

# マイナーアクチニド添加炉心の核特性評価 —BFS-69, BFS-66-2 臨界実験の解析—

Evaluation of Nuclear Characteristics of Minor Actinide Loaded Core  
- Analyses of BFS-69 and BFS-66-2 Critical Experiments -

羽様 平 佐藤 若英

Taira HAZAMA and Wakaei SATO

原子力基礎工学研究部門  
核工学・炉工学ユニット

Division of Nuclear Data and Reactor Engineering  
Nuclear Science and Engineering Directorate

JAEA-Research

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。  
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)  
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方自根 2 番地 4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency  
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to  
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,  
Japan Atomic Energy Agency  
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan  
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2010

## マイナーアクチニド添加炉心の核特性評価 —BFS-69, BFS-66-2 臨界実験の解析—

日本原子力研究開発機構  
原子力基礎工学研究部門 核工学・炉工学ユニット  
羽様 平、佐藤 若英\*

(2010年 6月 16日 受理)

「多量の Np を種々の臨界集合体に添加したときの炉物理特性の変化に関する研究」としてロシアの物理エネルギー研究所(IPPE)と共同研究を実施した。その第 2 報として BFS-69 体系及び BFS-66-2 体系に関する実験情報と解析結果をまとめた。

実験では各体系において Np 装荷(約 8kg)の有無が異なる 2 種類の炉心について臨界性、Na ボイド反応度、制御棒価値、反応率比などの核特性が測定されている。JAEA の標準的な高速炉解析手法に 4 種類 (JENDL-3.2, JENDL-3.3, JENDL/AC-2008, ENDF/B-VII) の核データを適用し、以下の知見を得た。

### i) 臨界性の解析精度

BFS-69 体系について過大評価する傾向があり、JENDL-3.3 と JENDL/AC-2008 で顕著である。ENDF/B-VII との差異は主に Na の平均散乱角余弦 (1MeV 付近) にある。

### ii) Na ボイド反応度の解析精度

ENDF/B-VII の結果と比較すると、JENDL の 3 種類の結果には実験値と数 % の差異がある。ENDF/B-VII との差異は、主に Na の散乱関連の断面積 (1MeV 付近) と  $^{239}\text{Pu}$  の核分裂断面積(1keV 付近)にある。

### iii) Np 装荷による解析精度の変化

Na ボイド反応度、制御棒価値、反応率比の測定値は Np の装荷により有意な変化が確認されている。解析値はその変化を実験誤差内で再現しており、Np 装荷による解析精度の悪化はないといえる。

---

原子力科学研究所（駐在）：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

本報告書の内容は、NESI(株)が日本原子力研究開発機構との請負契約により実施した業務成果に関するものを含み、日本原子力研究開発機構が取りまとめたものである。

\* NESI(株)

**Evaluation of Nuclear Characteristics of Minor Actinide Loaded Core  
- Analyses of BFS-69 and BFS-66-2 Critical Experiments -**

Taira HAZAMA and Wakaei SATO\*

Division of Nuclear Data and Reactor Engineering  
Nuclear Science and Engineering Directorate  
Japan Atomic Energy Agency  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received June 16, 2010)

Collaboration with Russian Institute of Physics and Power Engineering named “Investigation of neutronic-physical characteristics and their change when introducing large quantity of neptunium (Np) at different BFS critical assemblies” has been accomplished. This is the second report of the collaboration to describe experimental information and analysis results on BFS-69 and BFS-66-2 critical experiments.

In the experiments, various nuclear characteristics were measured in 2 kinds of cores with/without Np loading of about 8kg. JAEA’s standard analysis results were presented with four kinds of nuclear data (JENDL-3.2, JENDL-3.3, JENDL/AC-2008, and ENDF/B-VII).

Analytical results show:

- i) An overestimation trend has been observed in BFS-69 criticality results, especially with JENDL-3.3 and JENDL/AC-2008. The difference from ENDF/B-II having better results mainly lies in the average cosine of the scattering angle around 1MeV.
- ii) A small discrepancy exists in BFS-69 Na void reactivity results with the three JENDL nuclear data. The difference from ENDF/B-II mainly lies in scattering cross sections of sodium around 1MeV and fission cross section of  $^{239}\text{Pu}$  around 1keV.
- iii) The analysis results simulate measured Np effects on nuclear characteristics within experimental errors.

Keywords: BFS, Np, Critical Experiment, Fast Reactor, IPPE, Nuclear Data

---

This work was performed by NESI Inc. under contract with Japan Atomic Energy Agency.

\* NESI Inc.

## 目 次

1. 序論 -----	1
1.1 研究の背景 -----	1
1.2 研究の目的 -----	1
1.3 実施項目とスケジュール -----	1
2. BFS-69臨界実験の概要 -----	2
2.1 BFS-69体系の概要 -----	2
2.2 BFS-69体系での測定概要 -----	4
3. BFS-66-2臨界実験の概要 -----	15
3.1 BFS-66-2体系の概要 -----	15
3.2 BFS-66-2体系での測定概要 -----	17
4. BFS-69及びBFS-66-2臨界実験の解析 -----	25
4.1 解析方法 -----	25
4.2 Np装荷による核特性の変化の概要 -----	31
4.3 解析結果 -----	34
4.4 解析結果のまとめ -----	53
5. 核データ間の詳細比較 -----	54
5.1 $^{237}\text{Np}$ 核データの差異 -----	54
5.2 核特性解析結果の差異 -----	57
6. 結論 -----	65
謝辞 -----	66
参考文献 -----	66
 付録A    BFS-67体系の解析結果 -----	69
付録B    ENDF/B-VIIを用いた解析結果 -----	71
付録C    P3計算によるNaボイド反応度の解析結果 -----	76
付録D    主要核特性の感度係数-----	81

## Contents

1. Introduction -----	1
1.1 Background -----	1
1.2 Purpose-----	1
1.3 Contents and Schedule of Experiment -----	1
2. Outline of BFS-69 Critical Experiment-----	2
2.1 Description of BFS-69 Core -----	2
2.2 Description of BFS-69 Experiment-----	4
3. Outline of BFS-66-2 Critical Experiment-----	15
3.1 Description of BFS-66-2 Core -----	15
3.2 Description of BFS-66-2 Experiment -----	17
4. Analysis of BFS-69 and BFS-66-2 Experiment-----	25
4.1 Analysis Method-----	25
4.2 Np loading effect -----	31
4.3 Analysis Result -----	34
4.4 Summary of Analysis Result -----	53
5. Detailed Comparison among Nuclear Data -----	54
5.1 Difference in $^{237}\text{Np}$ Data -----	54
5.2 Difference in Nuclear Characteristics-----	57
6. Conclusion -----	65
Acknowledgements -----	66
References-----	66
Appendix A Analysis Results of BFS-67 Experiment-----	69
Appendix B Analysis Results with ENDF/B-VII -----	71
Appendix C P3 calculation results for Na void reactivity -----	76
Appendix D Sensitivity Coefficients of Major Nuclear Characteristics-----	81

## 表リスト

Table 2.1	Comparison of BFS-69 and BFS-67 core configurations -----	3
Table 2.2	List of measured reaction rate ratios -----	5
Table 2.3	Description of the samples in the sample worth measurement-----	6
Table 3.1	Comparison of BFS-66-1 and BFS-66-2 core configurations -----	16
Table 3.2	Detector information in C28/F25 measurement of BFS-66-2-----	23
Table 3.3	Results of C28/F25 measurement of BFS-66-2-----	23
Table 4.1.1	Parameter survey result for transport and mesh correction -----	27
Table 4.1.2	Calculation condition in transport calculation -----	27
Table 4.3.1	Results of criticality analysis (BFS-69) -----	36
Table 4.3.2	Results of criticality analysis (BFS-66-2) -----	36
Table 4.3.3	Results of Na void reactivity analysis (BFS-69-1) -----	37
Table 4.3.4	Results of Na void reactivity analysis (BFS-69-2) -----	37
Table 4.3.5	Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2, 28 assemblies) -----	38
Table 4.3.6	Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2A, 28 assemblies) -----	38
Table 4.3.7	Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2, 88 assemblies) -----	38
Table 4.3.8	Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2A, 88 assemblies) -----	38
Table 4.3.9	Results of C/R worth analysis (BFS-69, Enr. Boron 450mm) -----	40
Table 4.3.10	Results of C/R worth analysis (BFS-69, Enr. Boron 151mm) -----	40
Table 4.3.11	Results of C/R worth analysis (BFS-69, Nat. Boron 448mm) -----	41
Table 4.3.12	Results of C/R worth analysis (BFS-69, Nat. Boron 153mm) -----	41
Table 4.3.13	Results of C/R worth analysis (BFS-66-2, Nat. Boron 420mm) -----	42
Table 4.3.14	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1, JENDL-3.2) -----	43
Table 4.3.15	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1, JENDL-3.3) -----	43
Table 4.3.16	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1, JENDL/AC-2008) -----	43
Table 4.3.17	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2, JENDL-3.2) -----	44
Table 4.3.18	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2, JENDL-3.3) -----	44
Table 4.3.19	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2, JENDL/AC-2008) -----	44
Table 4.3.20	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-66-2, F49/F25) -----	45
Table 4.3.21	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-66-2, F28/F25) -----	45
Table 4.3.22	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-66-2, C28/F25) -----	45
Table 4.3.23	Results of small sample worth analysis (BFS-69-1, JENDL-3.2) -----	48
Table 4.3.24	Results of small sample worth analysis (BFS-69-2, JENDL-3.2) -----	48
Table 4.3.25	Results of small sample worth analysis (BFS-69-1, JENDL-3.3) -----	49
Table 4.3.26	Results of small sample worth analysis (BFS-69-2, JENDL-3.3) -----	49
Table 4.3.27	Results of small sample worth analysis (BFS-69-1, JENDL/AC-2008) -----	50
Table 4.3.28	Results of small sample worth analysis (BFS-69-2, JENDL/AC-2008) -----	50

Table 4.3.29 Results of sample Doppler reactivity analysis (BFS-69, UO <sub>2</sub> sample)-----	52
Table 4.3.30 Results of sample Doppler reactivity analysis (BFS-69, PuO <sub>2</sub> sample) -----	52
Table 5.1 Na contribution in nuclear data replacement (BFS-69-2 Criticality) -----	60
Table 5.2 Na contribution in nuclear data replacement (BFS-69-2 Void reactivity) -----	61
Table 5.3 <sup>239</sup> Pu contribution in nuclear data replacement (BFS-69-2 Void reactivity) ---	62
Table A.1 Results of criticality analysis (BFS-67) -----	69
Table A.2 Results of Na void reactivity analysis (BFS-67-1R) -----	69
Table A.3 Results of Na void reactivity analysis (BFS-67-2R) -----	70
Table B.1 Results of criticality analysis with ENDF/B-VII (BFS-67)-----	71
Table B.2 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-67) -----	71
Table B.3 Results of criticality analysis with ENDF/B-VII (BFS-69)-----	71
Table B.4 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-69) -----	72
Table B.5 Results of C/R worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-69) -----	72
Table B.6 Results of reaction rate ratio analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-1) -----	72
Table B.7 Results of reaction rate ratio analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-2) -----	73
Table B.8 Results of small sample worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-1) -----	73
Table B.9 Results of small sample worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-2) -----	73
Table B.10 Results of criticality analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2) -----	74
Table B.11 Results of C/R worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2)-----	74
Table B.12 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2, 28 assemblies)-----	74
Table B.13 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2, 88 assemblies)-----	75
Table B.14 Results of reaction rate ratio analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2) -----	75
Table C.1 Direct and perturbation results with P0 and P3 calculations (BFS-67) -----	77
Table C.2 Direct and perturbation results with P0 and P3 calculations (BFS-69) -----	77
Table C.3 Direct and perturbation results with P0 and P3 calculations (BFS-66-2)-----	77
Table C.4 Perturbation results with P0 and P3 calculations-----	78
Table C.5 C/E values with P0 and P3 calculations -----	80
Table C.6 C-E values with P0 and P3 calculations -----	80

## 図リスト

Fig.2.1	Flux comparison between BFS-67-1R and BFS-69-1	3
Fig.2.2	Core configuration of BFS-69-1	7
Fig.2.3	Core configuration of BFS-69-2	8
Fig.2.4	RZ layout of BFS-69-1 and BFS-69-2	9
Fig.2.5	Structure of fuel assembly including MOX region	10
Fig.2.6	Structure of fuel assembly including HEZ region	11
Fig.2.7	Structure of fuel assembly including Np region	12
Fig.2.8	Axial position of control rods in BFS-69	13
Fig.2.9	Foil positions in C28/F25 measurement of BFS-69	14
Fig.3.1	Core configuration of BFS-66-2	18
Fig.3.2	RZ layout of BFS-66-2 and BFS-66-2A	19
Fig.3.3	Structure of fuel cells in BFS-66-2	20
Fig.3.4	Structure of other cells in BFS-66-2	21
Fig.3.5	Axial position of control rods in BFS-66-2	22
Fig.3.6	Detector or foil positions in C28/F25 measurement of BFS-66-2	24
Fig.4.1.1	Plate stretch cell modeling of BFS cell	30
Fig.4.2.1	Comparison of $^{238}\text{U}$ and $^{237}\text{Np}$ cross sections (JENDL-3.3)	31
Fig.4.2.2	Comparison of neutron flux between BFS-69-1 and BFS-69-2	32
Fig.4.2.3	Comparison of adjoint flux between BFS-69-1 and BFS-69-2	32
Fig.4.2.4	Comparison of neutron flux between BFS-66-2 and BFS-66-2A	33
Fig.4.2.5	Comparison of adjoint flux between BFS-66-2 and BFS-66-2A	33
Fig.4.3.1	Results of criticality analysis	36
Fig.4.3.2	Results of Na void reactivity analysis (C/E)	39
Fig.4.3.3	Results of Na void reactivity analysis (C-E)	39
Fig.4.3.4	Results of Na void reactivity analysis (Reactivity)	39
Fig.4.3.5	Results of C/R worth analysis	42
Fig.4.3.6	Results of reaction rate ratio analysis (F49/F25, F28/F25, C28/F25)	46
Fig.4.3.7	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1)	46
Fig.4.3.8	Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2)	46
Fig.4.3.9	Np loading effect on reaction rate ratio data (BFS-69)	47
Fig.4.3.10	Results of small sample worth analysis (BFS-69-1)	51
Fig.4.3.11	Results of small sample worth analysis (BFS-69-2)	51
Fig.5.1	Comparison of $^{237}\text{Np}$ capture cross section among nuclear data	54
Fig.5.2	Relative comparison of $^{237}\text{Np}$ capture cross section (to JENDL-3.3)	55
Fig.5.3	Comparison of $^{237}\text{Np}$ fission cross section among nuclear data	55
Fig.5.4	Relative comparison of $^{237}\text{Np}$ fission cross section (to JENDL-3.3)	56

Fig.5.5	Relative comparison of $^{237}\text{Np}$ capture reaction rates (to JENDL-3.3)-----	56
Fig.5.6	Effect of nuclear data replacement (Criticality) -----	59
Fig.5.7	Effect of nuclear data replacement on Criticality (difference between two cores) -----	59
Fig.5.8	Effect of nuclear data replacement from JENDL-3.3 to ENDF/B-VII (contribution of Na to BFS-69-2 Criticality)-----	60
Fig.5.9	Effect of nuclear data replacement (C/R worth) -----	60
Fig.5.10	Effect of nuclear data replacement (Na void reactivity) -----	61
Fig.5.11	Effect of nuclear data replacement from JENDL-3.3 to ENDF/B-VII (contribution of Na to BFS-69-2 Na void reactivity) -----	61
Fig.5.12	Effect of nuclear data replacement (contribution of $^{239}\text{Pu}$ fission to BFS-69-2 Na void reactivity)-----	62
Fig.5.13	Effect of nuclear data replacement (Reaction rate ratio)-----	63
Fig.5.14	Effect of nuclear data replacement (Small sample worth) -----	64
Fig.5.15	Sensitivity coefficient for $\text{NpO}_2$ sample worth in BFS-69-2 -----	64
Fig.C.1	Scattering component with P0 and P3 calculations (BFS-69-1, JENDL-3.3) -----	79
Fig.C.2	Scattering component with P0 and P3 calculations (BFS-69-2, JENDL-3.3) -----	79
Fig.C.3	Results of Na void reactivity analysis with P3 calculation (C-E) -----	80

## 1. 序論

### 1.1. 研究の背景

実用化戦略調査研究のフェーズⅡ（2001年4月から約5年間）において、ユニークで創造的なアイデアを集めるため、革新的技術研究として魅力的な研究項目を国内のみならず国外からも募集した。

IPPE（ロシア物理エネルギー研究所）は、マイナーアクチニド（MA）を装荷した高速炉炉心の核特性評価に関してその解析手法と核データの妥当性を確認するためとして「多量のNpを種々の臨界集合体に添加したときの炉物理特性の変化に関する研究」を提案した。

環境負荷低減の観点から将来のFBRサイクルシステムではMA燃焼は最も重要な技術の一つであること、主要MAであるNpを装荷した臨界実験の詳細データ入手することは、MA装荷炉心に対する高速炉核特性解析システムの検証、精度向上に有意義であると判断し、共同研究を実施した。

### 1.2. 研究の目的

Np装荷炉心の臨界実験解析を実施し、現状の解析精度を把握するとともに、核設計精度の向上に資する情報を得る。

### 1.3. 実施項目とスケジュール

共同研究は3カ年（平成13年度～15年度）で実施した。

第1期（平成13年度）では、IPPE側でNpを装荷した臨界実験体系（BFS-67体系、実験実施：1994/5・9）について、実験及び解析結果に関する報告書を作成した。（JAEA受理：平成14年2月）。

第2期（平成14年度）では、JAEA側で第1期の情報を基にBFS-67体系の解析評価を実施するとともに、IPPE側で異なるPu富化度（BFS-67の約19wt%に対し約40wt%）の炉心（BFS-69体系、実験実施：1995/5・10）に関する実験及び解析結果に関する報告書を作成した（JAEA受理：平成15年2月）。

第3期（平成15年度）では、JAEAとIPPE間での協議に基づき、原子炉級のPuを想定してPu中の<sup>240</sup>Puの割合を高めた体系で同様にNp装荷による影響を把握するための実験（BFS-66-2体系）を新たにIPPEで実施し、その実験及び解析結果に関する報告書を作成した（JAEA受理：平成16年3月）。

第1期の契約で入手したBFS-67体系については、報告書<sup>1)</sup>にまとめている。本報では第2期及び3期の契約で入手したBFS-69及びBFS-66-2体系に関する実験情報とJAEAで実施した解析結果を報告する。

## 2. BFS-69 臨界実験の概要

本章では BFS-69 臨界実験の概要を述べる。

### 2.1 BFS-69 体系の概要

BFS-69 臨界実験は 1995 年 6 月～10 月に IPPE の臨界実験装置 BFS-1 で実施された。既報告の BFS-67 体系と比較すると、MOX 領域の Pu 富加度が約 19wt%から約 40wt%に高められている点が特徴である。異なる炉心間で Np 装荷の影響を把握することによって、実験解析結果の信頼性を高めるとともに、Pu 燃焼炉心の核特性解析精度を評価するために有用である。

体系の基本構成は BFS-67 体系と共通であり、ステンレス製で外径 5cm のチューブ内に材質によって色分けされた直径 4.6～4.7cm、厚さ 1cm 以下の円盤状のペレットを炉心底部から積み上げて形成される集合体を 5.1cm ピッチで六角格子状に配置することによって構成されている。

炉心の径方向は、中心から順に MOX 領域（Pu 富化度約 40wt%）及び濃縮ウラン領域(HEZ ; High Enrichment Zone、以下 HEZ 領域)からなり、その外側を Blanket 領域が囲んでいる。MOX 領域は Pu ペレット、劣化二酸化ウランペレット、Na ペレットから主に構成されている。HEZ 領域は濃縮二酸化ウラン（濃縮度 36wt%）と Na ペレットで、Blanket 領域は劣化二酸化ウランペレットのみで構成されている。

BFS-67 体系では Na ペレットに不純物(水素)の有無が異なる 2 種類のものが使用されていたが、BFS-69 体系では不純物を含まないものだけが使用された。

BFS-62 体系<sup>2)</sup>でチューブ間に挿入されていたステンレス stick については、BFS-69 では BFS-67 体系と同様、ブランケット領域のみに使用された。また、形状についても BFS-62 体系で用いられた円柱形状ではなく三角柱形状のものが使用された。

BFS-67 体系との炉心構成の差異を Table 2.1 に、炉心中心での中性子束を Fig.2.1 に示す。軸方向及び径方向ブランケットを含めた体積は両炉心でほぼ等しいが、BFS-69 体系では Pu 富加度が高い分、過剰反応度を調整するために MOX 領域中の Na の比率が高く設定されており、また HEZ 領域も小さくなっている(BFS-67 体系では 90wt%濃縮ウランと劣化ウランを組み合わせており、平均濃縮度が低い)。炉心サイズ（除くブランケット）が小さいため中性子束は BFS-69 体系で硬くなっている。

Np の装荷は MOX 領域の UO<sub>2</sub>ペレットを NpO<sub>2</sub>ペレットに置換することによって実施された。NpO<sub>2</sub> の装荷量は 8.9kg (Np としては 7.8kg) である。

Np 装荷前(BFS-69-1)、装荷後(BFS-69-2)の炉心構成を以下に記す。Fig.2.2～2.4 には炉心の平面図及び 2 次元 R-Z 体系図を、Fig.2.5～2.7 には MOX 領域、HEZ 領域、及び Np 装荷領域のセル構成を示す。

①BFS-69-1 (BFS-69 炉心シリーズの基準炉心、Np 装荷なし) (Fig.2.2)

MOX 領域 (集合体 199 体)、HEZ 領域 (集合体 175 体)、径ブランケット (集合体 887 体) で構成される。

②BFS-69-2 (NpO<sub>2</sub>装荷量 8.9kg) (Fig.2.3)

BFS-69-1 の炉心中心燃料 37 体について、それぞれ 1 体中に含まれる 5 燃料セルの内、中心 3 燃料セルの UO<sub>2</sub>ペレット (2 カ所) を NpO<sub>2</sub>ペレットで置換した炉心である (この 37 体の領域を以下 Np 領域という)。中心 3 セルにおける重核中の Np の割合は 13.5wt%、金属 Np 装荷量は 7.8kg である。劣化ウランを Np へ置換することによる過剰反応度の増加を抑制するために、HEZ 領域の集合体が 3 体、径ブランケットの集合体が 58 体除去されている。すなわち、MOX 領域 (集合体 162 体)、Np 領域 (集合体 37 体) HEZ 領域 (集合体 172 体)、径ブランケット (集合体 829 体) で構成される。なお、BFS-67 体系では Np 装荷により反応度が低下していた。BFS-69 体系は中性子スペクトルが硬く、<sup>238</sup>U の <sup>237</sup>Np への置換による核分裂反応率の増加が大きいことが差異の主要因である。

Table 2.1 Comparison of BFS-69 and BFS-67 core configurations

炉心名	BFS-67-1R <sup>*1</sup>	BFS-69-1 <sup>*1</sup>
炉心領域サイズ (含ブランケット領域)	等価半径 : 96cm 炉心部高さ : 153cm 体積 : 4400 ℥	等価半径 : 95cm 炉心部高さ : 153cm 体積 : 4300 ℥
炉心領域サイズ (除ブランケット領域)	等価半径 : 65cm 炉心部高さ : 76cm 体積 : 1000 ℥	等価半径 : 52cm 炉心部高さ : 75cm 体積 : 640 ℥
MOX 領域	等価半径 (cm)	35
	組成(vol.%)	燃料 : 構造材 : Na : Void = 27 : 24 : 27 : 22
	Pu 総重量(kg)	142
	Pu 富化度(wt%)	19
	Pu 組成(wt%)	<sup>239</sup> Pu/ <sup>240</sup> Pu/ <sup>241</sup> Pu=93.55/4.55/0.25
HEZ 領域	<sup>235</sup> U 総重量(kg)	516
	U 濃縮度(wt%)	21
		181
		36

\*1: 比較は Np 装荷前の体系で示す。

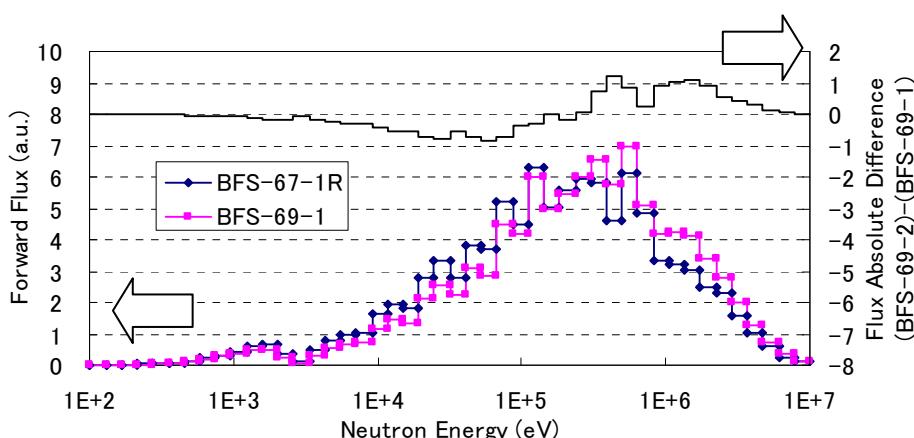


Fig.2.1 Flux comparison between BFS-67-1R and BFS-69-1

## 2.2 BFS-69 体系での測定概要

BFS-69 体系で測定された核特性（臨界性、Na ボイド反応度、制御棒価値、炉中心反応率比、微少サンプル反応度、サンプルドップラー反応度）の概要を述べる。

### 2.2.1 臨界性

臨界性（過剰反応度）は、実験装置の運転用制御棒を全て引き抜き位置に移動した際（このとき運転用制御棒領域は隣接する領域と同じ構成となっている）に印加される正の反応度をペリオド法で測定することにより評価された。反応度測定用の検出器には、径プランケット領域の 120 度対称の 3 箇所のものが使用された。

### 2.2.2 Na ボイド反応度

測定は炉心中心燃料 37 体、軸方向高さ 45cm（中心 3 セル）の全 Na ペレット 1110 枚（Na 重量 15.5kg）を SUS 缶に置換し、置換前後の過剰反応度の差異を測定することによって実施された。

その他にも 3 種類の測定データが IPPE の報告書には提示されているが、Na の置換量が 0.1kg と少ないため反応度が 1¢ 以下と小さく実験誤差も約 10% と大きい。本報告では有意な解析結果が期待できないと考え、評価対象から除いた。

### 2.2.3 制御棒価値

測定は炉心中心の集合体 1 体を除去し、その位置に制御棒を挿入することによって実施された。制御棒には”Long rod”という B<sub>4</sub>C 吸収体を Na で挟んだ約 2m の集合体が使用された。炉心中心部は集合体が貫通できるようになっており、Long rod を上下に移動させることによって、所定のセル構成が炉心内の所定の領域に対応するように調整する。

吸収体には天然 B<sub>4</sub>C と濃縮 B<sub>4</sub>C (B-10 : 81.7wt%) の 2 種類が存在する。Long rod 中の吸収体サイズも 2 種類存在し、それらの組み合わせからなる 4 種類の制御棒について反応度が測定された。

Fig.2.8 に制御棒とその他領域との軸方向位置関係を示す。引き抜き状態（Long rod の下部を炉心下部に一致させた状態）では炉心及びプランケット領域に対応する位置には Na のみが存在し、制御棒挿入時（Long rod の上部を炉心上部に一致させた状態）には吸収体部の中心が炉心中心に位置する。制御棒引き抜き状態ではわずかに超臨界である。

制御棒引き抜き状態にして出力を上昇させた後、制御棒を挿入して出力を下降させ、上昇、下降時の出力の時間変化から逆運動特性法により反応度を求めている。

### 2.2.4 炉中心反応率比

Table 2.2 に示す 11 種類の反応率比が測定された。核分裂反応率比については対象核種を内部に塗布した小型核分裂計数管が、捕獲反応を含む反応率比(C28/F25)についてはウラン箔が使用された。

小型核分裂計数管を用いた場合は、計数管を中心集合体の周囲の隙間に挿入し、軸方向中心のセルについてセル平均値が得られるように計数管を 1cm 間隔でずらして計数測定し、その平均値を求めている。

C28 の測定についてはウラン箔（濃縮度 37wt%、厚さ 0.1mm）が用いられた。ウラン箔は Fig.2.9

に示すように縦に 2 分割した UO<sub>2</sub>ペレット間及び軸方向ペレット間に同時に設置され、C28 については <sup>239</sup>Np の 278keV の  $\gamma$  線を、F25 については <sup>135</sup>Cs の 293keV の  $\gamma$  線を測定することによって反応率比が評価された。入手した IPPE の実験報告書には各位置での反応率比を平均した値が記載されている。

Table 2.2 List of measured reaction rate ratios

No.	略称	反応率比の種類
1	F28/F25	<sup>238</sup> U と <sup>235</sup> U の核分裂反応率の比
2	F49/F25	<sup>239</sup> Pu と <sup>235</sup> U の核分裂反応率の比
3	F37/F49	<sup>237</sup> Np と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
4	F48/F49	<sup>238</sup> Pu と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
5	F40/F49	<sup>240</sup> Pu と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
6	F41/F49	<sup>241</sup> Pu と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
7	F42/F49	<sup>242</sup> Pu と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
8	F51/F49	<sup>241</sup> Am と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
9	F53/F49	<sup>243</sup> Am と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
10	F64/F49	<sup>244</sup> Cm と <sup>239</sup> Pu の核分裂反応率の比
11	C28/F25	<sup>238</sup> U の捕獲反応率と <sup>235</sup> U の核分裂反応率の比

## 2.2.5 微少サンプル反応度

Table 2.3 に示す 8 種類の物質の微少サンプル反応度が測定された。測定は（サンプル+サンプル容器）の反応度からサンプル容器のみの反応度を差し引くことによって実施された。反応度の測定はオシレーション法によって実施された。サンプルの挿入位置は、中心 1 体の集合体の周辺のチューブ間ギャップ(最大 6 箇所)で軸方向炉心中心である。なお、サンプル反応度の測定ではサンプルサイズを無限小に見なすための補正を適用することがあるが、報告された結果にはその補正は適用されていない。

## 2.2.6 サンプルドッpler反応度

サンプルドッpler反応度はサンプル反応度と同様、オシレーション法によって測定された。サンプルは UO<sub>2</sub> (劣化ウラン) 約 300g である。

測定は、炉心中心の集合体 1 体を取り除き、そこにヒーターと UO<sub>2</sub> サンプルを、サンプルの軸方向の中心が炉心中心に一致するように挿入して実施された。なお、UO<sub>2</sub> サンプル以外にも NpO<sub>2</sub> や <sup>240</sup>PuO<sub>2</sub>(BFS-69-1 のみ)を使用した結果も報告されている。NpO<sub>2</sub> サンプルの結果は実験誤差が 100%と大きいため、<sup>240</sup>PuO<sub>2</sub> サンプルの結果のみ評価した。

Table 2.3 Description of the samples in the sample worth measurement

Sample name	Length (mm)	Diameter of material (mm)	Mass of material (g)	Density(g/cm <sup>3</sup> )	Isotopic content (wt%)
U-235	130	6.0 / 0.22	16.22(2)	15.62	U-235 - 88.6 U-238 - 11.4
U-238	125	3.5	89.07(4)	18.52	U - natural
B-10 (a)	130	1.0	0.4604(4)	1.13	B-10 -82.4 B-11 -17.6
B-10 (b)	130	2.0	2.09(4)	1.28	B-10 -82.4 B-11 -17.6
B-10 (c)	130	3.5	2.718(2)	1.09	B-10 -82.4 B-11 -17.6
C-12	130	6.0	23.39(4)	1.59	C - natural
CH <sub>2</sub> (a)	130	5.4 / 0.6	4.659(4)	0.99	C,H- natural
CH <sub>2</sub> (b)	130	6.1 / 0.3	2.66(4)	0.94	C,H- natural
Na	141	6.6	28.21(6)	0.97	Na - natural
Pu-239	100	2.4	28.44(4)	15.72	Pu-239 -95.96 Pu-240 - 4.04
<sup>240</sup> PuO <sub>2</sub> (a)	121	2.6	11.16(4)	4.34	Pu-239 - 9.13 Pu-240 -89.22
<sup>240</sup> PuO <sub>2</sub> (b)	121	3.6	17.63(4)	3.58	Pu-241 - 1.49 Pu-242 - 0.16
<sup>240</sup> PuO <sub>2</sub> (c)	121	4.8	45.08(4)	5.15	for 03.12.1991
<sup>241</sup> PuO <sub>2</sub> (a)	121	2.6	4.69(2)	3.65	Pu-239 - 0.98 Pu-240 - 21.98
<sup>241</sup> PuO <sub>2</sub> (b)	121	3.6	5.19(1)	4.21	Pu-241 - 58.84 Pu-242 - 11.74 Am-241 - 6.45 Np-237 - 0.01
<sup>241</sup> AmO <sub>2</sub> (a)	121	2.6	7.053(3)	3.66	Am-241 -99.75 Pu-239,240-0.04
<sup>241</sup> AmO <sub>2</sub> (b)	121	3.6	9.5(2)	3.86	Np-237-0.17
<sup>237</sup> NpO <sub>2</sub> (a)	121	2.6	9.69(4)	3.77	Np-237-99.96
<sup>237</sup> NpO <sub>2</sub> (b)	121	3.6	17.4(4)	3.53	
<sup>237</sup> NpO <sub>2</sub> (c)	121	5.6	21.67(2)	3.64	

Notes: 1. The figures in parenthesis of the column 5 mean the number of simultaneously oscillated identical samples, their total masses are presented.

2. Specifications like '6.0/0.22' mean a dimension of a ring cross- section of a sample material (i.e. the top is outer diameter and the bottom is the wall thickness of the material).

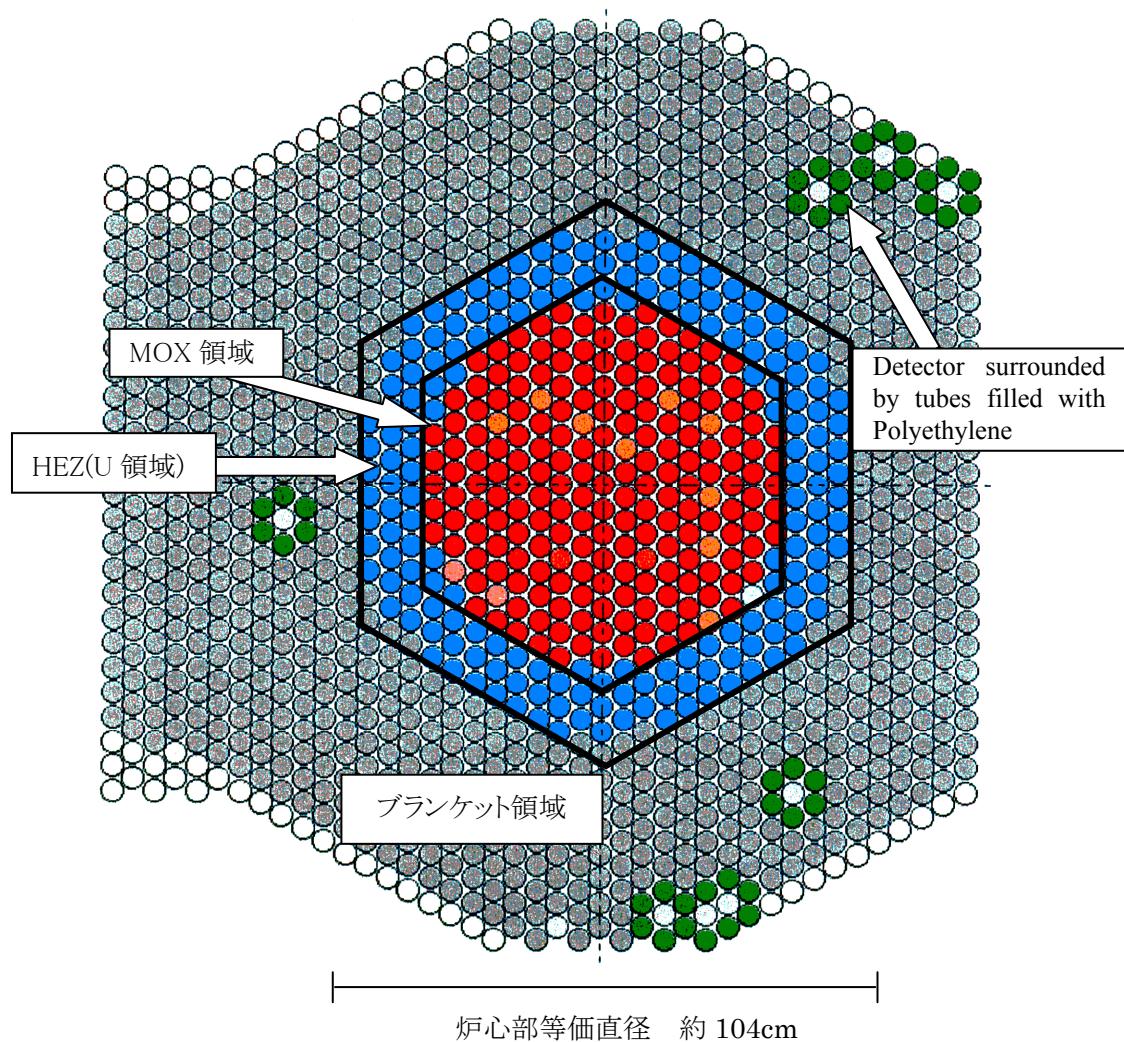


Fig.2.2 Core configuration of BFS-69-1

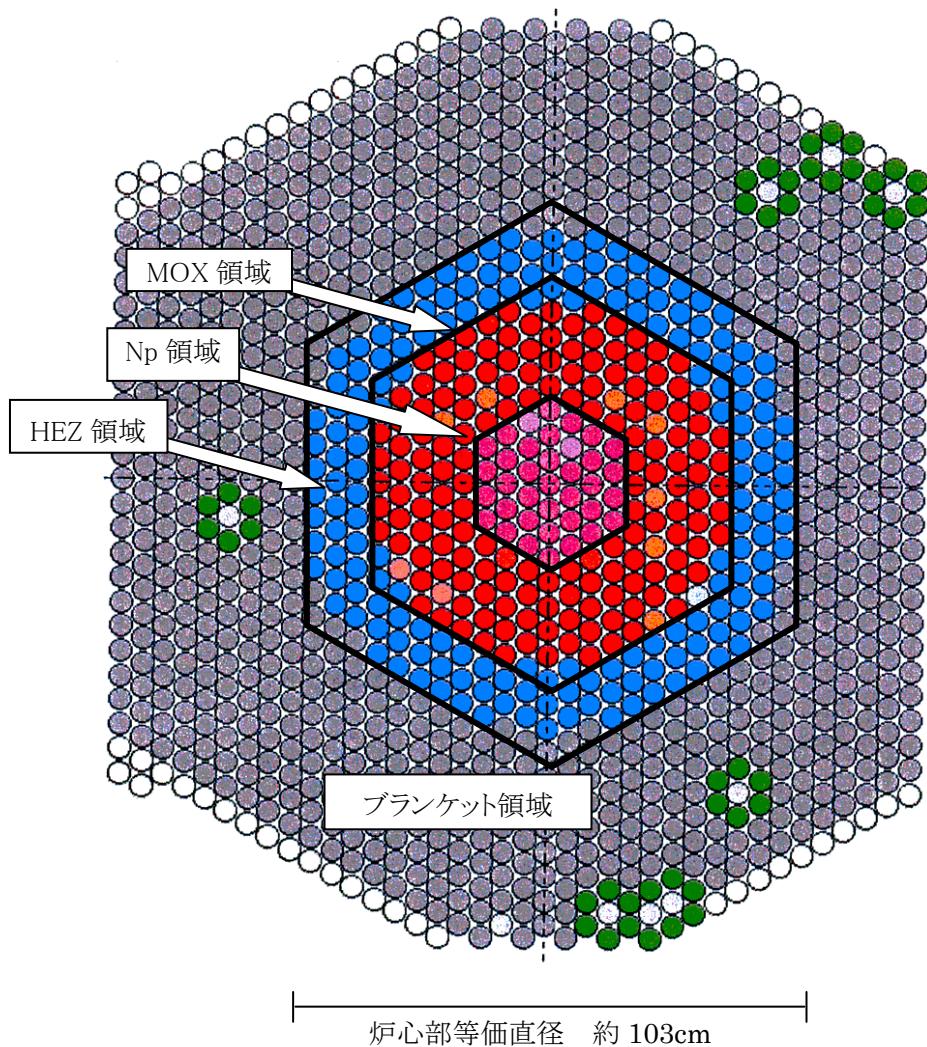


Fig.2.3 Core configuration of BFS-69-2

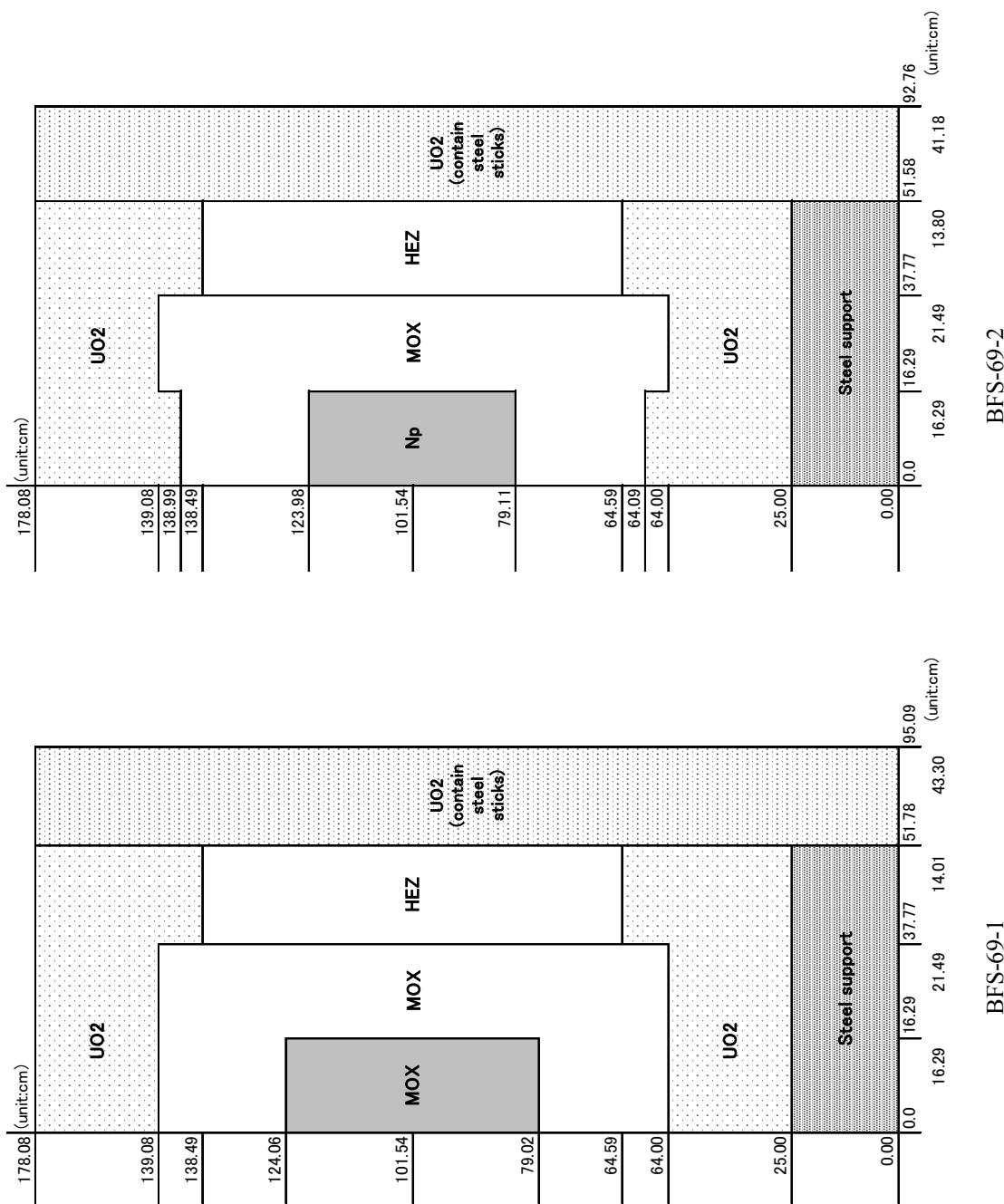


Fig.2.4 RZ layout of BFS-69-1 and BFS-69-2

BFS-69-1

BFS-69-2

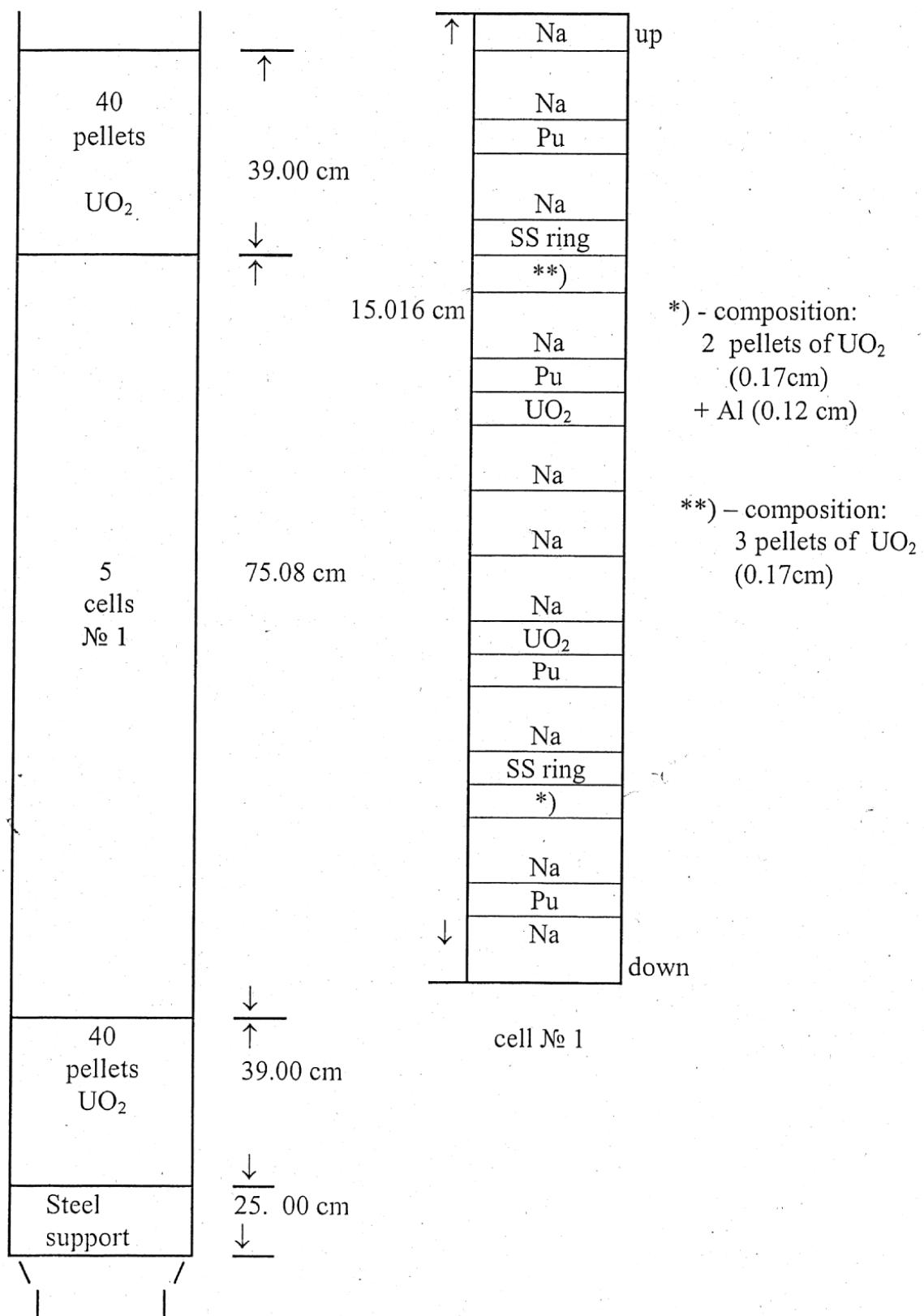


Fig.2.5 Structure of fuel assembly including MOX region

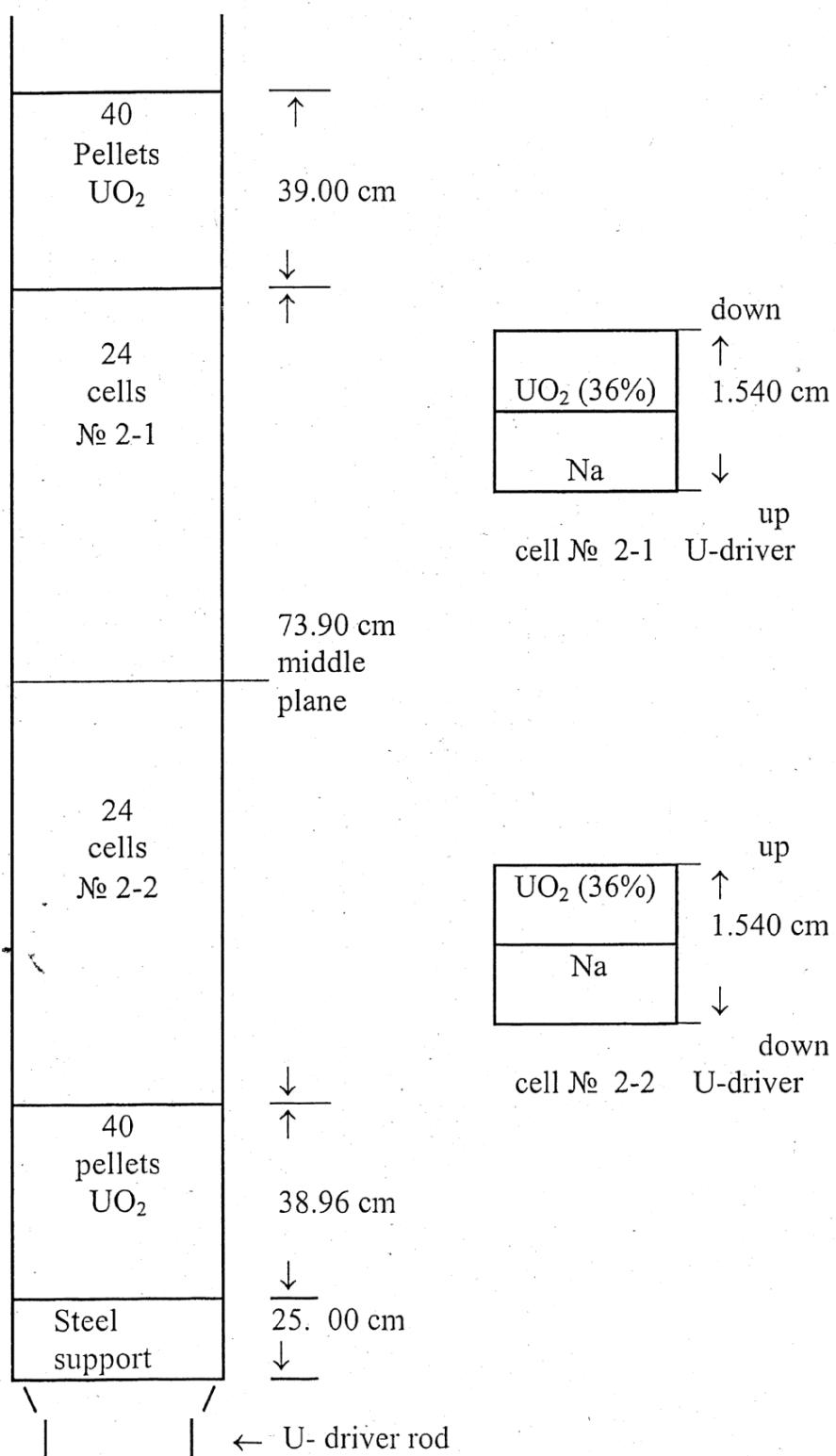


Fig.2.6 Structure of fuel assembly including HEZ region

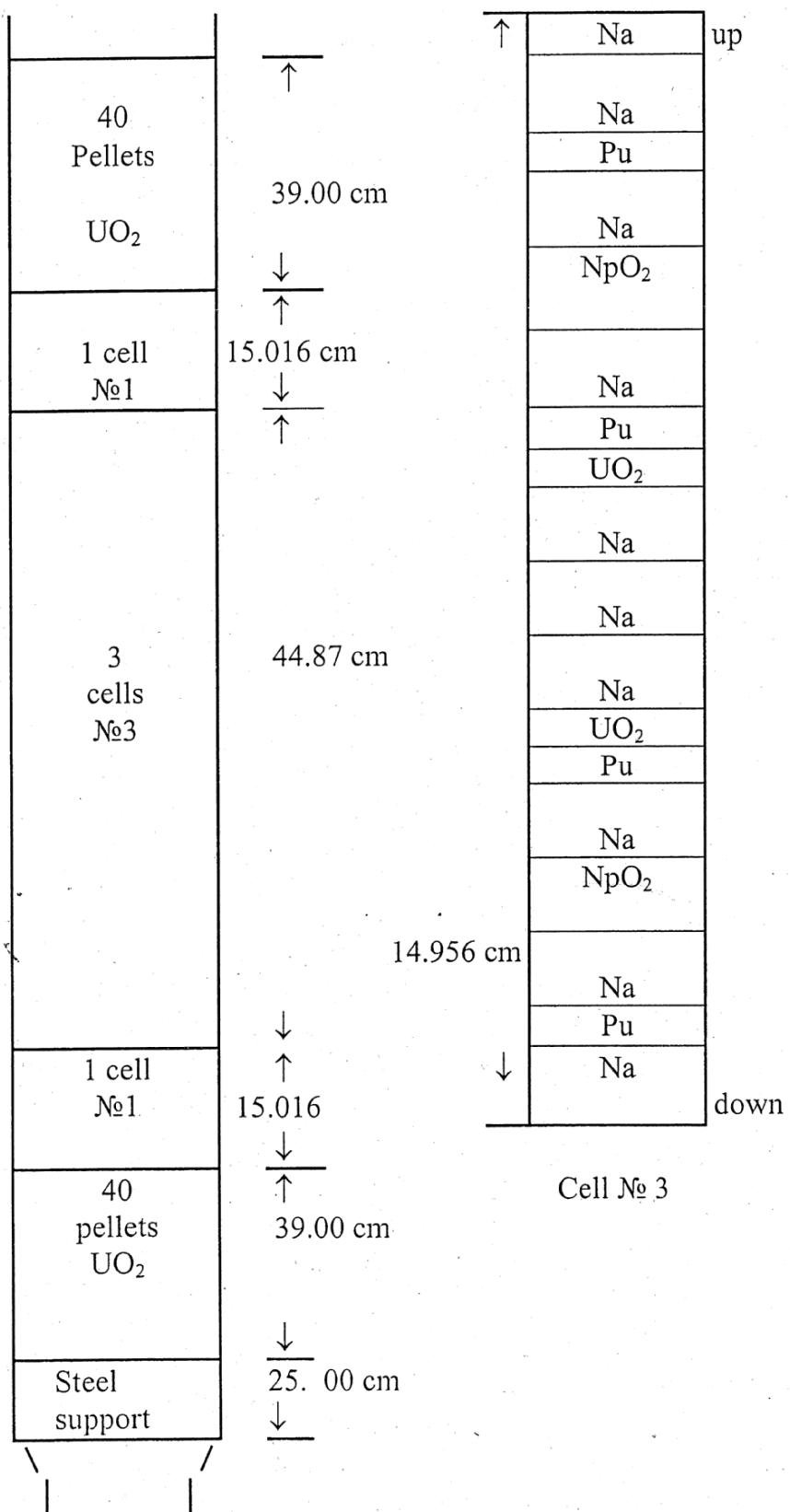


Fig.2.7 Structure of fuel assembly including Np region

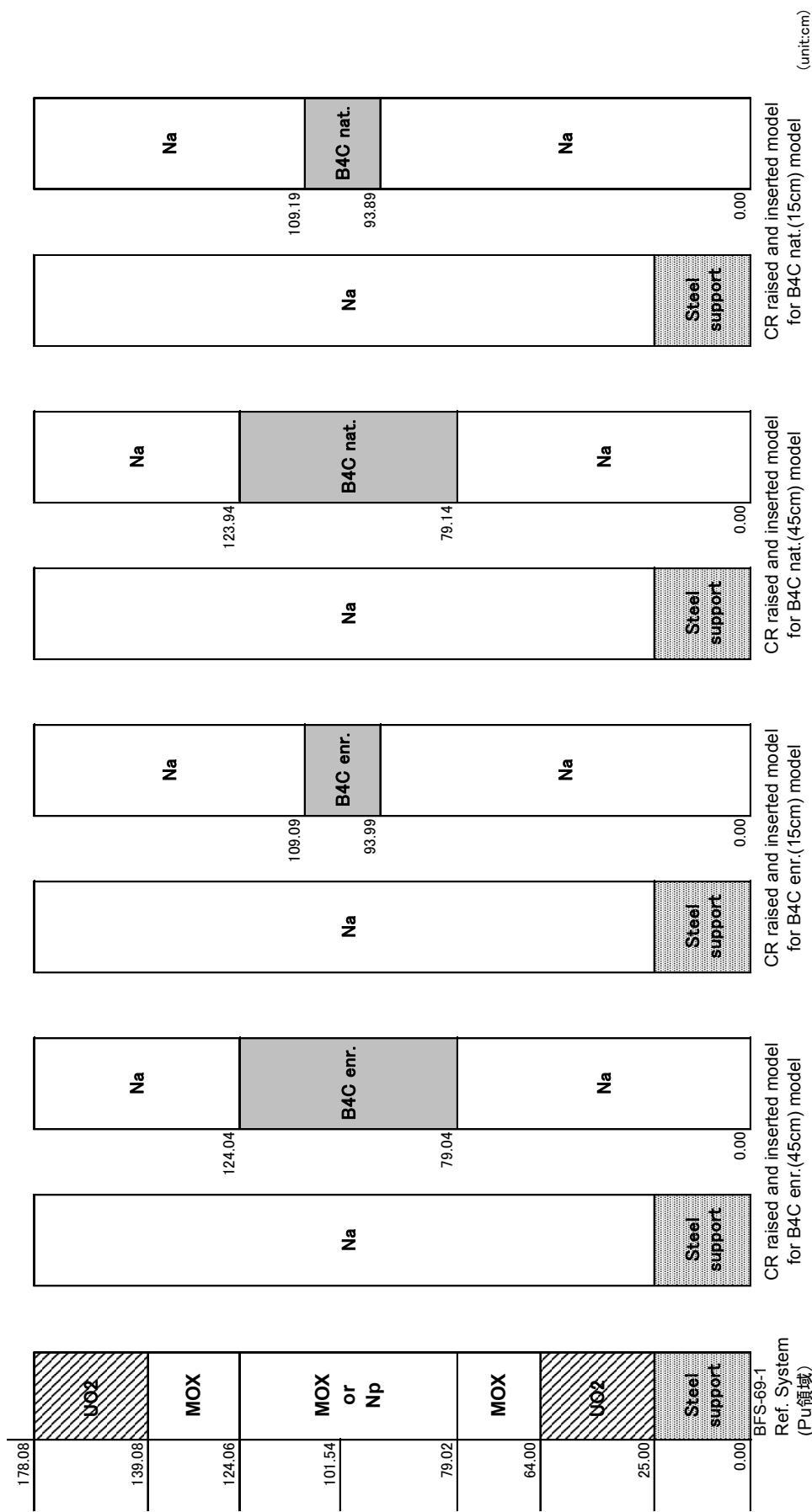


Fig.2.8 Axial position of control rods in BFS-69

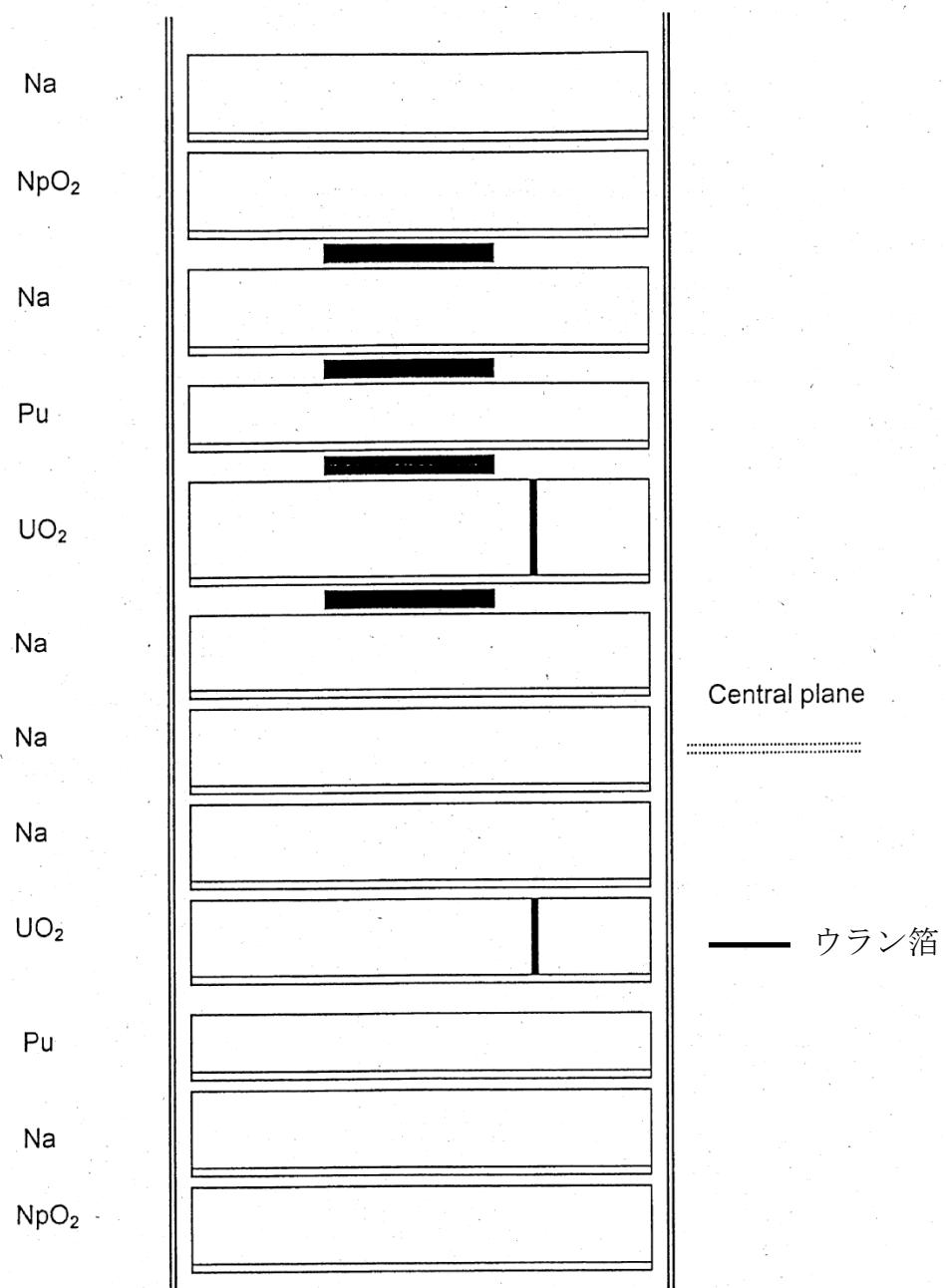


Fig.2.9 Foil positions in C28/F25 measurement of BFS-69  
(MOX region in BFS-69-2)

### 3. BFS-66-2 臨界実験の概要

本章では BFS-66-2 臨界実験の概要を述べる。

#### 3.1 BFS-66-2 体系の概要

BFS-66-2 臨界実験は 2003 年 5 月～10 月に IPPE の臨界実験装置 BFS-2 で実施された。BFS-2 は BFS-69 体系の実験が実施された BFS-1 と同じ建屋にあり、燃料ペレットも共通であるが、より大きな炉心を構成でき、ロシアの高速炉 BN-600 の模擬実験にも使用されている。BFS-66-2 体系は、BFS-66-1 体系<sup>2)</sup>の一部を変更して構成されたものであり、Np 装荷実験シリーズの他の体系 (BFS-67 や BFS-69) に比べて炉心体積が 3 倍以上大きい。異なる炉心間で Np 装荷の影響を把握することによって、実験解析結果の信頼性を高めるために有用である。

Pu 中の  $^{240}\text{Pu}$  の割合が高い (BFS-67 及び-69 の 4.6wt%に対し、10.2wt%) 点も特徴である。実際の原子炉級の Pu (例えば「もんじゅ」では 20wt%以上) に比べるとまだ低いが、 $^{240}\text{Pu}$  の核特性解析精度に与える影響を評価するために有用と考えられる。

体系の基本構成は BFS-69 体系と同様である。

炉心の径方向は、中心から順に 2 種類の MOX 領域 (Pu 富加度 15wt%,  $^{240}\text{Pu}/\text{Pu}$  10wt%又は 5wt%) と 2 種類の濃縮度のウラン領域(MEZ (Middle Enrichment Zone) 領域, HEZ 領域)からなり、その外側を Blanket 領域が囲んでいる。MOX 領域は Pu ペレット、劣化二酸化ウランペレット、Na ペレットから主に構成されている。MEZ 領域は濃縮二酸化ウラン、金属ウラン (濃縮度 36wt%)、及び劣化二酸化ウランを、HEZ 領域は金属ウラン (同 90wt%) と劣化二酸化ウランを、Blanket 領域は劣化二酸化ウランペレットのみを使用して構成されている。Fig.3.3 にセル構成を示す。

Na ペレットには不純物の有無が異なる 2 種類が使用されている。MOX, MEZ 領域の炉心部とプレナム部、制御棒模擬集合体には不純物を含まないものが、HEZ 領域、ブランケット及び遮へい体には、不純物 (水素) を含むもの(Na(old))が使用されている。

チューブ間には MOX 及び MEZ 領域にのみ円柱形状のステンレス stick が挿入されている。

BFS-66-1 体系との炉心構成の差異を Table 3.1 に示す。主に中心領域の Pu の組成が異なる。

Np の装荷は MOX 領域の  $\text{UO}_2$  ペレットを  $\text{NpO}_2$  ペレットに置換することによって実施された。 $\text{NpO}_2$  の装荷量は 9.0kg (Np としては 7.9kg) である。Np 装荷前(BFS-66-2)、装荷後(BFS-66-2A) の炉心構成を以下に記す。また、Fig.3.1, 3.2 には炉心の平面図及び 2 次元 R-Z 体系図を、Fig.3.3, 3.4 には MOX 領域、HEZ 領域、及び Np 装荷領域のセル構成を示す。参考までに BFS-66-1 体系のセル構成も記す。

MOX 領域のセルは、中心の MOX 領域、その周りの MOX 領域、及び Np を装荷した MOX 領

域がそれぞれ LEZ-66-2、LEZ-66-1、及び LEZ-66-2A と称されている。

①BFS-66-2 (BFS-66-2 炉心シリーズの基準炉心、Np 装荷なし)

LEZ-66-2 (集合体 91 体)、LEZ-66-1 (集合体 578 体)、MEZ 領域 (集合体 412 体)、HEZ 領域 (集合体 435 体)、径プランケット (集合体 2000 体) で構成される。

②BFS-66-2A (NpO<sub>2</sub> 装荷量 9.0kg)

BFS-66-2 の炉心中心燃料 28 体について、それぞれ 1 体中に含まれる 8 燃料セルの内、中心 4 燃料セルの UO<sub>2</sub>ペレット (2 カ所) が NpO<sub>2</sub>ペレットに置換されている。中心 4 セルにおける重核中の Np の割合は 13.0%、金属 Np 装荷量は 7.9kg である。

(参考) : BFS-66-1 (BFS-66-2 炉心のベース炉心)

LEZ-66-1 (集合体 669 体)、MEZ 領域 (集合体 412 体)、HEZ 領域 (集合体 487 体)、径プランケット (集合体 1990 体)

Table 3.1 Comparison of BFS-66-1 and BFS-66-2 core configurations

炉心名		BFS-66-1	BFS-66-2 <sup>*1</sup>
炉心領域サイズ		等価半径 : 109.2cm 炉心部高さ : 87.1cm 体積 : 3263 ℥	等価半径 : 107.6cm 炉心部高さ : 87.1cm 体積 : 3168 ℥
中心 MOX 領域 (high <sup>240</sup> Pu)	等価半径(cm)		25
	Pu 総重量(kg)		77
	Pu 富化度(wt%)		14.7
	<sup>240</sup> Pu/Pu(wt%)		10.2
MOX 領域	等価半径(cm)	74	
	Pu 総重量(kg)	467	423
	Pu 富化度(wt%)	15	
	<sup>240</sup> Pu/Pu(wt%)	4.6	
	組成(vol.%)	燃料 : 構造材 : Na : Void = 28 : 21 : 31 : 20	
MEZ 領域	等価半径(cm)	92	
	<sup>235</sup> U 総重量(kg)	323	
	U 濃縮度(wt%)	22	
HEZ 領域	<sup>235</sup> U 総重量(kg)	362	326
	U 濃縮度(wt%)	21	

\*1: 比較は Np 装荷前の体系で示す。

### 3.2 BFS-66-2 体系での測定概要

BFS-66-2 体系で測定された核特性（臨界性、Na ボイド反応度、制御棒価値、炉中心反応率比）の概要を述べる。

#### 3.2.1 臨界性

臨界性（過剰反応度）は、実験装置の運転用制御棒を全て引き抜き位置に移動した際（このとき運転用制御棒領域は隣接する領域と同じ構成となっている）に印加される正の反応度をペリオド法で測定することにより評価された。反応度測定用の検出器には、径プランケット領域の 120 度対称の 3 箇所のものが使用された。

#### 3.2.2 Na ボイド反応度

測定は炉心中心燃料 28 体及び 60 体について段階的に、軸方向中心 4 セルの全 Na ペレットを SUS 缶に置換し、置換前後の過剰反応度の差異を測定することによって実施された。最終的な（88 体置換時の）Na ペレットの置換総数は 1760 枚（Na 重量 24.6kg）である。

#### 3.2.3 制御棒価値

測定は炉心中心の集合体 1 体を制御棒に置換することによって実施された。まず、中心の燃料集合体を取り除いた状態で超臨界（反応度を補うために HEZ 領域に 6 体燃料集合体を追加している）とし、Na フォロワ（Na ペレットのみで構成される）集合体を挿入したときの出力の時間変化から逆運動特性法により反応度を評価する。次に、同じく中心の燃料集合体を取り除いた状態で、今度は制御棒集合体を挿入し、反応度を測定する。両者の反応度の差から、Na フォロワから制御棒に置換した場合の反応度を得る。

Fig.3.5 に制御棒と隣接領域の軸方向位置関係を示す。Type A が Na フォロワ集合体、Type B が制御棒集合体である。制御棒吸収体領域の高さは Np 装荷領域（LEZ-66-2A セル）と同じである。

#### 3.2.4 炉中心反応率比

3 種類の反応率比（F49/F25, F28/F25, C28/F25）が測定された。F49/F25, F28/F25 の測定には小型核分裂計数管（SFC）が使用された。C28/F25 については 2.2.4 節で述べた濃縮ウラン箔を使用する方法に加えて、天然ウラン箔と核分裂計数管を組み合わせて評価する方法も採用された。

SFC を用いる場合は、計数管を中心集合体の周囲の隙間に挿入して測定が実施された。

C28/F25 で放射化箔のみによって評価する場合は、濃縮度 37wt% のウラン箔（ $10 \times 11 \times 0.1$  又は  $10\text{mm} \Phi \times 0.1\text{mm}$ ）が使用された。核分裂計数管を組み合わせて評価する方法では、天然ウラン箔（ $10\text{mm} \Phi \times 0.1\text{mm}$ ）と 3 種類の核分裂計数管（SFC、大型核分裂計数管（LFC）、Triple 核分裂計数管）が使用された。Triple 核分裂計数管は LFC の一種であり、形状はほぼ同じであるが、検出器内に 3 種類（ $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ）の層があり、各層の信号を同時に得ることができる。いずれの核分裂計数管も既知の中性子源や文献値を基に F49 の絶対値があらかじめ評価されている。F25 については F49 に対する相対値のみが評価され、C28/F49\*F49/F25 によって C28/F25 の絶対値を得る。本手法は新たに導入されたものであるため、その妥当性を確認するため、検出器の組み合わせを変えて測定結果を比較評価している。

Table 3.2, 3.3、Fig.3.6 に測定時の検出器や放射化箔の位置、及び対応する測定結果を示す。

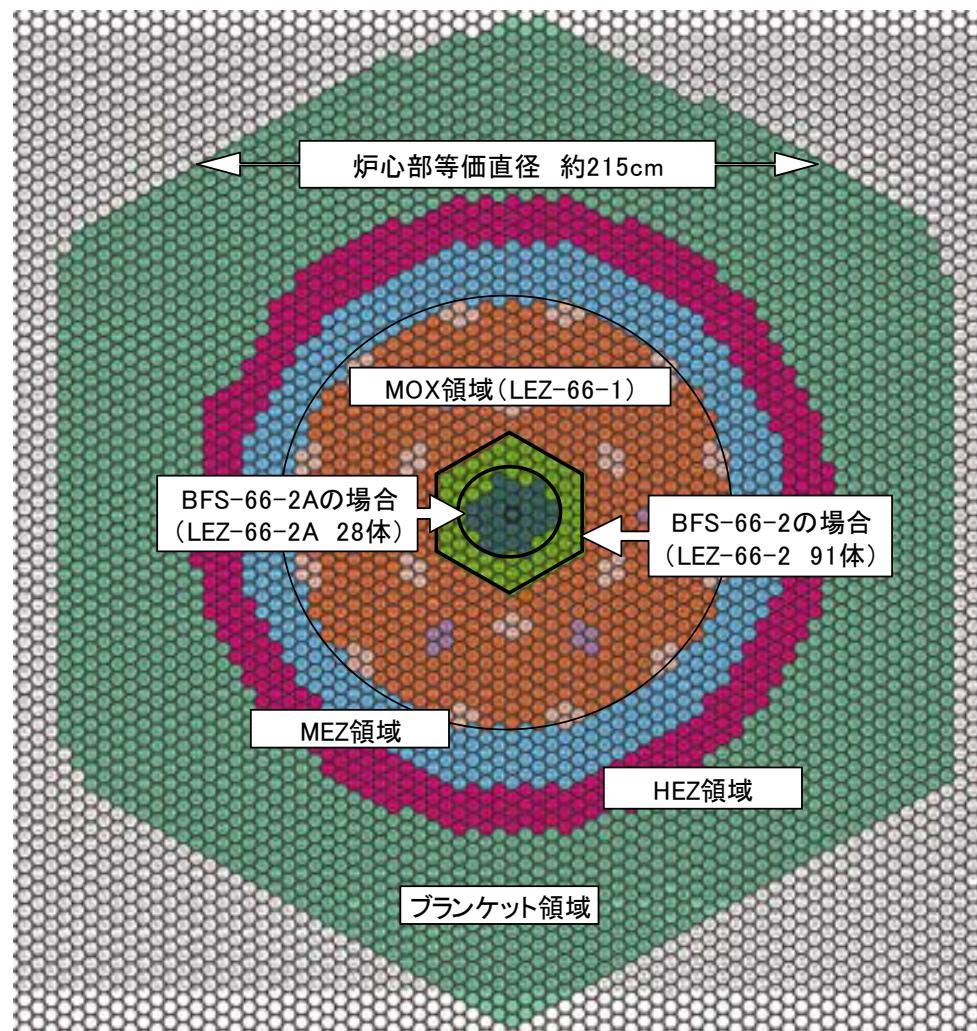


Fig.3.1 Core configuration of BFS-66-2

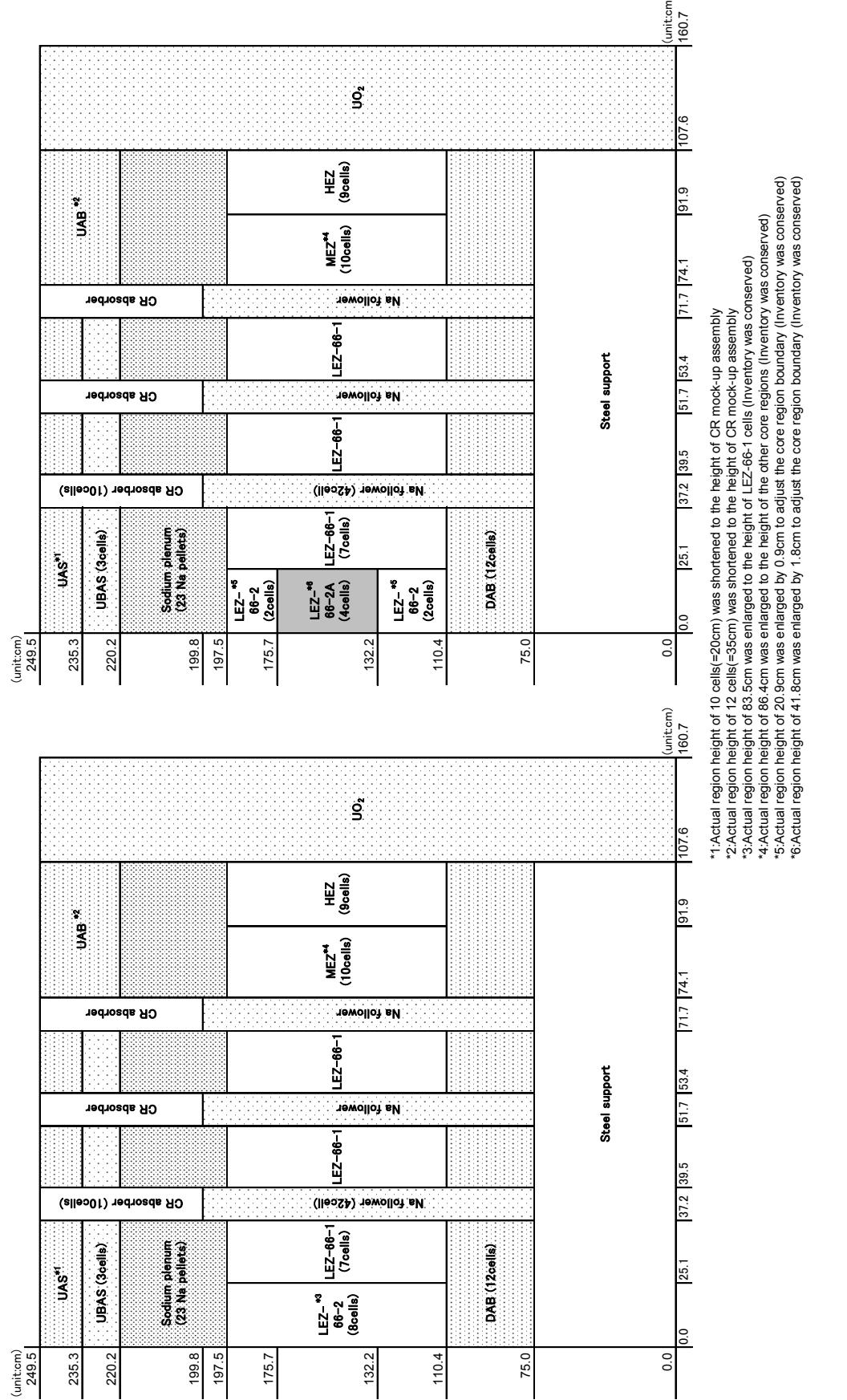
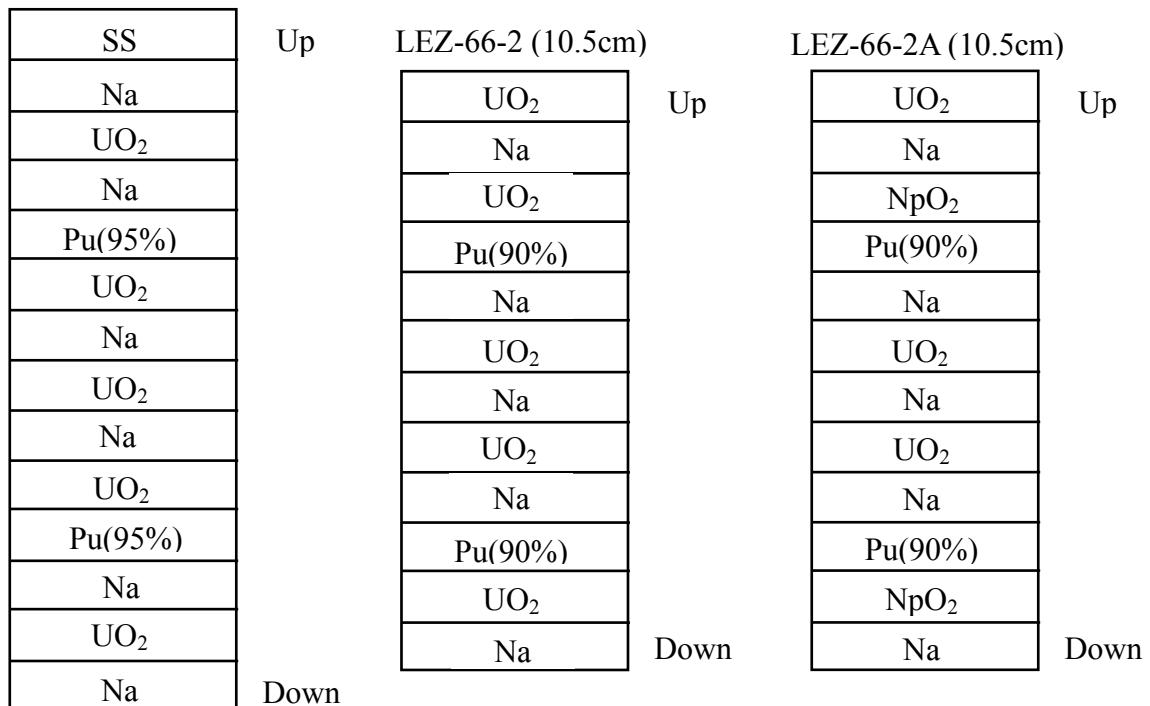


Fig.3.2 RZ layout of BFS-66-2 and BFS-66-2A

- 19 -

LEZ-66-1 (12.4cm)



MEZ (8.6cm)

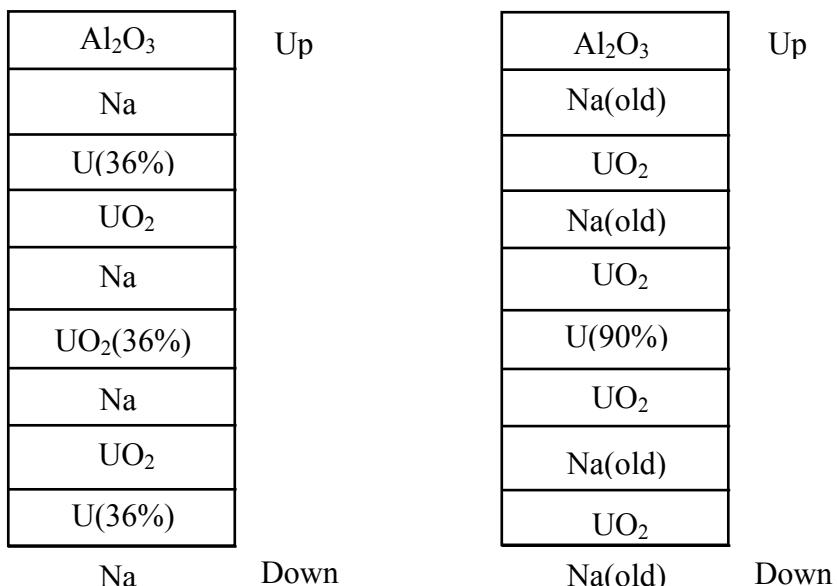


Fig.3.3 Structure of fuel cells in BFS-66-2

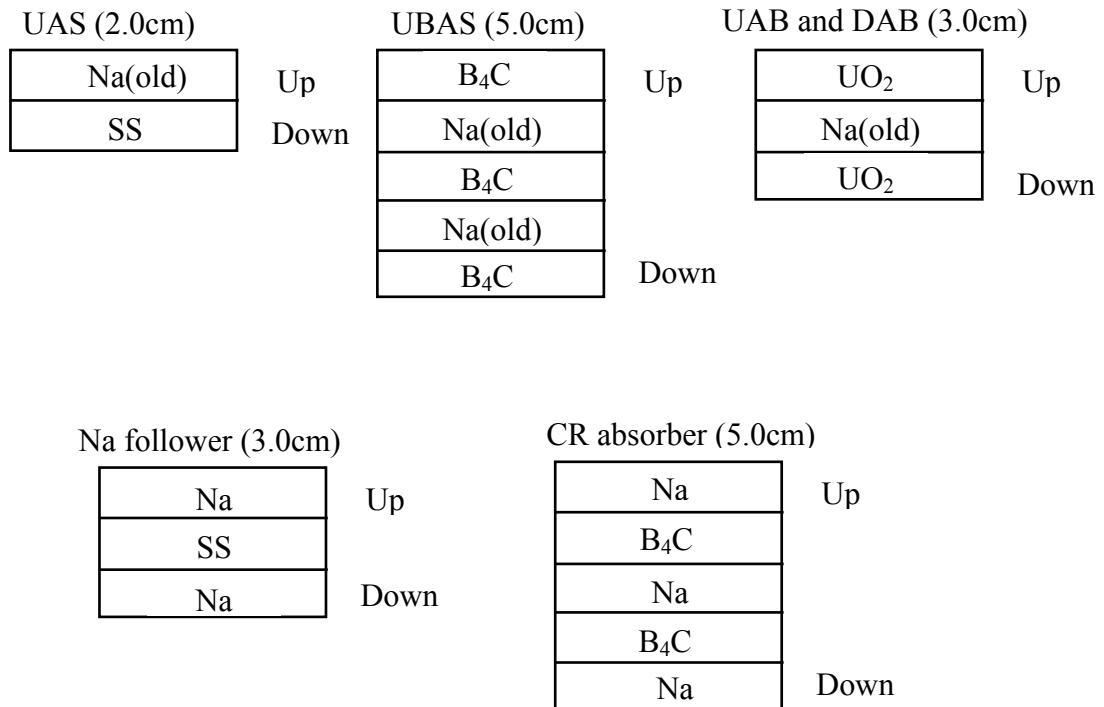
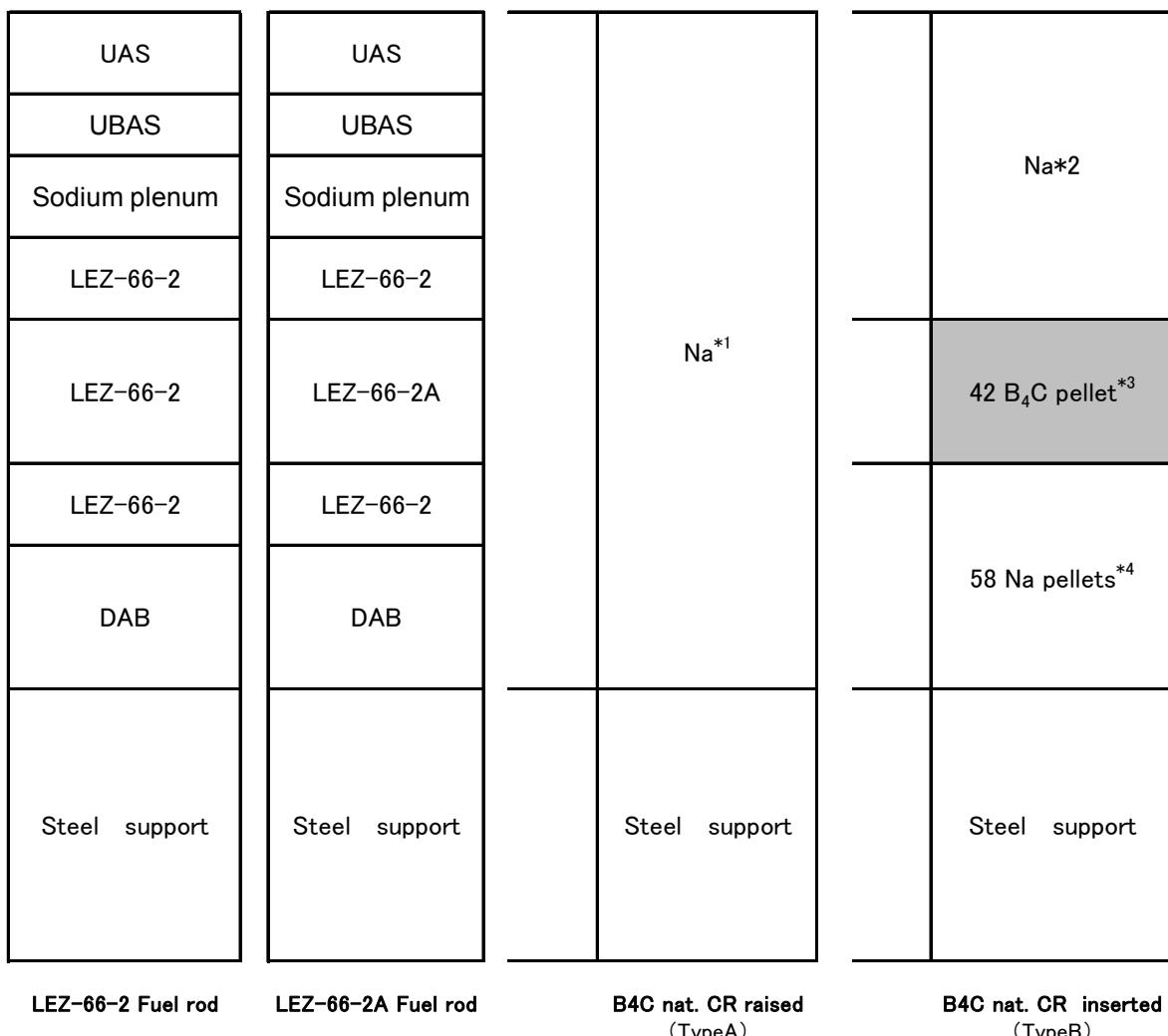


Fig.3.4 Structure of other cells in BFS-66-2



\*1:Actual region height of 160 cells(=158cm) was extended to the height of the other assemblies

\*2:Actual region height of 60 cells(=59cm) was extended to the height of the other assemblies

\*3:Actual region height of 42 cells(=42cm) was extended to the height of the central fuel region (43.55cm)  
(Inventory was adjusted accordingly)

\*4:Actual region height of 58 cells(=57.4cm) was shortened by 0.2cm to adjust the region boundary

Fig.3.5 Axial position of control rods in BFS-66-2

Table 3.2 Detector information in C28/F25 measurement of BFS-66-2

	Index	Measurement number			
		1,3	2,4	5	6
Absolute technique	C28/F49	C28	Foil 1 in Position 1 <sup>*1</sup>	Foil 2 in Position 3	Foil 6 in Position 5
		F49	Pu SFC <sup>*1</sup> in Position 4	Pu SFC <sup>*2</sup> in Position 3	Pu LFC in Position 5
	F49/F25	F49	Pu SFC in Position 4	Pu SFC in Position 3	Triple chamber in Position 5
		F25	<sup>235</sup> U SFC in Position 4	<sup>235</sup> U SFC in Position 3	Triple chamber in Position 5
Activation technique	C28/F25	C28	Foils 4,5 in Position 1	Foil 3 in Position 2	Foil 7 in Position 5
		F25	Foils 4,5 in Position 1	Foil 3 in Position 2	Foil 9 in Position 5

\*1:See Fig.3.6 about Positions 1–5

\*2:Absolute value was obtained using Pu LFC

Table 3.3 Results of C28/F25 measurement of BFS-66-2

Measurement number	Core	Absolute technique			Activation technique C28/F25	Absolute / Ativation
		C28/F49	F49/F25	C28/F25= C28/F49* *F49/F25		
1	BFS-62-2	0.1376± 0.0026	0.951± 0.015	0.1309± 0.0032	0.1280	1.022± 0.025
2		0.148± 0.003	0.940± 0.015	0.1391± 0.0036	0.1344	1.035± 0.027
3	BFS-62-2A	0.1281± 0.0025	0.974± 0.015	0.1248± 0.0031	0.1290	0.967± 0.024
4		0.1402± 0.0027	0.965± 0.015	0.1353± 0.0033	0.1393	0.971± 0.024
5		0.1558± 0.0020	0.965± 0.013	0.1503± 0.0028	0.1493	1.007± 0.019
6		0.1513± 0.0020	0.965± 0.013	0.1460± 0.0028	0.1488	0.981± 0.019
						Average 0.9974 ± 0.023

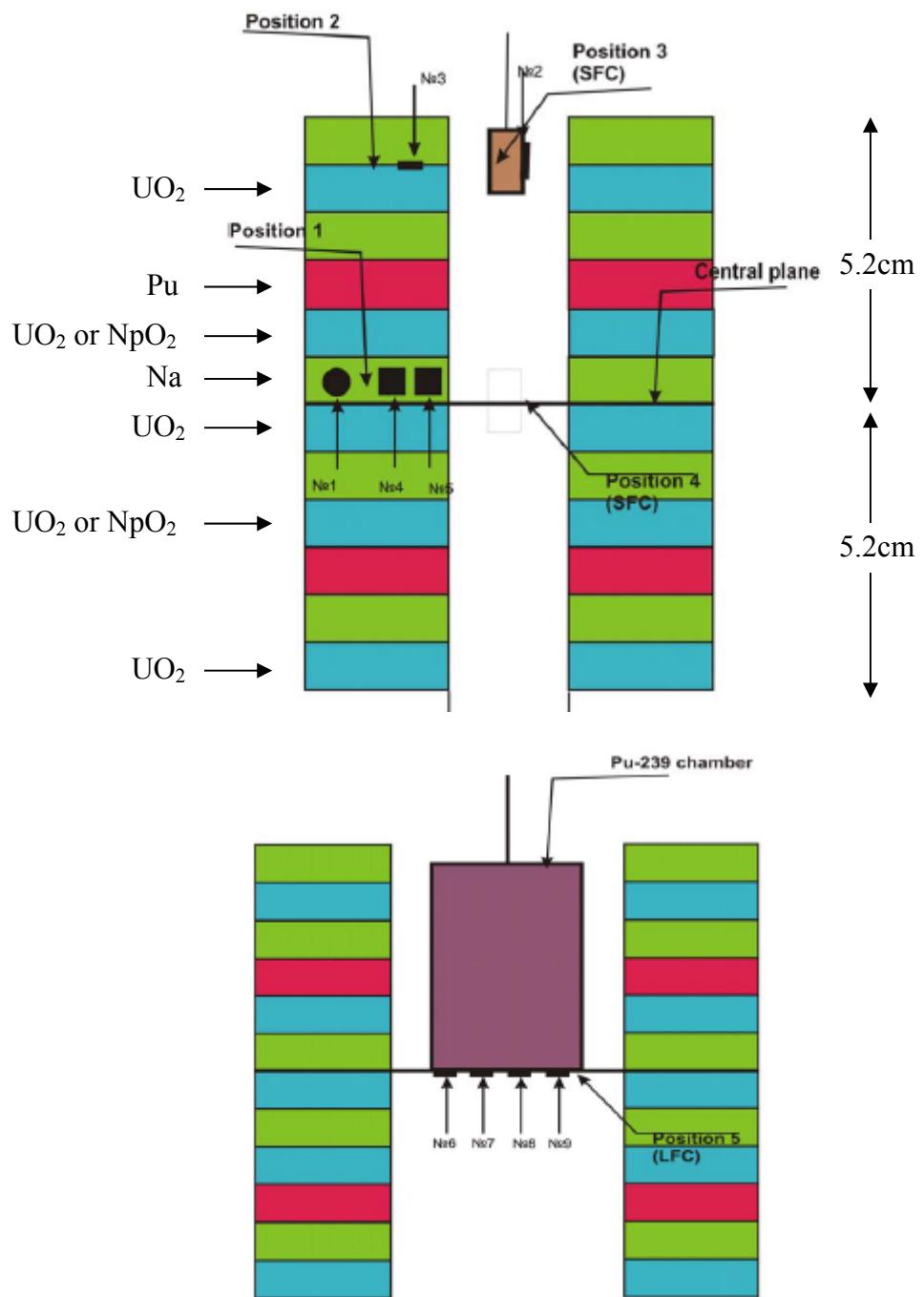


Fig.3.6 Detector or foil positions in C28/F25 measurement of BFS-66-2

## 4. BFS-69 及び BFS-66-2 臨界実験の解析

BFS-69 体系の 2 炉心 (BFS-69-1, -2)、BFS-66-2 体系の 2 炉心 (BFS-66-2, -2A) で測定された核特性の解析手法及び結果を述べる。

### 4.1 解析方法

解析は他の BFS 臨界実験解析<sup>1),2)</sup>と同様、3 次元 Hex-Z 体系の拡散計算結果を基準計算値とし、輸送補正などを適用して実施した。核データ間の差異を検討するため、炉定数には 4 種類の核データ (JENDL-3.2<sup>3)</sup>, JENDL-3.3<sup>4)</sup>, JENDL/AC-2008<sup>5)</sup>, ENDF/B-VII<sup>6)</sup> のものを使用した。

#### 4.1.1 原子個数密度の算出

他の BFS 臨界実験解析と同様ペレット内部の構造についての情報が存在しないため、また、格子計算が 1 次元モデルに限定されているため、以下の考え方に基づきミート部及びシェル部（被覆）の高さ、密度を算出した。

- ①ミート部をペレット外径まで広げ、密度を保存するようにミート部の高さを設定する。
- ②ペレットの高さから①を差し引いてシェル部（被覆部）の高さを設定する。すなわち、ミートとシェル間の空隙はシェルに含める。
- ③ペレット側面のシェルをミート部の上下部の領域に含め、密度をシェル重量、ペレット外径及び②で設定したシェル高さから算出する。

ペレット情報から算出した領域長は炉心体系モデルの領域長（実測値）と異なる場合がある。その場合は炉心体系モデルの領域長を正とし、インベントリを保存するように原子個数密度を調整する。

格子計算には 1 次元プレートストレッチモデルを適用した。Fig.4.1.1 にモデル化の概念を示す。燃料ペレットのミート部側面に存在するチューブとステンレス棒（使用の場合のみ）は燃料核種を含まない領域に均一に含めた。本手法の妥当性は文献<sup>7),8)</sup>で確認されている。

#### 4.1.2 格子計算

格子計算コード SLAROM-UF<sup>9)</sup>を使用した。燃料を含むセル（ブランケットを含む）については 1 次元非均質モデルを用い、臨界バッククリングを適用した。制御棒セルの吸収体部については、吸収体部、チューブ及び制御棒を囲む燃料領域についてそれぞれの均質化密度を用いて R 方向 1 次元スーパーセル計算を実施し、吸収体及びチューブの均質化実効断面積を作成した。反応率比保存法は適用していないが、径方向の非均質性が弱いため核特性評価結果に有意な差異は生じない。非均質セルのバックグラウンド断面積の算出には TONE の手法<sup>10)</sup>を用いた。その他の領域は均質モデルにより作成した。

#### 4.1.3 炉心計算モデル

炉心計算モデルは Hex-Z 体系とし、IPPE より得た炉心レイアウト情報に基づき領域を区分し

た。一部の計算では 2 次元 RZ 体系を用いた。その際、R 方向の領域は各領域の面積を保存するよう設定した。炉心内に点在する模擬制御棒領域については、面積と中心位置を保存してリンク状にモデル化した。

#### 4.1.4 基準計算

体系計算は拡散計算コード CITATION-FBR<sup>11)</sup>を用いてエネルギー70 群 3 次元 Hex-Z 体系で実施した。サンプルドップラー反応度及び微少サンプル反応度については 2 次元 RZ 体系を用いた。これは、測定が炉心中心で実施されており、かつ、モデルの影響を受けにくいためである。

燃料領域の拡散係数には Benoist の異方性拡散係数<sup>12)</sup>を用い、 $\chi$ スペクトルには領域依存性を考慮した。

反応度の単位変換に用いる実効遅発中性子割合は、摂動計算コード PERKY<sup>13)</sup>に Tuttle<sup>14)</sup>(1979) の Yield、Saphier<sup>15)</sup>(1977) の遅発中性子スペクトルを、<sup>237</sup>Np については Brady & England<sup>16)</sup> のデータを使用して評価した。

Na ボイド反応度については PERKY を用いた厳密摂動計算で評価した。

制御棒価値については制御棒挿入前後の実効増倍率から算出した。制御棒の挿入モデルについては解析モデルが複雑なため SUPPORT 部を無視したモデルを使用した。この影響については無視できることを基準計算値で確認している。また、実際の測定では制御棒挿入位置のステンレス stick をあらかじめ取り除いているが、簡略化のため、解析では stick が常に存在するものとした。stick 部はフォロワと制御棒で共通であるため、制御棒価値への影響は無視できる。

反応率比については拡散計算で得られた炉心中心位置での中性子スペクトルにその位置で使用された燃料セルのセル平均実効ミクロ断面積を乗じて評価した。

#### 4.1.5 補正計算

輸送・メッシュ補正とエネルギー群数補正を考慮した。反応率比についてはセルファクターも考慮した。

##### (1)輸送・メッシュ効果

輸送メッシュ効果の算出には、体系、核特性によって異なる方法を適用した。

BFS-66-2 体系の臨界性、制御棒価値に対しては炉心内に局所的に制御棒フォロワが存在することから六角体系用 Sn 輸送計算コード MINIHEX<sup>17)</sup>を用いた。その他については 2 次元輸送計算コード TWODANT<sup>18)</sup>を用いた 2 次元 RZ 計算によって輸送計算値を求めた。MINIHEX を用いる場合は計算時間の観点からエネルギー18 群とし、その他は 70 群とした。 $\chi$ スペクトルには中心 MOX 領域のものを全領域に適用した。反応度関連の核特性は SNPERT<sup>11)</sup>を使用した厳密摂動計算で評価した。

輸送計算に用いるメッシュ幅、Sn 次数については、パラメータサーベイに基づき、無限メッシュ数、無限 Sn 次数相当の値が得られるように設定した。サーベイ結果の例を Table 4.1.1 に示す。Pn 次数は基本的には 0 とし、輸送補正を適用（自群散乱断面積を輸送断面積と全断面積の差で補正）した。ただし、BFS-69 の臨界性に対しては、小型炉心で散乱の非等方性の影響を受けやすいため、Pn 次数は 3 とし、Consistent 近似（自群散乱断面積を P0 全断面積と高次 Pn 全断面積の差で補正）を適用した。

輸送・メッシュ効果を算出するための拡散計算値には Benoist の異方性拡散係数の平均値、

中心 MOX 領域の  $\chi$  スペクトルを使用した結果を使用した。輸送・メッシュ効果は得られた輸送計算値と拡散計算値による核特性の差、又は比によって評価した。臨界性については、輸送効果とメッシュ効果を分けて評価した。

各核特性の輸送・メッシュ補正値の評価時に用いた炉心体系及びエネルギー群数等を Table 4.1.2 にまとめる。

Table 4.1.1 Parameter survey result for transport and mesh correction

体系モデル		HexZ		RZ	
炉心名		BFS-69-1	BFS-67-1R	BFS-69-1	BFS-67-1R
等方拡散計算値		0.99202	0.99120	0.99353	0.99266
径倍メッシュ計算値		0.99079	0.99036	0.99198	0.99196
軸倍メッシュ計算値		0.99143	0.99057	0.99290	0.99204
メッシュ補正値		-0.00225	-0.00185	-0.00290	-0.00176
輸送計算値	P0S4	1.00091	0.99483	1.00420	0.99787
	P0S8			1.00267	0.99700
	P3S4			0.99888	0.99422
	P3S8			1.00096	0.99598
	P5S8			1.00083	0.99588
	P3S16			1.00086	0.99592
	P0S8倍メッシュ			1.00269	0.99715
	P3S8倍メッシュ			1.00099	0.99613
輸送補正値	P0S4	<b>0.0111</b>	<b>0.0055</b>	0.0136	0.0070
	P0S8			0.0120	0.0061
	P3S4			0.0082	0.0033
	P3S8			<b>0.0103</b>	<b>0.0051</b>
	P5S8			0.0102	0.0050
	P3S16			0.0102	0.0050
	P0S8倍メッシュ			0.0121	0.0062
	P3S8倍メッシュ			0.0104	0.0052

\*メッシュ設定は5cm/mesh

Table 4.1.2 Calculation condition in transport calculation

核特性（炉心体系）	体系モデル	群数
臨界性(BFS-66-2)	3 次元 Hex-Z (P0S4, 5cm/mesh)	18
制御棒価値(BFS-66-2)	3 次元 Hex-Z (P0S4, 5cm/mesh)	18
Na ボイド反応度(BFS-66-2)	2 次元 RZ (P0S8, 5cm/mesh)	70
臨界性(BFS-69)	2 次元 RZ (P3S8, 5cm/mesh)	70
Na ボイド反応度(BFS-69)	2 次元 RZ (P0S8, 2.5cm/mesh)	70
制御棒価値(BFS-69)	2 次元 RZ (P0S8, 5cm/mesh)	70
反応率比	2 次元 RZ (P0S8, 5cm/mesh)	70
ドップラー反応度	2 次元 RZ (P0S8, 5cm/mesh)	70
サンプル反応度	2 次元 RZ (P0S8, 5cm/mesh)	70

## (2)セルファクター

反応率比のみに考慮する補正值である。セルファクターは、着目核分裂核種の密度分布の違い（検出器内では均質であり、格子計算内では燃料プレートの分布に従う）を補正する。

集合体間に挿入される核分裂計数管を連続エネルギーモンテカルロコード MVP<sup>19)</sup>で模擬し、計数管位置での反応率と対象核種がセル構成に従って分布しているとしたときの反応率との比によりセルファクターを得た。後者は炉心計算で得られる反応率に対応し、セルファクターを乗じることによって計数管位置での反応率に換算する。

なお、反応率比がウラン箇で測定されている場合は、箇が局所的に分散して設置されるため、モデル化が困難である。そこでセル全体に箇が挿入されているものと見なし、SLAROM-UF の（超微細群+175 群）計算により得たセル内中性子束分布を用い、対象核種がセル全体に薄く均一に存在する場合の反応率と対象核種がセル構成に従って分布しているとしたときの反応率との比よりセルファクターを得た。

セルファクターについては JENDL-3.2 又は JENDL-3.3 に基づいて算出した 1 種類の評価値を全ての核データの結果に適用した。

### (3) エネルギー群数補正

基準計算は 70 群に離散化しているため、SLAROM-UF の超微細群+詳細群計算機能(52keV 以下を超微細群 (10 万群)、それ以上を 175 群構造で扱う)を使用し、エネルギー群数無限に相当する結果に補正する。

得られる 175 群断面積を用いて基準計算を 175 群で実施し、基準計算値との差、又は比をエネルギー群数補正值とした。

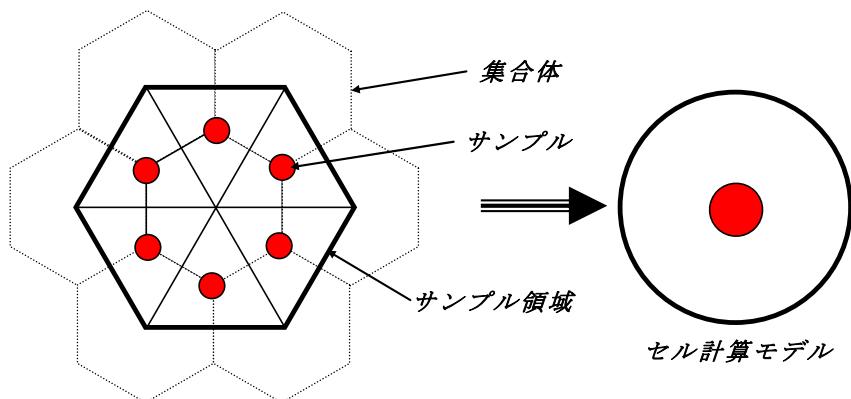
#### 4.1.6 サンプル反応度とドップラー反応度の解析法の補足

サンプル反応度とドップラー反応度については、解析手法が特殊であり、以下に補足する。

##### (1) サンプル反応度

JUPITER 臨界実験解析のサンプル反応度解析<sup>20)</sup>では、実験情報でサンプルサイズの補正值が報告されていたが、BFS-69 体系の実験では評価されていないため、サンプルサイズを解析で考慮する必要がある。そこでサンプル領域の実効定数を BFS-62-5 体系の解析<sup>21)</sup>で考案した以下の方法を使用して求めた。

- ・サンプル領域を下記左図のように 3 集合体に相当する領域（図の太線で囲まれた六角形）とし、均質化断面積を求めた。



サンプルを挿入する箇所は左図の●の位置（炉心中心とそれに隣接する燃料の隙間六ヶ所）のいずれかであり、挿入するサンプルによりその個数が異なる（例えば、<sup>235</sup>U は 2 個、<sup>238</sup>U は 4 個）。そこで外側に巻く燃料の量をサンプルに応じて以下のように設定した。

サンプル 2 個のとき：サンプル 1 つを 3/2 集合体分の燃料で巻いたモデル

(3 集合体にサンプル 2 個→サンプル 1 個あたり、3/2 集合体)

サンプル 3 個のとき：サンプル 1 つを 3/3 集合体分の燃料で巻いたモデル

サンプル 4 個のとき：サンプル 1 つを 3/4 集合体分の燃料で巻いたモデル

サンプルのサイズには実際の値を使用し、その周りに巻く燃料のサイズを上記のように設定した。その際、燃料の密度はセル内のサンプルの占有率分濃くし、インベントリを保存した。

また、実験におけるサンプル領域の高さは 12.1cm～13.0cm の範囲でばらついているが、解析ではその高さを一定にし(13.20cm)、サンプルの原子個数を保存するようにサンプルの密度を調整した。

サンプル領域（燃料集合体 3 体分の領域（等価半径 4.6379cm）、高さ 13.20cm）について燃料セル（均質）をサンプル入りのセルに置換した時の反応度を一次摂動計算により評価した。

## (2) ドップラー反応度

BFS-62-5 体系の解析<sup>2)</sup>と同様に以下のように実施した。

$\text{UO}_2$  サンプル温度が 300K の時の中性子束及び随伴中性子束を用い、サンプルの温度上昇による実効断面積変化を用いて一次摂動計算により反応度を得た。

実験ではダミーの容器を用いることによってサンプルのみの反応度を測定しているので、解析モデルにも収納容器は含めていない。サンプルの実効断面積はサンプル、チューブ、中心領域の燃料 2 周分からなるスーパーセルモデルで作成した。

炉心計算時にはサンプルの上下及び周囲はチューブと stick を均質化した領域とした。また、ヒーターは無視した。

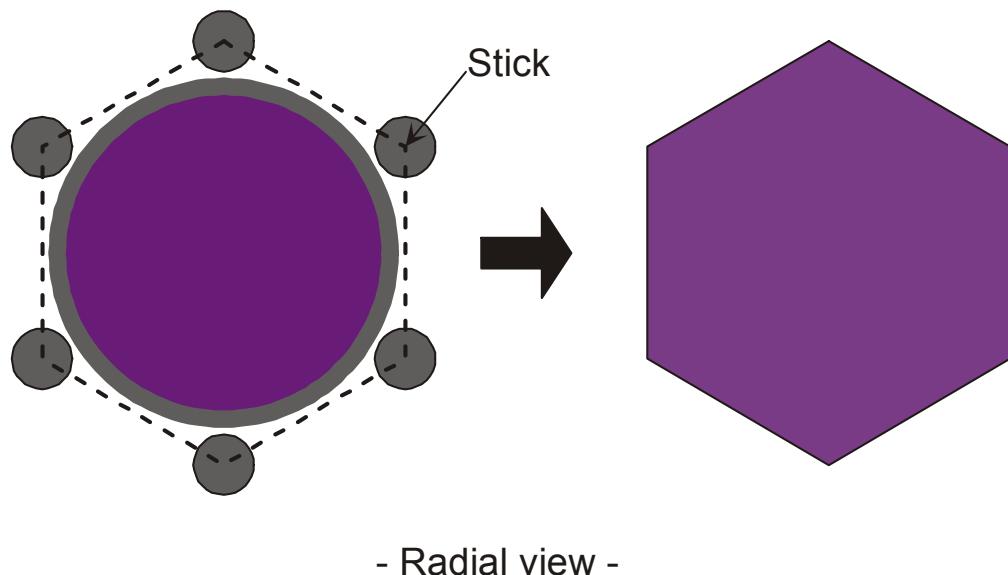
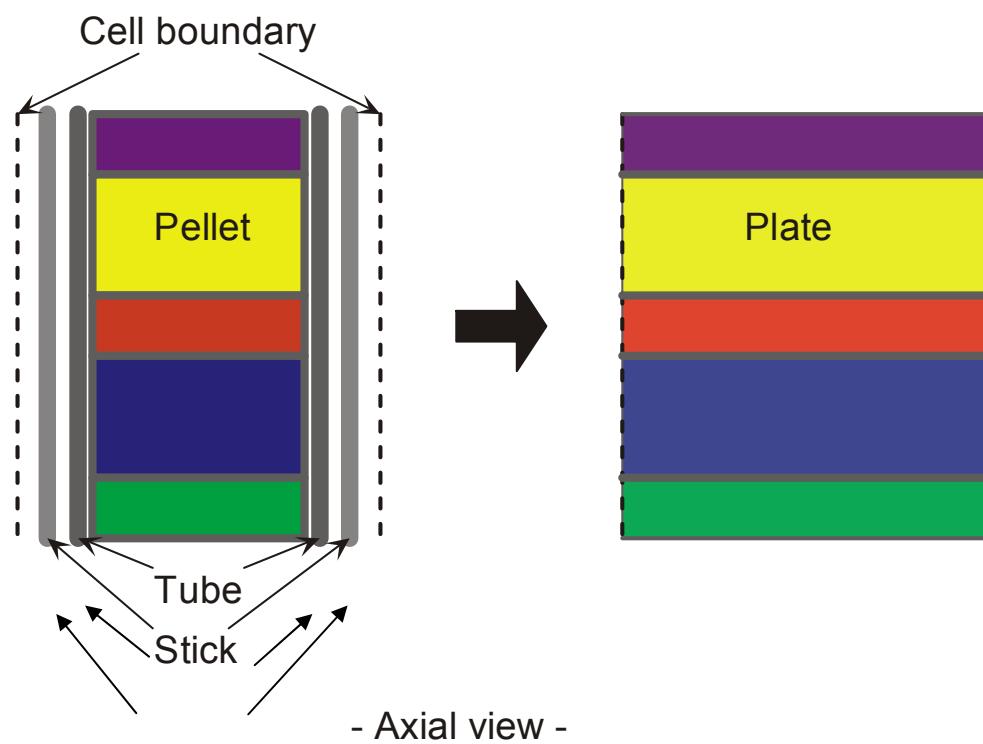


Fig.4.1.1 Plate stretch modeling of BFS cell

## 4.2 Np 装荷による核特性の変化の概要

解析結果を示す前に、Np 装荷による核特性の変化の概要を述べる。

本試験での Np 装荷は、劣化 UO<sub>2</sub>ペレットを NpO<sub>2</sub>ペレットに置換することによって実施している。Fig 4.2.1 に <sup>238</sup>U と <sup>237</sup>Np の捕獲、核分裂断面積を比較する。<sup>237</sup>Np は 1MeV 以上で核分裂反応が、それ以下では捕獲断面積が <sup>238</sup>U に比べて大きい。

Fig.4.2.2~4.2.5 には BFS-69、BFS-66-2 の各体系について、Np 置換前後の中性子スペクトルと随伴中性子スペクトルを Np 装荷領域の炉心中心位置で比較する。Np の装荷により中性子スペクトルが硬化し、随伴中性子束スペクトルが 100keV 以下で平坦化する。

これによる核特性変化としては、制御棒価値の低下、Na ボイド反応度の正側への移行（Na 除去に伴うスペクトル硬化の寄与）、閾値反応を伴う核分裂反応率比の増加が挙げられる。

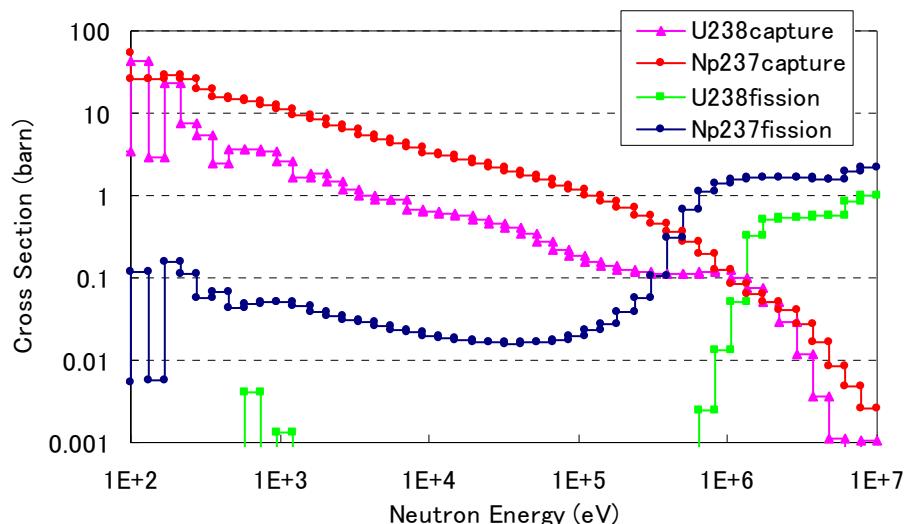


Fig.4.2.1 Comparison of <sup>238</sup>U and <sup>237</sup>Np cross sections (JENDL-3.3)

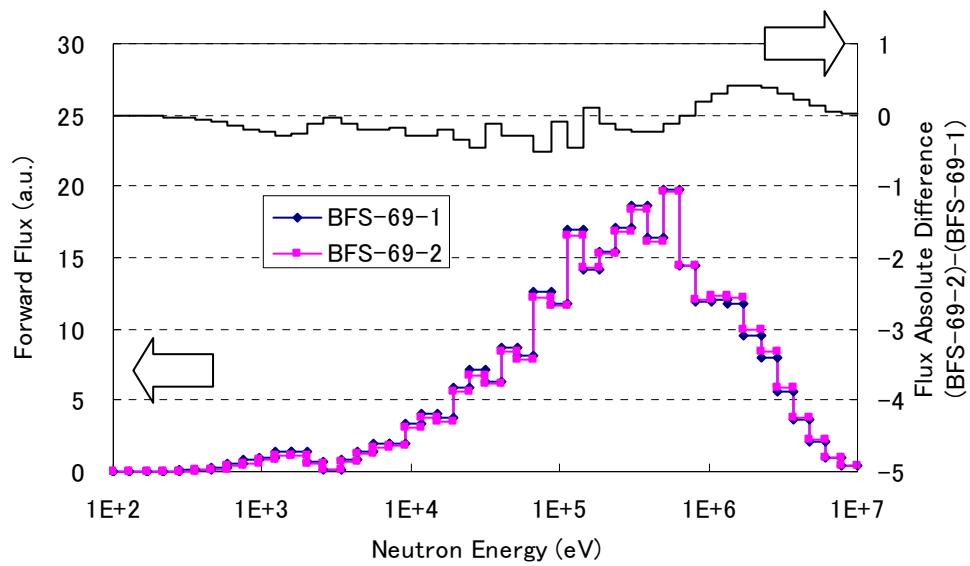


Fig.4.2.2 Comparison of neutron flux between BFS-69-1 and BFS-69-2

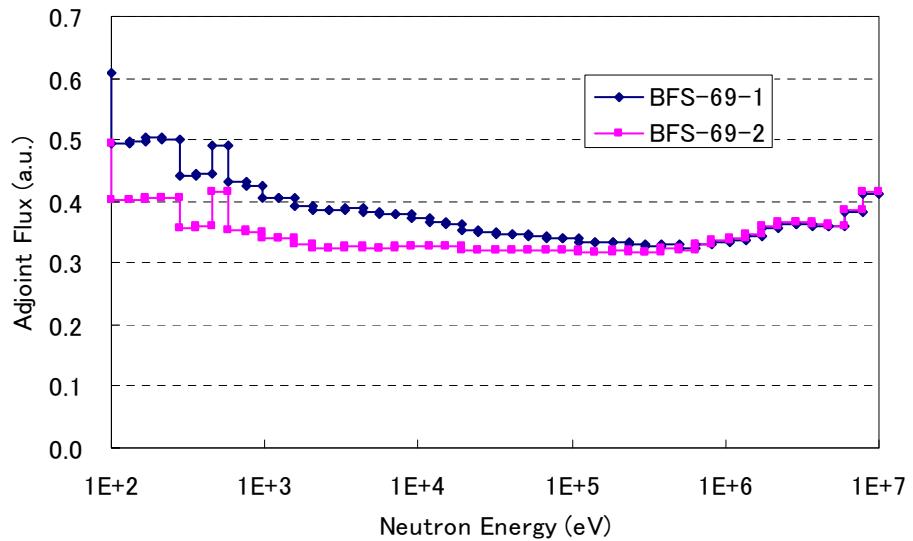


Fig.4.2.3 Comparison of adjoint flux between BFS-69-1 and BFS-69-2

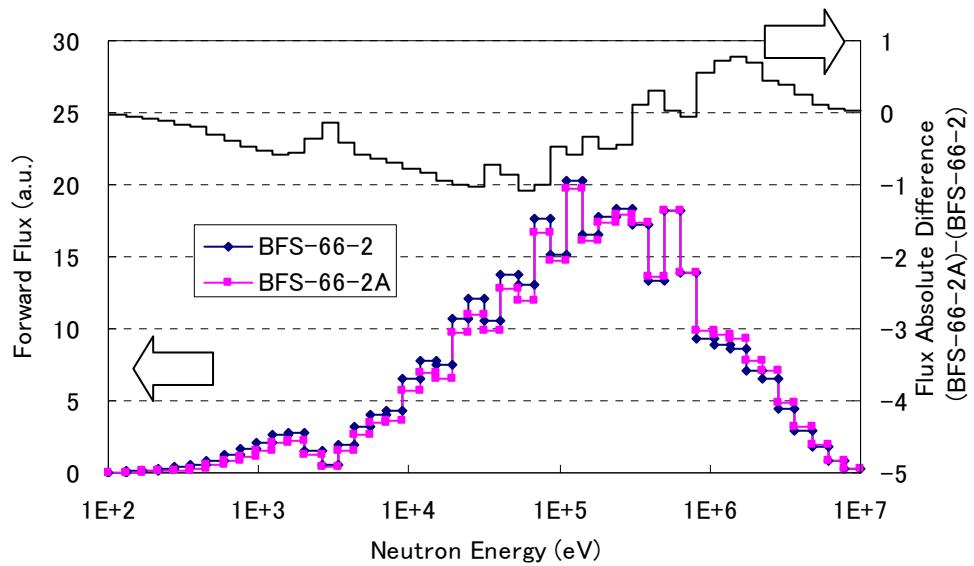


Fig.4.2.4 Comparison of neutron flux between BFS-66-2 and BFS-66-2A

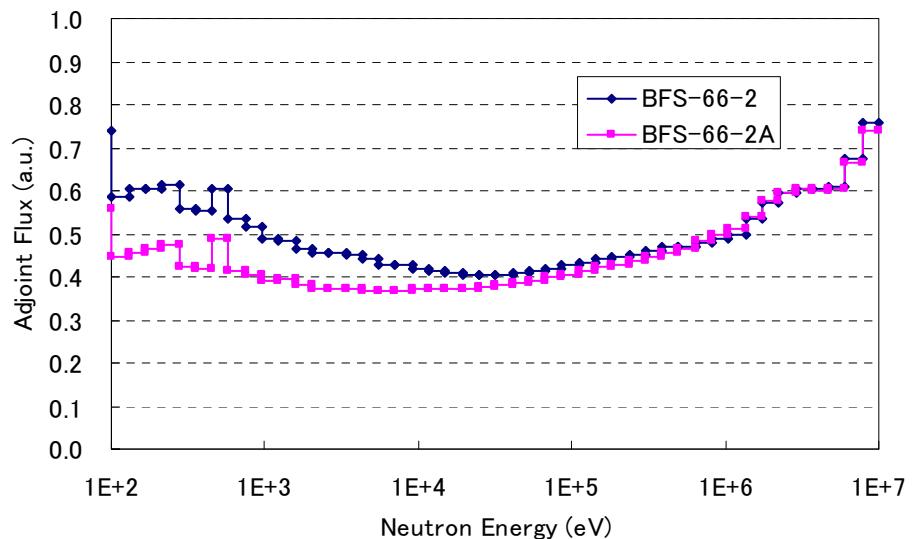


Fig.4.2.5 Comparison of adjoint flux between BFS-66-2 and BFS-66-2A

## 4.3 解析結果

核特性毎に解析結果を示す。4種類の核データ（JENDL-3.2, JENDL-3.3, JENDL/AC-2008, ENDF/B-VII）の結果を比較する。臨界性とNaボイド反応度についてはBFS-67体系の結果（付録A）も示す。ENDF/B-VIIの結果の詳細については付録Bにまとめている。

### 4.3.1 臨界性

Table 4.3.1, 4.3.2, Fig.4.3.1 に臨界性の解析結果を示す。実験誤差は IPPE の実験報告書には記載されていない（評価されていない）ため、同じ BFS 臨界実験装置で実施された他の体系の結果<sup>21), 22)</sup>から類推した。それらの文献では BFS-1 装置と BFS-2 装置（それぞれ BFS-69 体系、BFS-66-2 体系の実験に使用された）での実験について誤差を評価しており、ともに 0.3%dk/k と得ている。このうち、0.15%dk/k は再現性の誤差であり、本実験体系にそのまま適用できる。同文献において誤差が比較的大きい濃縮度 36wt% のウランペレット（濃縮度で 0.4%、重量で 0.3% の系統誤差）や不純物含有 Na（0.2%dk/k の誤差要因）の寄与は本実験では小さい、あるいは考慮しなくてよいため、本実験では誤差合計値は幾分小さくなると思われる。そこで、本実験(BFS-67, BFS-69, BFS-66-2 体系共通)の誤差として 0.2%dk/k を設定した。

BFS-69 体系の結果は他の体系に比べると C/E 値が幾分大きめである。JENDL/AC-2008 と JENDL-3.3 でその傾向が顕著であり、BFS-67 体系に対して +0.5%dk/k 以上の差異がある。

Np 装荷による C/E 値の変化 (BFS-67, BFS-69, BFS-66-2 各体系内での C/E の差異) は、核データによらず、BFS-69 体系では -0.1% であり、BFS-67 と BFS-66-2 体系では確認できない。

### 4.3.2 Na ボイド反応度

Table 4.3.3-4.3.8、Fig.4.3.2 に Na ボイド反応度の解析結果を示す。ENDF/B-VII 以外は BFS-69-2 で C/E が極端に悪化している。BFS-69-2 のケース (Table 4.3.4) は非漏洩項と漏洩項の絶対値がほぼ等しいため、各項の微少な誤差により合計値がゼロ近傍で変化することが 1 つの要因である。

ただし、解析値と実験値の差(C-E 値)で見た場合 (Fig.4.3.3) でも ENDF/B-VII 以外は有意に悪化している。BFS-69 体系は漏洩の寄与が大きく、輸送補正值に改善の余地があることも要因と考えられる。4.1.5 節の輸送・メッシュ効果の解析法で述べたように、散乱の非等方性の考慮として、臨界性では P3 計算を使用し、それ以外では P0 計算を使用している。輸送摂動計算コード SNPERT の制限によるものであるが、参考として近似的に P3 計算で評価した場合を付録 C に示す。C-E 値は全般的に改善しているが、核データ間の大小関係は変わらない。非等方性の影響が比較的小さい BFS-66-2 体系でも ENDF/B-VII 以外は実験誤差の 3σ を超える差異が生じている。

Fig.4.3.4 には反応度の実験値と解析値を比較する。Np の装荷により反応度が正側に変化している（各体系で右側が Np 装荷炉心）。解析値はその変化を再現しており、Np 装荷による解析精度の悪化はないといえる。

### 4.3.3 制御棒価値

Table 4.3.9～4.3.13、Fig.4.3.5 に制御棒価値の解析結果を示す。

いずれの核データを使用した場合でも、濃縮 B<sub>4</sub>C の制御棒については実験誤差内で一致してい

る。一方、天然  $B_4C$  の制御棒については過大評価となっている。本結果は BFS-67 体系<sup>1)</sup>のものと整合しており、天然  $B_4C$  の結果については実験情報を含めて実験値に問題があるものと思われる。

$Np$  装荷による制御棒価値の低下は体系に大きく依存せず約 10%である。一方、炉心間の C/E 値のばらつきは実験誤差と同程度の数%以内であり、 $Np$  装荷による解析精度の悪化はないといえる。

#### 4.3.4 炉心中心反応率比

Table 4.3.14～4.3.22 に反応率比の解析結果を示す。

Fig.4.3.6 には BFS-69 と BFS-66-2 体系間で共通の反応率比を示す。C/E 値の 1.0 からのずれはほぼ実験誤差  $1\sigma$  の範囲にある。核データ間の差異も有意ではない。

Fig.4.3.7, 4.3.8 には BFS-69 体系のみで測定された種々の反応率比の解析結果を示す。概ね実験誤差  $2\sigma$  内で解析できている。

核データ間の差異が一部で確認できる。F48( $^{238}Pu$  fission), F40( $^{240}Pu$  fission)については JENDL/AC2008 が、F37( $^{237}Np$  fission)については ENDF/B-VII のみ実験誤差  $1\sigma$  内で解析できている。一方、F64( $^{244}Cm$  fission)については JENDL/AC-2008 で C/E 値の 1 からの差異が大きい。

Fig.4.3.9 には実験値を炉心間で比較する。炉心間の差異 ( $Np$  装荷の影響) は反応率比の分子が親物質核種の核分裂反応であるものについては約+8%である。中性子スペクトルの硬化による。一方、Fig.4.3.7, 4.3.8 で分かるように炉心間の C/E 値のばらつきは実験誤差数%より小さい。C28/F25 については C/E 値の変化が比較的大きいが、C28 のセルファクター算出においてウラン箇がセル全体に挿入されていると見なす(4.1.5 節(2))誤差が炉心間で異なって現れた結果と考えられる。もっとも C28/F25 は  $Np$  装荷の影響を受けにくい特性である。よって  $Np$  装荷による解析精度の悪化は炉心中心反応率についてもないといえる。

#### 4.3.5 微少サンプル反応度

Table 4.3.23～4.3.28 にサンプル反応度の解析結果を示す。Fig.4.3.10, 4.3.11 には C-E 値を示す。C-E 値は概ね 0.1 € 以内 (最大でも 0.3 €) であるが、実験誤差約 0.005 € に比べると極めて大きい。捕獲反応のみで決定されるため解析が容易な B10 サンプルでも C-E 値は実験誤差の 10 倍以上大きい。実験誤差は大幅に過小評価されているものと思われる。

$NpO_2$  サンプルなど比較的良好な解析結果に着目すると、炉心間に有意な差異がなく、 $Np$  装荷による解析精度の悪化はないといえる。

#### 4.3.6 サンプルドップラー反応度

Table 4.3.29, 4.3.30 にサンプルドップラー反応度の解析結果を示す(ENDF/B-VII の評価は省略)。解析値と実験値の差異は実験誤差の 5 倍以上あり、実験状態を正確に模擬できていない可能性がある。同様な実験が実施された BFS-62-4 や BFS-62-5 炉心の実験解析結果<sup>2)</sup>ではほぼ実験誤差内で解析できており、相互比較により原因を検討する必要がある。

Table 4.3.1 Results of criticality analysis (BFS-69)

炉心名	BFS-69-1			BFS-69-2		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値	0.99030	0.99105	0.99662	0.98853	0.98999	0.99553
等方拡散計算値 <sup>(*)1)</sup>	0.99170	0.99202	<--	0.99005	0.99109	<--
径倍メッシュ計算値 <sup>(*)2)</sup>	0.99048	0.99079	<--	0.98881	0.98985	<--
軸倍メッシュ計算値 <sup>(*)1)</sup>	0.99112	0.99143	<--	0.98947	0.99050	<--
輸送計算値 <sup>(*)3)</sup>	1.00059	1.00096	<--	0.99888	1.00001	<--
等方拡散計算値 <sup>(*)4)</sup>	0.99313	0.99353	<--	0.99106	0.99218	<--
径倍メッシュ計算値 <sup>(*)4)</sup>	0.99160	0.99198	<--	0.98972	0.99083	<--
軸倍メッシュ計算値 <sup>(*)4)</sup>	0.99251	0.99290	<--	0.99043	0.99155	<--
UF175g計算値	0.98883	0.98986	0.99545	0.98723	0.98895	0.99451
メッシュ補正	-0.00224	-0.00225	-0.00225	-0.00227	-0.00228	-0.00228
輸送補正	0.01032	0.01033	0.01033	0.01044	0.01048	0.01048
群数補正	-0.00147	-0.00119	-0.00117	-0.00130	-0.00105	-0.00102
補正後計算値	0.99691	0.99793	1.00353	0.99541	0.99715	1.00271
実験値	1.00037	1.00037	1.00037	1.00040	1.00040	1.00040
C/E	0.9965	0.9976	1.0032	0.9950	0.9967	1.0023
$\beta_{\text{eff}}$	4.09E-03	4.08E-03	4.06E-03	4.04E-03	4.03E-03	4.01E-03

\*1: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: TriZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*3: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、P3S8Consistent近似

\*4: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

Table 4.3.2 Results of criticality analysis (BFS-66-2)

炉心名	BFS-66-2			BFS-66-2A		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値	0.99023	0.98894	0.99408	0.99011	0.98902	0.99419
等方拡散計算値 <sup>(*)1)</sup>	0.99159	0.98976	<--	0.99148	0.98986	<--
径倍メッシュ計算値 <sup>(*)2)</sup>	0.99084	0.98902	<--	0.99059	0.98897	<--
軸倍メッシュ計算値 <sup>(*)1)</sup>	0.99095	0.98912	<--	0.99084	0.98922	<--
輸送計算値 <sup>(*)3)</sup>	0.99555	0.99366	<--	0.99548	0.99382	<--
UF175g計算値	0.99113	0.98998	0.99521	0.99102	0.99007	0.99534
メッシュ補正	-0.00176	-0.00174	-0.00176	-0.00192	-0.00192	-0.00192
輸送補正	0.00571	0.00565	0.00571	0.00592	0.00588	0.00592
群数補正	0.00090	0.00105	0.00113	0.00092	0.00106	0.00114
補正後計算値	0.99508	0.99389	0.99916	0.99503	0.99403	0.99934
実験値	1.00030	1.00029	1.00029	1.00025	1.00024	1.00024
C/E値	0.9948	0.9936	0.9989	0.9948	0.9938	0.9991
$\beta_{\text{eff}}$	4.95E-03	4.91E-03	4.91E-03	4.93E-03	4.90E-03	4.89E-03

\*1: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: TriZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*3: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、POS4輸送近似

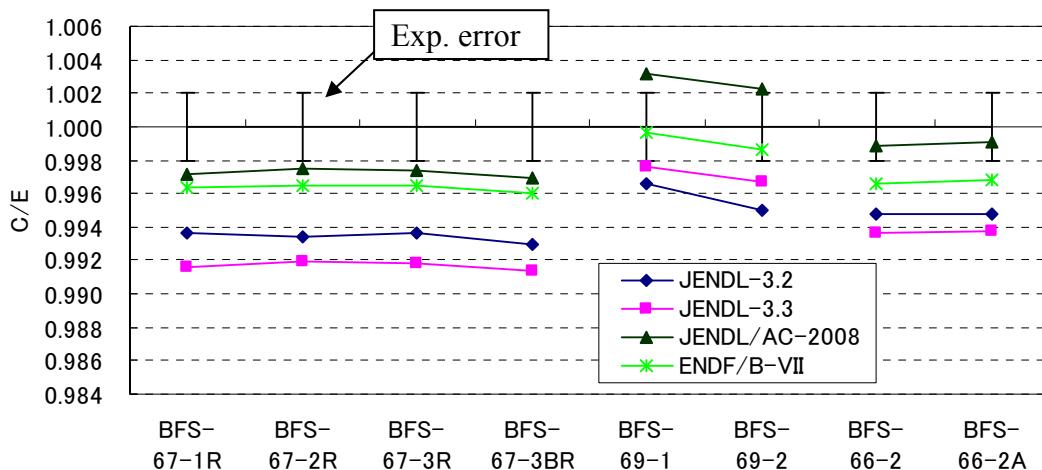


Fig.4.3.1 Results of criticality analysis

Table 4.3.3 Results of Na void reactivity analysis (BFS-69-1)

炉心名 核データ	BFS-69-1								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	-2.326E-04	-1.399E-03	-1.631E-03	-2.313E-04	-1.424E-03	-1.655E-03	-1.394E-04	-1.413E-03	-1.552E-03
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)</sup>	-1.990E-04	-1.368E-03	-1.567E-03	-2.008E-04	-1.395E-03	-1.596E-03	-1.091E-04	-1.384E-03	-1.493E-03
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(**)</sup>	6.324E-05	-1.288E-03	-1.225E-03	5.868E-05	-1.314E-03	-1.255E-03	1.520E-04	-1.304E-03	-1.152E-03
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	-1.890E-04	-1.459E-03	-1.648E-03	-1.802E-04	-1.484E-03	-1.664E-03	-8.062E-05	-1.473E-03	-1.553E-03
輸送・メッシュ補正	-0.32	0.94		-0.29	0.94		-1.39	0.94	
群数補正	0.81	1.04		0.78	1.04		0.58	1.04	
補正後計算値	6.008E-05	-1.374E-03	-1.314E-03	5.267E-05	-1.398E-03	-1.345E-03	1.123E-04	-1.388E-03	-1.275E-03
補正後計値(C)(¢)	1.47	-33.62	-32.15	1.29	-34.26	-32.97	2.76	-34.14	-31.38
実験値(E)(¢)			-35.6 ±1.0			-35.6 ±1.0			-35.6 +1.0
C/E			0.903			0.926			0.881
C-E(¢)			+3.5			+2.6			+4.2

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、2.5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、P0S8輸送近似

Table 4.3.4 Results of Na void reactivity analysis (BFS-69-2)

炉心名 核データ	BFS-69-2								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.021E-03	-1.506E-03	-4.852E-04	1.045E-03	-1.554E-03	-5.090E-04	1.124E-03	-1.541E-03	-4.170E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.060E-03	-1.463E-03	-4.023E-04	1.083E-03	-1.511E-03	-4.276E-04	1.162E-03	-1.499E-03	-3.365E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.442E-03	-1.362E-03	7.924E-05	1.466E-03	-1.409E-03	5.674E-05	1.546E-03	-1.398E-03	1.483E-04
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.092E-03	-1.568E-03	-4.755E-04	1.124E-03	-1.614E-03	-4.905E-04	1.211E-03	-1.602E-03	-3.909E-04
輸送・メッシュ補正	1.36	0.93		1.35	0.93		1.33	0.93	
群数補正	1.07	1.04		1.08	1.04		1.08	1.04	
補正後計算値	1.484E-03	-1.460E-03	2.447E-05	1.521E-03	-1.506E-03	1.496E-05	1.611E-03	-1.494E-03	1.169E-04
補正後計値(C)(¢)	36.75	-36.14	0.61	37.74	-37.37	0.37	40.15	-37.24	2.91
実験値(E)(¢)			-5.0 ±1.5			-5.0 ±1.5			-5.0 ±1.5
C/E			-0.12			-0.07			-0.58
C-E(¢)			+5.6			+5.4			+7.9

Table 4.3.5 Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2, 28 assemblies)

炉心名(ボイド集合体数)	BFS-66-2 (28体ボイド)								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	4.913E-04	-9.348E-05	3.978E-04	4.912E-04	-9.609E-05	3.951E-04	5.007E-04	-9.427E-05	4.064E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ <sup>(*)1</sup> )	4.932E-04	-9.826E-05	3.949E-04	4.946E-04	-1.013E-04	3.932E-04	5.044E-04	-9.961E-05	4.048E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ <sup>(*)2</sup> )	5.125E-04	-8.720E-05	4.253E-04	5.147E-04	-9.013E-05	4.246E-04	5.241E-04	-8.864E-05	4.355E-04
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	4.797E-04	-9.638E-05	3.834E-04	4.789E-04	-9.922E-05	3.796E-04	4.890E-04	-9.729E-05	3.917E-04
輸送・メッシュ補正	1.04	0.89		1.04	0.89		1.04	0.89	
群数補正	0.98	1.03		0.97	1.03		0.98	1.03	
補正後計算値	4.985E-04	-8.553E-05	4.130E-04	4.984E-04	-8.825E-05	4.101E-04	5.081E-04	-8.658E-05	4.215E-04
補正後計値(C)(¢)	10.08	-1.73	8.35	10.14	-1.80	8.35	10.35	-1.76	8.58
実験値(E)(¢)			7.10 ±0.30			7.10 ±0.30			7.10 ±0.30
C/E			1.18			1.18			1.21
C-E(¢)			+1.25			+1.25			+1.48

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、P0S8輸送近似

Table 4.3.6 Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2A, 28 assemblies)

炉心名(ボイド集合体数)	BFS-66-2A (28体ボイド)								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	6.890E-04	-1.274E-04	5.616E-04	7.015E-04	-1.338E-04	5.678E-04	7.069E-04	-1.317E-04	5.752E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	6.995E-04	-1.282E-04	5.713E-04	7.156E-04	-1.354E-04	5.802E-04	7.207E-04	-1.332E-04	5.875E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	7.365E-04	-1.081E-04	6.285E-04	7.547E-04	-1.148E-04	6.399E-04	7.598E-04	-1.131E-04	6.468E-04
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	6.855E-04	-1.301E-04	5.554E-04	6.970E-04	-1.368E-04	5.602E-04	7.026E-04	-1.346E-04	5.679E-04
輸送・メッシュ補正	1.05	0.84		1.05	0.85		1.05	0.85	
群数補正	0.99	1.02		0.99	1.02		0.99	1.02	
補正後計算値	7.217E-04	-1.096E-04	6.121E-04	7.351E-04	-1.160E-04	6.191E-04	7.407E-04	-1.143E-04	6.265E-04
補正後計値(C)(¢)	14.63	-2.22	12.41	15.01	-2.37	12.64	15.13	-2.33	12.80
実験値(E)(¢)			12.10 ±0.30			12.10 ±0.30			12.10 ±0.30
C/E			1.025			1.045			1.058
C-E(¢)			+0.31			+0.54			+0.70

Table 4.3.7 Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2, 88 assemblies)

炉心名(ボイド集合体数)	BFS-66-2 (88体ボイド)								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.454E-03	-3.218E-04	1.132E-03	1.451E-03	-3.317E-04	1.120E-03	1.483E-03	-3.254E-04	1.158E-03
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.468E-03	-3.326E-04	1.135E-03	1.470E-03	-3.441E-04	1.126E-03	1.502E-03	-3.383E-04	1.164E-03
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.524E-03	-2.995E-04	1.224E-03	1.528E-03	-3.106E-04	1.217E-03	1.559E-03	-3.054E-04	1.254E-03
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.416E-03	-3.330E-04	1.083E-03	1.411E-03	-3.437E-04	1.067E-03	1.446E-03	-3.370E-04	1.109E-03
輸送・メッシュ補正	1.04	0.90		1.04	0.90		1.04	0.90	
群数補正	0.97	1.03		0.97	1.04		0.97	1.04	
補正後計算値	1.470E-03	-2.998E-04	1.170E-03	1.467E-03	-3.102E-04	1.156E-03	1.501E-03	-3.043E-04	1.196E-03
補正後計値(C)(¢)	29.72	-6.06	23.65	29.85	-6.31	23.53	30.56	-6.20	24.36
実験値(E)(¢)			20.40 ±0.41			20.40 ±0.41			20.40 ±0.41
C/E			1.160			1.154			1.194
C-E(¢)			+3.25			+3.13			+3.96

Table 4.3.8 Results of Na void reactivity analysis (BFS-66-2A, 88 assemblies)

炉心名(ボイド集合体数)	BFS-66-2A (88体ボイド)								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.845E-03	-3.832E-04	1.462E-03	1.867E-03	-4.023E-04	1.465E-03	1.892E-03	-3.953E-04	1.497E-03
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.867E-03	-3.935E-04	1.473E-03	1.896E-03	-4.153E-04	1.481E-03	1.921E-03	-4.078E-04	1.513E-03
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.949E-03	-3.499E-04	1.599E-03	1.982E-03	-3.709E-04	1.611E-03	2.007E-03	-3.648E-04	1.642E-03
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.821E-03	-3.956E-04	1.426E-03	1.840E-03	-4.157E-04	1.425E-03	1.868E-03	-4.084E-04	1.460E-03
輸送・メッシュ補正	1.04	0.89		1.05	0.89		1.04	0.89	
群数補正	0.99	1.03		0.99	1.03		0.99	1.03	
補正後計算値	1.902E-03	-3.517E-04	1.550E-03	1.924E-03	-3.713E-04	1.553E-03	1.952E-03	-3.654E-04	1.587E-03
補正後計値(C)(¢)	38.55	-7.13	31.42	39.28	-7.58	31.70	39.88	-7.47	32.42
実験値(E)(¢)			28.49 ±0.41			28.49 ±0.41			28.49 ±0.41
C/E			1.103			1.113			1.138
C-E(¢)			+2.93			+3.21			+3.93

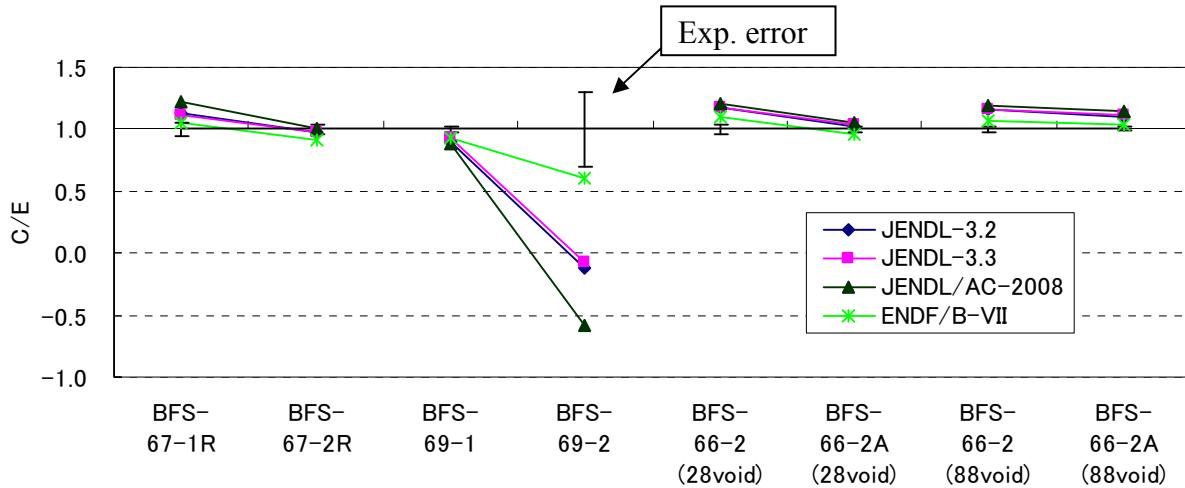


Fig.4.3.2 Results of Na void reactivity analysis (C/E)

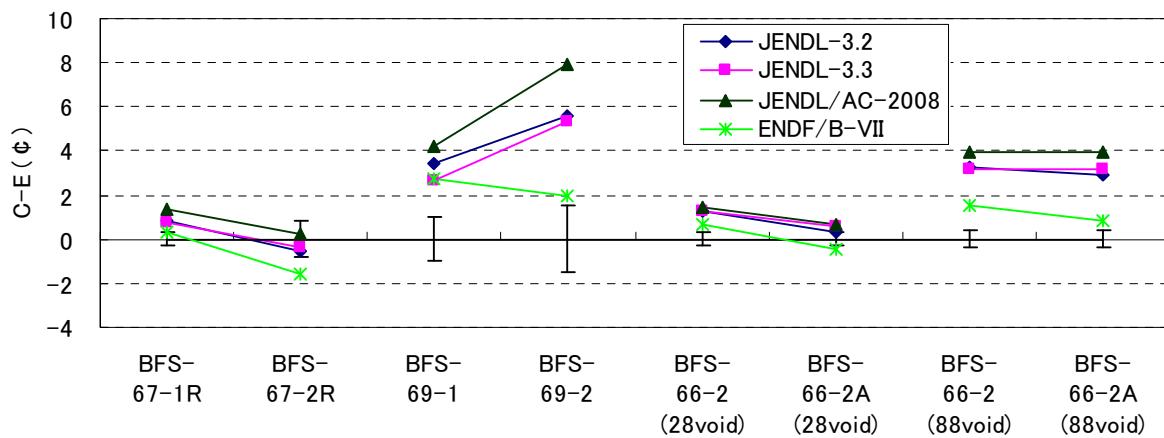


Fig.4.3.3 Results of Na void reactivity analysis (C-E)

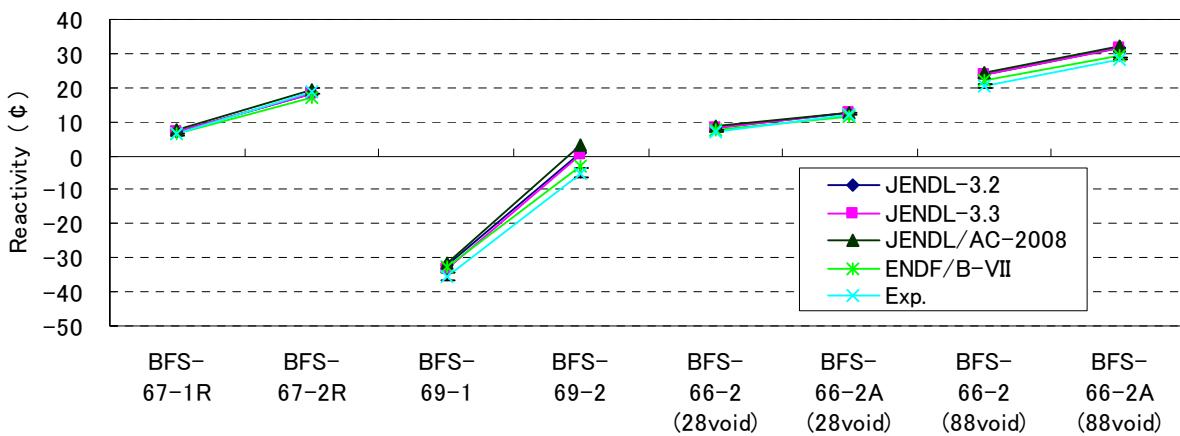


Fig.4.3.4 Results of Na void reactivity analysis (Reactivity)

Table 4.3.9 Results of C/R worth analysis (BFS-69, Enr. Boron 450mm)

炉心名(制御棒タイプ)	BFS-69-1 (B4C enr. 450mm)			BFS-69-2 (B4C enr. 450mm)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.981E-02	1.994E-02	1.986E-02	1.891E-02	1.909E-02	1.900E-02
摂動前 keff	0.98794	0.98868	0.99423	0.98619	0.98761	0.99313
摂動後 keff	0.96898	0.96956	0.97498	0.96814	0.96933	0.97473
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)1</sup>	2.260E-02	2.278E-02	<--	2.156E-02	2.161E-02	<--
摂動前 keff	0.99143	0.99178	<--	0.98832	0.99167	<--
摂動後 keff	0.96970	0.96986	<--	0.96770	0.97086	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)2</sup>	2.215E-02	2.235E-02	<--	2.089E-02	2.115E-02	<--
摂動前 keff	0.99929	0.99965	<--	0.99752	0.99862	<--
摂動後 keff	0.97765	0.97780	<--	0.97716	0.97796	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.980E-02	1.995E-02	1.986E-02	1.892E-02	1.911E-02	1.902E-02
摂動前 keff	0.98645	0.98746	0.99303	0.98486	0.98653	0.99207
摂動後 keff	0.96755	0.96838	0.97382	0.96685	0.96828	0.97370
輸送・メッシュ補正	0.980	0.981	0.981	0.969	0.979	0.979
群数補正	1.000	1.000	1.000	1.000	1.001	1.001
補正後計算値	1.941E-02	1.957E-02	1.949E-02	1.833E-02	1.870E-02	1.861E-02
補正後計値(C)(¢)	4.75	4.80	4.80	4.54	4.64	4.64
実験値(E)(¢)	4.84 ±0.34			4.51 ±0.32		
C/E	0.981	0.991	0.991	1.006	1.029	1.028

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、P0S8輸送近似

Table 4.3.10 Results of C/R worth analysis (BFS-69, Enr. Boron 151mm)

炉心名(制御棒タイプ)	BFS-69-1 (B4C enr. 151mm)			BFS-69-2 (B4C enr. 151mm)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	7.542E-03	7.599E-03	7.566E-03	7.111E-03	7.192E-03	7.155E-03
摂動前 keff	0.98794	0.98868	0.99423	0.98619	0.98761	0.99313
摂動後 keff	0.98063	0.98131	0.98681	0.97933	0.98064	0.98612
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	8.559E-03	8.636E-03	<--	8.064E-03	8.091E-03	<--
摂動前 keff	0.99143	0.99178	<--	0.98832	0.99167	<--
摂動後 keff	0.98309	0.98336	<--	0.98051	0.98378	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	8.525E-03	8.612E-03	<--	7.909E-03	8.023E-03	<--
摂動前 keff	0.99929	0.99965	<--	0.99752	0.99862	<--
摂動後 keff	0.99085	0.99112	<--	0.98971	0.99068	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	7.533E-03	7.596E-03	7.561E-03	7.110E-03	7.196E-03	7.158E-03
摂動前 keff	0.98645	0.98746	0.99303	0.98486	0.98653	0.99207
摂動後 keff	0.97917	0.98010	0.98563	0.97801	0.97958	0.98508
輸送・メッシュ補正	0.996	0.997	0.997	0.981	0.992	0.992
群数補正	0.999	1.000	0.999	1.000	1.001	1.000
補正後計算値	7.502E-03	7.574E-03	7.540E-03	6.974E-03	7.136E-03	7.098E-03
補正後計値(C)(\$)	1.84	1.86	1.86	1.73	1.77	1.77
実験値(E)(\$)	1.88 ±0.11			1.76 ±0.10		
C/E	0.976	0.987	0.987	0.981	1.006	1.005

Table 4.3.11 Results of C/R worth analysis (BFS-69, Nat. Boron 448mm)

炉心名(制御棒タイプ)	BFS-69-1 (B4C nat. 448mm)			BFS-69-2 (B4C nat. 448mm)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	7.914E-03	7.992E-03	7.963E-03	7.367E-03	7.469E-03	7.440E-03
摂動前 keff	0.98794	0.98868	0.99423	0.98619	0.98761	0.99313
摂動後 keff	0.98028	0.98093	0.98642	0.97908	0.98038	0.98584
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	8.344E-03	8.447E-03	<--	7.586E-03	7.712E-03	<--
摂動前 keff	0.99929	0.99965	<--	0.99752	0.99862	<--
摂動後 keff	0.99102	0.99128	<--	0.99003	0.99099	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	8.207E-03	8.301E-03	<--	7.389E-03	7.446E-03	<--
摂動前 keff	0.99143	0.99178	<--	0.98832	0.99167	<--
摂動後 keff	0.98343	0.98368	<--	0.98116	0.98440	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	7.882E-03	7.966E-03	7.937E-03	7.346E-03	7.453E-03	7.424E-03
摂動前 keff	0.98645	0.98746	0.99303	0.98486	0.98653	0.99207
摂動後 keff	0.97884	0.97975	0.98526	0.97779	0.97933	0.98482
輸送・メッシュ補正	1.017	1.018	1.018	1.027	1.036	1.036
UF175g補正	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998
補正後計算値	8.014E-03	8.106E-03	8.077E-03	7.541E-03	7.718E-03	7.689E-03
補正後計値(C)(\$)	1.96	1.99	1.99	1.87	1.92	1.92
実験値(E)(\$)		1.75 ±0.03			1.64 ±0.01	
C/E	1.12	1.14	1.14	1.14	1.17	1.17

Table 4.3.12 Results of C/R worth analysis (BFS-69, Nat. Boron 153mm)

炉心名(制御棒タイプ)	BFS-69-1 (B4C nat. 153mm)			BFS-69-2 (B4C nat. 153mm)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	2.960E-03	2.992E-03	2.981E-03	2.722E-03	2.764E-03	2.753E-03
摂動前 keff	0.98794	0.98868	0.99423	0.98619	0.98761	0.99313
摂動後 keff	0.98506	0.98576	0.99129	0.98355	0.98492	0.99042
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	3.087E-03	3.125E-03	<--	2.841E-03	2.858E-03	<--
摂動前 keff	0.99143	0.99178	<--	0.98832	0.99167	<--
摂動後 keff	0.98841	0.98871	<--	0.98556	0.98887	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	3.163E-03	3.205E-03	<--	2.884E-03	2.936E-03	<--
摂動前 keff	0.99929	0.99965	<--	0.99752	0.99862	<--
摂動後 keff	0.99614	0.99646	<--	0.99466	0.99570	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	2.945E-03	2.979E-03	2.968E-03	2.712E-03	2.756E-03	2.744E-03
摂動前 keff	0.98645	0.98746	0.99303	0.98486	0.98653	0.99207
摂動後 keff	0.98359	0.98456	0.99011	0.98224	0.98386	0.98938
輸送・メッシュ補正	1.025	1.025	1.025	1.015	1.027	1.027
UF175g補正	0.995	0.996	0.996	0.996	0.997	0.997
補正後計算値	3.017E-03	3.055E-03	3.043E-03	2.753E-03	2.831E-03	2.819E-03
補正後計値(C)(\$)	0.74	0.75	0.75	0.68	0.70	0.70
実験値(E)(\$)		0.67 ±0.01			0.62 ±0.02	
C/E	1.11	1.13	1.13	1.11	1.14	1.14

Table 4.3.13 Results of C/R worth analysis (BFS-66-2, Nat. Boron 420mm)

炉心名(制御棒タイプ)	BFS-66-2 (B4C nat. 420mm)			BFS-66-2A (B4C nat. 420mm)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	2.411E-03	2.478E-03	2.445E-03	2.201E-03	2.283E-03	2.256E-03
摂動前 keff	0.98970	0.98840	0.99354	0.98954	0.98843	0.99361
摂動後 keff	0.98734	0.98598	0.99113	0.98739	0.98621	0.99139
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)1</sup>	2.353E-03	2.432E-03	<--	2.149E-03	2.238E-03	<--
摂動前 keff	0.99108	0.98923	<--	0.99093	0.98928	<--
摂動後 keff	0.98877	0.98685	<--	0.98882	0.98709	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)2</sup>	2.437E-03	2.507E-03	<--	2.225E-03	2.288E-03	<--
摂動前 keff	0.99516	0.99320	<--	0.99509	0.99331	<--
摂動後 keff	0.99275	0.99074	<--	0.99289	0.99106	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	2.422E-03	2.496E-03	2.459E-03	2.213E-03	2.300E-03	2.270E-03
摂動前 keff	0.99060	0.98944	0.99467	0.99046	0.98949	0.99475
摂動後 keff	0.98823	0.98701	0.99224	0.98829	0.98724	0.99251
輸送・メッシュ補正	1.036	1.031	1.031	1.035	1.022	1.022
UF175g補正	1.005	1.007	1.006	1.005	1.007	1.007
補正後計算値	2.509E-03	2.572E-03	2.535E-03	2.291E-03	2.351E-03	2.321E-03
補正後計値(C)(¢)	50.74	52.36	51.63	46.44	48.01	47.43
実験値(E)(¢)	48.66 ±0.10			43.99 ±0.10		
C/E値	1.043	1.076	1.061	1.056	1.091	1.078

\*1: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、P0S4輸送近似

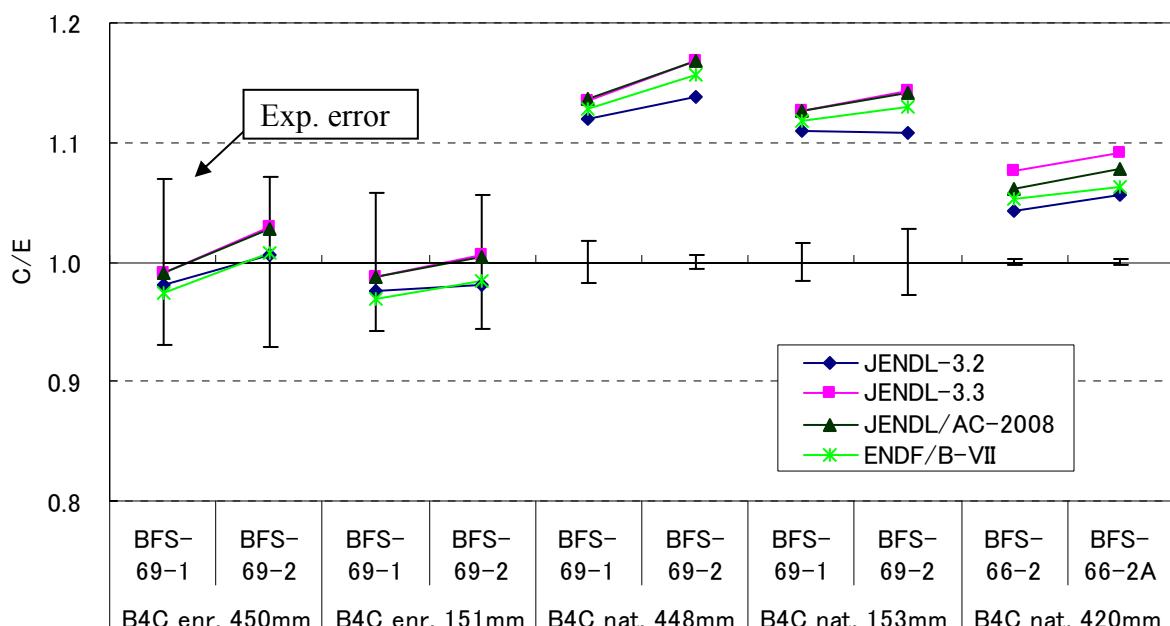


Fig.4.3.5 Results of C/R worth analysis

Table 4.3.14 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1, JENDL-3.2)

炉心名 核データ	BFS-69-1 JENDL-3.2										
反応の種類	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
基準計算値	0.045	1.073	0.728	0.333	1.260	0.235	0.293	0.255	0.191	0.355	0.122
等方拡散計算値 <sup>(*)1</sup>	0.045	1.072	0.728	0.333	1.261	0.235	0.293	0.255	0.191	0.355	0.122
輸送計算値 <sup>(*)2</sup>	0.045	1.075	0.729	0.334	1.258	0.236	0.294	0.256	0.192	0.356	0.122
UF175計算値	0.046	1.079	0.729	0.334	1.253	0.236	0.294	0.256	0.192	0.356	0.122
輸送・メッシュ補正	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
群数補正	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
セルファクター <sup>(*)3</sup>	1.033	1.008	0.985	0.942	1.001	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	1.062
補正後計算値(C)	0.047	1.090	0.719	0.316	1.252	0.233	0.291	0.253	0.189	0.352	0.130
実験値(E)	0.0463	1.070	0.698	0.304	1.230	0.232	0.299	0.259	0.192	0.332	0.126
実験誤差(%)	1.9	1.0	1.6	1.6	1.3	1.7	2.3	1.9	2.6	1.8	2.4
C/E	1.025	1.018	1.031	1.038	1.018	1.006	0.973	0.976	0.987	1.059	1.028

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、POS8輸送近似

\*3: C28についてはSLAROM-UF(JENDL-3.3 UF175計算)の反応率分布より評価、他はMVP(JENDL-3.2)により検出器位置を模擬して評価。

Table 4.3.15 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1, JENDL-3.3)

炉心名 核データ	BFS-69-1 JENDL-3.3										
反応の種類	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
基準計算値	0.045	1.067	0.721	0.330	1.264	0.233	0.292	0.253	0.190	0.352	0.123
等方拡散計算値	0.045	1.067	0.721	0.330	1.265	0.232	0.292	0.253	0.190	0.352	0.123
輸送計算値	0.045	1.069	0.722	0.331	1.262	0.233	0.293	0.254	0.191	0.353	0.122
UF175計算値	0.045	1.073	0.722	0.331	1.257	0.233	0.293	0.254	0.191	0.352	0.123
輸送・メッシュ補正	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
群数補正	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
セルファクター <sup>(*)1</sup>	1.033	1.008	0.985	0.942	1.001	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	1.062
補正後計算値(C)	0.047	1.084	0.712	0.313	1.256	0.231	0.290	0.251	0.189	0.348	0.130
実験値(E)	0.0463	1.070	0.698	0.304	1.230	0.232	0.299	0.259	0.192	0.332	0.126
実験誤差(%)	1.9	1.0	1.6	1.6	1.3	1.7	2.3	1.9	2.6	1.8	2.4
C/E	1.011	1.013	1.021	1.029	1.021	0.995	0.969	0.970	0.983	1.049	1.033

\*1: JENDL-3.2の結果を適用

Table 4.3.16 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1, JENDL/AC-2008)

炉心名 核データ	BFS-69-1 JENDL/AC-2008										
反応の種類	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
基準計算値	0.045	1.082	0.702	0.322	1.260	0.238	0.290	0.254	0.186	0.394	0.124
等方拡散計算値											
輸送計算値											
UF175計算値	0.045	1.089	0.704	0.323	1.253	0.239	0.291	0.255	0.187	0.395	0.124
輸送・メッシュ補正	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
群数補正	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
セルファクター <sup>(*)1</sup>	1.033	1.008	0.985	0.942	1.001	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	1.062
補正後計算値(C)	0.047	1.100	0.694	0.305	1.252	0.236	0.287	0.252	0.185	0.390	0.131
実験値(E)	0.0463	1.070	0.698	0.304	1.230	0.232	0.299	0.259	0.192	0.332	0.126
実験誤差(%)	1.9	1.0	1.6	1.6	1.3	1.7	2.3	1.9	2.6	1.8	2.4
C/E	1.011	1.028	0.994	1.004	1.018	1.018	0.961	0.974	0.963	1.174	1.042

\*1: JENDL-3.2の結果を適用

Table 4.3.17 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2, JENDL-3.2)

炉心名	BFS-69-2										
核データ	JENDL-3.2										
反応の種類	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
基準計算値	0.049	1.093	0.741	0.346	1.236	0.247	0.309	0.269	0.202	0.370	0.120
等方拡散計算値 <sup>(*)1</sup>	0.049	1.092	0.741	0.346	1.236	0.247	0.309	0.269	0.202	0.370	0.120
輸送計算値 <sup>(*)2</sup>	0.050	1.097	0.743	0.349	1.233	0.249	0.311	0.271	0.204	0.373	0.119
UF175計算値	0.049	1.098	0.742	0.347	1.230	0.248	0.310	0.270	0.202	0.371	0.120
輸送・メッシュ補正	1.02	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
群数補正	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
セルファクター <sup>(*)3</sup>	1.049	1.004	0.992	0.953	1.003	0.992	0.996	0.992	0.992	0.992	1.050
補正後計算値(C)	0.053	1.107	0.739	0.333	1.230	0.248	0.311	0.270	0.203	0.371	0.126
実験値(E)	0.0515	1.097	0.720	0.322	1.224	0.249	0.320	0.280	0.206	0.355	0.129
実験誤差(%)	1.7	1.0	1.4	1.6	1.3	1.6	2.2	1.8	2.4	2.8	2.3
C/E	1.024	1.009	1.026	1.035	1.005	0.995	0.972	0.965	0.985	1.046	0.972

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、P0S8輸送近似

\*3: C28についてはSLAROM-UF(JENDL-3.3 UF175計算)の反応率分布より評価、他はMVP(JENDL-3.2)により検出器位置を模擬して評価。

Table 4.3.18 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2, JENDL-3.3)

炉心名	BFS-69-2										
核データ	JENDL-3.3										
反応の種類	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
基準計算値	0.048	1.088	0.734	0.343	1.240	0.244	0.308	0.267	0.201	0.367	0.121
等方拡散計算値	0.048	1.087	0.734	0.343	1.241	0.244	0.308	0.267	0.201	0.367	0.121
輸送計算値	0.049	1.091	0.736	0.346	1.237	0.246	0.311	0.270	0.203	0.370	0.120
UF175計算値	0.049	1.093	0.735	0.344	1.234	0.245	0.309	0.268	0.201	0.367	0.121
輸送・メッシュ補正	1.02	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
群数補正	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
セルファクター <sup>(*)1</sup>	1.049	1.004	0.992	0.953	1.003	0.992	0.996	0.992	0.992	0.992	1.050
補正後計算値(C)	0.052	1.101	0.732	0.330	1.234	0.245	0.310	0.268	0.202	0.367	0.126
実験値(E)	0.0515	1.097	0.720	0.322	1.224	0.249	0.320	0.280	0.206	0.355	0.129
実験誤差(%)	1.7	1.0	1.4	1.6	1.3	1.6	2.2	1.8	2.4	2.8	2.3
C/E	1.009	1.004	1.016	1.025	1.008	0.984	0.970	0.958	0.980	1.035	0.978

\*1: JENDL-3.2の結果を適用

Table 4.3.19 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2, JENDL/AC-2008)

炉心名	BFS-69-2										
核データ	JENDL/AC-2008										
反応の種類	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
基準計算値	0.048	1.104	0.715	0.335	1.234	0.250	0.306	0.268	0.197	0.411	0.121
等方拡散計算値											
輸送計算値	0.049	1.109	0.717	0.336	1.228	0.251	0.307	0.269	0.198	0.411	0.122
UF175計算値	1.02	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
輸送・メッシュ補正	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
群数補正	1.049	1.004	0.992	0.953	1.003	0.992	0.996	0.992	0.992	0.992	1.050
セルファクター <sup>(*)1</sup>	0.052	1.118	0.713	0.322	1.228	0.251	0.308	0.270	0.198	0.411	0.127
補正後計算値(C)	0.0515	1.097	0.720	0.322	1.224	0.249	0.320	0.280	0.206	0.355	0.129
実験値(E)	1.7	1.0	1.4	1.6	1.3	1.6	2.2	1.8	2.4	2.8	2.3
C/E	1.011	1.019	0.991	1.001	1.003	1.008	0.963	0.963	0.962	1.159	0.986

\*1: JENDL-3.2の結果を適用

Table 4.3.20 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-66-2, F49/F25)

炉心名(反応の種類)	BFS-66-2 (F49/F25)			BFS-66-2A (F49/F25)		
	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
核データ	0.9498	0.9442	0.9541	0.9759	0.9706	0.9813
基準計算値	0.9489	0.9434	<--	0.9738	0.9688	<--
等方拡散計算値 <sup>(*)1</sup>	0.9505	0.9450	<--	0.9792	0.9742	<--
輸送計算値 <sup>(*)2</sup>	0.9531	0.9470	0.9574	0.9789	0.9732	0.9846
UF175計算値	1.0017	1.0017	1.0017	1.0055	1.0056	1.0056
輸送・メッシュ補正	1.0035	1.0030	1.0034	1.0031	1.0026	1.0033
群数補正	1.0132			0.9994		
セルファクター <sup>(*)3</sup>	0.9673	0.9612	0.9716	0.9837	0.9780	0.9895
補正後計算値	0.951			0.974		
実験値	1.3			1.2		
実験誤差(%)	1.017	1.011	1.022	1.010	1.004	1.016
C/E値	1.017	1.011	1.022	1.010	1.004	1.016

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、POS8輸送近似

\*3: MVP(JENDL-3.2)により検出器位置を模擬して評価。

Table 4.3.21 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-66-2, F28/F25)

炉心名(反応の種類)	BFS-66-2 (F28/F25)			BFS-66-2A (F28/F25)		
	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
核データ	0.0260	0.0256	0.0255	0.0302	0.0297	0.0297
基準計算値	0.0259	0.0255	<--	0.0299	0.0296	<--
等方拡散計算値	0.0261	0.0257	<--	0.0308	0.0305	<--
輸送計算値	0.0261	0.0257	0.0256	0.0303	0.0298	0.0298
UF175計算値	1.0069	1.0070	1.0070	1.0290	1.0297	1.0297
輸送・メッシュ補正	1.0033	1.0025	1.0028	1.0039	1.0031	1.0037
群数補正	1.0079			1.0399		
セルファクター	0.0265	0.0261	0.0260	0.0324	0.0319	0.0319
補正後計算値	0.0257			0.0309		
実験値	2.3			2.3		
実験誤差(%)	1.030	1.015	1.010	1.050	1.033	1.032
C/E値	1.030	1.015	1.010	1.050	1.033	1.032

Table 4.3.22 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-66-2, C28/F25)

炉心名(反応の種類)	BFS-66-2 (C28/F25)			BFS-66-2A (C28/F25)		
	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
核データ	0.1315	0.1315	0.1322	0.1325	0.1329	0.1335
基準計算値	0.1315	0.1315	<--	0.1325	0.1329	<--
等方拡散計算値	0.1315	0.1315	<--	0.1322	0.1325	<--
輸送計算値	0.1315	0.1315	<--	0.1330	0.1333	0.1339
UF175計算値	0.1321	0.1321	0.1327	0.1325	0.1325	<--
輸送・メッシュ補正	0.9999	1.0000	1.0000	0.9974	0.9976	0.9976
群数補正	1.0051	1.0041	1.0041	1.0038	1.0030	1.0032
セルファクター <sup>(*)1</sup>	0.9954			0.9926		
補正後計算値	0.1315	0.1315	0.1321	0.1317	0.1320	0.1326
実験値	0.1310			0.1273		
実験誤差(%)	2.4			2.4		
C/E値	1.004	1.003	1.009	1.034	1.037	1.042

\*1: SLAROM-UF(JENDL-3.3 UF175計算)の反応率分布より評価。

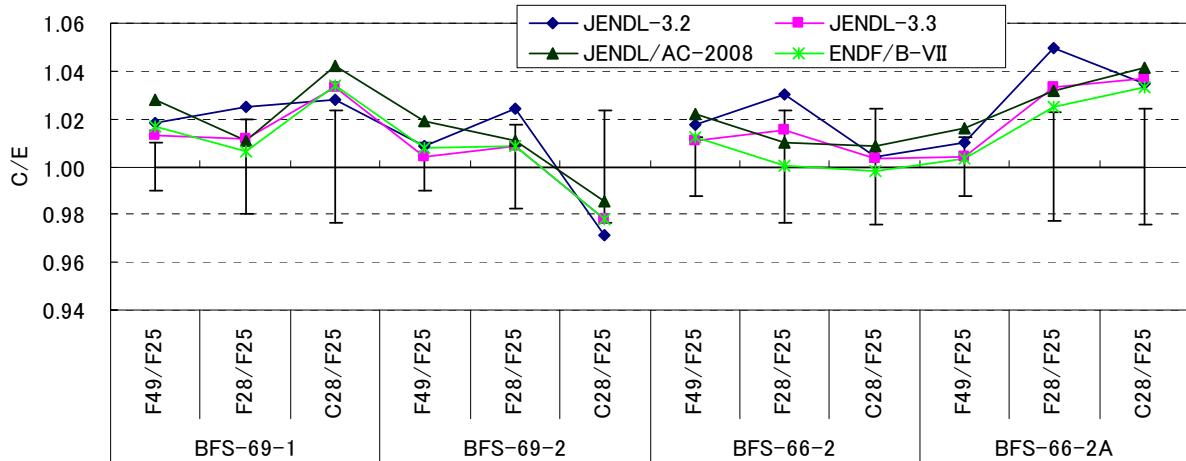


Fig.4.3.6 Results of reaction rate ratio analysis (F49/F25, F28/F25, C28/F25)

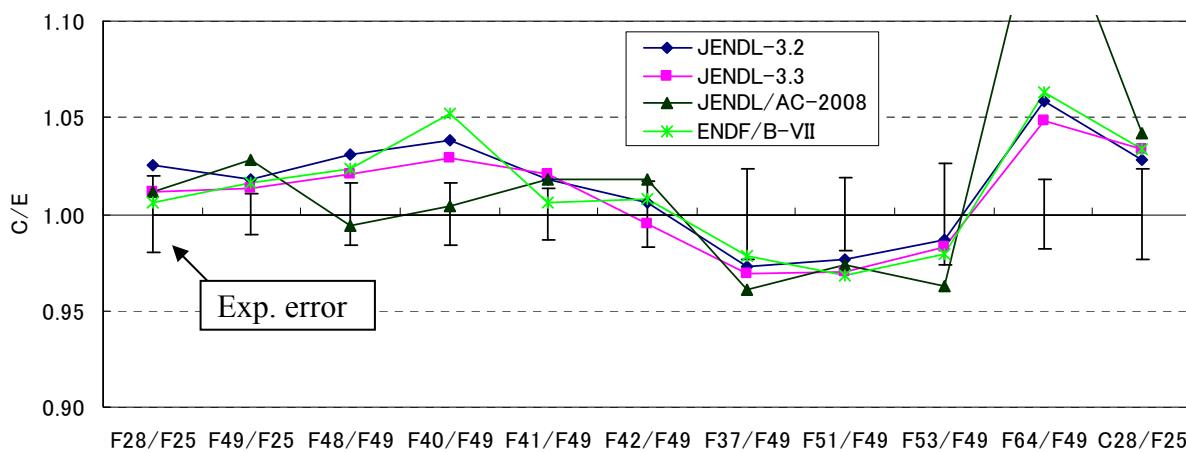


Fig.4.3.7 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-1)

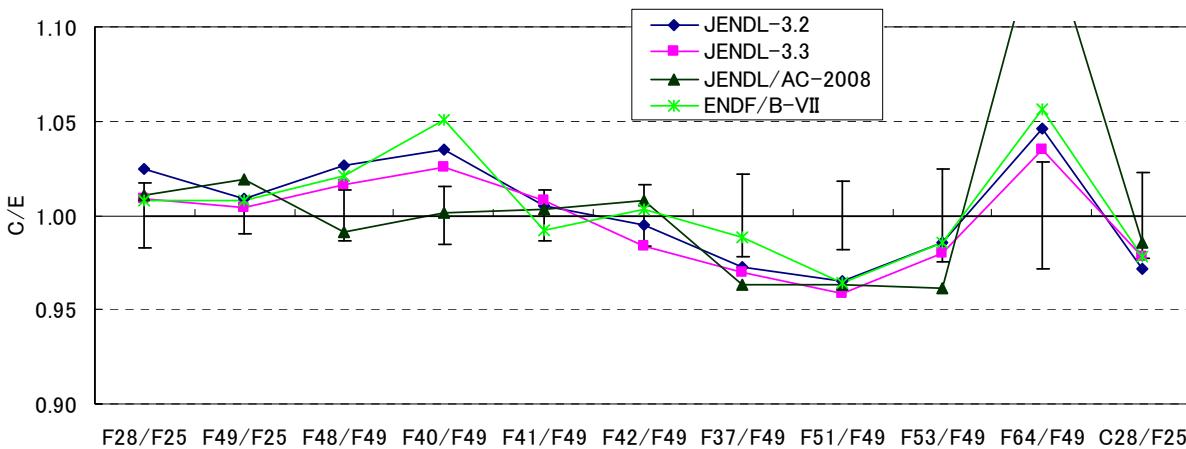


Fig.4.3.8 Results of reaction rate ratio analysis (BFS-69-2)

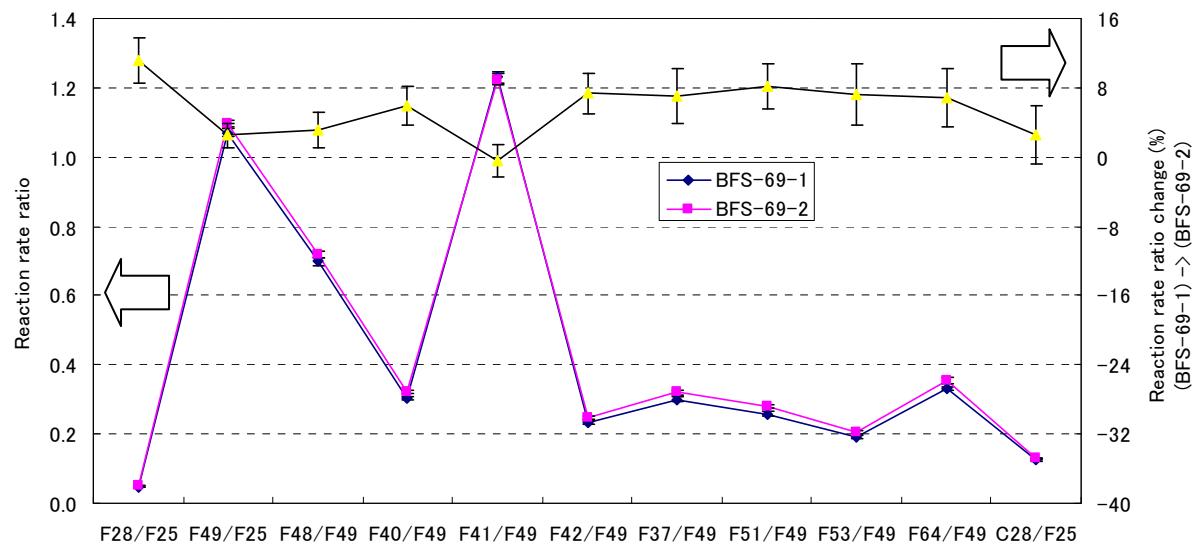


Fig.4.3.9 Np loading effect on reaction rate ratio data (BFS-69)

Table 4.3.23 Results of small sample worth analysis (BFS-69-1, JENDL-3.2)

炉心名 核データ	BFS-69-1 JENDL-3.2											
	基準計算 値	等方拡散 計算値	輸送計算 値	UF175g計 算値	輸送・メッ シュ補正	群数補正	補正後計 算値	補正後計 算値(¢)	実験値 (¢)	実験誤差 (¢)	C/E	C-E(¢)
サンプル												
U235	3.09E-05	3.06E-05	3.13E-05	3.09E-05	1.025	0.999	3.17E-05	0.775	0.753	0.0039	1.03	+0.02
U238	-6.65E-06	-6.60E-06	-7.30E-06	-6.60E-06	1.106	0.992	-7.30E-06	-0.179	-0.145	0.0044	1.23	-0.03
B10A	-2.02E-05	-2.00E-05	-2.04E-05	-1.99E-05	1.020	0.986	-2.03E-05	-0.497	-0.478	0.0039	1.04	-0.02
B10B	-8.94E-05	-8.84E-05	-9.03E-05	-8.82E-05	1.021	0.987	-9.00E-05	-2.202	-2.136	0.0034	1.03	-0.07
B10C	-1.14E-04	-1.12E-04	-1.15E-04	-1.12E-04	1.021	0.987	-1.15E-04	-2.803	-2.685	0.0048	1.04	-0.12
C12	5.44E-06	5.31E-06	4.45E-06	6.22E-06	0.838	1.143	5.21E-06	0.127	-0.136	0.0044	-0.94	+0.26
NA	-8.22E-08	-1.07E-07	-7.00E-07	-7.23E-08	6.542	0.879	-4.73E-07	-0.012	0.024	0.0050	-0.49	-0.04
CH2B	3.64E-05	3.58E-05	3.55E-05	3.69E-05	0.991	1.012	3.65E-05	0.894	0.805	0.0036	1.11	+0.09
CH2A	6.44E-05	6.33E-05	6.28E-05	6.51E-05	0.992	1.010	6.45E-05	1.579	1.462	0.0033	1.08	+0.12
PU9	1.00E-04	9.93E-05	1.02E-04	1.01E-04	1.027	1.004	1.04E-04	2.534	2.252	0.0037	1.13	+0.28
PU002A	1.06E-05	1.05E-05	1.07E-05	1.08E-05	1.024	1.014	1.10E-05	0.270	0.257	0.0040	1.05	+0.01
PU002B	1.69E-05	1.68E-05	1.72E-05	1.72E-05	1.023	1.014	1.76E-05	0.430	0.413	0.0041	1.04	+0.02
PU002C	4.37E-05	4.32E-05	4.42E-05	4.43E-05	1.023	1.013	4.53E-05	1.108	1.099	0.0042	1.01	+0.01
PU102A	8.04E-06	7.95E-06	8.16E-06	8.09E-06	1.027	1.007	8.31E-06	0.203	0.260	0.0043	0.78	-0.06
PU102B	8.92E-06	8.82E-06	9.05E-06	8.98E-06	1.026	1.007	9.22E-06	0.225	0.294	0.0045	0.77	-0.07
AM102B	-1.43E-06	-1.41E-06	-1.42E-06	-1.17E-06	1.005	0.816	-1.18E-06	-0.029	-0.031	0.0044	0.93	+0.00
AM102A	-1.12E-06	-1.11E-06	-1.12E-06	-9.25E-07	1.005	0.822	-9.30E-07	-0.023	-0.020	0.0037	1.14	-0.00
NP702A	-2.66E-06	-2.64E-06	-2.68E-06	-2.38E-06	1.016	0.893	-2.42E-06	-0.059	-0.049	0.0045	1.20	-0.01
NP702B	-4.19E-06	-4.14E-06	-4.21E-06	-3.72E-06	1.017	0.888	-3.78E-06	-0.093	-0.088	0.0040	1.05	-0.00
NP702C	-4.36E-06	-4.32E-06	-4.39E-06	-3.87E-06	1.017	0.888	-3.94E-06	-0.096	-0.104	0.0045	0.93	+0.01

Table 4.3.24 Results of small sample worth analysis (BFS-69-2, JENDL-3.2)

炉心名 核データ	BFS-69-2 JENDL-3.2											
	基準計算 値	等方拡散 計算値	輸送計算 値	UF175g計 算値	輸送・メッ シュ補正	群数補正	補正後計 算値	補正後計 算値(¢)	実験値 (¢)	実験誤差 (¢)	C/E	C-E(¢)
サンプル												
U235	3.22E-05	3.22E-05	3.29E-05	3.22E-05	1.022	1.001	3.29E-05	0.815	0.852	0.0022	0.96	-0.04
U238	-5.59E-06	-5.59E-06	-6.36E-06	-5.52E-06	1.138	0.989	-6.29E-06	-0.156	-0.139	0.0030	1.12	-0.02
B10A	-1.70E-05	-1.70E-05	-1.72E-05	-1.68E-05	1.011	0.988	-1.70E-05	-0.421	-0.446	0.0026	0.95	+0.02
B10B	-7.58E-05	-7.58E-05	-7.66E-05	-7.49E-05	1.011	0.988	-7.57E-05	-1.875	-1.956	0.0033	0.96	+0.08
B10C	-9.68E-05	-9.68E-05	-9.80E-05	-9.57E-05	1.012	0.989	-9.69E-05	-2.397	-2.483	0.0042	0.97	+0.09
C12	-2.35E-06	-2.34E-06	-2.33E-06	-1.75E-06	1.632	0.747	-2.86E-06	-0.071	-0.059	0.0022	1.20	-0.01
NA	-3.56E-06	-3.56E-06	-4.54E-06	-3.64E-06	1.277	1.022	-4.64E-06	-0.115	0.089	0.0057	-1.29	-0.20
CH2B	4.94E-06	4.94E-06	3.32E-06	4.98E-06	0.671	1.009	3.34E-06	0.083	0.096	0.0019	0.86	-0.01
CH2A	8.91E-06	8.91E-06	6.11E-06	8.87E-06	0.685	0.995	6.08E-06	0.150	0.201	0.0024	0.75	-0.05
PU9	1.04E-04	1.04E-04	1.06E-04	1.04E-04	1.025	1.005	1.07E-04	2.642	2.537	0.0054	1.04	+0.10
PU002A	1.16E-05	1.16E-05	1.19E-05	1.18E-05	1.026	1.013	1.21E-05	0.299	0.300	0.0032	1.00	-0.00
PU002B	1.84E-05	1.84E-05	1.89E-05	1.87E-05	1.026	1.013	1.91E-05	0.474	0.477	0.0033	0.99	-0.00
PU002C	4.73E-05	4.73E-05	4.85E-05	4.79E-05	1.025	1.012	4.91E-05	1.215	1.250	0.0046	0.97	-0.04
PU102A	8.66E-06	8.66E-06	8.89E-06	8.72E-06	1.026	1.007	8.94E-06	0.221	0.286	0.0042	0.77	-0.06
PU102B	9.59E-06	9.59E-06	9.84E-06	9.65E-06	1.026	1.007	9.90E-06	0.245	0.325	0.0032	0.75	-0.08
AM102B	7.39E-07	7.39E-07	9.06E-07	9.69E-07	1.226	1.313	1.19E-06	0.029	-0.001	0.0041	-42.02	+0.03
AM102A	6.36E-07	6.36E-07	7.68E-07	8.11E-07	1.207	1.275	9.79E-07	0.024	0.002	0.0060	13.46	+0.02
NP702A	-4.86E-07	-4.86E-07	-3.78E-07	-2.55E-07	0.778	0.524	-1.98E-07	-0.005	-0.006	0.0023	0.88	+0.00
NP702B	-7.03E-07	-7.03E-07	-5.33E-07	-3.23E-07	0.758	0.460	-2.45E-07	-0.006	-0.003	0.0032	1.96	-0.00
NP702C	-7.21E-07	-7.21E-07	-5.44E-07	-3.22E-07	0.755	0.447	-2.43E-07	-0.006	0.001	0.0016	-5.02	-0.01

Table 4.3.25 Results of small sample worth analysis (BFS-69-1, JENDL-3.3)

炉心名 核データ	BFS-69-1 JENDL-3.3											
	基準計算 値	等方拡散 計算値	輸送計算 値	UF175g計 算値	輸送・メッ シュ補正	群数補正	補正後計 算値	補正後計 算値(¢)	実験値 (¢)	実験誤差 (¢)	C/E	C-E(¢)
U235	3.06E-05	3.03E-05	3.10E-05	3.06E-05	1.025	1.000	3.14E-05	0.767	0.753	0.0039	1.02	+0.01
U238	-7.02E-06	-6.97E-06	-7.68E-06	-6.97E-06	1.102	0.993	-7.69E-06	-0.188	-0.145	0.0044	1.30	-0.04
B10A	-2.05E-05	-2.03E-05	-2.07E-05	-2.02E-05	1.020	0.987	-2.06E-05	-0.504	-0.478	0.0039	1.05	-0.03
B10B	-9.06E-05	-8.97E-05	-9.16E-05	-8.94E-05	1.021	0.987	-9.13E-05	-2.233	-2.136	0.0034	1.05	-0.10
B10C	-1.15E-04	-1.14E-04	-1.17E-04	-1.14E-04	1.021	0.987	-1.16E-04	-2.842	-2.685	0.0048	1.06	-0.16
C12	5.57E-06	5.46E-06	4.59E-06	6.28E-06	0.841	1.129	5.28E-06	0.129	-0.136	0.0044	-0.95	+0.27
NA	-5.52E-08	-7.71E-08	-6.64E-07	-6.63E-08	8.619	1.200	-5.71E-07	-0.014	0.024	0.0050	-0.59	-0.04
CH2B	3.74E-05	3.68E-05	3.66E-05	3.78E-05	0.993	1.013	3.76E-05	0.919	0.805	0.0036	1.14	+0.11
CH2A	6.61E-05	6.52E-05	6.48E-05	6.68E-05	0.993	1.011	6.64E-05	1.624	1.462	0.0033	1.11	+0.16
PU9	1.01E-04	9.99E-05	1.03E-04	1.01E-04	1.027	1.004	1.04E-04	2.546	2.252	0.0037	1.13	+0.29
PU002A	1.09E-05	1.08E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.024	1.012	1.13E-05	0.276	0.257	0.0040	1.07	+0.02
PU002B	1.74E-05	1.72E-05	1.76E-05	1.76E-05	1.023	1.012	1.80E-05	0.441	0.413	0.0041	1.07	+0.03
PU002C	4.49E-05	4.44E-05	4.54E-05	4.54E-05	1.023	1.011	4.64E-05	1.135	1.099	0.0042	1.03	+0.04
PU102A	7.88E-06	7.80E-06	8.00E-06	7.92E-06	1.026	1.006	8.13E-06	0.199	0.260	0.0043	0.77	-0.06
PU102B	8.74E-06	8.65E-06	8.88E-06	8.79E-06	1.026	1.006	9.02E-06	0.221	0.294	0.0045	0.75	-0.07
AM102B	-3.25E-06	-3.22E-06	-3.28E-06	-3.00E-06	1.018	0.925	-3.05E-06	-0.075	-0.031	0.0044	2.43	-0.04
AM102A	-2.47E-06	-2.45E-06	-2.49E-06	-2.29E-06	1.017	0.925	-2.33E-06	-0.057	-0.020	0.0037	2.84	-0.04
NP702A	-1.76E-06	-1.75E-06	-1.76E-06	-1.50E-06	1.009	0.855	-1.52E-06	-0.037	-0.049	0.0045	0.75	+0.01
NP702B	-2.70E-06	-2.68E-06	-2.72E-06	-2.28E-06	1.011	0.846	-2.31E-06	-0.056	-0.088	0.0040	0.64	+0.03
NP702C	-2.79E-06	-2.77E-06	-2.80E-06	-2.35E-06	1.011	0.843	-2.38E-06	-0.058	-0.104	0.0045	0.56	+0.05

Table 4.3.26 Results of small sample worth analysis (BFS-69-2, JENDL-3.3)

炉心名 核データ	BFS-69-2 JENDL-3.3											
	基準計算 値	等方拡散 計算値	輸送計算 値	UF175g計 算値	輸送・メッ シュ補正	群数補正	補正後計 算値	補正後計 算値(¢)	実験値 (¢)	実験誤差 (¢)	C/E	C-E(¢)
U235	3.22E-05	3.22E-05	3.29E-05	3.22E-05	1.024	1.001	3.29E-05	0.815	0.852	0.0022	0.96	-0.04
U238	-6.02E-06	-6.02E-06	-6.80E-06	-5.97E-06	1.129	0.990	-6.74E-06	-0.167	-0.139	0.0030	1.20	-0.03
B10A	-1.74E-05	-1.74E-05	-1.76E-05	-1.72E-05	1.012	0.988	-1.74E-05	-0.430	-0.446	0.0026	0.96	+0.02
B10B	-7.72E-05	-7.72E-05	-7.82E-05	-7.63E-05	1.013	0.988	-7.73E-05	-1.913	-1.956	0.0033	0.98	+0.04
B10C	-9.86E-05	-9.86E-05	-9.99E-05	-9.75E-05	1.013	0.989	-9.88E-05	-2.446	-2.483	0.0042	0.98	+0.04
C12	-2.41E-06	-2.41E-06	-3.91E-06	-1.85E-06	1.624	0.767	-3.00E-06	-0.074	-0.059	0.0022	1.26	-0.02
NA	-3.57E-06	-3.57E-06	-4.56E-06	-3.66E-06	1.279	1.027	-4.69E-06	-0.116	0.089	0.0057	-1.31	-0.20
CH2B	5.39E-06	5.39E-06	3.89E-06	5.60E-06	0.722	1.040	4.04E-06	0.100	0.096	0.0019	1.04	+0.00
CH2A	9.72E-06	9.72E-06	7.14E-06	9.98E-06	0.735	1.028	7.34E-06	0.182	0.201	0.0024	0.91	-0.02
PU9	1.04E-04	1.04E-04	1.07E-04	1.05E-04	1.027	1.005	1.08E-04	2.667	2.537	0.0054	1.05	+0.13
PU002A	1.18E-05	1.18E-05	1.21E-05	1.19E-05	1.028	1.011	1.23E-05	0.304	0.300	0.0032	1.01	+0.00
PU002B	1.88E-05	1.88E-05	1.93E-05	1.90E-05	1.028	1.011	1.95E-05	0.483	0.477	0.0033	1.01	+0.01
PU002C	4.82E-05	4.82E-05	4.95E-05	4.87E-05	1.027	1.011	5.01E-05	1.239	1.250	0.0046	0.99	-0.01
PU102A	8.51E-06	8.51E-06	8.74E-06	8.56E-06	1.028	1.006	8.80E-06	0.218	0.286	0.0042	0.76	-0.07
PU102B	9.42E-06	9.42E-06	9.68E-06	9.48E-06	1.028	1.006	9.74E-06	0.241	0.325	0.0032	0.74	-0.08
AM102B	-1.11E-06	-1.11E-06	-9.86E-07	-9.02E-07	0.885	0.809	-7.98E-07	-0.020	-0.001	0.0041	28.20	-0.02
AM102A	-7.40E-07	-7.40E-07	-6.38E-07	-5.80E-07	0.862	0.783	-5.00E-07	-0.012	0.002	0.0060	-6.87	-0.01
NP702A	3.56E-07	3.57E-07	4.86E-07	5.69E-07	1.364	1.598	7.77E-07	0.019	-0.006	0.0023	-3.43	+0.02
NP702B	6.82E-07	6.82E-07	8.95E-07	1.03E-06	1.313	1.512	1.35E-06	0.033	-0.003	0.0032	-10.80	+0.04
NP702C	7.43E-07	7.43E-07	9.68E-07	1.11E-06	1.303	1.494	1.45E-06	0.036	0.001	0.0016	29.84	+0.03

Table 4.3.27 Results of small sample worth analysis (BFS-69-1, JENDL/AC-2008)

炉心名 核データ	BFS-69-1 JENDL/AC-2008											
	サンプル	基準計算 値	等方拡散 計算値	輸送計算 値	UF175g計 算値	輸送・メッ シュ補正	群数補正	補正後計 算値	補正後計 算値(¢)	実験値 (¢)	実験誤差 (¢)	C/E
同JENDL-3.3	U235	3.05E-05		3.03E-05	1.025	0.993	3.10E-05	0.759	0.753	0.0039	1.01	+0.01
	U238	-7.04E-06		-6.95E-06	1.102	0.987	-7.66E-06	-0.187	-0.145	0.0044	1.29	-0.04
	B10A	-2.04E-05		-2.00E-05	1.020	0.981	-2.04E-05	-0.499	-0.478	0.0039	1.04	-0.02
	B10B	-9.02E-05		-8.85E-05	1.021	0.982	-9.04E-05	-2.211	-2.136	0.0034	1.03	-0.07
	B10C	-1.15E-04		-1.13E-04	1.021	0.982	-1.15E-04	-2.813	-2.685	0.0048	1.05	-0.13
	C12	5.05E-06		5.67E-06	0.841	1.123	4.77E-06	0.117	-0.136	0.0044	-0.86	+0.25
	NA	-2.27E-07		-2.37E-07	8.619	1.044	-2.05E-06	-0.050	0.024	0.0050	-2.10	-0.07
	CH2B	3.68E-05		3.70E-05	0.993	1.005	3.67E-05	0.898	0.805	0.0036	1.12	+0.09
	CH2A	6.52E-05		6.54E-05	0.993	1.003	6.49E-05	1.589	1.462	0.0033	1.09	+0.13
	PU9	1.00E-04		1.00E-04	1.027	0.999	1.03E-04	2.516	2.252	0.0037	1.12	+0.26
	PU002A	1.08E-05		1.08E-05	1.024	1.007	1.11E-05	0.271	0.257	0.0040	1.05	+0.01
	PU002B	1.72E-05		1.73E-05	1.023	1.007	1.77E-05	0.433	0.413	0.0041	1.05	+0.02
	PU002C	4.43E-05		4.46E-05	1.023	1.006	4.56E-05	1.115	1.099	0.0042	1.01	+0.02
	PU102A	7.95E-06		7.95E-06	1.026	1.000	8.16E-06	0.200	0.260	0.0043	0.77	-0.06
	PU102B	8.83E-06		8.82E-06	1.026	1.000	9.05E-06	0.221	0.294	0.0045	0.75	-0.07
	AM102B	-2.35E-06		-2.11E-06	1.018	0.896	-2.14E-06	-0.052	-0.031	0.0044	1.70	-0.02
	AM102A	-1.80E-06		-1.62E-06	1.017	0.897	-1.65E-06	-0.040	-0.020	0.0037	2.01	-0.02
	NP702A	-1.78E-06		-1.53E-06	1.009	0.857	-1.54E-06	-0.038	-0.049	0.0045	0.76	+0.01
	NP702B	-2.74E-06		-2.32E-06	1.011	0.847	-2.35E-06	-0.057	-0.088	0.0040	0.65	+0.03
	NP702C	-2.83E-06		-2.39E-06	1.011	0.845	-2.42E-06	-0.059	-0.104	0.0045	0.57	+0.04

Table 4.3.28 Results of small sample worth analysis (BFS-69-2, JENDL/AC-2008)

炉心名 核データ	BFS-69-2 JENDL/AC-2008											
	サンプル	基準計算 値	等方拡散 計算値	輸送計算 値	UF175g計 算値	輸送・メッ シュ補正	群数補正	補正後計 算値	補正後計 算値(¢)	実験値 (¢)	実験誤差 (¢)	C/E
同JENDL-3.3	U235	3.18E-05		3.16E-05	1.024	0.994	3.24E-05	0.802	0.852	0.0022	0.94	-0.05
	U238	-5.99E-06		-5.91E-06	1.129	0.988	-6.68E-06	-0.165	-0.139	0.0030	1.19	-0.03
	B10A	-1.73E-05		-1.70E-05	1.012	0.985	-1.73E-05	-0.427	-0.446	0.0026	0.96	+0.02
	B10B	-7.69E-05		-7.58E-05	1.013	0.985	-7.68E-05	-1.900	-1.956	0.0033	0.97	+0.06
	B10C	-9.83E-05		-9.68E-05	1.013	0.985	-9.81E-05	-2.429	-2.483	0.0042	0.98	+0.05
	C12	-2.73E-06		-2.11E-06	1.624	0.773	-3.43E-06	-0.085	-0.059	0.0022	1.44	-0.03
	NA	-3.69E-06		-3.72E-06	1.279	1.009	-4.76E-06	-0.118	0.089	0.0057	-1.33	-0.21
	CH2B	6.35E-06		6.82E-06	0.722	1.073	4.92E-06	0.122	0.096	0.0019	1.27	+0.03
	CH2A	1.15E-05		1.22E-05	0.735	1.062	8.95E-06	0.221	0.201	0.0024	1.10	+0.02
	PU9	1.04E-04		1.04E-04	1.027	0.999	1.06E-04	2.632	2.537	0.0054	1.04	+0.10
	PU002A	1.17E-05		1.17E-05	1.028	1.005	1.21E-05	0.299	0.300	0.0032	1.00	-0.00
	PU002B	1.86E-05		1.87E-05	1.028	1.005	1.92E-05	0.475	0.477	0.0033	1.00	-0.00
	PU002C	4.77E-05		4.79E-05	1.027	1.005	4.92E-05	1.218	1.250	0.0046	0.97	-0.03
	PU102A	8.55E-06		8.54E-06	1.028	0.999	8.78E-06	0.217	0.286	0.0042	0.76	-0.07
	PU102B	9.46E-06		9.46E-06	1.028	0.999	9.72E-06	0.241	0.325	0.0032	0.74	-0.08
	AM102B	-2.95E-07		-1.18E-07	0.885	0.400	-1.04E-07	-0.003	-0.001	0.0041	3.69	-0.00
	AM102A	-1.32E-07		1.60E-09	0.862	-0.012	1.38E-09	0.000	0.002	0.0060	0.02	-0.00
	NP702A	2.79E-07		4.64E-07	1.364	1.667	6.33E-07	0.016	-0.006	0.0023	-2.80	+0.02
	NP702B	5.53E-07		8.58E-07	1.313	1.552	1.13E-06	0.028	-0.003	0.0032	-8.99	+0.03
	NP702C	6.06E-07		9.26E-07	1.303	1.529	1.21E-06	0.030	0.001	0.0016	24.89	+0.03

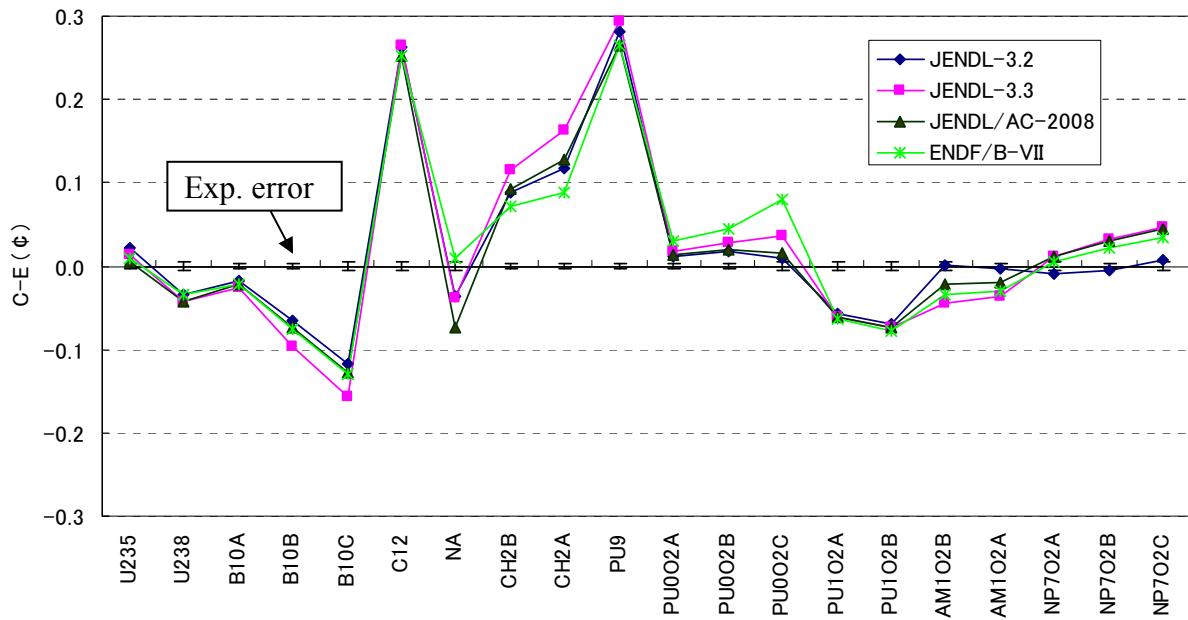


Fig.4.3.10 Results of small sample worth analysis (BFS-69-1)

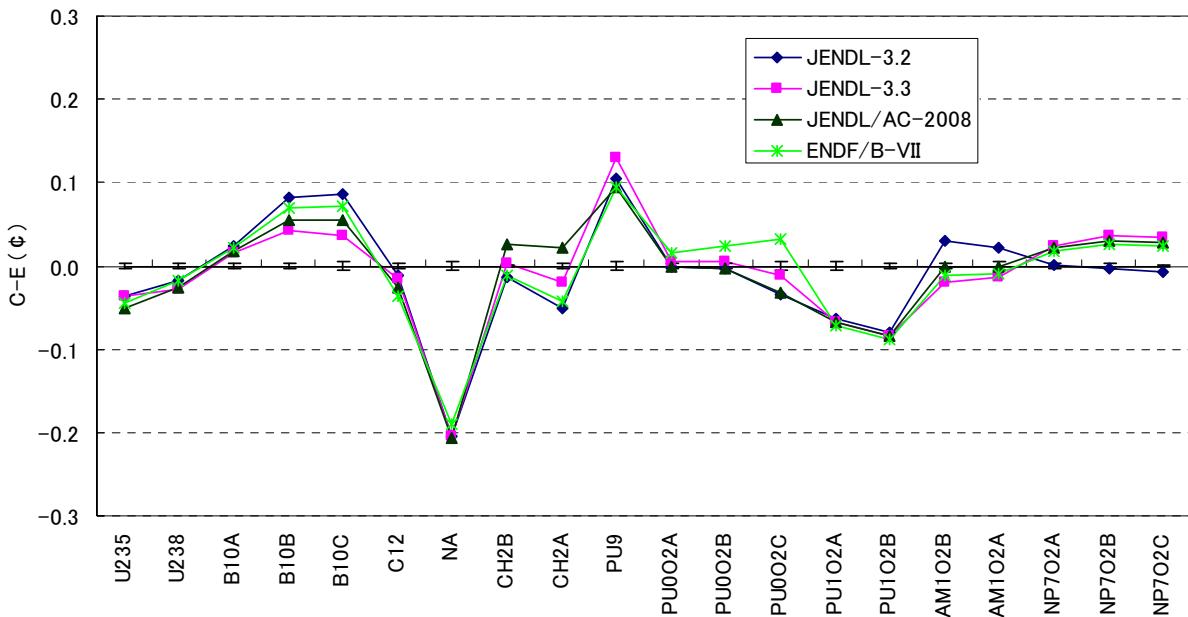


Fig.4.3.11 Results of small sample worth analysis (BFS-69-2)

Table 4.3.29 Results of sample Doppler reactivity analysis (BFS-69, UO<sub>2</sub> sample)

炉心名(サンプル種類)	BFS-69-1 (UO <sub>2</sub> sample)			BFS-69-2 (UO <sub>2</sub> sample)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*1)</sup>	-2.35E-06	-2.40E-06	-2.39E-06	-1.68E-06	-1.72E-06	-1.73E-06
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*2)</sup>	-2.34E-06	-2.40E-06	<--	-1.67E-06	-1.72E-06	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*3)</sup>	-2.33E-06	-2.39E-06	<--	-1.66E-06	-1.71E-06	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*1)</sup>	-2.37E-06	-2.42E-06	-2.42E-06	-1.67E-06	-1.71E-06	-1.73E-06
輸送・メッシュ補正	1.000	0.999	0.999	0.996	0.997	0.997
群数補正	1.009	1.007	1.011	0.996	0.994	1.001
補正後計算値	-2.37E-06	-2.42E-06	-2.42E-06	-1.66E-06	-1.71E-06	-1.72E-06
補正後計値(C)(¢)	-0.058	-0.059	-0.059	-0.041	-0.042	-0.043
実験値(E)(¢)		-0.016 ±0.005			-0.012 ±0.004	
C/E	3.6	3.7	3.7	3.4	3.5	3.6
C-E(¢)	-0.042	-0.043	-0.043	-0.029	-0.030	-0.031

\*1: RZ 70g、領域依存核分裂スペクトル、非等方拡散係数

\*2: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*3: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、POS8輸送近似

Table 4.3.30 Results of sample Doppler reactivity analysis (BFS-69, PuO<sub>2</sub> sample)

炉心名(サンプル種類)	BFS-69-1 (PuO <sub>2</sub> sample)		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	-3.84E-07	-4.11E-07	-4.20E-07
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	-3.49E-07	-4.10E-07	<--
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	-3.38E-07	-4.02E-07	<--
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	-3.84E-07	-4.09E-07	-4.17E-07
輸送・メッシュ補正	0.970	0.979	0.979
群数補正	1.001	0.995	0.994
補正後計算値	-3.72E-07	-4.01E-07	-4.09E-07
補正後計値(C)(¢)	-0.009	-0.010	-0.010
実験値(E)(¢)		-0.038 ±0.005	
C/E	0.24	0.26	0.26
C-E(¢)	+0.029	+0.028	+0.028

## 4.4 解析結果のまとめ

Np 装荷による核特性の変化は核特性、核データによらず概ね実験誤差内で再現できており、Np 装荷に伴う解析精度の悪化はないと言える。

解析結果全般について以下に核特性毎にまとめる。

### (1) 臨界性

BFS-69 体系について過大評価する傾向があり、JENDL-3.3 と JENDL/AC-2008 で顕著である。

### (2) Na ボイド反応度

ENDF/B-VII の結果は良好である。JENDL の 3 種類の結果は実験誤差に比して有意な差異がある。

### (3) 制御棒価値

濃縮ボロンを使用した体系についてはいずれの核データでも実験誤差内で解析できている。天然ボロンを使用した体系では約 10%過大評価している。実験情報を含む実験値に問題があるものと思われる。

### (4) 炉心中心反応率比

概ね実験誤差内で解析できている。核データ間の差異が一部で現れており、F48, F40 については JENDL/AC2008 が、F37 については ENDF/B-VII が良好である。F64 については JENDL/AC-2008 のみ C/E 値のずれが大きい。

### (5) 微少サンプル反応度

実験誤差に比して解析値のばらつきが大きく、明確な評価は困難である。実験誤差が著しく過小と思われる。

### (6) サンプルドップラー反応度

解析値と実験値の差異は実験誤差の 5 倍以上あり、実験状態を正確に模擬できていない可能性がある。同様な実験が実施された BFS-62-4 や BFS-62-5 炉心と相互比較し、原因を検討する必要がある。

## 5. 核データ間の詳細比較

第4章の結果では、C/E値を基にNp装荷に伴う解析精度の悪化がないことを確認した。本章では、解析値の核データ間の差異を核種・反応毎に分析し、 $^{237}\text{Np}$ を中心に本実験解析結果の核データ検証に対する有効性を把握する。

### 5.1 $^{237}\text{Np}$ 核データの差異

Fig.5.1～5.4に $^{237}\text{Np}$ の捕獲及び核分裂断面積を第4章の評価で使用した4種類の核データ間で比較する。Fig.5.2と5.4はJENDL-3.3に対する相対差であり、JENDL-3.3の核データ誤差も”STDEV”として示している。

捕獲断面積については100keV～1MeVを中心にJENDL-3.3の核データ誤差を上回るライブラリ間の差異がある。核データ誤差に見直す余地があると思われる。核分裂断面積については300keV以下で数10%の差異があるが、断面積が小さい領域であり、核特性に及ぼす影響は無視できる。

Fig.5.5は捕獲断面積にBFS-69-2体系の炉心中心での中性子スペクトルを乗じ、反応率に換算した結果である。断面積自体の比較では目立たなかったJENDL/AC-2008についても他の核データと同程度の差異が現れている。エネルギー積分値で差異を見ると、JENDL-3.2とENDF/B-VIIでは、それぞれ約+6%となる。JENDL/AC-2008では、エネルギー間で相殺し、1%以下となる。

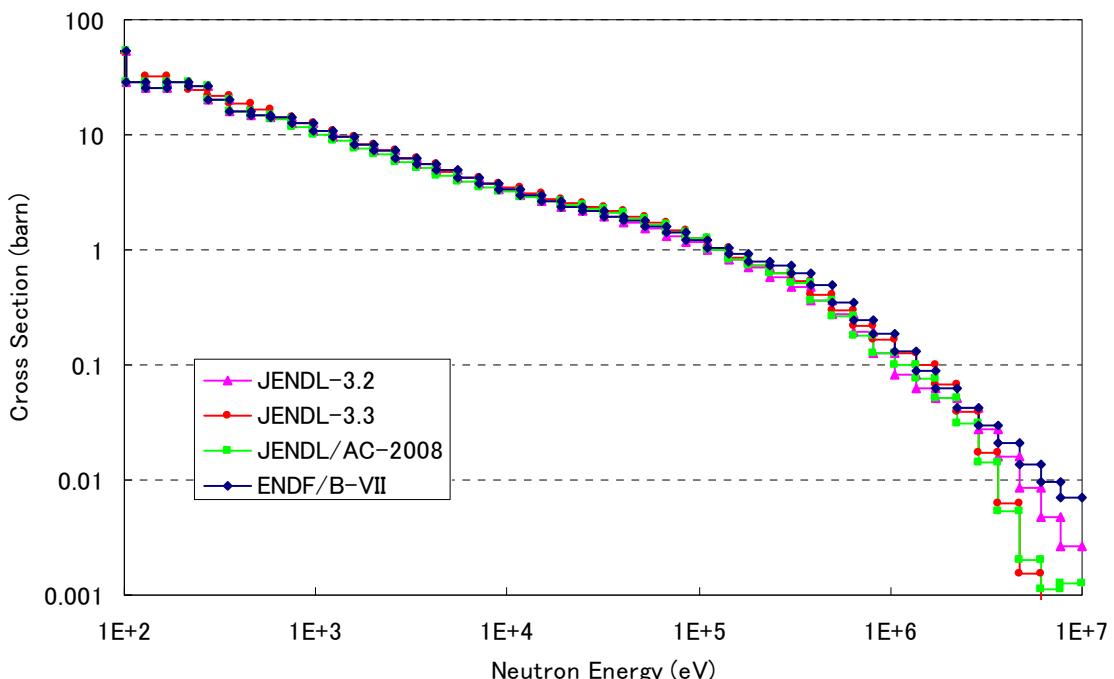
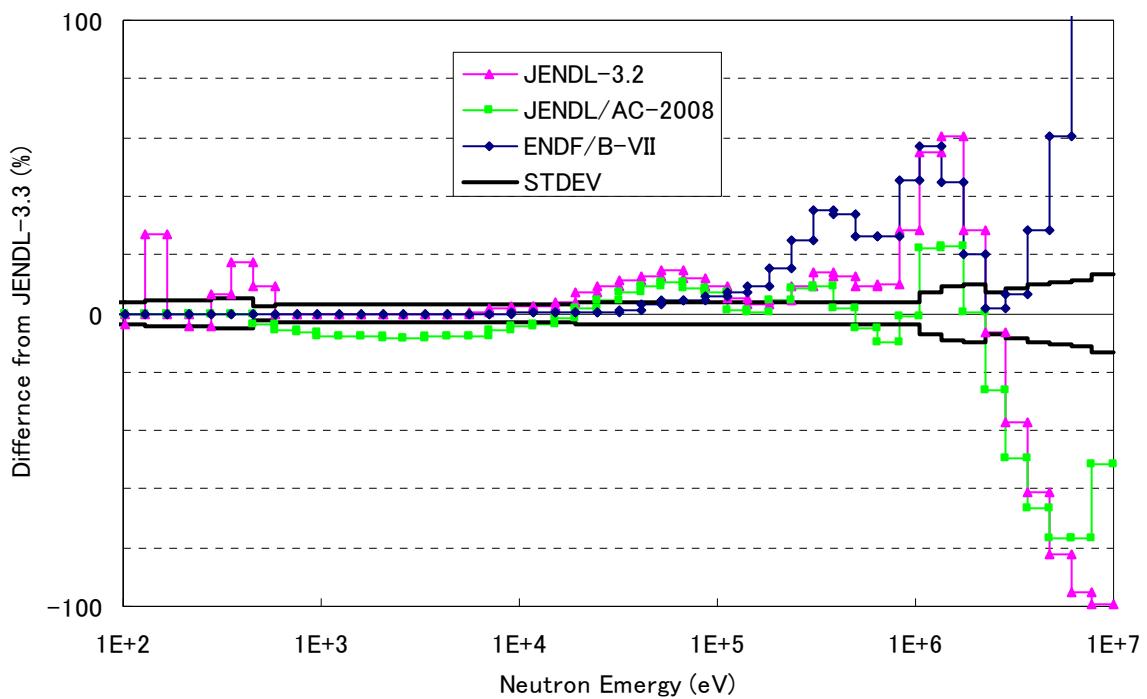
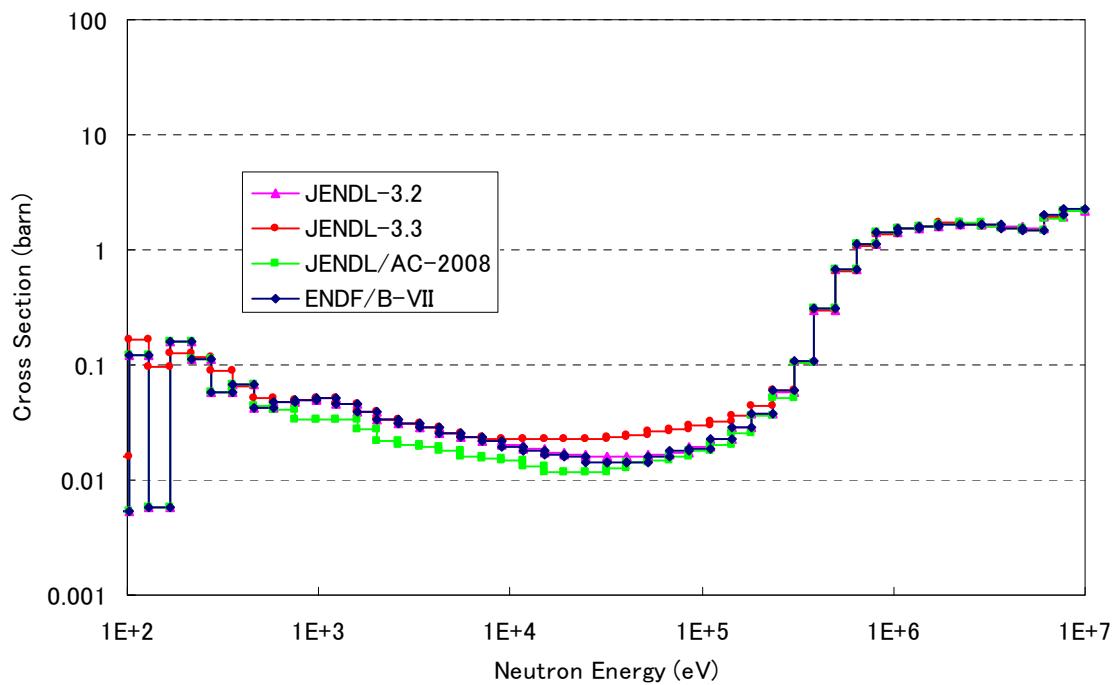
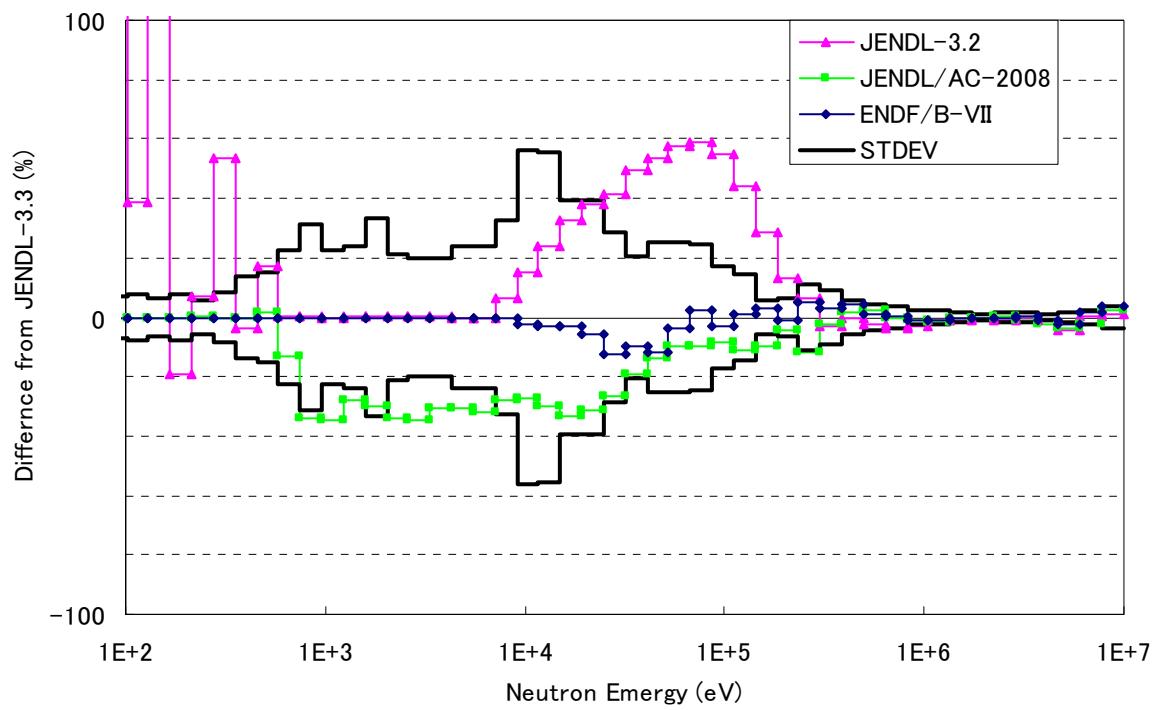
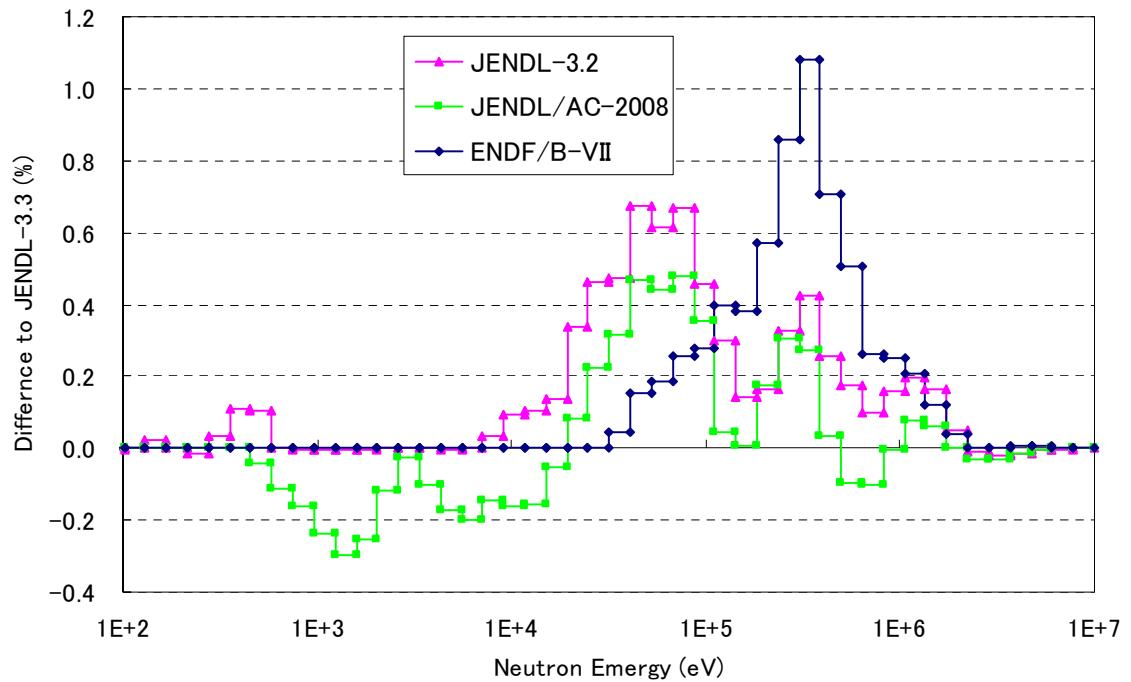


Fig.5.1 Comparison of  $^{237}\text{Np}$  capture cross section among nuclear data

Fig.5.2 Relative comparison of  $^{237}\text{Np}$  capture cross section (to JENDL-3.3)Fig.5.3 Comparison of  $^{237}\text{Np}$  fission cross section among nuclear data

Fig.5.4 Relative comparison of  $^{237}\text{Np}$  fission cross section (to JENDL-3.3)Fig.5.5 Relative comparison of  $^{237}\text{Np}$  capture reaction rates (to JENDL-3.3)

## 5.2 核特性解析結果の差異

核データ間の差異が核特性に及ぼす影響を感度解析により分析した。感度係数は SAGEP<sup>22)</sup>を使用し、エネルギー18群構造で、BFS-66-2 体系は XYZ モデルを、その他は RZ モデルにより計算した。実効断面積は第 4 章の解析で使用したものと同一である。核データには JENDL-3.3 を使用した。

核データを JENDL-3.3 から変更したときの核特性の変化を感度係数と実効断面積の積で評価した。実効断面積は Np 装荷領域のもの（Np 装荷領域に存在しないボロンのみは吸収体領域のもの）で代表させた。

感度解析結果は Np 関連核特性を中心に核種(天然核種は元素)毎の寄与を表す。感度解析の精度を確認するため、第 4 章で示した直接計算値（基準計算値）の結果も示す。付録 D には感度係数を掲載する。

### (1) 臨界性

Fig.5.6 に 3 種類 (BFS-67, BFS-69, BFS-66-2) の体系それぞれについて、Np 装荷の有無が異なる 2 種類の炉心の感度解析結果を示す。

核特性間の差異は、主に  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  による。JENDL-3.2 については Fe の寄与、ENDF/B-VII については Na の寄与も大きい。 $^{237}\text{Np}$  の装荷絶対量が Pu や U に比べると少ないと予想されたことではあるが、 $^{237}\text{Np}$  の臨界性への寄与は小さく、本実験解析結果から  $^{237}\text{Np}$  核データの優劣を論じることは困難といえる。

第 4 章において、BFS-69 体系の結果が過大評価傾向にあり、JENDL-3.3, JENDL/AC-2008 での傾向が顕著であるという結果を得ていた。そこで BFS-67-2, BFS-66-2A 各炉心から BFS-69-2 への変化に着目する。Fig.5.7 は Fig.5.6 の BFS-69-2 の結果から BFS-67-2 と BFS-66-2A の結果を差し引いたものである。ENDF/B-VII の場合、Na,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  の寄与が、JENDL-3.2 の場合、 $^{235}\text{U}$  と Fe の寄与が大きい。ENDF/B-VII の Na の寄与が両方の炉心で同程度に現れているが、これは BFS-69 体系の Na 含有率が他に比べて多いためである。Table 5.1 に Na の寄与について反応毎の内訳を示すが、ENDF/B-VII の Na の寄与は平均散乱角余弦(MU)によるものである。Fig.5.8 には ENDF/B-VII と JENDL-3.3 との差についてエネルギー毎の寄与を示すが、1MeV 付近での寄与が大きい。

### (2) 制御棒価値

Fig.5.9 に Np 装荷炉心である BFS-69-2 と BFS-66-2A 炉心の感度解析結果を示す。

BFS-69-2 炉心では ENDF/B-VII の Na の寄与が顕著である。一方、BFS-66-2A では現れていない。これは、上述のように BFS-69 体系の Na 含有率が多いためである。結果は示さないが、臨界性と同様、平均散乱角余弦の寄与が大きく、散乱断面積、非弾性散乱断面積の寄与も同程度存在する。BFS-66-2A 炉心で顕著な  $^{235}\text{U}$  の寄与は捕獲断面積と中性子発生数による。

臨界性に比べると  $^{237}\text{Np}$  の寄与も他の重核種と同程度存在する。しかしながら核データ間の差異の寄与は 0.3% 程度と実験誤差に比べて小さく、本実験解析結果から  $^{237}\text{Np}$  核データの優劣を論じることは困難である。

### (3) Na ボイド反応度

第4章で比較した3種類の体系についてNp装荷炉心の感度解析結果をFig.5.10に示す。BFS-69-2炉心のみボイド反応度が負であるので、感度解析結果の符号が異なる。

第4章では、ENDF/B-VIIの結果が他に比べて良好という結果を得ていた。感度解析結果を見ると、ENDF/B-VIIとその他ではNaと<sup>239</sup>Puの寄与が異なる。Table 5.2にはNaの寄与について反応毎の内訳を示すが、弾性散乱と非弾性散乱が同程度である。なお、Naの断面積はJENDL-3.3とJENDL/AC-2008は同じであるが、本感度解析では実効断面積を使用しているため、差異が生じている。Fig.5.11にはENDF/B-VIIの結果をエネルギー毎に示す。いずれの反応でも寄与は主に1MeV付近で生じている。

同様に<sup>239</sup>Puについて反応毎の寄与をTable 5.3に示す。核分裂断面積と中性子放出数(NU)が主である。核分裂断面積の寄与のエネルギー成分をFig.5.12に示すが、寄与は主に1keV付近で生じている。

<sup>237</sup>Npの寄与については、存在はするが他の核種の寄与に比べると小さく、本実験解析結果のみから<sup>237</sup>Np核データのライブラリ間優劣を論じることは困難であるが、Naボイド反応度に対する<sup>237</sup>Npの感度自体は有意にあるので、Np装荷炉心の精度向上には役立つ可能性はある。

### (4) 反応率比

閾値反応を代表してF28/F25を、<sup>237</sup>Npに直接関連する反応率比としてF37/F49を探り上げ感度解析結果をFig.5.13に示す。

第4章では、JENDL-3.2によるF28/F25解析結果が若干過大評価していた。感度解析の結果からFeや<sup>238</sup>Uが寄与していると考えられる。

F37/F49については、予想通り<sup>237</sup>Npに感度を有しており、核データ間の差異も現れている。ただし、Fig.5.4で示したように<sup>237</sup>Np核分裂断面積については核データ間の差異が大きいのは断面積の小さいエネルギー範囲であり、核データ間の差異への<sup>237</sup>Npの寄与は0.5%程度にとどまる。実験誤差約2%に対して小さく、本実験解析結果から<sup>237</sup>Np核データの優劣を論じることは困難であるが、C/E値が実験誤差内にあることから、各ライブラリの<sup>237</sup>Np核分裂断面積が妥当であろうとは推定できる。

### (5) 微少サンプル反応度

Fig.5.14に<sup>237</sup>Npに直接関連するNpO<sub>2</sub>サンプル(3種類のうち、最も反応度の大きいサンプルC)の感度解析結果を示す。<sup>237</sup>Npの寄与はほとんど確認できないが、これは<sup>237</sup>Npの寄与が小さいというより、サンプル位置での中性子束・インポータンス分布評価に影響するFeや<sup>238</sup>Uの感度が非常に大きいためである。Fig.5.15にBFS-69-2炉心の感度係数を示す。<sup>237</sup>Npの感度は図に現れていないが、捕獲反応の-2が絶対値で最大である(付録D参照)。

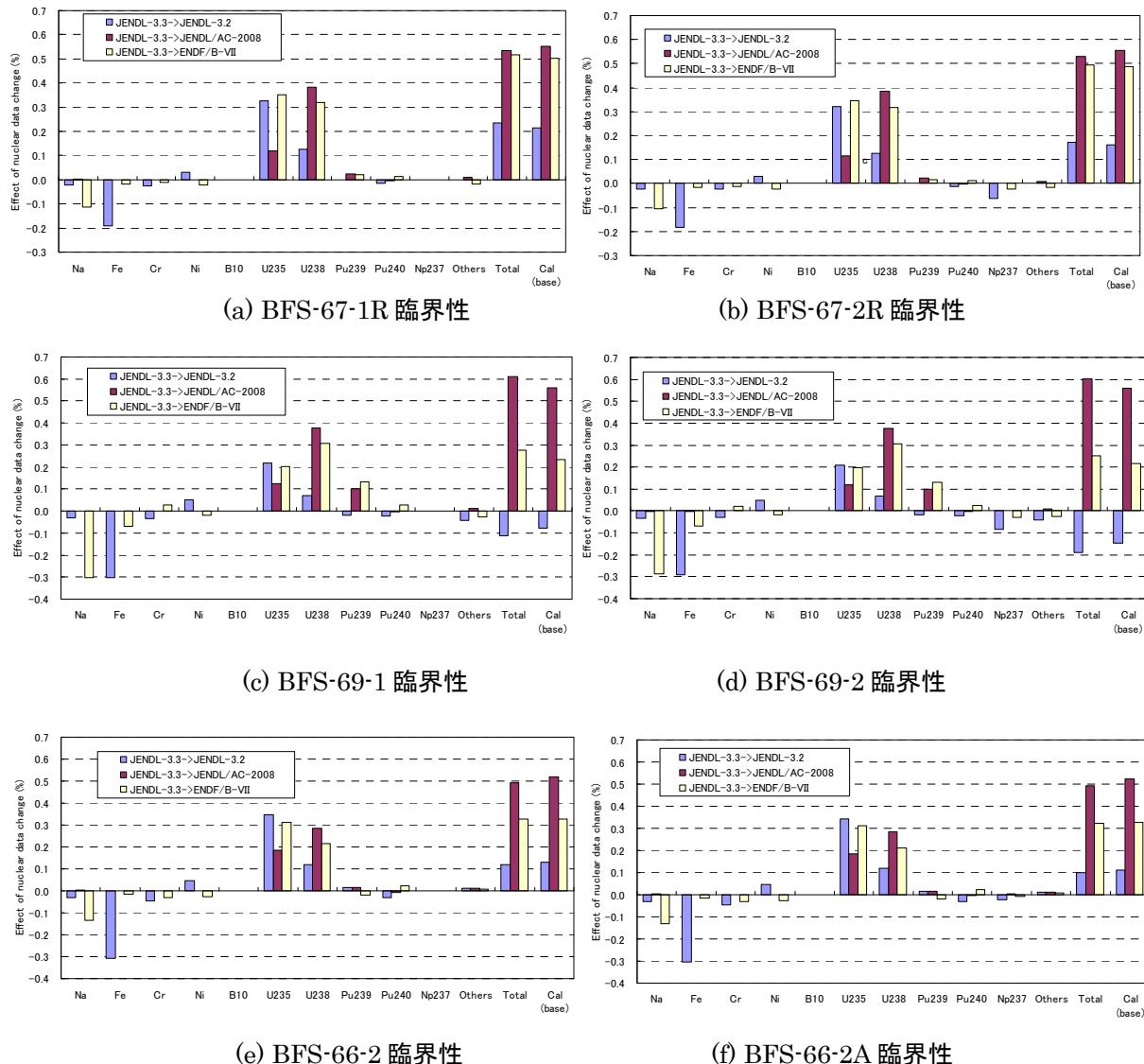


Fig.5.6 Effect of nuclear data replacement (Criticality)

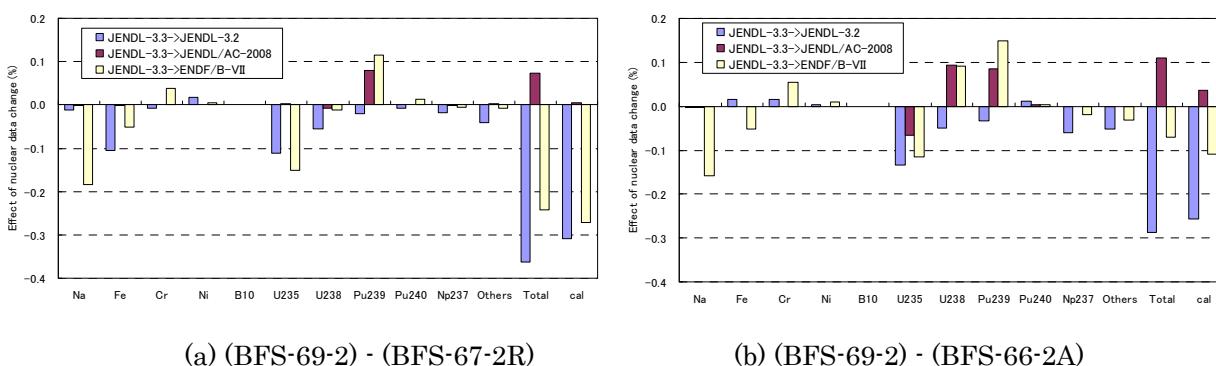


Fig.5.7 Effect of nuclear data replacement on Criticality (difference between two cores)

Table 5.1 Na contribution in nuclear data replacement (BFS-69-2 Criticality)

Reaction	JENDL-3.2	JENDL/AC-2008	ENDF/B-VII
Capture	0.01	0.00	0.00
MU	-0.04	0.00	-0.31
Elastic	0.00	0.00	0.03
Inelastic	0.00	0.00	0.00
sum	-0.03	0.00	-0.29

(単位 %)

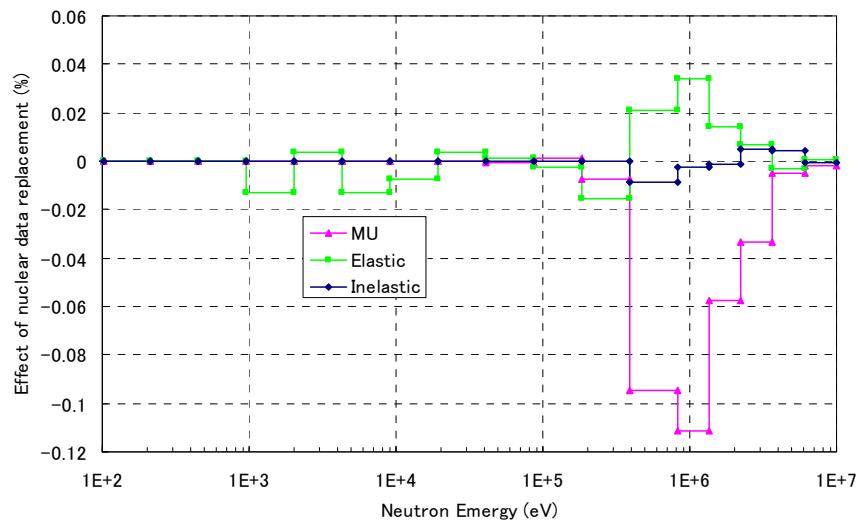
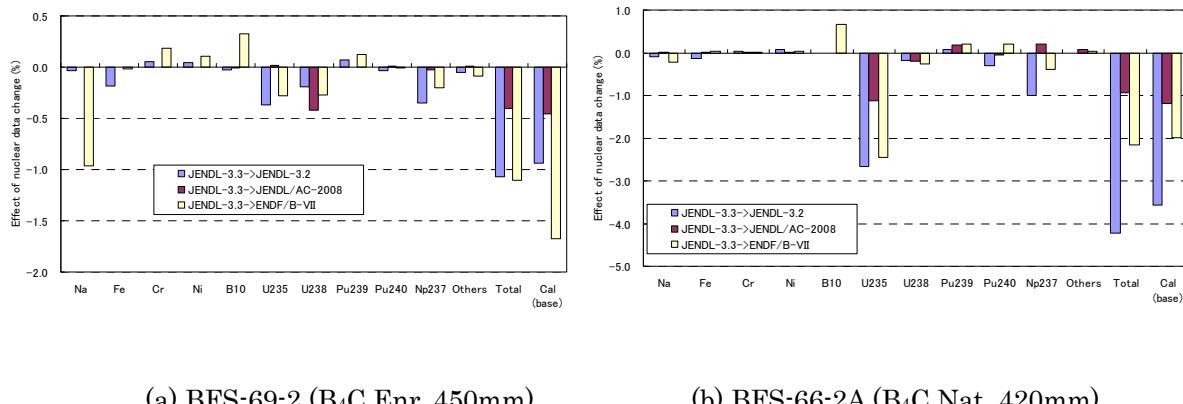
Fig.5.8 Effect of nuclear data replacement from JENDL-3.3 to ENDF/B-VII  
(contribution of Na to BFS-69-2 Criticality)(a) BFS-69-2 (B<sub>4</sub>C Enr. 450mm)(b) BFS-66-2A (B<sub>4</sub>C Nat. 420mm)

Fig.5.9 Effect of nuclear data replacement (C/R worth)

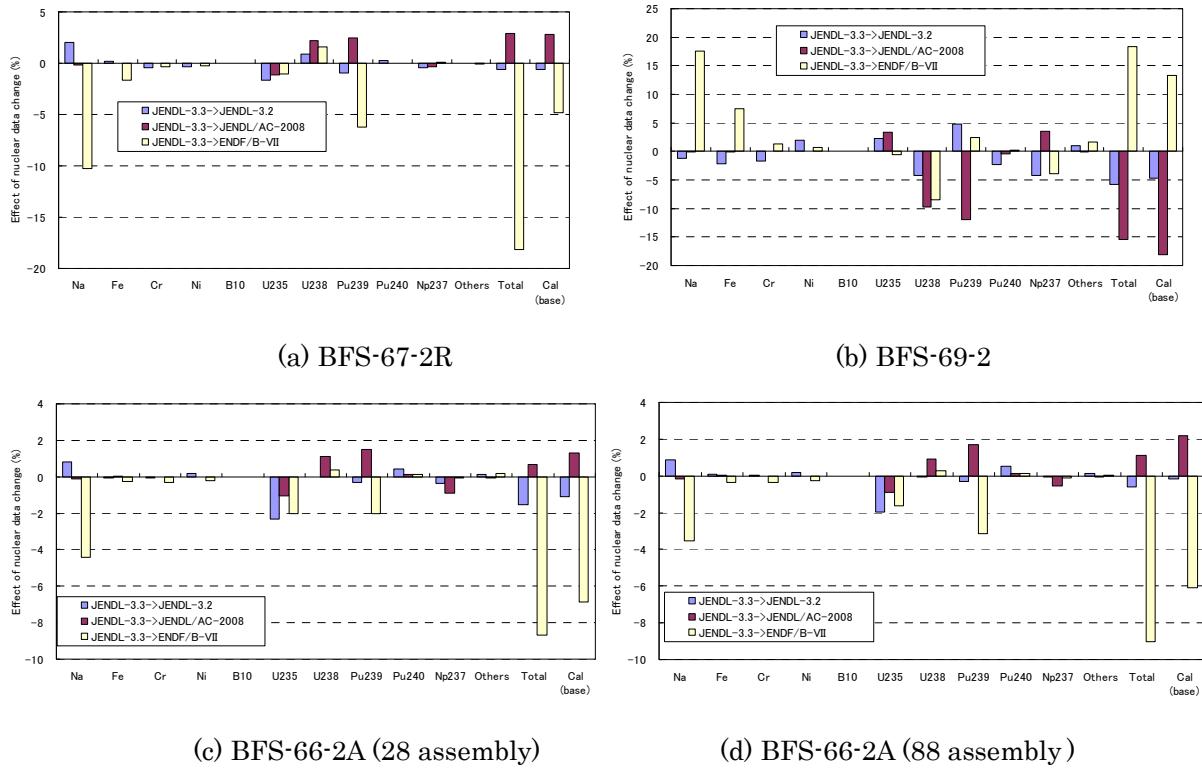


Fig.5.10 Effect of nuclear data replacement (Na void reactivity)

Table 5.2 Na contribution in nuclear data replacement (BFS-69-2 Void reactivity)

Reaction	JENDL-3.2	JENDL/AC-2008	ENDF/B-VII
Capture	2.3	0.0	-1.1
MU	-0.5	0.0	3.6
Elastic	2.4	-0.2	7.1
Inelastic	-5.3	0.0	8.0
sum	-1.1	-0.1	17.6

(単位 %)

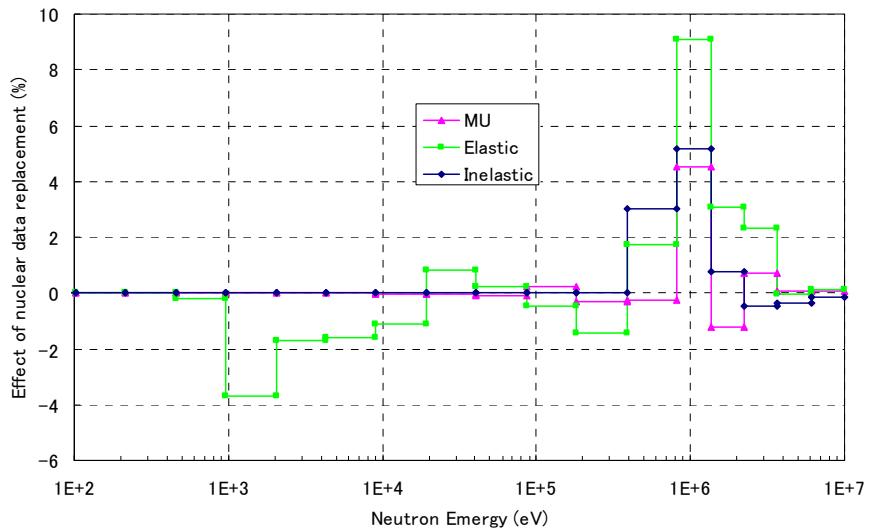
Fig.5.11 Effect of nuclear data replacement from JENDL-3.3 to ENDF/B-VII  
(contribution of Na to BFS-69-2 Na void reactivity)

Table 5.3  $^{239}\text{Pu}$  contribution in nuclear data replacement (BFS-69-2 Void reactivity)

Reaction	JENDL-3.2	JENDL/AC-2008	ENDF/B-VII
Capture	0.6	5.6	2.9
MU	0.1	0.3	0.3
Elastic	0.0	0.6	1.3
Inelastic	-0.1	-1.6	-1.9
Fission	4.3	-7.4	16.1
NU	0.0	-10.1	-16.9
N2N	0.0	0.0	0.0
CHI	-0.1	0.6	0.6
sum	4.8	-12.0	2.4

(単位 %)

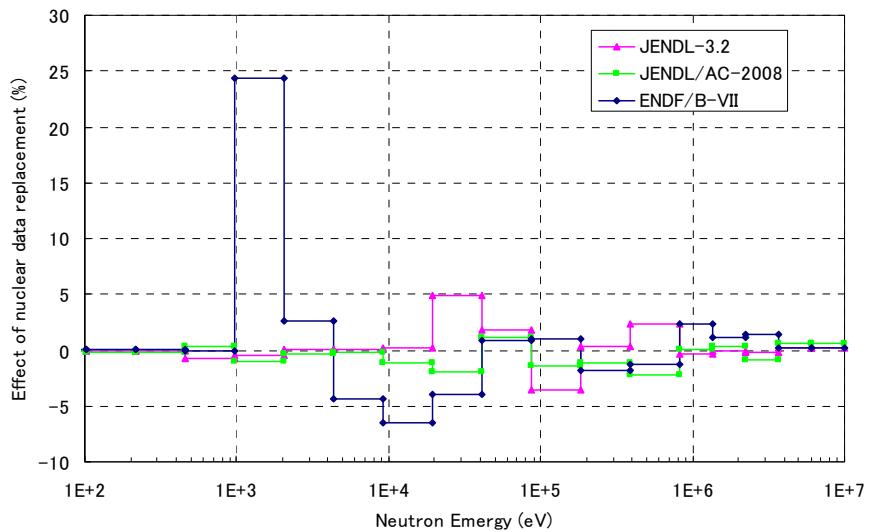


Fig.5.12 Effect of nuclear data replacement  
(contribution of  $^{239}\text{Pu}$  fission to BFS-69-2 Na void reactivity)

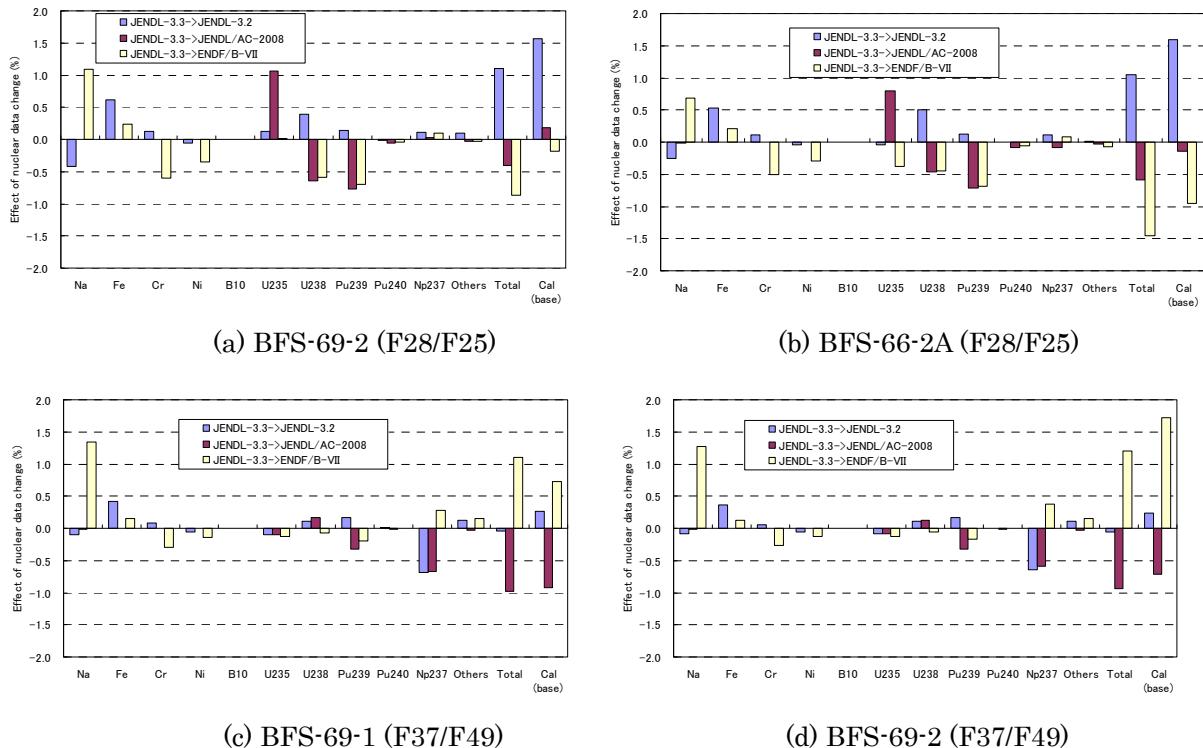


Fig.5.13 Effect of nuclear data replacement (Reaction rate ratio)

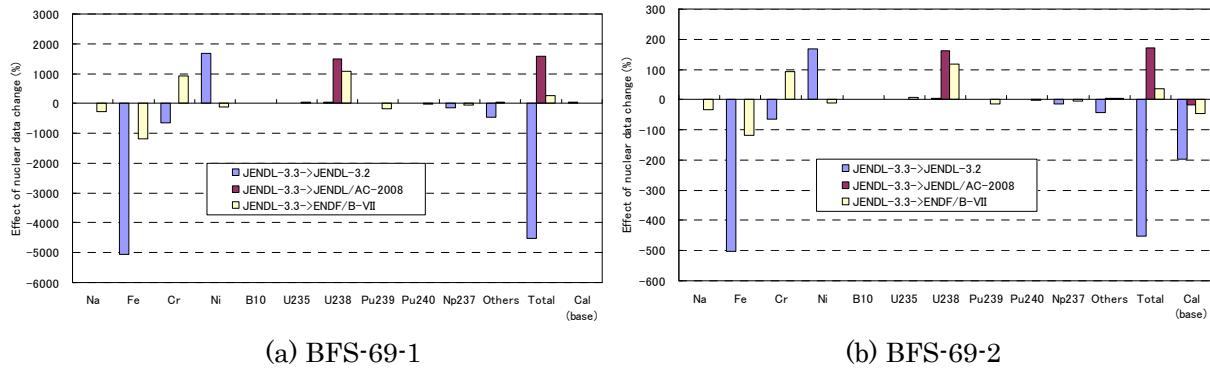


Fig.5.14 Effect of nuclear data replacement (Small sample worth)

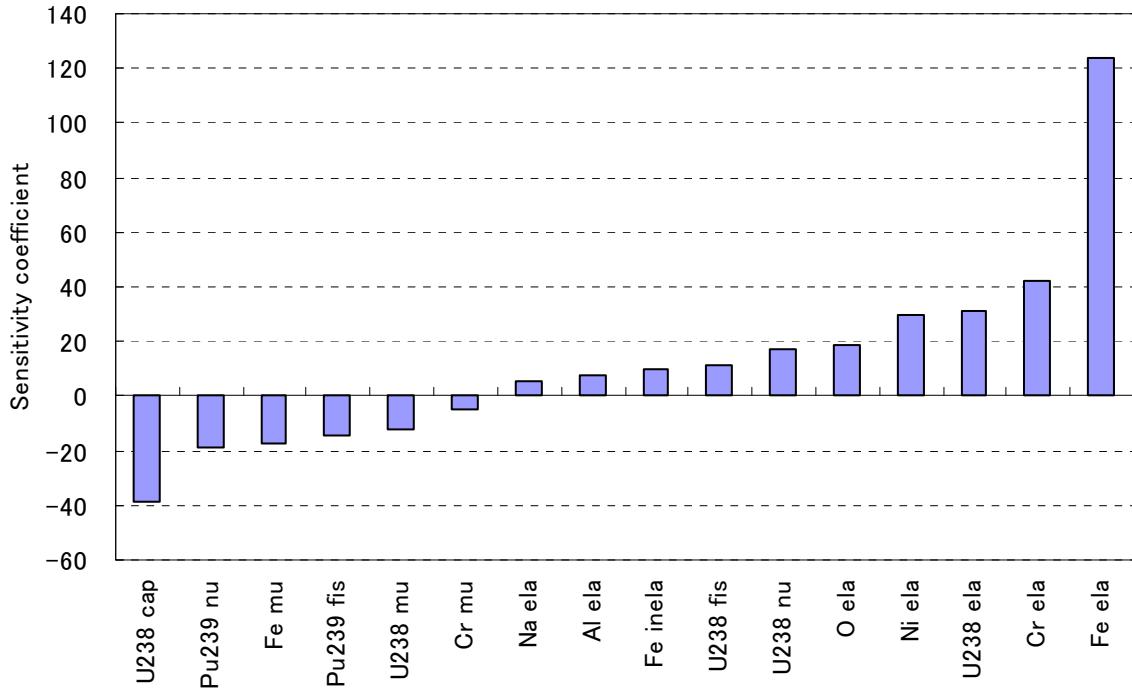


Fig.5.15 Sensitivity coefficient for NpO<sub>2</sub> sample worth in BFS-69-2

## 6. 結論

「多量の Np を種々の臨界集合体に添加したときの炉物理特性の変化に関する研究」に関する共同研究（平成 13 年度～15 年度）の第 2 報として契約 2 年目,3 年目で入手した BFS-69 体系及び BS-66-2 体系に関する実験情報と解析結果をまとめた。

実験では各体系において Np 装荷(約 8kg)の有無が異なる 2 種類の炉心について核特性(臨界性、制御棒価値、ボイド反応度など)が測定されている。JAEA の標準的な高速炉解析手法に 4 種類 (JENDL-3.2, JENDL-3.3, JENDL/AC-2008, ENDF/B-VII) の核データを適用し、以下の知見を得た。

① Np 装荷炉心に対する解析精度

i) Np 装荷による解析精度の変化

Na ボイド反応度、制御棒価値、反応率比の測定値は Np の装荷により実験誤差に比して有意な変化が確認されている。解析値はその変化を同誤差内で再現しており、Np 装荷による解析精度の悪化はないといえる。

ii) 核データ間の差異

核データ間には例えば  $^{237}\text{Np}$  捕獲断面積に最大で数 10% の差異があるが、それによる核特性の変化は微少であり、本実験解析結果のみから核データ間の優劣を論じることは困難である。

しかし、Na ボイド反応度には  $^{237}\text{Np}$  捕獲断面積に有意な感度があるため、Np 装荷炉心核特性の予測精度向上に役立つ可能性はある。

② 個別核特性の解析精度

i) 臨界性

BFS-69 体系（高 Pu 富化度炉心実験）について過大評価する傾向があり、JENDL-3.3 と JENDL/AC-2008 で顕著である。過大評価が小さい ENDF/B-VII との差異は主に Na の平均散乱角余弦 (1MeV 付近) にある。

ii) Na ボイド反応度

ENDF/B-VII の結果と比較すると、JENDL の 3 種類の結果には実験値と数 % の差異がある。ENDF/B-VII との差異は、主に Na の散乱関連の断面積 (1MeV 付近) と  $^{239}\text{Pu}$  の核分裂断面積 (1keV 付近) にある。

iii) 制御棒価値

いずれの核データでも濃縮  $\text{B}_4\text{C}$  の制御棒については実験誤差内で一致する。天然  $\text{B}_4\text{C}$  の制御棒については約 10% の過大評価となる。他の BFS 実験解析でも同様であり、実験側に問題があるものと思われる。

iv) 反応率比

概ね実験誤差内で解析できている。核データ間の差異が一部で現れており、 $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  の核分裂反応については JENDL/AC-2008 が、 $^{237}\text{Np}$  の核分裂については ENDF/B-VII が優れている。 $^{244}\text{Cm}$  の核分裂反応については JENDL/AC-2008 のみ C/E 値のずれが大きい。

## 謝辞

本共同研究は林 秀行氏（現所属 IAEA）によって開始されたものであります。核不拡散科学技術センターの田崎 真樹子氏にはIPPEとの調整にご尽力して頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1)羽様平, 佐藤若英, 石川眞, 庄野彰：“マイナーアクチニド添加炉心の核特性評価－BFS-67 臨界実験の解析－,” JNC TN9400 2003-035 (2003年5月)
- 2)羽様平, 岩井武彦, 庄野彰：“BFS 臨界実験解析－BFS-62-5 及び 66-1 炉心の解析－,” JNC TN9400 2005-011 (2004年10月)
- 3)T. Nakagawa et al. : “Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-2: JENDL-3.2,” Journal of Nuclear Science and Technology 32, 1259 (1995).
- 4)K. Shibata et al. : “Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3,” J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125 (2002).
- 5)O. Iwamoto et al. : “JENDL Actinoid File 2008,” J. Nucl. Sci. Technol., 46, 510 (2009).
- 6)M.B. Chadwick et al. : “ENDF/B-VII.0: Next generation evaluated nuclear data library for nuclear science and technology,” Nucl. Data Sheets, 107, 2931 (2006).
- 7) 杉野和輝 他: “BFS 臨界実験解析－BFS-62-1 体系の解析－,” JNC TN9400 2000-098 (2000年7月)
- 8)羽様平: “GEN-IV や実用化戦略調査研究などに関連する高速炉炉物理の最近の話題,”核データニュース, 81, 24 (2005).
- 9)T. Hazama, G. Chiba et al. : “Development of a Fine and Ultra-Fine Group Cell Calculation Code SLAROM-UF for Fast Reactor Analyses,” J. Nucl. Sci. Technol., 43[8], 908-918 (2006).
- 10)T. Tone: “A Numerical Study of Heterogeneity Effects in Fast Reactor Critical Assemblies,” J. of Nucl. Sci. and Technol. 12[8], 467 (1975).
- 11)中川正幸 他: “高速炉の核特性解析コードシステム,” JAERI-M 83-066 (1983年4月)
- 12)P. Benoist: “Streaming Effects and Collision Probabilities in Lattices,” Nucl. Sci. and Eng. 34, 285 (1968).
- 13)飯島進 他: “高速炉設計用計算プログラム 2 (2 次元・3 次元拡散摂動理論計算コード:PERKY),” JAERI-M 6993 (1977年2月)
- 14)R. J. Tuttle: “Consultants’ Meeting on Delayed Neutron Properties,” IAEA, Vienna (1979)
- 15)D. Saphier: “Evaluated Delayed Neutron Spectra and Their importance in Reactor Calculations,” Nuclear Science and Engineering, 62, 660 (1977)
- 16)M. C. Brady, T. R. England: “Delayed Neutron Data and Group Parameters for 43 Fissioning Systems”, Nucl. Sci. Eng., 103, 129-149 (1989).
- 17)船曳淳, 角田弘和: “BN 及び BFS 炉心解析システムの整備(II)－3 次元 Hex-Z 体系用輸送核特性解析コードの整備－,” JNC TJ9410 2002-001 (2002年3月)

- 18)“DANTSYS3.0: One-, Two-, and Three-Dimensional, Multigroup, Discrete Ordinates Transport Code System,” RSICC Computer Code Collection, CCC-547(1997).
- 19)Y. Nagaya, K. Okumura et al. : “MVP/GMVP II: General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods,” JAERI 1348, (2005).
- 20)石川眞 他: “核設計基本データベースの整備(VIII)－JUPITER 実験解析結果の集大成,” PNC TN9410 97-099 (1997 年 11 月) .
- 21)G. Manturov et al. : “BFS-73-1 Assembly: Experimental Model of Sodium-Cooled Fast Reactor with Core of Metal Uranium Fuel of 18.5% Enrichment and Depleted Uranium Dioxide Blanket,” NEA/NSC/DOE(2006)1
- 22)G. Manturov et al. : “BFS-62-3A Experiment: Fast Reactor Core with U and U-Pu Fuel of 17% Enrichment and Partial Stainless Steel Reflector,” NEA/NSC/DOE(2006)1
- 23)原昭浩 他: “SAGEP: 一般化摂動論に基づく二次元感度解析コード,” JAERI-M 84-027 (1984 年 2 月).

**This is a blank page.**

## 付録 A BFS-67 体系の解析結果

同一手法で BFS-67 体系の臨界性を再解析した。結果を以下に示す。

Table A.1 Results of criticality analysis (BFS-67)

炉心名	BFS-67-1R			BFS-67-2R		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値	0.99128	0.98914	0.99459	0.99082	0.98922	0.99469
等方拡散計算値 <sup>(*)1</sup>	0.99413	0.99120	<--	BFS-67-1Rで代用		
径倍メッシュ計算値 <sup>(*)2</sup>	0.99328	0.99036	<--	BFS-67-1Rで代用		
軸倍メッシュ計算値 <sup>(*)1</sup>	0.99350	0.99057	<--	BFS-67-1Rで代用		
輸送計算値 <sup>(*)3</sup>	0.99776	0.99483	<--	BFS-67-1Rで代用		
UF175g計算値	0.99047	0.98839	0.99393	0.99014	0.98859	0.99416
メッシュ補正	-0.00187	-0.00185	-0.00185	-0.00187	-0.00185	-0.00185
輸送補正	0.00550	0.00548	0.00548	0.00550	0.00548	0.00548
群数補正	-0.00081	-0.00075	-0.00065	-0.00068	-0.00063	-0.00053
補正後計算値	0.99409	0.99203	0.99757	0.99377	0.99223	0.99780
実験値	1.00044	1.00044	1.00044	1.00038	1.00038	1.00038
C/E	0.9937	0.9916	0.9971	0.9934	0.9919	0.9974
$\beta_{\text{eff}}$	5.48E-03	5.47E-03	5.45E-03	5.41E-03	5.40E-03	5.38E-03

炉心名	BFS-67-3R			BFS-67-3BR		
核データ	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC
基準計算値	0.99117	0.98930	0.99476	0.99055	0.98892	0.99438
等方拡散計算値	BFS-67-1Rで代用			BFS-67-1Rで代用		
径倍メッシュ計算値	BFS-67-1Rで代用			BFS-67-1Rで代用		
軸倍メッシュ計算値	BFS-67-1Rで代用			BFS-67-1Rで代用		
輸送計算値	BFS-67-1Rで代用			BFS-67-1Rで代用		
UF175g計算値	0.99044	0.98863	0.99419	0.98987	0.98830	0.99386
メッシュ補正	-0.00187	-0.00185	-0.00185	-0.00187	-0.00185	-0.00185
輸送補正	0.00550	0.00548	0.00548	0.00550	0.00548	0.00548
群数補正	-0.00073	-0.00067	-0.00058	-0.00067	-0.00062	-0.00053
補正後計算値	0.99407	0.99226	0.99782	0.99350	0.99193	0.99749
実験値	1.00044	1.00043	1.00043	1.00054	1.00054	1.00054
C/E	0.9936	0.9918	0.9974	0.9930	0.9914	0.9970
$\beta_{\text{eff}}$	5.45E-03	5.44E-03	5.42E-03	5.42E-03	5.41E-03	5.39E-03

\*1: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: TriZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*3: HexZ 18g、領域固定核分裂スペクトル、POS4輸送近似

Table A.2 Results of Na void reactivity analysis (BFS-67-1R)

炉心名	BFS-67-1R								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
核データ	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
摂動計算結果成分									
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	6.012E-04	-2.311E-04	3.701E-04	6.003E-04	-2.362E-04	3.641E-04	6.308E-04	-2.348E-04	3.960E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)1</sup>	6.056E-04	-2.290E-04	3.767E-04	6.039E-04	-2.344E-04	3.695E-04	6.346E-04	-2.331E-04	4.015E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)2</sup>	6.198E-04	-2.013E-04	4.185E-04	6.193E-04	-2.066E-04	4.127E-04	6.486E-04	-2.056E-04	4.430E-04
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	5.810E-04	-2.413E-04	3.396E-04	5.795E-04	-2.468E-04	3.327E-04	6.119E-04	-2.453E-04	3.666E-04
輸送・メッシュ補正	1.02	0.88		1.03	0.88		1.02	0.88	
群数補正	0.97	1.04		0.97	1.04		0.97	1.04	
補正後計算値	5.946E-04	-2.122E-04	3.824E-04	5.943E-04	-2.175E-04	3.768E-04	6.254E-04	-2.164E-04	4.090E-04
補正後計値(C)(%)	10.91	-3.90	7.02	10.93	-4.00	6.93	11.63	-4.02	7.60
実験値(E)(%)			6.2 ±0.3			6.2 ±0.3			6.2 ±0.3
C/E			1.132			1.118			1.226
C-E(%)			+0.8			+0.7			+1.4

\*1: RZ 70g、5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、2.5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、POS8輸送近似

Table A.3 Results of Na void reactivity analysis (BFS-67-2R)

炉心名 核データ	BFS-67-2R								
	JENDL-3.2			JENDL-3.3			JENDL/AC-2008		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.200E-03	-2.567E-04	9.433E-04	1.217E-03	-2.685E-04	9.489E-04	1.244E-03	-2.681E-04	9.757E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.206E-03	-2.532E-04	9.525E-04	1.225E-03	-2.658E-04	9.591E-04	1.250E-03	-2.647E-04	9.856E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.234E-03	-2.180E-04	1.016E-03	1.257E-03	-2.301E-04	1.027E-03	1.282E-03	-2.293E-04	1.052E-03
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.188E-03	-2.646E-04	9.237E-04	1.205E-03	-2.770E-04	9.283E-04	1.233E-03	-2.766E-04	9.565E-04
輸送・メッシュ補正	1.02	0.86		1.03	0.87		1.03	0.87	
群数補正	0.99	1.03		0.99	1.03		0.99	1.03	
補正後計算値	1.216E-03	-2.277E-04	9.886E-04	1.237E-03	-2.398E-04	9.973E-04	1.264E-03	-2.396E-04	1.024E-03
補正後計値(C)(%)	22.43	-4.20	18.23	22.88	-4.43	18.44	23.50	-4.45	19.04
実験値(E)(%)			18.8 ±0.8			18.8 ±0.8			18.8 ±0.8
C/E			0.97			0.98			1.01
C-E(%)			-0.6			-0.4			+0.2

## 付録 B ENDF/B-VII を用いた解析結果

ENDF/B-VII を用いた解析結果の詳細を示す。

(BFS-67 体系)

Table B.1 Results of criticality analysis with ENDF/B-VII (BFS-67)

炉心名	BFS-67-1R	BFS-67-2R	BFS-67-3R	BFS-67-3BR
基準計算値	0.99411	0.99405	0.99420	0.99375
UF175g計算値	0.99315	0.99320	0.99331	0.99291
メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>		-0.00185		
輸送補正 <sup>(*)1</sup>		0.00548		
群数補正	-0.00097	-0.00084	-0.00089	-0.00084
補正後計算値	0.99678	0.99684	0.99695	0.99654
実験値	1.00044	1.00038	1.00044	1.00054
C/E	0.9963	0.9965	0.9965	0.9960
$\beta_{\text{eff}}$	5.48E-03	5.41E-03	5.45E-03	5.42E-03

\*1: JENDL-3.3の値で代用

Table B.2 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-67)

炉心名	BFS-67-1R			BFS-67-2R		
	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	5.752E-04	-2.161E-04	3.590E-04	1.144E-03	-2.409E-04	9.033E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)1</sup>	5.787E-04	-2.152E-04	3.635E-04	1.150E-03	-2.387E-04	9.116E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)2</sup>	5.925E-04	-1.897E-04	4.028E-04	1.179E-03	-2.061E-04	9.725E-04
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	5.417E-04	-2.257E-04	3.160E-04	1.119E-03	-2.474E-04	8.714E-04
輸送・メッシュ補正	1.02	0.88		1.02	0.86	
群数補正	0.94	1.04		0.98	1.03	
補正後計算値	5.546E-04	-1.990E-04	3.557E-04	1.146E-03	-2.136E-04	9.327E-04
補正後計値(C)(¢)	10.13	-3.63	6.49	21.20	-3.95	17.25
実験値(E)(¢)			6.2 ±0.3			18.8 ±0.8
C/E			1.047			0.92
C-E(¢)			+0.3			-1.6

\*1: RZ 70g、5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、2.5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、P0S8輸送近似

(BFS-69 体系)

Table B.3 Results of criticality analysis with ENDF/B-VII (BFS-69)

炉心名	BFS-69-1	BFS-69-2
基準計算値	0.99337	0.99213
UF175g計算値	0.99197	0.99088
メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>	-0.00225	-0.00228
輸送補正 <sup>(*)1</sup>	0.01033	0.01048
群数補正	-0.00140	-0.00125
補正後計算値	1.00004	0.99907
実験値	1.00037	1.00040
C/E	0.9997	0.9987
$\beta_{\text{eff}}$	4.09E-03	4.04E-03

\*1: JENDL-3.3の値で代用

Table B.4 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-69)

炉心名	BFS-69-1			BFS-69-2		
摂動計算結果成分	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	-3.392E-04	-1.310E-03	-1.650E-03	8.356E-04	-1.413E-03	-5.770E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)</sup>	-3.100E-04	-1.285E-03	-1.595E-03	8.716E-04	-1.375E-03	-5.034E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)2</sup>	-5.458E-05	-1.213E-03	-1.268E-03	1.243E-03	-1.284E-03	-4.091E-05
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	-3.242E-04	-1.364E-03	-1.689E-03	8.738E-04	-1.465E-03	-5.917E-04
輸送・メッシュ補正	0.18	0.94		1.43	0.93	
群数補正	0.96	1.04		1.05	1.04	
補正後計算値	-5.708E-05	-1.288E-03	-1.345E-03	1.246E-03	-1.368E-03	-1.223E-04
補正後計値(C)(¢)	-1.40	-31.48	-32.88	30.84	-33.87	-3.03
実験値(E)(¢)			-35.6 ±1.0			-5.0 ±1.5
C/E			0.924			0.606
C-E(¢)			+2.7			+2.0

\*1: RZ 70g、領域固定核分裂スペクトル、等方拡散係数

\*2: RZ 70g、2.5cm mesh、領域固定核分裂スペクトル、P0S8輸送近似

Table B.5 Results of C/R worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-69)

制御棒タイプ	B4C enr. 450mm		B4C enr. 151mm		B4C nat. 448mm		B4C nat. 153mm	
炉心名	BFS-69-1	BFS-69-2	BFS-69-1	BFS-69-2	BFS-69-1	BFS-69-2	BFS-69-1	BFS-69-2
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.967E-02	1.877E-02	7.494E-03	7.065E-03	7.967E-03	7.421E-03	2.982E-03	2.744E-03
摂動前 keff	0.99097	0.98974	0.99097	0.98974	0.99097	0.98974	0.99097	0.98974
摂動後 keff	0.97203	0.97168	0.98367	0.98286	0.98321	0.98252	0.98805	0.98706
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.964E-02	1.876E-02	7.479E-03	7.057E-03	7.934E-03	7.396E-03	2.966E-03	2.732E-03
摂動前 keff	0.98954	0.98845	0.98954	0.98845	0.98954	0.98845	0.98954	0.98845
摂動後 keff	0.97067	0.97046	0.98227	0.98160	0.98183	0.98128	0.98665	0.98579
輸送・メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>	0.981	0.979	0.997	0.992	1.018	1.036	1.025	1.027
群数補正	0.999	0.999	0.998	0.999	0.996	0.997	0.995	0.996
補正後計算値	1.927E-02	1.836E-02	7.458E-03	6.998E-03	8.073E-03	7.659E-03	3.041E-03	2.807E-03
補正後計値(C)(¢)	4.71	4.54	1.82	1.73	1.97	1.90	0.74	0.69
実験値(E)(¢)	4.84 ±0.34	4.51 ±0.32	1.88 ±0.11	1.76 ±0.10	1.75 ±0.03	1.64 ±0.01	0.67 ±0.01	0.62 ±0.02
C/E	0.974	1.008	0.970	0.984	1.128	1.156	1.118	1.130

\*1: JENDL-3.3の値で代用

Table B.6 Results of reaction rate ratio analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-1)

炉心名	BFS-69-1										
	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
反応の種類	0.044	1.071	0.722	0.337	1.245	0.235	0.294	0.253	0.190	0.356	0.123
基準計算値	0.045	1.077	0.724	0.339	1.238	0.236	0.296	0.254	0.190	0.357	0.123
UF175計算値	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
輸送・メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>	1.01	1.01	1.00	1.00	0.99	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
群数補正 <sup>(*)2</sup>	1.033	1.008	0.985	0.942	1.001	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	1.062
セルファクター <sup>(*)2</sup>	0.047	1.088	0.714	0.320	1.237	0.234	0.293	0.251	0.188	0.353	0.130
補正後計算値(C)	0.0463	1.070	0.698	0.304	1.230	0.232	0.299	0.259	0.192	0.332	0.126
実験値(E)	1.9	1.0	1.6	1.6	1.3	1.7	2.3	1.9	2.6	1.8	2.4
実験誤差(%)	1.006	1.016	1.024	1.052	1.006	1.007	0.979	0.968	0.979	1.063	1.034
C/E											

\*1: JENDL-3.3の結果で代用

\*2: JENDL-3.2の結果で代用

Table B.7 Results of reaction rate ratio analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-2)

炉心名	BFS-69-2										
	F28/F25	F49/F25	F48/F49	F40/F49	F41/F49	F42/F49	F37/F49	F51/F49	F53/F49	F64/F49	C28/F25
反応の種類	0.048	1.092	0.736	0.351	1.220	0.248	0.313	0.268	0.202	0.373	0.121
基準計算値	0.049	1.097	0.738	0.352	1.214	0.250	0.315	0.269	0.202	0.375	0.121
UF175計算値	1.02	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
輸送・メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
群数補正	1.049	1.004	0.992	0.953	1.003	0.992	0.996	0.992	0.992	0.992	1.050
セルファクター <sup>(*)2</sup>	0.052	1.105	0.735	0.338	1.214	0.250	0.316	0.270	0.203	0.375	0.126
補正後計算値(C)	0.0515	1.097	0.720	0.322	1.224	0.249	0.320	0.280	0.206	0.355	0.129
実験値(E)	1.7	1.0	1.4	1.6	1.3	1.6	2.2	1.8	2.4	2.8	2.3
実験誤差(%)	1.008	1.008	1.021	1.051	0.992	1.003	0.988	0.964	0.985	1.056	0.978
C/E											

\*1: JENDL-3.3の結果で代用

\*2: JENDL-3.2の結果で代用

Table B.8 Results of small sample worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-1)

炉心名	BFS-69-1									
	サンプル	基準計算値	UF175g計算値	輸送・メッシュ補正	群数補正	補正後計算値	補正後計算値(¢)	実験値(¢)	実験誤差(¢)	C/E
U235	3.05E-05	3.04E-05	1.025	0.999	3.12E-05	0.762	0.753	0.0039	1.01	+0.01
U238	-6.71E-06	-6.64E-06	1.102	0.986	-7.29E-06	-0.178	-0.145	0.0044	1.23	-0.03
B10A	-2.03E-05	-2.00E-05	1.020	0.987	-2.04E-05	-0.499	-0.478	0.0039	1.04	-0.02
B10B	-8.98E-05	-8.86E-05	1.021	0.987	-9.04E-05	-2.211	-2.136	0.0034	1.03	-0.07
B10C	-1.14E-04	-1.13E-04	1.021	1.147	-1.34E-04	-3.269	-2.685	0.0048	1.22	-0.58
C12	4.90E-06	5.62E-06	0.841	1.261	5.19E-06	0.127	-0.136	0.0044	-0.93	+0.26
NA	1.24E-07	1.56E-07	8.619	1.018	1.08E-06	0.026	0.024	0.0050	1.11	+0.00
CH2B	3.54E-05	3.61E-05	0.993	1.015	3.57E-05	0.873	0.805	0.0036	1.08	+0.07
CH2A	6.29E-05	6.38E-05	0.993	1.004	6.27E-05	1.532	1.462	0.0033	1.05	+0.07
PU9	9.99E-05	1.00E-04	1.027	1.011	1.04E-04	2.534	2.252	0.0037	1.13	+0.28
PU002A	1.13E-05	1.15E-05	1.024	1.011	1.17E-05	0.287	0.257	0.0040	1.11	+0.03
PU002B	1.81E-05	1.83E-05	1.023	1.011	1.87E-05	0.457	0.413	0.0041	1.11	+0.04
PU002C	4.66E-05	4.71E-05	1.023	1.006	4.79E-05	1.171	1.099	0.0042	1.07	+0.07
PU102A	7.75E-06	7.80E-06	1.026	1.006	8.00E-06	0.196	0.260	0.0043	0.75	-0.06
PU102B	8.60E-06	8.65E-06	1.026	0.916	8.08E-06	0.198	0.294	0.0045	0.67	-0.10
AM102B	-2.87E-06	-2.63E-06	1.018	0.917	-2.68E-06	-0.065	-0.031	0.0044	2.13	-0.03
AM102A	-2.19E-06	-2.01E-06	1.017	0.882	-1.96E-06	-0.048	-0.020	0.0037	2.40	-0.03
NP702A	-2.00E-06	-1.76E-06	1.009	0.875	-1.76E-06	-0.043	-0.049	0.0045	0.87	+0.01
NP702B	-3.09E-06	-2.70E-06	1.011	0.874	-2.73E-06	-0.067	-0.088	0.0040	0.76	+0.02
NP702C	-3.20E-06	-2.80E-06	1.011	0.000	0.00E+00	0.000	-0.104	0.0045	0.00	+0.10

\*1: JENDL-3.3の値で代用

Table B.9 Results of small sample worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-69-2)

炉心名	BFS-69-2									
	サンプル	基準計算値	UF175g計算値	輸送・メッシュ補正	群数補正	補正後計算値	補正後計算値(¢)	実験値(¢)	実験誤差(¢)	C/E
U235	3.18E-05	3.18E-05	1.024	1.000	3.26E-05	0.807	0.852	0.0022	0.95	-0.05
U238	-5.71E-06	-5.64E-06	1.129	0.987	-6.37E-06	-0.158	-0.139	0.0030	1.13	-0.02
B10A	-1.71E-05	-1.69E-05	1.012	0.987	-1.71E-05	-0.424	-0.446	0.0026	0.95	+0.02
B10B	-7.62E-05	-7.52E-05	1.013	0.987	-7.62E-05	-1.887	-1.956	0.0033	0.96	+0.07
B10C	-9.74E-05	-9.62E-05	1.013	0.987	-9.74E-05	-2.412	-2.483	0.0042	0.97	+0.07
C12	-2.90E-06	-2.36E-06	1.279	1.017	-4.09E-06	-0.101	-0.059	0.0022	1.61	-0.04
NA	-3.14E-06	-3.19E-06	1.279	1.017	-4.09E-06	-0.101	0.089	0.0057	-1.14	-0.19
CH2B	4.46E-06	4.79E-06	0.722	1.075	3.46E-06	0.086	0.096	0.0019	0.89	-0.01
CH2A	8.20E-06	8.64E-06	0.735	1.054	6.35E-06	0.157	0.201	0.0024	0.78	-0.04
PU9	1.03E-04	1.04E-04	1.027	1.005	1.06E-04	2.632	2.537	0.0054	1.04	+0.09
PU002A	1.22E-05	1.24E-05	1.028	1.011	1.27E-05	0.315	0.300	0.0032	1.05	+0.02
PU002B	1.94E-05	1.96E-05	1.028	1.011	2.02E-05	0.500	0.477	0.0033	1.05	+0.02
PU002C	4.99E-05	5.04E-05	1.027	1.011	5.18E-05	1.282	1.250	0.0046	1.03	+0.03
PU102A	8.33E-06	8.38E-06	1.028	1.006	8.62E-06	0.213	0.286	0.0042	0.75	-0.07
PU102B	9.23E-06	9.28E-06	1.028	1.006	9.54E-06	0.236	0.325	0.0032	0.73	-0.09
AM102B	-7.73E-07	-5.58E-07	0.885	0.722	-4.94E-07	-0.012	-0.001	0.0041	17.46	-0.01
AM102A	-4.86E-07	-3.24E-07	0.862	0.667	-2.80E-07	-0.007	0.002	0.0060	-3.85	-0.01
NP702A	1.62E-07	3.70E-07	1.364	2.286	5.04E-07	0.012	-0.006	0.0023	-2.23	+0.02
NP702B	3.61E-07	7.02E-07	1.313	1.947	9.22E-07	0.023	-0.003	0.0032	-7.36	+0.03
NP702C	4.04E-07	7.63E-07	1.303	1.889	9.94E-07	0.025	0.001	0.0016	20.51	+0.02

\*1: JENDL-3.3の値で代用

(BFS-66-2 体系)

Table B.10 Results of criticality analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2)

炉心名	BFS-66-2	BFS-66-2A
基準計算値	0.99219	0.99223
UF175g計算値	0.99302	0.99308
メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>	-0.00174	-0.00192
輸送補正 <sup>(*)1</sup>	0.00565	0.00588
群数補正	0.00084	0.00084
補正後計算値	0.99693	0.99704
実験値	1.00030	1.00025
C/E	0.9966	0.9968
$\beta_{\text{eff}}$	4.94E-03	4.92E-03

\*1: JENDL-3.3の値で代用

Table B.11 Results of C/R worth analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2)

炉心名	BFS-66-2	BFS-66-2A
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	2.438E-03	2.237E-03
摂動前 $k_{\text{eff}}$	0.99165	0.99166
摂動後 $k_{\text{eff}}$	0.98926	0.98946
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	2.452E-03	2.250E-03
摂動前 $k_{\text{eff}}$	0.99249	0.99250
摂動後 $k_{\text{eff}}$	0.99008	0.99029
輸送・メッシュ補正 <sup>(*)1</sup>	1.031	1.022
群数補正	1.006	1.006
補正後計算値	2.528E-03	2.300E-03
補正後計値(C)(¢)	51.20	46.74
実験値(E)(¢)	48.66 ±0.10	43.99 ±0.10
C/E	1.052	1.062

\*1: JENDL-3.3の値で代用

Table B.12 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2, 28 assemblies)

炉心名(ボイド集合体数)	BFS-66-2 (28体ボイド)			BFS-66-2A (28体ボイド)		
	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	4.624E-04	-8.821E-05	3.741E-04	6.496E-04	-1.209E-04	5.287E-04
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)1</sup>	4.656E-04	-9.348E-05	3.721E-04	6.620E-04	-1.225E-04	5.395E-04
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ ) <sup>(*)2</sup>	4.844E-04	-8.311E-05	4.013E-04	6.989E-04	-1.035E-04	5.955E-04
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	4.466E-04	-9.107E-05	3.556E-04	6.416E-04	-1.234E-04	5.182E-04
輸送・メッシュ補正	1.04	0.89		1.06	0.84	
群数補正	0.97	1.03		0.99	1.02	
補正後計算値	4.647E-04	-8.097E-05	3.837E-04	6.773E-04	-1.042E-04	5.732E-04
補正後計値(C)(¢)	9.41	-1.64	7.77	13.76	-2.12	11.64
実験値(E)(¢)			7.1 ±0.3			12.1 ±0.3
C/E			1.09			0.962
C-E(¢)			+0.67			-0.46

Table B.13 Results of Na void reactivity analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2, 88 assemblies)

炉心名(ボイド集合体数)	BFS-66-2 (88体ボイド)			BFS-66-2A (88体ボイド)		
	非漏洩項	漏洩項	合計	非漏洩項	漏洩項	合計
基準計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.365E-03	-3.024E-04	1.063E-03	1.738E-03	-3.622E-04	1.376E-03
等方拡散計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.383E-03	-3.154E-04	1.067E-03	1.764E-03	-3.748E-04	1.389E-03
輸送計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.437E-03	-2.843E-04	1.153E-03	1.846E-03	-3.337E-04	1.512E-03
UF175g計算値( $\Delta k/kk'$ )	1.311E-03	-3.128E-04	9.979E-04	1.698E-03	-3.737E-04	1.324E-03
輸送・メッシュ補正	1.04	0.90		1.05	0.89	
群数補正	0.96	1.03		0.98	1.03	
補正後計算値	1.363E-03	-2.820E-04	1.081E-03	1.777E-03	-3.327E-04	1.444E-03
補正後計値(C)(¢)	27.60	-5.71	21.89	36.10	-6.76	29.34
実験値(E)(¢)			20.4 ±0.4			28.5 ±0.4
C/E			1.073			1.030
C-E(¢)			+1.49			+0.85

Table B.14 Results of reaction rate ratio analysis with ENDF/B-VII (BFS-66-2)

炉心名	BFS-66-2			BFS-66-2A		
	F49/F25	F28/F25	C28/F25	F49/F25	F28/F25	C28/F25
反応の種類	0.9420	0.0252	0.1312	0.9695	0.0294	0.1325
基準計算値	0.9450	0.0253	0.1317	0.9722	0.0296	0.1328
UF175計算値	1.0017	1.0070	1.0000	1.0056	1.0297	0.9976
輸送・メッシュ補正 <sup>(*1)</sup>	1.0032	1.0045	1.0034	1.0027	1.0053	1.0023
セルファクター <sup>(*2)</sup>	1.0132	1.0079	0.9954	0.9994	1.0399	0.9926
補正後計算値	0.9590	0.0257	0.1311	0.9770	0.0317	0.1315
実験値	0.951	0.026	0.131	0.974	0.031	0.127
実験誤差(%)	1.3	2.3	2.4	1.2	2.3	2.4
C/E値	1.008	1.000	1.000	1.003	1.025	1.033

\*1: JENDL-3.3の結果で代用

\*2: JENDL-3.2の結果で代用

## 付録 C P3 計算による Na ボイド反応度の解析結果

BFS-69 体系の解析では、臨界性のみに P3 計算を適用している。ここでは Na ボイド反応度の解析にも P3 計算を適用し、その効果を把握した。

輸送摂動計算コード SNPERT で取り扱える散乱の次数は P0 に限定されている。そのため、中性子束、随伴中性子束のみに P3 計算を適用して、反応度を簡略的に評価した。本報告書で採り上げた 3 体系すべてについて評価した。

Table C.1～C.3 には 3 体系に対する反応度の直接計算値と摂動計算を比較する。直接計算値との差は P0 計算の場合と同程度である。簡略評価の影響は無視でき、仮に P3 の摂動項を厳密に考慮しても結果は変わらないと思われる。P0 計算値と P3 計算値を絶対値で比較すると、BFS-69 体系で差異が大きい。

Table C.4 には P0 計算と P3 計算の摂動計算結果を成分毎に比較する。P3 計算により変化するのは主に散乱成分である。Fig.C.1, C.2 には散乱成分を BFS-69-2 の JENDL-3.3 について比較する。100keV 以上で差異が現れている。散乱の P3 成分の寄与により、随伴中性子束が変化したためと考えられる。

Table C.5, C.6 には C/E 及び C-E を比較する。Fig.C.3 は本文 Fig.4.3.3 に対応して C-E 値を示す。P0 計算と比較すると概ね改善している。特に、BFS-69 体系で改善の度合いが大きい。

Table C.1 Direct and perturbation results with P0 and P3 calculations (BFS-67)

	keff				Reactivity (%dk/k)			
	P0 Transport approx.		P3 Consistent approx.		P0 Transport approx.		P3 Consistent approx.	
	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
JENDL-3.2	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00003	1.00046	0.99900	0.99942	0.0428	0.0419	0.0423	0.0407
BFS-67-1R	1.00003	1.00046	0.99900	0.99942	0.0428	0.0419	0.0423	0.0407
	0.99869	0.99974	0.99764	0.99868	0.1053	0.1016	0.1044	0.1001
JENDL-3.3	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	0.99716	0.99758	0.99614	0.99655	0.0424	0.0413	0.0418	0.0402
BFS-67-1R	0.99716	0.99758	0.99614	0.99655	0.0424	0.0413	0.0418	0.0402
	0.99641	0.99747	0.99537	0.99642	0.1064	0.1027	0.1056	0.1011
JENDL/AC-2008	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00263	1.00308	1.00168	1.00213	0.0453	0.0443	0.0448	0.0432
BFS-67-1R	1.00263	1.00308	1.00168	1.00213	0.0453	0.0443	0.0448	0.0432
	1.00186	1.00295	1.00089	1.00198	0.1088	0.1052	0.1082	0.1037
ENDF/B-VII	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00215	1.00256	1.00109	1.00150	0.0412	0.0403	0.0410	0.0391
BFS-67-2R	1.00215	1.00256	1.00109	1.00150	0.1008	0.0972	0.1002	0.0956
	1.00118	1.00219	1.00011	1.00111	0.1008	0.0972	0.1002	0.0956

Table C.2 Direct and perturbation results with P0 and P3 calculations (BFS-69)

	keff				Reactivity (%dk/k)			
	P0 Transport approx.		P3 Consistent approx.		P0 Transport approx.		P3 Consistent approx.	
	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
JENDL-3.2	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00232	1.00109	1.00062	0.99934	-0.1230	-0.1225	-0.1276	-0.1271
BFS-69-1	1.00232	1.00109	1.00062	0.99934	-0.1230	-0.1225	-0.1276	-0.1271
	1.00067	1.00074	0.99891	0.99893	0.0071	0.0079	0.0016	0.0023
JENDL-3.3	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00270	1.00143	1.00099	0.99969	-0.1257	-0.1255	-0.1304	-0.1299
BFS-69-1	1.00270	1.00143	1.00099	0.99969	-0.1257	-0.1255	-0.1304	-0.1299
	1.00181	1.00185	1.00005	1.00004	0.0048	0.0057	-0.0001	0.0003
JENDL/AC-2008	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00820	1.00703	1.00654	1.00533	-0.1160	-0.1152	-0.1198	-0.1193
BFS-69-2	1.00725	1.00739	1.00553	1.00562	0.0141	0.0148	0.0089	0.0096
	1.00412	1.00407	1.00224	1.00213	-0.0053	-0.0041	-0.0111	-0.0100
ENDF/B-VII	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	1.00522	1.00393	1.00340	1.00206	-0.1279	-0.1268	-0.1327	-0.1315
BFS-69-2	1.00412	1.00407	1.00224	1.00213	-0.0053	-0.0041	-0.0111	-0.0100

Table C.3 Direct and perturbation results with P0 and P3 calculations (BFS-66-2)

	keff				Reactivity (%dk/k)			
	P0 Transport approx.		P3 Consistent approx.		P0 Transport approx.		P3 Consistent approx.	
	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
JENDL-3.2	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	0.99476	0.99519	0.99401	0.99442	0.0433	0.0425	0.0420	0.0419
BFS-66-2 (28体ボイド)	0.99476	0.99519	0.99401	0.99442	0.0433	0.0425	0.0420	0.0419
	0.99472	0.99534	0.99395	0.99456	0.0629	0.0628	0.0611	0.0620
BFS-66-2 (88体ボイド)	0.99476	0.99598	0.99401	0.99521	0.1232	0.1224	0.1211	0.1209
	0.99472	0.99630	0.99395	0.99551	0.1598	0.1599	0.1569	0.1580
JENDL-3.3	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	0.99291	0.99333	0.99215	0.99256	0.0433	0.0425	0.0421	0.0419
BFS-66-2 (28体ボイド)	0.99291	0.99333	0.99215	0.99256	0.0433	0.0425	0.0421	0.0419
	0.99309	0.99372	0.99232	0.99294	0.0643	0.0640	0.0627	0.0631
BFS-66-2 (88体ボイド)	0.99291	0.99411	0.99215	0.99334	0.1224	0.1217	0.1206	0.1202
	0.99309	0.99467	0.99232	0.99388	0.1609	0.1611	0.1587	0.1591
JENDL/AC-2008	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	0.99811	0.99855	0.99739	0.99781	0.0441	0.0435	0.0427	0.0430
BFS-66-2 (28体ボイド)	0.99811	0.99855	0.99739	0.99781	0.0647	0.0647	0.0634	0.0639
	0.99831	0.99895	0.99757	0.99820	0.1259	0.1254	0.1238	0.1239
BFS-66-2 (88体ボイド)	0.99811	0.99937	0.99739	0.99862	0.1639	0.1642	0.1618	0.1623
	0.99831	0.99994	0.99757	0.99918	0.1639	0.1642	0.1618	0.1623
ENDF/B-VII	Ref.	Void	Ref.	Void	Direct cal.	Pert. cal.	Direct cal.	Pert. cal.
	0.99628	0.99669	0.99551	0.99590	0.0406	0.0401	0.0394	0.0395
BFS-66-2A (28体ボイド)	0.99641	0.99700	0.99562	0.99619	0.0595	0.0595	0.0582	0.0587
	0.99628	0.99744	0.99551	0.99664	0.1158	0.1153	0.1139	0.1137
BFS-66-2A (88体ボイド)	0.99641	0.99791	0.99562	0.99709	0.1509	0.1512	0.1488	0.1491

Table C.4 Perturbation results with P0 and P3 calculations

BFS-67-1R		Fission	Absorption	Scattering	Leak	Total
JENDL-3.3	P0	-0.029	0.028	0.062	-0.021	0.041
	P3	-0.028	0.028	0.061	-0.021	0.040
ENDF/B-VII	P0	-0.026	0.027	0.058	-0.019	0.040
	P3	-0.026	0.027	0.057	-0.019	0.039
BFS-67-2R		Fission	Absorption	Scattering	Leak	Total
JENDL-3.3	P0	-0.028	0.021	0.133	-0.023	0.103
	P3	-0.028	0.021	0.131	-0.023	0.101
ENDF/B-VII	P0	-0.025	0.020	0.123	-0.021	0.097
	P3	-0.025	0.020	0.121	-0.021	0.096
BFS-69-1		Fission	Absorption	Scattering	Leak	Total
JENDL-3.3	P0	-0.116	0.071	0.051	-0.131	-0.126
	P3	-0.115	0.070	0.046	-0.131	-0.130
ENDF/B-VII	P0	-0.106	0.067	0.034	-0.121	-0.127
	P3	-0.106	0.067	0.029	-0.121	-0.132
BFS-69-2		Fission	Absorption	Scattering	Leak	Total
JENDL-3.3	P0	-0.104	0.055	0.196	-0.141	0.006
	P3	-0.104	0.055	0.190	-0.141	0.000
ENDF/B-VII	P0	-0.096	0.052	0.168	-0.128	-0.004
	P3	-0.095	0.052	0.162	-0.129	-0.010
BFS-66-2 (88体ボイド)		Fission	Absorption	Scattering	Leak	Total
JENDL-3.3	P0	-0.045	0.060	0.138	-0.031	0.122
	P3	-0.045	0.060	0.137	-0.031	0.120
ENDF/B-VII	P0	-0.041	0.057	0.127	-0.028	0.115
	P3	-0.041	0.057	0.126	-0.029	0.114
BFS-66-2A (88体ボイド)		Fission	Absorption	Scattering	Leak	Total
JENDL-3.3	P0	-0.045	0.050	0.193	-0.037	0.161
	P3	-0.044	0.050	0.191	-0.037	0.159
ENDF/B-VII	P0	-0.040	0.048	0.177	-0.033	0.151
	P3	-0.040	0.047	0.175	-0.034	0.149

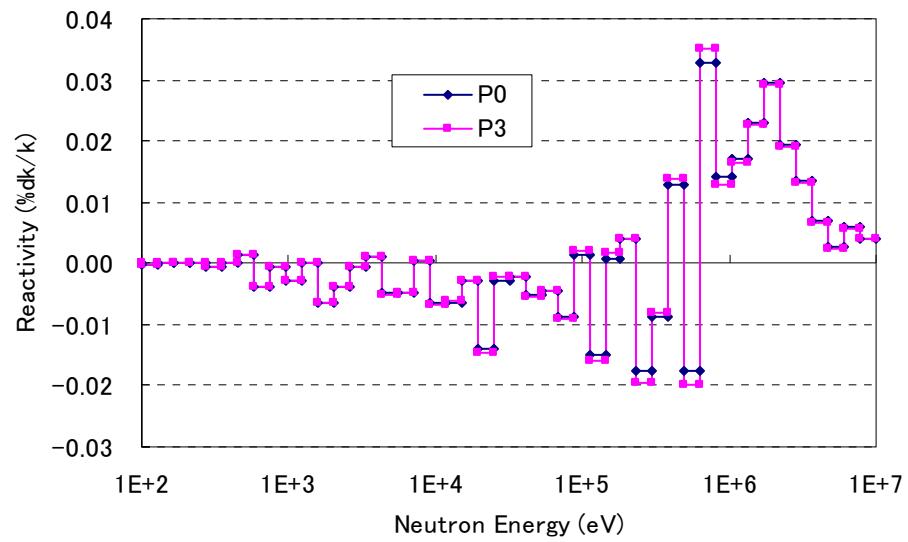


Fig.C.1 Scattering component with P0 and P3 calculations (BFS-69-1 JENDL-3.3)

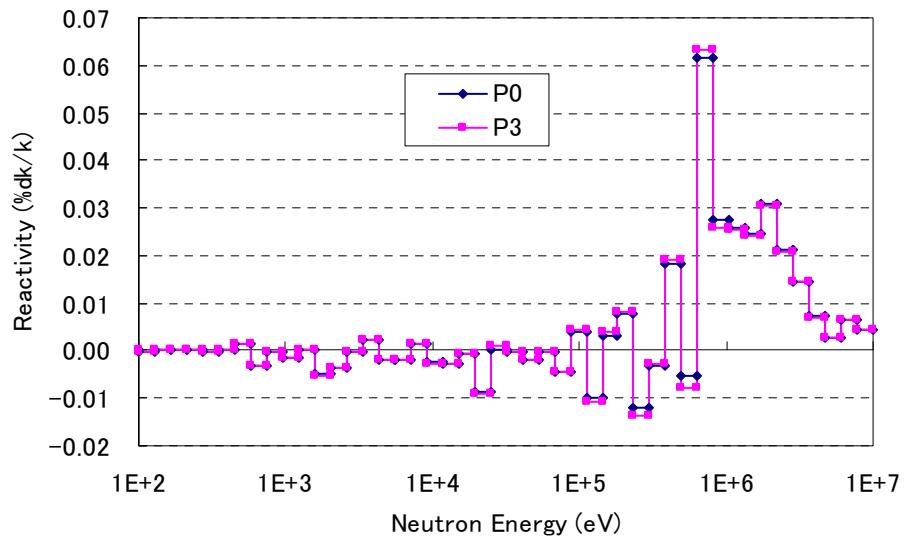


Fig.C.2 Scattering component with P0 and P3 calculations (BFS-69-2, JENDN-3.3)

Table C.5 C/E values with P0 and P3 calculations

		JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC-2008	ENDF/B-VII	Exp. Error
BFS-67-1R	P0	1.132	1.118	1.226	1.047	$\pm 0.05$
	P3	1.100	1.087	1.196	1.015	
BFS-67-2R	P0	0.970	0.981	1.013	0.917	$\pm 0.04$
	P3	0.955	0.966	0.998	0.902	
BFS-69-1	P0	0.903	0.926	0.881	0.924	$\pm 0.03$
	P3	0.933	0.954	0.903	0.958	
BFS-69-2	P0	-0.121	-0.074	-0.583	0.606	$\pm 0.30$
	P3	0.165	0.205	-0.309	0.899	
BFS-66-2 (28void)	P0	1.176	1.176	1.209	1.095	$\pm 0.04$
	P3	1.160	1.160	1.193	1.079	
BFS-66-2A	P0	1.025	1.045	1.058	0.962	$\pm 0.02$
	P3	1.012	1.031	1.044	0.948	
BFS-66-2 (88void)	P0	1.160	1.154	1.194	1.073	$\pm 0.02$
	P3	1.145	1.139	1.180	1.058	
BFS-66-2A	P0	1.103	1.113	1.138	1.030	$\pm 0.01$
	P3	1.089	1.099	1.124	1.016	

Table C.6 C-E values with P0 and P3 calculations

		JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL/AC-2008	ENDF/B-VII	Exp. Error
BFS-67-1R	P0	0.82	0.73	1.37	0.29	$\pm 0.30$
	P3	0.62	0.54	1.37	0.10	
BFS-67-2R	P0	-0.57	-0.36	0.24	-1.55	$\pm 0.81$
	P3	-0.85	-0.65	-0.05	-1.85	
BFS-69-1	P0	3.45	2.63	4.22	2.72	$\pm 1.00$
	P3	2.38	1.65	3.46	1.50	
BFS-69-2	P0	5.61	5.37	7.91	1.97	$\pm 1.50$
	P3	4.17	3.97	6.54	0.51	
BFS-66-2 (28void)	P0	1.25	1.25	1.48	0.67	$\pm 0.30$
	P3	1.14	1.13	1.37	0.56	
BFS-66-2A	P0	0.31	0.54	0.70	-0.46	$\pm 0.30$
	P3	0.15	0.37	0.53	-0.62	
BFS-66-2 (88void)	P0	3.25	3.13	3.96	1.49	$\pm 0.41$
	P3	2.95	2.84	3.67	1.18	
BFS-66-2A	P0	2.93	3.21	3.93	0.85	$\pm 0.41$
	P3	2.54	2.82	3.54	0.45	

(Unit: \$)

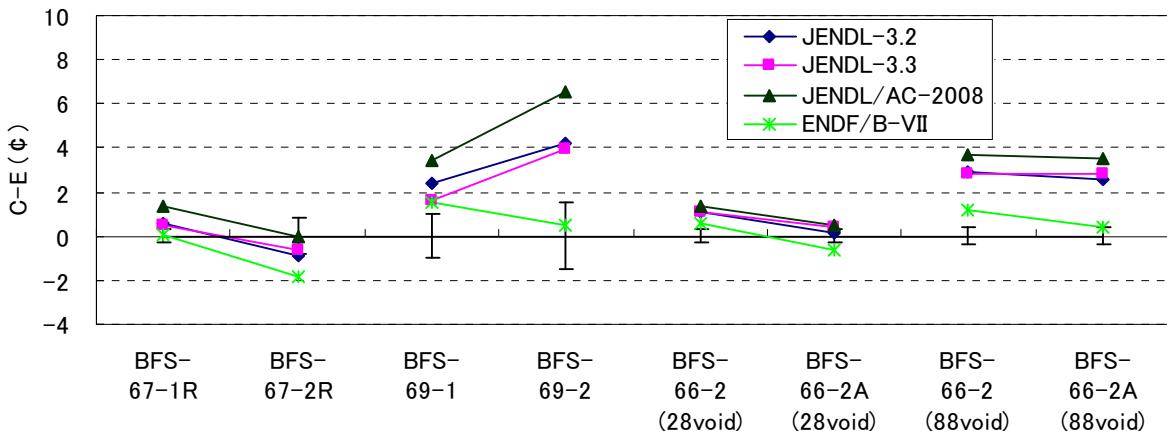


Fig.C.3 Results of Na void reactivity analysis with P3 calculation (C-E)

## 付録 D 主要核特性の感度係数

18 群構造

Gp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Upper Energy (eV)	1.000E+7	6.065E+6	3.679E+6	2.231E+6	1.353E+6	8.209E+5	3.877E+5	1.832E+5	8.652E+4	4.087E+4	1.930E+4	9.119E+3	4.307E+3	2.035E+3	9.611E+2	4.540E+2	2.145E+2	1.013E+2

(単位 × 10<sup>-4</sup>)

BFS-67-1R Criticality

Gp. Total (BFS-67-1R, KEFF)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	-487	0	0	-1	-4	-7	-25	-45	-63	-71	-60	-50	-36	-20	-55	-29	-12	-6	-4
	Mu average	-30	-1	-4	-6	-5	-3	-5	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	57	1	3	5	5	3	8	9	9	7	4	2	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-20	-1	-5	-12	-8	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	3088	22	57	120	156	164	331	385	401	377	311	237	156	76	155	81	34	15	11
	Nu	4856	33	87	191	246	250	505	594	620	582	480	375	255	126	262	145	63	25	18
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spei	-1	56	74	105	14	-95	-96	-37	-14	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	Capture	-1972	0	0	-7	-28	-53	-133	-162	-196	-278	-316	-267	-180	-93	-131	-78	-27	-15	-9
	Mu average	-307	-12	-39	-60	-45	-27	-63	-38	-16	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	572	2	6	17	24	26	97	109	105	84	50	29	9	1	11	3	0	0	0
	Inelastic	-184	-9	-33	-96	-83	4	35	7	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	855	67	152	294	309	29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	1340	102	231	471	488	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	-254	0	0	0	-1	-2	-10	-19	-24	-26	-29	-29	-27	-17	-35	-21	-9	-3	-1
	Mu average	-8	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	13	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-13	0	-2	-5	-4	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	2620	20	62	135	182	183	365	369	338	287	216	148	92	42	97	55	20	7	3
	Nu	3741	29	88	198	267	260	519	526	479	401	300	208	130	61	142	85	32	12	6
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spei	0	34	47	73	15	-60	-64	-27	-11	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture	-14	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	35	1	3	6	7	7	7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	50	1	4	8	11	10	10	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
	Nu	14	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	24	0	0	-1	-1	0	0	1	5	8	6	3	1	2	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	12	0	1	1	0	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	-21	-8	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-84	-3	-12	-5	-9	-5	-61	13	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	528	1	20	37	14	62	143	87	35	27	37	29	14	5	16	3	-2	0	0
	Inelastic	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	-13	-3	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-1	-3	-2	0	0	0	0	0
	Mu average	-40	-1	-4	-8	-9	-6	-8	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	187	0	3	5	3	11	48	28	14	16	17	16	14	5	7	1	0	0	0
	Inelastic	-31	-5	-4	-11	-10	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	-8	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-2	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-35	-1	-3	-8	-8	-5	-7	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	86	0	2	5	5	7	25	16	10	6	7	1	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-11	-2	-1	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	Capture	-84	-3	-4	-4	-2	-2	-7	-8	-10	-9	-10	-3	-3	-1	-18	-1	-1	0	0
	Mu average	-67	-5	-12	-17	-12	-5	-9	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	251	1	6	16	18	16	52	35	22	23	29	13	7	1	9	2	0	0	0
	Inelastic	-81	-10	-16	-22	-32	-4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	Capture	-25	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-2	-3	-1	-5	-1	-6	0	0	0	0
	Mu average	-19	-1	-4	-6	-4	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	80	0	1	4	5	6	15	9	16	7	3	4	6	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-22	-3	-4	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	Capture	-41	-3	-7	-6	-2	-1	-2	-3	-3	-3	-4	-5	-1	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	-10	-1	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	57	0	1	2	3	3	8	8	5	6	7	9	2	0	2	1	0	0	0
	Inelastic	-9	-1	-2	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## BFS-67-2R Criticality

Gp.	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	(BFS-67-2R, KEFF SYSTEM)																			
U-235	Capture	-481	0	0	-1	-4	-7	-24	-44	-62	-70	-60	-49	-35	-20	-54	-29	-11	-5	-4
	Mu average	-30	-1	-4	-6	-5	-3	-5	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	56	1	3	5	5	3	8	9	9	7	4	2	1	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-21	-1	-5	-12	-8	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	3068	22	57	120	155	163	329	383	399	375	309	235	155	75	153	80	34	15	10
	Nu	4815	33	86	190	244	248	502	590	616	577	476	371	252	125	259	142	62	25	18
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spei	-1	56	74	105	14	-95	-96	-38	-14	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	Capture	-1913	0	0	-7	-28	-52	-131	-158	-192	-271	-307	-258	-174	-90	-124	-73	-25	-14	-9
	Mu average	-306	-12	-39	-60	-45	-27	-63	-37	-15	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	561	2	7	17	24	26	96	107	103	82	48	28	9	1	11	3	0	0	0
	Inelastic	-197	-9	-34	-98	-86	0	33	7	-7	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	848	66	151	292	307	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	1329	101	229	467	484	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	-236	0	0	0	-1	-2	-10	-19	-23	-25	-28	-27	-25	-15	-31	-18	-8	-2	-1
	Mu average	-8	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	12	0	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-15	0	-2	-6	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	2617	20	63	137	184	184	366	371	341	288	215	146	90	41	93	51	18	6	3
	Nu	3704	29	90	201	270	262	519	526	479	398	295	202	125	58	133	76	28	10	5
	(n,2n)	0	35	49	77	18	-60	-68	-31	-13	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture	-13	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	35	1	3	6	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	Nu	51	1	4	9	11	10	10	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	9	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Nu	13	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	Capture	-65	0	0	0	0	0	-3	-6	-9	-10	-10	-8	-5	-3	-6	-4	-1	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-3	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	58	2	4	10	13	13	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	88	2	7	15	20	19	21	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	24	0	0	-1	-1	0	0	0	1	5	8	6	3	1	2	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	11	0	1	1	0	1	3	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	-21	-8	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-84	-3	-12	-5	-9	-5	-60	13	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	499	1	20	37	13	59	133	83	32	24	35	27	13	5	16	3	-2	0	0
	Inelastic	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	-12	-3	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-3	-2	0	0	0	0
	Mu average	-41	-1	-4	-9	-9	-6	-8	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	173	0	3	5	3	11	46	26	12	14	16	15	13	4	6	1	0	0	0
	Inelastic	-33	-5	-4	-11	-10	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	-8	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-2	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-35	-1	-3	-8	-8	-5	-6	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	83	0	2	5	5	7	25	16	9	5	7	1	1	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-11	-2	-1	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	Capture	-81	-3	-4	-4	-2	-2	-7	-8	-9	-8	-9	-3	-3	-1	-17	-1	-1	0	0
	Mu average	-67	-5	-13	-17	-12	-5	-9	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	242	1	6	17	19	16	50	34	21	22	28	12	6	1	8	2	0	0	0
	Inelastic	-85	-10	-16	-22	-33	-5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	Capture	-24	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-1	-3	-1	-4	-1	-5	0	0	0	0
	Mu average	-19	-1	-4	-6	-4	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	77	0	2	4	6	6	15	9	15	6	3	4	5	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-22	-3	-4	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	Capture	-40	-3	-7	-6	-2	-1	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	-10	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	54	0	1	2	3	3	7	8	5	6	7	9	2	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-9	-1	-2	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## BFS-67-3R Criticality

Gp.	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
(BFS-67-3R, KEFF SYSTEM)																				
U-235	Capture	-483	0	0	-1	-4	-7	-24	-44	-63	-70	-60	-49	-36	-20	-54	-29	-12	-5	-4
	Mu average	-30	-1	-4	-6	-5	-3	-5	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	57	1	3	5	5	3	8	9	9	7	4	2	1	0	1	0	0	0	
	Inelastic	-21	-1	-5	-12	-8	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	3076	22	57	120	155	163	330	384	400	376	310	236	155	75	154	80	34	15	10
	Nu	4832	33	87	190	245	249	503	591	617	579	478	373	253	125	260	143	62	25	18
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spei	-1	56	74	105	14	-95	-96	-38	-14	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	Capture	-1943	0	0	-7	-28	-52	-132	-160	-194	-274	-311	-263	-177	-92	-127	-76	-26	-14	-9
	Mu average	-307	-12	-39	-60	-45	-27	-63	-38	-15	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	567	2	7	17	24	26	97	108	104	83	49	28	9	1	11	3	0	0	
	Inelastic	-191	-9	-34	-97	-85	2	34	7	-7	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	853	67	152	283	309	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Nu	1337	101	230	470	486	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	-244	0	0	0	-1	-2	-10	-19	-23	-26	-28	-28	-26	-16	-33	-20	-8	-2	-1
	Mu average	-8	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	13	0	0	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-14	0	-2	-5	-4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	2622	20	63	136	183	183	366	371	340	288	216	147	91	42	95	53	19	7	3
	Nu	3725	29	89	200	268	261	520	526	480	399	298	204	128	60	137	80	30	11	5
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spei	0	35	48	75	17	-66	-29	-12	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-240	Capture	-14	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	35	1	3	6	7	7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
	Nu	50	1	4	8	11	10	10	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
	Nu	13	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	Capture	-35	0	0	0	0	0	-1	-3	-4	-5	-5	-4	-3	-2	-4	-2	-1	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	28	1	2	5	6	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Nu	43	1	3	7	10	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	24	0	0	-1	-1	0	0	0	1	5	8	6	3	1	2	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	12	0	1	1	0	1	3	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	-21	-8	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-94	-3	-12	-5	-9	-5	-61	13	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	514	1	20	37	14	61	138	85	34	25	36	28	13	5	16	3	-2	0	
	Inelastic	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Na-23	Capture	-13	-3	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-3	-2	0	0	0	
	Mu average	-40	-1	-4	-9	-9	-6	-8	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	180	0	3	5	3	11	47	27	13	15	16	15	13	4	6	1	0	0	
	Inelastic	-32	-5	-4	-11	-10	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	-8	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-2	0	0	0	0	0	
	Mu average	-35	-1	-3	-8	-8	-5	-7	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	85	0	2	5	5	7	25	16	9	5	7	1	1	0	1	0	0	0	
	Inelastic	-11	-2	-1	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat.	Capture	-82	-3	-4	-4	-2	-2	-7	-8	-9	-9	-9	-3	-3	-1	-17	-1	-1	0	
	Mu average	-67	-5	-13	-17	-12	-5	-9	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	247	1	6	17	19	16	51	35	22	23	28	13	6	1	8	2	0	0	
	Inelastic	-83	-10	-16	-22	-32	-4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat.	Capture	-24	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-1	-3	-1	-5	-1	-5	0	0	0	
	Mu average	-19	-1	-4	-6	-4	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	78	0	1	4	5	6	15	9	16	6	3	4	6	0	1	0	0	0	
	Inelastic	-22	-3	-4	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni-nat.	Capture	-40	-3	-7	-6	-2	-1	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-1	-1	0	0	0	
	Mu average	-10	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	56	0	1	2	3	3	7	8	5	6	7	9	2	0	2	0	0	0	
	Inelastic	-9	-1	-2	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

## BFS-67-3BR Criticality

Gp.	Total (BFS-67-3RB, KEFF SYSTEM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	-481	0	0	-1	-4	-7	-24	-44	-62	-70	-60	-49	-35	-20	-54	-29	-11	-5	-4
	Mu average	-30	-1	-4	-6	-5	-3	-5	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	56	1	3	5	5	3	8	9	9	7	4	2	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-21	-1	-6	-12	-8	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	3073	22	57	120	155	163	330	384	400	376	309	236	155	75	153	80	34	15	10
	Nu	4825	33	87	190	245	249	503	591	617	578	477	372	252	125	259	142	62	25	18
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spei	-1	56	75	105	14	-95	-97	-38	-14	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	Capture	-1918	0	0	-7	-28	-52	-131	-159	-192	-272	-307	-259	-174	-90	-124	-74	-25	-14	-9
	Mu average	-306	-12	-39	-60	-45	-27	-63	-38	-15	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	562	2	7	17	24	26	96	107	103	82	48	28	9	1	11	3	0	0	0
	Inelastic	-198	-9	-34	-98	-87	0	33	7	-7	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	850	67	152	292	307	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	1332	101	230	468	485	43	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	-236	0	0	0	-1	-2	-10	-19	-23	-25	-28	-27	-25	-15	-31	-18	-8	-2	-1
	Mu average	-8	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	12	0	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-15	0	-2	-6	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	2613	20	63	136	183	183	365	371	341	287	215	146	90	41	93	51	18	6	3
	Nu	3699	29	89	200	269	261	518	525	479	397	295	201	126	58	133	77	28	10	5
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spei	0	35	49	77	18	-60	-68	-31	-12	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture	-13	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	35	1	3	6	7	7	7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	50	1	4	8	11	10	10	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	Nu	13	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	Capture	-65	0	0	0	0	0	-2	-6	-8	-10	-9	-8	-6	-3	-7	-4	-1	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-3	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	54	1	4	9	12	12	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	81	2	6	14	18	18	19	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-5	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	24	0	0	-1	-1	0	0	0	1	5	8	6	3	1	2	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	11	0	1	1	0	1	3	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	-21	-8	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-94	-3	-12	-5	-9	-5	-60	13	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	499	1	20	37	13	59	133	83	32	24	35	27	13	5	15	3	-2	0	0
	Inelastic	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	-12	-3	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-3	-2	0	0	0	0
	Mu average	-40	-1	-4	-9	-9	-6	-8	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	173	0	3	5	3	11	46	26	12	14	16	15	13	4	6	1	0	0	0
	Inelastic	-33	-5	-4	-11	-10	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	-8	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-2	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-35	-1	-3	-8	-8	-5	-6	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	84	0	2	5	5	7	25	16	9	5	7	1	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-11	-2	-1	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	Capture	-81	-3	-4	-4	-2	-2	-7	-8	-9	-9	-9	-3	-3	-3	-17	-1	-1	0	0
	Mu average	-67	-5	-13	-17	-12	-5	-9	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	242	1	6	17	19	16	50	34	21	22	28	12	6	1	8	2	0	0	0
	Inelastic	-85	-10	-16	-23	-33	-5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	Capture	-24	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-1	-3	-1	-4	-1	-5	0	0	0	0
	Mu average	-19	-1	-4	-6	-4	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	77	0	2	4	5	6	15	9	15	6	3	4	5	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	-23	-3	-4	-9	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	Capture	-40	-3	-7	-6	-2	-1	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	-10	-1	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	54	0	1	2	3	3	7	8	5	6	7	9	2	0	2	0	0	0	0
	Inelastic	-9	-1	-2	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## BFS-69-1 Criticality

Gp. (BFS-69-1 KEFF)	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	-273	0	0	0	-2	-3	-12	-21	-32	-35	-32	-27	-21	-12	-38	-23	-9	-4	-2
	Mu average	-28	-1	-3	-5	-5	-3	-5	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	44	0	1	2	3	3	8	9	8	5	3	1	0	1	0	0	0	0	
	Inelastic	9	0	0	-1	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	1472	8	20	45	69	75	151	172	186	171	147	118	82	43	97	55	22	8	4
	Nu	2392	11	30	70	107	116	235	273	296	273	236	193	139	73	171	105	43	15	7
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe.	0	20	28	40	6	-35	-37	-14	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	Capture	-1377	0	0	-4	-18	-36	-90	-110	-134	-190	-216	-184	-125	-73	-94	-63	-21	-12	-6
	Mu average	-351	-11	-40	-62	-56	-38	-75	-44	-18	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	638	2	7	18	31	37	117	127	120	84	48	25	8	0	13	3	-1	-1	
	Inelastic	45	-1	-1	-18	-6	25	43	11	-4	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	565	44	98	188	214	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Nu	865	63	143	293	332	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	-451	0	0	-1	-3	-5	-20	-36	-45	-45	-51	-50	-45	-24	-68	-39	-14	-3	-1
	Mu average	-29	-1	-3	-5	-5	-3	-5	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	45	0	2	3	4	3	7	9	8	5	2	1	0	1	0	0	0	0	
	Inelastic	3	0	-1	-4	-2	1	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	4472	42	128	278	405	390	698	650	555	413	298	194	115	46	147	80	25	7	2
	Nu	6619	57	178	403	592	564	1016	953	821	610	444	296	179	73	235	136	43	14	5
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe.	0	33	38	73	13	-59	-64	-25	-7	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-240	Capture	-25	0	0	0	0	0	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-2	-1	-3	-2	-1	0	
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	69	2	5	12	16	15	12	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Nu	102	3	8	17	24	22	18	3	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	Capture	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-20	-1	-2	0	-3	-3	-5	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	203	1	7	14	14	19	43	32	21	15	15	11	3	0	6	1	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	-10	-4	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-86	-2	-11	-4	-9	-6	-64	13	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	531	2	20	38	46	89	150	91	40	13	13	7	7	6	12	1	-2	0	
	Inelastic	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Na-23	Capture	-18	-4	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-4	-2	-1	0	0	
	Mu average	-95	-2	-8	-18	-23	-18	-17	-6	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	468	1	8	19	31	47	116	90	49	37	29	20	13	-3	11	2	0	0	
	Inelastic	10	-2	3	-2	-1	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	-5	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	
	Mu average	-38	-1	-3	-8	-10	-6	-7	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	104	0	2	6	10	11	29	19	15	4	6	1	0	0	1	0	0	0	
	Inelastic	-1	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Si-nat.	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-2	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat.	Capture	-103	-4	-5	-5	-2	-3	-9	-9	-11	-10	-11	-3	-4	-1	-22	-1	-1	0	
	Mu average	-124	-8	-22	-29	-25	-12	-16	-8	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	483	2	11	32	49	44	105	78	53	39	38	15	5	0	13	3	-1	-1	
	Inelastic	-15	-5	0	-4	-15	4	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat.	Capture	-30	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-3	-2	-3	-1	-6	-1	-7	0	0	0	
	Mu average	-36	-2	-7	-11	-8	-3	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	152	0	3	8	16	16	31	22	29	10	5	5	0	2	0	0	0	0	
	Inelastic	-8	-1	0	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni-nat.	Capture	-51	-3	-8	-8	-2	-1	-2	-4	-4	-4	-5	-6	-1	-1	0	0	0	0	
	Mu average	-18	-1	-3	-4	-4	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	101	0	2	4	8	8	15	17	11	9	10	10	2	0	3	1	0	0	
	Inelastic	-4	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ti-nat.	Capture	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	9	0	0	0	1	0	1	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ga-nat.	Capture	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

## BFS-69-2 Criticality

## BFS-66-2 Criticality

Gp.	Total (BFS-66-2, KEFF)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	-435	0	0	-1	-3	-5	-17	-32	-45	-57	-50	-44	-33	-20	-57	-38	-17	-9	-7
	Mu average	-13	0	-2	-3	-2	-1	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	29	0	1	2	2	1	4	5	4	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-12	-1	-3	-7	-5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	2346	12	33	72	98	106	223	269	276	286	242	194	132	68	151	97	46	22	18
	Nu	3794	19	50	115	155	164	346	420	434	451	384	315	224	118	263	180	87	39	32
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spe <i>c</i>	-1	35	48	71	8	-62	-62	-24	-9	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	Capture	-2228	0	0	-7	-26	-50	-126	-155	-188	-279	-332	-292	-204	-102	-194	-149	-57	-40	-27
	Mu average	-154	-6	-18	-29	-22	-14	-32	-21	-9	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	328	1	4	8	12	13	49	59	57	52	34	21	7	1	9	2	0	0	-1
	Inelastic	-253	-8	-35	-100	-96	-15	11	-1	-8	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	743	56	127	251	279	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	1182	85	196	409	446	40	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	-421	0	0	0	-1	-2	-11	-21	-28	-32	-38	-41	-41	-26	-68	-58	-34	-14	-6
	Mu average	-6	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	12	0	0	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-19	0	-3	-6	-5	-2	-2	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	3501	20	62	136	191	196	401	434	417	378	306	223	149	73	208	164	80	41	23
	Nu	4960	29	89	202	281	279	571	612	582	518	416	305	206	103	296	244	123	66	39
	(n,2n)	0	42	67	107	24	-80	-88	-44	-18	-7	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture	-29	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-3	-3	-3	-2	-1	-3	-3	-2	-2	-1
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	48	1	3	7	10	10	9	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
	Nu	70	2	5	11	14	14	13	3	2	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	Capture	-6	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-6	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	7	0	0	-1	-1	0	-1	-2	-1	1	4	4	2	1	2	0	-1	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	-19	-7	-11	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-46	-1	-6	-3	-5	-3	-34	8	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	269	0	10	16	-11	25	46	36	8	17	39	32	16	5	26	4	0	1	-1
	Inelastic	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	-22	-3	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-7	-4	-1	-1	0	0
	Mu average	-48	-1	-4	-9	-10	-7	-9	-4	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	243	0	3	5	1	13	46	29	16	22	26	22	24	16	18	3	1	0	0
	Inelastic	-45	-4	-4	-14	-13	-4	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	-13	-2	-1	0	0	0	-1	-1	-2	-1	-2	0	-3	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-29	-1	-2	-6	-7	-4	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	73	0	1	3	2	5	20	14	7	8	8	2	1	0	2	0	0	0	0
	Inelastic	-17	-2	-3	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	Capture	-172	-4	-6	-5	-3	-4	-12	-13	-16	-16	-16	-19	-6	-7	-1	-51	-3	-3	-2
	Mu average	-67	-5	-11	-15	-11	-5	-9	-5	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	307	1	5	14	15	17	50	40	24	31	42	23	12	3	24	6	2	1	-1
	Inelastic	-139	-12	-24	-39	-54	-14	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	Capture	-55	-1	-1	0	-1	-1	-1	-3	-5	-3	-6	-2	-11	-3	-15	-2	-1	-1	-1
	Mu average	-19	-1	-3	-6	-4	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	105	0	1	3	4	6	16	11	21	10	6	8	12	1	4	1	0	0	0
	Inelastic	-35	-4	-7	-15	-10	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	Capture	-73	-4	-9	-9	-3	-1	-3	-5	-6	-6	-8	-11	-2	-1	-2	-1	-1	0	0
	Mu average	-11	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	81	0	1	2	2	3	8	10	6	9	13	14	5	1	6	1	0	0	0
	Inelastic	-14	-1	-2	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## BFS-66-2A Criticality

Gp.	Total (BFS-66-2A, KEFF)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U-235	Capture -434	0	0	-1	-3	-5	-17	-32	-45	-57	-50	-44	-33	-20	-57	-38	-17	-9	-7
	Mu average -13	0	-2	-3	-2	-1	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 29	0	1	2	2	1	4	5	4	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic -12	-1	-3	-7	-5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 2340	12	33	72	97	106	223	268	275	286	241	193	132	68	151	97	46	22	18
	Nu 3784	19	50	115	155	163	345	419	433	449	383	314	223	118	262	179	86	39	32
	(n,2n) 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spe. -1	34	48	70	8	-62	-62	-24	-9	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	Capture -2194	0	0	-6	-26	-50	-125	-153	-186	-275	-327	-287	-201	-100	-190	-146	-56	-39	-27
	Mu average -154	-6	-18	-29	-22	-14	-32	-21	-8	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 327	1	4	8	12	14	49	59	56	52	34	21	7	1	8	2	0	0	-1
	Inelastic -254	-8	-35	-99	-96	-16	11	-1	-8	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 738	55	126	249	277	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu 1172	84	194	405	443	40	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n) 2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture -414	0	0	0	-1	-2	-11	-21	-28	-32	-38	-40	-40	-26	-66	-56	-33	-13	-6
	Mu average -6	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 12	0	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic -19	0	-3	-6	-6	-2	-2	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 3501	20	63	137	192	197	403	436	419	378	305	222	148	73	206	161	79	40	22
	Nu 4949	29	90	203	283	281	573	614	583	518	414	302	203	102	292	240	120	64	38
	(n,2n) 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spe. 0	42	68	108	25	-79	-89	-45	-19	-7	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture -28	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-1
	Mu average 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic -1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 48	1	3	7	10	10	9	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Nu 70	2	5	11	14	14	13	3	2	2	1	1	1	0	0	1	1	0	0
	(n,2n) 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Nu 7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
	(n,2n) 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	Capture -28	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-4	-4	-4	-3	-2	-1	-3	-2	-1	0
	Mu average 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic -1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 20	0	1	3	4	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu 30	1	2	5	7	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n) 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	Capture -5	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0
	Mu average 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission 3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu 4	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n) 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average -6	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 6	0	0	-1	-1	-1	-2	-1	-1	1	4	4	2	1	2	0	-1	0	0
	Inelastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average -2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	Inelastic 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture -19	-7	-11	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average -47	-1	-6	-3	-5	-3	-34	8	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 261	0	10	16	-11	24	44	35	7	17	38	31	15	5	26	4	0	1	-1
	Inelastic -2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture -22	-3	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-7	-4	-1	-1	0	0
	Mu average -48	-1	-4	-9	-10	-8	-9	-4	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 238	0	3	5	1	12	45	29	15	21	25	22	23	15	17	3	1	0	0
	Inelastic -46	-4	-4	-14	-13	-5	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture -13	-2	-1	0	0	0	-1	-2	-1	-2	-1	-2	0	-3	0	0	0	0	0
	Mu average -29	-1	-2	-6	-7	-4	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 72	0	2	3	2	5	20	14	7	8	8	2	1	0	2	0	0	0	0
	Inelastic -17	-2	-3	-7	-15	-10	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat	Capture -171	-4	-6	-5	-3	-4	-12	-13	-16	-15	-18	-6	-7	-1	-50	-3	-3	-2	-2
	Mu average -67	-5	-11	-16	-11	-5	-9	-5	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0
	Elastic 305	1	5	14	15	17	50	39	23	31	42	22	12	3	23	6	2	1	-1
	Inelastic -141	-12	-24	-39	-55	-14	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat	Capture -55	-1	-1	0	-1	-1	-1	-3	-5	-3	-6	-2	-11	-3	-15	-1	-1	-1	-1
	Mu average -19	-1	-3	-6	-4	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 104	0	1	3	4	6	16	11	21	10	6	8	11	1	4	1	0	0	0
	Inelastic -35	-4	-7	-15	-10	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat	Capture -73	-4	-9	-9	-3	-1	-3	-5	-6	-6	-8	-11	-2	-1	-2	-1	-1	0	0
	Mu average -11	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic 80	0	1	2	2	3	8	10											

## BFS-67-1R Na void reactivity

## BFS-67-2R Na void reactivity

Gp.	Total (BFS-67-2R, NA VOID SYSTEM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U-235	Capture	1324	0	0	0	2	-4	-50	-40	29	103	165	186	145	57	312	247	105	45
	Mu average	-126	-6	-19	-22	-14	-15	-43	-12	1	2	1	1	0	0	0	0	0	
	Elastic	51	4	12	16	14	17	66	33	-8	-25	-29	-24	-7	-1	-8	-6	-1	
	Inelastic	-9	1	7	6	-2	-5	-1	-7	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-7003	-28	-73	-199	-288	-145	258	-32	-524	-805	-1020	-1011	-691	-196	-1015	-752	-307	
	Nu	-9930	-28	-76	-217	-323	-100	610	150	-630	-1105	-1481	-1528	-1089	-331	-1626	-1287	-563	
	(n,2n)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe.	-3	-41	-92	-117	35	181	103	-34	-22	-10	-4	-2	-1	0	0	0	0	
U-238	Capture	8745	0	-2	-102	-159	-564	-1328	61	671	458	1967	2129	930	-1778	3275	2387	581	
	Mu average	-3566	-223	-688	-785	-438	-532	-1040	16	84	23	13	3	0	0	0	0	0	
	Elastic	506	31	116	227	241	524	1636	-90	-637	-413	-478	-321	-62	-74	-30	-115	-32	
	Inelastic	-1837	-141	-186	-755	-707	-275	486	-163	-134	37	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	5034	559	1624	1762	837	242	20	-2	-1	0	0	-1	-1	0	-2	-4	0	
	Nu	8462	917	2458	3106	1580	386	32	-3	-1	0	0	-2	-1	0	-3	-7	0	
	(n,2n)	62	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	4349	0	0	-12	-14	-54	-223	65	290	157	430	547	137	-1603	2476	1593	475	
	Mu average	-583	-45	-137	-151	-77	-95	-144	31	26	6	3	1	0	0	0	0	0	
	Elastic	145	20	63	81	60	93	200	-76	-125	-59	-62	-33	0	-13	12	-13	-1	
	Inelastic	-121	-10	-1	-26	-39	-17	8	-17	-19	-5	-5	10	-1	0	0	0	0	
	Fission	-10867	319	1414	1606	1426	4218	8581	-2683	-4924	-2803	-4085	-3372	-1135	5619	-8655	-5090	-1277	
	Nu	-14867	479	1928	2421	2172	6015	12095	-3870	-6948	-3681	-5601	-4646	-1588	7669	-11789	-7149	-1933	
	(n,2n)	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe.	1	520	-44	112	274	-13	-385	-325	-92	-32	-10	-3	1	0	0	0	0	
Pu-240	Capture	244	0	0	-2	-2	-5	-18	4	17	8	31	32	10	-58	99	88	31	
	Mu average	-23	-2	-6	-6	-3	-4	-6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	8	1	4	5	3	5	12	-4	-7	-3	-4	-2	0	-1	1	-1	0	
	Inelastic	-2	0	2	-1	-3	-1	3	-2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	419	14	60	61	54	164	150	-19	-13	-8	-15	-8	-1	24	-24	-20	0	
	Nu	610	21	83	93	83	237	213	-27	-18	-12	-21	-11	-1	33	-33	-29	-1	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	10	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	1	1	0	-3	5	3	2	
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-86	1	3	4	4	11	22	-6	-18	-9	-17	-16	-4	31	-51	-29	-10	
	Nu	-120	1	4	6	5	15	31	-9	-25	-13	-24	-22	-6	43	-69	-41	-15	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	Capture	3213	0	-10	-3	-27	-98	134	347	37	432	355	-186	-2278	2951	1373	195	-1	
	Mu average	-140	-10	-30	-36	-19	-22	-30	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	83	2	6	12	12	19	47	-11	-13	-1	-3	0	4	-8	13	3	1	
	Inelastic	13	-6	0	-9	-5	-8	26	5	-1	10	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	1344	36	278	174	22	699	474	-239	-47	-12	-12	-7	1	27	-35	-13	-2	
	Nu	1991	66	381	301	41	1024	668	-349	-67	-16	-17	-10	1	38	-49	-19	-2	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-4	0	-1	-1	-1	-2	-7	-3	1	2	3	2	1	1	1	0	0	
	Elastic	-163	0	0	-1	-2	-5	-17	-15	-16	-19	-27	-25	-10	-1	-19	-7	1	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	Capture	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-16	-1	-4	-1	-2	-4	-7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-30	0	12	11	3	12	41	-23	-32	-25	-16	-7	8	2	-4	-8	-1	
	Inelastic	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	-218	-70	-144	-1	-1	-4	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-1567	-53	-216	-56	-91	-111	-1052	-13	-4	5	10	7	2	2	0	3	1	
	Elastic	729	2	435	425	205	996	1895	-757	-973	-698	-470	-216	189	25	-92	-196	-31	
	Inelastic	-13	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	
Na-23	Capture	1302	330	65	9	13	15	64	91	58	71	96	3	51	236	150	37	10	
	Mu average	112	-6	-12	37	90	-39	-69	51	24	16	7	4	2	4	2	1	0	
	Elastic	9712	92	39	673	1724	1820	2265	1796	1576	1258	98	-160	-317	-591	-393	-121	-35	
	Inelastic	8637	668	949	2324	1949	1522	1225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	6	-11	-17	1	-1	-1	-4	0	3	3	19	1	11	-1	1	1	0	
	Mu average	-491	-16	-59	-119	-91	-104	-120	3	10	2	2	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	118	3	45	77	69	140	429	-101	-345	-97	-80	-11	4	0	-4	-10	-2	
	Inelastic	-33	-22	19	2	-22	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat.	Capture	852	-37	-77	-5	-8	-31	-75	41	66	99	154	14	65	-18	608	33	18	
	Mu average	-1599	-183	-435	-418	-200	-179	-245	20	21	6	8	2	1	0	1	0	0	
	Elastic	1008	31	221	426	364	582	1410	-294	-506	-337	-482	-145	3	-29	-22	-163	-37	
	Inelastic	-403	-150	37	206	-235	-232	1	-2	-4	-12	-11	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat.	Capture	227	-6	-8	-1	-3	-7	-9	7	8	4	30	7	6	-41	216	15	5	
	Mu average	-471	-51	-129	-154	-66	-42	-43	4	8	1	1	1	1	0	0	0	0	
	Elastic	464	9	55	105	115	214	437	-97	-221	-65	-56	-43	67	-29	-2	-20	-4	
	Inelastic	-159	-46	6	-52	-43	-9	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni-nat.	Capture	-23	-39	-113	-6	-6	-12	-20	2	22	12	60	53	5	-18	21	10	4	
	Mu average	-214	-26	-56	-53	-30	-30	-38	4	4	2	2	3	0	0	0	0	0	
	Elastic	-77	4	30	59	59	110	215	-60	-100	-73	-120	-172	35	-13	-4	-36	-8	
	Inelastic	-50	-15	2	-17	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

## BFS-69-2 Na void reactivity

Gp.	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	(BFS-69-2, NA VOID SYSTEM)																			
U-235	Capture	958	0	1	10	40	93	341	578	547	395	129	-27	-44	8	-392	-470	-184	-60	-7
	Mu average	825	35	106	174	136	136	188	91	-13	-15	-9	-3	-1	0	0	0	0	0	
	Elastic	-82	-8	-27	-70	-91	-130	-277	-251	73	178	201	149	44	10	57	46	10	3	1
	Inelastic	-222	-1	-9	14	4	-75	-111	-44	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-21229	-202	-510	-1184	-1645	-2240	-4783	-5290	-3762	-2435	-1018	-185	-51	-183	807	1000	368	85	-3
	Nu	-30024	-282	-722	-1770	-2487	-3330	-7174	-8001	-5664	-3575	-1383	-110	70	-209	1577	2020	809	194	10
	(n,2n)	-10	-9	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe	7	-505	-570	-986	-283	745	914	437	166	62	20	5	1	0	0	0	0	0	
U-238	Capture	-3713	1	9	189	557	1711	3341	3122	902	1248	-1391	-2515	-1247	1239	-5659	-3983	-902	-299	-34
	Mu average	16566	784	2267	3774	2382	2611	3688	1419	-194	-79	-62	-14	-1	0	9	1	0	1	0
	Elastic	-5829	-128	-426	-1159	-1374	-2721	-5911	-4152	1841	1591	2438	1783	497	145	930	601	147	59	11
	Inelastic	-2518	-5	-413	297	664	-1457	-2050	-366	576	237	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-23733	-2193	-4575	-8866	-7033	-978	-82	-7	-1	-2	-1	0	0	0	2	3	0	0	
	Nu	-35253	-3101	-6457	-13447	-10655	-1448	-121	-10	-2	-2	-1	0	0	0	3	7	0	0	
	(n,2n)	-239	-239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	-39865	1	3	39	66	307	563	456	-2071	-1824	-3870	-4812	-3465	1018	-14430	-8357	-2807	-581	-100
	Mu average	3929	284	754	1255	573	866	641	68	-358	-94	-44	-12	-1	0	-1	-1	0	0	
	Elastic	1586	-108	-280	-611	-413	-824	-895	-195	1794	977	1006	570	100	3	298	157	22	6	
	Inelastic	-665	-26	-218	-155	37	-331	-261	-67	202	61	49	38	6	0	0	0	0	0	
	Fission	43784	-2483	-6900	-15495	-11096	-26028	-27790	-13163	24902	14590	22240	19081	9442	-3806	34396	18918	5413	1302	263
	Nu	85247	-3341	-9007	-21483	-15610	-36423	-38251	-17180	37352	22355	33465	28846	14500	-5656	52952	30642	9138	2384	563
	(n,2n)	-32	-32	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe	6	-1971	1402	-921	-1718	221	1560	1021	244	116	44	9	-2	0	0	0	0	0	
Pu-240	Capture	-2003	0	0	6	9	28	45	25	-129	-131	-253	-263	-143	50	-587	-434	-148	-60	-18
	Mu average	153	13	31	49	22	32	28	3	-17	-5	-2	-1	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	99	-6	-18	-37	-24	-48	-53	-11	104	57	59	34	6	0	22	11	2	0	
	Inelastic	-70	-2	-18	-22	3	-19	-18	-4	10	2	0	0	0	0	0	0	0		
	Fission	-2859	-112	-295	-651	-438	-1016	-637	-50	57	40	62	44	15	-22	89	53	1	0	
	Nu	-3935	-152	-388	-911	-622	-1437	-897	-66	86	63	95	68	24	-33	141	89	2	0	
	(n,2n)	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	-89	0	0	0	1	2	4	2	-7	-6	-11	-11	-7	2	-30	-19	-8	-2	0
	Mu average	12	1	2	4	2	3	2	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	2	0	-1	-2	-2	-3	-3	-1	5	3	3	1	0	0	1	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	466	-6	-16	-36	-27	-65	-72	-41	92	60	101	96	51	-20	201	101	38	8	1
	Nu	768	-8	-20	-49	-38	-91	-98	-54	137	92	151	145	78	-30	308	162	64	14	3
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	Capture	-21606	0	3	15	3	65	-180	-514	-2179	-1723	-2701	-2600	-1206	1629	-7501	-3543	-913	-218	-42
	Mu average	542	32	92	150	81	110	87	16	-27	-4	-3	1	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-218	-7	-23	-62	-60	-109	-150	-75	125	33	62	30	0	-1	16	1	0	0	
	Inelastic	-215	2	-15	10	9	-47	-143	-65	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-6057	-315	-793	-1527	-341	-2033	-1399	69	101	33	37	29	12	-13	59	19	5	1	
	Nu	-8524	-456	-1092	-2231	-460	-2908	-1937	117	155	51	45	19	-22	95	32	8	2	0	
	(n,2n)	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	7	0	0	1	1	2	4	2	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	
	Elastic	68	0	0	1	2	1	4	9	14	11	6	4	1	-1	9	4	1	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	Capture	17	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	459	25	71	16	71	123	180	91	-18	-30	-29	-19	-6	-1	-7	-6	-1	0	
	Elastic	-2480	-25	-237	-556	-386	-746	-1458	-935	336	402	370	307	87	17	186	124	23	9	
	Inelastic	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	508	203	286	2	2	3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	4882	174	670	317	444	508	3327	-430	9	-14	-40	-33	-10	-3	-18	-13	-3	-1	
	Elastic	-14796	-150	-1449	-2790	-2346	-6978	-7658	-3216	2925	2109	1811	1192	164	47	938	424	138	37	6
	Inelastic	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Na-23	Capture	-4818	-1238	-257	-34	-57	-66	-267	-311	-215	-203	-339	-12	-181	-753	-665	-169	-39	-10	-2
	Mu average	-220	91	121	391	-517	751	-47	-275	-305	-198	-97	-61	-24	-10	-26	-12	-2	-1	0
	Elastic	18973	-262	-58	-2142	-3467	-6869	-3414	5349	8092	5892	5551	3482	1507	1571	2922	592	181	45	2
	Inelastic	-19575	-1544	-1850	-5640	-4438	-4588	-1515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	55	42	27	6	2	4	9	11	0	0	0	-14	-1	-27	0	-2	-2	0	
	Mu average	2233	56	197	568	474	527	400	74	-40	-8	-12	-1	-1	0	-1	0	0	0	
	Elastic	-1821	-25	-162	-513	-503	-923	-1524	-598	1417	392	429	66	21	4	59	30	8	2	
	Inelastic	-110	4	-133	-29	42	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Si-nat	Capture	8	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	
	Mu average	160	5	14	34	34	48	23	5	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-175	-2	-12	-28	-32	-62	-69	-44	24	17	12	8	1	1	7	3	1	0	
	Inelastic	-5	1	-10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat	Capture	-2913	268	291	280	91	193	310	85	-324	-248	-489	-168	-180	19	-2819	-135	-64	-18	-4
	Mu average	10608	1102	2319	3310	1554	1512	1119	179	-239	-77	-99	-28	-10	-1	-17	-12	-2	-1	0
	Elastic	-2574	-235	-1236	-3758	-3208	-5565	-6942	-1975	4973	3323	5626	1927	862	122	2037	1124	259	81	11
	Inelastic	-966	243	-1235	-1087	943	10	-33	-11	48	48	101	6	0	0	0	0	0	0	

## BFS-66-2A Na void reactivity 28 assemblies

Gp.	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	(BFS-66-2A, LEZ 27RODS NA VOID)																		
U-235	Capture	2931	0	0	5	19	34	115	213	303	372	333	295	223	128	402	263	118	64
	Mu average	68	3	10	14	11	6	11	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-145	-2	-7	-12	-11	-8	-19	-23	-21	-20	-14	-8	-2	0	-1	1	1	1
	Inelastic	41	5	23	50	30	-9	-28	-17	-7	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-17831	-106	-286	-628	-847	-897	-1813	-2089	-2101	-2079	-1736	-1385	-931	-435	-1147	-727	-338	-159
	Nu	-27595	-152	-412	-937	-1257	-1293	-2624	-3085	-3153	-3155	-2675	-2201	-1545	-751	-1936	-1302	-622	-277
	(n,2n)	-4	-230	-353	-506	-25	491	449	128	34	9	1	-1	-1	0	0	0	0	0
	Fission spe:	-4	-230	-353	-506	-25	491	449	128	34	9	1	-1	-1	0	0	0	0	0
U-238	Capture	7819	0	-1	-28	-46	-211	-530	-446	142	57	1123	1520	942	-320	2576	1885	631	360
	Mu average	-1128	-80	-188	-297	-110	-143	-242	-96	19	1	5	1	0	0	0	0	0	0
	Elastic	181	10	30	82	58	139	371	253	-154	-46	-196	-154	-36	-15	-70	-57	-17	-13
	Inelastic	-2107	-47	-148	-604	-526	-420	-77	-113	-92	-81	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	1411	207	396	701	34	67	12	1	0	0	0	-1	0	-2	-3	0	0	0
	Nu	2913	366	684	1387	342	123	19	1	0	0	-1	-1	0	-2	-5	0	0	0
	(n,2n)	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	2488	0	0	-5	-9	-28	-117	-220	-80	-166	61	197	101	-458	1459	1025	514	163
	Mu average	-298	-19	-48	-76	-35	-33	-57	-28	-2	-3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	275	9	24	44	28	33	76	65	6	24	-10	-10	0	-2	-1	-7	-2	-1
	Inelastic	-190	-3	-13	-54	-41	-22	-38	-5	-8	-4	-2	1	0	0	0	0	0	0
	Fission	7430	207	610	1365	1032	2050	4629	4497	1168	2255	-329	-1007	-335	1950	-5173	-3375	-1369	-543
	Nu	10682	309	878	2072	1634	2996	6687	6328	1635	3006	-514	-1409	-502	2592	-7037	-4794	-2021	-835
	(n,2n)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spe:	1	418	160	572	300	-355	-466	-363	-161	-64	-27	-9	-3	-1	0	0	0	0
Pu-240	Capture	239	0	0	-1	-2	-5	-18	-23	-6	-21	13	26	10	-41	127	100	44	26
	Mu average	-25	-2	-4	-6	-3	-3	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	31	1	3	5	3	4	9	7	0	3	-2	-1	0	0	-1	0	0	0
	Inelastic	-11	0	1	-2	-4	-3	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	679	20	56	122	85	171	219	31	3	10	-4	-6	-1	20	-29	-18	0	0
	Nu	994	29	79	184	132	249	315	44	4	13	-6	-8	-2	26	-41	-26	-1	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	4	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	3	2	1	0
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-12	0	1	3	2	4	10	11	2	6	-3	-5	-1	11	-28	-15	-7	-1
	Nu	-18	1	2	4	3	6	14	15	2	8	-4	-7	-2	14	-38	-21	-11	-3
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	Capture	2506	0	0	-2	-1	-10	-18	-78	109	-59	244	280	62	-682	1611	728	227	73
	Mu average	-75	-4	-11	-20	-10	-9	-15	-5	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	80	1	2	7	6	8	22	15	2	9	-1	0	2	-2	6	2	1	0
	Inelastic	4	-1	0	-7	1	0	13	0	2	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	1255	29	86	184	52	285	632	20	-7	2	-5	-4	-1	9	-19	-6	-2	-1
	Nu	1830	45	122	276	76	414	916	29	-10	3	-7	-6	-1	12	-27	-9	-3	-1
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	Capture	69	0	0	0	0	-1	-4	-8	-1	-6	4	8	3	-13	42	28	13	5
	Mu average	-2	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	-2	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	54	2	6	13	9	15	9	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
	Nu	76	3	8	19	14	21	12	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	22	0	0	1	2	1	3	3	3	2	1	0	0	1	0	0	0	0
	Elastic	-221	0	1	3	4	-2	-17	-22	-28	-46	-49	-35	-14	-3	-16	0	3	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-10	Capture	-156	0	0	-1	-2	-2	-10	-21	-29	-29	-24	-17	-9	-3	-6	-3	-1	0
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	7	0	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-10	-1	-1	0	-1	-2	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-52	0	5	8	1	2	-2	-11	-12	-14	-9	-6	1	0	-11	-4	-1	0
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	-80	-35	-43	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-340	-18	-57	-27	-20	-29	-231	32	-1	4	4	4	1	0	1	1	0	0
	Elastic	-1945	4	132	211	50	137	-479	-302	-389	-392	-303	-199	-2	-8	-268	-96	-23	-18
	Inelastic	-13	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	667	137	27	4	5	6	26	36	24	30	45	2	29	142	104	31	11	4
	Mu average	-50	-6	-7	-18	28	-13	-31	-13	2	0	2	2	1	1	1	1	0	0
	Elastic	4654	41	30	370	834	826	1128	1358	937	638	-17	-235	-387	-380	-353	-83	-34	-17
	Inelastic	4135	297	487	1125	919	707	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	33	-2	0	0	0	0	0	0	1	4	1	8	1	17	0	1	0	0
	Mu average	-91	-4	-10	-28	-9	-20	-20	-4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-332	1	10	28	16	13	2	-66	-184	-76	-41	-13	-3	-13	-5	0	-1	0
	Inelastic	-5	-4	11	-1	-1	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat	Capture	529	-20	-20	-19	-4	-12	-44	-29	10	2	45	21	27	-4	507	28	21	11
	Mu average	-755	-80	-156	-215	-92	-66	-102	-40	-5	-3	1	1	0	0	1	0	0	0
	Elastic	914	16	82	236	180	212	471	232	-38	-12	-94	-84	-11	-11	-127	-85	-30	-20
	Inelastic	-562	-60	-11	-72	-137	-240												

## BFS-66-2A Na void reactivity 88 assemblies

Gp.	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
	(BFS-66-2A, LEZ 91RODS NA VOID)																				
U-235	Capture	2441	0	0	4	16	28	92	171	245	299	270	241	182	96	351	234	108	60	42	
	Mu average	51	2	7	11	9	5	8	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-108	-2	-6	-9	-9	-6	-14	-17	-15	-14	-10	-6	-1	1	-1	1	1	0	0	
	Inelastic	26	4	19	41	24	-8	-25	-16	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-15039	-91	-245	-537	-725	-762	-1524	-1739	-1752	-1711	-1437	-1153	-768	-308	-1035	-671	-318	-150	-114	
	Nu	-23090	-129	-349	-791	-1063	-1086	-2178	-2539	-2604	-2575	-2199	-1822	-1269	-541	-1723	-1184	-577	-261	-200	
	(n,2n)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe	-4	-189	-294	-419	-15	412	372	100	24	6	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	
U-238	Capture	9518	0	-2	-33	-54	-254	-675	-606	122	-45	1235	1759	1003	-948	3600	2653	931	570	260	
	Mu average	-1263	-88	-203	-318	-116	-146	-288	-127	16	-2	5	1	0	2	0	0	0	0	0	
	Elastic	243	12	34	91	62	144	453	347	-136	4	-203	-170	-24	54	-246	-114	-35	-23	-8	
	Inelastic	-2351	-61	-187	-729	-619	-400	-33	-115	-109	-98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	1793	245	479	861	107	92	17	1	0	0	0	-1	0	-2	-5	0	0	0	0	
	Nu	3545	432	814	1660	464	158	26	2	0	0	-1	0	0	-3	-7	0	0	0	0	
	(n,2n)	27	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	3708	0	0	-4	-8	-28	-123	-235	-68	-158	105	275	138	-759	1928	1463	801	280	103	
	Mu average	-275	-18	-44	-70	-30	-29	-54	-28	-1	-3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	207	9	23	41	24	29	74	65	0	21	-16	-15	0	8	-31	-17	-4	-2	-1	
	Inelastic	-208	-3	-15	-60	-47	-22	-34	-7	-11	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	4062	193	567	1285	901	2070	4933	4809	1026	2251	-541	-1319	-380	2939	-6608	-4662	-2075	-920	-410	
	Nu	5498	293	822	1968	1454	3011	7087	6771	1423	2970	-849	-1876	-599	3964	-9077	-6697	-3087	-1416	-663	
	(n,2n)	1	421	135	552	322	-403	-474	-309	-143	-60	-26	-9	-3	-1	0	0	0	0	0	
Pu-240	Capture	348	0	0	-1	-2	-5	-17	-22	-3	-18	19	33	12	-64	157	127	61	42	26	
	Mu average	-22	-2	-4	-5	-2	-2	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	20	1	2	4	2	3	8	7	0	2	-2	-2	0	1	-5	-2	-1	0	0	
	Inelastic	-11	0	1	-2	-5	-2	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	573	15	44	98	60	151	209	30	2	8	-5	-7	-1	26	-35	-21	-1	0	0	
	Nu	840	23	63	149	96	219	299	42	2	11	-8	-10	-2	35	-49	-31	-1	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	6	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	-1	3	2	1	0	
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-28	0	1	2	1	4	9	10	0	5	-4	-6	-1	15	-33	-18	-9	-3	-1	
	Fission	Nu	-42	0	1	3	2	5	12	14	0	7	-5	-9	-2	20	-45	-25	-14	-5	-2
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	Capture	1708	0	0	-1	-1	-6	-22	-59	67	-26	165	205	68	-447	970	534	181	60	19	
	Mu average	-23	-1	-4	-6	-3	-3	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	16	0	1	2	2	3	7	5	-1	2	-2	-1	1	1	-2	0	0	0	0	
	Inelastic	-19	-1	-3	-9	-3	-2	5	-3	-1	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	718	20	56	116	27	184	324	15	-4	1	-3	-3	-1	6	-12	-4	-1	-1	0	
	Nu	1067	32	82	181	45	268	470	21	-6	1	-4	-4	-1	8	-16	-6	-2	-1	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-241	Capture	92	0	0	0	0	-1	-3	-8	0	-5	6	9	3	-20	50	34	17	8	3	
	Mu average	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B-10	Capture	-175	0	0	-1	-2	-2	-11	-23	-33	-32	-27	-20	-10	-4	-7	-4	-1	0	0	
	Mu average	-3	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	7	0	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	Capture	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-11	-1	-2	0	-1	-2	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-67	0	5	8	-1	2	4	-11	-14	-17	-11	-7	4	4	-22	-6	-2	-1	0	
	Inelastic	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	-95	-42	-50	0	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-366	-20	-60	-28	-21	-28	-267	42	-1	0	4	4	1	-1	5	3	1	0	0	
	Elastic	-2029	2	138	212	-9	125	-205	-262	-431	-427	-339	-229	59	79	-509	-157	-46	-25	-5	
	Inelastic	-16	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Na-23	Capture	823	152	30	4	6	7	30	42	28	37	53	2	36	197	129	42	16	7	4	
	Mu average	29	0	9	15	43	-6	-28	-14	2	0	2	2	1	-1	3	1	0	0	0	
	Elastic	3828	42	16	374	921	785	1140	1507	1029	678	-153	-448	-727	-554	-565	-134	-53	-27	-2	
	Inelastic	4392	324	523	1219	1024	682	621	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	28	-4	-1	0	0	0	-1	0	3	1	8	1	18	0	1	1	1	0	0	
	Mu average	-118	-5	-13	-34	-13	-22	-28	-7	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-274	1	12	31	12	17	42	-46	-186	-72	-39	-13	0	4	-24	-8	-2	-1	0	
	Inelastic	-27	-7	8	-10	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat	Capture	763	-23	-22	-22	-5	-15	-55	-39	12	2	56	28	31	-9	709	44	35	20	16	
	Mu average	-799	-88	-164	-225	-90	-69	-115	-48	-4	-3	2	1	0	0	2	2	0	0	0	
	Elastic	595	16	85	242	165	220	553	284	-70	-27	-131	-103	5	53	-379	-193	-71	-41	-12	
	Inelastic	-701	-76	-31	-113	-193	-243	-7	-3	-1	-15	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat	Capture	251	-3	-2	-2	-1	-3	-6	-10	0	0	17	7	34	-24	202	20	11	7	5	
	Mu average	-237	-25	-50	-84	-31	-17	-21	-9	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	442	5	21	62	53	83	191	71	35	22	-22	-34	27	28	-64	-24	-7	-4	-1	
	Inelastic	-165	-23	-13	-65	-50	-9	-5	0	0	0	0	0								

## BFS-69-2 C/R worth Enr. Boron 450mm

Gp.	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	(BFS-69-2, B4C ENRICHED LONG SYSTEM)																			
U-235	Capture	485	0	0	1	4	7	22	35	50	57	54	49	41	25	71	41	16	7	3
	Mu average	19	1	3	5	5	3	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	-1	-2	-3	-3	-4	0	3	4	2	2	1	1	0	0	0	0	
	Inelastic	3	1	5	13	8	-2	-7	-5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-4404	-25	-72	-167	-257	-282	-547	-591	-591	-500	-389	-287	-192	-102	-213	-114	-46	-19	-9
	Nu	-6068	-33	-95	-225	-342	-365	-700	-757	-766	-666	-539	-424	-304	-165	-352	-203	-85	-32	-16
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe <i>c</i>	1	-66	-117	-180	-28	158	162	56	15	3	0	-1	0	0	0	0	0	0	
U-238	Capture	1235	0	0	7	26	43	88	91	93	144	160	159	135	111	69	50	27	19	11
	Mu average	267	12	43	67	52	30	48	9	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-266	-2	-7	-19	-26	-25	-65	-11	-4	-24	-34	-29	-12	1	-17	0	3	3	1
	Inelastic	732	17	99	264	276	74	-5	17	1	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-1553	-106	-259	-522	-602	-58	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	-2002	-137	-333	-688	-766	-70	-6	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	-4	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	-780	0	0	0	1	0	-10	-36	-68	-85	-112	-111	-88	-38	-133	-75	-21	-3	0
	Mu average	-93	-2	-9	-14	-14	-10	-19	-17	-8	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	144	1	4	8	11	11	29	46	41	18	-3	-10	-5	-1	-4	-2	0	0	0
	Inelastic	239	3	24	54	59	41	44	17	6	0	-3	-6	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-4099	-52	-180	-398	-605	-624	-957	-818	-574	-299	-60	54	75	32	164	107	30	6	0
	Nu	-2002	-63	-208	-457	-662	-637	-802	-515	-166	71	262	279	199	75	336	213	58	12	1
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spe <i>c</i>	3	-100	-246	-413	-174	163	355	245	115	42	13	3	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture	-42	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-6	-7	-6	-4	-1	-5	-4	-1	0	0
	Mu average	-4	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	8	0	0	0	1	1	2	3	2	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	12	0	1	2	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-97	-2	-8	-17	-24	-25	-17	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	-96	-3	-9	-19	-26	-25	-14	-2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-10	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-2	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	Nu	-1	0	0	-1	-2	-2	-2	-1	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	Capture	-634	0	0	0	-1	-1	-13	-34	-65	-84	-99	-90	-62	-25	-92	-51	-12	-3	0
	Mu average	-2	0	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-27	0	0	0	1	1	1	0	-3	-6	-8	-7	-3	0	-3	-1	0	0	0
	Inelastic	53	0	2	6	7	7	15	9	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	74	2	6	14	17	12	18	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	169	3	10	26	36	33	48	6	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-10	Capture	5669	16	76	152	338	212	794	1182	1279	921	501	213	44	3	-33	-23	-5	-1	0
	Mu average	25	0	1	1	1	1	5	4	3	3	3	2	1	0	1	0	0	0	0
	Elastic	226	1	-1	13	19	68	103	61	12	-2	-16	-14	-7	-1	-7	-3	0	0	0
	Inelastic	24	2	2	6	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	16	1	2	0	3	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-265	1	-6	1	18	8	-15	-21	-46	-63	-69	-44	-12	0	-15	-3	1	0	0
	Inelastic	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	14	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	69	2	11	4	9	3	39	-3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	11	0	-16	-26	36	24	102	82	23	-37	-76	-53	-23	-13	-17	-1	5	1	1
	Inelastic	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	-5	3	1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-2	-2	-1	0	0	0
	Mu average	-133	-1	-7	-19	-26	-23	-31	-17	-6	-4	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Elastic	907	3	10	52	115	163	344	357	154	17	-86	-110	-76	-7	-24	-4	1	0	0
	Inelastic	439	19	47	103	84	101	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Mu average	20	1	2	6	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	31	0	-1	-2	4	5	3	19	19	-4	-6	-2	-1	0	-1	0	0	0	0
	Inelastic	35	3	6	13	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Si-nat	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	8	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat	Capture	-7	4	5	4	2	2	2	-1	-4	-4	-7	-2	-1	0	-8	0	0	0	0
	Mu average	-60	-1	-5	-8	-10	-6	-14	-12	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	401	1	4	20	49	53	143	172	103	20	-28	-69	-37	-2	-27	-7	3	2	1
	Inelastic	585	36	109	155	200	100	3	1	1	-2	-17	-1	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat	Capture	-6	1	1	0	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	0	0	0
	Mu average	-17	0	-2	-3	-4	-2	-3	-2	-2	0	0</								

## BFS-66-2A C/R worth Nat. Boron 420mm

Gp.	Total (BFS-66-2A, CONTROL ROD WORTH)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	3527	0	0	7	24	43	146	271	378	469	411	359	273	166	450	283	125	67	51
	Mu average	94	4	13	20	15	9	16	10	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-193	-3	-9	-15	-15	-11	-26	-32	-27	-27	-18	-10	-2	0	-1	1	1	1	1
	Inelastic	69	6	29	66	40	-9	-30	-17	-8	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-21550	-129	-350	-769	-1027	-1103	-2248	-2609	-2584	-2600	-2126	-1671	-1130	-587	-1220	-738	-343	-168	-147
	Nu	-33510	-187	-509	-1160	-1539	-1607	-3286	-3878	-3897	-3957	-3287	-2667	-1882	-1000	-2103	-1358	-648	-292	-254
	(n,2n)	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission spe <i>c</i>	-1	-303	-441	-641	-42	609	569	179	52	16	3	0	-1	0	0	0	0	0	0
U-238	Capture	203	0	0	8	24	45	65	42	-2	55	25	64	82	108	-133	-172	-39	-17	45
	Mu average	200	9	27	45	27	18	45	18	4	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0
	Elastic	-572	-2	-8	-16	-15	-17	-68	-50	-32	-83	-68	-63	-31	-4	-68	-35	-5	-4	-2
	Inelastic	387	25	107	238	159	-24	-49	-17	-26	-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-1976	-143	-345	-688	-723	-70	-6	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	-2483	-186	-442	-884	-880	-82	-6	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	Capture	-2737	0	0	-2	-7	-13	-62	-134	-185	-218	-268	-285	-273	-161	-462	-374	-198	-71	-26
	Mu average	-98	-4	-13	-20	-15	-8	-17	-13	-7	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	156	2	8	13	13	9	24	32	31	25	13	5	0	0	-8	-7	-2	-1	0
	Inelastic	11	0	-1	-7	-6	7	10	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	15437	87	265	574	765	704	1637	1822	1821	1642	1385	1027	685	318	1106	895	422	193	87
	Nu	24458	128	399	911	1238	1132	2619	2931	2919	2592	2155	1603	1069	498	1699	1415	673	319	156
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	Capture	-292	0	0	-1	-2	-2	-10	-15	-24	-32	-36	-32	-23	-11	-37	-34	-16	-11	-6
	Mu average	-7	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	14	0	1	1	1	1	2	3	3	2	1	0	0	-1	0	0	0	0	0
	Inelastic	2	0	0	-1	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	361	9	27	58	72	67	70	15	9	9	8	5	2	1	5	4	0	0	0
	Nu	559	13	40	89	113	103	108	23	14	15	12	8	4	1	9	6	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	Capture	-6	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	54	0	1	1	2	2	4	6	6	6	5	4	3	1	5	3	2	1	0
	Nu	82	0	1	2	3	3	6	8	9	9	8	7	5	2	8	6	3	1	1
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	Capture	-1655	0	0	-1	-2	-4	-31	-78	-134	-173	-202	-194	-155	-76	-282	-206	-78	-29	-9
	Mu average	-3	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-17	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	-1	-2	-1	0	-7	-5	-2	-1	0
	Inelastic	22	0	-1	-2	-2	3	8	7	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	553	14	42	94	122	109	142	15	5	3	2	1	1	0	2	1	0	0	0
	Nu	852	21	61	144	190	166	219	24	8	5	3	2	2	1	3	2	1	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	Capture	-85	0	0	0	0	0	-2	-6	-9	-10	-10	-9	-6	-3	-12	-9	-5	-2	-1
	Mu average	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	29	1	3	6	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nu	42	1	4	9	12	9	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	35	0	1	2	3	2	5	6	5	5	3	2	0	0	1	0	0	0	0
	Elastic	-210	0	1	5	6	-1	-11	-15	-23	-47	-57	-42	-17	-6	-14	3	5	0	0
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-10	Capture	6562	7	34	68	138	88	395	738	1038	1090	990	831	498	207	256	146	32	5	0
	Mu average	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	226	1	0	10	17	22	45	48	36	25	15	11	4	0	-4	-2	-1	0	0
	Inelastic	12	1	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-12	Capture	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Elastic	301	1	1	13	26	25	42	56	54	44	27	22	8	-1	-10	-6	-1	-1	0
	Inelastic	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	Capture	33	12	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mu average	94	3	13	5	9	5	62	-10	2	2	1	0	0	2	1	0	0	0	0
	Elastic	-1240	2	-12	-23	47	-49	-305	-150	-134	-193	-184	-145	-49	-3	-43	-24	22	2	-1
	Inelastic	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	Capture	-24	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-5	-6	-2	-1	0	1
	Mu average	-123	-2	-10	-23	-26	-17	-24	-12	-5	-3	-1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Elastic	231	2	13	40	53	48	100	67	17	32	-39	-48	-22	54	-21	-10	7	2	1
	Inelastic	49	8	23	31	16	4	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al-27	Capture	39	7	5	1	1	2	3	4	2	5	-4	-4	-1	-6	-17	-2	-1	-1	1
	Mu average	91	2	8	22	22	12	16	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	-409	0	-4	-5	3	-18	-87	-77	-109	-62	-27	-12	-5	0	-5	-1	1	0	0
	Inelastic	83	11	18	34	22	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat	Capture	-119	2	2	1	0	0	-4	-7	-13	-9	-14	-4	-4	0	-60	-5	-3	-2	3

BFS-69-2 F28/F25

BFS-69-1 F37/F49

## BFS-69-2 F37/F49

Gr.	Total (BFS-69-2, F37/F49 REACTION RATE RATIO)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U-235	Capture 136 Mu average 7 Elastic -24 Inelastic -25 Fission -536 Nu -1002 (n,2n) 0 Fission spe. -1	0 0 0 -1 0 1 2 7 14 19 20 16 12 9 5 16 9 4 2 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
U-238	Capture 836 Mu average 70 Elastic -408 Inelastic -863 Fission -153 Nu -183 (n,2n) 1	0 0 0 2 10 50 84 100 131 140 110 69 36 53 33 10 5 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Pu-239	Capture 449 Mu average -37 Elastic -42 Inelastic -327 Fission -7629 Nu 981 (n,2n) 0 Fission spe. -6	0 0 0 -1 -1 10 41 53 53 53 58 55 47 22 64 35 11 2 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Pu-240	Capture 25 Mu average -1 Elastic -2 Inelastic -15 Fission 17 Nu 18 (n,2n) 0	0 0 0 0 0 1 2 3 4 4 3 2 1 1 1 1 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Pu-241	Capture 1 Mu average 0 Elastic 0 Inelastic -1 Fission 9 Nu 3 (n,2n) 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Np-237	Capture 246 Mu average -7 Elastic -7 Inelastic -91 Fission 10127 Nu 182 (n,2n) 0	0 0 0 -1 -1 1 17 29 32 34 32 25 11 36 22 6 2 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
C-12	Capture 0 Mu average 8 Elastic -99 Inelastic 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
O-16	Capture 0 Mu average 16 Elastic -902 Inelastic -1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Na-23	Capture 9 Mu average -79 Elastic -946 Inelastic -545	-1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Al-27	Capture 3 Mu average -1 Elastic -103 Inelastic -25	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Si-nat.	Capture 0 Mu average -1 Elastic -7 Inelastic -1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Fe-nat.	Capture 63 Mu average -83 Elastic -435 Inelastic -651	-1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Cr-nat.	Capture 21 Mu average -30 Elastic -129 Inelastic -135	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Ni-nat.	Capture 19 Mu average -10 Elastic -83 Inelastic -53	-1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Ti-nat.	Capture 1 Mu average -1 Elastic -7 Inelastic -7	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																
Ga-nat.	Capture 6 Mu average -1 Elastic -4 Inelastic -10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																

## BFS-66-2A F28/F25

Gp.	Total (BFS-66-2A, F28(LEZ,CC)/F25(LEZ,CC))	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	445	0	0	1	3	5	18	33	46	58	51	45	34	21	59	39	17	9	6
	Mu average	12	0	1	2	2	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-29	0	-1	-2	-2	-2	-4	-5	-5	-4	-3	-2	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	3	0	2	3	2	-1	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	-12198	-42	-124	-314	-454	-495	-1106	-1413	-1554	-1530	-1317	-1048	-712	-333	-846	-569	-226	-81	-35
	Nu	-3670	-18	-49	-112	-151	-160	-336	-407	-419	-436	-371	-305	-216	-115	-253	-171	-83	-38	-31
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe.	-10	-14	-20	-25	-2	19	20	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	Capture	3052	0	0	-4	0	52	151	206	267	407	497	441	301	139	272	196	64	39	23
	Mu average	-130	-25	-69	-98	-42	14	41	31	14	5	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-364	3	10	23	9	-18	-69	-99	-101	-84	-51	-24	-3	1	7	17	8	5	1
	Inelastic	-2815	-53	-369	-1045	-1068	-162	-61	-35	-14	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	9724	539	1476	3421	3889	355	31	4	2	2	1	1	0	0	1	2	0	0	
	Nu	-138	-10	-21	-46	-54	-6	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	794	0	0	-1	-1	3	15	36	52	65	82	91	91	55	136	102	48	15	5
	Mu average	-48	-6	-16	-23	-11	0	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	5	3	8	13	6	-1	-4	-8	-7	-4	-2	0	0	3	4	1	1	0	
	Inelastic	-331	-5	-50	-118	-108	-19	-15	-5	-3	-2	-3	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	4955	0	17	31	130	305	661	741	729	631	501	368	236	98	259	174	59	16	-1
	Nu	3035	25	77	175	231	217	422	440	420	347	265	184	107	36	85	32	-2	-12	-14
	(n,2n)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe.	2	534	1218	2018	537	-1648	-1595	-683	-248	-86	-29	-10	-4	-1	0	0	0	0	
Pu-240	Capture	72	0	0	0	-1	0	2	3	5	8	10	9	7	3	10	9	4	2	1
	Mu average	-4	-1	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	1	0	1	2	1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-35	0	-2	-10	-16	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	124	1	4	8	18	33	33	7	5	5	4	2	1	0	0	0	0	0	
	Nu	143	4	11	24	30	29	26	5	3	3	3	2	1	0	1	1	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	25	0	0	0	1	1	2	3	3	3	3	2	2	1	2	1	1	0	
	Nu	20	0	0	0	1	1	2	2	3	2	2	2	1	0	1	1	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	Capture	707	0	0	-1	-2	0	4	16	35	56	75	87	87	48	133	104	45	16	5
	Mu average	-20	-2	-5	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	1	3	2	0	-1	-2	-3	-2	-2	-1	0	0	1	2	1	0	
	Inelastic	-162	-1	-17	-47	-52	-9	-14	-9	-9	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	460	6	20	40	74	132	151	17	6	4	3	2	1	1	2	1	0	0	
	Nu	598	15	44	102	135	131	140	15	5	3	2	2	1	0	1	0	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-241	Capture	20	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	3	2	1	0	0	
	Mu average	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-4	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission	9	0	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Nu	13	0	1	3	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H-1	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-8	0	0	0	0	0	0	2	2	-1	-4	-4	-2	-1	-2	1	1	0	
	Inelastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	Capture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-47	0	1	-4	-15	-4	-7	-6	-3	-2	-3	-1	-1	0	0	0	0	0	
	Inelastic	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	-12	-7	-7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-10	-6	-22	-10	-9	3	44	-11	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-1539	0	34	6	-430	-206	-358	-200	-116	-93	-100	-53	-20	-6	-24	14	8	3	1
	Inelastic	-14	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Na-23	Capture	22	-4	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	2	10	5	2	1	0
	Mu average	-59	-6	-18	-41	-25	8	12	6	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-851	1	16	-25	-180	-88	-146	-130	-73	-68	-64	-47	-41	-11	-9	8	3	2	1
	Inelastic	-633	-27	-77	-208	-221	-61	-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	11	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	0	4	0	0	0	0	0	
	Mu average	-8	-1	-5	-11	-6	4	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-203	0	3	-5	-39	-19	-38	-35	-41	-16	-10	-2	-1	0	-1	1	0	0	
	Inelastic	-116	-7	-21	-48	-37	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat	Capture	192	-3	-3	-2	0	4	14	17	23	22	26	8	10	2	65	4	3	1	2
	Mu average	-120	-23	-48	-59	-22	6	13	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-417	4	23	34	-46	-44	-108	-96	-65	-56	-59	-26	-7	-1	-8	22	10	5	2
	Inelastic	-1314	-69	-252	-391	-531	-62	-2	-1	0	-5	-1	0	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat	Capture	68	-1	0	0	0	1	2	4	7	4	8	2	15	3	19	2	1	0	
	Mu average	-43	-6	-14	-22	-7	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	-158	1	6	6	-25	-15	-29	-27	-36	-15	-8	-9	-10	0	-1	3	1	0	
	Inelastic	-317	-22	-69	-140	-83	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni-nat	Capture	54	-3	-4	-4	0	1	3	7	9	9	11	15	3	2	2	1	1	0	
	Mu average	-14	-3	-6	-7	-3	1	2	2											

BFS-69-1 NpO<sub>2</sub> sample (C)

Gr.	Total (BFS-69-1, NP-23702 SAMPLE)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U-235	Capture	-17993	1	8	97	421	603	1475	1065	390	-2107	-2410	-2731	-2660	-4012	-1307	-2036	-2182	-1512	-1095
	Mu average	-20829	-873	-2548	-3464	-2507	-1595	-3908	-3248	-1619	-757	-223	-68	-11	-3	-3	-1	0	0	
	Elastic	49054	207	642	1390	1752	1544	5774	9019	9141	8677	5249	3066	965	414	626	388	124	54	23
	Inelastic	23893	578	2978	5541	5350	2188	4127	2278	747	97	6	1	0	0	0	0	0	0	
	Fission	106350	-126	-1450	-3732	-10311	-13522	-19793	-16178	-13292	10679	16210	24482	28852	47249	-1118	11658	20654	14534	11557
	Nu	119180	-1292	-4115	-9432	-19214	-20616	-29976	-21354	-14710	16724	23033	32054	36200	57445	1473	16288	25722	17264	13686
	(n,2n)	250	236	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe	-69	23455	36917	51635	12097	-40976	-42600	-22773	-10566	-4497	-1791	-643	-226	-71	-21	-7	-2	-1	0
U-238	Capture	-3895628	-48	502	-10529	-36329	-71962	-229416	-310854	-385995	-601059	-646631	-542297	-366629	-265135	-177423	-130161	-61162	-38790	-20707
	Mu average	-1118131	-44225	-124229	-195068	-126374	-75444	-263676	-171140	-74429	-32124	-8736	-1781	-188	-69	-599	-43	12	102	-4
	Elastic	2829625	6964	21695	56095	68869	72970	397996	475201	488860	500314	297743	197629	85329	67307	50790	26112	9018	5013	1719
	Inelastic	-265337	-4851	-37123	-128632	-110558	-7629	118780	508	-50434	-45398	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	1210809	102027	217661	428206	414213	40532	4999	657	359	489	382	404	133	0	204	540	0	0	0
	Nu	1867150	149887	32478	676721	644102	60041	7340	943	496	647	486	503	163	0	259	688	1	0	0
	(n,2n)	12976	12976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	Capture	74415	5	27	287	881	1314	4947	7182	7157	6045	5886	5586	5144	-6704	19313	11475	3172	1959	765
	Mu average	-14585	-628	-1889	-2769	-1889	-1075	-2419	-2162	-1105	-477	-124	-31	-4	-1	0	-1	0	0	0
	Elastic	33492	315	908	1625	1702	1150	3792	6193	6141	5651	3164	1694	455	199	173	260	52	16	-9
	Inelastic	42464	1039	5931	11473	10297	3433	5698	2246	1365	580	223	176	22	0	0	0	0	0	0
	Fission	-1457771	-8892	-32133	-72722	-116603	-121784	-213151	-188174	-154303	-100954	-72534	-45323	-29996	102630	-168120	-123512	-55824	-33335	-24843
	Nu	-1923461	-16162	-52625	-117719	-176065	-166642	-289033	-248588	-197118	-127661	-89666	-56660	-37418	112484	-192810	-139086	-61309	-37552	-30190
	(n,2n)	76	74	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fission spe	-23	-42799	-70426	-80274	3725	77363	57216	31078	14581	6003	2314	804	275	88	28	0	0	0	0
Pu-240	Capture	4183	0	4	46	116	121	379	400	448	429	389	307	213	-265	785	616	253	170	-229
	Mu average	-623	-29	-78	-109	-72	-40	-106	-104	-54	-23	-6	-2	0	0	0	0	0	0	
	Elastic	1970	17	55	97	96	66	224	358	356	329	188	102	28	13	15	16	4	3	2
	Inelastic	2116	44	199	514	655	235	225	135	81	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-20139	-397	-1364	-3043	-4585	-4763	-3755	-681	-352	-271	-202	-109	-50	304	-456	-398	-13	-4	2
	Nu	-29560	-735	-2250	-4995	-7003	-6579	-5182	-908	-454	-347	-252	-137	-63	340	-527	-451	-14	-5	2
	(n,2n)	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	Capture	240	0	0	3	8	10	28	28	23	19	16	13	10	-12	41	26	14	6	7
	Mu average	-42	-2	-5	-8	-6	-3	-7	-6	-3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elastic	97	1	3	6	6	4	12	18	17	15	8	4	1	1	0	1	0	0	0
	Inelastic	90	1	16	31	24	6	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	-5620	-21	-73	-169	-287	-305	-555	-600	-570	-407	-329	-230	-163	555	-990	-695	-441	-234	-106
	Nu	-7128	-38	-118	-270	-428	-414	-753	-788	-725	-513	-406	-287	-203	607	-1134	-781	-484	-262	-129
	(n,2n)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	Capture	-192881	-1	-7	-56	-100	-222	-2657	-7442	-13282	-21298	-22862	-23435	-20863	-22222	-20617	-16241	-10937	-5662	-4832
	Mu average	-21738	-671	-1999	-3205	-2152	-1325	-4170	-4297	-2359	-1159	-299	-81	11	-2	-4	-1	0	0	0
	Elastic	58750	113	364	980	1237	1160	5932	11848	12244	11874	6627	3635	989	251	711	496	177	80	31
	Inelastic	4007	123	370	531	698	770	982	1284	311	-426	-12	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fission	65134	1399	3415	7992	9480	10914	20487	3399	1414	1260	1096	1013	839	756	671	412	311	235	42
	Nu	83387	1690	4271	10563	12344	14013	26836	4300	1734	1499	1269	1158	953	865	768	470	351	260	46
	(n,2n)	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H-1	Capture	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-2112	-9	-29	-75	-87	-69	-291	-320	-317	-356	-223	-155	-59	-45	-41	-23	-8	-3	-1
	Elastic	-9716	-10	-25	-128	-204	-136	-865	-2035	-2667	-2748	-1268	-275	460	311	1	-78	-60	11	1
C-12	Capture	149	153	0	0	1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
	Mu average	-29411	-806	-2174	-437	-1904	-2413	-6854	-6311	-3714	-2519	-1205	-576	-175	-95	-120	-71	-23	-10	-4
	Elastic	303277	1554	7394	19325	21205	18661	63469	65336	44528	29626	14698	6852	3762	3030	2372	1111	78	202	74
	Inelastic	1112	774	339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O-16	Capture	-30573	-11100	-17415	-95	-116	-137	-865	-395	-209	-131	-61	-28	-11	-5	-3	-1	-1	0	
	Mu average	-321753	-9882	-37078	-15051	-24954	-13426	-255146	57305	2424	-6304	-6802	-4929	-1971	-1472	-1313	-743	-251	-112	-48
	Elastic	1591429	9271	66260	130588	86968	196610	446908	262317	86774	31593	39754	48430	68307	64624	35031	14133	-1027	3172	1086
	Inelastic	-2641	-2641	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Na-23	Capture	2210	1753	306	37	54	55	219	211	113	83	134	4	64	-1548	527	133	36	18	12
	Mu average	-49436	-1256	-4409	-9423	-9218	-6583	-8970	-4447	-1592	-1661	-563	-348	-187	-684	-50	-32	-9	-4	-1
	Elastic	427513	1813	5782	21083	36726	25001	85447	86978	53203	48066	21134	12939	5493	17958	4318	1567	-14	-11	30
	Inelastic	110783	9117	18589	31671	25234	9694	16478	16478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Al-27	Capture	-13238	-1528	-113	-209	-103	-139	-538	-1024	-1846	-668	-1956	-162	-3658	-82	-65	-53	-38	-20	-15
	Mu average	-187661	-3188	-11286	-32423	-32423	-47004	-20235	-12363	-2939	-1693	-181	-115	-56	-52	-29	-10	-4	-2	
	Elastic	709697	1648	8414	27143	33858	44653	180446	165969	129344	48025	54142	4364	4546	3348	2281	1089	156	196	74
	Inelastic	1485	534	3411	-715	-1405	-339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Si-nat	Capture	-17	81	11	1	1	1	1	1	-4	-28	-7	-6	-16	-47	-1	-1	0	0	
	Mu average	-43311	-441	-1587	-3995	-658														

BFS-69-2 NpO<sub>2</sub> sample (C)

Gr.	Total (BFS-69-2, NP-23702 SAMPLE)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U-235	Capture -2197 0 1 9 39 56 132 78 -3 -272 -290 -316 -298 -440 -164 -226 -230 -158 -115 Mu average -1749 -72 -212 -292 -210 -134 -332 -272 -135 -63 -19 -6 -1 0 0 0 0 0 0 Elastic 4098 17 53 116 147 129 490 753 761 721 434 255 82 38 53 32 10 4 2 Inelastic 2114 50 265 498 489 193 362 190 59 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission 14690 -18 -149 -380 -1040 -1354 -1992 -1564 -1166 1475 2061 2942 3393 5356 180 1497 2406 1700 1345 Nu 17339 -121 -389 -897 -1873 -2017 -2903 -1948 -1163 2255 2881 3819 4216 6471 504 2009 2940 1986 1569 (n,2n) 21 19 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission spe -9 2349 3766 5226 1228 -4029 -4282 -2399 -1114 -469 -185 -66 -23 -7 -2 -1 0 0 0 0																		
U-238	Capture -383861 -4 -47 -993 -3405 -6806 -22163 -30156 -37548 -58986 -63605 -53751 -36688 -26820 -17785 -12990 -6129 -3869 -2105 Mu average -124927 -5026 -14152 -22234 -14392 -8482 -29114 -18677 -8073 -3460 -930 190 20 7 -64 5 1 -11 0 Elastic 308548 793 2468 6407 7893 8227 43995 52061 53358 54109 31892 21332 9204 6947 5461 2760 942 521 177 Inelastic -18039 -129 -2509 -10227 -8523 -276 13095 310 -5093 -4687 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission 113370 9697 20459 40204 38458 3760 473 63 35 49 38 41 14 0 22 57 0 0 0 0 Nu 175047 14164 30510 63645 60006 5605 700 91 48 64 49 51 17 0 27 71 0 0 0 0 (n,2n) 1471 1471 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission spe -4 4450 -7298 -8135 653 8119 5595 3072 1465 611 238 84 29 10 3 0 0 0 0 0 0																		
Pu-239	Capture 5664 1 3 30 91 133 501 711 708 581 610 507 415 415 -928 1690 680 -120 76 -25 Mu average -2722 -108 -323 -473 -322 -189 -480 -447 -233 -109 -28 -7 -1 0 -1 0 0 0 0 Elastic 6947 54 157 278 280 200 733 1214 1266 1213 724 396 126 0 184 84 24 11 4 Inelastic 5149 125 685 1311 1169 413 723 334 198 92 46 49 5 0 0 0 0 0 0 0 Fission -142611 -859 -3180 -7243 -11686 -12220 -21047 -18148 -15010 -9395 -8451 -5291 -4359 10094 -16946 -10751 -4905 -1995 -1220 Nu -187339 -1642 -5310 -11955 -17818 -16762 -28931 -24120 -19254 -11954 -10257 -6337 -4985 11334 -19048 -11626 -4943 -2222 -1510 (n,2n) 13 13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission spe -4 4450 -7298 -8135 653 8119 5595 3072 1465 611 238 84 29 10 3 0 0 0 0 0 0																		
Pu-240	Capture 308 0 0 5 12 12 38 40 44 41 41 28 18 -35 67 41 11 3 -60 Mu average -117 -5 -13 -19 -12 -7 -21 -22 -11 -5 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Elastic 411 3 9 16 11 43 70 73 70 43 24 8 0 13 5 2 1 1 Inelastic 259 5 24 60 75 28 31 20 11 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission -2029 -38 -135 -303 -460 -478 -376 -66 -34 -25 -25 -13 -7 29 -51 -46 -2 0 0 0 Nu -2998 -75 -229 -507 -709 -662 -522 -88 -44 -33 -30 -16 -8 33 -57 -50 -2 0 1 0 (n,2n) 0																		
Pu-241	Capture 21 0 0 0 1 1 3 3 2 2 1 1 -2 4 2 1 0 0 0 0 0 Mu average -8 0 -1 -1 -1 -1 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Elastic 20 0 1 1 1 1 2 3 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Inelastic 10 0 2 3 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission -562 -2 -7 -17 -29 -31 -55 -58 -56 -38 -38 -27 -23 55 -102 -64 -45 -17 -9 Nu -702 -4 -12 -27 -43 -42 -75 -77 -71 -48 -46 -32 -27 61 -114 -69 -46 -19 -10 (n,2n) 0																		
Np-237	Capture -15199 0 1 3 6 1 -126 -493 -989 -1741 -1863 -1979 -1728 -2822 -910 -1108 -930 -325 -195 Mu average -3033 -101 -295 -467 -304 -181 -586 -594 -334 -163 -43 -12 -2 0 -1 0 0 0 0 0 Elastic 8441 17 54 144 176 158 836 1650 1753 1692 975 538 156 28 140 80 27 12 5 Inelastic 1309 28 117 212 214 131 291 281 56 -19 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Fission 3910 101 175 411 308 392 1436 294 133 127 110 105 84 110 39 27 21 20 14 Nu 3937 59 91 294 145 370 1728 353 156 147 124 118 94 124 43 31 24 21 15 (n,2n) 7 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
H-1	Capture 0 Mu average -230 -1 -3 -9 -10 -8 -32 -35 -34 -38 -24 -17 -6 -5 -4 -2 -1 0 0 0 Elastic -1014 -1 -2 -12 -19 -14 -83 -211 -274 -283 -129 -28 44 26 -3 -10 -7 1 0 0 Inelastic 0																		
C-12	Capture 13 13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Mu average -2715 -73 -198 -41 -175 -222 -642 -584 -341 -231 -110 -52 -16 -9 -11 -6 -2 -1 0 0 Elastic 27261 140 670 1781 1968 1716 5877 5989 3941 2512 1231 557 354 293 212 90 -4 18 6 Inelastic 101 70 31 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
O-16	Capture -2848 -1028 -1622 -9 -11 -13 -83 -38 -20 -13 -6 -3 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 Mu average -36386 -1140 -4288 -1741 -2881 -1541 -28609 6361 265 -907 -736 -536 -215 -153 -143 -79 -27 -12 -5 Elastic 187634 1171 7814 15419 11988 23023 49953 30821 11720 5218 5285 6068 7413 6361 3654 1463 -178 328 113 Inelastic -199 -199 0																		
Na-23	Capture 192 182 31 4 6 6 22 20 11 8 16 0 5 -178 -48 9 1 1 0 Mu average -6375 -154 -545 -1191 -1154 -821 -1187 -612 -222 -238 -83 -52 -31 -56 -18 -6 -2 -1 0 0 Elastic 55013 207 690 2475 4178 2986 10602 10892 6916 6484 3135 2037 1241 1761 1134 267 -30 23 14 Inelastic 12053 994 2045 3464 2721 1063 1767 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Al-27	Capture -1291 -142 -106 -20 -10 -13 -52 -99 -180 -66 -192 -16 -367 -8 -7 -5 -4 -2 -2 Mu average -20181 -357 -1260 -3561 -3558 -2552 -4967 -2105 -1290 -309 -175 -19 -12 -6 -6 -3 -1 0 0 Elastic 75007 190 943 3069 3837 4755 19007 17188 13565 5101 5645 488 490 333 239 113 14 21 8 Inelastic 531 115 460 61 -67 -38 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Si-nat	Capture -2 8 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Mu average -4275 -44 -158 -398 -650 -772 -1121 -994 -71 -49 -12 -3 -1 -1 -1 0 0 0 0 0 Elastic 17437 27 126 364 773 1242 3712 8232 1178 1218 357 106 31 26 27 13 3 2 1 Inelastic 295 37 100 132 26 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Fe-nat	Capture -4928 203 148 78 50 59 -50 -304 -679 -866 -937 -338 -394 -124 -1516 -84 -89 -46 -37 Mu average -176292 -8727 -21028 -29659 -23062 -17008 -37058 -23441 -9578 -3869 -1902 -375 -135 -73 -101 -63 -20 -10 -4 Elastic 1238865 2397 10883 37116 55859 73859 266012 293532 184729 152231 107028 20929 12085 6261 8388 5005 1390 827 334 Inelastic 100116 7044 18273 28080 25429 13636 1994 1520 1963 1115 1044 18 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Cr-nat	Capture -1940 31 17 7 11 15 0 -47 -172 -138 -294 -85 -593 -247 -356 -36 -28 -15 -12 Mu average -50850 -2470 -6359 -11329 -8205 -4589 -7719 -5420 -3344 -886 -240 -102 -115 -42 -20 -8 -2 -1 0 Elastic 421091 699 2726 9814 19409 28645 88356 92794 102729 40625 14749 6053 8162 3903 1560 620 141 77 29 Inelastic 17168 1771 4776 6176 3594 687 163 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Ni-nat	Capture -1148 176 256 150 49 26 8 -58 -198 -282 -380 -551 -115 -126 -38 -25 -20 -11 -8 Mu average -33083 -1242 -2750 -3878 -3717 -3342 -6858 -6852 -2057 -1183 -641 -461 -33 -24 -24 -13 -4 -2 -1 Elastic 295191 337 1480 5322 9854 14958 44203 74038 41718 39675 31058 23731 2818 2225 2094 1138 301 172 68 Inelastic 6414 619 1749 2365 1358 74 134 86 29 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Ti-nat	Capture -143 1 1 0 0 1 0 -1 -6 -7 -35 -53 -14 -18 -4 -3 -2 -1 -1 Mu average -2042 -81 -222 -321 -228 -149 -283 -326 -123 -134 -134 -47 -2 -1 -1 0 0 0 0 Elastic 27065 23 105 400 653 864 2386 4415 2783 4584 7453 3060 150 105 52 24 6 3 1 Inelastic 964 68 178 284 263 100 41 30 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
Ga-nat	Capture 127 1 1 1 2 2 8 9 9 7 8 6 5 -9 28 14 2 -8 42 Mu average -50 -4 -7 -7 -6 -4 -9 -7 -3 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Elastic 418 3 7 14 21 16 57 76 67 59 36 22 9 0 0 0 0 0 0 0 0 Inelastic 190 17 39 63 46 11 13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		

**This is a blank page.**

# 国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	$m^2$
体積	立方メートル	$m^3$
速度	メートル毎秒	$m/s$
加速度	メートル毎秒毎秒	$m/s^2$
波数	毎メートル	$m^{-1}$
密度、質量密度	キログラム毎立方メートル	$kg/m^3$
面積密度	キログラム毎平方メートル	$kg/m^2$
比體積	立方メートル毎キログラム	$m^3/kg$
電流密度	アンペア毎平方メートル	$A/m^2$
磁界の強さ	アンペア毎メートル	$A/m$
量濃度 <sup>(a)</sup> 、濃度	モル毎立方メートル	$mol/m^3$
質量濃度	キログラム毎立方メートル	$kg/m^3$
輝度	カンデラ毎平方メートル	$cd/m^2$
屈折率 <sup>(b)</sup>	(数字) 1	1
比透磁率 <sup>(b)</sup>	(数字) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) とも呼ばれる。

(b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	他のSI単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(b)</sup>	rad	1 <sup>(b)</sup>
立体角	ステラジアン <sup>(b)</sup>	sr <sup>(c)</sup>	1 <sup>(b)</sup>
周波数	ヘルツ <sup>(d)</sup>	Hz	$m^2/m^2$
力	ニュートン	N	$s^{-1}$
圧力、応力	パスカル	Pa	$N/m^2$
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$N\ m$
仕事率、工率、放射束	ワット	W	$J/s$
電荷、電気量	クーロン	C	$m^2 kg s^{-3}$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	$m^2 kg s^{-3} A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	$m^2 kg^{-1} s^4 A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	$m^2 kg s^{-3} A^{-2}$
コンダクタンス	シーメンス	S	$A/V$
磁束密度	テスラ	T	$Wb/m^2$
インダクタンス	スエンリー	H	$Wb/A$
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(e)</sup>	°C	K
光束度	ルーメン	lm	cd sr <sup>(c)</sup>
放射性核種の放射能 <sup>(f)</sup>	ルクス	lx	$lm/m^2$
放射性核種の放射能 <sup>(f)</sup>	ベクレル <sup>(d)</sup>	Bq	$s^{-1}$
吸収線量、比エネルギー分率、カーマ	グレイ	Gy	$J/kg$
線量当量、周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量	シーベルト <sup>(g)</sup>	Sv	$J/kg$
酸素活性	カタール	kat	$m^2 s^{-2}$
			$s^{-1} mol$

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかしあ接頭語を付した単位はもやはヨーロッパ語ではない。

(b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は表示されない。

(c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。

(d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。

(e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。

(f) 放射性核種の放射能(activity referred a radionuclide)は、しばしば誤った用語で“radioactivity”と記される。

(g) 単位シーベルト(PV.2002,70,205)についてはICPMT勧告(OI-2002)を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘度	パスカル秒	Pa s	$m^4 kg s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	$m^2 kg s^2$
表面張力	ニュートン每メートル	N/m	$kg s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m^{-1} s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s <sup>2</sup>	$m^{-1} s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度、放射照度	ワット毎平方メートル	W/m <sup>2</sup>	$kg s^{-3}$
熱容量、エンントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 kg s^{-2} K^{-1}$
比熱容量、比エンントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	$m^2 s^{-2} K^{-1}$
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^3 s^{-2}$
熱伝導率	ワット每メートル毎ケルビン	W/(m K)	$m kg s^{-3} K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール每立方メートル	J/m <sup>3</sup>	$m^1 kg s^2$
電界の強さ	ボルト每メートル	V/m	$kg s^3 A^{-1}$
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	$m^3 sA$
表面電荷密度	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	$m^2 sA$
電束密度、電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	$m^2 sA$
誘電率	フアラード每メートル	F/m	$m^3 kg^{-1} s^4 A^2$
透磁率	ヘンリー每メートル	H/m	$m kg s^2 A^2$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 kg s^2 mol^{-1}$
モルエントロピー、モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	$m^2 kg s^2 K^{-1} mol^{-1}$
照射線量(X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1} sA$
吸収線量	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2 s^{-3}$
放射強度	ワット每ステラジアン	W/sr	$m^4 m^2 kg s^{-3}=m^2 kg s^{-3}$
放射輝度	ワット每平方メートル每ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> sr)	$m^2 m^2 kg s^{-3}=kg s^{-3}$
色素活性濃度	カタール每立方メートル	kat/m <sup>3</sup>	$m^{-3} s^{-1} mol$

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
$10^{24}$	ヨーダ	Y	$10^1$	デシ	d
$10^{21}$	ゼタ	Z	$10^2$	センチ	c
$10^{18}$	エクサ	E	$10^3$	ミリ	m
$10^{15}$	ペタ	P	$10^6$	マイクロ	μ
$10^{12}$	テラ	T	$10^9$	ナノ	n
$10^9$	ギガ	G	$10^{12}$	ピコ	p
$10^6$	メガ	M	$10^{15}$	フェムト	f
$10^3$	キロ	k	$10^{18}$	アト	a
$10^2$	ヘクト	h	$10^{21}$	ゼット	z
$10^1$	デカ	da	$10^{24}$	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=1/(60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=1/(60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1m <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
リットル	L	1L=1dm <sup>3</sup> =10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1t=10 <sup>3</sup> kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	$1eV=1.602 176 53(14) \times 10^{-19} J$
ダルトン	Da	$1Da=1.660 538 86(28) \times 10^{-27} kg$
統一原子質量単位	u	$1u=1 Da$
天文単位	ua	$1ua=1.495 978 706 91(6) \times 10^{11} m$

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バー	bar	$1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10^5 Pa$
水銀柱ミリメートル	mmHg	$1 mmHg=133.322 Pa$
オングストローム	Å	$1 Å=0.1 nm=100 pm=10^{-10} m$
海里	M	$1 M=1852 m$
バーン	b	$1 b=100 fm^2=(10^{-12} cm)^2=10^{-28} m^2$
ノット	kn	$1 kn=(1852/3600)m/s$
ネーピル	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	$1 erg=10^{-7} J$
ダイニン	dyn	$1 dyn=10^{-5} N$
ボアズ	P	$1 P=1 dyn s cm^{-2}=0.1 Pa s$
ストーケス	St	$1 St=1 cm^2 s^{-1}=10^4 m^2 s^{-1}$
スチルブ	sb	$1 sb=1 cd m^{-2}=10^4 cd m^2$
フォント	ph	$1 ph=1 cd sr cm^{-2}=10^4 lx$
ガル	Gal	$1 Gal=1 cm s^{-2}=10^{-2} ms^{-2}$
マックスウェル	Mx	$1 Mx=1 G cm^2=10^{-8} Wb$
ガウス	G	$1 G=1 Mx cm^2=10^{-4} T$
エルステッド	Oe	$1 Oe \triangleq (10^3/4\pi)n A m^{-1}$

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 $\triangleq$ 」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリ	Ci	$1 Ci=3.7 \times 10^{10} Bq$
レントゲン	R	$1 R=2.58 \times 10^{-4} C/kg$
ラド	rad	$1 rad=1 cGy=10^2 Gy$
レム	rem	$1 rem=1 Sv=10^{-2} Sv$
ガンマ	γ	$1 γ=1 nT=10^{-9} T$
フェルミ	fm	$1 fm=10^{-15} m$
メートル系カラット		$1 メートル系カラット = 200 mg = 2 \times 10^{-4} kg$
トル	Torr	$1 Torr = (101 325/760) Pa$
標準大気圧	atm	$1 atm = 101 325 Pa$
カロリ	cal	$1 cal=4.1858 J (=15°C カロリー), 4.1868 J (=IT カロリー) 4.184 J (=熱化学カロリー)$
ミクロ	μ	$1 μ=1 μm=10^{-6} m$

