JNC TJ9400 2003-009

# MOZART実験データの整理とJFS-3-J3.2Rによる解析

（核燃料サイクル開発機構　契約業務報告書）

2003年3月

新型炉技術開発株式会社

本資料の全部又は一部を複写・複製・転載する場合は，下記にお問い合わせください。
〒319-1184　茨城県那珂郡東海村村松４番地４９
核燃料サイクル開発機構
技術展開部　技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
２００３

JNC TJ9400 2003-009
2003年3月

# MOZART実験データの整理とJFS-3-J3.2Rによる解析

貝瀬與一郎*1, 長田博夫*1

## 要　旨

サイクル機構では実機解析における予測精度向上や解析システムの精度検証等に資するため、臨界実験データベースの整備を実施している。その一環として英国のZEBRA臨界集合体で実施された高速増殖原型炉もんじゅのモックアップ臨界実験（MOZART実験）について最新の知見を反映して再評価を実施した。

主な成果は以下のとおりである。

(1)　中性子スペクトル測定データの整理

これまで未整理であった炉心中心における中性子スペクトルの測定データを分析し、解析に必要なエネルギー構造や体系モデルの条件を明確にした。

(2)　原子数密度データの改訂

従来の解析で無視していた不純物を考慮に加えるとともにJNCの標準解析手法を反映して原子数密度データを改訂した。その結果、臨界性についてC/E値の炉心形状への依存性が約0.4%Δkから約0.1%Δkに改善した。

(3)　JFS-3-J3.2Rによる解析

70群炉定数JFS-3-J3.2Rを用いて基準計算値及び補正計算値を再評価し、JFS-3-J3.2を用いた従来結果からの変化を分析した。

臨界性については従来の結果に比べ0.1%Δk小さくなった。これはJUPITER臨界実験に対する炉定数の改訂効果と整合している。

制御棒価値についてはB-10濃縮度への依存性が7%から1%に低減し、Naボイド反応度ついてはC/E値が約10%改善した。これらについては炉定数の改訂効果以外に解析モデルの変更が寄与している。

補正値に対する炉定数改訂の寄与は無視できることを確認した。

---

・　本報告書は新型炉技術開発株式会社が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務成果に関するものである。

機構担当部課室：大洗工学センター　システム技術開発部

契約番号：1404A02287

*1　新型炉技術開発株式会社

JNC TJ9400 2003-009

March 2003

# Investigation of MOZART Experimental data and Analysis of MOZART Experiment using JFS-3-J3.2R Group Constant

Yoichiro Kaise*1 and Hiroo Osada*1

Abstract

Various critical experiments have been analyzed and evaluated in Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) to improve the accuracy of prediction for nuclear characteristics of fast breeder reactors.

This report describes update of the analysis of Monju Zebra Assembly Reactor Test (MOZART) reflecting a recent development of JNC analysis scheme.

The main results are as follows:

(1) Compilation of Spectrum Measurements:

Spectrum measurement data are newly compiled including energy structure and geometrical information.

(2) Reevaluation of atomic number density data:

Atomic number density data were reevaluated considering impurities that had been neglected in the past analysis and reflecting a JNC standard analysis scheme. The revision of the data successfully reduces core type dependence of C/E values for criticality from 0.4%dk to 0.1%dk.

(3) Analyses using JFS-3-J3.2R group constant set:

The base-calculation and correction factors were fully reevaluated using JFS-3-J3.2R group constant set and the results were compared with those using JFS-3-J3.2.

For criticality, C/E values become smaller by 0.1%dk, which tendency is consistent with that observed in the analysis of JUPITER experiment.

Reduction of B-10 concentration dependence from 7% to 1% is observed in C/E values for control rod worth, and 10% improvement are for Na void reactivity. These improvements are attribute to the revision of the group constant set and analysis scheme.

The correction factors are confirmed to be insensitive to the revision of group constant sets.

---

・ This work was performed by Advanced Reactor Technology Co., Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : O-Arai Engineering Center System Engineering Technology Division

Contract number : 1404A02287

*1 Advanced Reactor Technology Co., Ltd

# 目　次


頁

1. はじめに ····· 1-1

2. 中性子スペクトル測定データの整理 ····· 2-1

2.1 中性子スペクトル測定及び解析 ····· 2-1

2.2 中性子スペクトルの検討例 ····· 2-4

3. JFS-3-J3.2R による解析 ····· 3-1

3.1 臨界性 ····· 3.1-1

3.2 制御棒価値 ····· 3.2-1

3.3 反応率分布 ····· 3.3-1

3.4 反応率比 ····· 3.4-1

3.5 Ｎａボイド反応度 ····· 3.5-1

3.6 物質反応度価値 ····· 3.6-1

4. 解析誤差の評価 ····· 4-1

5. まとめと課題 ····· 5-1

6. 参考文献 ····· 6-1

付録Ａ MOZART 実験クラスの輸送理論効果の検討例 ····· A-1

付録Ｂ 不純物を考慮した原子数密度の影響評価 ····· B-1

付録Ｃ ライブラリ変更の効果 ····· C-1

付録Ｄ 一次元セル計算モデルでの領域 ····· D-1

# 表リスト


| | | 頁 |
|---|---|---|
| 表 2-1 | Neutron Spectra by Proton Recoil and TOF Measurements ..... | 2-5 |
| 表 2-2 | Final Corrected Spectra and C/E Ratios ..... | 2-6 |
| 表 2-3 | Neutron Spectrum of MZA by Proton Recoil Measurements ..... | 2-8 |
| 表 2-4 | Ratio of Calculated and Measured Neutron Spectra at the Centre of MZA Core ..... | 2-9 |
| 表 3.1-1 | MZA 標準炉心の反応度（実験値） ..... | 3.1-11 |
| 表 3.1-2 | MZB(1)炉心の反応度（実験値） ..... | 3.1-12 |
| 表 3.1-3 | JFS-3-J3.2R ライブラリのエネルギ群構造 ..... | 3.1-13 |
| 表 3.1-4 | MZA 炉心の臨界性の補正計算結果 ..... | 3.1-14 |
| 表 3.1-5 | MZB(1)炉心の臨界性の補正計算結果 ..... | 3.1-15 |
| 表 3.1-6 | MZA 炉心の臨界性 ..... | 3.1-16 |
| 表 3.1-7 | MZB(1)炉心の臨界性 ..... | 3.1-17 |
| 表 3.2-1 | 制御棒価値実験値 ..... | 3.2-6 |
| 表 3.2-2 | 制御棒スーパーセルモデルの等価半径 ..... | 3.2-7 |
| 表 3.2-3 | 制御棒価値解析結果 ..... | 3.2-8 |
| 表 3.3-1(1/2) | MZA 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-5 |
| 表 3.3-1(2/2) | MZA 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-6 |
| 表 3.3-2(1/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-7 |
| 表 3.3-2(2/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-8 |
| 表 3.3-3(1/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-9 |
| 表 3.3-3(2/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-10 |
| 表 3.3-4(1/2) | MZB 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-11 |
| 表 3.3-4(2/2) | MZB 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-12 |
| 表 3.3-5(1/2) | MZB 炉心 $^{238}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-13 |
| 表 3.3-5(2/2) | MZB 炉心 $^{238}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-14 |
| 表 3.3-6(1/2) | MZB 炉心 $^{238}$U 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-15 |
| 表 3.3-6(2/2) | MZB 炉心 $^{238}$U 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-16 |

表 3.3-7(1/2)　MZA 炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較 ..... 3.3-17
表 3.3-7(2/2)　MZA 炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較 ..... 3.3-18
表 3.3-8(1/2)　MZB 炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較 ..... 3.3-19
表 3.3-8(2/2)　MZB 炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較 ..... 3.3-20
表 3.4-1　MZA 炉心中心反応率比の実験値 ..... 3.4-6
表 3.4-2　MZB 炉心中心反応率比の実験値 ..... 3.4-6
表 3.4-3　MZA 炉心中心反応率比の実験値と計算値の比較 ..... 3.4-7
表 3.4-4　MZB 炉心中心反応率比の実験値と計算値の比較 ..... 3.4-7
表 3.4-5　ライブラリ改訂前後の反応率比の比較 ..... 3.4-8
表 3.5-1　MZA 炉心ナトリウムボイド反応度の実験値 ..... 3.5-6
表 3.5-2　MZB 炉心ナトリウムボイド反応度の実験値 ..... 3.5-7
表 3.5-3　MZA 炉心ナトリウムボイド反応度の基準計算値 ..... 3.5-8
表 3.5-4　MZA 炉心ナトリウムボイド反応度の補正値 ..... 3.5-9
表 3.5-5　MZA 炉心ナトリウムボイド反応度の計算値と実験値の比較 ... 3.5-10
表 3.5-6　MZB 炉心ナトリウムボイド反応度の基準計算値 ..... 3.5-11
表 3.5-7　MZB 炉心ナトリウムボイド反応度の補正値 ..... 3.5-12
表 3.5-8　MZB 炉心ナトリウムボイド反応度の計算値と実験値の比較 ... 3.5-13
表 3.5-9　ライブラリ改訂前後のナトリウムボイド反応度の比較 ..... 3.5-14
表 3.6-1　MZA 炉心物質反応度価値の実験値 ..... 3.6-6
表 3.6-2　MZB 炉心物質反応度価値の実験値 ..... 3.6-6
表 3.6-3　MZA 炉心物質反応度価値の計算値と実験値の比較 ..... 3.6-7
表 3.6-4　MZB 炉心物質反応度価値の計算値と実験値の比較 ..... 3.6-7
表 3.6-5　ライブラリ改訂前後の物質反応度価値の比較 ..... 3.6-8
表 4-1　臨界性に対する解析誤差の設定 ..... 4-5
表 4-2　制御棒価値に対する解析誤差の設定 ..... 4-6
表 4-3　反応率分布に対する解析誤差の設定 ..... 4-7
表 4-4　ナトリウムボイド反応度に対する解析誤差の設定 ..... 4-8
表 4-5　物質反応度価値に対する解析誤差の設定 ..... 4-9

# 図リスト


| | | 頁 |
|---|---|---|
| 図 2-1 | Detectable Energy Ranges of various Neutron Spectrometers .. | 2-10 |
| 図 2-2 | MZA Subcritical Loading Pattern for T.O.F Measurements ..... | 2-11 |
| 図 2-3 | MZA Subcritical Loading Pattern for Proton Recoil Measurements | 2-12 |
| 図 2-4 | MZA Subcritical Loading Pattern for TOF Measurements ..... | 2-13 |
| 図 2-5 | Plate Arrangements Adjacent to Probe Tube ..... | 2-14 |
| 図 2-6 | MZA Neutron Spectra measured by Proton Recoil counter and TOF Technique ..... | 2-15 |
| 図 2-7 | Comparison of Calculated and Measured Neutron Spectra of MZA | 2-16 |
| 図 3.1-1 | MZA 標準炉心の燃料装荷図 (水平断面図) ..... | 3.1-18 |
| 図 3.1-2 | MZA 炉心の 2 次元 RZ 体系図 (Z 方向 1/2 炉心体系) ..... | 3.1-19 |
| 図 3.1-3 | MZB(1) 炉心の炉心拡大図 (水平断面図) ..... | 3.1-20 |
| 図 3.1-4 | MZB(1) 炉心の炉心全体図 (水平断面図) ..... | 3.1-21 |
| 図 3.1-5 | MZB 炉心の 2 次元 RZ 体系図 (Z 方向 1/2 炉心体系) ..... | 3.1-22 |
| 図 3.1-6 | MOZART 実験解析の流れ ..... | 3.1-23 |
| 図 3.2-1 | 制御棒のピン構造 ..... | 3.2-9 |
| 図 3.2-2 | MZC 炉心の模擬制御棒及び燃料の装填図 (水平断面図) ..... | 3.2-10 |
| 図 3.2-3 | 制御棒均質化のための計算モデル ..... | 3.2-11 |
| 図 3.3-1 | MZA 炉心 (209 体炉心) の炉心配置図 ..... | 3.3-21 |
| 図 3.3-2 | MZA 炉心反応率分布測定用検出箔の配置図 ..... | 3.3-22 |
| 図 3.3-3 | MZB 炉心半径方向反応率分布測定体系図 ..... | 3.3-23 |
| 図 3.3-4 | MZB 炉心のセルの構成と箔の位置 ..... | 3.3-24 |
| 図 3.3-5(1/2) | MZA 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-25 |
| 図 3.3-5(2/2) | MZA 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-26 |
| 図 3.3-6(1/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-27 |
| 図 3.3-6(2/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-28 |
| 図 3.3-7(1/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-29 |
| 図 3.3-7(2/2) | MZA 炉心 $^{238}$U 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-30 |
| 図 3.3-8(1/2) | MZB 炉心 $^{235}$U 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... | 3.3-31 |

図 3.3-8(2/2) MZB 炉心 $^{235}U$ 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... 3.3-32
図 3.3-9(1/2) MZB 炉心 $^{238}U$ 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... 3.3-33
図 3.3-9(2/2) MZB 炉心 $^{238}U$ 核分裂率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... 3.3-34
図 3.3-10 (1/2) MZB 炉心 $^{238}U$ 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... 3.3-35
図 3.3-10 (2/2) MZB 炉心 $^{238}U$ 捕獲反応率分布の実験値と補正後の C/E 値 ..... 3.3-36
図 3.4-1 セル内のプレート配置 ..... 3.4-9
図 3.4-2 炉心中心(格子位置 50-50)における絶対核分裂計数管の配置 ... 3.4-10
図 3.5-1 MZA 炉心のナトリウムボイド反応度測定体系図 ..... 3.5-15
図 3.5-2 MZA 炉心の軸方向ナトリウムボイド領域図 ..... 3.5-15
図 3.5-3 MZB(2)炉心のナトリウムボイド反応度測定体系図 ..... 3.5-16
図 3.5-4 MZB(2)炉心の軸方向ナトリウムボイド領域図 ..... 3.5-17
図 3.6-1 物質反応度価値測定用のプレート配置 ..... 3.6-9
図 3.6-2 標準炉心のセル配置 ..... 3.6-10
図 3.6-3 MZB 炉心で用いられた特殊燃料要素 ..... 3.6-11

# 1. はじめに

サイクル機構殿大洗工学センターでは，実機解析における予測精度向上や解析システムの精度検証等に資するため，臨界実験データベースの整備を実施している。MOZART 実験は，英国 ZEBRA 臨界集合体で実施された高速増殖原型炉もんじゅのモックアップ臨界実験であり，これまでに JENDL-3.2 ベースの群定数である JFS-3-J3.2 を用いた解析評価が実施されている。

MOZART 実験には一部に未整備の実験データが存在する。従来の炉定数 JFS-3-J3.2 では解析できない項目であるが，現在機構で開発中の次世代炉定数システムを利用すれば解析できる見通しが得られている。

また，昨年度，JFS-3-J3.2 の修正版 JFS-3-J3.2R が公開された。既存データベースを基に評価した結果，炉定数の差異により有意な影響が確認されており，MOZART 実験を既存データベースに組み入れるためには，同様に JFS-3-J3.2R で評価することが不可欠である。

本検討により，未整備の実験データを整理するとともに，MOZART 実験を JFS-3-J3.2R を含む最新の解析システムで改めて評価し，詳細解析情報を整理する。

## 2. 中性子スペクトル測定データの整理

### 2.1 中性子スペクトル測定及び解析

以下の資料を調査し，(1)の内容を第2.1.1項から第2.1.3項に引用する。また，測定法の詳細は(2)から(4)に記載されている。

(1) ZN241 75-12 MOZART-R-47, モーツアルト実験解析総合報告書

(2) SN241 72-20 MOZART-R-8, MOZART 計画成果報告書

(3) SN241 72-48 MOZART-R-20, MOZART 計画成果報告書

(4) SN241 73-23 MOZART-R-29, MOZART 計画成果報告書

#### 2.1.1 中性子スペクトル測定の概要

MZA 炉心中心の中性子スペクトルを TOF 法(Time-of-Flight)，反跳陽子法(P.R.C.; Proton Recoil Counters)，ダブルシンチ法，$^{6}L_{i}$ 法を用いて約 50 eV から 7 MeV の範囲にわたって測定した。各測定法によってカバーしているエネルギー範囲は図 2-1 に示してある。ここでは主として TOF 法と反跳陽子法による測定について述べる。

測定体系は図 2-2 と図 2-3 に示したように，TOF 法と反跳陽子法によって若干異なっている。中性子スペクトル測定体系の実効増倍率と用いられた測定法は以下のとおりである。

keff ≒ 0.85 …… TOF 法，反跳陽子法

≒ 0.96 …… 反跳陽子法

≒ 1.0 …… 反跳陽子法，ダブルシンチ法

TOF 法で 100 eV～MeV 領域にわたって精度よく中性子スペクトルを測定するには，keff ≒0.85 が限度である。従ってこの未臨界体系は MZA の臨界体系とくらべて半径が小さい。またブランケットのスペクトルは炉心のスペクトルよりかなりソフトであるので，未臨界体系中心におけるスペクトルは基本モード・スペクトルと約 10 KeV 以下でかなりちがってくる。この点を改善し，基本モードに出来るだけ近づけるために，図 2-2，図 2-3 に示したように炉心外側に天然ウランからなるバッファー (Buffer) 領域をもうけた。図 2-4 に TOF 装置の配置を示してある。

TOF 法では直径が 4 インチと 2 インチの Lithium Glass 検出器を用いて，200 m

と 50 m の 2 通りの飛行距離（flight path）で中性子スペクトルを測定した。

図 2-5 にはそれぞれの検出器に対して用いられた特殊プレート配列図を示してある。

反跳陽子法に用いられた MZA 体系は図 2-3 に示してある。検出器は水素封入の球形比例計数管（hydrogen-filled spherical proportional counter）が用いられた。パルス立上り弁別（pulse-rise-time discrimination）はγ線に対して約数 KeV までおとせるように設定してある。

なお臨界体系における反跳陽子法の場合は体系外に中性子を引き出して測定した。

測定結果は図 2-6 に示してある。また英国の断面積セット FGL4/5 のブロード・グループ群構造にあわせて多群化した値は表 2-1 と表 2-2 にまとめて示す。測定値に対して Mc Combie の Coarse group data を用いて $^{240}Pu$ 自発分裂の補正を行った。補正係数は表 2-3 にまとめて示す。

ただし，$^{6}L_{i}$ 法は生データの unfolding 法が確立されていない段階であり，他の測定及び解析と比較していない。

2.1.2　中性子スペクトルの実験解析

当時の実験解析は設計計算法の信頼度をチェックするのが主目的であったので，エネルギー群数が 6～26 群程度に限定され，中性子スペクトルの微細構造を議論できるデータはえられていない。ここでは実効増倍率の計算においてえられた結果と測定値を比較してみた。結果は図 2-7 に示してあり，実験値と計算値の比（C/E 値）は表 2-4 に示してある。

2.1.3　中性子スペクトル解析結果のまとめ

(1)　中性子スペクトルの実験値と計算値の比較

6～26 群程度の中性子スペクトルで微細構造を議論するには無理があるが，計算体系自体もプレートの非均質性を無視したものである。その結果であろうと思われるが，高エネルギー領域では全般的に計算値は実験値より大きくなっている。2.2 で述べたように当時の解析では中性子スペクトルの解析に重きをおいていなかったので，これ以上のことを論ずるのは控えておいた方がよかろう。

(2)　中性子スペクトルの実験解析の必要性

(i)　中性子スペクトル自体の比較：MOZART 計画の初期の段階で中性子スペクトル

の測定値とFGL4/MURAL計算値の比較がおこなわれ，Feの30 Kev近傍の共鳴領域における共鳴位置のずれが問題になったことがある。FGL4/MURALは2176群中性子スペクトルを計算できるので実験値との詳細な比較が可能である。周知のように，実験誤差に実用上問題がないではないが，中性子スペクトルはエネルギー依存の情報を提供してくれる数少ない実験データである。今後少なくとも2,000群程度の中性子スペクトルを計算し，実験値と詳細に比較してみる価値は十分にある。

(ii) 中性子スペクトルと他の積分量：(i)で述べた断面積修正等への直接的な活用以外に，中心反応率比，反応率分布，Naボイド反応度の計算精度を高める上で有力なデータになりうる。ただし，中性子スペクトルがこれらの積分量計算値と共通の核データにもとづいている場合にかぎる。この点から今回の解析作業の過程をみなおしてみると，断面積は26ー70群程度のABBN型に限られていた。その結果，2000群程度の微細構造をもった中性子スペクトルをうることができなかった。もっとも，あえてこの程度の群数にしたのは設計計算法に焦点をあてたからでもある。

MOZART 実験解析での反応率分布の C/E 値が全般的に半径とともに小さくなる傾向などは中性子スペクトルの空間変化を計算で追跡できない可能性がある。臨界実験をはなれて，燃料照射実験，構造材の照射効果，遮蔽設計等を考えても中性子スペクトルの重要性は決して低くない。今後の詳細解析が望まれる。

## 2.2 中性子スペクトルの検討例

以下の資料を調査し，(5)の内容をに引用する。

(5) SN241 73-29 MOZART-R-34, モーツアルト派遣団研究報告書

MZA体系の中心で測定された中性子スペクトル及び核反応率比を使ってFGL5断面積データを評価することを試みた。評価の方法は，種々の手法によって測定された中性子スペクトルから得た最も信頼性の高い中性子スペクトルと，計算によって求めた測定体系の実効断面積とからハイブリッド核反応率比を算出し，核反応率比の測定値と比較する方法である。

中性子スペクトルの測定は種々の手法によって，200ev～6Mev のエネルギー範囲が

カバーされているが，現段階ではそのエネルギー範囲についての最終結果（Most Probable Spectra）が得られていない。したがって本報告では 9Kev～6Mev の範囲の現時点で最も信頼できる結果を求め評価に使った。このエネルギー範囲での $^{235}U$, $^{238}U$, $^{239}Pu$, $^{240}Pu$ 核分裂及び $^{238}U$ 捕獲は全エネルギー範囲の反応の約 80%以上を占めているので，9Kev 以下のハイブリッド反応率比を計算値で置きかえても断面積の評価の結果に大きな影響をしないと考えられる。しかし，より詳細な評価をする上では 9Kev 以下のスペクトル測定値を使用すべきであり，現在 9Kev 以下を含む Most Probable Spectra の導出作業が M. Carter 氏によって行われ，それを使用した本手法による断面積評価が U.K. 側で行われることになっている。

ハイブリッド核反応率比を算出するに使用した実効断面積は，スペクトル測定場の C11-1A セル構造に基づき，FGL5 データ MURAL コードによって最終的には 37 群に縮約されたセル平均実効断面積である。なお，スペクトル測定値も同様のエネルギー群に整理されている。前述した如くハイブリッド核反応率比は，9.12Kev～6.07Mev のエネルギー範囲では上述の 37 群の断面積で GOG コードによって求めた計算値を使用した。

ハイブリッド核反応率比と核反応率比の測定値を比較してみると，F5／F9 に関しては 1%以下でかなりよい一致が得られているが，F8／F5 及び F0／F9 に関しては差があり，Hybrid／Measured 値が前者では 1.1，後者については 1.04 となった。C8／F9 については 2%程度の差がある。したがって本評価によれば，$^{238}U$ 及び $^{239}Pu$ 核分裂断面積をそれぞれ 10%，4%程度下げる必要がある。$^{238}U$ 捕獲断面積については 9Kev 以下のエネルギー範囲のハイブリッド核反応率比に計算値を使っているので多少問題があるため明らかではないが 1～2%程度上げる必要性が強い。MZA 体系の keff の計算値と実験値が比較的よい一致を示していることから，上述した如くそれらの断面積を修正した場合，それを保証する必要があり，傾向的には $^{235}U$ 及び $^{239}Pu$ 核分裂を上げる方向であるが，量的に両者合わせて 1%以下であるので現段階でははっきりしたことがいえない。

現段階ではスペクトル測定が行われた全エネルギー領域にわたる Most Probable Spectra が導出されていないので，本報告では測定誤差を含めた検討，評価を行っていない。しかし本手法による評価が U.K. 側で行われることになっているので，近い将来最終結果が報告されるであろう。

表 2-1　　Neutron Spectra by Proton Recoil and TOF Measurements

Table 2.7.1 Neutron Spectra by Proton Recoil and TOF Measurements.

| $\frac{1}{4}$-lethargy | | Calculation | | | P.R.C. Expt. | T.O.F. Experiment | | T.O.F./P.R.C. | | Group Number |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Group Number | Lower Energy Boundaries keV | MURAL | MURAL Smoothed 15% | MURAL Unsmoothed/Smoothed | Series 1 'Unsmoothed' | 4 in. Probe | 2 in. Probe | 4 in. Probe | 2 in. Probe | |
| 8 | 1350 | 12.69 | 12.66 | 1.002 | | | | | | 8 |
| 9 | 1054 | 14.27 | 14.14 | 1.010 | 14.76 | (13.56) | (16.96) | (0.919) | (1.149) | 9 |
| 10 | 821 | 15.65 | 15.94 | 0.982 | 14.39 | (13.92) | (17.00) | (0.967) | (1.181) | 10 |
| 11 | 639 | 21.29 | 21.53 | 0.989 | 20.83 | 20.31 | (23.46) | 0.975 | (1.126) | 11 |
| 12 | 498 | 27.47 | 26.43 | 1.040 | 26.14 | 25.96 | (27.28) | 0.993 | (1.044) | 12 |
| 13 | 388 | 20.05 | 21.40 | 0.937 | 20.72 | 17.87 | (19.09) | 0.862 | (0.921) | 13 |
| 14 | 302 | 27.89 | 27.07 | 1.030 | 27.70 | 27.15 | | 0.980 | | 14 |
| 15 | 235 | 28.06 | 28.23 | 0.994 | 28.67 | 29.57 | | 1.031 | | 15 |
| 16 | 183 | 24.85 | 25.25 | 0.984 | 25.94 | 27.29 | | 1.052 | | 16 |
| 17 | 143 | 25.04 | 24.96 | 1.003 | 27.20 | 27.33 | | 1.005 | | 17 |
| 18 | 111 | 25.68 | 24.77 | 1.037 | 27.07 | 27.56 | | 1.018 | | 18 |
| 19 | 86.5 | 20.73 | 20.81 | 0.996 | 21.37 | 21.94 | | 1.027 | | 19 |
| 20 | 67.4 | 19.76 | 19.79 | 0.998 | 20.76 | 21.70 | | 1.045 | | 20 |
| 21 | 52.5 | 16.63 | 17.15 | 0.970 | 15.83 | 15.98 | | 1.009 | | 21 |
| 22 | 40.9 | 16.46 | 16.05 | 1.025 | 15.05 | 14.33 | | 0.952 | | 22 |
| 23 | 31.8 | 13.01 | 12.76 | 1.019 | 10.48 | 11.43 | | 1.091 | | 23 |
| (23, 24) | | | 11.39 | | 10.75 | 10.25 | | 0.953 | | (23, 24) |
| 24 | 24.8 | 9.884 | 10.01 | 0.988 | 11.02 | 9.075 | | 0.824 | | 24 |
| 25 | 19.3 | 11.69 | 11.84 | 0.988 | 10.13 | 10.66 | | 1.052 | | 25 |
| (25, 26) | | | 10.06 | | 8.740 | 9.068 | | 1.038 | | (25, 26) |
| 26 | 15.0 | 7.961 | 8.282 | 0.961 | 7.351 | 7.476 | | 1.017 | | 26 |
| 27 | 11.7 | 7.177 | 7.011 | 1.024 | 7.230 | 6.487 | | 0.897 | | 27 |
| 28 | 9.12 | 5.917 | 5.807 | 1.019 | 5.398 | 5.837 | | 1.081 | | 28 |
| 29 | 7.10 | 3.823 | 3.940 | 0.971 | 3.247 | 3.762 | | 1.159 | | 29 |
| 30 | 5.53 | 3.450 | 3.419 | 1.009 | 3.188 | 3.490 | | 1.095 | | 30 |
| 31 | 4.31 | 3.006 | 2.964 | 1.014 | (2.382) | 2.844 | | (1.194) | | 31 |
| 32 | 3.35 | 1.872 | 1.836 | 1.020 | (1.471) | 1.827 | | (1.242) | | 32 |
| 33 | 2.61 | .586 | .837 | 0.701 | (0.570) | 0.684 | | (1.201) | | 33 |
| 34 | 2.03 | 2.481 | 2.321 | 1.069 | (1.236) | 1.342 | | (1.086) | | 34 |
| 35 | 1.58 | 2.434 | 2.424 | 1.004 | | 2.558 | | | | 35 |

表2-2　　Final Corrected Spectra and C/E Ratios

Table 2.7.2 Final Corrected Spectra and C/E Ratios

| Upper Energy keV | FCL5 TOFFEE Cell Average Corrected to NURAL | Large Probe Tube | | | | | | | | Small Probe Tube | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 200m | | 50m | | C/E FGL5 | | C/E FGL4 | | 200m | | 50m | | C/E FGL5 | | C/E FGL4 | |
| | | Corr Flux | % Error | Corr Flux | % Error | 200m | 50m | 200m | 50m | Corr Flux | % Error | Corr Flux | % Error | 200m | 50m | 200m | 50m |
| 1353 | 13.88 | 13.6 | 17 | | | 1.02 | | 1.06 | | 17.9 | 25 | | | .78 | | .83 | |
| 1054 | 16.01 | 14.2 | 10 | | | 1.13 | | 1.13 | | 17.9 | 13 | | | .89 | | .91 | |
| 821 | 21.80 | 20.0 | 11 | | | 1.09 | | 1.09 | | 23.2 | 11 | | | .94 | | .95 | |
| 639 | 27.14 | 25.7 | 9 | | | 1.05 | | 1.08 | | 28.4 | 8 | | | .96 | | 1.01 | |
| 498 | 19.90 | 18.4 | 7 | | | 1.08 | | 1.15 | | 19.7 | 8 | | | 1.01 | | 1.05 | |
| 389 | 28.54 | 26.8 | 8 | | | 1.06 | | 1.04 | | 28.3 | 8 | | | 1.01 | | 1.02 | |
| 302 | 28.80 | 30.0 | 5 | | | .96 | | .97 | | 31.3 | 5 | | | .92 | | .94 | |
| 235 | 25.97 | 26.9 | 6 | | | .96 | | .93 | | 26.3 | 7 | | | .99 | | .94 | |
| 183 | 25.95 | 27.3 | 7 | | | .95 | | .94 | | 27.3 | 7 | | | .95 | | .95 | |
| 143 | 26.62 | 26.9 | 6 | | | .99 | | .98 | | 27.9 | 6 | | | .96 | | .99 | |
| 111 | 21.79 | 21.4 | 5 | | | 1.02 | | .99 | | 21.4 | 5 | | | 1.02 | | .99 | |
| 86.5 | 20.70 | 21.4 | 4 | 18.0 | 12 | .97 | 1.15 | .96 | 1.14 | 21.0 | 4 | 18.6 | 12 | .99 | 1.11 | .93 | 1.11 |
| 67.4 | 16.28 | 15.6 | 5 | 14.4 | 7 | 1.04 | 1.13 | 1.11 | 1.18 | 15.8 | 5 | 15.6 | 8 | 1.03 | 1.05 | 1.08 | 1.10 |
| 52.5 | 16.12 | 13.6 | 5 | 13.1 | 6 | 1.18 | 1.23 | 1.20 | 1.26 | 13.4 | 5 | 12.6 | 5 | 1.20 | 1.28 | 1.22 | 1.30 |
| 40.9 | 13.02 | 12.0 | 4 | 11.1 | 6 | 1.08 | 1.18 | 1.10 | 1.19 | 12.2 | 5 | 11.8 | 5 | 1.07 | 1.10 | 1.07 | 1.10 |
| 31.8 | 10.02 | 9.7 | 4 | 10.0 | 5 | 1.03 | 1.00 | 1.07 | 1.04 | 9.8 | 5 | 9.4 | 6 | 1.03 | 1.07 | 1.06 | 1.12 |
| 24.8 | 11.52 | 11.3 | 4 | 10.9 | 4 | 1.02 | 1.06 | 1.06 | 1.10 | 10.6 | 5 | 10.5 | 4 | 1.09 | 1.10 | 1.13 | 1.15 |
| 19.3 | 7.926 | 7.8 | 4 | 7.5 | 6 | 1.02 | 1.06 | 1.03 | 1.06 | 7.41 | 5 | 7.46 | 6 | 1.07 | 1.06 | 1.06 | 1.05 |
| 15.0 | 7.341 | 6.80 | 4 | 6.95 | 5 | 1.03 | 1.06 | 1.09 | 1.07 | 6.80 | 4 | 6.76 | 5 | 1.08 | 1.09 | 1.07 | 1.09 |
| 11.7 | 6.145 | 6.10 | 4 | 6.10 | 5 | 1.01 | 1.01 | .99 | 1.00 | 6.07 | 5 | 5.83 | 5 | 1.01 | 1.05 | .98 | 1.03 |
| 9.12 | 3.815 | 3.80 | 5 | 3.55 | 6 | 1.01 | 1.07 | 1.01 | 1.06 | 3.73 | 6 | 3.70 | 6 | 1.02 | 1.03 | 1.01 | 1.03 |
| 7.10 | 3.930 | 3.58 | 5 | 3.68 | 5 | 1.10 | 1.07 | 1.00 | .99 | 3.51 | 6 | 3.62 | 5 | 1.12 | 1.09 | 1.09 | .91 |
| 5.53 | 3.043 | 3.01 | 6 | 2.91 | 5 | 1.01 | 1.05 | 1.03 | 1.05 | 2.82 | 7 | 2.79 | 5 | 1.08 | 1.09 | 1.03 | 1.08 |
| 4.31 | 1.821 | 1.78 | 6 | 1.87 | 5 | 1.02 | .97 | 1.07 | 1.01 | 1.66 | 9 | 1.87 | 6 | 1.10 | .97 | 1.14 | 1.01 |
| 3.36 | .498 | .57 | 13 | .54 | 13 | .88 | .92 | .99 | 1.12 | .53 | 21 | .54 | 14 | .94 | .93 | 1.10 | 1.19 |
| 2.61 | 1.311 | 1.29 | 8 | 1.36 | 7 | 1.01 | .97 | 2.05 | 1.89 | 1.31 | 11 | 1.35 | 7 | 1.00 | .97 | 2.02 | 1.93 |
| 2.04 | 2.465 | 2.48 | 7 | 2.51 | 7 | 1.00 | .98 | .97 | .97 | 2.52 | 10 | 2.48 | 10 | .98 | 1.00 | .02 | .95 |
| 1.59 | 2.343 | 2.36 | 7 | 2.35 | 7 | 1.00 | 1.00 | .91 | .92 | 2.11 | 9 | 2.30 | 8 | 1.11 | 1.02 | .99 | .98 |
| 1.23 | 1.643 | 1.65 | 7 | 1.71 | 6 | .99 | .96 | .92 | .89 | 1.54 | 10 | 1.69 | 7 | 1.07 | .97 | .97 | .88 |
| .961 | 1.259 | 1.32 | 8 | 1.34 | 6 | .96 | .94 | .82 | .81 | 1.43 | 12 | 1.34 | 7 | .88 | .94 | .75 | .80 |
| .749 | .907 | .97 | 9 | .98 | 6 | .94 | .93 | .79 | .78 | .89 | 12 | 1.00 | 7 | 1.03 | .91 | .85 | .76 |
| .583 | .561 | .66 | 10 | .642 | 7 | .85 | .87 | .78 | .79 | .57 | 19 | .631 | 8 | .99 | .89 | .83 | .71 |
| .454 | .356 | .43 | 14 | .426 | 7 | .82 | .84 | .72 | .73 | .30 | 42 | .466 | 8 | 1.19 | .76 | 1.03 | .69 |
| .354 | .203 | .34 | 18 | .256 | 7 | .60 | .79 | .54 | .71 | .12 | | .267 | 9 | 1.75 | .76 | 1.54 | .67 |

Table 2.7.2 conted.

| Upper Energy keV | FGL5 TOFFEE Cell Average Corrected to NURAL | Large Probe Tube | | | | | | | | Small Probe Tube | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 200m | | 50m | | C/E FGL5 | | C/E FGL4 | | 200m | | 50m | | C/E FGL5 | | C/E FGL4 | |
| | | Corr Flux | % Error | Corr Flux | % Error | 200m | 50m | 200m | 50m | Corr Flux | % Error | Corr Flux | % Error | 200m | 50m | 200m | 50m |
| .275 | .158 | | | .209 | 7 | | .76 | | .64 | | | .199 | 11 | | .79 | | .66 |
| .215 | .095 | | | .129 | 8 | | .74 | | .85 | | | .142 | 13 | | .67 | | .78 |
| .167 | .060 | | | .082 | 9 | | .74 | | .88 | | | .101 | 17 | | .59 | | .71 |
| .130 | .034 | | | .048 | 14 | | .72 | | .84 | | | .066 | 23 | | .52 | | .61 |
| .101 | .017 | | | .023 | 27 | | .75 | | .95 | | | | | | | | |
| .079 | .008 | | | .014 | 42 | | .62 | | .77 | | | | | | | | |
| .061 | .004 | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| .048 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表 2-3　　Neutron Spectrum of MZA by Proton Recoil Measurements

Table 2.7.3 Neutron Spectrum of MZ−A by Proton Recoil Measurement.

| ¼-lethargy | | Series 1 P.R.C. Exp. keff = 0.85 | | Series 2 P.R.C. Exp. keff = 0.96 | | Calculation | P.R.C. Series 2 / P.R.C. Series 1 | Calculation / Expt. P.R.C. Series 1 | Group Number |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Group Number | Lower Energy Boundaries keV | Spontaneous Source Correction Factors | Corrected Experiment | Spontaneous Source Correction Factors | Corrected Experiment | MURAL Smoothed 15% | | | |
| 8 | 1350 | | | | | 12.66 | | | 8 |
| 9 | 1054 | 0.952 | 14.61 | 0.981 | | 14.14 | | 0.967 | 9 |
| 10 | 821 | 0.963 | 14.65 | 0.985 | | 15.94 | | 1.088 | 10 |
| 11 | 639 | 0.971 | 21.06 | 0.988 | | 21.53 | | 1.022 | 11 |
| 12 | 498 | 0.977 | 25.15 | 0.991 | | 26.43 | | 1.051 | 12 |
| 13 | 388 | 0.982 | 22.11 | 0.993 | 23.61 | 21.40 | 1.068 | 0.968 | 13 |
| 14 | 302 | 0.988 | 26.89 | 0.995 | 27.85 | 27.07 | 1.036 | 1.007 | 14 |
| 15 | 235 | 0.996 | 28.85 | 0.998 | 29.04 | 28.23 | 1.007 | 0.979 | 15 |
| 16 | 183 | 1.005 | 26.35 | 1.003 | 26.59 | 25.25 | 1.009 | 0.958 | 16 |
| 17 | 143 | 1.013 | 27.12 | 1.007 | 26.62 | 24.96 | 0.982 | 0.920 | 17 |
| 18 | 111 | 1.020 | 26.11 | 1.010 | 25.51 | 24.77 | 0.977 | 0.949 | 18 |
| 19 | 86.5 | 1.025 | 21.45 | 1.013 | 21.48 | 20.81 | 1.001 | 0.970 | 19 |
| 20 | 67.4 | 1.029 | 20.79 | 1.016 | 20.77 | 19.79 | 0.999 | 0.952 | 20 |
| 21 | 52.5 | 1.031 | 16.33 | 1.018 | 15.98 | 17.15 | 0.979 | 1.051 | 21 |
| 22 | 40.9 | 1.034 | 14.68 | 1.018 | 15.25 | 16.05 | 1.039 | 1.093 | 22 |
| 23 | 31.8 | 1.038 | 10.28 | 1.018 | 9.967 | 12.76 | 0.970 | 1.241 | 23 |
| (23, 24) | | | 10.72 | | 11.07 | 11.39 | 1.033 | 1.063 | (23, 24) |
| 24 | 24.8 | 1.042 | 11.16 | 1.017 | 12.17 | 10.01 | 1.091 | 0.897 | 24 |
| 25 | 19.3 | 1.046 | 10.26 | 1.016 | 9.216 | 11.84 | 0.898 | 1.153 | 25 |
| (25, 26) | | | 8.954 | | 8.453 | 10.06 | 0.944 | 1.124 | (25, 26) |
| 26 | 15.0 | 1.050 | 7.648 | 1.014 | 7.691 | 8.282 | 1.006 | 1.083 | 26 |
| 27 | 11.7 | 1.053 | 7.063 | 1.013 | 7.475 | 7.011 | 1.058 | 0.993 | 27 |
| 28 | 9.12 | 1.057 | 5.298 | 1.012 | 5.366 | 5.807 | 1.013 | 1.096 | 28 |
| 29 | 7.10 | 1.060 | 3.346 | 1.011 | 3.702 | 3.940 | 1.106 | 1.177 | 29 |
| 30 | 5.53 | 1.063 | 3.160 | 1.010 | (2.817) | 3.419 | | 1.082 | 30 |
| 31 | 4.31 | 1.065 | (2.349) | 1.009 | (1.354) | 2.964 | | (1.262) | 31 |
| 32 | 3.35 | 1.067 | (1.442) | 1.008 | (0.445) | 1.836 | | (1.273) | 32 |
| 33 | 2.61 | 1.072 | (0.813) | 1.007 | (0.229) | .837 | | (1.028) | 33 |
| 34 | 2.03 | 1.077 | (1.156) | 1.005 | (0.970) | 2.321 | | (2.007) | 34 |
| 35 | 1.58 | 1.085 | | 1.001 | | 2.424 | | | 35 |

表 2-4　　Ratio of Calculated and Measured Neutron Spectra at the Centre of MZA Core

Table 2.7.4 The Ratio of Calculated and Measured Neutron Spectra at the Centre of MZ-A Core

| Gr. No. | *) Upper energy $E_l$ | Experiment 200 m T.O.F. 4' probe | Method - 1 (F) | 2 (H) | 3 (M) | 4 (T) | 5 (S) | 6 (J) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 1.4 MeV | 0.1473 ±9% | 1.11 | 1.20 | 1.24 | 1.18 | 1.11 | 1.33 |
| 6 | 0.8 | 0.2258 ±5.5 | 0.81 | 1.17 | 1.18 | 1.17 | 1.16 | 0.95 |
| 7 | 0.4 | 0.2894 ±3.8 | 0.90 | 0.93 | 0.93 | 0.97 | 0.93 | 0.94 |
| 8 | 0.2 | 0.2787 ±4.1 | 0.92 | 0.85 | 0.90 | 0.84 | 0.87 | 0.85 |
| 9 | 0.1 | 0.1961 ±2.1 | 0.96 | 0.93 | 0.91 | 0.91 | 0.90 | 1.00 |
| 10 | 46.5 KeV | 0.1153 ±2.2 | 1.41 | 1.15 | 1.04 | 1.10 | 1.09 | 1.24 |
| 11 | 21.5 | 0.07606 ±2.1 | 1.07 | 1.03 | 1.02 | 1.04 | 1.13 | 0.99 |
| 12 | 10.0 | 0.03875 ±2.3 | 1.13 | 0.97 | 0.94 | 1.04 | 1.14 | 0.99 |
| 13 | 4.65 | 0.01452 ±3.4 | 1.44 | 0.92 | 0.84 | 0.92 | 1.00 | 1.37 |
| 14 | 2.15 | 0.02281 ±3.4 | 0.78 | 0.88 | 0.94 | 0.93 | 0.98 | 0.91 |
| 15 | 1.00 | 0.01115 ±3.6 | 0.68 | 0.83 | 0.82 | 0.95 | 0.98 | 0.84 |
| 16 | 0.465 | 0.00362 ±4.4 | 0.51 | 1.01 | 0.89 | 0.93 | 1.11 | 0.96 |

*) Measured spectrum shown in FGL5 37 group was renormaliqed to ABBN 26 group's

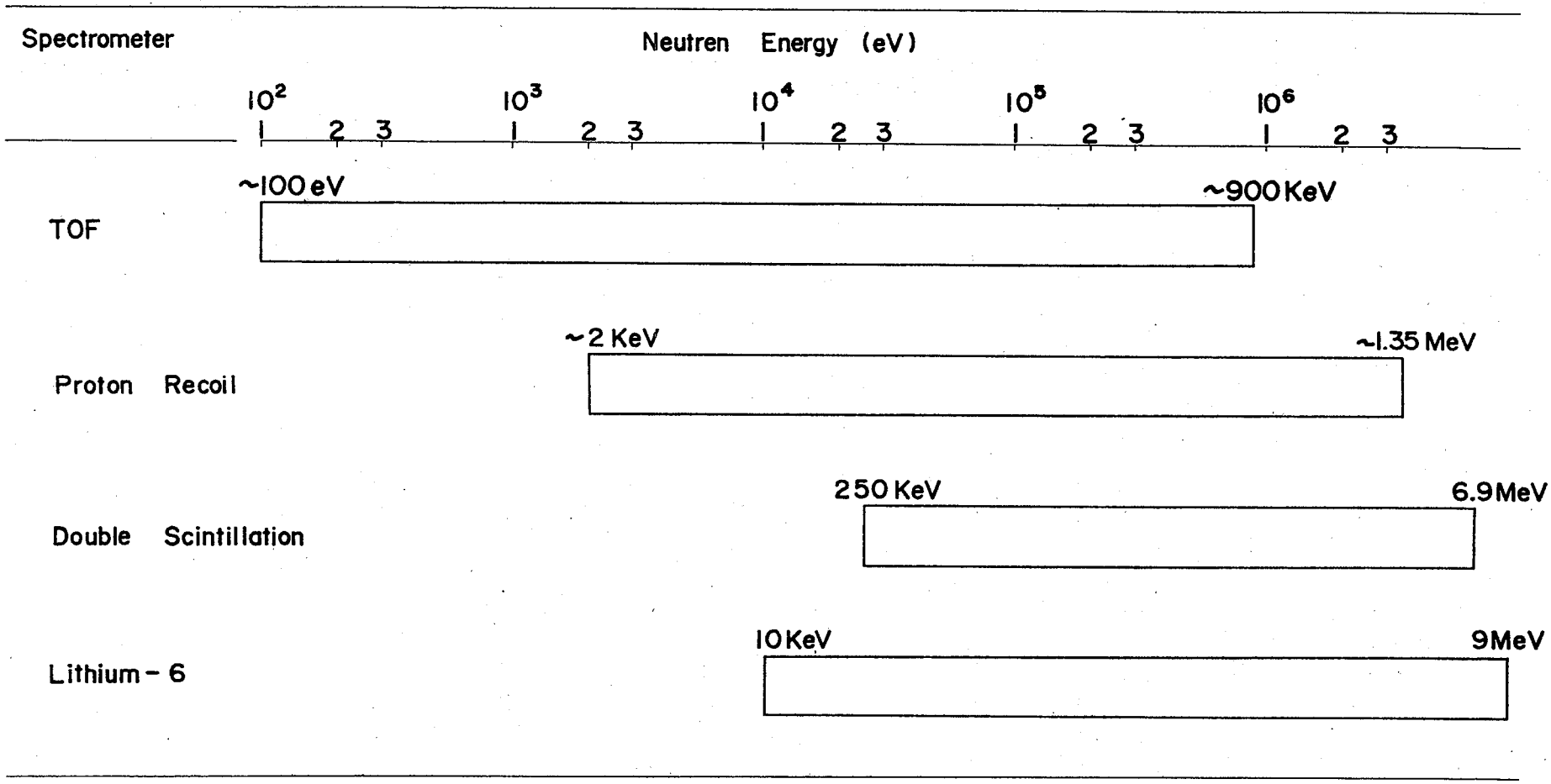



Fig. 2.7.1 Detectable Energy Ranges of various Neutron Spectrometers

図 2-1 Detectable Energy Ranges of various Neutron Spectrometers

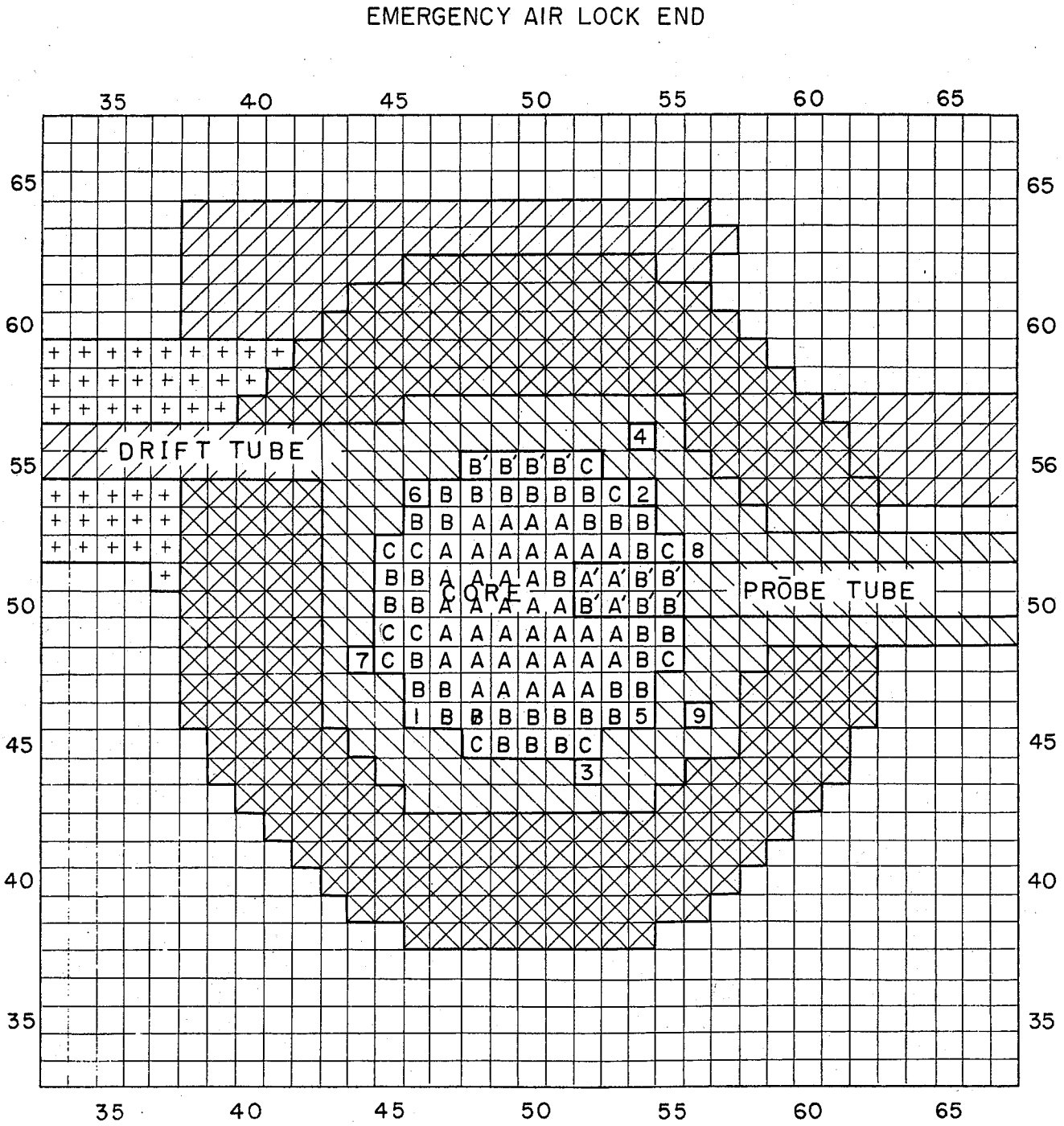



Fig. I.6 MZ-A Subcritical Loading Pattern for T.O.F Measurements

[1] ~ [8] : ZEBRA Control Rod

[A] : CII-IA (Pu) [B] : CII-IB (Pu) [C] : CII-IC (Pu)

[X] : BII-1 (Nat.U) [N] : BII-3 (Nat.U) [Z] : BII-4 (Nat.U) [+] : BII-5 (Nat.U)

Half elements in drift tube and probe tube positions are shown by primes.

図 2-2 MZA Subcritical Loading Pattern for T.O.F Measurements

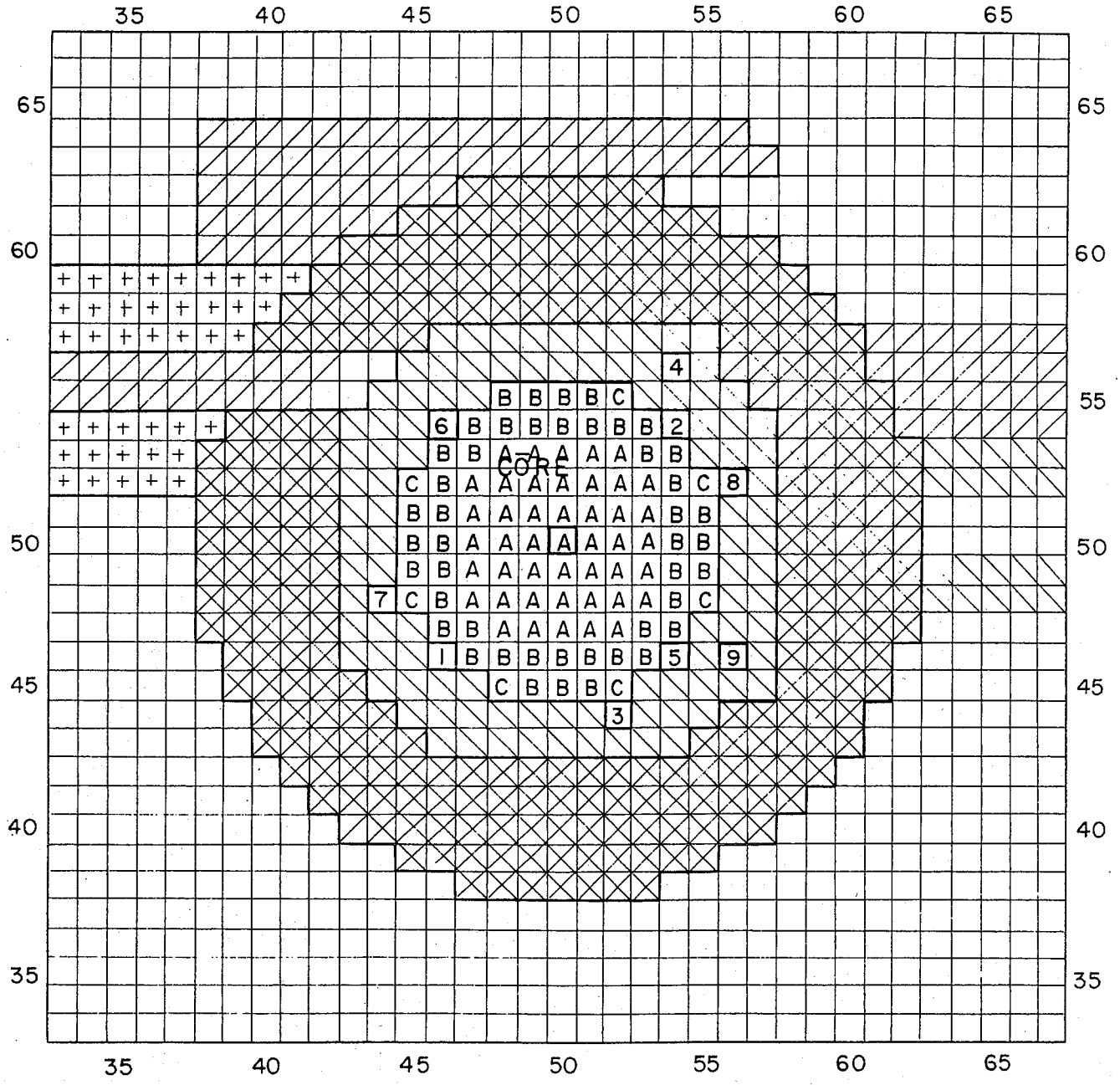



Fig.I.7 MZ-A Subcritical Loading Pattern for Proton Recoil Measurements

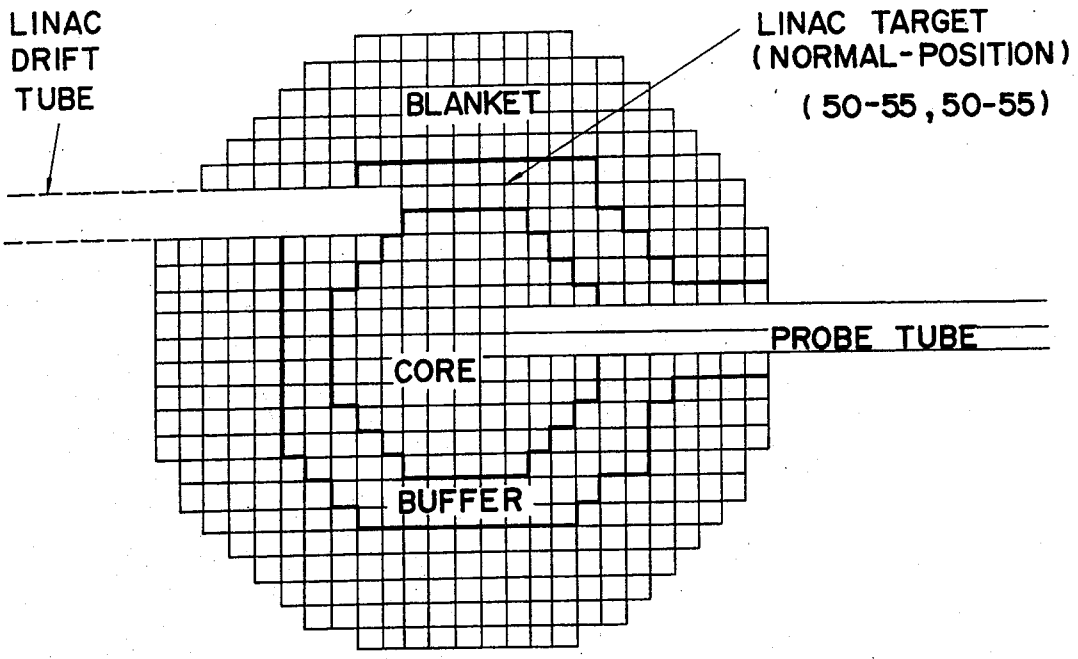
[1] ~ [9] : ZEBRA Control Rods

[A] : CII-IA (Pu) [B] : CII-IB (Pu) [C] : CII-IC (Pu)

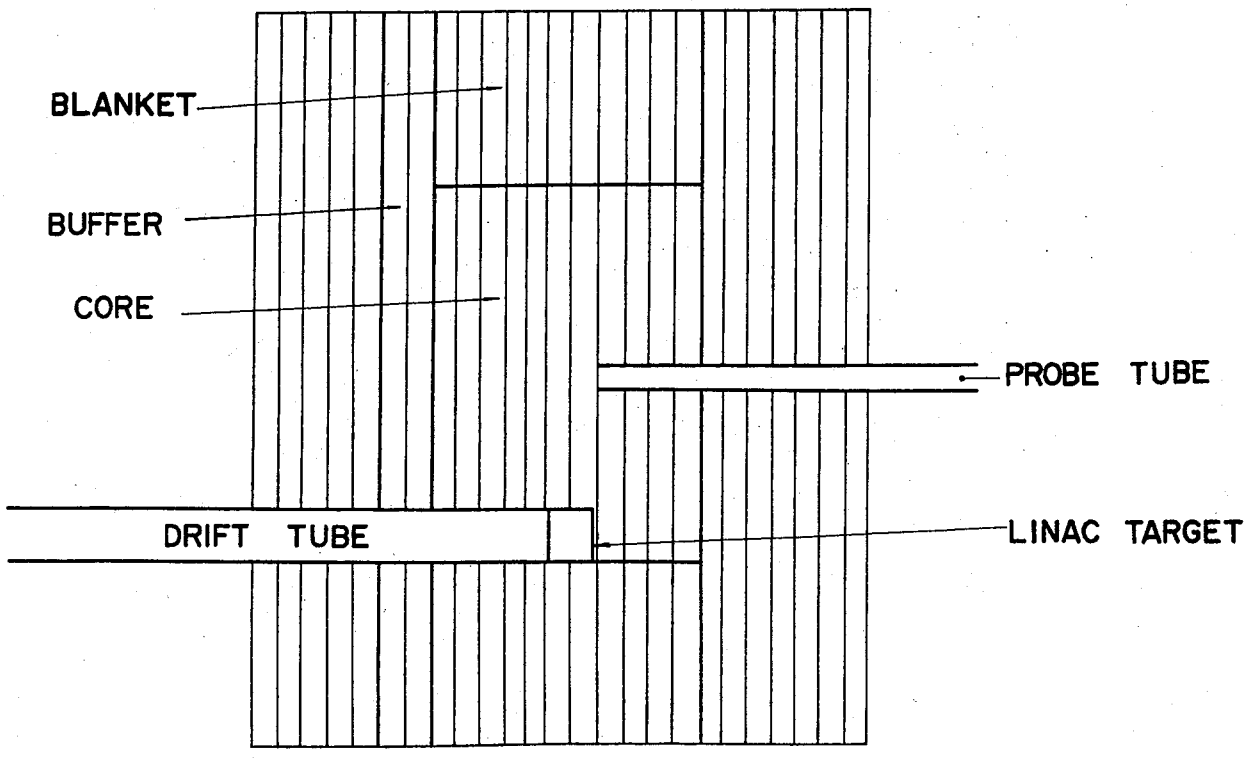
[X] : BII-1 (Nat. U) [\] : BII-3 (Nat.U) [/] : BII-4 (Nat.U) [+] : BII-5 (Nat.U)

Half elements in drift tube positions : X=55, 56 , Y= up to 51

図 2-3 MZA Subcritical Loading Pattern for Proton Recoil Measurements




(a) Plane of MZ-A




(b) Side Elevation of MZ-A

Fig. 2.7.2 MZ-A Subcritical Loading for TOF Measurement

図 2-4 MZA Subcritical Loading Pattern for TOF Measurements

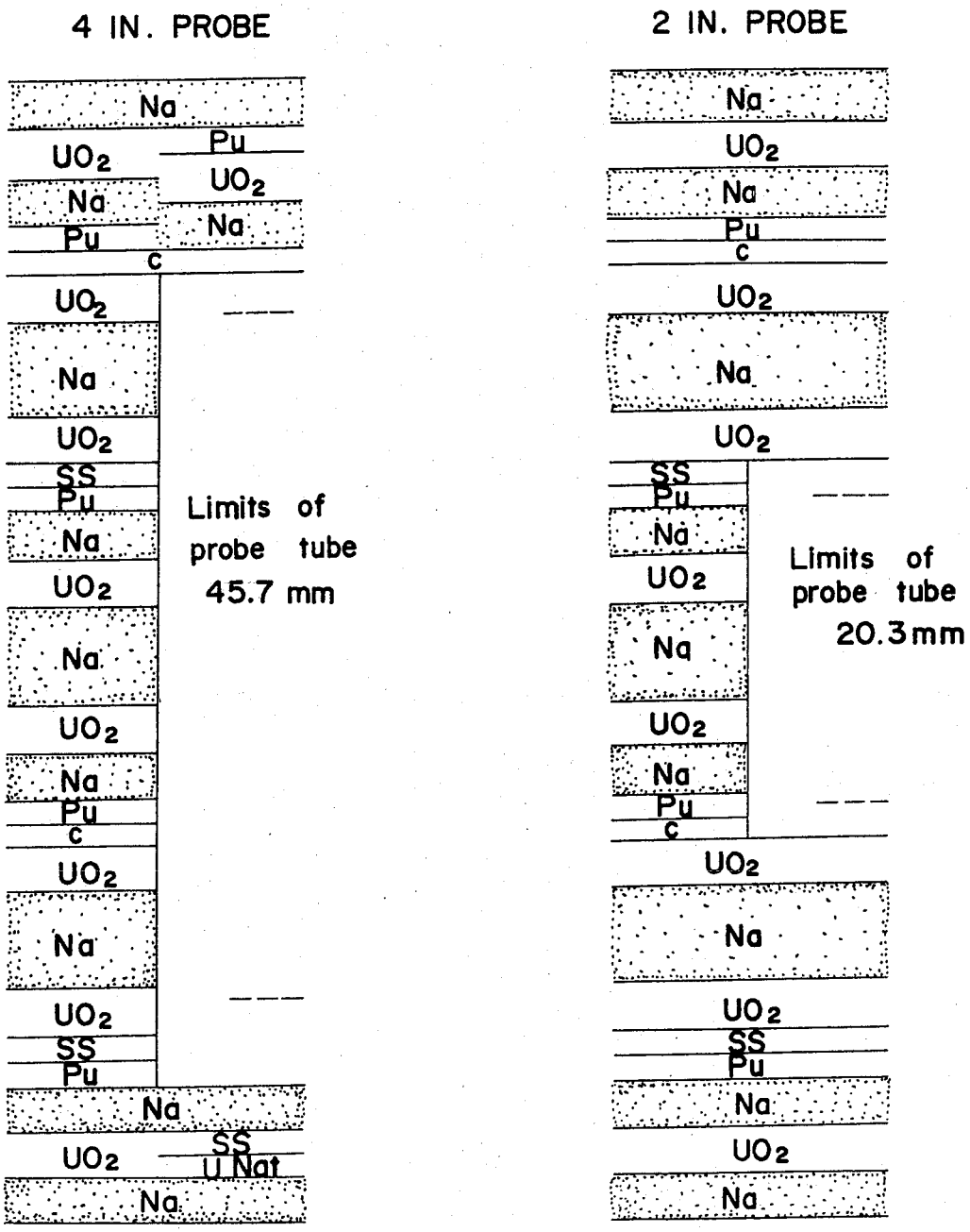



Fig. 2.7.3 Plate Arrangements Adjacent to Probe Tube

図 2-5 Plate Arrangements Adjacent to Probe Tube

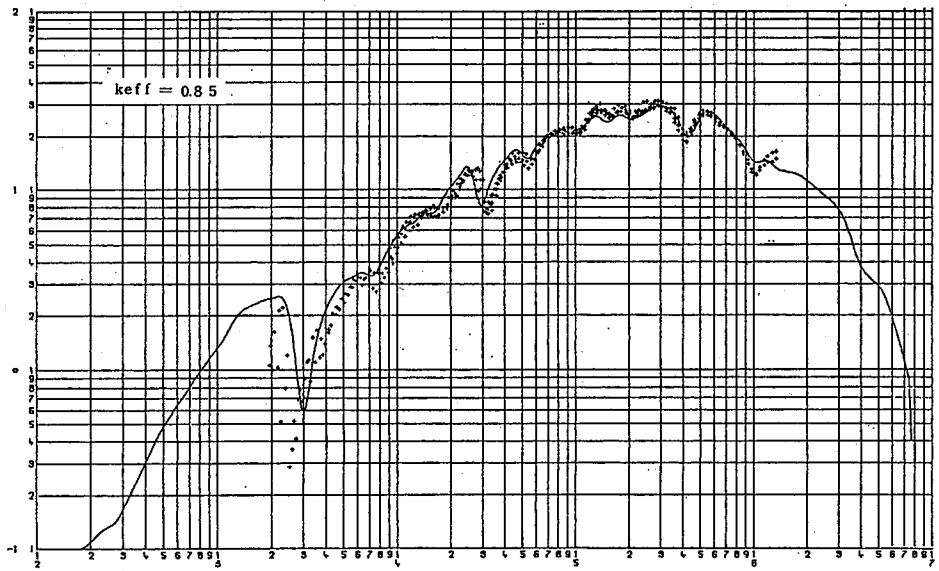



FIG. 2.7.4(a) P.R.C. Experiment, Series 1, and Mural Calculation (15% Smoothing)

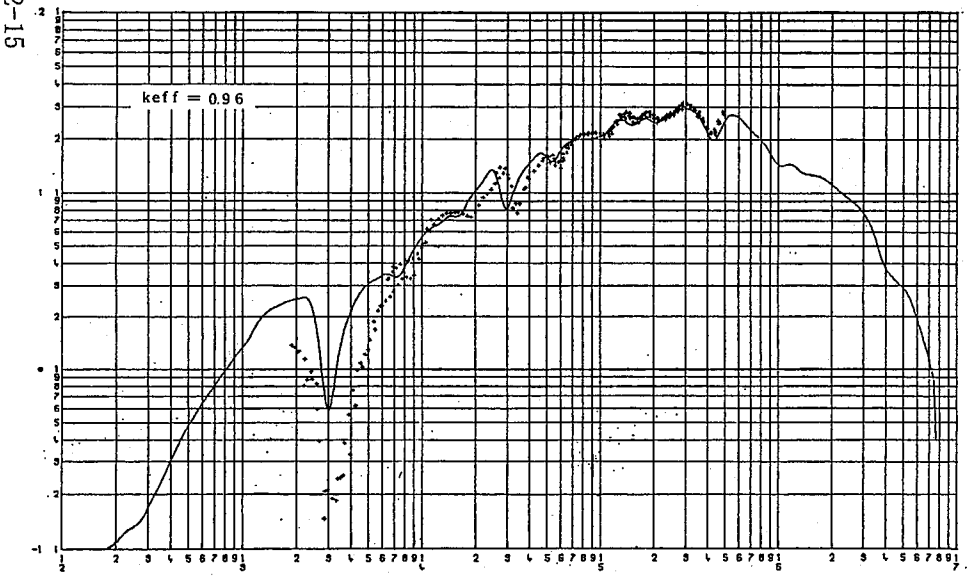



FIG. 2.7.4(b) P.R.C. Experiment ; Series 2, and Mural Calculation (15% Smoothing)

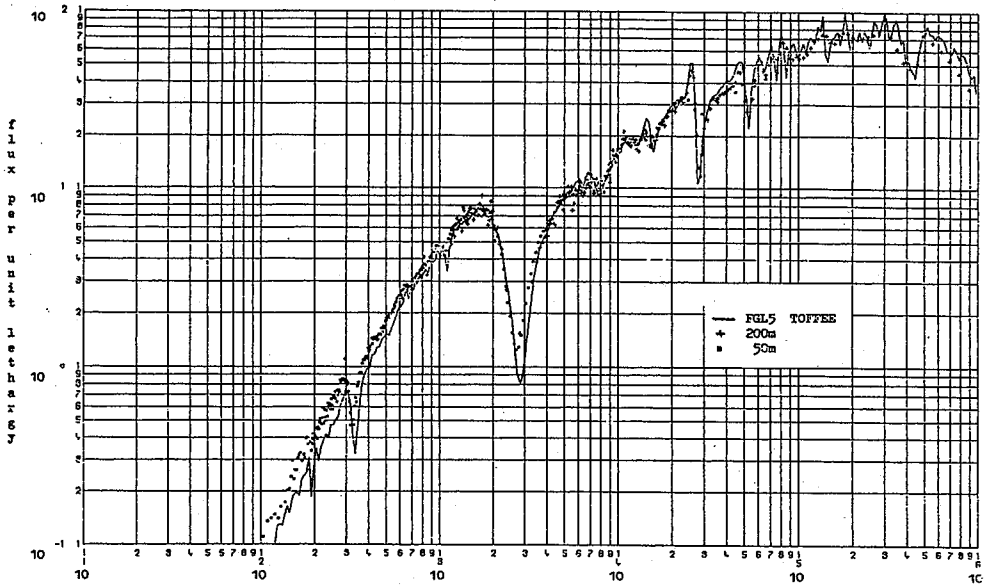



FIG. 2.7.4(C) Uncorrected 4 in Probe observed and $FGL_5$ TOFFEE Spectra

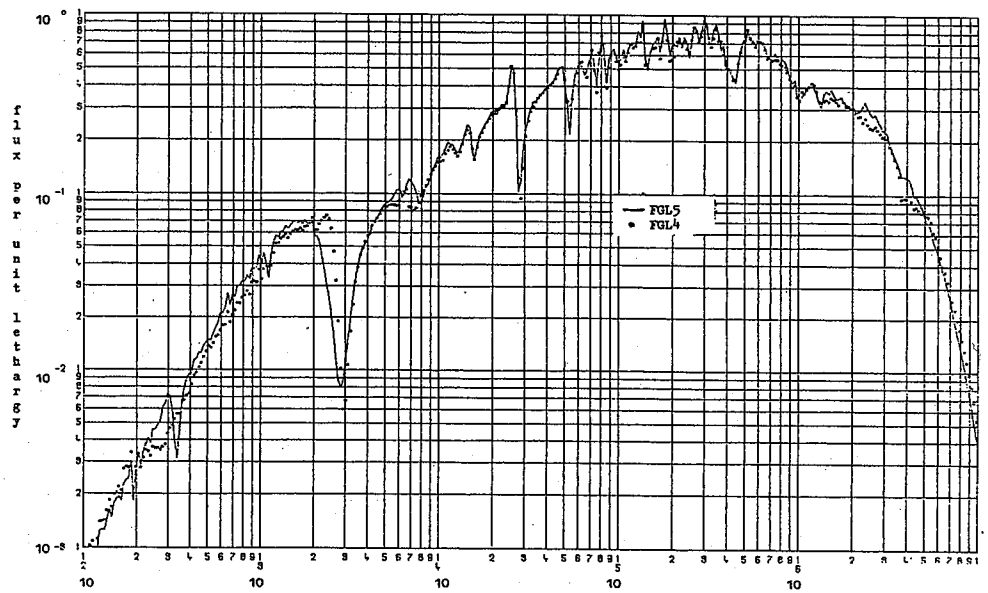



FIG. 2.7.4(d) Comparison of $FGL_4$ and $FGL_5$ cell averaged TOFFEE Spectra

図 2-6 MZA Neutron Spectra measured by Proton Recoil counter and TOF Technique

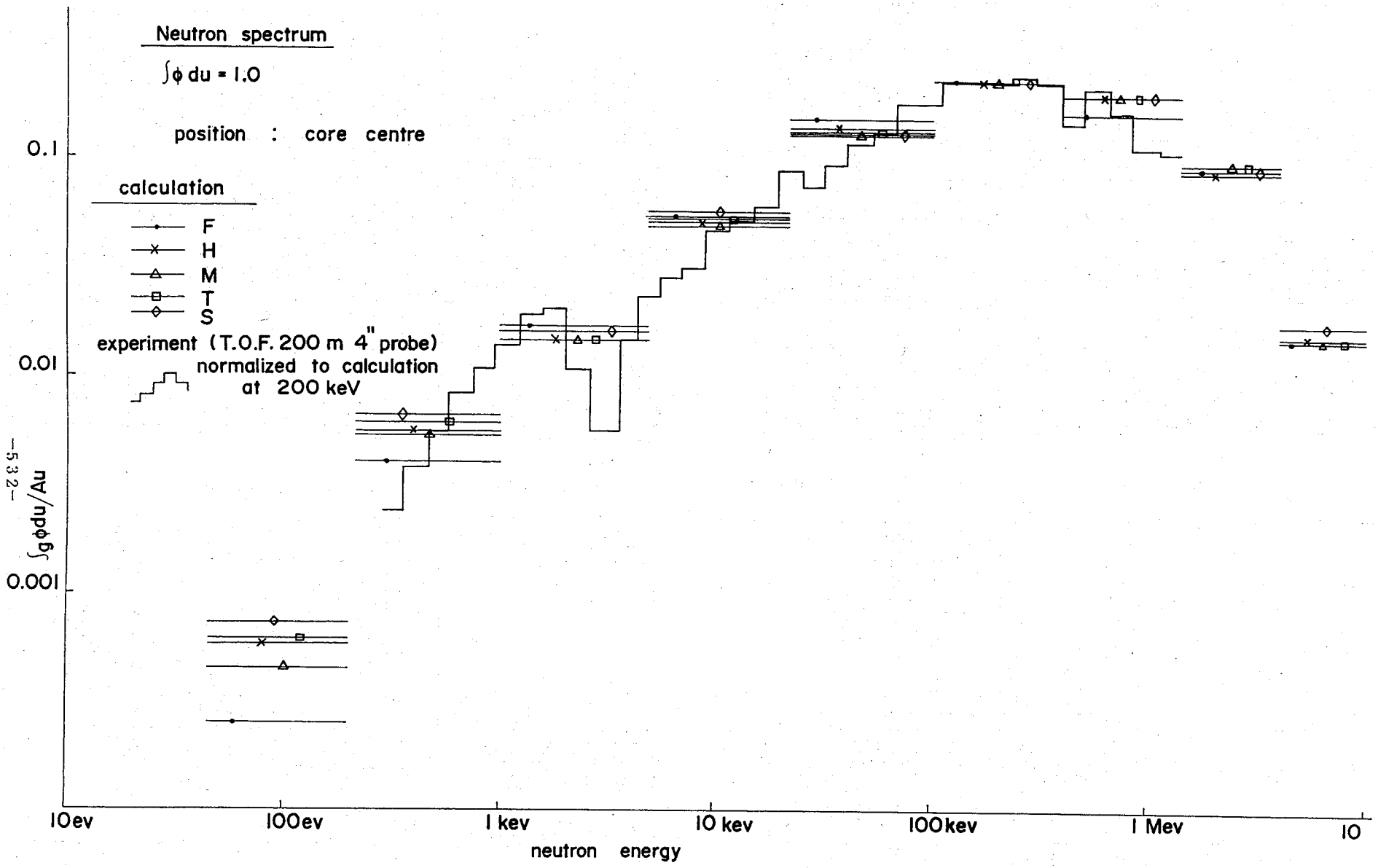



図 2-7　　Comparison of Calculated and Measured Neutron Spectra of MZA

## 3. JFS-3-J3.2R による解析

一連の MOZART 実験解析を高速炉用炉定数 JFS-3-J3.2 の修正版 JFS-3-J3.2R を用いて実施する。解析対象は，JFS-3-J3.2 を用いて実施された臨界性，制御棒価値，反応率分布，反応率比，Na ボイド反応度，物質反応度価値である。解析はサイクル機構殿が他のデータベースを解析する際に採用している手法に基づいて実施する。

## 3.1 臨界性

### 3.1.1 実験の概要

(1) MZA の標準炉心

燃料要素 213 本の臨界炉心を図 3.1-1 に示す。炉心高さ約 90cm, 等価半径 44.7cm のほぼ直円柱形であり，図 3.1-2 に示す。なお，図 3.1-2 に示す炉心高さは実測に基づく値であり，解析においても実測値寸法を用いている。

(2) MZA の使用セル

炉心

| | |
|---|---|
| C11-1A | : 45 体 |
| C11-1B | : 44 体 |
| C11-1C | : 72 体 (ZEBRA 制御棒　8 体含む) |
| C11-1D | : 52 体 (ZEBRA 制御棒　1 体含む) |
| 小計 | : 213 体 (ZEBRA 制御棒　9 体含む) |

径方向ブランケット

| | |
|---|---|
| B11-3 | :312 体 |
| B11-3A | :96 体 |
| 小計 | : 408 体 |

(3) MZA の臨界性に関する実験補正

この炉心内には標準の燃料要素とは異なる制御棒要素等が存在しているので，クリーンな炉心体系の反応度を求めるために，以下の効果について測定が行われている。

- ZEBRA 制御棒が炉心に中途挿入されている効果。
- ZEBRA 制御棒の炉心部組成(Pu 量) が炉心燃料要素の組成とは多少の違いがある。また，上部ブランケット中に中性子吸収体 ($B_4C$)領域がある。
- 半径方向ブランケット内に，炉内計装用の計数管をセットするための 5 本の中空ブランケット要素がある。
- 実験中の炉心内の温度は約 70℃であったので，室温 27℃へ補正する。

(4) MZA 炉心の遅発中性子データに基づく補正

今回，JUPITER 実験解析で用いている遅発中性子収率（Tuttle1979）と遅発中性子スペクトル(Saphier1977)を用いてMZA炉心のβeffを再評価(βeff=0.337%)。これを用いてMZA炉心のkeffを算出し直すと1.0096±0.0005となる。

臨界性に関する実験補正等を考慮して，MZA のクリーンな炉心体系の反応度を表3.1-1に示す。

(5) MZB(1)炉心

内側炉心燃料要素 413 本，外側炉心燃料要素 264 本の臨界炉心を図 3.1-3，図 3.1-4 に示す。図 3.1-3 は炉心拡大図であり，図 3.1-4 は全体図である。内側炉心半径は約62cmであり，外側炉心半径は約80cmである。

実測された炉心高さは内側炉心高さ 89.2cm，外側炉心高さ 89.94cm であり，7.4cmの差がある。MZBの2次元RZ体系図を図3.1-5に示す。

(6) MZB(1)炉心の使用セル

内側炉心

| | |
|---|---|
| C12-30A | ：141体（ZEBRA制御棒　1体含む） |
| C12-30B | ：100体（ZEBRA制御棒　8体含む） |
| C12-30BG | ：42体（ZEBRA制御棒　8体含む） |
| C12-30D | ：130体 |
| 小計 | ：413体（ZEBRA制御棒　17体含む） |

外側炉心

| | |
|---|---|
| C11-1A | ：53体 |
| C11-1B | ：47体 |
| C11-1BG | ：2体 |
| C11-1C | ：65体 |
| C11-1D | ：65体 |
| C11-1DG | ：16体 |
| C11-1G | ：16体 |
| 小計 | ：264体 |

径方向ブランケット

| | |
|---|---|
| B12-30 | :96 体 |
| B12-30A | :52 体 |
| B11-1 | :305 体 |
| B11-1B | :141 体 |
| B11-1C | :33 体 |
| 小計 | : 627 体 |

(7) MZB(1)の臨界性に関する実験補正

クリーンな炉心体系の反応度を求めるために，MZA 炉心と同様な測定が行われている。MZA 炉心との違いとしては，

・中空ブランケット：MZA 炉心の場合よりもブランケットのより外側にあり，しかも炉心体系が大きいことから，この効果は無視できる。（0.01%Δk/k 以下）

・温度効果：MZA 炉心では炉心温度は 70℃近くまで上昇したが，MZB 炉心では冷却風の漏れを小さくしたことにより，炉心中央部の温度は約 50℃以下に保たれ，MZA 炉心に比べ室温への温度補正量がやや減少した。

(8) MZB(1)の遅発中性子データに基づく補正

今回，JUPITER 実験解析で用いている遅発中性子収率（Tuttle1979）と遅発中性子スペクトル（Saphier1977）を用いて MZB(1)炉心の $\beta$ eff を再評価（$\beta$ eff=0.3506%）。これを用いて MZA 炉心の keff を算出し直すと 1.0046±0.0003 となる。

臨界性に関する実験補正等を考慮して，MZB(1)のクリーンな炉心体系の反応度を表 3.1-2 に示す。

### 3.1.2 解析手法

臨界性の解析手法について以下に述べる。解析手法は基本的に JUPITER 標準解析手法である。

(1) 群定数

解析に使用する核断面積は，評価済核データライブラリ JENDL-3.2 から作成された高速炉用の 70 群定数である JFS-3-J3.2R (Y0201N295) である。同群定数のエネルギ群構造を表 3.1-3 に示す。

(2) セル計算

JUPITER 標準解析手法と同様に”Plate-stretch モデル”により燃料ミート領域は燃料組成のみとして取り扱った。また，燃料セルおよびブランケットセル計算には CASUP コードを使用した。

セル計算時のオプションとしては，current 重みの $\sigma_{tr}$ を使用した。また，CASUP のバックリングは，バックリングサーチオプションを使用した。

(3) 炉心寸法

ZEBRA 炉心では，燃料要素シースの中でプレートはプレート面を水平にして積み重ねて装填されている。積み重ねられた多数のプレートの重みや温度膨張などにより炉心の実効高さが変化するので，MOZART 実験では炉心高さを実測している。

基準計算において，炉心高さ寸法にはこの実測値を使用した。

(4) セル計算における各プレートの厚さと原子数密度

セル計算用の各プレート厚さとしては，通常，製作時寸法のプレート厚さデータが用意されている。しかし，プレートの製作時寸法の厚さデータを加算して求めた炉心高さは，上記の炉心高さ実測値とは僅かであるが異なっており，炉心高さ実測値の方が 0.2%から 0.3%小さく炉心高さ方向に圧縮されている。

したがって，セル計算の段階で，炉心が圧縮されていることを考慮に入れたセル計算を行った。即ち，炉心高さ実測値に合うように，各プレートの厚さを一様なファクタを乗じて調整した。原子数密度もこれに応じて一様なファクタで除して調整し，炉心体系内の原子数密度が保存されるようにした。

(5) 計算方法の流れ

臨界性の基準計算の計算方法の流れを図 3.1-6 に図示した。

(6) 基準計算

基準計算は汎用拡散計算コードであるCITATION-FBRを用い，3次元XYZ体系で18群拡散計算を行った。セル内のプレート構造に起因する中性子の流れの異方性を考慮するため，Benoistの非等方拡散係数を用いた。

即ち，ZEBRA炉心ではプレート面を水平にしてプレートが積み上げられているので，炉心高さ方向（Z方向）には$D_{\perp}$（プレートに垂直方向），水平方向（X方向，Y方向）には$D_{II}$（プレートに平行方向）を用いた。

$D_X = D_{II}$

$D_Y = D_{II}$

$D_Z = D_{\perp}$

(7) 補正計算

基準計算に対して計算モデル上の補正及び実験上の補正を実施し，実験値と計算値を比較する。

3.1.3　補正計算手法

臨界性の補正計算手法について以下に述べる。

(1) 群縮約補正

2次元RZ拡散計算により18群と70群の実効増倍率（keff）の差を算出し，群縮約補正とする。

(2) メッシュ補正

従来の検討からメッシュサイズの実効増倍率への依存性は拡散計算コードにより異なるが，メッシュ数の二乗に逆比例する知見が得られている。

そこで，基準計算のメッシュ数の倍あるいは半分の計算を実施し，無限メッシュの実効増倍率に外挿する。

基準計算が3次元XYZ体系であり，各方向の倍メッシュ計算を実施する。

(3) 輸送理論補正

輸送理論計算と拡散計算とから補正量を求める。

輸送理論計算ではTRITACを使用し，メッシュは基準メッシュとし，角度分点数はS4とした。

なお，輸送理論計算は拡散計算に比較してメッシュ依存性は少ないので，拡散計算のみ無限メッシュに外挿した値で比較し，輸送理論補正を求める。

(4) 実験体系特有の補正

実験体系特有の補正として，Super lattice の効果及び軸方向ブランケット中に存在するグリッド板の効果を考慮する。

(a)Super lattice の効果

・MZA

燃料要素は5行5列毎に炉心支持用のグリッドで固定されており，Super lattice を形成している。各燃料要素の間隔は5.3721cm であるが，Super lattice 境界の燃料要素間には約0.25cm の間隔がある。計算では，この間隔を各燃料要素に割り振って平均ピッチ5.42544cm を採用している。このため213体臨界炉心の計算上の炉心燃料要素境界は実際の炉心燃料要素境界よりも大きくなっている。（炉心等価断面積はそれぞれ6270cm$^2$,6251cm$^2$であり，0.3%の差がある。）

この補正量は，英国評価値を用いて，+0.0005Δk

・MZB

MZB 炉心では，計算上の炉心燃料要素境界（燃料要素平均ピッチ 5.42544cm により算出した炉心断面積は 19927 $cm^2$）と実際の炉心燃料要素境界（炉心断面積は 19929 $cm^2$）とは十分に一致しているので，補正は不要である。

(b) 軸方向ブランケット中に存在するグリッド板の効果

上記の炉心支持用グリッドが上下の軸方向ブランケットに存在する効果である。

・MZA：この補正量は，英国評価値を用いて，+0.0008 Δk

・MZB：この補正量は，英国評価値を用いて，+0.0006 Δk

(5) 実験体系特有の不確かさ

(a) Super lattice の効果

・MZA：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0002 Δk

・MZB：この不確かさは，不要

(b) 軸方向ブランケット中に存在するグリッド板の効果

・MZA：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0003 Δk

・MZB：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0003 Δk

(c) 燃料プレート中の Pu 含有量の不確かさ

Pu 金属プレートの各種タイプ（Mark V から VIII）の Pu239 含有量には，分析の結果，約 0.1%の不確かさがあることが判明している。

・MZA：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0005 Δk

・MZB：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0005 Δk

(d) 炉心高さの不確かさ

炉心高さの実測値に±0.6mm の不確かさがある。ただし，MZB は±1.0mm の不確かさがあるとして評価している。

・MZA：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0004 Δk

・MZB：この不確かさは，英国評価値を用いて，±0.0006Δk

### 3.1.4 解析結果

臨界性の解析結果について以下に述べる。

(1) 基準計算

(a) MZA

・1/8 炉心体系

・基準計算実効増倍率：0.9953

・実測値（27℃における標準体系クリーン炉心）：1.0096±0.0005

・C/E 値　　：0.986

(b) MZB

・1/4 炉心体系

・基準計算実効増倍率：0.9947

・実測値（27℃における標準体系クリーン炉心）：1.0046±0.0003

・C/E 値　　：0.990

(2) 補正計算結果

MZA 及び MZB の補正計算結果をそれぞれ表 3.1-4, 表 3.1-5 に示す。これらの表から各補正係数は以下のとおりである。

(a) MZA

・群縮約補正　　：-0.0004

・メッシュ補正　　：-0.0023

・輸送理論補正　　：+0.0084

(b) MZA

・群縮約補正　　：-0.0001

・メッシュ補正　　：-0.0013

・輸送理論補正　　：+0.0043

(3) 補正計算適用

基準計算値に計算モデル補正と実験上の補正を実施し，実験値と比較し表3.1-6と表3.1-7に示す。

MZA炉心とMZB炉心の補正後のC/E値はそれぞれ0.993，0.992となり，炉心サイズ依存性は従来の0.4%Δk/kk'から0.1%Δk/kk'に減少した。

MZA炉心　：　0.9927

MZB炉心　：　0.9937

また，このC/E値はJUPITER炉心のJENDL3.2による実効増倍率のC/E値と一致している。参考文献（JNC TN9400 2001-109，JFS-3-J3.2 の重み関数訂正による核特性への影響評価）から引用すると以下のとおりである。

・ZPPR-9　　:0.9920

・ZPPR-13A　　:0.9937

・ZPPR-17A　　:0.9920

表3.1-1　　MZA標準炉心の反応度(実験値)

| 項　　目 | 反応度 |
|---|---|
| (1) 全制御棒を引き上げた系の反応度 | k = 1.0068 ±0.0004 |
| (2) 全制御棒を燃料要素に置換した場合の追加反応度 | Δk=+0.0018 ±0.00003 |
| (3) 中空ブランケット要素を取り除いた場合の追加反応度 | Δk=+0.0001 ±0.00001 |
| (4) 室温27℃への温度補正 | Δk=+0.0008 ±0.0002 |
| (5) 遅発中性子データの変更 | Δk=+0.0001 |
| 小計 | 1.0096 ±0.0005 |

注：(1) ZEBRA制御棒が炉心に中途挿入されている効果。

注：(2) ZEBRA制御棒の炉心部組成(Pu量) が炉心燃料要素の組成とは多少の違いがある。また，上部ブランケット中に中性子吸収体 ($B_4C$)領域がある。

注：(3) 半径方向ブランケット内に，炉内計装用の計数管をセットするための5本の中空ブランケット要素がある。

注：(4) 実験中の炉心内の温度は約70℃であったので，室温27℃へ補正する。

注：(5) JUPITER実験解析で用いている遅発中性子収率 (Tuttle1979)と遅発中性子スペクトル(Saphier1977)を用いて再評価($\beta$eff=0.337%)

表3.1-2　　MZB(1)炉心の反応度(実験値)

| 項　　目 | 反応度 |
|---|---|
| (1) 全制御棒を引き上げた系の反応度 | k = 1.0025 ±0.0001 |
| (2) 全制御棒を燃料要素に置換した場合の追加反応度 | Δk=+0.0016 ±0.0002 |
| (3) 中空ブランケット要素を取り除いた場合の追加反応度 | Δk=+0.0000 |
| (4) 室温27℃への温度補正 | Δk=+0.0004 ±0.0002 |
| (5) 遅発中性子データの変更 | Δk=+0.0001 |
| 小計 | 1.0046 ±0.0003 |

注：(1) ZEBRA制御棒が炉心に中途挿入されている効果。

注：(2) ZEBRA制御棒の炉心部組成(Pu量) が炉心燃料要素の組成とは多少の違いがある。また，上部ブランケット中に中性子吸収体 ($B_4C$)領域がある。

注：(3) 半径方向ブランケット内に，炉内計装用の計数管をセットするための5本の中空ブランケット要素がある。

注：(4) 実験中の炉心内の温度は約50℃以下であったので，室温27℃へ補正する。

注：(5) JUPITER実験解析で用いている遅発中性子収率 (Tuttle1979)と遅発中性子スペクトル(Saphier1977)を用いて再評価($\beta$eff=0.3506%)

表3.1-3　　JFS-3-J3.2 Rライブラリのエネルギー群構造

| エネルギー群 | | | エネルギー境界 | | レサジー幅 | 核分裂 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7G | 18G | 70G | 上　限 | 下　限 | | スペクトル＊ |
| 1 | 1 | 1 | 10.0 (MeV) | 7.7880 (MeV) | 0.250 | 6.75629E-03 |
| | | 2 | 7.7880 | 6.0653 | 0.250 | 2.07760E-02 |
| | 2 | 3 | 6.0653 | 4.7237 | 0.250 | 4.51278E-02 |
| | | 4 | 4.7237 | 3.6788 | 0.250 | 7.52232E-02 |
| 2 | 3 | 5 | 3.6788 | 2.8650 | 0.250 | 1.02875E-01 |
| | | 6 | 2.8650 | 2.2313 | 0.250 | 1.19994E-01 |
| | 4 | 7 | 2.2313 | 1.7377 | 0.250 | 1.22426E-01 |
| | | 8 | 1.7377 | 1.3534 | 0.250 | 1.12256E-01 |
| 3 | 5 | 9 | 1.3534 | 1.0540 | 0.250 | 9.51827E-02 |
| | | 10 | 1.0540 | 0.82085 | 0.250 | 7.78136E-02 |
| | 6 | 11 | 0.82085 | 0.63928 | 0.250 | 6.08217E-02 |
| | | 12 | 0.63928 | 0.49787 | 0.250 | 4.59933E-02 |
| | | 13 | 0.49787 | 0.38774 | 0.250 | 3.38009E-02 |
| | 7 | 14 | 0.38774 | 0.30197 | 0.250 | 2.42913E-02 |
| | | 15 | 0.30197 | 0.23518 | 0.250 | 1.72119E-02 |
| | | 16 | 0.23518 | 0.18316 | 0.250 | 1.20801E-02 |
| | 8 | 17 | 0.18316 | 0.14264 | 0.250 | 8.42448E-03 |
| | | 18 | 0.14264 | 0.11109 | 0.250 | 5.82707E-03 |
| | | 19 | 0.11109 (MeV) | 0.086517 (MeV) | 0.250 | 4.06590E-03 |
| 4 | 9 | 20 | 86.517 (keV) | 67.379 (keV) | 0.250 | 2.81769E-03 |
| | | 21 | 67.379 | 52.475 | 0.250 | 1.94533E-03 |
| | | 22 | 52.475 | 40.868 | 0.250 | 1.34124E-03 |
| | 10 | 23 | 40.868 | 31.828 | 0.250 | 9.23893E-04 |
| | | 24 | 31.828 | 24.788 | 0.250 | 6.36010E-04 |
| | | 25 | 24.788 | 19.305 | 0.250 | 4.37388E-04 |
| | 11 | 26 | 19.305 | 15.034 | 0.250 | 3.00385E-04 |
| | | 27 | 15.034 | 11.709 | 0.250 | 2.05941E-04 |
| | | 28 | 11.709 | 9.1188 | 0.250 | 1.42083E-04 |
| 5 | 12 | 29 | 9.1188 | 7.1017 | 0.250 | 9.80786E-05 |
| | | 30 | 7.1017 | 5.5308 | 0.250 | 6.74233E-05 |
| | | 31 | 5.5308 | 4.3074 | 0.250 | 4.63417E-05 |
| | 13 | 32 | 4.3074 | 3.3546 | 0.250 | 3.18448E-05 |
| | | 33 | 3.3546 | 2.6126 | 0.250 | 2.18740E-05 |
| | | 34 | 2.6126 | 2.0347 | 0.250 | 1.50256E-05 |
| | 14 | 35 | 2.0347 | 1.5846 | 0.250 | 1.03108E-05 |
| | | 36 | 1.5846 | 1.2341 | 0.250 | 7.07332E-06 |
| | | 37 | 1.2341 (keV) | 0.96112 (keV) | 0.250 | 4.85762E-06 |
| 6 | 15 | 38 | 961.12 (eV) | 748.52 (eV) | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 39 | 748.52 | 582.95 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 40 | 582.95 | 454.00 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | 16 | 41 | 454.00 | 353.58 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 42 | 353.58 | 275.36 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 43 | 275.36 | 214.45 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | 17 | 44 | 214.45 | 167.02 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 45 | 167.02 | 130.07 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 46 | 130.07 | 101.30 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| 7 | 18 | 47 | 101.30 | 78.893 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 48 | 78.893 | 61.442 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 49 | 61.442 | 47.851 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 50 | 47.851 | 37.267 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 51 | 37.267 | 29.023 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 52 | 29.023 | 22.603 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 53 | 22.603 | 17.603 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 54 | 17.603 | 13.710 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 55 | 13.710 | 10.677 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 56 | 10.677 | 8.3153 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 57 | 8.3153 | 6.4760 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 58 | 6.4760 | 5.0435 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 59 | 5.0435 | 3.9279 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 60 | 3.9279 | 3.0590 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 61 | 3.0590 | 2.3824 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 62 | 2.3824 | 1.8554 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 63 | 1.8554 | 1.4450 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 64 | 1.4450 | 1.1254 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 65 | 1.1254 | 0.87642 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 66 | 0.87642 | 0.68256 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 67 | 0.68256 | 0.53158 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 68 | 0.53158 | 0.41399 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 69 | 0.41399 | 0.32242 | 0.250 | 0.00000E+00 |
| | | 70 | 0.32242 (eV) | 1.00E-05 (eV) | 10.65 | 0.00000E+00 |
| ＊$^{239}$Puの値 | | | | | 合計： | 1.00000E+00 |

表3.1-4　　MZA炉心の補正計算結果

| 群縮約補正 CITATION-FBR | 2次元RZ 拡散計算 keff | Δk |
|---|---|---|
| 70群 | 0.9962 | |
| 18群 | 0.9966 | |
| | | -0.00043 |

| メッシュ補正 CITATION-FBR | 3次元XYZ 18群 拡散計算 keff | Δk |
|---|---|---|
| 基準計算 | 0.9953 | |
| X,Y方向 倍メッシュ | 0.9940 | |
| Z方向 倍メッシュ | 0.9949 | |
| 無限メッシュ外挿値 | (0.9930) | -0.00234 |

| 輸送補正用ﾒｯｼｭ補正 CITATION-FBR | 3次元XYZ 18群 拡散計算 keff | Δk |
|---|---|---|
| 基準計算 | 0.9958 | |
| X,Y方向 倍メッシュ | 0.9944 | |
| Z方向 倍メッシュ | 0.9953 | |
| 無限メッシュ外挿値 | (0.9934) | -0.00235 |

| 輸送理論補正 TRITAC | 3次元XYZ 18群 輸送計算 keff | Δk |
|---|---|---|
| S4 | 1.0018 | |
| | | 0.00838 |

表3.1-5　　MZB(1) 炉心の臨界性の補正計算結果

| 群縮約補正 | 2次元RZ拡散計算 keff | |
|---|---|---|
| CITATION-FBR | 天然UO2 | Δk |
| 70群 | 0.9960 | |
| 18群 | 0.9960 | |
| | | -0.00008 |

| メッシュ補正 | 3次元XYZ 18群 拡散計算 | |
|---|---|---|
| CITATION-FBR | keff | Δk |
| 基準計算 | 0.9947 | |
| X,Y方向 倍メッシュ | 0.9942 | |
| Z方向 倍メッシュ | 0.9943 | |
| 無限メッシュ外挿値 | (0.9934) | -0.00131 |

| 輸送補正用ﾒｯｼｭ補正 | 3次元XYZ 18群 拡散計算 | |
|---|---|---|
| CITATION-FBR | keff | Δk |
| 基準計算 | 0.9943 | |
| X,Y方向 倍メッシュ | 0.9938 | |
| Z方向 倍メッシュ | 0.9938 | |
| 無限メッシュ外挿値 | (0.9930) | -0.00131 |

| 輸送理論補正 | 3次元XYZ 18群 輸送計算 | |
|---|---|---|
| TRITAC | keff | Δk |
| S4 | 0.9973 | |
| | | 0.00431 |

表3.1-6　　MZA炉心の臨界性

| 項　　目 | 実効増倍率 | |
|---|---|---|
| ・基準計算<br>（3次元XYZ18群拡散） | 0.9953 | (JFS-J3-3.2RY0201N295) |
| ・計算モデル補正 | | |
| (1) エネルギ群数 | -0.0004 | ±0.0002 |
| (2) メッシュ | -0.0023 | ± |
| (3) 輸送理論 | 0.0084 | ±0.0031 |
| ・実験上の補正 | | |
| (4) Super lattice(XY面) | +0.0005 | ±0.0002 |
| (5) グリッド板の効果 | +0.0008 | ±0.0003 |
| (6) 燃料プレート中のPu含有量 | 0.0 | ±0.0005 |
| (7) 炉心高さ | 0.0 | ±0.0004 |
| 小計 | 0.0069 | |
| ・補正後の実効増倍率 (C) | 1.0022 | ±0.0032 |
| ・実験値 (E) | 1.0096 | ±0.0005 |
| ・C/E | 0.9927 | ±0.0032 |

表3.1-7　MZB（1）炉心の臨界性

| 項　目 | 実効増倍率 | |
|---|---|---|
| ・基準計算<br>（3次元XYZ18群拡散） | 0.9947 | （JFS-J3-3.2RY0201N295） |
| ・計算モデル補正 | | |
| (1) エネルギ群数 | -0.0001 | ±0.0002 |
| (2) メッシュ | -0.0013 | ± |
| (3) 輸送理論 | 0.0043 | ±0.0013 |
| ・実験上の補正 | | |
| (4) Super lattice(XY面) | 0.0 | ±0 |
| (5) グリッド板の効果 | 0.0006 | ±0.0003 |
| (6) 燃料プレート中のPu含有量 | 0.0 | ±0.0005 |
| (7) 炉心高さ | 0.0 | ±0.0006 |
| 小計 | 0.0035 | |
| ・補正後の実効増倍率（C） | 0.9983 | |
| ・実験値（E） | 1.0046 | ±0.0003 |
| ・C/E | 0.9937 | ±0.0016 |

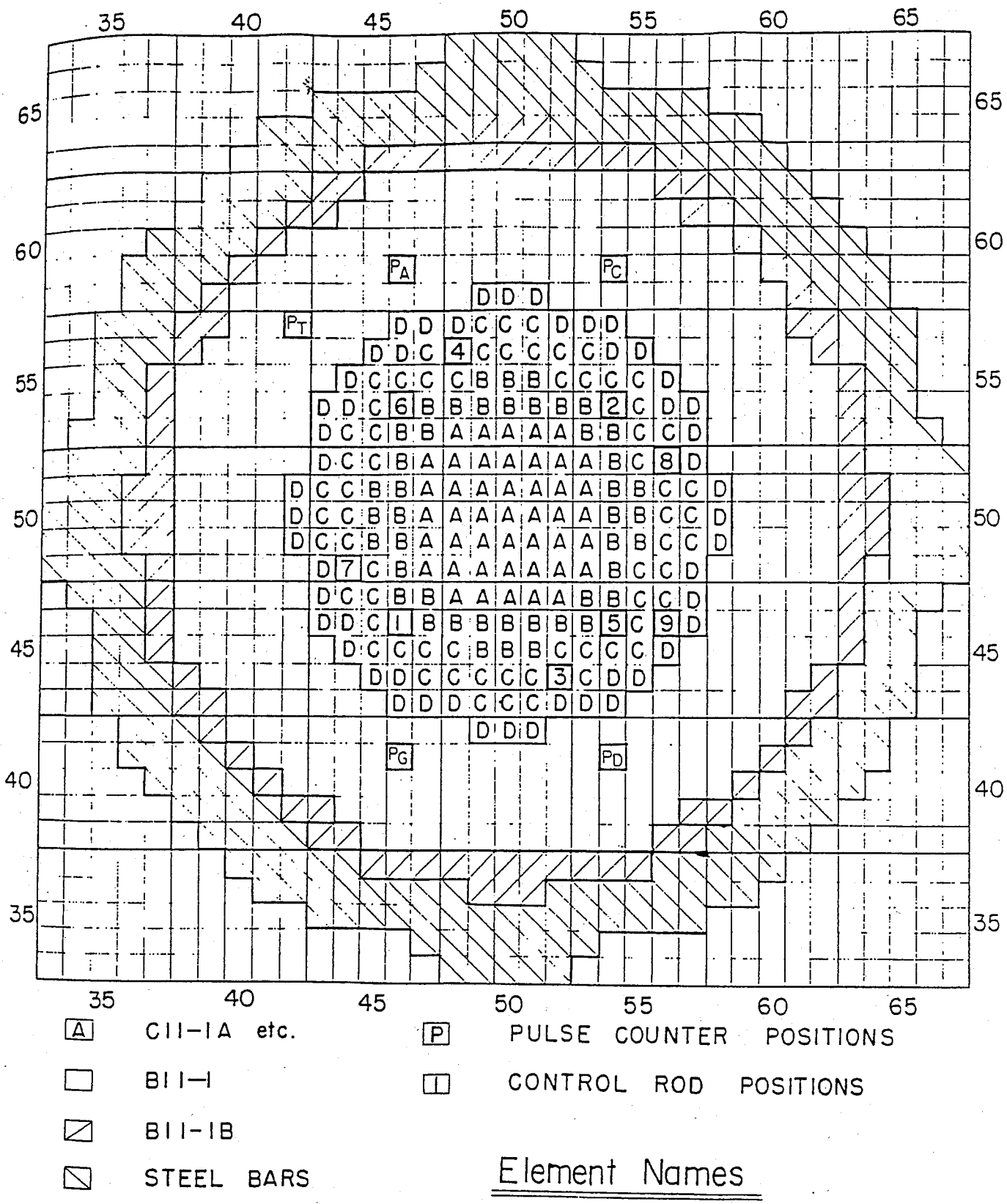



図 3.1-1　　MZA 標準炉心の燃料装荷図（水平断面図）

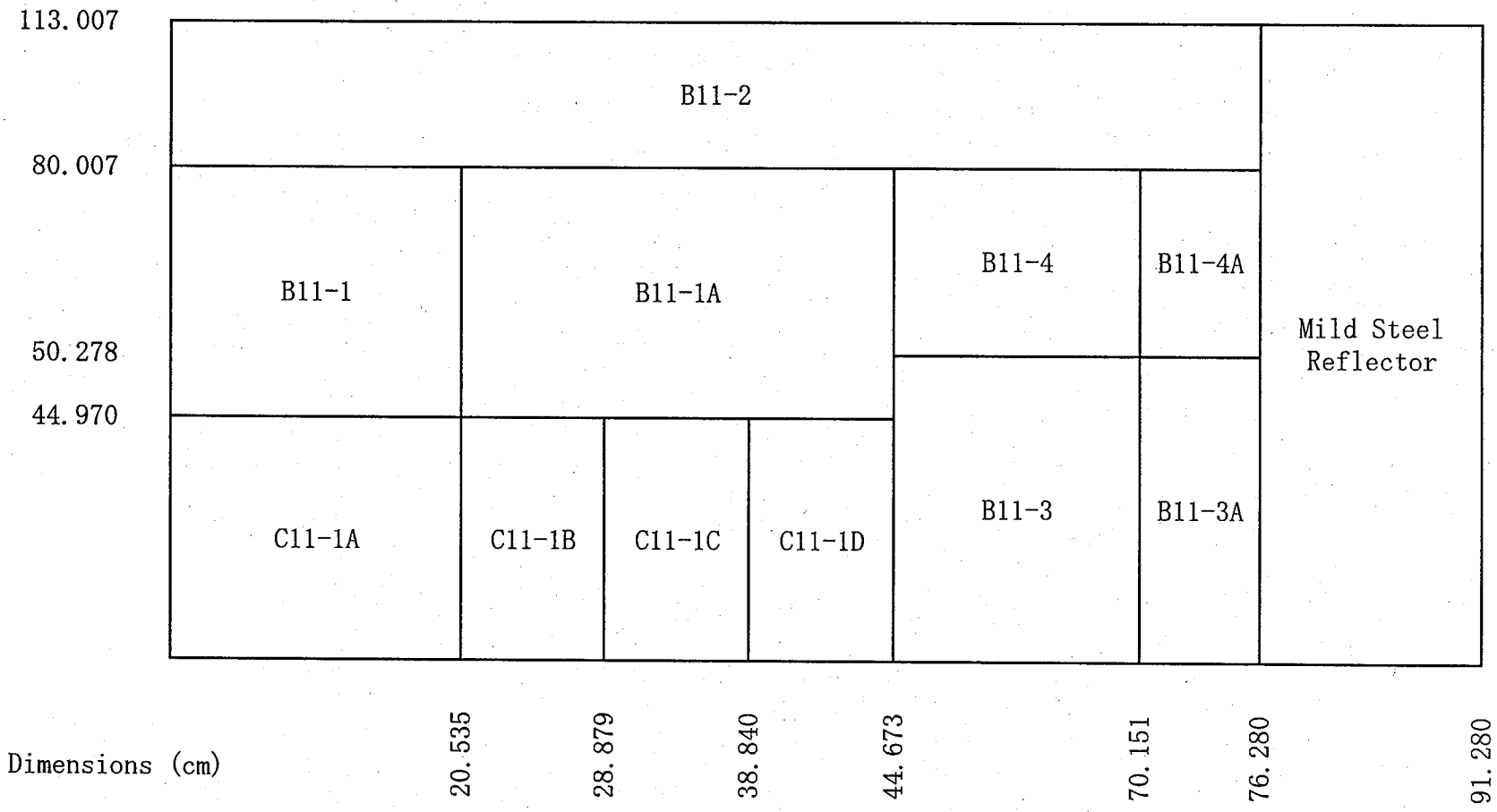



図3.1-2　ＭＺＡ炉心の2次元ＲＺ体系図（Ｚ方向1/2炉心体系）

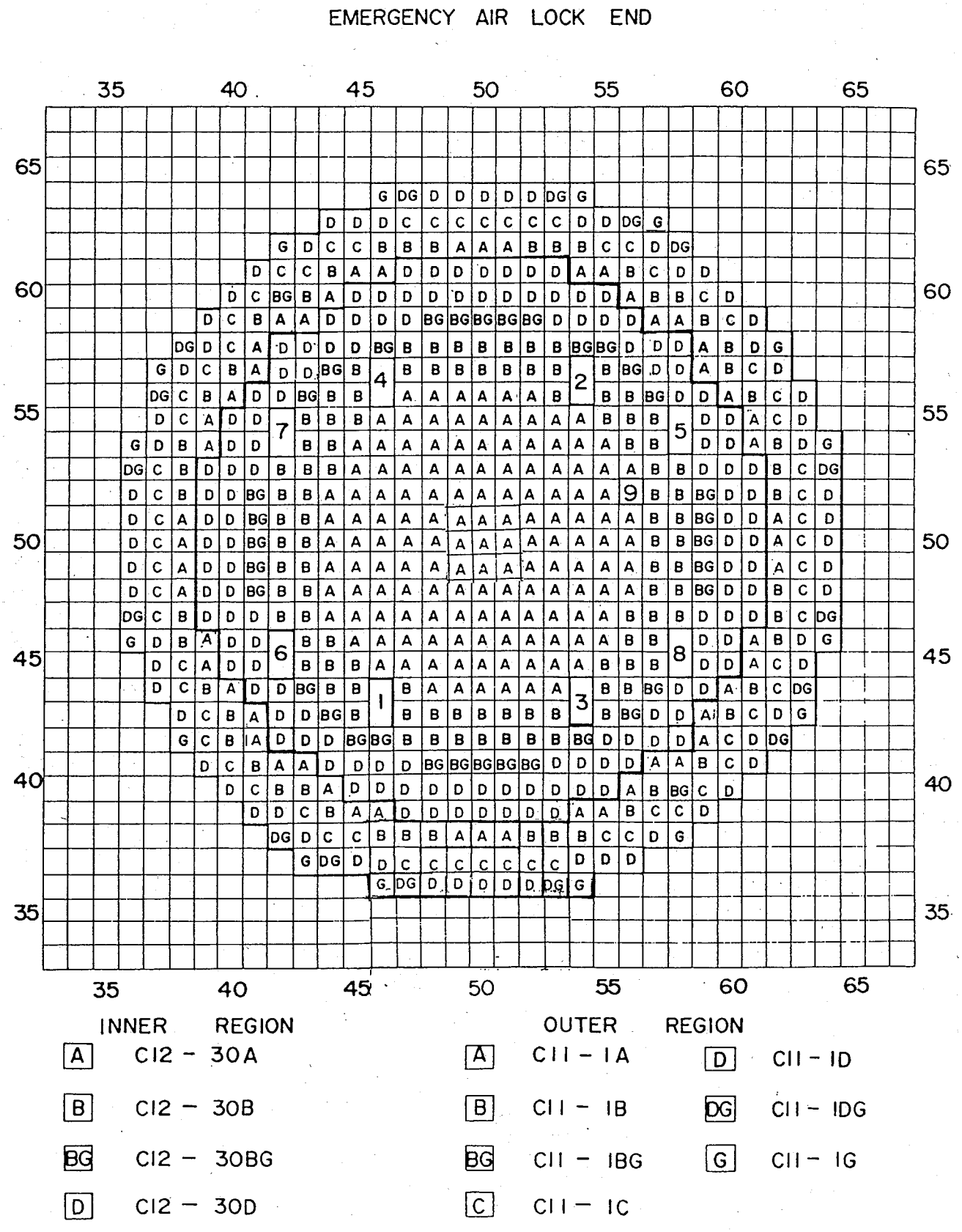
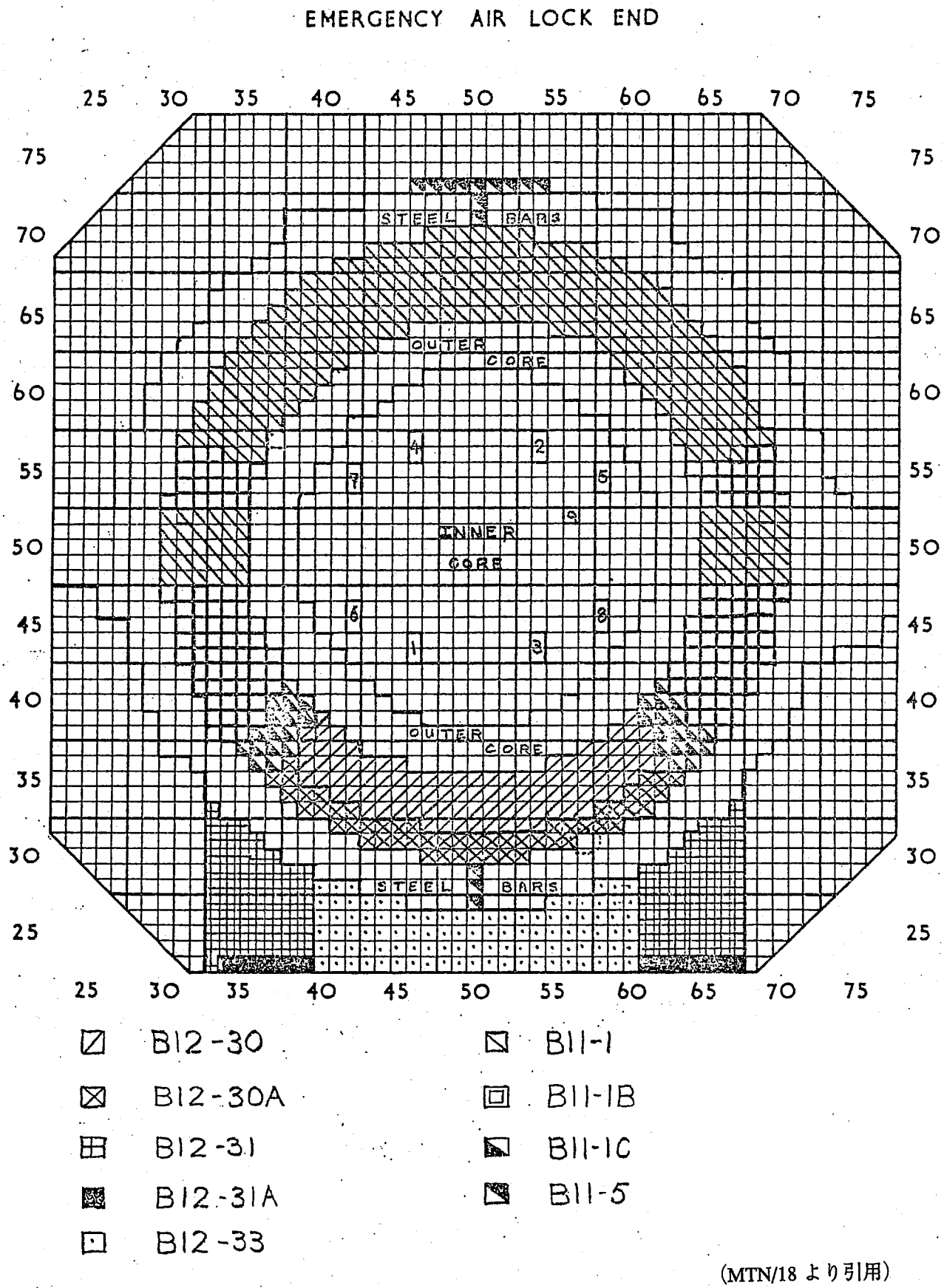


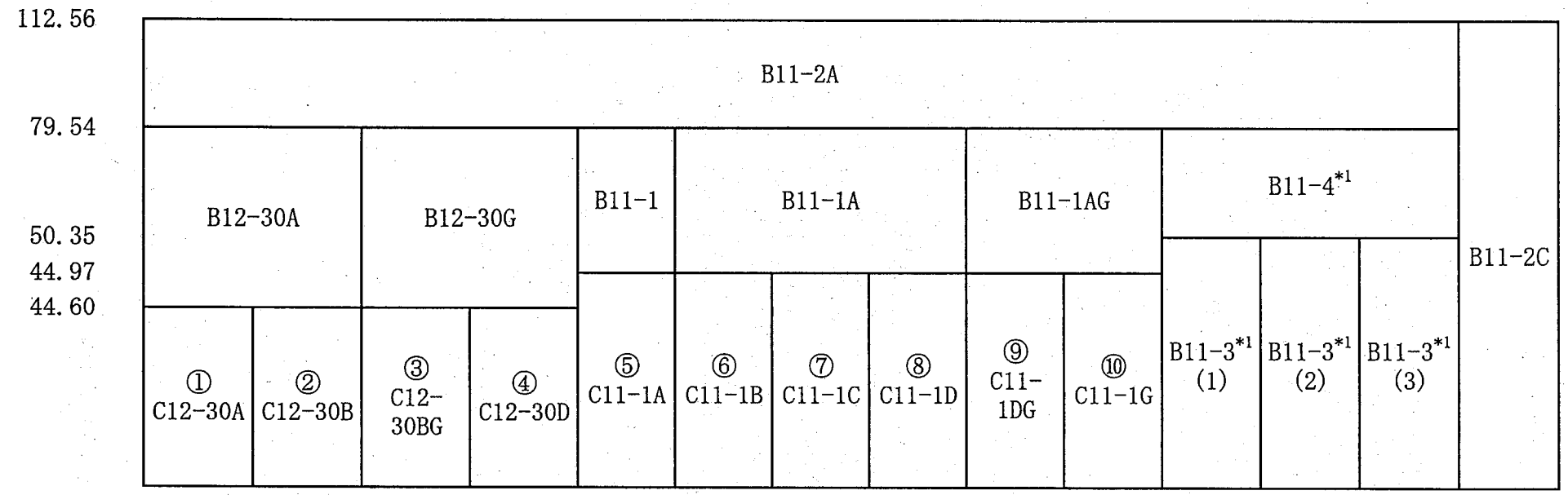

図 3.1-3　　MZB(1)炉心の炉心拡大図（水平断面図）

FIGURE 2.




(MTN/18 より引用)

図 3.1-4　　MZB(1)炉心の炉心全体図（水平断面図）




注）炉心部の各数字は以下の領域番号と対応する。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 内側炉心 | 領域① | Ｃ１２－３０Ａ　×１４１ | (制御棒１個を含む) |
| | 領域② | Ｃ１２－３０Ｂ　×１００ | (制御棒８個を含む) |
| | 領域③ | Ｃ１２－３０ＢＧ×　４２ | (制御棒８個を含む) |
| | 領域④ | Ｃ１２－３０Ｄ　×１３０ | |
| 外側炉心 | 領域⑤ | Ｃ１１－１Ａ　×　５３ | |
| | 領域⑥ | Ｃ１１－１Ｂ　×　４９ | (C11-1BGｾﾙ２個を含む) |
| | 領域⑦ | Ｃ１１－１Ｃ　×　６５ | |
| | 領域⑧ | Ｃ１１－１Ｄ　×　６５ | |
| | 領域⑨ | Ｃ１１－１ＤＧ　×　１６ | |
| | 領域⑩ | Ｃ１１－１Ｇ　×　１６ | |

*1　ＲＺ計算の際は90°セクター部等の径ブランケットの数種類のセルは考慮できない。ここでは、金属ウランセルはB11-3で代表させているが、酸化物ウランセルではB12-31等が入ることになる。
（軸ブランケット高さ部についてはそれぞれB11-4及びB11-4Cとなる）

図3.1-5　MZB炉心の２次元ＲＺ体系図（Ｚ方向1/2炉心体系）

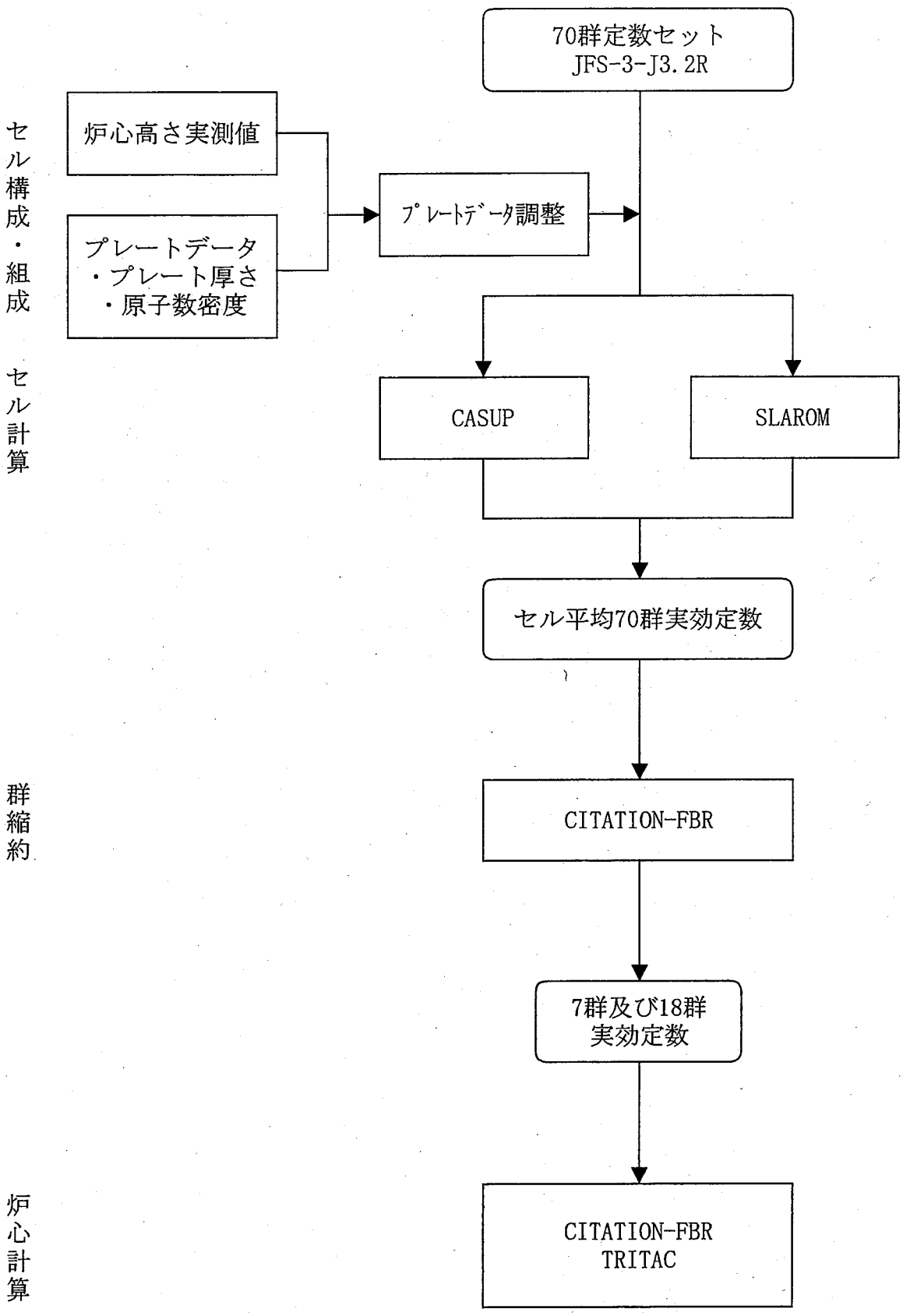



図3.1-6　　MOZART実験解析の流れ

## 3.2 制御棒価値

MZC 炉心で「もんじゅ」模擬制御棒を用いた制御棒価値の測定が行われた。測定は大別すると，

・制御棒価値に対する $^{10}B$ 濃縮度効果

・制御棒価値の空間位置依存性，

・複数本制御棒の干渉効果

が行われている。今回の制御棒価値解析は，これらの代表的な制御棒パターンを選んで実施した。

### 3.2.1 実験の概要

(1) 模擬制御棒

実験に用いられた模擬制御棒は，図 3.2-1 に示されるように 19 本の吸収体ピン構造を持った制御棒である。吸収体としては，天然ボロン $B_4C$（BN と略記する），30%濃縮 $B_4C$（B30），80%濃縮 $B_4C$（B80），90%濃縮 $B_4C$（B90）の 4 種類が用いられた。

図 3.2-2 に MZC 炉心内における模擬制御棒の位置とその名称（O, P, Q, R, S）を示す。以下では制御棒パターンを示す際には，吸収体の略号と位置の名称とを用いて，例えば O 位置に 90%濃縮 $B_4C$ 制御棒，P1 位置に 80%濃縮 $B_4C$ 制御棒が挿入されている場合を B90（O），B80（P1）のように表す。

(2) 炉心の構成

MZC 炉心実験の出発点となる炉心体系は，模擬制御棒（及びフォロワー）が炉心内に挿入されていないクリーンな体系である MZB（4）炉心である。MZB（4）炉心は内側炉心燃料要素 413 本，外側炉心燃料要素 264 本で構成されている。

制御棒価値の測定は臨界法を用いて行われており，模擬制御棒（またはフォロワー）を炉心に挿入した場合，その反応度を補償するために炉心外側に燃料要素を追加（ブランケット要素と置換）して炉心を臨界にしている。模擬制御棒の種類・本数・挿入位置により炉心に加えられる負の反応度が変化し，臨界に戻すための周辺燃料要素の本数も変化する。実験では，周辺燃料要素の本数が次第に増加していくように実験計画が組まれている。周辺燃料要素の装填位置と装填順序を図 3.2-2 に示す。

(3) 制御棒価値実験値

制御棒価値実験値を表3.2-1にまとめる。英国実験値は，最終的にはPu反応度スケールに基づいて$\Delta k/kk'$に換算された反応度である。このPu反応度スケールは，Stevensonの遅発中性子データによる$\beta$eff（MZB炉心：$\beta$eff＝0.3401%）より4%大きな$\beta$effを用いることに相当しているので，$\beta$eff＝0.3537%を用いて反応度を$単位に換算した。

実験誤差は以下に示すランダム誤差と系統誤差である。

・ランダム誤差として反応度測定誤差（FR9制御棒位置誤差など）や臨界状態の再現性誤差

・系統的誤差としてエッジワース補正Sの誤差約1%，$^{241}$Pu崩壊の補正の誤差，臨界法のプロセスの誤差(制御棒価値実験値をFollower体系で定義する場合と，Absorber体系で定義する場合とで制御棒価値のC/E値に差が生じる。この差をプロセスの誤差として見込んでいる。)

などを二乗和平方根処理したものである。

なお，英国の最終的な制御棒価値実験値は，上記のプロセスにより生じる差の1/2を補正して“best- estimate”な実験値としたものである。

### 3.2.2 解析手法

制御棒価値の解析手法について以下に述べる。解析手法は基本的に JUPITER 標準解析手法である。

(1) 制御棒領域の均質化実効断面積

「もんじゅ」模擬制御棒は，図 3.2-1 に示すように 19 本の $B_4C$ ピンから構成されている。制御棒吸収体ピンを円環状にモデル化し，制御棒領域とそれを取り巻く内側炉心燃料集合体を円筒上のスーパーセルモデルで取り扱う。このスーパーセルモデル図を図 3.2-3 に示す。

均質化実効断面積作成計算コードは CASUP であり，反応率割合保存法の計算ルーチンを組み込んだバージョンである。反応率割合保存法は均質化の際に，周辺の燃料領域に対する制御棒領域の反応率割合を保存するように，制御棒領域の実効定数を調整するという手法である。この手法は反復計算により均質化実効定数の作成を行うものである。

制御棒吸収体ピンを円環状にモデル化したときの半径等を表 3.2-2 に示す。

(2) 基準計算

基準計算として汎用拡散計算コード「CITATION-FBR」を用いて全炉心体系で 7 群の 3 次元 XYZ 拡散計算を行なった。3 次元 XYZ 体系図を図 3.2-2 に示す。径方向は 1 要素 1 メッシュ（約 5cm），軸方向には約 5cm のメッシュ分割とした。

(3) 補正計算

制御棒価値の基準計算値に以下の補正を行った。

a. 群縮約補正

制御棒価値においては，70 群から 18 群への縮約効果はほぼ無視できるので，ここでは 18 群から 7 群への縮約効果として定義する。3 次元 XYZ 体系の 18 群と 7 群の制御棒価値計算値の比を補正値とした。

b. メッシュ補正

基準計算と X，Y，Z 方向のメッシュ数を 2 倍にした倍メッシュ計算（群数は共に 7 群）とにより，実効増倍率の無限メッシュ外挿値を求めて制御棒価値を算出した。これと基準計算値との比をメッシュ補正とした。

c. 輸送理論補正

3 次元輸送計算コード「TRITAC」による制御棒価値と 3 次元拡散計算「CITATION-FBR」による制御棒価値との比により輸送補正を求めた。ここで輸送計算の角度分点は S4 とした。群数は 7 群である。

d. 制御棒領域均質化補正

(1) に述べた均質化実効断面積の反応率割合保存法での作成により，従来の均質化補正は不要となった。ただし，表では項目を残し，補正係数は 1.0 を記載している。

### 3.2.3 解析結果

制御棒価値の解析結果について以下に述べる。

補正後の計算値と実験値とのC/E値を表3.2-3にまとめている。

- C/E値は，1.03ー1.05の範囲にあり安定している。
- C/E値の $^{10}B$ 濃縮度依存性については，過去の解析例では顕著に（約7%）見られたが，JENDL3.2ライブラリを使用した今回の解析では大幅に軽減されている（1%，C/E値は1.04ー1.05）。
- C/E値の空間依存性や制御棒挿入本数依存性については，過去の解析例と同じく顕著ではない。
- 基準計算値のC/E値の範囲は，1.03ー1.06であり，補正計算適用後のC/E値の範囲は，1.03ー1.05となっており，C/E値のバラツキが減少している。
- リングモデル採用による均質化補正係数を除いた補正係数はほぼ従来どおりであり，ライブラリ依存性は少ないことが確認された。
- 大型炉心であるZPPR-9（JNC TN9400 2001-109，JFS-3-J3.2の重み関数訂正による核特性への影響評価）のC/E値は0.98から1.01であり，今回のもんじゅクラスのMOZART実験解析のC/E値は1.03から1.05であり，約4%大きいことが明らかになったが，原因は不明であり，今後の検討が必要である。

表3.2-1　制御棒価値実験値

| 制御棒パターン | 外側炉心<br>燃料要素<br>264+ | 制御棒価値<br>実験値<br>(%Δρ) | 制御棒価値<br>実験値<br>($) | 実験誤差<br>±% |
|---|---|---|---|---|
| BN(0) | 8 | 0.808 | 2.284 | 1.3 |
| B30(0) | 8 | 0.993 | 2.807 | 1.4 |
| B80(0) | 8 | 1.525 | 4.312 | 1.8 |
| B90(0) | 8 | 1.629 | 4.606 | 1.9 |
| BN(Q) | 8 | 0.467 | 1.320 | 1.4 |
| B80(Q) | 8 | 0.854 | 2.414 | 1.3 |
| BN(P1)BN(Q) | 12 | 1.058 | 2.991 | 1.5 |
| B80(P1)B90(Q) | 12 | 1.898 | 5.366 | 2.1 |
| BN(P1P3P5) | 22 | 2.095 | 5.923 | 2.3 |
| BN(P2P2'P5P5') | 30 | 2.692 | 7.611 | 2.8 |

(Puスケール)(注)

(注) 英国Puスケールに相当するβeff＝0.3537%を用いて換算。
(引用) MTN/92 Table21

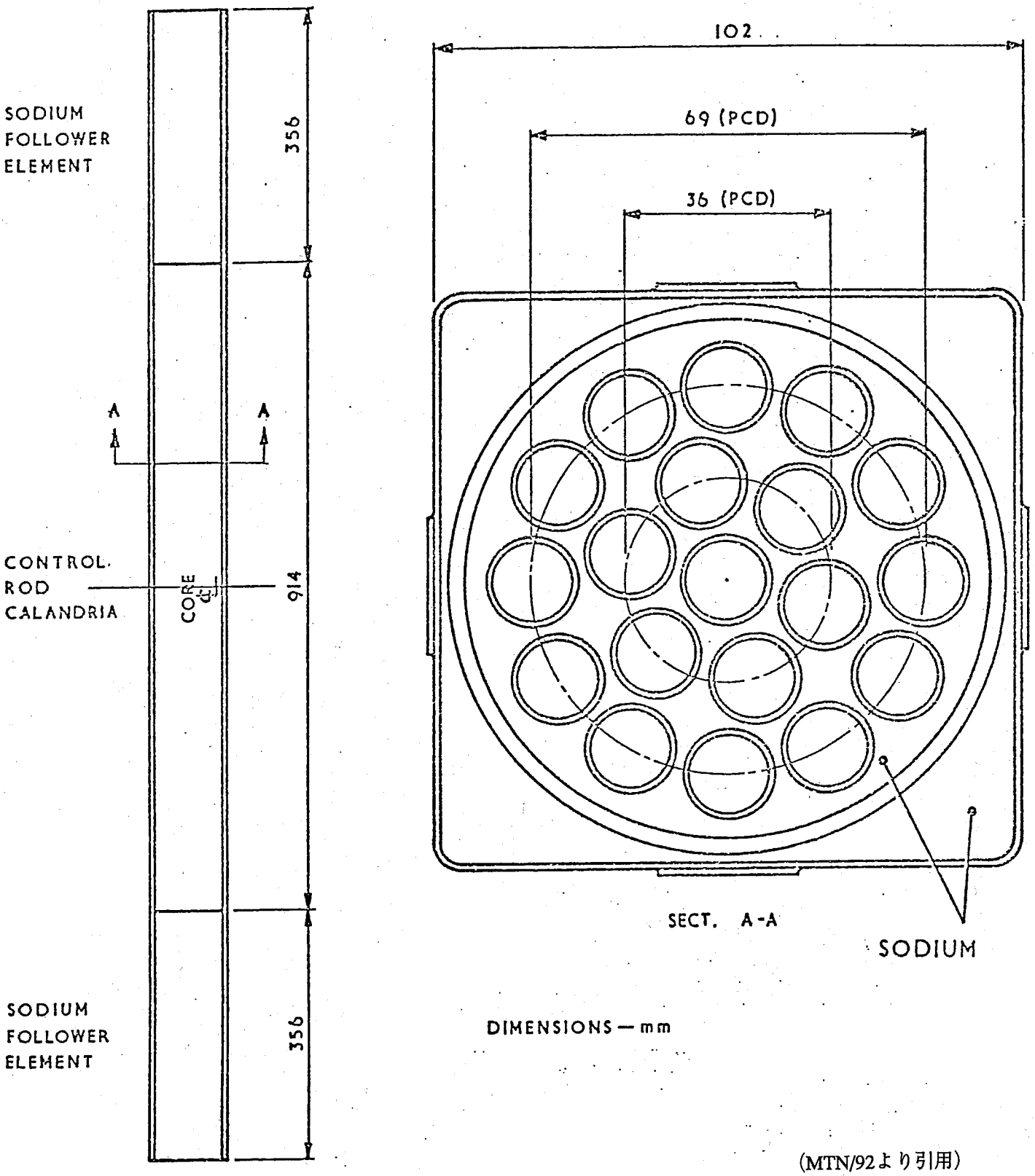
表3.2-2　制御棒スーパーセルモデルの等価半径

| 模擬制御棒のボロン10濃縮度 | BN | B30 | B80 | B90 |
|---|---|---|---|---|
| ペレット直径 (cm) | 1.09142 | 1.09305 | 1.09362 | 1.1033 |
| | | | | |
| 第1リング中央直径(cm) | 3.6 | | | |
| 第2リング中央直径(cm) | 6.9 | | | |
| | | | | |
| リングモデル半径(cm) | | | | |
| r1 | 0.54571 | 0.54653 | 0.54681 | 0.55165 |
| r2 | 1.55183 | 1.55109 | 1.55083 | 1.54640 |
| r3 | 2.04817 | 2.04891 | 2.04917 | 2.05360 |
| r4 | 3.19104 | 3.19027 | 3.19000 | 3.18538 |
| r5 | 3.70896 | 3.70973 | 3.71000 | 3.71462 |
| r6 | 4.23500 | 4.23500 | 4.23500 | 4.23500 |
| r7 | 6.12195 | 6.12195 | 6.12195 | 6.12195 |
| r8 | 36.34700 | 36.34700 | 36.34700 | 36.34700 |
| リングモデル半径増分(cm) | | | | |
| Δr1 | 0.54571 | 0.54653 | 0.54681 | 0.55165 |
| Δr2 | 1.00612 | 1.00457 | 1.00402 | 0.99475 |
| Δr3 | 0.49633 | 0.49782 | 0.49834 | 0.50720 |
| Δr4 | 1.14288 | 1.14136 | 1.14083 | 1.13178 |
| Δr5 | 0.51791 | 0.51946 | 0.52000 | 0.52925 |
| Δr6 | 0.52604 | 0.52527 | 0.52500 | 0.52038 |
| Δr7 | 1.88695 | 1.88695 | 1.88695 | 1.88695 |
| Δr8 | 30.2251 | 30.2251 | 30.2251 | 30.2251 |

表3.2-3　制御棒価値解析結果

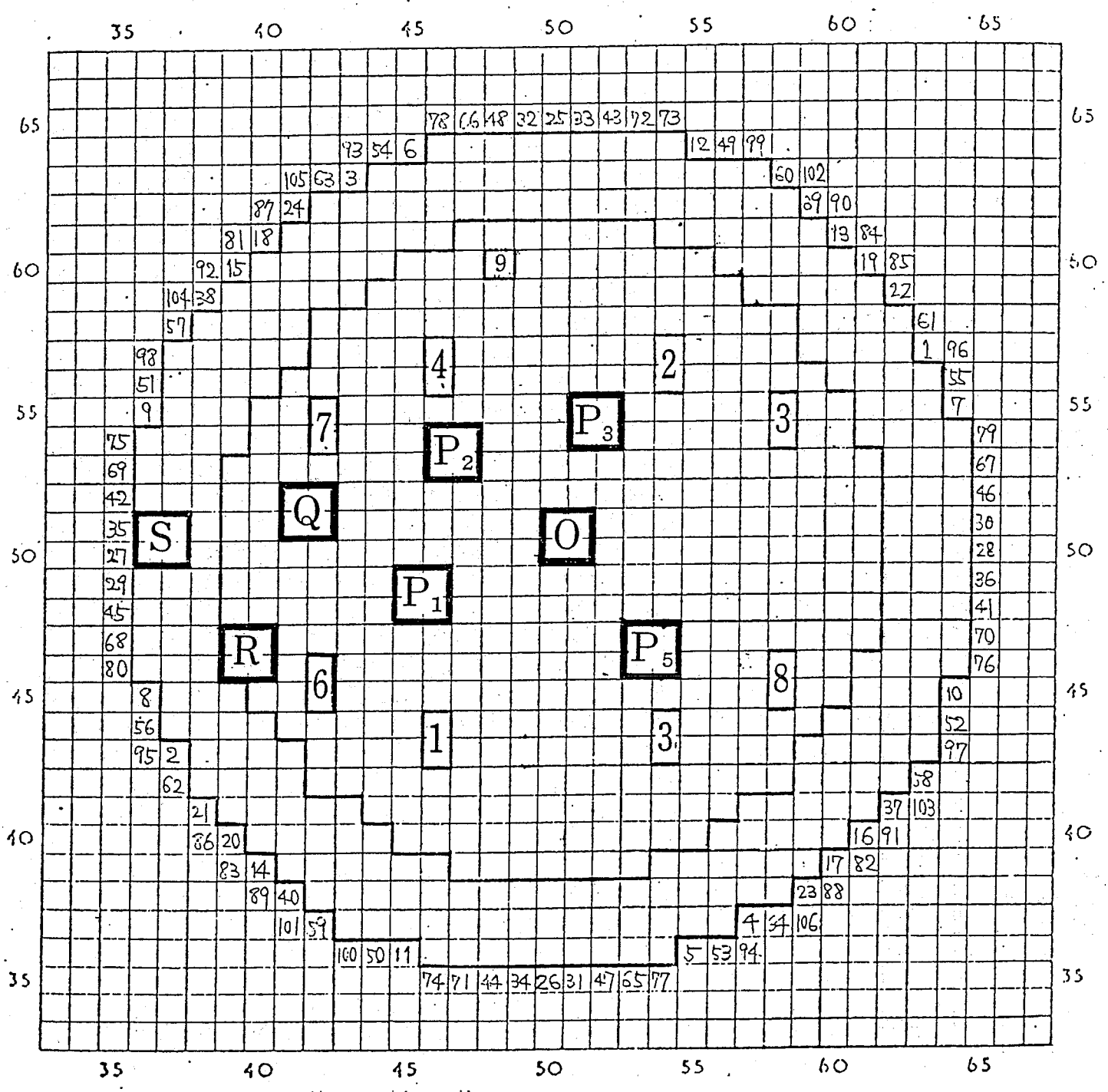
| 制御棒パターン | 実験値E ($) | 基準計算値 | | 補正係数 | | | | | 補正後の評価値 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C ($) | C/E | 群縮約 | メッシュ | 輸送 | 均質化 | 計 | C ($) | C/E |
| BN(0) | 2.284 | 2.386 | 1.04 | 0.990 | 1.035 | 0.976 | 1.000 | 1.000 | 2.385 | 1.04 |
| B30(0) | 2.807 | 2.931 | 1.04 | 0.988 | 1.042 | 0.972 | 1.000 | 1.000 | 2.931 | 1.04 |
| B80(0) | 4.312 | 4.552 | 1.06 | 0.980 | 1.055 | 0.961 | 1.000 | 0.993 | 4.519 | 1.05 |
| B90(0) | 4.606 | 4.839 | 1.05 | 0.979 | 1.056 | 0.958 | 1.000 | 0.990 | 4.791 | 1.04 |
| BN(Q) | 1.320 | 1.362 | 1.03 | 0.981 | 1.029 | 0.991 | 1.000 | 1.001 | 1.363 | 1.03 |
| B80(Q) | 2.414 | 2.533 | 1.05 | 0.973 | 1.047 | 0.970 | 1.000 | 0.989 | 2.505 | 1.04 |
| BN(P1)BN(Q) | 2.991 | 3.091 | 1.03 | 0.985 | 1.030 | 0.994 | 1.000 | 1.009 | 3.118 | 1.04 |
| B80(P1)B90(Q) | 5.366 | 5.612 | 1.05 | 0.977 | 1.044 | 0.977 | 1.000 | 0.997 | 5.593 | 1.04 |
| BN(P1P3P5) | 5.923 | 6.197 | 1.05 | 0.987 | 1.034 | 0.977 | 1.000 | 0.997 | 6.182 | 1.04 |
| BN(P2P2'P5P5') | 7.611 | 7.986 | 1.05 | 0.987 | 1.034 | 0.977 | 1.000 | 0.997 | 7.962 | 1.05 |

($\beta$ eff=0.3506%)




(MTN/92より引用)

図 3.2-1　　制御棒のピン構造




(SN241 73-26より引用)

図 3.2-2　　MZC 炉心の模擬制御棒及び燃料の装填図（水平断面図）

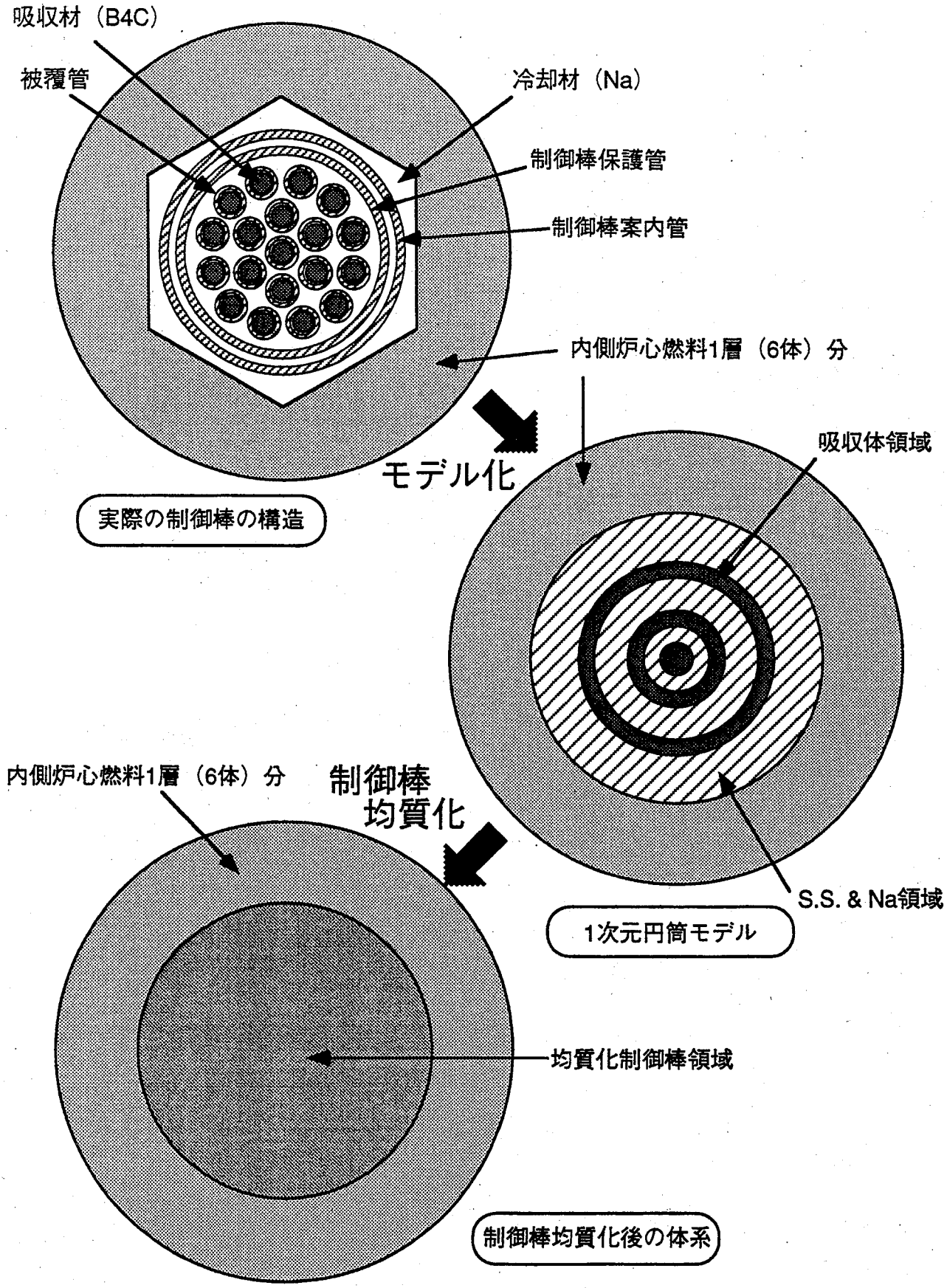



図 3.2-3　制御棒均質化のための計算モデル

## 3.3 反応率分布

### 3.3.1 実験の概要

(1) MZA の炉心体系

MZA 標準炉心（213 本炉心）から燃料要素 8 本を取り除き，別の位置に 4 本を追加した 209 本炉心であり，炉心体系図を図 3.3-1 に示す。

(2) MZA の反応率の種類と測定方法

・F5，F8　・・・・・・・・・・核分裂計数管，箔

・F9，F0，F7($^{237}$Np)　・・・・・核分裂計数管

・C8　・・・・・・・・・・箔

ここで，核分裂反応率を F，捕獲反応率を C，$^{235}$U，$^{238}$U，$^{239}$Pu，$^{240}$Pu，$^{237}$Np をそれぞれ 5,8,9,0,7 と表している。

ただし，今回の計算の対象は信頼性が高いと考えられる箔による測定を対象にしている。

箔をセットしたプレートを図 3.3-2 に示す。径方向測定値に対し中性子束軸方向分布計算を用いて炉心中心面位置への反応率へ換算されている。

(3) MZB の炉心体系

MZB(3) 標準炉心（内側/外側炉心燃料要素：413/264 本炉心）から外側炉心燃料要素 4 本を取り除いた炉心体系であり，炉心体系図を図 3.3-3 に示す。

(4) MZB の反応率の種類と測定方法

・F5，F8　・・・・・核分裂計数管，箔

・F9　・・・・・核分裂計数管

・C8　・・・・・箔

ただし，今回の計算の対象は信頼性が高いと考えられる箔による測定を対象にしている。

箔をセットしたプレートを図 3.3-4 に示す。測定値は 2 次元拡散計算値を用いてすべて体系の中心面での値に換算されている。（補正量は小さく約 0.1%）

### 3.3.2 解析手法

反応率分布の解析手法について以下に述べる。解析手法は基本的に JUPITER 標準解析手法である。

(1) MZA の基準計算

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/8 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，炉中心中性子束スペクトルを使用した。

検出器断面積には，今回 CASUP で出力されるセル平均実効ミクロ断面積を使用して反応率分布を求めた。

(2) MZA の補正計算

基準計算に対してメッシュ補正及び輸送理論補正を実施し，実験値と計算値を比較する。

(a) メッシュ補正(参考文献(3)より引用)

基準計算と XY 面のメッシュ数を XY 方向共 2 倍にした計算と Z 方向のメッシュを 2 倍にした計算を行い，半径方向，軸方向それぞれのメッシュ補正を算出している。

(b) 輸送理論補正(参考文献(3)より引用)

3 次元 XYZ 体系 18 群計算で輸送計算(TRITAC, S4)と拡散計算(CITATION-FBR)との比較から輸送理論補正を算出している。

(3) MZB の基準計算

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/4 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，炉中心中性子束スペクトルを使用した。

検出器断面積には，今回 CASUP で出力されるセル平均実効ミクロ断面積を使用して反応率分布を求めた。

(4) MZB の補正計算

基準計算に対してメッシュ補正及び輸送理論補正を実施し，実験値と計算値を比較する。

(a) メッシュ補正(参考文献(3)より引用)

基準計算と X, Y, Z 方向のメッシュ数を別々2 倍にした計算を行い，X, Y, Z 方向

それぞれのメッシュ補正を算出している。

(b) 輸送理論補正(参考文献(3)より引用)

3次元XYZ体系 18群計算で輸送計算(TRITAC,S4)と拡散計算(CITATION-FBR)との比較から輸送理論補正を算出している。

### 3.3.3 解析結果

反応率分布の解析結果について以下に述べる。

(1) MZA

MZA 炉心において実施された反応率分布測定のうち，今回計算したものを以下に示す。

| | |
|---|---|
| $^{235}$U 核分裂率分布(箔) | 図 3.3-5，表 3.3-1 |
| $^{238}$U 核分裂率分布(箔) | 図 3.3-6，表 3.3-2 |
| $^{238}$U 捕獲反応率分布(箔) | 図 3.3-7，表 3.3-3 |

(2) MZB

MZB 炉心において実施された反応率分布測定のうち，今回計算したものを以下に示す。

| | |
|---|---|
| $^{235}$U 核分裂率分布(箔) | 図 3.3-8，表 3.3-4 |
| $^{238}$U 核分裂率分布(箔) | 図 3.3-9，表 3.3-5 |
| $^{238}$U 捕獲反応率分布(箔) | 図 3.3-10，表 3.3-6 |

(3) ライブラリ改訂前後の比較

ライブラリ改訂前後の反応率分布は，表 3.3-7 及び表 3.3-8 に示すように一部を除いて良く一致している。各反応共ブランケットの境界付近で差を生じているが，この付近では中性子束分布の勾配が急なためであると考えられる。

表3.3-1(1/2)　MZA炉心 $^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
径方向(Y)分布

| 測定 | ﾏﾄﾘｯｸｽ位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番号 | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | 径メッシュ | 軸メッシュ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 64 | 0.0 | -76.0 | 0.0 | 1.37E-01 | 1.56E-01 | 0.88 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.86 |
| 2 | 50 | 63 | 0.0 | -70.6 | 0.0 | 1.81E-01 | 1.99E-01 | 0.91 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.89 |
| 3 | 50 | 62 | 0.0 | -65.0 | 0.0 | 2.45E-01 | 2.57E-01 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.94 |
| 4 | 50 | 61 | 0.0 | -59.6 | 0.0 | 3.21E-01 | 3.31E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.94 |
| 5 | 50 | 60 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | 4.03E-01 | 4.08E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 0.96 |
| 6 | 50 | 59 | 0.0 | -48.9 | 0.0 | 4.74E-01 | 4.77E-01 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.96 | 0.94 |
| 7 | 50 | 58 | 0.0 | -43.5 | 0.0 | 5.17E-01 | 5.24E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.98 |
| 8 | 50 | 57 | 0.0 | -37.9 | 0.0 | 5.89E-01 | 5.95E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.98 |
| 9 | 50 | 56 | 0.0 | -32.5 | 0.0 | 6.75E-01 | 6.78E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 |
| 10 | 50 | 55 | 0.0 | -27.1 | 0.0 | 7.61E-01 | 7.66E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 11 | 50 | 54 | 0.0 | -21.8 | 0.0 | 8.41E-01 | 8.43E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 12 | 50 | 53 | 0.0 | -16.4 | 0.0 | 9.08E-01 | 9.04E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 13 | 50 | 52 | 0.0 | -10.7 | 0.0 | 9.61E-01 | 9.58E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 14 | 50 | 51 | 0.0 | -5.4 | 0.0 | 9.92E-01 | 9.93E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 15 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 16 | 50 | 49 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 9.92E-01 | 9.93E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 17 | 50 | 48 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 9.59E-01 | 9.61E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 18 | 50 | 47 | 0.0 | 16.4 | 0.0 | 9.08E-01 | 9.11E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 19 | 50 | 46 | 0.0 | 21.8 | 0.0 | 8.41E-01 | 8.48E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 20 | 50 | 45 | 0.0 | 27.1 | 0.0 | 7.61E-01 | 7.66E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 21 | 50 | 44 | 0.0 | 32.5 | 0.0 | 6.75E-01 | 6.80E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.98 |
| 22 | 50 | 43 | 0.0 | 38.1 | 0.0 | 5.85E-01 | 5.98E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.97 |
| 23 | 50 | 42 | 0.0 | 43.5 | 0.0 | 5.17E-01 | 5.28E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.97 |
| 24 | 50 | 41 | 0.0 | 48.9 | 0.0 | 4.74E-01 | 4.78E-01 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.96 | 0.94 |
| 25 | 50 | 40 | 0.0 | 54.3 | 0.0 | 4.03E-01 | 4.08E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 0.96 |
| 26 | 50 | 39 | 0.0 | 59.6 | 0.0 | 3.21E-01 | 3.33E-01 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.95 |
| 27 | 50 | 38 | 0.0 | 65.3 | 0.0 | 2.41E-01 | 2.57E-01 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.93 |
| 28 | 50 | 37 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 1.81E-01 | 2.03E-01 | 0.89 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.87 |
| 29 | 50 | 36 | 0.0 | 76.0 | 0.0 | 1.37E-01 | 1.60E-01 | 0.86 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.84 |

表3.3-1(2/2)　MZA炉心 $^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
軸方向(Z)分布

| 測定番号 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | 径メッシュ | 軸メッシュ | 輸送 | C／E値 |
| 30 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −77.6 | 1.75E−01 | 1.54E−01 | 1.14 | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 1.17 |
| 31 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −68.9 | 2.48E−01 | 2.37E−01 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.05 |
| 32 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −60.1 | 3.53E−01 | 3.43E−01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.02 |
| 33 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −51.4 | 4.67E−01 | 4.64E−01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.99 |
| 34 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −44.1 | 5.35E−01 | 5.36E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 35 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −36.6 | 6.32E−01 | 6.33E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 36 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −28.1 | 7.68E−01 | 7.46E−01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 |
| 37 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −21.6 | 8.60E−01 | 8.48E−01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| 38 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −14.1 | 9.39E−01 | 9.31E−01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 39 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −6.6 | 9.87E−01 | 9.81E−01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 40 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 41 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 8.4 | 9.78E−01 | 9.80E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 42 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 15.9 | 9.21E−01 | 9.23E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 43 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 23.4 | 8.33E−01 | 8.41E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 44 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 30.9 | 7.24E−01 | 7.32E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 45 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 38.4 | 6.03E−01 | 6.17E−01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.98 |
| 46 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 47.3 | 5.09E−01 | 5.17E−01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.97 |
| 47 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 56.1 | 4.08E−01 | 4.12E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.97 |
| 48 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 64.8 | 2.94E−01 | 3.00E−01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 49 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 73.6 | 2.03E−01 | 2.07E−01 | 0.98 | 1.00 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |

表3.3-2(1/2)　MZA炉心 $^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
径方向(Y)分布

| 測定 | ﾏﾄﾘｯｸｽ位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番号 | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | 径メッシュ | 軸メッシュ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 64 | 0.0 | -76.0 | 0.0 | 9.01E-03 | 1.00E-02 | 0.90 | 0.98 | 1.00 | 1.07 | 0.94 |
| 2 | 50 | 63 | 0.0 | -70.6 | 0.0 | 1.60E-02 | 1.70E-02 | 0.94 | 0.98 | 1.00 | 1.01 | 0.94 |
| 3 | 50 | 62 | 0.0 | -65.0 | 0.0 | 2.90E-02 | 2.70E-02 | 1.07 | 0.99 | 1.00 | 1.02 | 1.08 |
| 4 | 50 | 61 | 0.0 | -59.6 | 0.0 | 5.24E-02 | 4.70E-02 | 1.11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| 5 | 50 | 60 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | 9.86E-02 | 8.40E-02 | 1.17 | 1.01 | 1.00 | 0.86 | 1.02 |
| 6 | 50 | 59 | 0.0 | -48.9 | 0.0 | 1.94E-01 | 1.67E-01 | 1.16 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.20 |
| 7 | 50 | 58 | 0.0 | -43.5 | 0.0 | 3.53E-01 | 3.72E-01 | 0.95 | 0.99 | 1.00 | 1.01 | 0.95 |
| 8 | 50 | 57 | 0.0 | -37.9 | 0.0 | 5.02E-01 | 5.13E-01 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.02 | 1.00 |
| 9 | 50 | 56 | 0.0 | -32.5 | 0.0 | 6.27E-01 | 6.38E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 10 | 50 | 55 | 0.0 | -27.1 | 0.0 | 7.36E-01 | 7.43E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 11 | 50 | 54 | 0.0 | -21.8 | 0.0 | 8.28E-01 | 8.30E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 12 | 50 | 53 | 0.0 | -16.4 | 0.0 | 9.02E-01 | 9.10E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 13 | 50 | 52 | 0.0 | -10.7 | 0.0 | 9.59E-01 | 9.55E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 14 | 50 | 51 | 0.0 | -5.4 | 0.0 | 9.91E-01 | 9.89E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 |
| 15 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 16 | 50 | 49 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 9.91E-01 | 1.00E+00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.98 |
| 17 | 50 | 48 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 9.56E-01 | 9.58E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 18 | 50 | 47 | 0.0 | 16.4 | 0.0 | 9.02E-01 | 9.11E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 19 | 50 | 46 | 0.0 | 21.8 | 0.0 | 8.28E-01 | 8.42E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 20 | 50 | 45 | 0.0 | 27.1 | 0.0 | 7.36E-01 | 7.45E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 21 | 50 | 44 | 0.0 | 32.5 | 0.0 | 6.27E-01 | 6.43E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.97 |
| 22 | 50 | 43 | 0.0 | 38.1 | 0.0 | 4.95E-01 | 5.16E-01 | 0.96 | 0.99 | 1.00 | 1.02 | 0.98 |
| 23 | 50 | 42 | 0.0 | 43.5 | 0.0 | 3.53E-01 | 3.73E-01 | 0.95 | 0.99 | 1.00 | 1.01 | 0.96 |
| 24 | 50 | 41 | 0.0 | 48.9 | 0.0 | 1.94E-01 | 1.68E-01 | 1.16 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.18 |
| 25 | 50 | 40 | 0.0 | 54.3 | 0.0 | 9.86E-02 | 8.60E-02 | 1.15 | 1.01 | 1.00 | 0.86 | 1.00 |
| 26 | 50 | 39 | 0.0 | 59.6 | 0.0 | 5.24E-02 | 4.70E-02 | 1.11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| 27 | 50 | 38 | 0.0 | 65.3 | 0.0 | 2.82E-02 | 2.80E-02 | 1.01 | 0.99 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 28 | 50 | 37 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 1.60E-02 | 1.70E-02 | 0.94 | 0.98 | 1.00 | 1.01 | 0.94 |
| 29 | 50 | 36 | 0.0 | 76.0 | 0.0 | 9.01E-03 | 1.00E-02 | 0.90 | 0.98 | 1.00 | 1.07 | 0.94 |

表3.3-2(2/2)　MZA炉心 $^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
軸方向(Z)分布

| 測定番号 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E値 | 補正因子 | | | 補正後C／E値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y | Z | C | E | | 径メッシュ | 軸メッシュ | 輸送 | |
| 30 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −75.8 | 1.52E−02 | 1.40E−02 | 1.08 | 1.00 | 0.99 | 1.10 | 1.18 |
| 31 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −67.0 | 3.47E−02 | 3.20E−02 | 1.08 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.08 |
| 32 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −58.3 | 8.21E−02 | 7.10E−02 | 1.16 | 1.00 | 1.01 | 0.89 | 1.03 |
| 33 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −49.5 | 2.04E−01 | 1.77E−01 | 1.15 | 1.00 | 1.02 | 0.95 | 1.12 |
| 34 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −42.2 | 4.26E−01 | 4.37E−01 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 |
| 35 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −34.7 | 6.19E−01 | 6.21E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 1.01 |
| 36 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −27.2 | 7.65E−01 | 7.70E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.99 |
| 37 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −19.7 | 8.76E−01 | 8.80E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 38 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −12.2 | 9.52E−01 | 9.54E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 39 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | −4.7 | 9.93E−01 | 9.96E−01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 40 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 9.97E−01 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 41 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 10.3 | 9.66E−01 | 9.72E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 42 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 17.8 | 8.98E−01 | 9.09E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 43 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 25.3 | 7.96E−01 | 8.08E−01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.99 |
| 44 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 32.8 | 6.59E−01 | 6.72E−01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.99 |
| 45 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 40.3 | 4.80E−01 | 4.97E−01 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 1.01 | 0.97 |
| 46 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 49.2 | 2.11E−01 | 1.90E−01 | 1.11 | 1.00 | 1.02 | 0.96 | 1.09 |
| 47 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 57.9 | 8.48E−02 | 7.50E−02 | 1.13 | 1.00 | 1.01 | 0.89 | 1.02 |
| 48 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 3.57E−02 | 3.40E−02 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.05 |
| 49 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 75.4 | 1.56E−02 | 1.60E−02 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 1.10 | 1.05 |

表3.3-3(1/2)　MZA炉心 $^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値
径方向(Y)分布

| 測定 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番号 | × | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | 径メッシュ | 軸メッシュ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 64 | 0.0 | -76.0 | 0.0 | 9.67E-02 | 1.00E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.95 |
| 2 | 50 | 63 | 0.0 | -70.6 | 0.0 | 1.38E-01 | 1.40E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.97 |
| 3 | 50 | 62 | 0.0 | -65.0 | 0.0 | 1.97E-01 | 1.91E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.02 |
| 4 | 50 | 61 | 0.0 | -59.6 | 0.0 | 2.68E-01 | 2.53E-01 | 1.06 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.04 |
| 5 | 50 | 60 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | 3.48E-01 | 3.32E-01 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.03 |
| 6 | 50 | 59 | 0.0 | -48.9 | 0.0 | 4.24E-01 | 4.00E-01 | 1.06 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.02 |
| 7 | 50 | 58 | 0.0 | -43.5 | 0.0 | 5.29E-01 | 5.20E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.01 |
| 8 | 50 | 57 | 0.0 | -37.9 | 0.0 | 5.99E-01 | 6.01E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 9 | 50 | 56 | 0.0 | -32.5 | 0.0 | 6.81E-01 | 6.82E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 10 | 50 | 55 | 0.0 | -27.1 | 0.0 | 7.65E-01 | 7.53E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.01 |
| 11 | 50 | 54 | 0.0 | -21.8 | 0.0 | 8.43E-01 | 8.41E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 12 | 50 | 53 | 0.0 | -16.4 | 0.0 | 9.09E-01 | 9.15E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 13 | 50 | 52 | 0.0 | -10.7 | 0.0 | 9.61E-01 | 9.57E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 14 | 50 | 51 | 0.0 | -5.4 | 0.0 | 9.92E-01 | 9.78E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 15 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 16 | 50 | 49 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 9.92E-01 | 1.00E+00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 17 | 50 | 48 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 9.59E-01 | 9.64E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 18 | 50 | 47 | 0.0 | 16.4 | 0.0 | 9.09E-01 | 9.01E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 19 | 50 | 46 | 0.0 | 21.8 | 0.0 | 8.43E-01 | 8.47E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 20 | 50 | 45 | 0.0 | 27.1 | 0.0 | 7.65E-01 | 7.79E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.97 |
| 21 | 50 | 44 | 0.0 | 32.5 | 0.0 | 6.81E-01 | 6.88E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.98 |
| 22 | 50 | 43 | 0.0 | 38.1 | 0.0 | 5.95E-01 | 5.93E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 23 | 50 | 42 | 0.0 | 43.5 | 0.0 | 5.29E-01 | 5.29E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 24 | 50 | 41 | 0.0 | 48.9 | 0.0 | 4.24E-01 | 4.11E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 0.99 |
| 25 | 50 | 40 | 0.0 | 54.3 | 0.0 | 3.48E-01 | 3.35E-01 | 1.04 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.02 |
| 26 | 50 | 39 | 0.0 | 59.6 | 0.0 | 2.68E-01 | 2.61E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.01 |
| 27 | 50 | 38 | 0.0 | 65.3 | 0.0 | 1.94E-01 | 1.97E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.96 |
| 28 | 50 | 37 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 1.38E-01 | 1.41E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.96 |
| 29 | 50 | 36 | 0.0 | 76.0 | 0.0 | 9.67E-02 | 1.03E-01 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.92 |

表3.3-3(2/2)　MZA炉心 $^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値
軸方向(Z)分布

| 測定番号 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E値 | 補正因子 | | | 補正後C／E値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y | Z | C | E | | 径メッシュ | 軸メッシュ | 輸送 | |
| 30 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -75.8 | 1.64E-01 | 1.46E-01 | 1.12 | 1.00 | 1.01 | 1.02 | 1.16 |
| 31 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -67.0 | 2.52E-01 | 2.28E-01 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.11 |
| 32 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -58.3 | 3.63E-01 | 3.41E-01 | 1.07 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.05 |
| 33 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -49.5 | 4.76E-01 | 4.65E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.01 |
| 34 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -42.2 | 5.62E-01 | 5.63E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 35 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -34.7 | 6.68E-01 | 6.72E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 36 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -27.2 | 7.83E-01 | 7.76E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 37 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -19.7 | 8.82E-01 | 8.70E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| 38 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -12.2 | 9.54E-01 | 9.55E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 39 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -4.7 | 9.93E-01 | 9.80E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 40 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 9.97E-01 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 41 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 10.3 | 9.67E-01 | 9.66E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 42 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 17.8 | 9.02E-01 | 9.09E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 43 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 25.3 | 8.09E-01 | 8.20E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 44 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 32.8 | 6.97E-01 | 7.04E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 45 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 40.3 | 5.85E-01 | 5.90E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.00 |
| 46 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 49.2 | 4.80E-01 | 4.77E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| 47 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 57.9 | 3.68E-01 | 3.57E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.02 |
| 48 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 2.55E-01 | 2.54E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 49 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 75.4 | 1.67E-01 | 1.64E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.01 | 1.02 | 1.04 |

表3.3-4(1/2)　MZB炉心 $^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
径方向(Y)分布

| 測定番号 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | × | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | Xメッシュ | Yメッシュ | Zメッシュ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 70 | 0.0 | -108.5 | 0.0 | 1.41E-01 | 1.89E-01 | 0.75 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 1.04 | 0.78 |
| 2 | 50 | 69 | 0.0 | -103.1 | 0.0 | 1.84E-01 | 2.24E-01 | 0.82 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.85 |
| 3 | 50 | 68 | 0.0 | -97.8 | 0.0 | 2.42E-01 | 2.73E-01 | 0.89 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.90 |
| 4 | 50 | 67 | 0.0 | -92.1 | 0.0 | 3.12E-01 | 3.34E-01 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.94 |
| 5 | 50 | 66 | 0.0 | -86.8 | 0.0 | 3.80E-01 | 3.91E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.96 |
| 6 | 50 | 65 | 0.0 | -81.4 | 0.0 | 4.33E-01 | 4.42E-01 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.96 |
| 7 | 50 | 64 | 0.0 | -76.0 | 0.0 | 4.57E-01 | 4.75E-01 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 | 0.99 |
| 8 | 50 | 63 | 0.0 | -70.6 | 0.0 | 5.09E-01 | 5.25E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.99 |
| 9 | 50 | 62 | 0.0 | -65.0 | 0.0 | 5.77E-01 | 5.88E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 1.00 |
| 10 | 50 | 61 | 0.0 | -59.6 | 0.0 | 6.44E-01 | 6.47E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 11 | 50 | 60 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | 7.05E-01 | 7.08E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 12 | 50 | 59 | 0.0 | -48.9 | 0.0 | 7.60E-01 | 7.63E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 13 | 50 | 58 | 0.0 | -43.5 | 0.0 | 8.10E-01 | 8.08E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 14 | 50 | 56 | 0.0 | -32.5 | 0.0 | 8.94E-01 | 8.91E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 15 | 50 | 54 | 0.0 | -21.8 | 0.0 | 9.53E-01 | 9.52E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 16 | 50 | 52 | 0.0 | -10.7 | 0.0 | 9.89E-01 | 9.86E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 17 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 18 | 50 | 48 | 0.0 | 10.7 | 0.0 | 9.88E-01 | 9.85E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 19 | 50 | 46 | 0.0 | 21.8 | 0.0 | 9.52E-01 | 9.51E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 20 | 50 | 44 | 0.0 | 32.5 | 0.0 | 8.93E-01 | 8.90E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 21 | 50 | 42 | 0.0 | 43.5 | 0.0 | 8.09E-01 | 8.13E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 22 | 50 | 41 | 0.0 | 48.9 | 0.0 | 7.59E-01 | 7.67E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 23 | 50 | 40 | 0.0 | 54.3 | 0.0 | 7.04E-01 | 7.14E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 24 | 50 | 39 | 0.0 | 59.6 | 0.0 | 6.43E-01 | 6.54E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 25 | 50 | 38 | 0.0 | 65.0 | 0.0 | 5.76E-01 | 5.93E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.97 |
| 26 | 50 | 37 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 5.08E-01 | 5.32E-01 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.96 |
| 27 | 50 | 36 | 0.0 | 76.0 | 0.0 | 4.56E-01 | 4.78E-01 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.97 |
| 28 | 50 | 35 | 0.0 | 81.4 | 0.0 | 4.32E-01 | 4.42E-01 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.98 | 0.94 |
| 29 | 50 | 34 | 0.0 | 86.8 | 0.0 | 3.79E-01 | 3.92E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.94 |
| 30 | 50 | 33 | 0.0 | 92.1 | 0.0 | 3.12E-01 | 3.27E-01 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.95 |
| 31 | 50 | 32 | 0.0 | 97.8 | 0.0 | 2.42E-01 | 2.64E-01 | 0.92 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.92 |
| 32 | 50 | 31 | 0.0 | 103.1 | 0.0 | 1.86E-01 | 2.11E-01 | 0.88 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.89 |
| 33 | 50 | 30 | 0.0 | 108.5 | 0.0 | 1.42E-01 | 1.72E-01 | 0.83 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 1.02 | 0.85 |

表3.3-4(2/2)　MZB炉心 $^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
軸方向(Z)分布

| 測定 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番号 | × | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | Xメッシュ | Yメッシュ | Zメッシ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -77.3 | 2.44E-01 | 2.23E-01 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 | 1.13 |
| 2 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -68.5 | 3.18E-01 | 3.04E-01 | 1.04 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 | 1.06 |
| 3 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -59.8 | 4.31E-01 | 4.18E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.04 |
| 4 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -51.0 | 5.48E-01 | 5.36E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 |
| 5 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -37.4 | 6.55E-01 | 6.48E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 6 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -29.3 | 7.69E-01 | 7.59E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 7 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -21.2 | 8.74E-01 | 8.66E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 8 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -13.1 | 9.52E-01 | 9.51E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 9 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -5.0 | 9.96E-01 | 9.93E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 10 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 11 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 11.2 | 9.65E-01 | 9.72E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 12 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 19.3 | 8.95E-01 | 9.09E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 13 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 27.5 | 7.94E-01 | 8.12E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 14 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 35.6 | 6.80E-01 | 7.03E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 15 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 43.7 | 5.95E-01 | 6.16E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.97 |
| 16 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 46.9 | 5.85E-01 | 6.05E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.96 |
| 17 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 55.7 | 4.88E-01 | 5.14E-01 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.95 |
| 18 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 64.4 | 3.69E-01 | 3.95E-01 | 0.93 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.94 |
| 19 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 73.1 | 2.72E-01 | 2.95E-01 | 0.92 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 0.96 |

表3.3-5(1/2)　MZB炉心 $^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
径方向(Y)分布

| 測定番号 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | Xメッシュ | Yメッシュ | Zメッシ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 70 | 0.0 | -108.5 | 0.0 | 1.48E-02 | 1.96E-02 | 0.75 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 1.11 | 0.82 |
| 2 | 50 | 69 | 0.0 | -103.1 | 0.0 | 2.57E-02 | 3.08E-02 | 0.83 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.06 | 0.87 |
| 3 | 50 | 68 | 0.0 | -97.8 | 0.0 | 4.42E-02 | 4.76E-02 | 0.93 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.91 |
| 4 | 50 | 67 | 0.0 | -92.1 | 0.0 | 8.02E-02 | 7.81E-02 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.92 | 0.94 |
| 5 | 50 | 66 | 0.0 | -86.8 | 0.0 | 1.46E-01 | 1.34E-01 | 1.09 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 0.87 | 0.97 |
| 6 | 50 | 65 | 0.0 | -81.4 | 0.0 | 2.76E-01 | 2.51E-01 | 1.10 | 1.00 | 1.02 | 1.00 | 1.02 | 1.15 |
| 7 | 50 | 64 | 0.0 | -76.0 | 0.0 | 4.72E-01 | 5.20E-01 | 0.91 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 1.02 | 0.91 |
| 8 | 50 | 63 | 0.0 | -70.6 | 0.0 | 6.09E-01 | 6.70E-01 | 0.91 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.07 | 0.96 |
| 9 | 50 | 62 | 0.0 | -65.0 | 0.0 | 6.94E-01 | 7.58E-01 | 0.92 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.03 | 0.94 |
| 10 | 50 | 61 | 0.0 | -59.6 | 0.0 | 7.14E-01 | 7.20E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 1.01 |
| 11 | 50 | 60 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | 7.47E-01 | 7.48E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 12 | 50 | 59 | 0.0 | -48.9 | 0.0 | 7.86E-01 | 7.88E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 13 | 50 | 58 | 0.0 | -43.5 | 0.0 | 8.25E-01 | 8.24E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 14 | 50 | 56 | 0.0 | -32.5 | 0.0 | 8.99E-01 | 8.96E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 15 | 50 | 54 | 0.0 | -21.8 | 0.0 | 9.54E-01 | 9.49E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| 16 | 50 | 52 | 0.0 | -10.7 | 0.0 | 9.89E-01 | 9.93E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 17 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 18 | 50 | 48 | 0.0 | 10.7 | 0.0 | 9.88E-01 | 9.89E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 19 | 50 | 46 | 0.0 | 21.8 | 0.0 | 9.53E-01 | 9.58E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 20 | 50 | 44 | 0.0 | 32.5 | 0.0 | 8.98E-01 | 9.02E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 21 | 50 | 42 | 0.0 | 43.5 | 0.0 | 8.24E-01 | 8.31E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 22 | 50 | 41 | 0.0 | 48.9 | 0.0 | 7.84E-01 | 7.93E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 23 | 50 | 40 | 0.0 | 54.3 | 0.0 | 7.46E-01 | 7.55E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.98 |
| 24 | 50 | 39 | 0.0 | 59.6 | 0.0 | 7.13E-01 | 7.28E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.99 |
| 25 | 50 | 38 | 0.0 | 65.0 | 0.0 | 6.93E-01 | 7.68E-01 | 0.90 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.02 | 0.91 |
| 26 | 50 | 37 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 6.08E-01 | 6.79E-01 | 0.90 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.05 | 0.93 |
| 27 | 50 | 36 | 0.0 | 76.0 | 0.0 | 4.71E-01 | 5.30E-01 | 0.89 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 1.01 | 0.89 |
| 28 | 50 | 35 | 0.0 | 81.4 | 0.0 | 2.75E-01 | 2.52E-01 | 1.09 | 1.00 | 1.03 | 1.00 | 1.01 | 1.14 |
| 29 | 50 | 34 | 0.0 | 86.8 | 0.0 | 1.46E-01 | 1.34E-01 | 1.09 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 0.86 | 0.95 |
| 30 | 50 | 33 | 0.0 | 92.1 | 0.0 | 8.01E-02 | 7.59E-02 | 1.05 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 0.89 | 0.95 |
| 31 | 50 | 32 | 0.0 | 97.8 | 0.0 | 4.41E-02 | 4.68E-02 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.94 |
| 32 | 50 | 31 | 0.0 | 103.1 | 0.0 | 2.56E-02 | 2.97E-02 | 0.86 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.05 | 0.89 |
| 33 | 50 | 30 | 0.0 | 108.5 | 0.0 | 1.49E-02 | 1.88E-02 | 0.79 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 1.06 | 0.82 |

表3.3-5(2/2)　MZB炉心 $^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値
軸方向(Z)分布

| 測定番号 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | Xメッシュ | Yメッシュ | Zメッシ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -75.4 | 2.30E-02 | 2.27E-02 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.08 | 1.08 |
| 2 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -66.7 | 4.74E-02 | 4.41E-02 | 1.07 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 1.10 |
| 3 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -57.9 | 1.01E-01 | 8.83E-02 | 1.15 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.92 | 1.06 |
| 4 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -49.1 | 2.30E-01 | 1.94E-01 | 1.18 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.98 | 1.18 |
| 5 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -43.7 | 3.97E-01 | 3.58E-01 | 1.11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.10 |
| 6 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -35.6 | 6.21E-01 | 5.99E-01 | 1.04 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 1.05 |
| 7 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -27.5 | 7.78E-01 | 7.58E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.04 |
| 8 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -19.3 | 8.93E-01 | 8.73E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| 9 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -11.2 | 9.69E-01 | 9.54E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| 10 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -3.1 | 1.00E+00 | 9.92E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 11 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 12 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 13.1 | 9.55E-01 | 9.58E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 13 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 21.2 | 8.70E-01 | 8.80E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 14 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 29.3 | 7.46E-01 | 7.67E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.97 |
| 15 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 37.4 | 5.77E-01 | 6.12E-01 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.02 | 0.95 |
| 16 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 48.8 | 2.38E-01 | 2.52E-01 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.99 | 0.95 |
| 17 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 57.5 | 1.05E-01 | 1.10E-01 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.91 | 0.88 |
| 18 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 66.2 | 4.91E-02 | 5.46E-02 | 0.89 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.91 |
| 19 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 74.9 | 2.40E-02 | 2.92E-02 | 0.82 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.08 | 0.88 |

表3.3-6(1/2)　MZB炉心 $^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値
径方向(Y)分布

| 測定 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番号 | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | Xメッシュ | Yメッシュ | Zメッシュ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 70 | 0.0 | -108.5 | 0.0 | 9.83E-02 | 1.17E-01 | 0.84 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 1.04 | 0.87 |
| 2 | 50 | 69 | 0.0 | -103.1 | 0.0 | 1.38E-01 | 1.51E-01 | 0.91 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.94 |
| 3 | 50 | 68 | 0.0 | -97.8 | 0.0 | 1.90E-01 | 1.97E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.99 |
| 4 | 50 | 67 | 0.0 | -92.1 | 0.0 | 2.54E-01 | 2.53E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.02 |
| 5 | 50 | 66 | 0.0 | -86.8 | 0.0 | 3.19E-01 | 3.13E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.03 |
| 6 | 50 | 65 | 0.0 | -81.4 | 0.0 | 3.75E-01 | 3.73E-01 | 1.01 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 7 | 50 | 64 | 0.0 | -76.0 | 0.0 | 4.53E-01 | 4.65E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 | 1.00 |
| 8 | 50 | 63 | 0.0 | -70.6 | 0.0 | 5.03E-01 | 5.17E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.99 |
| 9 | 50 | 62 | 0.0 | -65.0 | 0.0 | 5.71E-01 | 5.86E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 | 0.98 |
| 10 | 50 | 61 | 0.0 | -59.6 | 0.0 | 6.37E-01 | 6.47E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.99 |
| 11 | 50 | 60 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | 7.00E-01 | 7.08E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.00 |
| 12 | 50 | 59 | 0.0 | -48.9 | 0.0 | 7.57E-01 | 7.60E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 13 | 50 | 58 | 0.0 | -43.5 | 0.0 | 8.08E-01 | 8.09E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 14 | 50 | 56 | 0.0 | -32.5 | 0.0 | 8.93E-01 | 8.92E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 15 | 50 | 54 | 0.0 | -21.8 | 0.0 | 9.52E-01 | 9.49E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 16 | 50 | 52 | 0.0 | -10.7 | 0.0 | 9.88E-01 | 9.87E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 17 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 18 | 50 | 48 | 0.0 | 10.7 | 0.0 | 9.88E-01 | 9.85E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 19 | 50 | 44 | 0.0 | 32.5 | 0.0 | 8.92E-01 | 8.94E-01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 20 | 50 | 42 | 0.0 | 43.5 | 0.0 | 8.06E-01 | 8.11E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 21 | 50 | 41 | 0.0 | 48.9 | 0.0 | 7.56E-01 | 7.67E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 22 | 50 | 40 | 0.0 | 54.3 | 0.0 | 6.99E-01 | 7.11E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 23 | 50 | 39 | 0.0 | 59.6 | 0.0 | 6.36E-01 | 6.52E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 |
| 24 | 50 | 38 | 0.0 | 65.0 | 0.0 | 5.69E-01 | 5.90E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.97 |
| 25 | 50 | 37 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 5.02E-01 | 5.22E-01 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.96 |
| 26 | 50 | 36 | 0.0 | 76.0 | 0.0 | 4.52E-01 | 4.71E-01 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 0.97 |
| 27 | 50 | 35 | 0.0 | 81.4 | 0.0 | 3.74E-01 | 3.77E-01 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.98 | 0.96 |
| 28 | 50 | 34 | 0.0 | 86.8 | 0.0 | 3.18E-01 | 3.15E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 |
| 29 | 50 | 33 | 0.0 | 92.1 | 0.0 | 2.54E-01 | 2.51E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 |
| 30 | 50 | 32 | 0.0 | 97.8 | 0.0 | 1.90E-01 | 1.93E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 31 | 50 | 31 | 0.0 | 103.1 | 0.0 | 1.39E-01 | 1.44E-01 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.97 |
| 32 | 50 | 30 | 0.0 | 108.5 | 0.0 | 9.91E-02 | 1.08E-01 | 0.92 | 1.00 | 1.01 | 1.00 | 1.01 | 0.94 |

表3.3-6(2/2)　MZB炉心 $^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値
軸方向(Z)分布

| 測定 | マトリックス位置 | | 座標(cm) | | | 基準計算値 | 実験値 | C／E | 補正因子 | | | | 補正後 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 番号 | X | Y | X | Y | Z | C | E | 値 | Xメッシュ | Yメッシュ | Zメッシ | 輸送 | C／E値 |
| 1 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -75.4 | 2.10E-01 | 1.84E-01 | 1.14 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 1.19 |
| 2 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -66.7 | 2.97E-01 | 2.65E-01 | 1.12 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 | 1.14 |
| 3 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -57.9 | 4.12E-01 | 3.80E-01 | 1.09 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.09 |
| 4 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -49.1 | 5.29E-01 | 5.09E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.02 |
| 5 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -43.6 | 5.95E-01 | 5.70E-01 | 1.05 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.05 |
| 6 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -35.6 | 6.84E-01 | 6.65E-01 | 1.03 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.03 |
| 7 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -27.5 | 7.99E-01 | 7.81E-01 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| 8 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -19.3 | 8.99E-01 | 8.90E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 9 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -11.2 | 9.70E-01 | 9.62E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 10 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | -3.1 | 1.00E+00 | 9.93E-01 | 1.01 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.01 |
| 11 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 1.00E+00 | 1.00E+00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 12 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 13.1 | 9.57E-01 | 9.67E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 13 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 21.2 | 8.78E-01 | 8.90E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 14 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 29.3 | 7.73E-01 | 7.84E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 15 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 39.4 | 6.32E-01 | 6.77E-01 | 0.93 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.93 |
| 16 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 48.8 | 5.33E-01 | 5.43E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 0.97 |
| 17 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 57.5 | 4.18E-01 | 4.22E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.99 |
| 18 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 66.2 | 3.02E-01 | 3.04E-01 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| 19 | 50 | 50 | 0.0 | 0.0 | 74.9 | 2.14E-01 | 2.18E-01 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 1.02 |

表3.3- 7(1/2)　MZA炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較
径方向(Y)分布

| 測定番号 | $^{235}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U捕獲反応率分布 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) |
| 1 | 0.86 | 0.91 | −0.05 | 0.94 | 0.97 | −0.02 | 0.95 | 1.00 | −0.05 |
| 2 | 0.89 | 0.92 | −0.03 | 0.94 | 0.95 | −0.02 | 0.97 | 1.00 | −0.03 |
| 3 | 0.94 | 0.95 | −0.01 | 1.08 | 1.10 | −0.02 | 1.02 | 1.03 | −0.01 |
| 4 | 0.94 | 0.94 | 0.00 | 1.10 | 1.12 | −0.01 | 1.04 | 1.04 | 0.00 |
| 5 | 0.96 | 0.97 | −0.01 | 1.02 | 1.01 | 0.01 | 1.03 | 1.03 | 0.00 |
| 6 | 0.94 | 0.95 | 0.00 | 1.20 | 1.22 | −0.02 | 1.02 | 1.01 | 0.01 |
| 7 | 0.98 | 0.98 | −0.01 | 0.95 | 0.96 | −0.01 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 8 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 1.00 | 1.01 | −0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 9 | 1.00 | 1.00 | −0.01 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.99 | 1.00 | −0.01 |
| 10 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | −0.01 |
| 11 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 12 | 0.99 | 0.99 | 0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.01 | 0.98 | 0.98 | 0.01 |
| 13 | 0.99 | 0.99 | 0.01 | 0.99 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.01 |
| 14 | 0.99 | 0.98 | 0.01 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.01 |
| 15 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 16 | 0.99 | 0.98 | 0.01 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.98 | 0.98 | 0.01 |
| 17 | 0.99 | 0.98 | 0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 0.98 | 0.98 | 0.01 |
| 18 | 0.99 | 0.98 | 0.01 | 0.98 | 0.97 | 0.01 | 1.00 | 0.99 | 0.01 |
| 19 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.99 | 0.98 | 0.00 |
| 20 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.97 | 0.98 | 0.00 |
| 21 | 0.98 | 0.99 | −0.01 | 0.97 | 0.98 | 0.00 | 0.98 | 0.99 | −0.01 |
| 22 | 0.97 | 0.97 | 0.00 | 0.98 | 0.99 | −0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 23 | 0.97 | 0.97 | −0.01 | 0.96 | 0.97 | −0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 24 | 0.94 | 0.95 | 0.00 | 1.18 | 1.20 | −0.02 | 0.99 | 0.98 | 0.01 |
| 25 | 0.96 | 0.97 | −0.01 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 1.02 | 1.02 | 0.00 |
| 26 | 0.95 | 0.95 | 0.00 | 1.10 | 1.12 | −0.01 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 27 | 0.93 | 0.94 | −0.01 | 1.01 | 1.03 | −0.02 | 0.96 | 0.97 | −0.01 |
| 28 | 0.87 | 0.90 | −0.03 | 0.94 | 0.95 | −0.02 | 0.96 | 0.99 | −0.03 |
| 29 | 0.84 | 0.89 | −0.05 | 0.94 | 0.97 | −0.02 | 0.92 | 0.97 | −0.05 |

表3.3-7(2/2)　MZA炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較
軸方向(Z)分布

| 測定番号 | $^{235}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U捕獲反応率分布 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) |
| 30 | 1.17 | 1.12 | 0.06 | 1.18 | 1.20 | −0.02 | 1.16 | 1.11 | 0.05 |
| 31 | 1.05 | 1.07 | −0.02 | 1.08 | 1.09 | 0.00 | 1.11 | 1.09 | 0.03 |
| 32 | 1.02 | 1.06 | −0.04 | 1.03 | 1.02 | 0.01 | 1.05 | 1.05 | 0.01 |
| 33 | 0.99 | 1.03 | −0.04 | 1.12 | 1.13 | 0.00 | 1.01 | 1.00 | 0.01 |
| 34 | 1.00 | 1.01 | −0.01 | 0.97 | 0.97 | −0.01 | 1.01 | 1.00 | 0.01 |
| 35 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.01 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 36 | 1.03 | 1.03 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 37 | 1.02 | 1.02 | 0.01 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.02 | 1.02 | 0.00 |
| 38 | 1.01 | 1.01 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 39 | 1.01 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 40 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 41 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 42 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 43 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 44 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 0.99 | 0.98 | 0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 45 | 0.98 | 0.97 | 0.01 | 0.97 | 0.97 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 0.01 |
| 46 | 0.97 | 0.99 | −0.01 | 1.09 | 1.08 | 0.00 | 0.99 | 0.97 | 0.01 |
| 47 | 0.97 | 1.00 | −0.03 | 1.02 | 1.00 | 0.01 | 1.02 | 1.01 | 0.00 |
| 48 | 0.98 | 1.01 | −0.03 | 1.05 | 1.06 | −0.01 | 1.01 | 0.99 | 0.02 |
| 49 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.05 | 1.07 | −0.02 | 1.04 | 1.00 | 0.04 |

表3.3-8(1/2)　MZB炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較
径方向(Y)分布

| 測定番号 | $^{235}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U捕獲反応率分布 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) |
| 1 | 0.78 | 0.72 | 0.07 | 0.82 | 0.74 | 0.07 | 0.87 | 0.80 | 0.08 |
| 2 | 0.85 | 0.79 | 0.06 | 0.87 | 0.85 | 0.02 | 0.94 | 0.88 | 0.06 |
| 3 | 0.90 | 0.85 | 0.06 | 0.91 | 0.90 | 0.01 | 0.99 | 0.93 | 0.06 |
| 4 | 0.94 | 0.90 | 0.04 | 0.94 | 0.91 | 0.03 | 1.02 | 0.98 | 0.04 |
| 5 | 0.96 | 0.93 | 0.03 | 0.97 | 0.94 | 0.02 | 1.03 | 0.99 | 0.04 |
| 6 | 0.96 | 0.94 | 0.02 | 1.15 | 1.13 | 0.02 | 1.00 | 0.97 | 0.03 |
| 7 | 0.99 | 0.97 | 0.02 | 0.91 | 0.89 | 0.02 | 1.00 | 0.98 | 0.02 |
| 8 | 0.99 | 0.97 | 0.02 | 0.96 | 0.93 | 0.03 | 0.99 | 0.97 | 0.02 |
| 9 | 1.00 | 0.98 | 0.02 | 0.94 | 0.92 | 0.02 | 0.98 | 0.96 | 0.02 |
| 10 | 1.01 | 0.99 | 0.02 | 1.01 | 0.99 | 0.02 | 0.99 | 0.98 | 0.02 |
| 11 | 1.01 | 0.98 | 0.02 | 0.99 | 0.98 | 0.02 | 1.00 | 0.98 | 0.02 |
| 12 | 1.01 | 0.99 | 0.02 | 1.00 | 0.98 | 0.01 | 1.01 | 0.99 | 0.02 |
| 13 | 1.01 | 0.99 | 0.02 | 1.01 | 1.00 | 0.01 | 1.01 | 0.99 | 0.02 |
| 14 | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.01 | 1.00 | 0.01 | 1.01 | 1.00 | 0.01 |
| 15 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.02 | 1.01 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 16 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.99 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 17 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 18 | 1.00 | 1.01 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.01 | 0.00 |
| 19 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.99 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | −0.01 |
| 20 | 1.00 | 1.01 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.99 | 1.00 | −0.01 |
| 21 | 0.99 | 1.00 | −0.01 | 0.99 | 1.00 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | −0.01 |
| 22 | 0.98 | 0.99 | −0.01 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.99 | 1.00 | −0.01 |
| 23 | 0.99 | 0.99 | −0.01 | 0.98 | 0.99 | −0.01 | 0.98 | 0.99 | −0.01 |
| 24 | 0.98 | 0.99 | −0.01 | 0.99 | 1.00 | −0.01 | 0.97 | 0.98 | −0.01 |
| 25 | 0.97 | 0.98 | −0.01 | 0.91 | 0.92 | −0.01 | 0.96 | 0.97 | −0.01 |
| 26 | 0.96 | 0.98 | −0.01 | 0.93 | 0.94 | −0.01 | 0.97 | 0.99 | −0.02 |
| 27 | 0.97 | 0.98 | −0.01 | 0.89 | 0.90 | −0.01 | 0.96 | 0.98 | −0.02 |
| 28 | 0.94 | 0.95 | −0.01 | 1.14 | 1.14 | 0.00 | 1.00 | 1.01 | −0.01 |
| 29 | 0.94 | 0.95 | −0.01 | 0.95 | 0.96 | −0.01 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 30 | 0.95 | 0.94 | 0.00 | 0.95 | 0.96 | −0.01 | 0.99 | 0.98 | 0.01 |
| 31 | 0.92 | 0.90 | 0.02 | 0.94 | 0.94 | 0.00 | 0.97 | 0.96 | 0.01 |
| 32 | 0.89 | 0.88 | 0.01 | 0.89 | 0.89 | 0.00 | 0.94 | 0.91 | 0.03 |
| 33 | 0.85 | 0.82 | 0.03 | 0.82 | 0.80 | 0.02 | | | |

表3.3-8(2/2)　MZB炉心ライブラリ改訂前後の反応率分布の比較
軸方向(Z)分布

| 測定番号 | $^{235}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U核分裂率分布 | | | $^{238}$U捕獲反応率分布 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) |
| 1 | 1.13 | 1.07 | 0.06 | 1.08 | 1.10 | −0.01 | 1.19 | 1.13 | 0.05 |
| 2 | 1.06 | 1.02 | 0.05 | 1.10 | 1.10 | 0.00 | 1.14 | 1.10 | 0.04 |
| 3 | 1.04 | 1.02 | 0.02 | 1.06 | 1.07 | −0.01 | 1.09 | 1.07 | 0.02 |
| 4 | 1.00 | 0.99 | 0.01 | 1.18 | 1.20 | −0.02 | 1.02 | 1.02 | 0.00 |
| 5 | 1.01 | 1.01 | 0.00 | 1.10 | 1.09 | 0.01 | 1.05 | 1.03 | 0.02 |
| 6 | 1.01 | 1.01 | 0.00 | 1.05 | 1.04 | 0.00 | 1.03 | 1.03 | 0.00 |
| 7 | 1.01 | 1.01 | 0.00 | 1.04 | 1.03 | 0.00 | 1.02 | 1.02 | 0.00 |
| 8 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.02 | 1.02 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 9 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.02 | 1.02 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 10 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 |
| 11 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| 12 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 13 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 14 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.97 | 0.98 | −0.01 | 0.99 | 0.99 | 0.00 |
| 15 | 0.97 | 0.95 | 0.02 | 0.95 | 0.96 | −0.01 | 0.93 | 0.94 | −0.01 |
| 16 | 0.96 | 0.96 | −0.01 | 0.95 | 0.95 | 0.00 | 0.97 | 0.97 | 0.00 |
| 17 | 0.95 | 0.94 | 0.01 | 0.88 | 0.89 | −0.01 | 0.99 | 0.98 | 0.01 |
| 18 | 0.94 | 0.91 | 0.03 | 0.91 | 0.92 | −0.01 | 1.01 | 0.97 | 0.04 |
| 19 | 0.96 | 0.90 | 0.06 | 0.88 | 0.89 | −0.01 | 1.02 | 0.97 | 0.05 |

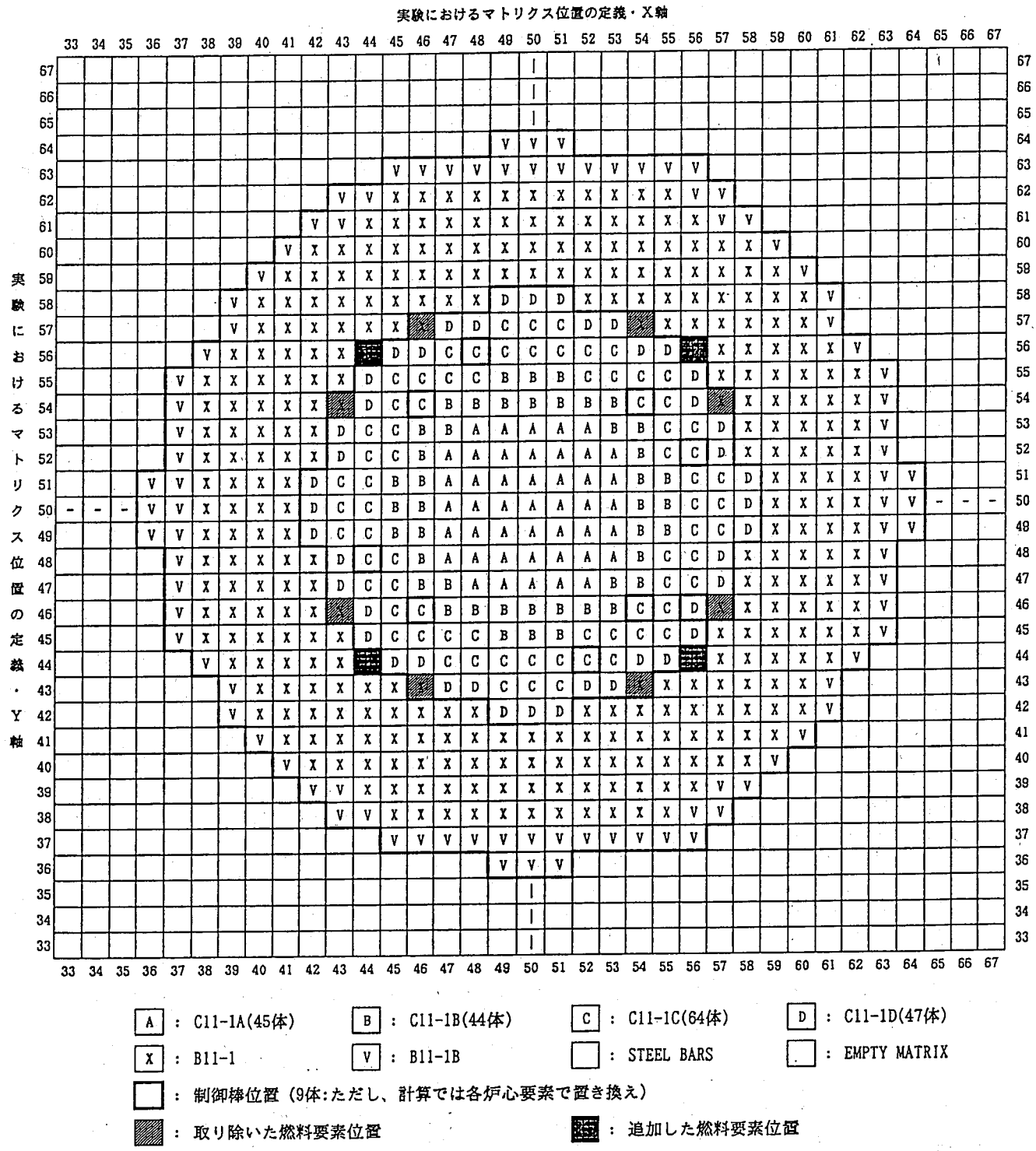



図 3.3-1　　MZA 炉心（209 体炉心）の炉心配置図

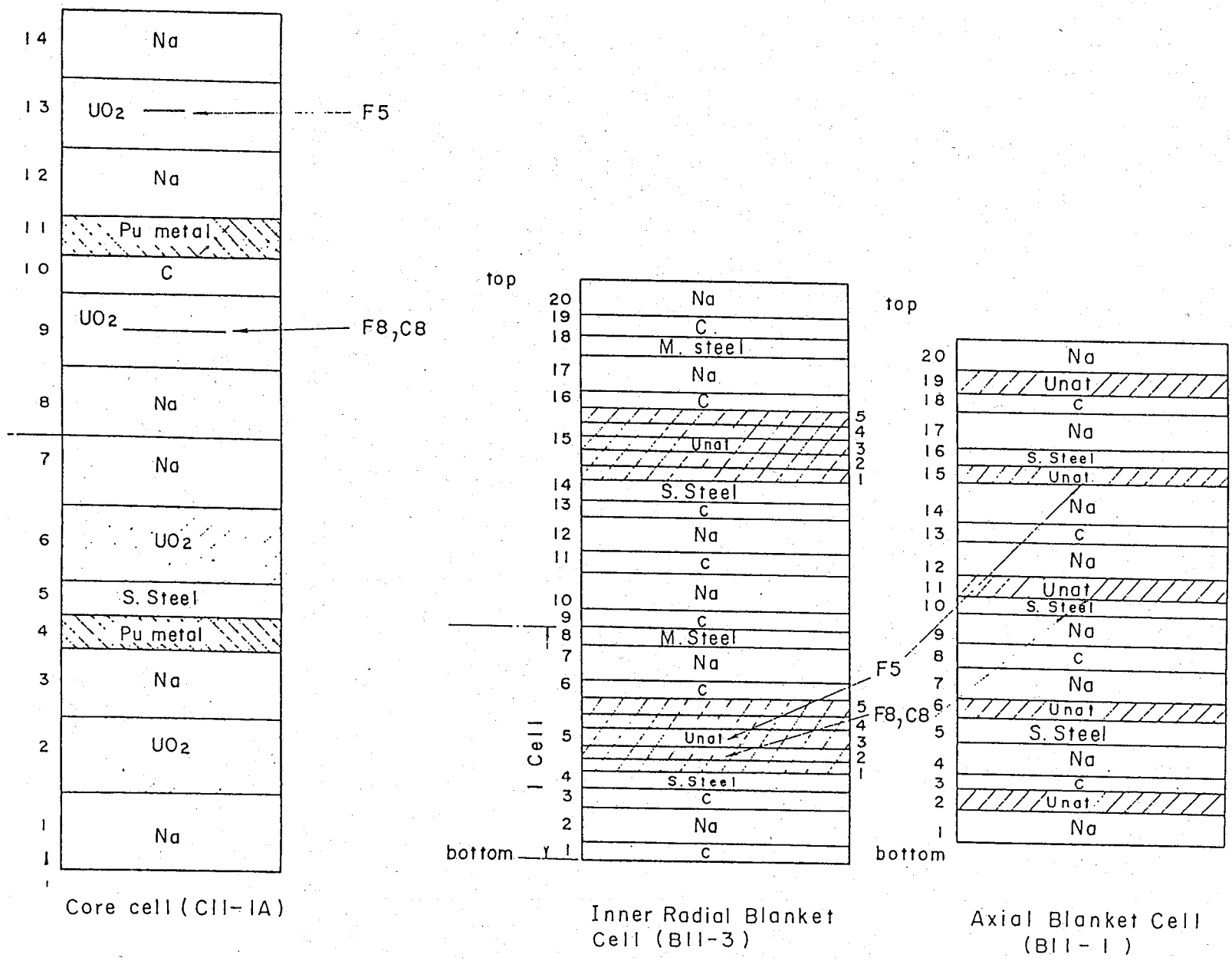
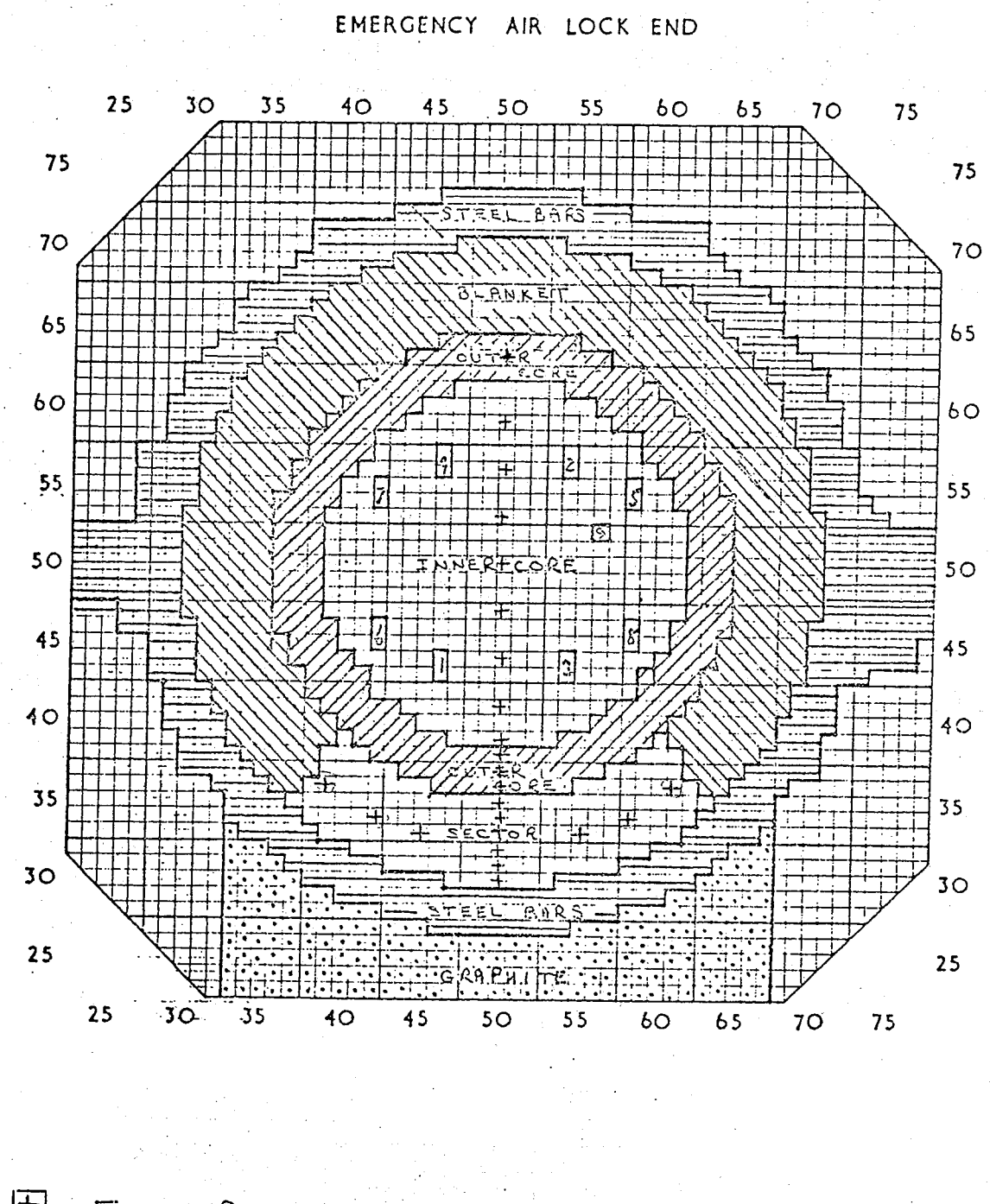


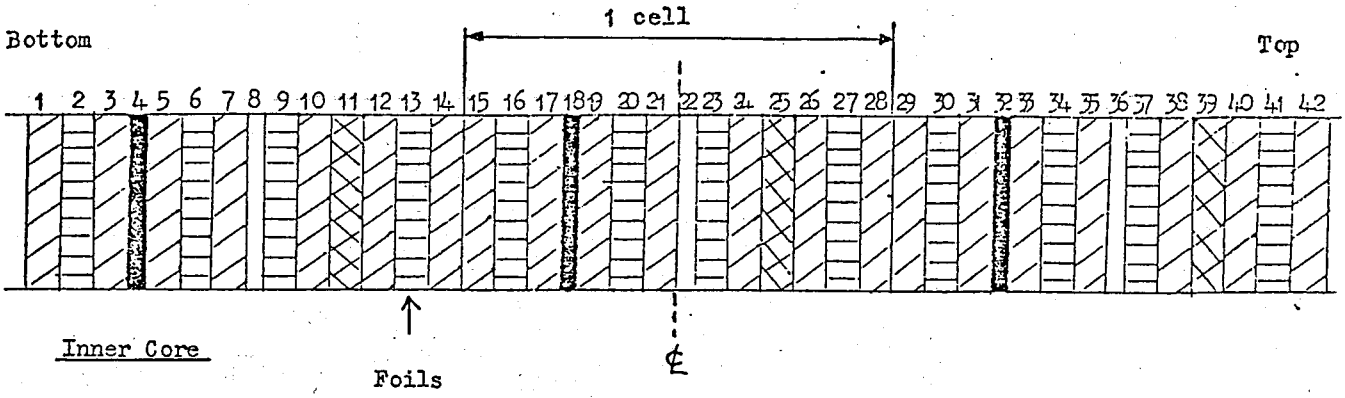

図 3.3-2　　MZA 炉心反応率分布測定用検出箔の配置図

(PNC PJ2214 94-004 より引用)

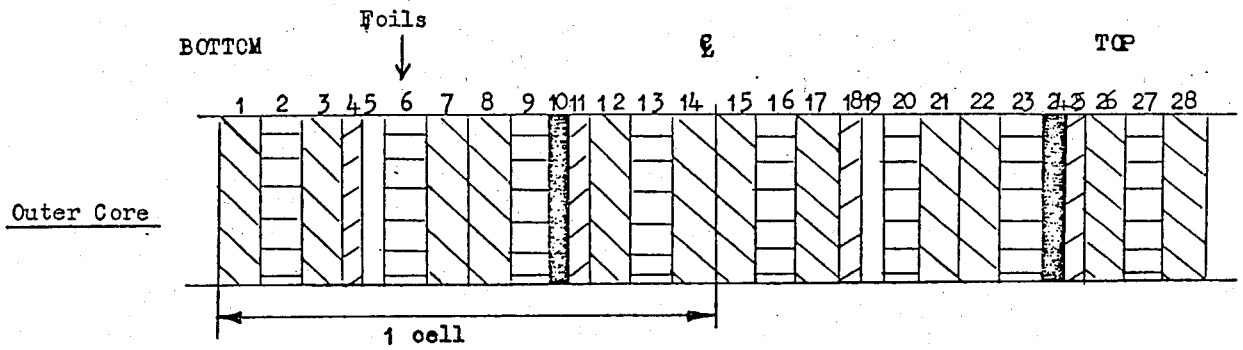



(MTN/33 より引用)

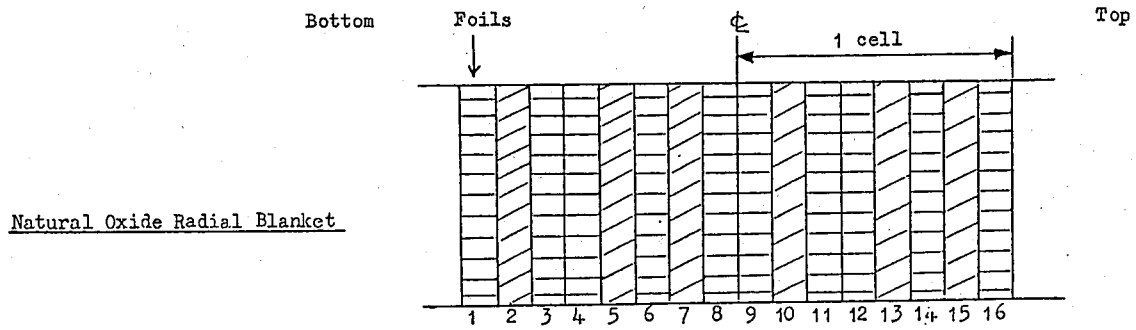
図 3.3-3　　MZB 炉心半径方向反応率分布測定体系図




| | |
|---|---|
| SS | Plates 8, 22, 36 |
| Pu Mk V Metal Plates | 4, 18, 32 |
| $PuO_2/UO_2$ Plates | 11, 25, 39 |
| $UO_2$ Plates | 2, 6, 9, 13, 16, 20, 23, 27, 30, 34, 37, 41 |
| Na Plates | 1, 3, 5, 7, 10, 12, 14, 15, 17, 19, 21, 24, 26, 28, 29, 31, 33, 35, 38, 40, 42 |




| | |
|---|---|
| C | Plates 10 and 24 |
| Na | Plates 1, 3, 7, 8, 12, 14, 15, 17, 21, 22, 26 and 28 |
| $UO_2$ | Plates 2, 6, 9, 13, 16, 20, 23 and 27 |
| Pu Mk.V Metal | Plates 4, 11, 18 and 25 |
| S.S. | Plates 5 and 19 |




| | | |
|---|---|---|
| $UO_2$ | Plates | 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 16 |
| Na | Plates | 2, 5, 7, 10, 13, 15 |

(MTN/57 より引用)

図 3.3-4　　MZB 炉心のセルの構成と箔の位置

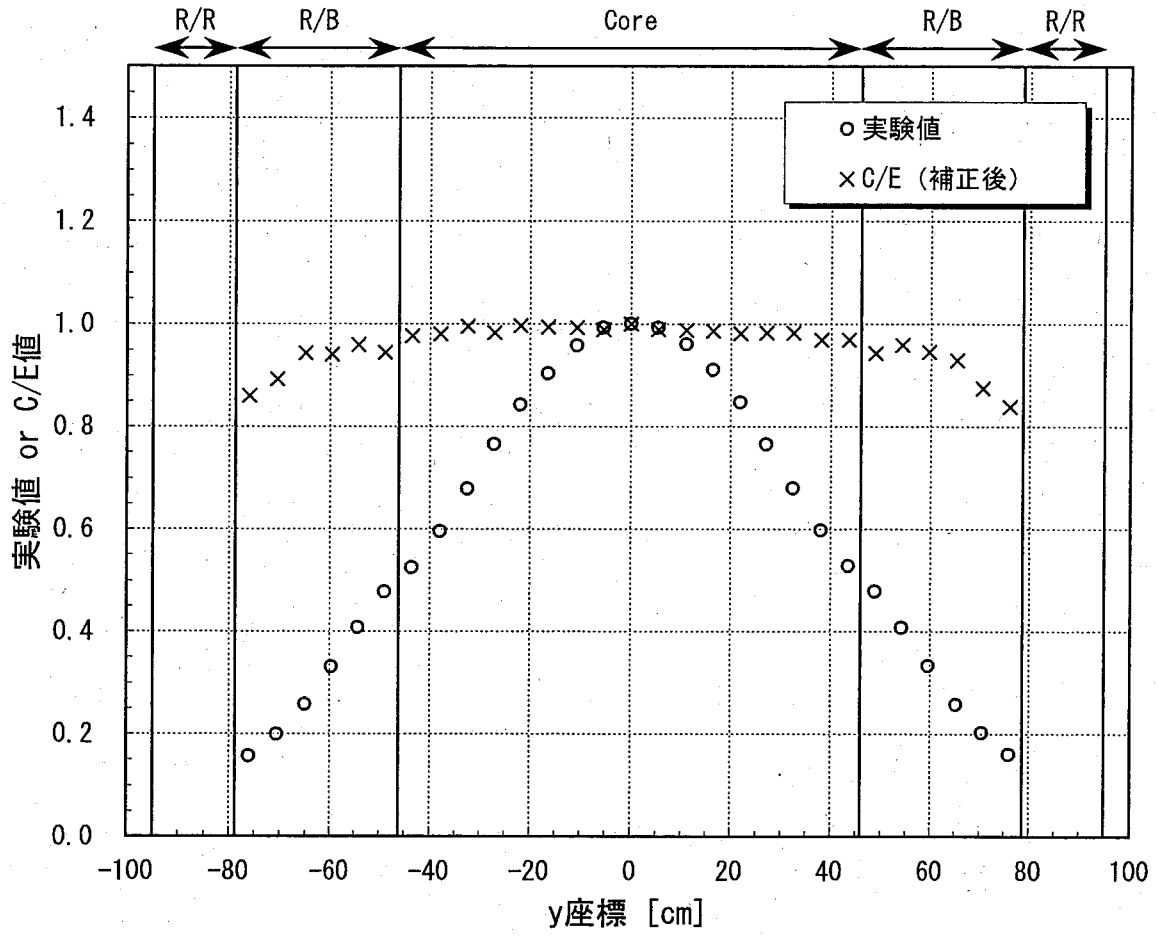



図3.3-5 (1/2)　MZA炉心$^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

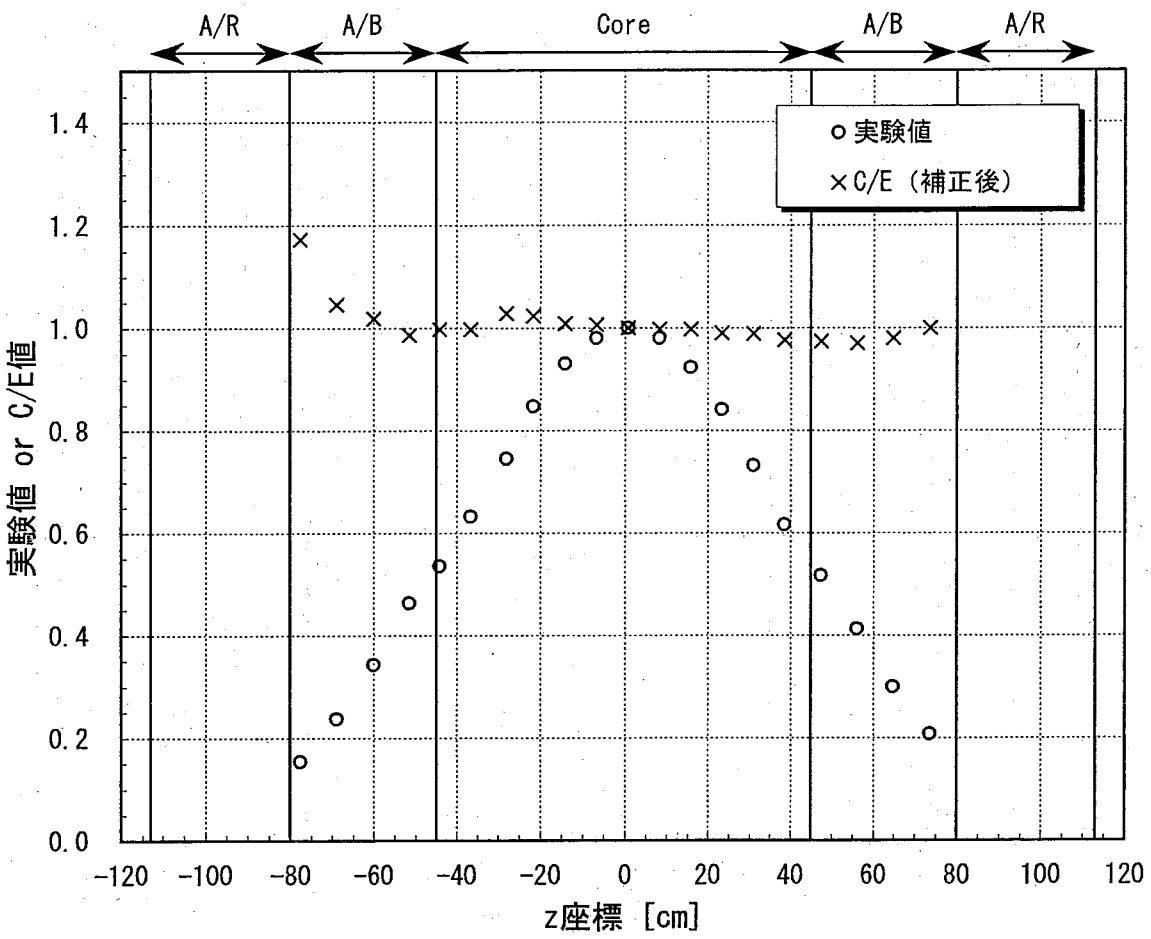



図3.3-5 (2/2)　MZA炉心$^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

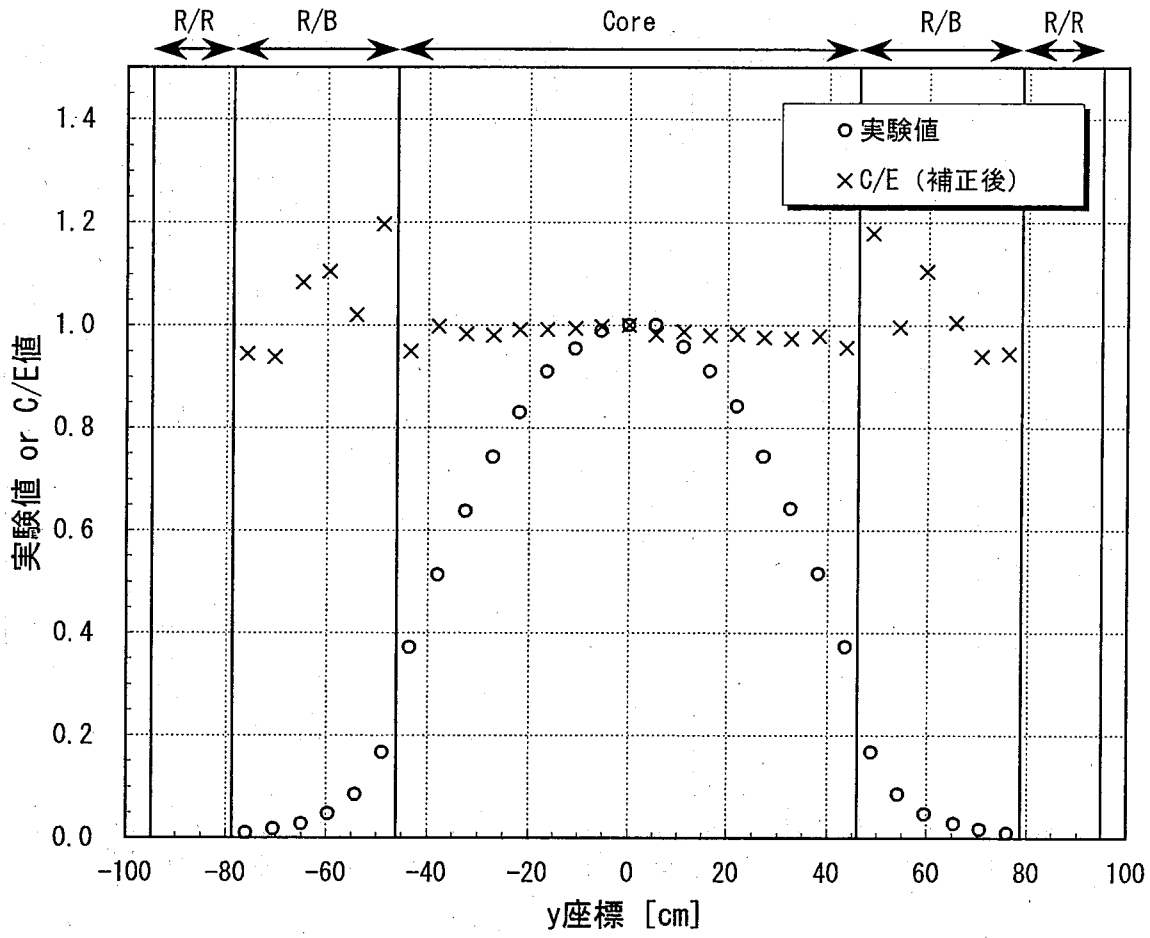



図3.3-6 (1/2) MZA炉心$^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

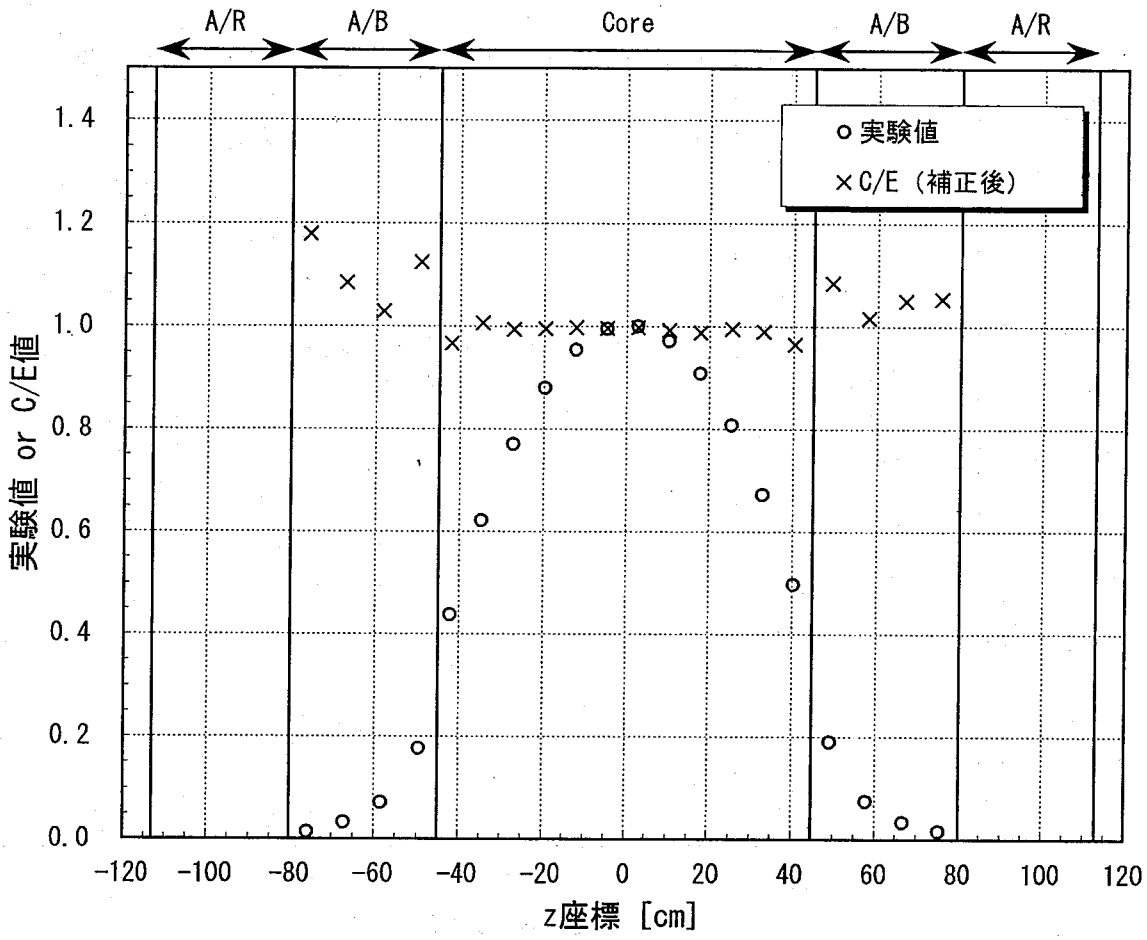



図3.3-6 (2/2)　MZA炉心$^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

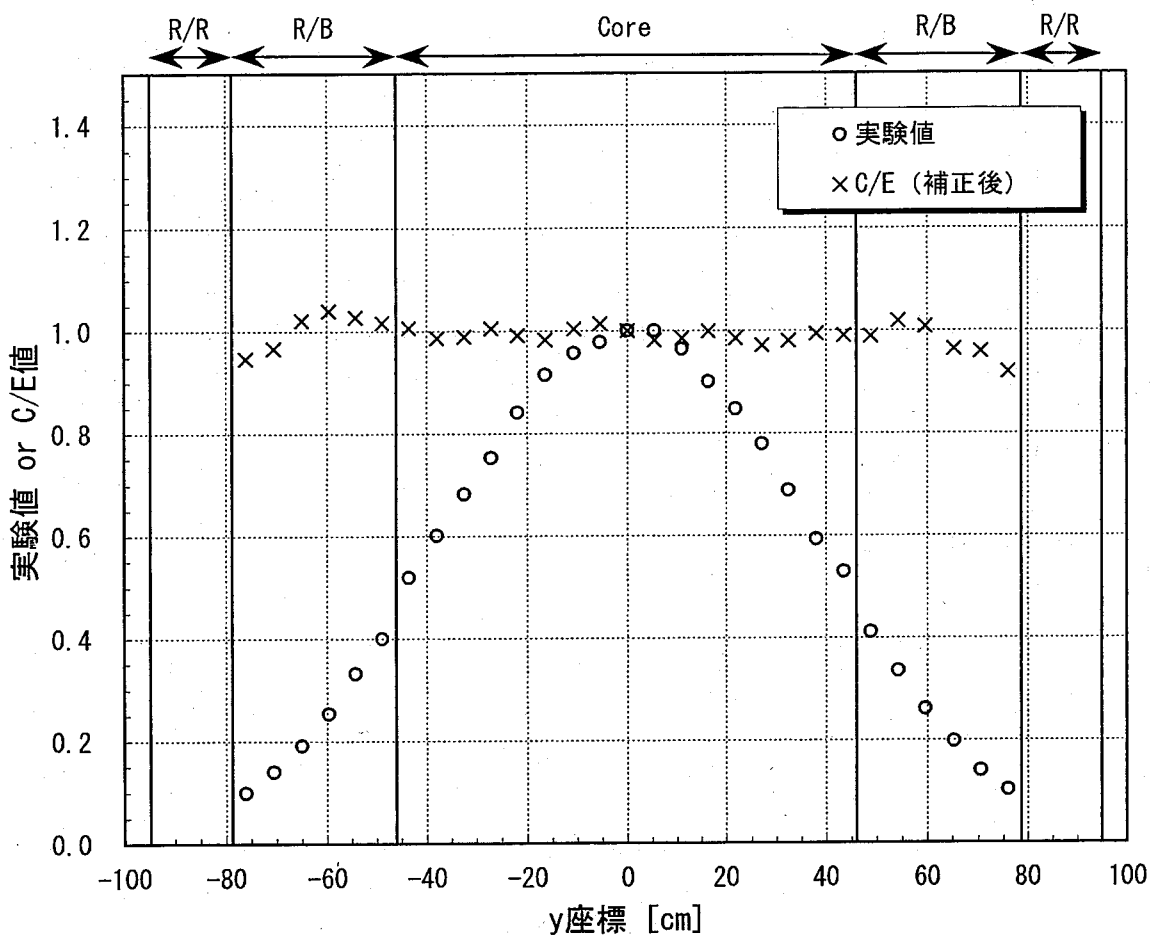



図3.3-7 (1/2)　MZA炉心$^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値

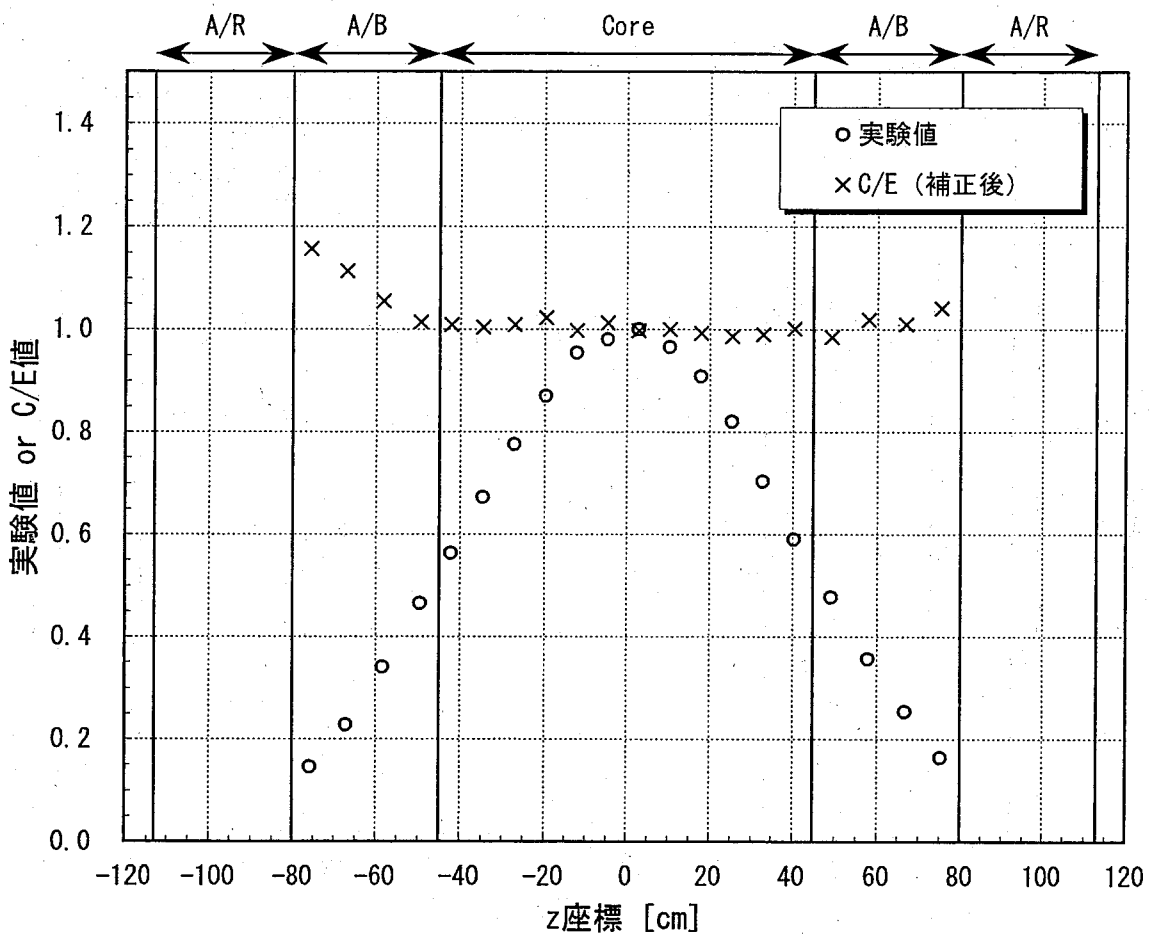



図3.3-7 (2/2)　MZA炉心$^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値

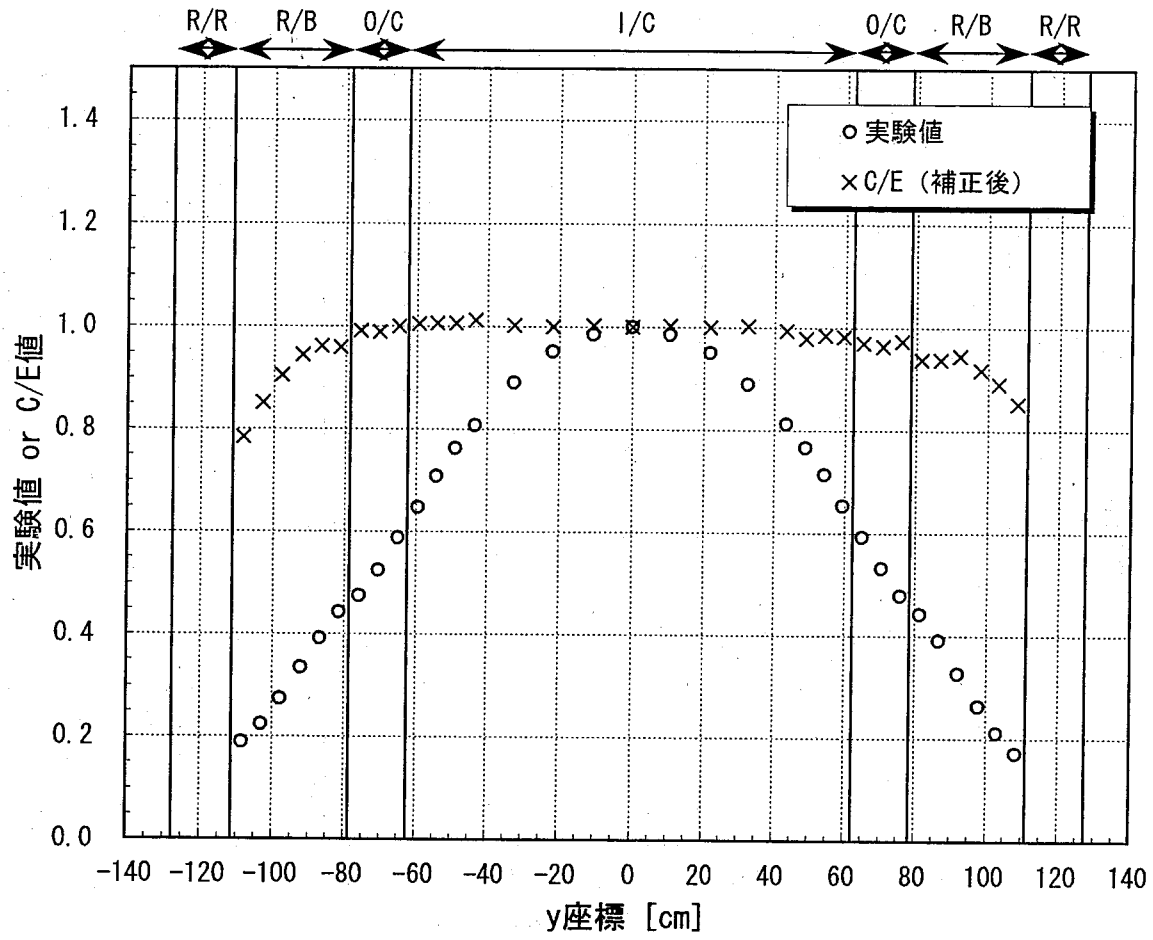



図3.3-8（1/2）　MZB炉心$^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

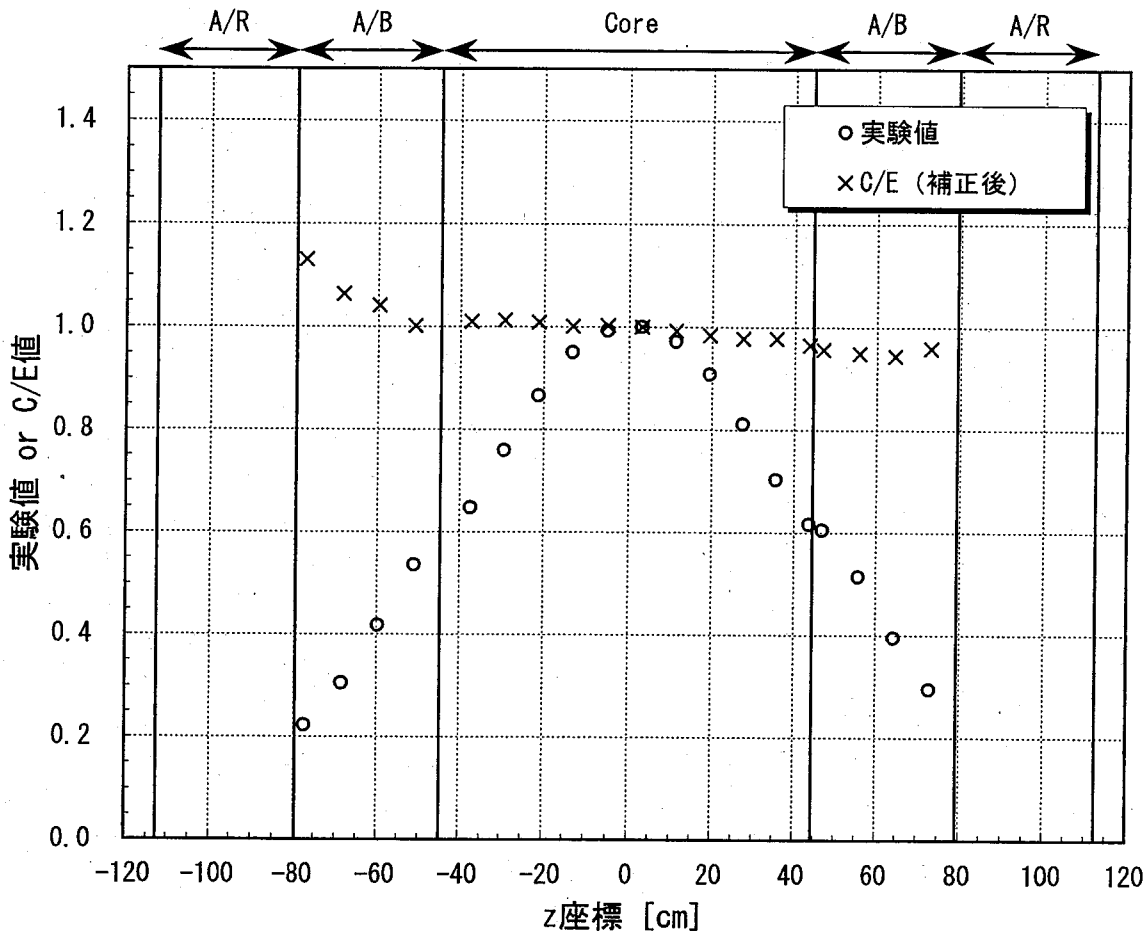



図3.3-8 (2/2)　MZB炉心$^{235}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

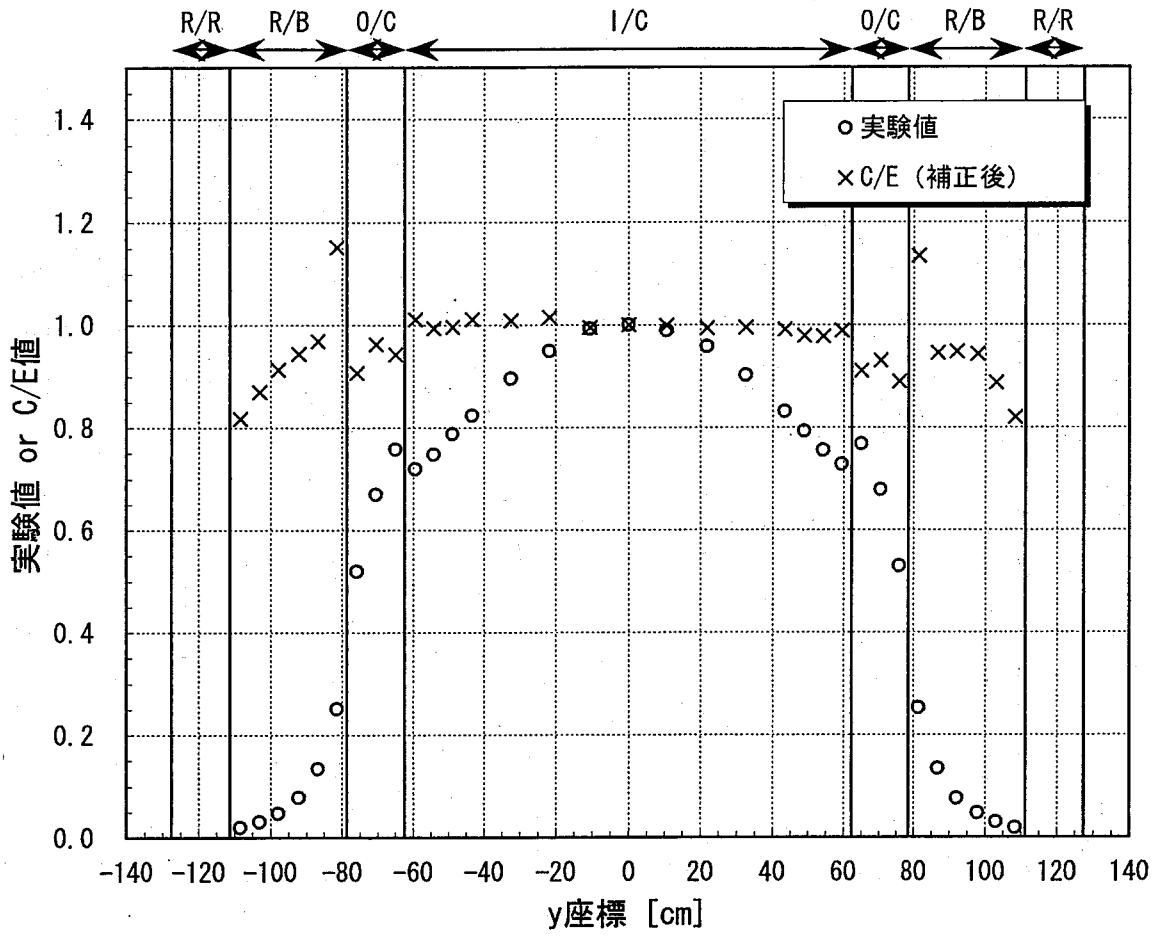



図3.3-9 (1/2)　MZB炉心$^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

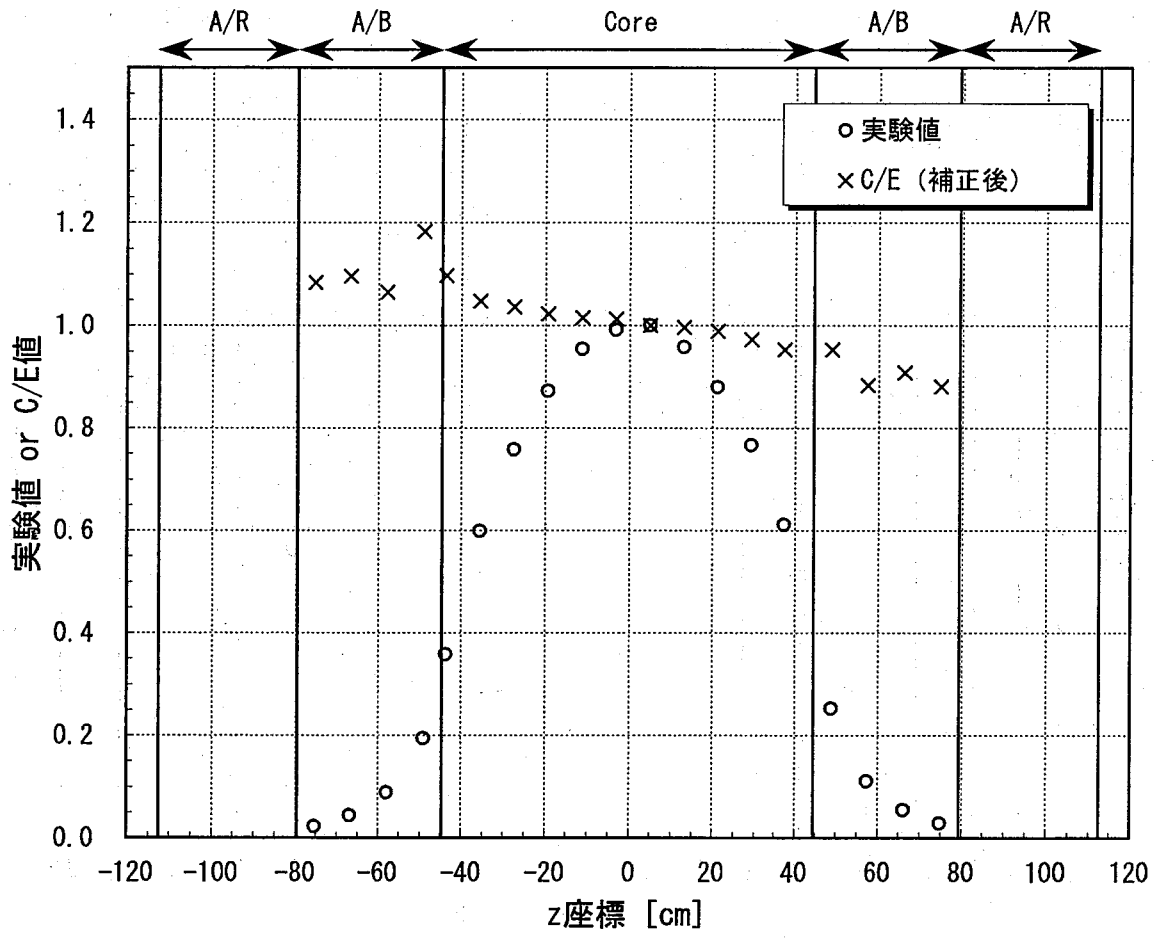



図3.3-9 (2/2)　MZB炉心$^{238}$U核分裂率分布の実験値と補正後のC/E値

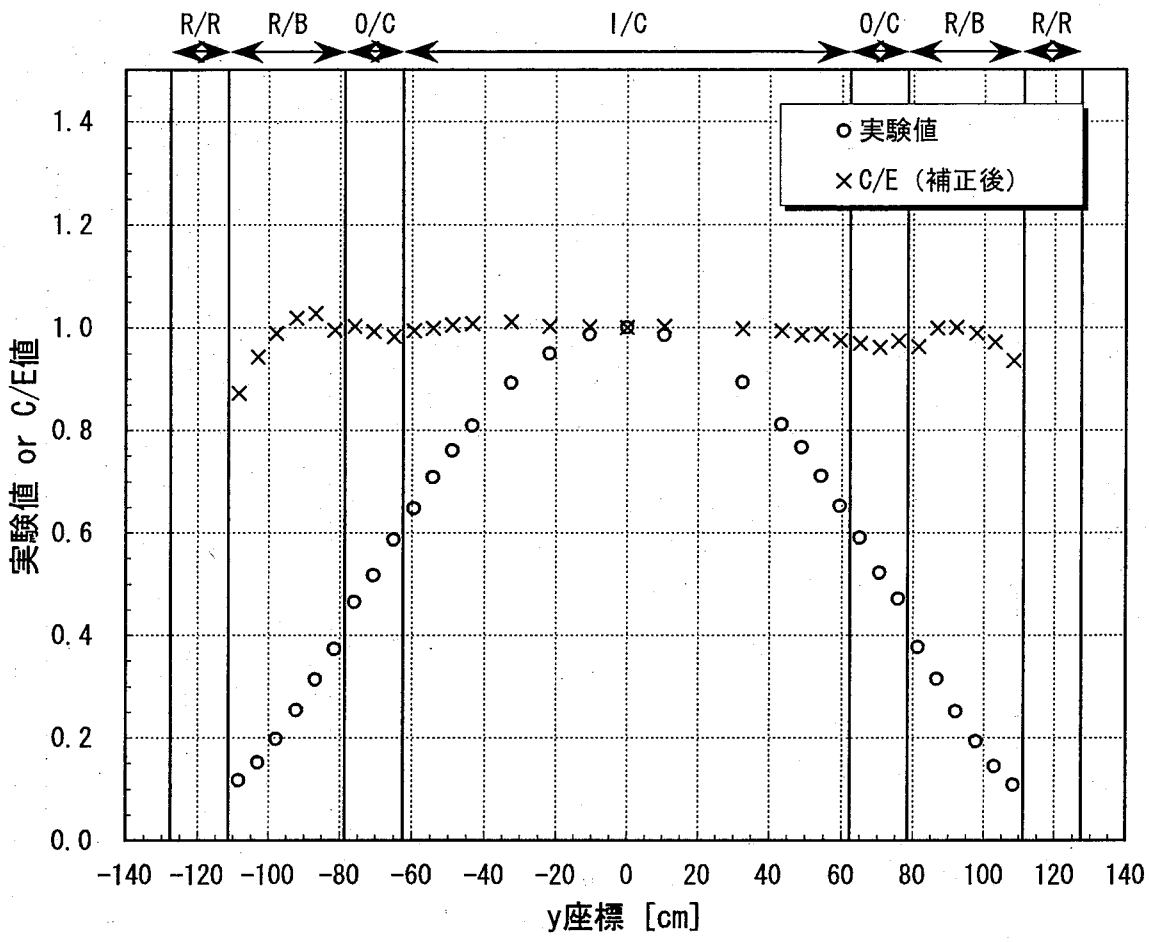



図3.3-10（1/2） MZB炉心$^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値

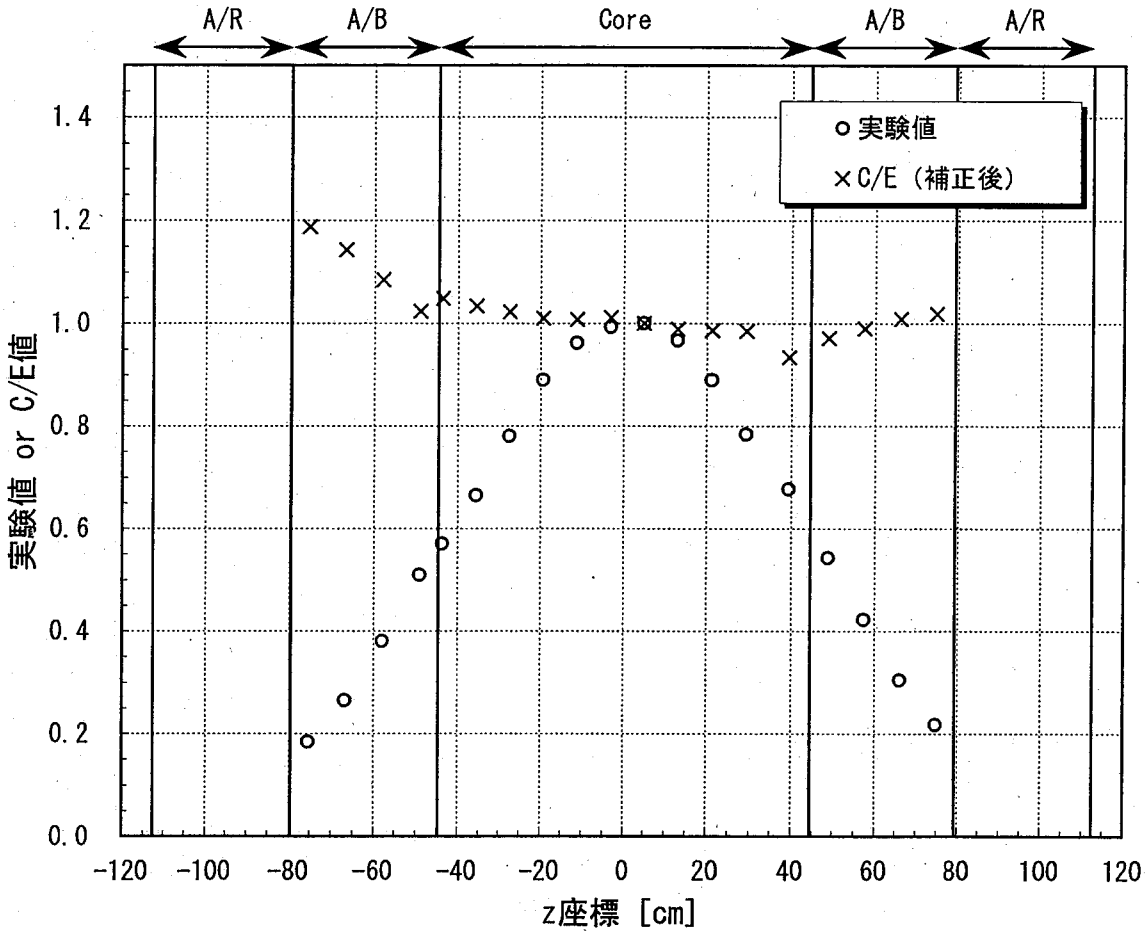



図3.3-10 (2/2)　MZB炉心$^{238}$U捕獲反応率分布の実験値と補正後のC/E値

## 3.4 反応率比

### 3.4.1 実験の概要

(1) MZA の炉心体系

測定体系は MZA 標準炉心（213 本炉心）である。

(2) MZA の反応率比の種類と測定方法

・F8/F5： 箔，核分裂計数管，固体飛跡レコーダ（SSTR：Solid State Track Recorder）

・F5/F9： 同上

・C8/F9： 箔（Thermal Comparison 法）及び絶対測定法（$^{238}$U 捕獲反応率，$^{239}$Pu 核分裂反応率の絶対測定）

ここで，核分裂反応率を F，捕獲反応率を C，$^{235}$U，$^{238}$U，$^{239}$Pu をそれぞれ 5, 8, 9 と表している。

(a) 箔による測定

U 箔は $UO_2$ プレート内に，Pu 箔は Pu プレート内にセットされ，”material-averaged”のセル平均反応率比が測定されている。測定が行われた炉中心の 2 セルのプレート配置を図 3.4-1 に示す。（ただし，$^{240}$Pu 箔は，形状寸法の制限から Pu プレートでなく $UO_2$ プレートにセットされた。）

(b) 核分裂計数管による測定

炉心中心燃料要素の上半分のプレートを取り除いて，上部からドラム型の核分裂計数管を挿入している（図 3.4-2）。計数管の前面の Na プレート内からの中性子寄与が支配的と考えられるが，計算でどのようにモデル化するかは難しい。ここでは，核分裂計数管の測定値については参考データにとどめることとする。

(c) 固体飛跡レコーダによる測定

Al 箔上に濃縮ウランまたは天然ウランを電着したものを radiator として用い，この電着面に有機系樹脂を密着させて照射することにより樹脂表面に形成された核分裂破片飛跡を顕微鏡と連動させたテレビ受像機を用いて計測して反応率比を測定している。

(d) Thermal Comparison 法による測定

熱中性子場として NESTOR の熱中性子コラムを使用して，熱中性子場と MZA 炉中心とでの C8 比，F9 比を測定し，これらに熱中性子場での既知の C8/F9 値（0.00350±1.0%）を乗じて，MZA 炉中心での C8/F9 比を算出している。

(e) 絶対測定法による測定

Al 箔上に電着した $UO_2$ デポジットを検出器として $UO_2$ プレート中で照射し，$^{238}U$ 捕獲反応率の絶対測定を行っている。デポジット中の正確な $^{238}U$ 原子数，計数効率などは，$^{239}Np$ と放射平衡状態にある $^{243}Am$ の標準線源を用いての相対測定により求めている。また，$^{239}Pu$ 核分裂反応率の絶対測定は，核分裂計数管で測定した核分裂反応率に Pu プレート内にセットした箔とダミー計数管中にセットした箔との activity 比を乗じて算出している。

(3) MZA の測定結果

測定結果を表 3.4-1 に示す。

実験誤差として，random error と systematic error が報告されているが，random error は計数の統計誤差，計数値のドリフトなどである。systematic error は gamma activity 比を核分裂率比に換算するときに使われた核分裂計数管の着目核種の原子数の不確かさや，既知量として導入した熱中性子場での C8/F9 値の不確かさなどによる。

(4) MZB の炉心体系

MZB(1) 標準炉心（内側/外側炉心燃料要素：413/264 本炉心）である。

(5) MZB の反応率比の種類と測定方法

・F8/F5： 箔，核分裂計数管，固体飛跡レコーダ（SSTR：Solid State Track Recorder）

・F5/F9： 同上

・C8/F9： 箔（Thermal Comparison 法）及び絶対測定法（$^{238}U$ 捕獲反応率，$^{239}Pu$ 核分裂反応率の絶対測定）

ここで，核分裂反応率を F，捕獲反応率を C，$^{235}U$，$^{238}U$，$^{239}Pu$ をそれぞれ 5, 8, 9 と表している。

測定方法はMZAと同じ方法である。

(6) MZBの測定結果

測定結果を表3.4-2に示す。

### 3.4.2 反応率比の解析手法

反応率比の解析手法について以下に述べる。解析手法は基本的に JUPITER 標準解析手法である。

(1) MZA の基準計算

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/8 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，炉中心中性子束スペクトルを使用した。

検出器断面積には，今回 CASUP で出力されるセル平均実効ミクロ断面積を使用して反応率比を求めた。

(2) MZA の補正計算

これまでの経験によりメッシュ補正及び輸送理論補正は無視できるので，補正を実施しない。

(a) メッシュ補正

補正量は 0.1%未満であり無視できる。

(b) 輸送理論補正

補正量は 0.1%未満であり無視できる。

(3) MZB の基準計算

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/4 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，炉中心中性子束スペクトルを使用した。

検出器断面積には，今回 CASUP で出力されるセル平均実効ミクロ断面積を使用して反応率比を求めた。

(4) MZB の補正計算

これまでの経験によりメッシュ補正及び輸送理論補正は無視できるので，補正を実施しない。

(a) メッシュ補正

補正量は 0.1%未満であり無視できる。

(b) 輸送理論補正

補正量は 0.1%未満であり無視できる。

### 3.4.3 反応率比の解析結果

反応率比の解析結果について以下に述べる。

(1) MZA

MZA 炉心において実施された反応率比の実験値と計算値の比較を表 3.4-3 に示す。この表に示すように C/E 値は以下のとおりである。

- F8/F5 : 0.978
- F5/F9 : 1.013
- C8/F9 : 0.990

(2) MZB

MZB 炉心において実施された反応率比の実験値と計算値の比較を表 3.4-4 に示す。この表に示すように C/E 値は以下のとおりである。

- F8/F5 : 0.991
- F5/F9 : 1.003
- C8/F9 : 1.012

(3) ライブラリ改訂前後の比較

MZA 及び MZB 炉心において実施された反応率比の実験値と計算値の比較を表 3.4-5 に示す。

ライブラリ改訂前後の C/E 値の変動幅は約 1%程度であり，ライブラリ改訂の影響は少ない。

表3.4-1　MZA炉心中心反応率比の実験値

| 反応率比 | 測定方法 | 測定値(E)　±r　±s |
|---|---|---|
| F8/F5 | 箔 | 0.03416 ± 1.7% ± 0.8% |
| F5/F9 | 箔 | 0.978 ± 1.2% ± 0.9% |
| C8/F9 | 箔 | 0.1297 ± 0.9% ± 1.1% |

表3.4-2　MZB炉心中心反応率比の実験値

| 反応率比 | 測定方法 | 測定値(E)　±r　±s |
|---|---|---|
| F8/F5 | 箔 | 0.02301 ± 1.1% ± 0.9% |
| F5/F9 | 箔 | 1.067 ± 1.4% ± 0.9% |
| C8/F9 | 箔 | 0.1424 ± 1.0% ± 1.1% |

表3.4-3　MZA炉心中心反応率比の実験値と計算値の比較

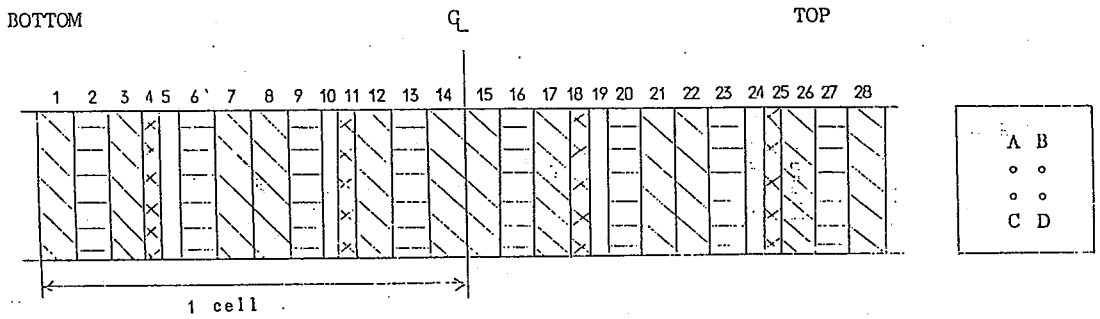
| 反応率比 | 測定方法 | 測定値(E)　　±r　　±s | 計算値(C) | C／E |
|---|---|---|---|---|
| F8/F5 | 箔 | 0.03416 ± 1.7% ± 0.8% | 0.03342 | 0.978 |
| F5/F9 | 箔 | 0.978 ± 1.2% ± 0.9% | 0.9909 | 1.013 |
| C8/F9 | 箔 | 0.1297 ± 0.9% ± 1.1% | 0.1284 | 0.990 |

表3.4-4　MZB炉心中心反応率比の実験値と計算値の比較

| 反応率比 | 測定方法 | 測定値(E)　　±r　　±s | 計算値(C) | C／E |
|---|---|---|---|---|
| F8/F5 | 箔 | 0.02301 ± 1.1% ± 0.9% | 0.02280 | 0.991 |
| F5/F9 | 箔 | 1.067 ± 1.4% ± 0.9% | 1.071 | 1.003 |
| C8/F9 | 箔 | 0.1424 ± 1.0% ± 1.1% | 0.1441 | 1.012 |

表3.4-5　ライブラリ改訂前後の反応率比の比較

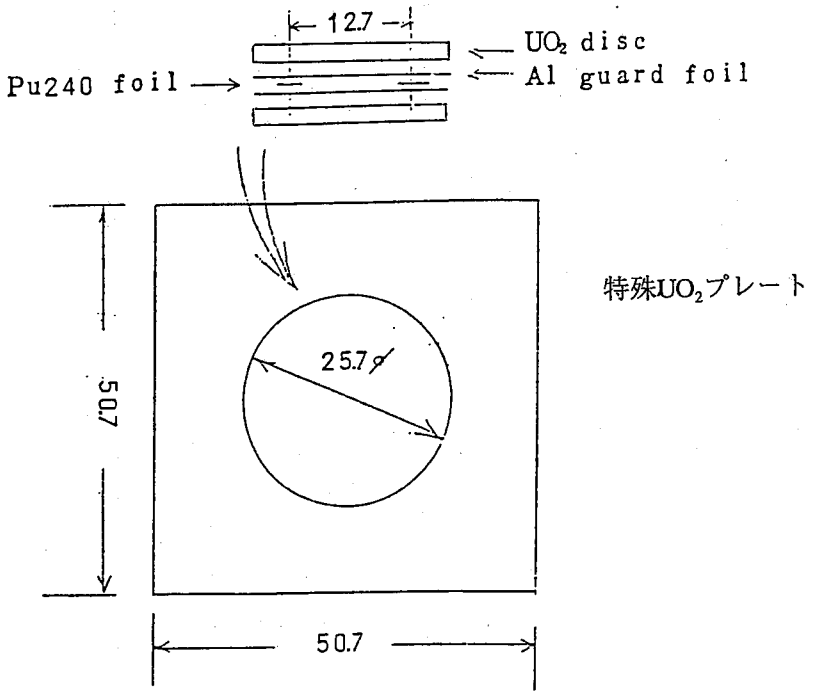
| 炉心 | 反応率比 | 測定値(E) | 改訂前 C/E | 改訂後 C/E | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| MZA | F8/F5 | 0.03416 | 0.993 | 0.978 | 1.5 |
| | F5/F9 | 0.978 | 1.007 | 1.013 | -0.6 |
| | C8/F9 | 0.1297 | 0.988 | 0.990 | -0.2 |
| MZB | F8/F5 | 0.02301 | 0.994 | 0.991 | 0.3 |
| | F5/F9 | 1.067 | 1.005 | 1.003 | 0.2 |
| | C8/F9 | 0.1424 | 1.023 | 1.012 | 1.1 |




(SN 241 72-18(Rev.) より引用)

| | |
|---|---|
| C | Plates 10 and 24 |
| Na | Plates 1, 3, 7, 8, 12, 14, 15, 17, 15, 17, 21, 22, 26, and 28 |
| $UO_2$ | Plates 2, 6, 9, 13, 16, 20, 23, and 27 |
| Pu MK V Metal | Plates 4,11, 18 and 25 |
| S.S. | Plates 5 and 19 |

MZA炉中心反応率測定が行われた炉中心の上下2セル内のプレート配置。
U箔はUO2プレートに、Pu箔はPuプレートにセット。




Pu-240箔のセッティング

図 3.4-1　　セル内のプレート配置

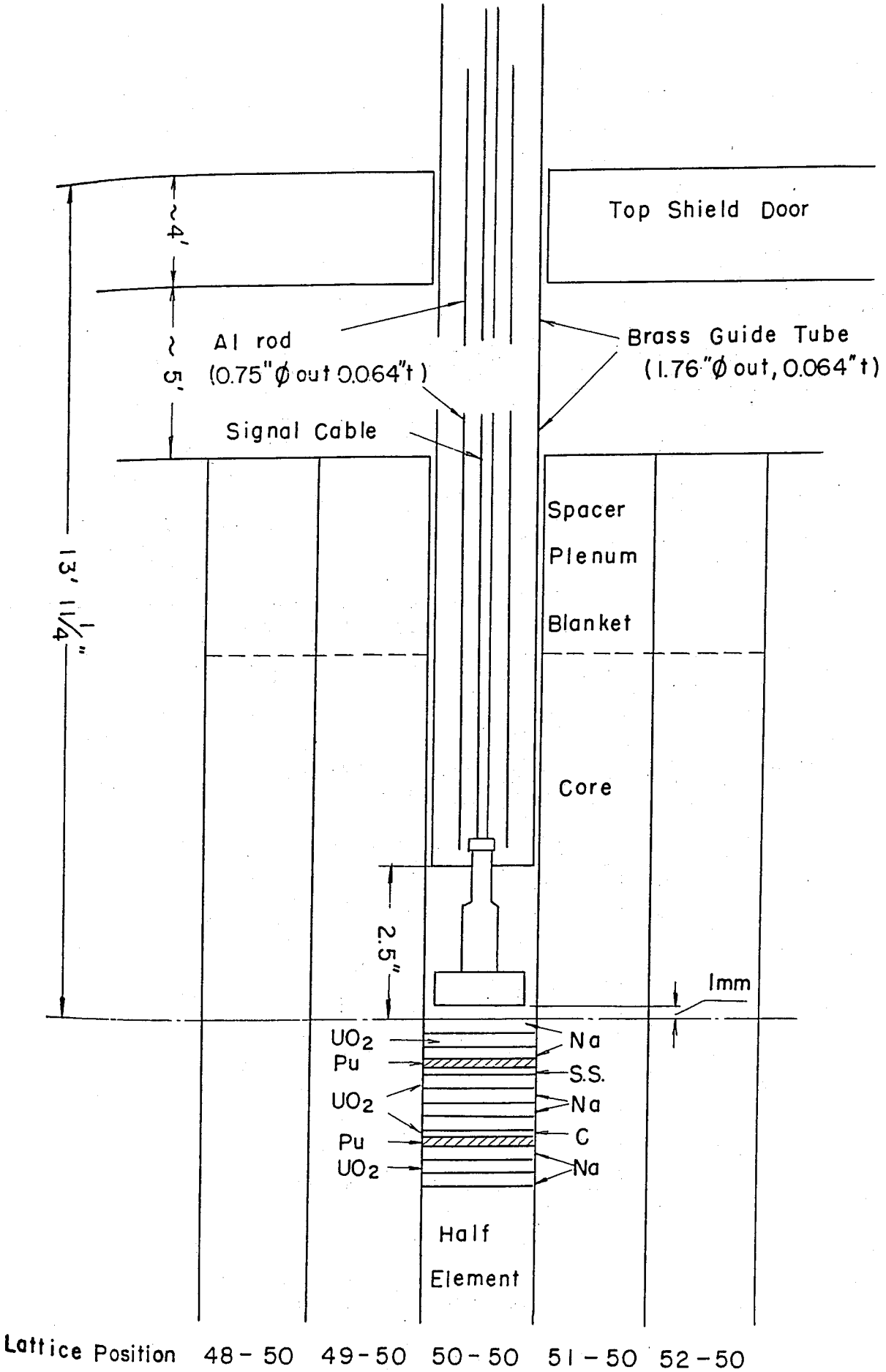



図 3.4-2　　炉心中心(格子位置 50-50)における絶対核分裂計数管の配置



(SN 241 72-18(Rev.)より引用)

## 3.5 Na ボイド反応度

### 3.5.1 実験の概要

(1) MZA の炉心体系

MZA 標準炉心（213 本炉心）の炉中心 9 体の燃料要素内でナトリウム（Na）ボイド反応度の軸方向分布が測定されている。炉心体系と軸方向ナトリウム（Na）ボイド領域をそれぞれ図 3.5-1，図 3.5-2 に示す。

(2) MZA の反応度測定

ナトリウム（Na）プレートを Na Can とほぼ同じ厚さ，同じ重量の steel ring で置換した時の反応度変化を FR9 微調整棒により測定している。

(3) MZA の実験補正

実験の過程で,Na プレートの平均厚さ(6.185mm)と steel ring の厚み(6.251mm)とに差があるためナトリウムボイド前後の炉心高さが増加していることがわかり，これに対する補正が行われている。

(4) MZA のナトリウムボイド反応度の実験値

測定結果を表 3.5-1 に示す。英国側が反応度換算に用いた $\beta$ eff (0.322%) を用いて実験値をセント単位に戻した値も示してある。

(5) MZB の炉心体系

MZB(2) 炉心（内側/外側炉心燃料要素：413/264 本炉心）であり，半径方向ブランケットの 90 度セクター部分が減損 $UO_2$ 燃料である炉心である。

制御棒のボロン領域による影響を少なくするため，FR9 制御棒以外の制御棒はすべて「引抜位置」まで引き抜かれており，このため，炉心燃料要素パターンは MZB 標準炉心体系から一部変更されている。

| 要素位置（X-Y） | 変更前 | 変更後 |
|---|---|---|
| 37-57 | C11-1G | B11-1 |
| 63-43 | C11-1G | B11-1B |

この炉心において半径方向及び軸方向のナトリウムボイド反応度分布が測定さ

れている。

(6) MZB の反応度測定

半径方向には，図 3.5-3 に示す 6 ヶ所の位置（position 1～6）において 9 本の燃料要素の core region （半径方向ブランケットでは inner radial blanket region）におけるナトリウムボイド反応度が測定されている。また，軸方向には炉中心の position 3 で，図 3.5-4 に示す軸方向領域 A～E においてナトリウムボイド反応度が測定されている。

Na プレートをダミーのステンレス缶に置換した時の反応度変化を FR9 微調整棒により測定している。

(7) MZB の実験補正

Na プレートとダミーのステンレス缶との厚さの違い，スチールの重量の違いについて補正が行われている。ダミーのステンレス缶は MZB 炉心実験用に新たに製作されたもので，MZA 炉心で用いられたものと異なり，厚さと缶の重量は Na プレートとよく一致している。（ただし，減損 $UO_2$ セクタブランケットで使用されたダミー板と Na プレートのスチール重量にはやや違いがある。）

・スチール重量:スチールの反応度価値測定値を用いて，重量の差を反応度換算し，補正量としてではなく，不確かさとして扱っている。

・厚さの補正：ダミー板の厚さが Na プレートの厚さよりもわずかであるが厚いために，ナトリウムボイド時に燃料要素の着目領域高さが増加する。各領域の高さを実測して，内側炉心で 1～3mm，外側炉心で 4mm の増加であった。反応度への換算は摂動計算等により行っている。

(8) MZB のナトリウムボイド反応度の実験値

測定結果を表 3.5-2 に示す。Pu スケールに相当する $\beta$ eff は $\beta$ eff ＝0.3537% である。

### 3.5.2 ナトリウムボイド反応度の解析手法

ナトリウムボイド反応度の解析手法について以下に述べる。解析手法は基本的に JUPITER 標準解析手法である。

(1) MZA のボイド時のセル計算

実効断面積についてはセル計算コード CASUP を使用して作成する。セル計算で求めるボイド時の 70 群実効断面積は以下のとおりである。

・C11-1A　:　炉心領域

・B11-1　:　軸方向ブランケット領域

(2) MZA の基準計算

セル計算で得られたボイド時の 70 群実効断面積を 2 次元 RZ70 群拡散計算(ノーマル状態) 中性子束分布を用いて縮約し、18 群実効断面積を作成した。

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/8 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，直接 keff 計算及び PERKY コードによる一次摂動計算を行った。

(3) MZA の補正計算

これまでの経験によりナトリウムボイド反応度の基準計算値に対して群縮約補正及び輸送理論補正を適用する。ただし，メッシュ補正は無視できるので，メッシュ補正を実施しない。

(a)　群縮約補正

2 次元 RZ 拡散計算により，18 群と 70 群の各成分の反応度の比を求め，群縮約補正値とした。

(b)　輸送理論補正

2 次元 RZ 体系で輸送摂動計算と拡散摂動計算を行い，各成分の反応度の比を求め，輸送理論補正値とした。

(4) MZB のボイド時のセル計算

実効断面積についてはセル計算コード CASUP を使用して作成する。セル計算で求めるボイド時の 70 群実効断面積は以下のとおりである。

・C12-38　：　内側炉心領域

・C11-1G　：　外側炉心領域

・B12-30A　：　軸方向ブランケット領域

・B11-3　：　半径方向ブランケット領域

・B12-36　：　半径方向ブランケット領域セクター部

ただし，B12-36 セルについては臨界バックリングが得られないので，固有値が最大となるバックリングとした。

(4) MZB の基準計算

セル計算で得られたボイド時の 70 群実効断面積を 2 次元 RZ70 群拡散計算（ノーマル状態）中性子束分布を用いて縮約し，18 群実効断面積を作成した。

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/4 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，直接 keff 計算及び PERKY コードによる一次摂動計算を行った。

(5) MZB の補正計算

MZA 炉心と同様の補正計算である。これまでの経験によりナトリウムボイド反応度の基準計算値に対して群縮約補正及び輸送理論補正を適用する。ただし，メッシュ補正は無視できるので，メッシュ補正を実施しない。

(a)　群縮約補正

2 次元 RZ 拡散計算により，18 群と 70 群の各成分の反応度の比を求め，群縮約補正値とした。

(b)　輸送理論補正

2 次元 RZ 体系で輸送摂動計算と拡散摂動計算を行い，各成分の反応度の比を求め，輸送理論補正値とした。

### 3.5.3 ナトリウムボイド反応度の解析結果

ナトリウムボイド反応度の解析結果について以下に述べる。

(1) MZA

MZA 炉心において実施されたナトリウムボイド反応度の基準計算値を表 3.5-3 に示す。MZA 炉心において実施されたナトリウムボイド反応度の群縮約及び輸送理論補正値を表 3.5-4 に示す。MZA 炉心において実施されたナトリウムボイド反応度の実験値と計算値の比較を表 3.5-5 に示す。

(2) MZB

MZB 炉心において実施されたナトリウムボイド反応度の基準計算値を表 3.5-6 に示す。MZB 炉心において実施されたナトリウムボイド反応度の群縮約及び輸送理論補正値を表 3.5-7 に示す。MZB 炉心において実施されたナトリウムボイド反応度の実験値と計算値の比較を表 3.5-8 に示す。

(3) ライブラリ改訂前後の比較

MZA 及び MZB 炉心におけるナトリウムボイド反応度のライブラリ改訂前後の C/E 値の比較を表 3.5-9 に示す。この表から概ね C/E 値が約 10%改善されているが，ナトリウムボイド反応度の測定値が小さいケースの変動率は見かけ上大きくなっている。

表3.5-1　MZA炉心ナトリウムボイド反応度の実験値

| ボイド領域 | 除去Na重量 [kg] | 実験値 [$10^{-6}\Delta k/kk'$] | 実験値 [¢] |
|---|---|---|---|
| #A　-15～15cm | 2.25 | 341 ± 22 | 10.27 ± 0.66 |
| #B　15～30cm<br>-15～-30cm | 2.55 | 55 ± 20 | 1.66 ± 0.60 |
| #C　30～45cm<br>-30～-45cm | 2.55 | -305 ± 17 | -9.19 ± 0.51 |
| #D　AXBL | 6.79 | -322 ± 16 | -9.70 ± 0.48 |
| #E　Core+AXBL | 14.43 | -180 ± 43 | -5.42 ± 1.30 |

(英国 $\beta$ eff=0.332)　(換算後)

表3.5-2 (1/2)　MZB炉心ナトリウムボイド反応度の実験値（軸方向）

| ボイド領域 | 除去Na重量 [kg] | 実験値 [$10^{-6}\Delta k/kk'$] | 実験値 [¢] |
|---|---|---|---|
| #3 炉中心(中心面) | 2.23 | 175 ± 2 | 4.95 ± 0.06 |
| #3 炉中心(軸ブラ境界) | 5.95 | 56 ± 4 | 1.58 ± 0.11 |
| #3 炉中心(炉心高さ) | 8.19 | 231 ± 5 | 6.53 ± 0.14 |
| #3 炉中心(軸ブラ) | 6.81 | -76 ± 3 | -2.15 ± 0.08 |
| #3 炉中心(炉心+軸ﾌﾞﾗ) | 14.99 | 149 ± 6 | 4.21 ± 0.17 |

表3.5-2 (2/2)　MZB炉心ナトリウムボイド反応度の実験値（径方向）

| ボイド領域 | 除去Na重量 [kg] | 実験値 [$10^{-6}\Delta k/kk'$] | 実験値 [¢] |
|---|---|---|---|
| #1 径ブラ | 6.37 | -129 ± 2 | -3.65 ± 0.06 |
| #2 外側炉心 | 7.66 | -201 ± 5 | -5.68 ± 0.14 |
| #4 内外炉心境界 | 8.19 | 50 ± 5 | 1.41 ± 0.14 |
| #5 外側炉心 | 7.66 | -197 ± 5 | -5.57 ± 0.14 |
| #6 径ブラ(セクタ) | 6.08 | -99 ± 2 | -2.80 ± 0.06 |

(英国Puスケールの相当する$\beta$eff=0.3537%)

表3.5-3　MZA炉心ナトリウムボイド反応度の基準計算値

| ボイド領域 | keff | ボイド反応度 [$10^{-6}\Delta k/kk'$] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 直接計算 | 1次摂動計算 | | |
| | | | 正味 | 非漏洩 | 漏洩 |
| 非ボイド時 | 0.995206 | — | — | — | — |
| #A -15～15cm | 0.995513 | 310 | 296 | 386 | -90 |
| #B 15～30cm<br>-15～-30cm | 0.995228 | 22 | -4 | 291 | -295 |
| #C 30～45cm<br>-30～-45cm | 0.994832 | -378 | -423 | 167 | -590 |
| #D AXBL | 0.994858 | -352 | -386 | 142 | -528 |
| #E Core+AXBL | 0.994743 | -468 | -517 | 986 | -1503 |

表3.5-4　MZA炉心ナトリウムボイド反応度の補正値

| ボイド領域 | 群縮約補正 | | 輸送理論補正 | |
|---|---|---|---|---|
| | 非漏洩項 | 漏洩項 | 非漏洩項 | 漏洩項 |
| #A　-15～15cm | 1.05 | 1.00 | 1.09 | 0.73 |
| #B　15～30cm<br>-15～-30cm | 1.05 | 1.00 | 1.09 | 0.76 |
| #C　30～45cm<br>-30～-45cm | 1.07 | 1.00 | 1.09 | 0.77 |
| #D　AXBL | 1.02 | 1.01 | 0.99 | 0.80 |
| #E　Core+AXBL | 1.05 | 1.00 | 1.08 | 0.82 |

表3.5-5　MZA炉心ナトリウムボイド反応度の計算値と実験値の比較

| ボイド領域 | 補正後の計算値 C | | 実験値 E [¢] | C／E |
|---|---|---|---|---|
| | [$10^{-6}$ Δk/kk'] | [¢] | | |
| #A　-15～15cm | 388 | 11.51 | 10.27 ± 0.66 | 1.12 |
| #B　15～30cm<br>-15～-30cm | 135 | 4.00 | 1.66 ± 0.60 | 2.41 |
| #C　30～45cm<br>-30～-45cm | -220 | -6.54 | -9.19 ± 0.51 | 0.71 |
| #D　AXBL | -248 | -7.37 | -9.70 ± 0.48 | 0.76 |
| #E　Core+AXBL | -73 | -2.16 | -5.42 ± 1.30 | 0.40 |

(βeff=0.337%)

表3.5-6 (1/2)　MZB炉心ナトリウムボイド反応度の基準計算値（軸方向）

| ボイド領域 | keff | ボイド反応度 [$10^{-6}\Delta k/kk'$] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 直接計算 | 1次摂動計算 | | |
| | | | 正味 | 非漏洩 | 漏洩 |
| #3 炉中心(中心面) | 0.993976 | 189 | 175 | 184 | -8 |
| #3 炉中心(軸ブラ境界) | 0.993818 | 30 | 30 | 312 | -282 |
| #3 炉中心(炉心高さ) | 0.993990 | 203 | 203 | 497 | -293 |
| #3 炉中心(軸ブラ) | 0.993689 | -101 | -101 | 79 | -181 |
| #3 炉中心(炉心+軸ﾌﾞﾗ) | 0.993873 | 86 | 86 | 577 | -491 |

表3.5-6 (2/2)　MZB炉心ナトリウムボイド反応度の基準計算値（径方向）

| ボイド領域 | keff | ボイド反応度 [$10^{-6}\Delta k/kk'$] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 直接計算 | 1次摂動計算 | | |
| | | | 正味 | 非漏洩 | 漏洩 |
| #1 径ブラ | 0.993640 | -150 | -129 | 47 | -176 |
| #2 外側炉心 | 0.993532 | -260 | -260 | 121 | -381 |
| #4 内外炉心境界 | 0.993807 | 18 | 18 | 286 | -268 |
| #5 外側炉心 | 0.993543 | -249 | -249 | 117 | -366 |
| #6 径ブラ(セクタ) | 0.993662 | -129 | -150 | 41 | -191 |

表3.5-7（1/2） MZB炉心ナトリウムボイド反応度の補正値（軸方向）

| ボイド領域 | 群縮約補正 | | 輸送理論補正 | |
|---|---|---|---|---|
| | 非漏洩項 | 漏洩項 | 非漏洩項 | 漏洩項 |
| #3 炉中心(中心面) | 1.03 | 1.00 | 1.02 | 0.67 |
| #3 炉中心(軸ブラ境界) | 1.04 | 1.00 | 1.02 | 0.81 |
| #3 炉中心(炉心高さ) | 1.04 | 1.00 | 1.02 | 0.81 |
| #3 炉中心(軸ブラ) | 1.02 | 1.01 | 1.00 | 0.82 |
| #3 炉中心(炉心+軸ﾌﾞﾗ) | 1.04 | 1.01 | 1.02 | 0.84 |

表3.5-7（1/2） MZB炉心ナトリウムボイド反応度の補正値（径方向）

| ボイド領域 | 群縮約補正 | | 輸送理論補正 | |
|---|---|---|---|---|
| | 非漏洩項 | 漏洩項 | 非漏洩項 | 漏洩項 |
| #1 径ブラ | 1.03 | 1.00 | 1.01 | 0.77 |
| #2 外側炉心 | 1.08 | 1.00 | 1.11 | 0.74 |
| #4 内外炉心境界 | 1.04 | 1.00 | 1.04 | 0.78 |
| #5 外側炉心 | 1.09 | 1.00 | 1.11 | 0.74 |
| #6 径ブラ(セクタ) | 1.05 | 0.99 | 1.01 | 0.76 |

表3.5-8 (1/2)　MZB炉心ナトリウムボイド反応度の計算値と実験値の比較（軸方向）

| ボイド領域 | 補正後の計算値 C | | 実験値 E [¢] | C／E |
|---|---|---|---|---|
| | [$10^{-6}$ Δk/kk'] | [¢] | | |
| #3 炉中心(中心面) | 201 | 5.74 | 4.95 ± 0.66 | 1.16 |
| #3 炉中心(軸ブラ境界) | 103 | 2.94 | 1.58 ± 0.60 | 1.86 |
| #3 炉中心(炉心高さ) | 288 | 8.20 | 6.53 ± 0.51 | 1.26 |
| #3 炉中心(軸ブラ) | -69 | -1.97 | -2.15 ± 0.48 | 0.91 |
| #3 炉中心(炉心+軸ﾌﾞﾗ) | 195 | 5.56 | 4.21 ± 1.30 | 1.32 |

表3.5-8 (2/2)　MZB炉心ナトリウムボイド反応度の計算値と実験値の比較（径方向）

| ボイド領域 | 補正後の計算値 C | | 実験値 E [¢] | C／E |
|---|---|---|---|---|
| | [$10^{-6}$ Δk/kk'] | [¢] | | |
| #1 径ブラ | -107 | -3.04 | -3.65 ± 0.66 | 0.83 |
| #2 外側炉心 | -136 | -3.87 | -5.68 ± 0.60 | 0.68 |
| #4 内外炉心境界 | 100 | 2.86 | 1.41 ± 0.51 | 2.03 |
| #5 外側炉心 | -128 | -3.65 | -5.57 ± 0.48 | 0.66 |
| #6 径ブラ(セクタ) | -79 | -2.26 | -2.80 ± 1.30 | 0.81 |

(βeff=0.3506%)

表3.5-9　ライブラリ改訂前後のナトリウムボイド反応度の比較

| 炉心 | ボイド領域 | 実験値 E (¢) | 改訂前 C／E | 改訂後 C／E | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| MZA | #A　-15～15cm | 10.27 | 1.22 | 1.12 | 10.0 |
| | #B　15～30cm<br>-15～-30cm | 1.66 | 2.59 | 2.41 | 18.0 |
| | #C　30～45cm<br>-30～-45cm | -9.19 | 0.79 | 0.71 | 8.0 |
| | #D　AXBL | -9.70 | 0.76 | 0.76 | 0.0 |
| | #E　Core+AXBL | -5.42 | -0.05 | 0.40 | -45.0 |
| MZB<br>(軸方向) | #3 炉中心(中心面) | 4.95 | 1.19 | 1.16 | 3.0 |
| | #3 炉中心(軸ブラ境界) | 1.58 | 1.80 | 1.86 | -6.0 |
| | #3 炉中心(炉心高さ) | 6.53 | 1.25 | 1.26 | -1.0 |
| | #3 炉中心(軸ブラ) | -2.15 | 0.62 | 0.91 | -29.0 |
| | #3 炉中心(炉心+軸ﾌﾞﾗ) | 4.21 | 1.49 | 1.32 | 17.0 |
| MZB<br>(径方向) | #1 径ブラ | -3.65 | 0.43 | 0.83 | -40.0 |
| | #2 外側炉心 | -5.68 | 1.31 | 0.68 | 63.0 |
| | #4 内外炉心境界 | 1.41 | 2.57 | 2.03 | 54.0 |
| | #5 外側炉心 | -5.57 | 0.43 | 0.66 | -23.0 |
| | #6 径ブラ(セクタ) | -2.80 | 0.43 | 0.81 | -38.0 |

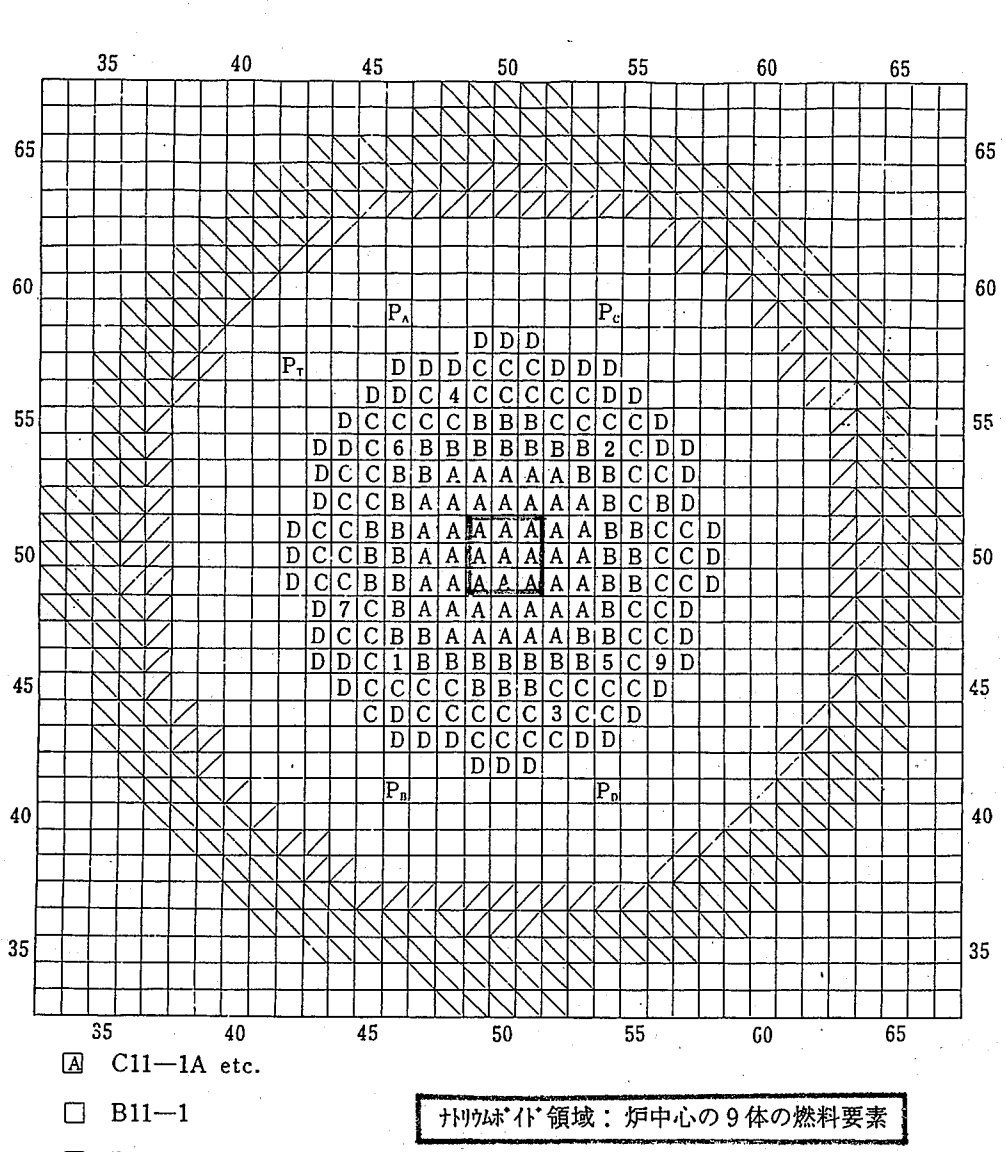
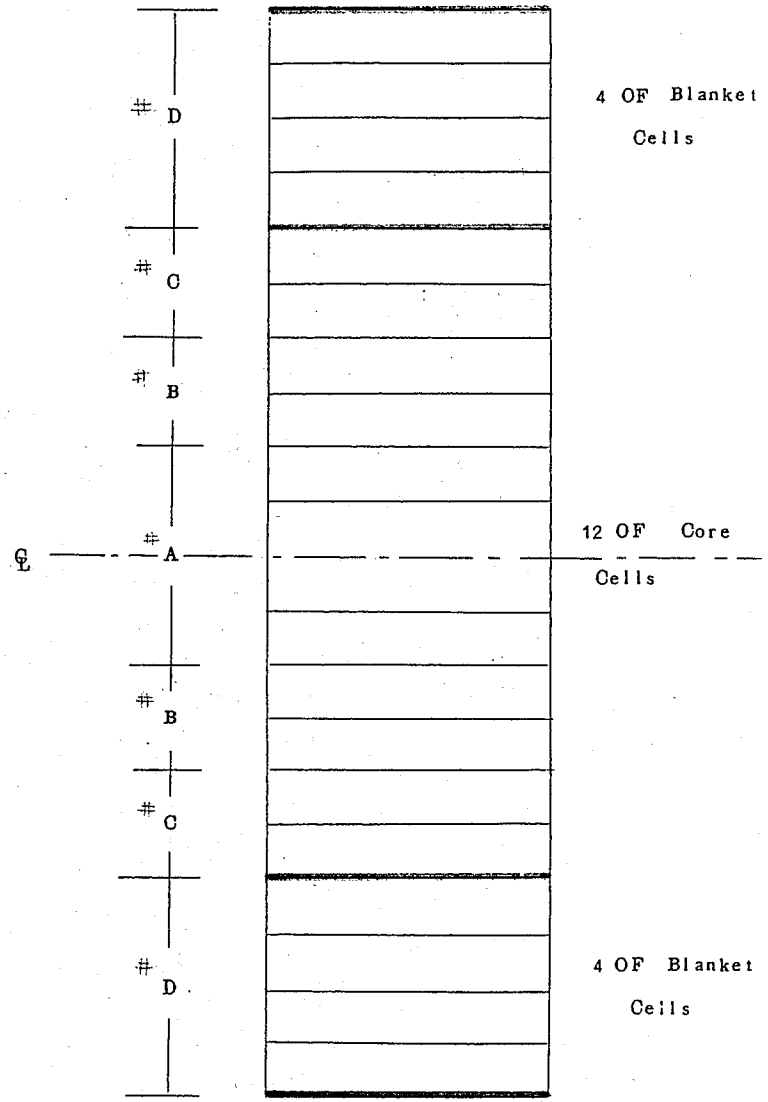


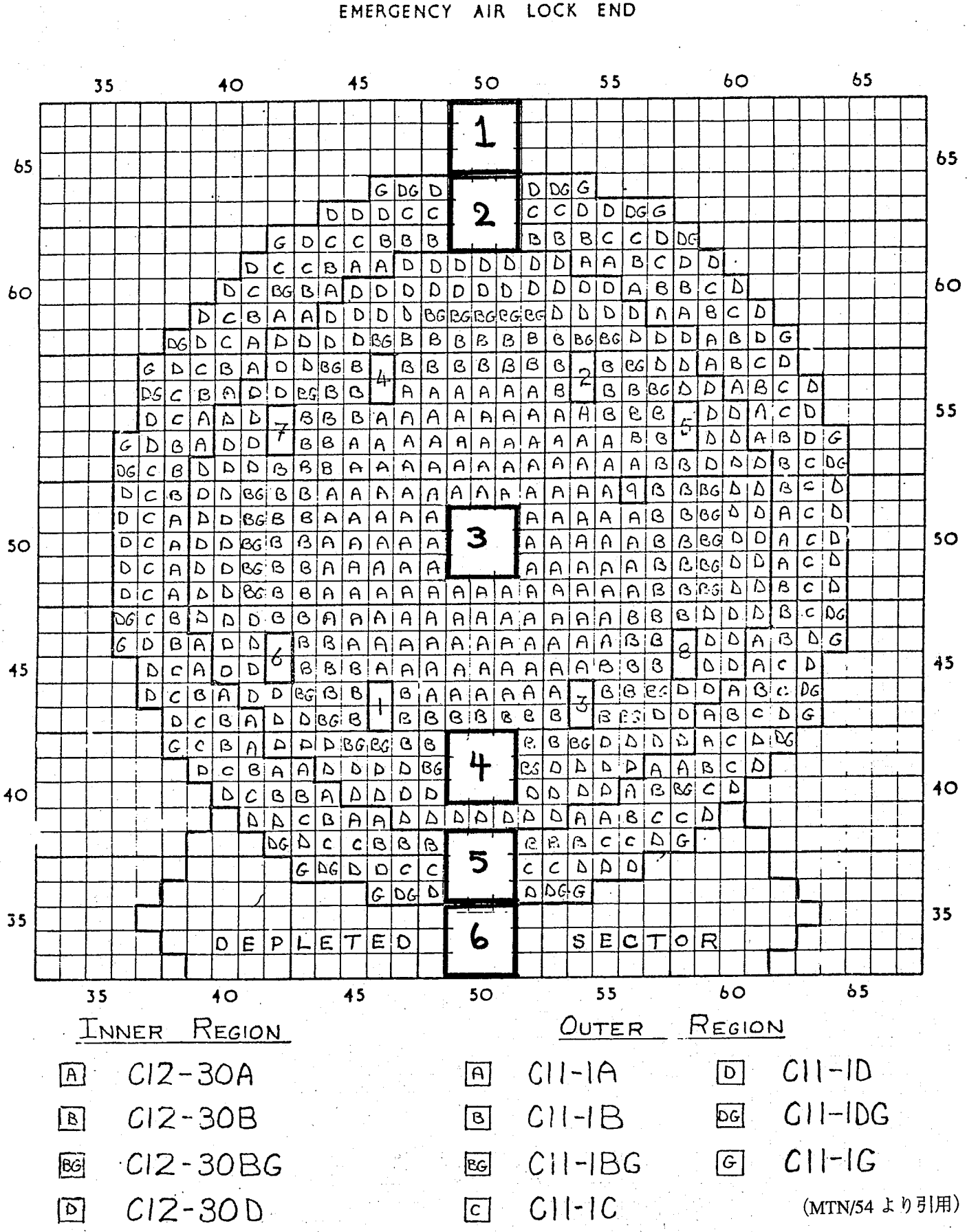

図 3.5-1　　MZA 炉心のナトリウムボイド反応度測定体系図




Note: Regions With Same Letter Voided Simultaneously

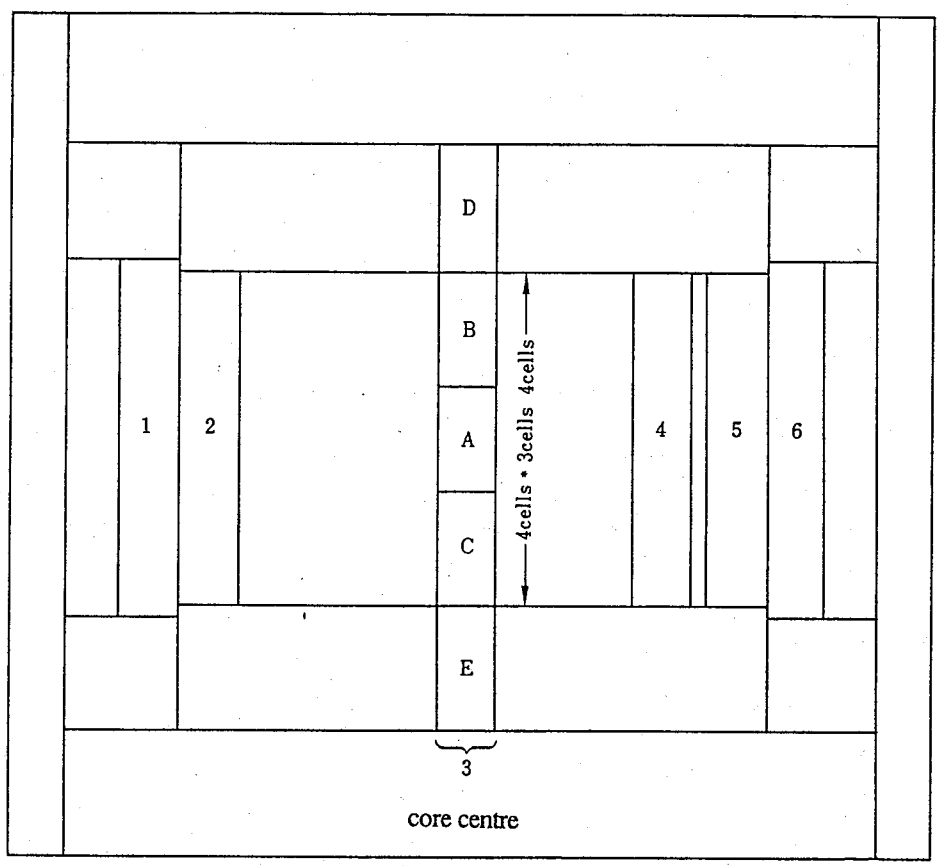
図 3.5-2　　MZA 炉心の軸方向ナトリウムボイド領域図

(SN241 72-19 より引用)




(MTN/54 より引用)

図 3.5-3　　MZB(2)炉心のナトリウムボイド反応度測定体系図




For plate type elements

図 3.5-4　　MZB(2)炉心の軸方向ナトリウムボイド領域図

## 3.6 物質反応度価値

### 3.6.1 実験の概要

(1) MZA の炉心体系

測定体系は MZA 標準炉心（213 本炉心）である。

(2) MZA の反応度測定

実験では炉中心の燃料要素を長尺の実験用特殊燃料要素に置き換えている（図 3.6-1）。長尺の特殊燃料要素は，制御棒を駆動するのと同様のメカニズムで上下に動かされ，図 3.6-2 に示す UP と DOWN の位置が交互に炉心の中心面に来るように制御されている。UP 位置のセルは非摂動セルであり，DOWN 位置のセルは摂動セルである。即ち，DOWN 位置を挟む両側の 2 セルには，物質反応度を測定するための摂動(ダミープレートなどによる物質の除去や別のプレートによる置換)が加えられている。UP と DOWN の位置とでの反応度の差は，微調整棒 F9 の位置の変化により測定されている。

反応度測定用サンプルとしては，Pu, $UO_2$, Na, スチールなどのプレートサンプルが用いられている。

(3) MZA の実験補正

ダミープレートあるいは置換プレートの厚みが標準のものと異なるためにセルの高さが変化していることへの補正，キャンの重量が標準のものと異なることの補正，プルトニウムプレートに含まれる不純物元素の反応度効果に対する補正などが行われている。

(4) MZA の物質反応度価値の実験値

測定結果を表 3.6-1 に示す。

(5) MZB の炉心体系

測定体系は MZB(1) 標準炉心（内側/外側炉心燃料要素：413/264 本炉心）である。

(6) MZB の反応度測定

測定の方法はMZA炉心の場合と同様である。

実験では炉中心の燃料要素を長尺の実験用特殊燃料要素に置き換えている。図3.6-3は特殊燃料要素の構成と試料挿入に使用したセルの構成を示したものである。この中で，摂動はプレート位置番号で29～31を変化させることで与え，非摂動状態の9～11プレートとした場合との反応度差を微調整棒FR9を介して求めるものである。

反応度測定用サンプルとしては，Pu, $UO_2$, スチールなどのプレートサンプルが用いられている。

(7) MZBの実験補正

ダミープレートあるいは置換プレートの厚みが標準のものと異なるためにセルの高さが変化していることへの補正，キャンの重量が標準のものと異なることの補正，プルトニウムプレートに含まれる不純物元素の反応度効果に対する補正などが行われている。

(8) MZBの物質反応度価値の実験値

測定結果を表3.6-2に示す。

### 3.6.2 物質反応度価値の解析手法

物質反応度価値の解析手法について以下に述べる。解析手法は基本的にJUPITER標準解析手法である。

(1) MZAの基準計算

物質反応度価値測定用の特殊なプレートの実効断面積についてはセル計算コードCASUPを使用して作成する。

セル計算で得られた70群実効断面積を2次元RZ70群拡散計算の中性子束分布を用いて縮約し，18群実効断面積を作成した。

基準計算は汎用拡散計算コードであるCITATION-FBRを用い，3次元XYZ1/8炉心体系で18群拡散計算を行い，直接keff計算及びPERKYコードによる一次摂動計算を行った。

(2) MZAの補正計算

これまでの経験により物質反応度価値の基準計算値に対して群縮約補正，メッシュ補正及び輸送理論補正を適用する

(a) 群縮約補正

2次元RZ拡散計算により，18群と70群の各成分の反応度の比を求め，群縮約補正値とした。

(b) メッシュ補正

基準計算に対して，XY方向とZ方向の倍メッシュ計算を実施し，倍メッシュ計算の反応度との比からメッシュ補正値を求めた。

(c) 輸送理論補正

2次元RZ体系で輸送摂動計算と拡散摂動計算を行い，各成分の反応度の比を求め，輸送理論補正値とした。

(3) MZBの基準計算

物質反応度価値測定用の特殊なプレートの実効断面積についてはセル計算コードCASUPを使用して作成する。

セル計算で得られた70群実効断面積を2次元RZ70群拡散計算の中性子束分布を用いて縮約し，18群実効断面積を作成した。

基準計算は汎用拡散計算コードである CITATION-FBR を用い，3 次元 XYZ1/4 炉心体系で 18 群拡散計算を行い，直接 keff 計算及び PERKY コードによる一次摂動計算を行った。

(4) MZB の補正計算

これまでの経験により物質反応度価値の基準計算値に対して群縮約補正，メッシュ補正及び輸送理論補正を適用する

(a) 群縮約補正

2 次元 RZ 拡散計算により，18 群と 70 群の各成分の反応度の比を求め，群縮約補正値とした。

(b) メッシュ補正

基準計算に対して，XY 方向と Z 方向の倍メッシュ計算を実施し，倍メッシュ計算の反応度との比からメッシュ補正値を求めた。

(c) 輸送理論補正

2 次元 RZ 体系で輸送摂動計算と拡散摂動計算を行い，各成分の反応度の比を求め，輸送理論補正値とした。

### 3.6.3 物質反応度価値の解析結果

物質反応度価値の解析結果について以下に述べる。

(1) MZA

MZA 炉心において実施された物質反応度価値の実験値と計算値の比較を表 3.6-3 に示す。この表に示すように C/E 値は 1.05 となった。

(2) MZB

MZB 炉心において実施された物質反応度価値の実験値と計算値の比較を表 3.6-4 に示す。この表に示すように C/E 値は 1.05 となった。

(3) ライブラリ改訂前後の比較

MZA 及び MZB 炉心において実施された物質反応度価値の実験値と計算値の比較を表 3.6-5 に示す。両炉心の物質反応度価値のライブラリ改訂前後の変動は少なく， C/E 値の差は約 1%以下である。

表3.6-1　MZA炉心物質反応度価値の実験値

| サンプルプレート | 反応度<br>(FR9 std.cm) | 反応度<br>($) |
|---|---|---|
| PuVプレート<br>(キャン(18)と置換) | 5.904 ± 0.020 | 0.0877 ± 0.0003 |

PuVの同位元素比は238/239/240/241/242＝0.08/78.40/18.24/2.69/0.45%

(注１) FR9 std.cm＝$0.493\times10^{-4}$ Δk/k

(注２) βeff＝0.332%により$単位に換算

表3.6-2　MZB炉心物質反応度価値の実験値

| サンプルプレート | 反応度<br>(FR9 std.cm) | 反応度<br>($) |
|---|---|---|
| PuIXプレート | 6.098 ± 0.010 | 0.0665 ± 0.0001 |

PuIXの同位元素比は238/239/240/241/242＝0.10/77.47/18.64/3.08/0.49%

(注１) FR9 std.cm＝$0.371\times10^{-4}$ Δk/k

(注２) βeff＝0.3401%により$単位に換算

表3.6-3　MZA炉心物質反応度価値の計算値と実験値の比較

| 摂動プレート | | 反応度価値 | | |
|---|---|---|---|---|
| 置換前 | 置換後 | C 計算値 | E 実験値 | C／E値 |
| ダミー缶 | PuV | 0.0924　（$） | 0.0877 ± 0.0003　（$） | 1.05 |

（$\beta$ eff＝0.337%）

表3.6-4　MZB炉心物質反応度価値の計算値と実験値の比較

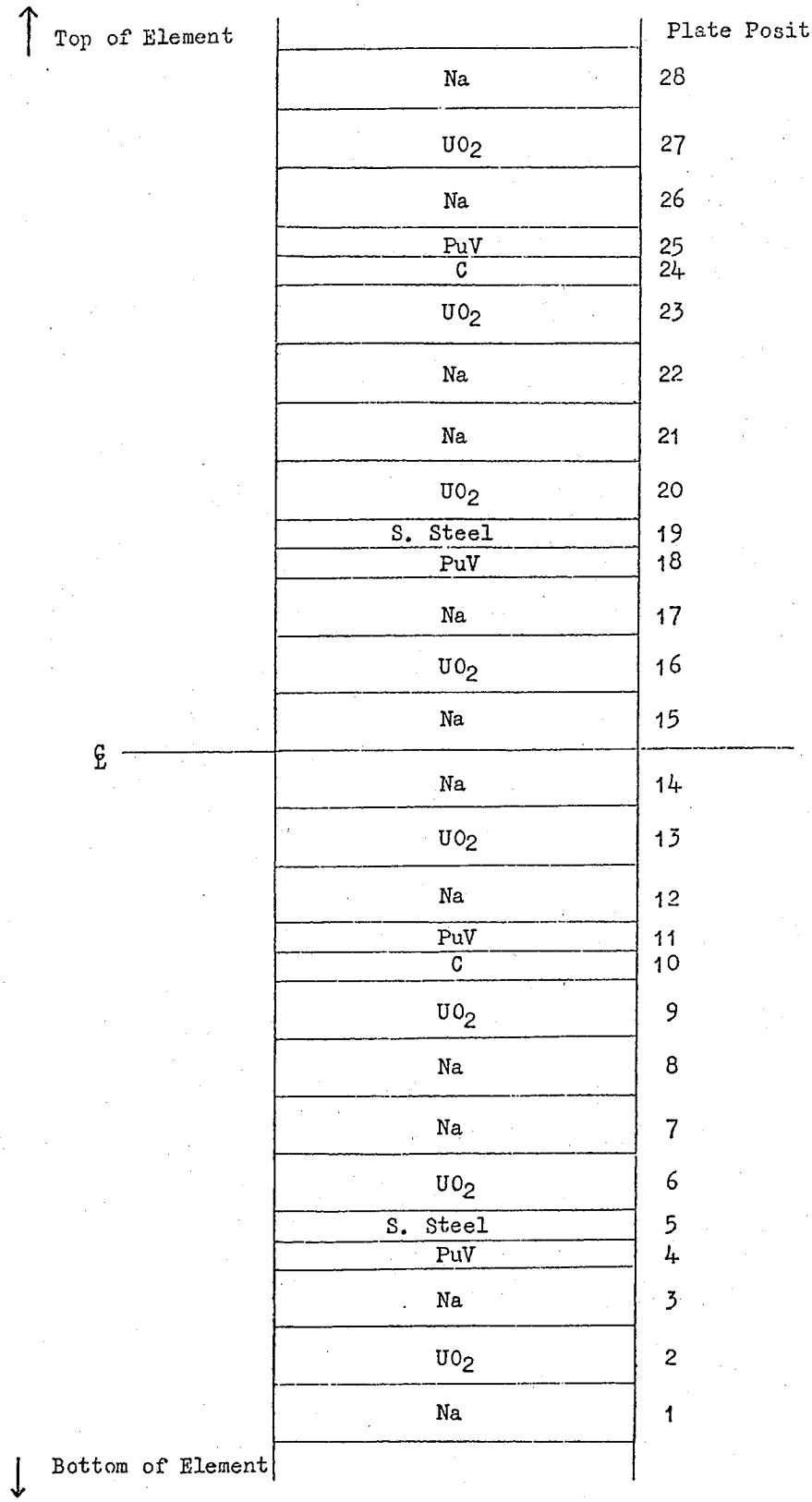
| 摂動プレート | | 反応度価値 | | |
|---|---|---|---|---|
| 置換前 | 置換後 | C 計算値 | E 実験値 | C／E値 |
| ダミー缶 | PuIX | 0.0701　（$） | 0.0665 ± 0.0001　（$） | 1.05 |

（$\beta$ eff＝0.3506%）

表3.6-5　ライブラリ改訂前後の物質反応度価値の比較

| 炉心 | 摂動プレート | | E 実験値 | 改訂前* C／E | 改訂後 C／E | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 置換前 | 置換後 | | | | |
| MZA | ダミー缶 | PuV | 0.0877 | 1.05 | 1.05 | -0.4 |
| MZB | ダミー缶 | PuIX | 0.0665 | 1.05 | 1.05 | -0.9 |

*:97年度の値に体系の違いを補正している。
(MZAの補正値1.057,MZBの補正値1.003)




| | |
|---|---|
| Na | NASTBR4 |
| $UO_2$ | UO24R4 |
| PuV | PuV8 |
| C | GI8 |
| S. Steel | STSTBR8 |

(MTN/9 より引用)

図 3.6-1　　物質反応度価値測定用のプレート配置

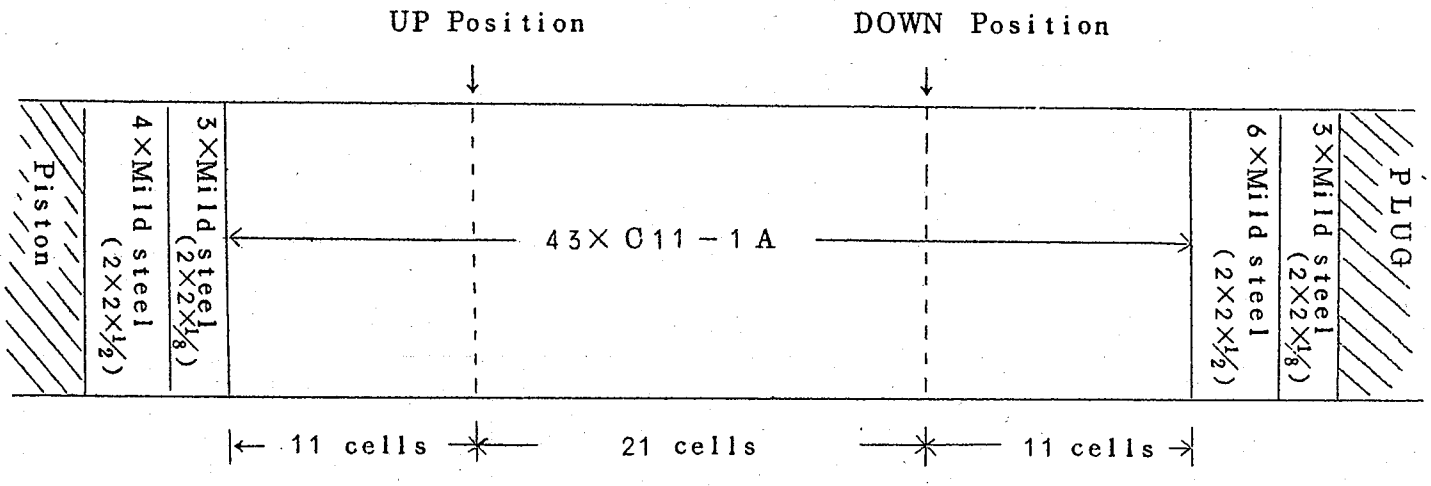



図2.1.5-2　物質反応度価値測定用のセル配置

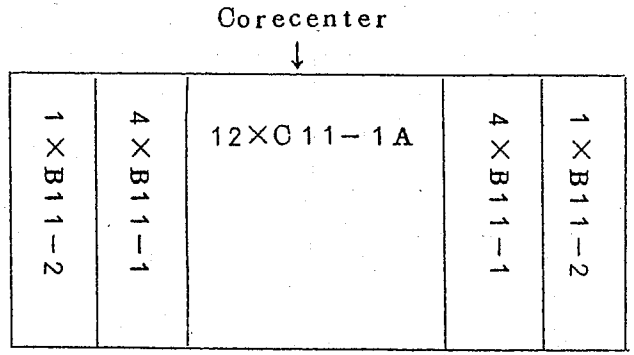



図 3.6-2　　標準炉心のセル配置　　(SN241 72-19 より引用)

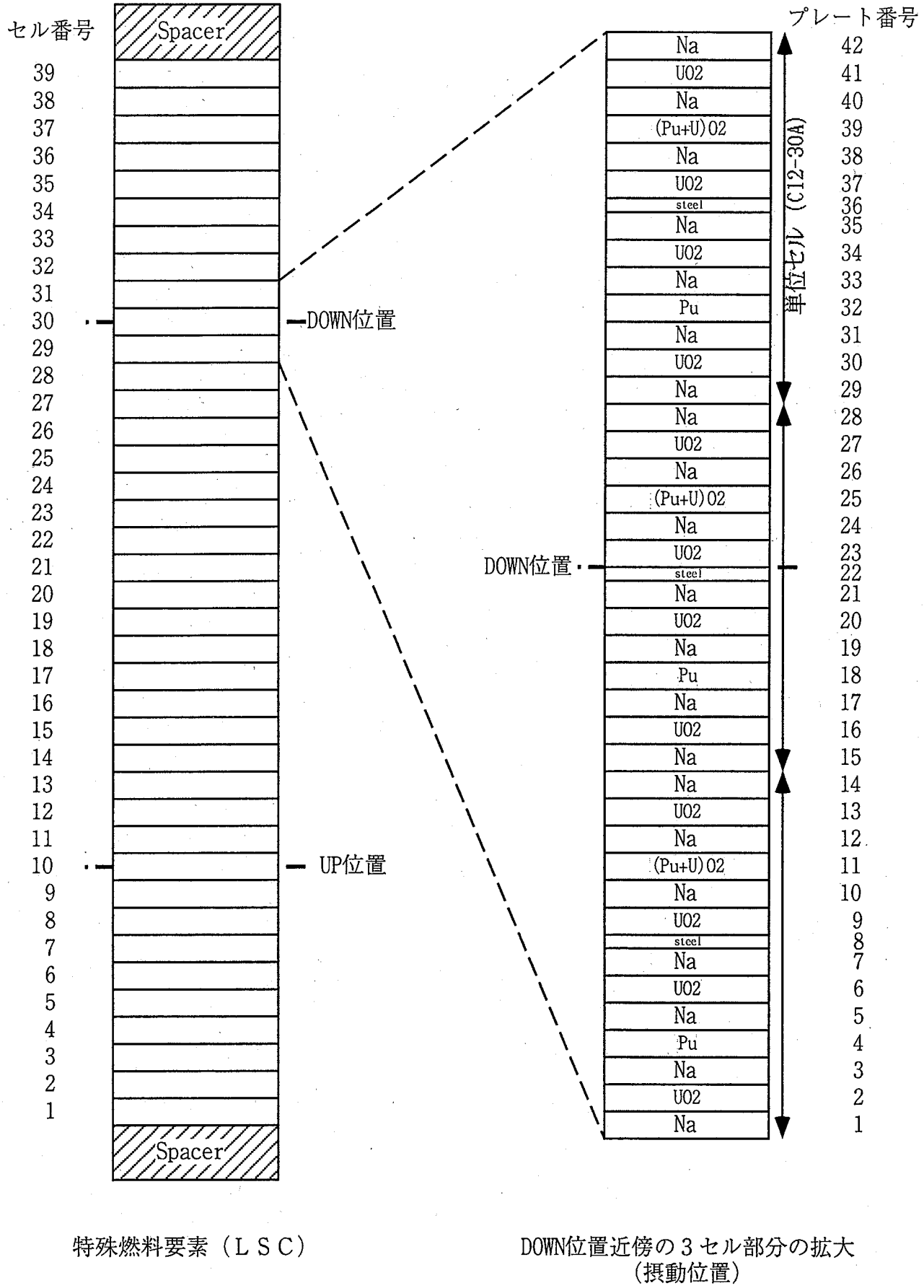



図 3.6-3　　MZB 炉心で用いられた特殊燃料要素

## 4. 解析誤差の評価

第 3 章で実施した核特性の解析項目は臨界性，制御棒価値，反応率分布，反応率比，ナトリウムボイド反応度，物質反応度価値であり，個別の核特性ごとに解析誤差を評価する。解析誤差は，各種補正値の 50%として評価する。

FBR の炉心設計の解析手法は，計算機資源の効率的活用を図るために，少数群，有限メッシュ等で実施される。このために解析誤差が伴うので，実験解析においても解析誤差を評価しておく必要がある。

大型炉用修正炉定数に関する研究等では，解析値の誤差は，各種補正値や解析モデルの違いによる影響幅の 0.5 を乗じた値を設定している。特に，メッシュ補正と輸送補正の誤差については補正量の和に 0.5 を乗じた値を設定している。ただし，臨界性のメッシュ補正と輸送補正の誤差についてはそれぞれの補正量の二乗和の平方根に 0.5 を乗じた値を設定している。

また，今回の解析ではセル計算には，JUPITER 解析で用いている CASUP コードを用い，燃料プレートはプレートストレッチモデルで扱った。このセル計算モデルに由来する不確かさについては，JUPITER 実験解析での評価結果を参考にして設定している。

## 4.1 臨界性

臨界性に対する解析誤差の項目及び誤差幅は以下のとおりである。

| 項　目 | 誤差（%） | | 備　考 |
|---|---|---|---|
| | MZA 炉心 | MZB 炉心 | |
| セルモデル | 0.1 | 0.1 | JUPITER 解析 |
| ストリーミング | 0.1 | 0.1 | JUPITER 解析 |
| セル非対称 | 0.0 | 0.03 | JUPITER 解析の 1/2 |
| Dancoff/Tone | 0.1 | 0.1 | JUPITER 解析 |
| σtr 定義 | 0.1 | 0.1 | JUPITER 解析 |
| メッシュ・輸送 | 0.44 | 0.23 | MOZART 解析 |
| f-table | 0.05 | 0.05 | JUPITER 解析 |
| エネルギ群数 | 0.02 | 0.01 | MOZART 解析 |
| 合計 | 0.48 | 0.31 | |

上記の解析誤差のうちメッシュ・輸送及びエネルギ群数はライブラリの変更に伴い再評価し，表 4-1 に示す。補正量についてはライブラリ依存性が少ないことを確認した。

## 4.2 制御棒価値

制御棒価値に対する解析誤差の項目及び誤差幅は以下のとおりである。

| 項目 | 誤差（%） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BN(0) | B30(0) | B80(0) | B90(0) |
| セルモデル | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| メッシュ・輸送 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| エネルギ群数 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.1 |
| セル非対称 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 合計 | 1.3 | 1.4 | 1.7 | 1.7 |

上記の解析誤差のうちメッシュ・輸送及びエネルギ群数はライブラリの変更に伴い再評価し，表 4-2 に示す。補正量についてはライブラリ依存性が少ないことを確認した。

4.3　反応率分布

外側炉心における反応率分布に対する解析誤差の項目及び誤差幅は以下のように評価される。

| 項目 | 誤差（%） | | |
|---|---|---|---|
| | F5 | F8 | C8 |
| メッシュ・輸送 | 1 | 3 | 1 |
| セル非対称 | 1 | 1 | 1 |
| 合計 | 1.4 | 3.2 | 1.4 |

外側炉心の各反応のメッシュ補正と輸送補正の積を求め，その 50%を解析誤差と設定し，表 4-3 に示す。

セル非対称については JUPITER 解析を参考に設定した。

4.4　反応率比

反応率比に対する解析誤差の項目及び誤差幅は以下のとおりである。

| 項目 | 誤差（%） |
|---|---|
| メッシュ・輸送 | 1 |
| セル非対称 | 0 |
| 合計 | 1.0 |

反応率比のメッシュ補正及び輸送補正量は従来の検討から 0.1%以下であり，JUPITER 解析を参考に設定した。

4.5　ナトリウムボイド反応度

ナトリウムボイド反応度に対する解析誤差の項目及び誤差幅は以下のとおりである。

| 項目 | 誤差（%） | | 備考 |
|---|---|---|---|
| | MZA 炉心 | MZB 炉心 | |
| セルモデル | 7 | 7 | JUPITER 解析 |
| メッシュ・輸送 | 10 | 2 | MOZART 解析 |
| エネルギ群数 | 3 | 2 | MOZART 解析 |
| セル非対称 | 0 | 2 | JUPITER 解析の 1/2 |
| 合計 | 11 | 8 | |

ナトリウムボイド反応度の解析誤差は炉中心での補正値から評価した。ナトリウムボイド反応度の基準計算値にメッシュ補正・輸送補正因子を各成分に適用した補正後

の値と基準計算値の比較にして求め，表 4-4 に示す。

セル非対称については JUPITER 解析を参考に設定した。

## 4.6 物質反応度価値

物質反応度価値に対する解析誤差の項目及び誤差幅は以下のとおりである。

| 項目 | 誤差（%） | | 備考 |
|---|---|---|---|
| | MZA 炉心 | MZB 炉心 | |
| メッシュ・輸送 | 4 | 1 | MOZART 解析 |
| エネルギ群数 | 0 | 0 | MOZART 解析 |
| 合計 | 4 | 1 | |

物質反応度価値の従来の検討結果からメッシュ補正及び輸送補正因子は 1.0 近傍であり，ここでは従来の補正因子を基に設定根拠を表 4-5 に示す。

表4-1　　臨界性に対する解析誤差の設定

| | 1997年 | | | | 2003年 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 炉心 | 群縮約補正量 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) | | 群縮約補正量 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) | |
| MZA | -0.0004 | -0.02 | 0.02 | | -0.0004 | -0.02 | 0.02 | |
| MZB | -0.0003 | -0.02 | 0.02 | | -0.0001 | -0.004 | 0.01 | |
| | 1997年 | | | | 2003年 | | | |
| 炉心 | メッシュ補正量 | 輸送補正量 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) | メッシュ補正量 | 輸送補正量 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) |
| MZA | -0.0024 | 0.0086 | 0.31 | 0.31 | -0.00234 | 0.00838 | 0.44 | 0.44 |
| MZB | -0.0014 | 0.0040 | 0.13 | 0.13 | -0.0014 | 0.00431 | 0.23 | 0.23 |

表4-2　　制御棒価値に対する解析誤差の設定

| 種類 | 1997年 群縮約補正係数 | 1997年 補正量の半分(%) | 1997年 解析誤差(%) | 2003年 群縮約補正係数 | 2003年 補正量の半分(%) | 2003年 解析誤差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BN | 0.993 | 0.35 | 0.4 | 0.990 | 0.50 | 0.5 |
| B30 | 0.990 | 0.50 | 0.5 | 0.988 | 0.60 | 0.6 |
| B80 | 0.981 | 0.95 | 1.0 | 0.980 | 1.00 | 1.0 |
| B90 | 0.979 | 1.05 | 1.1 | 0.979 | 1.05 | 1.1 |

| 種類 | 1997年 メッシュ補正係数 | 1997年 輸送補正係数 | 1997年 補正量の半分(%) | 1997年 解析誤差(%) | 2003年 メッシュ補正係数 | 2003年 輸送補正係数 | 2003年 補正量の半分(%) | 2003年 解析誤差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BN | 1.043 | 0.973 | -0.74 | 0.8 | 1.035 | 0.976 | -0.51 | 0.6 |
| B30 | 1.052 | 0.969 | -0.97 | 1.0 | 1.042 | 0.972 | -0.64 | 0.7 |
| B80 | 1.071 | 0.956 | -1.19 | 1.4* | 1.055 | 0.961 | -0.69 | 0.9* |
| B90 | 1.072 | 0.954 | -1.13 | 1.3* | 1.056 | 0.958 | -0.58 | 0.8* |

*:10B濃縮度が高いので，20%増加させている。

表4-3　　反応率分布に対する解析誤差の設定

| | 1997年 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 反応率の種類 | メッシュ補正係数 | 輸送補正係数 | 補正量の半分 (%) | 解析誤差 (%) |
| F5 | 1.00 | 1.02 | -1.0 | 1 |
| F8 | 0.99 | 1.07 | -3.0 | 3 |
| C8 | 1.00 | 1.02 | -1.0 | 1 |

表4-4　　ナトリウムボイド反応度に対する解析誤差の設定

| | 1997年 群縮約 | | | | 2003年 群縮約 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 種類 | 非漏洩補正因子 | 漏洩補正因子 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) | 非漏洩補正因子 | 漏洩補正因子 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) |
| MZA | 1.05 | 1.00 | -2.50 | 3.0 | 1.05 | 1.00 | -2.50 | 3.0 |
| MZB | 1.03 | 1.00 | -1.50 | 2.0 | 1.03 | 1.00 | -1.50 | 2.0 |
| | 1997年 メッシュ・輸送 | | | | 2003年 メッシュ・輸送 | | | |
| 種類 | 非漏洩補正因子 | 漏洩補正因子 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) | 非漏洩補正因子 | 漏洩補正因子 | 補正量の半分(%) | 解析誤差(%) |
| MZA | 1.04 | 0.67 | 8.00 | 8.0 | 1.09 | 0.73 | 10.00 | 10.0 |
| MZB | 1.00 | 0.63 | 2.00 | 2.0 | 1.02 | 0.67 | 2.00 | 2.0 |

表4-5　　物質反応度価値に対する解析誤差の設定

| | 1997年 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 炉心 | 群縮約<br>補正係数 | 補正量の半分<br>(%) | 解析誤差 (%) | |
| MZA | 1.000 | 0.00 | 0.0 | |
| MZB | 1.000 | 0.00 | 0.0 | |

| | 1997年 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 炉心 | メッシュ<br>補正係数 | 輸送<br>補正係数 | 補正量の半分<br>(%) | 解析誤差<br>(%) |
| MZA | 1.01 | 1.03 | -2.02 | 4.0 |
| MZB | 1.01 | 1.00 | -0.50 | 1.0 |

## 5. まとめと課題

英国 ZEBRA 臨界集合体で実施された高速増殖原型炉もんじゅのモックアップ臨界実験（MOZART 実験）について最新の知見を反映してデータの再評価を実施した。

主な成果は以下のとおりである。

(1) 中性子スペクトル測定データの整理

炉心中心における中性子スペクトルの測定についてデータを整理し，解析に必要なエネルギー構造や体系モデルの条件を明確にした。

(2) 原子数密度データの改訂

従来の解析で無視していた微少量の不純物を考慮に加えるとともに JNC の標準解析手法を反映して原子数密度データを改訂した。その結果、MZA と MZB の炉心間の臨界性では C/E 値の差異（約 0.4% Δk）が約 0.1% Δk に改善した。

(3) JFS-3-J3.2R による解析

70 群炉定数 JFS-3-J3.2R を用いて基準計算及び補正計算を全面的に再評価し、JFS-3-J3.2 を用いた従来結果からの変化を分析した。

臨界性については従来の結果に比べ 0.1% Δk 小さくなった。これは JUPITER 臨界実験に対する炉定数の改訂効果と整合している。

制御棒価値については B-10 濃縮度への依存性が 7%から 1%に低減し、Na ボイド反応度ついては C/E 値が約 10%改善した。これらについては炉定数の改訂効果以外に解析モデルの変更が寄与している。

また、補正値に対する炉定数改訂の寄与は無視できることを確認した。

今後の課題としては、制御棒価値が全体的に 5%過大評価していることが挙げられる。

# 6. 参考文献

## 第３章

(1) 関雄次、田淵士郎：「実証炉設計用統合炉定数の整備（その２）<MOZART 実験解析>」、PNC TJ9678 97-004（1997 年 3 月）.

(2) 石川眞、斉藤正幸、他：「核設計基本データベースの整備（IV）－核特性解析コードシステムの整備－」、PNC TN9440 94-004（1994 年 3 月）.

(3) 杉野和輝、岩井武彦：「実機高速炉核特性解析手法の高度化－二重非均質性取扱い手法及び制御棒均質化断面積計算法の検討―」、PNC TN9410 98-067（1998 年 7 月）.

(4) 千葉豪、沼田一幸：「JFS-3-J3.2 の重み関数訂正による核特性への影響評価」、JNC TN9400 2001-109（2001 年 12 月）.

(5) 千葉豪、沼田一幸：「JENDL-3.2 に基づく高速炉用炉定数 JFS-3-J3.2R の作成」、JNC TN9400 2001-124（2002 年 2 月）.

## 第４章

(1) 関雄次、田淵士郎：「実証炉設計用統合炉定数の整備（その２）<MOZART 実験解析>」、PNC TJ9678 97-004（1997 年 3 月）.

付録 A.　MOZART 実験クラスの輸送理論効果の検討例

もんじゅクラスの炉心を対象に 1996 年に実施された検討例を紹介する。

A.1　主な検討条件

(1)　核特性解析コード

サイクル機構殿の核特性解析コードを使用している。

・高速炉用格子均質化計算コード：SLAROM

・インターフェイスコード：JOINT

・断面積作成用拡散計算コード：CITATION-FBR

・燃焼計算用拡散計算コード：CITATION

・３次元 XYZ 輸送計算コード：TRITAC

・マクロ定数の作成，荷重平均：XMIX

(2)　核定数ライブラリ

高速炉用の最新核定数ライブラリの JFS-3-J3.2（Y9401）を使用する。収納核種数は 112 核種である。

(3)　輸送計算コード

輸送計算コードは TRITAC とし，取扱える体系は３次元 XYZ 体系であるので，比較する拡散計算コードは CITATION-FBR とする。

(4)　計算体系

輸送補正評価コードは３次元 XYZ 体系の輸送計算コード TRITAC を使用して実施する。基準となる MOSES の燃焼領域に対応させて，TRITAC コード及び CITATION-FBR コードの３次元 XYZ 炉心体系の領域数を 78 領域とし，体系をモデル化し，図 A-1 と図 A-2 に示す。

また，輸送補正のメッシュサイズ依存性を詳細に確認するために，粗メッシュ，基準メッシュ及び詳細メッシュを図 A-3 に示すように粗メッシュを基準にしてそれぞれ倍，倍々のメッシュを設定した。３次元三角メッシュでの軸方向分割を多少修正した。

(5) 計算フロー

平衡炉心の燃料組成を用いて，実効増倍率，制御棒価値の補正係数評価用の計算フローを図 A-4 と図 A-5 に示す。

図 A-5 に示した制御棒価値の計算の流れに従って実行し，内側炉心を１領域としたミクロ断面積と外側炉心を２領域としたミクロ断面積を作成し，それを引き継いで詳細領域のマクロ断面積を XMIX コードにて作成した。ただし，この XMIX コードは EWS 版に対応していなかったので，一部修正を実施した。また，SLAROM から直接書き出されるマクロ断面積は TRITAC ではそのまま使用すると (n,2n)断面積等が含まれていないために XMIX コードで処理する必要があった。

A.2 実効増倍率の輸送理論補正の検討例

拡散コードと輸送計算コードではメッシュ補正が異なるため，両者の実効増倍率を無限メッシュに外挿して比較する。メッシュ補正は基準計算と基準計算の各方向のメッシュ数を２倍にした計算から無限メッシュへの外挿値を求める。すなわち，

$\Delta k\infty=4/3(keff(D)-keff(ref))$

この式から求める。

(1) 拡散コードのメッシュ効果 (XYZ 体系)

CITATION-FBR の 18 群 XYZ 体系での基準メッシュ及び倍メッシュの各ケースでの実効増倍率から求めた。

| ケース | メッシュ | 実効増倍率 |
|---|---|---|
| 基準メッシュ | 14×25×14 | 1.04051 |
| 倍メッシュ | 28×50×28 | 1.03065 |

これらの結果から無限メッシュに外挿するメッシュ効果は-1.31%Δk となり，1.02736 となる。

(2) 輸送計算のメッシュ効果と SN 次数効果

TRITAC の 18 群 XYZ 体系での基準メッシュ，倍メッシュの各ケースでの実効増倍率を求めた。

| ケース | メッシュ | 実効増倍率 |
|---|---|---|
| 基準メッシュ | 14×25×14 | 1.02737 |
| 倍メッシュ | 28×50×28 | 1.03142 |

この結果から輸送計算のメッシュの差による実効増倍率の差は+0.54%Δk であり，無限メッシュへの外挿値は 1.03277 となった。

TRITAC の 18 群 XYZ 体系の倍メッシュでの SN 次数効果を検討するために，S4，S8 及び S16 のケースにて実効増倍率を求めた。

| ケース | SN 次数 | 実効増倍率 |
|---|---|---|
| 倍メッシュ | S4 | 1.03142 |
| 倍メッシュ | S8 | 1.03129 |
| 倍メッシュ | S16 | 1.03126 |

この結果から輸送計算の SN 次数の差による実効増倍率の差は以下のとおりである。

・S4 と S8 の実効増倍率の差　：　0.00013Δk

・S8 と S16 の実効増倍率の差　：　0.00003Δk

となり，その比はほぼ４となるので，SN 次数の効果は 4/3 倍則が成り立つことが経験的にわかった。これを用いて S∞まで外挿した実効増倍率は 1.03124 となった。

ただし，基準メッシュは約 10cm であり，MOZART の基準メッシュは約 5cm であるので，ここでの倍メッシュでの輸送理論効果をまとめる。

・輸送理論効果のメッシュ効果：+0.13%Δk

・輸送理論効果の Sn 効果：　-0.02%Δk

合計の輸送理論効果は+0.11%Δk となり，拡散計算のメッシュ効果（-0.329%Δk）に比較して小さい。

(3) 無限メッシュ，Sn∞に外挿した輸送理論効果

無限メッシュに外挿した拡散計算の実効増倍率：1.02736

無限メッシュ，Sn∞に外挿した輸送計算の実効増倍率：1.03259

MOZART 方式の輸送理論効果：+0.493%Δk/kk'

(4) JUPITER 方式の輸送理論効果

無限メッシュに外挿した拡散計算の実効増倍率：1.02736

基準メッシュ（ここでは倍メッシュ），S4 での輸送計算の実効増倍率：1.03142

JUPITER 方式の輸送理論効果：+0.383% Δk/kk'

したがって，方式による輸送理論効果の違いは補正量の約 20%程度であるが，この差は臨界実験の誤差に相当する値であり，MOZART 方式による方法で輸送理論効果を求めないと-0.11% Δk/kk' の過小評価となり，この差は臨界実験の実験誤差に相当するので，解析手法の選定に重要である。

ただし，臨界実験を反映した評価方法では臨界実験解析及び設計解析の両者とも基準メッシュ S4 輸送計算で実施すれば，輸送理論効果の約 20%の影響はキャンセルされると判断される。（臨界実験を反映した評価方法では C/E 値の逆数で補正する。）

A.3 制御棒価値の輸送理論補正の検討例

拡散コードと輸送計算コードではメッシュ補正が異なるため，両者の制御棒価値を無限メッシュに外挿して比較する。メッシュ補正は基準計算と基準計算の各方向のメッシュ数を２倍にした計算から無限メッシュへの外挿値を求める。すなわち，

$\Delta k\infty = 4/3(keff(D) - keff(ref))$

この式から求める。

(1) 拡散コードのメッシュ効果（XYZ 体系）

CITATION-FBR の 18 群 XYZ 体系での基準メッシュ及び倍メッシュの各ケースでの制御棒価値から求めた。

| ケース | メッシュ | 制御棒価値% Δk/kk' |
|---|---|---|
| 基準メッシュ | 14×25×14 | 0.758 |
| 倍メッシュ | 28×50×28 | 0.796 |

これらの結果から無限メッシュに外挿するメッシュ効果は+0.05% Δk となり，0.809% Δk/kk' となる。

(2) 輸送計算のメッシュ効果と SN 次数効果

TRITAC の 18 群 XYZ 体系での基準メッシュ，倍メッシュの各ケースでの制御棒価値を求めた。

| ケース | メッシュ | 制御棒価値% Δk/kk' |
|---|---|---|
| 基準メッシュ | 14×25×14 | 0.757 |
| 倍メッシュ | 28×50×28 | 0.748 |

この結果から輸送計算のメッシュの差による制御棒価値の差は-0.012% Δk であり，無限メッシュへの外挿値は 0.745% Δk/kk' となった。

TRITAC の 18 群 XYZ 体系の倍メッシュにより制御棒価値の SN 次数効果を求めるために，S4，S8 及び S16 計算を実施した。

| ケース | SN 次数 | 制御棒価値% Δk/kk' |
|---|---|---|
| 倍メッシュ | S4 | 0.748 |
| 倍メッシュ | S8 | 0.752 |
| 倍メッシュ | S16 | 0.753 |

この結果から輸送計算の SN 次数の差による制御棒価値の差は以下のとおりである。

・S4 と S8 の制御棒価値の差　：　0.004% Δk/kk'

・S8 と S16 の制御棒価値の差　：　0.001% Δk/kk'　となり，

その比はほぼ 4 となるので，SN 次数の効果は 4/3 倍則が成り立つことが経験的にわかった。これを用いて S∞まで外挿した制御棒価値は 0.753% Δk/kk' となった。

ただし，基準メッシュは約 10cm であり，MOZART の基準メッシュは約 5cm であるので，ここでの倍メッシュの輸送理論効果をまとめる。

・輸送理論効果のメッシュ効果：-0.003% Δk

・輸送理論効果の Sn 効果：　+0.005% Δk

合計の輸送理論効果は+0.002% Δk となり，拡散計算のメッシュ効果（+0.013% Δk）に比較して小さい。

(3) 無限メッシュ，Sn∞に外挿した輸送理論効果

無限メッシュに外挿した拡散計算の制御棒価値：0.809% Δk/kk'

無限メッシュ，Sn∞に外挿した輸送計算の制御棒価値：0.750% Δk/kk'

MOZART 方式の輸送理論効果：0.927

(4) JUPITER 方式の輸送理論効果

無限メッシュに外挿した拡散計算の制御棒価値：0.809％Δk/kk'

基準メッシュ（ここでは倍メッシュ），S4 での輸送計算の制御棒価値：0.748％Δk/kk'

JUPITER 方式の輸送理論効果：0.925

したがって，方式による輸送理論効果の違いは補正量の約 0.2%程度であり，この差は臨界実験の実験誤差に比較して 1 桁小さく制御棒価値に対する輸送理論効果の評価方法に依存しないと判断される。

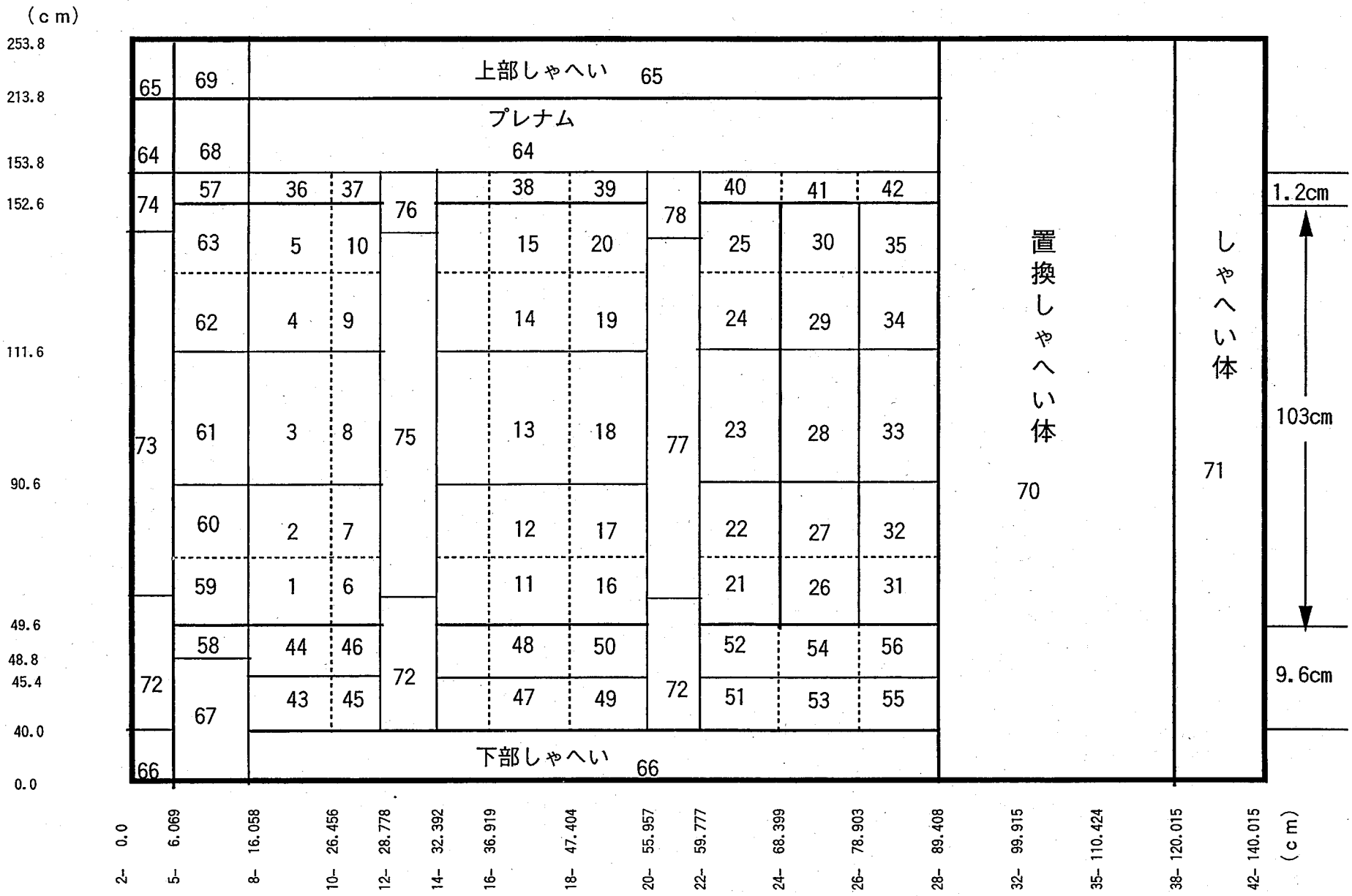
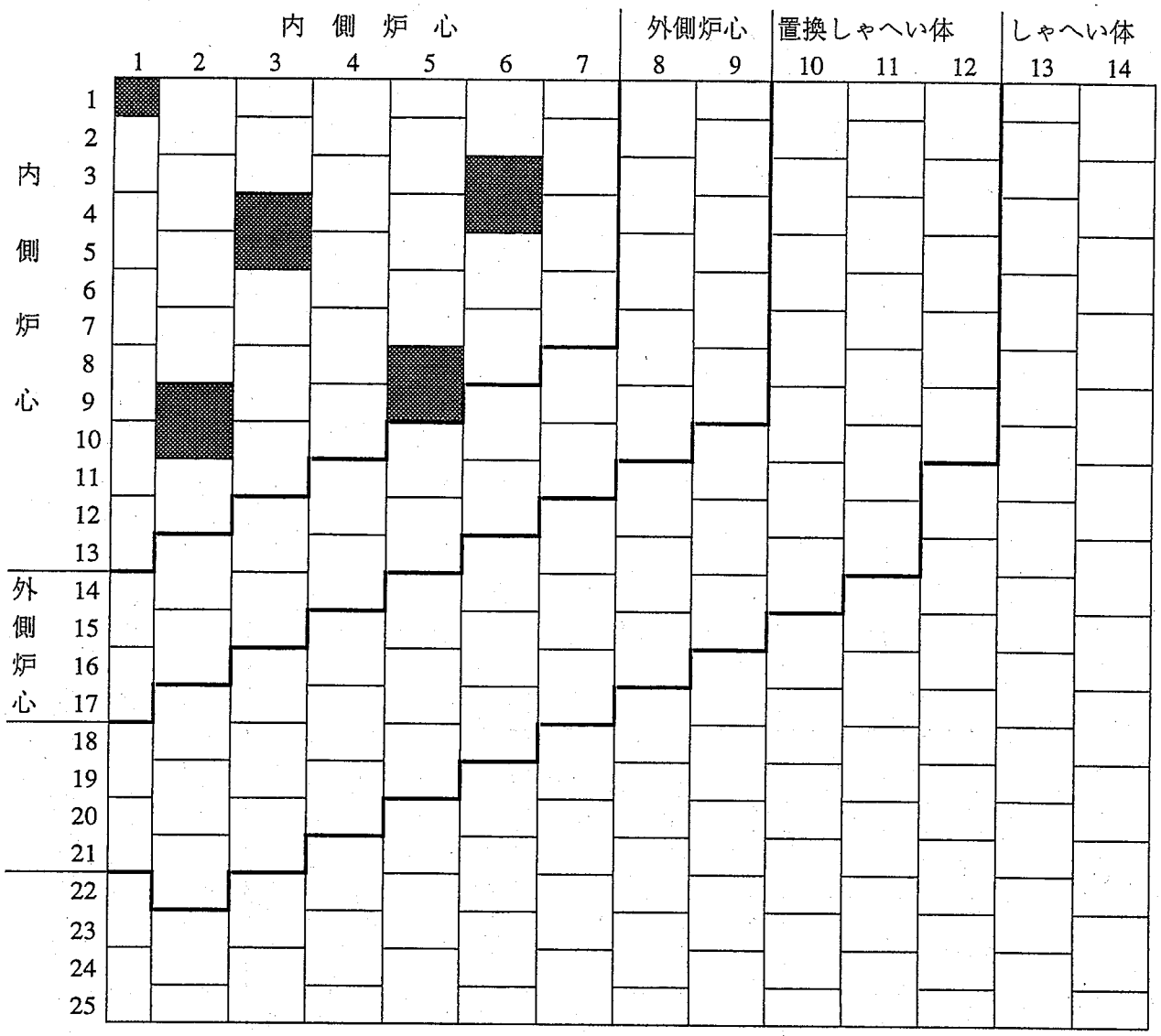



図 A-1 もんじゅ炉心RZ断面図（輸送補正用，20℃）




粗メッシュ　：14×25×14
基準メッシュ：28×50×28
詳細メッシュ：56×100×56

図　A-2　　もんじゅXY１／４体系図（拡散計算及び輸送計算用）

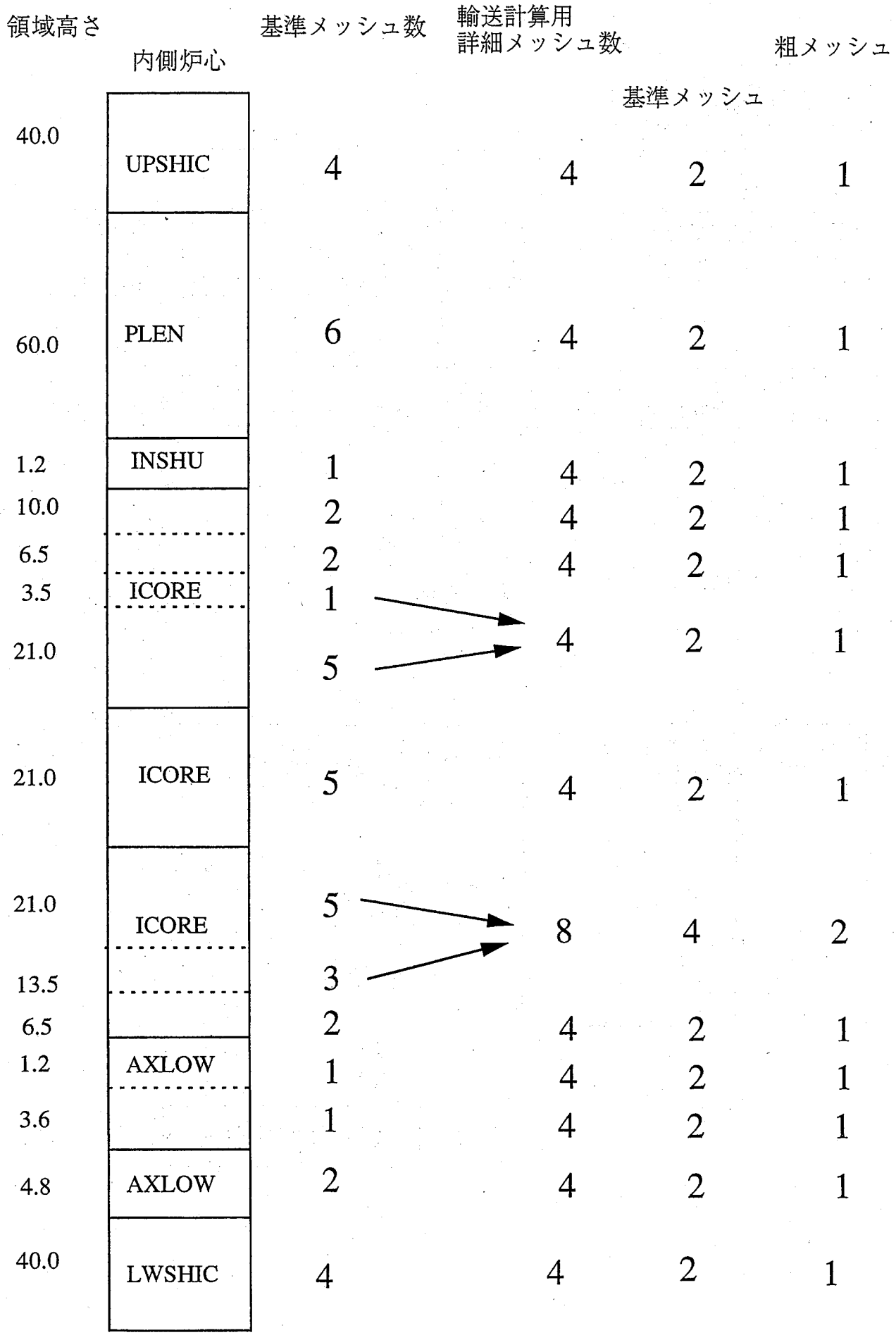



図 A-3　もんじゅXYZ体系のメッシュ分割

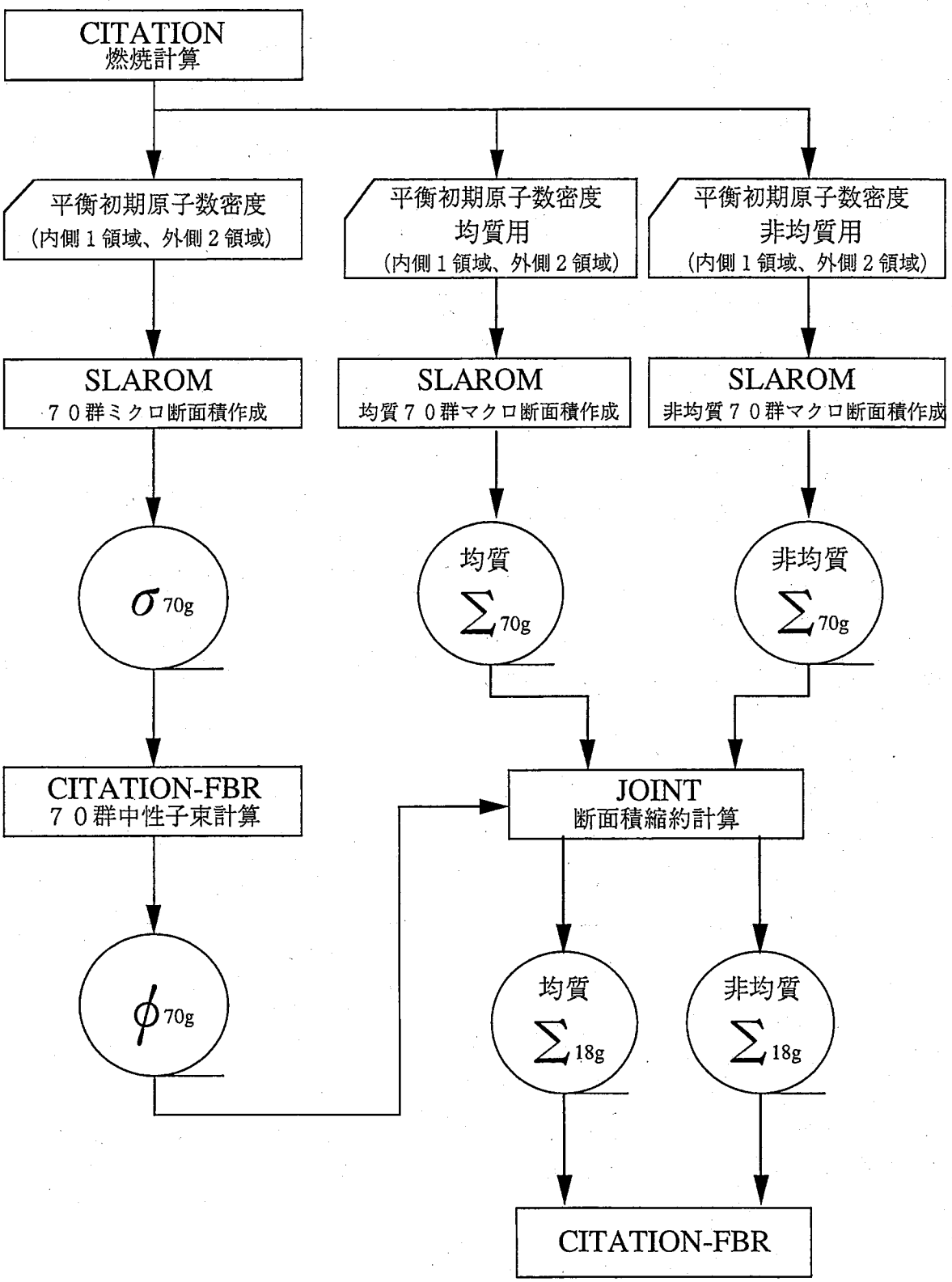



図　A-4　実効増倍率計算フロー

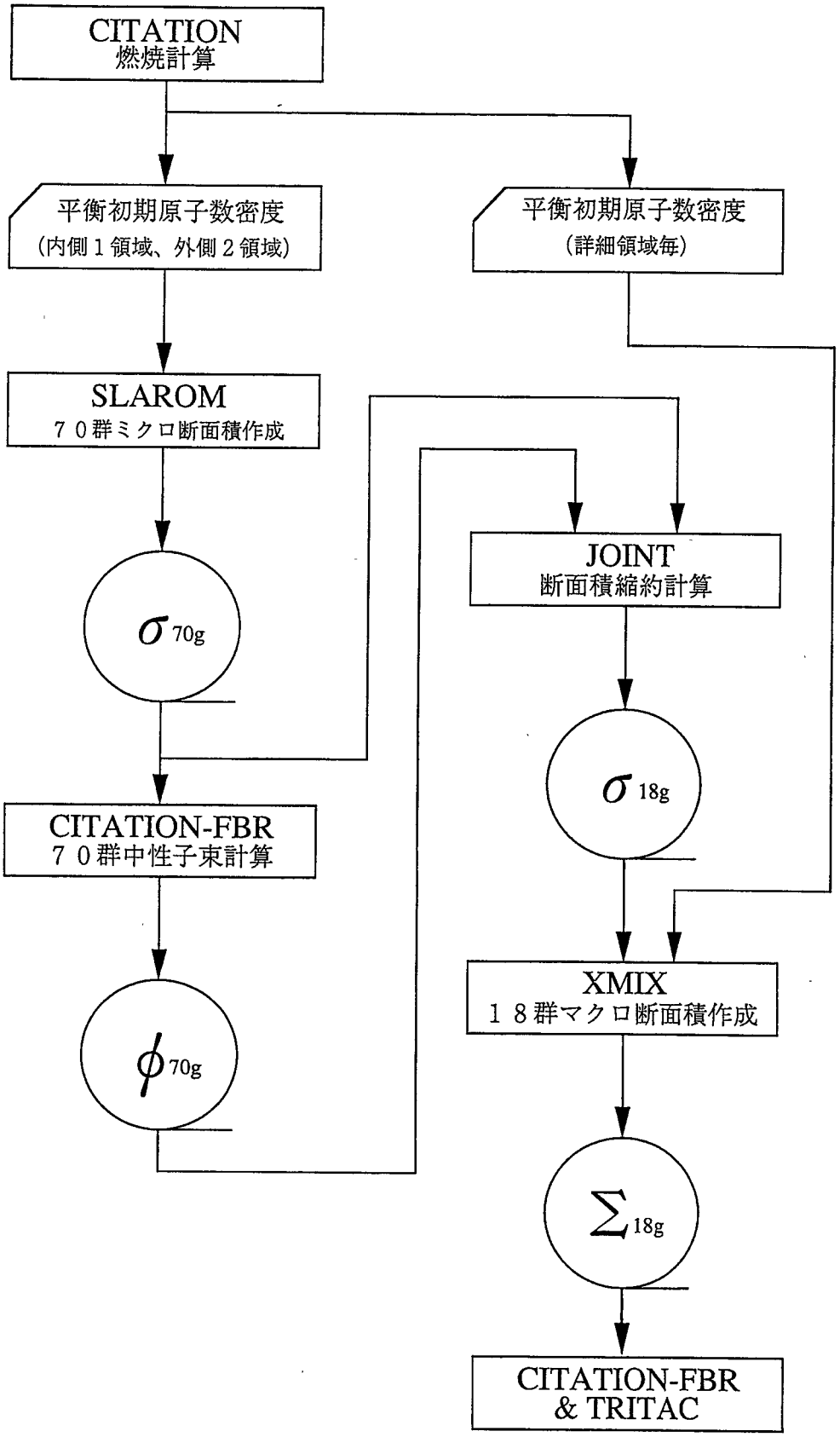



図　A-5　　制御棒価値用計算フロー

付録 B.　不純物を考慮した原子数密度の影響評価

今回 MOZART 実験解析を高速炉用炉定数 JFS-3-J3.2 の修正版 JFS-3-J3.2R を用いて実施している。修正版の炉定数は不純物が正確に取り扱えるように収納核種数が大幅に増加しているために，プレートデータを見直し，原子数密度を確認することとした。また，ブランケットセルにおいてもプレートストレッチモデルに変更するために，プレートデータを見直した。

この変更にともない原子数密度が変化するが，影響は少ないものと考えられるが，その影響を評価する方法を検討する。

B.1　検討方法

検討対象は，MZA 及び MZB の臨界性とする。

原子数密度の差の影響評価の流れ図を図 B-1 に示す。変更前のセル平均原子数密度を XMIX に入力し，マクロ断面積を作成し，このマクロ断面積を用いて CITATION-FBR にて臨界性への影響を評価する。

(1) MZA の使用セル

炉心

| | |
|---|---|
| C11-1A | : 45 体 |
| C11-1B | : 44 体 |
| C11-1C | : 72 体（ZEBRA 制御棒　8 体含む） |
| C11-1D | : 52 体（ZEBRA 制御棒　1 体含む） |
| 小計 | :213 体（ZEBRA 制御棒　9 体含む） |

径方向ブランケット

| | |
|---|---|
| B11-3 | :312 体 |
| B11-3A | :96 体 |
| 小計 | : 408 体 |

(2) MZB の使用セル

内側炉心

| | |
|---|---|
| C12-30A | : 141 体（ZEBRA 制御棒　1 体含む） |

C12-30B　　：100体（ZEBRA制御棒　8体含む）

C12-30BG　　：42体（ZEBRA制御棒　8体含む）

C12-30D　　：130体

小計　　：413体（ZEBRA制御棒　17体含む）

外側炉心

C11-1A　　：53体

C11-1B　　：47体

C11-1BG　　：2体

C11-1C　　：65体

C11-1D　　：65体

C11-1DG　　：16体

C11-1G　　：16体

小計　　：264体

径方向ブランケット

B12-30　　:96体

B12-30A　　:52体

B11-1　　:305体

B11-1B　　:141体

B11-1C　　:33体

小計　　：627体

見直し前後で差を表B-1及び表B-2に示し，この表から主要な核種は3桁から5桁は一致している。

従来の検討では不純物として$^{14}N$, $^{7}Li$, Ca, Nb, Vを考慮できなかったことがあり，この残骸が残っていたので，ベースデータに戻り見直した結果，考慮されていないケースが存在していた。

考慮していたH, Nbなどは一部に読み間違いが存在していたようである。特に，この差の大きいものはC11-1DGのCであり，35倍の差があった。

B.2　検討結果

MZA 及び MZB の臨界性への影響を評価した。

変更前のセル平均原子数密度を XMIX に入力し，マクロ断面積を作成し，このマクロ断面積を用いて CITATION-FBR にて臨界性への影響は以下のとおりである。

・MZA ： -0.27% Δk/kk'

・MZB ： -0.002% Δk/kk'

今年度評価の MZA 及び MZB の臨界性の C/E 値は以下のとおりである。

・MZA ： 0.9927

・MZB ： 0.9917

一方，1997 年度評価の MZA 及び MZB の臨界性の C/E 値は以下のとおりである。

・MZA ： 0.9960

・MZB ： 0.9916

1997 年度評価の MZA 及び MZB の臨界性の C/E 値に約 0.004 の差があったが，今年度評価では約 0.001 の差と実験誤差の範囲内で一致し，これは不純物等の原子数密度を見直した結果である。

表 2-1(1/3)　MZA炉心のセル平均原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 炉心部 | | | | | | 炉心部 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | C11-1A | | | C11-1B | | | C11-1C | | | C11-1D | | |
| | | | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 3.89349E-05 | 3.89346E-05 | 1.000008 | 3.88935E-05 | 3.89343E-05 | 0.998952 | 3.88935E-05 | 3.89337E-05 | 0.998967 | 3.88790E-05 | 3.89337E-05 | 0.998595 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | 1.36369E-03 | 1.36356E-03 | 1.000095 | 1.34555E-03 | 1.34677E-03 | 0.999094 | 1.34835E-03 | 1.34974E-03 | 0.998970 | 1.34829E-03 | 1.35052E-03 | 0.998349 |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 5.36732E-03 | 5.36723E-03 | 1.000017 | 5.36160E-03 | 5.36720E-03 | 0.998957 | 5.36162E-03 | 5.36717E-03 | 0.998966 | 5.35961E-03 | 5.36713E-03 | 0.998599 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | 3.15896E-04 | 3.15917E-04 | 0.999934 | 3.40991E-04 | 3.41301E-04 | 0.999092 | 3.23379E-04 | 3.23714E-04 | 0.998965 | 3.22126E-04 | 3.22349E-04 | 0.999308 |
| 5 | L11 | 6 | C | 3.12820E-03 | 3.12880E-03 | 0.999808 | 3.12961E-03 | 3.13321E-03 | 0.998851 | 3.12536E-03 | 3.13222E-03 | 0.997810 | 3.13748E-03 | 3.12267E-03 | 1.004743 |
| 6 | L12 | 8 | O | 1.08197E-02 | 1.08196E-02 | 1.000009 | 1.08089E-02 | 1.08204E-02 | 0.998937 | 1.08097E-02 | 1.08213E-02 | 0.998928 | 1.08072E-02 | 1.35226E-02 | 0.799195 |
| 7 | L13 | 11 | Na | 8.40031E-03 | 8.40022E-03 | 1.000011 | 8.40935E-03 | 8.34324E-03 | 1.007924 | 8.40938E-03 | 8.34325E-03 | 1.007926 | 8.40625E-03 | 8.34325E-03 | 1.007551 |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.22444E-02 | 1.23728E-02 | 0.989622 | 1.23083E-02 | 1.24688E-02 | 0.987128 | 1.23014E-02 | 1.24618E-02 | 0.987129 | 1.22967E-02 | 1.24605E-02 | 0.986854 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | 4.01732E-08 | 4.01729E-08 | 1.000007 | | | | | | | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | 3.43374E-03 | 3.47005E-03 | 0.989536 | 3.41179E-03 | 3.45690E-03 | 0.986951 | 3.41008E-03 | 3.45524E-03 | 0.986930 | 3.40869E-03 | 3.45492E-03 | 0.986619 |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 5.42834E-04 | 4.97277E-04 | 1.091613 | 5.42275E-04 | 4.97281E-04 | 1.090480 | 5.42282E-04 | 4.97280E-04 | 1.090496 | 5.42082E-04 | 4.97280E-04 | 1.090094 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | 4.56197E-05 | 4.65352E-05 | 0.980327 | 5.36984E-05 | 5.49136E-05 | 0.977871 | 5.20305E-05 | 5.32286E-05 | 0.977491 | 5.24337E-05 | 5.35525E-05 | 0.979108 |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | 7.66940E-06 | 7.66934E-06 | 1.000008 | 9.39647E-06 | 9.36113E-06 | 1.003775 | 8.78799E-06 | 8.70687E-06 | 1.009317 | 8.78478E-06 | 8.75197E-06 | 1.003749 |
| 15 | L22 | 42 | Mo | 1.15621E-05 | 1.14710E-05 | 1.007942 | 1.14729E-05 | 1.14767E-05 | 0.999669 | 1.14685E-05 | 1.08110E-05 | 1.060818 | 1.14672E-05 | 1.14722E-05 | 0.999564 |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 2.47837E-04 | 2.50684E-04 | 0.988643 | 2.68518E-04 | 2.77585E-04 | 0.967336 | 2.68356E-04 | 2.77442E-04 | 0.967251 | 2.68270E-04 | 2.77608E-04 | 0.966363 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | 1.72401E-03 | 1.74179E-03 | 0.989792 | 1.69744E-03 | 1.71936E-03 | 0.987251 | 1.69672E-03 | 1.71875E-03 | 0.987183 | 1.69606E-03 | 1.71814E-03 | 0.987149 |
| 18 | L25 | 105 | B10 | 1.14513E-08 | 1.14512E-08 | 1.000009 | | | | | | | | | |
| 19 | L26 | 13 | Al | 2.60501E-05 | 2.60502E-05 | 0.999996 | 2.58535E-05 | 2.58611E-05 | 0.999706 | 2.58229E-05 | 2.58506E-05 | 0.998928 | 2.61031E-05 | 2.58506E-05 | 1.009768 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | 6.90396E-05 | 6.90070E-05 | 1.000472 | 6.89690E-05 | 6.90059E-05 | 0.999465 | 6.89739E-05 | 6.90104E-05 | 0.999471 | 6.89482E-05 | 6.90104E-05 | 0.999099 |
| 21 | L28 | 22 | Ti | 2.65946E-05 | 2.65945E-05 | 1.000004 | 2.65948E-05 | 2.66061E-05 | 0.999575 | 2.65859E-05 | 2.65971E-05 | 0.999579 | 2.65819E-05 | 2.65971E-05 | 0.999429 |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 2.13607E-05 | 8.34687E-06 | 2.559127 | 2.23767E-05 | 1.66988E-05 | 1.340018 | 2.39979E-05 | 2.18296E-05 | 1.099328 | 2.34479E-05 | 1.24586E-05 | 1.882065 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | 2.79960E-07 | 2.79958E-07 | 1.000007 | 2.79664E-07 | 2.79956E-07 | 0.998957 | 2.79664E-07 | 2.79953E-07 | 0.998968 | 2.79559E-07 | 2.79953E-07 | 0.998593 |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | 1.71753E-07 | 1.71752E-07 | 1.000006 | | | | | | | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | 2.02610E-05 | 1.74830E-05 | 1.158897 | 2.05753E-05 | 1.91486E-05 | 1.074507 | 2.05760E-05 | 1.91492E-05 | 1.074510 | 2.05683E-05 | 1.91492E-05 | 1.074108 |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | 1.04275E-04 | 1.08781E-04 | 0.958577 | 1.04777E-04 | 1.04863E-04 | 0.999180 | 9.51944E-05 | 9.53085E-05 | 0.998803 | 9.40169E-05 | 9.47601E-05 | 0.992157 |
| 30 | L37 | 147 | N | 6.23694E-07 | | 100% | 6.23046E-07 | | 100% | 3.11526E-07 | | 100% | 1.12886E-06 | | 100% |
| 31 | L38 | 14 | Si | 1.93781E-04 | 1.95641E-04 | 0.990493 | 1.91771E-04 | 1.93406E-04 | 0.991546 | 1.91635E-04 | 1.93328E-04 | 0.991243 | 1.91722E-04 | 1.93315E-04 | 0.991760 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | 6.25294E-07 | 6.25290E-07 | 1.000006 | 1.30644E-06 | 1.18519E-06 | 1.102304 | 1.30645E-06 | 1.18519E-06 | 1.102313 | 1.30596E-06 | 1.18519E-06 | 1.101899 |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | 1.37747E-07 | 1.37746E-07 | 1.000007 | | 7.78231E-07 | -100% | | 7.78232E-07 | -100% | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | 4.94961E-06 | 4.94960E-06 | 1.000002 | 4.95307E-06 | 5.27462E-06 | 0.939038 | 4.95032E-06 | 5.16466E-06 | 0.958499 | 4.95031E-06 | 4.95029E-06 | 1.000004 |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | | | | | | | |
| 41 | L48 | —— | Zn | | | | | | | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | | | | | | | |

表 2-1(2/3)　MZA炉心のセル平均原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 軸ブランケット | | | | | | 径ブランケット（炉心） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | B11-1 | | | B11-1A | | | B11-3 | | | B11-3A | | |
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 5.26765E-05 | 5.26766E-05 | 0.999998 | 5.26141E-05 | 5.26766E-05 | 0.998814 | 7.43169E-05 | 7.43170E-05 | 0.999999 | 7.42594E-05 | 7.43170E-05 | 0.999225 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 7.26479E-03 | 7.26479E-03 | 1.000000 | 7.25618E-03 | 7.26479E-03 | 0.998815 | 1.03053E-02 | 1.03052E-02 | 1.000005 | 1.02973E-02 | 1.03052E-02 | 0.999229 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | L11 | 6 | C | 1.05244E-02 | 1.05244E-02 | 1.000002 | 1.05175E-02 | 1.05300E-02 | 0.998808 | 1.88813E-02 | 1.88814E-02 | 0.999997 | 1.88453E-02 | 1.88433E-02 | 1.000106 |
| 6 | L12 | 8 | O | 8.29350E-07 | 8.29352E-07 | 0.999998 | 2.33343E-06 | 2.56982E-06 | 0.908012 | 5.40813E-07 | 5.40814E-07 | 0.999998 | 1.52224E-06 | 1.67576E-06 | 0.908386 |
| 7 | L13 | 11 | Na | 9.58406E-03 | 9.58403E-03 | 1.000003 | 9.59299E-03 | 9.51900E-03 | 1.007773 | 6.24970E-03 | 6.24968E-03 | 1.000004 | 6.25810E-03 | 6.20727E-03 | 1.008189 |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.26991E-02 | 1.26991E-02 | 1.000003 | 1.27185E-02 | 1.27558E-02 | 0.997080 | 1.34991E-02 | 1.34991E-02 | 0.999999 | 1.46565E-02 | 1.47027E-02 | 0.996860 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | 4.58342E-08 | 4.58342E-08 | 1.000001 | | | | 2.98881E-08 | 2.98881E-08 | 0.999999 | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | 3.55457E-03 | 3.55457E-03 | 1.000001 | 3.52154E-03 | 3.53161E-03 | 0.997150 | 2.51847E-03 | 2.51847E-03 | 0.999998 | 1.63394E-03 | 1.63971E-03 | 0.996479 |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 1.09647E-05 | 1.09647E-05 | 0.999998 | 1.09564E-05 | 1.09647E-05 | 0.999241 | 8.07175E-06 | 8.07175E-06 | 1.000000 | 4.10761E-06 | 4.11079E-06 | 0.999227 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | L22 | 42 | Mo | 1.71110E-05 | 1.71110E-05 | 1.000000 | 1.71000E-05 | 1.71110E-05 | 0.999357 | 1.32894E-05 | 1.32894E-05 | 0.999999 | 5.43662E-06 | 5.44083E-06 | 0.999227 |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 2.35310E-04 | 2.35310E-04 | 0.999998 | 2.55046E-04 | 2.55909E-04 | 0.996627 | 1.69926E-04 | 1.69926E-04 | 0.999998 | 1.33688E-04 | 1.19446E-04 | 1.119234 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | 1.76964E-03 | 1.76964E-03 | 1.000002 | 1.75073E-03 | 1.75556E-03 | 0.997250 | 1.27449E-03 | 1.27449E-03 | 0.999998 | 7.79836E-04 | 7.82609E-04 | 0.996457 |
| 18 | L25 | 105 | B10 | 1.30650E-08 | 1.30649E-08 | 1.000005 | | | | 8.51957E-09 | 8.51955E-09 | 1.000003 | | | |
| 19 | L26 | 13 | Al | 3.50727E-05 | 3.50727E-05 | 0.999999 | 3.50531E-05 | 3.50727E-05 | 0.999440 | 2.82600E-05 | 2.82601E-05 | 0.999998 | 9.67302E-06 | 9.68051E-06 | 0.999226 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | | | | | | | | | | | | |
| 21 | L28 | 22 | Ti | 4.35626E-05 | 4.35626E-05 | 1.000000 | 4.35296E-05 | 4.35626E-05 | 0.999242 | 3.20791E-05 | 3.20792E-05 | 0.999998 | 1.63464E-05 | 1.63591E-05 | 0.999226 |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 1.93947E-05 | 7.36043E-06 | 2.634995 | 2.42453E-05 | 1.20511E-05 | 2.011877 | 2.07883E-05 | 5.40418E-06 | 3.846708 | 3.65371E-05 | 8.46292E-06 | 4.317316 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | 1.95956E-07 | 1.95956E-07 | 1.000001 | | | | 1.27781E-07 | 1.27781E-07 | 0.999997 | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | 2.31167E-05 | | 100% | 2.34710E-05 | | 100% | 1.50742E-05 | | 100% | 1.53116E-05 | | 100% |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | | | | | | | | | | | | |
| 30 | L37 | 147 | N | | | | | | | | | | | | |
| 31 | L38 | 14 | Si | 2.59380E-04 | 2.59381E-04 | 0.999998 | 2.59188E-04 | 2.59718E-04 | 0.997960 | 1.57924E-04 | 1.57924E-04 | 0.999997 | 1.06734E-04 | 1.04524E-04 | 1.021144 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | 7.13404E-07 | | 100% | 1.49032E-06 | | 100% | 4.65206E-07 | | 100% | 9.72231E-07 | | 100% |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | 1.57158E-07 | 1.57158E-07 | 1.000001 | | | | 1.02482E-07 | 1.02481E-07 | 1.000005 | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 | | | |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | | | | | | | |
| 41 | L48 | --- | Zn | | | | | | | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | | | | | | | |

表 2-1(3/3)　MZA炉心のセル平均原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 径ブランケット（軸ﾌﾞﾗ） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | B11-4 | | | B11-4A | | |
| | | | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 7.36888E-05 | 7.36889E-05 | 0.999999 | 7.36888E-05 | 7.36889E-05 | 0.999999 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | | | | | | |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 1.02182E-02 | 1.02181E-02 | 1.000005 | 1.02182E-02 | 1.02181E-02 | 1.000005 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | | | | | | |
| 5 | L11 | 6 | C | 9.46184E-03 | 9.46184E-03 | 1.000000 | 9.43680E-03 | 9.42010E-03 | 1.001773 |
| 6 | L12 | 8 | O | 1.07893E-02 | 1.07893E-02 | 0.999997 | 1.07893E-02 | 1.07893E-02 | 0.999997 |
| 7 | L13 | 11 | Na | | | | | | |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.44423E-02 | 1.44423E-02 | 1.000001 | 1.55876E-02 | 1.56089E-02 | 0.998637 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | | | | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | 8.63790E-04 | 8.63789E-04 | 1.000002 | | | |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 4.84527E-06 | 4.84527E-06 | 1.000000 | 8.84308E-07 | 8.84305E-07 | 1.000003 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | | | | | | |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | | | | | | |
| 15 | L22 | 42 | Mo | 7.84857E-06 | 7.84858E-06 | 0.999999 | | | |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 6.49355E-05 | 6.49355E-05 | 1.000000 | 1.57719E-05 | 1.02277E-06 | 15.420811 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | 4.82703E-04 | 4.82704E-04 | 0.999998 | | | |
| 18 | L25 | 105 | B10 | 3.68072E-06 | 3.68072E-06 | 1.000001 | 3.68072E-06 | 3.68072E-06 | 1.000001 |
| 19 | L26 | 13 | Al | 1.37533E-02 | 1.37534E-02 | 0.999995 | 1.37348E-02 | 1.37348E-02 | 1.000001 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | | | | | | |
| 21 | L28 | 22 | Ti | 1.57201E-05 | 1.57201E-05 | 1.000000 | | | |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 9.83184E-05 | 8.33146E-05 | 1.180087 | 1.10904E-04 | 8.33146E-05 | 1.331148 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | | | | | | |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | | | | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | | | | | | |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | | | | | | |
| 30 | L37 | 147 | N | | | | | | |
| 31 | L38 | 14 | Si | 6.54305E-05 | 6.54305E-05 | 1.000000 | 1.42870E-05 | 1.18100E-05 | 1.209740 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | | | | | | |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | | | | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 | | | |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | |
| 41 | L48 | ---- | Zn | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | |

表 2-2(1/4)　MZB炉心に使用したセルの原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 内側炉心 | | | | | | 内側炉心 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | C12-30A | | | C12-30B | | | C12-30BG | | | C12-30D | | |
| | | | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 4.30716E-05 | 4.30716E-05 | 1.000000 | 4.30715E-05 | 4.30715E-05 | 1.000000 | 4.30715E-05 | 4.30715E-05 | 1.000000 | 4.30710E-05 | 4.30713E-05 | 0.999993 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | 8.94461E-04 | 8.94461E-04 | 1.000000 | 8.96928E-04 | 8.96925E-04 | 1.000003 | 8.96928E-04 | 8.96925E-04 | 1.000003 | 8.94414E-04 | 8.94414E-04 | 1.000000 |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 5.94467E-03 | 5.94467E-03 | 1.000000 | 5.94456E-03 | 5.94456E-03 | 1.000000 | 5.94456E-03 | 5.94456E-03 | 1.000000 | 5.94449E-03 | 5.94452E-03 | 0.999995 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | 1.79633E-04 | 1.79633E-04 | 1.000000 | 1.78868E-04 | 1.78868E-04 | 1.000000 | 1.78868E-04 | 1.78868E-04 | 1.000000 | 1.80118E-04 | 1.80119E-04 | 0.999994 |
| 5 | L11 | 6 | C | 1.11411E-04 | 1.11411E-04 | 1.000000 | 1.11806E-04 | 1.11806E-04 | 1.000000 | 1.06600E-04 | 1.08088E-04 | 0.986233 | 1.05140E-04 | 1.06322E-04 | 0.988883 |
| 6 | L12 | 8 | O | 1.25910E-02 | 1.38200E-02 | 0.911071 | 1.25907E-02 | 1.25907E-02 | 1.000000 | 1.25907E-02 | 1.25907E-02 | 1.000000 | 1.25905E-02 | 1.25906E-02 | 0.999992 |
| 7 | L13 | 11 | Na | 9.07737E-03 | 9.07737E-03 | 1.000000 | 9.07751E-03 | 9.07751E-03 | 1.000000 | 9.07751E-03 | 9.07751E-03 | 1.000000 | 9.07742E-03 | 9.07742E-03 | 1.000000 |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.24490E-02 | 1.24490E-02 | 1.000000 | 1.24265E-02 | 1.24265E-02 | 1.000000 | 1.22670E-02 | 1.23126E-02 | 0.996296 | 1.22587E-02 | 1.22950E-02 | 0.997048 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | 3.45841E-03 | 3.45836E-03 | 1.000014 | 3.46626E-03 | 3.46626E-03 | 1.000000 | 3.56366E-03 | 3.53583E-03 | 1.007871 | 3.56121E-03 | 3.53911E-03 | 1.006245 |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 2.33215E-04 | 2.33039E-04 | 1.000755 | 2.36523E-04 | 2.36347E-04 | 1.000745 | 2.36523E-04 | 2.36347E-04 | 1.000745 | 2.36511E-04 | 2.36336E-04 | 1.000740 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | 2.72049E-05 | 2.72049E-05 | 1.000000 | 2.70685E-05 | 2.70685E-05 | 1.000000 | 2.70685E-05 | 2.70685E-05 | 1.000000 | 2.75176E-05 | 2.75177E-05 | 0.999996 |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | 4.12805E-06 | 4.12805E-06 | 1.000000 | 4.23234E-06 | 4.23234E-06 | 1.000000 | 4.23234E-06 | 4.23234E-06 | 1.000000 | 4.23232E-06 | 4.23232E-06 | 1.000000 |
| 15 | L22 | 42 | Mo | 1.12821E-05 | 1.12821E-05 | 1.000000 | 1.12824E-05 | 1.12824E-05 | 1.000000 | 1.12824E-05 | 1.12824E-05 | 1.000000 | 1.12822E-05 | 1.12822E-05 | 1.000000 |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 2.60068E-04 | 2.60068E-04 | 1.000000 | 2.59982E-04 | 2.59982E-04 | 1.000000 | 2.54291E-04 | 2.55917E-04 | 0.993646 | 2.54077E-04 | 2.55370E-04 | 0.994937 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | 1.81628E-03 | 1.81628E-03 | 1.000000 | 1.82530E-03 | 1.82530E-03 | 1.000000 | 1.88814E-03 | 1.87018E-03 | 1.009603 | 1.88697E-03 | 1.87271E-03 | 1.007615 |
| 18 | L25 | 105 | B10 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | L26 | 13 | Al | 2.73920E-05 | 2.73920E-05 | 1.000000 | 2.73645E-05 | 2.73645E-05 | 1.000000 | 2.73645E-05 | 2.73645E-05 | 1.000000 | 2.72985E-05 | 2.72985E-05 | 1.000000 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | | | | | | | | | | | | |
| 21 | L28 | 22 | Ti | 2.57947E-05 | 2.57947E-05 | 1.000000 | 2.65802E-05 | 2.65802E-05 | 1.000000 | 2.65802E-05 | 2.65802E-05 | 1.000000 | 2.65651E-05 | 2.65651E-05 | 1.000000 |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 2.04469E-05 | 2.04469E-05 | 1.000000 | 1.94441E-05 | 1.94441E-05 | 1.000000 | 1.94441E-05 | 1.94441E-05 | 1.000000 | 2.09430E-05 | 2.09431E-05 | 0.999995 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | 4.31260E-08 | 4.31260E-08 | 1.000000 | 4.31258E-08 | 4.31257E-08 | 1.000002 | 4.31258E-08 | 4.31257E-08 | 1.000002 | 4.31262E-08 | 4.31263E-08 | 0.999998 |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | | | | | | | | | | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | 2.52395E-05 | 2.52395E-05 | 1.000000 | 2.52386E-05 | 2.52386E-05 | 1.000000 | 2.75941E-05 | 2.69211E-05 | 1.024999 | 2.75944E-05 | 2.70598E-05 | 1.019756 |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | 4.55373E-05 | 4.55373E-05 | 1.000000 | 4.81782E-05 | 4.81782E-05 | 1.000000 | 4.81782E-05 | 4.81782E-05 | 1.000000 | 4.83316E-05 | 4.83318E-05 | 0.999996 |
| 30 | L37 | 147 | N | 1.98163E-07 | 1.98163E-07 | 1.000000 | 2.16188E-07 | 2.16188E-07 | 1.000000 | 2.16188E-07 | 2.16188E-07 | 1.000000 | 2.52210E-07 | 2.52210E-07 | 1.000000 |
| 31 | L38 | 14 | Si | 1.94183E-04 | 1.94183E-04 | 1.000000 | 1.96024E-04 | 1.96024E-04 | 1.000000 | 2.09381E-04 | 2.05565E-04 | 1.018563 | 2.09305E-04 | 2.06273E-04 | 1.014699 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | 1.41022E-06 | 1.41022E-06 | 1.000000 | 1.41024E-06 | 1.41024E-06 | 1.000000 | 1.41024E-06 | 1.41024E-06 | 1.000000 | 1.41023E-06 | 1.41023E-06 | 1.000000 |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | | | | | | | | | | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | 4.95623E-06 | 4.95623E-06 | 1.000000 | 4.95636E-06 | 4.95636E-06 | 1.000000 | 4.95636E-06 | 4.95636E-06 | 1.000000 | 4.95626E-06 | 4.95627E-06 | 0.999998 |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | | | | | | | |
| 41 | L48 | --- | Zn | | | | | | | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | | | | | | | |

表 2-2(2/4)　MZB炉心に使用したセルの原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 外側炉心 | | | | | | 外側炉心 | | | 軸ブランケット | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | C11-1BG | | | C11-1DG | | | C11-1G | | | B12-30 | | |
| | | | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 3.89341E-05 | 3.89341E-05 | 1.000000 | 3.88791E-05 | 3.89344E-05 | 0.998580 | 3.89340E-05 | 3.89340E-05 | 1.000000 | 5.25901E-05 | 5.25901E-05 | 0.999999 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | 1.34692E-03 | 1.34691E-03 | 1.000007 | 1.34827E-03 | 1.34216E-03 | 1.004552 | 1.35149E-03 | 1.35149E-03 | 1.000000 | | | |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 5.36720E-03 | 5.36717E-03 | 1.000006 | 5.35961E-03 | 5.36723E-03 | 0.998580 | 5.36722E-03 | 5.36722E-03 | 1.000000 | 7.25287E-03 | 7.25287E-03 | 1.000000 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | 3.41337E-04 | 3.41336E-04 | 1.000003 | 3.22120E-04 | 3.20660E-04 | 1.004553 | 3.20827E-04 | 3.20827E-04 | 1.000000 | | | |
| 5 | L11 | 6 | C | 3.12784E-03 | 3.12783E-03 | 1.000003 | 3.13268E-03 | 8.93399E-05 | 35.064736 | 3.12952E-03 | 3.12967E-03 | 0.999952 | 1.08102E-02 | 1.08102E-02 | 1.000002 |
| 6 | L12 | 8 | O | 1.08201E-02 | 1.08201E-02 | 1.000000 | 1.08072E-02 | 1.08226E-02 | 0.998577 | 1.08203E-02 | 1.08203E-02 | 1.000000 | 2.33237E-06 | 2.33237E-06 | 1.000001 |
| 7 | L13 | 11 | Na | 8.41813E-03 | 8.41809E-03 | 1.000005 | 8.40609E-03 | 8.39797E-03 | 1.000967 | 8.41811E-03 | 8.41811E-03 | 1.000000 | 9.58861E-03 | 9.58859E-03 | 1.000002 |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.21732E-02 | 1.21732E-02 | 1.000000 | 1.21489E-02 | 1.38911E-02 | 0.874582 | 1.20832E-02 | 1.20876E-02 | 0.999636 | 1.27136E-02 | 1.27136E-02 | 0.999997 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | 3.50566E-03 | 3.50566E-03 | 1.000000 | 3.49886E-03 | 4.01148E-03 | 0.872212 | 3.51122E-03 | 3.51248E-03 | 0.999641 | 3.52032E-03 | 3.52032E-03 | 1.000000 |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 5.42810E-04 | 5.42813E-04 | 0.999994 | 5.42077E-04 | 1.47391E-03 | 0.367782 | 5.49948E-04 | 5.51253E-04 | 0.997633 | 1.09532E-05 | 1.09532E-05 | 0.999997 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | 5.37529E-05 | 5.37527E-05 | 1.000004 | 5.24327E-05 | 5.21951E-05 | 1.004552 | 5.40287E-05 | 5.40286E-05 | 1.000002 | | | |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | 9.40596E-06 | 9.40596E-06 | 1.000000 | 8.78465E-06 | 8.74485E-06 | 1.004551 | 8.34598E-06 | 8.34598E-06 | 1.000000 | | | |
| 15 | L22 | 42 | Mo | 1.14847E-05 | 1.14847E-05 | 1.000000 | 1.14671E-05 | 8.24205E-06 | 1.391292 | 1.14800E-05 | 1.14847E-05 | 0.999591 | 1.70958E-05 | 1.70958E-05 | 1.000000 |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 2.63519E-04 | 2.64081E-04 | 0.997872 | 2.62997E-04 | 3.23084E-04 | 0.814021 | 2.62336E-04 | 2.62438E-04 | 0.999611 | 2.54959E-04 | 2.54959E-04 | 1.000000 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | 1.75748E-03 | 1.75748E-03 | 1.000000 | 1.75424E-03 | 1.99700E-03 | 0.878438 | 1.77263E-03 | 1.77329E-03 | 0.999628 | 1.75015E-03 | 1.75015E-03 | 1.000001 |
| 18 | L25 | 105 | B10 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | L26 | 13 | Al | 2.58800E-05 | 2.58801E-05 | 0.999996 | 2.61030E-05 | 2.26571E-05 | 1.152089 | 2.58691E-05 | 2.58878E-05 | 0.999278 | 3.50456E-05 | 3.50457E-05 | 0.999998 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | 6.90437E-05 | 6.90439E-05 | 0.999997 | 6.89474E-05 | 5.17847E-05 | 1.331424 | 6.90417E-05 | 6.90421E-05 | 0.999994 | | | |
| 21 | L28 | 22 | Ti | 2.66218E-05 | 2.66218E-05 | 1.000000 | 2.65818E-05 | 1.65082E-05 | 1.610218 | 2.67773E-05 | 2.67870E-05 | 0.999638 | 4.35169E-05 | 4.35169E-05 | 1.000000 |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 2.23998E-05 | 2.23999E-05 | 0.999996 | 2.34477E-05 | 3.23578E-05 | 0.724638 | 2.56307E-05 | 2.57090E-05 | 0.996954 | 2.01626E-05 | 2.01626E-05 | 0.999998 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | 2.79956E-07 | 2.79955E-07 | 1.000004 | 2.79559E-07 | 2.79957E-07 | 0.998578 | 2.79954E-07 | 2.79954E-07 | 1.000000 | | | |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | | | | | | | | | | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | 2.27815E-05 | 2.27814E-05 | 1.000004 | 2.27494E-05 | 3.79033E-05 | 0.600196 | 2.27808E-05 | 2.27808E-05 | 1.000000 | 2.34603E-05 | 2.34603E-05 | 1.000000 |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | 1.04879E-04 | 1.04882E-04 | 0.999971 | 9.40165E-05 | 2.76180E-04 | 0.340417 | 1.07097E-04 | 1.08105E-04 | 0.990676 | | | |
| 30 | L37 | 147 | N | 6.23654E-07 | 6.23672E-07 | 0.999971 | 1.12885E-06 | 3.31609E-06 | 0.340416 | 3.11832E-07 | 3.14767E-07 | 0.990676 | | | |
| 31 | L38 | 14 | Si | 2.04357E-04 | 2.04357E-04 | 1.000000 | 2.04091E-04 | 2.05316E-04 | 0.994034 | 2.08801E-04 | 2.01137E-04 | 1.038103 | 2.59094E-04 | 2.59095E-04 | 0.999998 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | 1.30781E-06 | 1.30780E-06 | 1.000008 | 1.30593E-06 | 1.30467E-06 | 1.000966 | 1.30780E-06 | 1.30780E-06 | 1.000000 | 1.48964E-06 | 1.48964E-06 | 0.999998 |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | | | | | | | | | | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | 4.95825E-06 | 4.95827E-06 | 0.999996 | 4.95025E-06 | 5.18820E-06 | 0.954136 | 4.95530E-06 | 4.95824E-06 | 0.999407 | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | | | | | | | |
| 41 | L48 | --- | Zn | | | | | | | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | | | | | | | |

表 2-2(3/4)　MZB炉心に使用したセルの原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 軸ブランケット | | | | | | 径ブランケット（炉心） | | | 径ブランケット（軸ﾌﾞﾗ） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | B12-30G | | | B11-1AG | | | B11-3B | | | B11-4B | | |
| | | | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 5.25901E-05 | 5.25901E-05 | 0.999999 | 5.26141E-05 | 5.26141E-05 | 1.000000 | 7.42447E-05 | 7.42448E-05 | 0.999999 | 7.36815E-05 | 7.36816E-05 | 0.999998 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 7.25287E-03 | 7.25287E-03 | 1.000000 | 7.25618E-03 | 7.25617E-03 | 1.000001 | 1.02952E-02 | 1.02952E-02 | 0.999997 | 1.02171E-02 | 1.02171E-02 | 0.999996 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | L11 | 6 | C | 1.08047E-02 | 1.08054E-02 | 0.999939 | 1.05120E-02 | 1.05127E-02 | 0.999938 | 1.80456E-02 | 1.80456E-02 | 1.000002 | 9.04085E-03 | 9.04087E-03 | 0.999998 |
| 6 | L12 | 8 | O | 2.33237E-06 | 2.33237E-06 | 1.000001 | 2.33343E-06 | 2.33343E-06 | 0.999999 | 1.52194E-06 | 1.52194E-06 | 1.000000 | 1.07883E-02 | 1.07883E-02 | 1.000003 |
| 7 | L13 | 11 | Na | 9.58861E-03 | 9.58859E-03 | 1.000002 | 9.59299E-03 | 9.59296E-03 | 1.000003 | 6.25686E-03 | 6.25684E-03 | 1.000003 | | | |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.25452E-02 | 1.25662E-02 | 0.998326 | 1.25500E-02 | 1.25711E-02 | 0.998322 | 1.46554E-02 | 1.46554E-02 | 1.000002 | 1.55870E-02 | 1.55870E-02 | 1.000002 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | 3.62322E-03 | 3.61035E-03 | 1.003565 | 3.62448E-03 | 3.61160E-03 | 1.003566 | 1.63361E-03 | 1.63361E-03 | 0.999999 | | | |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 1.09532E-05 | 1.09532E-05 | 0.999997 | 1.09564E-05 | 1.09564E-05 | 0.999998 | 4.10679E-06 | 4.10679E-06 | 0.999999 | 8.84219E-07 | 8.84219E-07 | 1.000000 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | L22 | 42 | Mo | 1.70958E-05 | 1.70958E-05 | 1.000000 | 1.71000E-05 | 1.71000E-05 | 0.999999 | 5.43555E-06 | 5.43554E-06 | 1.000002 | | | |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 2.48948E-04 | 2.49699E-04 | 0.996991 | 2.49032E-04 | 2.49784E-04 | 0.996989 | 1.33665E-04 | 1.33665E-04 | 1.000003 | 1.57718E-05 | 1.57718E-05 | 1.000003 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | 1.81652E-03 | 1.80823E-03 | 1.004586 | 1.81713E-03 | 1.80883E-03 | 1.004588 | 7.79682E-04 | 7.79681E-04 | 1.000001 | | | |
| 18 | L25 | 105 | B10 | | | | | | | | | | 3.68035E-06 | 3.68035E-06 | 0.999999 |
| 19 | L26 | 13 | Al | 3.50456E-05 | 3.50457E-05 | 0.999998 | 3.50531E-05 | 3.50532E-05 | 0.999998 | 9.67110E-06 | 9.67110E-06 | 1.000000 | 1.37334E-02 | 1.37334E-02 | 0.999997 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | | | | | | | | | | | | |
| 21 | L28 | 22 | Ti | 4.35169E-05 | 4.35169E-05 | 1.000000 | 4.35296E-05 | 4.35296E-05 | 1.000001 | 1.63432E-05 | 1.63432E-05 | 1.000003 | | | |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 2.01626E-05 | 2.01626E-05 | 0.999998 | 2.42453E-05 | 2.42453E-05 | 1.000001 | 4.29743E-05 | 4.29743E-05 | 1.000000 | 1.14091E-04 | 1.14091E-04 | 1.000001 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | | | | | | | | | | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | 2.59485E-05 | 2.56375E-05 | 1.012132 | 2.59604E-05 | 2.56492E-05 | 1.012134 | 1.53086E-05 | 1.53085E-05 | 1.000004 | | | |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | | | | | | | | | | | | |
| 30 | L37 | 147 | N | | | | | | | | | | | | |
| 31 | L38 | 14 | Si | 2.73204E-04 | 2.71441E-04 | 1.006496 | 2.73304E-04 | 2.71540E-04 | 1.006496 | 1.06713E-04 | 1.06713E-04 | 0.999996 | 1.42859E-05 | 1.42858E-05 | 1.000004 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | 1.48964E-06 | 1.48964E-06 | 0.999998 | 1.49032E-06 | 1.49032E-06 | 0.999998 | 9.72038E-07 | 9.72037E-07 | 1.000001 | | | |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | | | | | | | | | | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 | 4.94051E-06 | 4.94051E-06 | 0.999999 | | | | | | |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | | | | | | | |
| 41 | L48 | --- | Zn | | | | | | | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | | | | | | | |

表 2-2(4/4)　MZB炉心に使用したセルの原子数密度の比較

| 番号 | ID | | 核種名 | 径ブランケット（軸ﾌﾞﾗ） | | | 90° 角セクター部ブランケット | | | 90° 角セクター部ブランケット | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZEBRA | JFS-3-J3.2 | | B11-4C | | | B12-31（天然ウラン） | | | B12-31A（天然ウラン） | | | B12-36（劣化ウラン） | | |
| | | | | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B | 今回(A) | 1997(B) | A/B |
| 1 | LSF1 | 925 | U235 | 7.36526E-05 | 7.36526E-05 | 1.000000 | 7.39761E-05 | 7.39758E-05 | 1.000004 | 7.29324E-05 | 7.29324E-05 | 1.000000 | 1.98084E-05 | 1.98084E-05 | 1.000002 |
| 2 | LSF2 | 949 | Pu239 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | LS7 | 928 | U238 | 1.02131E-02 | 1.02131E-02 | 0.999998 | 1.02111E-02 | 1.02111E-02 | 1.000004 | 1.00608E-02 | 1.00608E-02 | 1.000004 | 9.73831E-03 | 9.73830E-03 | 1.000001 |
| 4 | LS8 | 940 | Pu240 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | L11 | 6 | C | 9.29406E-03 | 9.29407E-03 | 0.999999 | 5.23906E-05 | 5.23905E-05 | 1.000001 | 5.12837E-05 | 5.12836E-05 | 1.000002 | 9.88793E-05 | 9.88793E-05 | 1.000000 |
| 6 | L12 | 8 | O | 1.07840E-02 | 1.07840E-02 | 0.999997 | 2.05733E-02 | 2.05733E-02 | 0.999999 | 2.02768E-02 | 2.02768E-02 | 1.000002 | 1.95429E-02 | 1.95429E-02 | 0.999999 |
| 7 | L13 | 11 | Na | | | | 6.00503E-03 | 6.00504E-03 | 0.999999 | 6.01947E-03 | 6.01948E-03 | 0.999998 | 6.02841E-03 | 6.02842E-03 | 0.999998 |
| 8 | L14 | 26 | Fe | 1.55821E-02 | 1.55821E-02 | 1.000002 | 1.28618E-02 | 1.28618E-02 | 1.000001 | 1.24708E-02 | 1.24708E-02 | 1.000004 | 1.23185E-02 | 1.23185E-02 | 1.000000 |
| 9 | L15 | 115 | B11 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | L16 | 24 | Cr | | | | 2.43752E-03 | 2.43751E-03 | 1.000004 | 2.41607E-03 | 2.41607E-03 | 1.000000 | 2.35405E-03 | 2.35404E-03 | 1.000005 |
| 11 | L17 | 29 | Cu | 8.83870E-07 | 8.83871E-07 | 0.999999 | | | | 8.54993E-05 | 8.54993E-05 | 1.000000 | 5.75272E-06 | 5.75272E-06 | 1.000000 |
| 12 | L18 | 797 | Au | | | | | | | | | | | | |
| 13 | L19 | 941 | Pu241 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | L20 | 942 | Pu242 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | L22 | 42 | Mo | | | | 1.49249E-07 | 1.49249E-07 | 1.000001 | | | | 7.61565E-06 | 7.61564E-06 | 1.000001 |
| 16 | L23 | 25 | Mn | 1.57714E-05 | 1.57714E-05 | 1.000003 | 1.91097E-04 | 1.91097E-04 | 0.999999 | 2.06221E-04 | 2.06220E-04 | 1.000003 | 1.73966E-04 | 1.73966E-04 | 0.999998 |
| 17 | L24 | 28 | Ni | | | | 1.35424E-03 | 1.35425E-03 | 0.999995 | 1.17740E-03 | 1.17740E-03 | 1.000003 | 1.13360E-03 | 1.13360E-03 | 0.999996 |
| 18 | L25 | 105 | B10 | 3.67890E-06 | 3.67890E-06 | 0.999999 | | | | | | | | | |
| 19 | L26 | 13 | Al | 1.37280E-02 | 1.37280E-02 | 0.999997 | 1.51624E-06 | 1.51624E-06 | 0.999999 | 6.07956E-07 | 6.07955E-07 | 1.000001 | 1.35471E-05 | 1.35471E-05 | 1.000000 |
| 20 | L27 | 47 | Ag | | | | | | | 1.29644E-04 | 1.29645E-04 | 0.999996 | | | |
| 21 | L28 | 22 | Ti | | | | | | | | | | 2.28932E-05 | 2.28932E-05 | 1.000001 |
| 22 | L29 | 82 | Pb | | | | | | | | | | | | |
| 23 | L30 | 1 | H | 1.10537E-04 | 1.10537E-04 | 1.000003 | 3.43142E-05 | 3.43142E-05 | 1.000001 | 3.05985E-05 | 3.05985E-05 | 1.000000 | 2.16532E-05 | 2.16532E-05 | 0.999999 |
| 24 | L31 | 924 | U234 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | L32 | 926 | U236 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | L33 | 19 | K | | | | | | | | | | | | |
| 27 | L34 | 413 | Nb | | | | 1.51995E-05 | 1.90948E-04 | 0.079600 | 1.71406E-05 | 1.71406E-05 | 1.000002 | 1.71660E-05 | 1.71660E-05 | 0.999999 |
| 28 | L35 | 831 | Ta | | | | | | | | | | | | |
| 29 | L36 | 31 | Ga | | | | | | | | | | | | |
| 30 | L37 | 147 | N | | | | | | | 8.63700E-06 | 8.63699E-06 | 1.000001 | | | |
| 31 | L38 | 14 | Si | 1.42812E-05 | 1.42812E-05 | 1.000000 | 1.20280E-04 | 1.20280E-04 | 1.000001 | 6.16996E-05 | 6.16995E-05 | 1.000001 | 1.64656E-04 | 1.64656E-04 | 0.999998 |
| 32 | L39 | 20 | Ca | | | | 5.60385E-07 | 5.60386E-07 | 0.999998 | 2.04536E-06 | 1.48363E-06 | 1.378617 | 5.62567E-07 | 5.62568E-07 | 0.999998 |
| 33 | L40 | 306 | Li6 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | L41 | 307 | Li7 | | | | | | | | | | | | |
| 35 | L42 | 23 | V | | | | | | | | | | 4.93995E-06 | | 100% |
| 36 | L43 | 304 | He | | | | | | | | | | | | |
| 37 | L44 | 74 | W | | | | | | | | | | | | |
| 38 | L45 | 40 | Zr | | | | | | | | | | | | |
| 39 | L46 | 15 | P | | | | | | | | | | | | |
| 40 | L47 | 16 | S | | | | | | | | | | | | |
| 41 | L48 | --- | Zn | | | | | | | | | | | | |
| 42 | L49 | 937 | Np | | | | | | | | | | | | |
| 43 | L50 | 951 | Am | | | | | | | | | | | | |

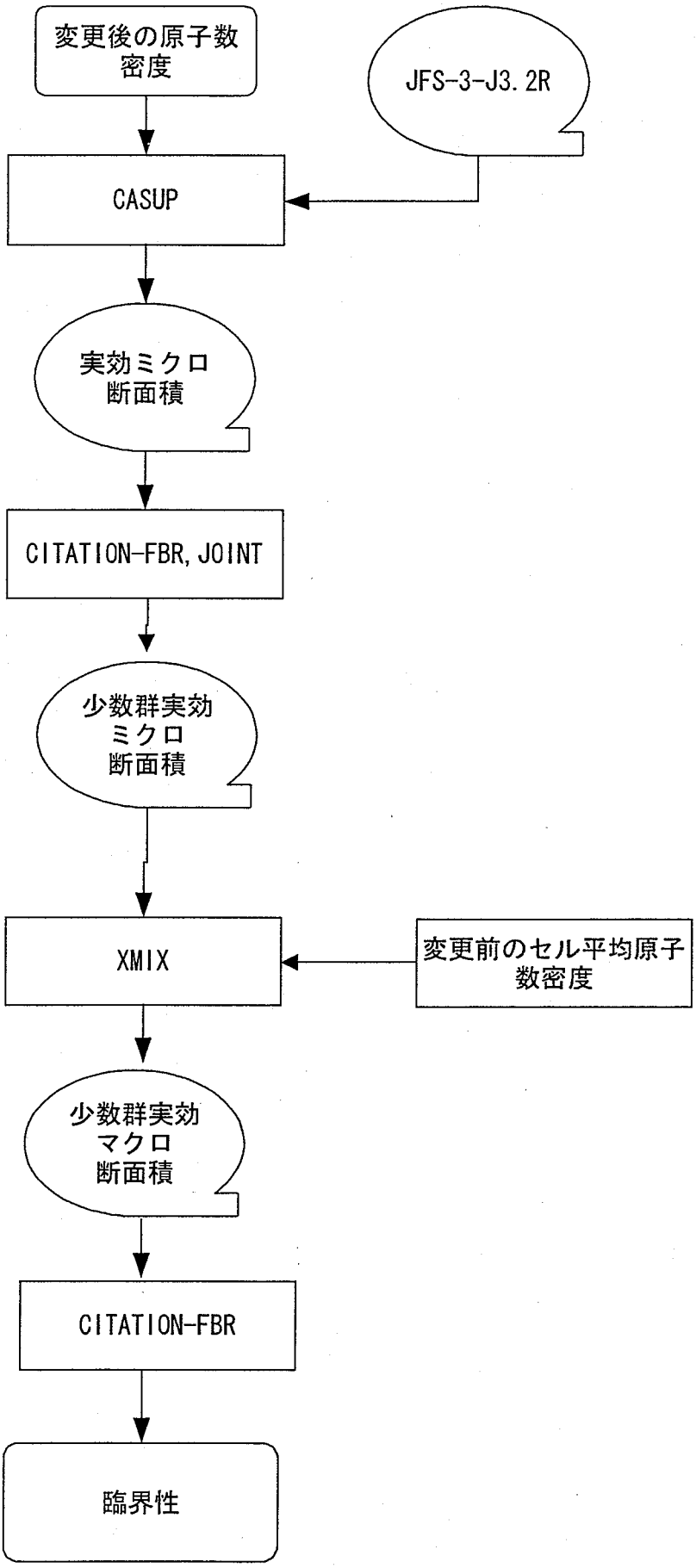



図 2-1　　原子数密度の差の影響評価の流れ図

付録C　ライブラリ変更の効果

ここでは原子数密度は前回検討の PNC PJ-9678 97-004「実証炉設計用統合炉定数の整備（その2）」を用いた。

MZA の臨界性及び制御棒価値についてライブラリ変更の効果を以下に示す。

ライブラリは以下のライブラリを使用している。

・前回　：　JFS-3-J3.2 Y9510

・今回　：　JFS-3-J3.2R Y0201N295

(1) 臨界性

MZA の臨界性の基準計算結果の比較を以下に示す。

・前回実効増倍率　：　0.9985

・今回実効増倍率　：　0.9978

差　：　-0.08%Δk

この結果はサイクル機構殿が実施した ZPPR-9 の臨界性のライブラリ変更の効果（-0.13%Δk）とほぼ同等であることが再確認された。

したがって，MZA の臨界性に対するライブラリ変更の効果は影響が小さいことが確認できた。

(2) 制御棒価値

MZC の制御棒価値の基準計算結果の比較を以下に示す。

| | 今回 | 前回 | 比 |
|---|---|---|---|
| ・BN(0) | 2.529 | 2.447 | 1.033 |
| ・B30(0) | 3.137 | 3.052 | 1.028 |
| ・B80(0) | 4.942 | 4.855 | 1.018 |
| ・B90(0) | 5.244 | 5.157 | 1.017 |

この結果は MZC の制御棒価値のライブラリ変更の効果が約 2 から 3%あることが確認された。

付録 D　一次元セル計算モデルでの領域

一次元セル計算モデルでの領域を MZA,MZB 及び MZC に使用するセルについて一次元セル計算モデルでの領域を表 D-1 から表 D-3 に示す。

・MZA　:　表 D-1

・MZB　:　表 D-2

・MZC　:　表 D-3

表D-1　一次元セル計算モデルでの領域（1/4）

| | C11-1A | 厚さ(mm) | C11-1B | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTBR4－Can | 0.3683 | NASTDL4－Can | 0.3683 |
| 2 | NASTBR4－Core | 5.4484 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 3 | NASTBR4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 4 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 5 | U024R4－Can＋NASTBR4－Can | 0.7366 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 |
| 6 | NASTBR4－Core | 5.4484 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 7 | NASTBR4－Can＋PUV8－Can | 0.8255 | NASTDL4－Can＋PUVI8－Can | 0.8255 |
| 8 | PUV8－Core | 2.3416 | PUVI8－Core | 2.3676 |
| 9 | PUV8－Can＋GI8＋U024R4－Can | 4.0055 | PUVI8－Can＋GI8＋U024R4－Can | 4.0055 |
| 10 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 11 | U024R4－Can＋NASTBR4－Can | 0.7366 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 |
| 12 | NASTBR4－Core | 5.4484 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 13 | NASTBR4－CanX2 | 0.7366 | NASTDL4－CanX2 | 0.7366 |
| 14 | NASTBR4－Core | 5.4484 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 15 | NASTBR4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 16 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 17 | U024R4－Can＋STSTBR8＋PUV8－Can | 3.9975 | U024R4－Can＋STSTBR8＋PUVI8－Can | 3.9975 |
| 18 | PUV8－Core | 2.3416 | PUVI8－Core | 2.3676 |
| 19 | PUV8－Can＋NASTBR4－Can | 0.8255 | PUVI8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 |
| 20 | NASTBR4－Core | 5.4484 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 21 | NASTBR4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 22 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 23 | U024R4－Can＋NASTBR4－Can | 0.7366 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 |
| 24 | NASTBR4－Core | 5.4484 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 25 | NASTBR4－Can | 0.3683 | NASTDL4－Can | 0.3683 |
| 合計 | | 75.0900 | | 75.2200 |

表D-1　一次元セル計算モデルでの領域（2/4）

| | C11-1C | 厚さ(mm) | C11-1D | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTDL4－Can | 0.3683 | NASTDL4－Can | 0.3683 |
| 2 | NASTDL4－Core | 5.4614 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 3 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 4 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 5 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 |
| 6 | NASTDL4－Core | 5.4614 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 7 | NASTDL4－Can＋PUVIII8－Can | 0.8255 | NASTDL4－Can＋PUVIII8－Can | 0.8255 |
| 8 | PUVIII8－Core | 2.3456 | PUVIII8－Core | 2.3596 |
| 9 | PUVIII8－Can＋GI8＋U024R4－Can | 4.0055 | PUVIII8－Can＋GI8＋U024R4－Can | 4.0055 |
| 10 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 11 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 |
| 12 | NASTDL4－Core | 5.4614 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 13 | NASTDL4－CanX2 | 0.7366 | NASTDL4－CanX2 | 0.7366 |
| 14 | NASTDL4－Core | 5.4614 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 15 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 16 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 17 | U024R4－Can＋STSTBR8＋PUVIII8－Can | 3.9975 | U024R4－Can＋STSTBR8＋PUVIII8－Can | 3.9975 |
| 18 | PUVIII8－Core | 2.3456 | PUVIII8－Core | 2.3596 |
| 19 | PUVIII8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 | PUVIII8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 |
| 20 | NASTDL4－Core | 5.4614 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 21 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 | NASTDL4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 22 | U024R4－Core | 5.5424 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 23 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 | U024R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 |
| 24 | NASTDL4－Core | 5.4614 | NASTDL4－Core | 5.4614 |
| 25 | NASTDL4－Can | 0.3683 | NASTDL4－Can | 0.3683 |
| 合計 | | 75.1760 | | 75.2040 |

表D-1　一次元セル計算モデルでの領域（3/4）

| | B11-1 | 厚さ(mm) | B11-1A | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 2 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 3 | GI8 | 3.180 | GI8 | 3.180 |
| 4 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 5 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 |
| 6 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 7 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 8 | GI8 | 3.180 | GI8 | 3.180 |
| 9 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 10 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 11 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 |
| 12 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 13 | GI8 | 3.180 | GI8 | 3.180 |
| 14 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 15 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 16 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 |
| 17 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 18 | GI8 | 3.180 | GI8 | 3.180 |
| 19 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 20 | NASTBR4 | 6.185 | NASTDL4 | 6.198 |
| 合計 | | 87.591 | | 87.695 |

表D-1　一次元セル計算モデルでの領域（4/4）

| 径ブランケット(炉心高さ部) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | B11-3 | 厚さ(mm) | B11-3A | 厚さ(mm) |
| 1 | GII8 | 3.1775 | GII8 | 3.1775 |
| 2 | NASTBR4 | 6.1850 | NASTDL4 | 6.1980 |
| 3 | STSTDL8+GII8 | 6.4135 | STSTDL8+GII8 | 6.4135 |
| 4 | U2 | 12.7230 | U2 | 12.7230 |
| 5 | GII8 | 3.1775 | GII8 | 3.1775 |
| 6 | NASTBR4 | 6.1850 | NASTDL4 | 6.1980 |
| 7 | GII8+MST8 | 6.3246 | GII8+MST8 | 6.3246 |
| 8 | NASTBR4 | 6.1850 | NASTDL4 | 6.1980 |
| 合計 | | 50.3711 | | 50.4101 |

| 径ブランケット(軸ブランケット高さ部) | | |
|---|---|---|
| | B11-4,4A | 厚さ(mm) |
| 1 | ALG8<br>ALG8<br>AL2034<br>GII8<br>ALG8 | 19.0375 |
| 2 | U2 | 12.7230 |
| 3 | ALG8<br>GII8<br>AL2034<br>MST2<br>ALG8<br>GII8<br>ALG8<br>ALG8 | 38.1028 |
| 4 | U2 | 12.7230 |
| 5 | AL2034<br>ALG8<br>GII8<br>MST8<br>ALG8 | 19.0146 |
| 合計 | | 63.5488 |

表D-2　一次元セル計算モデルでの領域（1/8）

| | C12-30A | 厚さ(mm) | C12-30B | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTDL4－Can | 0.3683 | C12－30Aと同じ | 0.3683 |
| 2 | NASTDL4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 3 | NASTDL4－Can＋UO23R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 4 | UO23R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 5 | UO23R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 6 | NASTDL4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 7 | NASTDL4－Can＋PUIV4－Can | 0.7417 | | 0.7417 |
| 8 | PUIV4－Core | 5.5312 | | 5.5312 |
| 9 | PUIV4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7417 | | 0.7417 |
| 10 | NASTDL4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 11 | NASTDL4－Can＋UO23R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 12 | UO23R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 13 | UO23R4－Can＋STSTBR8＋NASTDL4－Can | 3.9086 | | 3.9086 |
| 14 | NASTDL4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 15 | NASTDL4－Can＋UO23R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 16 | UO23R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 17 | UO23R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 18 | NASTDL4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 19 | NASTDL4－Can＋PUIX8－Can | 0.8255 | PUX8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 |
| 20 | PUIX8－Core | 2.3456 | PUX8－Core | 2.3496 |
| 21 | PUIX8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 | PUX8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 |
| 22 | NASTDL4－Core | 5.4614 | C12－30Aと同じ | 5.4614 |
| 23 | NASTDL4－Can＋UO23R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 24 | UO23R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 25 | UO23R4－Can＋NASTDL4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 26 | NASTDL4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 27 | NASTDL4－Can | 0.3683 | | 0.3683 |
| 合計 | | 81.3480 | | 81.3520 |

表D-2　一次元セル計算モデルでの領域（2/8）

| | C12-30BG | 厚さ(mm) | C12-30D | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTDM4－Can | 0.3683 | C12－30BGと同じ | 0.3683 |
| 2 | NASTDM4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 3 | NASTDM4-can＋U023R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 4 | U023R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 5 | U023R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 6 | NASTDM4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 7 | NASTDM4－Can＋PUIV4－Can | 0.7417 | | 0.7417 |
| 8 | PUIV4－Core | 5.5312 | | 5.5312 |
| 9 | NASTDM4－Can＋PUIV4－Can | 0.7417 | | 0.7417 |
| 10 | NASTDM4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 11 | NASTDM4－Can＋U023R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 12 | U023R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 13 | U023R4－Can＋STSTBR8＋NASTDM4－Can | 3.9086 | | 3.9086 |
| 14 | NASTDM4-Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 15 | NASTDM4－Can＋U023R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 16 | U023R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 17 | U023R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 18 | NASTDM4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 19 | NASTDM4－Can＋PUX8－Can | 0.8255 | PUXI8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 |
| 20 | PUX8－Core | 2.3496 | PUXI8－Core | 2.3466 |
| 21 | PUX8－Can＋NASTDM4－Can | 0.8255 | PUXI8－Can＋NASTDL4－Can | 0.8255 |
| 22 | NASTDM4－Core | 5.4614 | C12－30BGと同じ | 5.4614 |
| 23 | NASTDM4－Can＋U023R4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 24 | U023R4－Core | 5.5764 | | 5.5764 |
| 25 | U023R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 | | 0.7366 |
| 26 | NASTDM4－Core | 5.4614 | | 5.4614 |
| 27 | NASTDM4－Can | 0.3683 | | 0.3683 |
| 合計 | | 81.3520 | | 81.3490 |

表D-2　一次元セル計算モデルでの領域（3/8）

| | C11-1BG | 厚さ(mm) | C11-1DG | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTDM4－Can | 0.3683 | NASTDM4－Can | 0.3683 |
| 2 | NASTDM4－Core | 5.4614 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 3 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 |
| 4 | UO24R4－Core | 5.5424 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 5 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 6 | NASTDM4－Core | 5.4614 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 7 | NASTDM4－Can＋PUVI8－Can | 0.8255 | NASTDM4－Can＋PUVIII8－Can | 0.8255 |
| 8 | PUVI8－Core | 2.3676 | PUVIII8－Core | 2.3596 |
| 9 | PUVI8－Can＋GI8＋UO24R4－Can | 4.0055 | PUVIII8－Can＋GI8＋UO24R4－Can | 4.0055 |
| 10 | UO24R4－Core | 5.5424 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 11 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 12 | NASTDM4－Core | 5.4614 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 13 | NASTDM4－CanX2 | 0.7366 | NASTDM4－CanX2 | 0.7366 |
| 14 | NASTDM4－Core | 5.4614 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 15 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 |
| 16 | UO24R4－Core | 5.5424 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 17 | UO24R4－Can＋STSTBR8＋PUVI8－Can | 3.9975 | UO24R4－Can＋STSTBR8＋PUVIII8－Can | 3.9975 |
| 18 | PUVI8－Core | 2.3676 | PUVIII8－Core | 2.3596 |
| 19 | PUVI8－Can＋NASTDM4－Can | 0.8255 | PUVIII8－Can＋NASTDM4－Can | 0.8255 |
| 20 | NASTDM4－Core | 5.4614 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 21 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 |
| 22 | UO24R4－Core | 5.5424 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 23 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 24 | NASTDM4－Core | 5.4614 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 25 | NASTDM4－Can | 0.3683 | NASTDM4－Can | 0.3683 |
| 合計 | | 75.2200 | | 75.2040 |

表D-2　一次元セル計算モデルでの領域（4/8）

| | C11-1G | 厚さ(mm) |
|---|---|---|
| 1 | NASTDM4－Can | 0.3683 |
| 2 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 3 | NASTDM4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 4 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 5 | U024R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 6 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 7 | NASTDM4－Can＋PUXI18－Can | 0.8255 |
| 8 | PUXI18－Core | 2.3456 |
| 9 | PUXI18－Can＋GI8＋U024R4－Can | 4.0055 |
| 10 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 11 | U024R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 12 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 13 | NASTDM4－CanX2 | 0.7366 |
| 14 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 15 | NASTDM4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 16 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 17 | U024R4－Can＋STSTBR8＋PUXI18－Can | 3.9975 |
| 18 | PUXI18－Core | 2.3456 |
| 19 | PUXI18－Can＋NASTDM4－Can | 0.8255 |
| 20 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 21 | NASTDM4－Can＋U024R4－Can | 0.7366 |
| 22 | U024R4－Core | 5.5424 |
| 23 | U024R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 24 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 25 | NASTDM4－Can | 0.3683 |
| | | 75.176 |

表D-2　一次元セル計算モデルでの領域（5/8）

| | B12-30 | 厚さ(mm) | B12-30G | 厚さ(mm) | B11-1AG | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 2 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 3 | GIII8 | 3.190 | GIII8 | 3.190 | GI8 | 3.180 |
| 4 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 5 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 |
| 6 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 7 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 8 | GIII8 | 3.190 | GIII8 | 3.190 | GI8 | 3.180 |
| 9 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 10 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 11 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 |
| 12 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 13 | GIII8 | 3.190 | GIII8 | 3.190 | GI8 | 3.180 |
| 14 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 15 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 16 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 | STSTBR8 | 3.172 |
| 17 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 18 | GIII8 | 3.190 | GIII8 | 3.190 | GI8 | 3.180 |
| 19 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 | U8 | 3.175 |
| 20 | NASTDL4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 | NASTDM4 | 6.198 |
| 合計 | | 87.735 | | 87.735 | | 87.695 |

表D-2　一次元セル計算モデルでの領域（6/8）

径ブランケット(炉心高さ部)

| | B11-3B | 厚さ(mm) |
|---|---|---|
| 1 | GI8 | 3.1800 |
| 2 | NASTDL4 | 6.1980 |
| 3 | STSTBR8+GI8 | 6.4160 |
| 4 | U2 | 12.7230 |
| 5 | GI8 | 3.1800 |
| 6 | NASTDL4 | 6.1980 |
| 7 | GI8+MST8 | 6.3271 |
| 8 | NASTDL4 | 6.1980 |
| 合計 | | 50.4201 |

径ブランケット(軸ブランケット高さ部)

| | B11-4B | 厚さ(mm) | B11-4C | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ALG8<br>ALG8<br>AL2034<br>GI8<br>ALG8 | 19.0400 | ALG8<br>ALG8<br>AL2034<br>GIII8<br>ALG8 | 19.0500 |
| 2 | U2 | 12.7230 | U2 | 12.7230 |
| 3 | ALG8<br>GI8<br>AL2034<br>MST2<br>ALG8<br>GI8<br>ALG8<br>ALG8 | 38.1078 | ALG8<br>GI8<br>AL2034<br>MST2<br>ALG8<br>GIII8<br>.<br>ALG8 | 38.1278 |
| 4 | U2 | 12.7230 | U2 | 12.7230 |
| 5 | AL2034<br>ALG8<br>GI8<br>MST8<br>ALG8 | 19.0171 | AL2034<br>ALG8<br>GIII8<br>MST8<br>ALG8 | 19.0271 |
| 合計 | | 101.6109 | | 101.6509 |

表D-2　　一次元セル計算モデルでの領域（7/8）

| | B12-31（天然ウラン） | 厚さ(mm) | B12-31A（天然ウラン） | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U023R4－Can | 0.3683 | U022R4－Can | 0.3683 |
| 2 | U023R4－Core | 5.5764 | U022R4－Core | 5.5524 |
| 3 | U023R4－Can＋NAJ114－Can | 0.9158 | U022R4－Can＋NAJ14－Can | 0.9158 |
| 4 | NAJ114-Core | 5.0550 | NAJ14-Core | 5.0550 |
| 5 | NAJ114－Can＋U023R4－Can | 0.9158 | NAJ14－Can＋U022R4－Can | 0.9158 |
| 6 | U023R4－Core | 5.5764 | U022R4－Core | 5.5524 |
| 7 | U023R4－Can＋NAJ114－Can | 0.9158 | U022R4－Can＋NAJ14－Can | 0.9158 |
| 8 | NAJ114-Core | 5.0550 | NAJ14-Core | 5.0550 |
| 9 | NAJ114－Can＋U023R4－Can | 0.9158 | NAJ14－Can＋U022R4－Can | 0.9158 |
| 10 | U023R4－Core | 5.5764 | U022R4－Core | 5.5524 |
| 11 | U023R4－Can ×2 | 0.7366 | U022R4－Can ×2 | 0.7366 |
| 12 | U023R4－Core | 5.5764 | U022R4－Core | 5.5524 |
| 13 | U023R4－Can＋NAJ114－Can | 0.9158 | U022R4－Can＋NAJ14－Can | 0.9158 |
| 14 | NAJ114-Core | 5.0550 | NAJ14-Core | 5.0550 |
| 15 | NAJ114－Can＋U023R4－Can | 0.9158 | NAJ14－Can＋U022R4－Can | 0.9158 |
| 16 | U023R4－Core | 5.5764 | U022R4－Core | 5.5524 |
| 17 | U023R4－Can | 0.3683 | U022R4－Can | 0.3683 |
| 合計 | | 50.0150 | | 49.8950 |

表D-2　　一次元セル計算モデルでの領域（8/8）

| | B12-36(劣化ウラン) | 厚さ(mm) |
|---|---|---|
| 1 | UO2DP4 | 6.2400 |
| 2 | NAJI4－Can | 0.5475 |
| 3 | NAJI4-Core | 5.0550 |
| 4 | NAJI4－Can＋STSTF8 | 3.7225 |
| 5 | UO2DP4 | 6.2400 |
| 6 | NAJI4－Can | 0.5475 |
| 7 | NAJI4-Core | 5.0550 |
| 8 | NAJI4－Can | 0.5475 |
| 9 | UO2DP4 | 6.2400 |
| 10 | STSTDL8+NAJI4－Can | 3.7835 |
| 11 | NAJI4-Core | 5.0550 |
| 12 | NAJI4－Can | 0.5475 |
| 13 | UO2DP4 | 6.2400 |
| 合計 | | 49.8210 |

表D-3　　一次元セル計算モデルでの領域

| | C11-1H | 厚さ(mm) |
|---|---|---|
| 1 | NASTDM4－Can | 0.3683 |
| 2 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 3 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 |
| 4 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 5 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 6 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 7 | NASTDM4－Can＋PUX8－Can | 0.8255 |
| 8 | PUX8－Core | 2.3496 |
| 9 | PUX8－Can＋GI8＋UO24R4－Can | 4.0055 |
| 10 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 11 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 12 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 13 | NASTDM4－CanX2 | 0.7366 |
| 14 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 15 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 |
| 16 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 17 | UO24R4－Can＋STSTBR8＋PUX8－Can | 3.9975 |
| 18 | PUX8－Core | 2.3496 |
| 19 | PUX8－Can＋NASTDM4－Can | 0.8255 |
| 20 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 21 | NASTDM4－Can＋UO24R4－Can | 0.7366 |
| 22 | UO24R4－Core | 5.5424 |
| 23 | UO24R4－Can＋NASTDM4－Can | 0.7366 |
| 24 | NASTDM4－Core | 5.4614 |
| 25 | NASTDM4－Can | 0.3683 |
| | | 75.184 |