.2ベース高速炉用新ライブラリー作成ツールマニュアル	71

表リスト

表2-1	エネルギー群構造	7
表2-2	JENDL-3.2ファイルに格納されている核種リスト	9
表2-3	(n, γ)反応及び(n,2n)反応の分岐比に関するデータ	11
表2-4	オリジナルライブラリの燃焼度依存断面積の値	14
表3-1	今回作成した新ライブラリ一覧	23
表3-2	炉心主要仕様一覧 (1/2)	24
表3-2	炉心主要仕様一覧 (2/2)	25
表3-3	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (常陽MK-I)	26
表3-4	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (もんじゅ)	28
表3-5	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級酸化物燃料炉心)	30
表3-6	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級金属燃料炉心)	32
表3-7	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級窒化物燃料炉心)	34
表3-8	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級Puリサイクル燃料炉心)	36
表3-9	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (130万kWe級酸化物燃料炉心)	38
表3-10	縮約に用いた中性子スペクトルデータ (Puバーナー炉心)	40
表4-1	炉心規模を換えた場合の主要核種の変化量の比較	58
表4-2	燃料を換えた場合の主要核種の変化量の比較	59
表4-3	主要核種の(n, γ),(n,f)1群断面積の比較一覧表 (炉心規模別)	60
表4-4	主要核種の(n, γ),(n,f)1群断面積の比較一覧表 (炉心燃料別)	61

図リスト

図2-1	Pu-239の(n,2n),(n,3n),(n,4n)断面積図	15
図2-2	ORIGEN2用1群断面積作成の流れ	16
図2-3	N-15の(n,γ)断面積図	17
図2-4	N-15の(n,p),(n,α)断面積図	18
図3-1	常陽MK-I炉心構成図	42
図3-2	もんじゅ炉心構成図	43
図3-3	60万kWe級炉心構成図 (酸化物燃料、金属燃料、窒化物燃料、Puリサイクル)	44
図3-4	130万kWe級炉心構成図	45
図3-5	Puバーナー炉心構成図	46
図3-6	炉心領域毎のスペクトル比較図 (常陽MK-I)	47
図3-7	炉心領域毎のスペクトル比較図 (もんじゅ)	48
図3-8	炉心領域毎のスペクトル比較図 (60万kWe級酸化物燃料炉心)	49
図3-9	炉心領域毎のスペクトル比較図 (60万kWe級金属燃料炉心)	50
図3-10	炉心領域毎のスペクトル比較図 (60万kWe級窒化物燃料炉心)	51
図3-11	炉心領域毎のスペクトル比較図 (60万kWe級Puリサイクル炉心)	52
図3-12	炉心領域毎のスペクトル比較図 (130万kWe級酸化物燃料炉心)	53
図3-13	炉心領域毎のスペクトル比較図 (Puバーナー炉心)	54
図4-1	炉心規模を換えた場合の主要核種の変化量の比較	62
図4-2	炉心燃料を換えた場合の主要核種の変化量の比較	64
図4-3	炉心規模別の縮約スペクトル比較図	66
図4-4	炉心燃料別の縮約スペクトル比較図	67

第1章 緒言

ORIGEN2¹⁾ は、核燃料サイクルの特性解析等に広く使用されている燃焼計算コードである。このORIGEN2には1群形式の断面積が内蔵されており、ユーザーは自分が評価対象としている炉心に対して適当なライブラリーを選択し、利用するようになっている。しかし、内蔵されているライブラリーに関しては、

- 1) 基となっている核データ (ENDF/B-IV²⁾, V³⁾) が古い
- 2) ライブラリー作成時に想定された高速炉の炉心燃料設計が最近の検討対象と必ずしもマッチしていない。
- 3) 現在日本で広く使用されている核データ (JNEDL-3.2⁴⁾) と整合がとれていないなど多くの問題点が指摘されている。

そこで、JENDL-3.2をベースとし、解析対象炉心の中性子スペクトルを考慮できる高速炉用のORIGEN2新ライブラリー作成ツールを開発した。また、本ツールを用いて、Na冷却型高速炉の検討に広く活用できるよう、炉心規模 (小型炉～大型炉) ・燃料種別 (酸化物、窒化物、金属) ・Pu組成をパラメータとした7種類の増殖炉心にPu燃焼型炉心を加えた計8種類の炉心に対して新ライブラリーを整備した。

本ツールあるいは新ライブラリーを用いることにより、消滅処理研究における核種生成・消滅量の評価精度が向上するものと思われる。

第2章 ORIGIN2用1群断面積作成方法の検討

JENDL-3.2をベースとした高速炉用ORIGIN2新ライブラリーを作成するにあたって、現在の高速炉の炉心解析法⁵⁾と整合性をとることが重要である。従って、核種生成消滅断面積は、通常の炉心計算と同じ70群のエネルギー群構造での群定数として与え、これをベースとし、それに用いる縮約スペクトルも同じ70群のものを採用することとした。

しかし、ORIGIN2コードが扱う燃料燃焼チェーン解析では、通常の炉心解析と異なり、量は少ないが中性子・ガンマ線放出率の大きい高次アクチニド核種の生成・消滅量を可能な限り正確に評価する必要がある。この観点から、高速炉の炉心解析用の70群定数セット「JFS-3-J32」の制約から通常の炉心解析では扱わない10MeV以上の中性子エネルギーで、断面積の値が高い(n,2n),(n,3n)反応の寄与を考慮しなければならない。例えば、超ウラン元素の中で重要なPu-238の生成に影響のあるPu-239の(n,2n)反応の断面積を図2-1⁴⁾に示す。図2-1を見れば明らかのように、Pu-239の(n,2n)反応は約8MeVから立ち上がり、10.5MeVでピークとなっており、10MeV以上の寄与が無視できない。また、Pu-240の寄与ともなると(n,3n)反応なので、10MeV以上の寄与を無視しては評価が出来ない。従って、今回の1群断面積の作成に当たっては10MeV以上の寄与も考慮に入れ、通常の70群に10MeVから20MeVの間の3群を加えた73群定数⁶⁾をまず作成し、この73群定数を用いて1群断面積を作成した。

2.1 73群定数の作成

10MeV以上の中性子エネルギーで断面積の値が高い(n,2n),(n,3n)反応の寄与を考慮するため、通常の70群に10MeVから20MeVの間の3群を加えた73群定数を作成した。加えた3群のエネルギー群構造は、10MeV以下と同じくレサジー幅を0.25で与えた。(厳密には、第1群目はレサジー幅は0.25にはなっていない)表2-1に73群のエネルギー群構造を示す。

また、73群定数を作成するにあたって、高速炉炉心解析用70群定数セット「JFS-3-J32」を調査した。その結果、「JFS-3-J32」の吸収断面積には、(n,γ)反応の他に(n,p),(n,α)反応が含まれていること、また、(n,2n),(n,3n)反応が独立に扱われていないことが分かった。FPに関しては、ランプ化されたものしかなく、充足の必要性も分かった。以上のことから、10MeV以下に限定しても70群定数セット「JFS-3-J32」では不十分である。従って、今回の作業においては、FP核種も全て含めたJENDL-3.2全340核種に対して73群定数を作成した。JENDL-3.2に格納されている全340核種のリストを表2-2に示す。

まず初めに、JENDL-3.2に内蔵されている全340核種のデータに関して、RESEND-Dコード⁷⁾によってpointwiseデータを作成した。このpointwise断面積を、CRECT-J5コードを用いて縮約し、73群定数を得た。縮約に用いたスペクトルは、高速炉炉心解析用の70

群定数セット「JFS-3-J32」に用いたものと同じものを用いた。これは、典型的な高速炉の炉心スペクトルを重み関数として処理し、日本原子力研究所シグマ研究委員会で作成されたものである。具体的には、連続減速計算コードによる計算結果と、4MeV以上の部分はPu-239の核分裂中性子スペクトルをつないで与えている。本作業では、さらに10MeV以上のスペクトルが必要であり、上記の考えを踏襲し、高速炉用の70群定数「JFS-3-J32」に用いられた70群スペクトルに、10MeV以上の3群はPu-239の核分裂中性子スペクトルをつないだものを73群縮約スペクトルとして用いた。炉心によっては、高エネルギー中性子スペクトルがPu-239の核分裂中性子スペクトルから若干ずれる場合もあるかもしれないが、10～20MeVを0.25のレサジー幅で3群に切ったことにより、そのような場合にも対応出来るよう考慮した。この73群縮約スペクトルを用いて、JENDL-3.2に含まれる全340核種の弾性散乱、非弾性散乱反応を除くファイル3 (MF=3) のデータを重み平均して73群定数を得た。

この73群定数は無限希釈断面積であるため、共鳴自己遮蔽効果を取り入れるために一部の核種については、実効断面積と置き換える必要がある。

2.2 高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成システム

2.1で求めたJENDL-3.2ベースの高速炉用73群定数を用いて、ORIGEN2用新ライブラリーを作成するためのシステムを作成した。図2-2に本システムの流れを示す。

(1)1群実効断面積の作成

新たに作成した73群定数は無限希釈断面積であるため、共鳴自己遮蔽効果を取り入れるために一部の核種については、実効断面積と置き換える必要がある。そこでまず、70群定数「JFS-3-J32」を用いて通常の70群炉心解析を対象としている高速炉について行い、1群実効断面積を作成する。その際求めた70群縮約スペクトルは、次項(2)の73群縮約スペクトルとしても使われる。

具体的には、本システムでは1群実効断面積をSLAROM⁸⁾ JOINT⁹⁾ ,CITATION¹⁰⁾ という3つのコードを使って作成する。3つのコードについての詳細は、それぞれのマニュアルを参照されたい。

(2)73群縮約スペクトル

次に、新たに作成した高速炉用73群定数を用いて1群断面積を作成するための縮約スペクトルを求める。縮約に用いるスペクトルは、前項(1)でCITATIONによって求めた70群スペクトルに10MeV以上の3群を付加し、73群スペクトルとする。

具体的には、CITATIONによって通常の70群スペクトルを求め、10MeV以上の3群の中性子束は、Pu-239の核分裂中性子スペクトルをつないで73群スペクトルとする。つまり、10～20MeVのPu-239核分裂中性子スペクトルをエネルギー積分してCITATION70群計算の第1群の中性子束で規格化し、それを70群スペクトルに付加する

ことで73群の縮約スペクトルを求める。本システムにおいて、この70群から73群への拡張は、CITATIONで求めたスペクトルを選択するだけで自動的に求められる。(ただし、CITATIONでは炉心部やブランケット部など全領域の中性子スペクトル情報が1つのファイルになって出力されるため、作成したい領域の中性子スペクトルだけを抽出する必要がある。本システムでは、領域名を指定すれば抽出できるようになっている。)

(3)73群断面積を1群断面積に縮約

前項(2)で求めた73群スペクトルを用いて、73群定数を1群へ縮約する。具体的には以下の式によって行う。

$$\sigma_{1Group} = \frac{\sum_{i=1}^{73} \sigma_g \phi_g du_g}{\sum_{i=1}^{73} \phi_g du_g}$$

(4)1群実効断面積の置き換え

前項(3)で求めた1群断面積は、1群無限希釈断面積である。そこで、共鳴自己遮蔽効果を取り入れるため、(n,γ)と(n,f)反応については前項(1)で求めた通常の70群炉心計算による1群実効断面積と置き換えを行う。置き換える核種は、「JFS-3-J32」に自己遮蔽因子(f-table)があるもの全てについて行った。本システムでは、1群実効断面積を作成した領域(炉心部分、ブランケット部分等)の中から、置き換えるべき領域を選択するだけで置き換えが自動的に処理される。

また、置き換えを行う前に以下の処理を行っている。「JFS-3-J32」の吸収断面積には、(n,γ)反応の他に(n,p)反応、(n,α)反応が含まれている。しかし、ORIGEN2のライブラリーではこれら3つの反応は区別して与えられているため、「JFS-3-J32」で求めた1群実効断面積も区別しなければならない。そこで、「JFS-3-J32」で求めた1群実効断面積の吸収断面積の値から、73群定数から求めた1群無限希釈断面積の(n,p)反応、(n,α)反応の値を引き、(n,γ)反応の値とした。本システムにおいてこの処理は自動的に行われる。

(注1) ORIGEN2ライブラリーでは同位体毎の核データが用いられているが、「JFS-3-J32」の中には天然元素に対してしか断面積データが与えられていないものがいくつか存在する。そこで、そのようなものについては置き換えをせず、ORIGEN2に内蔵されているオリジナルライブラリーの値をそのまま使うこととした。具体的にはCr,Fe,Zr,Ni,Moの5元素である。

(注2) 上述したように「JFS-3-J32」の吸収断面積には、(n,γ)反応の他に(n,p)反応、(n,α)反応が含まれているため、73群定数から求めた1群無限希釈断面積の(n,p)反応、(n,α)反応の値を引いて(n,γ)反応の値としている。しかし、厳密には「JFS-3-J32」は10MeVまでしか扱っていないのに対して、73群定数は20MeVまでの範囲を扱っているため、

上述の様な方法で (n, γ) 反応の値を求めることは、余分に10MeVから20MeVまでの (n, p) 反応、 (n, α) 反応の値を引いていることになる。実際は、10MeVから20MeVまでのスペクトルの値は非常に小さいのでほとんど影響がないが、 (n, γ) の断面積が非常に小さく、 (n, p) 、 (n, α) の断面積が (n, γ) の断面積に比べ非常に大きいような核種が存在した場合、本計算の結果、 (n, γ) の断面積の値が負になるようなことが起こる。そのような核種は1つだけ存在し、N-15が相当する。図2-3⁴⁾にN-15の (n, γ) の、図2-4⁴⁾に (n, p) 、 (n, α) の断面積の様子を示す。このN-15の (n, γ) の断面積については、今回は0とした。図2-3を見れば明らかのように、N-15の (n, γ) 断面積は非常に小さく、たとえ0としても影響はほとんどない。

(5)分岐比に関する処理

ORIGEN2のライブラリーでは、 (n, γ) 反応および $(n, 2n)$ 反応については生成核が基底状態になる断面積と励起状態になる断面積とに分けて与えるようになっている。しかし、このためのデータ、すなわち「分岐比」に関するデータは、JENDL-3.2では評価がなされていない。そこで、ORIGEN2が内蔵しているライブラリーから分岐比を求めて、その値を用いて (n, γ) 反応および $(n, 2n)$ 反応は、基底状態になる断面積と励起状態になる断面積とに分けた。表2-3に今回調査した分岐比データについて示す。調査したライブラリーは、ORIGEN2に内蔵されている高速炉用ライブラリー「LMFBR:Advanced oxide, LWR-Pu/U/U/U (NLIB:311~319)」^{1)、11)}である。なお、表中の*は、JENDL-3.2には含まれていない核種である。

本システムにおいては、新たに1群断面積を作成しさえすれば、そのうちの (n, γ) 反応および $(n, 2n)$ 反応の断面積は、この分岐比を用いて自動的に基底状態になる断面積と励起状態になる断面積とに分けられる。

(6)ORIGEN2用フォーマットへの変換

前項(5)まででJENDL-3.2ベースの高速炉用1群断面積の作成が終了する。次にこの1群断面積をORIGEN2用にフォーマットを変換する。具体的には、ORIGEN2が内蔵しているライブラリーに新たに作成した1群断面積のデータを上書きする形で処理される。更新元となる(上書きをする)ライブラリーは、内蔵されているものの中から適当なものを選択する。なお、ORIGEN2が内蔵しているライブラリーには1000核種近いデータが存在するが、JENDL-3.2には340核種しか存在しない。よって、JENDL-3.2に存在する全340核種についてのみデータが更新され、残りの核種については元の内蔵されているデータのままとする。本システムでは、更新元となるライブラリーを選択すれば、フォーマット変換は自動的に行われる。

(7)核分裂収率データの刷新

今回のJENDL-3.2に基づく新ライブラリーの作成にあたって、核分裂収率データもJNDC核分裂生成物ライブラリー第2版¹²⁾に基づき新たに作成された。そこで、核分裂収率データも新しいデータのものに入れ替える。具体的には、前項(6)でフォーマット変

換の済んだ新ライブラリーのデータのうち、核分裂収率データの部分を上書きする形で処理される。この処理も本システムでは自動的に行われる。

2.3 断面積の燃焼度依存性 (Variable Actinide Cross Section) の扱い

ORIGEN2には、Variable Actinide Cross Sectionと呼ばれるActinide用の燃焼度依存断面積セット (NLIB(12)) が内蔵されている。これはブロックデータによって、燃焼度毎の断面積を指定しているものである。

ところで、燃焼度依存断面積といっても高速炉の場合、軽水炉と異なり断面積の燃焼度依存性はほとんどなく、内蔵されているオリジナルライブラリーのVariable Actinide Cross Sectionの値を見てもほとんど変化しないことがわかる。表2-4に新ライブラリーの書き換え基となったオリジナルライブラリーのVariable Actinide Cross Sectionの値を示す。

そこで、今回の新ライブラリー作成にあたっては、燃焼度依存断面積セットの準備はするが、改めて燃焼度依存の断面積を求めるのではなく、新ライブラリー作成で求めた値をそのまま使うこととした。つまり、新ライブラリー作成で求めた断面積の値が、そのままVariable Actinide Cross Sectionセットの値として入力してあり、燃焼度依存の断面積とはなっていない。

表2-1 エネルギー群構造 (1 / 2)

Group	Upper energy (eV)	Lower energy (eV)
1	2.0000E+07	1.6487E+07
2	1.6487E+07	1.2840E+07
3	1.2840E+07	1.0000E+07
4	1.0000E+07	7.7880E+06
5	7.7880E+06	6.0653E+06
6	6.0653E+06	4.7237E+06
7	4.7237E+06	3.6788E+06
8	3.6788E+06	2.8650E+06
9	2.8650E+06	2.2313E+06
10	2.2313E+06	1.7377E+06
11	1.7377E+06	1.3534E+06
12	1.3534E+06	1.0540E+06
13	1.0540E+06	8.2085E+05
14	8.2085E+05	6.3928E+05
15	6.3928E+05	4.9787E+05
16	4.9787E+05	3.8774E+05
17	3.8774E+05	3.0197E+05
18	3.0197E+05	2.3518E+05
19	2.3518E+05	1.8316E+05
20	1.8316E+05	1.4264E+05
21	1.4264E+05	1.1109E+05
22	1.1109E+05	8.6517E+04
23	8.6517E+04	6.7379E+04
24	6.7379E+04	5.2475E+04
25	5.2475E+04	4.0868E+04
26	4.0868E+04	3.1828E+04
27	3.1828E+04	2.4788E+04
28	2.4788E+04	1.9305E+04
29	1.9305E+04	1.5034E+04
30	1.5034E+04	1.1709E+04
31	1.1709E+04	9.1188E+03
32	9.1188E+03	7.1017E+03
33	7.1017E+03	5.5308E+03
34	5.5308E+03	4.3074E+03
35	4.3074E+03	3.3546E+03
36	3.3546E+03	2.6126E+03
37	2.6126E+03	2.0347E+03
38	2.0347E+03	1.5846E+03

表2-1 エネルギー群構造 (2/2)

Group	Upper energy (eV)	Lower energy (eV)
39	1.5846E+03	1.2341E+03
40	1.2341E+03	9.6112E+02
41	9.6112E+02	7.4852E+02
42	7.4852E+02	5.8295E+02
43	5.8295E+02	4.5400E+02
44	4.5400E+02	3.5358E+02
45	3.5358E+02	2.7536E+02
46	2.7536E+02	2.1445E+02
47	2.1445E+02	1.6702E+02
48	1.6702E+02	1.3007E+02
49	1.3007E+02	1.0130E+02
50	1.0130E+02	7.8893E+01
51	7.8893E+01	6.1442E+01
52	6.1442E+01	4.7851E+01
53	4.7851E+01	3.7267E+01
54	3.7267E+01	2.9023E+01
55	2.9023E+01	2.2603E+01
56	2.2603E+01	1.7603E+01
57	1.7603E+01	1.3710E+01
58	1.3710E+01	1.0677E+01
59	1.0677E+01	8.3153E+00
60	8.3153E+00	6.4760E+00
61	6.4760E+00	5.0435E+00
62	5.0435E+00	3.9279E+00
63	3.9279E+00	3.0590E+00
64	3.0590E+00	2.3824E+00
65	2.3824E+00	1.8554E+00
66	1.8554E+00	1.4450E+00
67	1.4450E+00	1.1254E+00
68	1.1254E+00	8.7642E-01
69	8.7642E-01	6.8256E-01
70	6.8256E-01	5.3158E-01
71	5.3158E-01	4.1399E-01
72	4.1399E-01	3.2242E-01
73	3.2242E-01	1.0000E-05

表2-2 JENDL-3.2 ファイルに格納されている核種リスト (1/2)

核種	ID	核種	ID	核種	ID
H-1	125	Mn-55	2525	Zr-96	4043
H-2	128	Fe	2600	Nb-93	4125
He-3	225	Fe-54	2625	Nb-94	4128
He-4	228	Fe-56	2631	Nb-95	4131
Li-6	325	Fe-57	2634	Mo	4200
Li-7	328	Fe-58	2637	Mo-92	4225
Be-9	425	Co-59	2725	Mo-94	4231
B-10	525	Ni	2800	Mo-95	4234
B-11	528	Ni-58	2825	Mo-96	4237
C-12	625	Ni-60	2831	Mo-97	4240
N-14	725	Ni-61	2834	Mo-98	4243
N-15	728	Ni-62	2837	Mo-99	4246
O-16	825	Ni-64	2843	Mo-100	4249
F-19	925	Cu	2900	Tc-99	4331
Na-23	1125	Cu-63	2925	Ru-96	4425
Mg	1200	Cu-65	2931	Ru-98	4431
Mg-24	1225	Ga	3100	Ru-99	4434
Mg-25	1228	Ga-69	3125	Ru-100	4437
Mg-26	1231	Ga-71	3131	Ru-101	4440
Al-27	1325	Ge	3200	Ru-102	4443
Si	1400	Ge-70	3225	Ru-103	4446
Si-28	1425	Ge-72	3231	Ru-104	4449
Si-29	1428	Ge-73	3234	Ru-106	4455
Si-30	1431	Ge-74	3237	Rh-103	4525
P-31	1525	Ge-76	3243	Rh-105	4431
S	1600	As-75	3325	Pd-102	4625
S-32	1625	Se-74	3425	Pd-104	4631
S-33	1628	Se-76	3431	Pd-105	4634
S-34	1631	Se-77	3434	Pd-106	4637
S-36	1637	Se-78	3437	Pd-107	4640
Cl	1700	Se-79	3440	Pd-108	4643
Cl-35	1725	Se-80	3443	Pd-110	4649
Cl-37	1731	Se-82	3449	Ag	4700
Ar-40	1837	Br-79	3525	Ag-107	4725
K	1900	Br-81	3531	Ag-109	4731
K-39	1925	Kr-78	3625	Ag-110m	4735
K-40	1928	Kr-80	3631	Cd	4800
K-41	1931	Kr-82	3637	Cd-106	4825
Ca	2000	Kr-83	3640	Cd-108	4831
Ca-40	2025	Kr-84	3643	Cd-110	4837
Ca-42	2031	Kr-85	3646	Cd-111	4840
Ca-43	2034	Kr-86	3649	Cd-112	4843
Ca-44	2037	Rb-85	3725	Cd-113	4846
Ca-46	2043	Rb-87	3731	Cd-114	4849
Ca-48	2049	Sr-86	3831	Cd-116	4855
Sc-45	2125	Sr-87	3834	In-113	4925
Ti	2200	Sr-88	3837	In-115	4931
Ti-46	2225	Sr-89	3840	Sn-112	5025
Ti-47	2228	Sr-90	3843	Sn-114	5031
Ti-48	2231	Y-89	3925	Sn-115	5034
Ti-49	2234	Y-91	3931	Sn-116	5037
Ti-50	2237	Zr	4000	Sn-117	5040
V-51	2328	Zr-90	4025	Sn-118	5043
Cr	2400	Zr-91	4028	Sn-119	5046
Cr-50	2425	Zr-92	4031	Sn-120	5049
Cr-52	2431	Zr-93	4034	Sn-122	5055
Cr-53	2434	Zr-94	4037	Sn-123	5058
Cr-54	2437	Zr-95	4040	Sn-124	5061

*IDはJENDL-3.2のIDである

表2-2 JENDL-3.2 ファイルに格納されている核種リスト (2/2)

核種	ID	核種	ID	核種	ID
Sn-126	5067	Nd-150	6049	Th-230	9034
Sb	5100	Pm-147	6149	Th-232	9040
Sb-121	5125	Pm-148	6152	Th-233	9043
Sb-123	5131	Pm-148m	6153	Th-234	9046
Sb-124	5134	Pm-149	6155	Pa-231	9131
Sb-125	5137	Sm-144	6225	Pa-232	9134
Te-120	5225	Sm-147	6234	Pa-233	9137
Te-122	5231	Sm-148	6237	U-232	9219
Te-123	5234	Sm-149	6240	U-233	9222
Te-124	5237	Sm-150	6243	U-234	9225
Te-125	5240	Sm-151	6246	U-235	9228
Te-126	5243	Sm-152	6249	U-236	9231
Te-127m	5247	Sm-153	6252	U-237	9234
Te-128	5249	Sm-154	6255	U-238	9237
Te-129m	5253	Eu	6300	Np-236	9343
Te-130	5255	Eu-151	6325	Np-237	9346
I-127	5325	Eu-152	6328	Np-238	9349
I-129	5331	Eu-153	6331	Np-239	9352
I-131	5337	Eu-154	6334	Pu-236	9428
Xe-124	5425	Eu-155	6337	Pu-238	9434
Xe-126	5431	Eu-156	6340	Pu-239	9437
Xe-128	5437	Gd-152	6425	Pu-240	9440
Xe-129	5440	Gd-154	5431	Pu-241	9443
Xe-130	5443	Gd-155	6434	Pu-242	9446
Xe-131	5446	Gd-156	6437	Am-241	9543
Xe-132	5449	Gd-157	6440	Am-242	9546
Xe-133	5452	Gd-158	6443	Am-242m	9547
Xe-134	5455	Gd-160	6449	Am-243	9549
Xe-135	5458	Tb-159	6525	Am-244	9552
Xe-136	5461	Hf	7200	Am-244m	9553
Cs-133	5525	Hf-174	7225	Cm-241	9628
Cs-134	5528	Hf-176	7231	Cm-242	9631
Cs-135	5531	Hf-177	7234	Cm-243	9634
Cs-136	5534	Hf-178	7237	Cm-244	9637
Cs-137	5537	Hf-179	7240	Cm-245	9640
Ba-130	5625	Hf-180	7243	Cm-246	9643
Ba-132	5631	Ta-181	7328	Cm-247	9646
Ba-134	5637	W	7400	Cm-248	9649
Ba-135	5640	W-182	7431	Cm-249	9652
Ba-136	5643	W-183	7434	Cm-250	9655
Ba-137	5646	W-184	7437	Bk-249	9752
Ba-138	5649	W-186	7443	Bk-250	9755
Ba-140	5655	Pb	8200	Cf-249	9852
La-138	5725	Pb-204	8225	Cf-250	9855
La-139	5728	Pb-206	8231	Cf-251	9858
Ce-140	5837	Pb-207	8234	Cf-252	9861
Ce-141	5840	Pb-208	8237	Cf-254	9867
Ce-142	5843	Bi-209	8325	Es-254	9914
Ce-144	5849	Ra-223	8825	Es-255	9915
Pr-141	5925	Ra-224	8828	Fm-255	9936
Pr-143	5931	Ra-225	8831		
Nd-142	6025	Ra-226	8834		
Nd-143	6028	Ac-225	8925		
Nd-144	6031	Ac-226	8928		
Nd-145	6034	Ac-227	8931		
Nd-146	6037	Th-227	9025		
Nd-147	6040	Th-228	9028		
Nd-148	6043	Th-229	9031		

*IDはJENDL-3.2のIDである

表2-3 (n,γ) 反応及び (n,2n) 反応の分岐比に関するデータ(1/3)

核種名	ORIGEN-ID	JENDL code number	(n,γ) の分岐比		(n,2n) の分岐比	
			基底状態	励起状態	基底状態	励起状態
Na-23	110230	1125	7.967E-01	2.033E-01	1.000E+00	0.000E+00
Cl-37	170370	1731	9.871E-01	1.290E-02	1.000E+00	0.000E+00
Sc-45	210450	2125	6.378E-01	3.622E-01	1.000E+00	0.000E+00
Co-59	270590	2725	4.648E-01	5.352E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Zn-68	300680	—	9.328E-01	6.720E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Zn-70	300700	—	9.051E-01	9.490E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ga-71	310710	3131	9.691E-01	3.090E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ge-70	320700	3225	9.184E-01	8.160E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ge-74	320740	3237	9.918E-01	8.200E-03	1.000E+00	0.000E+00
Ge-76	320760	3243	9.038E-01	9.620E-02	1.000E+00	0.000E+00
Se-76	340760	3431	9.003E-01	9.970E-02	1.000E+00	0.000E+00
Se-78	340780	3437	9.099E-01	9.010E-02	1.000E+00	0.000E+00
Se-80	340800	3443	9.936E-01	6.400E-03	1.000E+00	0.000E+00
Se-82	340820	3449	9.996E-01	4.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
Br-79	350790	3525	9.207E-01	7.930E-02	1.000E+00	0.000E+00
Br-81	350810	3531	8.249E-01	1.751E-01	1.000E+00	0.000E+00
Kr-78	360780	3625	9.554E-01	4.460E-02	1.000E+00	0.000E+00
Kr-80	360800	3631	8.677E-01	1.323E-01	1.000E+00	0.000E+00
Kr-82	360820	3637	5.045E-01	4.955E-01	1.000E+00	0.000E+00
Kr-84	360840	3643	9.455E-01	5.450E-02	1.000E+00	0.000E+00
Rb-85	370850	3725	9.938E-01	6.200E-03	1.000E+00	0.000E+00
*Sr-84	380840	—	3.211E-01	6.789E-01	1.000E+00	0.000E+00
Sr-86	380860	3831	9.170E-01	8.300E-02	1.000E+00	0.000E+00
Y-89	390890	3925	9.999E-01	1.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
*Y-90	390900	—	9.913E-01	8.700E-03	1.000E+00	0.000E+00
Nb-93	410930	4125	9.962E-01	3.800E-03	1.000E+00	0.000E+00
Mo-92	420920	4225	9.948E-01	5.200E-03	1.000E+00	0.000E+00
Rh-103	451030	4525	8.394E-01	1.606E-01	1.000E+00	0.000E+00
Rh-105	451050	4531	6.934E-02	9.307E-01	1.000E+00	0.000E+00
Pd-106	461060	4637	9.975E-01	2.500E-03	1.000E+00	0.000E+00
Pd-108	461080	4643	9.617E-01	3.830E-02	1.000E+00	0.000E+00
Pd-110	461100	4649	9.832E-01	1.680E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ag-107	471070	4725	9.825E-01	1.750E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ag-109	471090	4731	8.096E-01	1.904E-01	1.000E+00	0.000E+00
AG-109	471090	4731	8.096E-01	1.904E-01	1.000E+00	0.000E+00
Ag-110m	471101	4735	5.000E-01	5.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
Cd-110	481100	4837	9.978E-01	2.200E-03	1.000E+00	0.000E+00
Cd-112	481120	4843	9.174E-01	8.260E-02	1.000E+00	0.000E+00
Cd-114	481140	4849	9.882E-01	1.180E-02	1.000E+00	0.000E+00
Cd-116	481160	4855	9.989E-01	1.100E-03	1.000E+00	0.000E+00

*ORIGENには含まれているが、JENDLには含まれていない核種

表2-3 (n, γ) 反応及び (n,2n) 反応の分岐比に関するデータ(2/3)

核種名	ORIGEN-ID	JENDL code number	(n, γ) の分岐比		(n,2n) の分岐比	
			基底状態	励起状態	基底状態	励起状態
*Cd-118	481180	—	5.000E-01	5.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
In-113	491130	4925	6.659E-01	3.341E-01	1.000E+00	0.000E+00
In-115	491150	4931	9.632E-02	9.037E-01	1.000E+00	0.000E+00
*In-117	491170	—	5.000E-01	5.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
*In-117m	491171	—	5.000E-01	5.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
*In-119	491190	—	4.000E-01	6.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
*In-119m	491191	—	4.000E-01	6.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
Sn-112	501120	5025	6.956E-01	3.044E-01	1.000E+00	0.000E+00
Sn-116	501160	5037	7.721E-01	2.279E-01	1.000E+00	0.000E+00
Sn-118	501180	5043	9.106E-01	8.940E-02	1.000E+00	0.000E+00
Sn-120	501200	5049	9.996E-01	4.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
Sn-122	501220	5055	9.998E-01	2.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
Sn-124	501240	5061	7.291E-01	2.709E-01	1.000E+00	0.000E+00
Sn-126	501260	5067	9.873E-01	1.270E-02	1.000E+00	0.000E+00
Sb-121	511210	5125	9.939E-01	6.100E-03	1.000E+00	0.000E+00
Sb-123	511230	5131	9.979E-01	2.100E-03	1.000E+00	0.000E+00
Sb-125	511250	5137	9.982E-01	1.800E-03	1.000E+00	0.000E+00
Te-120	521200	5225	8.548E-01	1.452E-01	1.000E+00	0.000E+00
Te-122	521220	5231	8.699E-01	1.301E-01	1.000E+00	0.000E+00
Te-124	521240	5237	9.997E-01	3.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
Te-126	521260	5243	9.802E-01	1.980E-02	1.000E+00	0.000E+00
Te-128	521280	5249	9.982E-01	1.800E-03	1.000E+00	0.000E+00
Te-130	521300	5255	9.955E-01	4.500E-03	1.000E+00	0.000E+00
I-129	531290	5331	9.058E-01	9.420E-02	1.000E+00	0.000E+00
Xe-124	541240	5425	8.281E-01	1.719E-01	1.000E+00	0.000E+00
Xe-126	541260	5431	9.350E-01	6.500E-02	1.000E+00	0.000E+00
Xe-128	541280	5437	9.924E-01	7.600E-03	1.000E+00	0.000E+00
Xe-130	541300	5443	9.868E-01	1.320E-02	1.000E+00	0.000E+00
Xe-132	541320	5449	9.988E-01	1.200E-03	1.000E+00	0.000E+00
Xe-134	541340	5455	9.998E-01	2.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
Cs-133	551330	5525	8.925E-01	1.075E-01	1.000E+00	0.000E+00
Cs-134	551340	5528	9.076E-01	9.240E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Cs-134m	551341	—	5.000E-01	5.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
Ba-130	561300	5625	8.147E-01	1.853E-01	1.000E+00	0.000E+00
Ba-132	561320	5631	9.259E-01	7.410E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ba-134	561340	5637	9.740E-01	2.600E-02	1.000E+00	0.000E+00
Ba-135	561350	5640	9.989E-01	1.100E-03	1.000E+00	0.000E+00
Ba-136	561360	5643	9.989E-01	1.100E-03	1.000E+00	0.000E+00
*Ce-136	581360	—	8.690E-01	1.310E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Ce-138	581380	—	9.865E-01	1.350E-02	1.000E+00	0.000E+00

*ORIGENには含まれているが、JENDLには含まれていない核種

表2-3 (n,γ) 反応及び (n,2n) 反応の分岐比に関するデータ(3/3)

核種名	ORIGEN-ID	JENDL code number	(n,γ) の分岐比		(n,2n) の分岐比	
			基底状態	励起状態	基底状態	励起状態
Pr-141	591410	5925	9.622E-01	3.780E-02	1.000E+00	0.000E+00
Pm-147	611470	6149	4.299E-01	5.701E-01	1.000E+00	0.000E+00
Eu-151	631510	6325	6.526E-01	3.474E-01	1.000E+00	0.000E+00
Gd-154	641540	6431	9.998E-01	2.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
*Dy-164	661640	—	3.975E-01	6.025E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Ho-165	671650	—	9.623E-01	3.770E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Er-166	681660	—	8.664E-01	1.336E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Tm-169	691690	—	9.336E-01	6.640E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Yb-174	701740	—	2.924E-01	7.076E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Lu-175	711750	—	2.991E-01	7.009E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Lu-176	711760	—	9.967E-01	3.300E-03	1.000E+00	0.000E+00
Hf-177	721770	7234	9.970E-01	3.000E-03	1.000E+00	0.000E+00
Hf-178	721780	7237	3.836E-01	6.164E-01	1.000E+00	0.000E+00
Hf-179	721790	7240	9.924E-01	7.600E-03	1.000E+00	0.000E+00
Ta-181	731810	7328	9.995E-01	5.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
W-182	741820	7431	9.996E-01	4.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
W-184	741840	7437	9.989E-01	1.100E-03	1.000E+00	0.000E+00
*Re-187	751870	—	2.140E-02	9.786E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Os-190	761900	—	3.000E-01	7.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Os-192	761920	—	9.926E-01	7.400E-03	1.000E+00	0.000E+00
*Ir-191	771910	—	9.996E-01	4.000E-04	1.000E+00	0.000E+00
*Ir-193	771930	—	9.499E-01	5.010E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Pt-192	781920	—	8.428E-01	1.572E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Pt-194	781940	—	9.250E-01	7.500E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Pt-196	781960	—	9.324E-01	6.760E-02	1.000E+00	0.000E+00
*Pt-198	781980	—	9.927E-01	7.300E-03	1.000E+00	0.000E+00
*Hg-196	801960	—	8.752E-01	1.248E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Hg-198	801980	—	9.905E-01	9.500E-03	1.000E+00	0.000E+00
Bi-209	832090	8325	5.757E-01	4.243E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Po-210	842100	—	9.836E-01	1.640E-02	1.000E+00	0.000E+00
Pa-233	912330	9137	5.000E-01	5.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Np-235	932350	—	1.031E-01	8.969E-01	1.000E+00	0.000E+00
Np-237	932370	9346	1.000E+00	0.000E+00	2.585E-01	7.415E-01
Np-239	932390	9352	9.675E-01	3.250E-02	1.000E+00	0.000E+00
Am-241	952410	9543	8.000E-01	2.000E-01	1.000E+00	0.000E+00
Am-243	952430	9549	5.000E-02	9.500E-01	1.000E+00	0.000E+00
*Es-253	992530	—	5.900E-01	4.100E-01	1.000E+00	0.000E+00

*ORIGENには含まれているが、JENDLには含まれていない核種

表2-4 オリジナルライブラリーの燃焼度依存断面積の値(単位:b)

核種	反応	燃焼度 (MWd(t)/g-atom heavy metal)											
		0	3.12	6.144	9.08	9.08	10.95	12.79	14.58	14.58	17.48	20.27	22.97
Th-232	1	3.89E-01	3.89E-01	3.89E-01	3.90E-01	3.89E-01	3.89E-01	3.89E-01	3.90E-01	3.89E-01	3.89E-01	3.89E-01	3.90E-01
Th-232	4	1.07E-02	1.06E-02	1.06E-02	1.06E-02	1.07E-02	1.06E-02	1.06E-02	1.06E-02	1.07E-02	1.06E-02	1.06E-02	1.06E-02
U-233	1	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01	2.58E-01
U-233	4	2.74E+00	2.75E+00	2.75E+00	2.75E+00	2.74E+00	2.75E+00	2.75E+00	2.75E+00	2.74E+00	2.75E+00	2.75E+00	2.75E+00
U-234	1	5.68E-01	5.69E-01	5.69E-01	5.69E-01	5.68E-01	5.69E-01	5.69E-01	5.69E-01	5.68E-01	5.69E-01	5.69E-01	5.69E-01
U-234	4	3.19E-01	3.18E-01	3.18E-01	3.17E-01	3.19E-01	3.18E-01	3.18E-01	3.18E-01	3.17E-01	3.19E-01	3.18E-01	3.17E-01
U-235	1	5.56E-01	5.57E-01	5.57E-01	5.58E-01	5.56E-01	5.57E-01	5.57E-01	5.58E-01	5.56E-01	5.57E-01	5.57E-01	5.58E-01
U-235	4	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00
U-238	1	2.87E-01	2.87E-01	2.88E-01	2.88E-01	2.87E-01	2.87E-01	2.88E-01	2.88E-01	2.87E-01	2.87E-01	2.88E-01	2.88E-01
U-238	4	4.68E-02	4.67E-02	4.65E-02	4.64E-02	4.68E-02	4.67E-02	4.65E-02	4.64E-02	4.68E-02	4.67E-02	4.65E-02	4.64E-02
Pu-239	1	4.92E-01	4.93E-01	4.93E-01	4.94E-01	4.92E-01	4.93E-01	4.93E-01	4.94E-01	4.92E-01	4.93E-01	4.93E-01	4.94E-01
Pu-239	4	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00	1.79E+00
Pu-240	1	5.00E-01	5.00E-01	5.01E-01	5.01E-01	5.00E-01	5.00E-01	5.01E-01	5.01E-01	5.00E-01	5.00E-01	5.01E-01	5.01E-01
Pu-240	4	3.86E-01	3.85E-01	3.84E-01	3.83E-01	3.86E-01	3.85E-01	3.84E-01	3.83E-01	3.86E-01	3.85E-01	3.84E-01	3.83E-01
Pu-241	1	4.61E-01	4.62E-01	4.62E-01	4.62E-01	4.61E-01	4.62E-01	4.62E-01	4.62E-01	4.61E-01	4.62E-01	4.62E-01	4.62E-01
Pu-241	4	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00	2.46E+00
Pu-242	1	5.50E-01	5.50E-01	5.51E-01	5.51E-01	5.50E-01	5.50E-01	5.51E-01	5.51E-01	5.50E-01	5.50E-01	5.51E-01	5.51E-01
Pu-242	4	2.99E-01	2.98E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.99E-01	2.98E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.99E-01	2.98E-01	2.97E-01	2.97E-01
Am-241	1	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00	1.37E+00
Am-241	2	2.48E-01	2.48E-01	2.47E-01	2.47E-01	2.48E-01	2.48E-01	2.47E-01	2.47E-01	2.48E-01	2.48E-01	2.47E-01	2.47E-01

*反応 1 : (n,γ) to a ground state 2 : (n,γ) to an excited state 4 : (n,fission)

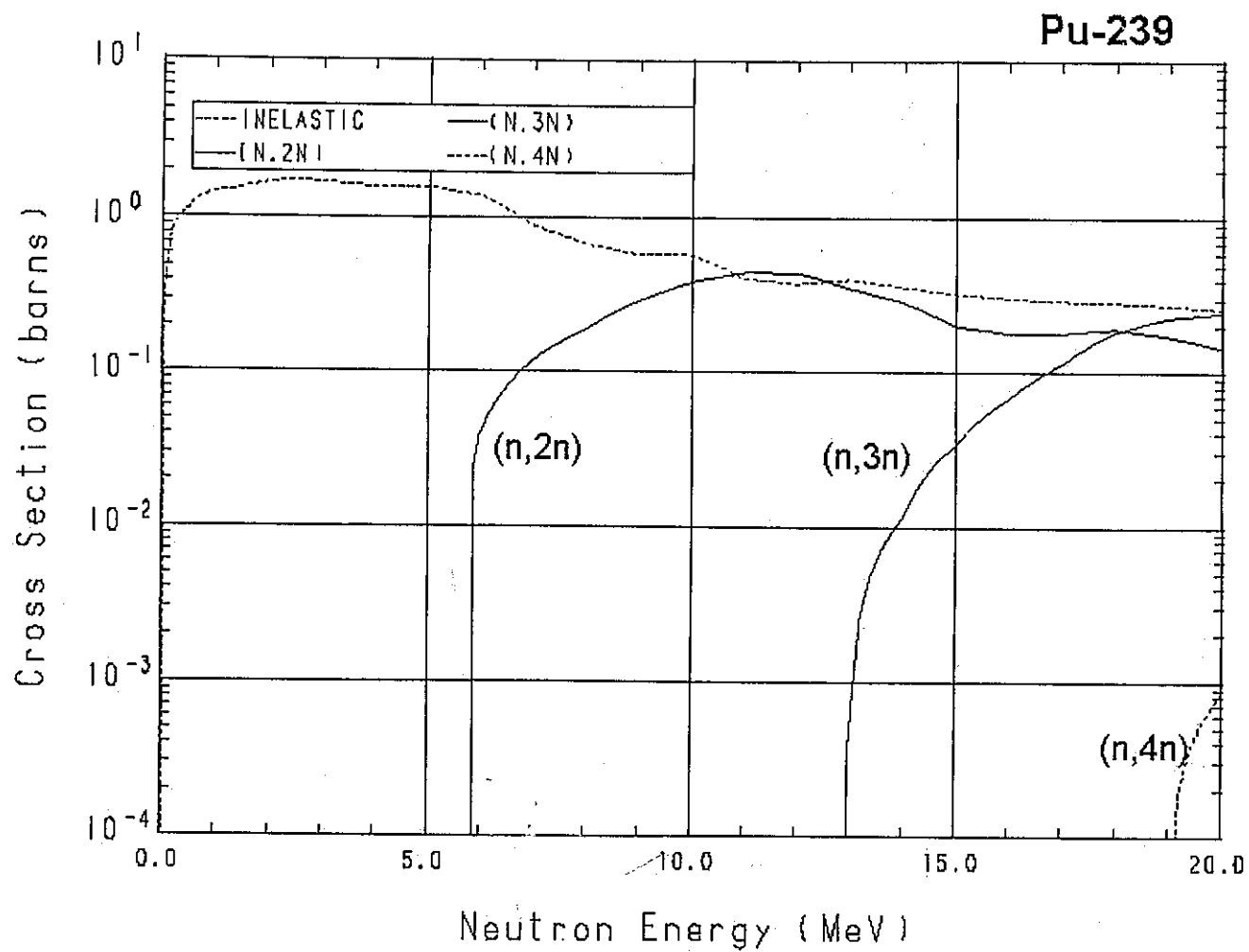


図 2-1 Pu-239 の (n,2n) , (n,3n) , (n,4n) 断面積図

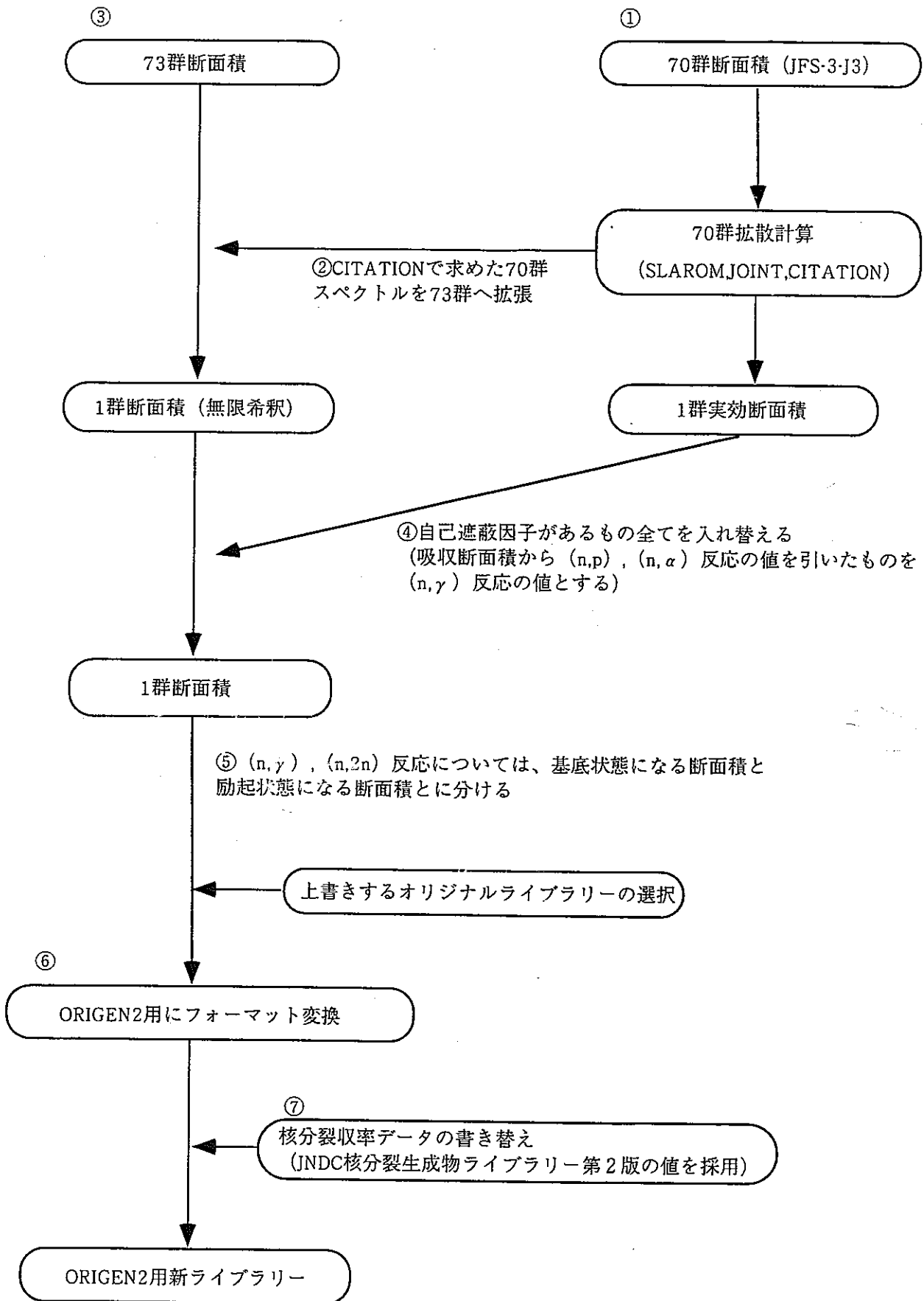


図2-2 ORIGEN2用1群断面積作成の流れ

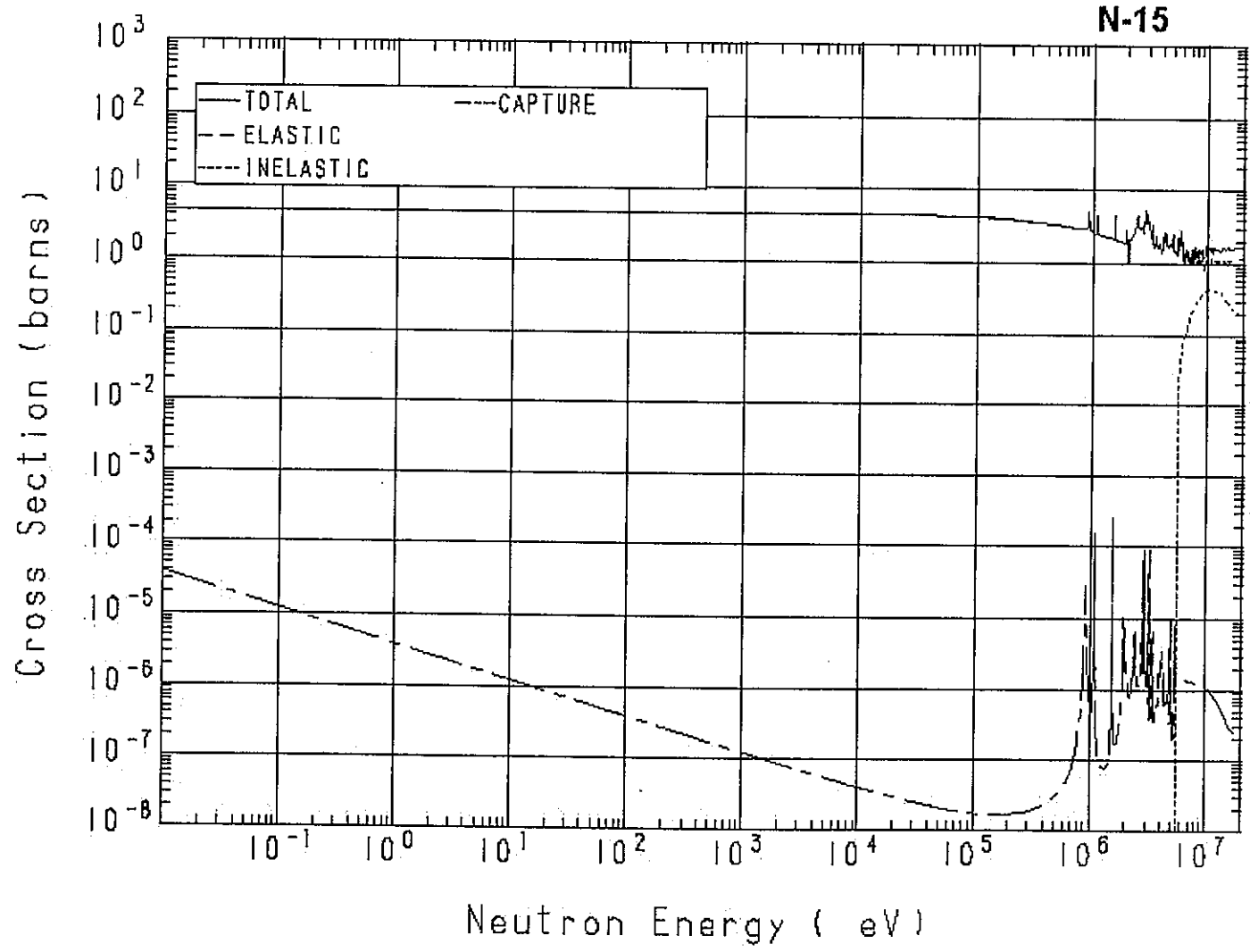


図 2-3 N-15 の (n, γ) 断面積図

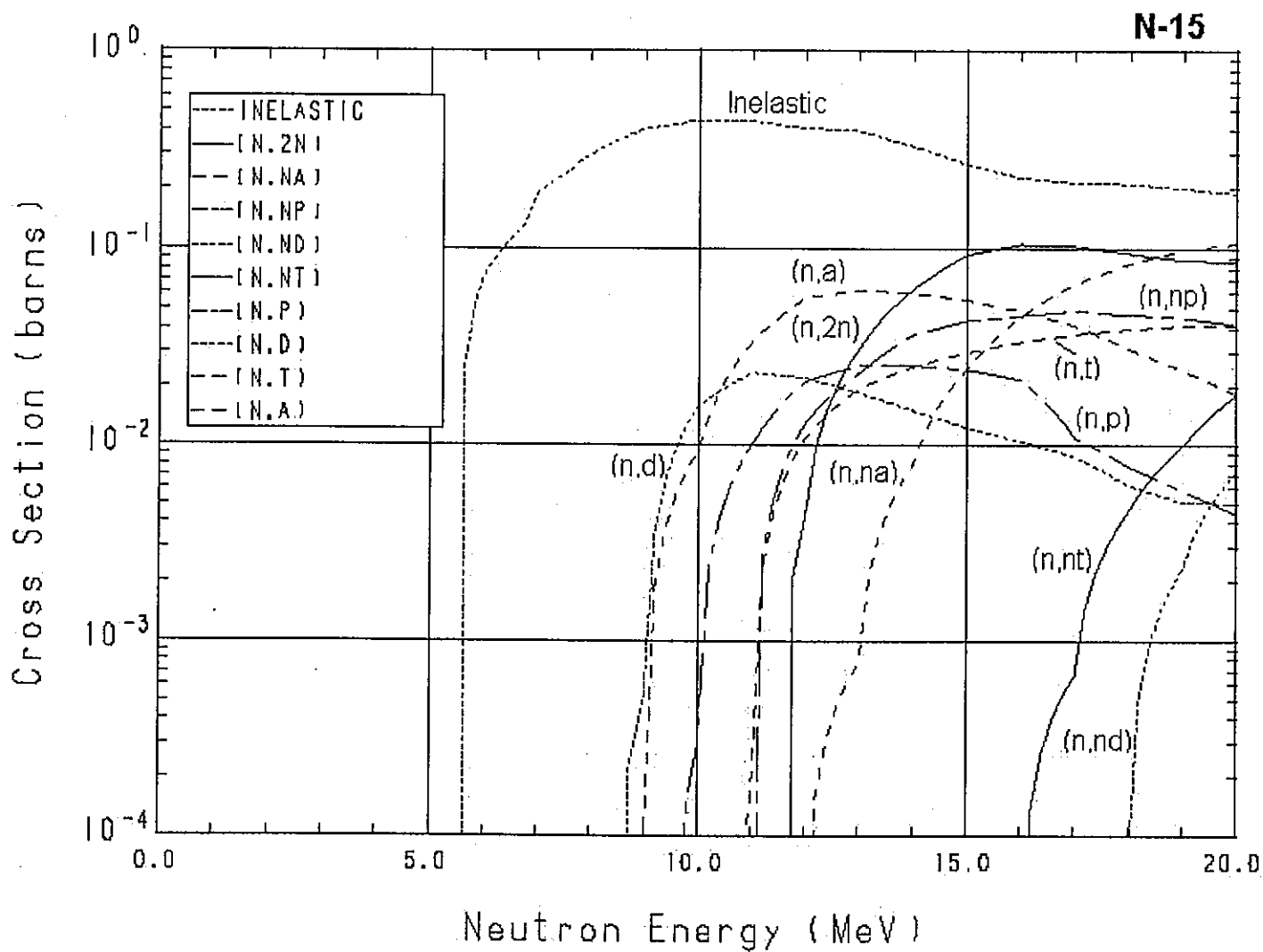


図 2-4 N-15 の (n,p) , (n, α) 断面積図

第3章 JENDL-3.2ベース高速炉用新ライブラリーの作成

2章に記述した、「2-1.73群定数」と「2-2.高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成システム」を用いて、表3-1に示した8つの炉心に対し新ライブラリーを作成した。単に高速炉といっても考えられる炉心は無数に存在し、その全てをカバーできるように新ライブラリーを作成することは不可能である。そこで基準となる炉心を想定し、いくつかの代表的なパラメータを考え、その基準炉心に対してそれぞれのパラメータを変えることで、それぞれのパラメータの影響を評価する。それぞれのパラメータの影響から、その他の炉心に対してもある程度、対応できるようにした。しかし、後述するように核種生成量計算結果には縮約スペクトルの影響が大きいので、ユーザーは、解析対象としている炉心の中性子スペクトルと新ライブラリーの中性子スペクトルを比較し、大きな差が見られないことを確認しておくことが重要である。また、中性子スペクトルが大きく異なる場合は、ユーザー自身がライブラリーを作成する方がより望ましい。

3.1 作成ライブラリーの選定

上述したように基準となる炉心を想定し、いくつかの代表的なパラメータを変えることで作成する新ライブラリーを選定した。以下に今回想定したパラメータを示す。

- (1)炉心規模：①小型炉、②原型炉、③実証炉、④商業炉
- (2)炉心燃料：①酸化物燃料、②金属燃料、③窒化物燃料
- (3)Pu組成：①軽水炉取出組成、②高速炉リサイクル組成

(1)の炉心規模は、小型炉として「常陽MK-I」、原型炉として「もんじゅ」、実証炉として「60万kWe級炉心」、商業炉として「130万kWe級炉心」を選定した。この中の「60万kWe級炉心、酸化物燃料、軽水炉取出Pu組成」を基準炉心とし、それぞれのパラメータを一つだけ変えて、7炉心の新ライブラリーを作成した。また、その他に最近注目されているPuバーナー炉心を1つ加え、全部で8炉心の新ライブラリーを作成した。

3.2 新ライブラリーの作成

今回作成した新ライブラリー8炉心の炉心主要仕様について、表3-2に示す。また、炉心断面図を図3-1～図3-5に示す。

表3-2に示した炉心仕様をもとに、平衡サイクル時の1群実効断面積と70群中性子スペクトルを求めた。平衡サイクル組成は、2次元RZ燃焼計算で求めたものを使用した。(ただし、8炉心のうち「常陽MK-I」「60万kWe級酸化物燃料炉心」「130万kWe級酸化物燃料炉心」「Puバーナー炉心」については、この平衡サイクル組成を求める2次元

RZ燃焼計算結果は、過去に他の解析のため行った時のものをそのまま使用しているため、JENDL-2ベースの70群定数「JFS-3-J2」を使用したものとなっている。）

・書き換え更新元の旧ライブラリーについて

書き換への更新元となっているライブラリーは全て「LMFBR:Advanced oxide, LWR-Pu/U/U/U (NLIB:311~319)」を用いている。ここで、書き換えを行った旧ライブラリーである「LMFBR:Advanced oxide, LWR-Pu/U/U/U (NLIB:311~319)」について説明を加えておく。ORIGEN2には全部で9つのライブラリーが内蔵されており、今回書き換えに使用した「LMFBR:Advanced oxide, LWR-Pu/U/U/U (NLIB:311~319)」は、燃料は軽水炉取出Pu組成のMOX燃料で、燃焼度が100GWd/t-HMという炉心である。出力は125万kWeの商業炉である。今回作成した新ライブラリーのなかでは、130万kWe級酸化物燃料炉心が一番近いと考えられる。

以下に、今回作成した8炉心それぞれの詳細について述べる。また、表3-3～表3-10に縮約に用いた中性子スペクトルデータを示す。また、図3-6～3-13に炉心領域毎のスペクトル比較図を示す。

(1)常陽MK-I

出力：50MWt
燃料：混合酸化物燃料
Pu富化度：17.7% (U濃縮度：約23%)
Pu組成比：Pu239/240/241/242=76.6/19.0/3.7/0.7
燃焼度：2.5万MWD/t (MAX)
炉心高さ：60cm
炉心等価直径：約0.7m

常陽の初臨界炉心の仕様。増殖炉心である。

(2)もんじゅ

出力：714MWt
燃料：混合酸化物燃料
Pu富化度：内側炉心/外側炉心=16/21
Pu組成比：Pu239/240/241/242=58/24/14/4
燃焼度：約8万MWD/t
炉心高さ：93cm
炉心等価直径：約1.8m

もんじゅ、初臨界炉心の仕様。

(3)60万kWe級酸化物燃料炉心

出力：1600MWt

燃料：混合酸化物燃料

Pu富化度：内側炉心/外側炉心=17.1/20.9

Pu組成比：Pu238/239/240/241/242=3/53/25/12/7

燃焼度：約9万MWd/t

炉心高さ：100cm

炉心等価直径：約2.75m

平成3年度動燃で設計研究された増殖炉心。今回作成した新ライブラリーの基準炉心となっている。

(4)60万kWe級金属燃料炉心

出力：1600MWt

燃料：金属燃料

Pu富化度：内側炉心/外側炉心=13.7/17.2

Pu組成比：Pu238/239/240/241/242=3/53/25/12/7

燃焼度：約9万MWd/t

炉心高さ：75cm

炉心等価直径：約2.75m

60万kWe級酸化物燃料炉心の仕様をベースに作成。スミア密度75%、Naボンド、炉心高さを75cmと酸化物燃料炉心（100cm）よりも低くした。燃焼度を酸化物燃料炉心と同じくするため、燃焼日数で調整。

(5)60万kWe級窒化物燃料炉心

出力：1600MWt

燃料：窒化物燃料

Pu富化度：内側炉心/外側炉心=15.4/18.7

Pu組成比：Pu238/239/240/241/242=3/53/25/12/7

燃焼度：約9万MWd/t

炉心高さ：60cm

炉心等価直径：約2.75m

金属燃料炉心と同じく、60万kWe級酸化物燃料炉心の仕様をベースに作成。炉心高さは60cmとさらに低くした。燃焼度を酸化物燃料炉心と同じくするため、やはり燃焼日数で調整。

(6)60万kWe級酸化物燃料炉心（リサイクルPu）

出力：1600MWt

燃料：混合酸化物燃料

Pu富化度：内側炉心/外側炉心=20.2/24.5

Pu組成比：Pu238/239/240/241/242=1.59/48.11/24.46/6.53/19.31

燃焼度：約9万MWd/t

炉心高さ：100cm

炉心等価直径：約2.75m

60万kWe級酸化物燃料炉心の仕様をベースに作成。Pu同位体組成比は、60万kWe級酸化物燃料炉心の取出Pu組成比を使用した。

(7)130万kWe級酸化物燃料炉心

出力：3200MWt

燃料：混合酸化物燃料

Pu富化度：内側炉心/外側炉心=18.4/21.0

Pu組成比：Pu238/239/240/241/242=3/53/25/12/7

燃焼度：約15万MWd/t

炉心高さ：100cm

炉心等価直径：約4m

60万kWe級酸化物燃料炉心を基本コンセプトとした大型炉心。

(8)Puバーナー炉心

出力：2080MWt

燃料：混合酸化物燃料

Pu富化度：内側炉心/外側炉心=28.4/31.47

Pu組成比：Pu238/239/240/241/242/Am241=1.80/58.20/22.30/11.10/5.50/1.10

燃焼度：約9万MWd/t

炉心高さ：60cm

炉心等価直径：約5.2m

燃料体積比を通常の炉心より小さくし、かつ炉心を扁平化することで中性子漏れを増大させて、Pu燃焼を狙った高Pu富化度炉心としている。

表3-1 今回作成した新ライブラリー一覧

	常陽 (小型炉)		もんじゅ (原型炉)		60万kWe (実証炉)		130万kWe (商業炉)	
	軽水炉Pu*	リサイクルPu**	軽水炉Pu	リサイクルPu	軽水炉Pu	リサイクルPu	軽水炉Pu	リサイクルPu
酸化物燃料☆	○		○		◎	○	○	
金属燃料☆					○			
窒化物燃料☆					○			
その他	Puバーナー炉心☆							

*：軽水炉（燃焼度約5万MWD/t）からの取り出しPuを5年間冷却した組成
 （ただし、常陽ともんじゅは異なる。詳細は表3-2参照）

**：60万kWe級高速炉で1サイクル燃焼させた組成

☆：炉心仕様は表3-2を参照

表3-2 炉心主要仕様一覧 (1/2)

	単位	常陽MK-I	もんじゅ	60万kWe(MOX・軽水炉Pu)	60万kWe(MOX・高速炉リサイクルPu)	60万kWe(金属)	60万kWe(窒化物)	130万kWe	Puバーナー
炉出力	MWt	50	714	1600	1600	1600	1600	3200	2080
運転日数/サイクル	日	-	148	375	375	395	338	396	182.5
バッチ数		-	5	3	3	3	3	5	6
炉心領域数		2	2	2	2	2	2	2	2
内側炉心	体	70	108	108	108	108	108	216	324
外側炉心	体	-	90	138	138	138	138	198	326
径ブランケット	体	189	174	126	126	126	126	0	0
制御棒	体	6	19	19	19	19	19	37	41
遮蔽体	体	132	324	150	150	150	150	252	306
炉心高さ	cm	60	93	100	100	75	60	100	60
炉心等価直径	mm	約750	約1800	約2750	約2750	約2750	約2750	約3950	約5220
集合体配列ピッチ	mm	82.06	115.6	160.7	160.7	160.7	160.7	176.9	189.17
燃料集合体									
燃料体積比	%	36.2	33.5	38.2	38.2	38.2	38.2	38.4	21.10
ギャップ体積比	%	-	2.0	5.1	5.1	5.1	5.1	6.3	7.03
構造材体積比	%	20.9	24.5	22.4	22.4	22.4	22.4	21.9	14.58
冷却材体積比	%	40.1	40.0	34.3	34.3	34.3	34.3	33.4	57.29
炉心燃料		MOX	MOX	MOX	MOX	金属燃料	窒化物燃料	MOX	MOX
Pu富化度 内側炉心/外側炉心	w/o	17.7	16/21	17.1/20.9	20.2/24.5	13.7/17.2	15.4/18.7	18.4/21.0	28.4/31.5
Pu同位体組成比									
Pu-238	w/o	0.0	0	3	1.6	3	3	3	1.8
Pu-239	w/o	76.6	58	53	48.1	53	53	53	58.2
Pu-240	w/o	19.0	24	25	24.5	25	25	25	22.3
Pu-241	w/o	3.7	14	12	6.5	12	12	12	11.1
Pu-242	w/o	0.7	4	7	19.3	7	7	7	5.5
Am-241	w/o	0.0	0	0	0	0	0	0	1.1
U同位体組成比 U235/U238	w/o	23/77	0.3/99.7	0.3/99.7	0.3/99.7	0.3/99.7	0.3/99.7	0.3/99.7	0.3/99.7

表3-2 炉心主要仕様一覧 (2/2)

	単位	常陽MK-I	もんじゅ	60万kWe(MOX・軽水炉Pu)	60万kWe(MOX・高速炉リサイクルPu)	60万kWe(金属)	60万kWe(窒化物)	130万kWe	Puバーナー
燃料集合体									
炉心燃料ペレット									
外径	mm	5.4	5.4	7.36	7.36	7.36	7.36	7.36	5.83
スミヤ密度	%TD	93.5	85	96	96	96	96	95	75
O/M比		1.98	1.97	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	—
被覆管									
外径	mm	6.3	6.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	7.5
内径	mm	5.6	5.56	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	6.4
燃料要素数	本	91	169	217	217	217	217	271	271
ピンピッチ	mm	7.6	7.87	9.85	9.85	9.85	9.85	9.8	—
スパーサワイヤ径	mm	1.2	1.32	1.3	1.3	1.3	1.3	1.25	—
ワイヤ巻き付けピッチ	mm	266	307	200	200	200	200	200	—

表3-3 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (常陽MK-I)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	5.1327E-06	4.3946E-06	1.0696E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	6.6694E-05	5.7104E-05	1.3899E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	5.8877E-04	5.0411E-04	1.2270E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	3.6052E-03	3.0868E-03	7.5132E-04
5	7.7880E+06	6.0650E+06	1.2212E-02	1.0474E-02	2.7749E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	2.8544E-02	2.4481E-02	6.4166E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	4.8350E-02	4.1345E-02	9.3732E-03
8	3.6790E+06	2.8650E+06	7.6422E-02	6.5392E-02	1.4637E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	1.1567E-01	9.9476E-02	2.8560E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	1.2503E-01	1.0772E-01	2.8164E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	1.5050E-01	1.3063E-01	3.8797E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	1.5273E-01	1.3297E-01	4.0271E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.5857E-01	1.3897E-01	4.6781E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	2.2915E-01	2.0420E-01	9.7843E-02
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.7866E-01	2.5709E-01	1.5127E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	1.8644E-01	1.7331E-01	9.6432E-02
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.4758E-01	2.3380E-01	1.4735E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.3846E-01	2.2879E-01	1.6608E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.2872E-01	2.2247E-01	1.7818E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.2357E-01	2.2158E-01	1.9166E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.4441E-01	2.4836E-01	2.3580E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	1.9125E-01	1.9839E-01	2.0983E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	1.8582E-01	1.9757E-01	2.2980E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.3696E-01	1.4845E-01	1.9497E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.3902E-01	1.5443E-01	2.1610E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.0558E-01	1.1985E-01	1.8345E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.0168E-01	1.1775E-01	1.9035E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	8.6942E-02	1.0360E-01	1.7985E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	5.3890E-02	6.5279E-02	1.2336E-01
30	1.5030E+04	1.1710E+04	5.6988E-02	7.0565E-02	1.3964E-01
31	1.1710E+04	9.1190E+03	4.8421E-02	6.1549E-02	1.2892E-01
32	9.1190E+03	7.1020E+03	2.9955E-02	3.8749E-02	8.8806E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	2.6586E-02	3.5214E-02	8.5122E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	1.9886E-02	2.6990E-02	7.1036E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	1.1530E-02	1.5904E-02	4.7522E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	2.7923E-03	3.8536E-03	1.3514E-02
37	2.6130E+03	2.0350E+03	9.0588E-03	1.2790E-02	4.2520E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	1.4003E-02	2.1184E-02	6.5282E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	1.1961E-02	1.9752E-02	6.3024E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	7.7524E-03	1.4223E-02	5.1913E-02

表3-3 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (常陽MK-I)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	4.7981E-03	1.0026E-02	4.2236E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	2.8434E-03	6.8427E-03	3.3754E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	1.4630E-03	4.3105E-03	2.7575E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	8.4412E-04	2.9977E-03	2.1452E-02
45	3.5360E+02	2.7540E+02	4.3801E-04	1.9786E-03	1.8096E-02
46	2.7540E+02	2.1450E+02	1.9505E-04	1.1891E-03	1.4336E-02
47	2.1450E+02	1.6700E+02	9.6504E-05	7.7596E-04	1.0755E-02
48	1.6700E+02	1.3010E+02	4.8072E-05	5.0308E-04	8.0183E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	2.1851E-05	2.7859E-04	5.2953E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	1.2472E-05	2.0288E-04	4.3147E-03
51	7.8890E+01	6.1440E+01	5.5656E-06	1.0822E-04	2.7575E-03
52	6.1440E+01	4.7850E+01	2.3712E-06	6.5629E-05	2.5111E-03
53	4.7850E+01	3.7270E+01	1.0891E-06	3.2823E-05	1.4464E-03
54	3.7270E+01	2.9020E+01	5.0159E-07	1.2832E-05	4.3405E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	4.5373E-07	1.1618E-05	3.7916E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	9.7774E-08	2.4202E-06	1.0440E-04
57	1.7600E+01	1.3710E+01	4.9592E-08	1.6402E-06	8.8645E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	2.3972E-08	1.0156E-06	8.5696E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	2.2803E-08	8.2374E-07	6.0669E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	7.3077E-09	2.4265E-07	2.3286E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	5.2518E-09	1.2038E-07	5.5364E-06
62	5.0430E+00	3.9280E+00	6.4898E-09	1.1522E-07	5.2873E-06
63	3.9280E+00	3.0590E+00	5.0061E-09	8.8065E-08	5.5775E-06
64	3.0590E+00	2.3820E+00	4.3103E-09	7.4168E-08	5.8968E-06
65	2.3820E+00	1.8550E+00	3.7509E-09	6.2229E-08	5.9604E-06
66	1.8550E+00	1.4450E+00	2.6903E-09	4.6932E-08	5.7491E-06
67	1.4450E+00	1.1250E+00	6.0820E-10	1.6517E-08	5.2286E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	3.4809E-11	1.1495E-09	4.5402E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	1.3572E-10	6.4576E-09	3.8554E-06
70	6.8260E-01	5.3160E-01	1.0878E-10	5.6674E-09	3.0759E-06
71	5.3160E-01	4.1400E-01	4.8200E-11	2.6810E-09	2.3456E-06
72	4.1400E-01	3.2240E-01	1.2952E-11	6.3119E-10	1.6220E-06
73	3.2240E-01	1.0000E-05	2.5540E-13	9.7482E-12	3.4523E-08

表3-4 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (もんじゅ)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.3035E-06	3.8464E-06	1.4653E-06	1.3812E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.2925E-05	4.9980E-05	1.9041E-05	1.7948E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	3.7894E-04	4.4122E-04	1.6809E-04	1.5844E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.3203E-03	2.7017E-03	1.0292E-03	9.7019E-04
5	7.7880E+06	6.0650E+06	7.7292E-03	8.9729E-03	3.5812E-03	3.3131E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.7873E-02	2.0707E-02	8.2196E-03	7.6489E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	2.9860E-02	3.4776E-02	1.2749E-02	1.2164E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	4.7118E-02	5.4526E-02	1.9962E-02	1.9447E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	7.2687E-02	8.2612E-02	3.4789E-02	3.3262E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	8.1248E-02	9.0702E-02	3.6084E-02	3.7023E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	1.0125E-01	1.1098E-01	4.7875E-02	4.9778E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	1.0576E-01	1.1561E-01	5.0287E-02	5.3307E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.1119E-01	1.2148E-01	5.7061E-02	5.9278E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.6697E-01	1.8300E-01	1.0729E-01	1.0309E-01
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.2298E-01	2.3030E-01	1.5758E-01	1.5723E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	1.5641E-01	1.5733E-01	1.0307E-01	1.0924E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.1808E-01	2.2003E-01	1.5601E-01	1.6489E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.1245E-01	2.1366E-01	1.6985E-01	1.7168E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.0902E-01	2.1105E-01	1.7876E-01	1.7765E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.1159E-01	2.0964E-01	1.8909E-01	1.8787E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.5302E-01	2.4820E-01	2.3279E-01	2.3941E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.0652E-01	2.0191E-01	2.0586E-01	2.0666E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.1429E-01	2.0857E-01	2.2430E-01	2.2698E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.6545E-01	1.6128E-01	1.8940E-01	1.8460E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.7587E-01	1.7072E-01	2.0829E-01	2.0607E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.3906E-01	1.3370E-01	1.7720E-01	1.6977E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.4344E-01	1.3749E-01	1.8397E-01	1.8172E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.2957E-01	1.2366E-01	1.7395E-01	1.7171E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	7.9685E-02	7.5481E-02	1.1663E-01	1.0910E-01
30	1.5030E+04	1.1710E+04	9.1370E-02	8.6319E-02	1.3382E-01	1.2892E-01
31	1.1710E+04	9.1190E+03	8.3916E-02	7.9092E-02	1.2469E-01	1.2296E-01
32	9.1190E+03	7.1020E+03	5.1275E-02	4.8013E-02	8.3381E-02	7.7851E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	5.1378E-02	4.8111E-02	8.3323E-02	8.0509E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	4.1001E-02	3.8612E-02	6.9396E-02	6.7114E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	2.5291E-02	2.4027E-02	4.5834E-02	4.3221E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	6.0789E-03	5.7825E-03	1.1973E-02	1.0634E-02
37	2.6130E+03	2.0350E+03	2.0093E-02	1.9227E-02	3.8874E-02	3.6342E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	3.5503E-02	3.1973E-02	6.4102E-02	6.6542E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	3.4451E-02	2.8904E-02	6.3889E-02	6.9356E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	2.5869E-02	2.0640E-02	5.1563E-02	5.6537E-02

表3-4 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (もんじゅ)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	1.9019E-02	1.4808E-02	4.2506E-02	4.7145E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	1.3510E-02	1.0454E-02	3.3957E-02	3.7720E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	8.2120E-03	6.1325E-03	2.7036E-02	2.9703E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	4.3892E-03	3.2822E-03	1.7445E-02	1.8501E-02
45	3.5360E+02	2.7540E+02	3.0482E-03	2.1950E-03	1.5562E-02	1.6749E-02
46	2.7540E+02	2.1450E+02	1.8394E-03	1.3295E-03	1.3015E-02	1.4060E-02
47	2.1450E+02	1.6700E+02	1.0172E-03	7.6762E-04	9.8019E-03	1.0369E-02
48	1.6700E+02	1.3010E+02	5.2927E-04	4.2580E-04	7.2867E-03	7.3857E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	2.3874E-04	2.0282E-04	4.7533E-03	4.6866E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	1.2864E-04	1.1987E-04	3.9760E-03	3.7782E-03
51	7.8890E+01	6.1440E+01	4.6258E-05	4.7621E-05	2.5487E-03	2.2590E-03
52	6.1440E+01	4.7850E+01	2.3161E-05	2.8771E-05	2.3043E-03	1.8502E-03
53	4.7850E+01	3.7270E+01	7.5695E-06	1.0657E-05	1.3191E-03	9.3781E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	3.6991E-06	5.8239E-06	4.4398E-04	3.1859E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	3.1145E-06	5.0239E-06	4.7106E-04	2.9167E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	6.1133E-07	8.7657E-07	1.6156E-04	9.0082E-05
57	1.7600E+01	1.3710E+01	2.2134E-07	3.1851E-07	1.8449E-04	7.3238E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	1.6904E-07	2.6137E-07	1.7688E-04	5.8746E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	1.8674E-07	3.1192E-07	1.3203E-04	4.1029E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	4.7554E-08	6.6479E-08	5.0091E-05	1.4195E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	3.0342E-08	3.5785E-08	1.7972E-05	5.7672E-06
62	5.0430E+00	3.9280E+00	4.6902E-08	5.1099E-08	2.7350E-05	7.4496E-06
63	3.9280E+00	3.0590E+00	9.6028E-08	1.1233E-07	3.1423E-05	8.0037E-06
64	3.0590E+00	2.3820E+00	4.9779E-08	5.9146E-08	3.1913E-05	7.7876E-06
65	2.3820E+00	1.8550E+00	7.1158E-08	1.0051E-07	2.9805E-05	7.0520E-06
66	1.8550E+00	1.4450E+00	7.8773E-07	7.0976E-07	2.6275E-05	6.1229E-06
67	1.4450E+00	1.1250E+00	4.8739E-07	4.1103E-07	2.1088E-05	4.7240E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	1.5092E-08	1.1027E-08	1.2415E-05	2.2624E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	2.1598E-07	1.6919E-07	9.6369E-06	1.7625E-06
70	6.8260E-01	5.3160E-01	2.2157E-07	1.7352E-07	6.7133E-06	1.2171E-06
71	5.3160E-01	4.1400E-01	3.8137E-08	2.6275E-08	3.8916E-06	6.6828E-07
72	4.1400E-01	3.2240E-01	3.6988E-09	2.4476E-09	1.2783E-06	1.9279E-07
73	3.2240E-01	1.0000E-05	2.0995E-10	1.7537E-10	1.3010E-08	2.3588E-09

表3-5 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級酸化物燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.2567E-06	3.6303E-06	1.4925E-06	1.4167E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.2318E-05	4.7172E-05	1.9393E-05	1.8408E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	3.7358E-04	4.1643E-04	1.7120E-04	1.6251E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.2875E-03	2.5499E-03	1.0483E-03	9.9505E-04
5	7.7880E+06	6.0650E+06	7.7067E-03	8.5725E-03	3.7001E-03	3.4571E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.7740E-02	1.9723E-02	8.4464E-03	7.9376E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	2.9156E-02	3.2528E-02	1.2851E-02	1.2335E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	4.5489E-02	5.0637E-02	1.9793E-02	1.9362E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	7.0948E-02	7.8163E-02	3.5022E-02	3.3588E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	7.5197E-02	8.2298E-02	3.4533E-02	3.5153E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	9.3095E-02	1.0095E-01	4.5362E-02	4.6655E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	9.6171E-02	1.0409E-01	4.7135E-02	4.8971E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.0321E-01	1.1144E-01	5.3888E-02	5.4975E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.6509E-01	1.7718E-01	1.0687E-01	1.0094E-01
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.1423E-01	2.2349E-01	1.5486E-01	1.5135E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	1.4412E-01	1.4903E-01	9.9150E-02	1.0201E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.0275E-01	2.0850E-01	1.4905E-01	1.5261E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.0670E-01	2.1124E-01	1.6628E-01	1.6511E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.0924E-01	2.1308E-01	1.7803E-01	1.7478E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.1235E-01	2.1394E-01	1.8922E-01	1.8668E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.4922E-01	2.4837E-01	2.3025E-01	2.3288E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.0864E-01	2.0651E-01	2.0639E-01	2.0550E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.1396E-01	2.1001E-01	2.2248E-01	2.2210E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.7630E-01	1.7228E-01	1.9717E-01	1.9193E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.8406E-01	1.7848E-01	2.1269E-01	2.1029E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.4923E-01	1.4360E-01	1.8372E-01	1.7826E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.5124E-01	1.4462E-01	1.8843E-01	1.8699E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.3465E-01	1.2772E-01	1.7656E-01	1.7426E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	8.1444E-02	7.6777E-02	1.1455E-01	1.0887E-01
30	1.5030E+04	1.1710E+04	9.5006E-02	8.9107E-02	1.3439E-01	1.3068E-01
31	1.1710E+04	9.1190E+03	9.2710E-02	8.6486E-02	1.3194E-01	1.3240E-01
32	9.1190E+03	7.1020E+03	5.9179E-02	5.4930E-02	9.0500E-02	8.7679E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	5.7901E-02	5.3496E-02	8.9304E-02	8.8514E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	4.5600E-02	4.1975E-02	7.3597E-02	7.2393E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	2.9360E-02	2.6970E-02	5.0600E-02	4.8257E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	7.5273E-03	6.9083E-03	1.4123E-02	1.2636E-02
37	2.6130E+03	2.0350E+03	2.3183E-02	2.1203E-02	4.2013E-02	3.9931E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	3.6587E-02	3.2717E-02	6.3524E-02	6.6915E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	3.3731E-02	2.9331E-02	6.1219E-02	6.8250E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	2.5073E-02	2.1140E-02	4.8640E-02	5.5580E-02

表3-5 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級酸化燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	1.8241E-02	1.5008E-02	3.9381E-02	4.6078E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	1.2873E-02	1.0419E-02	3.0876E-02	3.6621E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	7.8542E-03	6.1550E-03	2.4138E-02	2.8698E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	4.1996E-03	3.2556E-03	1.5517E-02	1.7886E-02
45	3.5360E+02	2.7540E+02	2.8826E-03	2.1560E-03	1.3629E-02	1.5897E-02
46	2.7540E+02	2.1450E+02	1.7345E-03	1.2688E-03	1.1080E-02	1.3168E-02
47	2.1450E+02	1.6700E+02	9.4789E-04	6.8303E-04	8.1775E-03	9.6861E-03
48	1.6700E+02	1.3010E+02	4.9190E-04	3.5633E-04	5.9794E-03	6.9250E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	2.1146E-04	1.5203E-04	3.7611E-03	4.2919E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	1.1259E-04	8.3166E-05	3.1623E-03	3.5177E-03
51	7.8890E+01	6.1440E+01	3.8823E-05	2.9170E-05	2.0151E-03	2.1203E-03
52	6.1440E+01	4.7850E+01	1.8663E-05	1.5379E-05	1.8431E-03	1.7852E-03
53	4.7850E+01	3.7270E+01	5.8674E-06	5.1788E-06	1.0738E-03	9.3167E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	2.6514E-06	2.4623E-06	3.4959E-04	3.0102E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	2.2877E-06	2.2049E-06	4.1420E-04	2.9901E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	4.2444E-07	3.7853E-07	1.3998E-04	8.9441E-05
57	1.7600E+01	1.3710E+01	1.6872E-07	1.5128E-07	1.9867E-04	9.1063E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	1.3491E-07	1.2487E-07	2.0268E-04	7.9610E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	1.5224E-07	1.5678E-07	1.5990E-04	5.8682E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	3.9265E-08	3.8195E-08	6.1421E-05	2.0956E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	2.3833E-08	2.3832E-08	2.0762E-05	7.5164E-06
62	5.0430E+00	3.9280E+00	4.0570E-08	3.8510E-08	4.1012E-05	1.2019E-05
63	3.9280E+00	3.0590E+00	8.0173E-08	8.1500E-08	5.1280E-05	1.3765E-05
64	3.0590E+00	2.3820E+00	3.4770E-08	3.4915E-08	5.5027E-05	1.3918E-05
65	2.3820E+00	1.8550E+00	5.8527E-08	6.6609E-08	5.3568E-05	1.2959E-05
66	1.8550E+00	1.4450E+00	7.7882E-07	6.4838E-07	4.9158E-05	1.1518E-05
67	1.4450E+00	1.1250E+00	4.8568E-07	3.9165E-07	3.9317E-05	8.7881E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	1.5285E-08	1.1030E-08	2.0575E-05	3.9210E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	2.1661E-07	1.6429E-07	1.5871E-05	2.9670E-06
70	6.8260E-01	5.3160E-01	2.2399E-07	1.7222E-07	1.1632E-05	2.1433E-06
71	5.3160E-01	4.1400E-01	3.9855E-08	2.8527E-08	6.8117E-06	1.2181E-06
72	4.1400E-01	3.2240E-01	3.9414E-09	2.7745E-09	2.0911E-06	3.5651E-07
73	3.2240E-01	1.0000E-05	1.8339E-10	1.6767E-10	2.0583E-08	3.8107E-09

表3-6. 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級金属燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.2117E-06	3.6599E-06	1.3261E-06	1.3419E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.1733E-05	4.7556E-05	1.7232E-05	1.7436E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	3.6842E-04	4.1983E-04	1.5212E-04	1.5393E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.2559E-03	2.5707E-03	9.3148E-04	9.4253E-04
5	7.7880E+06	6.0650E+06	7.1443E-03	8.1432E-03	2.9234E-03	2.9599E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.6084E-02	1.8326E-02	6.4719E-03	6.6139E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	2.7433E-02	3.1272E-02	1.0777E-02	1.1111E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	4.0834E-02	4.6386E-02	1.5840E-02	1.6664E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	5.5156E-02	6.2375E-02	2.1532E-02	2.2960E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	6.9362E-02	7.7699E-02	2.8227E-02	3.0512E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	8.5631E-02	9.4722E-02	3.7728E-02	4.0956E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	1.0263E-01	1.1269E-01	5.0540E-02	5.3309E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.1961E-01	1.3029E-01	6.9082E-02	6.8847E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.6324E-01	1.7683E-01	1.0921E-01	1.0320E-01
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.4568E-01	2.5720E-01	1.8801E-01	1.8234E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	2.6584E-01	2.7445E-01	2.2440E-01	2.1489E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	3.0826E-01	3.1433E-01	2.8200E-01	2.7205E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.5408E-01	2.5649E-01	2.4231E-01	2.3208E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.4139E-01	2.4322E-01	2.3625E-01	2.2645E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.3933E-01	2.3796E-01	2.4022E-01	2.3359E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.9701E-01	2.9190E-01	3.1245E-01	3.1004E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.2332E-01	2.1732E-01	2.4717E-01	2.4380E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.3078E-01	2.2251E-01	2.7170E-01	2.6605E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.6315E-01	1.5609E-01	1.9980E-01	1.9512E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.6998E-01	1.6112E-01	2.1630E-01	2.1445E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.2857E-01	1.2049E-01	1.7194E-01	1.6837E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.3525E-01	1.2589E-01	1.8568E-01	1.8555E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.0073E-01	9.2247E-02	1.4171E-01	1.4441E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	4.8688E-02	4.3981E-02	6.9097E-02	7.0837E-02
30	1.5030E+04	1.1710E+04	5.9855E-02	5.3731E-02	8.6765E-02	9.0048E-02
31	1.1710E+04	9.1190E+03	5.6824E-02	5.0608E-02	8.2485E-02	9.0004E-02
32	9.1190E+03	7.1020E+03	2.8987E-02	2.5518E-02	4.2237E-02	4.7169E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	2.7652E-02	2.4128E-02	4.0619E-02	4.6911E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	1.9670E-02	1.7015E-02	2.9949E-02	3.4851E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	1.0840E-02	9.3227E-03	1.6997E-02	1.9832E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	2.3082E-03	1.9839E-03	3.6541E-03	4.2498E-03
37	2.6130E+03	2.0350E+03	8.2725E-03	7.0653E-03	1.3814E-02	1.5931E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	1.4486E-02	1.1949E-02	2.5257E-02	3.1167E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	1.2353E-02	9.7289E-03	2.3442E-02	3.1177E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	7.6177E-03	5.6766E-03	1.5125E-02	2.1561E-02

表3-6 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級金属燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	4.6134E-03	3.2806E-03	1.0848E-02	1.6020E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	2.5993E-03	1.7867E-03	7.2909E-03	1.0950E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	1.2127E-03	7.8869E-04	5.1207E-03	7.4492E-03
44	4.5400E+02	3.5360E+02	4.8399E-04	3.0704E-04	2.7492E-03	3.6931E-03
45	3.5360E+02	2.7540E+02	2.7423E-04	1.6509E-04	2.2594E-03	2.9091E-03
46	2.7540E+02	2.1450E+02	1.3879E-04	8.0507E-05	2.0169E-03	2.4350E-03
47	2.1450E+02	1.6700E+02	6.1642E-05	3.4823E-05	1.5313E-03	1.7042E-03
48	1.6700E+02	1.3010E+02	2.6716E-05	1.5150E-05	1.1881E-03	1.1682E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	9.6493E-06	5.3616E-06	7.9993E-04	7.1992E-04
50	1.0130E+02	7.8890E+01	5.2181E-06	3.0137E-06	8.4363E-04	6.6609E-04
51	7.8890E+01	6.1440E+01	1.6633E-06	9.7729E-07	5.8220E-04	4.0648E-04
52	6.1440E+01	4.7850E+01	1.0927E-06	7.4856E-07	6.8711E-04	4.0619E-04
53	4.7850E+01	3.7270E+01	3.6466E-07	2.6705E-07	3.5458E-04	1.7828E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	2.4923E-07	1.9593E-07	9.6312E-05	5.0047E-05
55	2.9020E+01	2.2600E+01	3.4099E-07	2.8129E-07	2.2314E-04	8.5355E-05
56	2.2600E+01	1.7600E+01	5.9948E-08	4.7796E-08	6.1116E-05	2.2121E-05
57	1.7600E+01	1.3710E+01	4.5561E-08	4.1614E-08	1.4525E-04	3.8833E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	6.1785E-08	6.0712E-08	1.4105E-04	3.4748E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	9.2181E-08	1.0192E-07	1.0402E-04	2.5393E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	2.0519E-08	2.0380E-08	3.1145E-05	7.3347E-06
61	6.4760E+00	5.0430E+00	1.4417E-08	1.4727E-08	8.8178E-06	2.3873E-06
62	5.0430E+00	3.9280E+00	3.3654E-08	3.3103E-08	3.5170E-05	6.9285E-06
63	3.9280E+00	3.0590E+00	7.8560E-08	8.9749E-08	4.5127E-05	8.4262E-06
64	3.0590E+00	2.3820E+00	2.8291E-08	3.3314E-08	4.6631E-05	8.4129E-06
65	2.3820E+00	1.8550E+00	6.1150E-08	8.3985E-08	4.2041E-05	7.4292E-06
66	1.8550E+00	1.4450E+00	1.0764E-06	9.3077E-07	3.5148E-05	6.2280E-06
67	1.4450E+00	1.1250E+00	5.5542E-07	4.6841E-07	2.3442E-05	3.9912E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	1.7384E-08	1.2957E-08	8.9181E-06	1.1906E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	2.6824E-07	2.0965E-07	6.8956E-06	9.8397E-07
70	6.8260E-01	5.3160E-01	2.5949E-07	2.0749E-07	4.6527E-06	6.7762E-07
71	5.3160E-01	4.1400E-01	3.4278E-08	2.5203E-08	2.2130E-06	3.0793E-07
72	4.1400E-01	3.2240E-01	3.6552E-09	2.7598E-09	4.6029E-07	6.0039E-08
73	3.2240E-01	1.0000E-05	1.8538E-10	1.7106E-10	4.4883E-09	9.3109E-10

表3-7 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級窒化物燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.5986E-06	4.0335E-06	1.4713E-06	1.5349E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.6761E-05	5.2411E-05	1.9118E-05	1.9944E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	4.1280E-04	4.6268E-04	1.6877E-04	1.7607E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.5277E-03	2.8331E-03	1.0334E-03	1.0781E-03
5	7.7880E+06	6.0650E+06	8.2807E-03	9.2747E-03	3.4415E-03	3.5626E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.8587E-02	2.0838E-02	7.4601E-03	7.8278E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	3.1784E-02	3.5680E-02	1.2297E-02	1.3054E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	4.6303E-02	5.1898E-02	1.7255E-02	1.8790E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	6.2169E-02	6.9515E-02	2.2768E-02	2.5273E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	8.4804E-02	9.3763E-02	3.4667E-02	3.8095E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	9.5831E-02	1.0476E-01	4.1221E-02	4.6091E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	1.1123E-01	1.2079E-01	5.2714E-02	5.7715E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.1977E-01	1.2928E-01	6.3703E-02	6.7285E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.5954E-01	1.7115E-01	9.7412E-02	9.8356E-02
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.1317E-01	2.2279E-01	1.4489E-01	1.4988E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	2.3500E-01	2.4273E-01	1.7801E-01	1.8041E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.5626E-01	2.6169E-01	2.0826E-01	2.1265E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.2902E-01	2.3205E-01	2.0019E-01	1.9963E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.2148E-01	2.2369E-01	2.0196E-01	1.9984E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.1910E-01	2.1890E-01	2.0803E-01	2.0660E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.5282E-01	2.4986E-01	2.4843E-01	2.5231E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.0692E-01	2.0306E-01	2.1762E-01	2.1669E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.0878E-01	2.0308E-01	2.3116E-01	2.2991E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.6830E-01	1.6289E-01	2.0080E-01	1.9387E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.7529E-01	1.6820E-01	2.1739E-01	2.1229E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.3867E-01	1.3188E-01	1.8365E-01	1.7540E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.3868E-01	1.3095E-01	1.8629E-01	1.8197E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.1885E-01	1.1112E-01	1.6850E-01	1.6320E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	6.9213E-02	6.4219E-02	1.0499E-01	9.7918E-02
30	1.5030E+04	1.1710E+04	7.9658E-02	7.3448E-02	1.2147E-01	1.1621E-01
31	1.1710E+04	9.1190E+03	7.5239E-02	6.8882E-02	1.1576E-01	1.1431E-01
32	9.1190E+03	7.1020E+03	4.6719E-02	4.2490E-02	7.7096E-02	7.3628E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	4.4091E-02	3.9845E-02	7.3411E-02	7.1958E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	3.3555E-02	3.0151E-02	5.8499E-02	5.7059E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	2.0887E-02	1.8701E-02	3.8836E-02	3.6841E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	5.2655E-03	4.7088E-03	1.0585E-02	9.4668E-03
37	2.6130E+03	2.0350E+03	1.6143E-02	1.4368E-02	3.1692E-02	3.0056E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	2.4456E-02	2.1188E-02	4.6829E-02	4.9153E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	2.1322E-02	1.7869E-02	4.3547E-02	4.8250E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	1.4910E-02	1.2044E-02	3.2697E-02	3.7140E-02

表3-7 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級窒化物燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	1.0176E-02	7.9796E-03	2.5424E-02	2.9428E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	6.7116E-03	5.1566E-03	1.9039E-02	2.2220E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	3.7526E-03	2.7772E-03	1.4284E-02	1.6490E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	1.8656E-03	1.3624E-03	8.7704E-03	9.7363E-03
45	3.5360E+02	2.7540E+02	1.1941E-03	8.3829E-04	7.4677E-03	8.2767E-03
46	2.7540E+02	2.1450E+02	6.6610E-04	4.5632E-04	5.8898E-03	6.5315E-03
47	2.1450E+02	1.6700E+02	3.4322E-04	2.3134E-04	4.2288E-03	4.5914E-03
48	1.6700E+02	1.3010E+02	1.7038E-04	1.1548E-04	3.0248E-03	3.1343E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	6.9235E-05	4.6203E-05	1.8709E-03	1.8635E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	3.6752E-05	2.5009E-05	1.5845E-03	1.4744E-03
51	7.8890E+01	6.1440E+01	1.2322E-05	8.3521E-06	1.0209E-03	8.6357E-04
52	6.1440E+01	4.7850E+01	6.4578E-06	4.5932E-06	9.8815E-04	7.2453E-04
53	4.7850E+01	3.7270E+01	2.0276E-06	1.4922E-06	5.7102E-04	3.6157E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	1.0271E-06	7.7814E-07	1.6771E-04	1.0635E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	9.6809E-07	7.2290E-07	2.3578E-04	1.2013E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	1.6996E-07	1.2130E-07	7.4758E-05	3.3599E-05
57	1.7600E+01	1.3710E+01	8.0214E-08	5.9243E-08	1.3406E-04	4.2710E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	8.0917E-08	6.2284E-08	1.3998E-04	3.8789E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	1.0469E-07	9.0372E-08	1.0976E-04	2.9600E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	2.6976E-08	2.3345E-08	4.0427E-05	1.0103E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	1.8260E-08	1.7617E-08	1.1131E-05	3.1154E-06
62	5.0430E+00	3.9280E+00	3.4610E-08	3.1002E-08	2.8568E-05	6.5997E-06
63	3.9280E+00	3.0590E+00	7.2526E-08	6.8310E-08	3.7044E-05	7.9933E-06
64	3.0590E+00	2.3820E+00	2.9896E-08	2.7276E-08	4.0075E-05	8.2210E-06
65	2.3820E+00	1.8550E+00	5.6499E-08	5.4132E-08	3.8738E-05	7.6298E-06
66	1.8550E+00	1.4450E+00	1.0727E-06	9.1579E-07	3.5119E-05	6.7567E-06
67	1.4450E+00	1.1250E+00	6.3360E-07	5.3416E-07	2.7346E-05	4.8397E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	1.9455E-08	1.4842E-08	1.4051E-05	1.6615E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	2.8662E-07	2.2813E-07	1.0645E-05	1.3382E-06
70	6.8260E-01	5.3160E-01	2.8852E-07	2.3284E-07	7.5334E-06	9.5741E-07
71	5.3160E-01	4.1400E-01	4.4113E-08	3.2765E-08	4.1657E-06	4.9287E-07
72	4.1400E-01	3.2240E-01	4.3531E-09	3.2456E-09	1.1600E-06	1.1651E-07
73	3.2240E-01	1.0000E-05	1.8687E-10	1.7259E-10	1.0469E-08	1.3591E-09

表3-8 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級Puリサイクル燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.2774E-06	3.6555E-06	1.4988E-06	1.4210E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.2586E-05	4.7500E-05	1.9475E-05	1.8465E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	3.7595E-04	4.1933E-04	1.7193E-04	1.6301E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.3020E-03	2.5676E-03	1.0527E-03	9.9812E-04
5	7.7880E+06	6.0650E+06	7.7586E-03	8.6360E-03	3.7168E-03	3.4687E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.7872E-02	1.9885E-02	8.4880E-03	7.9674E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	2.9366E-02	3.2787E-02	1.2909E-02	1.2377E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	4.5811E-02	5.1031E-02	1.9881E-02	1.9426E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	7.1462E-02	7.8782E-02	3.5185E-02	3.3709E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	7.5717E-02	8.2917E-02	3.4688E-02	3.5275E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	9.3662E-02	1.0161E-01	4.5551E-02	4.6806E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	9.6601E-02	1.0457E-01	4.7298E-02	4.9098E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.0341E-01	1.1164E-01	5.4021E-02	5.5068E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.6508E-01	1.7707E-01	1.0699E-01	1.0101E-01
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.1404E-01	2.2314E-01	1.5489E-01	1.5133E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	1.4402E-01	1.4885E-01	9.9174E-02	1.0200E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.0270E-01	2.0837E-01	1.4908E-01	1.5259E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.0674E-01	2.1122E-01	1.6632E-01	1.6511E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.0933E-01	2.1312E-01	1.7807E-01	1.7479E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.1247E-01	2.1402E-01	1.8927E-01	1.8670E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.4929E-01	2.4837E-01	2.3029E-01	2.3291E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.0867E-01	2.0648E-01	2.0640E-01	2.0552E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.1400E-01	2.1000E-01	2.2248E-01	2.2211E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.7631E-01	1.7226E-01	1.9715E-01	1.9194E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.8402E-01	1.7841E-01	2.1265E-01	2.1029E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.4914E-01	1.4348E-01	1.8366E-01	1.7824E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.5110E-01	1.4445E-01	1.8836E-01	1.8697E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.3449E-01	1.2754E-01	1.7647E-01	1.7422E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	8.1355E-02	7.6683E-02	1.1449E-01	1.0885E-01
30	1.5030E+04	1.1710E+04	9.4894E-02	8.8999E-02	1.3431E-01	1.3064E-01
31	1.1710E+04	9.1190E+03	9.2555E-02	8.6337E-02	1.3184E-01	1.3235E-01
32	9.1190E+03	7.1020E+03	5.9045E-02	5.4801E-02	9.0431E-02	8.7644E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	5.7791E-02	5.3402E-02	8.9233E-02	8.8477E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	4.5478E-02	4.1868E-02	7.3534E-02	7.2359E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	2.9258E-02	2.6878E-02	5.0555E-02	4.8233E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	7.5075E-03	6.8923E-03	1.4110E-02	1.2630E-02
37	2.6130E+03	2.0350E+03	2.3101E-02	2.1134E-02	4.1974E-02	3.9910E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	3.6376E-02	3.2532E-02	6.3455E-02	6.6870E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	3.3449E-02	2.9081E-02	6.1135E-02	6.8186E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	2.4848E-02	2.0956E-02	4.8565E-02	5.5517E-02

表3-8 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (60万kWe級Puリサイクル燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	1.7926E-02	1.4737E-02	3.9303E-02	4.6004E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	1.2691E-02	1.0279E-02	3.0809E-02	3.6554E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	7.6948E-03	6.0314E-03	2.4082E-02	2.8640E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	4.1190E-03	3.1983E-03	1.5480E-02	1.7848E-02
45	3.5360E+02	2.7540E+02	2.7967E-03	2.0932E-03	1.3596E-02	1.5862E-02
46	2.7540E+02	2.1450E+02	1.6776E-03	1.2290E-03	1.1053E-02	1.3138E-02
47	2.1450E+02	1.6700E+02	9.1589E-04	6.6233E-04	8.1579E-03	9.6645E-03
48	1.6700E+02	1.3010E+02	4.6852E-04	3.4048E-04	5.9653E-03	6.9094E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	1.9760E-04	1.4244E-04	3.7525E-03	4.2825E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	1.0669E-04	7.9557E-05	3.1559E-03	3.5111E-03
51	7.8890E+01	6.1440E+01	3.6031E-05	2.7323E-05	2.0116E-03	2.1171E-03
52	6.1440E+01	4.7850E+01	1.6582E-05	1.3721E-05	1.8410E-03	1.7839E-03
53	4.7850E+01	3.7270E+01	5.2699E-06	4.7108E-06	1.0727E-03	9.3123E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	2.5204E-06	2.3946E-06	3.4926E-04	3.0088E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	2.2830E-06	2.2578E-06	4.1397E-04	2.9898E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	4.2320E-07	3.8635E-07	1.3993E-04	8.9456E-05
57	1.7600E+01	1.3710E+01	1.7316E-07	1.5819E-07	1.9863E-04	9.1163E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	1.3920E-07	1.3046E-07	2.0272E-04	7.9738E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	1.6544E-07	1.7438E-07	1.5993E-04	5.8769E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	4.2359E-08	4.2108E-08	6.1430E-05	2.0991E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	2.6128E-08	2.6963E-08	2.0760E-05	7.5262E-06
62	5.0430E+00	3.9280E+00	4.5756E-08	4.4812E-08	4.1008E-05	1.2031E-05
63	3.9280E+00	3.0590E+00	8.1272E-08	8.2843E-08	5.1278E-05	1.3777E-05
64	3.0590E+00	2.3820E+00	2.4414E-08	2.4392E-08	5.5031E-05	1.3931E-05
65	2.3820E+00	1.8550E+00	4.8370E-08	5.4909E-08	5.3569E-05	1.2969E-05
66	1.8550E+00	1.4450E+00	7.3509E-07	6.0998E-07	4.9151E-05	1.1524E-05
67	1.4450E+00	1.1250E+00	4.5776E-07	3.6986E-07	3.9260E-05	8.7974E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	1.3408E-08	9.7116E-09	2.0352E-05	3.9394E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	1.9751E-07	1.4988E-07	1.5726E-05	2.9786E-06
70	6.8260E-01	5.3160E-01	2.1051E-07	1.6200E-07	1.1540E-05	2.1511E-06
71	5.3160E-01	4.1400E-01	3.6716E-08	2.6258E-08	6.7665E-06	1.2234E-06
72	4.1400E-01	3.2240E-01	3.7041E-09	2.6142E-09	2.0805E-06	3.5878E-07
73	3.2240E-01	1.0000E-05	1.8587E-10	1.7090E-10	2.0496E-08	3.8396E-09

表3-9 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (130万kW_e級酸化物燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	軸方向 ブランケット
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.2265E-06	3.5765E-06	1.5798E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.1926E-05	4.6473E-05	2.0528E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	3.7012E-04	4.1026E-04	1.8122E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.2663E-03	2.5121E-03	1.1097E-03
5	7.7880E+06	6.0650E+06	7.6326E-03	8.4443E-03	3.8344E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.7565E-02	1.9421E-02	8.8028E-03
7	4.7240E+06	3.6790E+06	2.8869E-02	3.2021E-02	1.3827E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	4.5091E-02	4.9859E-02	2.1634E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	7.0536E-02	7.7415E-02	3.6765E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	7.4920E-02	8.1797E-02	3.8436E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	9.2917E-02	1.0061E-01	5.0364E-02
12	1.3530E+06	1.0540E+06	9.5948E-02	1.0399E-01	5.2731E-02
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.0282E-01	1.1111E-01	5.8868E-02
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.6421E-01	1.7740E-01	1.0647E-01
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.1296E-01	2.2338E-01	1.5600E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	1.4324E-01	1.4923E-01	1.0508E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.0174E-01	2.1012E-01	1.5664E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.0627E-01	2.1233E-01	1.6887E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.0906E-01	2.1378E-01	1.7770E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.1266E-01	2.1416E-01	1.8870E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.4972E-01	2.4946E-01	2.3379E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.0939E-01	2.0719E-01	2.0572E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.1497E-01	2.1166E-01	2.2194E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.7732E-01	1.7282E-01	1.9139E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.8495E-01	1.7836E-01	2.0826E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.5025E-01	1.4284E-01	1.7627E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.5202E-01	1.4347E-01	1.8378E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.3551E-01	1.2805E-01	1.7184E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	8.2197E-02	7.7049E-02	1.0788E-01
30	1.5030E+04	1.1710E+04	9.5828E-02	8.9117E-02	1.2880E-01
31	1.1710E+04	9.1190E+03	9.3275E-02	8.5793E-02	1.2935E-01
32	9.1190E+03	7.1020E+03	5.9623E-02	5.4317E-02	8.5793E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	5.8158E-02	5.2660E-02	8.6067E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	4.5713E-02	4.1379E-02	7.0295E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	2.9474E-02	2.6707E-02	4.6922E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	7.5777E-03	6.8644E-03	1.2380E-02
37	2.6130E+03	2.0350E+03	2.3212E-02	2.1052E-02	3.8703E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	3.6226E-02	3.2291E-02	6.3908E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	3.2827E-02	2.8518E-02	6.4688E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	2.4819E-02	2.0968E-02	5.2500E-02

表3-9 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (130万kWe級酸化物燃料炉心)
(単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

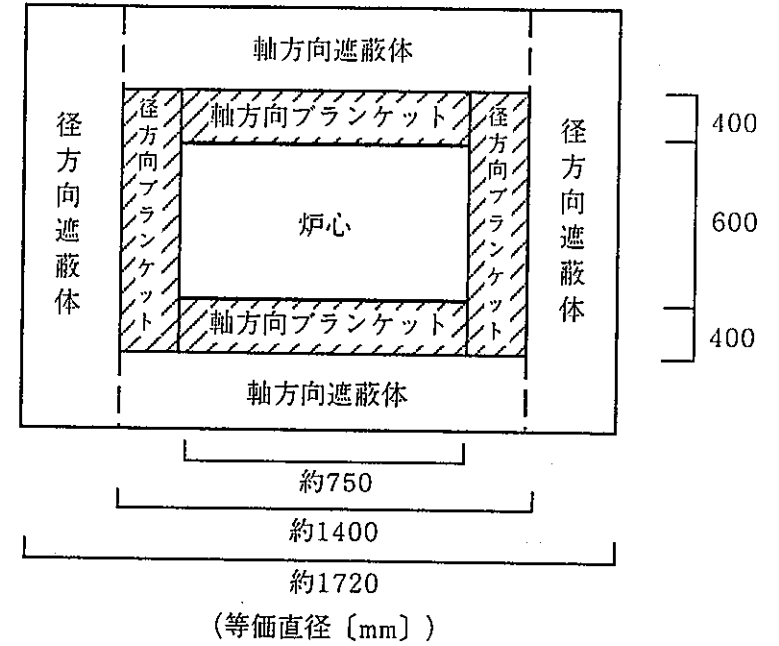
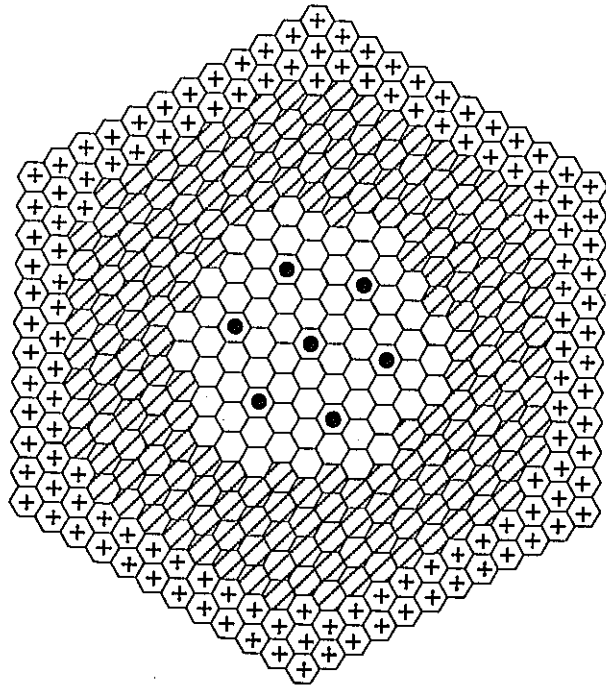
energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心	軸方向 ブランケット
41	9.6110E+02	7.4850E+02	1.7960E-02	1.4951E-02	4.3338E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	1.2556E-02	1.0455E-02	3.4334E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	7.5517E-03	6.2648E-03	2.6485E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	3.9463E-03	3.3853E-03	1.6505E-02
45	3.5360E+02	2.7540E+02	2.7014E-03	2.3487E-03	1.4367E-02
46	2.7540E+02	2.1450E+02	1.5865E-03	1.4799E-03	1.1678E-02
47	2.1450E+02	1.6700E+02	8.6268E-04	9.0743E-04	8.4681E-03
48	1.6700E+02	1.3010E+02	4.3521E-04	5.5767E-04	6.0134E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	1.8222E-04	3.1118E-04	3.7752E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	9.4445E-05	2.4687E-04	3.0552E-03
51	7.8890E+01	6.1440E+01	3.1566E-05	1.3925E-04	1.8520E-03
52	6.1440E+01	4.7850E+01	1.4304E-05	1.2557E-04	1.5375E-03
53	4.7850E+01	3.7270E+01	4.0394E-06	6.4695E-05	8.2093E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	1.8512E-06	5.5456E-05	3.1828E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	1.6309E-06	7.9057E-05	3.6699E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	3.1146E-07	2.7746E-05	1.2518E-04
57	1.7600E+01	1.3710E+01	1.0924E-07	2.0863E-05	1.4576E-04
58	1.3710E+01	1.0680E+01	1.0068E-07	2.5710E-05	1.3714E-04
59	1.0680E+01	8.3150E+00	1.1760E-07	2.5175E-05	1.1292E-04
60	8.3150E+00	6.4760E+00	3.0178E-08	6.9746E-06	4.1306E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	1.6940E-08	5.3039E-06	2.1181E-05
62	5.0430E+00	3.9280E+00	3.5445E-08	1.0670E-05	3.8155E-05
63	3.9280E+00	3.0590E+00	7.4368E-08	1.7422E-05	4.6401E-05
64	3.0590E+00	2.3820E+00	3.2857E-08	6.1132E-06	4.8030E-05
65	2.3820E+00	1.8550E+00	6.2320E-08	8.8703E-06	4.5212E-05
66	1.8550E+00	1.4450E+00	1.4138E-06	7.4713E-06	3.9606E-05
67	1.4450E+00	1.1250E+00	8.1213E-07	1.9542E-06	2.5691E-05
68	1.1250E+00	8.7640E-01	2.8138E-08	2.8601E-08	5.1808E-06
69	8.7640E-01	6.8260E-01	3.9760E-07	6.3315E-07	5.4006E-06
70	6.8260E-01	5.3160E-01	3.8815E-07	6.7224E-07	4.2223E-06
71	5.3160E-01	4.1400E-01	6.7005E-08	2.2793E-07	2.2567E-06
72	4.1400E-01	3.2240E-01	6.8753E-09	2.7464E-08	4.9192E-07
73	3.2240E-01	1.0000E-05	1.9871E-10	3.6577E-10	4.7815E-09

表3-10 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (Puバーナー炉心)
 (単位: normalized neutron flux per lethargy) (1/2)

energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心
1	2.0000E+07	1.6487E+07	3.6229E-06	3.9435E-06
2	1.6487E+07	1.2840E+07	4.7077E-05	5.1242E-05
3	1.2840E+07	1.0000E+07	4.1559E-04	4.5236E-04
4	1.0000E+07	7.7880E+06	2.5447E-03	2.7699E-03
5	7.7880E+06	6.0650E+06	8.4862E-03	9.2287E-03
6	6.0650E+06	4.7240E+06	1.9759E-02	2.1468E-02
7	4.7240E+06	3.6790E+06	3.3153E-02	3.6080E-02
8	3.6790E+06	2.8650E+06	5.2568E-02	5.7015E-02
9	2.8650E+06	2.2310E+06	7.8846E-02	8.5107E-02
10	2.2310E+06	1.7380E+06	8.9578E-02	9.6088E-02
11	1.7380E+06	1.3530E+06	1.1057E-01	1.1764E-01
12	1.3530E+06	1.0540E+06	1.1100E-01	1.1814E-01
13	1.0540E+06	8.2080E+05	1.1283E-01	1.1986E-01
14	8.2080E+05	6.3930E+05	1.5233E-01	1.6228E-01
15	6.3930E+05	4.9790E+05	2.2121E-01	2.3014E-01
16	4.9790E+05	3.8770E+05	1.5997E-01	1.6504E-01
17	3.8770E+05	3.0200E+05	2.1460E-01	2.2137E-01
18	3.0200E+05	2.3520E+05	2.0543E-01	2.0983E-01
19	2.3520E+05	1.8320E+05	2.0401E-01	2.0734E-01
20	1.8320E+05	1.4260E+05	2.1578E-01	2.1636E-01
21	1.4260E+05	1.1110E+05	2.4805E-01	2.4703E-01
22	1.1110E+05	8.6520E+04	2.0341E-01	2.0087E-01
23	8.6520E+04	6.7380E+04	2.0489E-01	2.0171E-01
24	6.7380E+04	5.2470E+04	1.5539E-01	1.5167E-01
25	5.2470E+04	4.0870E+04	1.7041E-01	1.6502E-01
26	4.0870E+04	3.1830E+04	1.3972E-01	1.3364E-01
27	3.1830E+04	2.4790E+04	1.3847E-01	1.3165E-01
28	2.4790E+04	1.9300E+04	1.2452E-01	1.1886E-01
29	1.9300E+04	1.5030E+04	7.7759E-02	7.3733E-02
30	1.5030E+04	1.1710E+04	8.8631E-02	8.3504E-02
31	1.1710E+04	9.1190E+03	8.4653E-02	7.9039E-02
32	9.1190E+03	7.1020E+03	5.4746E-02	5.0699E-02
33	7.1020E+03	5.5310E+03	5.1558E-02	4.7529E-02
34	5.5310E+03	4.3070E+03	3.7999E-02	3.5061E-02
35	4.3070E+03	3.3550E+03	2.1256E-02	1.9644E-02
36	3.3550E+03	2.6130E+03	4.3641E-03	4.0331E-03
37	2.6130E+03	2.0350E+03	1.6660E-02	1.5433E-02
38	2.0350E+03	1.5850E+03	3.6466E-02	3.3452E-02
39	1.5850E+03	1.2340E+03	3.8987E-02	3.5152E-02
40	1.2340E+03	9.6110E+02	3.1677E-02	2.7873E-02

表3-10 縮約に用いた中性子スペクトルデータ (Puバーナー炉心)
 (単位: normalized neutron flux per lethargy) (2/2)

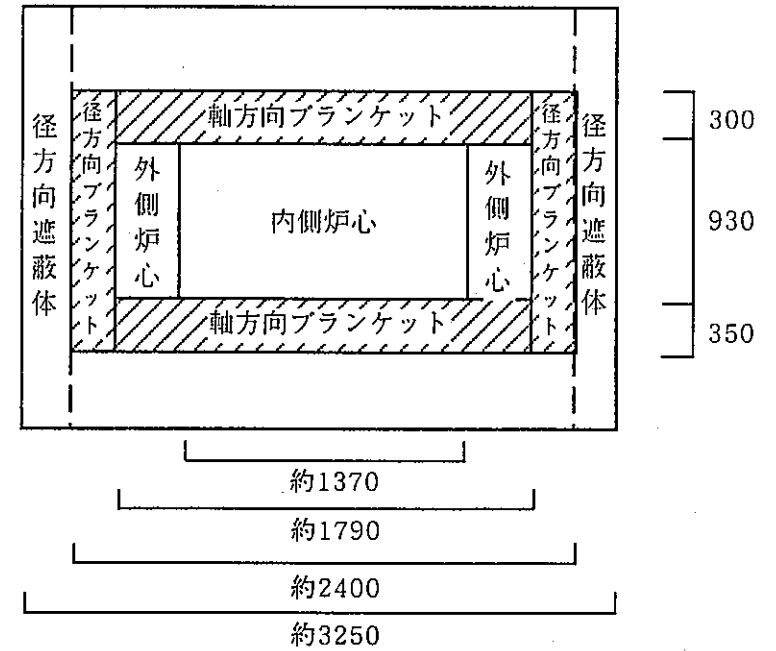
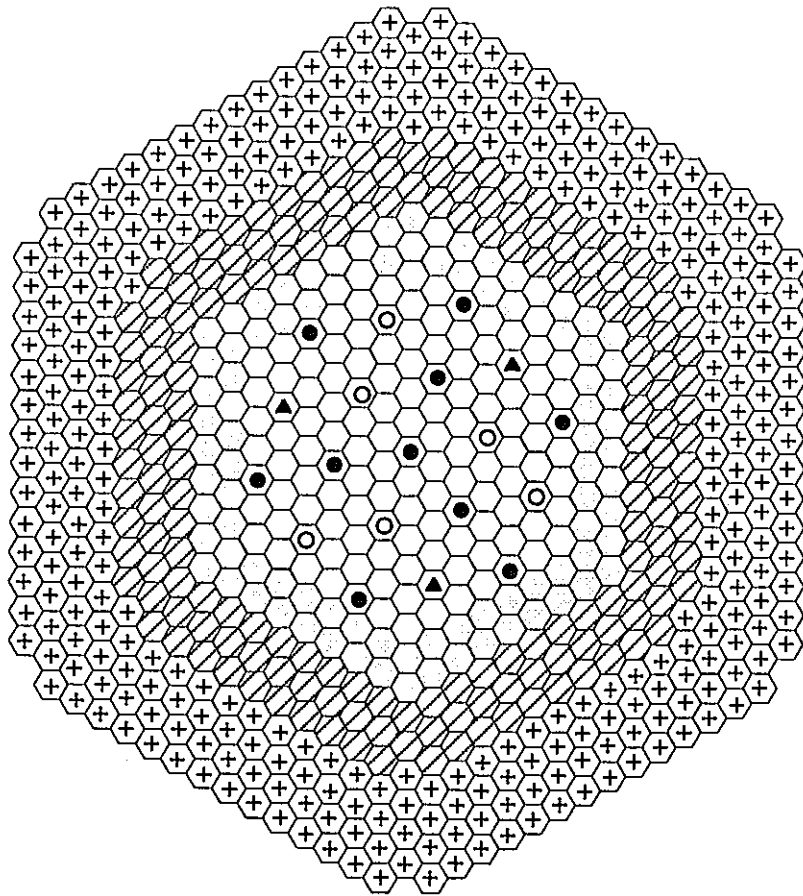
energy group	upper energy (ev)	lower energy (ev)	内側炉心	外側炉心
41	9.6110E+02	7.4850E+02	2.4474E-02	2.1252E-02
42	7.4850E+02	5.8290E+02	1.8522E-02	1.6023E-02
43	5.8290E+02	4.5400E+02	1.1933E-02	1.0189E-02
44	4.5400E+02	3.5360E+02	6.8093E-03	5.9210E-03
45	3.5360E+02	2.7540E+02	4.8005E-03	4.1550E-03
46	2.7540E+02	2.1450E+02	3.4274E-03	3.0333E-03
47	2.1450E+02	1.6700E+02	2.3748E-03	2.1730E-03
48	1.6700E+02	1.3010E+02	1.5881E-03	1.5224E-03
49	1.3010E+02	1.0130E+02	1.0133E-03	1.0233E-03
50	1.0130E+02	7.8890E+01	8.1957E-04	8.6157E-04
51	7.8890E+01	6.1440E+01	4.7496E-04	5.2352E-04
52	6.1440E+01	4.7850E+01	3.8624E-04	4.4200E-04
53	4.7850E+01	3.7270E+01	1.7365E-04	2.2419E-04
54	3.7270E+01	2.9020E+01	1.3743E-04	1.9566E-04
55	2.9020E+01	2.2600E+01	1.6364E-04	2.3682E-04
56	2.2600E+01	1.7600E+01	5.9341E-05	9.1383E-05
57	1.7600E+01	1.3710E+01	4.0393E-05	6.7406E-05
58	1.3710E+01	1.0680E+01	3.9280E-05	6.6912E-05
59	1.0680E+01	8.3150E+00	3.7369E-05	6.6884E-05
60	8.3150E+00	6.4760E+00	1.0863E-05	2.0044E-05
61	6.4760E+00	5.0430E+00	9.7058E-06	2.0861E-05
62	5.0430E+00	3.9280E+00	1.4492E-05	2.9889E-05
63	3.9280E+00	3.0590E+00	2.0815E-05	4.4220E-05
64	3.0590E+00	2.3820E+00	7.6968E-06	1.6135E-05
65	2.3820E+00	1.8550E+00	9.7063E-06	2.1409E-05
66	1.8550E+00	1.4450E+00	7.3254E-06	1.5449E-05
67	1.4450E+00	1.1250E+00	1.7603E-06	3.4010E-06
68	1.1250E+00	8.7640E-01	2.2332E-08	2.5734E-08
69	8.7640E-01	6.8260E-01	5.7837E-07	9.7219E-07
70	6.8260E-01	5.3160E-01	5.5937E-07	9.9116E-07
71	5.3160E-01	4.1400E-01	1.8957E-07	4.0477E-07
72	4.1400E-01	3.2240E-01	2.1508E-08	4.5100E-08
73	3.2240E-01	1.0000E-05	3.8117E-10	6.5214E-10



○	炉心	70体
⊗	ブランケット	189体
⊕	SUS遮蔽体	132体
●	制御棒	6体

合計 397体

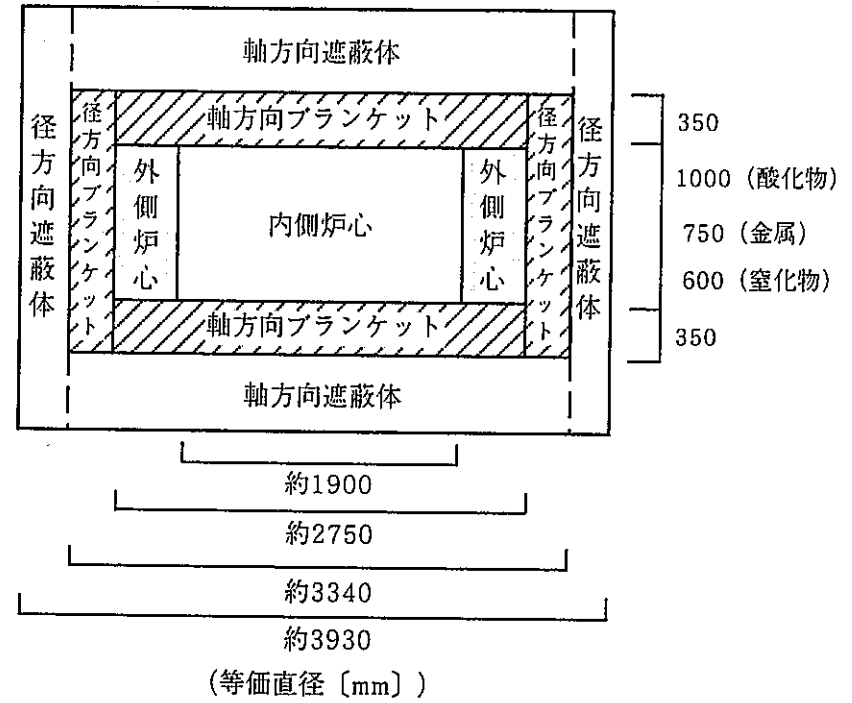
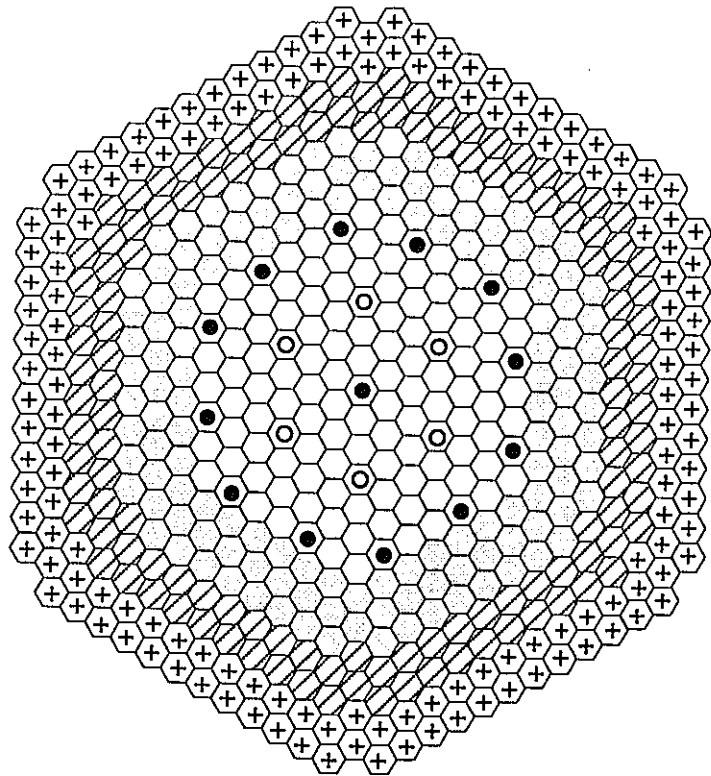
図3-1 常陽MK-I炉心構成図



○	内側炉心	108体
○	外側炉心	90体
▨	ブランケット	174体
+	中性子遮蔽体	324体
▲	微調整棒	3体
●	粗調整棒	10体
◎	後備炉停止系制御棒	6体

合計 715体

図3-2 もんじゅ炉心構成図

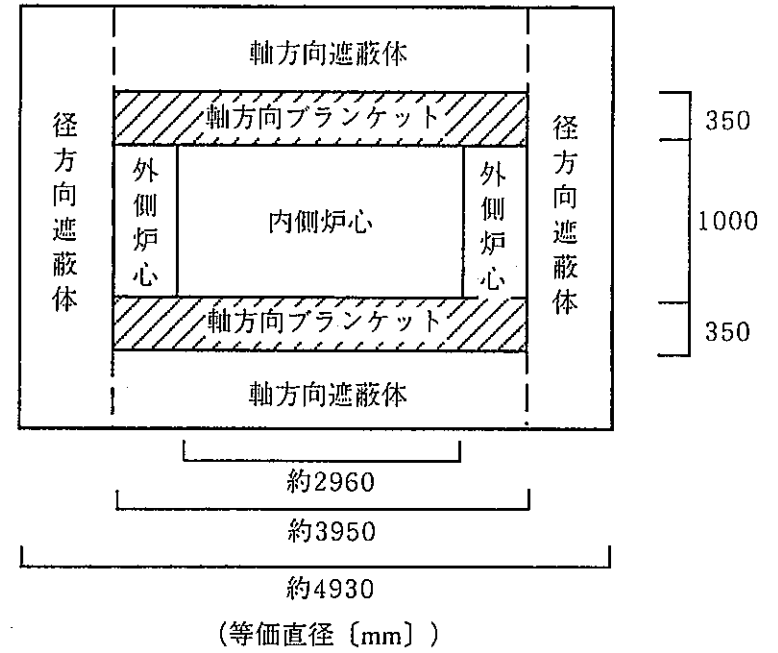
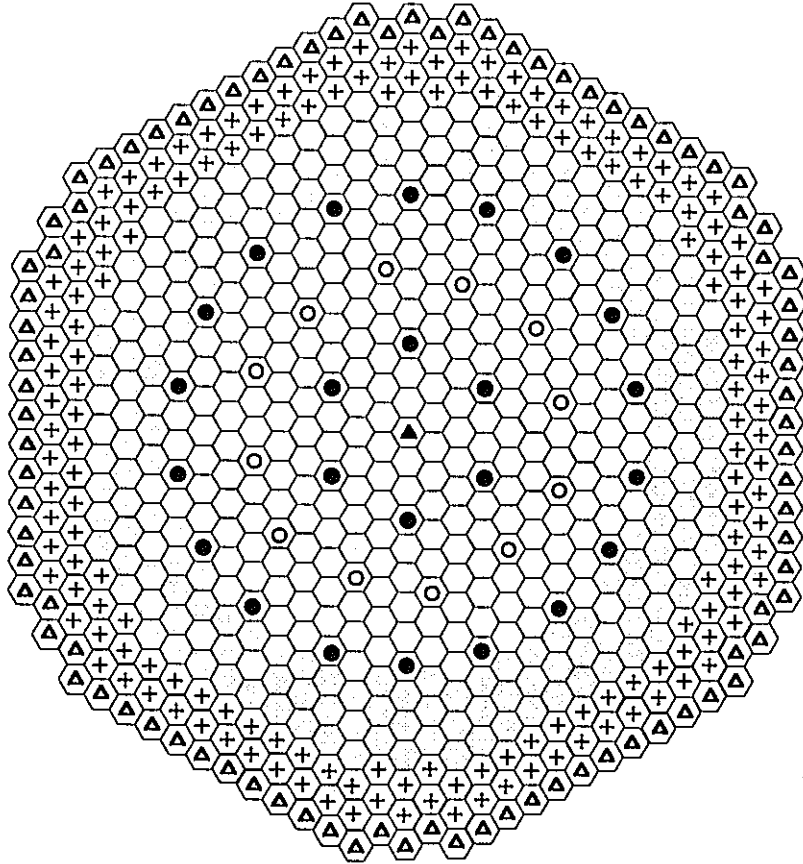


○	内側炉心	108体
⊕	外側炉心	138体
▨	ブランケット	126体
⊕	SUS遮蔽体	150体
●	主炉停止系制御棒	13体
⊙	後備炉停止系制御棒	6体

合計 541体

図3-3 60万kW級炉心構成図

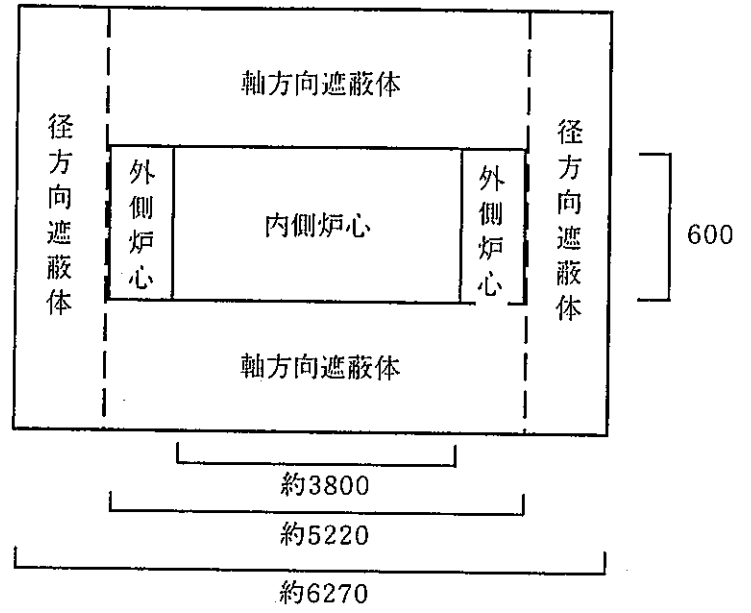
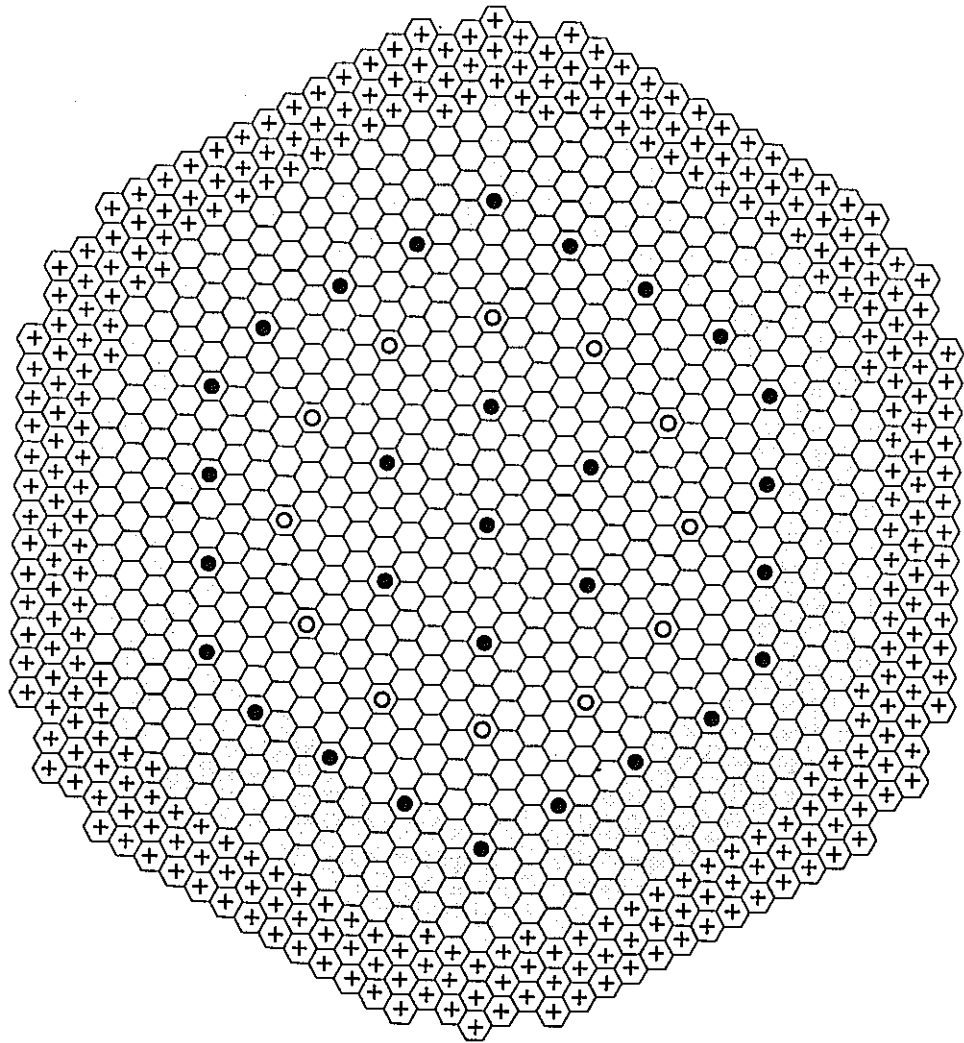
(酸化物燃料 (軽水炉取り出しPu及び高速炉リサイクルPu)、金属燃料、窒化物燃料)



○	内側炉心	216体
⊕	外側炉心	198体
+	SUS遮蔽体	162体
△	B ₄ C遮蔽体	90体
▲	B ₄ C固定吸収体	1体
●	主炉停止系制御棒	24体
⊙	後備炉停止系制御棒	12体

合計 703体

図3-4 130万kWe級炉心構成図



(等価直径 [mm])

○	内側炉心	324体
⊕	外側炉心	326体
+	SUS遮蔽体	306体
●	主炉停止系制御棒	29体
○	後備炉停止系制御棒	12体

合計 997体

図3-5 Puバーナー炉心構成図

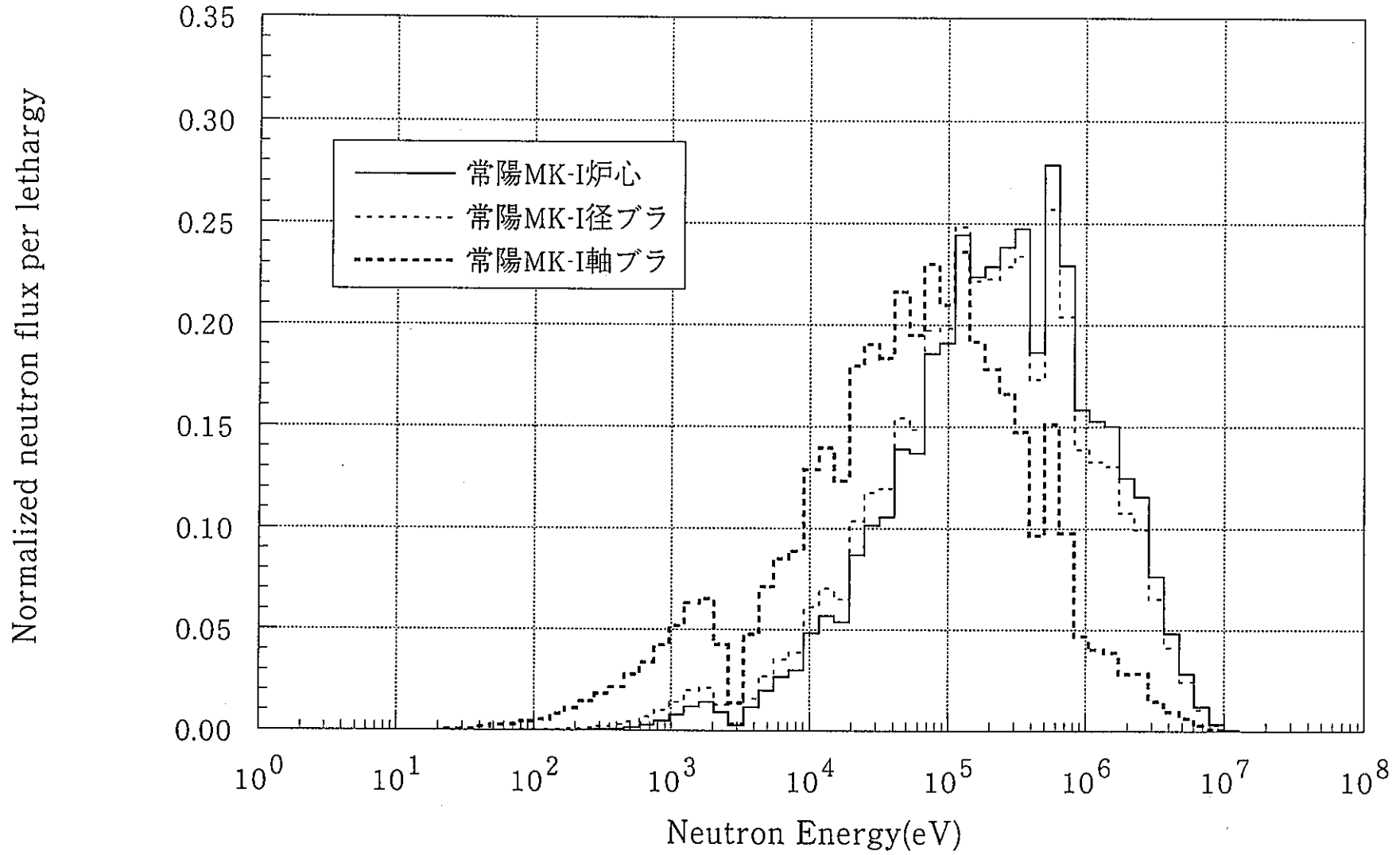


図3-6 炉心領域毎のスペクトル比較図
(常陽MK-I)

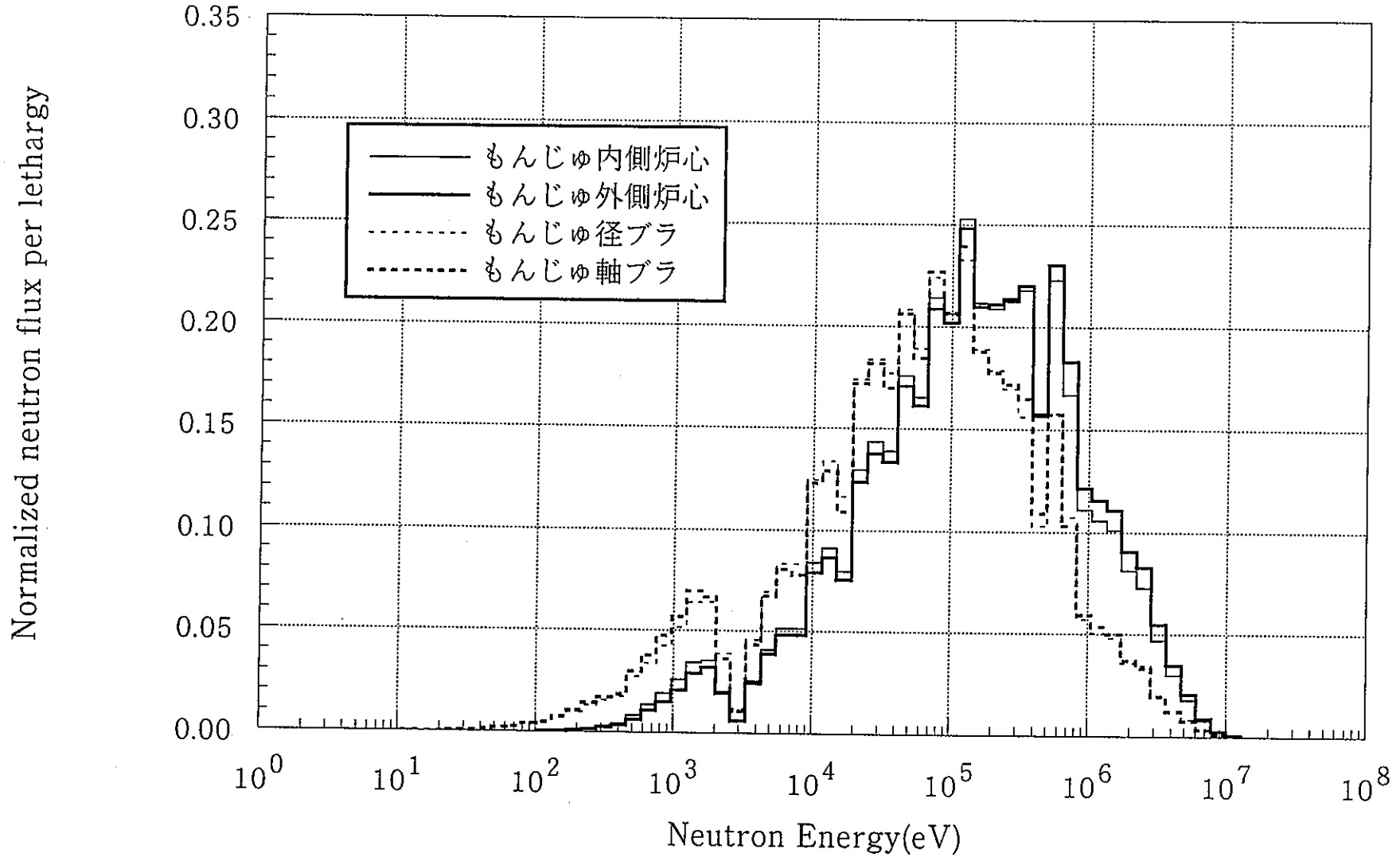


図3-7 炉心領域毎のスペクトル比較図
(もんじゅ)

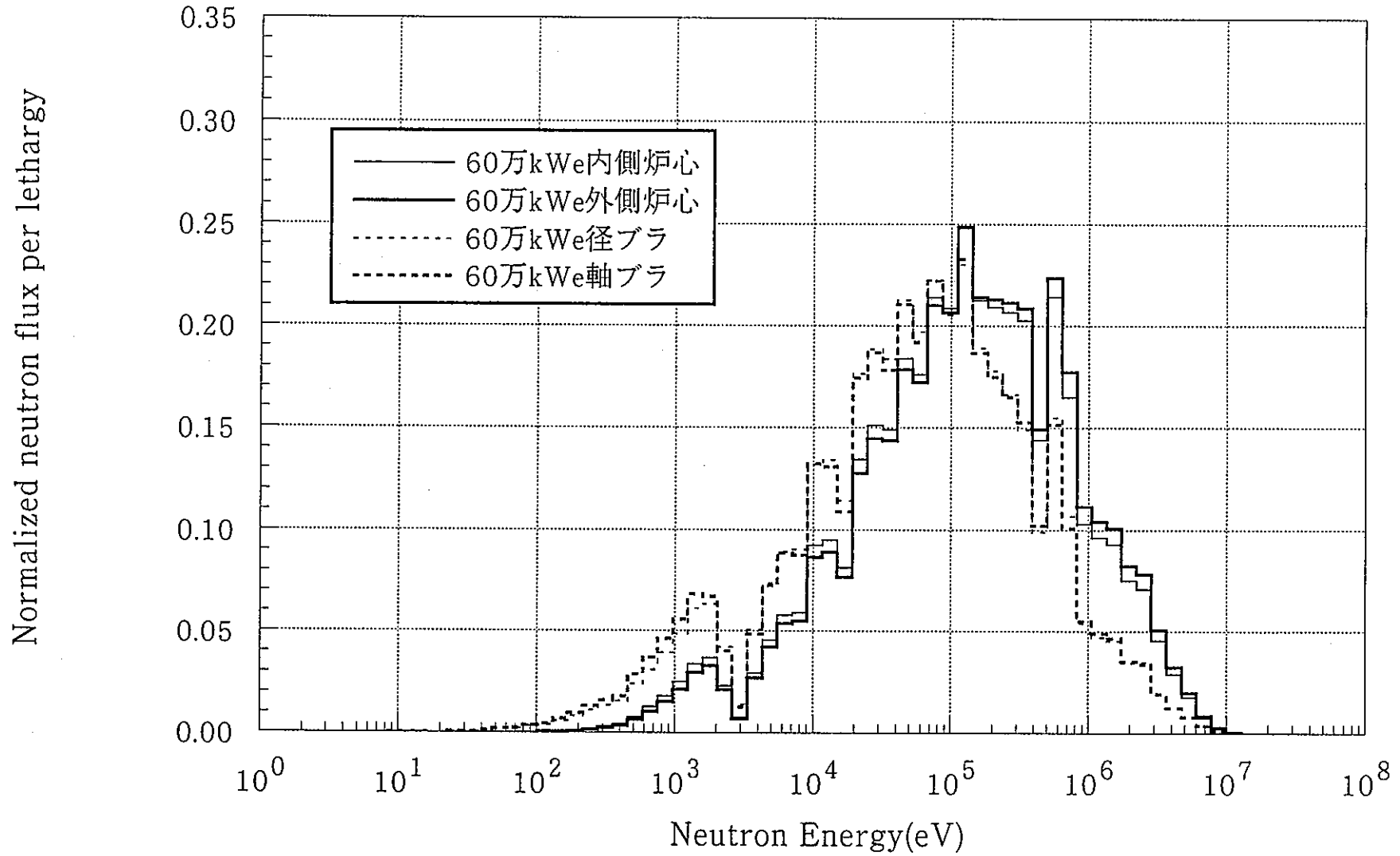


図3-8 炉心領域毎のスペクトル比較図
(60万kWe級酸化物燃料炉心)

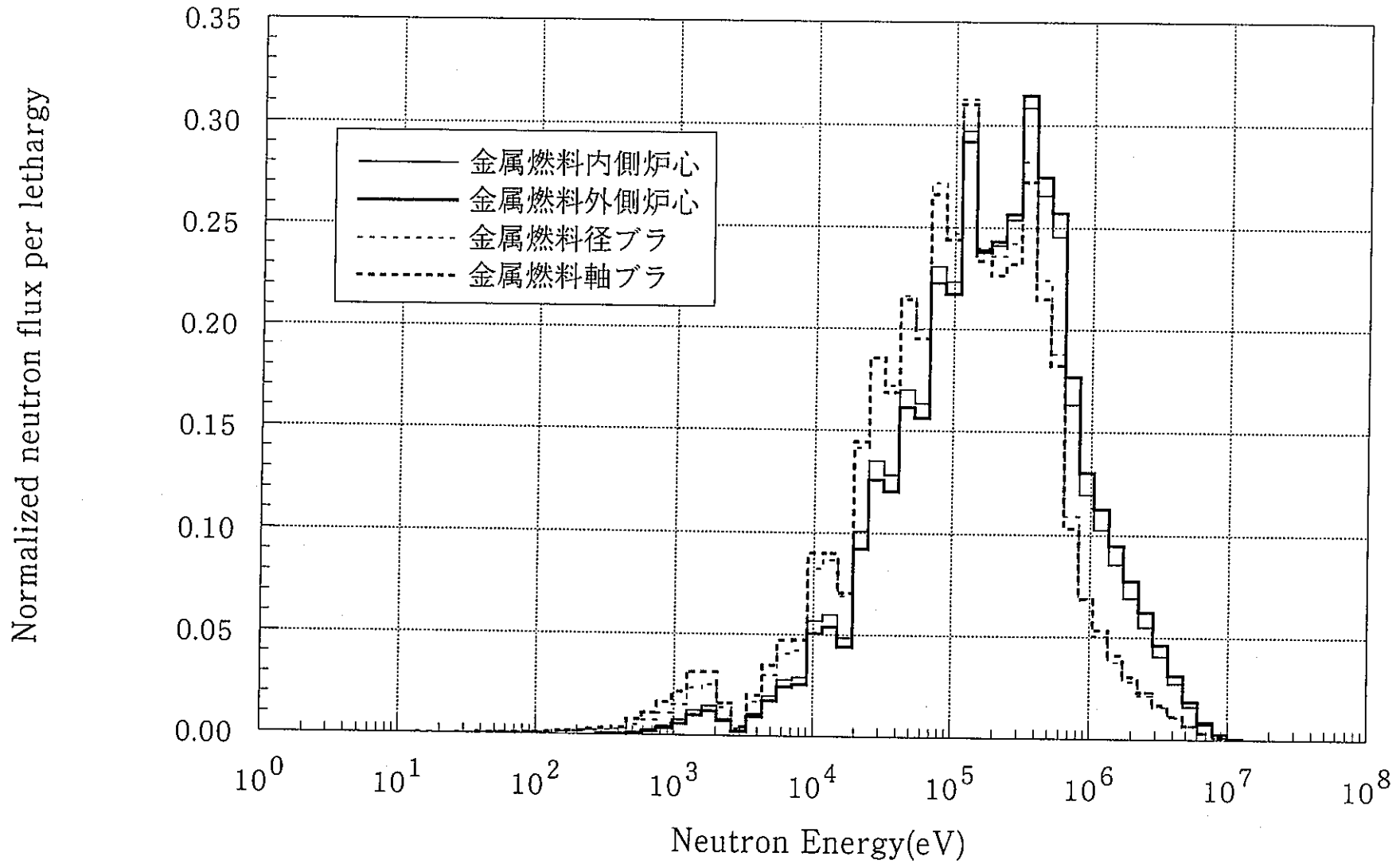


図3-9 炉心領域毎のスペクトル比較図
(60万kWe級金属燃料炉心)

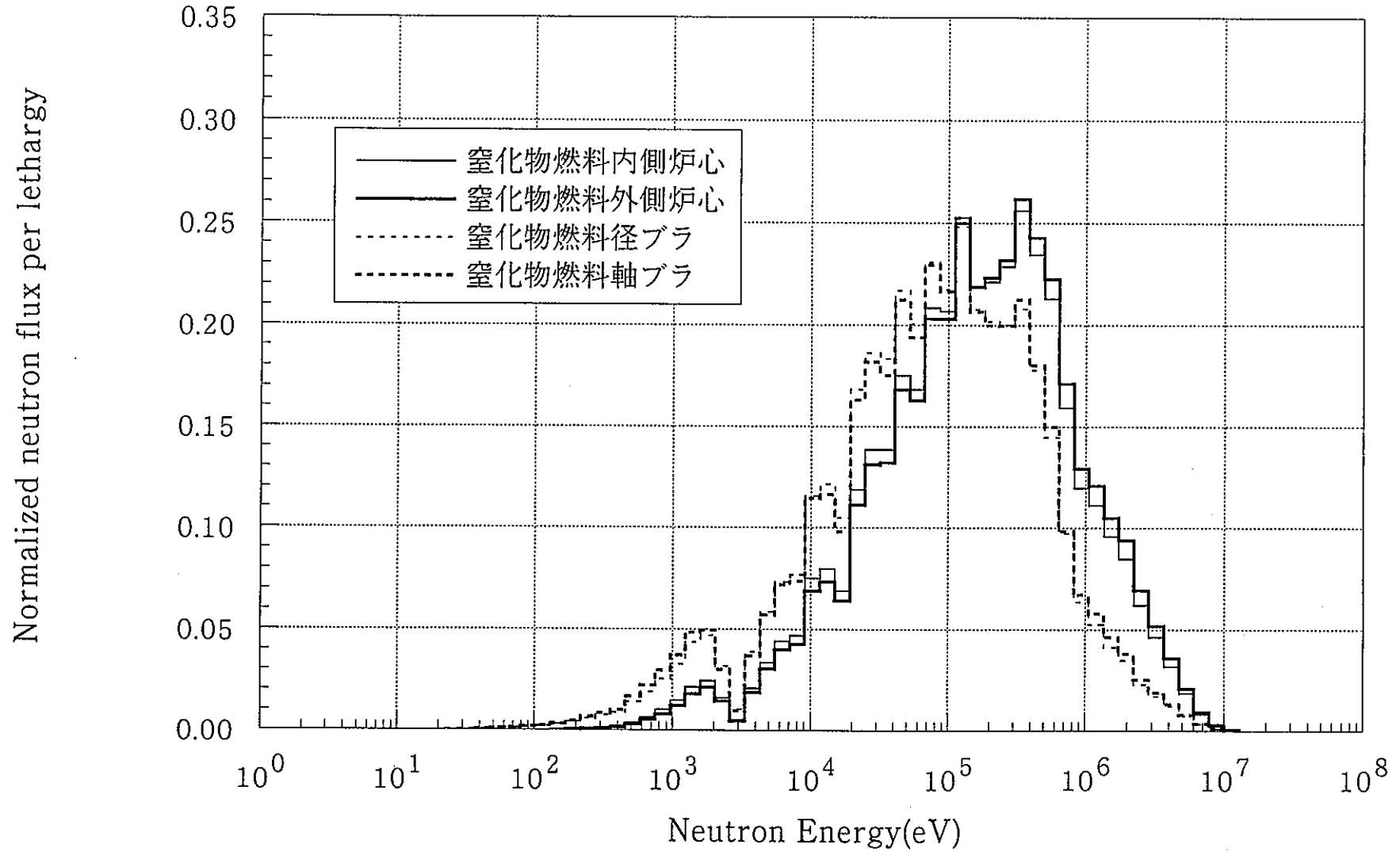


図3-10 炉心領域毎のスペクトル比較図
(60万kWe級窒化物燃料炉心)

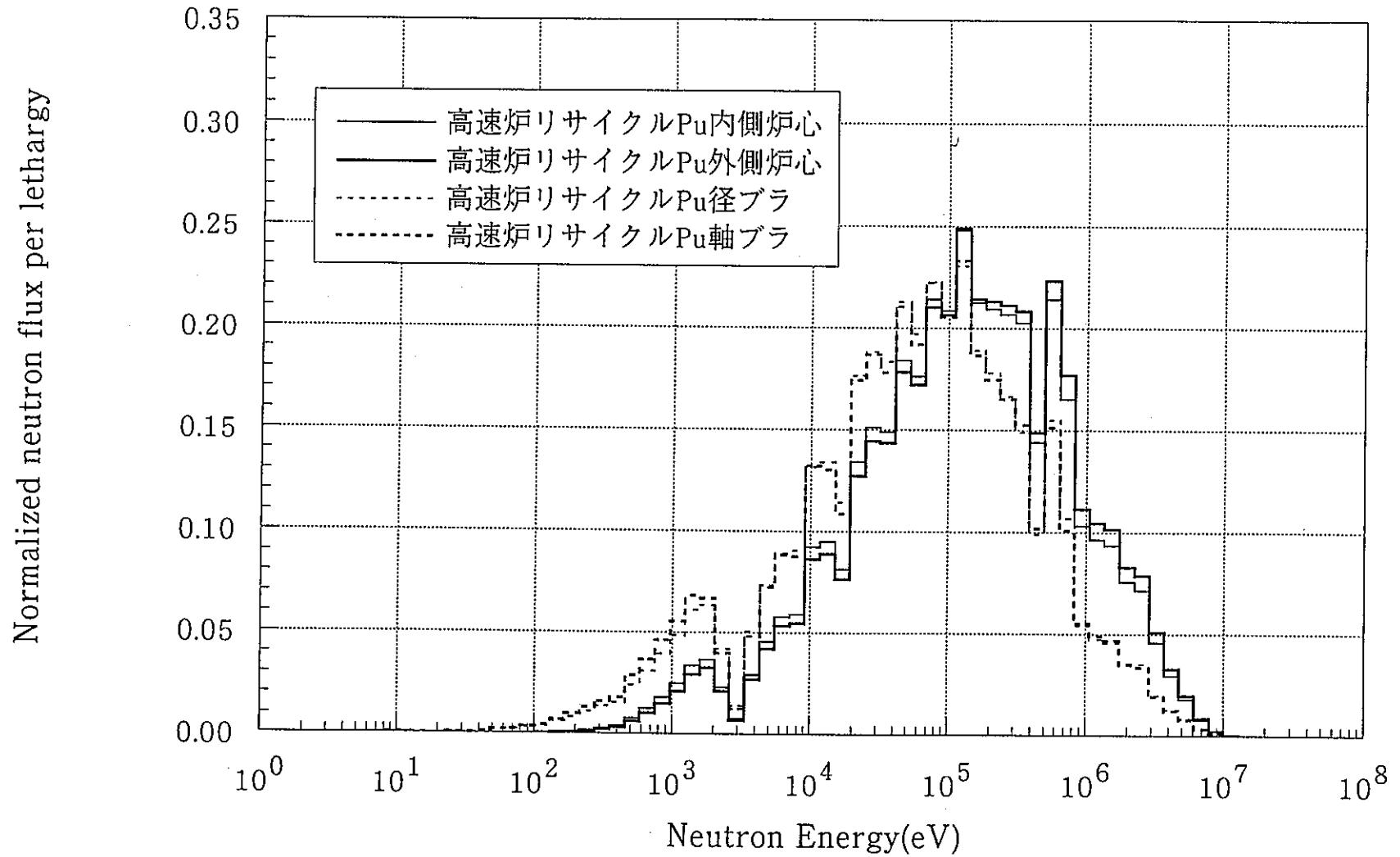


図3-11 炉心領域毎のスペクトル比較図
 (60万kWe級酸化物燃料 (高速炉リサイクルPu) 炉心)

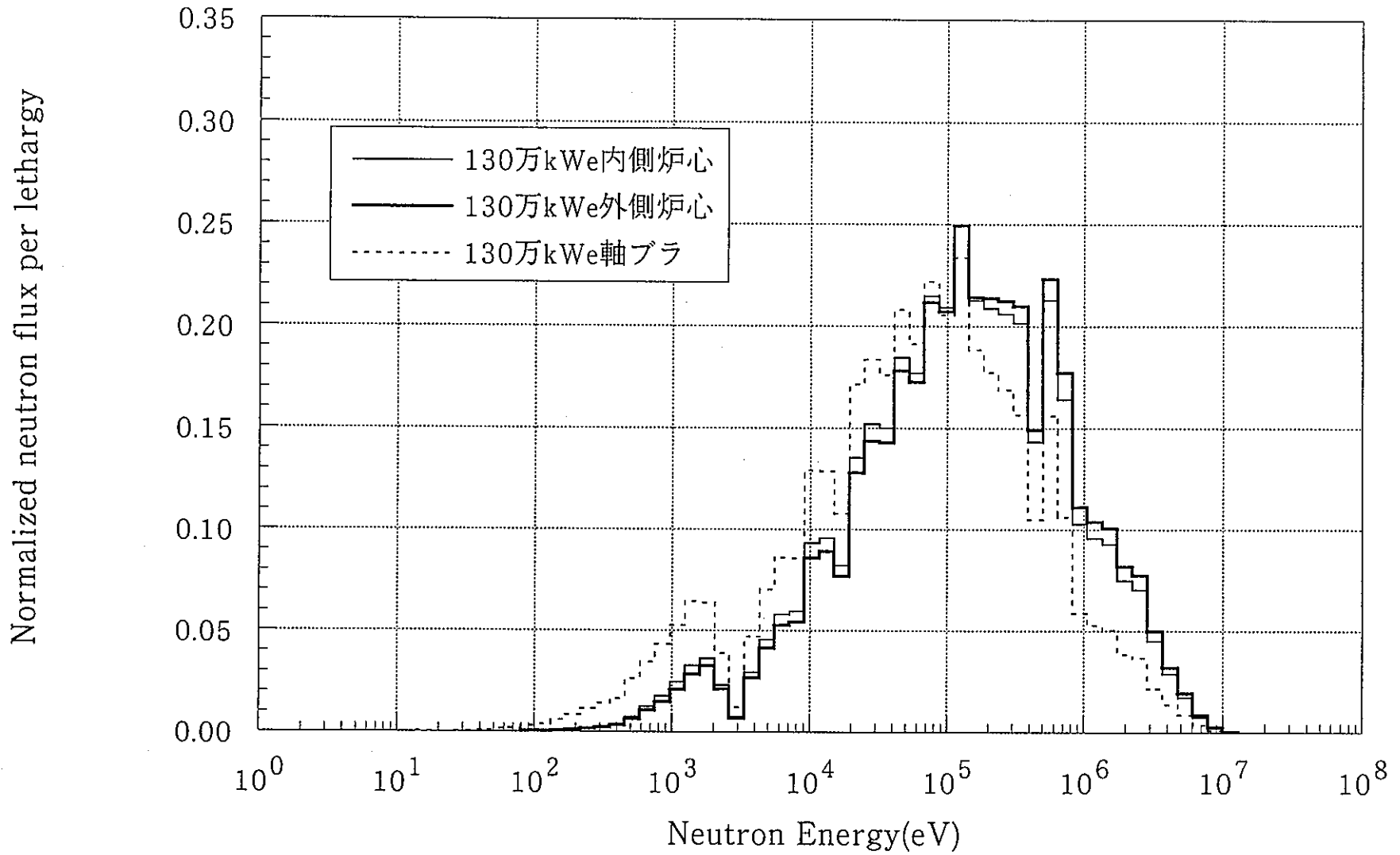


図3-12 炉心領域毎のスペクトル比較図
(130万kWe級酸化物燃料炉心)

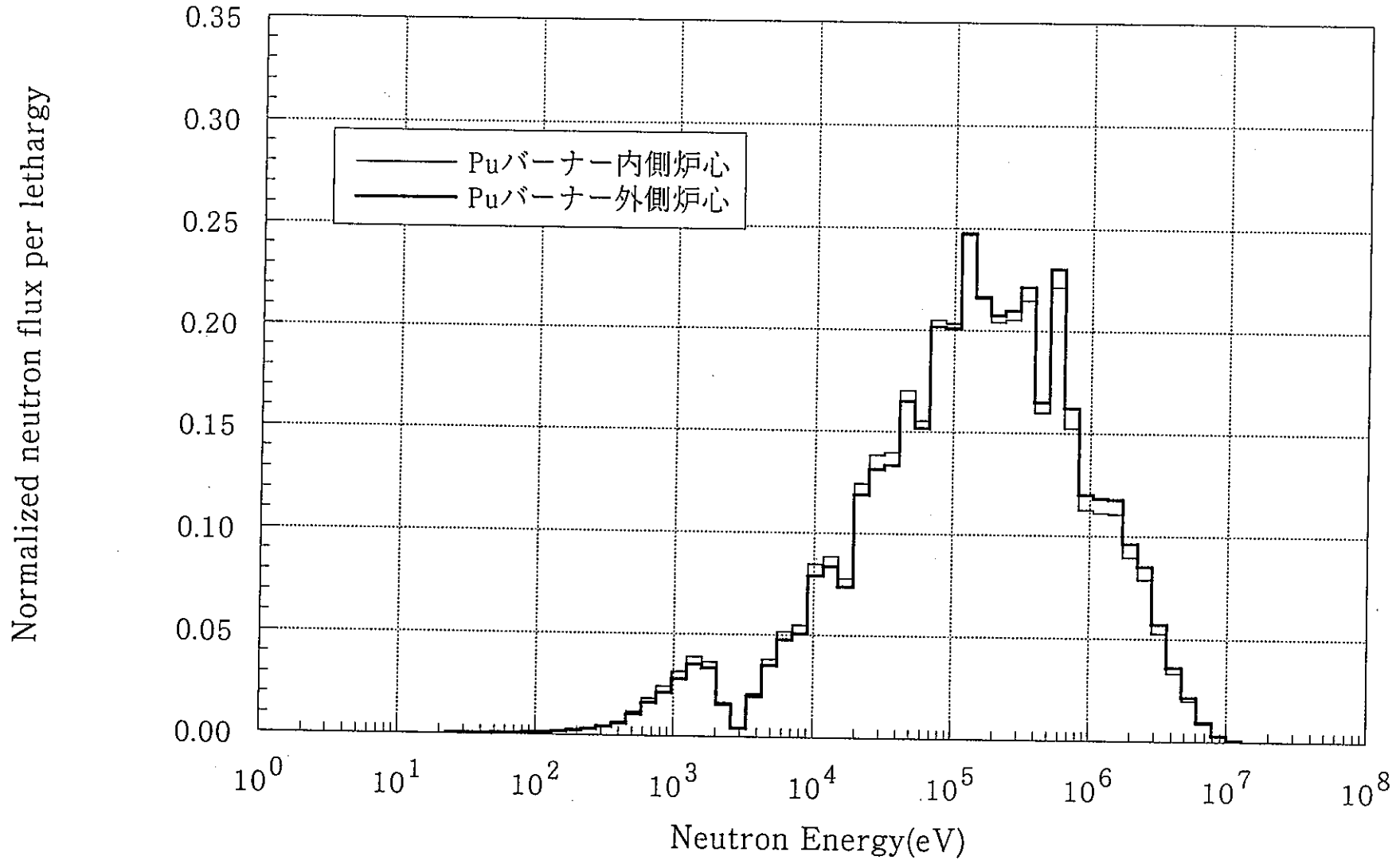


図3-13 炉心領域毎のスペクトル比較図
(Puバーナー炉心)

第4章 新ライブラリーと旧ライブラリーの比較

4.1 概要

今回作成した新ライブラリーと旧ライブラリーの差を見るために、以下のような2ケースの比較計算を行った。

4.2 燃焼計算条件

(1)炉心規模を変えた時の比較：

MOX燃料炉心で規模を変えた場合を想定し、常陽MK-I、もんじゅ、60万kWe級、130万kWe級、Puバーナーの各炉心において作成した新ライブラリー（詳細は第3章参照）と旧ライブラリーの計算結果を比較した。

(2)燃料を変えた時の比較：

60万kWe級炉心で、燃料を酸化物（Pu組成：軽水炉取出、高速炉リサイクル）、金属、窒化物に変えて作成した新ライブラリー（詳細は第3章参照）と旧ライブラリーの計算結果を比較した。

・燃焼計算条件；燃焼条件（ORIGEN2のinput data）は全て同じもので計算した。

燃焼期間：1223日（365日×3cycle+定検64日×2回）

比出力：72.2MW/t（炉心部分のみ）

平均燃焼度：8.6万MWD/t

内側/外側炉心平均Pu富化度：19w/o

Pu同位体組成比：Pu-238/Pu-239/Pu-240/Pu-241/Pu-242=3/53/25/12/7

使用ライブラリーの炉心領域：常陽MK-I以外全て内側炉心

4.3 燃焼計算結果の比較及び考察

上記条件での燃焼計算の結果を表4-1および表4-2に示す。ここでは、ライブラリーを変えた時の主要核種の変化量（燃焼量または生成量）について議論する。ここでいう、変化量とは以下の式の通りである。

$$\text{変化量 (g/t-HM)} = \text{燃焼後取出重量 (g/t-HM)} - \text{燃焼前初装荷重量 (g/t-HM)}$$

つまり、変化量が負ということは燃焼したことを意味し、正ということは生成したことを意味する。

(1)炉心規模を変えた時の比較

図4-1に炉心規模を変えた場合の主要核種の変化量の比較を示す。表4-1および図4-1

より、Pu-239, Pu-240, Pu-242, Np-237, Cm-244の变化量に非常に顕著な差が見られる。以下に变化量の差の原因について考察を述べる。

Pu-240の变化量についてみると常陽MK-Iの場合は燃焼しているのに対して、他の炉心では生成している。そこで、Pu-240の消滅に関係のあるPu-240の(n,f)断面積とPu-240の生成に関係のあるPu-239の(n,γ)断面積について、ライブラリー間の比較を行った。表4-3および表4-4に主要核種の1群断面積の比較を示す。表4-3を見れば明らかなように、常陽MK-IのPu-240の(n,f)断面積は、旧ライブラリーと比較して約22.9%大きくなっているのに対して、他の炉心は約10%程度小さくなっている。また、生成に関係のあるPu-239の(n,γ)断面積は、常陽MK-Iの場合、旧ライブラリーと比較して34.2%小さくなっているのに対して、他の炉心では約15%程度大きくなっており、これらのことから燃焼量に顕著な差が生じたものと考えられる。ところで、旧ライブラリーは別として、他の新ライブラリーは全て同じJENDL-3.2ベースの73群定数から作成したわけであり、1群断面積の差は、すなわち、縮約スペクトルの差にほかならない。そこで、縮約に用いたスペクトルを比較してみる。図4-3に炉心規模別の縮約スペクトル比較図を示す。同図より明らかなように、常陽MK-Iのスペクトルは、他の炉心のスペクトルと比べて顕著に硬くなっていることがわかる。つまり、縮約スペクトルの差が、そのまま1群断面積の値へと反映されている。

このように、縮約スペクトルが変われば大きく1群断面積も変化するため、ある炉心のスペクトルで作成した新ライブラリーでは生成するはずの核種が、縮約スペクトルを変えて作成し直したライブラリーでは、燃焼するということも考えられる。よって、縮約スペクトルが大きく異なるような炉心を対象とした解析を行う場合は、ユーザーが各自、新ライブラリーを作成する方が良い。

(2)燃料を変えた時の比較

図4-2に燃料を代えた場合の主要核種の変化量の比較を示す。また、図4-4に炉心燃料別の縮約スペクトル比較図を示す。表4-2および図4-2より、Pu-239, Pu-240の変化量に非常に顕著な差が見られる。特にPu-240は、他のライブラリーでは生成しているのに対して金属燃料及び窒化物燃料の場合、燃焼していることがわかる。これは炉心規模を代えた時と同様、表4-4の主要核種の1群断面積の比較を見てみるとその原因がはっきりとする。Pu-240の生成に関係するPu-239の(n,γ)断面積は、他のライブラリーでは旧ライブラリーに比べ大きくなっているのに対して、金属燃料の場合、約28.5%、窒化物燃料の場合、約9.2%小さくなっていてPu-240の生成量が少なくなることがわかる。これら1群断面積の差は、炉心規模を代えた時と同じく縮約スペクトルの差にほかならない。図4-4を見ると確かに金属燃料のスペクトルは酸化物燃料のスペクトルと比べるとかなり硬くなっていることがわかる。このように、縮約スペクトルによって今回作成した新ライブラリーの1群断面積の値は大きく異なることがわかる。

4.4 結論

今回新たに作成した新ライブラリーを用いて同条件で燃焼計算を行った。その結果、

各核種の変化量（燃焼量・生成量）は旧ライブラリーと新ライブラリーの間だけでなく、新ライブラリー同士の間にも大きな差異が見られることがわかった。特に新ライブラリー同士の間に見られる差異の原因は、73群定数は全て同じものであることから、縮約スペクトルにあることがわかる。つまり、縮約スペクトルを変えれば1群断面積の値も変化し、その結果、燃焼計算の結果も大きく変わってしまう。よって、ユーザーは対象としている炉心のスペクトルを予め調査し、今回作成したライブラリーと大きく異なる場合は、各自新ライブラリーを作成することが望ましい。

表4-1 炉心規模を変えた場合の主要核種の変化量の比較 単位(g/t・HM)

核種名	使用ライブラリー	今回新たに作成したライブラリー					旧ライブラリー 125万kW級炉心*
		常陽MK-I	もんじゅ	60万kW級	130万kW級	Puバーナー	
U-235	燃焼開始時	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03
	燃焼終了時	1.431E+03	1.247E+03	1.229E+03	1.229E+03	1.245E+03	1.283E+03
	変化量	-9.990E+02	-1.183E+03	-1.201E+03	-1.201E+03	-1.185E+03	-1.147E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-12.9	3.1	4.7	4.7	3.3	
U-238	燃焼開始時	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05
	燃焼終了時	7.480E+05	7.358E+05	7.352E+05	7.350E+05	7.352E+05	7.377E+05
	変化量	-5.960E+04	-7.180E+04	-7.240E+04	-7.260E+04	-7.240E+04	-6.990E+04
	旧ライブラリーとの比較(%)	-14.7	2.7	3.6	3.9	3.6	
Pu-238	燃焼開始時	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03
	燃焼終了時	3.721E+03	3.641E+03	3.639E+03	3.641E+03	3.650E+03	3.613E+03
	変化量	-1.979E+03	-2.059E+03	-2.061E+03	-2.059E+03	-2.050E+03	-2.087E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-5.2	-1.3	-1.2	-1.3	-1.8	
Pu-239	燃焼開始時	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05
	燃焼終了時	9.198E+04	9.872E+04	9.882E+04	9.909E+04	9.860E+04	9.810E+04
	変化量	-8.720E+03	-1.980E+03	-1.880E+03	-1.610E+03	-2.100E+03	-2.600E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	235.4	-23.8	-27.7	-38.1	-19.2	
Pu-240	燃焼開始時	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04
	燃焼終了時	4.430E+04	4.904E+04	4.943E+04	4.943E+04	4.941E+04	4.843E+04
	変化量	-3.200E+03	1.540E+03	1.930E+03	1.930E+03	1.910E+03	9.300E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	-444.1	65.6	107.5	107.5	105.4	
Pu-241	燃焼開始時	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04
	燃焼終了時	1.315E+04	1.345E+04	1.346E+04	1.345E+04	1.370E+04	1.300E+04
	変化量	-9.650E+03	-9.350E+03	-9.340E+03	-9.350E+03	-9.100E+03	-9.800E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-1.5	-4.6	-4.7	-4.6	-7.1	
Pu-242	燃焼開始時	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04
	燃焼終了時	1.246E+04	1.294E+04	1.298E+04	1.298E+04	1.297E+04	1.288E+04
	変化量	-8.400E+02	-3.600E+02	-3.200E+02	-3.200E+02	-3.300E+02	-4.200E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	100.0	-14.3	-23.8	-23.8	-21.4	
Np-237	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	3.304E+02	2.099E+02	2.088E+02	2.074E+02	2.184E+02	3.246E+02
	変化量	3.304E+02	2.099E+02	2.088E+02	2.074E+02	2.184E+02	3.246E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	1.8	-35.3	-35.7	-36.1	-32.7	
Am-241	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	2.207E+03	2.065E+03	2.050E+03	2.050E+03	2.069E+03	2.069E+03
	変化量	2.207E+03	2.065E+03	2.050E+03	2.050E+03	2.069E+03	2.069E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	6.7	-0.2	-0.9	-0.9	0.0	
Am-243	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	9.505E+02	1.403E+03	1.450E+03	1.449E+03	1.432E+03	1.225E+03
	変化量	9.505E+02	1.403E+03	1.450E+03	1.449E+03	1.432E+03	1.225E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-22.4	14.5	18.4	18.3	16.9	
Cm-244	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	1.297E+02	2.910E+02	3.116E+02	3.112E+02	3.032E+02	1.530E+02
	変化量	1.297E+02	2.910E+02	3.116E+02	3.112E+02	3.032E+02	1.530E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	-15.2	90.2	103.7	103.4	98.2	

計算条件

- ・ 燃焼期間：1223日 (365日×3サイクル+定検64日×2回)
- ・ 比出力：72.2MW/t (炉心部分のみ)
- ・ 平均燃焼度：86,000MWD/t
- ・ 内側/外側炉心平均Pu富化度：19w/o
- ・ Pu同位体組成比：Pu-238/Pu-239/Pu-240/Pu-241/Pu-242=3/53/25/12/7
- ・ 使用ライブラリーの炉心領域：常陽MK-I以外全て内側炉心

* 燃焼度100GWD/t、軽水炉取り出しPu (NLIB=311,312,313)

表4-2 燃料を変えた場合の主要核種の変化量の比較 単位(g/t-HM)

核種名	使用ライブラリー	今回新たに作成したライブラリー				旧ライブラリー 125万kW _e 級炉心*
		酸化物燃料	金属燃料	窒化物燃料	Puリサイクル	
U-235	燃焼開始時	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03	2.430E+03
	燃焼終了時	1.229E+03	1.297E+03	1.278E+03	1.231E+03	1.283E+03
	変化量	-1.201E+03	-1.133E+03	-1.152E+03	-1.199E+03	-1.147E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	4.7	-1.2	0.4	4.5	
U-238	燃焼開始時	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05	8.076E+05
	燃焼終了時	7.352E+05	7.450E+05	7.407E+05	7.352E+05	7.377E+05
	変化量	-7.240E+04	-6.260E+04	-6.690E+04	-7.240E+04	-6.990E+04
	旧ライブラリーとの比較(%)	3.6	-10.4	-4.3	3.6	
Pu-238	燃焼開始時	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03	5.700E+03
	燃焼終了時	3.639E+03	3.632E+03	3.649E+03	3.642E+03	3.613E+03
	変化量	-2.061E+03	-2.068E+03	-2.051E+03	-2.058E+03	-2.087E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-1.2	-0.9	-1.7	-1.4	
Pu-239	燃焼開始時	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05	1.007E+05
	燃焼終了時	9.882E+04	9.350E+04	9.587E+04	9.896E+04	9.810E+04
	変化量	-1.880E+03	-7.200E+03	-4.830E+03	-1.740E+03	-2.600E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-27.7	176.9	85.8	-33.1	
Pu-240	燃焼開始時	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04	4.750E+04
	燃焼終了時	4.943E+04	4.617E+04	4.749E+04	4.940E+04	4.843E+04
	変化量	1.930E+03	-1.330E+03	-1.000E+01	1.900E+03	9.300E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	107.5	-243.0	-101.1	104.3	
Pu-241	燃焼開始時	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04	2.280E+04
	燃焼終了時	1.346E+04	1.276E+04	1.312E+04	1.345E+04	1.300E+04
	変化量	-9.340E+03	-1.004E+04	-9.680E+03	-9.350E+03	-9.800E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-4.7	2.4	-1.2	-4.6	
Pu-242	燃焼開始時	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04	1.330E+04
	燃焼終了時	1.298E+04	1.283E+04	1.285E+04	1.299E+04	1.288E+04
	変化量	-3.200E+02	-4.700E+02	-4.500E+02	-3.100E+02	-4.200E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	-23.8	11.9	7.1	-26.2	
Np-237	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	2.088E+02	2.316E+02	2.404E+02	2.101E+02	3.246E+02
	変化量	2.088E+02	2.316E+02	2.404E+02	2.101E+02	3.246E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	-35.7	-28.7	-25.9	-35.3	
Am-241	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	2.050E+03	2.108E+03	2.089E+03	2.051E+03	2.069E+03
	変化量	2.050E+03	2.108E+03	2.089E+03	2.051E+03	2.069E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	-0.9	1.9	1.0	-0.9	
Am-243	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	1.450E+03	1.164E+03	1.286E+03	1.435E+03	1.225E+03
	変化量	1.450E+03	1.164E+03	1.286E+03	1.435E+03	1.225E+03
	旧ライブラリーとの比較(%)	18.4	-5.0	5.0	17.1	
Cm-244	燃焼開始時	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	燃焼終了時	3.116E+02	2.009E+02	2.430E+02	3.072E+02	1.530E+02
	変化量	3.116E+02	2.009E+02	2.430E+02	3.072E+02	1.530E+02
	旧ライブラリーとの比較(%)	103.7	31.3	58.8	100.8	

計算条件

- ・ 燃焼期間：1223日（365日×3サイクル+定検64日×2回）
- ・ 比出力：72.2MW/t（炉心部分のみ）
- ・ 平均燃焼度：86,000MWD/t
- ・ 内側/外側炉心平均Pu富化度：19w/o
- ・ Pu同位体組成比：Pu-238/Pu-239/Pu-240/Pu-241/Pu-242=3/53/25/12/7
- ・ 使用ライブラリーの炉心領域：常陽MK-I以外全て内側炉心

* 燃焼度100GWD/t、軽水炉取り出しPu（NLIB=311,312,313）

表4-3 主要核種の(n, γ)、(n, f)1群断面積の比較一覧表 (炉心規模別)

		常陽MK-I		もんじゅ		60万kWe級酸化物		130万kWe級酸化物		Puバーナー炉心		旧ライブラリー*
		1群断面積 (h)	旧ライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (h)	旧ライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (h)	旧ライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (h)	旧ライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (h)	旧ライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (h)
U-235	(n, γ)	3.7690E-01	-28.9	5.4100E-01	2.0	5.5420E-01	4.5	5.5260E-01	4.2	5.7890E-01	9.2	5.3030E-01
	(n, f)	1.5770E+00	-15.4	1.9230E+00	3.1	1.9470E+00	4.4	1.9420E+00	4.1	2.0160E+00	8.1	1.8650E+00
U-238	(n, γ)	2.0390E-01	-27.0	2.9080E-01	4.1	2.9370E-01	5.1	2.9440E-01	5.4	3.0620E-01	9.6	2.7940E-01
	(n, f)	7.2630E-02	39.2	4.6370E-02	-11.1	4.4150E-02	-15.4	4.3890E-02	-15.9	5.0850E-02	-2.5	5.2160E-02
Np-237	(n, γ)	1.0860E+00	-24.0	1.6790E+00	17.5	1.7280E+00	20.9	1.7220E+00	20.5	1.8100E+00	26.7	1.4290E+00
	(n, f)	4.8820E-01	24.9	3.4780E-01	-11.0	3.2950E-01	-15.7	3.2800E-01	-16.1	3.6100E-01	-7.6	3.9090E-01
Pu-238	(n, γ)	4.3700E-01	-37.0	6.9050E-01	-0.4	7.0650E-01	1.9	7.0290E-01	1.4	7.5300E-01	8.6	6.9320E-01
	(n, f)	1.2380E+00	4.2	1.1380E+00	-4.2	1.1200E+00	-5.7	1.1170E+00	-6.0	1.1670E+00	-1.8	1.1880E+00
Pu-239	(n, γ)	3.0820E-01	-34.2	5.2410E-01	11.9	5.3950E-01	15.2	5.3600E-01	14.4	5.7820E-01	23.4	4.6850E-01
	(n, f)	1.6870E+00	-7.4	1.8160E+00	-0.3	1.8170E+00	-0.3	1.8120E+00	-0.5	1.8920E+00	3.8	1.8220E+00
Pu-240	(n, γ)	3.8500E-01	-20.6	5.9460E-01	22.7	6.1070E-01	26.0	6.0760E-01	25.4	6.5370E-01	34.9	4.8470E-01
	(n, f)	5.2090E-01	22.9	3.8790E-01	-8.5	3.7210E-01	-12.2	3.7060E-01	-12.6	4.0170E-01	-5.2	4.2390E-01
Pu-241	(n, γ)	3.4110E-01	-22.2	4.8520E-01	10.6	4.9560E-01	13.0	4.9370E-01	12.6	5.2040E-01	18.7	4.3860E-01
	(n, f)	2.1190E+00	-13.1	2.5560E+00	4.8	2.5880E+00	6.1	2.5810E+00	5.8	2.6760E+00	9.7	2.4390E+00
Pu-242	(n, γ)	3.1990E-01	-20.9	4.8900E-01	20.9	5.0400E-01	24.6	5.0240E-01	24.2	5.2580E-01	30.0	4.0460E-01
	(n, f)	3.9110E-01	27.5	2.7260E-01	-11.1	2.5820E-01	-15.8	2.5700E-01	-16.2	2.8490E-01	-7.1	3.0680E-01
Am-241	(n, γ)	9.4230E-01	-28.6	1.4300E+00	8.3	1.4680E+00	11.2	1.4630E+00	10.8	1.5390E+00	16.6	1.3200E+00
	(n, f)	4.1960E-01	21.6	2.8770E-01	-16.6	2.7240E-01	-21.0	2.7120E-01	-21.4	3.0580E-01	-11.4	3.4500E-01
Am-243	(n, γ)	5.2690E-02	4.8	7.9790E-02	58.7	8.2090E-02	63.3	8.1840E-02	62.8	8.5650E-02	70.4	5.0270E-02
	(n, f)	3.1120E-01	14.5	2.0980E-01	-22.8	1.9820E-01	-27.1	1.9730E-01	-27.4	2.2560E-01	-17.0	2.7180E-01
Cm-243	(n, γ)	2.6240E-01	15.0	3.8190E-01	67.4	3.9140E-01	71.6	3.9010E-01	71.0	4.0840E-01	79.0	2.2810E-01
	(n, f)	2.5210E+00	-3.1	3.0420E+00	17.0	3.0810E+00	18.5	3.0740E+00	18.2	3.1800E+00	22.3	2.6010E+00
Cm-244	(n, γ)	4.6990E-01	-40.8	7.0690E-01	-11.0	7.2350E-01	-8.9	7.2010E-01	-9.3	7.7410E-01	-2.5	7.9400E-01
	(n, f)	5.9350E-01	21.9	4.3630E-01	-10.4	4.1780E-01	-14.2	4.1600E-01	-14.6	4.5370E-01	-6.8	4.8700E-01

* 125万kWe級炉心、燃焼度100GWD/t、軽水炉取り出しPu (NLIB=311,312,313)

表4-4 主要核種の(n,γ)、(n,f)1群断面積の比較一覧表 (炉心燃料別)

		60万kWe級酸化物燃料炉心 (軽水炉取り出しPu)		60万kWe級金属燃料炉心		60万kWe級窒化物燃料炉心		60万kWe級酸化物燃料炉心 (高速炉リサイクルPu)		IIIライブラリー*
		1群断面積 (b)	IIIライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (b)	IIIライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (b)	IIIライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (b)	IIIライブラリーとの比較 (%)	1群断面積 (b)
U-235	(n,γ)	5.5420E-01	4.5	4.1710E-01	-21.3	4.7500E-01	-10.4	5.5230E-01	4.1	5.3030E-01
	(n,f)	1.9470E+00	4.4	1.6140E+00	-13.5	1.7630E+00	-5.5	1.9430E+00	4.2	1.8650E+00
U-238	(n,γ)	2.9370E-01	5.1	2.1680E-01	-22.4	2.4970E-01	-10.6	2.9380E-01	5.2	2.7940E-01
	(n,f)	4.4150E-02	-15.4	3.9500E-02	-24.3	4.5460E-02	-12.8	4.4440E-02	-14.8	5.2160E-02
Np-237	(n,γ)	1.7280E+00	20.9	1.2030E+00	-15.8	1.4320E+00	0.2	1.7210E+00	20.4	1.4290E+00
	(n,f)	3.2950E-01	-15.7	3.3870E-01	-13.4	3.5130E-01	-10.1	3.3060E-01	-15.4	3.9090E-01
Pu-238	(n,γ)	7.0650E-01	1.9	4.7680E-01	-31.2	5.7660E-01	-16.8	7.0350E-01	1.5	6.9320E-01
	(n,f)	1.1200E+00	-5.7	1.0970E+00	-7.7	1.1230E+00	-5.5	1.1200E+00	-5.7	1.1880E+00
Pu-239	(n,γ)	5.3950E-01	15.2	3.3490E-01	-28.5	4.2520E-01	-9.2	5.3640E-01	14.5	4.6850E-01
	(n,f)	1.8170E+00	-0.3	1.6540E+00	-9.2	1.7290E+00	-5.1	1.8140E+00	-0.4	1.8220E+00
Pu-240	(n,γ)	6.1070E-01	26.0	4.2060E-01	-13.2	5.0350E-01	3.9	6.0690E-01	25.2	4.8470E-01
	(n,f)	3.7210E-01	-12.2	3.7180E-01	-12.3	3.8810E-01	-8.4	3.7310E-01	-12.0	4.2390E-01
Pu-241	(n,γ)	4.9560E-01	13.0	3.6670E-01	-16.4	4.2300E-01	-3.6	4.9390E-01	12.6	4.3860E-01
	(n,f)	2.5880E+00	6.1	2.1670E+00	-11.2	2.3540E+00	-3.5	2.5820E+00	5.9	2.4390E+00
Pu-242	(n,γ)	5.0400E-01	24.6	3.4590E-01	-14.5	4.1770E-01	3.2	4.9830E-01	23.2	4.0460E-01
	(n,f)	2.5820E-01	-15.8	2.6170E-01	-14.7	2.7520E-01	-10.3	2.5920E-01	-15.5	3.0680E-01
Am-241	(n,γ)	1.4680E+00	11.2	1.0370E+00	-21.4	1.2230E+00	-7.3	1.4620E+00	10.8	1.3200E+00
	(n,f)	2.7240E-01	-21.0	2.6360E-01	-23.6	2.8700E-01	-16.8	2.7370E-01	-20.7	3.4500E-01
Am-243	(n,γ)	8.2090E-02	63.3	5.8330E-02	16.0	6.8580E-02	36.4	8.1770E-02	62.7	5.0270E-02
	(n,f)	1.9820E-01	-27.1	1.8960E-01	-30.2	2.1020E-01	-22.7	1.9920E-01	-26.7	2.7180E-01
Cm-243	(n,γ)	3.9140E-01	71.6	2.8140E-01	23.4	3.2970E-01	44.5	3.9000E-01	71.0	2.2810E-01
	(n,f)	3.0810E+00	18.5	2.5730E+00	-1.1	2.7990E+00	7.6	3.0740E+00	18.2	2.6010E+00
Cm-244	(n,γ)	7.2350E-01	-8.9	5.0680E-01	-36.2	6.0180E-01	-24.2	7.2050E-01	-9.3	7.9400E-01
	(n,f)	4.1780E-01	-14.2	4.1940E-01	-13.9	4.3840E-01	-10.0	4.1900E-01	-14.0	4.8700E-01

* 125万kWe級炉心、燃焼度100GWD/t、軽水炉取り出しPu (NLIB=311,312,313)

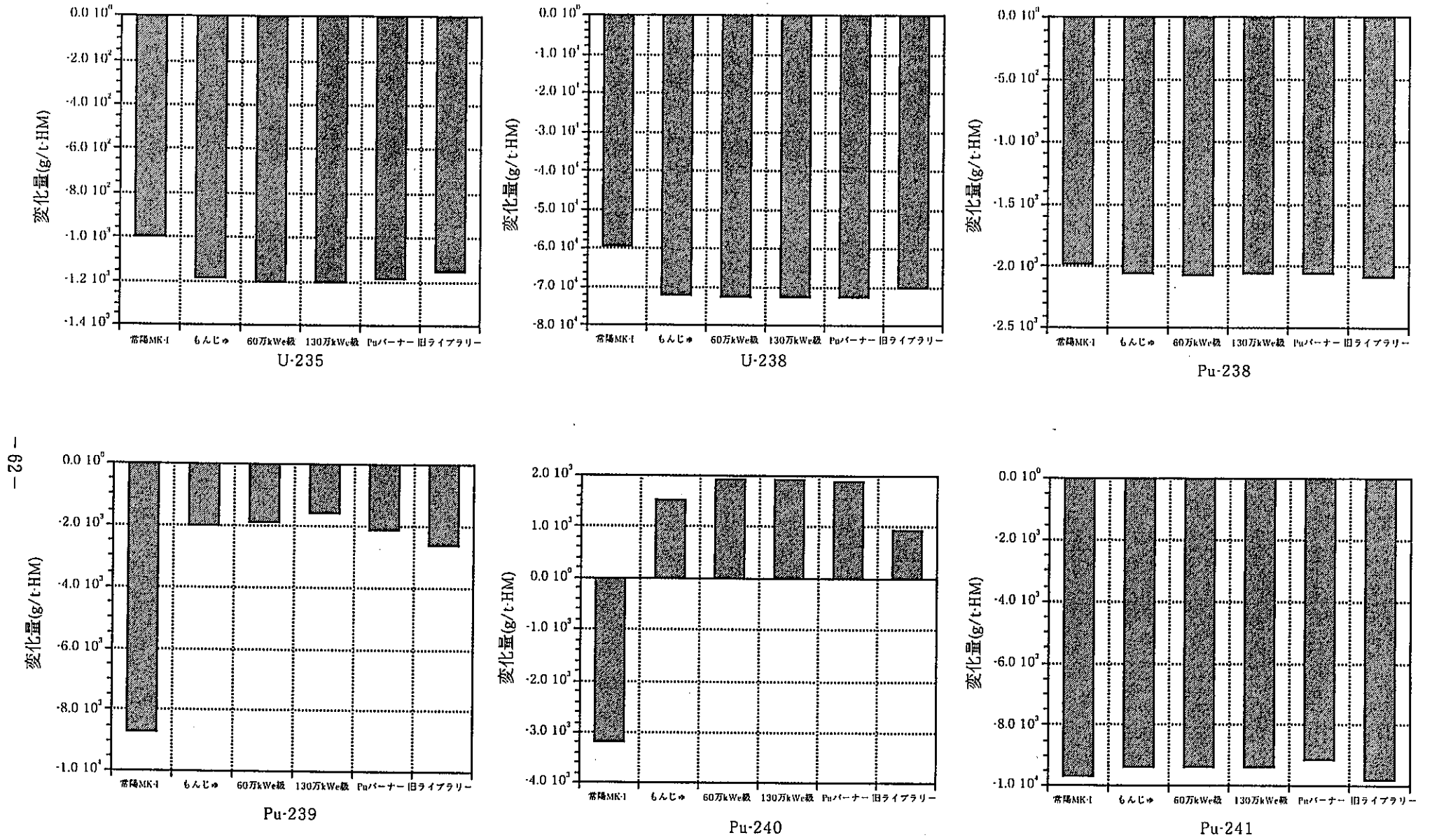
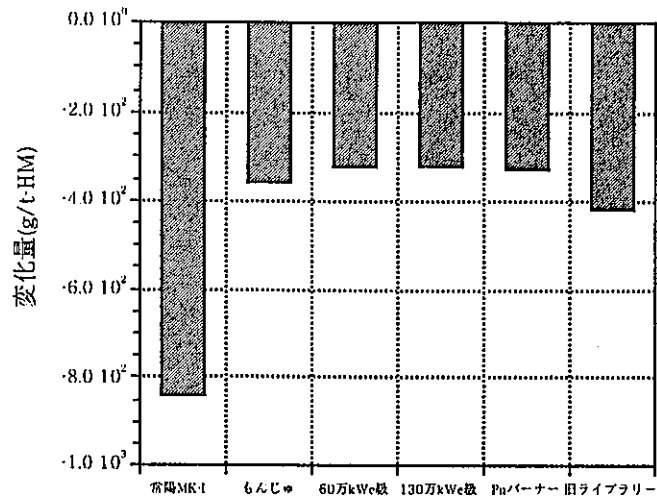
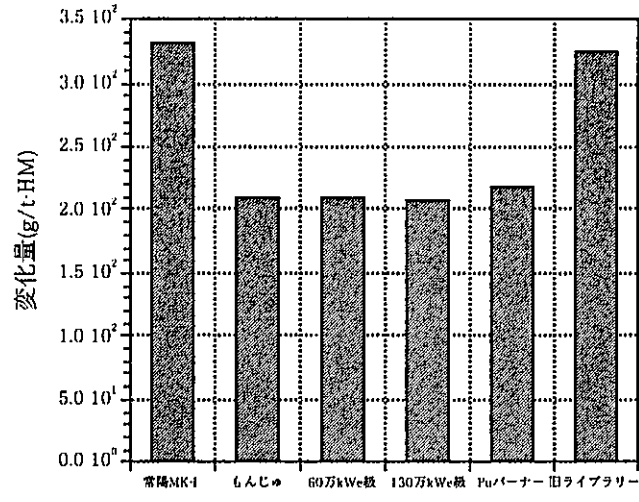


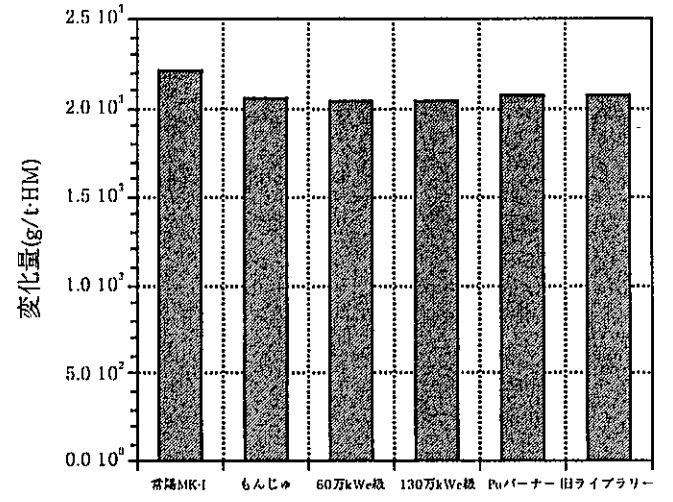
図4-1 炉心規模を換えた場合の主要核種の変化量の比較 (1/2)



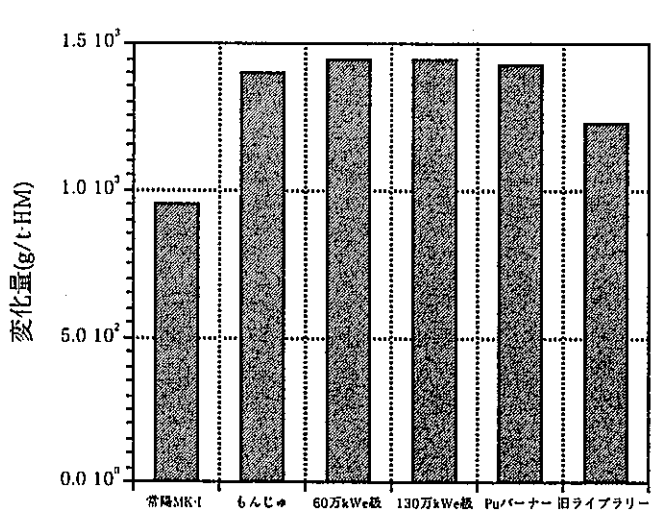
Pu-242



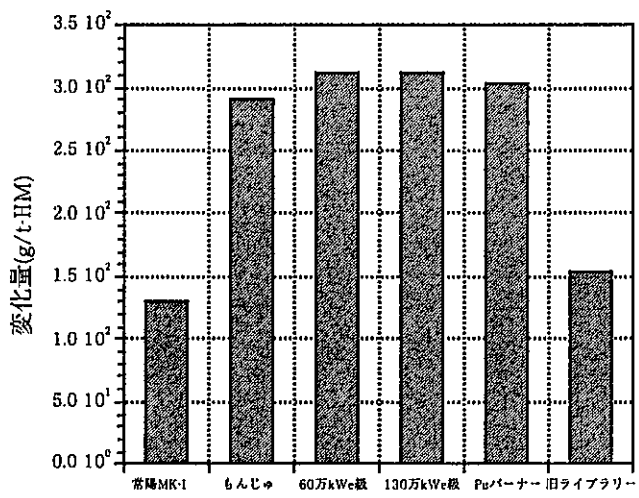
Np-237



Am-241



Am-243



Cm-244

図4-1 炉心規模を換えた場合の主要核種の変化量の比較 (2/2)

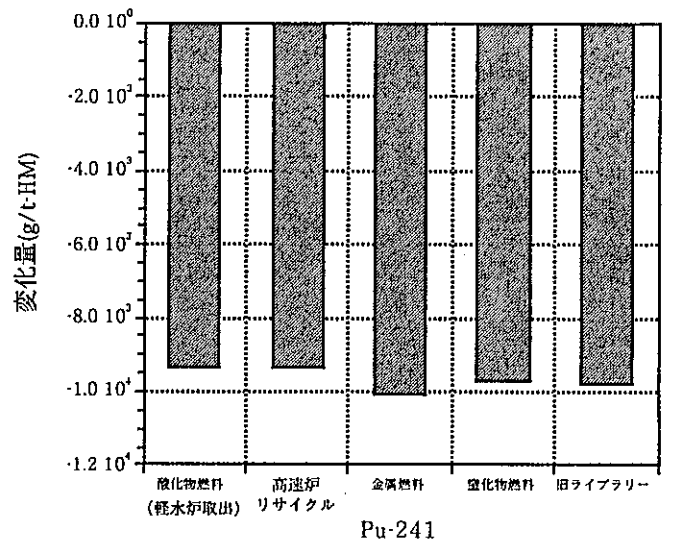
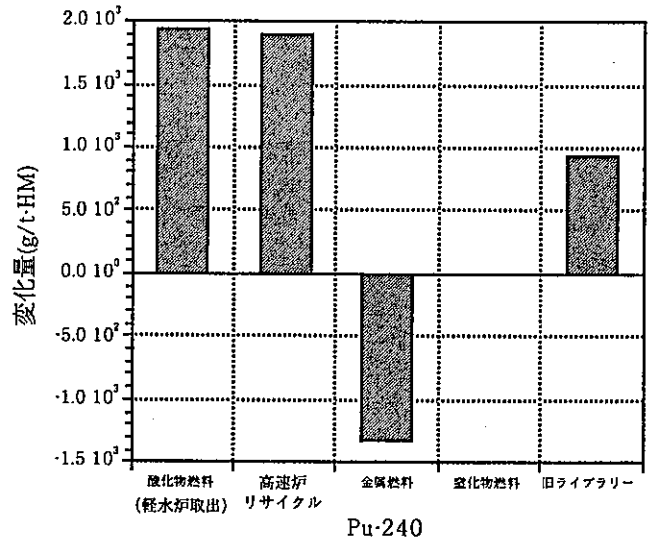
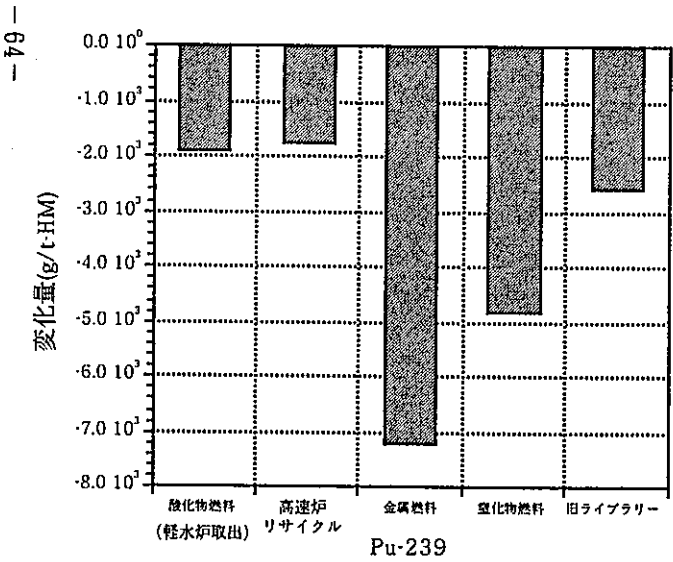
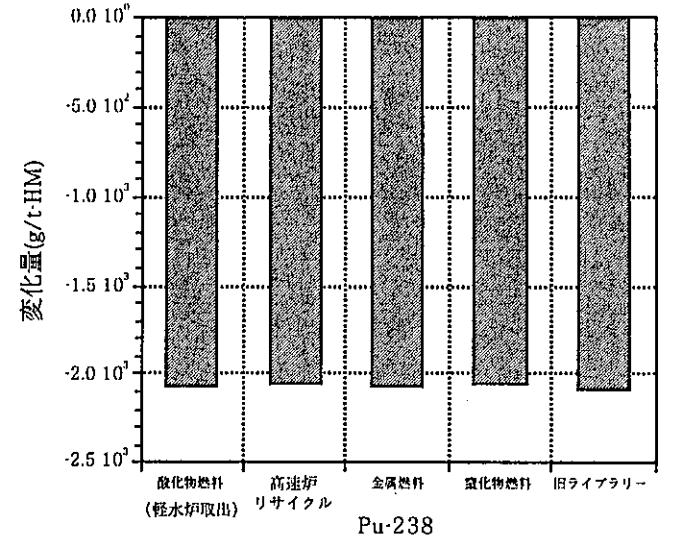
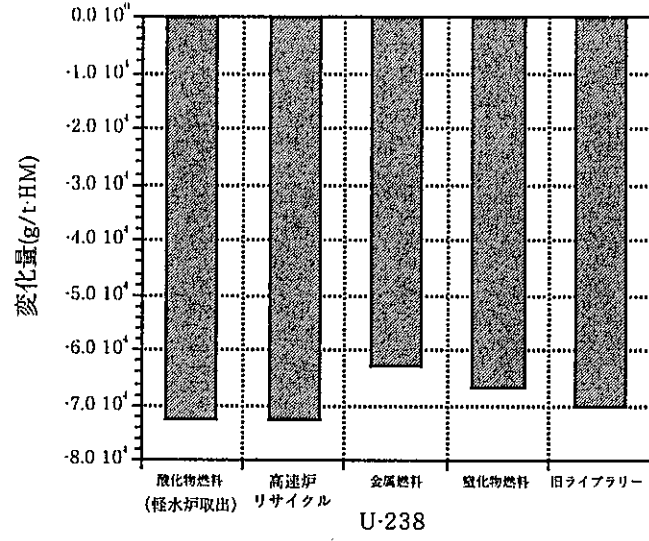
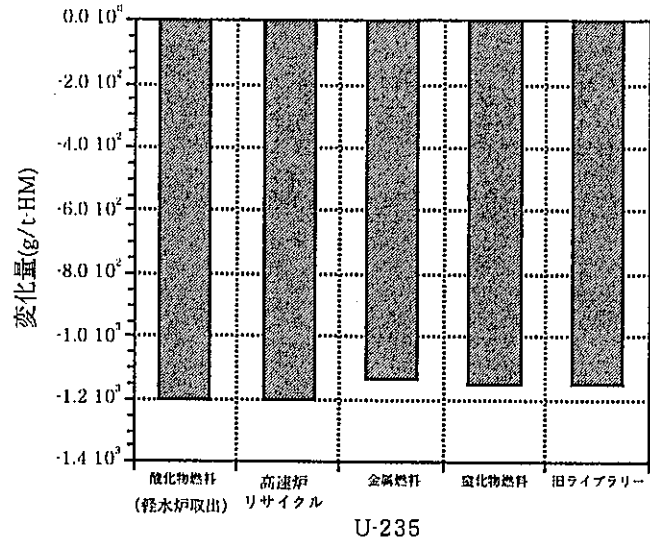
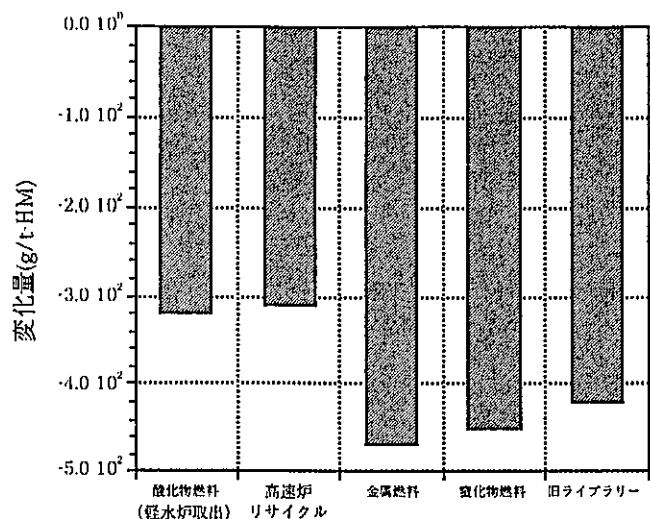
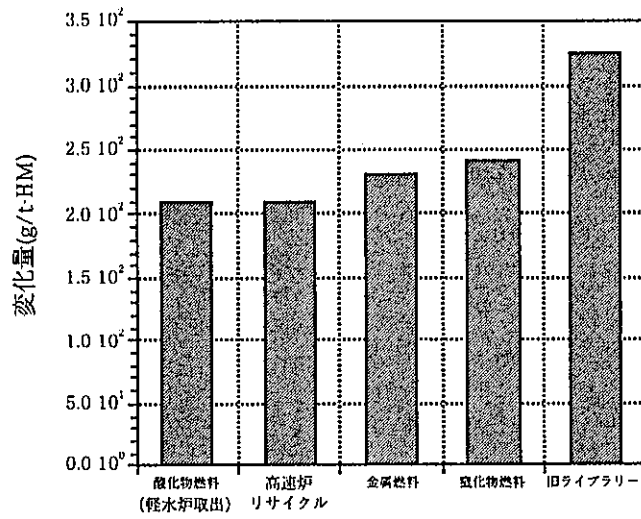


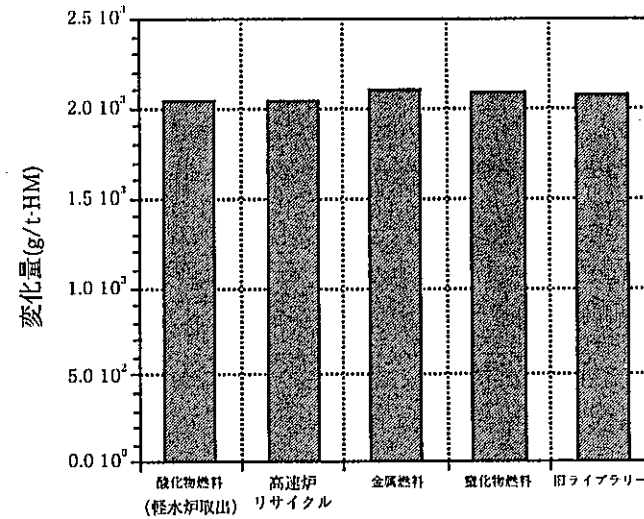
図4-2 炉心燃料を換えた場合の主要核種の変化量の比較 (1/2)



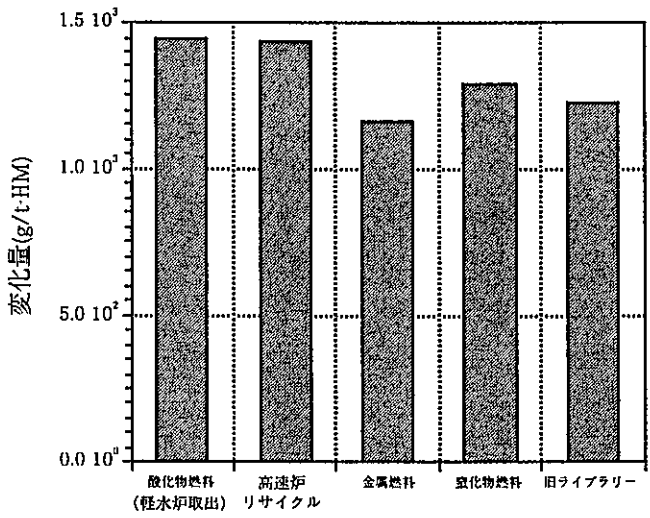
Pu-242



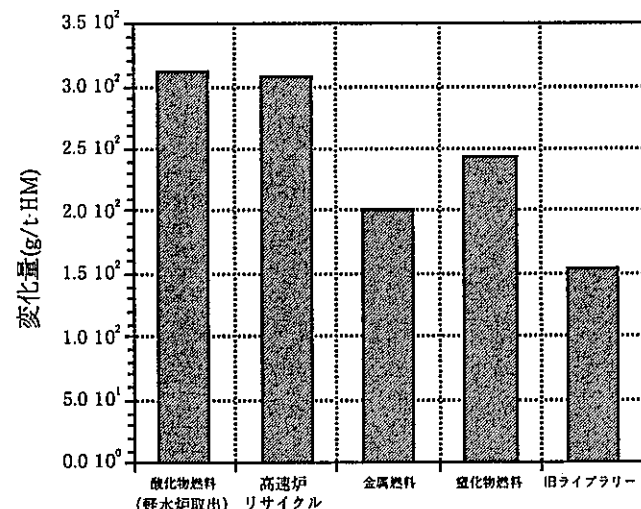
Np-237



Am-241



Am-243



Cm-244

図4-2 炉心燃料を換えた場合の主要核種の変化量の比較 (2/2)

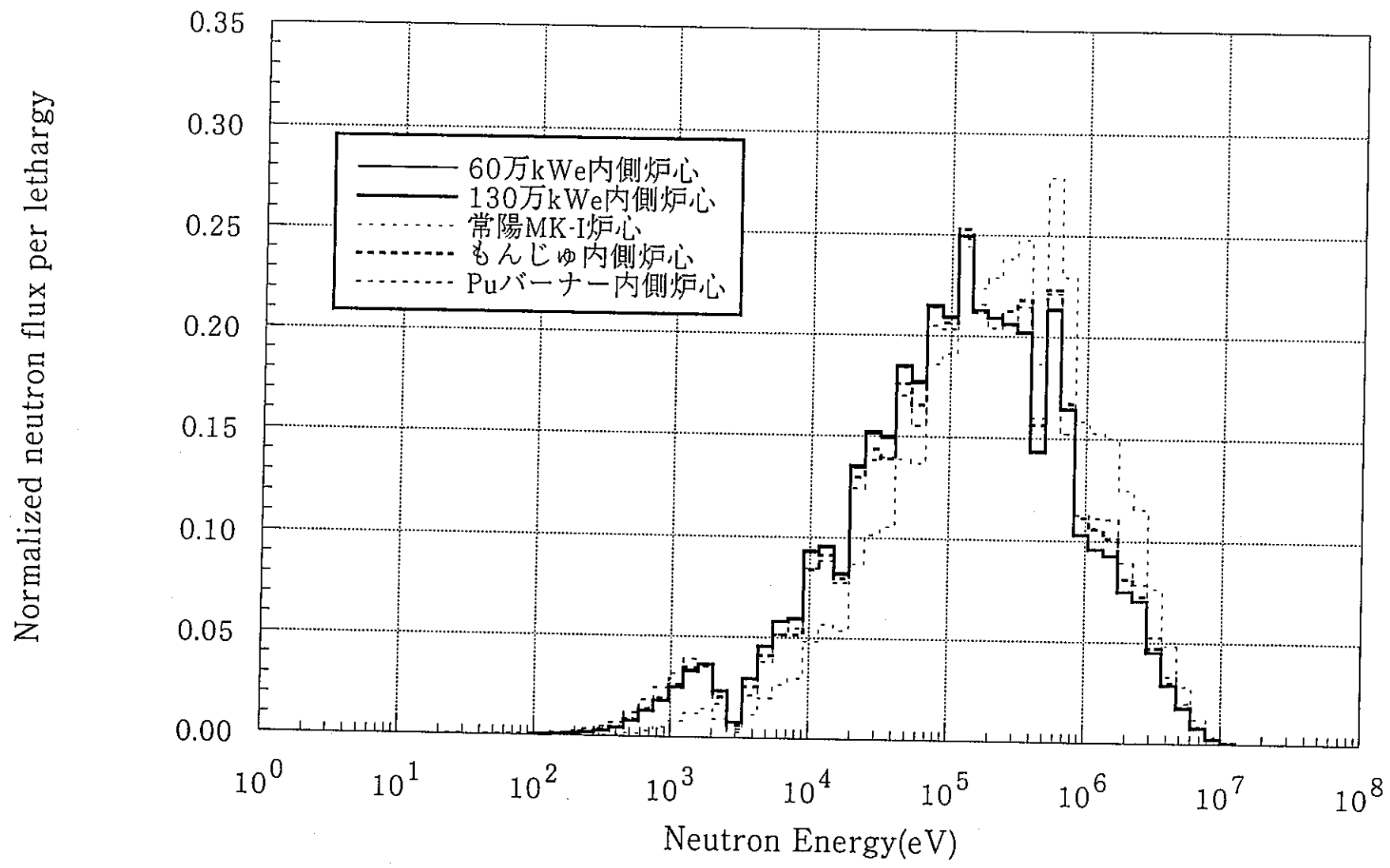


図4-3 炉心規模別の縮約スペクトル比較図

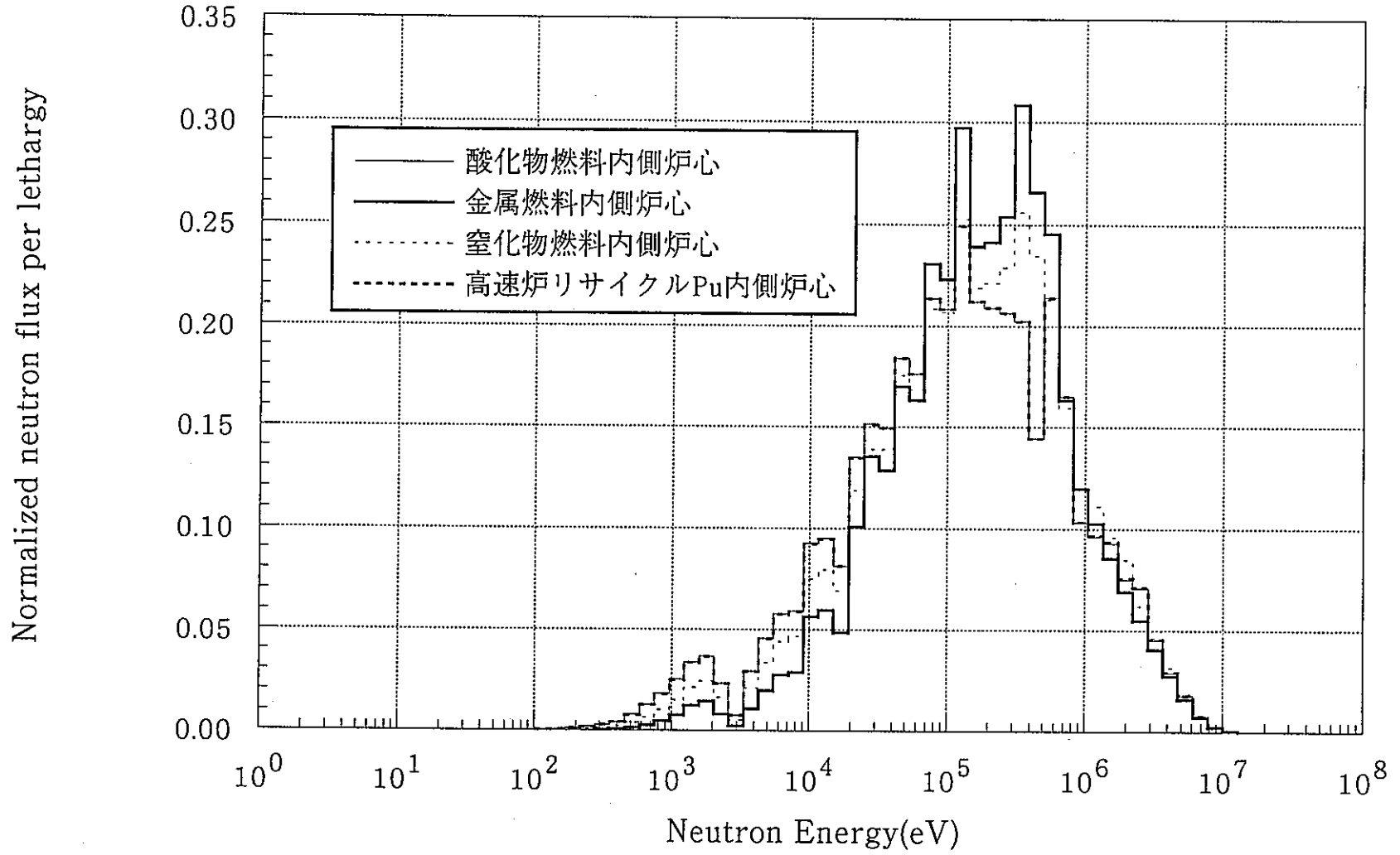


図4.4 炉心燃料別の縮約スペクトル比較図

第5章 結言

本作業において、JENDL-3.2をベースとし、解析対象炉心の中性子スペクトルを考慮できる高速炉用のORIGEN2新ライブラリー作成ツールを開発した。また、本ツールを用いて、Na冷却型高速炉の検討に広く活用できるよう、炉心規模（小型炉～大型炉）・燃料種別（酸化物、窒化物、金属）・Pu組成をパラメータとした7種類の増殖炉心にPu燃焼型炉心を加えた計8種類の炉心に対して新ライブラリーを整備した。

本作業によって作成した新ライブラリーの検証として、ライブラリーを変更して同条件での燃焼計算を行った。その結果、ライブラリーによって変化量（燃焼量・生成量）が大きく異なることが示され、縮約スペクトルが計算結果に大きく影響していることがわかった。この結果より、ユーザーは評価対象炉心のスペクトルが整備された8炉心のものと大きく異なる場合は、ユーザー自身が新ライブラリー作成ツールを用いてライブラリーを新たに作成することが望ましいといえる。

本ツールあるいは新ライブラリーを用いることにより、消滅処理研究における核種生成・消滅量の評価精度が向上するものと思われる。

最後に付録として、新ライブラリー作成ツールに関するマニュアルを添付した。ユーザーが新ライブラリーを作成する際に参照して頂きたい。

謝 辞

本作業は、日本原子力研究所シグマ研究委員会核種生成量評価ワーキンググループにおける活動の一部として行われたものであります。ここに当該ワーキンググループに参加された多くの委員から有益なコメントをいただきましたことに深く感謝の意を表します。特に（株）東芝の川合将義氏（現高エネルギー加速器研究機構）には73群定数の作成をはじめ、多くのコメントをいただきました。深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Croff, A.G. ; "ORIGEN2 - A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code", ORNL-5621 (1980).
- 2) "ENDF/B Summary Documentation". BNL-NCS-17541 2nd ed., (1975).
- 3) R.Kinsey. "Data Formats and Procedures for the Evaluated Nuclear Data File, ENDF". BNL-NCS-50496 2nd ed., (1979).
- 4) T. Nakagawa et al. ; "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision2:JENDL-3.2". J. Nucl. Sci. Technol., Vol. 32, pp. 1259-1271, (1995).
- 5) Makoto Ishikawa. "Consistency Evaluation of JUPITER Experiment and Analysis for Large FBR Cores". In Proceedings of International Conference on the Physics of Reactors (PHYSOR96), Vol.2, pp. E-36-E45, Mito, Ibaraki, Japan, September 1996. Japan Atomic Energy Research Institute.
- 6) 川合将義, 川島正俊. "高速炉用ORIGENライブラリーの作成". PNC TJ9164 96-024, March (1996).
- 7) T. Nakagawa, ; "PROGRAM RESEND (VERSION 84-07) : A Program for Reconstruction of Resonance Cross Sections From Evaluated Nuclear Data in the ENDF/B Format (Modified Version of RESEND)", JAERI-M 84-192 (1984).
- 8) M. Nakagawa and K. Tsuchihashi, ; "SLAROM : A Code for Cell Homogenization Calculation of Fast Reactor", JAERI-1294 (1984).
- 9) 中川 正幸他、;" 高速炉の核特性解析コードシステム" , JAERI-M 83-066 (1983).
- 10) T.B.Fowler et al. ; "Nuclear Reactor Core Analysis Code : CITATION", ORNL-TM-2496 (Rev.2, 1971).
- 11) Croff, A.G. ; "LMFBR Models for the ORIGEN2 Computer Code", ORNL/TM-7176 (1981).
- 12) K. Tasaka et al. ; "JNDC Nuclear Data Library of Fission Products -Second Version-"JAERI 1320 (1990).

付録 A JENDL-3.2 ベース高速炉用新ライブラリー作成ツールマニュアル

目 次

1. はじめに	73
2. JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツールの概略	73
3. 燃焼計算コード群	74
3.1 SLAROM	74
3.2 JOINT、CITATION-FBR	74
4. ORIGEN2新ライブラリー作成方法注意点	74
(1) 70群中性子スペクトルから73群中性子スペクトルへの拡張	74
(2) 分岐比	74
(3) 1群実効断面積の置き換え	76
(4) 元素でしか断面積がないものについての処理	77
5. JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツール使用方法	78
5.1 処理機能説明	78
(1) CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)の領域選択機能 (大型計算機版)	78
(2) PDS1群断面積DUMPファイル出力(大型計算機版、W/S版共通)	78
(3) 更新元ORIGEN2ライブラリー選択(大型計算機版、W/S版共通)	79
(4) 核分裂収率データの更新(大型計算機版、W/S版共通)	79
5.2 大型計算機版使用方法	80
(1) ツール起動方法	80
(2) 70群中性子スペクトルファイルの入力	80
(3) PDS 1 群断面積ファイル(PDS名)の入力	81
(4) ORIGEN2更新元ライブラリー入力	84
(5) 核分裂収率データライブラリーによる更新	84
(6) 新規ライブラリーの作成	85
5.2.1 CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)以外の 中性子スペクトルファイルフォーマット	86
5.2.2 ファイル所在	87
5.3 W/S(SUN DEC)版使用方法	88
5.3.1 ツール実行用シェル	88
5.3.2 プログラム制御用インプットデータ	88
5.3.3 ファイル所在	89
参考文献	93
表リスト	
表1 CITATION以外の中性子スペクトルファイル	90
表2 W/S版ORIGEN2新ライブラリー作成ツール起動用シェル(SUN、DEC共通)	91
表3 ライブラリー識別番号(NLIB) 対応表	92

1. はじめに

大型計算機、SUN*1、DEC*2ワークステーション上でJENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成を行うツールを作成した。

本ツールは、JENDL-3.2をベースとして新たに作成された73群定数を用いて高速炉用ORIGEN2新ライブラリーを作成するものである。新ライブラリーを作成するには、上記73群定数の他に1群へ縮約するために用いる73群中性子スペクトルが必要である。通常の炉心計算で用いるのは70群中性子スペクトルであることから、本ツールでは70群中性子スペクトルを準備すれば、ツール内で通常の70群に10~20MeVの3群分を付加して73群へ拡張するようになっている。また、新たに作成した73群定数は無限希釈断面積なので、共鳴自己遮蔽効果を取り入れるために一部の核種については実効断面積と置き換える必要がある。

本ツールでは、JENDL-3.2をベースとした73群定数を1群へ縮約し、一部の核種については実効断面積と置き換えて、オリジナルのORIGEN2¹⁾ライブラリーに上書きする形で新ライブラリーを作成する。

尚、W/Sの機種、OS、FORTRANコンパイラは以下の通りである。

	*1 SUN	*2 DEC
機種	SPARCstation 20	Digital Personal Workstation 600au
OS	Solaris 2.4(SunOS5.4)	Digital UNIX V4.0C
FORTRANコンパイラ	FORTRAN77 SC3.0.1	DIGITAL Fortran 77 V5.0

2. JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツールの概略

このツールには(1)大型計算機版、(2)W/S版の2種類が有り、さらにW/S版はSUN版、DEC版の2つが用意されている。

大型計算機版は、コマンドプロシジャーを用いた対話形式を採用しているため、ユーザーはファイル名や処理選択を、全て画面入力により行う。

また、W/S版ではシェルを用いた一括処理を採用したため、必要な入出力データを全てシェルで指定する。

このツールを用いたJENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成までの手順は、以下の通りである。(大型計算機版、W/S版共通)

- (1) SLAROMコードによるPDS70群マイクロ断面積作成
 - (2) JOINT、CITATION-FBRコード(2次元RZ体系)による領域毎70群中性子スペクトル作成
 - (3) JOINTコードによる1群PDSマイクロ断面積作成((2)の70群中性子スペクトルを縮約用として使用する)
 - (4) JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツールによる新ライブラリーの作成
- となる。(1)~(3)については、ツール起動前に実施する必要がある。

3. 燃焼計算コード群

3.1 SLAROM

詳しい入力説明は、SLAROM²⁾のマニュアルを参照。尚、インプットデータで微視的断面積の出力オプション"MICOUT"は"-1"にする。この微視的断面積を出力させるのは、ORIGEN2新ライブラリー作成ツールでは、微視的断面積を対象として処理するためである。

3.2 JOINT、CITATION-FBR

詳しい入力説明は、CITATION³⁾、JOINT⁴⁾のマニュアルを参照。注意点としては、以下の通りである。

- (1) 随伴中性子束の出力の必要はない。ただし、炉心各領域における中性子スペクトルファイル(機番7から出力)の出力は行う。
- (2) 炉心各領域におけるマイクロ断面積はSLAROMで計算しておく必要がある。

4. ORIGEN2新ライブラリー作成方法注意点

ORIGEN2新ライブラリー作成ツールでは、大型計算機版は会話形式を、W/S版ではシェルを用いた一括処理を採用した。

以下、ライブラリー作成方法について注意点を説明する。

(1) 70群中性子スペクトルから73群中性子スペクトルへの拡張

CITATION等によって求めた通常の70群中性子スペクトルに、10~20MeVの3群分のPu-239核分裂中性子スペクトルを付加して73群中性子スペクトルとする。付加方法はCITATIONによる炉心計算で得られた70群の中性子スペクトルの第1群目の値に、JENDL-3.2によりあらかじめ作成しておいた73群構造を有するPu-239の核分裂スペクトルの4群目の値を規格化して73群のスペクトルを作り出す。作成された73群中性子スペクトルは、73群断面積から1群断面積への縮約に用いられる。

(2) 分岐比

オリジナルのORIGEN2に内蔵されているライブラリーでは、 (n, γ) 及び $(n, 2n)$ の1群断面積は、ground stateへ導かれるものとexcited stateへ導かれるものとへ分かれる。しかし、JENDL-3.2にはそれらの区別はなく、分岐比に関するデータが無いため、全てground stateのものとなっている。そこで、オリジナルのORIGEN2ライブラリーに内蔵されている分岐比のデータをそのまま保存する形で、 (n, γ) 及び $(n, 2n)$ の1群断面積をground stateとexcited stateに分けた。

プログラム中では以下のように記述されている。

<サブルーチン"UPXSEC">

IF (PR1.GT.0.0) THEN

PR1B=PR1

PR1=VAL (1, JRGN, KK) *PR1 / (PR1+PR5) ←

オリジナルORIGEN2ライブラリー分岐比で分けた(n, γ)断面積(ground state)

ELSE

PR1=VAL (1, JRGN, KK)

ENDIF

IF (PR2.GT.0.0) THEN

PR2B=PR2

PR2=VAL (2, JRGN, KK) *PR2 / (PR2+PR6) ←

オリジナルORIGEN2ライブラリー分岐比で分けた(n, 2n)断面積(ground state)

ELSE

PR2=VAL (2, JRGN, KK)

ENDIF

PR3=VAL (4, JRGN, KK)

PR4=VAL (6, JRGN, KK)

IF (PR5.GT.0.0) PR5=VAL (1, JRGN, KK) *PR5 / (PR1B+PR5) ←

オリジナルORIGEN2ライブラリー分岐比で分けた(n, γ)断面積(excited state)

IF (PR6.GT.0.0) PR6=VAL (2, JRGN, KK) *PR6 / (PR2B+PR6) ←

オリジナルORIGEN2ライブラリー分岐比で分けた(n, 2n)断面積(excited state)

※変数'PR1~6'はいずれも1群断面積であり、意味は以下の通りである。

PR1 : (n, γ) (ground state)

PR2 : (n, 2n) (ground state)

PR3 : (n, 3n) 又は (n, α)

PR4 : (n, fission) 又は (n, p)

PR5 : (n, γ) (excited state)

PR6 : (n, 2n) (excited state)

(3) 1群実効断面積の置き換え

73群定数を縮約して求めた1群断面積は、無限希釈断面積であるため、中性子捕獲断面積 (n, γ) ・核分裂断面積 (n, f) は共鳴による自己遮蔽効果を考慮する必要がある。そこで、JENDL-3.2ベースの高速炉用70群定数セット(JFS-3-J3.2)をもとに、SLAROMを用いて自己遮蔽効果を考慮した70群実効断面積(JFS-3-J3.2版)を作成し、JOINTを用いて1群へ縮約した。このようにして求めた1群実効断面積を、JFS-3-J3.2にf-tableがあるもの全てについて、73群断面積から縮約した1群断面積のものに入れ替える。また、注意点として70群実効断面積(JFS-3-J3.2版)の吸収断面積には、 (n, γ) の他に (n, p) 、 (n, α) も含まれているので、70群実効断面積の吸収断面積の値から73群無限希釈断面積の (n, p) 、 (n, α) を差し引く。

プログラム中では以下のように記述されている。

サブルーチン"MAIN1"(W/S版) OR "MAIN"(大型計算機版)

XSSL(4, M, N)=XSSL(4, M, N)+VL3(5)	←	SLAROMで計算して求めた核分裂断面積に73群無限希釈断面積上位3群の核分裂断面積を加える
XSSL(10, M, N)=XSSL(10, M, N)+VL3(1)- (VL3(4)+VL3(6))	←	SLAROMで計算して求めた中性子吸収断面積 (n, γ) 、 (n, α) 、 (n, p) を含んでいる)に上位3群の (n, γ) を加えたものから73群の (n, α) 、 (n, p) 断面積を差し引く
IF(IFTBL(1, IPOSOR).NE.0) VAL(1, 1, IPOSOR)=XSSL(10, 1, N)	←	核分裂断面積の入れ替え
IF(IFTBL(5, IPOSOR).NE.0) VAL(5, 1, IPOSOR)=XSSL(4, 1, N)	←	中性子吸収断面積 (n, γ) の入れ替え

(4) 元素でしか断面積がないものについての処理

JFS-3-J3.2では元素でしか断面積がないものもあり、そのような元素については、JFS-3-J3.2のものを使用できない。そのような元素はプログラム中に登録しており、オリジナルのORIGEN2ライブラリー(更新元ライブラリー)の値をそのまま使用している。その元素とは、

Cr、Fe、Ni、Zr、Mo

の5つである。

この元素は、旧ライブラリー(更新元ライブラリー)の値のままとし、サブルーチン"IDCHEK"で該当する核種をチェックしている。

5. JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツール使用方法

5.1 処理機能説明

JENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツールでは、以下のような処理機能がある。

- (1) CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)の領域選択機能(大型計算機版)
 - (2) PDS1群断面積DUMPファイル出力(大型計算機版、W/S版共通)
 - (3) 更新元ORIGEN2ライブラリー選択(大型計算機版、W/S版共通)
 - (4) 核分裂収率データの更新(大型計算機版、W/S版共通)
- (1) CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)の領域選択機能(大型計算機版)

CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)には、領域毎に中性子スペクトルデータが書き出されている。このうち73群へ拡張するのに用いる領域は1つだけなので、ユーザーはCITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)から1領域分のスペクトルデータを読み込まなければならない。このツールでは、1領域分のスペクトルデータの読み込みを間違えることなく抜き出せるようになっている。

CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)には領域番号と中性子スペクトルが対応しているので、領域番号のみの指定でも中性子スペクトルデータを抜き出すことは可能だが、中性子スペクトルデータをPDSファイルのメンバーに登録するJOINT入力データで関連づけると、さらにわかりやすく領域が選択できる(5.2 大型計算機版使用方法 - (2)70群中性子スペクトルファイルの選択【画面6】参照)。大型計算機版では対話形式により番号を画面から入力するが、W/S版ではユーザーが付けた領域番号を制御データファイルで指定する。制御データファイルについては“5.3.2 プログラム制御用インプットデータ”で説明する。

- (2) PDS1群断面積DUMPファイル出力(大型計算機版、W/S版共通)

SLAROMの出力結果であるPDS70群実効マイクロ断面積を元に、1群へ縮約されたPDSファイルをTEXT形式でファイルへ出力させる。

PDSファイルはバイナリファイルであるため、普通には読み込みが不可能なので、ツール内のPDSファイル読み込みを行う専用ルーチン(サブルーチン名：PDSDMP)で処理し、TEXTファイルへ出力している。大型計算機版では、作成されるTEXTファイルの名前は、@PDSXXXX.DMP(XXXXはツールを起動させた時間。9時14分43秒に起動した場合、@PDS1443.DMP)となるが、ユーザーは特に意識する必要はない。

(3) 更新元ORIGEN2ライブラリー選択(大型計算機版、W/S版共通)

ORIGEN2用新ライブラリーは、オリジナルのORIGEN2ライブラリーに上書きする形で作成されるので、更新元となるオリジナルのライブラリーを選択する必要がある。ただし、JENDL-3.2ベースの新1群断面積は全て340核種しかないので、残りの核種については、オリジナルライブラリーの値、そのままとなる。大型計算機版では対話形式によりファイル名を画面から入力し、W/S版ではシェルでファイル名を与える。

(4) 核分裂収率データの更新(大型計算機版、W/S版共通)

ORIGEN2ライブラリーのFission Product(NLIB7)には、核分裂収率データに関する記述がされているレコード(YYN>0.0のときに付加されるレコード。ORIGEN2マニュアル参照)がある。本ツール作成にあたりこの核分裂収率データも「JNDC核分裂生成物ライブラリー第2版⁵⁾」に基づき新たに作成した。この新しいデータは、新ライブラリーの核分裂収率データの部分に上書きする形で更新される。この処理は、本ツール内で自動的に行われるので、ユーザーは特に意識する必要はない。

5.2 大型計算機版使用方法

大型計算機でのJENDL-3.2に基づく高速炉用ORIGEN2新ライブラリー作成ツールの使い方について説明する。実行は対話形式で行う。説明順序は、ツール起動から新ライブラリー作成までの一連の作業に沿って行う。

以下ユーザーIDを"POCOAA5"、対象炉心を60万kWeMOX燃料の内側炉心とした例を示す。

(1) ツール起動方法

ツールを起動するには以下のように入力する。

```
POCOAA5
EX 'POCOAA5.#ORIGEN.XSECSYS.CLIST'
```

【画面1】

起動すると次のように表示される。

```
【ORIGEN2新ライブラリー作成ツール】
.....
```

【画面2】

(2) 70群中性子スペクトルファイルの入力

ここではCITATION-FBR出力である領域毎中性子スペクトルファイル(FT07ファイル)か、別の中性子スペクトルファイルを使うかを選択する。CITATION-FBR出力である領域毎中性子スペクトルファイル(FT07ファイル)を使う場合には"Y"と入力し、その後ファイル名を入力する。

```
CITATION OUTPUT(=FT07 FILE) READ (Y/N)? Y
【縮約スペクトル(70群)ファイル選択】
70群スペクトルファイル名を入力⇒
'POCOAA5.@MTDASD.H100717.EP60H3B.RZ70G.FT07'
==POCOAA5.@MTDASD.H100717.EP60H3B.RZ70G.FT07==

HIT RETURN KEY...
```

【画面3】

別の中性子スペクトルファイルを使うのであれば、“N”と入力する。“N”と入力すると中性子スペクトルファイル名を聞いてくる。中性子スペクトルファイルフォーマットについては“5.2.1 CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)以外の中性子スペクトルファイルフォーマット”で説明する。

【画面4】

```
CITATION OUTPUT(=FT07 FILE) READ (Y/N)? N
70G FLUX SPECTRUM DATASETNAME INPUT ==> @H100723.NOFT07
```

CITATION出力結果ファイルを指定した場合に限り、70群縮約スペクトルをPDSファイルに登録するのに使用したJOINT入力データを聞いてくる。このJOINT入力データには領域名が書かれており、領域番号と領域名を関連づけて画面上に出力させるために用いられる(【画面6】)。

【画面5】

```
【70群縮約スペクトルをPDSファイルに登録するために使用したJOINT入力データ】
JOINT INPUT DATASET NAME==> 'POCOAA5.EP60H3B.DATA(JOINT1)'

HIT RETURN KEY...
```

次に1群への縮約に用いる領域名を番号により指定する(カッコ内の番号ではない)。

【画面6】

```
【CITATION領域番号と領域名】
1 INCORE( 1) 2 OTCORE( 2) 3 AXBLNK( 3) 4 RDBLNK( 4) 5 UPSHID( 5)
6 RDSH11( 6) 7 RDSH12( 7) 8 CRADAP( 8)
縮約するために使用する領域の指定(SEQ No.、FORMAT:12)==> 01

HIT RETURN KEY...
```

(3) PDS 1群断面積ファイル(PDS名)の入力

ここでは、PDS 1群実効断面積ファイル(PDS名)を指定する。ここで言うPDS 1群断面積ファイルというのはSLAROMコード出力結果である70群実効断面積をCITATIONコード出力結果である70群スペクトルを用いて1群に縮約したもの

である。ファイル名の指定はPDSメンバ名を除いたファイル名で指定する。

【画面7】

【PDS 1群実効断面積ファイル(PDS名)⇒】
@MTDASD.EP60H3B.MIC01G.XSEC

PDSマイクロ断面積メンバ名の指定は、【画面6】のCITATION領域番号を指定したときと同様に、PDSマイクロ断面積メンバNoを指定する。

【画面8】

*断面積ファイル : @MTDASD.EP60H3B.MIC01G.XSEC

【ゾーン名一覧】

1.AXBLNK 2.CRADAP 3.INCORE 4.OTCORE 5.RDBLNK 6.RDSH11 7.RDSH12
8.UPSHID

ゾーンNo(再表示は9999, FREE FORMAT)⇒ 3

選択したPDSファイルの内、IDをTEXT化したもの(【画面9】)とPDSマイクロ断面積をTEXT化したもの(【画面10】)が確認のため表示される。

【画面9】

EP60H3B INNER CORE 70GMAC -> 1GMAC (REG.01) DATE '97.11.12

作成日付 : 97-11-12

1 1 0 12 12 20 20

核種番号 :

949 940 941 942 951 925 926 928 8 11 26 24 28 42 25 854 884 894 814
948

原子数密度 :

8.3336141E-04 3.9355410E-04 1.4661570E-04 1.0563774E-04 5.8595197E-06
1.7047350E-05 1.2164055E-06 7.1418807E-03 1.7816179E-02 7.5615384E-03
1.1754286E-02 3.1163557E-03 3.5772650E-03 2.8167828E-04 3.8607605E-04
4.1834155E-06 3.7542806E-05 2.0230855E-04 4.8593269E-05 3.6971105E-05

エネルギー :

1.0000000E+07 1.0000054E-05

HIT RETURN KEY...

【画面10】

【PDS DUMP ファイル(PDS形式→TEXT形式 変換)出力結果】

EP60H3B INNER CORE 70GMAC -> 1GMAC (REG.01) DATE '97.11.12

ID, NAME, G, ABSORPTION, ..NU SIG F,SIG TR, ...FISSION, SCATTERING,
....SIG IN, SIG (N.2N),MU,SIG D, ...CAPTURE

949, PU-239, 1, 2.3558E+00, 5.3593E+00, 1.0256E+01, 1.8163E+00, 9.3319E+00,
7.7279E-01, 3.6309E-04, 2.3911E-01, 1.3534E+00, 5.3947E-01

940, PU-240, 1, 9.8255E-01, 1.1134E+00, 1.0762E+01, 3.7186E-01, 1.1125E+01,
7.7316E-01, 3.0164E-04, 2.0135E-01, 1.3534E+00, 6.1069E-01

•
•
•

4.9904E-01, 5.5911E-04, 2.0305E-01, 1.3534E+00, 5.1245E-01

814, PU41F4, 1, 5.5065E-01, 0.0000E+00, 1.3186E+01, 0.0000E+00, 1.5050E+01,
5.1464E-01, 5.8649E-04, 2.0505E-01, 1.3534E+00, 5.5065E-01

948, PU-238, 1, 1.8261E+00, 3.3597E+00, 1.1875E+01, 1.1197E+00, 1.2027E+01,
3.4817E-01, 2.9147E-04, 2.4023E-01, 1.3534E+00, 7.0646E-01

(4) ORIGEN2更新元ライブラリーの入力

ORIGEN2新ライブラリー作成では、更新元となる旧ライブラリーをUPDATEし、新規にライブラリーを作成する。ここでは更新元となる旧ライブラリー名の入力をする。

【画面11】

```

【ORIGEN2更新元ライブラリー入力】
更新元ライブラリーファイル名を入力⇒
'POCOAA5.@COPY.FBRLWRC.XSEC'

```

旧ライブラリーファイル名を指定すると"ACTIVATION PRODUCT"、"ACTINIDE AND DAUGHTER"、"FISSION PRODUCT"毎にヘッダーを出力する。ここでヘッダーを出力するのは、入力したファイルが正しいかを確認する意味で出力している。もしファイル名を間違えた場合は、ヘッダー出力後にファイルが正しいか聞いてくるので"N"と入力すれば、再度旧ライブラリーファイル名を入力し直せる。

【画面12】

```

<更新元ライブラリーファイル内容>
311      ACTIVATION PRODUCT XSEC LIBRARY— LMFBR-PU/U/U/U:CORE:A0:LWR-PU
312      ACTINIDE AND DAUGHTER XSEC LIBRARY—LMFBR-PU/U/U/U:CORE:A0:LWR-PU
313      FISSION PRODUCT XSEC/YIELD LIBRARY—LMFBR-PU/U/U/U:CORE:A0:LWR-PU

Category of isotope No(NLIB) OK? (Y/N:Nは再表示)⇒ Y

HIT RETURN KEY...

```

(5) 核分裂収率データライブラリーによる更新

核分裂収率データライブラリーはプログラム中に書き込まれているので、意識する必要はなく、自動更新される。

(6) 新規ライブラリーの作成

新規に作成されたライブラリーは"@NEW.XSEC"という名前でDASD上に作成される。ユーザーは、このファイルをコピーしなければならないが、コピーもツール側で行う。

さらに、継続してライブラリー作成を行うか否かを聞いてくる。"N"と入力すればツールは終了する。

【画面13】

ORIGEN2用1群断面積ライブラリーが

"@NEW.XSEC"

という名前で作成されました。

このファイルを何という名前に置き換えますか？

⇒ @H100922.EP60H3B.FBRLWRC.XSEC

続けますか？(Y/N)

⇒ N

ORIGEN2用1群断面積ライブラリー作成ツールを終了します

READY

5.2.1 CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)以外の中性子スペクトルファイルフォーマット

CITATION出力結果(中性子スペクトルデータ)以外の中性子スペクトルファイルを読み込むためには、以下のようなフォーマットで記述する。尚、70群中性子スペクトルデータは、エネルギーの高い方から順に記述する。

card1	IGR
card2	CIT70(1)
	~
	CIT70(70)

IGR：(I2)エネルギー群。(“70”と記述すること。*)

CIT70：(F12.0)70群中性子スペクトルデータ

※ card1に“70”以外の数値を指定すると、プログラムは中断する。

表1に“CITATION以外の中性子スペクトルファイル”を示す。

5.2.2 ファイル所在

ORIGEN2新ライブラリー作成ツールで使用するファイルの所在は、以下の通りである。

[プログラム]

'POCOH##.ORIGEN.XSECSYS.FORT77(VERSION1)'

[コマンドプロシジャー]

'POCOH##.ORIGEN.XSECSYS.CLIST(VERSION1)'

[更新元ORIGEN2ライブラリー]

内側 & 外側炉心 : 'POCOH##.ORIGEN2.XSEC(FBRLWRC)'

軸方向ブランケット : 'POCOH##.ORIGEN2.XSEC(FBRLWRA)'

径方向ブランケット : 'POCOH##.ORIGEN2.XSEC(FBRLWRR)'

[核分裂収率データライブラリー]

'POCOH##.FASTY.FBRLWR.DATA'

[73群定数※]

TOS160.XS73

TOS180.XS73

[JFS-3-J3.2ライブラリー(70群)]

'POCOH##.JFS3J3.Y9510'

※ 2つのファイルを合わせると340核種ある(TOS160.XS73は160核種、TOS180.XS73は180核種)。

5.3 W/S(SUN DEC)版使用方法

ここではワークステーションを用いたORIGEN2新ライブラリー作成ツールの使い方について説明する。大型計算機の対話形式とは違い、入力データは全てシェルに記述し、一括して行う。

5.3.1 ツール実行用シェル

W/S版ORIGEN2新ライブラリー作成ツール実行用シェルを示す。サンプルシェルを表2に示す。

5.3.2 プログラム制御用インプットデータ

ワークステーション版のORIGEN2新ライブラリー作成ツールでは、大型計算機版のように条件選択等のプログラム制御を画面から行っていないため、予め制御用インプットデータをファイルに記述しておく必要がある。以下、そのフォーマットを示す。

card 1(I2)	I70 : CITATION 領域No
card 2(I1)	IFT07YN : 中性子スペクトルデータ読み込みオプション 1 : CITATION出力(FT07)ファイルから読み込む 0 : 他の中性子スペクトルファイルから読み込む
card 3(3A4)	name(1),name(2),code : PDS-1群実効断面積メンバ名、断面積作成コード名

5.3.3 ファイル所在

W/S版ORIGEN2新ライブラリー作成ツールで使用するファイル一覧を示す。

以下のファイルは"/pub/origen_tool/(実際は/home1/ftp/pub/origen_tool /)"にあり、origen_tool.tar.Zを解凍すると作成される。

●ソースプログラム※1	: /src/
●ORIGEN2新ライブラリー作成ツール 実行用シェル(SUN、DEC共通)	: ORISYS.sh
●プログラム制御用インプットデータ※2	: ORISYS.inp
●更新元ライブラリー (内側炉心用)	: ORIGINAL.FBRLWRC.XSEC
(軸方向ブランケット用)	: ORIGINAL.FBRLWRA.XSEC
(径方向ブランケット用)	: ORIGINAL.FBRLWRR.XSEC
●73群無限希釈断面積ファイル(1)※3	: TOS160.XS73
●73群無限希釈断面積ファイル(2)※3	: TOS180.XS73
●CITATIONスペクトルファイル (SUN、DEC共通)	: CITRZ70G_REF.FLX
●CITATION以外のスペクトルファイル※2	: NOFT07.inp
●核分裂収率データライブラリー	: FASTY.FBRLWR.DATA
●Makefile(SUN、DEC共通)※4	: /src/Makefile

※1 SUNで実行するときには、/src/SUN_src/中のサブルーチンを/src/のものに入れ替えてコンパイルする。また、DECで実行するときには/src/DEC_src/中のサブルーチンを用いる(/src/のプログラムは既にDEC用であるため、/src/DEC_src/と入れ替える必要はない)。SUN、DEC用とも入れ替えるサブルーチンは以下のものである。

main.f、pdsget.f、rwpdsf.f

※2 この例は内側炉心のデータであるため、異なる位置でのライブラリー作成には入力データを修正したり、違うファイルを選ぶ必要がある。

※3 2つのファイルを合わせると340核種ある(TOS160.XS73は160核種、TOS180.XS73は180核種)。

※4 SUNで実行するときには、

FFLAGS = -Bstatic -native

DECで実行するときには、

FFLAGS = -convert big_endian

のようにMakefileを修正する。

表1 CITATION以外の中性子スペクトルファイル

70

3.13870E-08

1.05765E-07

2.43288E-07

4.00076E-07

6.24340E-07

9.73939E-07

1.03061E-06

1.27946E-06

1.31816E-06

1.41650E-06

2.26438E-06

2.93911E-06

●

●

<途中省略>

●

●

1.54510E-09

5.32679E-10

2.56065E-10

8.04685E-11

3.64103E-11

3.13939E-11

5.82497E-12

2.31288E-12

1.84923E-12

2.09150E-12

5.38664E-13

3.27147E-13

5.56374E-13

1.10024E-12

4.77356E-13

8.03229E-13

1.06766E-11

6.67277E-12

2.09485E-13

2.97112E-12

3.07356E-12

5.46904E-13

5.40965E-14

1.04485E-13

表2 W/S版ORIGEN2新ライブラリー作成ツール実行用シェル(SUN、DEC共通)

```

#!/bin/sh
#
CWD=`pwd`
cd $CWD
#
CONLIB=/home1_ontgib04/CODE/JFS3LIB/JFS3J3.Y9510 # JFS-3 Lib
NEWLIB=./@NEW.H10XXXX.XSEC
INPUT=./ORISYS.inp
PDS=./WORK/maclgj32/
#-----
date "+ %m-%d-%y (%a) %T === MAKE ORIGEN2 lg-library SYSTEM START ==="
#-----
ln -s ./ORIGINAL.FBRLWRC.XSEC fort.3 # origen2 old library
ln -s $INPUT fort.5 # input data
ln -s ./TOS160.XS73 fort.11 # 73g cross section file(1)
ln -s ./TOS180.XS73 fort.12 # 73g cross section file(2)
ln -s ./WORK/CITRZ70G_REF.FLX fort.70 # CITATION 70g neutron spectrum file
#ln -s ./NOFT07.inp fort.70 # neutron spectrum file(except CITATION)
ln -s ./FASTY.FBRLWR.DATA fort.92 # Fission yield data library
ln -s $CONLIB fort.99
USERPDS=$PDS # lg xsec pds-file
#
export USERPDS
./orisys.lm < fort.5 > $INPUT.dmp # execute & output file
date "+ %m-%d-%y (%a) %T === ORIGEN SYSTEM END ==="
mv fort.91 $NEWLIB # new origen2 libraly (output)
#mv fort.17 @#FBRO1G.XSEC # work file
rm fort.*
#
exit 0

```

表3 ライブラリー識別番号 (NLIB) 対応表

Objectives	Library Name	NLIB(5)	NLIB(6)	NLIB(7)	NLIB(12)
JOYO (MOX)					
Core	JOYOM1CO	800	801	802	46
Axial Blanket	JOYOM1AX	803	804	805	47
Radial Blanket	JOYOM1RD	806	807	808	48
MONJU (MOX)					
Inner Core	MONJMXIC	809	810	811	49
Outer Core	MONJMXOC	812	813	814	50
Axial Blanket	MONJMXAX	815	816	817	51
Radial Blanket	MONJMXRD	818	819	820	52
600MWe FBR (MOX)					
Inner Core	600MMXIC	821	822	823	53
Outer Core	600MMXOC	824	825	826	54
Axial Blanket	600MMXAX	827	828	829	55
Radial Blanket	600MMXRD	830	831	832	56
600MWe FBR (METAL)					
Inner Core	600MMTIC	833	834	835	57
Outer Core	600MMTOC	836	837	838	58
Axial Blanket	600MMTAX	839	840	841	59
Radial Blanket	600MMTRD	842	843	844	60
600MWe FBR (NITRIDE)					
Inner Core	600MNIIC	845	846	847	61
Outer Core	600MNIOC	848	849	850	62
Axial Blanket	600MNIAX	851	852	853	63
Radial Blanket	600MNIIRD	854	855	856	64
600MWe FBR (Re-Cycled Pu)					
Inner Core	600MRPIC	857	858	859	65
Outer Core	600MRPOC	860	861	862	66
Axial Blanket	600MRPAX	863	864	865	67
Radial Blanket	600MRPRD	866	867	868	68
1300MWe FBR (MOX)					
Inner Core	1300MXIC	869	870	871	69
Outer Core	1300MXOC	872	873	874	70
Axial Blanket	1300MXAX	875	876	877	71
Pu Burner					
Inner Core	PUBRMXIC	878	879	880	72
Outer Core	PUBRMXOC	881	882	883	73

参考文献

- 1) A.G.Croff. "ORIGEN2-A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code". ORNL-5621, July 1980.
- 2) Masayuki Nakagawa and Keichiro Tsuchihashi. "SLAROM: A Code for Cell Homogenization Calculation of Fast Reactor". JAERI 1294, December 1984.
- 3) T.B.Flower, D.R.Vondy, and G.W.Cunningham. "Nuclear Reactor Core Analysis Code: CITATION". ORNL/TM-2496 Rev.2, July 1971.
- 4) 中川正幸, 阿部純一, 佐藤若英. "高速炉の核特性解析コードシステム". JAERI-M 83-066, April 1983.
- 5) Kanji Tasaka, Jun-ichi Katakura, Hitoshi Ihara, Tadashi Yoshida, Shungo Iijima, Ryuzo Nakasima, Tsuneo Nakagawa, and Hideki Takano. "JNDC Nuclear Data Library of Fission Products-Second Version-". JAERI 1320, September 1990.