

JAERI-Tech  
2001-074



JP0150891



ORIGEN2によるPWR燃料燃焼計算結果に  
適用する核種組成補正因子の導出

2001年11月

須山 賢也・村崎 穰\*・望月 弘樹\*・野村 靖

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の間合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.  
Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 2001

編集兼発行 日本原子力研究所

ORIGEN2 による PWR 燃料燃焼計算結果に適用する核種組成補正因子の導出

日本原子力研究所 東海研究所安全性試験研究センター燃料サイクル安全工学部

須山 賢也・村崎 穰<sup>\*1</sup>・望月 弘樹<sup>\*2</sup>・野村 靖

(2001 年 10 月 1 日 受理)

臨界安全評価上保守的な PWR 使用済燃料核種組成を簡便に与えることを目的として、ORIGEN2 による燃焼計算結果に適用する核種組成補正因子をもとめ、その保守性を MVP を用いた臨界計算によって確認した。

この補正因子の算出のため、使用済燃料同位体組成測定結果の解析を ORIGEN2 によって行なった。そして、その計算結果から得られた測定値に対する計算値の比 (C/E 値) の最大あるいは最小値を補正因子として与えた。求めた補正因子は使用済燃料と ORIGEN2 ライブラリの組み合わせごとに与えられる。得られた補正因子は、従来の臨界安全ハンドブックにおいて与えられていた推奨核種組成の再定義と考えられるものである。

## **Derivation of Correction Factor To Be Applied for Calculated Results of PWR Fuel Isotopic Composition by ORIGEN2 Code**

Kenya SUYAMA, Minoru MURAZAKI\*<sup>1</sup>, Hiroki MOCHIZUKI\*<sup>2</sup>  
and Yasushi NOMURA

Department of Fuel Cycle Safety Research  
Nuclear Safety Research Center  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

( Received October 1, 2001 )

For providing conservative PWR spent fuel compositions from the view point of nuclear criticality safety, correction factors applicable for result of burnup calculation by ORIGEN2 were evaluated. Its conservativeness was verified by criticality calculations using MVP.

To calculate these correction factors, analyses of spent fuel isotopic composition data were performed by ORIGEN2. Maximum or minimum value of the ratio of calculation result to experimental data was chosen as correction factor. These factors are given to each set of fuel assembly and ORIGEN2 library. They could be considered as the re-definition of recommended isotopic composition given in Nuclear Criticality Safety Handbook.

Keywords : Burnup Credit, Criticality Safety, ORIGEN2, MVP, Spent Fuel Composition,  
Correction Factor

---

\*<sup>1</sup>Tokyo Nuclear Service Ltd.

\*<sup>2</sup>The Japan Research Institute Ltd.

## 目次

<b>1</b>	<b>序論</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PWR 使用済燃料の PIE データの解析</b> .....	<b>3</b>
2.1	解析対象 .....	3
2.2	解析条件 .....	10
2.3	PIE データ .....	47
2.4	解析結果 .....	53
<b>3</b>	<b>PWR 使用済燃料核種組成計算値の補正因子の算出</b> .....	<b>77</b>
3.1	算出方法 .....	77
3.2	算出結果 .....	78
<b>4</b>	<b>使用済燃料無限配列体系での反応度効果の検証</b> .....	<b>79</b>
4.1	核種組成計算とその補正 .....	79
4.2	原子個数密度の計算 .....	92
4.3	臨界計算条件及び計算モデル .....	93
4.4	核種組成の補正による反応度効果の検証 .....	99
4.5	PIE 核種組成データを用いた臨界計算 .....	109
<b>5</b>	<b>結論</b> .....	<b>117</b>
	参考文献 .....	118

## Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Analyses of PIE Data of PWR Spent Fuel</b>	<b>3</b>
2.1	Objects of Calculation	3
2.2	Calculation Condition	10
2.3	PIE Data	47
2.4	Results of Analyses	53
<b>3</b>	<b>Calculation of Correction Factor for PWR Spent Fuel Composition</b>	<b>77</b>
3.1	Calculation Method	77
3.2	Results of Calculation	78
<b>4</b>	<b>Verification of Reactivity Effects in a System of Storage Pool Model</b>	<b>79</b>
4.1	Calculation Results of Spent Fuel Composition and Correction	79
4.2	Calculation of Atomic Number Density	92
4.3	Condition and Modeling of Criticality Calculation	93
4.4	Verification of Reactivity Effects of Correction of Isotopic Composition	99
4.5	Criticality Calculation using PIE Data	109
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>117</b>
	References	118

## 1 序論

使用済燃料取扱施設の臨界安全設計において、燃料の燃焼に伴う反応度低下を考慮すること、すなわち燃焼度クレジットの導入は、現在多くの国において検討がなされている。燃焼度クレジット導入に際しては、使用済燃料の同位体組成をどのように評価するかが最も重要である。使用済燃料の同位体組成の評価法としては、実測データに基づいて組成を同定する方法、詳細な多次元燃焼計算コードにより求める方法などが考えられている。臨界計算で用いる体系のモデル化等の他の条件にもよるが、燃焼計算によって求められた同位体組成をそのまま臨界安全性評価に用いるのではなく、燃焼計算によって求められた核種組成にどの程度の誤差が含まれているかを検討し、保守的な臨界安全性評価結果が得られるように核種組成値を評価する必要があると考えられる。その方法の一つの例として、使用済燃料の照射後試験を解析し、計算で得られた組成に適用すべき補正因子を求める試みが米国により行われている [1, 2]。

実測された核種組成をもとに補正因子を与える場合に考えられる最も単純な方法は、核分裂性核種の場合は得られた実測値に対する計算値の比 C/E の最小値を補正因子とし、それ以外の中性子吸収体として働く核種の場合には、C/E の最大値を補正因子として、この補正因子により割ることで、反応度的に保守側の同位体組成を与える方法である。このような実験結果をもとに補正因子を求める方法は、与えた補正因子がどのような使用済燃料に対しても適用できるというような汎用的なものではなく、さらに実験値の含む誤差をどのように扱うかという問題を含んでいるが、実際、実測データの解析により計算コードの精度を評価することを考えれば、最も直接的な方法であり、臨界安全ハンドブック第一版 [3] や、その後公開された臨界安全ハンドブック改訂準備資料 [4] で述べられた推奨核種組成を与える際の、実験値から安全側の核種組成を求めた方法と実質的に同じである。

一方、燃焼計算コードにより核種組成を求める場合に利用すると考えられるコードの一つに ORIGEN2 [5, 6] がある。オークリッジ国立研究所で開発されたこのコードは、使用するライブラリと解析対象とする集合体が合わなければ、計算精度が保証されないという問題点があるものの、多くの利用者がおり、コードの特性などが十分に知られているために、使用済燃料取扱施設の概念設計などには広く利用されている。ORIGEN2 により計算された組成に適用する上述した保守的な組成を与えるための補正因子が与えられたならば、燃焼度クレジットの導入にともなう解析に有用であろう。また、この方法は ORIGEN2 だけにしか適用できないものではなく、他の燃焼計算コードに対しても、補正因子を与える計算を行った条件毎に、すなわち燃焼計算を行う際に使用するモデル化の方法毎に、同様の方法で補正因子を与えることができると考えられる。

本報告では、以上の考え方に基づき ORIGEN2 により炉型が PWR の 47 点の PIE サンプルの解析を行い、補正係数を算出した結果を述べる。この計算では、計算コードには ORIGEN2.1 [7] を用い、使用するライブラリには同コード標準のライブラリおよび JENDL-3.2 に基づく ORIGEN2 用ライブラリ ORLIBJ32 [8] のうち、PIE データが得られた燃料の解析に最適であると考えられるものを用いた。そして、ORIGEN2.1 によって燃焼度点 6 点 (5, 10, 15, 20, 30 および 40 GWd/t) における核種組成計算を行い、算出された補正係数の適用の有無による反応度を連続エネルギー

モンテカルロ計算コード MVP [9] を使用した臨界計算により求め、補正因子を適用した核種組成を使用して計算した中性子増倍率は、PIE で得られた組成を使用して求めた中性子増倍率に比較をして大きくなっている（保守側である）ことを確認した。

## 2 PWR 使用済燃料の PIE データの解析

### 2.1 解析対象

今回、解析に使用した PIE データは、SFCOMPO [10, 11] に収納されているデータである。SFCOMPO は広く公開文献を調査し、使用済燃料核種組成データを収録して、一般の利用に供しているデータベースであり、現在では Web 上においてもデータの利用が可能になっている [12]。Table 2.1 に SFCOMPO に収納されているデータの炉心名を示す。SFCOMPO に収納されているデータの大部分は 1960 年代から 70 年代以前の測定によって得られたものであるが、近年の我が国で行われた照射後試験の結果も次第に公開されてきて、利用可能なものから順次収納されていることがわかる。これらのデータを用いて燃焼計算の精度を評価する場合には、同位体比でなく絶対的な生成量を把握できることが必要である。すなわち、照射後試験の結果は、たとえば初期重元素 1 トンあたりの生成あるいは残存重量で与えられていることが望ましい。また、そうでない場合には、そのような値に変換することが可能な補助データが与えられている必要がある。このようなデータになれば、燃焼計算の入力データとして原子個数密度を算出することができるからである。この観点から SFCOMPO のデータを調べた結果、同位体組成が上記の単位で与えられているものは数が少ないことがわかった。また、BWR のデータは PWR のそれとは、ボイド率データを含むこと、初期濃縮度分布を考慮しなければならないことなど異なる特性を有することから、ここでは区別して扱うこととした。結局、Obrigheim、美浜 3 号炉、玄海 1 号炉、高浜 3 号炉の使用済燃料の照射後試験データは、PIE データが比較的新しく揃っていて炉型が PWR であることから、これらを選定して燃焼計算を行った。この場合、利用できるサンプル数は、それぞれ順に

- Obrigheim [13]: 26 点
- 美浜 3 号炉 [14, 15, 16]: 9 点
- 玄海 1 号炉 [14, 15, 16]: 2 点
- 高浜 3 号炉 [17]: 10 点

の合計 47 点である。

各炉の主要パラメータを Table 2.2 に、また照射履歴を Table 2.3 から Table 2.8 までに示す。なお、Obrigheim 炉の履歴に関しては、SFCOMPO の参考文献 [11] に記載の日数と日付が異なるため、ここでは日付から求めた日数を採用した。解析対象の各サンプルの一覧を Table 2.9 から Table 2.12 までに示す。また、各炉で用いられた  $\text{UO}_2$  燃料の初期組成を Table 2.13 に示す。

Table 2.1 SFCOMPO 収録の軽水炉使用済燃料核種組成データ

原子炉名	国名	炉型	燃焼度	データ取得年
Yankee	USA	PWR	13,000 - 18,000	Before 1966
Trino	ITALY	PWR	3,400 - 26,600	1966 - 1971
Obrigheim	Germany	PWR	15,600 - 37,500	1970 - 1974
Garigliano	ITALY	BWR	8,900 - 14,500	1964 - 1967
Gundremmingen	Germany	BWR	14,400 - 27,400	1969 - 1973
Monticello	USA	BWR	40,300 - 58,700	1974 - 1982
美浜 3 号炉	Japan	PWR	6,900 - 31,400	1978 - 1982
玄海 1 号炉	Japan	PWR	36,100	1975 - 1979
敦賀 1 号炉	Japan	BWR	16,300 - 25,700	1972 - 1978
JPDR	Japan	BWR	130 - 5,500	1963 - 1969
Calvert Cliffs-1	USA	PWR	27,400 - 44,300	1977 - 1982
TMI-2	USA	PWR	3,200	1979
Robinson-2	USA	PWR	24,500 - 31,500	Before 1975
Cooper	USA	BWR	17,800 - 33,900	Before 1975
福島-1-3 号炉	日本	BWR	17,800 - 33,900	Before 1975
高浜 3 号炉 *	日本	PWR	14,300 - 47,300	1995-1999

\* 高浜 3 号炉の PIE データは、最近、原研で取得されたものであり、現状の SFCOMPO にはまだ収納されていない。

Table 2.2 解析対象炉心の主要パラメータ

Reactor Name	Obrigheim	美浜 3 号炉	玄海 1 号炉	高浜 3 号炉
Type of Reactor	PWR	PWR	PWR	PWR
Power	350 MWe	2440 MWth	1650 MWth	2652 MWth
Initial U235 Enrichment (%)	2.5/2.8/3.1	3.24	3.42	2.6/4.1
Operation	1970-74	1978-82	1975-79	1990-1992
Fuel Pellet Diameter (mm)	9.04	9.29	9.29	8.05
Length of Pellet Stack in Fuel Rod (mm)	2956	3660	3660	3648
Clad Thickness	0.721	0.62	0.62	0.59
Clad Material	Zr-4	Zr-4	Zr-4	Zr-4
Rod Array	14×14	15×15	14×14	17×17
Number of Fuel Rods	180	204	179	264
Fuel Rod Pitch (mm)	14.3	14.3	14.1	12.6
Control Rod Absorbing Material	Ag-In-Cd	Ag-In-Cd	Ag-In-Cd	-
Core Equivalent Diameter (mm)	2500	3040	2460	3040
Active Height (mm)	2750	3660	3660	3660
Number of Assemblies	121	157	121	157
Inlet Temp (deg.C)	283	287	288	284
Outlet Temp (deg.C)	313	322	323	321

**Table 2.3** Obrigheim 炉の履歴（集合体 BE124）

日数*	運転状態
316	出力運転
416	停止
331	出力運転
22	停止
325	出力運転

\* 日数は、履歴データの日付から計算した。

**Table 2.4** Obrigheim 炉の履歴（集合体 BE210）

日数*	運転状態
343	出力運転
26	停止
331	出力運転
22	停止
325	出力運転

\* 日数は、履歴データの日付から計算した。

**Table 2.5** 美浜 3 号炉の履歴

日数	運転状態
215	出力運転
388	停止
157	出力運転
9	停止
170	出力運転
176	停止
352	出力運転
28	出力運転

**Table 2.6** 玄海1号炉の履歴

日数	運転状態
128	出力運転
12	停止
242	出力運転
85	停止
250	出力運転
18	停止
105	出力運転
86	停止
306	出力運転

**Table 2.7** 高浜3号炉の履歴 (SF95)

日数	運転状態
385	出力運転
88	停止
402	出力運転

**Table 2.8** 高浜3号炉の履歴 (SF97)

日数	運転状態
385	出力運転
88	停止
402	出力運転
62	停止
406	出力運転

Table 2.9 Obrigheim のサンプル一覧

SFCOMPO ID	集合体	SAMPLE No.	濃縮度 (wt%)	Laboratory	燃焼度 (MWd/t)
201	BE124	D1 P1	3.0	Karlsruhe	21170
203	BE124	D1 P3	3.0	Ispra	33750
204	BE124	E3 P1	3.0	Ispra	20180
205	BE124	E3 P2	3.0	Karlsruhe	35100
206	BE124	E3 P3	3.0	Ispra	36260
207	BE124	E3 P4	3.0	Ispra	30890
208	BE124	E3 P4	3.0	Karlsruhe	30940
209	BE124	E3 P5	3.0	Ispra	22860
210	BE124	G7 P1	3.0	Ispra	17130
211	BE124	G7 P1	3.0	Karlsruhe	22700
212	BE124	G7 P2	3.0	Ispra	25830
213	BE124	G7 P3	3.0	Ispra	31500
214	BE124	G7 P3	3.0	Karlsruhe	31140
215	BE124	G7 P4	3.0	Ispra	27710
216	BE124	G7 P5	3.0	Karlsruhe	25810
217	BE124	M14 P1	3.0	Karlsruhe	15600
218	BE124	M14 P3	3.0	Ispra	29360
219	BE124	M14 P4	3.0	Karlsruhe	24900
220	BE210	G14 P3(1)	2.83	Ispra	38100
221	BE210	G14 P3(1)	2.83	Karlsruhe	36880
222	BE210	G14 P4(1)	2.83	Ispra	35640
223	BE210	G14 P5(1)	2.83	Ispra	30160
224	BE210	G14 P5(2)	2.83	Ispra	24220
225	BE210	K14 P1	2.83	Ispra	25450
226	BE210	K14 P3(1)	2.83	Ispra	36670
227	BE210	K14 P4(1)	2.83	Karlsruhe	32900

Table 2.10 美浜3号炉のサンプル一覧

SFCOMPO ID	集合体	SAMPLE No.	濃縮度 (wt%)	Laboratory	燃焼度 (MWd/t)
401	-	86B02	3.208	JAERI	8300
402	-	86B03	3.208	JAERI	6900
403	-	86G05	3.203	JAERI	15300
404	-	86G03	3.203	JAERI	21200
405	-	86G07	3.203	JAERI	14600
406	-	87C03	3.21	JAERI	24990
407	-	87C04	3.21	JAERI	32300
408	-	87C07	3.21	JAERI	33700
409	-	87C08	3.21	JAERI	34100

Table 2.11 玄海1号炉のサンプル一覧

SFCOMPO ID	集合体	SAMPLE No.	濃縮度 (wt%)	Laboratory	燃焼度 (MWd/t)
451	-	87H01	3.415	JAERI	38700
452	-	87H05	3.415	JAERI	38100

Table 2.12 高浜3号炉のサンプル一覧

SFCOMPO ID	集合体	SAMPLE No.	濃縮度 (wt%)	Laboratory	燃焼度 (MWd/t)
-	-	SF95-1-1	4.11	JAERI	14299
-	-	SF95-1-2	4.11	JAERI	24355
-	-	SF95-1-3	4.11	JAERI	35425
-	-	SF95-1-4	4.11	JAERI	36694
-	-	SF95-1-5	4.11	JAERI	30402
-	-	SF97-1-2	4.11	JAERI	30731
-	-	SF97-1-3	4.11	JAERI	42159
-	-	SF97-1-4	4.11	JAERI	47030
-	-	SF97-1-5	4.11	JAERI	47250
-	-	SF97-1-6	4.11	JAERI	40789

Table 2.13 初期組成一覧

炉	集合体	Sample No.	存在比 (wt%)			
			U-234	U-235	U-236	U-238
Obrigheim	BE124	D1 P1 - M14 P4	0.0	3.0	0.0	97.0
Obrigheim	BE210	G14 P3(1) - K14 P4(1)	0.0	2.83	0.0	97.17
美浜 3 号炉	-	86B02, 86B03	0.0285	3.208	0.0208	96.742
美浜 3 号炉	-	86G05, 86G03, 86G07	0.0285	3.203	0.0109	96.757
美浜 3 号炉	-	87C03, 87C04, 87C07, 87C08	0.0295	3.21	0.0327	96.727
玄海 1 号炉	-	87H01, 87H05	0.0290	3.415	0.0220	96.534
高浜 3 号炉	-	SF95, SF97	0.04	4.11	0.0	95.85

## 2.2 解析条件

燃焼計算コードは、ORIGEN の最新のバージョンである ORIGEN2.1 [7] を用いた。また、各炉の燃焼計算において使用した ORIGEN2.1 コードに付属のライブラリを Table 2.14 に示す。各炉の燃焼計算に使用したライブラリは各炉心の仕様、及びサンプル燃焼度、濃縮度をもとに決定した。使用ライブラリの中で PWR41J32 ライブラリは原研で整備された JENDL-3.2 に基づく ORIGEN2 用ライブラリ [8] であり、高浜 3 号炉の仕様にはほぼ一致するため燃焼計算に使用した。各サンプルの計算条件（燃焼ステップ数等）を Table 2.15 から 2.61 までに示す。ORIGEN 計算においては、1 ステップ当たり 2GWd/t を超えないように燃焼ステップを設定した。

Obrigheim と美浜 3 号炉の比出力は詳細なデータが与えられていないため、対象サンプルの各燃焼期間内で一定とした。玄海 1 号炉では、比出力は対象サンプルの全燃焼期間内の平均値を採って一定とした。高浜 3 号炉では、比出力を Table 2.52 から Table 2.61 に示す値をそれぞれ与えた。

なお、美浜 3 号炉については参考文献 [11] に記載の各サンプルの燃焼度、日数、比出力を見ると、各ステップの（日数×比出力）の総和が取り出し燃焼度の値に等しくならないため、燃焼計算に用いる比出力としては、文献記載の比出力に、

$$\frac{\text{燃焼度}}{(\text{日数} \times \text{比出力}) \text{ の総和}}$$

として求められる補正因子を乗じて与えることとした。

核種組成計算は、与えられている PIE データの冷却条件に合わせるため、Obrigheim と高浜 3 号炉については炉から取り出し直後、美浜 3 号炉と玄海 1 号炉は取り出し後 5 年冷却として行った。

Table 2.14 使用ライブラリ

名称	PWR-U	PWR-US	PWR-UE	PWR4IJ32
Obrigheim	○	○		
美浜 3 号炉	○	○		
玄海 1 号炉	○	○		
高浜 3 号炉			○	○

Table 2.15 Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:D1 P1, SFCOMPO ID:201 の ORIGIN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	15.247	131.2	131.2
2	4000	2000	15.247	131.2	262.4
3	4818	818	15.247	53.6	316.0
4	4818	0	0	150	466.0
5	4818	0	0	150	616.0
6	4818	0	0	116	732.0
7	6818	2000	26.465	75.6	807.6
8	8818	2000	26.465	75.6	883.1
9	10818	2000	26.465	75.6	958.7
10	12818	2000	26.465	75.6	1034.3
11	13578	760	26.465	28.7	1063.0
12	13578	0	0	22	1085.0
13	15578	2000	23.360	85.6	1170.6
14	17578	2000	23.360	85.6	1256.2
15	19578	2000	23.360	85.6	1341.9
16	21170	1592	23.360	68.2	1410.0

**Table 2.16** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:D1 P3, SFCOMPO ID:203 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	24.307	82.3	82.3
2	4000	2000	24.307	82.3	164.6
3	6000	2000	24.307	82.3	246.8
4	7681	1681	24.307	69.2	316.0
5	7681	0	0	150	466.0
6	7681	0	0	150	616.0
7	7681	0	0	116	732.0
8	9681	2000	42.192	47.4	779.4
9	11681	2000	42.192	47.4	826.8
10	13681	2000	42.192	47.4	874.2
11	15681	2000	42.192	47.4	921.6
12	17681	2000	42.192	47.4	969.0
13	19681	2000	42.192	47.4	1016.4
14	21647	1966	42.192	46.6	1063.0
15	21647	0	0	22	1085.0
16	23646	2000	37.241	53.7	1138.7
17	25647	2000	37.241	53.7	1192.4
18	27647	2000	37.241	53.7	1246.1
19	29646	2000	37.241	53.7	1299.8
20	31647	2000	37.241	53.7	1353.5
21	33646	2000	37.241	53.7	1407.2
22	33750	104	37.241	2.8	1410.0

**Table 2.17** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:E3 P1, SFCOMPO ID:204 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	14.534	137.6	137.6
2	4000	2000	14.534	137.6	275.2
3	4593	593	14.534	40.8	316.0
4	4593	0	0	150	466.0
5	4593	0	0	150	616.0
6	4593	0	0	116	732.0
7	6593	2000	25.228	79.3	811.3
8	8593	2000	25.228	79.3	890.6
9	10593	2000	25.228	79.3	969.8
10	12593	2000	25.228	79.3	1049.1
11	12943	350	25.228	13.9	1063.0
12	12943	0	0	22	1085.0
13	14943	2000	22.268	89.8	1174.8
14	16943	2000	22.268	89.8	1264.6
15	18943	2000	22.268	89.8	1354.5
16	20180	1237	22.268	55.5	1410.0

Table 2.18 Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:E3 P2, SFCOMPO ID:205 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	25.279	79.1	79.1
2	4000	2000	25.279	79.1	158.2
3	6000	2000	25.279	79.1	237.4
4	7988	1988	25.279	78.7	316.0
5	7988	0	0	150	466.0
6	7988	0	0	150	616.0
7	7988	0	0	116	732.0
8	9988	2000	43.880	45.6	777.6
9	11988	2000	43.880	45.6	823.2
10	13988	2000	43.880	45.6	868.7
11	15988	2000	43.880	45.6	914.3
12	17988	2000	43.880	45.6	959.9
13	19988	2000	43.880	45.6	1005.5
14	21988	2000	43.880	45.6	1051.1
15	22512	524	43.880	11.9	1063.0
16	22512	0	0	22	1085.0
17	24512	2000	38.731	51.6	1136.6
18	26512	2000	38.731	51.6	1188.3
19	28512	2000	38.731	51.6	1239.9
20	30512	2000	38.731	51.6	1291.6
21	32512	2000	38.731	51.6	1343.2
22	34512	2000	38.731	51.6	1394.8
23	35100	588	38.731	15.2	1410.0

**Table 2.19** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:E3 P3, SFCOMPO ID:206 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	26.115	76.6	76.6
2	4000	2000	26.115	76.6	153.2
3	6000	2000	26.115	76.6	229.8
4	8000	2000	26.115	76.6	306.3
5	8252	252	26.115	9.7	316.0
6	8252	0	0	150	466.0
7	8252	0	0	150	616.0
8	8252	0	0	116	732.0
9	10252	2000	45.330	44.1	776.1
10	12252	2000	45.330	44.1	820.2
11	14252	2000	45.330	44.1	864.4
12	16252	2000	45.330	44.1	908.5
13	18253	2000	45.330	44.1	952.6
14	20253	2000	45.330	44.1	996.7
15	22253	2000	45.330	44.1	1040.9
16	23257	1004	45.330	22.2	1063.0
17	23257	0	0	22	1085.0
18	25257	2000	40.011	50.0	1135.0
19	27256	2000	40.011	50.0	1185.0
20	29257	2000	40.011	50.0	1235.0
21	31256	2000	40.011	50.0	1284.9
22	33257	2000	40.011	50.0	1334.9
23	35257	2000	40.011	50.0	1384.9
24	36260	1003	40.011	25.0	1410.0

**Table 2.20** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:E3 P4, SFCOMPO ID:207 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	22.247	89.9	89.9
2	4000	2000	22.247	89.9	179.8
3	6000	2000	22.247	89.9	269.7
4	7030	1030	22.247	46.3	316.0
5	7030	0	0	150	466.0
6	7030	0	0	150	616.0
7	7030	0	0	116	732.0
8	9030	2000	38.617	51.8	783.8
9	11030	2000	38.617	51.8	835.6
10	13030	2000	38.617	51.8	887.4
11	15030	2000	38.617	51.8	939.2
12	17030	2000	38.617	51.8	991.0
13	19030	2000	38.617	51.8	1042.8
14	19812	782	38.617	20.3	1063.0
15	19812	0	0	22	1085.0
16	21812	2000	34.086	58.7	1143.7
17	23812	2000	34.086	58.7	1202.4
18	25812	2000	34.086	58.7	1261.0
19	27812	2000	34.086	58.7	1319.7
20	29812	2000	34.086	58.7	1378.4
21	30890	1078	34.086	31.6	1410.0

**Table 2.21** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:E3 P4, SFCOMPO ID:208 の ORIGIN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	22.283	89.8	89.8
2	4000	2000	22.283	89.8	179.5
3	6000	2000	22.283	89.8	269.3
4	7041	1042	22.283	46.7	316.0
5	7041	0	0	150	466.0
6	7041	0	0	150	616.0
7	7041	0	0	116	732.0
8	9042	2000	38.679	51.7	783.7
9	11042	2000	38.679	51.7	835.4
10	13041	2000	38.679	51.7	887.1
11	15041	2000	38.679	51.7	938.8
12	17041	2000	38.679	51.7	990.5
13	19042	2000	38.679	51.7	1042.3
14	19844	803	38.679	20.8	1063.0
15	19844	0	0	22	1085.0
16	21844	2000	34.141	58.6	1143.6
17	23844	2000	34.141	58.6	1202.2
18	25844	2000	34.141	58.6	1260.7
19	27844	2000	34.141	58.6	1319.3
20	29844	2000	34.141	58.6	1377.9
21	30940	1096	34.141	32.1	1410.0

**Table 2.22** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:E3 P5, SFCOMPO ID:209 の ORIGIN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	16.464	121.5	121.5
2	4000	2000	16.464	121.5	243.0
3	5203	1203	16.464	73.1	316.0
4	5203	0	0	150	466.0
5	5203	0	0	150	616.0
6	5203	0	0	116	732.0
7	7203	2000	28.578	70.0	802.0
8	9203	2000	28.578	70.0	872.0
9	11203	2000	28.578	70.0	942.0
10	13203	2000	28.578	70.0	1011.9
11	14662	1459	28.578	51.1	1063.0
12	14662	0	0	22	1085.0
13	16662	2000	25.225	79.3	1164.3
14	18662	2000	25.225	79.3	1243.6
15	20662	2000	25.225	79.3	1322.9
16	22662	2000	25.225	79.3	1402.2
17	22860	198	25.225	7.8	1410.0

**Table 2.23** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P1, SFCOMPO ID:210 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	12.337	162.1	162.1
2	3898	1899	12.337	153.9	316.0
3	3898	0	0	150	466.0
4	3898	0	0	150	616.0
5	3898	0	0	116	732.0
6	5898	2000	21.415	93.4	825.4
7	7899	2000	21.415	93.4	918.8
8	9899	2000	21.415	93.4	1012.2
9	10987	1088	21.415	50.8	1063.0
10	10987	0	0	22	1085.0
11	12987	2000	18.902	105.8	1190.8
12	14987	2000	18.902	105.8	1296.6
13	16987	2000	18.902	105.8	1402.4
14	17130	143	18.902	7.6	1410.0

**Table 2.24** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P1, SFCOMPO ID:211 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	16.349	122.3	122.3
2	4000	2000	16.349	122.3	244.7
3	5166	1166	16.349	71.3	316.0
4	5166	0	0	150	466.0
5	5166	0	0	150	616.0
6	5166	0	0	116	732.0
7	7166	2000	28.378	70.5	802.5
8	9166	2000	28.378	70.5	873.0
9	11166	2000	28.378	70.5	943.4
10	13166	2000	28.378	70.5	1013.9
11	14559	1393	28.378	49.1	1063.0
12	14559	0	0	22	1085.0
13	16559	2000	25.048	79.8	1164.9
14	18559	2000	25.048	79.8	1244.7
15	20559	2000	25.048	79.8	1324.5
16	22559	2000	25.048	79.8	1404.4
17	22700	141	25.048	5.6	1410.0

**Table 2.25** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P2, SFCOMPO ID:212 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	18.603	107.5	107.5
2	4000	2000	18.603	107.5	215.0
3	5879	1879	18.603	101.0	316.0
4	5879	0	0	150	466.0
5	5879	0	0	150	616.0
6	5879	0	0	116	732.0
7	7879	2000	32.291	61.9	793.9
8	9878	2000	32.291	61.9	855.9
9	11879	2000	32.291	61.9	917.8
10	13879	2000	32.291	61.9	979.8
11	15879	2000	32.291	61.9	1041.7
12	16567	688	32.291	21.3	1063.0
13	16567	0	0	22	1085.0
14	18567	2000	28.502	70.2	1155.2
15	20567	2000	28.502	70.2	1225.3
16	22567	2000	28.502	70.2	1295.5
17	24567	2000	28.502	70.2	1365.7
18	25830	1263	28.502	44.3	1410.0

**Table 2.26** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P3, SFCOMPO ID:213 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	22.687	88.2	88.2
2	4000	2000	22.687	88.2	176.3
3	6000	2000	22.687	88.2	264.5
4	7169	1169	22.687	51.5	316.0
5	7169	0	0	150	466.0
6	7169	0	0	150	616.0
7	7169	0	0	116	732.0
8	9169	2000	39.379	50.8	782.8
9	11169	2000	39.379	50.8	833.6
10	13169	2000	39.379	50.8	884.4
11	15169	2000	39.379	50.8	935.2
12	17169	2000	39.379	50.8	985.9
13	19169	2000	39.379	50.8	1036.7
14	20204	1034	39.379	26.3	1063.0
15	20204	0	0	22	1085.0
16	22204	2000	34.759	57.5	1142.5
17	24204	2000	34.759	57.5	1200.1
18	26204	2000	34.759	57.5	1257.6
19	28204	2000	34.759	57.5	1315.2
20	30204	2000	34.759	57.5	1372.7
21	31500	1297	34.759	37.3	1410.0

**Table 2.27** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P3, SFCOMPO ID:214 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	22.427	89.2	89.2
2	4000	2000	22.427	89.2	178.4
3	6000	2000	22.427	89.2	267.5
4	7087	1087	22.427	48.5	316.0
5	7087	0	0	150	466.0
6	7087	0	0	150	616.0
7	7087	0	0	116	732.0
8	9087	2000	38.929	51.4	783.4
9	11087	2000	38.929	51.4	834.8
10	13087	2000	38.929	51.4	886.1
11	15087	2000	38.929	51.4	937.5
12	17087	2000	38.929	51.4	988.9
13	19087	2000	38.929	51.4	1040.3
14	19972	886	38.929	22.8	1063.0
15	19972	0	0	22	1085.0
16	21972	2000	34.361	58.2	1143.2
17	23972	2000	34.361	58.2	1201.4
18	25972	2000	34.361	58.2	1259.6
19	27972	2000	34.361	58.2	1317.8
20	29972	2000	34.361	58.2	1376.0
21	31140	1168	34.361	34.0	1410.0

**Table 2.28** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P4, SFCOMPO ID:215 の  
ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	19.957	100.2	100.2
2	4000	2000	19.957	100.2	200.4
3	6000	2000	19.957	100.2	300.7
4	6306	306	19.957	15.4	316.0
5	6306	0	0	150	466.0
6	6306	0	0	150	616.0
7	6306	0	0	116	732.0
8	8306	2000	34.641	57.7	789.7
9	10306	2000	34.641	57.7	847.5
10	12306	2000	34.641	57.7	905.2
11	14306	2000	34.641	57.7	962.9
12	16306	2000	34.641	57.7	1020.7
13	17773	1466	34.641	42.3	1063.0
14	17773	0	0	22	1085.0
15	19773	2000	30.577	65.4	1150.4
16	21773	2000	30.577	65.4	1215.8
17	23773	2000	30.577	65.4	1281.2
18	25773	2000	30.577	65.4	1346.6
19	27710	1937	30.577	63.4	1410.0

**Table 2.29** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:G7 P5, SFCOMPO ID:216 の ORIGIN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	18.589	107.6	107.6
2	4000	2000	18.589	107.6	215.2
3	5874	1874	18.589	100.8	316.0
4	5874	0	0	150	466.0
5	5874	0	0	150	616.0
6	5874	0	0	116	732.0
7	7874	2000	32.266	62.0	794.0
8	9874	2000	32.266	62.0	856.0
9	11874	2000	32.266	62.0	918.0
10	13874	2000	32.266	62.0	979.9
11	15874	2000	32.266	62.0	1041.9
12	16554	680	32.266	21.1	1063.0
13	16554	0	0	22	1085.0
14	18554	2000	28.480	70.2	1155.2
15	20554	2000	28.480	70.2	1225.5
16	22554	2000	28.480	70.2	1295.7
17	24554	2000	28.480	70.2	1365.9
18	25810	1256	28.480	44.1	1410.0

**Table 2.30** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:M14 P1, SFCOMPO ID:217 の ORIGIN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	11.235	178.0	178.0
2	3550	1550	11.235	138.0	316.0
3	3550	0	0	150	466.0
4	3550	0	0	150	616.0
5	3550	0	0	116	732.0
6	5550	2000	19.502	102.6	834.6
7	7550	2000	19.502	102.6	937.1
8	9550	2000	19.502	102.6	1039.7
9	10005	455	19.502	23.3	1063.0
10	10005	0	0	22	1085.0
11	12006	2000	17.214	116.2	1201.2
12	14005	2000	17.214	116.2	1317.4
13	15600	1595	17.214	92.6	1410.0

**Table 2.31** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:M14 P3, SFCOMPO ID:218  
の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	21.145	94.6	94.6
2	4000	2000	21.145	94.6	189.2
3	6000	2000	21.145	94.6	283.8
4	6682	682	21.145	32.3	316.0
5	6682	0	0	150	466.0
6	6682	0	0	150	616.0
7	6682	0	0	116	732.0
8	8682	2000	36.704	54.5	786.5
9	10682	2000	36.704	54.5	841.0
10	12682	2000	36.704	54.5	895.5
11	14682	2000	36.704	54.5	950.0
12	16682	2000	36.704	54.5	1004.5
13	18682	2000	36.704	54.5	1058.9
14	18831	149	36.704	4.1	1063.0
15	18831	0	0	22	1085.0
16	20831	2000	32.397	61.7	1146.7
17	22831	2000	32.397	61.7	1208.5
18	24831	2000	32.397	61.7	1270.2
19	26831	2000	32.397	61.7	1331.9
20	28831	2000	32.397	61.7	1393.7
21	29360	529	32.397	16.3	1410.0

**Table 2.32** Obrigheim 集合体名:BE124, サンプル名:M14 P4, SFCOMPO ID:219  
の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	17.933	111.5	111.5
2	4000	2000	17.933	111.5	223.1
3	5667	1667	17.933	93.0	316.0
4	5667	0	0	150	466.0
5	5667	0	0	150	616.0
6	5667	0	0	116	732.0
7	7667	2000	31.128	64.3	796.3
8	9667	2000	31.128	64.3	860.5
9	11667	2000	31.128	64.3	924.8
10	13667	2000	31.128	64.3	989.0
11	15667	2000	31.128	64.3	1053.3
12	15970	303	31.128	9.8	1063.0
13	15970	0	0	22	1085.0
14	17970	2000	27.476	72.8	1157.8
15	19970	2000	27.476	72.8	1230.6
16	21970	2000	27.476	72.8	1303.4
17	23970	2000	27.476	72.8	1376.2
18	24900	930	27.476	33.8	1410.0

**Table 2.33** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:G14 P3(1), SFCOMPO  
ID:220 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	36.534	54.7	54.7
2	4000	2000	36.534	54.8	109.5
3	6000	2000	36.534	54.7	164.2
4	8000	2000	36.534	54.7	219.0
5	10000	2000	36.534	54.8	273.7
6	12000	2000	36.534	54.7	328.5
7	12531	531	36.534	14.5	343.0
8	12531	0	0	26	369.0
9	14531	2000	43.595	45.9	414.9
10	16531	2000	43.595	45.9	460.8
11	18531	2000	43.595	45.9	506.6
12	20531	2000	43.595	45.9	552.5
13	22531	2000	43.595	45.9	598.4
14	24531	2000	43.595	45.9	644.3
15	26531	2000	43.595	45.9	690.1
16	26961	430	43.595	9.9	700.0
17	26961	0	0	22	722.0
18	28961	2000	34.273	58.4	780.4
19	30961	2000	34.273	58.4	838.7
20	32961	2000	34.273	58.3	897.1
21	34961	2000	34.273	58.4	955.4
22	36961	2000	34.273	58.4	1013.8
23	38100	1139	34.273	33.2	1047.0

**Table 2.34** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:G14 P3(1), SFCOMPO  
ID:221 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	35.364	56.6	56.6
2	4000	2000	35.364	56.6	113.1
3	6000	2000	35.364	56.6	169.7
4	8000	2000	35.364	56.6	226.2
5	10000	2000	35.364	56.6	282.8
6	12000	2000	35.364	56.6	339.3
7	12130	130	35.364	3.7	343.0
8	12130	0	0	26	369.0
9	14130	2000	42.199	47.4	416.4
10	16130	2000	42.199	47.4	463.8
11	18130	2000	42.199	47.4	511.2
12	20130	2000	42.199	47.4	558.6
13	22130	2000	42.199	47.4	606.0
14	24130	2000	42.199	47.4	653.4
15	26098	1968	42.199	46.6	700.0
16	26098	0	0	22	722.0
17	28098	2000	33.176	60.3	782.3
18	30098	2000	33.176	60.3	842.6
19	32098	2000	33.176	60.3	902.9
20	34098	2000	33.176	60.3	963.1
21	36098	2000	33.176	60.3	1023.4
22	36880	782	33.176	23.6	1047.0

**Table 2.35** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:G14 P4(1), SFCOMPO  
ID:222 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	34.175	58.5	58.5
2	4000	2000	34.175	58.5	117.0
3	6000	2000	34.175	58.5	175.6
4	8000	2000	34.175	58.5	234.1
5	10000	2000	34.175	58.5	292.6
6	11722	1722	34.175	50.4	343.0
7	11722	0	0	26	369.0
8	13722	2000	40.780	49.0	418.0
9	15722	2000	40.780	49.1	467.1
10	17722	2000	40.780	49.0	516.1
11	19722	2000	40.780	49.0	565.2
12	21722	2000	40.780	49.1	614.2
13	23722	2000	40.780	49.0	663.3
14	25220	1498	40.780	36.7	700.0
15	25220	0	0	22	722.0
16	27220	2000	32.061	62.4	784.4
17	29220	2000	32.061	62.4	846.8
18	31220	2000	32.061	62.4	909.2
19	33220	2000	32.061	62.4	971.5
20	35220	2000	32.061	62.4	1033.9
21	35640	420	32.061	13.1	1047.0

**Table 2.36** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:G14 P5(1), SFCOMPO  
ID:223 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	28.921	69.2	69.2
2	4000	2000	28.921	69.2	138.3
3	6000	2000	28.921	69.2	207.5
4	8000	2000	28.921	69.2	276.6
5	9920	1920	28.921	66.4	343.0
6	9920	0	0	26	369.0
7	11920	2000	34.51	58.0	427.0
8	13920	2000	34.510	58.0	484.9
9	15920	2000	34.510	58.0	542.9
10	17920	2000	34.510	58.0	600.8
11	19920	2000	34.510	57.9	658.8
12	21343	1423	34.510	41.2	700.0
13	21343	0	0	22	722.0
14	23343	2000	27.131	73.7	795.7
15	25343	2000	27.131	73.7	869.4
16	27343	2000	27.131	73.7	943.2
17	29343	2000	27.131	73.7	1016.9
18	30160	817	27.131	30.1	1047.0

**Table 2.37** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:G14 P5(2), SFCOMPO ID:224 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	23.225	86.1	86.1
2	4000	2000	23.225	86.1	172.2
3	6000	2000	23.225	86.1	258.4
4	7966	1966	23.225	84.7	343.0
5	7966	0	0	26	369.0
6	9966	2000	27.713	72.2	441.2
7	11966	2000	27.713	72.2	513.3
8	13966	2000	27.713	72.2	585.5
9	15966	2000	27.713	72.2	657.7
10	17139	1173	27.713	42.3	700.0
11	17139	0	0	22	722.0
12	19139	2000	21.787	91.8	813.8
13	21139	2000	21.787	91.8	905.6
14	23139	2000	21.787	91.8	997.4
15	24220	1081	21.787	49.6	1047.0

**Table 2.38** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:K14 P1, SFCOMPO ID:225 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	24.404	82.0	82.0
2	4000	2000	24.404	82.0	163.9
3	6000	2000	24.404	82.0	245.9
4	8000	2000	24.404	82.0	327.8
5	8371	371	24.404	15.2	343.0
6	8371	0	0	26	369.0
7	10371	2000	29.120	68.7	437.7
8	12370	2000	29.120	68.7	506.4
9	14370	2000	29.120	68.7	575.0
10	16370	2000	29.120	68.7	643.7
11	18009	1639	29.120	56.3	700.0
12	18009	0	0	22	722.0
13	20009	2000	22.894	87.4	809.4
14	22009	2000	22.894	87.4	896.7
15	24009	2000	22.894	87.4	984.1
16	25450	1440	22.894	62.9	1047.0

**Table 2.39** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:K14 P3(1), SFCOMPO  
ID:226 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	35.163	56.9	56.9
2	4000	2000	35.163	56.9	113.8
3	6000	2000	35.163	56.9	170.6
4	8000	2000	35.163	56.9	227.5
5	10000	2000	35.163	56.9	284.4
6	12000	2000	35.163	56.9	341.3
7	12061	61	35.163	1.7	343.0
8	12061	0	0	26	369.0
9	14061	2000	41.959	47.7	416.7
10	16061	2000	41.959	47.7	464.3
11	18061	2000	41.959	47.7	512.0
12	20061	2000	41.959	47.7	559.7
13	22061	2000	41.959	47.7	607.3
14	24061	2000	41.959	47.7	655.0
15	25949	1888	41.959	45.0	700.0
16	25949	0	0	22	722.0
17	27949	2000	32.987	60.6	782.6
18	29949	2000	32.987	60.6	843.3
19	31949	2000	32.987	60.6	903.9
20	33949	2000	32.987	60.6	964.5
21	35949	2000	32.987	60.6	1025.2
22	36670	721	32.987	21.8	1047.0

**Table 2.40** Obrigheim 集合体名:BE210, サンプル名:K14 P4(1), SFCOMPO  
ID:227 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	31.548	63.4	63.4
2	4000	2000	31.548	63.4	126.8
3	6000	2000	31.548	63.4	190.2
4	8000	2000	31.548	63.4	253.6
5	10000	2000	31.548	63.4	317.0
6	10821	821	31.548	26.0	343.0
7	10821	0	0	26	369.0
8	12821	2000	37.645	53.1	422.1
9	14821	2000	37.645	53.1	475.3
10	16821	2000	37.645	53.1	528.4
11	18821	2000	37.645	53.1	581.5
12	20821	2000	37.645	53.1	634.6
13	22821	2000	37.645	53.1	687.8
14	23281	460	37.645	12.2	700.0
15	23281	0	0	22	722.0
16	25282	2000	29.596	67.6	789.6
17	27281	2000	29.596	67.6	857.2
18	29281	2000	29.596	67.6	924.7
19	31282	2000	29.596	67.6	992.3
20	32900	1619	29.596	54.7	1047.0

**Table 2.41** 美浜3号炉 サンプル名:86B02, SFCOMPO ID:401 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	38.605	51.8	51.8
2	4000	2000	38.605	51.8	103.6
3	6000	2000	38.605	51.8	155.4
4	8000	2000	38.605	51.8	207.2
5	8300	300	38.605	7.8	215.0
6	8300	0	0	150	365.0
7	8300	0	0	150	515.0
8	8300	0	0	150	665.0
9	8300	0	0	150	815.0
10	8300	0	0	150	965.0
11	8300	0	0	150	1115.0
12	8300	0	0	150	1265.0
13	8300	0	0	150	1415.0
14	8300	0	0	150	1565.0
15	8300	0	0	150	1715.0
16	8300	0	0	150	1865.0
17	8300	0	0	150	2015.0
18	8300	0	0	25	2040.0

**Table 2.42** 美浜3号炉 サンプル名:86B03, SFCOMPO ID:402 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	32.093	62.3	62.3
2	4000	2000	32.093	62.3	124.6
3	6000	2000	32.093	62.3	187.0
4	6900	900	32.093	28.0	215.0
5	6900	0	0	150	365.0
6	6900	0	0	150	515.0
7	6900	0	0	150	665.0
8	6900	0	0	150	815.0
9	6900	0	0	150	965.0
10	6900	0	0	150	1115.0
11	6900	0	0	150	1265.0
12	6900	0	0	150	1415.0
13	6900	0	0	150	1565.0
14	6900	0	0	150	1715.0
15	6900	0	0	150	1865.0
16	6900	0	0	150	2015.0
17	6900	0	0	25	2040.0

**Table 2.43** 美浜3号炉 サンプル名:86G05, SFCOMPO ID:403 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	22.894	87.4	87.4
2	4000	2000	22.894	87.4	174.7
3	4922	922	22.894	40.3	215.0
4	4922	0	0	150	365.0
5	4922	0	0	150	515.0
6	4922	0	0	88	603.0
7	6922	2000	31.737	63.0	666.0
8	8922	2000	31.737	63.0	729.0
9	9905	983	31.737	31.0	760.0
10	9905	0	0	9	769.0
11	11905	2000	31.737	63.0	832.0
12	13905	2000	31.737	63.0	895.0
13	15300	1395	31.737	44.0	939.0
14	15300	0	0	150	1089.0
15	15300	0	0	150	1239.0
16	15300	0	0	150	1389.0
17	15300	0	0	150	1539.0
18	15300	0	0	150	1689.0
19	15300	0	0	150	1839.0
20	15300	0	0	150	1989.0
21	15300	0	0	150	2139.0
22	15300	0	0	150	2289.0
23	15300	0	0	150	2439.0
24	15300	0	0	150	2589.0
25	15300	0	0	150	2739.0
26	15300	0	0	25	2764.0

**Table 2.44** 美浜3号炉 サンプル名:86G03, SFCOMPO ID:404 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	31.815	62.9	62.9
2	4000	2000	31.815	62.9	125.7
3	6000	2000	31.815	62.9	188.6
4	6840	840	31.815	26.4	215.0
5	6840	0	0	150	365.0
6	6840	0	0	150	515.0
7	6840	0	0	88	603.0
8	8840	2000	43.914	45.5	648.5
9	10840	2000	43.914	45.6	694.1
10	12840	2000	43.914	45.5	739.6
11	13735	895	43.914	20.4	760.0
12	13735	0	0	9.0	769.0
13	15735	2000	43.914	45.5	814.5
14	17735	2000	43.914	45.6	860.1
15	19735	2000	43.914	45.5	905.6
16	21200	1465	43.914	33.4	939.0
17	21200	0	0	150	1089.0
18	21200	0	0	150	1239.0
19	21200	0	0	150	1389.0
20	21200	0	0	150	1539.0
21	21200	0	0	150	1689.0
22	21200	0	0	150	1839.0
23	21200	0	0	150	1989.0
24	21200	0	0	150	2139.0
25	21200	0	0	150	2289.0
26	21200	0	0	150	2439.0
27	21200	0	0	150	2589.0
28	21200	0	0	150	2739.0
29	21200	0	0	25	2764.0

**Table 2.45** 美浜3号炉 サンプル名:86G07, SFCOMPO ID:405 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	21.908	91.3	91.3
2	4000	2000	21.908	91.3	182.6
3	4710	710	21.908	32.4	215.0
4	4710	0	0	150	365.0
5	4710	0	0	150	515.0
6	4710	0	0	88	603.0
7	6710	2000	30.244	66.1	669.1
8	8710	2000	30.244	66.1	735.3
9	9459	748	30.244	24.7	760.0
10	9459	0	0	9	769.0
11	11459	2000	30.244	66.1	835.1
12	13459	2000	30.244	66.1	901.3
13	14600	1141	30.244	37.7	939.0
14	14600	0	0	150	1089.0
15	14600	0	0	150	1239.0
16	14600	0	0	150	1389.0
17	14600	0	0	150	1539.0
18	14600	0	0	150	1689.0
19	14600	0	0	150	1839.0
20	14600	0	0	150	1989.0
21	14600	0	0	150	2139.0
22	14600	0	0	150	2289.0
23	14600	0	0	150	2439.0
24	14600	0	0	150	2589.0
25	14600	0	0	150	2739.0
26	14600	0	0	25	2764.0

Table 2.46 美浜3号炉 サンプル名:87C03, SFCOMPO ID:406 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	24.56	81.4	81.4
2	4000	2000	24.56	81.4	162.9
3	5280	1280	24.56	52.1	215.0
4	5280	0	0	150	365.0
5	5280	0	0	150	515.0
6	5280	0	0	88	603.0
7	7280	2000	34.849	57.4	660.4
8	9280	2000	34.849	57.4	717.8
9	10752	1471	34.849	42.2	760.0
10	10752	0	0	9	769.0
11	12752	2000	34.849	57.4	826.4
12	14752	2000	34.849	57.4	883.8
13	16676	1924	34.849	55.2	939.0
14	16676	0	0	150	1089.0
15	16676	0	0	26	1115.0
16	18676	2000	34.081	58.7	1173.7
17	20676	2000	34.081	58.7	1232.4
18	22676	2000	34.081	58.7	1291.1
19	24676	2000	34.081	58.7	1349.7
20	26676	2000	34.081	58.7	1408.4
21	28673	1996	34.081	58.6	1467.0
22	29440	768	27.414	28.0	1495.0
23	29440	0	0	150	1645.0
24	29440	0	0	150	1795.0
25	29440	0	0	150	1945.0
26	29440	0	0	150	2095.0
27	29440	0	0	150	2245.0
28	29440	0	0	150	2395.0
29	29440	0	0	150	2545.0
30	29440	0	0	150	2695.0
31	29440	0	0	150	2845.0
32	29440	0	0	150	2995.0
33	29440	0	0	150	3145.0
34	29440	0	0	150	3295.0
35	29440	0	0	25	3320.0

Table 2.47 美浜3号炉 サンプル名:87C04, SFCOMPO ID:407 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	26.950	74.2	74.2
2	4000	2000	26.950	74.2	148.4
3	5794	1794	26.950	66.6	215.0
4	5794	0	0	150	365.0
5	5794	0	0	150	515.0
6	5794	0	0	88	603.0
7	7794	2000	38.234	52.3	655.3
8	9794	2000	38.234	52.3	707.6
9	11794	2000	38.234	52.3	759.9
10	11797	3	38.234	0.07	760.0
11	11797	0	0	9.0	769.0
12	13797	2000	38.234	52.3	821.3
13	15797	2000	38.234	52.3	873.6
14	17797	2000	38.234	52.3	925.9
15	18297	500	38.234	13.1	939.0
16	18297	0	0	150	1089.0
17	18297	0	0	26	1115.0
18	20297	2000	37.361	53.5	1168.5
19	22297	2000	37.361	53.5	1222.1
20	24297	2000	37.361	53.5	1275.6
21	26297	2000	37.361	53.5	1329.1
22	28297	2000	37.361	53.5	1382.7
23	30297	2000	37.361	53.5	1436.2
24	31448	1151	37.361	30.8	1467.0
25	32300	852	30.440	28.0	1495.0
26	32300	0	0	150	1645.0
27	32300	0	0	150	1795.0
28	32300	0	0	150	1945.0
29	32300	0	0	150	2095.0
30	32300	0	0	150	2245.0
31	32300	0	0	150	2395.0
32	32300	0	0	150	2545.0
33	32300	0	0	150	2695.0
34	32300	0	0	150	2845.0
35	32300	0	0	150	2995.0
36	32300	0	0	150	3145.0
37	32300	0	0	150	3295.0
38	32300	0	0	25	3320.0

**Table 2.48** 美浜3号炉 サンプル名:87C07, SFCOMPO ID:408 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	28.120	71.1	71.1
2	4000	2000	28.120	71.1	142.3
3	6000	2000	28.120	71.1	213.4
4	6046	46	28.120	1.6	215.0
5	6046	0	0	150	365.0
6	6046	0	0	150	515.0
7	6046	0	0	88	603.0
8	8046	2000	39.895	50.1	653.1
9	10046	2000	39.895	50.1	703.3
10	12046	2000	39.895	50.1	753.4
11	12309	264	39.895	6.6	760.0
12	12309	0	0	9	769.0
13	14309	2000	39.895	50.1	819.1
14	16309	2000	39.895	50.1	869.3
15	18309	2000	39.895	50.1	919.4
16	19091	782	39.895	19.6	939.0
17	19091	0	0	150	1089.0
18	19091	0	0	26	1115.0
19	21091	2000	38.975	51.3	1166.3
20	23091	2000	38.975	51.3	1217.6
21	25091	2000	38.975	51.3	1268.9
22	27091	2000	38.975	51.3	1320.3
23	29091	2000	38.975	51.3	1371.6
24	31091	2000	38.975	51.3	1422.9
25	32811	1719	38.975	44.1	1467.0
26	33700	889	31.758	28.0	1495.0
27	33700	0	0	150	1645.0
28	33700	0	0	150	1795.0
29	33700	0	0	150	1945.0
30	33700	0	0	150	2095.0
31	33700	0	0	150	2245.0
32	33700	0	0	150	2395.0
33	33700	0	0	150	2545.0
34	33700	0	0	150	2695.0
35	33700	0	0	150	2845.0
36	33700	0	0	150	2995.0
37	33700	0	0	150	3145.0
38	33700	0	0	150	3295.0
39	33700	0	0	25	3320.0

Table 2.49 美浜3号炉 サンプル名:87C08, SFCOMPO ID:409 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	28.470	70.3	70.3
2	4000	2000	28.470	70.3	140.5
3	6000	2000	28.470	70.3	210.8
4	6121	121	28.470	4.3	215.0
5	6121	0	0	150	365.0
6	6121	0	0	150	515.0
7	6121	0	0	88	603.0
8	8121	2000	40.365	49.6	652.6
9	10121	2000	40.365	49.6	702.1
10	12121	2000	40.365	49.5	751.6
11	12458	337	40.365	8.4	760.0
12	12458	0	0	9	769.0
13	14458	2000	40.365	49.6	818.6
14	16459	2000	40.365	49.6	868.1
15	18459	2000	40.365	49.6	917.7
16	19320	862	40.365	21.4	939.0
17	19320	0	0	150	1089.0
18	19320	0	0	26	1115.0
19	21320	2000	39.470	50.7	1165.7
20	23320	2000	39.470	50.7	1216.3
21	25320	2000	39.470	50.7	1267.0
22	27320	2000	39.470	50.7	1317.7
23	29321	2000	39.470	50.7	1368.4
24	31320	2000	39.470	50.7	1419.0
25	33214	1893	39.470	48.0	1467.0
26	34100	886	31.650	28.0	1495.0
27	34100	0	0	150	1645.0
28	34100	0	0	150	1795.0
29	34100	0	0	150	1945.0
30	34100	0	0	150	2095.0
31	34100	0	0	150	2245.0
32	34100	0	0	150	2395.0
33	34100	0	0	150	2545.0
34	34100	0	0	150	2695.0
35	34100	0	0	150	2845.0
36	34100	0	0	150	2995.0
37	34100	0	0	150	3145.0
38	34100	0	0	150	3295.0
39	34100	0	0	25	3320.0

**Table 2.50** 玄海1号炉 サンプル名:87H01, SFCOMPO ID:451 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	37.536	53.3	53.3
2	4000	2000	37.536	53.3	106.6
3	4805	805	37.536	21.4	128.0
4	4805	0	0	12	140.0
5	6805	2000	37.536	53.3	193.3
6	8804	2000	37.536	53.3	246.6
7	10805	2000	37.536	53.3	299.9
8	12805	2000	37.536	53.3	353.1
9	13888	1084	37.536	28.9	382.0
10	13888	0	0	85	467.0
11	15888	2000	37.536	53.3	520.3
12	17888	2000	37.536	53.3	573.6
13	19888	2000	37.536	53.3	626.8
14	21888	2000	37.536	53.3	680.1
15	23272	1384	37.536	36.9	717.0
16	23272	0	0	18	735.0
17	25272	2000	37.536	53.3	788.3
18	27214	1941	37.536	51.7	840.0
19	27214	0	0	86	926.0
20	29214	2000	37.536	53.3	979.3
21	31213	2000	37.536	53.3	1032.6
22	33214	2000	37.536	53.3	1085.9
23	35214	2000	37.536	53.3	1139.1
24	37214	2000	37.536	53.3	1192.4
25	38700	1486	37.536	39.6	1232.0
26	38700	0	0	150	1382.0
27	38700	0	0	150	1532.0
28	38700	0	0	150	1682.0
29	38700	0	0	150	1832.0
30	38700	0	0	150	1982.0
31	38700	0	0	150	2132.0
32	38700	0	0	150	2282.0
33	38700	0	0	150	2432.0
34	38700	0	0	150	2582.0
35	38700	0	0	150	2732.0
36	38700	0	0	150	2882.0
37	38700	0	0	150	3032.0
38	38700	0	0	25	3057.0

**Table 2.51** 玄海1号炉 サンプル名:87H05, SFCOMPO ID:452 の ORIGIN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	2000	2000	36.954	54.1	54.1
2	4000	2000	36.954	54.1	108.2
3	4730	730	36.954	19.8	128.0
4	4730	0	0	12	140.0
5	6730	2000	36.954	54.1	194.1
6	8730	2000	36.954	54.1	248.2
7	10730	2000	36.954	54.1	302.4
8	12730	2000	36.954	54.1	356.5
9	13673	943	36.954	25.5	382.0
10	13673	0	0	85	467.0
11	15673	2000	36.954	54.1	521.1
12	17673	2000	36.954	54.1	575.2
13	19673	2000	36.954	54.1	629.4
14	21673	2000	36.954	54.1	683.5
15	22911	1239	36.954	33.5	717.0
16	22911	0	0	18	735.0
17	24911	2000	36.954	54.1	789.1
18	26792	1880	36.954	50.9	840.0
19	26792	0	0	86	926.0
20	28792	2000	36.954	54.1	980.1
21	30792	2000	36.954	54.1	1034.2
22	32792	2000	36.954	54.1	1088.4
23	34791	2000	36.954	54.1	1142.5
24	36791	2000	36.954	54.1	1196.6
25	38100	1308	36.954	35.4	1232.0
26	38100	0	0	150	1382.0
27	38100	0	0	150	1532.0
28	38100	0	0	150	1682.0
29	38100	0	0	150	1832.0
30	38100	0	0	150	1982.0
31	38100	0	0	150	2132.0
32	38100	0	0	150	2282.0
33	38100	0	0	150	2432.0
34	38100	0	0	150	2582.0
35	38100	0	0	150	2732.0
36	38100	0	0	150	2882.0
37	38100	0	0	150	3032.0
38	38100	0	0	25	3057.0

Table 2.52 高浜3号炉 サンプル名:SF95-1-1 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	61	61	5.080	12.0	12.0
2	224	163	20.320	8.0	20.0
3	772	549	20.330	27.0	47.0
4	1487	715	20.420	35.0	82.0
5	2053	566	20.220	28.0	110.0
6	2475	422	20.090	21.0	131.0
7	3176	701	20.020	35.0	166.0
8	3866	690	19.710	35.0	201.0
9	4418	552	19.720	28.0	229.0
10	4947	529	19.600	27.0	256.0
11	5894	947	19.330	49.0	305.0
12	6180	286	19.070	15.0	320.0
13	6876	696	18.800	37.0	357.0
14	7230	354	18.610	19.0	376.0
15	7396	167	18.500	9.0	385.0
16	7396	0	0	88	473.0
17	7440	44	4.360	10.0	483.0
18	7632	193	17.520	11.0	494.0
19	7986	354	17.690	20.0	514.0
20	8395	409	17.780	23.0	537.0
21	8892	497	17.750	28.0	565.0
22	9388	496	17.720	28.0	593.0
23	9883	495	17.680	28.0	621.0
24	10501	618	17.650	35.0	656.0
25	10994	493	17.610	28.0	684.0
26	11591	597	17.570	34.0	718.0
27	12344	753	17.500	43.0	761.0
28	12829	486	17.340	28.0	789.0
29	13310	481	17.170	28.0	817.0
30	13908	598	17.080	35.0	852.0
31	14163	255	17.000	15.0	867.0
32	14299	136	16.970	8.0	875.0

Table 2.53 高浜3号炉 サンプル名:SF95-1-2 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	104	104	8.650	12.0	12.0
2	381	277	34.610	8.0	20.0
3	1315	935	34.620	27.0	47.0
4	2533	1217	34.780	35.0	82.0
5	3497	964	34.440	28.0	110.0
6	4216	719	34.230	21.0	131.0
7	5409	1194	34.100	35.0	166.0
8	6584	1175	33.570	35.0	201.0
9	7525	941	33.590	28.0	229.0
10	8426	902	33.390	27.0	256.0
11	10039	1613	32.920	49.0	305.0
12	10527	487	32.470	15.0	320.0
13	11712	1185	32.030	37.0	357.0
14	12314	602	31.710	19.0	376.0
15	12598	284	31.510	9.0	385.0
16	12598	0	0	88	473.0
17	12672	74	7.430	10.0	483.0
18	13000	328	29.850	11.0	494.0
19	13603	603	30.140	20.0	514.0
20	14300	696	30.280	23.0	537.0
21	15146	846	30.230	28.0	565.0
22	15991	845	30.170	28.0	593.0
23	16834	843	30.120	28.0	621.0
24	17886	1052	30.060	35.0	656.0
25	18726	840	30.000	28.0	684.0
26	19744	1018	29.930	34.0	718.0
27	21026	1282	29.810	43.0	761.0
28	21853	827	29.530	28.0	789.0
29	22672	819	29.250	28.0	817.0
30	23690	1018	29.090	35.0	852.0
31	24124	434	28.960	15.0	867.0
32	24355	231	28.910	8.0	875.0

Table 2.54 高浜 3 号炉 サンプル名:SF95-1-3 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	151	151	12.590	12.0	12.0
2	554	403	50.340	8.0	20.0
3	1914	1360	50.360	27.0	47.0
4	3684	1771	50.590	35.0	82.0
5	5087	1403	50.090	28.0	110.0
6	6132	1045	49.780	21.0	131.0
7	7868	1736	49.600	35.0	166.0
8	9577	1709	48.830	35.0	201.0
9	10945	1368	48.850	28.0	229.0
10	12256	1311	48.570	27.0	256.0
11	14603	2347	47.890	49.0	305.0
12	15311	708	47.230	15.0	320.0
13	17035	1724	46.590	37.0	357.0
14	17911	876	46.120	19.0	376.0
15	18324	413	45.840	9.0	385.0
16	18324	0	0	88	473.0
17	18432	108	10.800	10.0	483.0
18	18910	478	43.420	11.0	494.0
19	19786	877	43.840	20.0	514.0
20	20799	1013	44.040	23.0	537.0
21	22031	1231	43.970	28.0	565.0
22	23259	1229	43.890	28.0	593.0
23	24486	1226	43.800	28.0	621.0
24	26016	1530	43.720	35.0	656.0
25	27238	1222	43.630	28.0	684.0
26	28718	1480	43.530	34.0	718.0
27	30582	1864	43.360	43.0	761.0
28	31785	1203	42.950	28.0	789.0
29	32976	1191	42.540	28.0	817.0
30	34457	1481	42.310	35.0	852.0
31	35089	632	42.120	15.0	867.0
32	35425	336	42.050	8.0	875.0

Table 2.55 高浜3号炉 サンプル名:SF95-1-4 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	156	156	13.040	12.0	12.0
2	574	417	52.150	8.0	20.0
3	1982	1409	52.170	27.0	47.0
4	3816	1834	52.400	35.0	82.0
5	5269	1453	51.890	28.0	110.0
6	6352	1083	51.570	21.0	131.0
7	8150	1798	51.370	35.0	166.0
8	9920	1770	50.580	35.0	201.0
9	11337	1417	50.610	28.0	229.0
10	12696	1358	50.310	27.0	256.0
11	15126	2430	49.600	49.0	305.0
12	15860	734	48.930	15.0	320.0
13	17646	1786	48.260	37.0	357.0
14	18553	908	47.770	19.0	376.0
15	18981	427	47.480	9.0	385.0
16	18981	0	0	88	473.0
17	19093	112	11.190	10.0	483.0
18	19587	495	44.970	11.0	494.0
19	20496	908	45.410	20.0	514.0
20	21545	1049	45.620	23.0	537.0
21	22820	1275	45.550	28.0	565.0
22	24093	1273	45.460	28.0	593.0
23	25363	1270	45.370	28.0	621.0
24	26949	1585	45.290	35.0	656.0
25	28214	1266	45.200	28.0	684.0
26	29747	1533	45.090	34.0	718.0
27	31678	1931	44.910	43.0	761.0
28	32924	1246	44.490	28.0	789.0
29	34158	1234	44.060	28.0	817.0
30	35691	1534	43.820	35.0	852.0
31	36346	654	43.630	15.0	867.0
32	36694	348	43.560	8.0	875.0

Table 2.56 高浜3号炉 サンプル名:SF95-1-5 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	130	130	10.800	12.0	12.0
2	475	346	43.200	8.0	20.0
3	1642	1167	43.220	27.0	47.0
4	3162	1520	43.420	35.0	82.0
5	4366	1204	42.990	28.0	110.0
6	5263	897	42.730	21.0	131.0
7	6752	1490	42.560	35.0	166.0
8	8219	1467	41.900	35.0	201.0
9	9393	1174	41.930	28.0	229.0
10	10518	1125	41.680	27.0	256.0
11	12532	2014	41.100	49.0	305.0
12	13140	608	40.540	15.0	320.0
13	14620	1479	39.980	37.0	357.0
14	15372	752	39.580	19.0	376.0
15	15726	354	39.340	9.0	385.0
16	15726	0	0	88	473.0
17	15818	93	9.270	10.0	483.0
18	16228	410	37.260	11.0	494.0
19	16981	752	37.620	20.0	514.0
20	17850	869	37.790	23.0	537.0
21	18907	1057	37.740	28.0	565.0
22	19961	1055	37.670	28.0	593.0
23	21014	1053	37.590	28.0	621.0
24	22327	1313	37.520	35.0	656.0
25	23376	1049	37.450	28.0	684.0
26	24646	1270	37.350	34.0	718.0
27	26246	1600	37.210	43.0	761.0
28	27278	1032	36.860	28.0	789.0
29	28300	1022	36.510	28.0	817.0
30	29571	1271	36.310	35.0	852.0
31	30113	542	36.150	15.0	867.0
32	30402	289	36.090	8.0	875.0

Table 2.57 高浜3号炉 サンプル名:SF97-1-2 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	74	74	6.150	12.0	12.0
2	272	198	24.740	8.0	20.0
3	946	674	24.960	27.0	47.0
4	1831	886	25.310	35.0	82.0
5	2548	717	25.590	28.0	110.0
6	3089	541	25.740	21.0	131.0
7	3997	908	25.950	35.0	166.0
8	4910	913	26.090	35.0	201.0
9	5646	736	26.270	28.0	229.0
10	6369	724	26.810	27.0	256.0
11	7703	1333	27.210	49.0	305.0
12	8111	408	27.200	15.0	320.0
13	9116	1006	27.180	37.0	357.0
14	9632	516	27.140	19.0	376.0
15	9876	244	27.090	9.0	385.0
16	9876	0	0	88	473.0
17	10022	146	14.580	10.0	483.0
18	10341	320	29.060	11.0	494.0
19	10918	577	28.850	20.0	514.0
20	11577	659	28.650	23.0	537.0
21	12370	793	28.310	28.0	565.0
22	13154	784	28.000	28.0	593.0
23	13934	780	27.850	28.0	621.0
24	14903	970	27.700	35.0	656.0
25	15679	775	27.690	28.0	684.0
26	16618	940	27.640	34.0	718.0
27	17796	1178	27.390	43.0	761.0
28	18554	758	27.080	28.0	789.0
29	19310	756	26.990	28.0	817.0
30	20255	945	27.010	35.0	852.0
31	20659	403	26.880	15.0	867.0
32	20873	215	26.830	8.0	875.0
33	20873	0	0	62	937.0
34	21019	145	12.110	12.0	949.0
35	21213	194	24.250	8.0	957.0
36	22408	1195	24.390	49.0	1006.0
37	23096	688	24.570	28.0	1034.0
38	23812	716	24.700	29.0	1063.0
39	24651	839	24.690	34.0	1097.0
40	25342	691	24.680	28.0	1125.0
41	26037	694	24.790	28.0	1153.0
42	26903	866	24.750	35.0	1188.0
43	27569	667	24.690	27.0	1215.0
44	28286	717	24.720	29.0	1244.0
45	29149	863	24.660	35.0	1279.0
46	29841	691	24.690	28.0	1307.0
47	30311	470	24.750	19.0	1326.0
48	30731	420	24.720	17.0	1343.0

Table 2.58 高浜3号炉 サンプル名:SF97-1-3 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	101	101	8.440	12.0	12.0
2	373	272	33.940	8.0	20.0
3	1297	924	34.240	27.0	47.0
4	2512	1215	34.720	35.0	82.0
5	3495	983	35.100	28.0	110.0
6	4237	742	35.310	21.0	131.0
7	5483	1246	35.600	35.0	166.0
8	6736	1253	35.800	35.0	201.0
9	7745	1009	36.040	28.0	229.0
10	8738	993	36.780	27.0	256.0
11	10567	1829	37.330	49.0	305.0
12	11127	560	37.310	15.0	320.0
13	12507	1380	37.290	37.0	357.0
14	13214	707	37.230	19.0	376.0
15	13548	335	37.170	9.0	385.0
16	13548	0	0	88	473.0
17	13748	200	20.000	10.0	483.0
18	14187	439	39.870	11.0	494.0
19	14979	792	39.580	20.0	514.0
20	15882	904	39.300	23.0	537.0
21	16970	1088	38.840	28.0	565.0
22	18046	1076	38.420	28.0	593.0
23	19116	1070	38.210	28.0	621.0
24	20446	1330	38.000	35.0	656.0
25	21509	1063	37.980	28.0	684.0
26	22798	1289	37.910	34.0	718.0
27	24414	1616	37.580	43.0	761.0
28	25454	1040	37.140	28.0	789.0
29	26491	1037	37.030	28.0	817.0
30	27787	1297	37.050	35.0	852.0
31	28341	553	36.870	15.0	867.0
32	28635	294	36.810	8.0	875.0
33	28635	0	0	62	937.0
34	28834	199	16.620	12.0	949.0
35	29101	266	33.270	8.0	957.0
36	30740	1639	33.450	49.0	1006.0
37	31683	944	33.700	28.0	1034.0
38	32666	983	33.890	29.0	1063.0
39	33818	1152	33.870	34.0	1097.0
40	34766	948	33.860	28.0	1125.0
41	35718	952	34.010	28.0	1153.0
42	36907	1189	33.960	35.0	1188.0
43	37821	914	33.870	27.0	1215.0
44	38804	983	33.910	29.0	1244.0
45	39988	1184	33.820	35.0	1279.0
46	40937	949	33.880	28.0	1307.0
47	41582	645	33.960	19.0	1326.0
48	42159	576	33.910	17.0	1343.0

Table 2.59 高浜3号炉 サンプル名:SF97-1-4 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	113	113	9.420	12.0	12.0
2	416	303	37.860	8.0	20.0
3	1447	1031	38.200	27.0	47.0
4	2803	1356	38.730	35.0	82.0
5	3899	1096	39.160	28.0	110.0
6	4727	827	39.390	21.0	131.0
7	6116	1390	39.710	35.0	166.0
8	7514	1398	39.930	35.0	201.0
9	8640	1126	40.210	28.0	229.0
10	9748	1108	41.030	27.0	256.0
11	11788	2040	41.640	49.0	305.0
12	12412	624	41.620	15.0	320.0
13	13951	1539	41.600	37.0	357.0
14	14741	789	41.530	19.0	376.0
15	15114	373	41.460	9.0	385.0
16	15114	0	0	88	473.0
17	15337	223	22.310	10.0	483.0
18	15826	489	44.470	11.0	494.0
19	16709	883	44.160	20.0	514.0
20	17717	1008	43.840	23.0	537.0
21	18930	1213	43.320	28.0	565.0
22	20131	1200	42.860	28.0	593.0
23	21324	1193	42.620	28.0	621.0
24	22808	1484	42.390	35.0	656.0
25	23994	1186	42.370	28.0	684.0
26	25432	1438	42.300	34.0	718.0
27	27235	1803	41.920	43.0	761.0
28	28395	1160	41.440	28.0	789.0
29	29552	1157	41.310	28.0	817.0
30	30998	1447	41.330	35.0	852.0
31	31615	617	41.130	15.0	867.0
32	31944	328	41.060	8.0	875.0
33	31944	0	0	62	937.0
34	32166	222	18.540	12.0	949.0
35	32463	297	37.110	8.0	957.0
36	34292	1829	37.320	49.0	1006.0
37	35344	1053	37.600	28.0	1034.0
38	36441	1096	37.800	29.0	1063.0
39	37726	1285	37.790	34.0	1097.0
40	38783	1058	37.770	28.0	1125.0
41	39845	1062	37.940	28.0	1153.0
42	41171	1326	37.880	35.0	1188.0
43	42192	1020	37.790	27.0	1215.0
44	43288	1097	37.820	29.0	1244.0
45	44609	1321	37.730	35.0	1279.0
46	45667	1058	37.790	28.0	1307.0
47	46387	720	37.880	19.0	1326.0
48	47030	643	37.830	17.0	1343.0

Table 2.60 高浜3号炉 サンプル名:SF97-1-5 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	114	114	9.460	12.0	12.0
2	418	304	38.040	8.0	20.0
3	1454	1036	38.380	27.0	47.0
4	2816	1362	38.910	35.0	82.0
5	3917	1102	39.340	28.0	110.0
6	4749	831	39.580	21.0	131.0
7	6145	1397	39.900	35.0	166.0
8	7549	1404	40.120	35.0	201.0
9	8681	1131	40.400	28.0	229.0
10	9793	1113	41.220	27.0	256.0
11	11844	2050	41.840	49.0	305.0
12	12471	627	41.820	15.0	320.0
13	14017	1546	41.790	37.0	357.0
14	14810	793	41.720	19.0	376.0
15	15185	375	41.660	9.0	385.0
16	15185	0	0	88	473.0
17	15409	224	22.420	10.0	483.0
18	15900	491	44.680	11.0	494.0
19	16788	887	44.370	20.0	514.0
20	17801	1013	44.050	23.0	537.0
21	19020	1219	43.530	28.0	565.0
22	20226	1206	43.060	28.0	593.0
23	21425	1199	42.820	28.0	621.0
24	22915	1491	42.590	35.0	656.0
25	24107	1192	42.570	28.0	684.0
26	25552	1445	42.490	34.0	718.0
27	27363	1811	42.120	43.0	761.0
28	28529	1166	41.630	28.0	789.0
29	29691	1162	41.500	28.0	817.0
30	31144	1454	41.530	35.0	852.0
31	31764	620	41.330	15.0	867.0
32	32094	330	41.250	8.0	875.0
33	32094	0	0	62	937.0
34	32318	224	18.630	12.0	949.0
35	32616	298	37.290	8.0	957.0
36	34453	1837	37.490	49.0	1006.0
37	35511	1058	37.770	28.0	1034.0
38	36612	1101	37.980	29.0	1063.0
39	37903	1291	37.960	34.0	1097.0
40	38965	1063	37.950	28.0	1125.0
41	40032	1067	38.110	28.0	1153.0
42	41364	1332	38.060	35.0	1188.0
43	42389	1025	37.960	27.0	1215.0
44	43491	1102	38.000	29.0	1244.0
45	44818	1327	37.910	35.0	1279.0
46	45881	1063	37.970	28.0	1307.0
47	46604	723	38.060	19.0	1326.0
48	47250	646	38.000	17.0	1343.0

Table 2.61 高浜3号炉 サンプル名:SF97-1-6 の ORIGEN2 計算条件

ステップ	燃焼度 (MWd/t)	燃焼度増分 (MWd/t)	比出力 (MW/t)	日数増分 (days)	積算日数 (days)
1	98	98	8.170	12.0	12.0
2	361	263	32.840	8.0	20.0
3	1255	895	33.130	27.0	47.0
4	2431	1176	33.590	35.0	82.0
5	3382	951	33.960	28.0	110.0
6	4099	718	34.170	21.0	131.0
7	5305	1205	34.440	35.0	166.0
8	6517	1212	34.630	35.0	201.0
9	7493	976	34.870	28.0	229.0
10	8454	961	35.580	27.0	256.0
11	10224	1770	36.120	49.0	305.0
12	10765	542	36.100	15.0	320.0
13	12100	1335	36.080	37.0	357.0
14	12785	684	36.020	19.0	376.0
15	13108	324	35.960	9.0	385.0
16	13108	0	0	88	473.0
17	13302	194	19.350	10.0	483.0
18	13726	424	38.570	11.0	494.0
19	14492	766	38.300	20.0	514.0
20	15366	874	38.020	23.0	537.0
21	16418	1052	37.570	28.0	565.0
22	17459	1041	37.170	28.0	593.0
23	18494	1035	36.970	28.0	621.0
24	19781	1287	36.760	35.0	656.0
25	20810	1029	36.750	28.0	684.0
26	22057	1247	36.680	34.0	718.0
27	23621	1563	36.360	43.0	761.0
28	24627	1006	35.940	28.0	789.0
29	25630	1003	35.830	28.0	817.0
30	26885	1255	35.850	35.0	852.0
31	27420	535	35.670	15.0	867.0
32	27705	285	35.610	8.0	875.0
33	27705	0	0	62	937.0
34	27898	193	16.080	12.0	949.0
35	28155	258	32.190	8.0	957.0
36	29741	1586	32.370	49.0	1006.0
37	30654	913	32.610	28.0	1034.0
38	31605	951	32.790	29.0	1063.0
39	32720	1114	32.770	34.0	1097.0
40	33637	917	32.760	28.0	1125.0
41	34558	921	32.900	28.0	1153.0
42	35708	1150	32.850	35.0	1188.0
43	36593	885	32.770	27.0	1215.0
44	37544	951	32.800	29.0	1244.0
45	38689	1146	32.730	35.0	1279.0
46	39607	918	32.770	28.0	1307.0
47	40231	624	32.850	19.0	1326.0
48	40789	558	32.810	17.0	1343.0

### 2.3 PIE データ

ここでは、Table 2.62 から Table 2.66 までに、参考文献 [11] に掲載されている PIE 基データのうち、使用したデータ、すなわち Obrigheim では  $^{148}\text{Nd}$  のデータ、美浜 3 号炉と玄海 1 号炉では全データを示す。なお、美浜 3 号炉と玄海 1 号炉の  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  については半減期のデータを使用したため、そのデータを Table 2.67 に示す。

次に、選定した各炉の PIE データを Table 2.68 から Table 2.75 までに示す。測定値は全て初期ウラン 1 トン当たりのグラム数に換算している。Obrigheim では  $^{148}\text{Nd}$  を除いて SFCOMPO データベースから、高浜 3 号炉については参考文献 [17] から引用した。

Table 2.62 Obrigheim の PIE 基データ (Nd-148/U-238(final U) atom ratio)

SFCOMPO ID	Nd-148/U-238
201	4.010E-04
203	6.460E-04
204	3.810E-04
205	6.730E-04
206	6.960E-04
207	5.890E-04
208	5.910E-04
209	4.340E-04
210	3.230E-04
211	4.310E-04
212	4.910E-04
213	6.020E-04
214	5.950E-04
215	5.290E-04
216	4.910E-04
217	2.940E-04
218	5.600E-04
219	4.730E-04
220	7.310E-04
221	7.090E-04
222	6.820E-04
223	5.740E-04
224	4.590E-04
225	4.830E-04
226	7.030E-04
227	6.280E-04

Table 2.63 美浜 3 号炉の PIE 基データ (1)

SFCOMPO ID	Sample No.	U-234 U234%	U-235 U235%	U-236 U236%	U-238 U238%	Pu-238 PU238%	Pu-239 PU239%	Pu-240 PU240%	Pu-241 PU241%	Pu-242 PU242%
401	86B02	2.272E-02	2.420E+00	1.660E-01	9.618E+01	4.508E-04	3.009E-01	4.185E-02	1.072E-02	9.335E-04
402	86B03	-	2.553E+00	1.474E-01	9.623E+01	3.408E-04	2.814E-01	3.411E-02	8.179E-03	5.940E-04
403	86G05	-	1.878E+00	2.670E-01	9.563E+01	2.588E-03	4.632E-01	1.026E-01	4.029E-02	7.270E-03
404	86G03	-	1.473E+00	3.300E-01	9.523E+01	5.720E-03	5.059E-01	1.477E-01	6.431E-02	1.726E-02
405	86G07	-	1.868E+00	2.681E-01	9.570E+01	2.684E-03	4.716E-01	1.050E-01	4.192E-02	7.385E-03
406	87C03	-	9.912E-01	3.861E-01	9.466E+01	1.309E-02	5.275E-01	2.080E-01	9.430E-02	4.011E-02
407	87C04	1.771E-02	9.180E-01	4.030E-01	9.439E+01	1.591E-02	5.448E-01	2.252E-01	1.043E-01	4.821E-02
408	87C07	1.769E-02	7.984E-01	4.216E-01	9.438E+01	1.676E-02	4.948E-01	2.299E-01	9.703E-02	5.256E-02
409	87C08	-	8.136E-01	4.230E-01	9.424E+01	1.855E-02	5.293E-01	2.408E-01	1.063E-01	5.602E-02

注)

(1) U23x%:atomic % of U isotopes after irradiation per initial heavy metals.

(2) PU23x%, PU24x%:atomic % of Pu isotopes after irradiation per initial heavy metals.

Table 2.64 美浜 3 号炉の PIE 基データ (2)

SFCOMPO ID	Sample No.	Am-241 (kg/tU)	Am-243 (kg/tU)	Cm-242 (kg/tU)	Cm-244 (kg/tU)	Cs-134 (Bq/gU)	Cs-137 (Bq/gU)	Eu-154 (Bq/gU)	Nd-148 (ND148%)
401	86B02	2.989E-02	3.853E-04	3.161E-08	1.709E-05	7.983E+07	8.684E+08	8.941E+06	1.440E-02
402	86B03	2.263E-02	3.167E-04	1.979E-08	8.808E-06	5.770E+07	7.007E+08	6.433E+06	1.208E-02
403	86G05	1.174E-01	5.771E-03	4.793E-07	6.553E-04	2.846E+08	1.585E+09	3.541E+07	2.662E-02
404	86G03	1.907E-01	1.941E-02	1.262E-06	3.174E-03	5.086E+08	2.262E+09	6.533E+07	3.692E-02
405	86G07	1.168E-01	6.656E-03	4.404E-07	7.242E-04	2.868E+08	1.576E+09	3.582E+07	2.541E-02
406	87C03	3.004E-01	6.821E-02	-	1.547E-02	8.550E+08	3.036E+09	1.114E+08	5.136E-02
407	87C04	2.998E-01	1.053E-01	8.235E-06	2.221E-02	1.025E+09	3.399E+09	1.331E+08	5.595E-02
408	87C07	3.205E-01	1.090E-01	8.894E-06	2.506E-02	1.033E+09	3.510E+09	1.329E+08	5.857E-02
409	87C08	3.360E-01	9.456E-02	8.310E-06	2.971E-02	1.089E+09	3.553E+09	1.337E+08	5.956E-02

注)

(1) kg/tU:weight(kg) per ton initial heavy metals.

(2) Bq/gU:activity(Bq) per g initial heavy metals.

(3) ND148%:atomic % of Nd isotopes after irradiation per initial heavy metals.

Table 2.65 玄海 1 号炉の PIE 基データ (1)

SFCOMPO ID	Sample No.	U-234 U234%	U-235 U235%	U-236 U236%	U-238 U238%	Pu-238 PU238%	Pu-239 PU239%	Pu-240 PU240%	Pu-241 PU241%	Pu-242 PU242%
451	87H01	1.803E-02	7.726E-01	4.660E-01	9.366E+01	2.583E-02	5.836E-01	2.609E-01	1.240E-01	6.870E-02
452	87H05	1.805E-02	7.885E-01	4.636E-01	9.372E+01	2.372E-02	5.732E-01	2.554E-01	1.196E-01	6.450E-02

注)

(1) U23x%:atomic % of U isotopes after irradiation per initial heavy metals.

(2) PU23x%, PU24x%:atomic % of Pu isotopes after irradiation per initial heavy metals.

Table 2.66 玄海1号炉のPIE基データ(2)

SFCOMPO ID	Sample No.	Am-241 (kg/tU)	Am-243 (kg/tU)	Cm-242 (kg/tU)	Cm-244 (kg/tU)	Cs-134 (Bq/gU)	Cs-137 (Bq/gU)	Eu-154 (Bq/gU)	Nd-148 (ND148%)
451	87H01	4.072E+02	1.282E+02	-	5.032E+01	1.405E+09	4.026E+09	1.927E+08	6.747E-02
452	87H05	4.086E+02	1.444E+02	-	4.343E+01	1.368E+09	3.982E+09	1.870E+08	6.641E-02

注)

(1) kg/tU:weight(kg) per ton initial heavy metals.

(2) Bq/gU:activity(Bq) per g initial heavy metals.

(3) ND148%:atomic % of Nd isotopes after irradiation per initial heavy metals.

Table 2.67 使用した半減期データ

核種	半減期	文献
Cs-134	2.062 (y)	Table of isotopes 7th edition
Cs-137	30.174(y)	同上
Eu-154	8.592 (y)	アイソトープ手帳 改訂9版

Table 2.68 Obrigheim の PIE データ (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
201	D1 P1	1.369E+04	2.990E+03	9.541E+05	3.600E+01	4.350E+03	1.320E+03	6.200E+02	1.280E+02
203	D1 P3	6.930E+03	4.060E+03	9.447E+05	1.560E+02	5.020E+03	2.360E+03	1.280E+03	5.640E+02
204	E3 P1	1.275E+04	2.820E+03	9.571E+05	4.100E+01	4.280E+03	1.360E+03	6.200E+02	1.390E+02
205	E3 P2	8.440E+03	3.770E+03	9.422E+05	1.040E+02	4.620E+03	1.990E+03	1.020E+03	3.800E+02
206	E3 P3	6.090E+03	4.120E+03	9.430E+05	1.650E+02	4.770E+03	2.410E+03	1.260E+03	6.290E+02
207	E3 P4	7.480E+03	3.830E+03	9.478E+05	1.250E+02	4.940E+03	2.220E+03	1.180E+03	4.640E+02
208	E3 P4	7.840E+03	3.910E+03	9.462E+05	1.030E+02	4.910E+03	2.240E+03	1.190E+03	4.880E+02
209	E3 P5	1.185E+04	3.620E+03	9.534E+05	6.200E+01	4.650E+03	1.620E+03	8.400E+02	2.110E+02
210	G7 P1	1.521E+04	2.920E+03	9.580E+05	3.100E+01	4.260E+03	1.160E+03	5.500E+02	9.900E+01
211	G7 P1	1.440E+04	2.930E+03	9.518E+05	3.900E+01	4.390E+03	1.230E+03	5.900E+02	1.120E+02
212	G7 P2	1.076E+04	3.850E+03	9.508E+05	7.900E+01	4.700E+03	1.810E+03	9.400E+02	2.790E+02
213	G7 P3	7.610E+03	3.940E+03	9.466E+05	1.380E+02	4.990E+03	2.270E+03	1.200E+03	4.780E+02
214	G7 P3	7.500E+03	3.980E+03	9.461E+05	1.450E+02	5.040E+03	2.290E+03	1.210E+03	5.000E+02
215	G7 P4	1.009E+04	4.050E+03	9.484E+05	1.060E+02	5.080E+03	2.040E+03	1.110E+03	3.660E+02
216	G7 P5	1.009E+04	3.600E+03	9.502E+05	7.900E+01	5.080E+03	1.950E+03	1.050E+03	3.200E+02
217	M14 P1	1.569E+04	2.730E+03	9.591E+05	2.500E+01	3.980E+03	1.040E+03	4.600E+02	7.500E+01
218	M14 P3	8.780E+03	3.810E+03	9.483E+05	1.070E+02	5.020E+03	2.080E+03	1.120E+03	3.840E+02
219	M14 P4	1.033E+04	3.600E+03	9.512E+05	7.600E+01	4.960E+03	1.860E+03	1.000E+03	2.990E+02
220	G14 P3(1)	5.050E+03	3.890E+03	9.423E+05	1.900E+02	4.520E+03	2.470E+03	1.300E+03	7.730E+02
221	G14 P3(1)	4.410E+03	3.870E+03	9.429E+05	1.390E+02	4.600E+03	2.520E+03	1.320E+03	7.870E+02
222	G14 P4(1)	4.950E+03	3.950E+03	9.453E+05	1.590E+02	4.410E+03	2.380E+03	1.210E+03	6.800E+02
223	G14 P5(1)	6.270E+03	3.660E+03	9.507E+05	1.140E+02	4.360E+03	2.110E+03	1.090E+03	4.940E+02
224	G14 P5(2)	8.940E+03	3.330E+03	9.555E+05	6.500E+01	4.270E+03	1.720E+03	8.600E+02	2.850E+02
225	K14 P1	1.003E+04	3.220E+03	9.528E+05	6.500E+01	4.600E+03	1.740E+03	9.000E+02	2.640E+02
226	K14 P3(1)	4.860E+03	3.860E+03	9.439E+05	1.690E+02	4.690E+03	2.470E+03	1.300E+03	7.350E+02
227	K14 P4(1)	5.040E+03	3.820E+03	9.472E+05	1.260E+02	4.510E+03	2.370E+03	1.210E+03	6.580E+02

Table 2.69 Obrigheim の PIE データ (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
201	D1 P1	2.190E+01	-	7.400E+00	2.220E+00	-	-	-	2.377E+02
203	D1 P3	6.080E+01	-	1.565E+01	3.397E+01	1.298E+02	1.215E+03	2.594E+01	3.792E+02
204	E3 P1	2.930E+01	-	4.500E+00	2.040E+00	4.291E+01	7.159E+02	7.754E+00	2.266E+02
205	E3 P2	-	-	-	1.258E+01	-	-	-	3.940E+02
206	E3 P3	9.000E+01	-	1.479E+01	4.162E+01	1.377E+02	1.290E+03	2.492E+01	4.078E+02
207	E3 P4	7.300E+01	-	1.501E+01	2.480E+01	1.114E+02	1.123E+03	2.107E+01	3.469E+02
208	E3 P4	-	-	3.317E+01	2.218E+01	-	-	-	3.475E+02
209	E3 P5	2.370E+01	-	7.100E+00	5.130E+00	6.233E+01	8.271E+02	1.176E+01	2.571E+02
210	G7 P1	1.400E+01	8.600E+00	2.940E+00	1.040E+00	3.490E+01	6.219E+02	5.464E+00	1.923E+02
211	G7 P1	2.210E+01	-	-	1.970E+00	-	-	-	2.549E+02
212	G7 P2	2.480E+01	3.900E+01	8.580E+00	9.490E+00	7.550E+01	9.110E+02	1.633E+01	2.901E+02
213	G7 P3	1.758E+02	-	1.479E+01	2.973E+01	1.187E+02	1.151E+03	2.433E+01	3.541E+02
214	G7 P3	-	-	2.715E+01	2.673E+01	-	-	-	3.498E+02
215	G7 P4	1.398E+02	-	1.188E+01	1.652E+01	9.541E+01	1.002E+03	1.969E+01	3.117E+02
216	G7 P5	-	-	1.956E+01	1.068E+01	-	-	-	2.899E+02
217	M14 P1	6.700E+00	-	-	1.040E+00	-	-	-	1.752E+02
218	M14 P3	9.390E+01	-	1.130E+01	1.799E+01	1.016E+02	1.055E+03	2.067E+01	3.300E+02
219	M14 P4	-	-	1.407E+01	8.910E+00	-	-	-	2.796E+02
220	G14 P3(1)	4.100E+01	1.540E+02	1.454E+01	5.981E+01	1.508E+02	1.377E+03	2.670E+01	4.280E+02
221	G14 P3(1)	-	-	4.703E+01	4.594E+01	-	-	-	4.154E+02
222	G14 P4(1)	-	1.380E+02	1.436E+01	4.715E+01	1.362E+02	1.296E+03	2.548E+01	4.006E+02
223	G14 P5(1)	5.530E+01	4.200E+01	1.170E+01	2.207E+01	1.020E+02	1.120E+03	2.044E+01	3.391E+02
224	G14 P5(2)	2.770E+01	3.620E+01	7.560E+00	6.950E+00	6.549E+01	8.912E+02	1.325E+01	2.725E+02
225	K14 P1	2.520E+01	-	8.130E+00	6.530E+00	6.521E+01	8.340E+02	1.348E+01	2.860E+02
226	K14 P3(1)	7.490E+01	1.400E+02	1.775E+01	5.259E+01	1.461E+02	1.312E+03	2.836E+01	4.123E+02
227	K14 P4(1)	-	-	3.310E+01	3.168E+01	-	-	-	3.696E+02

Table 2.70 美浜 3 号炉の PIE データ (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
401	86B02	2.235E+02	2.390E+04	1.647E+03	9.622E+05	4.510E+00	3.023E+03	4.222E+02	1.086E+02	9.496E+00
402	86B03	-	2.522E+04	1.462E+03	9.627E+05	3.409E+00	2.827E+03	3.441E+02	8.286E+01	6.043E+00
403	86G05	-	1.855E+04	2.649E+03	9.567E+05	2.589E+01	4.653E+03	1.035E+03	4.082E+02	7.395E+01
404	86G03	-	1.455E+04	3.274E+03	9.527E+05	5.722E+01	5.082E+03	1.490E+03	6.515E+02	1.756E+02
405	86G07	-	1.845E+04	2.660E+03	9.574E+05	2.685E+01	4.738E+03	1.059E+03	4.247E+02	7.512E+01
406	87C03	-	9.791E+03	3.830E+03	9.470E+05	1.310E+02	5.299E+03	2.098E+03	9.553E+02	4.080E+02
407	87C04	1.742E+02	9.068E+03	3.998E+03	9.443E+05	1.592E+02	5.473E+03	2.272E+03	1.057E+03	4.904E+02
408	87C07	1.740E+02	7.886E+03	4.182E+03	9.442E+05	1.677E+02	4.971E+03	2.319E+03	9.830E+02	5.347E+02
409	87C08	-	8.037E+03	4.196E+03	9.428E+05	1.856E+02	5.317E+03	2.429E+03	1.077E+03	5.699E+02

Table 2.71 美浜 3 号炉の PIE データ (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
401	86B02	2.989E+01	3.853E-01	3.161E-05	1.709E-02	1.665E+00	2.710E+02	8.935E-01	8.951E+01
402	86B03	2.263E+01	3.167E-01	1.979E-05	8.808E-03	1.204E+00	2.187E+02	6.428E-01	7.509E+01
403	86G05	1.174E+02	5.771E+00	4.793E-04	6.553E-01	5.937E+00	4.947E+02	3.538E+00	1.655E+02
404	86G03	1.907E+02	1.941E+01	1.262E-03	3.174E+00	1.061E+01	7.060E+02	6.528E+00	2.295E+02
405	86G07	1.168E+02	6.656E+00	4.404E-04	7.242E-01	5.983E+00	4.919E+02	3.579E+00	1.580E+02
406	87C03	3.004E+02	6.821E+01	-	1.547E+01	1.784E+01	9.475E+02	1.113E+01	3.193E+02
407	87C04	2.998E+02	1.053E+02	8.235E-03	2.221E+01	2.138E+01	1.061E+03	1.330E+01	3.478E+02
408	87C07	3.205E+02	1.090E+02	8.894E-03	2.506E+01	2.155E+01	1.095E+03	1.328E+01	3.641E+02
409	87C08	3.360E+02	9.456E+01	8.310E-03	2.971E+01	2.272E+01	1.109E+03	1.336E+01	3.702E+02

Table 2.72 玄海 1 号炉の PIE データ (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
451	87H01	1.773E+02	7.632E+03	4.623E+03	9.370E+05	2.584E+02	5.863E+03	2.632E+03	1.256E+03	6.989E+02
452	87H05	1.775E+02	7.789E+03	4.599E+03	9.376E+05	2.373E+02	5.759E+03	2.577E+03	1.212E+03	6.562E+02

Table 2.73 玄海 1 号炉の PIE データ (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
451	87H01	4.072E+02	1.282E+02	-	5.032E+01	2.931E+01	1.257E+03	1.925E+01	4.194E+02
452	87H05	4.086E+02	1.444E+02	-	4.343E+01	2.854E+01	1.243E+03	1.868E+01	4.128E+02

Table 2.74 高浜3号炉のPIEデータ(1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
-	SF95-1-1	2.987E+02	2.674E+04	2.672E+03	9.499E+05	1.718E+01	4.227E+03	7.802E+02	3.690E+02	3.790E+01
-	SF95-1-2	2.850E+02	1.927E+04	4.024E+03	9.424E+05	7.102E+01	5.655E+03	1.539E+03	9.578E+02	1.844E+02
-	SF95-1-3	1.873E+02	1.326E+04	4.911E+03	9.338E+05	1.539E+02	6.194E+03	2.186E+03	1.486E+03	4.516E+02
-	SF95-1-4	1.870E+02	1.230E+04	4.999E+03	9.335E+05	1.588E+02	6.005E+03	2.207E+03	1.466E+03	4.803E+02
-	SF95-1-5	2.829E+02	1.544E+04	4.566E+03	9.388E+05	1.020E+02	5.635E+03	1.821E+03	1.153E+03	2.976E+02
-	SF97-1-2	2.348E+02	1.571E+04	4.560E+03	9.377E+05	1.250E+02	5.928E+03	1.871E+03	1.235E+03	3.152E+02
-	SF97-1-3	2.010E+02	1.030E+04	5.312E+03	9.282E+05	2.581E+02	6.217E+03	2.471E+03	1.689E+03	6.517E+02
-	SF97-1-4	1.872E+02	8.179E+03	5.528E+03	9.246E+05	3.199E+02	6.037E+03	2.668E+03	1.770E+03	8.246E+02
-	SF97-1-5	1.865E+02	7.932E+03	5.532E+03	9.247E+05	3.188E+02	5.976E+03	2.648E+03	1.754E+03	8.341E+02
-	SF97-1-6	2.057E+02	1.016E+04	5.272E+03	9.310E+05	2.175E+02	5.677E+03	2.326E+03	1.494E+03	5.977E+02

Table 2.75 高浜3号炉のPIEデータ(2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
-	SF95-1-1	1.378E+01	2.682E+00	1.510E+00	2.712E-01	2.343E+01	5.405E+02	4.093E+00	1.592E+02
-	SF95-1-2	2.344E+01	2.289E+01	7.672E+00	5.042E+00	7.012E+01	9.336E+02	1.306E+01	2.736E+02
-	SF95-1-3	3.310E+01	8.047E+01	1.964E+01	2.562E+01	1.404E+02	1.347E+03	2.525E+01	3.979E+02
-	SF95-1-4	2.351E+01	8.472E+01	2.328E+01	2.837E+01	1.471E+02	1.400E+03	2.657E+01	4.126E+02
-	SF95-1-5	2.840E+01	4.400E+01	1.006E+01	1.064E+01	1.014E+02	1.148E+03	1.817E+01	3.401E+02
-	SF97-1-2	4.017E+01	5.132E+01	1.049E+01	1.384E+01	1.030E+02	1.151E+03	1.973E+01	3.389E+02
-	SF97-1-3	4.909E+01	1.410E+02	1.839E+01	5.696E+01	1.829E+02	1.582E+03	3.293E+01	4.662E+02
-	SF97-1-4	5.311E+01	1.924E+02	2.044E+01	8.810E+01	2.139E+02	1.749E+03	3.739E+01	5.204E+02
-	SF97-1-5	5.327E+01	1.935E+02	1.903E+01	8.823E+01	2.144E+02	1.761E+03	3.707E+01	5.226E+02
-	SF97-1-6	4.297E+01	1.170E+02	1.616E+01	4.221E+01	1.632E+02	1.531E+03	2.859E+01	4.504E+02

## 2.4 解析結果

ORIGEN2.1によるPIEデータの燃焼度点までの計算結果をTable 2.76からTable 2.91までに示す。また、ORIGEN2の出力とPIEデータの比C/Eを各炉、各ライブラリごとにTable 2.92からTable 2.107及びFig. 2.1からFig. 2.16に示す。これから、各核種のC/Eの平均値について、以下のことが言える。

- U-235：高浜3号炉でライブラリにPWR41J32を使用した場合ではほぼ1.0、その他では1以下となった。特に玄海1号炉では、C/Eは0.9以下であり、10%以上の過小評価となっている。C/Eの標準偏差は、0.01~0.1程度であり、C/Eの分布の範囲は他の核種と比べて狭くなっている。
- U-236：Obrigheimと高浜3号炉で1以下、美浜3号炉で1以上、玄海1号炉では1.0となった。特に、美浜3号炉でライブラリにPWR-USを使用した場合は11%過大評価になっている。C/Eの標準偏差は最大0.08程度であり、C/Eの分布の範囲は他の核種に比べて狭くなっている。
- U-238：全炉心でC/Eは1.0となり、計算値は測定値と非常に良く一致した。C/Eの標準偏差はほぼ0.0である。
- Pu-238：Obrigheimで1以上、美浜3号炉、玄海1号炉、高浜3号炉でライブラリにPWR41J32を用いた場合が1以下、高浜3号炉でライブラリにPWR-UEを用いた場合はほぼ1.0となった。特に美浜3号炉と玄海1号炉、及び高浜3号炉でライブラリにPWR41J32を使用した場合は13%~18%過小評価となっている。C/Eの標準偏差は、Obrigheimでは約0.18となっているが、他では最大0.1程度である。
- Pu-239：Obrigheimで1以上、美浜3号炉、玄海1号炉で1以下、高浜3号炉ではほぼ1.0となった。特に、玄海1号炉でライブラリにPWR-Uを使用した場合は約13%の過小評価となっている。C/Eの標準偏差は、最大0.07程度であり、C/Eの分布の範囲は他の核種に比べて狭くなっている。
- Pu-240：ObrigheimでライブラリにPWR-Uを使用した場合で1以上、ObrigheimでライブラリにPWR-USを使用した場合、美浜3号炉でライブラリにPWR-USを使用した場合と玄海1号炉で1以下、美浜3号炉でライブラリにPWR-Uを使用した場合と高浜3号炉ではほぼ1.0となった。C/Eの標準偏差は、最大0.08であり、C/Eの分布の範囲は、他の核種に比べて狭くなっている。
- Pu-241：Obrigheimで1以上、美浜3号炉、玄海1号炉、高浜3号炉でライブラリにPWR-UEを使用した場合で1以下、高浜3号炉でライブラリにPWR41J32を使用した場合ではほぼ1.0となった。特に、ObrigheimでライブラリにPWR-USを使用した場合は約12%過大評価、玄

海1号炉では12%以上過小評価となっている。C/Eの標準偏差は、Obrigheimで0.12であるが、他の炉では最大0.08程度である。

- Pu-242 : Obrigheim でライブラリに PWR-US を使用した場合で1以上、同炉でライブラリに PWR-U を使用した場合でほぼ1.0、他の炉で1以下となった。特に、美浜3号炉、玄海1号炉及び高浜3号炉でライブラリに PWR-UE を使用した場合は、10%以上の過小評価となっている。C/Eの標準偏差は、Obrigheimで0.2と大きい、他の炉では最大0.07程度である。
- Am-241 : 高浜3号炉で1以上、他の炉で1以下となった。特に、玄海1号炉では、ライブラリに PWR-U を使用した場合が約20%、ライブラリに PWR-US を使用した場合が約23%の過小評価となっている。また、高浜3号炉では約12%過大評価となっている。C/Eの標準偏差は、Obrigheimで0.5と大きい、他の炉では、最大0.2程度である。Obrigheimでは、C/Eの分布の範囲が0.2~2.6までの広範囲にわたっている。
- Am-243 : Obrigheim で1以上、他の炉で1以下となった。特に、美浜3号炉で20%前後過小評価となっているが、これは、サンプル86B03及びサンプル86G07のC/Eがそれぞれ約0.5、約0.6となっているためと考えられる。C/Eの標準偏差は、Obrigheimで0.3と大きく、美浜3号炉で0.16、玄海1号炉で0.08、高浜3号炉で0.05である。
- Cm-242 : Obrigheim で1以下、美浜3号炉、高浜3号炉で1以上となった。美浜3号炉では、C/Eの分布の範囲が0.94~2.9と広がっており、1.0前後のサンプルと、2.0前後のサンプルの2つのグループに分かれている。C/Eの標準偏差は、Obrigheimと高浜3号炉で0.2前後であり、美浜3号炉では0.6前後と大きくなっている。なお、玄海1号炉のこの核種のPIEデータはない。
- Cm-244 : Obrigheim では1以上、その他の炉では1以下となった。Obrigheimでは、C/Eの分布の範囲が広がっているが、これは、サンプルE3P2とサンプルG7P1 (SFCOMPO ID=211)のC/Eがそれぞれ約3.2と約2.5となっているためである。美浜3号炉では、C/Eが0.8前後のサンプルと0.5前後のサンプルの2つのグループに分かれている。玄海1号炉と高浜3号炉では、共に20%以上過小評価となっている。C/Eの標準偏差はObrigheimで0.5と大きく、美浜3号炉では0.15、玄海1号炉では0.026、高浜3号炉では0.1程度となっている。
- Cs-134 : Obrigheim でライブラリに PWR-US を使用した場合で1以上、美浜3号炉、玄海1号炉でライブラリに PWR-U を使用した場合と高浜3号炉で1以下、Obrigheimでライブラリに PWR-U を使用した場合と玄海1号炉でライブラリに PWR-US を使用した場合でほぼ1.0となった。C/Eは、全炉心で1.0に近く、また標準偏差も最大0.08程度である。
- Cs-137 : 全炉心でほぼ1.0に近く、計算値は測定値と良く一致している。またC/Eの標準偏差は最大0.03程度である。

- Eu-154：高浜3号炉でライブラリにPWR41J32を使用した場合は1以下，その他では1以上となった。Obrigheim, 美浜3号炉, 玄海1号炉では，ライブラリにPWR-Uを用いた場合のC/Eは1.7前後であり，ライブラリにPWR-USを用いた場合のC/Eは1.5前後となった。高浜3号炉では，ライブラリにPWR-UEを用いた場合のC/Eは1.4，ライブラリにPWR41J32を使用した場合は0.78となった。C/Eの標準偏差はObrigheimで0.16，美浜3号炉で0.25，玄海1号炉では0.0，高浜3号炉では0.18である。
- Nd-148：全炉心で1.0に近く，計算値と測定値は良く一致している。C/Eの標準偏差は0.006程度である。

Table 2.76 ORIGEN2によるObrigheimのPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-U (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
201	D1 P1	9.650E-01	1.254E+04	3.003E+03	9.551E+05	4.816E+01	4.616E+03	1.558E+03	7.947E+02	1.726E+02
203	D1 P3	1.545E+00	6.698E+03	3.784E+03	9.447E+05	1.412E+02	4.971E+03	2.402E+03	1.298E+03	5.186E+02
204	E3 P1	9.212E-01	1.311E+04	2.916E+03	9.558E+05	4.284E+01	4.561E+03	1.487E+03	7.390E+02	1.523E+02
205	E3 P2	1.610E+00	6.229E+03	3.833E+03	9.435E+05	1.540E+02	4.987E+03	2.465E+03	1.347E+03	5.634E+02
206	E3 P3	1.668E+00	5.848E+03	3.870E+03	9.424E+05	1.654E+02	4.992E+03	2.518E+03	1.389E+03	6.028E+02
207	E3 P4	1.406E+00	7.789E+03	3.659E+03	9.472E+05	1.155E+02	4.931E+03	2.248E+03	1.187E+03	4.279E+02
208	E3 P4	1.409E+00	7.768E+03	3.662E+03	9.471E+05	1.159E+02	4.932E+03	2.250E+03	1.189E+03	4.294E+02
209	E3 P5	1.041E+00	1.160E+04	3.143E+03	9.537E+05	5.795E+01	4.695E+03	1.673E+03	8.891E+02	2.104E+02
210	G7 P1	7.880E-01	1.501E+04	2.617E+03	9.581E+05	2.875E+01	4.339E+03	1.245E+03	5.760E+02	9.899E+01
211	G7 P1	1.034E+00	1.168E+04	3.130E+03	9.539E+05	5.698E+01	4.688E+03	1.663E+03	8.801E+02	2.067E+02
212	G7 P2	1.172E+00	1.006E+04	3.363E+03	9.514E+05	7.678E+01	4.804E+03	1.909E+03	9.924E+02	2.844E+02
213	G7 P3	1.435E+00	7.544E+03	3.688E+03	9.466E+05	1.208E+02	4.941E+03	2.283E+03	1.211E+03	4.468E+02
214	G7 P3	1.418E+00	7.688E+03	3.671E+03	9.470E+05	1.176E+02	4.935E+03	2.262E+03	1.197E+03	4.355E+02
215	G7 P4	1.257E+00	9.161E+03	3.485E+03	9.499E+05	8.990E+01	4.859E+03	2.047E+03	1.062E+03	3.352E+02
216	G7 P5	1.171E+00	1.007E+04	3.362E+03	9.514E+05	7.664E+01	4.803E+03	1.908E+03	9.917E+02	2.839E+02
217	M14 P1	7.222E-01	1.604E+04	2.451E+03	9.592E+05	2.289E+01	4.196E+03	1.114E+03	5.002E+02	7.696E+01
218	M14 P3	1.334E+00	8.427E+03	3.580E+03	9.485E+05	1.028E+02	4.902E+03	2.154E+03	1.126E+03	3.822E+02
219	M14 P4	1.130E+00	1.052E+04	3.298E+03	9.521E+05	7.046E+01	4.772E+03	1.836E+03	9.613E+02	2.605E+02
220	G14 P3(1)	1.877E+00	4.701E+03	3.721E+03	9.414E+05	1.893E+02	5.021E+03	2.618E+03	1.480E+03	7.086E+02
221	G14 P3(1)	1.809E+00	5.036E+03	3.694E+03	9.426E+05	1.769E+02	5.016E+03	2.574E+03	1.440E+03	6.650E+02
222	G14 P4(1)	1.739E+00	5.398E+03	3.662E+03	9.437E+05	1.646E+02	5.012E+03	2.524E+03	1.397E+03	6.212E+02
223	G14 P5(1)	1.447E+00	7.270E+03	3.461E+03	9.486E+05	1.153E+02	4.945E+03	2.248E+03	1.194E+03	4.390E+02
224	G14 P5(2)	1.142E+00	9.859E+03	3.120E+03	9.537E+05	7.038E+01	4.788E+03	1.829E+03	9.795E+02	2.676E+02
225	K14 P1	1.204E+00	9.272E+03	3.202E+03	9.527E+05	7.880E+01	4.827E+03	1.927E+03	1.020E+03	3.006E+02
226	K14 P3(1)	1.797E+00	5.096E+03	3.689E+03	9.428E+05	1.748E+02	5.019E+03	2.564E+03	1.432E+03	6.575E+02
227	K14 P4(1)	1.590E+00	6.277E+03	3.574E+03	9.462E+05	1.392E+02	4.987E+03	2.397E+03	1.298E+03	5.273E+02

**Table 2.77** ORIGEN2 による Obrigheim の PIE 解析結果 使用ライブラリ:PWR-U (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
201	D1 P1	2.324E+01	2.072E+01	5.493E+00	3.345E+00	5.131E+01	7.614E+02	1.673E+01	2.367E+02
203	D1 P3	3.125E+01	1.056E+02	1.457E+01	3.206E+01	1.272E+02	1.217E+03	4.229E+01	3.778E+02
204	E3 P1	2.206E+01	1.731E+01	4.898E+00	2.629E+00	4.669E+01	7.256E+02	1.512E+01	2.257E+02
205	E3 P2	3.149E+01	1.200E+02	1.560E+01	3.840E+01	1.366E+02	1.266E+03	4.542E+01	3.929E+02
206	E3 P3	3.163E+01	1.332E+02	1.648E+01	4.456E+01	1.453E+02	1.308E+03	4.824E+01	4.060E+02
207	E3 P4	3.043E+01	7.854E+01	1.239E+01	2.118E+01	1.071E+02	1.113E+03	3.577E+01	3.457E+02
208	E3 P4	3.045E+01	7.896E+01	1.243E+01	2.134E+01	1.074E+02	1.115E+03	3.588E+01	3.462E+02
209	E3 P5	2.514E+01	2.757E+01	6.582E+00	4.902E+00	5.968E+01	8.225E+02	1.963E+01	2.557E+02
210	G7 P1	1.823E+01	9.233E+00	3.250E+00	1.134E+00	3.372E+01	6.154E+02	1.066E+01	1.916E+02
211	G7 P1	2.496E+01	2.686E+01	6.475E+00	4.734E+00	5.886E+01	8.167E+02	1.935E+01	2.539E+02
212	G7 P2	2.782E+01	4.235E+01	8.612E+00	8.952E+00	7.559E+01	9.299E+02	2.509E+01	2.889E+02
213	G7 P3	3.065E+01	8.392E+01	1.286E+01	2.323E+01	1.112E+02	1.136E+03	3.717E+01	3.525E+02
214	G7 P3	3.052E+01	8.069E+01	1.258E+01	2.200E+01	1.088E+02	1.122E+03	3.635E+01	3.484E+02
215	G7 P4	2.902E+01	5.410E+01	9.984E+00	1.260E+01	8.678E+01	9.981E+02	2.892E+01	3.100E+02
216	G7 P5	2.781E+01	4.224E+01	8.598E+00	8.918E+00	7.548E+01	9.292E+02	2.509E+01	2.887E+02
217	M14 P1	1.614E+01	6.393E+00	2.540E+00	6.949E-01	2.804E+01	5.602E+02	8.722E+00	1.745E+02
218	M14 P3	2.983E+01	6.607E+01	1.123E+01	1.664E+01	9.717E+01	1.058E+03	3.240E+01	3.285E+02
219	M14 P4	2.711E+01	3.726E+01	7.956E+00	7.478E+00	7.042E+01	8.963E+02	2.334E+01	2.785E+02
220	G14 P3(1)	3.820E+01	1.714E+02	1.840E+01	6.374E+01	1.579E+02	1.377E+03	5.387E+01	4.264E+02
221	G14 P3(1)	3.813E+01	1.552E+02	1.752E+01	5.521E+01	1.486E+02	1.333E+03	5.094E+01	4.128E+02
222	G14 P4(1)	3.800E+01	1.396E+02	1.660E+01	4.742E+01	1.394E+02	1.288E+03	4.796E+01	3.988E+02
223	G14 P5(1)	3.653E+01	8.149E+01	1.249E+01	2.215E+01	1.015E+02	1.089E+03	3.523E+01	3.374E+02
224	G14 P5(2)	3.247E+01	3.877E+01	8.065E+00	7.798E+00	6.639E+01	8.731E+02	2.289E+01	2.708E+02
225	K14 P1	3.362E+01	4.590E+01	8.945E+00	9.902E+00	7.308E+01	9.176E+02	5.526E+01	2.846E+02
226	K14 P3(1)	3.811E+01	1.525E+02	1.736E+01	5.383E+01	1.470E+02	1.325E+03	5.044E+01	4.104E+02
227	K14 P4(1)	3.747E+01	1.083E+02	1.456E+01	3.306E+01	1.200E+02	1.188E+03	4.151E+01	3.681E+02

**Table 2.78** ORIGEN2 による Obrigheim の PIE 解析結果 使用ライブラリ:PWR-US (3) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
201	D1 P1	8.426E-01	1.227E+04	3.034E+03	9.554E+05	4.801E+01	4.581E+03	1.403E+03	8.311E+02	1.843E+02
203	D1 P3	1.415E+00	6.348E+03	3.789E+03	9.449E+05	1.499E+02	5.236E+03	2.226E+03	1.307E+03	5.297E+02
204	E3 P1	8.016E-01	1.285E+04	2.946E+03	9.562E+05	4.248E+01	4.511E+03	1.336E+03	7.798E+02	1.632E+02
205	E3 P2	1.483E+00	5.865E+03	3.834E+03	9.436E+05	1.646E+02	5.326E+03	2.334E+03	1.317E+03	5.705E+02
206	E3 P3	1.543E+00	5.476E+03	3.867E+03	9.425E+05	1.778E+02	5.388E+03	2.426E+03	1.332E+03	6.055E+02
207	E3 P4	1.273E+00	7.449E+03	3.673E+03	9.474E+05	1.212E+02	5.124E+03	2.048E+03	1.216E+03	4.420E+02
208	E3 P4	1.276E+00	7.429E+03	3.676E+03	9.474E+05	1.217E+02	5.126E+03	2.051E+03	1.218E+03	4.435E+02
209	E3 P5	9.142E-01	1.131E+04	3.174E+03	9.541E+05	5.823E+01	4.684E+03	1.512E+03	9.186E+02	2.231E+02
210	G7 P1	6.789E-01	1.481E+04	2.644E+03	9.585E+05	2.799E+01	4.223E+03	1.108E+03	6.424E+02	1.061E+02
211	G7 P1	9.074E-01	1.139E+04	3.161E+03	9.542E+05	5.722E+01	4.675E+03	1.502E+03	9.103E+02	2.193E+02
212	G7 P2	1.041E+00	9.751E+03	3.389E+03	9.517E+05	7.846E+01	4.851E+03	1.700E+03	1.051E+03	2.996E+02
213	G7 P3	1.303E+00	7.203E+03	3.701E+03	9.469E+05	1.271E+02	5.145E+03	2.084E+03	1.240E+03	4.605E+02
214	G7 P3	1.286E+00	7.348E+03	3.685E+03	9.472E+05	1.236E+02	5.133E+03	2.063E+03	1.226E+03	4.495E+02
215	G7 P4	1.124E+00	8.837E+03	3.508E+03	9.502E+05	9.288E+01	4.974E+03	1.839E+03	1.105E+03	3.507E+02
216	G7 P5	1.040E+00	9.761E+03	3.388E+03	9.517E+05	7.831E+01	4.849E+03	1.698E+03	1.050E+03	2.991E+02
217	M14 P1	6.196E-01	1.585E+04	2.478E+03	9.596E+05	2.212E+01	4.080E+03	1.004E+03	5.544E+02	8.139E+01
218	M14 P3	1.200E+00	8.092E+03	3.599E+03	9.487E+05	1.071E+02	5.064E+03	1.952E+03	1.158E+03	3.972E+02
219	M14 P4	9.991E-01	1.023E+04	3.325E+03	9.525E+05	7.153E+01	4.778E+03	1.627E+03	1.029E+03	2.752E+02
220	G14 P3(1)	1.774E+00	4.345E+03	3.706E+03	9.414E+05	2.042E+02	5.494E+03	2.591E+03	1.395E+03	7.019E+02
221	G14 P3(1)	1.701E+00	4.684E+03	3.684E+03	9.426E+05	1.900E+02	5.442E+03	2.503E+03	1.372E+03	6.649E+02
222	G14 P4(1)	1.626E+00	5.051E+03	3.657E+03	9.438E+05	1.758E+02	5.387E+03	2.411E+03	1.349E+03	6.269E+02
223	G14 P5(1)	1.322E+00	6.946E+03	3.474E+03	9.489E+05	1.203E+02	5.129E+03	2.040E+03	1.224E+03	4.549E+02
224	G14 P5(2)	1.018E+00	9.570E+03	3.147E+03	9.540E+05	7.105E+01	4.792E+03	1.631E+03	1.035E+03	2.827E+02
225	K14 P1	1.079E+00	8.978E+03	3.226E+03	9.530E+05	8.012E+01	4.861E+03	1.709E+03	1.085E+03	3.170E+02
226	K14 P3(1)	1.688E+00	4.744E+03	3.680E+03	9.428E+05	1.875E+02	5.437E+03	2.486E+03	1.368E+03	6.585E+02
227	K14 P4(1)	1.471E+00	5.951E+03	3.578E+03	9.464E+05	1.468E+02	5.218E+03	2.197E+03	1.327E+03	5.410E+02

**Table 2.79** ORIGEN2によるObrigheimのPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-US (4) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
201	D1 P1	2.609E+01	2.241E+01	4.799E+00	3.657E+00	5.179E+01	7.617E+02	1.370E+01	2.365E+02
203	D1 P3	3.500E+01	1.123E+02	1.264E+01	3.599E+01	1.342E+02	1.218E+03	3.706E+01	3.774E+02
204	E3 P1	2.478E+01	1.875E+01	4.267E+00	2.869E+00	4.699E+01	7.259E+02	1.232E+01	2.255E+02
205	E3 P2	3.513E+01	1.268E+02	1.345E+01	4.334E+01	1.450E+02	1.266E+03	4.009E+01	3.925E+02
206	E3 P3	3.511E+01	1.400E+02	1.414E+01	5.043E+01	1.551E+02	1.309E+03	4.282E+01	4.056E+02
207	E3 P4	3.417E+01	8.450E+01	1.079E+01	2.368E+01	1.121E+02	1.114E+03	3.096E+01	3.454E+02
208	E3 P4	3.419E+01	8.494E+01	1.083E+01	2.386E+01	1.125E+02	1.116E+03	3.106E+01	3.459E+02
209	E3 P5	2.815E+01	2.973E+01	5.766E+00	5.384E+00	6.053E+01	8.228E+02	1.622E+01	2.554E+02
210	G7 P1	2.018E+01	9.998E+00	2.819E+00	1.229E+00	3.355E+01	6.157E+02	8.528E+00	1.914E+02
211	G7 P1	2.796E+01	2.898E+01	5.672E+00	5.197E+00	5.967E+01	8.170E+02	1.598E+01	2.536E+02
212	G7 P2	3.128E+01	4.603E+01	7.581E+00	9.882E+00	7.767E+01	9.303E+02	2.116E+01	2.886E+02
213	G7 P3	3.440E+01	9.009E+01	1.119E+01	2.599E+01	1.166E+02	1.136E+03	3.224E+01	3.522E+02
214	G7 P3	3.426E+01	8.674E+01	1.096E+01	2.460E+01	1.139E+02	1.123E+03	3.149E+01	3.481E+02
215	G7 P4	3.266E+01	5.872E+01	8.745E+00	1.400E+01	8.993E+01	9.985E+02	2.464E+01	3.097E+02
216	G7 P5	3.126E+01	4.590E+01	7.569E+00	9.844E+00	7.755E+01	9.296E+02	2.112E+01	2.884E+02
217	M14 P1	1.753E+01	6.912E+00	2.186E+00	7.562E-01	2.778E+01	5.605E+02	6.923E+00	1.743E+02
218	M14 P3	3.353E+01	7.145E+01	9.800E+00	1.857E+01	1.013E+02	1.058E+03	2.785E+01	3.282E+02
219	M14 P4	3.040E+01	4.043E+01	7.024E+00	8.214E+00	7.196E+01	8.967E+02	1.952E+01	2.782E+02
220	G14 P3(1)	4.154E+01	1.783E+02	1.542E+01	7.231E+01	1.698E+02	1.378E+03	4.834E+01	4.259E+02
221	G14 P3(1)	4.179E+01	1.626E+02	1.478E+01	6.260E+01	1.591E+02	1.333E+03	4.549E+01	4.123E+02
222	G14 P4(1)	4.195E+01	1.473E+02	1.409E+01	5.369E+01	1.486E+02	1.288E+03	4.259E+01	3.984E+02
223	G14 P5(1)	4.073E+01	8.799E+01	1.077E+01	2.479E+01	1.062E+02	1.089E+03	3.051E+01	3.371E+02
224	G14 P5(2)	3.610E+01	4.204E+01	7.057E+00	8.585E+00	6.782E+01	8.735E+02	1.914E+01	2.706E+02
225	K14 P1	3.748E+01	4.991E+01	7.816E+00	1.093E+01	7.508E+01	9.180E+02	2.129E+01	2.843E+02
226	K14 P3(1)	4.183E+01	1.600E+02	1.466E+01	6.102E+01	1.573E+02	1.326E+03	4.500E+01	4.099E+02
227	K14 P4(1)	4.168E+01	1.157E+02	1.251E+01	3.706E+01	1.265E+02	1.189E+03	3.633E+01	3.677E+02

**Table 2.80** ORIGEN2による美浜3号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-U (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
401	86B02	2.559E+02	2.356E+04	1.739E+03	9.621E+05	4.501E+00	3.051E+03	4.533E+02	1.127E+02	8.911E+00
402	86B03	2.606E+02	2.484E+04	1.515E+03	9.630E+05	2.957E+00	2.713E+03	3.459E+02	7.236E+01	4.660E+00
403	86G05	2.333E+02	1.790E+04	2.600E+03	9.576E+05	2.099E+01	4.134E+03	1.032E+03	3.545E+02	6.321E+01
404	86G03	2.151E+02	1.395E+04	3.229E+03	9.533E+05	4.649E+01	4.638E+03	1.502E+03	5.909E+02	1.533E+02
405	86G07	2.355E+02	1.842E+04	2.514E+03	9.580E+05	1.871E+01	4.051E+03	9.693E+02	3.320E+02	5.535E+01
406	87C03	1.990E+02	9.570E+03	4.052E+03	9.467E+05	1.185E+02	4.952E+03	2.103E+03	8.443E+02	3.456E+02
407	87C04	1.910E+02	8.302E+03	4.208E+03	9.443E+05	1.460E+02	5.022E+03	2.276E+03	9.347E+02	4.275E+02
408	87C07	1.872E+02	7.731E+03	4.272E+03	9.432E+05	1.604E+02	5.048E+03	2.353E+03	9.775E+02	4.700E+02
409	87C08	1.861E+02	7.574E+03	4.290E+03	9.428E+05	1.647E+02	5.054E+03	2.374E+03	9.895E+02	4.825E+02

**Table 2.81** ORIGEN2 による美浜3号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-U (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
401	86B02	3.151E+01	1.095E-02	7.127E-05	1.368E-02	1.671E+00	2.728E+02	1.459E+00	9.376E+01
402	86B03	2.024E+01	6.185E-03	3.847E-05	4.825E-03	1.191E+00	2.266E+02	9.867E-01	7.786E+01
403	86G05	1.044E+02	1.488E-01	1.147E-03	4.039E-01	5.276E+00	4.948E+02	5.356E+00	1.716E+02
404	86G03	1.727E+02	2.574E-01	2.535E-03	2.228E+00	1.001E+01	6.868E+02	1.080E+01	2.382E+02
405	86G07	9.771E+01	1.356E-01	1.015E-03	3.130E-01	4.811E+00	4.720E+02	4.840E+00	1.638E+02
406	87C03	2.592E+02	6.622E-01	6.701E-03	1.129E+01	1.728E+01	9.413E+02	2.076E+01	3.292E+02
407	87C04	2.848E+02	6.988E-01	7.819E-03	1.768E+01	2.075E+01	1.033E+03	2.490E+01	3.613E+02
408	87C07	2.968E+02	7.121E-01	8.357E-03	2.164E+01	2.244E+01	1.078E+03	2.701E+01	3.769E+02
409	87C08	3.002E+02	7.153E-01	8.502E-03	2.288E+01	2.295E+01	1.091E+03	2.762E+01	3.814E+02

**Table 2.82** ORIGEN2 による美浜3号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-US (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
401	86B02	2.548E+02	2.348E+04	1.751E+03	9.623E+05	4.228E+00	2.918E+03	4.237E+02	1.256E+02	1.019E+01
402	86B03	2.597E+02	2.477E+04	1.525E+03	9.632E+05	2.756E+00	2.601E+03	3.266E+02	8.105E+01	5.346E+00
403	86G05	2.310E+02	1.771E+04	2.626E+03	9.579E+05	2.027E+01	4.021E+03	9.356E+02	3.894E+02	6.653E+01
404	86G03	2.115E+02	1.368E+04	3.260E+03	9.537E+05	4.625E+01	4.601E+03	1.355E+03	6.185E+02	1.635E+02
405	86G07	2.333E+02	1.824E+04	2.540E+03	9.584E+05	1.803E+01	3.945E+03	8.885E+02	3.569E+02	5.787E+01
406	87C03	1.932E+02	9.225E+03	4.071E+03	9.470E+05	1.221E+02	5.111E+03	1.908E+03	8.689E+02	3.586E+02
407	87C04	1.845E+02	7.947E+03	4.217E+03	9.446E+05	1.520E+02	5.234E+03	2.084E+03	9.567E+02	4.391E+02
408	87C07	1.804E+02	7.366E+03	4.277E+03	9.434E+05	1.679E+02	5.310E+03	2.180E+03	9.839E+02	4.800E+02
409	87C08	1.792E+02	7.204E+03	4.293E+03	9.430E+05	1.726E+02	5.339E+03	2.213E+03	9.865E+02	4.916E+02

**Table 2.83** ORIGEN2 による美浜3号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-US (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
401	86B02	3.515E+01	3.908E-01	9.187E-05	1.559E-02	1.608E+00	2.730E+02	1.110E+00	9.362E+01
402	86B03	2.268E+01	1.683E-01	5.014E-05	5.501E-03	1.145E+00	2.268E+02	7.477E-01	7.775E+01
403	86G05	1.146E+02	5.221E+00	1.385E-03	4.385E-01	5.215E+00	4.951E+02	4.230E+00	1.715E+02
404	86G03	1.819E+02	1.885E+01	2.972E-03	2.423E+00	1.008E+01	6.871E+02	8.803E+00	2.379E+02
405	86G07	1.051E+02	4.316E+00	1.233E-03	3.427E-01	4.747E+00	4.723E+02	3.811E+00	1.636E+02
406	87C03	2.700E+02	6.180E+01	7.873E-03	1.257E+01	1.796E+01	9.415E+02	1.776E+01	3.289E+02
407	87C04	2.950E+02	8.452E+01	8.921E-03	1.973E+01	2.173E+01	1.034E+03	2.157E+01	3.609E+02
408	87C07	3.028E+02	9.715E+01	9.396E-03	2.424E+01	2.361E+01	1.079E+03	2.355E+01	3.766E+02
409	87C08	3.036E+02	1.009E+02	9.516E-03	2.567E+01	2.420E+01	1.091E+03	2.414E+01	3.811E+02

**Table 2.84** ORIGEN2 による玄海1号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-U (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
451	87H01	1.749E+02	6.759E+03	4.590E+03	9.380E+05	2.059E+02	5.079E+03	2.532E+03	1.085E+03	5.870E+02
452	87H05	1.764E+02	6.974E+03	4.570E+03	9.386E+05	1.989E+02	5.074E+03	2.508E+03	1.068E+03	5.671E+02

**Table 2.85** ORIGEN2による玄海1号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-U (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
451	87H01	3.311E+02	1.285E+02	1.016E-02	3.491E+01	2.786E+01	1.238E+03	3.362E+01	4.320E+02
452	87H05	3.264E+02	1.220E+02	9.943E-03	3.239E+01	2.702E+01	1.218E+03	3.268E+01	4.253E+02

**Table 2.86** ORIGEN2による玄海1号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-US (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
451	87H01	1.672E+02	6.328E+03	4.583E+03	9.381E+05	2.189E+02	5.552E+03	2.510E+03	1.020E+03	5.772E+02
452	87H05	1.688E+02	6.546E+03	4.566E+03	9.386E+05	2.111E+02	5.526E+03	2.469E+03	1.007E+03	5.600E+02

**Table 2.87** ORIGEN2による玄海1号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-US (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
451	87H01	3.172E+02	1.330E+02	1.106E-02	3.933E+01	2.979E+01	1.238E+03	2.989E+01	4.315E+02
452	87H05	3.139E+02	1.266E+02	1.089E-02	3.651E+01	2.885E+01	1.219E+03	2.898E+01	4.248E+02

**Table 2.88** ORIGEN2による高浜3号炉のPIE解析結果 使用ライブラリ:PWR-UE (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
-	SF95-1-1	3.343E+02	2.671E+04	2.658E+03	9.500E+05	1.476E+01	4.091E+03	7.500E+02	3.689E+02	3.490E+01
-	SF95-1-2	2.903E+02	1.903E+04	3.933E+03	9.434E+05	5.894E+01	5.198E+03	1.403E+03	8.800E+02	1.585E+02
-	SF95-1-3	2.429E+02	1.238E+04	4.865E+03	9.351E+05	1.573E+02	5.997E+03	2.156E+03	1.296E+03	3.871E+02
-	SF95-1-4	2.376E+02	1.174E+04	4.942E+03	9.341E+05	1.723E+02	6.079E+03	2.250E+03	1.331E+03	4.168E+02
-	SF95-1-5	2.642E+02	1.517E+04	4.502E+03	9.390E+05	1.056E+02	5.675E+03	1.814E+03	1.124E+03	2.736E+02
-	SF97-1-2	2.632E+02	1.498E+04	4.528E+03	9.388E+05	1.147E+02	5.707E+03	1.833E+03	1.123E+03	2.788E+02
-	SF97-1-3	2.158E+02	9.246E+03	5.202E+03	9.295E+05	2.577E+02	6.390E+03	2.632E+03	1.468E+03	5.471E+02
-	SF97-1-4	1.965E+02	7.348E+03	5.346E+03	9.251E+05	3.372E+02	6.681E+03	3.029E+03	1.550E+03	6.646E+02
-	SF97-1-5	1.957E+02	7.271E+03	5.351E+03	9.249E+05	3.410E+02	6.690E+03	3.046E+03	1.556E+03	6.700E+02
-	SF97-1-6	2.214E+02	9.840E+03	5.146E+03	9.307E+05	2.371E+02	6.297E+03	2.523E+03	1.450E+03	5.132E+02

**Table 2.89** ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果 使用ライブラリ:PWR-UE (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
-	SF95-1-1	1.117E+01	2.425E+00	1.034E+00	2.096E-01	2.141E+01	5.166E+02	4.702E+00	1.601E+02
-	SF95-1-2	2.532E+01	2.010E+01	4.497E+00	3.394E+00	6.315E+01	8.816E+02	1.552E+01	2.727E+02
-	SF95-1-3	3.483E+01	7.653E+01	1.038E+01	2.222E+01	1.374E+02	1.284E+03	3.549E+01	3.971E+02
-	SF95-1-4	3.531E+01	8.599E+01	1.110E+01	2.638E+01	1.479E+02	1.331E+03	3.827E+01	4.114E+02
-	SF95-1-5	3.156E+01	4.519E+01	7.568E+00	1.044E+01	1.000E+02	1.102E+03	2.546E+01	3.406E+02
-	SF97-1-2	4.746E+01	4.692E+01	8.983E+00	1.093E+01	9.263E+01	1.098E+03	2.552E+01	3.429E+02
-	SF97-1-3	5.467E+01	1.333E+02	1.628E+01	5.051E+01	1.793E+02	1.508E+03	4.981E+01	4.700E+02
-	SF97-1-4	5.432E+01	1.838E+02	1.912E+01	8.367E+01	2.250E+02	1.683E+03	6.174E+01	5.241E+02
-	SF97-1-5	5.428E+01	1.863E+02	1.924E+01	8.544E+01	2.272E+02	1.691E+03	6.229E+01	5.265E+02
-	SF97-1-6	5.436E+01	1.204E+02	1.546E+01	4.319E+01	1.672E+02	1.458E+03	4.655E+01	4.548E+02

**Table 2.90** ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果 使用ライブラリ:PWR41J32 (1) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
-	SF95-1-1	3.310E+02	2.695E+04	2.505E+03	9.497E+05	1.342E+01	4.301E+03	7.735E+02	3.635E+02	3.535E+01
-	SF95-1-2	2.860E+02	1.960E+04	3.720E+03	9.430E+05	5.190E+01	5.490E+03	1.490E+03	8.850E+02	1.640E+02
-	SF95-1-3	2.406E+02	1.324E+04	4.639E+03	9.344E+05	1.290E+02	6.036E+03	2.194E+03	1.410E+03	4.233E+02
-	SF95-1-4	2.356E+02	1.262E+04	4.720E+03	9.334E+05	1.400E+02	6.068E+03	2.266E+03	1.462E+03	4.598E+02
-	SF95-1-5	2.607E+02	1.588E+04	4.271E+03	9.383E+05	8.960E+01	5.856E+03	1.890E+03	1.187E+03	2.918E+02
-	SF97-1-2	2.597E+02	1.571E+04	4.296E+03	9.381E+05	9.852E+01	5.883E+03	1.909E+03	1.186E+03	2.978E+02
-	SF97-1-3	2.157E+02	1.023E+04	5.013E+03	9.290E+05	2.057E+02	6.176E+03	2.549E+03	1.643E+03	6.257E+02
-	SF97-1-4	1.985E+02	8.398E+03	5.206E+03	9.248E+05	2.607E+02	6.210E+03	2.773E+03	1.789E+03	7.911E+02
-	SF97-1-5	1.977E+02	8.322E+03	5.213E+03	9.246E+05	2.633E+02	6.211E+03	2.782E+03	1.795E+03	7.988E+02
-	SF97-1-6	2.207E+02	1.080E+04	4.947E+03	9.301E+05	1.911E+02	6.159E+03	2.481E+03	1.596E+03	5.816E+02

**Table 2.91** ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果 使用ライブラリ:PWR41J32 (2) (g/initial tU)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
-	SF95-1-1	1.094E+01	2.206E+00	1.096E+00	1.931E-01	2.125E+01	5.311E+02	3.484E+00	1.591E+02
-	SF95-1-2	2.560E+01	1.870E+01	4.920E+00	3.130E+00	6.280E+01	9.070E+02	9.760E+00	2.720E+02
-	SF95-1-3	3.705E+01	7.187E+01	1.187E+01	1.934E+01	1.338E+02	1.323E+03	1.892E+01	3.982E+02
-	SF95-1-4	3.789E+01	8.086E+01	1.277E+01	2.279E+01	1.436E+02	1.371E+03	2.006E+01	4.128E+02
-	SF95-1-5	3.278E+01	4.232E+01	8.457E+00	9.342E+00	9.837E+01	1.134E+03	1.457E+01	3.407E+02
-	SF97-1-2	4.946E+01	4.383E+01	1.014E+01	9.736E+00	9.089E+01	1.130E+03	1.464E+01	3.416E+02
-	SF97-1-3	6.048E+01	1.261E+02	1.947E+01	4.238E+01	1.715E+02	1.554E+03	2.463E+01	4.704E+02
-	SF97-1-4	6.185E+01	1.758E+02	2.353E+01	6.845E+01	2.129E+02	1.735E+03	2.900E+01	5.257E+02
-	SF97-1-5	6.187E+01	1.783E+02	2.371E+01	6.985E+01	2.149E+02	1.743E+03	2.920E+01	5.282E+02
-	SF97-1-6	5.977E+01	1.136E+02	1.831E+01	3.654E+01	1.606E+02	1.503E+03	2.341E+01	4.549E+02

Table 2.92 Obrigheim の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-U (1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
201	D1 P1	-	0.916	1.014	1.001	1.338	1.061	1.180	1.282	1.348
203	D1 P3	-	0.967	0.937	1.000	0.905	0.990	1.018	1.014	0.920
204	E3 P1	-	1.028	1.035	0.999	1.045	1.066	1.093	1.192	1.096
205	E3 P2	-	0.738	1.026	1.001	1.481	1.079	1.239	1.321	1.483
206	E3 P3	-	0.960	0.939	0.999	1.002	1.047	1.045	1.102	0.958
207	E3 P4	-	1.041	0.954	0.999	0.924	0.998	1.013	1.006	0.922
208	E3 P4	-	0.991	0.947	1.001	1.125	1.004	1.004	0.999	0.880
209	E3 P5	-	0.979	0.868	1.000	0.935	1.010	1.033	1.058	0.997
210	G7 P1	-	0.987	0.894	1.000	0.927	1.019	1.073	1.047	1.000
211	G7 P1	-	0.811	1.084	1.002	1.461	1.068	1.352	1.492	1.846
212	G7 P2	-	0.935	0.874	1.001	0.972	1.022	1.055	1.056	1.019
213	G7 P3	-	0.991	0.936	1.000	0.875	0.990	1.006	1.009	0.935
214	G7 P3	-	1.025	0.932	1.001	0.811	0.979	0.988	0.989	0.871
215	G7 P4	-	0.908	0.862	1.002	0.848	0.956	1.003	0.957	0.916
216	G7 P5	-	0.998	0.944	1.001	0.970	0.945	0.978	0.944	0.887
217	M14 P1	-	1.022	0.911	1.000	0.916	1.054	1.071	1.087	1.026
218	M14 P3	-	0.960	0.940	1.000	0.961	0.976	1.036	1.005	0.995
219	M14 P4	-	1.018	0.927	1.001	0.927	0.962	0.987	0.961	0.871
220	G14 P3(1)	-	0.931	0.957	0.999	0.996	1.111	1.060	1.138	0.917
221	G14 P3(1)	-	1.142	0.959	1.000	1.273	1.090	1.021	1.091	0.845
222	G14 P4(1)	-	1.091	0.926	0.998	1.035	1.137	1.061	1.155	0.914
223	G14 P5(1)	-	1.159	0.946	0.998	1.011	1.134	1.065	1.095	0.889
224	G14 P5(2)	-	1.103	0.933	0.998	1.083	1.121	1.063	1.139	0.939
225	K14 P1	-	0.924	0.994	1.000	1.212	1.049	1.107	1.133	1.139
226	K14 P3(1)	-	1.049	0.954	0.999	1.034	1.070	1.038	1.102	0.895
227	K14 P4(1)	-	1.245	0.933	0.999	1.105	1.106	1.011	1.073	0.801
	平均	-	0.997	0.947	1.000	1.045	1.040	1.062	1.094	1.012
	標準偏差	-	0.102	0.050	0.001	0.173	0.056	0.081	0.120	0.222

Table 2.93 Obrigheim の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-U (2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
201	D1 P1	1.061	-	0.742	1.507	-	-	-	0.996
203	D1 P3	0.514	-	0.931	0.944	0.980	1.002	1.630	0.996
204	E3 P1	0.753	-	1.088	1.289	1.088	1.014	1.950	0.996
205	E3 P2	-	-	-	3.052	-	-	-	0.997
206	E3 P3	0.351	-	1.114	1.071	1.055	1.014	1.936	0.996
207	E3 P4	0.417	-	0.825	0.854	0.961	0.991	1.698	0.997
208	E3 P4	-	-	0.375	0.962	-	-	-	0.996
209	E3 P5	1.061	-	0.927	0.956	0.957	0.994	1.669	0.995
210	G7 P1	1.302	1.074	1.105	1.090	0.966	0.990	1.951	0.997
211	G7 P1	1.129	-	-	2.403	-	-	-	0.996
212	G7 P2	1.122	1.086	1.004	0.943	1.001	1.021	1.539	0.996
213	G7 P3	0.174	-	0.870	0.781	0.937	0.987	1.528	0.996
214	G7 P3	-	-	0.463	0.823	-	-	-	0.996
215	G7 P4	0.208	-	0.840	0.763	0.910	0.996	1.469	0.994
216	G7 P5	-	-	0.440	0.835	-	-	-	0.996
217	M14 P1	2.409	-	-	0.668	-	-	-	0.996
218	M14 P3	0.318	-	0.994	0.925	0.956	1.003	1.567	0.996
219	M14 P4	-	-	0.565	0.839	-	-	-	0.996
220	G14 P3(1)	0.932	1.113	1.265	1.066	1.047	1.000	2.018	0.996
221	G14 P3(1)	-	-	0.373	1.202	-	-	-	0.994
222	G14 P4(1)	-	1.012	1.156	1.006	1.023	0.994	1.882	0.995
223	G14 P5(1)	0.661	1.940	1.068	1.004	0.995	0.972	1.724	0.995
224	G14 P5(2)	1.172	1.071	1.067	1.122	1.014	0.980	1.728	0.994
225	K14 P1	1.334	-	1.100	1.516	1.121	1.100	1.874	0.995
226	K14 P3(1)	0.509	1.089	0.978	1.024	1.006	1.010	1.779	0.995
227	K14 P4(1)	-	-	0.440	1.044	-	-	-	0.996
	平均	0.857	1.198	0.858	1.142	1.001	1.004	1.746	0.996
	標準偏差	0.531	0.304	0.274	0.507	0.054	0.028	0.168	0.001

Table 2.94 Obrigheim の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ：PWR-US  
(1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
201	D1 P1	-	0.896	1.025	1.001	1.334	1.053	1.063	1.340	1.440
203	D1 P3	-	0.916	0.938	1.000	0.961	1.043	0.943	1.021	0.939
204	E3 P1	-	1.008	1.045	0.999	1.036	1.054	0.982	1.258	1.174
205	E3 P2	-	0.695	1.026	1.001	1.583	1.153	1.173	1.291	1.501
206	E3 P3	-	0.899	0.938	0.999	1.078	1.130	1.007	1.057	0.963
207	E3 P4	-	0.996	0.958	1.000	0.970	1.037	0.923	1.031	0.953
208	E3 P4	-	0.948	0.951	1.001	1.182	1.044	0.916	1.024	0.909
209	E3 P5	-	0.954	0.877	1.001	0.939	1.007	0.933	1.094	1.057
210	G7 P1	-	0.974	0.904	1.001	0.903	0.991	0.955	1.168	1.072
211	G7 P1	-	0.791	1.095	1.003	1.467	1.065	1.221	1.543	1.958
212	G7 P2	-	0.906	0.881	1.001	0.993	1.032	0.939	1.118	1.074
213	G7 P3	-	0.947	0.939	1.000	0.921	1.031	0.918	1.033	0.963
214	G7 P3	-	0.980	0.935	1.001	0.852	1.018	0.901	1.013	0.899
215	G7 P4	-	0.876	0.868	1.002	0.876	0.979	0.901	0.995	0.958
216	G7 P5	-	0.967	0.951	1.002	0.991	0.955	0.871	1.000	0.935
217	M14 P1	-	1.010	0.921	1.001	0.885	1.025	0.965	1.205	1.085
218	M14 P3	-	0.922	0.945	1.000	1.001	1.009	0.938	1.034	1.034
219	M14 P4	-	0.990	0.935	1.001	0.941	0.963	0.875	1.029	0.920
220	G14 P3(1)	-	0.860	0.953	0.999	1.075	1.215	1.049	1.073	0.908
221	G14 P3(1)	-	1.062	0.956	1.000	1.367	1.183	0.993	1.039	0.845
222	G14 P4(1)	-	1.020	0.925	0.998	1.106	1.222	1.013	1.115	0.922
223	G14 P5(1)	-	1.108	0.950	0.998	1.055	1.176	0.967	1.123	0.921
224	G14 P5(2)	-	1.070	0.941	0.998	1.093	1.122	0.948	1.203	0.992
225	K14 P1	-	0.895	1.001	1.000	1.233	1.057	0.982	1.206	1.201
226	K14 P3(1)	-	0.976	0.952	0.999	1.109	1.159	1.006	1.052	0.896
227	K14 P4(1)	-	1.181	0.934	0.999	1.165	1.157	0.927	1.097	0.822
	平均	-	0.956	0.952	1.000	1.081	1.072	0.973	1.122	1.052
	標準偏差	-	0.096	0.050	0.001	0.183	0.077	0.080	0.126	0.241

Table 2.95 Obrigheim の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ: PWR-US  
(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
201	D1 P1	1.191	-	0.649	1.647	-	-	-	0.995
203	D1 P3	0.576	-	0.808	1.059	1.034	1.002	1.429	0.995
204	E3 P1	0.846	-	0.948	1.406	1.095	1.014	1.589	0.995
205	E3 P2	-	-	-	3.445	-	-	-	0.996
206	E3 P3	0.390	-	0.956	1.212	1.126	1.015	1.718	0.995
207	E3 P4	0.468	-	0.719	0.955	1.006	0.992	1.469	0.996
208	E3 P4	-	-	0.326	1.076	-	-	-	0.995
209	E3 P5	1.188	-	0.812	1.050	0.971	0.995	1.379	0.993
210	G7 P1	1.441	1.163	0.959	1.182	0.961	0.990	1.561	0.995
211	G7 P1	1.265	-	-	2.638	-	-	-	0.995
212	G7 P2	1.261	1.180	0.884	1.041	1.029	1.021	1.296	0.995
213	G7 P3	0.196	-	0.757	0.874	0.982	0.987	1.325	0.995
214	G7 P3	-	-	0.404	0.920	-	-	-	0.995
215	G7 P4	0.234	-	0.736	0.847	0.943	0.997	1.251	0.993
216	G7 P5	-	-	0.387	0.922	-	-	-	0.995
217	M14 P1	2.616	-	-	0.727	-	-	-	0.995
218	M14 P3	0.357	-	0.867	1.032	0.997	1.003	1.347	0.995
219	M14 P4	-	-	0.499	0.922	-	-	-	0.995
220	G14 P3(1)	1.013	1.158	1.061	1.209	1.126	1.001	1.810	0.995
221	G14 P3(1)	-	-	0.314	1.363	-	-	-	0.993
222	G14 P4(1)	-	1.067	0.981	1.139	1.091	0.994	1.672	0.994
223	G14 P5(1)	0.737	2.095	0.921	1.123	1.041	0.972	1.493	0.994
224	G14 P5(2)	1.303	1.161	0.933	1.235	1.036	0.980	1.445	0.993
225	K14 P1	1.487	-	0.961	1.674	1.151	1.101	1.579	0.994
226	K14 P3(1)	0.558	1.143	0.826	1.160	1.077	1.011	1.587	0.994
227	K14 P4(1)	-	-	0.378	1.170	-	-	-	0.995
	平均	0.952	1.281	0.743	1.270	1.042	1.005	1.497	0.995
	標準偏差	0.581	0.334	0.234	0.567	0.062	0.028	0.154	0.001

Table 2.96 美浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-U (1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
401	86B02	1.145	0.986	1.056	1.000	0.998	1.009	1.074	1.038	0.938
402	86B03	-	0.985	1.036	1.000	0.867	0.960	1.005	0.873	0.771
403	86G05	-	0.965	0.982	1.001	0.811	0.888	0.997	0.869	0.855
404	86G03	-	0.959	0.986	1.001	0.812	0.913	1.008	0.907	0.873
405	86G07	-	0.998	0.945	1.001	0.697	0.855	0.915	0.782	0.737
406	87C03	-	0.977	1.058	1.000	0.905	0.934	1.002	0.884	0.847
407	87C04	1.097	0.916	1.053	1.000	0.917	0.918	1.002	0.885	0.872
408	87C07	1.076	0.980	1.021	0.999	0.957	1.016	1.015	0.994	0.879
409	87C08	-	0.942	1.022	1.000	0.888	0.950	0.977	0.919	0.847
	平均	1.106	0.968	1.018	1.000	0.872	0.938	0.999	0.906	0.847
	標準偏差	0.029	0.024	0.037	0.001	0.085	0.050	0.039	0.070	0.056

Table 2.97 美浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-U (2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
401	86B02	1.054	0.877	2.255	0.800	1.003	1.007	1.633	1.047
402	86B03	0.894	0.458	1.944	0.548	0.989	1.036	1.535	1.037
403	86G05	0.889	0.840	2.393	0.616	0.889	1.000	1.514	1.037
404	86G03	0.906	0.902	2.009	0.702	0.943	0.973	1.654	1.038
405	86G07	0.837	0.600	2.305	0.432	0.804	0.960	1.352	1.037
406	87C03	0.863	0.838	-	0.730	0.969	0.993	1.865	1.031
407	87C04	0.950	0.751	0.949	0.796	0.970	0.974	1.872	1.039
408	87C07	0.926	0.838	0.940	0.864	1.041	0.984	2.034	1.035
409	87C08	0.893	1.006	1.023	0.770	1.010	0.984	2.067	1.030
	平均	0.912	0.790	1.727	0.695	0.958	0.990	1.725	1.037
	標準偏差	0.059	0.157	0.602	0.131	0.068	0.021	0.233	0.005

Table 2.98 美浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-US (1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
401	86B02	1.140	0.969	1.216	1.000	0.938	0.965	1.004	1.157	1.073
402	86B03	-	0.970	1.220	1.000	0.808	0.920	0.949	0.978	0.885
403	86G05	-	0.937	1.034	1.001	0.783	0.864	0.904	0.954	0.899
404	86G03	-	0.917	1.032	1.001	0.808	0.905	0.909	0.949	0.929
405	86G07	-	0.969	0.996	1.001	0.672	0.833	0.839	0.840	0.771
406	87C03	-	0.914	1.163	1.000	0.933	0.965	0.909	0.910	0.879
407	87C04	1.059	0.848	1.149	1.000	0.955	0.956	0.917	0.906	0.896
408	87C07	1.037	0.900	1.108	0.999	1.001	1.068	0.940	1.001	0.897
409	87C08	-	0.864	1.109	1.000	0.930	1.004	0.911	0.916	0.862
	平均	1.078	0.921	1.114	1.000	0.870	0.942	0.920	0.957	0.899
	標準偏差	0.044	0.043	0.076	0.001	0.101	0.067	0.041	0.083	0.074

**Table 2.99** 美浜 3 号炉の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ : PWR-US  
(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
401	86B02	1.176	1.014	2.905	0.912	0.966	1.013	1.213	1.044
402	86B03	1.002	0.531	2.534	0.625	0.951	1.043	1.136	1.031
403	86G05	0.976	0.905	2.890	0.669	0.878	1.007	1.167	1.038
404	86G03	0.953	0.971	2.355	0.763	0.950	0.979	1.317	1.036
405	86G07	0.900	0.648	2.800	0.473	0.794	0.966	1.040	1.034
406	87C03	0.899	0.906	-	0.813	1.007	0.999	1.557	1.029
407	87C04	0.984	0.803	1.083	0.888	1.017	0.980	1.584	1.037
408	87C07	0.945	0.891	1.056	0.967	1.096	0.991	1.730	1.033
409	87C08	0.903	1.067	1.145	0.864	1.065	0.989	1.763	1.029
	平均	0.971	0.860	2.096	0.775	0.969	0.996	1.390	1.035
	標準偏差	0.081	0.163	0.795	0.150	0.087	0.022	0.257	0.004

**Table 2.100** 玄海 1 号炉の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ : PWR-U  
(1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
451	87H01	0.986	0.886	0.993	1.001	0.797	0.866	0.962	0.864	0.840
452	87H05	0.994	0.895	0.994	1.001	0.838	0.881	0.973	0.881	0.864
	平均	0.990	0.891	0.993	1.001	0.817	0.874	0.968	0.873	0.852
	標準偏差	0.004	0.005	0.000	0.000	0.021	0.007	0.006	0.009	0.012

**Table 2.101** 玄海 1 号炉の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ : PWR-U  
(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
451	87H01	0.813	1.002	-	0.694	0.951	0.985	1.746	1.030
452	87H05	0.799	0.845	-	0.746	0.947	0.980	1.749	1.030
	平均	0.806	0.924	-	0.720	0.949	0.983	1.748	1.030
	標準偏差	0.007	0.079	-	0.026	0.002	0.003	0.001	0.000

**Table 2.102** 玄海 1 号炉の PIE 解析結果 (C/E) 使用ライブラリ : PWR-US  
(1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
451	87H01	0.943	0.829	0.991	1.001	0.847	0.947	0.954	0.812	0.826
452	87H05	0.951	0.840	0.993	1.001	0.890	0.960	0.958	0.831	0.853
	平均	0.947	0.835	0.992	1.001	0.868	0.953	0.956	0.822	0.840
	標準偏差	0.004	0.005	0.000	0.000	0.021	0.007	0.006	0.009	0.012

**Table 2.103** 玄海1号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-US  
(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
451	87H01	0.779	1.037	-	0.782	1.016	0.985	1.552	1.029
452	87H05	0.768	0.877	-	0.841	1.011	0.981	1.551	1.029
	平均	0.774	0.957	-	0.811	1.014	0.983	1.552	1.029
	標準偏差	0.007	0.079	-	0.026	0.002	0.003	0.001	0.000

**Table 2.104** 高浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-UE  
(1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
-	SF95-1-1	1.119	0.999	0.995	1.000	0.859	0.968	0.961	1.000	0.921
-	SF95-1-2	1.019	0.987	0.977	1.001	0.830	0.919	0.912	0.919	0.860
-	SF95-1-3	1.297	0.934	0.991	1.001	1.022	0.968	0.986	0.872	0.857
-	SF95-1-4	1.270	0.954	0.989	1.001	1.085	1.012	1.019	0.908	0.868
-	SF95-1-5	0.934	0.983	0.986	1.000	1.035	1.007	0.996	0.975	0.919
-	SF97-1-2	1.121	0.954	0.993	1.001	0.918	0.963	0.980	0.909	0.885
-	SF97-1-3	1.074	0.897	0.979	1.001	0.998	1.028	1.065	0.869	0.839
-	SF97-1-4	1.050	0.898	0.967	1.001	1.054	1.107	1.135	0.876	0.806
-	SF97-1-5	1.049	0.917	0.967	1.000	1.070	1.119	1.150	0.887	0.803
-	SF97-1-6	1.076	0.969	0.976	1.000	1.090	1.109	1.085	0.970	0.859
	平均	1.101	0.949	0.982	1.001	0.996	1.020	1.029	0.919	0.862
	標準偏差	0.105	0.035	0.010	0.001	0.090	0.067	0.074	0.045	0.038

**Table 2.105** 高浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR-UE  
(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
-	SF95-1-1	0.810	0.904	0.685	0.773	0.914	0.956	1.149	1.006
-	SF95-1-2	1.080	0.878	0.586	0.673	0.901	0.944	1.188	0.997
-	SF95-1-3	1.052	0.951	0.529	0.867	0.979	0.953	1.406	0.998
-	SF95-1-4	1.502	1.015	0.477	0.930	1.005	0.950	1.440	0.997
-	SF95-1-5	1.111	1.027	0.753	0.981	0.986	0.960	1.401	1.001
-	SF97-1-2	1.181	0.914	0.856	0.790	0.899	0.954	1.293	1.012
-	SF97-1-3	1.114	0.946	0.885	0.887	0.980	0.953	1.513	1.008
-	SF97-1-4	1.023	0.955	0.935	0.950	1.052	0.962	1.651	1.007
-	SF97-1-5	1.019	0.963	1.011	0.968	1.060	0.960	1.680	1.007
-	SF97-1-6	1.265	1.029	0.957	1.023	1.024	0.953	1.628	1.010
	平均	1.116	0.958	0.767	0.884	0.980	0.955	1.435	1.004
	標準偏差	0.171	0.050	0.181	0.104	0.056	0.005	0.177	0.005

**Table 2.106** 高浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR41J32  
(1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E								
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
-	SF95-1-1	1.108	1.008	0.937	1.000	0.781	1.017	0.991	0.985	0.933
-	SF95-1-2	1.003	1.017	0.924	1.001	0.731	0.971	0.968	0.924	0.890
-	SF95-1-3	1.285	0.999	0.945	1.001	0.838	0.975	1.004	0.949	0.937
-	SF95-1-4	1.260	1.026	0.944	1.000	0.882	1.011	1.027	0.997	0.957
-	SF95-1-5	0.921	1.029	0.935	0.999	0.878	1.039	1.038	1.030	0.981
-	SF97-1-2	1.106	1.000	0.942	1.000	0.788	0.992	1.021	0.960	0.945
-	SF97-1-3	1.073	0.993	0.944	1.001	0.797	0.993	1.032	0.973	0.960
-	SF97-1-4	1.060	1.027	0.942	1.000	0.815	1.029	1.040	1.011	0.959
-	SF97-1-5	1.060	1.049	0.942	1.000	0.826	1.039	1.050	1.024	0.958
-	SF97-1-6	1.073	1.063	0.938	0.999	0.879	1.085	1.067	1.068	0.973
	平均	1.095	1.021	0.939	1.000	0.821	1.015	1.024	0.992	0.949
	標準偏差	0.103	0.022	0.006	0.001	0.047	0.033	0.028	0.041	0.024

**Table 2.107** 高浜3号炉のPIE解析結果 (C/E) 使用ライブラリ:PWR41J32  
(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	C/E							
		Am-241	Am-243	Cm-242	Cm-244	Cs-134	Cs-137	Eu-154	Nd-148
-	SF95-1-1	0.794	0.823	0.726	0.712	0.907	0.983	0.851	1.000
-	SF95-1-2	1.092	0.817	0.641	0.621	0.896	0.971	0.747	0.994
-	SF95-1-3	1.119	0.893	0.605	0.755	0.953	0.982	0.749	1.001
-	SF95-1-4	1.612	0.954	0.549	0.803	0.976	0.979	0.755	1.000
-	SF95-1-5	1.154	0.962	0.841	0.878	0.970	0.988	0.802	1.002
-	SF97-1-2	1.231	0.854	0.967	0.704	0.882	0.982	0.742	1.008
-	SF97-1-3	1.232	0.894	1.059	0.744	0.938	0.982	0.748	1.009
-	SF97-1-4	1.165	0.914	1.151	0.777	0.995	0.992	0.776	1.010
-	SF97-1-5	1.161	0.922	1.246	0.792	1.002	0.990	0.788	1.011
-	SF97-1-6	1.391	0.971	1.133	0.866	0.984	0.982	0.819	1.010
	平均	1.195	0.900	0.892	0.765	0.950	0.983	0.778	1.004
	標準偏差	0.199	0.053	0.240	0.073	0.041	0.006	0.035	0.006

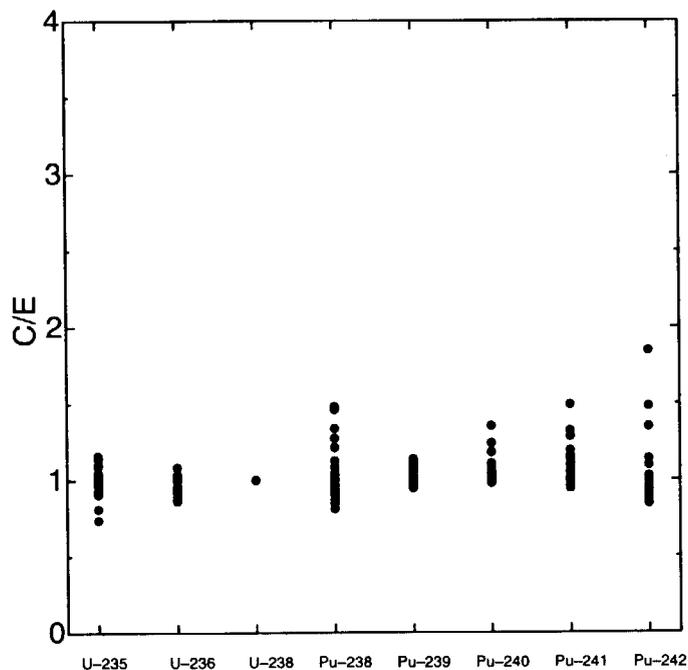


Fig. 2.1 ORIGEN2によるObrigheimのPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-U (1/2)

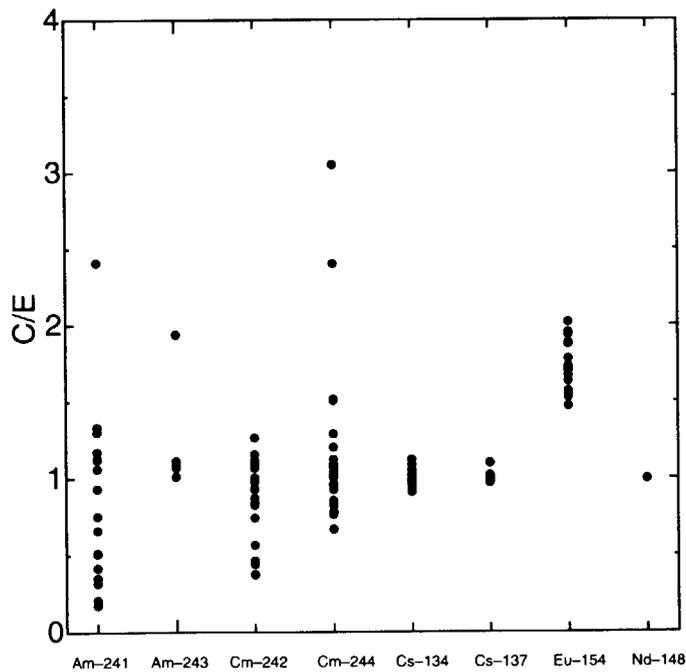


Fig. 2.2 ORIGEN2によるObrigheimのPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-U (2/2)

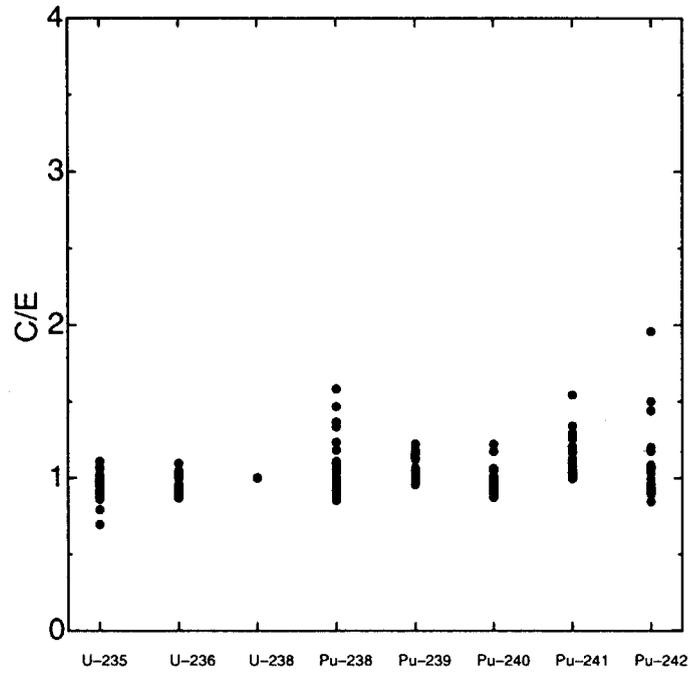


Fig. 2.3 ORIGEN2によるObrigheimのPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-US (1/2)

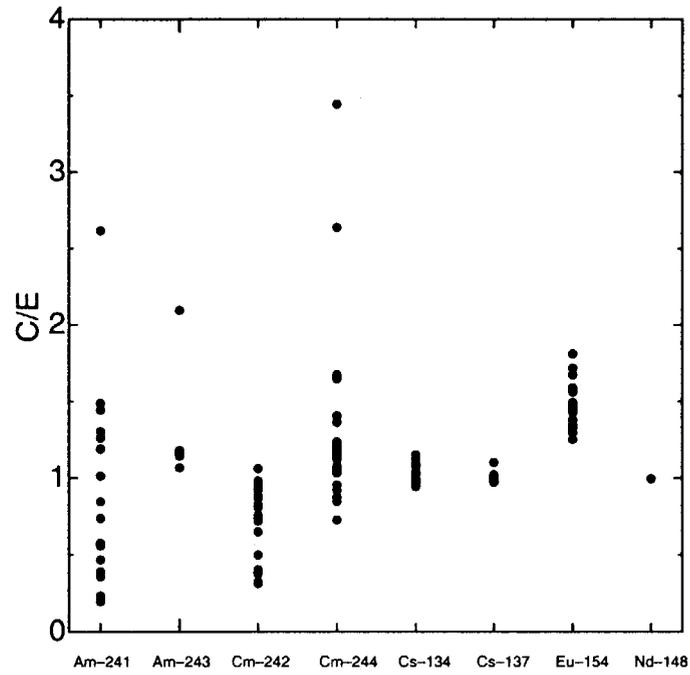


Fig. 2.4 ORIGEN2によるObrigheimのPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-US (2/2)

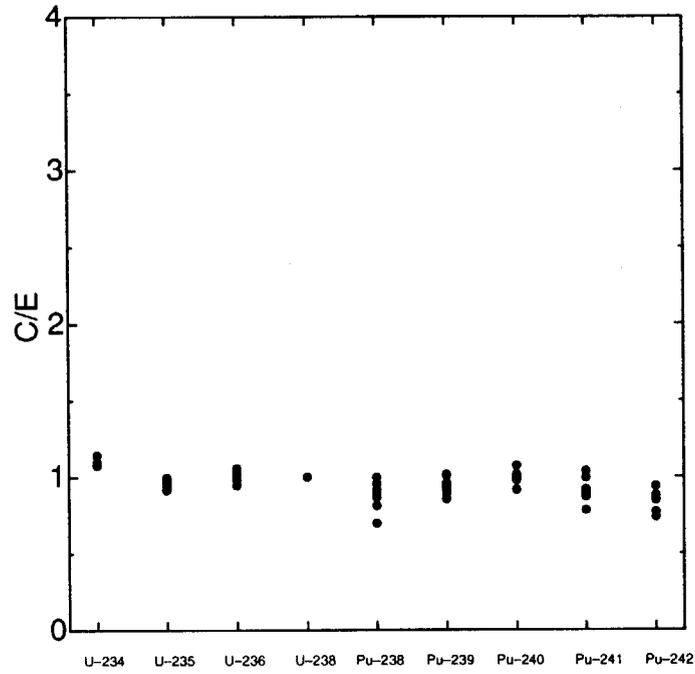


Fig. 2.5 ORIGEN2による美浜3号炉のPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-U (1/2)

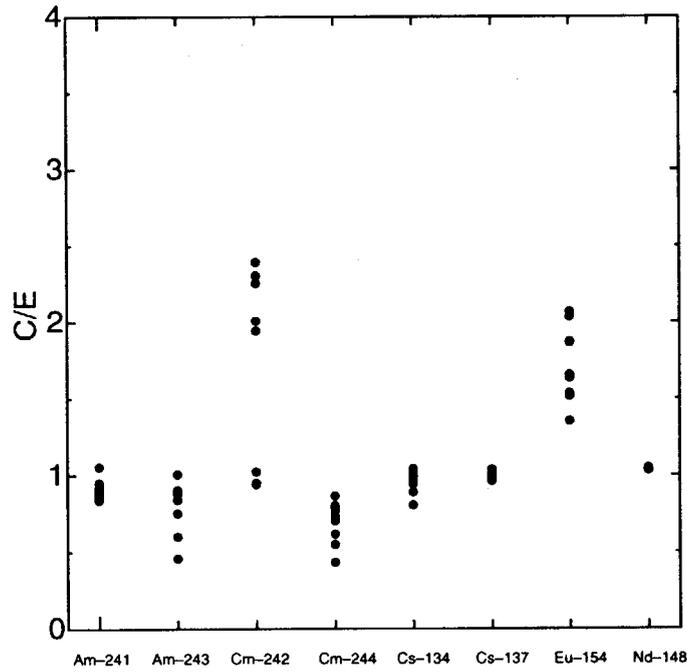


Fig. 2.6 ORIGEN2による美浜3号炉のPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-U (2/2)

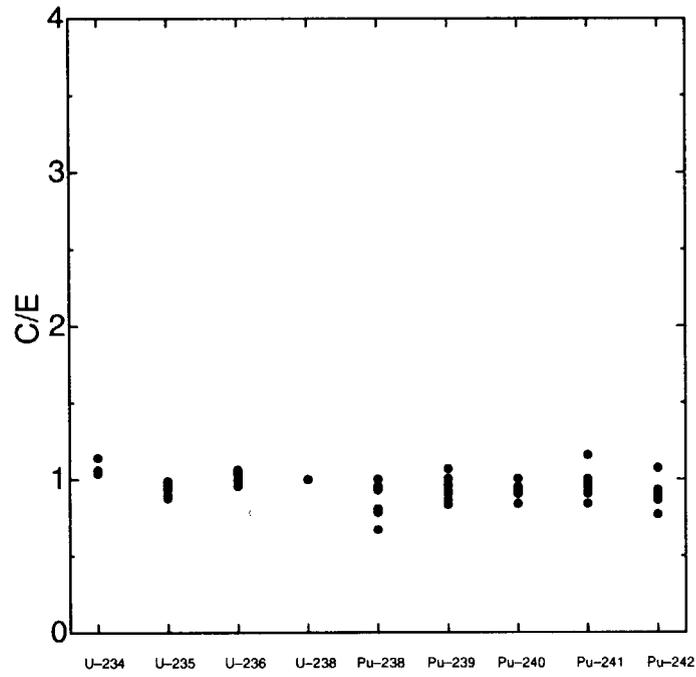


Fig. 2.7 ORIGEN2 による美浜 3 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ:PWR-US (1/2)

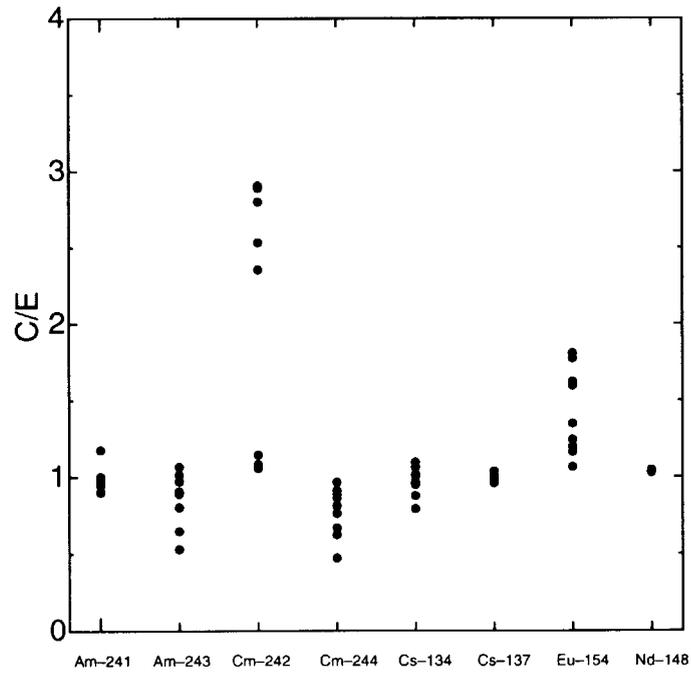


Fig. 2.8 ORIGEN2 による美浜 3 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ:PWR-US (2/2)

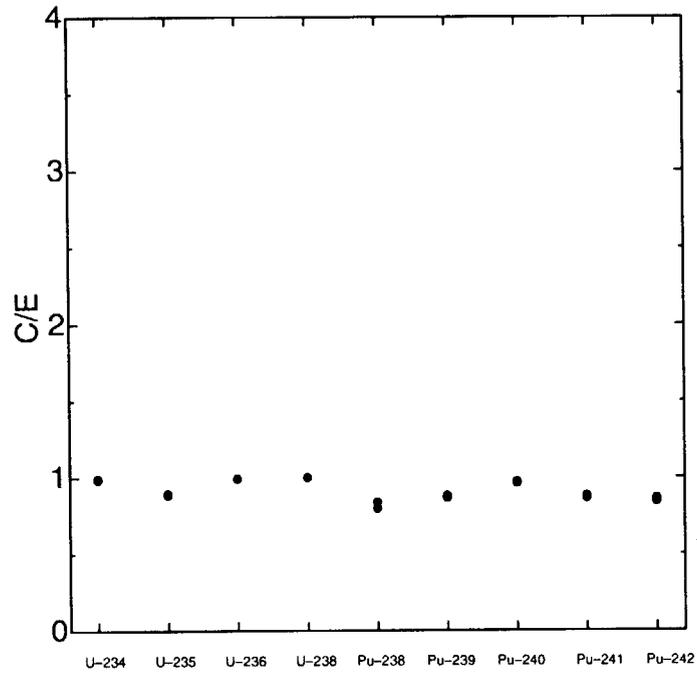


Fig. 2.9 ORIGEN2による玄海1号炉のPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-U (1/2)

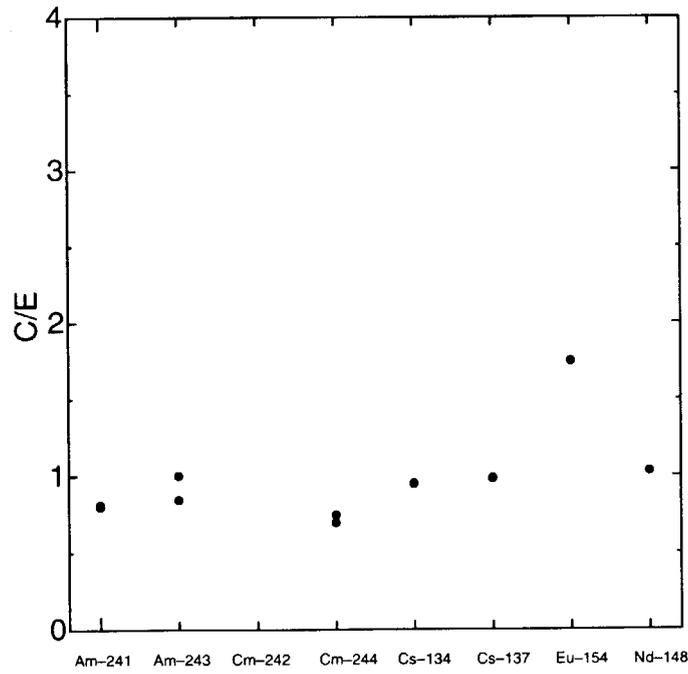


Fig. 2.10 ORIGEN2による玄海1号炉のPIE解析結果, 使用ライブラリ:PWR-U (2/2)

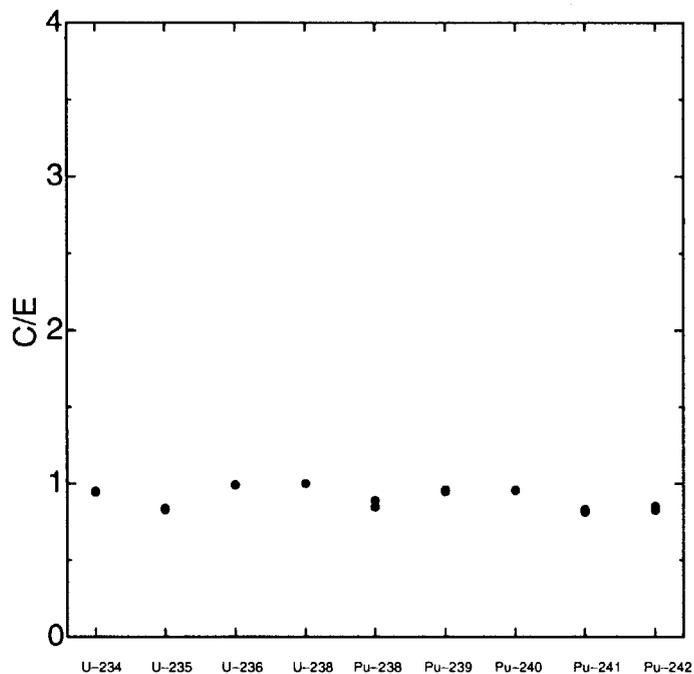


Fig. 2.11 ORIGEN2 による玄海 1 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ:PWR-US (1/2)

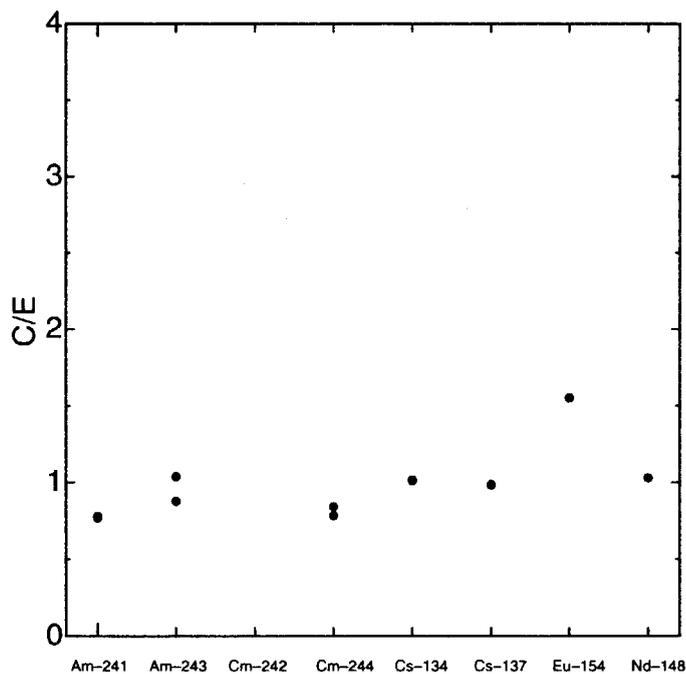


Fig. 2.12 ORIGEN2 による玄海 1 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ:PWR-US (2/2)

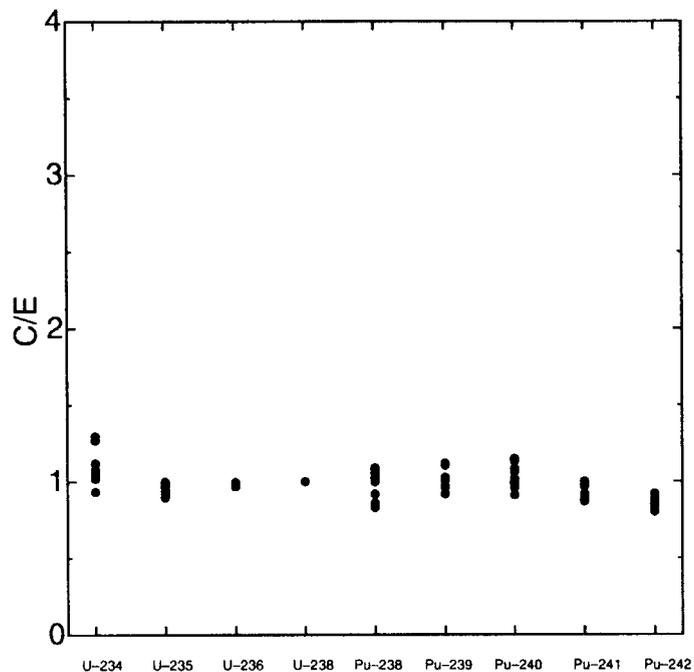


Fig. 2.13 ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ:PWR-UE (1/2)

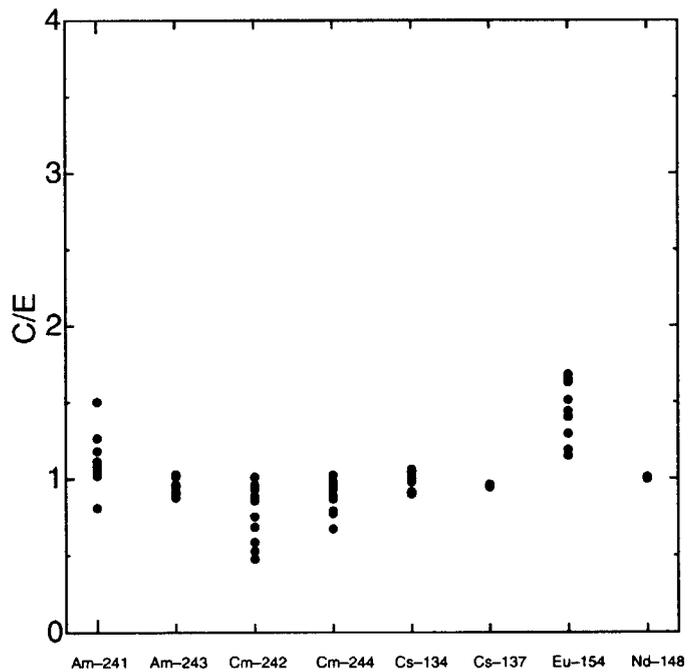


Fig. 2.14 ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ:PWR-UE (2/2)

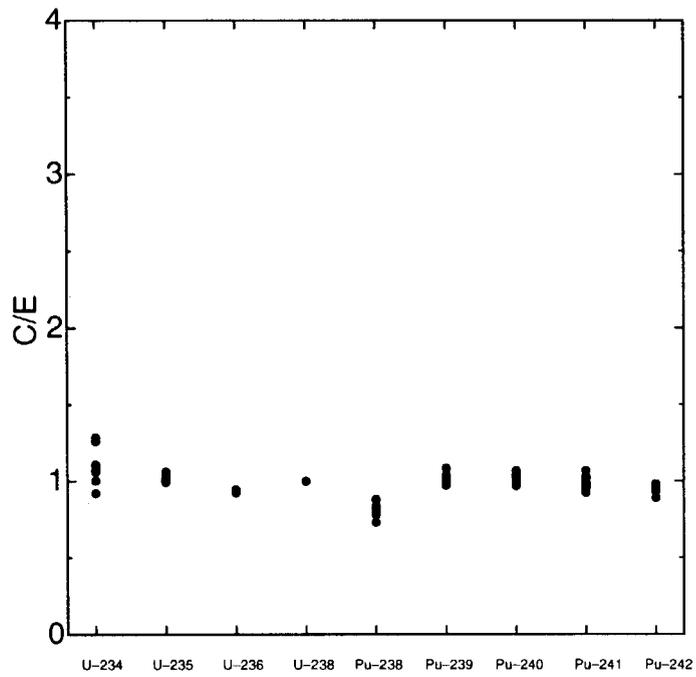


Fig. 2.15 ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ: PWR41J32 (1/2)

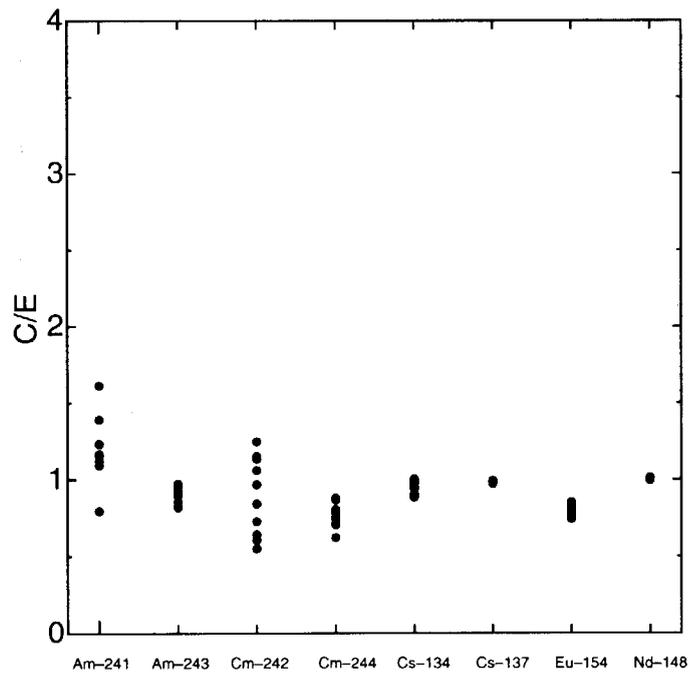


Fig. 2.16 ORIGEN2 による高浜 3 号炉の PIE 解析結果, 使用ライブラリ: PWR41J32 (2/2)

### 3 PWR 使用済燃料核種組成計算値の補正因子の算出

#### 3.1 算出方法

PWR 使用済燃料の PIE の中には、種々の同位体核種のデータが取得されたものもあるが、本報告では、共通してデータが与えられている 10 個の主要アクチノイド核種 (U-234, U-235, U-236, U-238, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242, Am-241) を実測値と計算値の比較対象として選定した。参考文献 [18] によると、考慮するアクチノイドは Np-237, Am-243 を含む 12 核種であるが、12 核種全ての PIE データが与えられているサンプルが少ないこと、Np-237, Am-243 の 2 核種を考慮しなければより安全側の評価となることから 10 核種についての補正因子を算出した。補正因子は、選定した核種同位体に対して、ORIGEN2.1 の解析によって得られた核種組成計算値と実測値の比 C/E から、最大値あるいは最小値を選んで定めた。C/E の最大値あるいは最小値のどちらを採るかに関しては、それぞれの核種同位体に対して熱中性子体系に対して臨界安全解析上厳しい結果が得られる側を採った。すなわち、以下のようにした。

- C/E の最大値を補正因子とする核種
  - U-234, U-236, U-238, Pu-238, Pu-240, Pu-242, Am-241
- C/E の最小値を補正因子とする核種
  - U-235, Pu-239, Pu-241

これを定義 1 とする。ORIGEN2 による計算値を見ると、核分裂性核種について C/E が 1.0 以外のものが多く、また Am 同位体などは生成量が少ないために、この方法でも、安全側の組成が得られると考えられるが、核分裂性物質の場合に、この定義では補正係数が 1.0 を越える場合には補正を施すことは非安全側となる。また非核分裂物質の場合には 1.0 以下の場合には同様に非安全側となる。そこで定義 2 として、

- C/E の最大値 (ただし、最大値が 1.0 以下なら 1.0 とする) を補正因子とする核種
  - U-234, U-236, U-238, Pu-238, Pu-240, Pu-242, Am-241
- C/E の最小値 (ただし、最小値が 1.0 以上なら 1.0 とする) を補正因子とする核種
  - U-235, Pu-239, Pu-241

を定め、定義 1 及び定義 2 により算出された補正因子を用いた臨界計算を行い、両者の反応度差も調べることにした。

FP 核種については、現状の SFCOMPO には、我が国の臨界安全ハンドブック [19] 記載の「臨界安全評価上考慮してよい核分裂生成物 (FP)」に挙げる 12 核種が含まれていないので除外した。また、実験値の誤差は、各レポートにおいて特に明記されていないことが多く、本報告では考慮することができなかった。

## 3.2 算出結果

算出した補正因子は、それぞれの炉において、核種組成計算に使用した ORIGEN2.1 付属の各ライブラリ毎に求め、Table 3.1, 及び Table 3.2 に整理して示す。

Table 3.1 定義1による補正因子一覧

核種	補正因子							
	Obrigheim		美浜3号炉		玄海1号炉		高浜3号炉	
	PWR-U	PWR-US	PWR-U	PWR-US	PWR-U	PWR-US	PWR-UE	PWR41J32
U-234	-	-	1.1451	1.1402	0.9936	0.9508	1.2971	1.2848
U-235	0.7380	0.6949	0.9155	0.8764	0.8856	0.8292	0.8974	0.9929
U-236	1.0838	1.0945	1.0579	1.0633	0.9937	0.9928	0.9947	0.9447
U-238	1.0022	1.0025	1.0009	1.0013	1.0011	1.0012	1.0014	1.0009
Pu-238	1.4808	1.5827	0.9980	1.0014	0.8382	0.8896	1.0901	0.8815
Pu-239	0.9455	0.9545	0.8550	0.8327	0.8663	0.9469	0.9192	0.9709
Pu-240	1.3520	1.2211	1.0737	1.0036	0.9734	0.9582	1.1501	1.0668
Pu-241	0.9445	0.9955	0.7818	0.8404	0.8637	0.8120	0.8692	0.9240
Pu-242	1.8455	1.9580	0.9384	1.0731	0.8643	0.8535	0.9208	0.9805
Am-241	2.4090	2.6164	1.0542	1.1760	0.8131	0.7790	1.5019	1.6116

Table 3.2 定義2による補正因子一覧

核種	補正因子							
	Obrigheim		美浜3号炉		玄海1号炉		高浜3号炉	
	PWR-U	PWR-US	PWR-U	PWR-US	PWR-U	PWR-US	PWR-UE	PWR41J32
U-234	-	-	1.1451	1.1402	1.0000	1.0000	1.2971	1.2848
U-235	0.7380	0.6949	0.9155	0.8764	0.8856	0.8292	0.8974	0.9929
U-236	1.0838	1.0945	1.0579	1.0633	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
U-238	1.0022	1.0025	1.0009	1.0013	1.0011	1.0012	1.0014	1.0009
Pu-238	1.4808	1.5827	1.0000	1.0014	1.0000	1.0000	1.0901	1.0000
Pu-239	0.9455	0.9545	0.8550	0.8327	0.8663	0.9469	0.9192	0.9709
Pu-240	1.3520	1.2211	1.0737	1.0036	1.0000	1.0000	1.1501	1.0668
Pu-241	0.9445	0.9955	0.7818	0.8404	0.8637	0.8120	0.8692	0.9240
Pu-242	1.8455	1.9580	1.0000	1.0731	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Am-241	2.4090	2.6164	1.0542	1.1760	1.0000	1.0000	1.5019	1.6116

## 4 使用済燃料無限配列体系での反応度効果の検証

### 4.1 核種組成計算とその補正

反応度効果の検証のため、ORIGEN2.1によって燃焼度6点(5GWd/t, 10GWd/t, 15GWd/t, 20GWd/t, 30GWd/t, 40GWd/t)における核種組成を、各炉毎に Table 2.14 に示したライブラリごとに算出した。この計算においても補正因子を求めた時と同様な1ステップ当たりの燃焼度が2GWd/tを超えないようにした。初期組成は、使用するライブラリ毎に Table 4.1 に示す値を用いた。ここで、PWR-U, PWR-US ライブラリについては、標準的な初期濃縮度3.2wt%以外に、Obrigheim 炉において、初期濃縮度2.83wt%, 3.0wt%で計算を行った。これは、Obrigheim 炉のサンプルの初期濃縮度が2.83wt%, 3.0wt%であり、初期組成を3.2wt%として計算すると、補正の如何に関わらず PIE 組成よりも反応度的に高い結果を招く恐れがあるためである。他のサンプルについては、PIE サンプルの初期濃縮度とほぼ同じか、PIE サンプルの方が濃縮度が高くなっているため、以後に示す結果は安全側であると考えられる。

また、比出力は通常のPWRで標準的に用いられる38MW/tとし、冷却時間は無しとした。

ペレットに含まれる核種同位体は、補正因子が求められた10個の主要アクチノイド核種(U-234, U-235, U-236, U-238, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242, Am-241)とO-16とした。

ORIGEN2.1による核種組成計算結果を Table 4.2 から Table 4.9 までに示す。また、定義1による補正因子で除した核種組成値を Table 4.10 から Table 4.19 に、定義2による補正因子で除した核種組成値を Table 4.20 から Table 4.24 に示す。ただし、Obrigheim 炉のPWR-U, 及びPWR-US ライブラリによる核種組成値、美浜3号炉のPWR-US ライブラリによる核種組成値については、補正因子が定義1と定義2で等しいため、定義1のみの核種組成補正値を記載した。

**Table 4.1** 臨界計算の組成を求めるための ORIGEN 計算における, 各ライブラリごとの初期組成

ライブラリ名	存在比 (wt%)				対象炉心
	U-234	U-235	U-236	U-238	
PWR-U	0.0	2.83	0.0	97.17	Obrigheim
	0.0	3.0	0.0	97.0	Obrigheim
	0.0	3.2	0.0	96.8	美浜 3 号炉, 玄海 1 号炉
PWR-US	0.0	2.83	0.0	97.17	Obrigheim
	0.0	3.0	0.0	97.0	Obrigheim
	0.0	3.2	0.0	96.8	美浜 3 号炉, 玄海 1 号炉
PWR-UE	0.0	4.1	0.0	95.9	高浜 3 号炉
PWR41J32	0.0	4.1	0.0	95.9	高浜 3 号炉

**Table 4.2** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果 (使用ライブラリ: PWR-U, 初期濃縮度 2.83wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	5.7907E-09	1.0351E-08	1.4349E-08	1.8418E-08	2.9024E-08	4.6170E-08
U-235	5.4132E-04	4.4044E-04	3.5532E-04	2.8312E-04	1.7209E-04	9.9023E-05
U-236	2.2413E-05	4.0041E-05	5.4254E-05	6.5587E-05	8.0901E-05	8.7949E-05
U-238	2.2478E-02	2.2396E-02	2.2310E-02	2.2220E-02	2.2030E-02	2.1816E-02
Pu-238	3.1043E-08	1.6532E-07	4.4881E-07	9.2061E-07	2.4960E-06	4.8643E-06
Pu-239	5.2485E-05	8.0692E-05	9.6461E-05	1.0580E-04	1.1387E-04	1.1604E-04
Pu-240	5.6917E-06	1.5323E-05	2.5580E-05	3.5182E-05	5.1575E-05	6.1637E-05
Pu-241	1.2306E-06	6.2275E-06	1.1948E-05	1.8017E-05	2.7492E-05	3.5310E-05
Pu-242	4.8933E-08	5.3226E-07	1.8128E-06	3.8224E-06	9.9670E-06	1.7788E-05
Am-241	5.3332E-09	5.3286E-08	1.6332E-07	3.0404E-07	6.0807E-07	8.3919E-07
O-16*	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.3** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果（使用ライブラリ：PWR-U, 初期濃縮度 3.0wt%）

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	5.8851E-09	1.0594E-08	1.4725E-08	1.8886E-08	2.9496E-08	4.6500E-08
U-235	5.7965E-04	4.7548E-04	3.8659E-04	3.1040E-04	1.9151E-04	1.1160E-04
U-236	2.2765E-05	4.1001E-05	5.5893E-05	6.7952E-05	8.4670E-05	9.2796E-05
U-238	2.2443E-02	2.2364E-02	2.2283E-02	2.2194E-02	2.2009E-02	2.1802E-02
Pu-238	2.8396E-08	1.5343E-07	4.2118E-07	8.7208E-07	2.4077E-06	4.7760E-06
Pu-239	5.0635E-05	7.8843E-05	9.5004E-05	1.0476E-04	1.1343E-04	1.1586E-04
Pu-240	5.2634E-06	1.4480E-05	2.4498E-05	3.4030E-05	5.0585E-05	6.1015E-05
Pu-241	1.0866E-06	5.6565E-06	1.1081E-05	1.6972E-05	2.6551E-05	3.4622E-05
Pu-242	4.1055E-08	4.5964E-07	1.5995E-06	3.4319E-06	9.2020E-06	1.6801E-05
Am-241	4.6981E-09	4.8265E-08	1.5124E-07	2.8661E-07	5.8973E-07	8.2841E-07
O-16*	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.4** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果（使用ライブラリ：PWR-U, 初期濃縮度 3.2wt%）

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.9843E-09	1.0854E-08	1.5133E-08	1.9401E-08	3.0016E-08	4.6854E-08
U-235	6.2456E-04	5.1710E-04	4.2421E-04	3.4356E-04	2.1573E-04	1.2766E-04
U-236	2.3132E-05	4.2031E-05	5.7672E-05	7.0551E-05	8.8885E-05	9.8321E-05
U-238	2.2401E-02	2.2324E-02	2.2248E-02	2.2164E-02	2.1985E-02	2.1783E-02
Pu-238	2.5679E-08	1.4077E-07	3.9100E-07	8.1752E-07	2.3009E-06	4.6553E-06
Pu-239	4.8577E-05	7.6692E-05	9.3270E-05	1.0351E-04	1.1288E-04	1.1563E-04
Pu-240	4.8144E-06	1.3554E-05	2.3255E-05	3.2672E-05	4.9364E-05	6.0232E-05
Pu-241	9.4328E-07	5.0581E-06	1.0141E-05	1.5802E-05	2.5405E-05	3.3774E-05
Pu-242	3.3634E-08	3.8840E-07	1.3828E-06	3.0232E-06	8.3640E-06	1.5675E-05
Am-241	4.0698E-09	4.3037E-08	1.3819E-07	2.6712E-07	5.6771E-07	8.1511E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.5** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果 (使用ライブラリ: PWR-US), 初期濃縮度 2.83wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	4.8649E-09	8.7049E-09	1.2162E-08	1.5818E-08	2.6096E-08	4.3831E-08
U-235	5.4015E-04	4.3739E-04	3.5061E-04	2.7701E-04	1.6449E-04	9.0675E-05
U-236	2.2631E-05	4.0509E-05	5.4863E-05	6.6266E-05	8.1229E-05	8.7363E-05
U-238	2.2482E-02	2.2401E-02	2.2317E-02	2.2229E-02	2.2034E-02	2.1814E-02
Pu-238	2.7862E-08	1.5545E-07	4.3604E-07	9.1875E-07	2.6190E-06	5.2775E-06
Pu-239	5.0519E-05	7.7941E-05	9.3895E-05	1.0458E-04	1.1803E-04	1.2821E-04
Pu-240	5.4338E-06	1.4411E-05	2.3186E-05	3.1498E-05	4.6786E-05	6.2420E-05
Pu-241	1.3881E-06	6.3742E-06	1.3040E-05	1.9061E-05	2.8202E-05	3.3155E-05
Pu-242	5.6445E-08	5.8500E-07	1.9073E-06	4.1055E-06	1.0339E-05	1.7386E-05
Am-241	6.1059E-09	5.9042E-08	1.7538E-07	3.4072E-07	6.8030E-07	9.0752E-07
O-16*	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.6** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果 (使用ライブラリ: PWR-US), 初期濃縮度 3.0wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	4.9428E-09	8.9009E-09	1.2469E-08	1.6194E-08	2.6426E-08	4.4044E-08
U-235	5.7848E-04	4.7242E-04	3.8189E-04	3.0429E-04	1.8361E-04	1.0267E-04
U-236	2.2978E-05	4.1445E-05	5.6525E-05	6.8654E-05	8.5045E-05	9.2280E-05
U-238	2.2445E-02	2.2368E-02	2.2290E-02	2.2204E-02	2.2016E-02	2.1800E-02
Pu-238	2.5471E-08	1.4414E-07	4.0888E-07	8.7022E-07	2.5285E-06	5.1940E-06
Pu-239	4.8739E-05	7.6137E-05	9.2461E-05	1.0351E-04	1.1748E-04	1.2788E-04
Pu-240	5.0286E-06	1.3626E-05	2.2253E-05	3.0531E-05	4.5911E-05	6.1683E-05
Pu-241	1.2258E-06	5.7895E-06	1.2093E-05	1.7978E-05	2.7262E-05	3.2490E-05
Pu-242	4.7312E-08	5.0463E-07	1.6806E-06	3.6831E-06	9.5445E-06	1.6413E-05
Am-241	5.3768E-09	5.3447E-08	1.6220E-07	3.2100E-07	6.5943E-07	8.9582E-07
O-16*	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.7** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果 (使用ライブラリ: PWR-US), 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.0231E-09	9.1134E-09	1.2802E-08	1.6604E-08	2.6804E-08	4.4209E-08
U-235	6.2339E-04	5.1428E-04	4.1975E-04	3.3768E-04	2.0750E-04	1.1802E-04
U-236	2.3336E-05	4.2452E-05	5.8304E-05	7.1277E-05	8.9353E-05	9.7947E-05
U-238	2.2403E-02	2.2331E-02	2.2255E-02	2.2173E-02	2.1990E-02	2.1781E-02
Pu-238	2.2998E-08	1.3209E-07	3.7892E-07	8.1519E-07	2.4170E-06	5.0732E-06
Pu-239	4.6751E-05	7.4033E-05	9.0750E-05	1.0219E-04	1.1676E-04	1.2747E-04
Pu-240	4.6026E-06	1.2762E-05	2.1178E-05	2.9379E-05	4.4852E-05	6.0739E-05
Pu-241	1.0641E-06	5.1796E-06	1.1063E-05	1.6759E-05	2.6116E-05	3.1687E-05
Pu-242	3.8726E-08	4.2585E-07	1.4506E-06	3.2401E-06	8.6723E-06	1.5299E-05
Am-241	4.6522E-09	4.7646E-08	1.4800E-07	2.9899E-07	6.3444E-07	8.8069E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.8** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果 (使用ライブラリ: PWR-UE), 初期濃縮度 4.1wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	6.7305E-09	1.2389E-08	1.7497E-08	2.2567E-08	3.4904E-08	5.4340E-08
U-235	8.3125E-04	7.1462E-04	6.1045E-04	5.1662E-04	3.5837E-04	2.3562E-04
U-236	2.5031E-05	4.6315E-05	6.4602E-05	8.0290E-05	1.0434E-04	1.1916E-04
U-238	2.2199E-02	2.2129E-02	2.2059E-02	2.1983E-02	2.1818E-02	2.1632E-02
Pu-238	2.1398E-08	1.2449E-07	3.5965E-07	7.7757E-07	2.3497E-06	5.1196E-06
Pu-239	4.6287E-05	7.6298E-05	9.6413E-05	1.1098E-04	1.3047E-04	1.4453E-04
Pu-240	3.7230E-06	1.0736E-05	1.8369E-05	2.6086E-05	4.1236E-05	5.7031E-05
Pu-241	8.2496E-07	4.2532E-06	9.5313E-06	1.5133E-05	2.5542E-05	3.2925E-05
Pu-242	2.3359E-08	2.6738E-07	9.4097E-07	2.1642E-06	6.1216E-06	1.1405E-05
Am-241	3.6043E-09	3.9185E-08	1.2877E-07	2.7514E-07	6.5323E-07	1.0056E-06
O-16*	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.9** 臨界計算のための ORIGEN2 による組成の計算結果 (使用ライブラリ: PWR41J32), 初期濃縮度 4.1wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	9.9776E-09	1.8675E-08	2.6331E-08	3.3345E-08	4.7467E-08	6.5203E-08
U-235	8.3266E-04	7.1791E-04	6.1633E-04	5.2603E-04	3.7483E-04	2.5796E-04
U-236	2.3439E-05	4.3552E-05	6.0903E-05	7.5748E-05	9.8929E-05	1.1441E-04
U-238	2.2199E-02	2.2127E-02	2.2050E-02	2.1971E-02	2.1802E-02	2.1618E-02
Pu-238	1.8240E-08	1.1121E-07	3.2343E-07	6.9097E-07	1.9909E-06	4.0980E-06
Pu-239	4.6588E-05	7.9142E-05	1.0166E-04	1.1718E-04	1.3482E-04	1.4184E-04
Pu-240	3.6885E-06	1.0886E-05	1.9069E-05	2.7353E-05	4.3009E-05	5.6294E-05
Pu-241	7.8552E-07	4.1432E-06	9.3181E-06	1.5312E-05	2.6964E-05	3.6318E-05
Pu-242	2.3199E-08	2.6281E-07	9.5215E-07	2.2128E-06	6.5098E-06	1.2855E-05
Am-241	3.4461E-09	3.7213E-08	1.2659E-07	2.7331E-07	6.7776E-07	1.1010E-06
O-16*	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。**Table 4.10** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 1) で割った組成 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-U, 初期濃縮度 2.83wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	5.7907E-09	1.0351E-08	1.4349E-08	1.8418E-08	2.9024E-08	4.6170E-08
U-235	7.3350E-04	5.9680E-04	4.8146E-04	3.8363E-04	2.3318E-04	1.3418E-04
U-236	2.0680E-05	3.6945E-05	5.0059E-05	6.0516E-05	7.4646E-05	8.1149E-05
U-238	2.2429E-02	2.2347E-02	2.2261E-02	2.2171E-02	2.1982E-02	2.1768E-02
Pu-238	2.0964E-08	1.1164E-07	3.0309E-07	6.2170E-07	1.6856E-06	3.2849E-06
Pu-239	5.5510E-05	8.5343E-05	1.0202E-04	1.1190E-04	1.2043E-04	1.2273E-04
Pu-240	4.2098E-06	1.1334E-05	1.8920E-05	2.6022E-05	3.8147E-05	4.5589E-05
Pu-241	1.3029E-06	6.5934E-06	1.2650E-05	1.9076E-05	2.9107E-05	3.7385E-05
Pu-242	2.6515E-08	2.8841E-07	9.8228E-07	2.0712E-06	5.4007E-06	9.6386E-06
Am-241	2.2139E-09	2.2120E-08	6.7796E-08	1.2621E-07	2.5242E-07	3.4836E-07
O-16*	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.11** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 1) で割った組成 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-U, 初期濃縮度 3.0wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	5.8851E-09	1.0594E-08	1.4725E-08	1.8886E-08	2.9496E-08	4.6500E-08
U-235	7.8543E-04	6.4428E-04	5.2383E-04	4.2060E-04	2.5950E-04	1.5122E-04
U-236	2.1005E-05	3.7831E-05	5.1571E-05	6.2698E-05	7.8123E-05	8.5621E-05
U-238	2.2394E-02	2.2315E-02	2.2234E-02	2.2145E-02	2.1961E-02	2.1754E-02
Pu-238	1.9176E-08	1.0361E-07	2.8443E-07	5.8892E-07	1.6259E-06	3.2253E-06
Pu-239	5.3554E-05	8.3388E-05	1.0048E-04	1.1080E-04	1.1997E-04	1.2254E-04
Pu-240	3.8930E-06	1.0710E-05	1.8120E-05	2.5170E-05	3.7415E-05	4.5129E-05
Pu-241	1.1504E-06	5.9889E-06	1.1732E-05	1.7969E-05	2.8111E-05	3.6656E-05
Pu-242	2.2246E-08	2.4906E-07	8.6670E-07	1.8596E-06	4.9862E-06	9.1038E-06
Am-241	1.9502E-09	2.0035E-08	6.2781E-08	1.1897E-07	2.4480E-07	3.4388E-07
O-16*	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.12** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 1) で割った組成 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-US, 初期濃縮度 2.83wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	4.8649E-09	8.7049E-09	1.2162E-08	1.5818E-08	2.6096E-08	4.3831E-08
U-235	7.7731E-04	6.2943E-04	5.0455E-04	3.9863E-04	2.3671E-04	1.3049E-04
U-236	2.0677E-05	3.7011E-05	5.0126E-05	6.0545E-05	7.4216E-05	7.9820E-05
U-238	2.2426E-02	2.2345E-02	2.2261E-02	2.2174E-02	2.1979E-02	2.1760E-02
Pu-238	1.7604E-08	9.8218E-08	2.7550E-07	5.8050E-07	1.6548E-06	3.3345E-06
Pu-239	5.2927E-05	8.1656E-05	9.8371E-05	1.0957E-04	1.2366E-04	1.3432E-04
Pu-240	4.4499E-06	1.1802E-05	1.8988E-05	2.5795E-05	3.8315E-05	5.1118E-05
Pu-241	1.3944E-06	6.4030E-06	1.3099E-05	1.9147E-05	2.8329E-05	3.3305E-05
Pu-242	2.8828E-08	2.9877E-07	9.7411E-07	2.0968E-06	5.2804E-06	8.8795E-06
Am-241	2.3337E-09	2.2566E-08	6.7031E-08	1.3022E-07	2.6001E-07	3.4686E-07
O-16*	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02	4.6453E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.13** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 1) で割った組成 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-US, 初期濃縮度 3.0wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn cm)					
	5GWd/t	10GWd/t	15GWd/t	20GWd/t	30GWd/t	40GWd/t
U-234	4.9428E-09	8.9009E-09	1.2469E-08	1.6194E-08	2.6426E-08	4.4044E-08
U-235	8.3247E-04	6.7984E-04	5.4956E-04	4.3789E-04	2.6423E-04	1.4775E-04
U-236	2.0994E-05	3.7867E-05	5.1645E-05	6.2726E-05	7.7702E-05	8.4312E-05
U-238	2.2389E-02	2.2312E-02	2.2234E-02	2.2149E-02	2.1961E-02	2.1746E-02
Pu-238	1.6093E-08	9.1072E-08	2.5834E-07	5.4983E-07	1.5976E-06	3.2817E-06
Pu-239	5.1062E-05	7.9766E-05	9.6869E-05	1.0844E-04	1.2308E-04	1.3398E-04
Pu-240	4.1181E-06	1.1159E-05	1.8224E-05	2.5003E-05	3.7598E-05	5.0514E-05
Pu-241	1.2313E-06	5.8157E-06	1.2148E-05	1.8059E-05	2.7385E-05	3.2637E-05
Pu-242	2.4163E-08	2.5773E-07	8.5832E-07	1.8811E-06	4.8746E-06	8.3825E-06
Am-241	2.0550E-09	2.0428E-08	6.1994E-08	1.2269E-07	2.5204E-07	3.4239E-07
O-16*	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02	4.6454E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.14** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 1) で割った組成 (美浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U, 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.2260E-09	9.4786E-09	1.3215E-08	1.6943E-08	2.6213E-08	4.0917E-08
U-235	6.8221E-04	5.6483E-04	4.6336E-04	3.7527E-04	2.3564E-04	1.3944E-04
U-236	2.1866E-05	3.9731E-05	5.4516E-05	6.6690E-05	8.4020E-05	9.2940E-05
U-238	2.2381E-02	2.2304E-02	2.2228E-02	2.2144E-02	2.1965E-02	2.1763E-02
Pu-238	2.5730E-08	1.4105E-07	3.9178E-07	8.1916E-07	2.3055E-06	4.6646E-06
Pu-239	5.6815E-05	8.9698E-05	1.0909E-04	1.2106E-04	1.3202E-04	1.3524E-04
Pu-240	4.4839E-06	1.2624E-05	2.1659E-05	3.0429E-05	4.5976E-05	5.6098E-05
Pu-241	1.2065E-06	6.4698E-06	1.2971E-05	2.0212E-05	3.2496E-05	4.3200E-05
Pu-242	3.5842E-08	4.1390E-07	1.4736E-06	3.2217E-06	8.9130E-06	1.6704E-05
Am-241	3.8606E-09	4.0824E-08	1.3109E-07	2.5339E-07	5.3852E-07	7.7320E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.15** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子(定義1)で割った組成(美浜3号炉, 使用ライブラリ:PWR-US, 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	4.4055E-09	7.9928E-09	1.1228E-08	1.4562E-08	2.3508E-08	3.8773E-08
U-235	7.1131E-04	5.8681E-04	4.7895E-04	3.8530E-04	2.3676E-04	1.3466E-04
U-236	2.1947E-05	3.9925E-05	5.4833E-05	6.7034E-05	8.4034E-05	9.2116E-05
U-238	2.2374E-02	2.2302E-02	2.2226E-02	2.2144E-02	2.1961E-02	2.1753E-02
Pu-238	2.2966E-08	1.3191E-07	3.7839E-07	8.1405E-07	2.4136E-06	5.0661E-06
Pu-239	5.6144E-05	8.8907E-05	1.0898E-04	1.2272E-04	1.4022E-04	1.5308E-04
Pu-240	4.5861E-06	1.2716E-05	2.1102E-05	2.9274E-05	4.4691E-05	6.0521E-05
Pu-241	1.2662E-06	6.1633E-06	1.3164E-05	1.9942E-05	3.1076E-05	3.7705E-05
Pu-242	3.6088E-08	3.9684E-07	1.3518E-06	3.0194E-06	8.0815E-06	1.4257E-05
Am-241	3.9560E-09	4.0515E-08	1.2585E-07	2.5424E-07	5.3949E-07	7.4889E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.16** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子(定義1)で割った組成(玄海1号炉, 使用ライブラリ:PWR-U, 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	6.0228E-09	1.0924E-08	1.5230E-08	1.9526E-08	3.0209E-08	4.7156E-08
U-235	7.0524E-04	5.8390E-04	4.7901E-04	3.8794E-04	2.4360E-04	1.4415E-04
U-236	2.3279E-05	4.2297E-05	5.8038E-05	7.0998E-05	8.9449E-05	9.8944E-05
U-238	2.2376E-02	2.2299E-02	2.2224E-02	2.2140E-02	2.1961E-02	2.1759E-02
Pu-238	3.0636E-08	1.6794E-07	4.6648E-07	9.7533E-07	2.7450E-06	5.5539E-06
Pu-239	5.6074E-05	8.8528E-05	1.0766E-04	1.1949E-04	1.3030E-04	1.3348E-04
Pu-240	4.9460E-06	1.3924E-05	2.3890E-05	3.3565E-05	5.0713E-05	6.1878E-05
Pu-241	1.0921E-06	5.8563E-06	1.1741E-05	1.8296E-05	2.9414E-05	3.9104E-05
Pu-242	3.8915E-08	4.4938E-07	1.5999E-06	3.4979E-06	9.6772E-06	1.8136E-05
Am-241	5.0053E-09	5.2930E-08	1.6995E-07	3.2852E-07	6.9820E-07	1.0025E-06
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.17** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子(定義1)で割った組成(玄海1号炉, 使用ライブラリ:PWR-US, 初期濃縮度3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.2830E-09	9.5850E-09	1.3464E-08	1.7463E-08	2.8191E-08	4.6497E-08
U-235	7.5180E-04	6.2021E-04	5.0621E-04	4.0724E-04	2.5024E-04	1.4233E-04
U-236	2.3505E-05	4.2760E-05	5.8727E-05	7.1794E-05	9.0001E-05	9.8657E-05
U-238	2.2376E-02	2.2304E-02	2.2228E-02	2.2146E-02	2.1964E-02	2.1755E-02
Pu-238	2.5852E-08	1.4848E-07	4.2594E-07	9.1636E-07	2.7170E-06	5.7028E-06
Pu-239	4.9373E-05	7.8185E-05	9.5839E-05	1.0792E-04	1.2331E-04	1.3462E-04
Pu-240	4.8034E-06	1.3319E-05	2.2102E-05	3.0661E-05	4.6809E-05	6.3389E-05
Pu-241	1.3105E-06	6.3788E-06	1.3624E-05	2.0639E-05	3.2163E-05	3.9023E-05
Pu-242	4.5373E-08	4.9895E-07	1.6996E-06	3.7963E-06	1.0161E-05	1.7925E-05
Am-241	5.9720E-09	6.1163E-08	1.8999E-07	3.8381E-07	8.1443E-07	1.1305E-06
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.18** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子(定義1)で割った組成(高浜3号炉, 使用ライブラリ:PWR-UE, 初期濃縮度4.1wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.1889E-09	9.5513E-09	1.3489E-08	1.7398E-08	2.6909E-08	4.1893E-08
U-235	9.2629E-04	7.9632E-04	6.8024E-04	5.7569E-04	3.9934E-04	2.6256E-04
U-236	2.5164E-05	4.6562E-05	6.4946E-05	8.0718E-05	1.0490E-04	1.1979E-04
U-238	2.2168E-02	2.2098E-02	2.2028E-02	2.1952E-02	2.1787E-02	2.1602E-02
Pu-238	1.9629E-08	1.1420E-07	3.2992E-07	7.1330E-07	2.1555E-06	4.6964E-06
Pu-239	5.0356E-05	8.3005E-05	1.0489E-04	1.2074E-04	1.4194E-04	1.5723E-04
Pu-240	3.2371E-06	9.3348E-06	1.5972E-05	2.2682E-05	3.5854E-05	4.9588E-05
Pu-241	9.4910E-07	4.8932E-06	1.0966E-05	1.7410E-05	2.9386E-05	3.7880E-05
Pu-242	2.5368E-08	2.9038E-07	1.0219E-06	2.3503E-06	6.6481E-06	1.2386E-05
Am-241	2.3998E-09	2.6090E-08	8.5738E-08	1.8319E-07	4.3494E-07	6.6955E-07
O-16*	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.19** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 1) で割った組成 (高浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR41J32, 初期濃縮度 4.1wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	7.7659E-09	1.4535E-08	2.0494E-08	2.5953E-08	3.6945E-08	5.0750E-08
U-235	8.3861E-04	7.2304E-04	6.2074E-04	5.2979E-04	3.7751E-04	2.5980E-04
U-236	2.4811E-05	4.6101E-05	6.4468E-05	8.0182E-05	1.0472E-04	1.2111E-04
U-238	2.2179E-02	2.2107E-02	2.2030E-02	2.1951E-02	2.1782E-02	2.1599E-02
Pu-238	2.0692E-08	1.2616E-07	3.6691E-07	7.8386E-07	2.2585E-06	4.6489E-06
Pu-239	4.7984E-05	8.1514E-05	1.0471E-04	1.2069E-04	1.3886E-04	1.4609E-04
Pu-240	3.4575E-06	1.0204E-05	1.7875E-05	2.5640E-05	4.0316E-05	5.2769E-05
Pu-241	8.5013E-07	4.4840E-06	1.0085E-05	1.6571E-05	2.9182E-05	3.9305E-05
Pu-242	2.3660E-08	2.6804E-07	9.7109E-07	2.2568E-06	6.6393E-06	1.3111E-05
Am-241	2.1383E-09	2.3091E-08	7.8549E-08	1.6959E-07	4.2055E-07	6.8317E-07
O-16*	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.20** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 2) で割った組成 (美浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U, 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.2260E-09	9.4786E-09	1.3215E-08	1.6943E-08	2.6213E-08	4.0917E-08
U-235	6.8221E-04	5.6483E-04	4.6336E-04	3.7527E-04	2.3564E-04	1.3944E-04
U-236	2.1866E-05	3.9731E-05	5.4516E-05	6.6690E-05	8.4020E-05	9.2940E-05
U-238	2.2381E-02	2.2304E-02	2.2228E-02	2.2144E-02	2.1965E-02	2.1763E-02
Pu-238	2.5679E-08	1.4077E-07	3.9100E-07	8.1752E-07	2.3009E-06	4.6553E-06
Pu-239	5.6815E-05	8.9698E-05	1.0909E-04	1.2106E-04	1.3202E-04	1.3524E-04
Pu-240	4.4839E-06	1.2624E-05	2.1659E-05	3.0429E-05	4.5976E-05	5.6098E-05
Pu-241	1.2065E-06	6.4698E-06	1.2971E-05	2.0212E-05	3.2496E-05	4.3200E-05
Pu-242	3.3634E-08	3.8840E-07	1.3828E-06	3.0232E-06	8.3640E-06	1.5675E-05
Am-241	3.8606E-09	4.0824E-08	1.3109E-07	2.5339E-07	5.3852E-07	7.7320E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.21** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 2) で割った組成 (玄海 1 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U, 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.9843E-09	1.0854E-08	1.5133E-08	1.9401E-08	3.0016E-08	4.6854E-08
U-235	7.0524E-04	5.8390E-04	4.7901E-04	3.8794E-04	2.4360E-04	1.4415E-04
U-236	2.3132E-05	4.2031E-05	5.7672E-05	7.0551E-05	8.8885E-05	9.8321E-05
U-238	2.2376E-02	2.2299E-02	2.2224E-02	2.2140E-02	2.1961E-02	2.1759E-02
Pu-238	2.5679E-08	1.4077E-07	3.9100E-07	8.1752E-07	2.3009E-06	4.6553E-06
Pu-239	5.6074E-05	8.8528E-05	1.0766E-04	1.1949E-04	1.3030E-04	1.3348E-04
Pu-240	4.8144E-06	1.3554E-05	2.3255E-05	3.2672E-05	4.9364E-05	6.0232E-05
Pu-241	1.0921E-06	5.8563E-06	1.1741E-05	1.8296E-05	2.9414E-05	3.9104E-05
Pu-242	3.3634E-08	3.8840E-07	1.3828E-06	3.0232E-06	8.3640E-06	1.5675E-05
Am-241	4.0698E-09	4.3037E-08	1.3819E-07	2.6712E-07	5.6771E-07	8.1511E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.22** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子 (定義 2) で割った組成 (玄海 1 号炉, 使用ライブラリ: PWR-US, 初期濃縮度 3.2wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.0231E-09	9.1134E-09	1.2802E-08	1.6604E-08	2.6804E-08	4.4209E-08
U-235	7.5180E-04	6.2021E-04	5.0621E-04	4.0724E-04	2.5024E-04	1.4233E-04
U-236	2.3336E-05	4.2452E-05	5.8304E-05	7.1277E-05	8.9353E-05	9.7947E-05
U-238	2.2376E-02	2.2304E-02	2.2228E-02	2.2146E-02	2.1964E-02	2.1755E-02
Pu-238	2.2998E-08	1.3209E-07	3.7892E-07	8.1519E-07	2.4170E-06	5.0732E-06
Pu-239	4.9373E-05	7.8185E-05	9.5839E-05	1.0792E-04	1.2331E-04	1.3462E-04
Pu-240	4.6026E-06	1.2762E-05	2.1178E-05	2.9379E-05	4.4852E-05	6.0739E-05
Pu-241	1.3105E-06	6.3788E-06	1.3624E-05	2.0639E-05	3.2163E-05	3.9023E-05
Pu-242	3.8726E-08	4.2585E-07	1.4506E-06	3.2401E-06	8.6723E-06	1.5299E-05
Am-241	4.6522E-09	4.7646E-08	1.4800E-07	2.9899E-07	6.3444E-07	8.8069E-07
O-16*	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02	4.6455E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.23** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子(定義 2)で割った組成(高浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-UE, 初期濃縮度 4.1wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	5.1889E-09	9.5513E-09	1.3489E-08	1.7398E-08	2.6909E-08	4.1893E-08
U-235	9.2629E-04	7.9632E-04	6.8024E-04	5.7569E-04	3.9934E-04	2.6256E-04
U-236	2.5031E-05	4.6315E-05	6.4602E-05	8.0290E-05	1.0434E-04	1.1916E-04
U-238	2.2168E-02	2.2098E-02	2.2028E-02	2.1952E-02	2.1787E-02	2.1602E-02
Pu-238	1.9629E-08	1.1420E-07	3.2992E-07	7.1330E-07	2.1555E-06	4.6964E-06
Pu-239	5.0356E-05	8.3005E-05	1.0489E-04	1.2074E-04	1.4194E-04	1.5723E-04
Pu-240	3.2371E-06	9.3348E-06	1.5972E-05	2.2682E-05	3.5854E-05	4.9588E-05
Pu-241	9.4910E-07	4.8932E-06	1.0966E-05	1.7410E-05	2.9386E-05	3.7880E-05
Pu-242	2.3359E-08	2.6738E-07	9.4097E-07	2.1642E-06	6.1216E-06	1.1405E-05
Am-241	2.3998E-09	2.6090E-08	8.5738E-08	1.8319E-07	4.3494E-07	6.6955E-07
O-16*	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

**Table 4.24** 臨界計算のための ORIGEN2 による計算結果を補正因子(定義 2)で割った組成(高浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR41J32, 初期濃縮度 4.1wt%)

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
	燃焼度 (GWd/t)					
	5	10	15	20	30	40
U-234	7.7659E-09	1.4535E-08	2.0494E-08	2.5953E-08	3.6945E-08	5.0750E-08
U-235	8.3861E-04	7.2304E-04	6.2074E-04	5.2979E-04	3.7751E-04	2.5980E-04
U-236	2.3439E-05	4.3552E-05	6.0903E-05	7.5748E-05	9.8929E-05	1.1441E-04
U-238	2.2179E-02	2.2107E-02	2.2030E-02	2.1951E-02	2.1782E-02	2.1599E-02
Pu-238	1.8240E-08	1.1121E-07	3.2343E-07	6.9097E-07	1.9909E-06	4.0980E-06
Pu-239	4.7984E-05	8.1514E-05	1.0471E-04	1.2069E-04	1.3886E-04	1.4609E-04
Pu-240	3.4575E-06	1.0204E-05	1.7875E-05	2.5640E-05	4.0316E-05	5.2769E-05
Pu-241	8.5013E-07	4.4840E-06	1.0085E-05	1.6571E-05	2.9182E-05	3.9305E-05
Pu-242	2.3199E-08	2.6281E-07	9.5215E-07	2.2128E-06	6.5098E-06	1.2855E-05
Am-241	2.1383E-09	2.3091E-08	7.8549E-08	1.6959E-07	4.2055E-07	6.8317E-07
O-16*	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02	4.6460E-02

\* UO<sub>2</sub> の密度から求めた。

## 4.2 原子個数密度の計算

核種組成に関わる ORIGEN2 の出力あるいは PIE データは、通常、初期ウラン 1 トン当たりのグラム数で表されるので、これを MVP のような臨界計算コードに入力するためには原子個数密度に換算する必要がある。ここでは、ORIGEN2 の出力を原子個数密度 (atoms/barn/cm) に換算する方法について述べる。

ORIGEN2 では、出力が初期ウラン 1 トン当たりのグラム数となるように入力で設定する。使用するデータは、

- $\text{UO}_2$  密度 ( $\text{g/cm}^3$ ):  $\rho_{\text{UO}_2}$
- ウランの初期組成 (wt%)
- 各核種の原子量:  $A$
- アボガドロ数:  $N_{\text{Av}}$
- ORIGEN2 アウトプット (g/初期ウラン 1 トン) :  $W$

である。原子個数密度の計算は、以下に示す手順で行う。

1. まず、濃縮ウランの分子量を計算するために、初期組成 (wt%) を原子個数% (at%) に変換する。

(a) 初期組成 (wt%) を  $w_i$  とすると、濃縮ウラン  $M(\text{g})$  あたりの各同位体の重量  $M_i$  は、以下のようになる。

$$M_i = M \times \frac{w_i}{100} \quad (i = 234, 235, 236, 238)$$

(b) ウランの各同位体の原子量を  $A_{\text{Ui}}$  とすると、 $M_i(\text{g})$  あたりの mol 数  $m_i$  は以下のようになる。

$$m_i = \frac{M_i}{A_{\text{Ui}}} = \frac{M \times w_i}{A_{\text{Ui}} \times 100}$$

(c)  $m_i(\text{mol})$  あたりの各同位体の原子数  $n_i$  を求める。

$$n_i = m_i \times N_{\text{Av}} = \frac{M \times w_i \times N_{\text{Av}}}{A_{\text{Ui}} \times 100}$$

(d) 上記より、各同位体の原子個数%  $a_i$  は以下のようになる。

$$a_i = \frac{n_i}{\sum_i n_i} \times 100 = \frac{w_i \times 100}{A_{\text{Ui}} \times \sum_i \frac{w_i}{A_{\text{Ui}}}}$$

2. 濃縮ウランの分子量  $A_{\text{U}}$  は、以下のようになる。

$$A_{\text{U}} = \sum_i A_{\text{Ui}} \times \frac{a_i}{100}$$

3.  $\text{UO}_2$  の分子量  $A_{\text{UO}_2}$  を計算する。濃縮ウランの分子量  $A_{\text{U}}$  に酸素の原子量  $A_{\text{O}-16} \times 2$  を加える。

$$A_{\text{UO}_2} = A_{\text{U}} + A_{\text{O}-16} \times 2$$

4.  $\text{UO}_2$  の密度  $\rho_{\text{UO}_2}$  を用いて、金属ウランの密度  $\rho_{\text{Metal-U}}$  を求める。

$$\rho_{\text{Metal-U}} = \frac{\rho_{\text{UO}_2} \times A_{\text{U}}}{A_{\text{UO}_2}}$$

5. 求めた金属ウランの密度  $\rho_{\text{Metal-U}}$  の逆数を取り、1(ton)= $10^6$ (g)を掛けることにより、初期ウラン1トン当たりの体積  $V_{\text{Metal-U}}$  ( $\text{cm}^3$ ) を求める。

$$V_{\text{Metal-U}} = \frac{10^6}{\rho_{\text{Metal-U}}}$$

6. 原子個数密度  $N_i$  (atoms/barn/cm) は、求める核種の ORIGEN 出力を  $W_i$ 、原子量を  $A$ 、アボガドロ数を  $N_A$  とすると、以下のようにして求められる。

$$N_i = \frac{W_i \times N_A}{A \times V_{\text{Metal-U}}} \times 10^{-24}$$

### 4.3 臨界計算条件及び計算モデル

連続エネルギーモンテカルロ法計算コード MVP と JENDL3.2 の組み合わせによって、Table 4.25 に示す仕様の  $\text{UO}_2$  燃料棒の軸方向無限長・無限配列の体系を対象にした臨界計算を行い、中性子実効増倍率を求めて比較することにより ORIGEN2.1 計算値補正の有無による反応度効果の違いを検証した。

MVP 計算用幾何形状モデルは、Fig. 4.1 に示すように軸方向の燃料棒長さを 1m として、その上下及び前後左右の全ての面を完全反射とした。Clad は燃料ペレットと隙間無く接触しているものと仮定して、その領域の Clad の原子個数密度が薄まっているものとしてモデル化した。

モンテカルロ計算における初期中性子発生源分布は、Fig. 4.1 に示すような 3 点とした。また、中性子ヒストリー数の設定は、1 バッチ当たりの中性子数  $10,000 \times 300$  バッチ (捨て 100 バッチを含む) とした。使用した核データライブラリは、温度 300K の JENDL-3.2 である。

Clad 及び水の各領域の原子個数密度は、Table 4.26 及び Table 4.27 に示す通りとした。これらの Clad 及び水の原子個数密度は MAIL3.1 [20] で物質指定して得られた数値である。

さらに、PIE データの核種組成値を使用した場合についても MVP による臨界計算を行った。Table 4.28 から Table 4.35 に PIE データに基づく核種組成原子個数密度を示す。

Table 4.25 燃料の仕様

炉形式	UO <sub>2</sub> 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	UO <sub>2</sub> 半径 (cm)	ペレット Clad 間隔 (cm)	Clad 肉厚 (cm)	Clad 外半径 (cm)	Fuel pitch (cm)
PWR	10.412*	0.410	0.008	0.057**	0.475	1.26

注：\* 理論密度 10.96(g/cm<sup>3</sup>) × 0.95

\*\* 規格上の厚さ。MVP 等による解析時には、ペレットとの間まで拡張した。

Table 4.26 Clad の組成

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)
Cr(Nat)	6.7152E-05
Fe(Nat)	1.3129E-04
Zr(Nat)	3.8033E-02

Table 4.27 水の原子個数密度

核種	原子個数密度 (atoms/barn/cm)
H-1	6.6630E-02
O-16	3.3315E-02

Table 4.28 Obrigheim の PIE データの原子個数密度 (1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 (atoms/barn/cm)					
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239
201	D1 P1	0.0000E+00	3.2192E-04	7.0012E-05	2.2151E-02	8.3586E-07	1.0058E-04
203	D1 P3	0.0000E+00	1.6296E-04	9.5067E-05	2.1934E-02	3.6221E-06	1.1607E-04
204	E3 P1	0.0000E+00	2.9982E-04	6.6032E-05	2.2223E-02	9.5195E-07	9.8958E-05
205	E3 P2	0.0000E+00	1.9847E-04	8.8276E-05	2.1875E-02	2.4147E-06	1.0682E-04
206	E3 P3	0.0000E+00	1.4321E-04	9.6472E-05	2.1895E-02	3.8310E-06	1.1029E-04
207	E3 P4	0.0000E+00	1.7589E-04	8.9681E-05	2.2006E-02	2.9023E-06	1.1422E-04
208	E3 P4	0.0000E+00	1.8436E-04	9.1555E-05	2.1968E-02	2.3915E-06	1.1352E-04
209	E3 P5	0.0000E+00	2.7866E-04	8.4764E-05	2.2137E-02	1.4395E-06	1.0751E-04
210	G7 P1	0.0000E+00	3.5767E-04	6.8373E-05	2.2244E-02	7.1977E-07	9.8495E-05
211	G7 P1	0.0000E+00	3.3862E-04	6.8607E-05	2.2100E-02	9.0552E-07	1.0150E-04
212	G7 P2	0.0000E+00	2.5302E-04	9.0150E-05	2.2076E-02	1.8343E-06	1.0867E-04
213	G7 P3	0.0000E+00	1.7895E-04	9.2257E-05	2.1979E-02	3.2041E-06	1.1537E-04
214	G7 P3	0.0000E+00	1.7636E-04	9.3194E-05	2.1967E-02	3.3667E-06	1.1653E-04
215	G7 P4	0.0000E+00	2.3727E-04	9.4833E-05	2.2020E-02	2.4611E-06	1.1745E-04
216	G7 P5	0.0000E+00	2.3727E-04	8.4296E-05	2.2062E-02	1.8343E-06	1.1745E-04
217	M14 P1	0.0000E+00	3.6895E-04	6.3924E-05	2.2268E-02	5.8046E-07	9.2022E-05
218	M14 P3	0.0000E+00	2.0646E-04	8.9213E-05	2.2017E-02	2.4844E-06	1.1607E-04
219	M14 P4	0.0000E+00	2.4291E-04	8.4296E-05	2.2084E-02	1.7646E-06	1.1468E-04
220	G14 P3(1)	0.0000E+00	1.1875E-04	9.1086E-05	2.1879E-02	4.4115E-06	1.0451E-04
221	G14 P3(1)	0.0000E+00	1.0370E-04	9.0618E-05	2.1893E-02	3.2274E-06	1.0636E-04
222	G14 P4(1)	0.0000E+00	1.1640E-04	9.2491E-05	2.1949E-02	3.6917E-06	1.0196E-04
223	G14 P5(1)	0.0000E+00	1.4744E-04	8.5701E-05	2.2074E-02	2.6469E-06	1.0081E-04
224	G14 P5(2)	0.0000E+00	2.1023E-04	7.7974E-05	2.2184E-02	1.5092E-06	9.8727E-05
225	K14 P1	0.0000E+00	2.3586E-04	7.5398E-05	2.2123E-02	1.5092E-06	1.0636E-04
226	K14 P3(1)	0.0000E+00	1.1428E-04	9.0384E-05	2.1917E-02	3.9239E-06	1.0844E-04
227	K14 P4(1)	0.0000E+00	1.1852E-04	8.9447E-05	2.1991E-02	2.9255E-06	1.0428E-04

Table 4.29 Obrigheim の PIE データの原子個数密度 (2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 (atoms/barn/cm)				
		Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	O-16
201	D1 P1	3.0392E-05	1.4216E-05	2.9227E-06	5.0214E-07	4.6454E-02
203	D1 P3	5.4338E-05	2.9349E-05	1.2878E-05	1.3941E-06	4.6454E-02
204	E3 P1	3.1313E-05	1.4216E-05	3.1739E-06	6.7181E-07	4.6454E-02
205	E3 P2	4.5819E-05	2.3387E-05	8.6768E-06	0.0000E+00	4.6454E-02
206	E3 P3	5.5489E-05	2.8890E-05	1.4362E-05	2.0636E-06	4.6454E-02
207	E3 P4	5.1114E-05	2.7056E-05	1.0595E-05	1.6738E-06	4.6454E-02
208	E3 P4	5.1575E-05	2.7285E-05	1.1143E-05	0.0000E+00	4.6454E-02
209	E3 P5	3.7300E-05	1.9260E-05	4.8179E-06	5.4341E-07	4.6454E-02
210	G7 P1	2.6708E-05	1.2611E-05	2.2605E-06	3.2100E-07	4.6454E-02
211	G7 P1	2.8320E-05	1.3528E-05	2.5574E-06	5.0672E-07	4.6454E-02
212	G7 P2	4.1674E-05	2.1553E-05	6.3706E-06	5.6863E-07	4.6454E-02
213	G7 P3	5.2266E-05	2.7514E-05	1.0915E-05	4.0309E-06	4.6454E-02
214	G7 P3	5.2726E-05	2.7744E-05	1.1417E-05	0.0000E+00	4.6454E-02
215	G7 P4	4.6970E-05	2.5451E-05	8.3572E-06	3.2054E-06	4.6454E-02
216	G7 P5	4.4898E-05	2.4075E-05	7.3068E-06	0.0000E+00	4.6454E-02
217	M14 P1	2.3945E-05	1.0547E-05	1.7125E-06	1.5362E-07	4.6454E-02
218	M14 P3	4.7891E-05	2.5680E-05	8.7682E-06	2.1530E-06	4.6454E-02
219	M14 P4	4.2826E-05	2.2929E-05	6.8273E-06	0.0000E+00	4.6454E-02
220	G14 P3(1)	5.6871E-05	2.9807E-05	1.7651E-05	9.4008E-07	4.6453E-02
221	G14 P3(1)	5.8022E-05	3.0266E-05	1.7970E-05	0.0000E+00	4.6453E-02
222	G14 P4(1)	5.4799E-05	2.7744E-05	1.5527E-05	0.0000E+00	4.6453E-02
223	G14 P5(1)	4.8582E-05	2.4992E-05	1.1280E-05	1.2680E-06	4.6453E-02
224	G14 P5(2)	3.9602E-05	1.9719E-05	6.5077E-06	6.3513E-07	4.6453E-02
225	K14 P1	4.0063E-05	2.0636E-05	6.0281E-06	5.7781E-07	4.6453E-02
226	K14 P3(1)	5.6871E-05	2.9807E-05	1.6783E-05	1.7174E-06	4.6453E-02
227	K14 P4(1)	5.4568E-05	2.7744E-05	1.5025E-05	0.0000E+00	4.6453E-02

Table 4.30 美浜 3 号炉の PIE データの原子個数密度 (1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 ( atoms/barn/cm )					
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239
401	86B02	5.2805E-06	5.6954E-04	3.3718E-05	2.2345E-02	1.0469E-07	6.9894E-05
402	86B03	0.0000E+00	6.0058E-04	2.9269E-05	2.2357E-02	7.9151E-08	6.5363E-05
403	86G05	0.0000E+00	4.4467E-04	5.9475E-05	2.2213E-02	6.0112E-07	1.0760E-04
404	86G03	0.0000E+00	3.5085E-04	7.3993E-05	2.2120E-02	1.3285E-06	1.1750E-04
405	86G07	0.0000E+00	4.4256E-04	5.9709E-05	2.2229E-02	6.2341E-07	1.0952E-04
406	87C03	0.0000E+00	2.3727E-04	8.1954E-05	2.1995E-02	3.0393E-06	1.2252E-04
407	87C04	4.1139E-06	2.2024E-04	8.5934E-05	2.1932E-02	3.6940E-06	1.2654E-04
408	87C07	4.1092E-06	1.9245E-04	9.0383E-05	2.1930E-02	3.8937E-06	1.1491E-04
409	87C08	0.0000E+00	1.9600E-04	9.0618E-05	2.1897E-02	4.3070E-06	1.2293E-04

Table 4.31 美浜 3 号炉の PIE データの原子個数密度 (2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 ( atoms/barn/cm )				
		Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	O-16
401	86B02	9.7209E-06	2.4900E-06	2.1692E-07	6.8534E-07	4.6455E-02
402	86B03	7.9227E-06	1.8999E-06	1.3792E-07	5.1887E-07	4.6455E-02
403	86G05	2.3830E-05	9.3595E-06	1.6897E-06	2.6918E-06	4.6455E-02
404	86G03	3.4306E-05	1.4938E-05	4.0187E-06	4.3748E-06	4.6455E-02
405	86G07	2.4383E-05	9.7378E-06	1.7148E-06	2.6781E-06	4.6455E-02
406	87C03	4.8328E-05	2.1904E-05	9.3161E-06	6.8900E-06	4.6455E-02
407	87C04	5.2311E-05	2.4213E-05	1.1189E-05	6.8740E-06	4.6455E-02
408	87C07	5.3394E-05	2.2537E-05	1.2216E-05	7.3486E-06	4.6455E-02
409	87C08	5.5926E-05	2.4694E-05	1.3015E-05	7.7063E-06	4.6455E-02

Table 4.32 玄海 1 号炉の PIE データの原子個数密度 (1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 ( atoms/barn/cm )					
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239
451	87H01	4.1871E-06	1.7947E-04	1.0825E-04	2.1755E-02	5.9996E-06	1.3556E-04
452	87H05	4.1918E-06	1.8316E-04	1.0769E-04	2.1769E-02	5.5097E-06	1.3315E-04

Table 4.33 玄海1号炉のPIEデータの原子個数密度(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 ( atoms/barn/cm )				
		Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	O-16
451	87H01	6.0600E-05	2.8798E-05	1.5958E-05	9.3365E-06	4.6457E-02
452	87H05	5.9334E-05	2.7789E-05	1.4983E-05	9.3686E-06	4.6457E-02

Table 4.34 高浜のPIEデータの原子個数密度(1)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 ( atoms/barn/cm )					
		U-234	U-235	U-236	U-238	Pu-238	Pu-239
-	SF95-1-1	7.0599E-06	6.2947E-04	6.2628E-05	2.2075E-02	3.9921E-07	9.7824E-05
-	SF95-1-2	6.7368E-06	4.5361E-04	9.4316E-05	2.1901E-02	1.6505E-06	1.3086E-04
-	SF95-1-3	4.4263E-06	3.1206E-04	1.1508E-04	2.1700E-02	3.5772E-06	1.4333E-04
-	SF95-1-4	4.4209E-06	2.8957E-04	1.1715E-04	2.1693E-02	3.6907E-06	1.3896E-04
-	SF95-1-5	6.6878E-06	3.6337E-04	1.0701E-04	2.1818E-02	2.3711E-06	1.3041E-04
-	SF97-1-2	5.5450E-06	3.6936E-04	1.0676E-04	2.1771E-02	2.9014E-06	1.3706E-04
-	SF97-1-3	4.7459E-06	2.4229E-04	1.2437E-04	2.1550E-02	5.9933E-06	1.4375E-04
-	SF97-1-4	4.4206E-06	1.9232E-04	1.2944E-04	2.1467E-02	7.4266E-06	1.3959E-04
-	SF97-1-5	4.4044E-06	1.8651E-04	1.2953E-04	2.1469E-02	7.4011E-06	1.3817E-04
-	SF97-1-6	4.8571E-06	2.3880E-04	1.2345E-04	2.1615E-02	5.0502E-06	1.3125E-04

Table 4.35 高浜のPIEデータの原子個数密度(2)

SFCOMPO ID	SAMPLE No.	原子個数密度 ( atoms/barn/cm )				
		Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	O-16
-	SF95-1-1	1.7981E-05	8.4676E-06	8.6621E-07	3.1633E-07	4.6460E-02
-	SF95-1-2	3.5457E-05	2.1981E-05	4.2137E-06	5.3800E-07	4.6460E-02
-	SF95-1-3	5.0370E-05	3.4104E-05	1.0321E-05	7.5951E-07	4.6460E-02
-	SF95-1-4	5.0860E-05	3.3645E-05	1.0977E-05	5.3954E-07	4.6460E-02
-	SF95-1-5	4.1972E-05	2.6456E-05	6.8012E-06	6.5165E-07	4.6460E-02
-	SF97-1-2	4.3068E-05	2.8317E-05	7.1966E-06	9.2106E-07	4.6460E-02
-	SF97-1-3	5.6890E-05	3.8724E-05	1.4881E-05	1.1255E-06	4.6460E-02
-	SF97-1-4	6.1420E-05	4.0583E-05	1.8828E-05	1.2177E-06	4.6460E-02
-	SF97-1-5	6.0978E-05	4.0211E-05	1.9046E-05	1.2214E-06	4.6460E-02
-	SF97-1-6	5.3545E-05	3.4264E-05	1.3648E-05	9.8518E-07	4.6460E-02

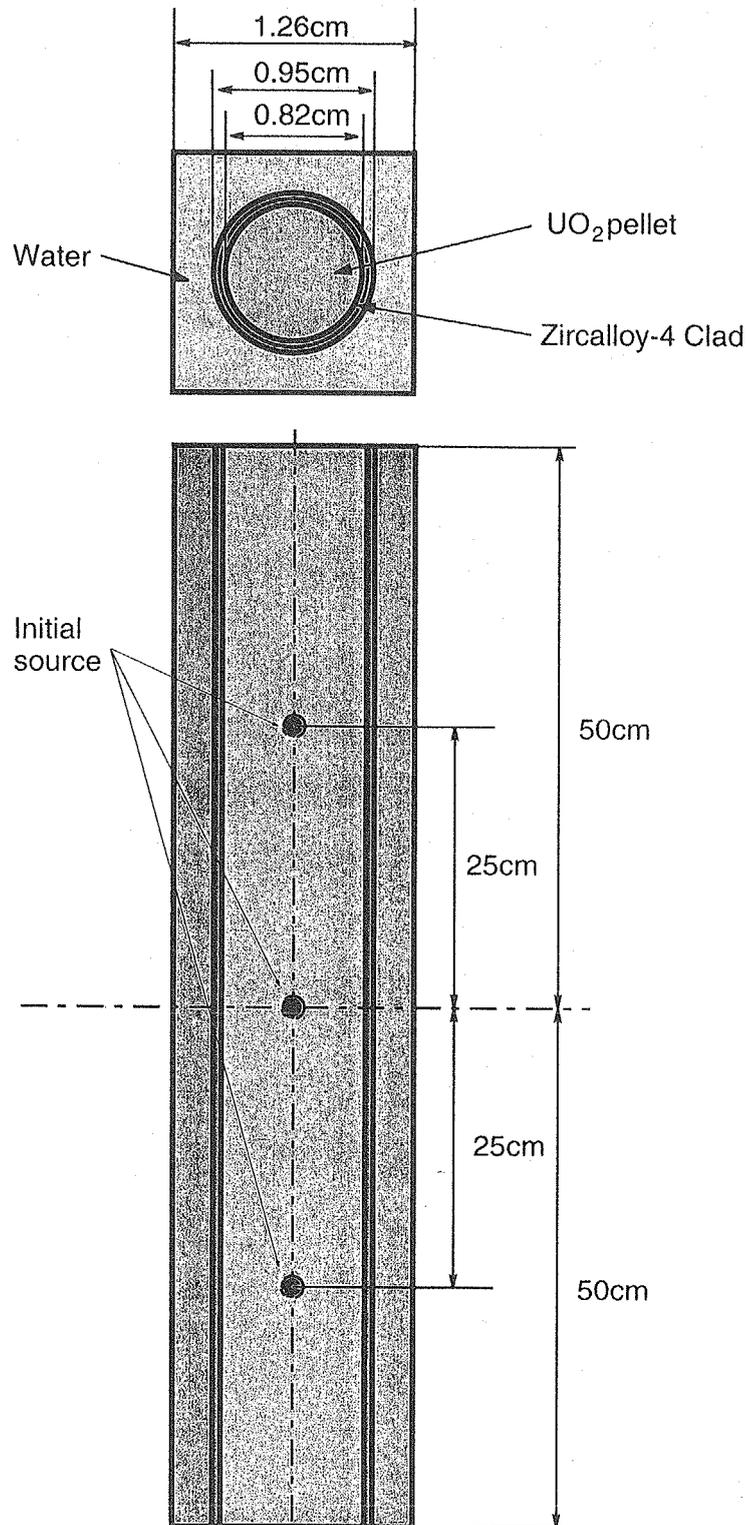


Fig. 4.1 MVP の計算モデル図

#### 4.4 核種組成の補正による反応度効果の検証

Table 4.36 及び Table 4.37 に ORIGEN2.1 コード出力の核種組成を直接用いた場合の MVP による中性子増倍率計算結果を示す。また、ORIGEN2.1 コード出力データを補正因子（定義 1, 2）で割った核種組成を用いた場合の MVP による中性子増倍率計算結果を Table 4.38 から Table 4.44 までに示す。これら計算結果を各炉毎にプロットしたものを、Fig. 4.2 から Fig. 4.11 までに示す。ORIGEN2.1 出力データを補正因子で補正した場合と、これを行わない場合で中性子増倍率計算値の相対変化を求めたものを Table 4.45 に示す。ここで、相対変化すなわち反応度 (%) を次式により算出した。

$$\text{反応度 (\%)} = \frac{\text{keff}_{\text{補正あり}} - \text{keff}_{\text{補正なし}}}{\text{keff}_{\text{補正なし}}} \times 100$$

この差が小さいほど、ORIGEN2.1 により求めた同位体組成が実測値に近かったことを示すこととなる。Table 4.45 から得られる知見は以下の通りである。

1. それぞれの炉とライブラリの組み合わせにおいて、反応度は燃焼度が高くなるに従って小さくなっている。
2. 美浜 3 号炉及び玄海 1 号炉では、低燃焼度において PWR-U を用いた場合の方が反応度は小さいが、高燃焼度では PWR-US を用いた方が反応度が小さくなっている。
3. 高浜 3 号炉では、PWR-UE に比べて、PWR41J32 は反応度が 10 分の 1 から 3 分の 1 程度と小さくなっている。すなわち、PWR41J32 を使用した ORIGEN2.1 計算値は PWR-UE を使用した場合と比較して、実測値と良く一致していたことがわかる。なお、Obrigheim 炉では、全ての燃焼度点において、他の炉に比べて反応度が大きくなっている。また、用いたライブラリで比較すると、燃焼度 20GWd/t 以下では PWR-U を用いた場合のほうが反応度は小さく、燃焼度 30GWd/t 以上では、PWR-US ライブラリを用いた方が反応度は小さくなっている。

特に、高浜 3 号炉に対して PWR41J32 を使用した場合以外では、補正因子を適用した場合に低燃焼度において新燃料組成の場合よりも中性子増倍率は大きくなるのがわかる。これは補正因子に燃焼度依存性が入っていないためであり、そのような場合には、新燃料組成を使用して解析を行えばよい。

また、定義 1 と定義 2 による補正因子を適用した場合の中性子増倍率計算値の比較を Table 4.46 に示す。最大の効果は、美浜 3 号炉において、PWR-U ライブラリでは 0.05%、玄海 1 号炉において、PWR-U ライブラリでは 0.37%、PWR-US ライブラリでは 0.43%、高浜 3 号炉に対しては、PWR-UE ライブラリでは 0.06%、PWR41J32 ライブラリでは 0.2% となり、総じて 0.5% 以下である。よって定義 1 の補正因子を適用する場合は、最大で 0.5% の裕度を見込んでおけば、さらに安全側の評価が得られるが、後に示す本レポートにより得られた結果によると、定義 1 による補正でも全 PIE サンプルに対して安全側の評価となっており、定義 1 の補正因子を適用した場合に非安全側の評価となる可能性は小さいものと思われる。これは、非核分裂性核種の生成量が小さいために、補正因子が大きくても反応度効果が小さいためであると思われる。

**Table 4.36** ORIGEN 出力の組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 (%誤差は1標準偏差)

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U(3.2wt%)		PWR-US(3.2wt%)		PWR-UE		PWR41J32	
	keff	%誤差	keff	%誤差	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.37032	0.0218	1.36960	0.0243	1.42733	0.0213	1.42843	0.0255
10	1.32686	0.0249	1.32607	0.0263	1.38932	0.0225	1.39126	0.0237
15	1.28562	0.0248	1.28768	0.0254	1.35665	0.0236	1.35933	0.0258
20	1.24754	0.0261	1.25061	0.0268	1.32554	0.0248	1.32953	0.0270
30	1.17571	0.0269	1.18173	0.0280	1.26713	0.0308	1.27473	0.0288
40	1.11889	0.0303	1.12207	0.0280	1.21125	0.0289	1.22385	0.0288

**Table 4.37** ORIGEN 出力の組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果  
炉名:Obrigheim 炉, 初期濃縮度 2.83,3.0wt% (%誤差は1標準偏差)

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U				PWR-US			
	2.83wt%		3.0wt%		2.83wt%		3.0wt%	
	keff	%誤差	keff	%誤差	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.34049	0.0232	1.35520	0.0231	1.34046	0.0237	1.35446	0.0255
10	1.29703	0.0251	1.31092	0.0241	1.29574	0.0262	1.31018	0.0267
15	1.25638	0.0261	1.26983	0.0267	1.25793	0.0286	1.27170	0.0249
20	1.21868	0.0279	1.23265	0.0275	1.22265	0.0269	1.23605	0.0266
30	1.14989	0.0279	1.16207	0.0284	1.15806	0.0290	1.16894	0.0296
40	1.09878	0.0295	1.10772	0.0263	1.10329	0.0287	1.11093	0.0280

**Table 4.38** ORIGEN 出力を補正因子(定義1)で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名:Obrigheim, 初期濃縮度 2.83, 3.0wt% (%誤差は1標準偏差)

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U				PWR-US			
	2.83wt%		3.0wt%		2.83wt%		3.0wt%	
	keff	%誤差	keff	%誤差	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.40546	0.0251	1.41800	0.0216	1.41348	0.0243	1.42612	0.0223
10	1.36335	0.0223	1.37593	0.0221	1.36886	0.0249	1.38224	0.0256
15	1.32389	0.0262	1.33750	0.0261	1.32964	0.0240	1.34302	0.0248
20	1.28785	0.0276	1.30094	0.0242	1.29254	0.0248	1.30552	0.0265
30	1.21958	0.0270	1.23139	0.0261	1.22257	0.0285	1.23550	0.0270
40	1.16535	0.0283	1.17595	0.0266	1.16081	0.0269	1.17148	0.0289

**Table 4.39** ORIGEN 出力を補正因子（定義 1）で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：美浜 3 号炉，初期濃縮度 3.2wt%（%誤差は 1 標準偏差）

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U		PWR-US	
	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.39250	0.0232	1.39954	0.0230
10	1.35298	0.0242	1.35848	0.0264
15	1.31595	0.0254	1.32236	0.0243
20	1.28290	0.0277	1.28852	0.0288
30	1.22004	0.0308	1.22674	0.0278
40	1.17130	0.0280	1.17139	0.0284

**Table 4.40** ORIGEN 出力を補正因子（定義 2）で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：美浜 3 号炉，初期濃縮度 3.2wt%（%誤差は 1 標準偏差）

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U		PWR-US	
	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.39239	0.0254	1.39954	0.0230
10	1.35263	0.0258	1.35848	0.0264
15	1.31649	0.0299	1.32236	0.0243
20	1.28355	0.0257	1.28852	0.0288
30	1.22011	0.0288	1.22674	0.0278
40	1.17161	0.0286	1.17139	0.0284

**Table 4.41** ORIGEN 出力を補正因子（定義 1）で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：玄海 1 号炉，初期濃縮度 3.2wt%（%誤差は 1 標準偏差）

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U		PWR-US	
	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.39620	0.0226	1.40561	0.0250
10	1.35394	0.0261	1.36064	0.0264
15	1.31349	0.0264	1.32189	0.0246
20	1.27727	0.0267	1.28491	0.0292
30	1.20975	0.0271	1.21565	0.0290
40	1.15520	0.0297	1.15303	0.0300

**Table 4.42** ORIGIN 出力を補正因子（定義 2）で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：玄海 1 号炉，初期濃縮度 3.2wt%（%誤差は 1 標準偏差）

燃焼度 (GWd/t)	PWR-U		PWR-US	
	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.39686	0.0245	1.40679	0.0219
10	1.35397	0.0239	1.36265	0.0273
15	1.31544	0.0243	1.32393	0.0272
20	1.28019	0.0265	1.28759	0.0263
30	1.21284	0.0289	1.22009	0.0278
40	1.15949	0.0296	1.15800	0.0303

**Table 4.43** ORIGIN 出力を補正因子（定義 1）で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：高浜 3 号炉，初期濃縮度 4.1wt%（%誤差は 1 標準偏差）

燃焼度 (GWd/t)	PWR-UE		PWR41J32	
	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.44763	0.0219	1.43053	0.0220
10	1.41308	0.0227	1.39516	0.0231
15	1.38223	0.0255	1.36369	0.0243
20	1.35315	0.0262	1.33565	0.0251
30	1.29925	0.0288	1.28312	0.0298
40	1.24748	0.0271	1.23553	0.0268

**Table 4.44** ORIGIN 出力を補正因子（定義 2）で補正した組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：高浜 3 号炉，初期濃縮度 4.1wt%（%誤差は 1 標準偏差）

燃焼度 (GWd/t)	PWR-UE		PWR41J32	
	keff	%誤差	keff	%誤差
5	1.44795	0.0211	1.43116	0.0229
10	1.41341	0.0242	1.39548	0.0225
15	1.38165	0.0234	1.36396	0.0282
20	1.35328	0.0254	1.33650	0.0263
30	1.30002	0.0243	1.28489	0.0274
40	1.24773	0.0275	1.23797	0.0302

Table 4.45 MVPによる臨界計算結果 反応度効果一覧 (定義1による)

燃焼度 (GWd/t)	反応度効果 ( (keff 補正あり - keff 補正なし) / keff 補正なし ) ×100 (%)					
	美浜3号炉 (3.2wt%)		玄海1号炉 (3.2wt%)		高浜3号炉 (4.1wt%)	
	PWR-U	PWR-US	PWR-U	PWR-US	PWR-UE	PWR41J32
5	1.619	2.186	0.864	1.560	1.422	0.147
10	1.969	2.444	0.880	1.474	1.710	0.280
15	2.359	2.693	1.064	1.479	1.886	0.321
20	2.834	3.031	1.249	1.570	2.083	0.460
30	3.770	3.809	1.812	1.784	2.535	0.658
40	4.684	4.395	2.387	1.841	2.991	0.954

Table 4.46 MVPによる臨界計算比較 (定義1と定義2の比較)

燃焼度 (GWd/t)	定義1と定義2の反応度効果比較 ( (定義2 - 定義1) / 定義1 ×100 ) (%)				
	美浜3号炉	玄海1号炉		高浜3号炉	
	PWR-U	PWR-U	PWR-US	PWR-UE	PWR41J32
5	-0.008	0.047	0.084	0.022	0.044
10	-0.026	0.002	0.148	0.023	0.023
15	0.041	0.148	0.154	-0.042	0.020
20	0.051	0.229	0.209	0.010	0.064
30	0.006	0.255	0.365	0.059	0.138
40	0.026	0.371	0.431	0.020	0.197

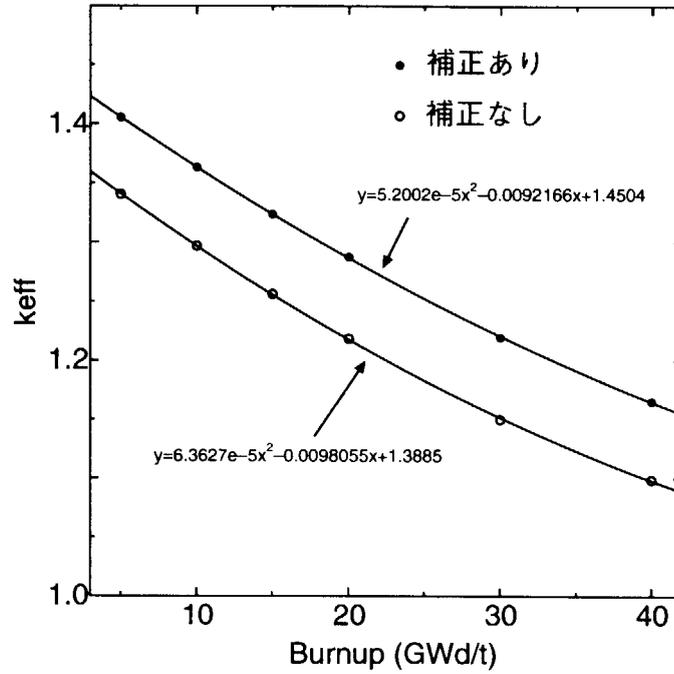


Fig. 4.2 MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ:PWR-U, 2.83wt%, 補正因子は定義1による)

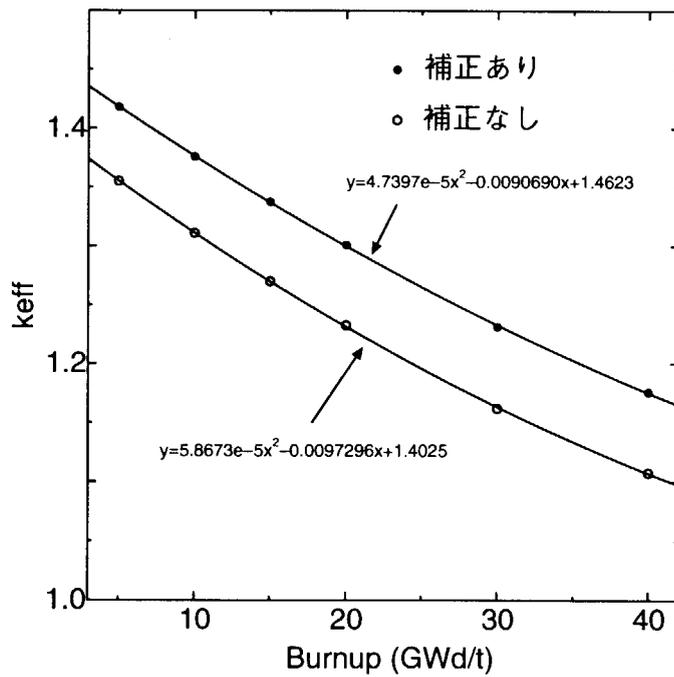


Fig. 4.3 MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ:PWR-U, 3.0wt%, 補正因子は定義1による)

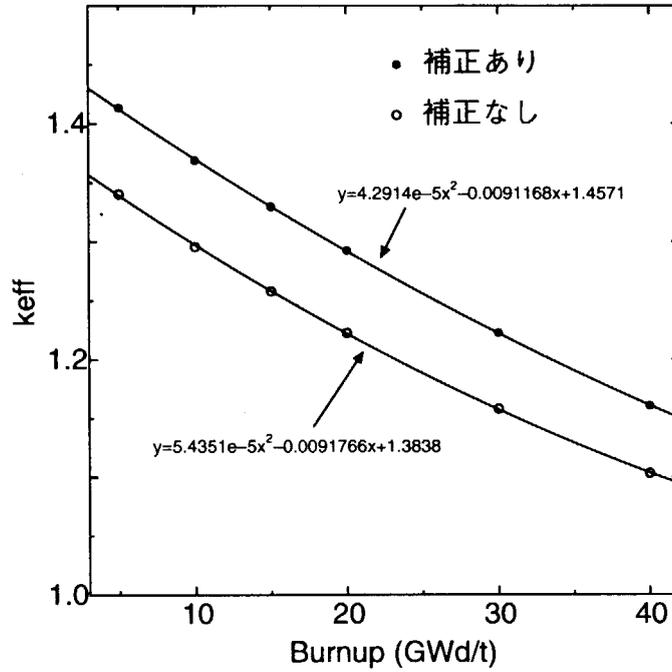


Fig. 4.4 MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ:PWR-US, 2.83wt%, 補正因子は定義 1 による)

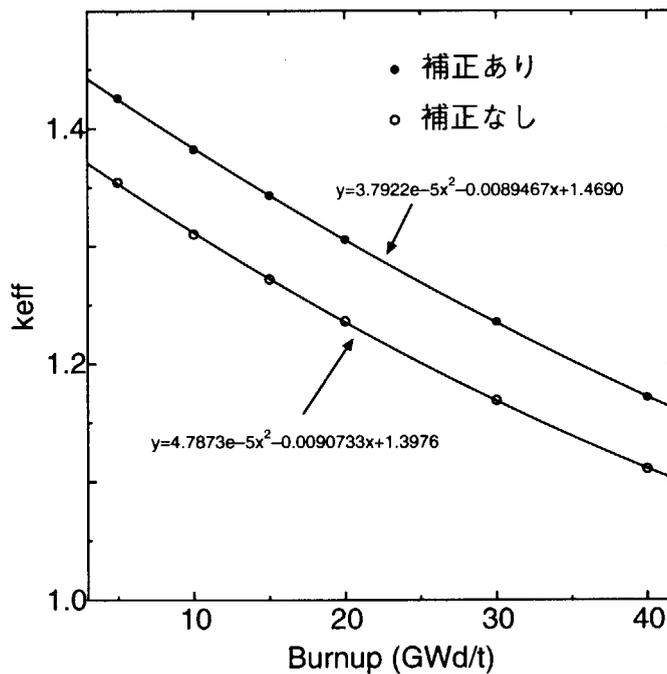


Fig. 4.5 MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ:PWR-US, 3.0wt%, 補正因子は定義 1 による)

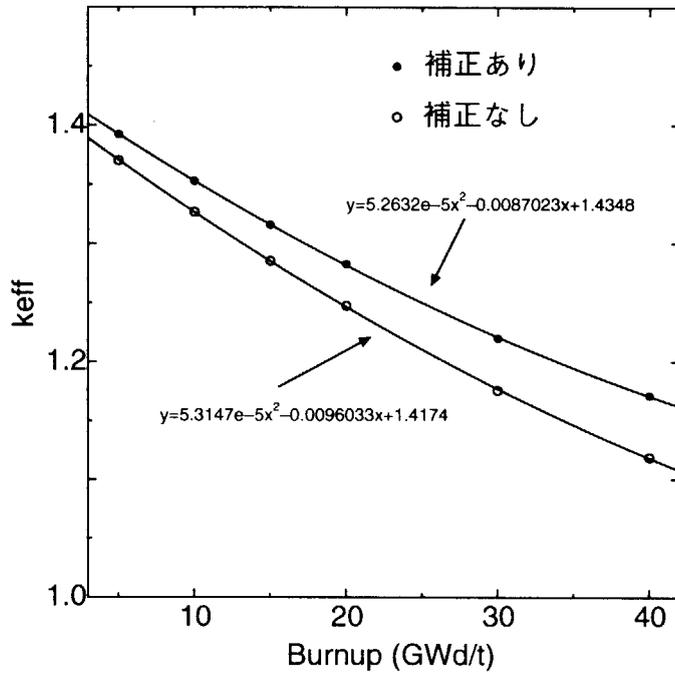


Fig. 4.6 MVP の計算結果 (美浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U, 3.2wt%, 補正因子は定義 1 による)

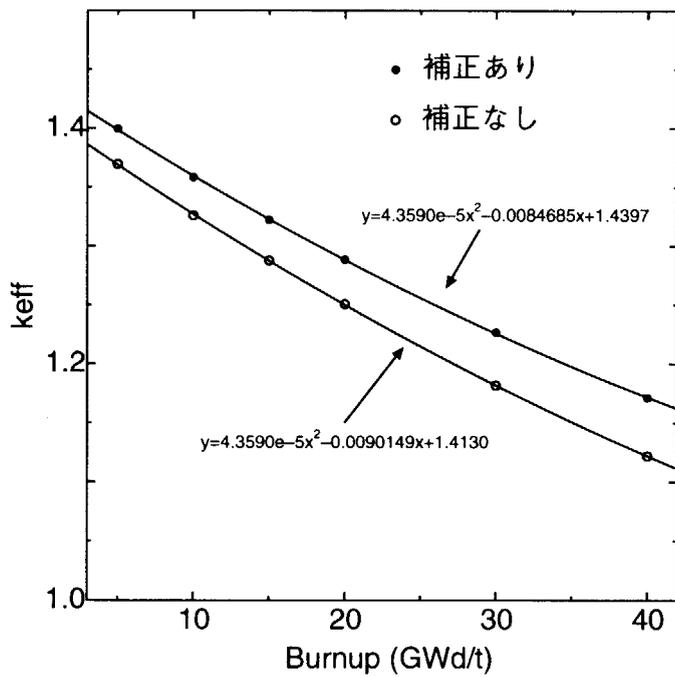


Fig. 4.7 MVP の計算結果 (美浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-US, 3.2wt%, 補正因子は定義 1 による)

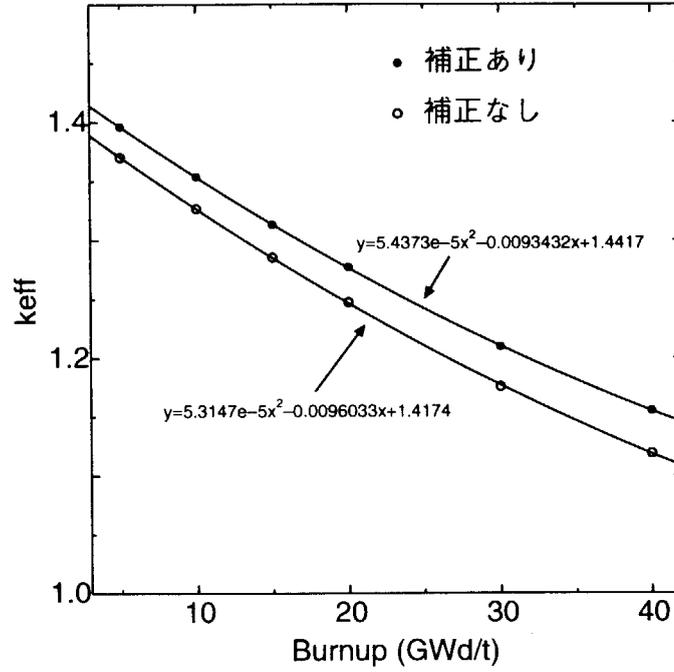


Fig. 4.8 MVP の計算結果 (玄海 1 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U, 3.2wt%, 補正因子は定義 1 による)

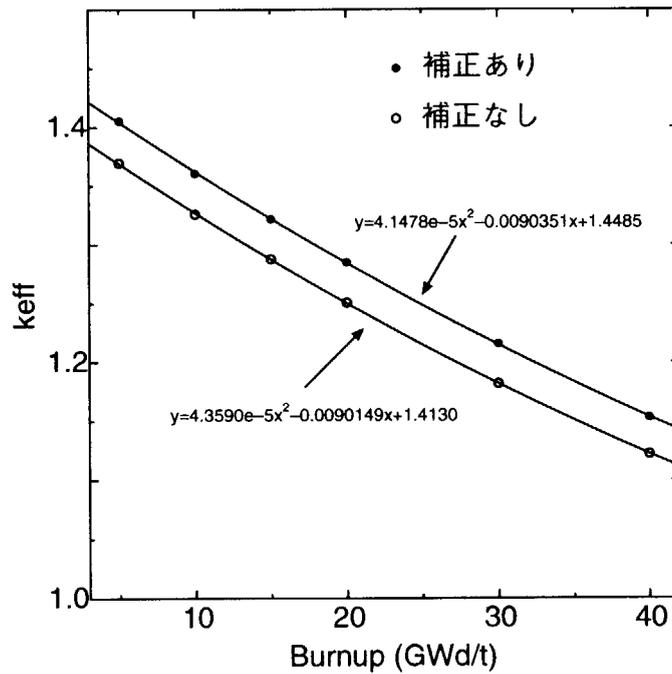


Fig. 4.9 MVP の計算結果 (玄海 1 号炉, 使用ライブラリ: PWR-US, 3.2wt%, 補正因子は定義 1 による)

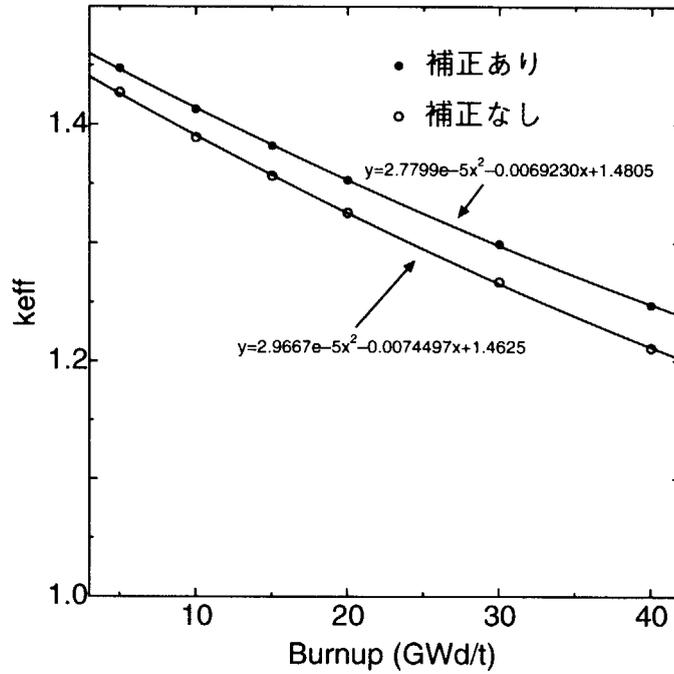


Fig. 4.10 MVP の計算結果 (高浜 3 号炉, 使用ライブラリ : PWR-UE, 4.1wt%, 補正因子は定義 1 による)

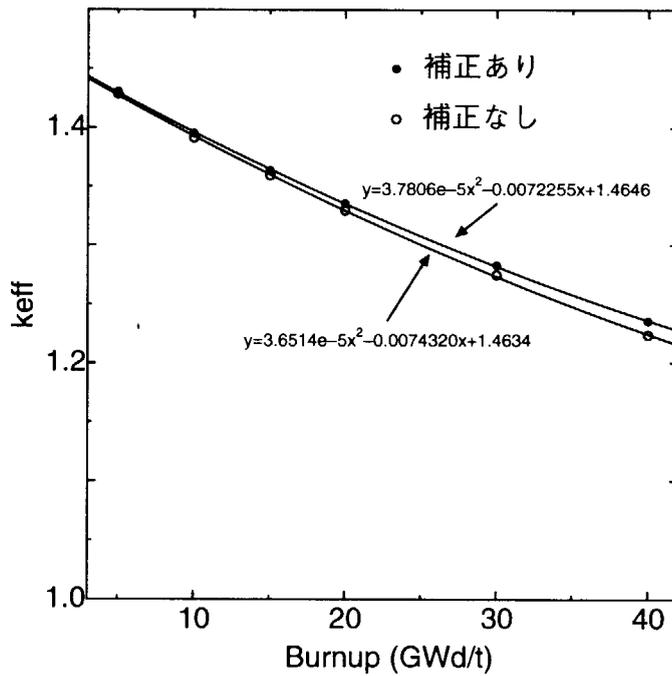


Fig. 4.11 MVP の計算結果 (高浜 3 号炉, 使用ライブラリ : PWR41J32, 4.1wt%, 補正因子は定義 1 による)

#### 4.5 PIE 核種組成データを用いた臨界計算

PIE データを用いた場合の MVP による中性子増倍率計算結果を、Table 4.47 から Table 4.50 までに示す。これらの表には、Fig. 4.2 から Fig. 4.11 までに示したフィッティング曲線からサンプルの燃焼度に対して内挿によって求めた  $k_{eff}$  の値も比較のため合わせて示してある。また、Fig. 4.12 から Fig. 4.21 に PIE の組成による MVP の計算結果をプロットした図を示す。これらの結果より、補正を行う前には ORIGEN2 コードによる計算値をそのまま用いて求めた中性子増倍率は、PIE によって得られた組成を使用して求めた中性子増倍率よりも小さくなることがあるが、補正を行うことにより、全サンプルに対して PIE 組成による中性子増倍率より大きな値を算出できていることがわかった。特に玄海 1 号炉のデータの場合には、PIE データのウラン初期濃縮度が 3.4wt% であり、ORIGEN2 の入力に使用した初期濃縮度が 3.2wt% で、0.2% の差があるにも関わらず、補正を行った組成による中性子増倍率が大きくなっている。

よって、本報告において示した手法により求めた補正因子を適用することで、臨界安全評価において使用できる、反応度的に厳しい安全側の使用済燃料同位体組成が与えられることが分かった。

1. PIE 組成を用いた MVP の計算結果と、補正因子による補正が無い場合の  $k_{eff}$  フィッティングによる結果を比較すると、Obrigheim では大部分のサンプルについてフィッティング曲線から求めた  $k_{eff}$  の方が大きい。一方、他の炉では、大部分のサンプルについて PIE 組成を用いた MVP の計算結果の方が大きくなっている。
2. PIE 組成を用いた MVP の計算結果と補正因子による補正がある場合の  $k_{eff}$  フィッティングによる結果とを比較すると、全サンプルについて組成に補正因子を適用して求めた  $k_{eff}$  の方が大きくなっている。

以上述べたことから、PWR において、ORIGEN2.1 の計算結果に本報告で算出した補正因子を用いて補正を行えば、臨界安全評価において反応度的に厳しい安全側の値が得られることが示された。

**Table 4.47** PIE データの組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：  
Obrigheim

SFCOMPO ID	Sample No.	初期濃縮度 wt%	燃焼度 (GWd/t)	MVP 計算結果		フィッティング曲線から求めた keff			
						PWR-U		PWR-US	
				keff	error(%)	補正なし	補正あり	補正なし	補正あり
201	D1P1	3.0	21.17	1.2370	0.0282	1.2237	1.2925	1.2280	1.2972
203	D1P3	3.0	33.75	1.1428	0.0311	1.1389	1.2078	1.1454	1.2105
204	E3P1	3.0	20.18	1.2217	0.0265	1.2310	1.2996	1.2348	1.3044
205	E3P2	3.0	35.10	1.1630	0.0275	1.1312	1.2000	1.1373	1.2017
206	E3P3	3.0	36.26	1.1172	0.0273	1.1249	1.1937	1.1306	1.1943
207	E3P4	3.0	30.89	1.1496	0.0274	1.1564	1.2256	1.1632	1.2295
208	E3P4	3.0	30.94	1.1584	0.0288	1.1561	1.2253	1.1629	1.2292
209	E3P5	3.0	22.86	1.2149	0.0272	1.2114	1.2804	1.2164	1.2852
210	G7P1	3.0	17.13	1.2556	0.0271	1.2539	1.3218	1.2562	1.3268
211	G7P1	3.0	22.70	1.2492	0.0237	1.2126	1.2816	1.2175	1.2863
212	G7P2	3.0	25.83	1.1975	0.0260	1.1903	1.2596	1.1964	1.2642
213	G7P3	3.0	31.50	1.1460	0.0280	1.1525	1.2217	1.1593	1.2254
214	G7P3	3.0	31.14	1.1543	0.0294	1.1548	1.2240	1.1616	1.2278
215	G7P4	3.0	27.71	1.1892	0.0271	1.1774	1.2467	1.1839	1.2512
216	G7P5	3.0	25.81	1.1985	0.0282	1.1905	1.2597	1.1965	1.2644
217	M14P1	3.0	15.60	1.2596	0.0254	1.2656	1.3330	1.2673	1.3383
218	M14P3	3.0	29.36	1.1718	0.0255	1.1663	1.2356	1.1731	1.2399
219	M14P4	3.0	24.90	1.2006	0.0290	1.1969	1.2661	1.2026	1.2707
220	G14P3(1)	2.83	38.10	1.0921	0.0291	1.1065	1.1739	1.2149	1.2843
221	G14P3(1)	2.83	36.88	1.0844	0.0281	1.1120	1.1799	1.1356	1.1978
222	G14P4(1)	2.83	35.64	1.0871	0.0284	1.1180	1.1864	1.2216	1.2914
223	G14P5(1)	2.83	30.16	1.1122	0.0266	1.1490	1.2186	1.1280	1.1893
224	G14P5(2)	2.83	24.22	1.1619	0.0272	1.1883	1.2580	1.1216	1.1821
225	K14P1	2.83	25.45	1.1883	0.0298	1.1798	1.2495	1.1526	1.2166
226	K14P3(1)	2.83	36.67	1.0920	0.0291	1.1130	1.1809	1.1523	1.2163
227	K14P4(1)	2.83	32.90	1.0935	0.0267	1.1327	1.2018	1.2037	1.2722

**Table 4.48** PIE データの組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：  
美浜 3 号炉

SFCOMPO ID	Sample No.	燃焼度 (GWd/t)	MVP 計算結果		フィッティング曲線から求めた keff			
					PWR-U		PWR-US	
			keff	error(%)	補正なし	補正あり	補正なし	補正あり
401	86B02	8.30	1.3423	0.0238	1.3414	1.3662	1.3412	1.3724
402	86B03	6.90	1.3580	0.0240	1.3537	1.3773	1.3529	1.3833
403	86G05	15.30	1.2908	0.0264	1.2829	1.3140	1.2853	1.3203
404	86G03	21.20	1.2436	0.0276	1.2377	1.2740	1.2415	1.2798
405	86G07	14.60	1.2906	0.0279	1.2885	1.3190	1.2907	1.3254
406	87C03	24.99	1.1735	0.0290	1.2106	1.2502	1.2149	1.2553
407	87C04	32.30	1.1642	0.0281	1.1627	1.2086	1.1673	1.2116
408	87C07	33.70	1.1292	0.0281	1.1541	1.2013	1.1587	1.2038
409	87C08	34.10	1.1412	0.0276	1.1517	1.1993	1.1563	1.2016

**Table 4.49** PIE データの組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：  
玄海 1 号炉

SFCOMPO ID	Sample No.	燃焼度 (GWd/t)	MVP 計算結果		フィッティング曲線から求めた keff			
					PWR-U		PWR-US	
			keff	error(%)	補正なし	補正あり	補正なし	補正あり
401	87H01	38.7	1.1427	0.0293	1.1254	1.1616	1.1294	1.1610
402	87H05	38.1	1.1425	0.0295	1.1287	1.1647	1.1328	1.1645

**Table 4.50** PIE データの組成を用いた場合の MVP による臨界計算結果 炉名：  
高浜 3 号炉

SFCOMPO ID	Sample No.	燃焼度 (GWd/t)	MVP 計算結果		フィッティング曲線から求めた keff			
					PWR-UE		PWR41J32	
			keff	error(%)	補正なし	補正あり	補正なし	補正あり
-	SF95-1-1	14.30	1.3580	0.0269	1.3620	1.3872	1.3375	1.3690
-	SF95-1-2	24.36	1.3030	0.0276	1.2987	1.3284	1.2770	1.3110
-	SF95-1-3	35.42	1.2511	0.0281	1.2358	1.2701	1.2189	1.2561
-	SF95-1-4	36.69	1.2379	0.0285	1.2291	1.2639	1.2128	1.2504
-	SF95-1-5	30.40	1.2659	0.0268	1.2634	1.2957	1.2441	1.2799
-	SF97-1-2	30.73	1.2715	0.0281	1.2616	1.2940	1.2424	1.2783
-	SF97-1-3	42.16	1.2174	0.0306	1.2012	1.2380	1.1879	1.2272
-	SF97-1-4	47.03	1.1857	0.0284	1.1778	1.2164	1.1676	1.2084
-	SF97-1-5	47.25	1.1818	0.0315	1.1767	1.2154	1.1667	1.2076
-	SF97-1-6	40.79	1.2054	0.0290	1.2080	1.2444	1.1939	1.2328

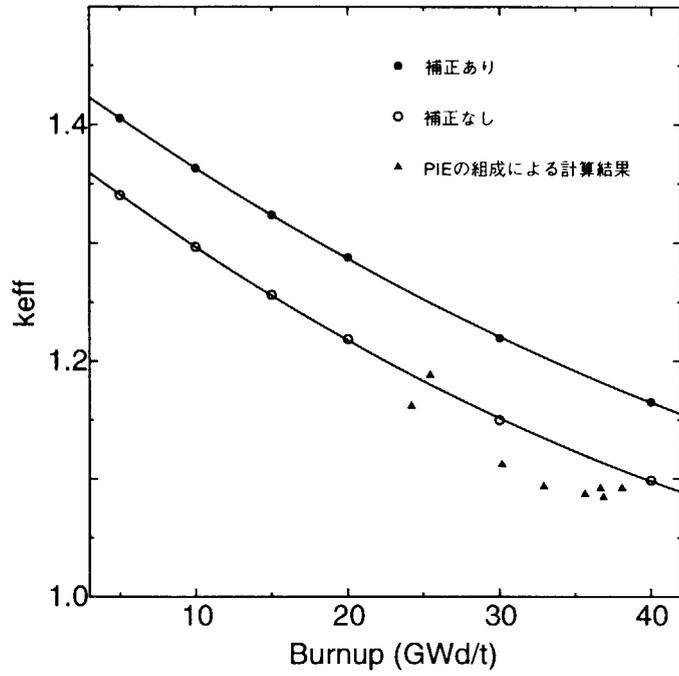


Fig. 4.12 PIE の組成による MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-U, 濃縮度 2.83wt%)

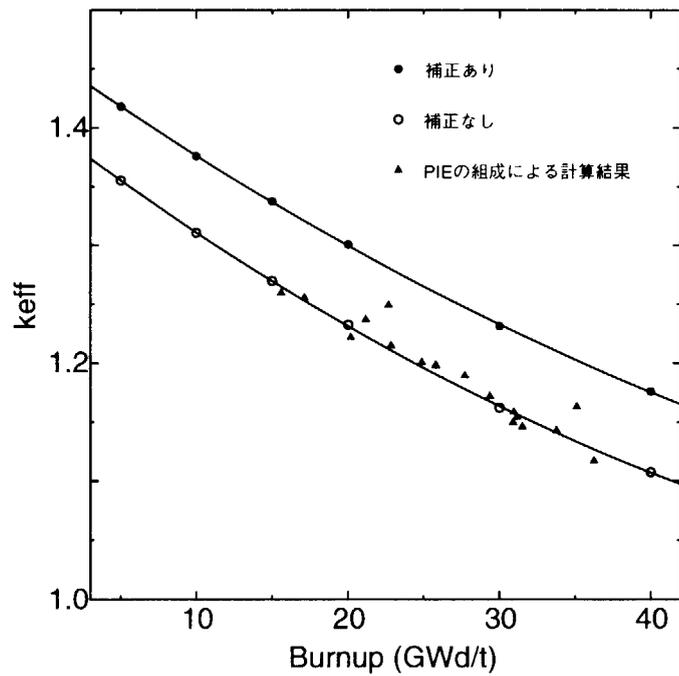


Fig. 4.13 PIE の組成による MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-U, 濃縮度 3.0wt%)

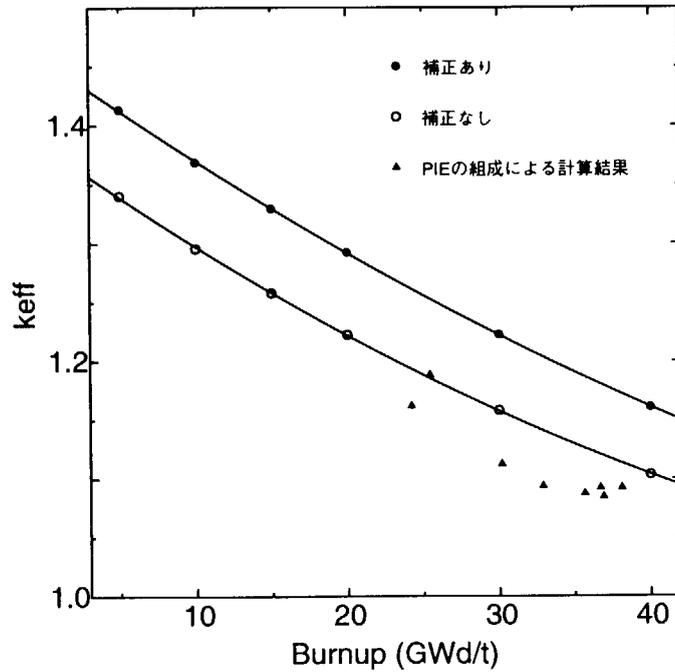


Fig. 4.14 PIE の組成による MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-US, 濃縮度 2.83wt%)

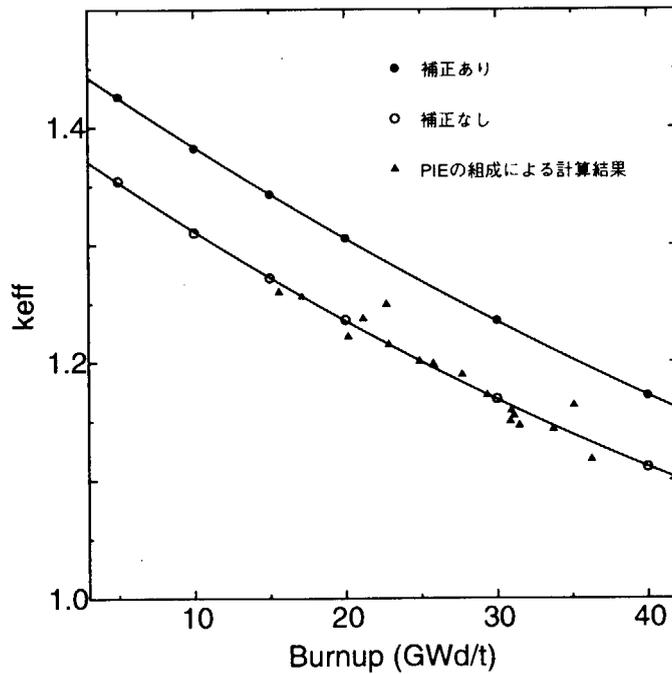


Fig. 4.15 PIE の組成による MVP の計算結果 (Obrigheim, 使用ライブラリ: PWR-US, 濃縮度 3.0wt%)

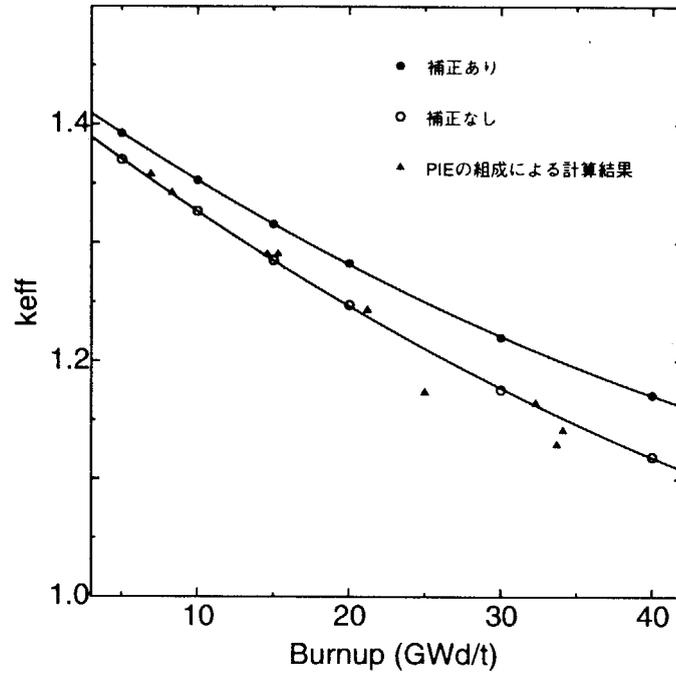


Fig. 4.16 PIE の組成による MVP の計算結果 (美浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U)

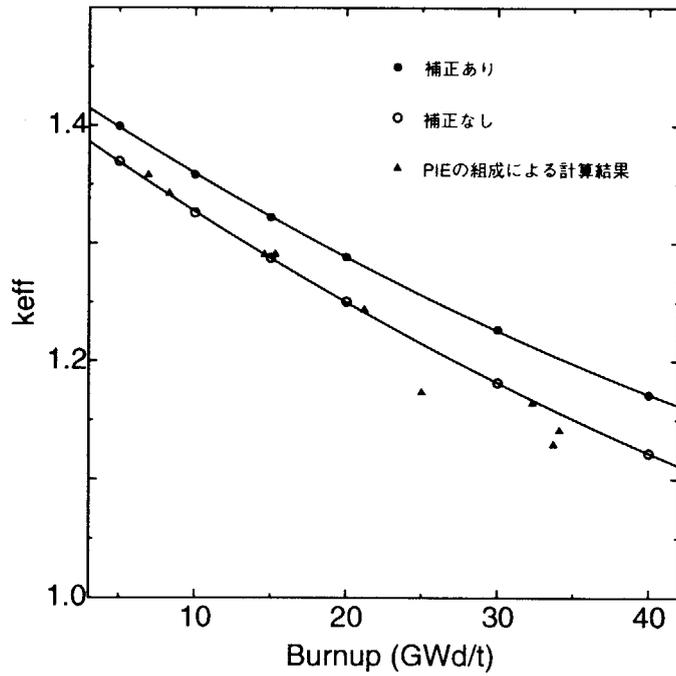


Fig. 4.17 PIE の組成による MVP の計算結果 (美浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-US)

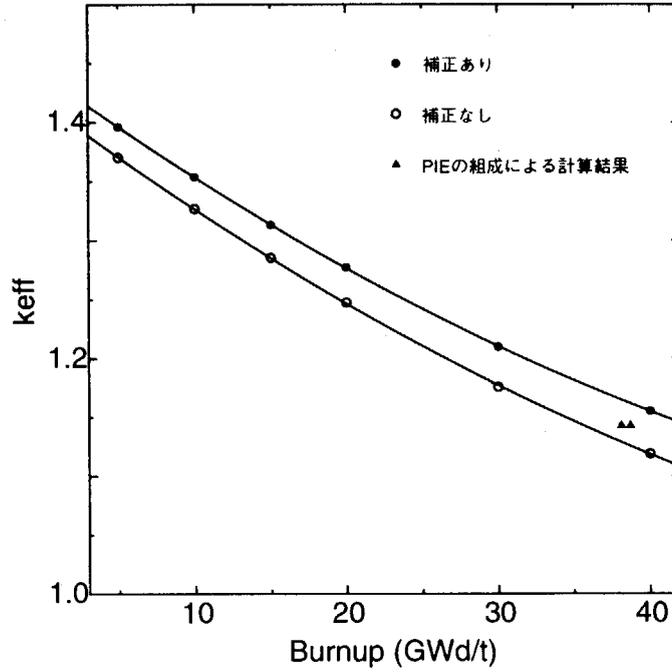


Fig. 4.18 PIE の組成による MVP の計算結果 (玄海 1 号炉, 使用ライブラリ: PWR-U)

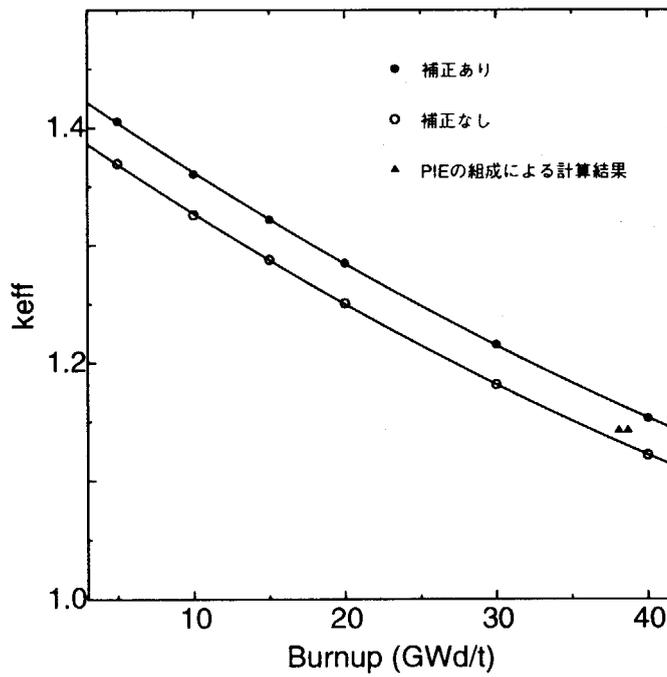


Fig. 4.19 PIE の組成による MVP の計算結果 (玄海 1 号炉, 使用ライブラリ: PWR-US)

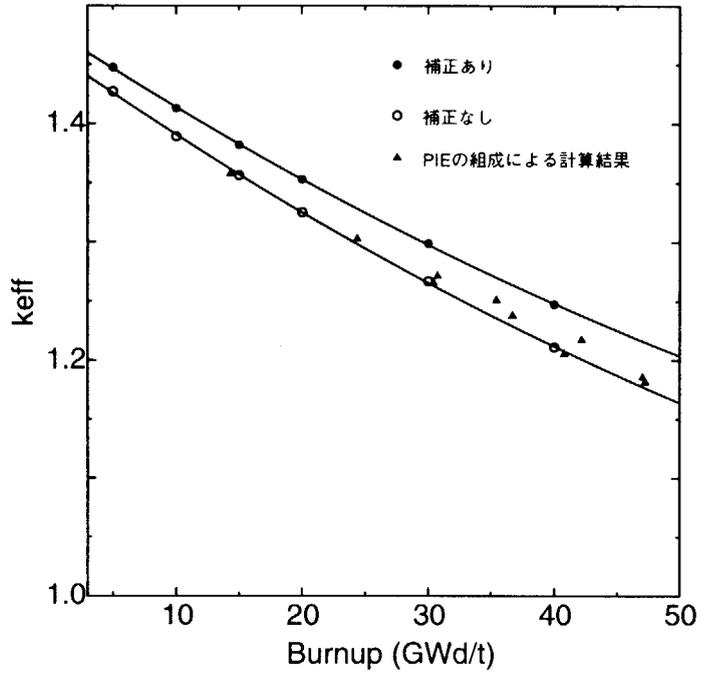


Fig. 4.20 PIE の組成による MVP の計算結果 (高浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR-UE)

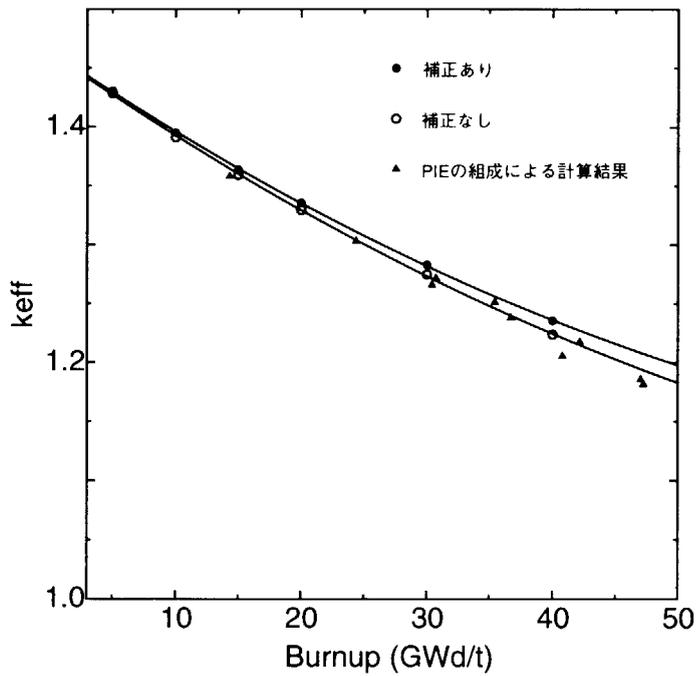


Fig. 4.21 PIE の組成による MVP の計算結果 (高浜 3 号炉, 使用ライブラリ: PWR41J32)

## 5 結論

本レポートにおいて、臨界安全解析において使用することを目的とした組成を、ORIGEN2.1 コードによって求める際に適用するための核種組成補正因子を求め、その補正因子の適用によって実際に反応度的に安全側の組成を与えることができることを示した。本手法も実験値によって安全側の組成を与えるものであるが、コードによる計算値を使用するために、従来の推奨核種組成の問題の一つであったその値の根拠が不明確である点は解決されたと考えられる。しかしながら、本補正因子の導出においては、実験値のもつ誤差についての情報がないために、各レポートにおいて与えられた同位体組成値をそのまま使用している。今後、PIE データ自身の評価を進めることで、実験値の誤差の有する効果を反映することが必要となろう。

この補正因子は補正因子を求めた際の燃料集合体の設計パラメータ及び使用するライブラリの組合せによって決まるものであり、本レポートで示した燃料集合体以外のものであれば、その集合体に対して行われた照射後試験によって得られた同位体組成により同様の解析を行って補正因子を求める必要があることは言うまでもない。また、新たに照射後試験が行われた際には、この補正因子を見直す必要もある。そして付け加えるならば、ライブラリと燃料集合体の組合せにより、補正因子がどの程度変化するかを検討することも今後必要である。

これらの問題点を解決するために、燃料集合体の設計パラメータに依存しない補正因子を求めるには、ORIGEN2 による解析では取り入れることのできない中性子スペクトル情報を取り入れた解析を行う必要がある。その場合においても、使用する計算コードに対して適用する体系のモデル化、計算条件の設定等を適切に行うことはもちろん、そのモデル化等の条件の下で補正因子が与えられることに注意をするべきである。

なお、本報告では PWR に対して解析を行ったが、BWR 燃料集合体に対しては、ボイド率の存在や、燃料集合体中の濃縮度分布の考慮の必要性など、単純な PIE 解析だけでは反応度的に保守的な組成を得ることが困難であると考えられる。今後、BWR についての検討を行う場合には、今回のような実験値との比較ではなく、集合体計算との比較を中心に行うことが重要であると考えられる。

## 参考文献

- [1] M.D.Dehart and O.W.Hermann. *An Extension of the Validation of SCALE(SAS2H) Isotopic Predictions for PWR Spent Fuel*. 1996.
- [2] Meraj Rahimi. *Isotopic and Criticality Validation for PWR Actinide-only Burnup Credit*. DOE/RW-0497, U.S.Department of Energy, 1997.
- [3] 科学技術庁原子力安全局核燃料規制課編. 臨界安全ハンドブック. につかん書房, 1988.
- [4] 奥野浩, 小室雄一. 臨界安全ハンドブック改訂準備資料 (受託研究). JAERI-Tech 95-048, October 1995.
- [5] A.G.Croff. *ORIGEN2 - A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code*. ORNL-5621, July 1980.
- [6] A.G.Croff. *ORIGEN2 - A Versatile Computer Code for Calculating the Nuclide Compositions and Characteristics of Nuclear Materials*. Nucl.Technol., Vol.62, pp. 335-352, September 1983.
- [7] K.J. Notz. *ORIGEN2 Version 2.1 Release Notes*. CCC-371, pp. 200-208, August 1991.
- [8] 須山賢也, 片倉純一, 大川内靖, 石川眞. JENDL-3.2 に基づく ORIGEN2 用ライブラリ: OR-LIBJ32. JAERI-Data/Code 99-003, January 1999.
- [9] 森貴正, 中川正幸. MVP/GMVP 連続エネルギー法及び多群法に基づく汎用中性子・光子輸送計算モンテカルロコード. JAERI-Data/Code 94-007, 1994.
- [10] Masayuki Kurosawa, Yoshitaka Naito, Hiroki Sakamoto, and Toshiyuki Kaneko. *The Isotopic Compositions Database System on Spent Fuels in Light Water Reactors (SFCOMPO)*. JAERI-Data/Code 96-036, February 1997.
- [11] Yoshitaka Naito, Masayoshi Kurosawa, and Toshiyuki Kaneko. *Data Book of The Isotopic Composition of Spent Fuel in Light Water Reactors*. JAERI-M 94-034, March 1994.
- [12] 須山賢也. WWW を利用した核種組成データベースシステム -SFCOMPO on W3-. JAERI-Data/Code 97-045, November 1997.
- [13] P.Barbero, et al. *Post-irradiation Analysis of Obrigheim PWR Spent Fuel*. Nuclear Science and Technology, Vol.2 No.1, pp.129-177, 1980.
- [14] 化学部溶解試験グループ. 使用済燃料の溶解試験. JAERI-M 91-010, 1991.
- [15] Y. Nakahara, et al. *Amount of Nuclides Constituting PWR Spent Fuels : Comparison of Observed with Calculated Values*. Radiochim. Acta, 50, 141, 1990.

- [16] 火力原子力発電技術協会. 原子力発電所運転管理年報 (平成4年度版) . 1993.
- [17] (編) 中原嘉則, 須山賢也, 須崎武則. 軽水炉使用済燃料の燃焼度クレジットに関する技術開発. JAERI-Tech 2000-071, October 2000.
- [18] Makoto TaKano. *OECD/NEA Burnup Credit Criticality Benchmark — Result of Phase-IA —*. JAERI-M 94-003, January 1994.
- [19] 臨界安全性実験データ検討ワーキンググループ日本原子力研究所核燃料施設安全性研究委員会臨界安全性専門部会. 臨界安全ハンドブック第2版. JAERI 1340, 1999.
- [20] 須山賢也, 小室雄一, 高田友幸, 川崎弘光, 大内圭介. 断面積セット作成プログラム MAIL3. 1. JAERI-Data/Code 98-004, February 1998.

This is a blank page.

# 国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$   
 $1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
$10^{18}$	エクサ	E
$10^{15}$	ペタ	P
$10^{12}$	テラ	T
$10^9$	ギガ	G
$10^6$	メガ	M
$10^3$	キロ	k
$10^2$	ヘクト	h
$10^1$	デカ	da
$10^{-1}$	デシ	d
$10^{-2}$	センチ	c
$10^{-3}$	ミリ	m
$10^{-6}$	マイクロ	$\mu$
$10^{-9}$	ナノ	n
$10^{-12}$	ピコ	p
$10^{-15}$	フェムト	f
$10^{-18}$	アト	a

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	$\text{s}^{-1}$
力	ニュートン	N	$\text{m}\cdot\text{kg}/\text{s}^2$
圧力, 応力	パスカル	Pa	$\text{N}/\text{m}^2$
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	$\text{N}\cdot\text{m}$
工率, 放射束	ワット	W	$\text{J}/\text{s}$
電気量, 電荷	クーロン	C	$\text{A}\cdot\text{s}$
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	$\text{W}/\text{A}$
静電容量	ファラド	F	$\text{C}/\text{V}$
電気抵抗	オーム	$\Omega$	$\text{V}/\text{A}$
コンダクタンス	ジーメンズ	S	$\text{A}/\text{V}$
磁束	ウェーバ	Wb	$\text{V}\cdot\text{s}$
磁束密度	テスラ	T	$\text{Wb}/\text{m}^2$
インダクタンス	ヘンリー	H	$\text{Wb}/\text{A}$
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}\text{C}$	
光束度	ルーメン	lm	$\text{cd}\cdot\text{sr}$
照射度	ルクス	lx	$\text{lm}/\text{m}^2$
放射能	ベクレル	Bq	$\text{s}^{-1}$
吸収線量	グレイ	Gy	$\text{J}/\text{kg}$
線量当量	シーベルト	Sv	$\text{J}/\text{kg}$

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	$\text{\AA}$
バーン	b
バル	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

$1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$   
 $1 \text{ b} = 100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$   
 $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Pa}$   
 $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm}/\text{s}^2 = 10^{-2} \text{ m}/\text{s}^2$   
 $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$   
 $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C}/\text{kg}$   
 $1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy} = 10^{-2} \text{ Gy}$   
 $1 \text{ rem} = 1 \text{ cSv} = 10^{-2} \text{ Sv}$

(注)

- 表1 5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局 1985年刊行による。ただし, 1 eV および 1 uの値は CODATA の1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令では bar, barn および「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

## 換算表

力	N (=10 <sup>5</sup> dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度  $1 \text{ Pa}\cdot\text{s}(\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P}(\text{ポアズ})(\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$

動粘度  $1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St}(\text{ストークス})(\text{cm}^2/\text{s})$

圧	MPa (=10 bar)	kgf/cm <sup>2</sup>	atm	mmHg(Torr)	lbf/in <sup>2</sup> (psi)
	1	10.1972	9.86923	$7.50062 \times 10^3$	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	$1.33322 \times 10^{-4}$	$1.35951 \times 10^{-3}$	$1.31579 \times 10^{-3}$	1	$1.93368 \times 10^{-2}$
	$6.89476 \times 10^{-3}$	$7.03070 \times 10^{-2}$	$6.80460 \times 10^{-2}$	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 <sup>7</sup> erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft·lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法)
	1	0.101972	$2.77778 \times 10^{-7}$	0.238889	$9.47813 \times 10^{-4}$	0.737562	$6.24150 \times 10^{18}$	= 4.184 J(熱化学)
	9.80665	1	$2.72407 \times 10^{-6}$	2.34270	$9.29487 \times 10^{-3}$	7.23301	$6.12082 \times 10^{19}$	= 4.1855 J(15°C)
	$3.6 \times 10^6$	$3.67098 \times 10^5$	1	$8.59999 \times 10^5$	3412.13	$2.65522 \times 10^6$	$2.24694 \times 10^{25}$	= 4.1868 J(国際蒸気表)
	4.18605	0.426858	$1.16279 \times 10^{-6}$	1	$3.96759 \times 10^{-3}$	3.08747	$2.61272 \times 10^{19}$	仕事率 1 PS(仏馬力)
	1055.06	107.586	$2.93072 \times 10^{-4}$	252.042	1	778.172	$6.58515 \times 10^{21}$	= 75 kgf·m/s
	1.35582	0.138255	$3.76616 \times 10^{-7}$	0.323890	$1.28506 \times 10^{-3}$	1	$8.46233 \times 10^{18}$	= 735.499 W
	$1.60218 \times 10^{-19}$	$1.63377 \times 10^{-20}$	$4.45050 \times 10^{-26}$	$3.82743 \times 10^{-20}$	$1.51857 \times 10^{-22}$	$1.18171 \times 10^{-19}$	1	

放射能	Bq	Ci
	1	$2.70270 \times 10^{-11}$
	$3.7 \times 10^{10}$	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	$2.58 \times 10^{-4}$	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

ORIGEN2によるPWR燃料燃焼計算結果に適用する核種組成補正因子の導出

**R100**

古紙配合率100%  
白度度70%再生紙を使用しています。