

核変換システムの核設計精度検討と MA 装荷実験の効果

Investigation of Nuclear Design Accuracy for Transmutation Systems and
Effect of MA-loaded Experiments

菅原 隆徳 佐々 敏信 大井川 宏之 辻本 和文
西原 健司

Takanori SUGAWARA, Toshinobu SASA, Hiroyuki OIGAWA, Kazufumi TSUJIMOTO
and Kenji NISHIHARA

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白根 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, 2009

核変換システムの核設計精度検討と MA 装荷実験の効果

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
菅原 隆徳、佐々 敏信⁺、大井川 宏之、辻本 和文⁺、西原 健司

(2009 年 9 月 1 日受理)

マイナーアクチノイド (MA) の核変換システムについて、核設計精度の現状を把握するとともに、核設計精度向上に対する MA を用いた臨界実験の効果を定量的に議論することを目的に、高速炉 (FR) と加速器駆動未臨界システム (ADS) について、JENDL-3.3 及びその共分散データに基づく解析検討を実施した。

核変換システムの核設計精度については、核データ精度が未だ不十分だと考えられる MA を大量に含む場合でも、目標精度に近い値を与えることがわかった。例えば、MA を燃料重金属中に 60%以上含む ADS の実効増倍率の核データ起因誤差は 1.3%と算出され、MA を燃料重金属中に 5%しか含まない FR の場合の 1.1%と大差の無い結果となった。この原因を考察するために、他の核データライブラリを用いた場合の実効増倍率を JENDL-3.3 による値と比べたところ、最大で 2.9%の相違があることがわかり、JENDL-3.3 の共分散で求めた核データ起因誤差を大きく超える相違が認められた。従って、JENDL-3.3 の共分散データを用いると、核設計精度を一部、過小評価している可能性があることがわかった。

次に、MA を用いた臨界実験の効果については、J-PARC 第 II 期計画で建設が検討されている核変換物理実験施設 (TEF-P) での実験を想定し、核データ起因誤差が縮小できるかどうかを検討した。その結果、上記のように JENDL-3.3 の共分散は、核データ起因誤差を過小評価する傾向があるにもかかわらず、TEF-P で MA 燃料を用い、様々な実験を行うことで、核データ起因誤差が減少することが定量的に確認された。また、冷却材ボイド反応度やドップラー反応度に対する MA 核種の核データに起因する誤差を改善するためには、kg オーダーの MA を用いてスペクトル場および組成を模擬することが重要であることがわかった。

Investigation of Nuclear Design Accuracy for Transmutation Systems and Effect of MA-loaded Experiments

Takanori SUGAWARA, Toshinobu SASA⁺, Hiroyuki OIGAWA,
Kazufumi TSUJIMOTO⁺ and Kenji NISHIHARA

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

(Received September 1, 2009)

Analytical study on the reliability of the neutronics design for minor actinide (MA) transmutation systems was conducted to understand its current status and to discuss quantitatively the effectiveness of the critical experiment using MA. As the transmutation systems, Fast Reactor (FR) and Accelerator Driven System (ADS) were employed. The covariance data prepared in JENDL-3.3 and the cross section adjustment procedure were used to estimate the errors caused by the nuclear data. As the result of the error analysis, it was found that the estimated errors for the criticality of these two systems were similar, 1.3% for ADS and 1.1% for FR, though their MA contents in the fuels were largely different; 60% and 5%, respectively. To investigate the cause of this inconsistency, the values of the effective multiplication factors (k_{eff}) were compared between JENDL-3.3 and other libraries. It was found that the maximum difference of k_{eff} was 2.9%, which was much larger than the errors estimated by covariance data in JENDL-3.3. This fact shows that the covariance data in JENDL-3.3 may partly underestimate the errors in the neutronics design of transmutation systems.

In the investigation of the effectiveness of MA-loaded critical experiments, it was assumed that the experiment would be performed at the future experimental facility called Transmutation Physics Experimental Facility (TEF-P) planned as the second phase of the J-PARC project. The analysis quantitatively showed that the errors caused by the nuclear data would be reduced by the MA-loaded experiments. It was also confirmed that the simulation of the neutron energy spectrum and the material composition by using kg-order of MA should be important to effectively reduce the errors caused by MA nuclear data.

Keywords: Error Analysis, Minor Actinide (MA), Critical Experiment, Cross section Adjustment, Covariance, Transmutation System

+ J-PARC Center

目 次

1. 緒言	1
2. 核変換システムの誤差解析	2
2.1 解析手法	2
2.2 解析条件	8
2.3 解析結果	12
2.4 考察	18
3. MA 装荷臨界実験による精度向上効果	28
3.1 TEF-P について	28
3.2 仮想実験の体系と実験内容	31
3.3 仮想実験の解析結果	35
3.4 炉定数調整の結果	41
3.5 MA 装荷臨界実験のまとめ	47
4. 結言	48
謝辞	50
参考文献	51
付録A 共分散データ（18群）	54
付録B 核変換システムの感度係数	60
B.1 FR-T（移行期）	61
B.2 FR-E（平衡期）	70
B.3 ADS	79
付録C 解析条件の詳細	92
付録D 各実験内容と精度向上効果	96

Contents

1. Introduction	1
2. Error Analysis for Transmutation System	2
2.1 Calculation Method	2
2.2 Calculation Condition	8
2.3 Calculation Result	12
2.4 Discussion	18
3. Effect of MA-loaded Critical Experiment	28
3.1 Explanation of TEF-P	28
3.2 Geometry and Contents of Hypothetical Experiments	31
3.3 Calculation Results for Hypothetical Experiments	35
3.4 Result for Cross Section Adjustment	41
3.5 Summary for MA-loaded Critical Experiment	47
4. Conclusion	48
Acknowledgment	50
References	51
Appendix A Provisional Covariance Data	54
Appendix B Sensitivity Coeffecient of Transmutation System	60
B.1 FR-T	61
B.2 FR-E	70
B.3 ADS	79
Appendix C Detail of Calculation Condition	92
Appendix D Relation between MA-loaded Experiment and Improvement Effect . .	96

List of Tables

表 2.1.1	共分散データの整備状況 (FR 対象時)	5
表 2.1.2	共分散データの整備状況 (ADS 対象時)	6
表 2.2.1	対象炉心の主なパラメータ	10
表 2.2.2	各ケースの Pu 組成	10
表 2.2.3	各ケースの MA 組成	10
表 2.3.1	核変換システムの解析結果	13
表 2.3.2	核変換システムの核データ起因誤差	13
表 2.4.1	高速炉炉心の核設計における目標精度の目安値 ²⁰⁾	22
表 2.4.2	MCNPX コードによる FR-T の解析結果	22
表 2.4.3	MCNPX コードによる ADS の解析結果	22
表 2.4.4	核データライブラリ変更による差 (FR-T)	22
表 2.4.5	核データライブラリ変更による差 (ADS)	22
表 3.2.1	CASE-kg の解析ケースのまとめ	32
表 3.2.2	解析ケースと解析及び実験誤差	33
表 3.2.3	実験ケースと必要な MA 量	33
表 3.3.1	CASE-mg における反応率比	36
表 3.3.2	中性子吸収に対する核分裂反応の割合 (CASE-mg)	36
表 3.3.3	CASE-g におけるサンプル反応度価値	37
表 3.3.4	CASE-kg の結果	37
表 3.3.5	CASE-kg の結果 (反応率比)	37
表 3.3.6	中性子吸収に対する核分裂反応の割合 (CASE-kg)	38
表 3.4.1	FR-T 炉心の積分値に対する MA 実験の効果	43
表 3.4.2	FR-E 炉心の積分値に対する MA 実験の効果	43
表 3.4.3	ADS 炉心の積分値に対する MA 実験の効果	43
表 B.1.1	18 群のエネルギー構造	60
表 C.1.1	構成物質の原子数密度 (FR-T)	92
表 C.1.2	構成物質の原子数密度 (FR-E)	93
表 C.1.3	構成物質の原子数密度 (ADS)	94
表 C.1.4	構成物質の原子数密度 (FCA XVII-1)	95

List of Figures

図 2.1.1	検討内容の概念図	7
図 2.2.1	対象 FR の RZ 計算モデル	11
図 2.2.2	対象 ADS の RZ 計算モデル	11
図 2.3.1	各核変換システムのスペクトル	14
図 2.3.2	FR-T の核データ起因誤差	15
図 2.3.3	FR-E の核データ起因誤差	16
図 2.3.4	ADS の核データ起因誤差	17
図 2.4.1	ボイド反応度に対する代表的な感度係数	23
図 2.4.2	ドップラー反応度に対する代表的な感度係数	23
図 2.4.3	燃焼反応度に対する代表的な感度係数	24
図 2.4.4	Np-237 の標準偏差	25
図 2.4.5	Am-241 の標準偏差	25
図 2.4.6	Cm-244 の標準偏差	25
図 2.4.7	Cm-245 の標準偏差	25
図 2.4.8	各核種の核分裂反応の標準偏差 (BOLNAとの比較)	26
図 2.4.9	各核種の中性子捕獲反応の標準偏差 (BOLNAとの比較)	26
図 2.4.10	U-238 と Am-241 の標準偏差の比較	27
図 3.1.1	J-PARC プロジェクトの概要	29
図 3.1.2	TEF-P の全体図	30
図 3.1.3	TEF-P 炉心の概念図	30
図 3.2.1	仮想実験炉心の RZ 計算モデル (テスト領域格子管数 5×5)	34
図 3.3.1	FCA XVII-1 炉心の中性子スペクトル	38
図 3.3.2	TEF-P 炉心の中性子スペクトル	39
図 3.3.3	中性子スペクトルの比較 (FR)	39
図 3.3.4	中性子スペクトルの比較 (ADS)	40
図 3.4.1	FR-T の核データ起因誤差	44
図 3.4.2	FR-E の核データ起因誤差	45
図 3.4.3	ADS の核データ起因誤差	46
図 A.1.1	U-235 の標準偏差	54
図 A.1.2	U-238 の標準偏差	54
図 A.1.3	Pu-238 の標準偏差	54

図 A.1.4	Pu-239 の標準偏差	54
図 A.1.5	Pu-240 の標準偏差	55
図 A.1.6	Pu-241 の標準偏差	55
図 A.1.7	Pu-242 の標準偏差	55
図 A.1.8	Np-237 の標準偏差	55
図 A.1.9	Am-241 の標準偏差	55
図 A.1.10	Am-242m の標準偏差	55
図 A.1.11	Am-243 の標準偏差	56
図 A.1.12	Cm-242 の標準偏差	56
図 A.1.13	Cm-243 の標準偏差	56
図 A.1.14	Cm-244 の標準偏差	56
図 A.1.15	Cm-245 の標準偏差	56
図 A.1.16	Cm-246 の標準偏差	56
図 A.1.17	N-15 の標準偏差	57
図 A.1.18	Zr-90 の標準偏差	57
図 A.1.19	Zr-91 の標準偏差	57
図 A.1.20	Zr-92 の標準偏差	57
図 A.1.21	Zr-94 の標準偏差	57
図 A.1.22	Zr-96 の標準偏差	57
図 A.1.23	Pb-204 の標準偏差	58
図 A.1.24	Pb-206 の標準偏差	58
図 A.1.25	Pb-207 の標準偏差	58
図 A.1.26	Pb-208 の標準偏差	58
図 A.1.27	Bi-209 の標準偏差	58
図 A.1.28	Cr-52 の標準偏差	59
図 A.1.29	Fe-56 の標準偏差	59
図 A.1.30	Ni-58 の標準偏差	59
図 A.1.31	Na-23 の標準偏差	59
図 A.1.32	O-16 の標準偏差	59
図 D.1.1	FR-T の臨界性に対する MA 実験の効果	97
図 D.1.2	FR-T のボイド反応度に対する MA 実験の効果	97
図 D.1.3	FR-T のドップラー反応度に対する MA 実験の効果	98
図 D.1.4	FR-T の燃焼反応度に対する MA 実験の効果	98
図 D.1.5	FR-E の臨界性に対する MA 実験の効果	99
図 D.1.6	FR-E のボイド反応度に対する MA 実験の効果	99
図 D.1.7	FR-E のドップラー反応度に対する MA 実験の効果	100

図 D.1.8	FR-E の燃焼反応度に対する MA 実験の効果	100
図 D.1.9	ADS の臨界性に対する MA 実験の効果	101
図 D.1.10	ADS のボイド反応度に対する MA 実験の効果	101
図 D.1.11	ADS のドップラー反応度に対する MA 実験の効果	102
図 D.1.12	ADS の燃焼反応度に対する MA 実験の効果	102

1. 緒言

原子力発電に伴い排出される高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層処分の負担軽減を目的として、世界各国において核変換技術の研究が進められている。核変換の方法としては大別して二通りの方法が検討されており、臨界炉（高速炉）と加速器駆動未臨界システム（ADS）による方法に分けられる。高速炉（以下、FR）による核変換処理は、核変換の対象となるマイナーアクチノイド（MA）を装荷することで、冷却材ボイド反応度やドップラー反応度などの安全性に係わるパラメータが悪化することが知られており、大量のMAを装荷することは難しい（重金属量として5 [wt%] 以下が目安）¹⁾。一方 ADS は、未臨界状態で外部中性子源で運転することから、MA 装荷に伴う安全性に係わるパラメータの悪化は大きな問題にならず、FR に比べて多くの MA を装荷し、核変換することが可能である（重金属量として 60~70 [wt%] 程度の MA 量）²⁾。しかし、ADS は加速器と原子炉を結合したシステムであるため、多くの技術的課題を克服する必要があり、実現には多くの時間が必要と考えられている。

これらの核変換システムの研究については、MA 含有燃料の製造、再処理などの要素技術の開発など多くの共通課題が存在する。最近では、重要な課題の一つとして、MA 核データの誤差に起因する積分パラメータの誤差が議論されている³⁾。MA 核種の断面積は、発熱や放射線量が高いため測定が難しいとされており、原子炉に係わる主要な核種（U-238、Pu-239、構造材等）に比べて大きな誤差を含んでいると考えられる。通常、ある核データに基づいて行われた核設計値には、その核データ起因の誤差を含むことになるが、MA 核データの誤差は主要な核種のものよりも大きいと予想されることから、核変換システムの核設計値に含まれる誤差は、軽水炉に代表される既存のシステムの誤差よりも値が大きいと考えられる。そのため核変換システムについては、安全に対する設計余裕を既存のシステムよりも多くとる必要があり、特に経済性に対して負担が増加するものと考えられる。この設計余裕を合理的なものにし、信頼性、経済性を向上させるためには、MA 核データに関する微分実験や積分実験を行うことで、その精度を向上させることが必要である。

本検討では、MA 核変換を目的とした核変換システムとして FR と ADS を対象とし、JENDL-3.3⁴⁾を使用した場合の核データ起因誤差を定量的に示し、誤差の主要な要因になる核種・反応をまとめる。また、この誤差を低減するための方法として、MA を用いた臨界実験（積分実験）による方法に着目し、MA 装荷臨界実験を行うことで、核データ起因誤差がどの程度減少するかを検討する。

第 2 章では、本検討で用いる解析手法について説明し、JENDL-3.3 を用いた場合の MA 装荷 FR および ADS の核設計精度をまとめる。第 3 章では、核変換システムの核データ起因誤差を減少させることを目的として、MA を用いた様々な臨界実験を提案し、解析を行い、これらの実験が実際に行われた場合に、核変換システムの誤差がどの程度減少するかを定量的に示す。

2. 核変換システムの誤差解析

2.1 解析手法

2.1.1 炉定数調整法⁵⁾

本検討では、炉定数調整法^{5,6)}を使用して解析を行った。炉定数調整法では、ベイズの定理を理論的基礎としている。事象 A_i と B が起こる確率を、それぞれ $P(A_i)$ 、 $P(B)$ 、また事象 A_i が起こった時に B の起こる確率を $P(B/A_i)$ とすると、

$$P(A_i/B) = P(B/A_i) \cdot \frac{P(A_i)}{P(B)} \quad (2.1)$$

が成り立つ。

炉定数調整法では、ある核断面積セット T が真値をとる確率を $P(T)$ 、臨界実験値 R_e が真値をとる確率を $P(R_e)$ とおく。核断面積セット T に対する共分散（真値からのばらつき）を M とし、核断面積セットの真値を T_o とすると、核断面積セット T が真値をとる確率 $P(T)$ は、 T_o の周りに M を分散とする正規分布をしていると期待される。すなわち、

$$P(T) = P(T_o) \propto \exp [-(T - T_o)^t M^{-1} (T - T_o)/2] \quad (2.2)$$

(2.2) 式は、 T_o と T を置換しても同じである。つまり、ある核断面積セット T が真値をとる確率 $P(T)$ は、真値 T_o がある断面積セット T の周りに分布している確率 $P(T_o)$ と同じである。以降では真値 T_o を事象 A_i と、実験値 R_e を事象 B とし、 $P(T_o/R_e)$ が最大となるように T_o を最適化する。

実験値 R_e （事象 B ）の確率分布は、真値を R_{eo} とすると、実験誤差の共分散 V_e を用いて下式で示される。

$$P(R_e) \propto \exp [-(R_e - R_{eo})^t V_e^{-1} (R_e - R_{eo})/2] \quad (2.3)$$

解析手法の共分散を V_m とすると、核断面積セットの真値 T_o が与えられた場合、解析値 $R_c(T_o)$ は実験値の真値 R_{eo} の周りに分散 V_m で分布する。したがって、実際の実験値 R_e の分布は T_o が与えられた時、解析値 $R_c(T_o)$ の周りに分散 $V_e + V_m$ で分布する。

$$P(R_e/T_o) \propto \exp [-(R_e - R_c(T_o))^t (V_e + V_m)^{-1} (R_e - R_c(T_o))/2] \quad (2.4)$$

(2.1) 式に、(2.2)、(2.3)、(2.4) 式を代入すると、

$$\begin{aligned} P(T_o/R_e) &= P(R_e/T_o) \cdot \frac{P(T_o)}{P(R_e)} \\ &= Const \times \exp(-J) / \exp [-(R_e - R_{eo})^t V_e^{-1} (R_e - R_{eo})/2] \end{aligned} \quad (2.5)$$

ここで、

$$J = (T - T_o)^t M^{-1} (T - T_o) + (R_e - R_c(T_o))^t (V_e + V_m)^{-1} (R_e - R_c(T_o)) \quad (2.6)$$

(2.5) 式の分母には断面積に関する項を含んでいないので、結局、実験値 R_e が与えられた条件の下で $P(T_o)$ を最大化するためには、(2.6) 式の関数 $J(T_o)$ を最小化すればよいことになる。具体的には、

$$\frac{dJ}{dT_o} = 0 \quad (2.7)$$

となるような T_o を求め、これを調整された核断面積 T' (真値に対するもっとも確からしい推定値) とすることを意味する。

ここで、核特性の変化と断面積の変化を関連づける量として、感度係数 G を導入する。感度係数 G の定義は、「ある核断面積 σ が単位 (100%) 变化したときの、ある核特性量 R の变化」であり、

$$G = \left(\frac{dR}{R} \right) / \left(\frac{d\sigma}{\sigma} \right) \quad (2.8)$$

で表現される。Taylor 展開の 2 次以降を無視することにより、 R_c と G の関係は次式で表される。

$$R_c(T_o) = R_c(T) + G(T_o - T) \quad (2.9)$$

(2.9) 式を (2.6) 式に代入し、(2.7) 式の演算を行って整理すると、炉定数調整後の核断面積セット T' は、以下のように表される。

$$T' = T + MG^t(GMG^t + V_e + V_m)^{-1}(R_e - R_c(T)) \quad (2.10)$$

また、炉定数調整後の核断面積セット T' の誤差 (共分散) M' も、 $T' - T_o$ の分散を計算することにより下式になる。

$$M' = M - MG^t(GMG^t + V_e + V_m)^{-1}GM \quad (2.11)$$

核特性予測精度の内訳の中で、核断面積誤差による寄与は、炉定数調整前と調整後について各々、 GMG^t および $GM'G^t$ として評価できる。(2.10) 式、(2.11) 式が炉定数調整の基礎式であるが、これらの式から、以下のような炉定数調整法の重要な特徴が分かる。

1. ある核特性の C/E 値の改良に寄与するのは、その核特性に対する感度が大きく、かつ、調整前の断面積誤差が大きい核種反応の断面積である。逆に言えば、仮にある核特性に大きな感度を有する核種反応であっても、断面積誤差が小さい場合にはその核種反応の断面積は動かないで、C/E 値の改良には寄与しないことになる。すなわち、炉定数調整は、核断面積誤差の範囲内で断面積を動かすため、核データ評価側との矛盾は原理的に起きにくいけれどある。
2. 炉定数調整が有効であるためには、実験解析誤差 ($V_e + V_m$) の大きさが、断面積誤差に起因する核特性予測誤差 GMG^t と比べて小さいことが必要である。ただし、実験解析誤差が大きくて、(2.10) 式と (2.11) 式によれば、 T' は T に、 M' は M に戻るだけなので、結果に悪影響を与えることはない。言い換えれば、実験解析誤差が大きい C/E 値に対しては、C/E 値が 1.0 に近いことが必ずしも真値に近いことではないため、炉定数調整でも無理に C/E 値を 1.0 に近づけることはしないということである。

3. 炉定数調整法での核特性予測精度の向上は、断面積共分散の縮小 ($M - M'$) により達成されるが、その縮小の度合いには C/E 値自体は関係がない。仮に、調整前の C/E 値がもともと 1.0 であったとしても、その核特性に感度があれば予測精度の向上が図れる。

以上の内容を踏まえ、本章では核変換システムの誤差解析を行い、次章では MA 装荷臨界実験により、この値がどの程度改善するかを検討する。核変換システムとしては、FR と ADS を対象とする。この検討の流れを図 2.1.1 に示す。既存の断面積データ T と共に分散データ M として JENDL-3.3 を選択し、核変換システムの核データ起因誤差 $G_{sys}MG_{sys}^t$ を計算する（本章）。ここに G_{sys} は核変換システムのある積分値¹に対する感度係数である。

また文献⁵⁾では、過去に世界各国で行われた 233 の積分実験をデータベース化し、それに基づく統合炉定数の検討を行っていることから、これに更に MA 装荷臨界実験を行った場合を想定して、仮想的な MA 装荷実験の感度係数を加えて G' とし、MA の影響を考慮して調整された核データ T'' と共に分散データ M'' を計算する（次章）。この結果を踏まえ、 $G_{sys}M''G_{sys}^t$ と $G_{sys}MG_{sys}^t$ を比較することで、MA 装荷臨界実験の効果が定量的にわかる。

2.1.2 感度係数

感度係数 G の計算は、静特性については SAGEP コード⁷⁾を、燃焼特性については PSAGEP コード⁸⁾を使用して計算した。

SAGEP コードは一般化摂動論に基づく二次元感度解析コードであり、拡散理論をベースとして、各積分値に対する感度係数を評価することが可能である。計算できる積分値は、実効増倍率、反応度価値、反応率比といった静特性に関するパラメータである。ミクロ、マクロ断面積の計算は、JENDL-3.3 の JAERI Fast Set⁹⁾を用い、SLAROM コード¹⁰⁾により計算する。また中性子束、随伴中性子束は CITATION-FBR¹¹⁾で出力されたものを用いている。

PSAGEP コードは、燃焼感度解析コード SAGEP-BURN¹²⁾をスクリプト言語 Python でシステム化したものである。SAGEP-BURN コードは、複数の燃焼サイクル、燃料交換を考慮した実効増倍率、燃焼反応度損失、原子数密度などの感度係数を計算することが可能である。コードは SAGEP、CITATION 等が組み込まれ、これと併せて燃焼計算モジュールや各モジュールを管理するプログラムなどから構成される。

2.1.3 共分散データ

共分散データ M については、基本的には JENDL-3.3 で整備されたデータ¹³⁻¹⁵⁾を使用した。しかしながら、現状の JENDL-3.3 のデータでは、本研究で対象とする全ての核種・反応を網羅していないことから、JENDL-3.3 に整備されていない核種・反応については暫定値¹⁶⁾を用いることとした。JENDL-3.3 の共分散データの整備状況を表 2.1.1 と表 2.1.2 に示す²。FR を対象と

¹ 上述の核特性量 R に相当。実効増倍率、ボイド反応度などの値。

² 検討で用いた共分散データは付録 A にまとめた。

した場合、Pu-238、242 と主要な MA の ν 値、弾性散乱、非弾性散乱について未整備である。また Cm については多くの同位体について暫定値を用いた。ADS を対象とした場合には、上記に加え、燃料の希釈材に用いられる Zr 同位体と冷却材物質である Pb、Bi について暫定値を用いた。なお、核分裂スペクトル χ と方向余弦 μ -bar については、本検討では JENDL-3.3 で整備されたものののみを対象とした。これらの共分散データは ERRORJ コード¹⁷⁾ により 18 群に縮約され、解析に使用された。

表 2.1.1 共分散データの整備状況 (FR 対象時)

Nuclide	Capture	Fission		Elastic	Inelastic		μ -bar
U-235	J33	J33	J33	J33	J33	J33	J33
U-238	J33	J33	J33	J33	J33	J33	J33
Pu-238	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Pu-239	J33	J33	J33	J33	J33	J33	J33
Pu-240	J33	J33	J33	J33	J33	J33	J33
Pu-241	J33	J33	J33	J33	J33	x	J33
Pu-242	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Np-237	J33	J33	J33	Prov.	Prov.	x	x
Am-241	J33	J33	J33	Prov.	Prov.	x	x
Am-242m	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Am-243	J33	J33	J33	Prov.	Prov.	x	x
Cm-242	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-243	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-244	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-245	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-246	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
O	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Fe	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Cr	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Ni	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Na	J33	-	-	J33	J33	-	J33

*1: χ は核分裂スペクトル、 μ -bar は方向余弦。

*2: J33 は JENDL-3.3 に整備済。Prov. は暫定値 (Provisional data), x はデータ無し。

表 2.1.2 共分散データの整備状況 (ADS 対象時)

Nuclide	Capture	Fission		Elastic	Inelastic		μ -bar
Pu-238	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Pu-239	J33	J33	J33	J33	J33	J33	J33
Pu-240	J33	J33	J33	J33	J33	J33	J33
Pu-241	J33	J33	J33	J33	J33	x	J33
Pu-242	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Np-237	J33	J33	J33	Prov.	Prov.	x	x
Am-241	J33	J33	J33	Prov.	Prov.	x	x
Am-242m	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Am-243	J33	J33	J33	Prov.	Prov.	x	x
Cm-242	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-243	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-244	J33	J33	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-245	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
Cm-246	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	Prov.	x	x
N-15	Prov.	-	-	J33	Prov.	-	x
Fe	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Cr	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Ni	J33	-	-	J33	J33	-	J33
Zr-90	J33	-	-	Prov.	J33	-	x
Zr-91	Prov.	-	-	Prov.	Prov.	-	x
Zr-92	Prov.	-	-	Prov.	Prov.	-	x
Zr-94	Prov.	-	-	Prov.	Prov.	-	x
Zr-96	Prov.	-	-	Prov.	Prov.	-	x
Pb-204	Prov.	-	-	Prov.	Prov.	-	x
Pb-206	Prov.	-	-	Prov.	J33	-	x
Pb-207	Prov.	-	-	Prov.	J33	-	x
Pb-208	Prov.	-	-	Prov.	J33	-	x
Bi-209	Prov.	-	-	Prov.	J33	-	x

*1: χ は核分裂スペクトル、 μ -bar は方向余弦。

*2: J33 は JENDL-3.3 に整備済。Prov. は暫定値 (Provisional data)。x はデータ無し。

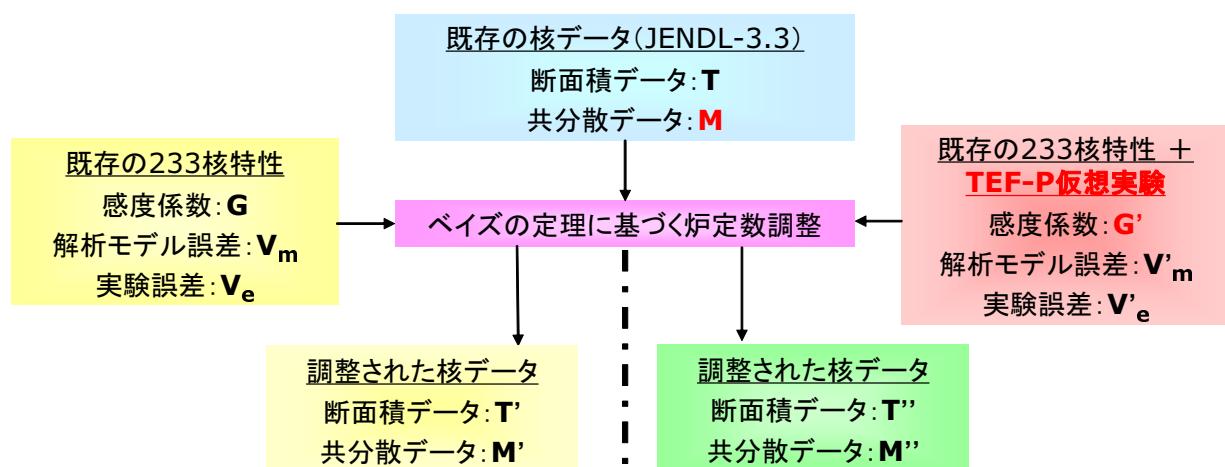


図 2.1.1 検討内容の概念図

2.2 解析条件

2.2.1 核変換システム

核変換システムとしては、MA 装荷 FR と ADS を対象とする。FR は、文献¹⁾に記載の Na 冷却型大型 MOX 炉心を対象とした。文献¹⁾では高内部転換型炉心として、高速炉多重サイクル TRU 組成の MA を添加した炉心や、様々な TRU 組成を対象とした検討が行われている。本検討では、文献¹⁾の炉心を対象に、以下で紹介する移行期と平衡期の MA 組成を用いて、ともに 5.0[wt%] の MA を燃料領域（内側・外側領域両方）に均質に添加した 2 つの状態の炉心を解析対象とした。文献¹⁾においては、平衡期の MA 割合は 1 [wt%] 以下となっているが、本検討では MA 装荷により生じる最大の誤差を確認することを念頭に置き、平衡期についても 5.0[wt%] MA の条件を用いることとした。対象 FR 炉心の RZ 計算モデルを図 2.2.1 に示す。なお、以下、移行期のケースについては FR-T (Transition)、平衡期のケースについては FR-E (Equilibrium) とする。

ADS については、文献¹⁸⁾で検討された鉛ビスマス (LBE) 冷却型 ADS 炉心を対象とした。文献¹⁸⁾では出力分布の平坦化を行うため、様々な炉心を対象に検討を行っているが、本検討では最も基本的な構成となっている Pu1 領域炉心を対象とした。この炉心では、希釈材として 49.7[wt%]³ の ZrN、初期 Pu 富化度として 36.3[wt %]⁴ の Pu を含んだ組成となっている。すなわち燃料中の重金属量についての MA 割合は 63.7[wt%] の構成となっている。ADS は基本的に高速炉サイクルの移行期に導入される¹⁹⁾ ものと考えられており、文献¹⁸⁾の組成も高速炉サイクル移行期のものを対象としていることから、本検討ではこの組成をそのまま用いた。対象 ADS 炉心の RZ 計算モデルを図 2.2.2 に示す。また、FR および ADS の主要なパラメータを表 2.2.1 にまとめる。

なお FR については、制御棒などの要素も存在するが、本検討ではこれらを詳細に考慮はせず、図 2.2.1 中の内側・外側炉心領域は、燃料、構造材、冷却材のみの構成とした。そのため、解析上は実効増倍率が 1.0 を超える可能性が考えられる。

また ADS については、図 2.2.2 に示すとおり、陽子ビーム導入管（図中、Beam duct）が真空であるため、拡散理論に基づく SAGEP、PSAGEP コードの解析では中性子束計算が収束しないことが多く見られた。そのため、本検討ではビーム導入管部分を LBE に置換して解析を行った。これにより中性子の漏れが減少し、実効増倍率が上昇すると考えられ、また誤差解析において、Pb、Bi の寄与がわずかながら増加すると考えられるが、誤差解析上は大きな影響がないと判断した。

2.2.2 燃料組成

高速炉移行期 (FR-T) については、プルサーマル使用済み燃料を軽水炉再処理施設で処理するシナリオにおいて、その使用済み燃料の貯蔵期間が長期化した場合のケースに基づく組成を用い

³(Pu+MA)N +ZrN に対する割合

⁴(Pu+MA)N に対する割合

た⁵。すなわち、110年冷却プルサーマル使用済み燃料(45~49 [GWd/HMt])から回収したTRUと、90年冷却LWR(軽水炉)使用済み燃料(45~49 [GWd/HMt])から回収したTRUと、40年冷却ALWR(先進型軽水炉)使用済み燃料(60 [GWd/HMt])から回収したTRUを0.5:1.9:7.6で混合したものを対象とした。高速炉平衡期(FR-E)については、文献¹⁾で設計標準とされている高速炉多重リサイクルTRUの組成を用いた。

ADSについては、文献¹⁸⁾の組成をそのまま用いた。これは、7年冷却PWR使用済み燃料(燃焼度45 [GWd/HMt])を対象としている。以上の組成について、Puの組成を表2.2.2にMAの組成を表2.2.3にまとめる。

Pu組成については、Pu-241、Pu-242の割合について有意な差が見られる。ADSについてはPu-241が多く、FR-TではPu-242の割合が多い。Pu-241の半減期は14.4年のため、貯蔵期間の長いFR-Tのシナリオでは、Pu-241が壊変し、その割合が減少したと考えられる。

MA組成については、FR-Tの場合、Am-241が半分以上を占め、次に多い核種はNp-237となっている。一方、同じく移行期を対象としているADSの場合、通常のPWR使用済み燃料を対象としていることから、Np-237の割合が高く、半分を占めている。次に多い核種がAm-241であり、以下多い順にAm-243、Cm-244となっている。高速炉サイクル平衡期においては、Np-237の割合が低下し、Am-241の割合が最も高くなっている。またAm-243、Cm-244の割合がそれぞれ2割を占めるとなっている。

2.2.3 対象パラメータ

誤差評価の対象、すなわち感度係数を計算するパラメータについては、各核変換システムの臨界性、冷却材ボイド反応度、ドップラー反応度そして燃焼反応度とした。このうち臨界性、冷却材ボイド反応度、ドップラー反応度についてはSAGEPコードを使用し、冷却材ボイド反応度の計算では、燃料領域のみをボイド化(冷却材の数密度について100%から0%に変化)するとして計算した。ドップラー反応度については、燃料領域の物質の温度が500K上昇するとして計算を行った。燃焼反応度についてはPSAGEPコードを使用し、表2.2.1に示す燃焼期間について解析を行った。

⁵文献¹⁾、表2.1.3-18(p.201)の組成4

表 2.2.1 対象炉心の主なパラメータ

	FR 移行期 (FR-T)	FR 平衡期 (FR-E)	ADS
燃料	MOX	MOX	(MA+Pu)N
冷却材	Na	Na	LBE
熱出力 [GWt]	3.57	3.57	0.8
燃焼度 [GWD/HMT]	146	146	117
運転日数 [EFPDs] ^{*1}	800 × 4	800 × 4	600
Pu 割合 [wt%] ^{*2}	18.0/21.6	18.3/20.9	36.3
MA 割合 [wt%] ^{*2}	5.0	5.0 ^{*3}	63.7

*1: Effective Full Power Day。FR については 800[EFPD] × 4 パッチを意味する

*2: 燃料中の重金属 (HM) 量に対する割合

*3: 通常、平衡期における MA 割合は 1 [wt%] 以下だが、本検討では 5 [wt%] とした

表 2.2.2 各ケースの Pu 組成

	FR-T	FR-E	ADS
Pu-238	2.7 %	1.2 %	2.4 %
Pu-239	54.9 %	56.6 %	54.9 %
Pu-240	30.7 %	33.6 %	24.9 %
Pu-241	1.5 %	4.5 %	10.9 %
Pu-242	10.2 %	4.1 %	6.9 %

表 2.2.3 各ケースの MA 組成

	FR-T	FR-E	ADS
Np-237	35.4 %	11.1 %	50.0 %
Am-241	54.5 %	44.4 %	32.4 %
Am-242m			0.06 %
Am-243	9.6 %	22.3 %	13.1 %
Cm-243			0.03 %
Cm-244	0.5 %	22.3 %	3.95 %
Cm-245			0.38 %
Cm-246			0.04 %

*: 四捨五入の関係により、和が 100.0% にならないケースがある

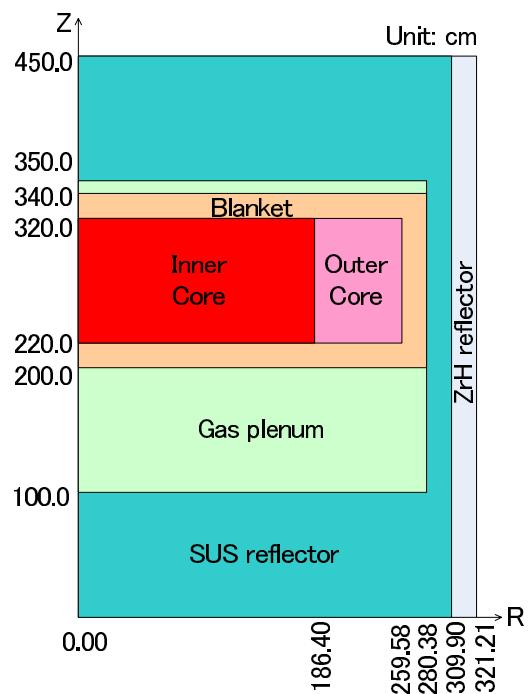


図 2.2.1 対象 FR の RZ 計算モデル

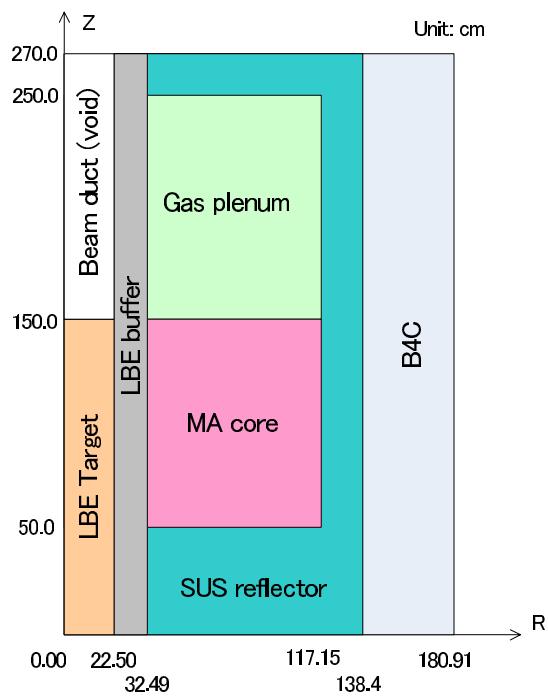


図 2.2.2 対象 ADS の RZ 計算モデル

2.3 解析結果

2.3.1 核変換システムについて

解析結果を表 2.3.1 と表 2.3.2 に示す。表 2.3.1 には各核変換システムの積分値を、表 2.3.2 にはそれらに含まれる核データ起因誤差をまとめた。実効増倍率については、FR では制御棒を考慮していない点、ADS についてはビームダクトを LBE で置換した影響により、各ケースで想定された値 (FR では 1.0、ADS では 0.97) を上回る結果となった。ボイド反応度については、両システムとともに正の値となっている。FR については約 3.0 [% $\Delta k/k$]、ADS については約 5.3 [% $\Delta k/k$] の反応度となっている。ドップラー係数は、両システムとともに負の値であるが、ADS の値は FR の値より 1 術小さく、MA 大量装荷によるドップラー係数の悪化の影響が確認できる。しかしながら ADS は未臨界状態で運転するため、この悪化の影響は小さい。燃焼反応度については、FR 移行期において約 1.9 [% $\Delta k/kk'$]、FR 平衡期において約 4.0 [% $\Delta k/kk'$] となった。ADS については、約 3.3 [% $\Delta k/kk'$] となった。

図 2.3.1 には、各核変換システムのスペクトルを示す。FR-T と FR-E に関しては大きな違いがなく、ADS と FR 間では、数 [MeV] 領域と 100[keV] 以下の領域で有意な差が確認できる。

2.3.2 核データ起因誤差について

核データ起因誤差 (表 2.3.2) に着目すると、FR については、実効増倍率が約 1 % の誤差、ボイド反応度、ドップラー反応度については約 2.5 ~ 4 % の誤差、燃焼反応度については移行期で約 30 %、平衡期で約 17 % の誤差となっている。燃焼反応度の誤差について、これらの値を絶対値に直すと、移行期で約 0.5[% $\Delta k/kk'$]、平衡期で約 0.7[% $\Delta k/kk'$] の反応度が核データに起因する誤差となっている。ADS の場合は、各値が FR の結果よりも大きく、特にボイド反応度、ドップラー反応度については約 6.5 ~ 7 % の誤差、燃焼反応度については 39 % の誤差 (約 1.3 [% $\Delta k/kk'$]) である。

これらの結果について、各核種と反応の寄与を図 2.3.2 から図 2.3.4 にまとめた。これらの図では、ある設定値 (図中、Cutoff) を設け、設定値を超える誤差を与えた核種・反応を示している。この設定値は、FR については各積分値について同じものを設定 (例えば、臨界性についてはどちらも 0.05%) したため、対象核種・反応の数が異なる場合がある。

2.3.2.1 FR

FR については、全体的に U-238 と Pu-239 の各反応や Pu 同位体、構造材の寄与が大きい。特にボイド反応度、ドップラー反応度に関しては、構造材である Fe、Cr の寄与、冷却材である Na の寄与が確認できる。MA に関しては、特に中性子捕獲反応の寄与が目立ち、その中でも Am-241 の寄与は、各積分値に対して一定の寄与を成している。ただし、全体に対する MA 核データの寄与は、MA 装荷 FR についてはあまり大きな寄与はないと言える。これは MA 装荷量が全体の

5[wt%]と低いためである。

次に暫定共分散(図中、Provisional covariance data)を用いた場合の核データ起因誤差に着目すると、Pu-238、Pu-242の ν 値およびMAの非弾性散乱や ν 値の寄与が見られる。特に燃焼反応度については、Pu-238の ν 値の寄与が大きいことが確認された。

移行期と平衡期の違いを見ると、移行期については、臨界性を除く他のパラメータに対して、Np-237捕獲反応の寄与があるのに対し、平衡期ではNp-237の寄与は無く、代わりにCm-244の捕獲反応および核分裂反応の寄与がある。特にCm-244捕獲反応は、Am-241捕獲反応と同程度の寄与を成している。これらの違いは、MA組成の違いによるものである。

2.3.2.2 ADS

ADSについては、MAによる寄与が大きいことが示された。MAの主要4核種(Np-237、Am-241、Am-243、Cm-244)の寄与は、全ての積分値について一定の寄与を成していることが確認された。また特にAm-241の捕獲反応の寄与が他の核種・反応に比べて大きいことがわかる。

ボイド反応度、ドップラー反応度については、ADS燃料の希釈材であるZrNに関するZr同位体、N-15の寄与とともに、冷却材物質であるPb、Biの寄与も確認された。またADSに関しては、暫定共分散の寄与もFRに比べて大きいことがわかる。特に燃焼反応度に関しては、Pu-238の ν 値の寄与が非常に大きい。

表 2.3.1 核変換システムの解析結果

	FR-T	FR-E	ADS
実効増倍率	1.06	1.09	0.974
ボイド反応度 [$\Delta k/k$]	3.06E-02	3.02E-02	5.28E-02
ドップラー係数 [$T\Delta k/dT$]	-4.93E-03	-5.89E-03	-2.88E-04
燃焼反応度 [$\Delta k/kk'$]	1.85E-02	3.98E-02	3.28E-02

表 2.3.2 核変換システムの核データ起因誤差

	FR-T	FR-E	ADS
実効増倍率	1.09	1.13	1.30
ボイド反応度	2.56	2.68	6.86
ドップラー係数	3.95	3.89	6.57
燃焼反応度	29.7	17.4	39.0

*: 各誤差値は信頼区間 1σ のもので、単位は [%]

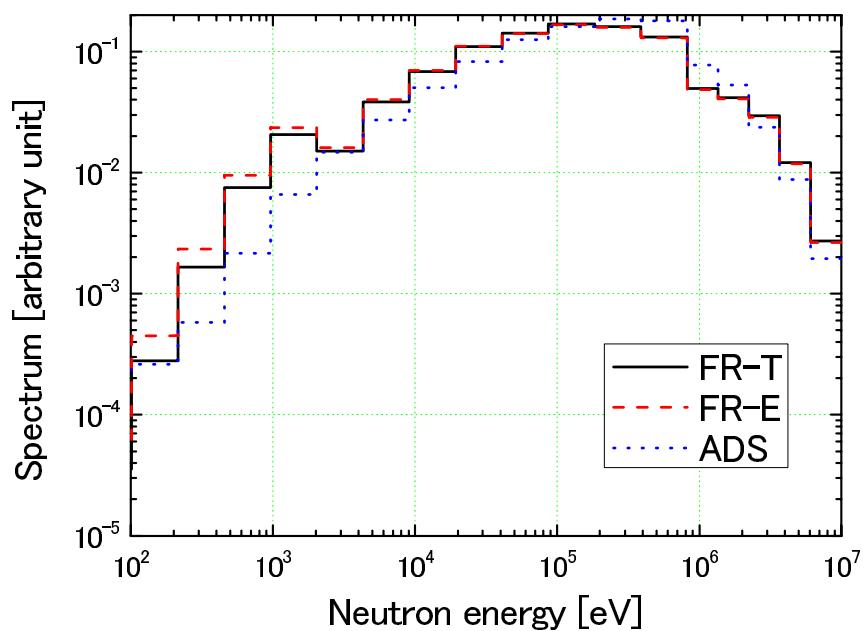


図 2.3.1 各核変換システムのスペクトル

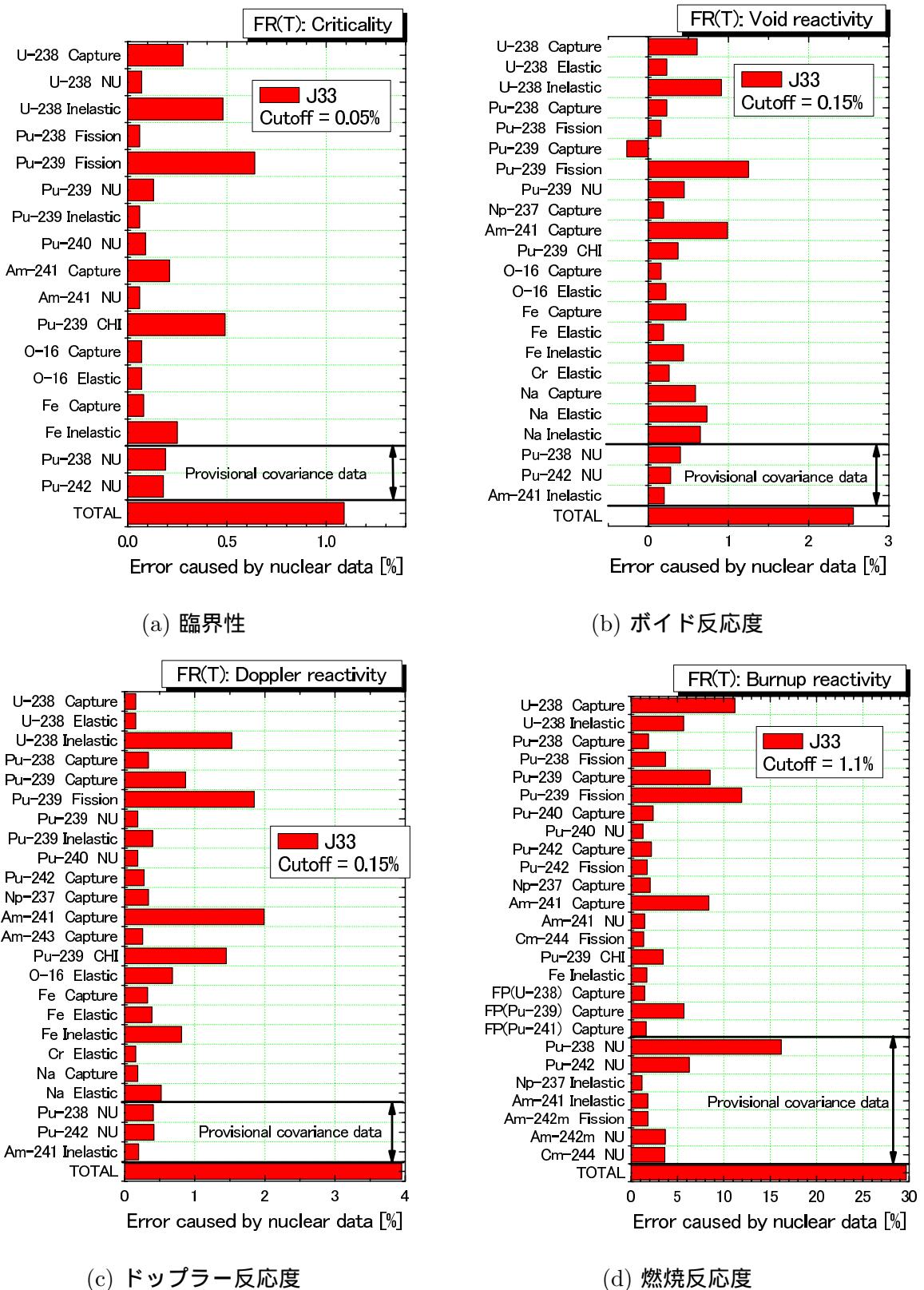


図 2.3.2 FR-T の核データ起因誤差

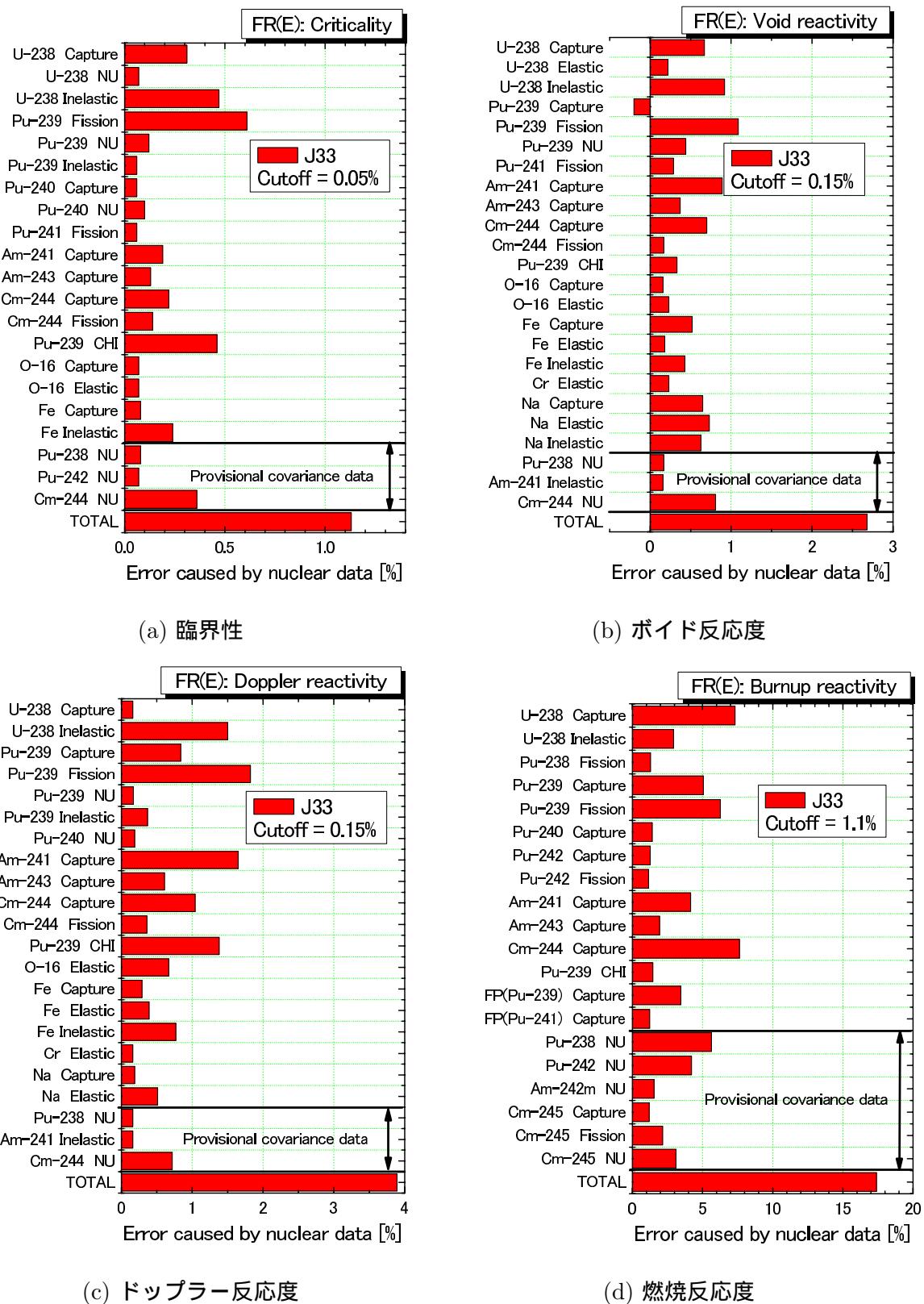


図 2.3.3 FR-E の核データ起因誤差

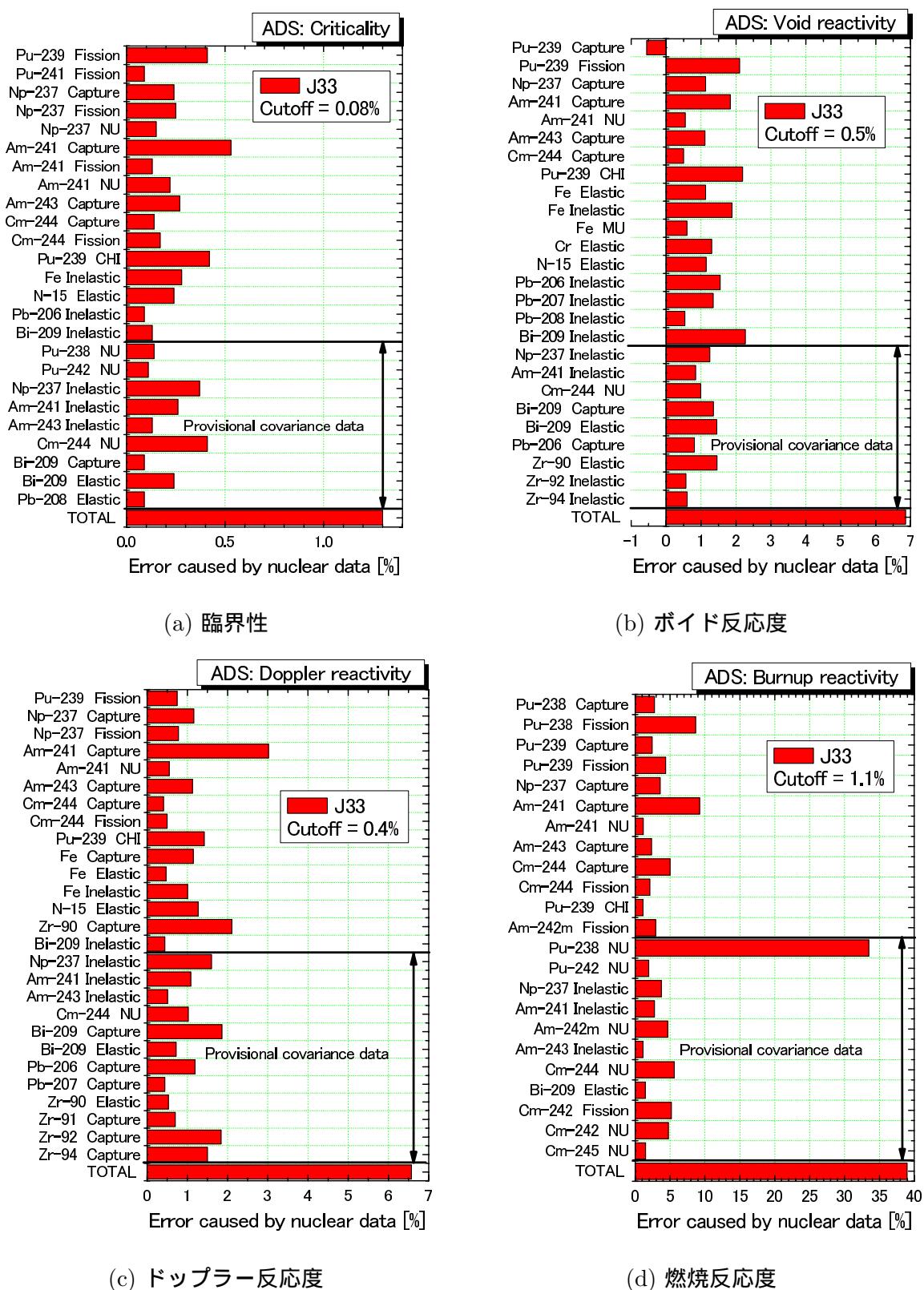


図 2.3.4 ADS の核データ起因誤差

2.4 考察

2.4.1 主要な MA 核種・反応の感度係数

図 2.3.2 から図 2.3.4 の結果を基に、代表的な核種・反応の感度係数をまとめ、議論する。ここでは、ボイド/ ドップラー / 燃焼の各反応度に対する Np-237、Am-241 の捕獲反応および燃焼反応度に対する Cm-244 核分裂反応、Cm-245 ν 値を対象とする⁶。

ボイド反応度に対する Np-237、Am-241 捕獲反応の感度係数を図 2.4.1 に示す。FR と ADS を比較すると、FR は数 [keV] 以下では正の感度を持ち、10 [keV]あたりで負の感度を持っている。この領域は Na の巨大共鳴ピークがある領域であり、Na 冷却炉特有の感度を示していることがわかる。一方、ADS は LBE 冷却であることからこのような傾向は見られず、MeV 領域あたりまで、全体的に正の感度を持つ。Np-237 について、FR の移行期と平衡期を比較すると、移行期の感度係数の方が値が大きい。これは数密度の違いによるものであり、表 2.2.3 にあるように 3 倍程度の数密度の差が感度係数に反映されていることが確認できる。

ドップラー反応度に対する Np-237、Am-241 捕獲反応の感度係数を図 2.4.2 に示す。FR と ADS を比較すると、FR は数 [keV] あたりで負のピーク値を持つ感度となっている。一方 ADS についても 10 [keV] あたりにピーク値を持っており、感度係数は負の値となっている。ドップラー反応度についても、Np-237 の感度係数は移行期の方が大きくなっている。

燃焼反応度に対する Np-237、Am-241 捕獲反応および Cm-244 核分裂反応、Cm-245 ν 値の感度係数を図 2.4.3 に示す。Np-237 および Am-241 の捕獲反応については、各核変換システムにおいて負の感度を持っており、燃焼反応度を小さくする側に作用する。これは、捕獲反応により Pu-238 および Am-242m が生成し、これらが fissile 核種として炉心の実効増倍率を増加させることにより、燃焼反応度を小さくしていると考えられる。また Am-241 の捕獲反応については、FR-T の感度係数が FR-E のおおよそ 2 倍となっている一方で、表 2.2.3 を見ると Am-241 の量はそれほど大きく違わない。この理由は、燃焼反応度の絶対値そのものが異なっているためであり（表 2.3.1）、Am-241 捕獲反応の寄与は、絶対値としてはほぼ同じと考えられるが、FR-T の燃焼反応度の値が FR-E の半分であることから、感度係数として見ると、FR-T の値は FR-E の約 2 倍となっている。

次に Cm-244 の核分裂反応に着目すると、FR の移行期と平衡期で正負が逆転する結果となっている。移行期では Cm-244 の量が少ないため、Cm-244 の核分裂反応による実効増倍率増加に寄与する直接効果が支配的であるため、負の感度になっている。一方、平衡期では Cm-244 の割合が多い（約 22%）ため、核分裂で消滅する燃焼チェーンの効果が、上述の直接効果よりも大きくなり、燃焼反応度を増加させる側（正の感度係数）に作用することを示している。また Cm-245 ν 値については、移行期よりも平衡期の方が感度が大きい。これは Cm-244 の量が平衡期の方が多いため、Cm-245 の生成量も多く、結果として Cm-245 の核分裂、 ν 値の感度も大きくなったものと考えられる。ただし、これらの平衡期の結果は MA 5[%] の結果であり、目安値とされている

⁶核変換システムの各核種・反応に関する感度係数は付録 B にまとめた

MA 1 [%] の場合、この感度はもっと低くなると考えられる。

誤差解析に用いた各核種の共分散データの対角成分を図 2.4.4 から図 2.4.7 に示す。これらの図の中にある「Prov.」は暫定共分散を示している。これまで示した感度係数のうち、Np-237、Am-241 捕獲反応については、keV から MeV 領域で感度が大きいことが示された。一方、共分散については、このエネルギー領域における値は非常に精度が良いとされている。そのため、核データ起因誤差はそれほど大きな値となっていない。同様の傾向が他の核種・反応でも確認されており、現状の JENDL-3.3 で見積もった核データ起因誤差は、MA を大量に装荷した核変換システムの核設計精度を論じる場合であっても、精度を確保できるという結果となっている。

2.4.2 誤差値の信頼性について

2.4.2.1 他の核データライブラリ利用による差との比較

文献²⁰⁾では、高速炉の核設計における目標精度の目安値が紹介されている。これを表 2.4.1 に示す。今回得られた結果（表 2.3.2）と表 2.4.1 を比較すると、ボイド反応度とドップラー反応度については、解析手法誤差と設計体系の不確かさを考慮したとしても、FR、ADS ともに目標精度を満たす見通しが得られている。

一方で、MA 核データの測定が現在進行中の段階⁷において、特に MA を大量に装荷した ADS について、核データ起因誤差が FR と同等という精度の良さに対して疑問が湧く。そこで対象としている核変換システムのうち、FR 移行期炉心と ADS について、核データライブラリを ENDF/B-VII²³⁾ および JEFF-3.1.1²⁴⁾ に変えた時の臨界性およびボイド反応度の差を確認した。この計算では、モンテカルロコード MCNPX²⁵⁾ を使用して計算を行った。解析モデルには、図 2.2.1 および図 2.2.2 に示す RZ 計算モデルを使用した。同じ体系について、モンテカルロコードにより計算を行うことで、解析誤差を可能な限り小さくし、核データライブラリ間の差を確認することができる。

JENDL-3.3 に整備された共分散データに基づく核データ起因誤差は、「JENDL-3.3 を用いて核設計した場合の積分値が、この範囲に収まる」という指標となっている。すなわち、実験で得られる真値からの差を保証するものではなく、核データライブラリ間の差と直接比較することもあり適切ではない。しかしながら、共分散データに基づく核データ起因誤差は、実際に核変換システムの目標精度³⁾ や臨界安全評価²⁶⁾ の議論に用いられているのが現状であり、共分散データに基づく核データ起因誤差の信頼性は慎重に議論されるべきである。この議論を行うためには、実験で得られる真値があれば良いが、本検討で対象としている核変換システムについては実験可能な施設が現時点で存在しないことから、真値を参考にした議論は困難である。よって本検討では、次善の方法として、核データライブラリ間の差から核データ起因誤差の信頼性について議論を行う。

解析結果を表 2.4.2 および表 2.4.3 に示す。FR の実効増倍率については、JENDL-3.3 を用い

⁷文献^{21, 22)}などが挙げられるが、特に中性子捕獲反応については、低エネルギー領域の実験が中心であり、測定の行われていないエネルギー領域については、理論等に基づく解析値が核データ評価値として与えられている。

た場合に比べて、ENDF/B-VII を用いた場合には値が小さく、JEFF-3.1.1 を用いた場合には値が大きくなる結果となった。一方、ボイド反応度については、ライブラリを変えることで値が小さくなる結果を得た。ADS については、JENDL-3.3 を用いた場合に比べて、他ライブラリを用いた結果の方が、実効増倍率が大きい。特に JEFF-3.1.1 の結果については、ほぼ臨界状態に達していると言える。これは、MA を大量に装荷した核変換システムの核設計精度がまだ十分ではないことを示す一例であると考えられる。一方、ボイド反応度については、JENDL-3.3 の結果よりも値が小さく、これについても、各ライブラリ間で無視できない違いがあることが確認された。

この結果を基に、JENDL-3.3 の値に対する差 $\Delta(i)$ を次式より求めた

$$\Delta(i) = \frac{\text{abs}(x_i - x_{j33})}{x_{j33}} \quad (2.12)$$

ここに i は ENDF/B-VII もしくは JEFF-3.1.1、 x_i はある積分値、 x_{j33} は JENDL-3.3 の積分値である。各ケースの $\Delta(i)$ を表 2.4.4 と表 2.4.5 にまとめる。これらの表では参考として、表 2.3.2 の JENDL-3.3 の核データ起因誤差を併記した。

表 2.4.4 より、FR の臨界性については、核データライブラリを変えたときの差は、JENDL-3.3 の共分散データに基づいて評価された核データ起因誤差よりも大きな差を生じる結果となっている。ボイド反応度についても同様の結果となっており、共分散に基づく誤差値が、必ずしも核データライブラリ間の差を保証するものにはなっていない。

ADS については、表 2.4.5 より、他ライブラリと比較した場合の誤差値は、JENDL-3.3 の共分散に基づく誤差値に比べて、臨界性について最大 2.2 倍、ボイド反応度について最大約 3.8 倍の値になっている。従って特にボイド反応度について、共分散に基づく誤差は大幅な過小評価をしている可能性があると言える。核データライブラリ間の比較に基づく誤差の場合、信頼区間 2σ の誤差値は最大で約 52%となることから、表 2.4.1 の目標精度は満たしておらず、共分散に基づく誤差値との間に大きな乖離が存在する。

この乖離の原因は、核データ起因誤差を計算するときに用いられる共分散データに由来する。JENDL-3.3 の共分散データは、主に 2 つの手法により評価されている。1 つめは実験データに基づき核データ評価を行う過程で、実験データの系統誤差および統計誤差から計算するもので、核分裂反応のように実験データが充実している反応については、GMA コード^{27,28)}などによる最小二乗法から共分散データが計算される。2 つめは理論計算に基づく共分散評価システム KALMAN²⁹⁾ を用いるものである。KALMAN は実験データがない場合でも、核反応模型のパラメータ依存性を使って評価値の相関係数を得ることができるために、MA の MeV 領域における中性子捕獲反応のように、実験データがない場合でも共分散の評価が可能である。文献¹³⁻¹⁵⁾ の共分散は、基本的にこれらの手法に基づいて評価が行われている。

これらの評価手法は、理論的には正しいと考えられるものの、得られる定量的な精度は、核データ測定誤差やその相関係数の設定に依存する。例えば、最小二乗法に基づいて核データ評価を行う場合、あるエネルギー領域において、実験精度が非常に良いとされる測定結果が 1 点だけ存在する場合には、そのエネルギー領域近辺の精度は、その唯一の測定結果の精度で決まる。また、

あるエネルギー領域において、独立した多くの測定結果が得られている場合、それらの実験結果が幅広いばらつきを持っていたとしても、独立した結果が多ければ、誤差は理論上小さくなる。

核設計精度の妥当性を議論する場合には、このような実験値と評価された共分散の関係、また理論計算の結果に対して考察を行った上で、設計上必要な余裕を確保する必要がある。今後、核変換システム等の核設計精度をより実用的な場面で議論することを考えた場合、核データ共分散の妥当性および改善の検討が必要だと考えられる。

2.4.2.2 他の共分散データとの比較

共分散データについては、OECD/NEA の WPEC(Working Party on Evaluation Cooperation) Subgroup 26 において BOLNA という共分散データセットが検討されている³⁰⁾。JENDL-3.3 の共分散データについて考察するため、Am-241、Am-243、Cm-244 の核分裂反応と捕獲反応について、JENDL-3.3 と BOLNA のデータ^{31,32)} を比較した(図 2.4.8、図 2.4.9)。

核分裂反応については、Am-241 と Cm-244 について、全体的に BOLNA の方が標準偏差の値が大きい傾向にある。特に Cm-244 については、核分裂断面積の大きい MeV 以上のエネルギー領域における違いが顕著となっている。Am-243 については、数十 keV 領域で JENDL-3.3 の値が大きいものの、MeV 以上のエネルギー領域においては、JENDL-3.3 の評価値は非常に小さな誤差が与えられている。中性子捕獲反応についても JENDL-3.3 と BOLNA 間で差が確認できる。特に Am-241 と Cm-244 については、MeV 領域より下のエネルギー領域で大きな違いがあることが確認できる。

これらの比較からどちらが優れているという議論は難しいが、現在用いられている共分散データは、明らかに検討および整備の過渡期にあることがわかる。

2.4.2.3 U-238 と Am-241 の標準偏差の比較

JENDL-3.3 の共分散データのうち、U-238 と Am-241 の核分裂反応と捕獲反応の標準偏差を比較したものを図 2.4.10 に示す。U-238 は多くの断面積測定が行われている核種の一つであり、その標準偏差は多くの実験データから評価されているが、U-238 よりも実験データが少ないと考えられる JENDL-3.3 の Am-241 については、部分的に U-238 よりも精度が良いと評価されている。このような現状を踏まえると、現在整備されている共分散データを使用して核データ起因誤差を評価することは可能だが、その値は共分散データの信頼性が大きく影響するため、得られた結果の扱いには十分な注意を払う必要がある。

以上の議論から、本検討で得られた核データ起因誤差は、あくまでも JENDL-3.3 に整備された共分散データを用いた場合の結果であり、評価した核変換システムの核設計精度に対して、値通りの精度を担保するものではないことを確認した。

表 2.4.1 高速炉炉心の核設計における目標精度の目安値²⁰⁾

	設計目標	信頼区間
臨界性	0.3 % Δk	1σ
ボイド反応度	20 %	2σ
ドップラー係数	14 %	2σ

表 2.4.2 MCNPX コードによる FR-T の解析結果

	実効増倍率	SD *1	ボイド反応度 *2	SD *1
JENDL-3.3	1.06523	9.0×10^{-5}	2.9618×10^{-2}	1.1×10^{-4}
ENDF/B-VII	1.04947	8.0×10^{-5}	2.8138×10^{-2}	1.1×10^{-4}
JEFF-3.1.1	1.07879	8.0×10^{-5}	2.8245×10^{-2}	1.1×10^{-4}

*1: 標準偏差 (1σ)*2: 単位は [$\Delta k/k$]

表 2.4.3 MCNPX コードによる ADS の解析結果

	実効増倍率	SD *1	ボイド反応度 *2	SD *1
JENDL-3.3	0.96772	1.4×10^{-4}	5.4251×10^{-2}	2.1×10^{-4}
ENDF/B-VII	0.98511	1.3×10^{-4}	4.0270×10^{-2}	2.1×10^{-4}
JEFF-3.1.1	0.99531	1.6×10^{-4}	4.1284×10^{-2}	2.3×10^{-4}

*1: 標準偏差 (1σ)*2: 単位は [$\Delta k/k$]

表 2.4.4 核データライブラリ変更による差 (FR-T)

	実効増倍率	ボイド反応度
$\Delta(\text{ENDF/B-VII})$	1.48 %	5.00 %
$\Delta(\text{JEFF-3.1.1})$	1.27 %	4.64 %
GMG^t *1	1.09 %	2.56 %

*1: 表 2.3.2 の結果より、共分散データに基づく誤差

表 2.4.5 核データライブラリ変更による差 (ADS)

	実効増倍率	ボイド反応度
$\Delta(\text{ENDF/B-VII})$	1.80 %	25.8 %
$\Delta(\text{JEFF-3.1.1})$	2.85 %	23.9 %
GMG^t *1	1.30 %	6.86 %

*1: 表 2.3.2 の結果より、共分散データに基づく誤差

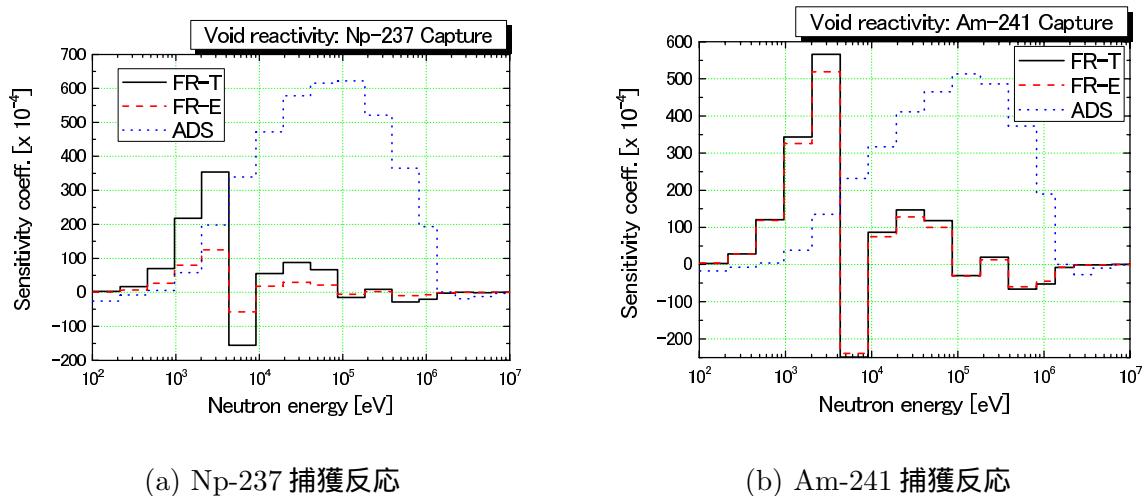


図 2.4.1 ボイド反応度に対する代表的な感度係数

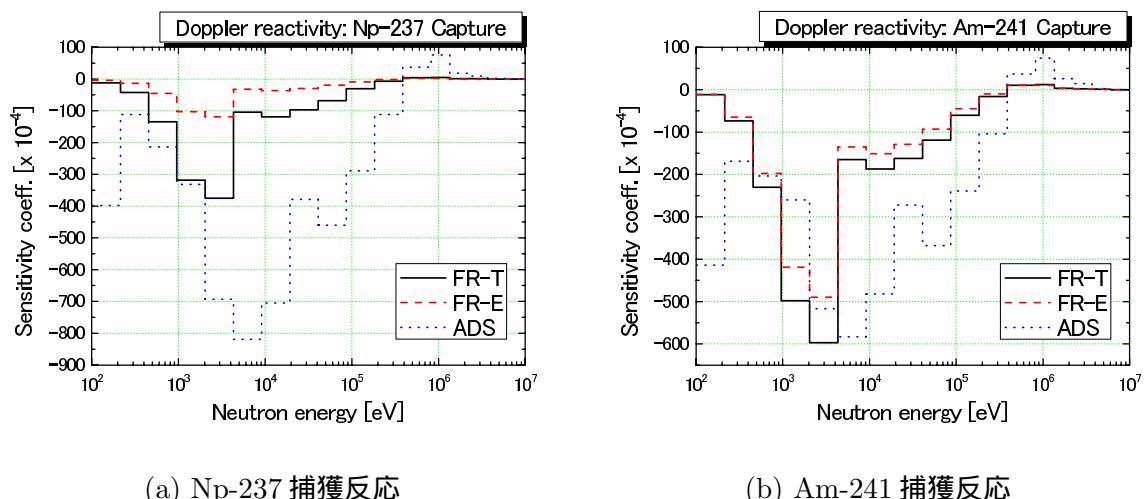


図 2.4.2 ドッพラー反応度に対する代表的な感度係数

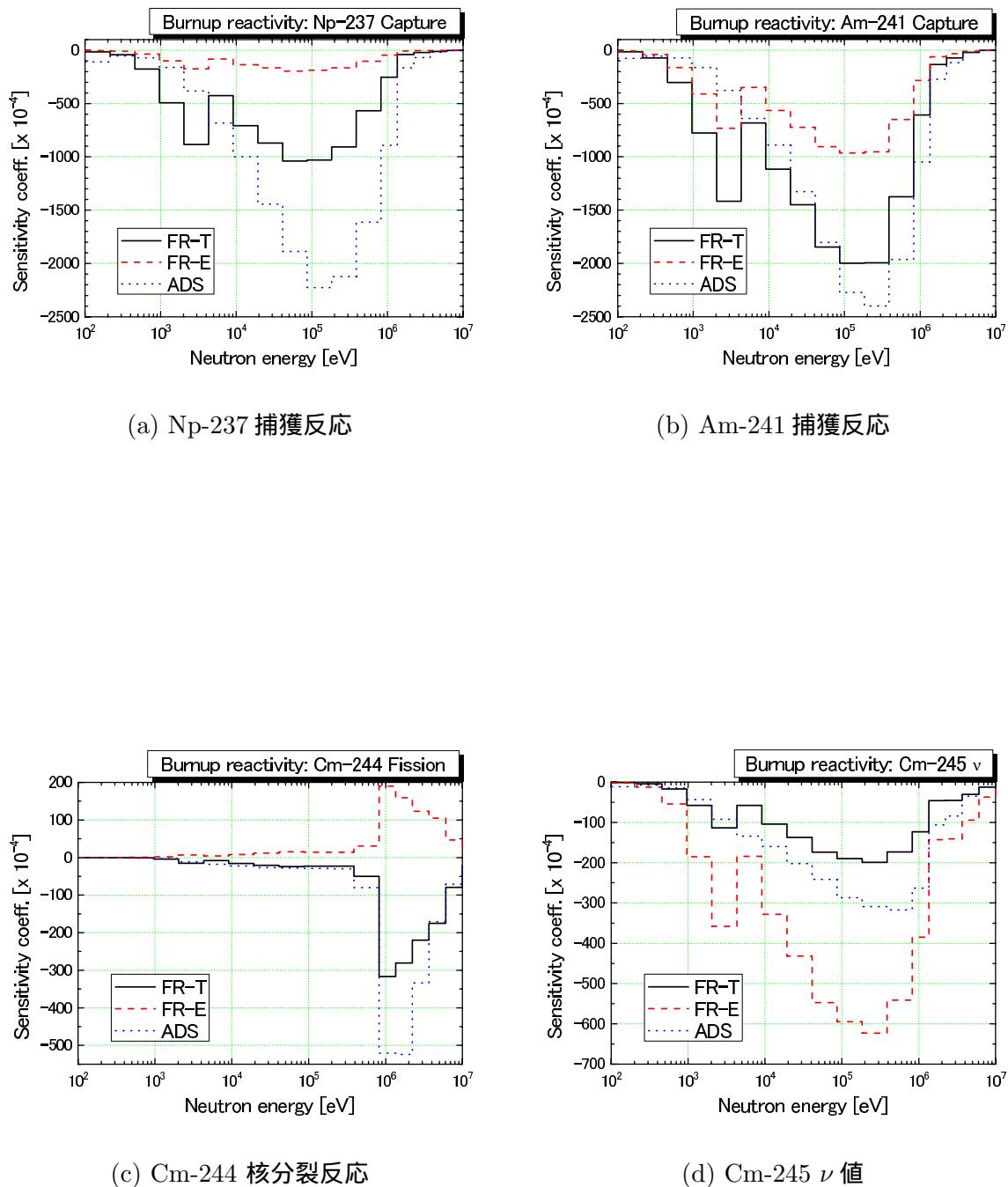


図 2.4.3 燃焼反応度に対する代表的な感度係数

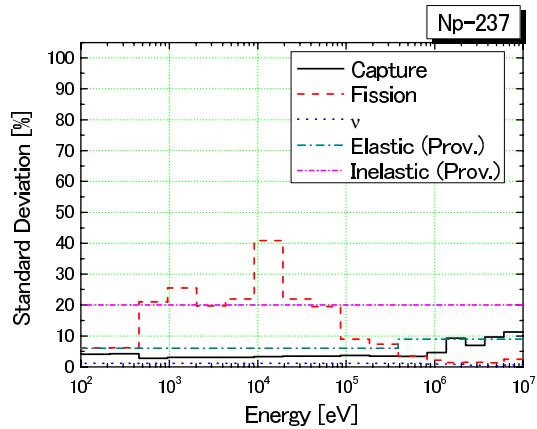


図 2.4.4 Np-237 の標準偏差

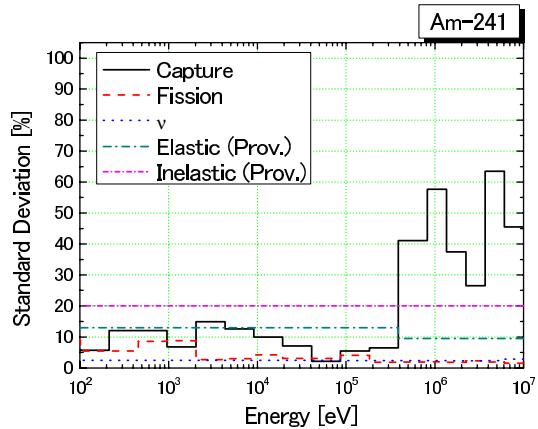


図 2.4.5 Am-241 の標準偏差

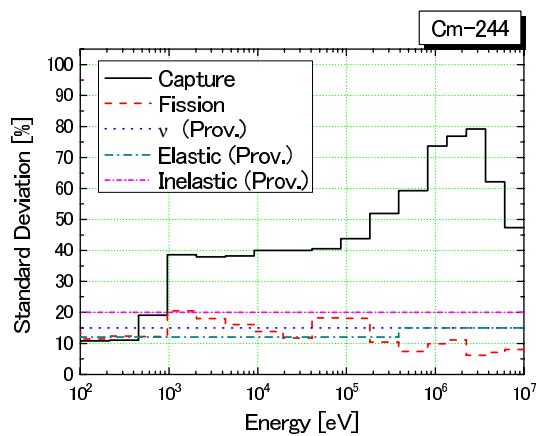


図 2.4.6 Cm-244 の標準偏差

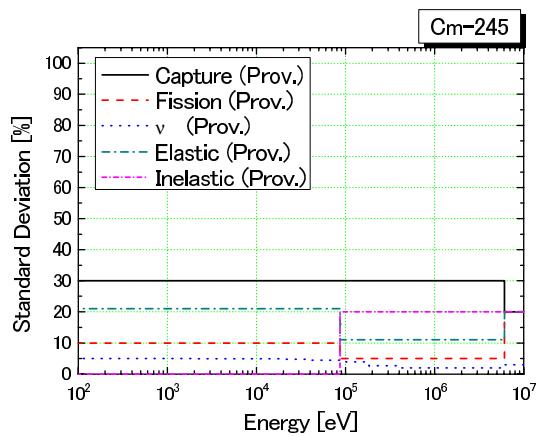


図 2.4.7 Cm-245 の標準偏差

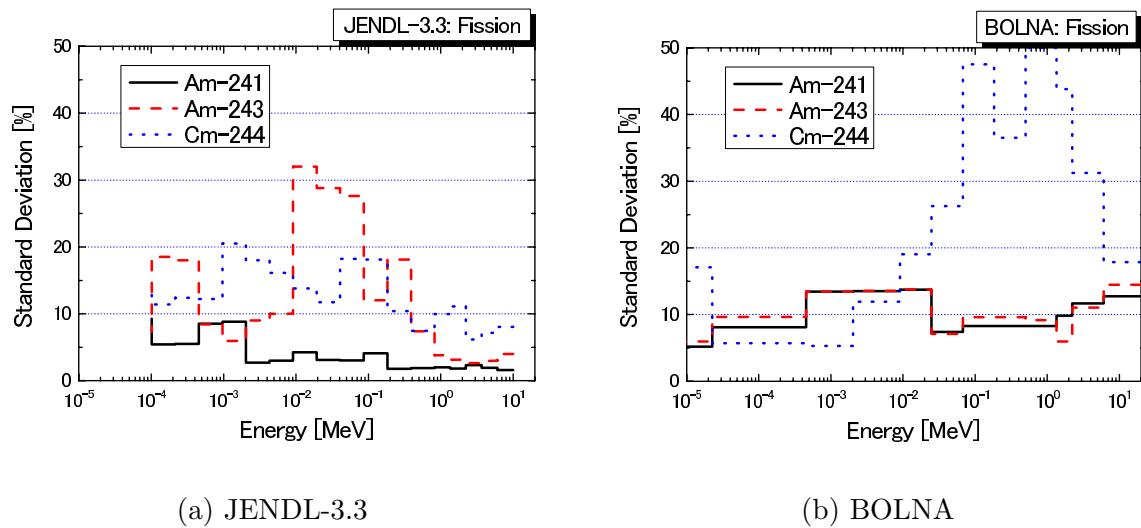


図 2.4.8 各核種の核分裂反応の標準偏差 (BOLNA との比較)

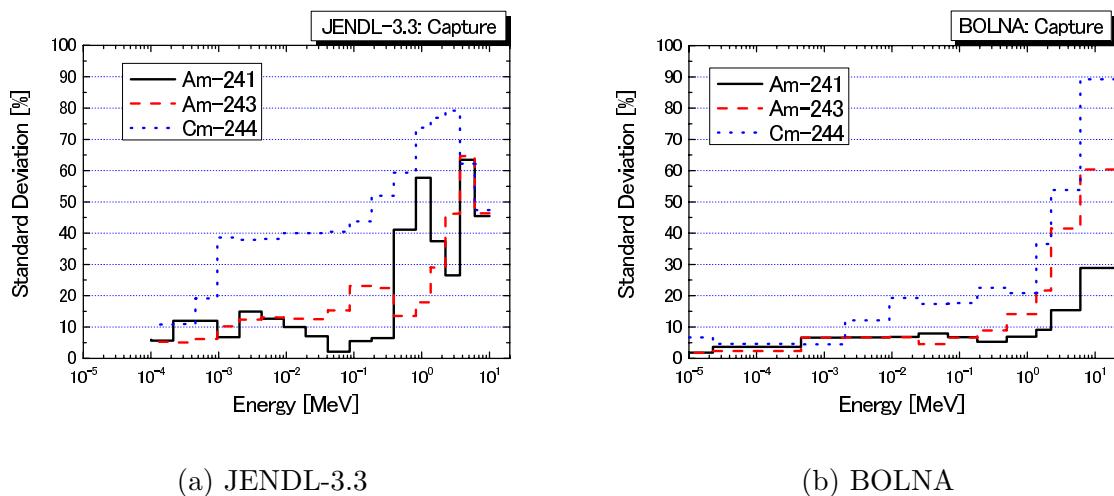


図 2.4.9 各核種の中性子捕獲反応の標準偏差 (BOLNA との比較)

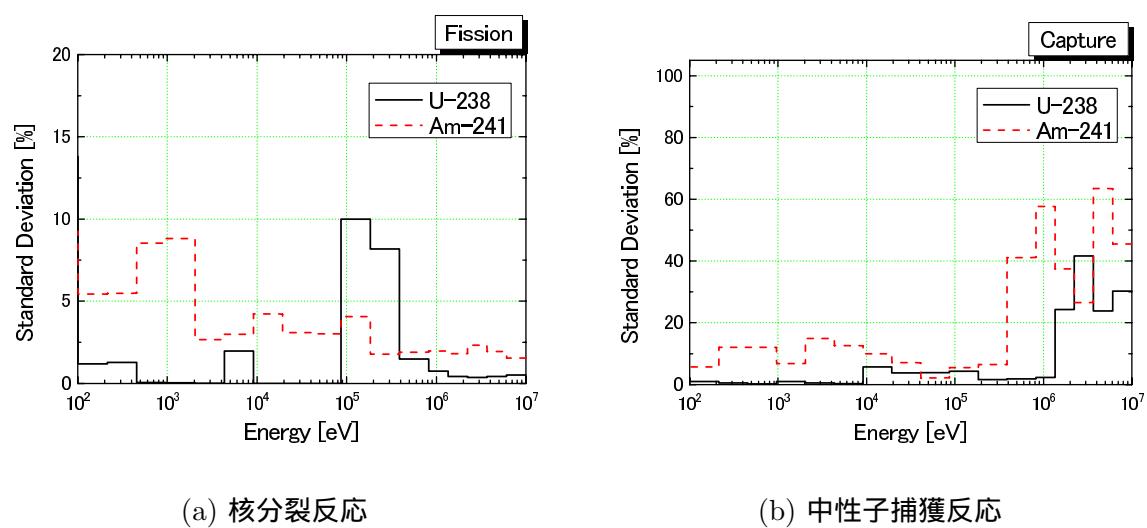


図 2.4.10 U-238 と Am-241 の標準偏差の比較

3. MA 装荷臨界実験による精度向上効果

前章の検討の結果、核変換システムの積分値に対する核データ起因誤差が定量的に示された。本章では、この核データ起因誤差を減少させるための方法として MA 装荷臨界実験に着目し、MA を用いた実験が行われた場合、どの程度、核データ起因誤差が改善するかを定量的に示す。

MA 装荷臨界実験は、MA からの発熱、放射線量を考えると既存の施設で行うことは非常に難しいことから、J-PARC³³⁾ 第 II 期計画での建設が検討されている核変換物理実験施設 (TEF-P) において実験を行うことを想定した。

3.1 TEF-P について

核変換物理実験施設 (Transmutation Physics Experimental Facility: TEF-P)³⁴⁾ は、J-PARC 第 II 期計画での建設が検討されている MA 燃料の扱いを想定した臨界集合体である。基本的な仕様は、原子力機構の高速炉臨界実験装置 FCA (Fast Critical Assembly) を基にしており、板状型の燃料 (U, Pu) を用いて様々なスペクトルの炉心を模擬することが可能である。また中心にはテスト領域を設け、実験内容毎に通常の燃料や MA 燃料、核破碎ターゲット等を設置し、自由度の高い実験を可能とする。TEF-P の特徴は大きく分けて次の 2 つになる。

- MA 燃料の扱いを想定（遮蔽、除熱、MA 燃料扱いの遠隔操作）した臨界集合体である
- 核破碎ターゲットを備え、陽子ビームを導入し、核破碎中性子による未臨界炉心の駆動を扱える実験施設である

図 3.1.1 に J-PARC プロジェクトの概要を示す。線形加速器 (図中: Normal Conducting Linac) から加速された陽子が、3GeV および 50GeV シンクロトロンで加速され、物質・生命科学実験施設 (MLF) やニュートリノ実験施設で利用される。TEF-P は線形加速器の先端部に位置し (図中: Transmutation Experimental Facility) 線形加速器で加速された 600MeV, 10W の陽子ビームを導入することが可能である。

図 3.1.2 に TEF-P の全体図を示す。TEF-P は上述の通り FCA を参考としており、水平 2 分割型の臨界集合体である。Pu および MA を用いた場合の冷却は、強制空冷を想定している。また陽子ビームを用いる際には、図に示すように水平方向からビームを導入する。

図 3.1.3 に TEF-P 炉心の概念図を示す。U や Pu 等の板状燃料は、図中の引き出し (Fuel drawer) に格納され、炉心部分に装荷される。この板状燃料や模擬物質板の構成を変更することにより、目的とする炉心のスペクトルを模擬することが可能であり、柔軟な炉心構成が可能である。また炉心中心 5 行 × 5 列の格子管領域は、目的毎に様々な形式に変更することが可能である。MA 燃料を用いる場合には、図に示すように冷却材模擬物質 (Pb や Na) とピン状の MA 燃料を用いる

ことを想定している。核破碎中性子を用いる場合には、中心位置に核破碎ターゲットを設置して実験を行う。

本検討では、過去に FCA で行われた臨界実験を参考として、その体系の中心 5×5 領域に MA 燃料を装荷したテスト領域を設けて、様々な実験を行った場合に、どの程度核データ起因誤差が改善するかを検討する。

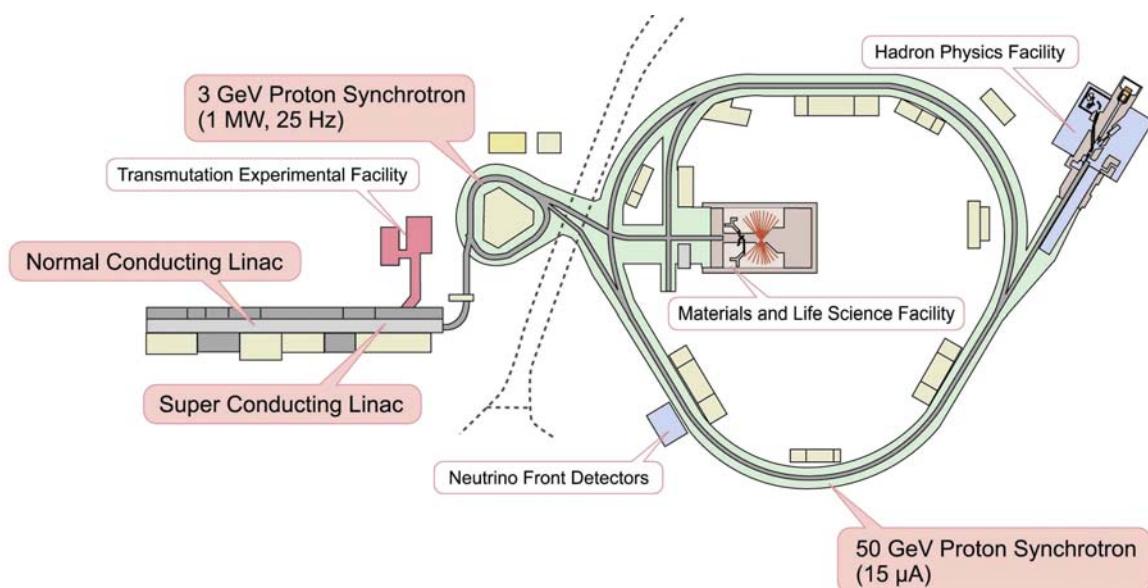


図 3.1.1 J-PARC プロジェクトの概要

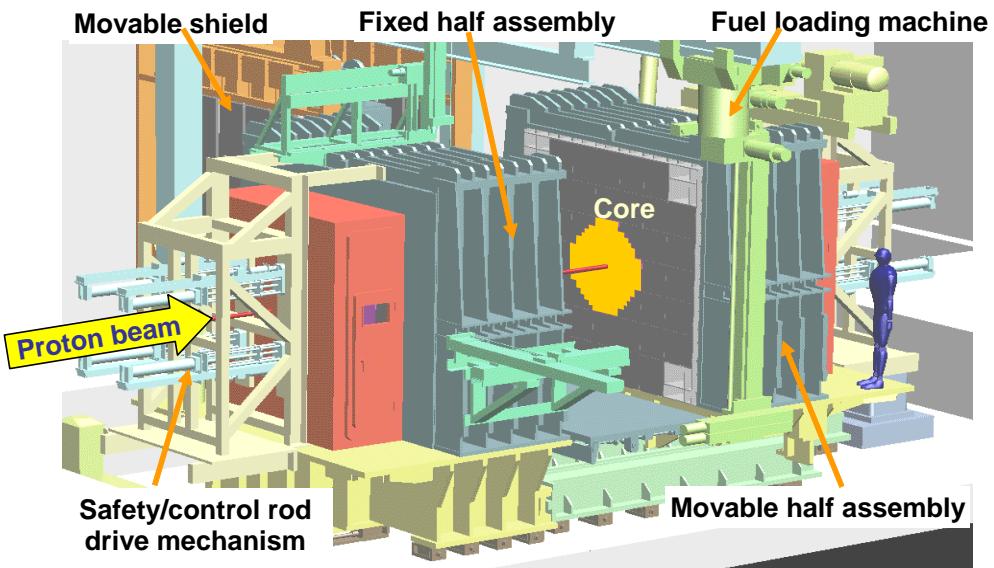


図 3.1.2 TEF-P の全体図

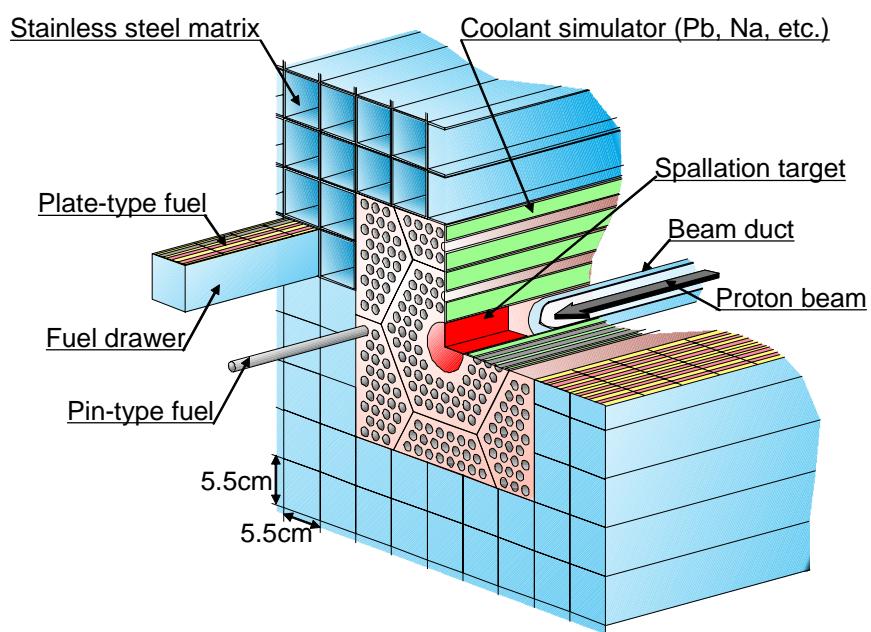


図 3.1.3 TEF-P 炉心の概念図

3.2 仮想実験の体系と実験内容

3.2.1 仮想実験の体系

仮想実験の体系は、文献³⁵⁾で扱われているFCA XVII-1炉心をベースとした。FCA XVII-1炉心は、MOX燃料高速炉のモックアップ炉心であり、実験内容および実験解析に関する情報が系統的に整備されていることから、炉心体系とともに実験内容についても文献³⁵⁾の内容を参考にした。仮想実験では、中心にテスト領域（格子管数5×5）を設けた体系とした。FCA XVII-1炉心を基にした仮想実験体系のRZ計算モデルを図3.2.1に示す。この図では、集合体片側を対象としている。テスト領域は実験内容、対象に応じて内容が変わる。またこの体系は、Na冷却型高速炉を念頭に置いていることから、T2、DMX、SB領域にNaプレートが入っているが、LBE冷却ADSのための実験を想定した場合には、これをLBEプレートに置き換えるとした。

3.2.2 仮想実験の内容

仮想実験の内容については、実験で扱うMA量について、既存施設で扱うことが可能な量（mg～gオーダー）を用いた実験と、TEF-PのようなMAを大量に扱うことを考慮した新しい施設でなければ取り扱えない量（kgオーダー）を用いた実験に分けて検討した。これらをCASE-mg、CASE-g、CASE-kgとし、CASE-mgとCASE-gは既存施設で実験が可能なケース、CASE-kgはTEF-Pで実験を行うケースとした。

既存施設における実験については、FCA XVII-1炉心そのものを対象として解析を行った。すなわち図3.2.1のテスト領域を、全てT2領域に置換した体系を解析に用いた。

3.2.2.1 CASE-mg

CASE-mgでは、mgオーダーのMA箇を扱うことを考え、MA核種の反応率比測定実験を行うことを想定した。対象核種はNp-237、Am-241、Am-243、Cm-244の4核種とし、対象反応は核分裂反応と中性子捕獲反応を対象とした。反応率比の分母にはPu-239の核分裂反応を用いる。中性子捕獲反応については、MA核種の場合、一般的に線等により測定が難しく、実際に行なうことは非常に難しいと考えられる。本検討では捕獲反応の測定が仮に可能な場合、どの程度の誤差減少が見込めるかを確認するため、測定可能な場合と不可能な場合の両ケースについて解析を行った。なおMA箇は、炉心の中心位置に設置された。

3.2.2.2 CASE-g

CASE-gでは、g（グラム）オーダーのMAを扱うことを考え、サンプル反応度価値の測定を行うことを想定した。サンプルについては、過去にFCAで行われたアクチノイド反応度価値測定実験³⁶⁾を参考として、直径10.7×長さ118.5[mm]サイズのMAサンプルを用いる実験について解析を行った。MAサンプルは酸化物を想定し、実験の最大の効果を見るため、Np-237、Am-241、

Am-243、Cm-244 それぞれの酸化物 100%を封入するとして、4 ケースについて解析を行った。サンプルは炉心の中心位置に挿入されるとして解析した。

3.2.2.3 CASE-kg

CASE-kg では、TEF-P 炉心を対象に、中心 5×5 領域に Na または LBE 模擬物質を設置し、MA 燃料ピンを装荷して様々な実験を行うとした。MA 燃料ピンとしては、FR 用 MA5% (移行期組成) 添加酸化物燃料と ADS 実機用窒化物燃料の 2 ケースを想定した。これらは、TEF-P 建設時に利用が可能と想定される MA5%MOX 燃料と、将来 ADS 建設時に必要となる ADS 実機用燃料を念頭に置いたものである。これらの解析ケースを表 3.2.1 にまとめる。模擬領域については、MA の除熱などを考慮した詳細な検討が必要であるが、本検討では、それぞれの核変換システムで用いられる燃料組成、ピンピッチ等をそのまま使用するとした。

実験内容は文献³⁵⁾を基に、臨界性 1 ケース、ボイド反応度 3 ケース、ドップラー反応度 3 ケース、反応率比測定 8 ケースの計 15 ケースとした。ボイド反応度については、異なるボイド割合の炉心 3 ケースを対象とした。これは片側の集合体のテスト領域に対し、あるサイズについて冷却材模擬物質を無くすことにより、冷却材ボイドを模擬している。本検討では、 $1z = 5.08$ [cm] を単位として、炉心中心から軸方向に $3z$ 、 $6z$ 、 $9z$ ($9z$ は片側集合体の全テスト領域がボイド化) の 3 つの模擬ボイド状態を解析した。ドップラー反応度については、テスト領域の異なる温度変化(室温から 300 []、550[]、800[]に変化)のケースを対象とした。温度を変化させる対象は、実験の最大の効果を見るため、テスト領域の全物質を対象とした。反応率比測定については、CASE-mg と同様に、主要 4MA 核種の核分裂反応と中性子捕獲反応を対象とした。

これらの実験については、炉定数調整時に解析モデル誤差及び実験誤差を設定する必要がある。本検討ではこれらの値について、文献^{5,35)}を参考に表 3.2.2 に示すとおりに設定した。

以上、CASE-mg から CASE-kg までの実験ケースと、必要となる MA 量を表 3.2.3 にまとめた。TEF-P において、MA を用いたスペクトル場を構築して様々な実験を行うには、10 [kg] オーダーの MA が必要になると考えられる。

表 3.2.1 CASE-kg の解析ケースのまとめ

	MA 装荷 FR 用実験 *1	ADS 用実験 *2
MA5 %添加 MOX 燃料 *3	TEF-MOX(Na)	TEF-MOX(LBE)
ADS 実機用窒化物燃料	TEF-MAN(Na)	TEF-MAN(LBE)

*1: テスト領域に Na 模擬物質を使用

*2: テスト領域に LBE 模擬物質を使用

*3: MA の組成は移行期のものを使用

表 3.2.2 解析ケースと解析及び実験誤差

	Case	$V'_m [\%]$ *1	$V'_e [\%]$ *2
CASE-mg	Reaction rate ratio (8 cases) *3	2.0	5.0
CASE-g	Sample worth (4 cases) *4	2.0	5.0
CASE-kg *3	Criticality	0.04	0.2
	Void reactivity (3z)	1.0	5.0
	Void reactivity (6z)	2.0	5.0
	Void reactivity (9z)	3.0	10.0
	Doppler reactivity (+300)	3.0	3.5
	Doppler reactivity (+550)	3.0	4.0
	Doppler reactivity (+800)	3.0	4.5
	Reaction rate ratio (8 cases)	2.0	5.0

*1: 解析モデリング誤差

*2: 実験誤差

*3: 文献³⁵⁾に基づく*4: 文献⁵⁾を参考に設定

表 3.2.3 実験ケースと必要な MA 量

	CASE-mg	CASE-g	CASE-kg
Experiment description	Reaction rate ratio	Sample worth	Various *1
MA amount	mg-order foil	< about 100 [g]	about 15 ~ 50 [kg] ^{*2}
Experiment Core	FCA VXII-1	FCA VXII-1	TEF-P

*1: 臨界性、各種反応度、反応率比などの測定実験

*2: MA5%MOX 燃料の場合、15[kg] 程度。JAEA 検討の ADS 実機燃料を用いる場合、50[kg] 程度

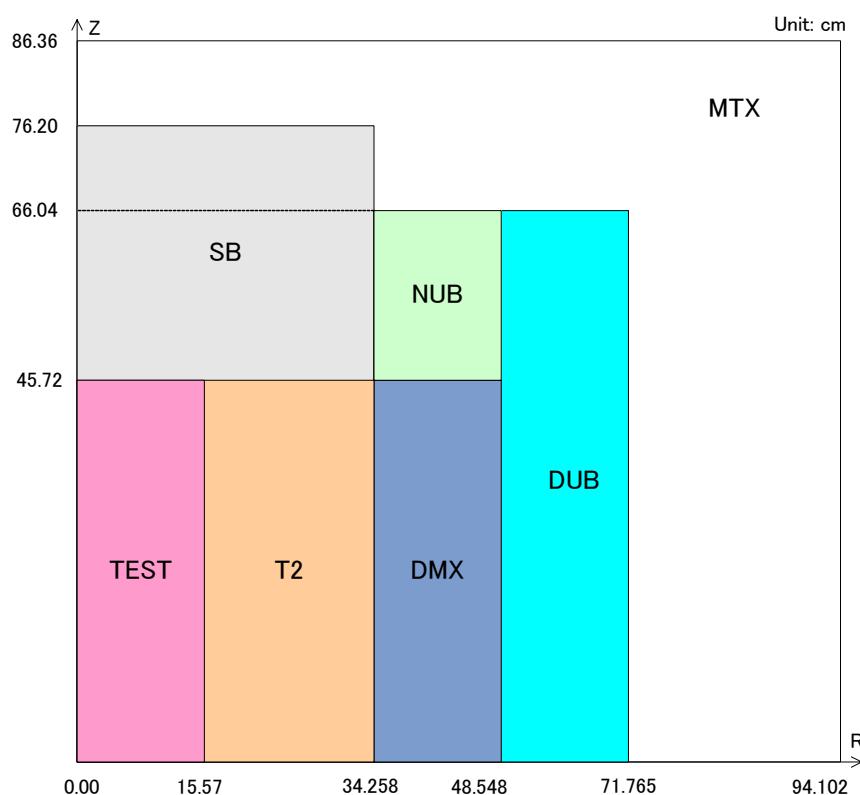


図 3.2.1 仮想実験炉心の RZ 計算モデル (テスト領域格子管数 5×5)

*: T2: Pu + Depleted uranium + Na, DMX: Pu + Enriched uranium + Na, SB: UO₂ + Na, DUB: Depleted uranium block, NUB: Natural uranium block, MTX: Empty matrix ³⁵⁾

3.3 仮想実験の解析結果

3.3.1 CASE-mg

FCA XVII-1 炉心のエネルギースペクトルを図 3.3.1 に示す。前述の通り、FR のための実験では Na プレート (FCA XVII-1 (Na)) を、ADS のための実験では LBE プレート (FCA XVII-1 (LBE)) を冷却材模擬物質として用いるとしたため、当然ながらスペクトルが異なっている。

これらの体系で反応率比測定を行った場合の解析結果を表 3.3.1 に示す。また中性子吸収（核分裂反応+捕獲反応）に対する核分裂反応の割合を表 3.3.2 に示す。冷却材模擬物質の違いに着目すると、それほど大きな違いはないものの、全体的に Na のケースの方が反応率比の値が大きい結果となっている。核種・反応に着目すると、核分裂反応は Cm-244、中性子捕獲反応については Am-241 の反応率が大きい結果となった。

3.3.2 CASE-g

CASE-g の解析結果を表 3.3.3 に示す。Cm-244 を除く 3 核種については、サンプル反応度値が負の値になる結果を得た。一方、Cm-244 については値は小さいものの、正の反応度となっている。これは表 3.3.2 に示したとおり、Cm-244 の中性子吸収に対する核分裂反応の割合が、他の核種よりも大きいためだと考えられる。

3.3.3 CASE-kg

まず始めに、各ケースのスペクトルを図 3.3.2 にまとめる。スペクトルについては、Na と LBE による違いは見られるものの、MA 燃料の組成による明確な違いはほとんど現れていない。次に FR (移行期、平衡期) FCA-XVII-1 (Na) そして TEF-MOX (Na) のスペクトルを比較したものを図 3.3.3 に示す。この図から、概ね高速炉実機のスペクトルを実現できているものと考えられる。図 3.3.4 には、ADS、FCA-XVII-1 (LBE) そして TEF-MAN (LBE) のスペクトルを示す。これらについては、臨界集合体 (FCA、TEF) のスペクトルの方が ADS 実機よりも軟らかい傾向となっている。これは ADS 実機には存在せず、臨界集合体には用いている U-238 の非弾性散乱の影響が大きいと考えられる。

次に CASE-kg の結果を表 3.3.4 から表 3.3.6 に示す。表 3.3.4 には、各解析ケースの臨界性、ボイド反応度、ドップラー反応度の値を、表 3.3.5 には反応率比の値を、表 3.3.6 には中性子吸収に対する核分裂反応の割合をまとめている。

ボイド反応度については、ほとんどのケースで正の値となる結果を得た。TEF-MOX (LBE) では 9z のケースでボイド反応度が負の値となっている。これはこの体系における中性子漏えいの効果が大きいためだと考えられる。Na 模擬のケースを比較すると、ADS 実機窒化物燃料を用いることで MA5% MOX のケースから値が悪化（値が増加）していることが確認できる。これは LBE 模擬のケースでも同じ傾向となっており、MA 添加によるボイド反応度の悪化を示した結

果となっている。ドップラー反応度についても、ADS 実機窒化物燃料を用いることで、MOX のケースから値が悪化していることがわかる。

表 3.3.1 CASE-mg における反応率比

	FCA XVII-1 (Na)	FCA XVII-1 (LBE)
F37/F49	1.85E-01	1.88E-01
F51/F49	1.53E-01	1.49E-01
F53/F49	1.13E-01	1.08E-01
F64/F49	2.34E-01	2.38E-01
C37/F49	9.14E-01	8.61E-01
C51/F49	1.08E+00	1.03E+00
C53/F49	9.32E-01	8.92E-01
C64/F49	4.16E-01	3.88E-01

*: F は核分裂反応、C は中性子捕獲反応を意味する。また 37 は Np-237、51 は Am-241、53 は Am-243、64 は Cm-244 を意味する。F37/F49 は、Pu-239 核分裂反応率に対する Np-237 核分裂反応率。

表 3.3.2 中性子吸収に対する核分裂反応の割合 (CASE-mg)

	FCA XVII-1 (Na)	FCA XVII-1 (LBE)
F37/A37	16.8%	17.9%
F51/A51	12.4%	12.6%
F53/A53	10.8%	10.8%
F64/A64	36.0%	38.0%

*: A は中性子吸収反応を意味し、核分裂反応+中性子捕獲反応。 $(F37/A37) = (F37/F49) / ((F37+C37)/F49)$ で計算した。

表 3.3.3 CASE-g におけるサンプル反応度値

	FCA XVII-1 (Na)	FCA XVII-1 (LBE)
Np-237 oxide	-9.25E-05	-9.11E-05
Am-241 oxide	-1.14E-04	-1.18E-04
Am-243 oxide	-1.10E-04	-1.15E-04
Cm-244 oxide	4.12E-05	4.66E-05

*: 単位は $[\Delta k/k]$

表 3.3.4 CASE-kg の結果

	TEF-MOX(Na)	TEF-MAN(Na)	TEF-MOX(LBE)	TEF-MAN(LBE)
k_{eff}	1.0070	1.0087	1.0064	1.0087
Void (3z)	8.32E-04	1.13E-03	1.11E-03	1.43E-03
Void (6z)	1.36E-03	1.87E-03	1.23E-03	1.84E-03
Void (9z)	1.41E-03	1.99E-03	-1.89E-04	5.72E-04
Doppler +300	-5.55E-04	-6.93E-05	-1.98E-04	-3.15E-05
Doppler +550	-8.60E-04	-1.08E-04	-3.06E-04	-4.88E-05
Doppler +800	-1.08E-03	-1.37E-04	-3.80E-04	-6.18E-05

*: Void, Doppler の単位は $[\Delta k/k]$

表 3.3.5 CASE-kg の結果 (反応率比)

	TEF-MOX(Na)	TEF-MAN(Na)	TEF-MOX(LBE)	TEF-MAN(LBE)
F37/F49	1.94E-01	2.43E-01	2.15E-01	2.32E-01
F51/F49	1.61E-01	2.06E-01	1.63E-01	1.85E-01
F53/F49	1.18E-01	1.53E-01	1.18E-01	1.35E-01
F64/F49	2.44E-01	2.98E-01	2.67E-01	2.86E-01
C37/F49	8.53E-01	7.24E-01	6.99E-01	7.13E-01
C51/F49	1.02E+00	8.89E-01	8.75E-01	8.82E-01
C53/F49	8.84E-01	7.69E-01	7.61E-01	7.64E-01
C64/F49	3.88E-01	3.38E-01	3.25E-01	3.32E-01

*: F は核分裂反応、C は中性子捕獲反応を、37 は Np-237、51 は Am-241、53 は Am-243、64 は Cm-244 を意味する。

表 3.3.6 中性子吸収に対する核分裂反応の割合 (CASE-kg)

	TEF-MOX(Na)	TEF-MAN(Na)	TEF-MOX(LBE)	TEF-MAN(LBE)
F37/A37	18.5 %	25.1 %	23.6 %	24.5 %
F51/A51	13.6 %	18.8 %	15.7 %	17.3 %
F53/A53	11.8 %	16.6 %	13.4 %	15.1 %
F64/A64	38.6 %	46.9 %	45.1 %	46.3 %

*: A は中性子吸収反応を意味し、核分裂反応+中性子捕獲反応。

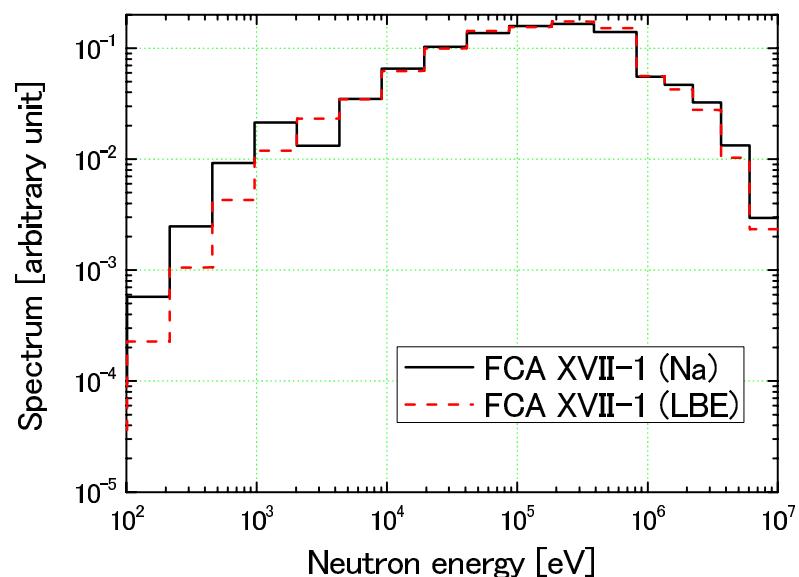


図 3.3.1 FCA XVII-1 炉心の中性子スペクトル

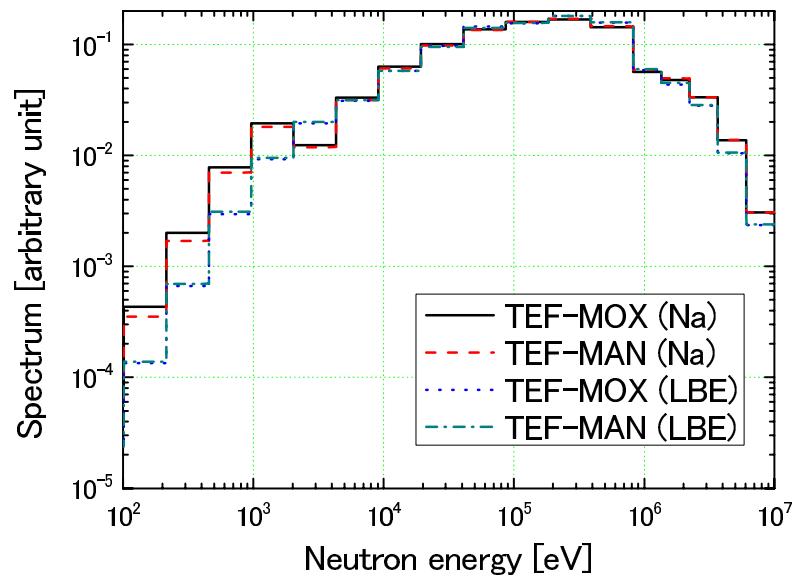


図 3.3.2 TEF-P 炉心の中性子スペクトル

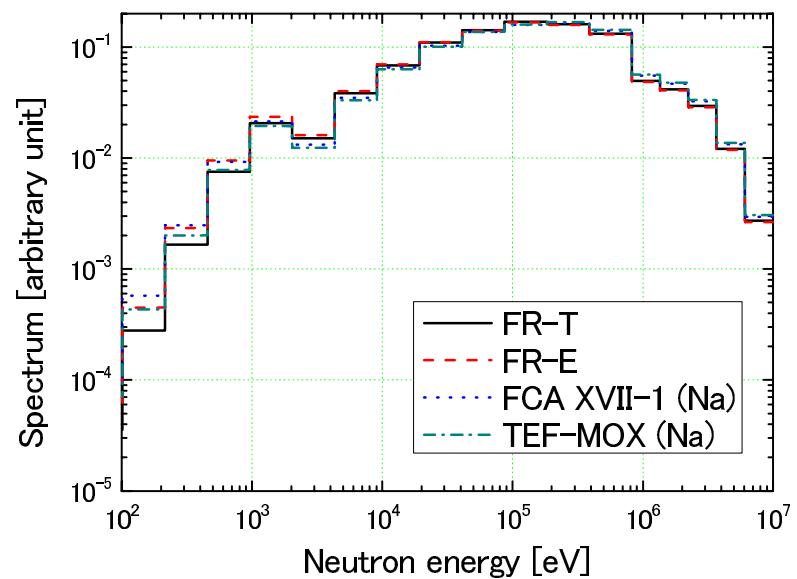


図 3.3.3 中性子スペクトルの比較 (FR)

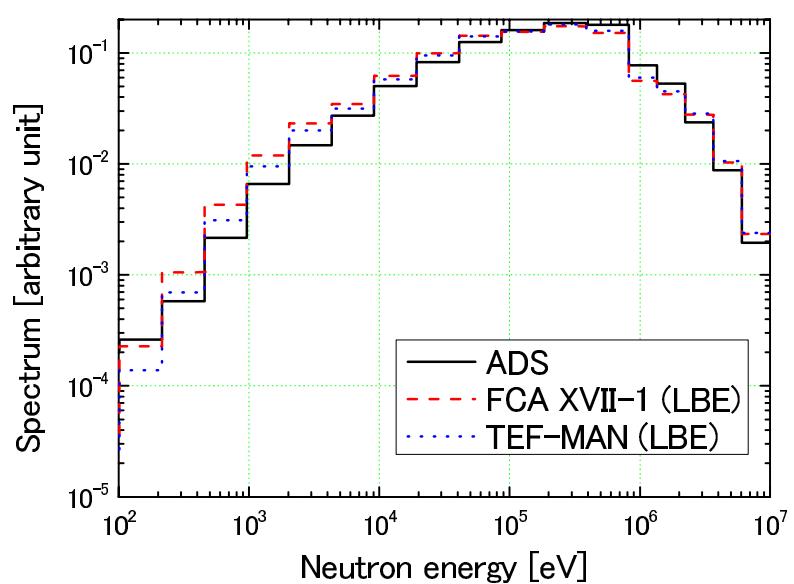


図 3.3.4 中性子スペクトルの比較 (ADS)

3.4 炉定数調整の結果

TEF-PにおいてMA装荷臨界実験を行った場合の、各核変換システムの核データ起因誤差を表3.4.1から表3.4.3にまとめる。これらの表では、前章で評価したJENDL-3.3の共分散による核データ起因誤差、文献⁵⁾の233核特性で炉定数調整した結果（表中、R233）と、R233に仮想実験の結果を加えて炉定数調整した時の核データ起因誤差をまとめている。ここで仮想実験とは、CASE-mg、CASE-g、CASE-kgの全ての内容を対象とし、CASE-kgにおいてMA5%MOX燃料を用いた場合（TEF-MOX）と、ADS実機燃料を用いた場合（TEF-MAN）の比較を行っている。また仮想実験については、MA核種の反応率比測定実験において、中性子捕獲反応が測定不可能/可能の両ケースについて結果をまとめた。

3.4.1 FR-T（移行期）

FR-Tについては、R233の段階で大幅な誤差の改善が図られている。TEF-Pにおける実験についても誤差値の改善が確認されたが、R233ほどの効果はない。仮想TEF-P実験の2ケースを比較すると、ボイド反応度については、MA5%MOXを用いたケース（TEF-MOX）の方がADS実機燃料を用いたケース（TEF-MAN）よりも改善効果が高いことがわかる。当初は、R233の段階でボイド反応度の誤差に対する寄与はMAが主要であることから、MA量の多い実験（TEF-MAN）の方が効果が大きいものと予想していた。しかしながら解析の結果、MA量が少なく燃料組成が高速炉実機に近いTEF-MOXのケースの方が、改善効果が高いことがわかった。すなわち改善効果とMA量が一概に比例しているとは言えず、燃料組成も含めた場の再現性が重要であることを示している。なお、中性子捕獲反応率比の測定が可能であれば、各反応度の誤差が更に減少することが確認された。

R233の結果を現在の最良値と見なした場合、MA装荷臨界実験を想定することで、臨界性について約10%、ボイド反応度について約15%、ドップラー反応度について約30%、燃焼反応度について約7%の誤差改善が見込まれる。

図3.4.1に、これらの結果の詳細をまとめた。この図では、中性子捕獲反応率比測定が可能な場合の結果をまとめている。またTEF-P実験としては、TEF-MOX(Na)を対象としている。この図から、まずR233の段階で、U、Puおよび構造材核種に起因する誤差が大幅に改善していることがわかる。なお、R233の段階でAm-241の核データ起因誤差が改善しているのは、233の積分実験の中に、劣化したPuを用いた実験が含まれており、その中に含まれるAm-241の感度係数が寄与したためである。R233の段階で、主要な誤差の元はAm-241やその他のMAとなり、これらがTEF-P実験により改善している。燃焼反応度については、Pu-238、Pu-242の ν 値が大きな寄与を示しているものの、ほとんど誤差値の変化がないが、これについてもPu-238、Pu-242に着目した臨界実験を行うことで、改善が見込まれる。

3.4.2 FR-E (平衡期)

表 3.4.2 から、FR-E についても R233 の段階で大幅な誤差の改善が図られ、さらに TEF-P における実験で誤差の改善が確認できる。大まかな傾向は FR-T と類似しているが、中性子捕獲反応率比測定の効果が、FR-T よりも大きい。例えばドップラー反応度について、TEF-MOX (Na)において捕獲反応率比が測定できれば、FR-T では約 6% の改善 (1.82% から 1.71%) なのに対し、FR-E では約 20% の改善 (2.00% から 1.54%) となっている。これは FR-E の場合、Am-243 や Cm-244 の捕獲反応の寄与が大きく、捕獲反応率比が測定できれば、この寄与を大幅に減らすことができるためである。

R233 の結果に対して、MA 装荷臨界実験を行うことで、臨界性について約 70%、ボイド反応度について約 20%、ドップラー反応度について約 40%、燃焼反応度について約 25% の誤差改善が見込まれる。これらの改善量は、FR-T に比べると大きい。これは前章でも述べたとおり、平衡期組成で MA5% を想定していることから、FR-T よりも Am-243 や Cm-244 の寄与が大きいためであり、これが MA 1% になった場合には、この改善量も減少すると予想される。

図 3.4.2 に、FR-E の核データ起因誤差の詳細をまとめた。FR-T の結果同様、R233 の段階で U、Pu、構造材核種に起因する誤差が大幅に改善している。上述の通り、FR-E では R233 の段階で Am-243 や Cm-244 の捕獲反応が大きく、これらが TEF-P 実験 (含、捕獲反応率比測定実験) により、大幅に改善している。

3.4.3 ADS

表 3.4.3 から、ADS についても R233 の段階で誤差値の改善が見られる。これは主に Pu および構造材核種の誤差が改善したためである。更に TEF-P 実験を行うことで誤差値は改善し、R233 の結果に対して、最大で約 45 % の改善が確認された。具体的には、臨界性について約 40%、ボイド反応度についても約 40%、ドップラー反応度について約 45%、燃焼反応度について約 5% の誤差改善が見込まれる。燃焼反応度以外については、MA 装荷臨界実験の効果は大きい。燃焼反応度については、燃焼とともに蓄積していく Pu-238 の核データ起因誤差が支配的になる一方、TEF-P 実験では Pu-238 があまり含まれていないため、TEF-P 実験の効果が小さい。なお ADS については、当然ながら TEF-MAN (LBE) のケースの方が TEF-MOX (LBE) のケースに比べて改善効果が高い。

図 3.4.3 に、ADS の核データ起因誤差の詳細をまとめた。R233 の段階で Pu-239 および構造材核種の誤差が減少しているが、MA および Pb、Bi 同位体については値の変化がない。これらについては、TEF-P 実験によって初めて値の改善が見られる。また ADS の燃焼反応度についても、上述のとおり Pu-238 の寄与、特に ν 値の寄与が大きいが改善しておらず、今後 Pu-238 や Pu-242 等に着目した実験を考える必要がある。

表 3.4.1 FR-T 炉心の積分値に対する MA 実験の効果

	JENDL-3.3 *1	R233 *2	TEF-MOX (Na) *3	TEF-MAN (Na) *3
Criticality	1.09	0.30	0.27/0.27	0.27/0.27
Void reactivity	2.56	1.65	1.41/1.38	1.46/1.44
Doppler reactivity	3.95	2.35	1.82/1.71	1.74/1.65
Burnup reactivity	29.7	22.5	21.3/20.9	21.4/21.1

*1: JENDL-3.3 の共分散による核データ起因誤差

*2: 文献⁵⁾ の 233 核特性で炉定数調整した結果

*3: R233 に CASE-mg、CASE-g、CASE-kg の結果を加えて調整した結果。表中の値は（捕獲反応率比を考慮せず）/（捕獲反応率比を考慮）。

*4: 各誤差値は信頼区間 1σ のもので、単位は [%]

表 3.4.2 FR-E 炉心の積分値に対する MA 実験の効果

	JENDL-3.3	R233	TEF-MOX (Na)	TEF-MAN (Na)
Criticality	1.13	0.49	0.15/0.14	0.14/0.14
Void reactivity	2.68	1.89	1.69/1.49	1.68/1.52
Doppler reactivity	3.89	2.40	2.00/1.54	1.85/1.46
Burnup reactivity	17.4	13.5	12.0/10.3	11.9/10.3

*: 各誤差値は信頼区間 1σ のもので、単位は [%]

表 3.4.3 ADS 炉心の積分値に対する MA 実験の効果

	JENDL-3.3	R233	TEF-MOX (LBE)	TEF-MAN (LBE)
Criticality	1.30	1.05	0.72/0.70	0.67/0.64
Void reactivity	6.86	5.69	4.20/4.04	3.46/3.86
Doppler reactivity	6.57	6.14	5.52/5.29	3.40/3.31
Burnup reactivity	39.0	38.3	37.4/36.6	37.5/36.7

*: 各誤差値は信頼区間 1σ のもので、単位は [%]

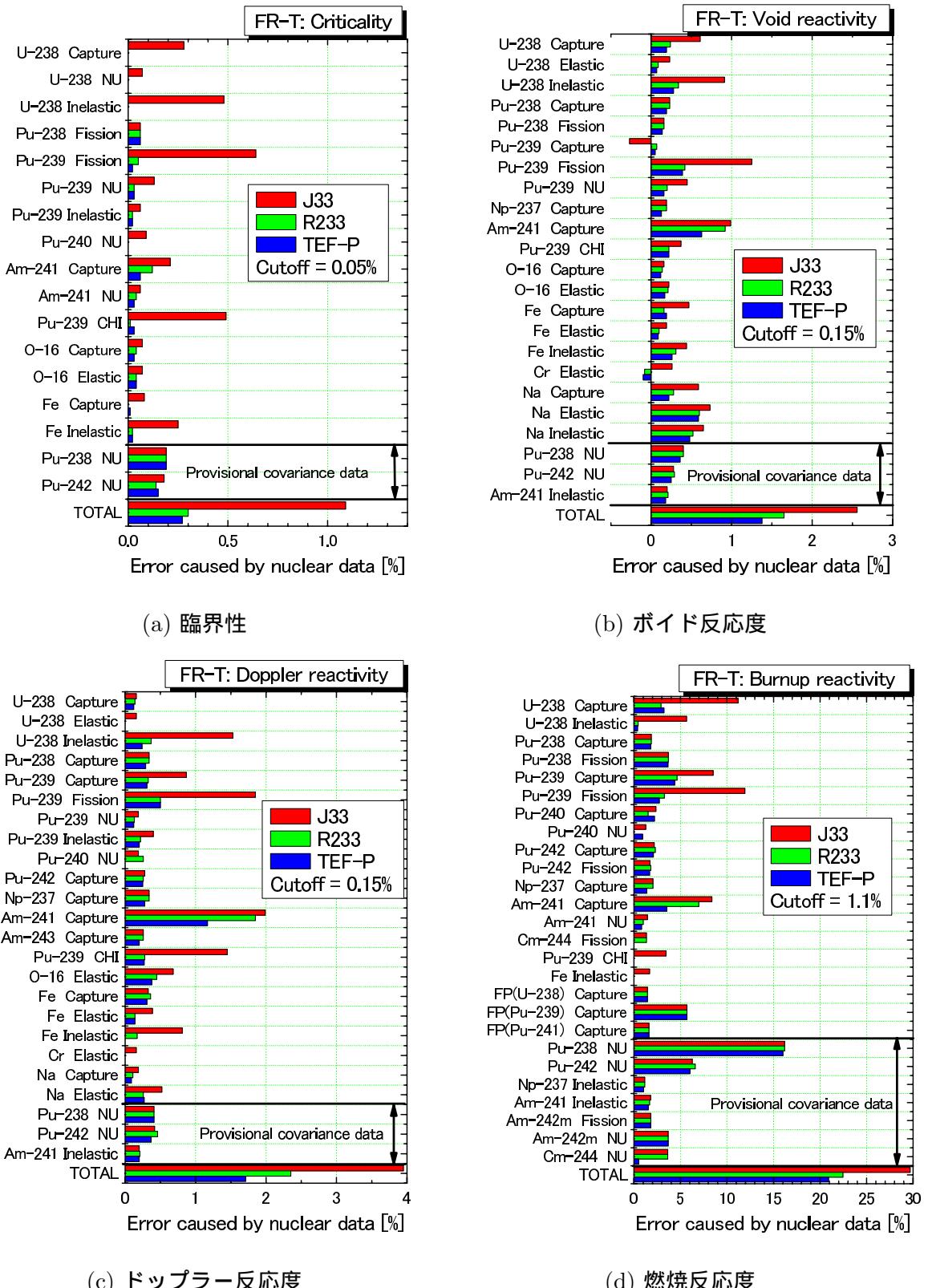


図 3.4.1 FR-T の核データ起因誤差

*: 図中、R233 は、文献⁵⁾の 233 核特性で調整した結果。TEF-P は、R233 に CASE-mg、CASE-g、CASE-kg の結果を加えて調整した結果。TEF-P の結果は、TEF-MOX (Na) で捕獲反応率比を考慮。

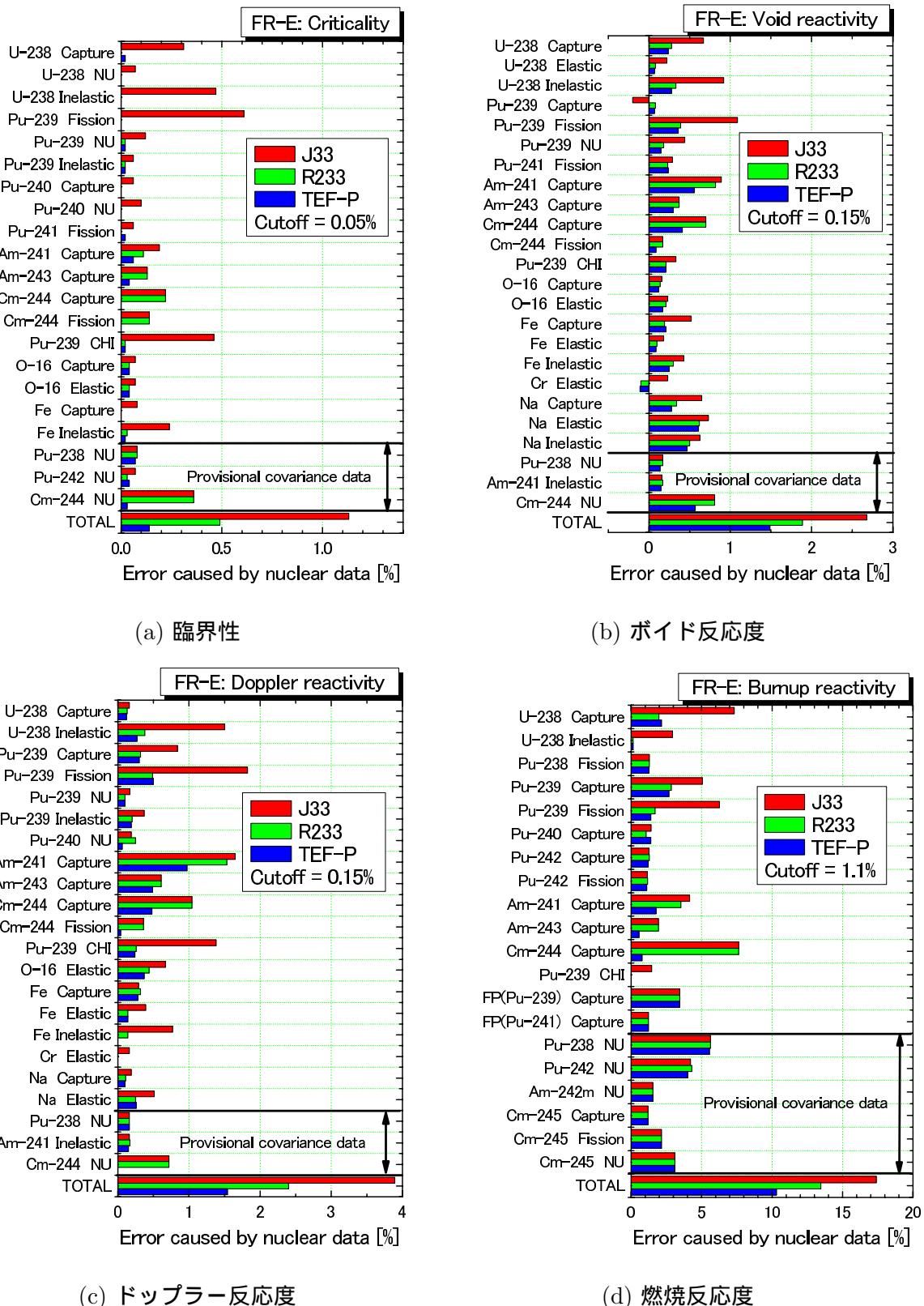


図 3.4.2 FR-E の核データ起因誤差

*: TEF-P の結果は、TEF-MOX (Na) で捕獲反応率比を考慮。

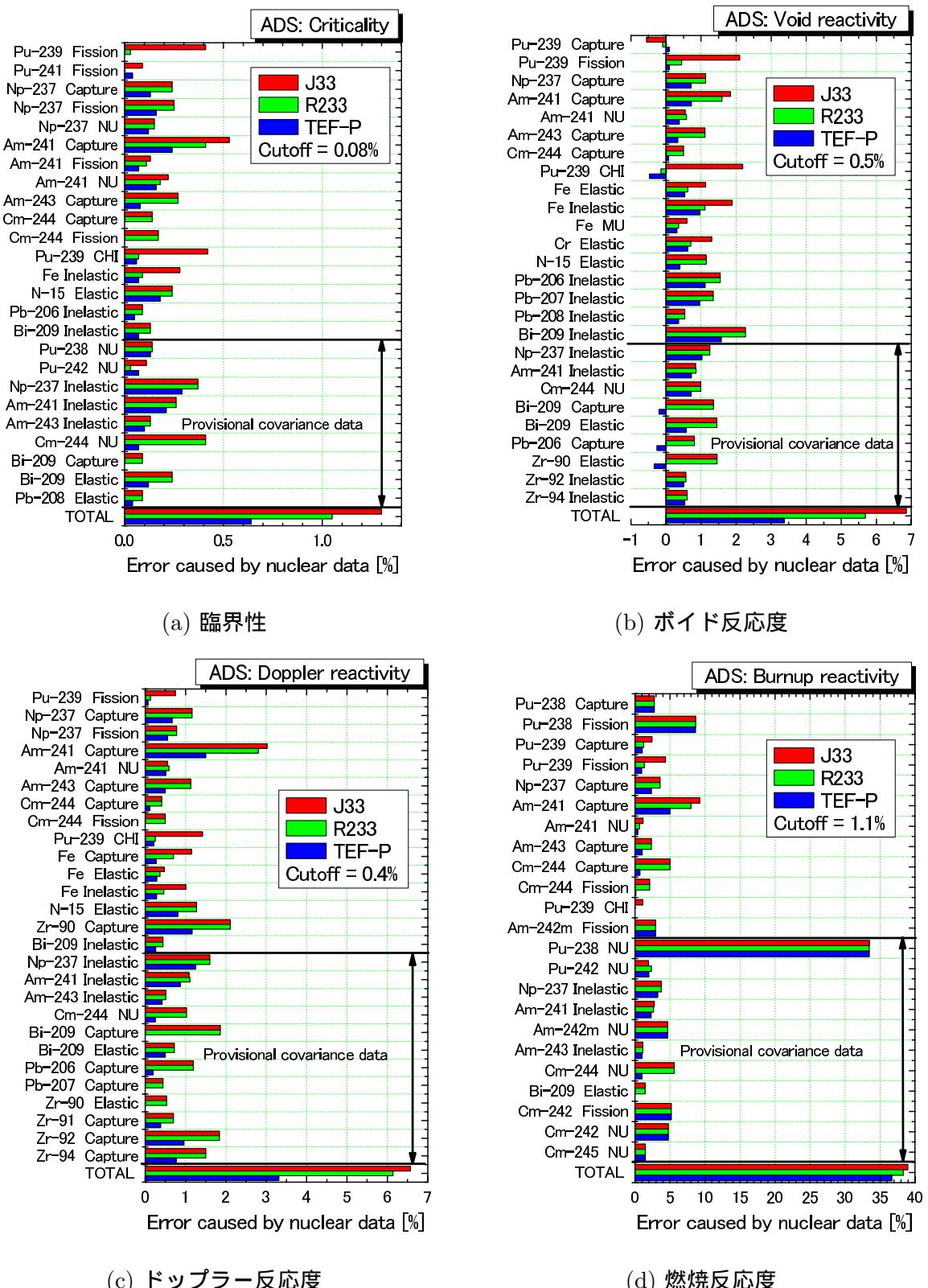


図 3.4.3 ADS の核データ起因誤差

*: TEF-P の結果は、TEF-MAN (LBE) で捕獲反応率比を考慮。

3.5 MA 装荷臨界実験のまとめ

本章では、核変換システムの積分値に対する核データ起因誤差を減少させるため、TEF-PにおいてMA装荷臨界実験を行った場合、どの程度、核データ起因誤差が改善するかを定量的に検討した。

検討の結果、TEF-PにおいてMA5%MOX燃料およびADS実機燃料を使用して様々な実験を行うことで、現在の最良値と考えられる誤差値(R233)から、更に誤差値が減少することを定量的に示した。各ケースの最大の誤差減少量をまとめると、

- FR-Tについては、臨界性について約10%、ボイド反応度について約15%、ドップラー反応度について約30%、燃焼反応度について約7%の誤差改善
- FR-Eについては、臨界性について約70%、ボイド反応度について約20%、ドップラー反応度について約40%、燃焼反応度について約25%の誤差改善
- ADSについては、臨界性について約40%、ボイド反応度について約40%、ドップラー反応度について約45%、燃焼反応度について約5%の誤差改善

これらの誤差の改善に対しては、kgオーダーのMAを用いて、スペクトル場を模擬して実験を行うことが重要である。併せてボイド反応度については、実験で用いる物質の組成も重要であることがわかった。またFR-TとADSの燃焼反応度に関しては、Pu-238の ν 値に起因する誤差値が大きいため、Pu-238に着目した実験についても検討する必要がある。

前章で議論したとおり、現在の共分散データに基づいた場合の核変換システムの核設計精度については、まだ多くの議論の余地があるため絶対値の議論は難しいものの、相対値の変化を考えると、MA装荷臨界実験は、核変換システムの核設計精度の改善に大きな効果があると考えられる。

4. 結言

本検討では、MA 核変換を目的とした核変換システムとして FR と ADS を対象とし、JENDL-3.3 を使用した場合の核設計精度の現状を把握するとともに、核設計精度向上に対する MA 装荷臨界実験の効果を検討した。

第 2 章では、MA5%を均質に入れた FR と ADS を対象に、核データ起因誤差についての検討を行った。FR については、高速炉サイクルの移行期および平衡期組成を用いた 2 ケースを対象とした。解析の結果、例えば FR 移行期については、臨界性について約 1.1%、ボイド反応度について約 2.6%、ドップラー反応度について約 4.0%、燃焼反応度について約 30%の核データ起因誤差が生じるという結果を得た。ADS については、臨界性について約 1.3%、ボイド反応度について約 6.9%、ドップラー反応度について約 6.6%、燃焼反応度について約 39%の誤差値となった。

これらの結果から、実効増倍率とボイド・ドップラー反応度について、核データ精度が未だ不十分だと考えられる MA を大量に含む場合でも、目標精度に近い値を与えることがわかった。MA を燃料重金属中に 60%以上含む ADS の実効増倍率の核データ起因誤差は 1.3%と算出され、MA を燃料重金属中に 5%しか含まない FR の場合の 1.1%と大差の無い結果となっている。この原因を考察するために、MCNPX コードと異なる核データライブラリを用いた場合の実効増倍率を JENDL-3.3 による値と比べたところ、最大で 2.9%の相違があることがわかり、核データ起因誤差を大きく超える相違が認められた。従って、JENDL-3.3 の共分散データを用いると、核設計精度を一部、過小評価している可能性があることがわかった。今後、核設計精度評価の観点から、核データ共分散の妥当性および改善の検討が必要だと考えられる。

第 3 章では、核変換システムの核データ起因誤差を減少させるため、J-PARC 第 II 期計画での建設が検討されている核変換物理実験施設（TEF-P）において MA 装荷臨界実験を行った場合、どの程度、核データ起因誤差が改善するかを定量的に検討した。

検討の結果、上記のように JENDL-3.3 の共分散は、核データ起因誤差を過小評価する傾向があるにもかかわらず、TEF-P において MA5%添加 MOX 燃料および ADS 実機燃料を使用して様々な実験を行うことで、現在の最良値と考えられる誤差値から、更に誤差値が減少することを定量的に確認した。FR 移行期については、最大の減少量（相対値）として、臨界性について約 10%、ボイド反応度について約 15%、ドップラー反応度について約 30%、燃焼反応度について約 7%の誤差改善が見込まれる。また ADS については、臨界性について約 40%、ボイド反応度について約 40%、ドップラー反応度について約 45%、燃焼反応度について約 5%の誤差改善が見込まれる。

また、ボイド反応度やドップラー反応度に対する MA 核種の核データに起因する誤差を改善するためには、kg オーダーの MA を用いてスペクトル場および組成を模擬することが重要であることがわかった。

現在の共分散データに基づいた核変換システムの核設計精度については、まだ多くの議論の余地があるためその絶対値の議論は難しいものの、相対値の変化で考えると、MA 装荷臨界実験は、

核変換システムの核設計精度の改善に大きな効果が期待され、核変換システムの信頼性、経済性の向上を図る上で有効な手段である。

謝辞

本研究を行うにあたり、次世代原子力システム研究開発部門、炉心解析グループ（現、原子力基礎工学研究部門 核設計技術開発グループ）の各位には誤差解析システムの環境整備から使用に至るまで、多大なる貢献を頂きました。特に、石川眞氏、横山賢治氏、杉野和輝氏には多くの有意義なコメントやご助力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

原子力基礎工学研究部門 核工学・炉工学ユニット 核データ評価研究グループの中川庸雄氏、柴田恵一氏には、暫定共分散の作成を行っていただきました。心より感謝致します。

参考文献

- 1) “高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究 フェーズ II 技術検討書- (1) 原子炉プラントシステム -”, JAEA-Research 2006-042, (2006).
- 2) K. Tsujimoto, T. Sasa, K. Nishihara, et al., “Neutronics Design for Lead-Bismuth Cooled Accelerator-Driven System for Transmutation of Minor Actinide”, *J. Nucl. Sci. and Technol.*, **41**, 1, pp. 21-36 (2004).
- 3) M. Salvatores, “Nuclear Data for Advanced Fuel Cycles”, *Proc. of Actinide and Fission Product Partitioning and Transmutation Tenth Information Exchange Meeting*, Mito, Japan, Oct. 6-10, (2008).
- 4) K. Shibata, T. Kawano, T. Nakagawa, et al., “Japanese evaluated nuclear data library version 3 revision-3; JENDL-3.3”, *J. Nucl. Sci. and Technol.*, **39**, 11, pp. 1125-1136 (2002).
- 5) 羽様 平、千葉 豪、沼田 一幸、佐藤 若英、“高速炉用統合炉定数 ADJ2000R の作成”, JNC TN9400 2002-064, (2002).
- 6) J. B. Dragt, et al., “Methods of Adjustment and Error Evaluation of Neutron Capture Cross Sections; Application to Fission Product Nuclides”, *Nucl. Sci. and Eng.*, **62**, pp. 117-129 (1977).
- 7) 原 昭浩、竹田 敏一、菊池 康之、“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).
- 8) 巽 雅洋、兵頭 秀昭、“燃焼感度解析コードのシステム化整備 (II)“, JNC TJ9410 2004-002, (2004).
- 9) H. Takano, Y. Ishiguro, “Production and Benchmark Tests of Fast Reactor Group Constant Set JFS-3-J2”, JAERI-M 82-135, (1982).
- 10) M. Nakagawa, K. Tsuchihashi, “SLAROM: A Code for Cell Homogenization Calculation of Fast Reactor”, JAERI 1294, Japan Atomic Energy Research Institute, (1982).
- 11) T. B. Flower, et al., “Nuclear reactor core analysis code : Citation”, ORNL-TM-2496, Rev. 2, (1969).
- 12) 花木 洋、三田 敏男、大橋 正久、“燃焼核特性に対する感度解析コードの整備 (II)“, JNC TJ9124 94-007, (1994).

- 13) T. Kawano, H. Matsunobu, T. Murata, et al., "Simultaneous Evaluation of Fission Cross Sections of Uranium and Plutonium Isotopes for JENDL-3.3", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **37**, 4, pp. 327-334, (2000).
- 14) T. Nakagawa, "Estimation of Covariance Matrices for Nuclear Data of ^{237}Np , ^{241}Am and ^{243}Am ", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **42**, 11, pp. 984-993, (2005).
- 15) K. Shibata and T. Nakagawa, "Uncertainty Analyses of Neutron Cross Sections for Nitrogen-15, Lead-206, 207, 208, Bismuth-209, Plutonium-238, Americium-242m, and Curium-244 in JENDL-3.3", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **44**, 1, pp. 1-9, (2007).
- 16) 中川 庸雄、柴田 恵一、*Private communication*, (2007).
- 17) Go CHIBA, "ERRORJ: A Code to Process Neutron-nuclide Reaction Cross Section Covariance, Version 2.3", JAEA-Data/Code 2007-007, (2007).
- 18) K. Nishihara, K. Iwanaga, K. Tsujimoto, et al., "Neutronics Design of Accelerator-Driven System for Power Flattening and Beam Current Reduction", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **45**, 8, pp. 812-822, (2008).
- 19) 西原健司、大井川宏之, "アクチニド核種のマスバランス解析に基づく群分離・核変換サイクルの導入シナリオと効果の検討", JAEA-Research 2006-081, (2006).
- 20) M. Ishikawa, "Application of Covariances to Fast Reactor Core Analysis", *Nuclear Data Sheets*, 109, pp. 2778-2784, (2008).
- 21) O. Shcherbakov, K. Furutaka, S. Nakamura, et al., "Measurement of Neutron Capture Cross Section of ^{237}Np from 0.02 to 100 eV", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **42**, pp. 135, (2005).
- 22) M. Ohta, S. Nakamura, H. Harada, et al., "Measurement of Effective Capture Cross Section of Americium-243 for Thermal Neutrons", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **43**, pp. 1441, (2006).
- 23) M.B. Chadwick, P. Oblozinsky, M. Herman, et al., "ENDF/B-VII.0: Next Generation Evaluated Nuclear Data Library for Nuclear Science and Technology", *Nuclear Data Sheets*, **107**, 12, pp. 2931-3060, (2006).
- 24) A. Santamarina, D. Bernard, Y. Rugama, "The JEFF-3.1.1 Nuclear Data Library", JEFF Report 22, OECD/NEA, (2009).
- 25) Gregg W. McKinney et al., "MCNPX Overview", LA-UR-06-6206, *Proceedings of the 2006 HSSW*, FNAL, IL, Sept. 6-8, (2006).
- 26) B.T. Rearden, D.E. Mueller, "Recent Use of Covariance Data for Criticality Safety Assessment", *Nuclear Data Sheets*, **109**, pp. 2739–2744 (2008).

- 27) W.P. Poenitz, "GMA, A Least-Squares Program for Nuclear Data Evaluation", Report BNL-NCS-51363, Eds. B. Magurno and S. Pearlstein, BNL p.249, (1981).
- 28) S. Chiba and D.L. Smith, "Impacts of Data Transformations on Least-Squares Solutions and Their Significance in Data Analysis and Evaluation", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **31**, 8, pp. 770-781, (1994).
- 29) 河野 俊彦、柴田 恵一、“共分散評価システム”、JAERI-Data/Code 97-037, (1997).
- 30) M. Salvatores et al., "OECD/NEA WPEC Subgroup 26 Final Report: Uncertainty and Target Accuracy Assessment for Innovative Systems Using Recent Covariance Data Evaluations", Report NEA/WPEC-26, (2008).
- 31) G. Aliberti, W.S. Yang, R.D. McKnight, "Use of Covariance Data to Select Experiments Relevant to Target Systems for GNEP", *Nuclear Data Sheets*, 109, pp. 2745-2751, (2008).
- 32) Workshop on Neutron Cross Section Covariances homepage,
<http://www.nndc.bnl.gov/cw2008/presentations/aliberti.pdf>
- 33) J-PARC homepage, <http://j-parc.jp/index.html>
- 34) T. Sasa and H. Oigawa, "Current Plan of J-PARC Transmutation Experimental Facility", *Proc. of AccApp'07*, Pocatello, Idaho, USA, July 29-Aug. 2, (2007).
- 35) H. Oigawa, S. Iijima, T. Sakurai, et al., "A Proposal of Benchmark Calculation on Reactor Physics for Metallic Fueled and MOX Fueled LMFBR Based upon Mock-up Experiment at FCA", *J. Nucl. Sci. Technol.*, **37**, 2, pp. 186-201, (2000).
- 36) 弘田実弥, "FCA における高速炉臨界実験とその解析"、JAERI 1289, (1983).

付録A 共分散データ（18群）

本研究で用いた共分散データをまとめる（参考：表2.1.1、表2.1.2）。共分散データはERRORJにより18群に処理されたものであり、その対角成分である標準偏差をプロットしている。図中の”Prov.”は暫定値を示している。

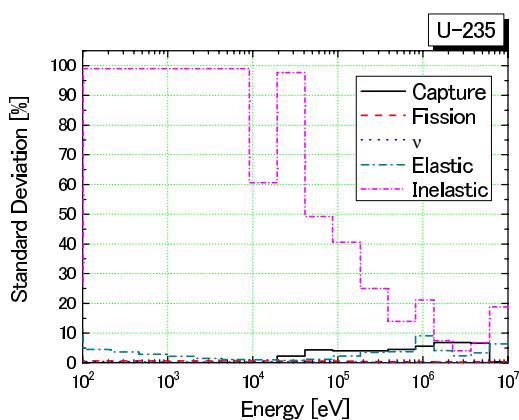


図 A.1.1 U-235 の標準偏差

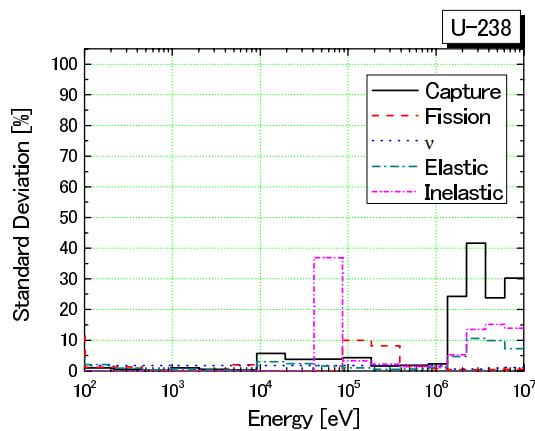


図 A.1.2 U-238 の標準偏差

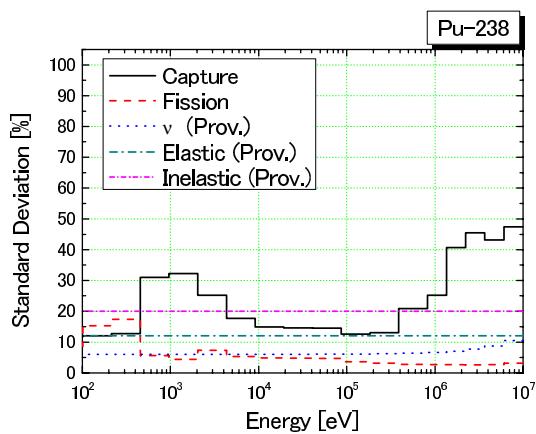


図 A.1.3 Pu-238 の標準偏差

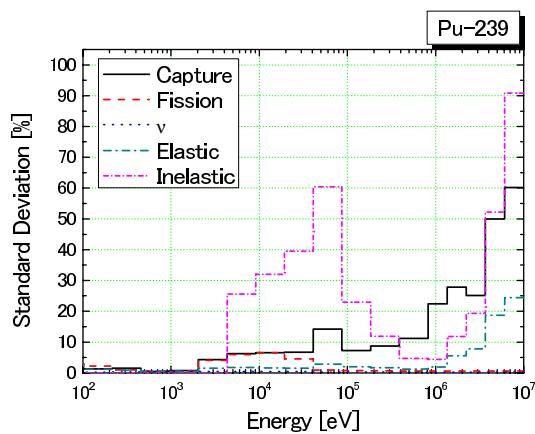


図 A.1.4 Pu-239 の標準偏差

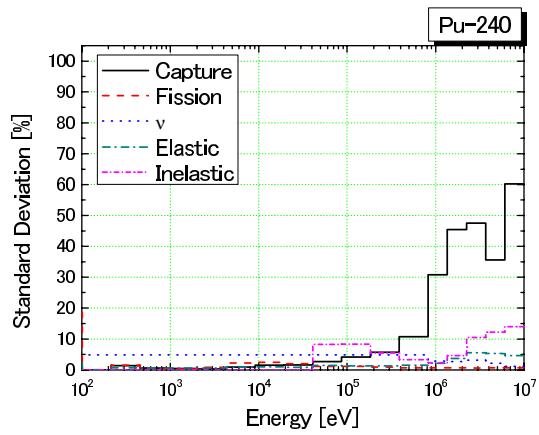


図 A.1.5 Pu-240 の標準偏差

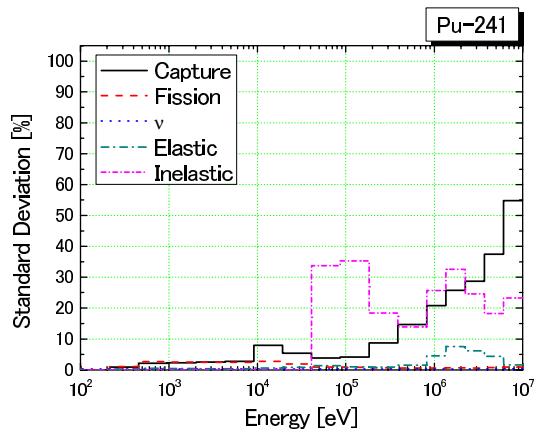


図 A.1.6 Pu-241 の標準偏差

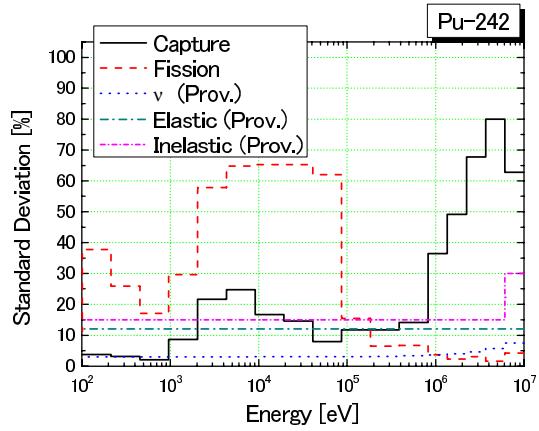


図 A.1.7 Pu-242 の標準偏差

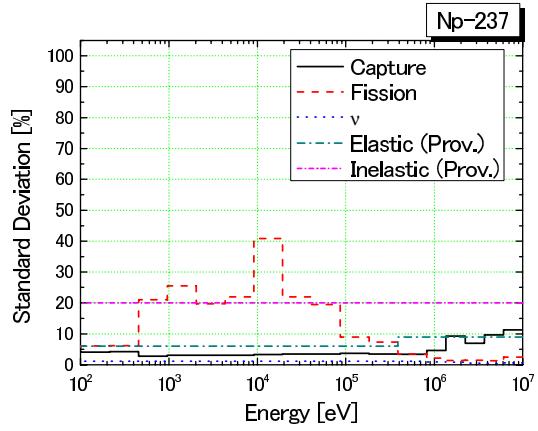


図 A.1.8 Np-237 の標準偏差

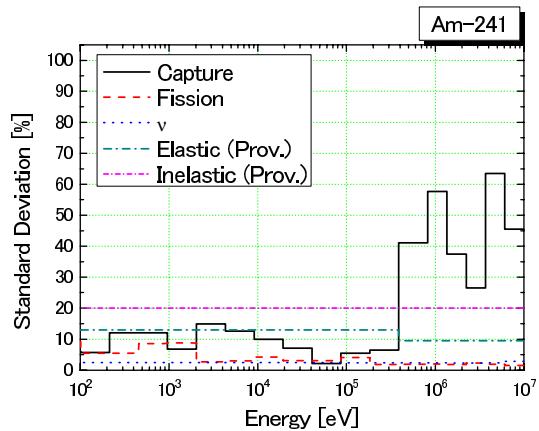


図 A.1.9 Am-241 の標準偏差

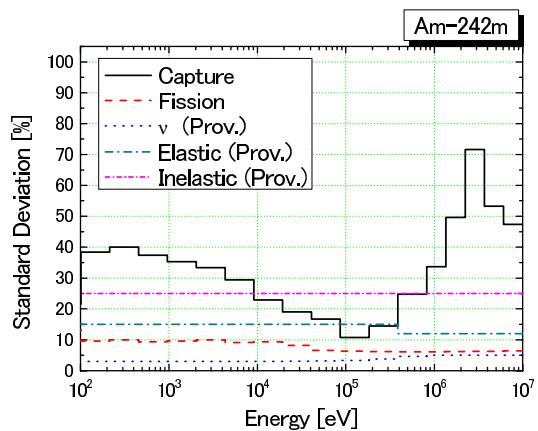


図 A.1.10 Am-242m の標準偏差

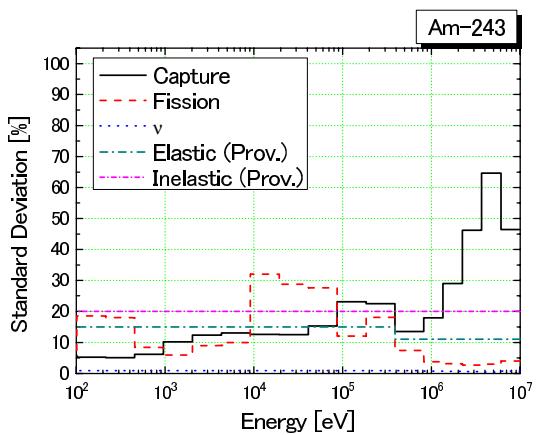


図 A.1.11 Am-243 の標準偏差

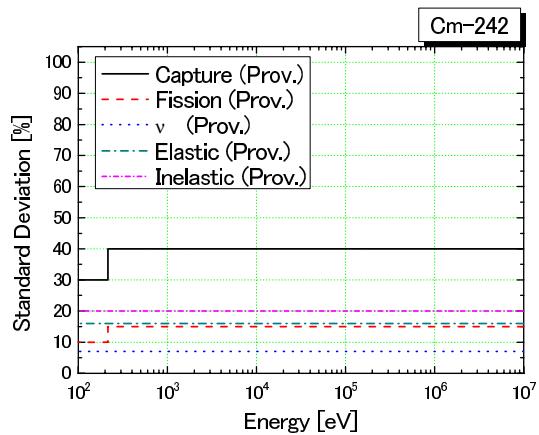


図 A.1.12 Cm-242 の標準偏差

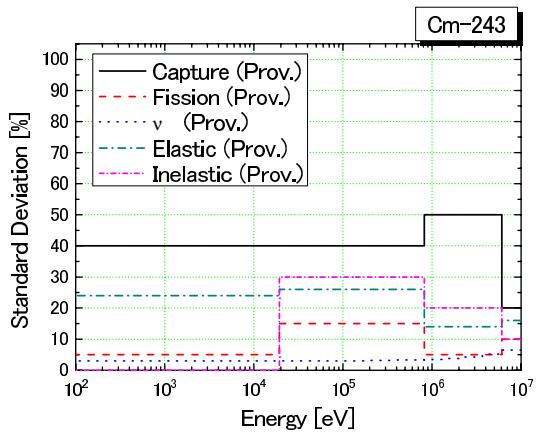


図 A.1.13 Cm-243 の標準偏差

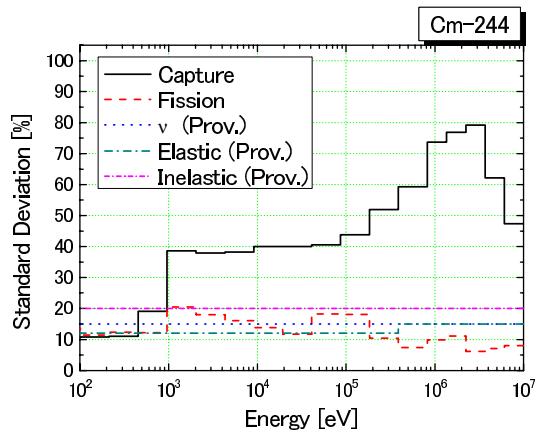


図 A.1.14 Cm-244 の標準偏差

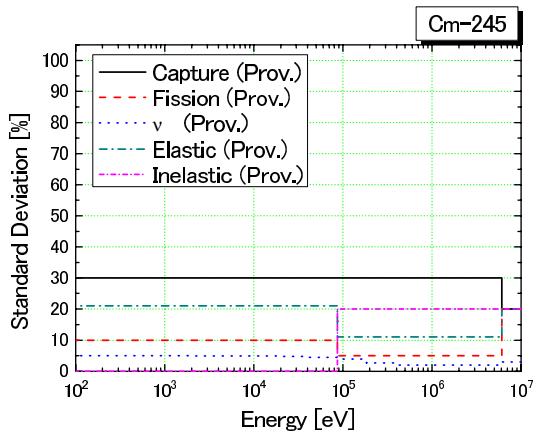


図 A.1.15 Cm-245 の標準偏差

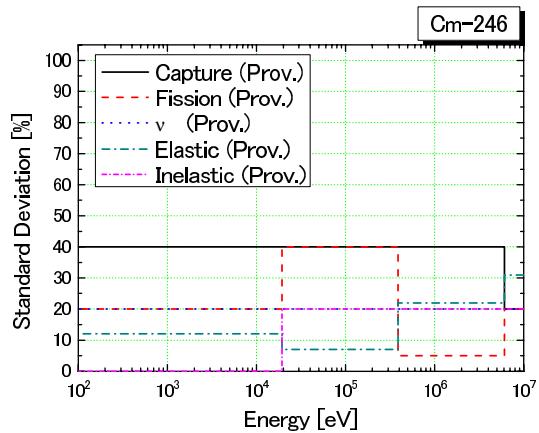


図 A.1.16 Cm-246 の標準偏差

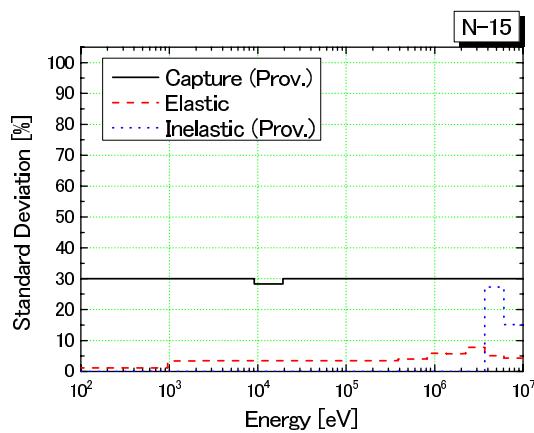


図 A.1.17 N-15 の標準偏差

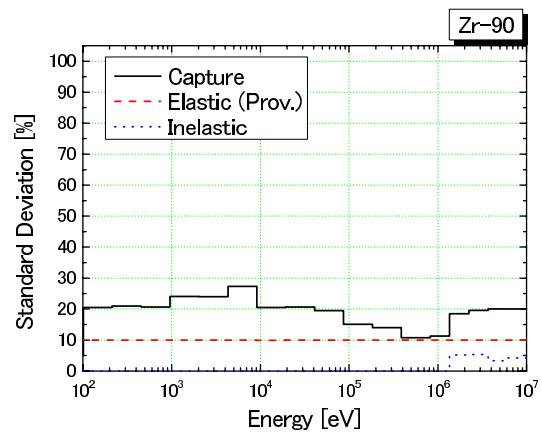


図 A.1.18 Zr-90 の標準偏差

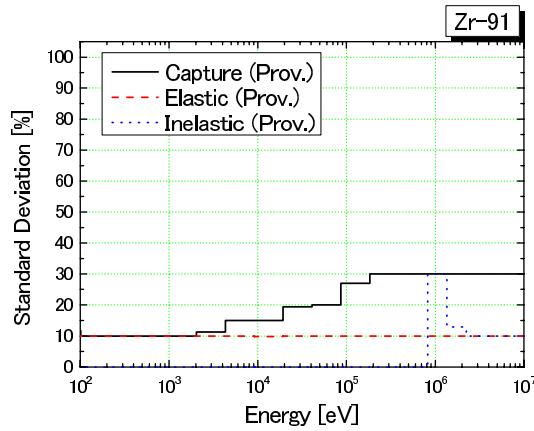


図 A.1.19 Zr-91 の標準偏差

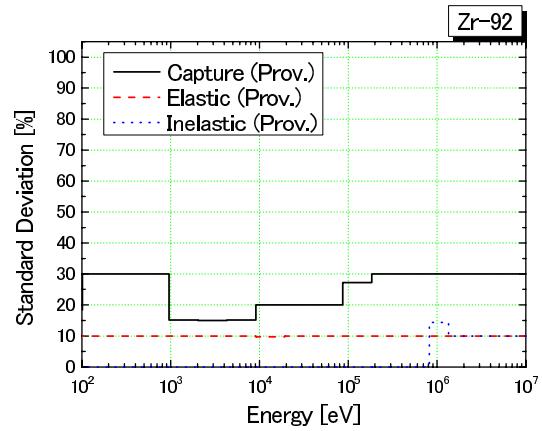


図 A.1.20 Zr-92 の標準偏差

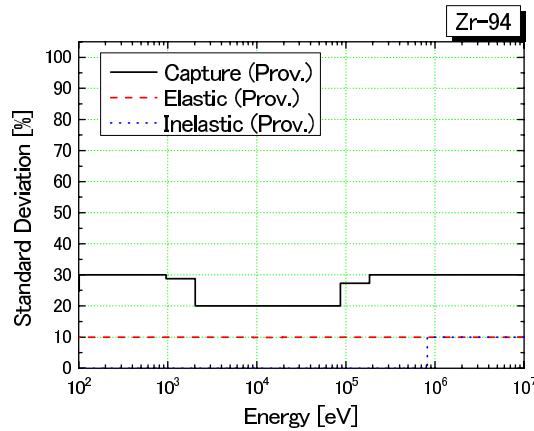


図 A.1.21 Zr-94 の標準偏差

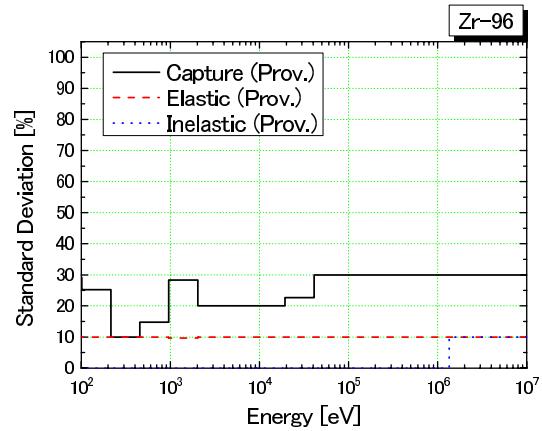


図 A.1.22 Zr-96 の標準偏差

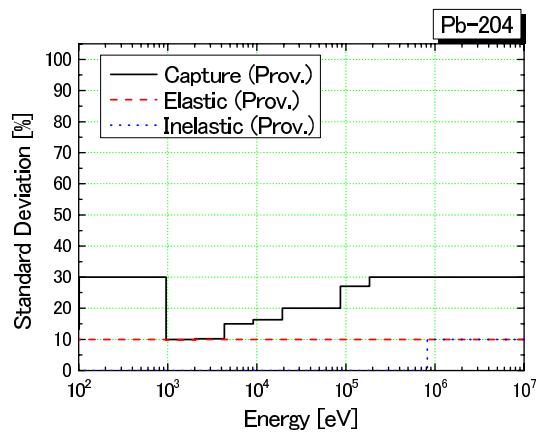


図 A.1.23 Pb-204 の標準偏差

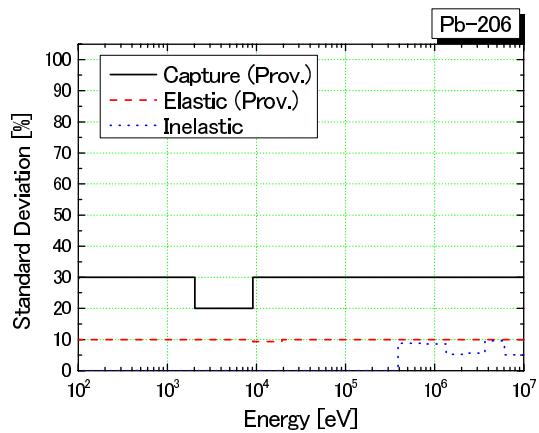


図 A.1.24 Pb-206 の標準偏差

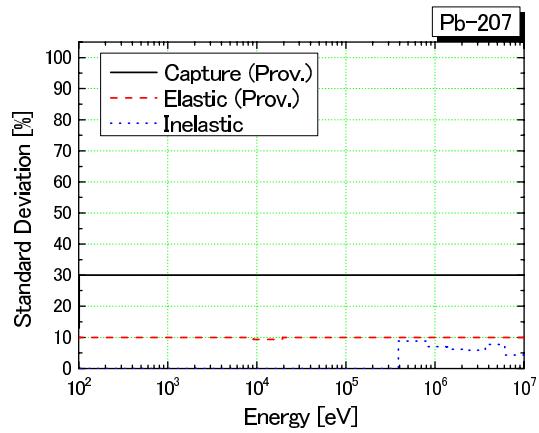


図 A.1.25 Pb-207 の標準偏差

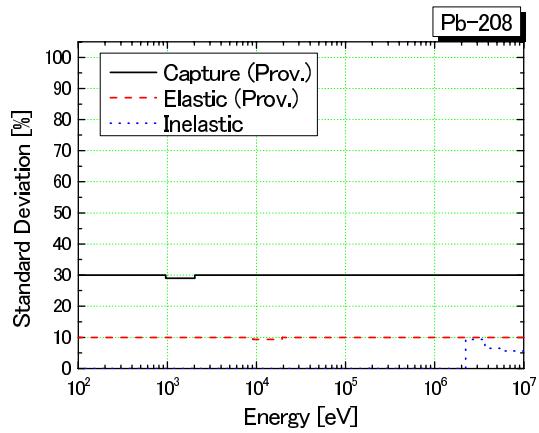


図 A.1.26 Pb-208 の標準偏差

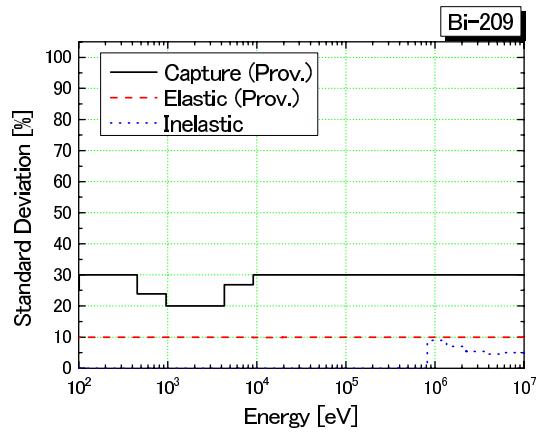


図 A.1.27 Bi-209 の標準偏差

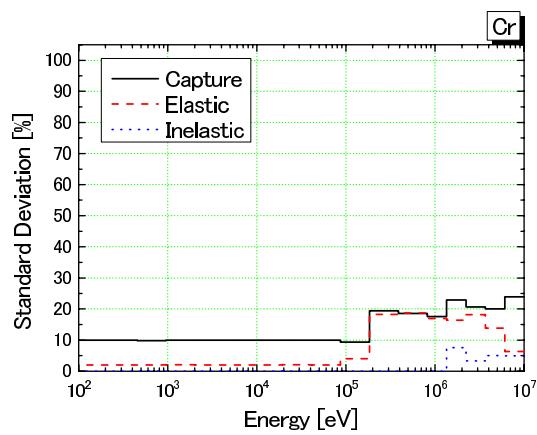


図 A.1.28 Cr-52 の標準偏差

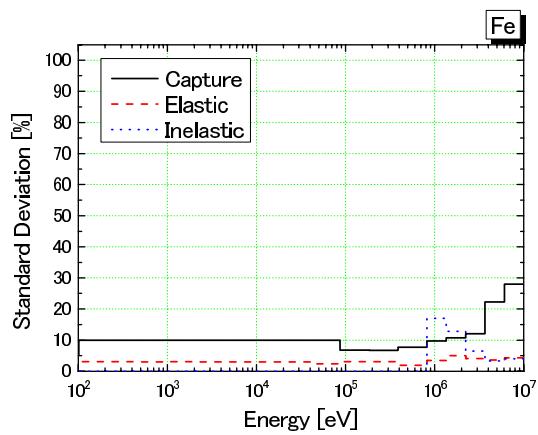


図 A.1.29 Fe-56 の標準偏差

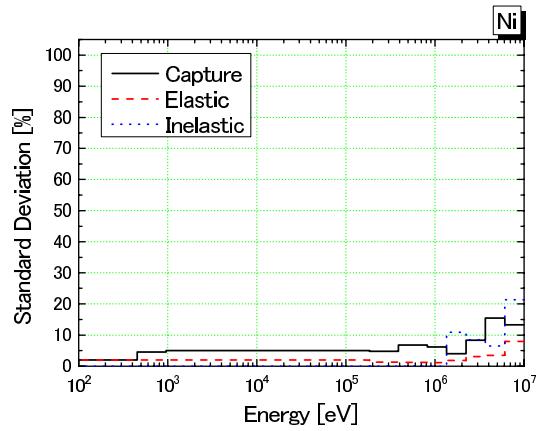


図 A.1.30 Ni-58 の標準偏差

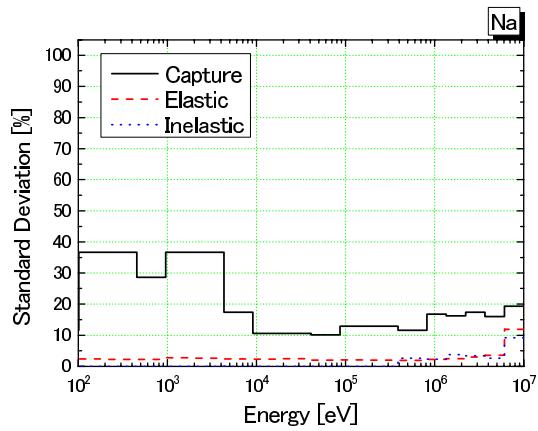


図 A.1.31 Na-23 の標準偏差

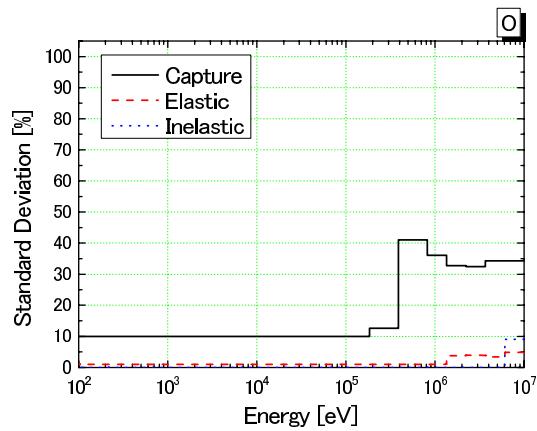


図 A.1.32 O-16 の標準偏差

付録B 核変換システムの感度係数

核変換システムの感度係数を以下に示す。各エネルギー群の構成は表 B.1.1 に示すとおりである。

表 B.1.1 18 群のエネルギー構造

group	upper [eV]	lower [eV]
1	1.00E+07	6.07E+06
2	6.07E+06	3.68E+06
3	3.68E+06	2.23E+06
4	2.23E+06	1.35E+06
5	1.35E+06	8.21E+05
6	8.21E+05	3.88E+05
7	3.88E+05	1.83E+05
8	1.83E+05	8.65E+04
9	8.65E+04	4.09E+04
10	4.09E+04	1.93E+04
11	1.93E+04	9.12E+03
12	9.12E+03	4.31E+03
13	4.31E+03	2.03E+03
14	2.03E+03	9.61E+02
15	9.61E+02	4.54E+02
16	4.54E+02	2.14E+02
17	2.14E+02	1.01E+02
18	1.01E+02	1.00E-05

B.1 FR-T (移行期)

B.1.1 臨界性

TABLE FS MA-LWR 5%: KEFF (HEAVY METAL) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	-10	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
U-235	NU	128	1	1	2	5	9	5	9	11	15	16	17	14	11	4	4	3	1	0
U-235	FISSION	92	1	1	2	4	7	4	7	9	11	12	12	10	7	3	2	1	0	0
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	-1592	-2	-5	-16	-63	-112	-72	-136	-196	-251	-222	-172	-137	-122	-50	-28	-7	0	0
U-238	NU	1152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	38	429	408	193	79
U-238	FISSION	672	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	24	250	230	117	48
U-238	ELAS.SCT	106	0	0	0	0	1	1	2	5	8	13	20	19	22	5	5	4	2	0
U-238	INEL.SCT	-712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-29	-28	-27	-102	-223	-206	-72	-13
U-238	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
U-238	MU-AVE.	-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-10	-17	-8	-13	-17	-10	-3
Np-237	CAPTURE	-193	0	-1	-4	-11	-21	-10	-18	-23	-28	-28	-24	-15	-7	-1	-1	0	0	0
Np-237	NU	204	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	6	54	44	43	33	14	4	0
Np-237	FISSION	132	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	36	29	27	20	9	3
Np-237	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	INEL.SCT	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-3	-1	-3	-2	-1	0
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	-25	0	0	-1	-2	-3	-1	-2	-3	-4	-4	-3	-2	-1	0	0	0	0	0
Pu-238	NU	205	0	0	2	3	4	3	6	8	15	16	20	27	40	21	19	14	6	2
Pu-238	FISSION	147	0	0	1	2	3	2	4	7	12	12	15	20	28	14	12	9	4	1
Pu-238	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	-386	-1	-2	-11	-29	-51	-29	-43	-44	-46	-41	-39	-30	-15	-3	-2	-1	0	0
Pu-239	NU	6666	3	13	50	162	302	154	299	439	642	798	948	917	831	362	354	255	104	31
Pu-239	FISSION	4959	2	9	38	126	240	123	240	352	509	620	715	672	584	248	229	163	69	21
Pu-239	ELAS.SCT	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0
Pu-239	INEL.SCT	-57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-9	-8	-13	-14	-5	-1
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	MU-AVE.	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	0	0
Pu-240	CAPTURE	-234	0	-1	-4	-13	-21	-10	-19	-27	-35	-34	-28	-19	-14	-4	-3	-1	0	0
Pu-240	NU	839	0	0	0	4	9	3	6	12	20	25	25	38	179	165	162	124	52	16
Pu-240	FISSION	569	0	0	0	3	7	2	5	10	16	19	19	27	124	111	104	78	34	11
Pu-240	ELAS.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Pu-240	INEL.SCT	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-3	-6	-10	-6	-1	0
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0
Pu-241	CAPTURE	-11	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
Pu-241	NU	257	0	1	3	8	17	9	17	23	30	33	36	30	22	9	9	6	2	1
Pu-241	FISSION	195	0	0	2	6	13	7	13	18	24	26	27	22	16	6	6	4	2	1
Pu-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	CAPTURE	-66	0	0	-1	-4	-3	-4	-7	-9	-11	-9	-7	-4	-4	-1	-1	0	0	0
Pu-242	NU	205	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	7	38	52	48	35	14	5
Pu-242	FISSION	139	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	27	36	31	22	10	3
Pu-242	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-3	-2	-1	0
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	CAPTURE	-357	0	-2	-6	-18	-34	-17	-28	-38	-50	-54	-53	-36	-16	-4	-2	-1	0	0
Am-241	NU	301	0	0	0	1	1	0	1	1	2	2	3	5	29	71	85	64	27	8
Am-241	FISSION	206	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	2	4	21	50	57	42	18	5
Am-241	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	INEL.SCT	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-3	-4	-4	-1	0	0
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	CAPTURE	-54	0	0	-1	-3	-5	-2	-4	-6	-8	-9	-8	-5	-2	-1	0	0	0	0
Am-243	NU	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	12	9	4	1
Am-243	FISSION	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	8	6	3	1
Am-243	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	INEL.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	CAPTURE	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	NU	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Cm-244	FISSION	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0

Cm-244	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		FS MA-LWR 5%: KEFF													(STRUCTURE , COOLANT)					UNIT:1.0E-4				
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G				
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(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
H-1	MU-AVE.	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	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-16	-9			
O-16	ELAS.SCT	-682	0	0	1	2	8	4	5	-1	-25	-77	-118	-121	-225	-79	-61	2	6	-2				
O-16	INEL.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3			
O-16	(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
O-16	MU-AVE.	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-21	-3	-3	-2	-4	-1		
Na-23	CAPTURE	-10	0	0	0	0	-1	-3	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-2			
Na-23	ELAS.SCT	-114	0	0	0	0	2	9	4	0	-7	-18	-27	-35	-17	-15	-11	-2	1	0				
Na-23	INEL.SCT	-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-25	-19	-17	-22	-8	-5					
Na-23	(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
Na-23	MU-AVE.	-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-2	-4	-4	-1	0				
Cr-nat.	CAPTURE	-32	0	0	0	0	-7	-1	-6	-1	-4	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
Cr-nat.	ELAS.SCT	11	0	0	0	0	1	1	3	0	-1	2	7	-6	4	0	-1	1	1	0				
Cr-nat.	INEL.SCT	-66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-19	-25	-13	-5					
Cr-nat.	(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
Cr-nat.	MU-AVE.	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-4	-2	-4	-1				
Mn-55	CAPTURE	-7	0	0	-1	0	-2	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	INEL.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-1	0					
Mn-55	(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
Mn-55	MU-AVE.	-1	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	-116	0	0	0	-1	-21	-1	-4	-4	-13	-12	-15	-11	-11	-3	-3	-6	-6	-5				
Fe-nat.	ELAS.SCT	-35	0	0	0	1	4	2	3	1	10	-14	-28	-18	-3	-3	1	6	4	0				
Fe-nat.	INEL.SCT	-298	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-2	0	-1	-2	-54	-96	-74	-48	-18				
Fe-nat.	(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
Fe-nat.	MU-AVE.	-41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-3	-7	-11	-7	-3					
Ni-nat.	CAPTURE	-79	0	0	0	0	-1	-1	-2	-8	-7	-6	-7	-5	-3	-2	-3	-14	-14	-5				
Ni-nat.	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	1	1	2	4	-3	-1	-4	0	3	0	0	1	1	0				
Ni-nat.	INEL.SCT	-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11	-15	-6	-2					
Ni-nat.	(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
Ni-nat.	MU-AVE.	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1					
Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(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
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	CAPTURE	-33	0	0	-1	-2	-3	-2	-3	-4	-4	-4	-3	-3	-2	-1	-1	0	0	0	0			
Mo-nat.	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
Mo-nat.	INEL.SCT	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-5	-2	-1			
Mo-nat.	(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
Mo-nat.	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0			

B.1.2 ポイド反応度

TABLE FS MA-LWR 5%: void case1																(HEAVY METAL)						UNIT:1.0E-4						
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G								
U-235	CAPTURE	28	0	1	3	10	17	-6	2	3	3	-1	0	-2	-2	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	
U-235	NU	-196	1	-4	-24	-82	-133	70	-20	-36	-27	11	-7	20	28	5	-2	3	1	1								
U-235	FISSION	-162	1	-3	-17	-60	-100	53	-15	-26	-20	7	-7	11	14	1	-3	0	0	0	0							
U-235	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0							
U-235	INEL.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	-1	0	0	0	0							
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
U-235	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
U-238	CAPTURE	2983	5	65	263	1119	1827	-854	408	700	518	-164	13	-285	-484	-116	-15	-16	-1	0								
U-238	NU	559	0	0	0	-4	-2	0	0	0	0	0	0	1	17	34	-193	406	186	115								
U-238	FISSION	-157	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	6	-289	49	43	30					
U-238	ELAS.SCT	358	-1	-2	-5	-20	-57	25	-2	-28	-33	37	6	100	239	41	24	24	8	2								
U-238	INEL.SCT	-1461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-61	-56	-124	-153	-376	-130	-407	-111	-43								
U-238	(n,2n)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5							
U-238	MU-AVE.	-471	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-4	-4	-50	-177	-47	-42	-87	-44	-17								
Np-237	CAPTURE	661	3	17	70	218	354	-156	55	88	67	-15	9	-28	-20	-2	0	-1	0	0								
Np-237	NU	240	0	0	-1	-3	-7	4	-1	-2	-2	0	-2	6	195	40	-28	26	11	6								
Np-237	FISSION	84	0	0	-1	-2	-6	3	-1	-2	-2	0	-2	3	111	9	-34	3	2	1								
Np-237	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	1	0	1	4	1	0	1	0	0								
Np-237	INEL.SCT	-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-8	-20	-4	-1	-4	-1	0								
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Np-237	MU-AVE.	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-1	-2	-1	0	0	0								
Pu-238	CAPTURE	95	0	4	10	31	44	-16	7	11	10	-1	2	-3	-3	-1	0	0	0	0								
Pu-238	NU	-106	0	-4	-32	-48	-73	42	-18	-33	-39	-1	-23	21	98	12	-19	7	3	2								
Pu-238	FISSION	-134	0	-3	-24	-37	-57	34	-14	-26	-31	-2	-19	10	55	1	-19	-1	0	0								
Pu-238	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0								
Pu-238	INEL.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0								
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-238	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-239	CAPTURE	1691	6	38	215	550	872	-373	145	183	126	-7	28	-43	-42	-6	0	-1	0	0								
Pu-239	NU	-10080	-39	-238	-984	-3101	-5188	2553	-1005	-1770	-1704	-27	-1085	704	1753	204	-348	120	46	29								
Pu-239	FISSION	-8986	-26	-174	-747	-2408	-4105	2040	-793	-1401	-1344	-66	-915	351	948	10	-347	-15	-1	5								
Pu-239	ELAS.SCT	28	0	0	0	-2	-6	3	0	-3	-4	3	-1	8	20	4	3	3	1	0								
Pu-239	INEL.SCT	-125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-10	-60	-21	0	-19	-5	-2								
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-239	MU-AVE.	-48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-18	-5	-4	-10	-5	-2	-1	0								
Pu-240	CAPTURE	782	5	26	85	246	357	-152	68	114	94	-7	20	-27	-39	-6	0	-2	0	0								
Pu-240	NU	370	0	0	-2	-83	-145	131	-19	-49	-55	-8	-29	28	571	91	-159	58	23	15								
Pu-240	FISSION	-21	0	0	-1	-64	-113	104	-15	-38	-43	-7	-24	13	333	2	-159	-9	-1	3								
Pu-240	ELAS.SCT	18	0	0	0	-2	-5	2	0	-2	-3	2	0	5	14	2	2	1	0									
Pu-240	INEL.SCT	-58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-3	-7	-21	-17	3	-7	-1	-1								
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-240	MU-AVE.	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-9	-2	-2	-4	-2	-1	-1	0								
Pu-241	CAPTURE	31	0	1	4	10	17	-7	3	4	4	0	1	-2	-3	0	0	0	0	0								
Pu-241	NU	-570	-1	-11	-59	-150	-287	137	-55	-91	-79	-2	-41	23	45	5	-9	3	1	1								
Pu-241	FISSION	-477	-1	-8	-45	-117	-227	110	-43	-72	-63	-4	-35	12	25	0	-9	0	0	0								
Pu-241	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0								
Pu-241	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0								
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-241	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-242	CAPTURE	170	1	5	22	69	53	-52	23	38	31	-1	5	-6	-13	-2	0	-1	0	0								
Pu-242	NU	132	0	0	0	-8	-2	2	0	-1	-2	0	-3	5	134	28	-47	16	6	5								
Pu-242	FISSION	25	0	0	0	-6	-1	1	0	-1	-2	0	-2	2	81	1	-47	-2	0	1								
Pu-242	ELAS.SCT	7	0	0	0	-1	-1	1	0	-1	-1	1	0	2	5	1	1	1	0	0								
Pu-242	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-1	-5	1	-3	0	0								
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Pu-242	MU-AVE.	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-1	-2	-1	0	0	0								
Am-241	CAPTURE	1028	3	29	121	343	566	-249	87	147	118	-30	20	-66	-52	-8	-1	-1	0	0								
Am-241	NU	186	0	-1	-3	-10	-17	8	-2	-4	-3	1	-2	5	128	60	-56	52	21	10								
Am-241	FISSION	32	0	0	-3	-8	-13	6	-2	-3	-3	0	-2	3	82	18	-65	12	6	3								
Am-241	ELAS.SCT	8	0	0	0	-1	-1	1	0																			

Cm-244	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
--------	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TABLE FS MA-LWR 5%: void case1 (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O-16	CAPTURE	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-28	-24
O-16	ELAS.SCT	-1918	0	-4	-18	-50	-166	-29	39	-16	-58	-208	-217	-492	-804	-81	99	53	45	-11
O-16	INEL.SCT	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11
O-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	MU-AVE.	-218	0	0	0	1	1	-1	0	1	1	-1	0	21	-185	-15	-10	-10	-16	-5

Na-23	CAPTURE	338	0	0	2	7	33	94	13	1	24	19	13	21	15	3	3	2	16	71
Na-23	ELAS.SCT	4135	0	-1	-5	-16	-86	-278	-149	-8	204	590	893	1197	721	550	419	119	-31	15
Na-23	INEL.SCT	3186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	816	624	578	742	268	157
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	MU-AVE.	417	0	0	0	0	0	0	1	1	2	6	10	24	82	59	94	93	36	9

Cr-nat.	CAPTURE	101	0	0	2	6	98	-22	16	3	10	0	1	-4	-4	-1	0	-1	-1	-2
Cr-nat.	ELAS.SCT	93	0	0	-1	-5	-18	11	13	-5	-6	4	2	-21	68	14	19	13	5	0
Cr-nat.	INEL.SCT	-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-8	-11	-37	-13	-19	
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	MU-AVE.	-57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-9	-4	-7	-20	-9	-5	-5	

Mn-55	CAPTURE	64	0	0	24	2	35	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	-20	0	0	-2	-2	-10	-4	0	0	-2	-3	-1	-1	3	1	1	1	0	0
Mn-55	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-1	0	-3	-1	-1	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0

Fe-nat.	CAPTURE	340	0	1	6	13	364	-8	16	14	31	-5	9	-16	-42	-7	-1	-11	-12	-12
Fe-nat.	ELAS.SCT	-32	-1	-3	-12	-41	-107	5	4	-16	-44	-38	-54	-41	157	37	53	52	18	0
Fe-nat.	INEL.SCT	-423	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-7	-1	-3	-10	-211	22	-100	-39	-67
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	MU-AVE.	-211	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-1	-12	-56	-18	-23	-55	-32	-16	

Ni-nat.	CAPTURE	-29	0	0	2	5	13	-10	4	30	18	-5	2	-10	-11	-3	-1	-24	-25	-14
Ni-nat.	ELAS.SCT	-4	0	-1	-3	-12	-33	5	9	-27	-18	-2	-11	7	47	10	12	10	3	0
Ni-nat.	INEL.SCT	-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-8	-22	-5	-8	
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	MU-AVE.	-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-11	-4	-4	-9	-5	-3	-3	

Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mo-nat.	CAPTURE	84	0	2	12	36	47	-27	10	14	9	-2	1	-5	-9	-1	0	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	14	0	0	0	-1	-1	1	0	-1	-1	0	-1	2	11	2	2	1	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-9	-2	-9	-3	-2
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-2	-1	-1	-1	-1	0	0

B.1.3 ドップラー反応度

TABLE FS MA-LWR 5%: Doppler +500K (HEAVY METAL) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	-62	-1	-2	-6	-16	-18	-4	-5	-4	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
U-235	NU	35	2	11	37	77	69	6	-2	-9	-21	-28	-31	-27	-21	-9	-8	-6	-2	-1
U-235	FISSION	-101	1	7	22	43	30	-5	-15	-21	-30	-33	-33	-26	-19	-7	-6	-4	-2	-1
U-235	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	1303	-20	-50	24	442	831	221	-77	-143	-111	-27	17	29	82	44	32	9	0	0
U-238	NU	-2381	0	0	0	1	-2	0	-1	0	0	0	0	-1	-7	-77	-886	-846	-401	-161
U-238	FISSION	-1801	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	-1	-6	-65	-682	-622	-304	-119
U-238	ELAS.SCT	424	-3	-1	2	14	36	22	65	87	113	88	53	13	-29	-9	-12	-10	-4	-1
U-238	INEL.SCT	2570	0	0	0	0	0	0	0	0	149	198	163	143	378	685	606	215	32	
U-238	(n,2n)	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	
U-238	MU-AVE.	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	30	16	30	41	25	7	
Np-237	CAPTURE	-1297	-12	-42	-135	-318	-375	-104	-119	-97	-68	-31	-7	4	5	1	1	0	0	0
Np-237	NU	-415	0	0	1	3	3	0	0	-1	-1	-2	-4	-12	-111	-92	-92	-70	-29	-9
Np-237	FISSION	-348	0	0	1	2	2	0	-1	-1	-2	-3	-4	-11	-98	-78	-72	-53	-22	-7
Np-237	ELAS.SCT	10	0	0	0	0	1	1	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	INEL.SCT	71	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	14	11	16	5	8	7	3	0
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	-159	-1	-9	-19	-43	-45	-11	-13	-11	-8	-3	0	1	1	0	1	0	0	0
Pu-238	NU	-269	0	9	43	41	32	2	-3	-10	-23	-30	-40	-59	-89	-48	-43	-33	-14	-4
Pu-238	FISSION	-306	0	6	29	26	16	-3	-10	-16	-30	-33	-41	-56	-78	-40	-34	-25	-11	-3
Pu-238	ELAS.SCT	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	-2626	-13	-87	-306	-639	-800	-258	-255	-165	-94	-38	-5	14	14	4	3	1	0	0
Pu-239	NU	-5639	97	402	1208	2264	1938	47	-195	-506	-1051	-1528	-1942	-1993	-1855	-820	-810	-585	-239	-70
Pu-239	FISSION	-8802	53	269	800	1377	908	-243	-568	-863	-1337	-1695	-1971	-1881	-1630	-693	-640	-449	-187	-54
Pu-239	ELAS.SCT	54	0	0	0	2	5	3	7	12	14	10	6	2	-2	-1	-1	-1	-1	0
Pu-239	INEL.SCT	287	0	0	0	0	0	0	2	34	18	14	21	17	46	27	44	43	17	2
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	MU-AVE.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	4	5	3	1
Pu-240	CAPTURE	-973	-3	-34	-97	-222	-241	-84	-113	-102	-73	-32	-4	9	12	4	4	2	0	0
Pu-240	NU	-1764	0	0	0	24	41	-6	-7	-17	-34	-47	-51	-82	-399	-373	-371	-285	-119	-37
Pu-240	FISSION	-1547	0	0	0	7	13	-10	-14	-27	-44	-52	-52	-77	-350	-313	-291	-218	-92	-28
Pu-240	ELAS.SCT	39	0	0	0	1	4	2	5	8	10	7	4	1	-2	-1	-1	-1	-1	0
Pu-240	INEL.SCT	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	16	13	16	21	31	18	5	1
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	MU-AVE.	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0
Pu-241	CAPTURE	-58	-1	-2	-8	-15	-17	-5	-5	-4	-3	-1	0	1	1	0	0	0	0	0
Pu-241	NU	-11	4	24	84	135	131	8	-7	-26	-47	-64	-74	-66	-50	-21	-20	-14	-6	-2
Pu-241	FISSION	-214	2	16	57	87	69	-10	-29	-44	-60	-71	-75	-62	-44	-18	-16	-11	-4	-1
Pu-241	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	CAPTURE	-316	-1	-9	-35	-82	-49	-36	-43	-36	-24	-9	-1	2	4	1	1	1	0	0
Pu-242	NU	-453	0	0	0	6	1	0	0	0	-1	-2	-5	-14	-86	-118	-109	-80	-33	-11
Pu-242	FISSION	-378	0	0	0	4	0	0	0	-1	-2	-3	-5	-14	-76	-100	-86	-62	-26	-9
Pu-242	ELAS.SCT	14	0	0	0	0	1	1	2	3	4	3	1	0	-1	0	0	0	0	0
Pu-242	INEL.SCT	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	4	3	7	11	7	2	0
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Am-241	CAPTURE	-2091	-12	-74	-230	-498	-597	-165	-187	-162	-119	-60	-16	10	12	3	2	1	0	0
Am-241	NU	-602	0	1	5	9	8	0	0	-1	-2	-3	-5	-10	-61	-150	-181	-137	-58	-17
Am-241	FISSION	-509	0	1	3	6	4	0	-1	-2	-3	-4	-5	-10	-55	-130	-147	-108	-46	-13
Am-241	ELAS.SCT	15	0	0	0	0	1	1	2	3	4	3	2	1	-1	0	0	0	0	0
Am-241	INEL.SCT	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	16	26	10	14	10	3	0
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
Am-243	CAPTURE	-311	-2	-11	-32	-75	-86	-24	-29	-25	-19	-10	-2	1	2	1	0	0	0	0
Am-243	NU	-83	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-5	-21	-26	-20	-8	-3
Am-243	FISSION	-70	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-5	-18	-22	-16	-7	-2
Am-243	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	INEL.SCT	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	5	2	3	2	1
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	CAPTURE	-7	0	0	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	NU	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-1	0
Cm-244	FISSION	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-1	-1	0	0
Cm-244	ELAS.SCT	0	0	0	0	0</														

Cm-244	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
--------	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TABLE FS MA-LWR 5%: Doppler +500K (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O-16	CAPTURE	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	13
O-16	ELAS.SCT	7091	-2	13	13	40	255	214	539	819	1098	993	938	785	984	235	180	-2	-12	4
O-16	INEL.SCT	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
O-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	MU-AVE.	59	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	-6	38	5	7	5	10	2

Na-23	CAPTURE	-54	0	-1	-2	-6	-18	-29	-3	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	3	
Na-23	ELAS.SCT	2566	-1	2	3	10	77	426	494	299	322	271	232	236	111	45	34	7	-3	1
Na-23	INEL.SCT	306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	55	49	62	22	11
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	MU-AVE.	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	9	9	4	1

Cr-nat.	CAPTURE	-105	-1	-1	-4	-9	-70	-13	-40	-2	15	3	5	5	2	1	1	1	1	1
Cr-nat.	ELAS.SCT	618	0	1	1	4	22	27	246	146	68	26	16	59	1	4	5	-3	-2	0
Cr-nat.	INEL.SCT	198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	60	72	40	14	
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	MU-AVE.	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	5	10	6	2	

Mn-55	CAPTURE	-97	0	-1	-47	-3	-34	-4	-4	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	138	0	0	0	2	11	53	4	28	12	18	6	3	1	0	0	0	0	0
Mn-55	INEL.SCT	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	4	5	2	1	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fe-nat.	CAPTURE	479	-2	-4	-13	-21	173	-7	-27	2	7	133	107	68	29	7	3	8	8	7
Fe-nat.	ELAS.SCT	1867	-5	6	7	30	134	91	188	385	156	307	313	187	71	18	4	-15	-9	0
Fe-nat.	INEL.SCT	1068	0	0	0	0	0	0	0	11	125	27	5	4	8	218	273	212	141	46
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	MU-AVE.	91	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	4	11	7	17	27	19	7	

Ni-nat.	CAPTURE	26	-1	-1	-4	-8	-14	-9	-10	-8	5	2	4	16	5	2	4	18	18	7
Ni-nat.	ELAS.SCT	698	-1	1	2	9	43	32	139	87	236	65	59	23	3	2	3	-2	-2	0
Ni-nat.	INEL.SCT	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	35	42	19	6
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	MU-AVE.	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3	4	3	1	

Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mo-nat.	CAPTURE	-199	-2	-5	-23	-50	-49	-17	-23	-17	-11	-4	-1	1	2	1	1	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	34	0	0	0	1	2	1	4	7	7	6	5	3	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	15	15	6	2	
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

B.1.4 燃焼反応度

TABLE FS MA-LWR5 Burn-Up (HEAVY METAL) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-234	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	CAPTURE	112	4	4	5	11	18	7	12	17	19	15	5	-1	-3	-1	-1	0	0	0
U-235	NU	3218	9	10	38	119	217	114	209	284	372	419	437	367	279	115	107	79	31	10
U-235	FISSION	3086	9	12	39	123	224	119	220	301	388	421	415	329	232	91	78	55	23	7
U-235	ELAS.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
U-235	INEL.SCT	-72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-9	-12	-7	-15	-16	-6	-1
U-235	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	CAPTURE	51	0	1	1	4	5	2	4	5	7	6	5	4	4	1	1	0	0	0
U-236	NU	-51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-10	-16	-13	-6	-2	-2
U-236	FISSION	-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-6	-9	-8	-4	-1	-1
U-236	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	INEL.SCT	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	3	1	0
U-236	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	-63780	-159	-225	-780	-2834	-5174	-3283	-6141	-8442	-10287	-8592	-6341	-4853	-4069	-1577	-805	-208	-10	-1
U-238	NU	2484	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	4	41	642	1021	559	219	219
U-238	FISSION	395	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	2	10	20	153	157	53	53
U-238	ELAS.SCT	1223	0	-1	-11	5	16	18	56	111	124	95	109	166	254	82	92	72	28	7
U-238	INEL.SCT	-9369	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-116	-597	-627	-612	-1489	-2523	-2412	-870	-122
U-238	MU-AVE.	-1167	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-12	-50	-125	-213	-108	-190	-263	-160	-44
U-238	(n,2n)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Np-237	CAPTURE	-7481	-15	-43	-176	-492	-883	-425	-707	-869	-1040	-1030	-907	-568	-253	-40	-21	-10	-1	0
Np-237	NU	4543	0	0	1	3	9	5	9	13	20	27	46	130	1188	972	969	746	309	95
Np-237	FISSION	2916	0	0	1	3	7	4	8	12	17	23	37	97	814	633	581	434	189	57
Np-237	ELAS.SCT	34	0	0	0	1	1	1	2	4	4	3	3	4	6	2	2	1	0	0
Np-237	INEL.SCT	-526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-69	-79	-134	-47	-79	-76	-27	-3
Np-237	MU-AVE.	-37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-6	-3	-6	-8	-5	-1
Np-237	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Np-239	CAPTURE	140	1	1	3	9	16	8	14	18	21	18	16	10	4	1	0	0	0	0
Np-239	NU	-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-6	-21	-11	-10	-7	-3	-1
Np-239	FISSION	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-4	-4	-3	-1	0	0
Np-239	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-239	INEL.SCT	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Np-239	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	1333	0	9	23	85	134	59	99	141	189	195	163	117	68	20	22	10	1	0
Pu-238	NU	-17684	0	-23	-160	-260	-436	-266	-537	-780	-1363	-1408	-1719	-2320	-3356	-1758	-1556	-1142	-463	-136
Pu-238	FISSION	-8887	0	-11	-86	-146	-250	-153	-307	-441	-752	-756	-892	-1163	-1611	-830	-696	-506	-221	-66
Pu-238	ELAS.SCT	-3	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	14	11	13	29	26	10	1
Pu-238	MU-AVE.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	2	1	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	16716	139	141	520	1357	2437	1372	2103	2143	2149	1684	1354	856	356	66	29	7	1	0
Pu-239	NU	7938	-251	-221	-317	-774	-866	-275	-329	-194	287	824	1580	2112	2302	1085	1214	1124	496	141
Pu-239	FISSION	79358	-22	52	412	1455	3035	1658	3432	5333	8185	10205	12032	11441	9957	4147	3891	2779	1087	280
Pu-239	ELAS.SCT	111	0	0	-1	2	2	2	6	14	16	11	8	9	16	6	8	3	1	
Pu-239	INEL.SCT	-782	0	0	0	0	0	0	0	2	30	8	-10	-52	-58	-169	-107	-168	-179	-72
Pu-239	MU-AVE.	-116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-6	-13	-19	-10	-18	-27	-16	-5
Pu-239	(n,2n)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Pu-240	CAPTURE	-11929	-33	-83	-267	-724	-1177	-586	-1069	-1446	-1779	-1658	-1341	-865	-596	-149	-110	-42	-3	0
Pu-240	NU	11630	0	0	1	46	95	29	68	144	254	314	327	505	2458	2267	2287	1840	766	229
Pu-240	FISSION	10019	0	0	1	53	111	33	81	172	296	351	342	494	2213	1939	1800	1381	583	168
Pu-240	ELAS.SCT	123	0	0	0	1	4	2	6	13	13	12	12	19	6	9	9	4	1	
Pu-240	INEL.SCT	-803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-17	-71	-72	-105	-143	-216	-137	-36	-6
Pu-240	MU-AVE.	-91	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-6	-12	-16	-7	-13	-19	-12	-4
Pu-240	(n,2n)	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4
Pu-241	CAPTURE	1747	2	6	36	96	184	87	154	191	233	231	198	161	113	32	17	6	0	0
Pu-241	NU	-11022	-4	-29	-145	-401	-841	-437	-787	-1036	-1313	-1427	-1494	-1213	-872	-360	-338	-217	-83	-25
Pu-241	FISSION	-1287	2	-1	-19	-73	-163	-82	-136	-161	-168	-157	-134	-86	-49	-22	-16	-9	-8	-4
Pu-241	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	9	11	4	0
Pu-241	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	(n,2n)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Pu-242	CAPTURE	3002	1	11	43	168	148	182	330	454	547	421	285	174	147	43	36	12	1	0
Pu-242</td																				

Pu-242	(n,2n)	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
<hr/>																				
Am-241	CAPTURE	-13892	-15	-74	-304	-776	-1417	-683	-1117	-1450	-1847	-1998	-1996	-1375	-609	-135	-74	-21	-1	0
Am-241	NU	7072	0	1	4	12	22	11	18	26	34	43	64	115	684	1658	2012	1538	648	183
Am-241	FISSION	4847	0	1	3	10	19	9	16	23	31	37	53	90	505	1176	1332	991	430	119
Am-241	ELAS.SCT	54	0	0	0	1	2	1	2	5	5	5	6	6	9	2	4	4	2	0
Am-241	INEL.SCT	-783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-36	-111	-233	-101	-143	-113	-35	-4
Am-241	MU-AVE.	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-7	-10	-5	-8	-11	-7	-2
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Am-242m	CAPTURE	480	0	2	7	20	42	22	39	52	68	78	77	45	21	5	2	0	0	0
Am-242m	NU	-5912	-2	-14	-60	-197	-422	-220	-400	-534	-682	-769	-857	-740	-521	-168	-152	-116	-45	-12
Am-242m	FISSION	-2719	0	-5	-26	-94	-208	-109	-199	-264	-331	-362	-388	-322	-215	-68	-59	-44	-19	-5
Am-242m	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	INEL.SCT	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	6	9	6	2	0
Am-242m	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Am-243	CAPTURE	-367	-2	-4	-16	-28	-48	-23	-37	-40	-47	-46	-39	-23	-11	-2	-1	0	0	0
Am-243	NU	-627	0	0	0	-1	-2	-1	-2	-3	-3	-4	-5	-8	-40	-159	-195	-132	-53	-17
Am-243	FISSION	-480	0	0	0	-1	-2	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-6	-31	-122	-148	-101	-41	-14
Am-243	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	INEL.SCT	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	3	6	4	1	0	0
Am-243	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Cm-242	CAPTURE	-31	0	0	-1	-2	-4	-2	-4	-5	-6	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	0
Cm-242	NU	-713	0	0	-2	-6	-12	-8	-17	-22	-30	-33	-37	-71	-169	-107	-98	-66	-27	-8
Cm-242	FISSION	-363	0	0	-1	-4	-7	-5	-10	-13	-17	-19	-20	-37	-85	-53	-46	-31	-14	-4
Cm-242	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-242	INEL.SCT	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	0	0
Cm-242	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Cm-243	CAPTURE	27	0	0	0	1	3	1	2	3	4	4	4	2	1	0	0	0	0	0
Cm-243	NU	-366	0	-1	-3	-13	-27	-14	-24	-34	-42	-45	-47	-41	-34	-14	-13	-10	-4	-1
Cm-243	FISSION	-169	0	0	-1	-6	-13	-7	-12	-17	-21	-21	-21	-18	-14	-6	-5	-4	-1	0
Cm-243	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Cm-244	CAPTURE	-60	0	-1	-3	-6	-11	-6	-12	-16	-16	-8	-1	3	7	4	5	2	0	0
Cm-244	NU	-1955	0	0	-2	-6	-20	-11	-21	-28	-33	-32	-32	-74	-477	-432	-351	-281	-122	-32
Cm-244	FISSION	-1279	0	0	-1	-4	-15	-8	-16	-21	-24	-23	-23	-50	-317	-281	-220	-175	-79	-21
Cm-244	ELAS.SCT	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Cm-244	INEL.SCT	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	3	3	12	11	4	1	0
Cm-244	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Cm-244	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Cm-245	CAPTURE	106	0	0	2	5	10	5	9	12	15	16	15	11	5	1	1	0	0	0
Cm-245	NU	-1488	-1	-4	-17	-58	-113	-58	-104	-137	-174	-190	-199	-173	-123	-46	-45	-30	-12	-3
Cm-245	FISSION	-885	0	-2	-10	-36	-71	-37	-66	-87	-108	-115	-117	-98	-67	-25	-23	-15	-6	-2
Cm-245	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	INEL.SCT	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	2	1	0
Cm-245	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Cm-246	CAPTURE	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	NU	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-3	-2	-1	0	0
Cm-246	FISSION	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-2	-1	0	0
Cm-246	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
U-235FP	CAPTURE	168	1	2	6	13	21	10	16	19	21	19	16	12	8	2	2	1	0	0
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	-1	-4	-13	-5	-8	-7	13	32	62	44	-21	6	4	-13	-8	0
U-235FP	INEL.SCT	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	13	16	6	2	2
U-235FP	MU-AVE.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
U-235FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
U-238FP	CAPTURE	3307	6	22	102	241	400	190	312	380	430	394	342	246	154					

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0-16	CAPTURE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	0	0	0	-2	-5
0-16	ELAS.SCT	-3804	0	8	-34	164	103	162	415	860	753	-489	-1761	-1731	-2295	-242	-19	168	125	11
0-16	INEL.SCT	-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-18	
0-16	MU-AVE.	-331	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	2	43	-214	-29	-39	-26	-52	-11
0-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	CAPTURE	112	4	1	1	4	17	47	7	0	12	8	4	5	2	0	0	0	0	-1
Na-23	ELAS.SCT	30	4	6	-7	39	18	313	381	314	221	-124	-431	-529	-198	-48	12	36	22	2
Na-23	INEL.SCT	-701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-288	-125	-80	-138	-51	-19
Na-23	MU-AVE.	-174	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-8	-30	-24	-42	-45	-18	-4	
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	CAPTURE	437	13	4	4	8	105	21	100	17	67	29	43	18	6	3	1	0	0	0
Cr-nat.	ELAS.SCT	406	3	2	-2	10	3	18	183	152	46	-4	6	-117	16	13	33	30	12	2
Cr-nat.	INEL.SCT	-432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	-19	-124	-157	-96	-28
Cr-nat.	MU-AVE.	-124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-7	-6	-25	-45	-26	-9	
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	CAPTURE	131	4	2	41	3	39	6	11	6	9	6	4	1	1	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	64	0	0	-5	7	1	39	3	30	8	-9	-9	-5	0	1	2	2	1	0
Mn-55	INEL.SCT	-41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-6	-3	-7	-11	-5	-2	
Mn-55	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-1	-1	-1	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	CAPTURE	1293	42	11	12	18	383	11	69	65	214	166	151	84	51	12	6	3	-1	-3
Fe-nat.	ELAS.SCT	32	33	25	-23	89	21	66	133	396	107	-126	-537	-383	-87	28	112	123	48	7
Fe-nat.	INEL.SCT	-1809	0	0	0	0	0	0	0	10	93	-15	-8	-10	-20	-482	-487	-467	-334	-89
Fe-nat.	MU-AVE.	-422	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-6	-17	-44	-29	-78	-126	-88	-32
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	CAPTURE	569	12	4	4	7	15	16	26	142	121	80	71	41	16	6	7	6	-2	-3
Ni-nat.	ELAS.SCT	313	9	7	-6	25	6	23	105	67	159	-23	-97	-39	15	9	23	23	9	1
Ni-nat.	INEL.SCT	-228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-1	-1	-73	-94	-44	-11	
Ni-nat.	MU-AVE.	-76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-8	-6	-15	-21	-15	-6	
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	CAPTURE	511	35	16	17	47	52	31	58	67	71	50	32	19	12	3	1	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	22	1	0	0	4	0	1	3	7	4	-2	-7	-5	5	2	4	3	1	0
Mo-nat.	INEL.SCT	-118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-9	-22	-31	-35	-14	-4	
Mo-nat.	MU-AVE.	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-3	-4	-3	-1	-1	
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

B.2 FR-E (平衡期)

B.2.1 臨界性

TABLE FS MA-FR 5%: KEFF (HEAVY METAL) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	-11	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0
U-235	NU	132	1	1	2	6	10	5	9	12	15	17	17	14	11	4	4	3	1	0
U-235	FISSION	93	1	1	2	4	7	4	7	9	11	12	12	10	7	3	2	2	1	0
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	-1742	-2	-6	-18	-73	-128	-81	-153	-218	-276	-241	-184	-145	-128	-52	-29	-8	0	0
U-238	NU	1153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	38	429	408	193	79
U-238	FISSION	662	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	23	246	226	115	47
U-238	ELAS.SCT	96	0	0	0	0	2	1	2	5	8	12	17	17	19	5	4	4	2	0
U-238	INEL.SCT	-699	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-30	-29	-27	-98	-217	-203	-71	-13
U-238	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
U-238	MU-AVE.	-76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-10	-16	-7	-11	-15	-9	-3
Np-237	CAPTURE	-66	0	0	-1	-4	-7	-4	-6	-8	-9	-9	-8	-5	-2	0	0	0	0	0
Np-237	NU	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	17	14	13	10	4	1
Np-237	FISSION	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	9	8	6	3	1
Np-237	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	INEL.SCT	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	-11	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
Pu-238	NU	82	0	0	1	1	2	1	2	3	6	6	8	11	16	8	7	6	2	1
Pu-238	FISSION	58	0	0	1	1	1	2	3	5	5	6	8	11	6	5	4	2	0	
Pu-238	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	-403	-1	-2	-13	-32	-55	-31	-45	-45	-48	-42	-40	-30	-15	-3	-2	-1	0	0
Pu-239	NU	6416	3	14	53	168	305	153	294	429	622	769	907	873	788	340	331	238	97	29
Pu-239	FISSION	4701	2	10	40	128	237	120	232	337	485	588	673	629	546	230	212	150	64	19
Pu-239	ELAS.SCT	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Pu-239	INEL.SCT	-52	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-9	-7	-12	-13	-5	-1	0
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	0	0	0
Pu-240	CAPTURE	-256	0	-2	-5	-15	-24	-12	-22	-30	-38	-36	-30	-20	-14	-4	-3	-1	0	0
Pu-240	NU	839	0	0	0	5	9	3	6	12	21	25	25	38	179	164	161	123	51	16
Pu-240	FISSION	562	0	0	0	4	7	2	5	10	16	19	19	27	123	109	102	77	33	10
Pu-240	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Pu-240	INEL.SCT	-31	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-3	-5	-9	-6	-1	0	0
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0
Pu-241	CAPTURE	-31	0	0	-1	-2	-3	-1	-2	-3	-4	-4	-4	-3	-3	-1	0	0	0	0
Pu-241	NU	714	0	2	9	23	49	26	47	64	83	93	99	83	61	25	24	16	7	2
Pu-241	FISSION	534	0	1	7	18	38	20	37	50	65	71	74	60	43	17	16	10	4	1
Pu-241	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	CAPTURE	-26	0	0	-1	-2	-1	-2	-3	-4	-4	-4	-3	-2	-2	0	0	0	0	0
Pu-242	NU	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	14	19	17	13	5	2	
Pu-242	FISSION	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	10	13	11	8	3	1	
Pu-242	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	INEL.SCT	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	CAPTURE	-316	0	-2	-6	-17	-31	-15	-25	-34	-44	-47	-46	-31	-14	-3	-2	0	0	0
Am-241	NU	241	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	4	24	57	68	51	22	7	
Am-241	FISSION	163	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	3	17	40	45	33	15	4	
Am-241	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	INEL.SCT	-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-2	-3	-3	-1	0	0
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	CAPTURE	-135	0	-1	-2	-7	-13	-6	-11	-15	-20	-22	-19	-11	-6	-1	-1	0	0	0
Am-243	NU	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	22	28	21	9	3
Am-243	FISSION	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	16	19	14	6	2
Am-243	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-1	0
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	CAPTURE	-60	0	0	-2	-4	-5	-3	-5	-7	-8	-8	-6	-5	-4	-2	-2	-1	0	0
Cm-244	NU	192	0	0	0	1	2	1	2	3	3	3	3	7	47	42	34	28	13	4
Cm-244	FISSION	137	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	5	34	30	23	19	9	2	

Cm-244	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	INEL.SCT	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
Cm-244	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLE FS MA-FR 5%: KEFF (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	CAPTURE	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-16	-9	
O-16	ELAS.SCT	-668	0	0	1	2	9	5	5	0	-23	-77	-120	-121	-215	-75	-61	0	5	-2
O-16	INEL.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
O-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	MU-AVE.	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-19	-2	-3	-2	-3	-1	
Na-23	CAPTURE	-11	0	0	0	0	-1	-3	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-2
Na-23	ELAS.SCT	-114	0	0	0	0	3	9	5	0	-6	-18	-28	-35	-17	-14	-11	-3	1	0
Na-23	INEL.SCT	-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	-17	-17	-21	-8	-5		
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	MU-AVE.	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-2	-3	-3	-1	0		
Cr-nat.	CAPTURE	-35	0	0	0	0	-7	-1	-7	-1	-4	-2	-4	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Cr-nat.	ELAS.SCT	8	0	0	0	0	1	1	3	0	-1	1	6	-6	3	-1	-1	1	1	0
Cr-nat.	INEL.SCT	-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-18	-25	-13	-5		
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	MU-AVE.	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-3	-2	-3	-1	
Mn-55	CAPTURE	-8	0	0	-2	0	-2	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	INEL.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-1	0	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	CAPTURE	-123	0	0	0	-1	-24	-1	-5	-4	-14	-13	-15	-12	-11	-3	-3	-6	-6	-5
Fe-nat.	ELAS.SCT	-43	0	0	0	1	5	2	3	1	9	-14	-30	-20	-4	-3	-1	5	3	0
Fe-nat.	INEL.SCT	-288	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-2	0	-1	-2	-50	-92	-73	-47	-18
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	MU-AVE.	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-3	-6	-9	-6	-2	
Ni-nat.	CAPTURE	-82	0	0	0	0	-1	-1	-2	-9	-8	-6	-7	-6	-3	-2	-3	-14	-14	-5
Ni-nat.	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	1	1	2	4	-3	-1	-4	0	2	0	-1	1	1	0
Ni-nat.	INEL.SCT	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	-14	-6	-2	
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-1	0			
Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	CAPTURE	-36	0	0	-1	-2	-3	-2	-4	-4	-5	-4	-3	-3	-2	-1	-1	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-5	-2	-1
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0

B.2.2 ポイド反応度

(HEAVY METAL)															UNIT:1.0E-4					
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	33	0	1	4	12	20	-7	2	4	3	-2	0	-2	-2	0	0	0	0	0
U-235	NU	-212	1	-5	-28	-91	-143	77	-21	-37	-28	12	-7	21	29	5	-2	3	1	1
U-235	FISSION	-171	1	-3	-19	-65	-104	57	-15	-27	-20	8	-7	11	14	1	-3	0	0	0
U-235	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	-1	0	0
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	3396	7	82	320	1317	2090	-1021	445	771	559	-195	6	-315	-519	-120	-15	-16	-1	0
U-238	NU	564	0	0	0	-4	-2	0	0	0	0	0	0	1	18	35	-198	411	188	117
U-238	FISSION	-173	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	10	6	-295	43	40	28
U-238	ELAS.SCT	363	-1	-3	-6	-22	-60	27	0	-25	-28	43	14	101	228	38	23	23	7	2
U-238	INEL.SCT	-1488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-63	-61	-129	-159	-370	-135	-413	-113	-44
U-238	(n,2n)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
U-238	MU-AVE.	-455	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-4	-5	-51	-170	-45	-40	-83	-42	-16
Np-237	CAPTURE	231	1	7	27	80	125	-58	18	30	22	-6	2	-10	-7	-1	0	0	0	0
Np-237	NU	79	0	0	0	-1	-2	1	0	-1	-1	0	-1	2	63	13	-9	9	3	2
Np-237	FISSION	27	0	0	0	-1	-2	1	0	-1	0	0	0	1	35	3	-10	1	1	0
Np-237	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Np-237	INEL.SCT	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-6	-1	0	-1	0	0
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	42	0	2	5	14	20	-8	3	5	4	-1	1	-1	-2	0	0	0	0	0
Pu-238	NU	-35	0	-2	-14	-21	-31	19	-7	-13	-15	1	-8	10	43	6	-7	3	1	1
Pu-238	FISSION	-48	0	-2	-11	-16	-24	14	-6	-10	-12	0	-7	5	24	1	-7	0	0	0
Pu-238	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	1778	8	46	251	613	934	-427	143	184	121	-16	22	-49	-45	-6	0	-1	0	0
Pu-239	NU	-9288	-47	-269	-1064	-3238	-5206	2663	-944	-1680	-1566	113	-900	839	1843	238	-295	141	54	31
Pu-239	FISSION	-8252	-30	-192	-789	-2465	-4042	2082	-735	-1309	-1218	37	-769	437	999	36	-306	0	5	7
Pu-239	ELAS.SCT	25	0	0	0	-2	-5	3	0	-3	-3	3	0	7	17	3	2	3	1	0
Pu-239	INEL.SCT	-127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-4	-10	-59	-21	-2	-20	-6	-2
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	MU-AVE.	-43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-5	-16	-4	-4	-8	-4	-2
Pu-240	CAPTURE	859	6	33	103	289	406	-183	71	121	96	-14	17	-33	-44	-7	0	-2	0	0
Pu-240	NU	488	0	0	-2	-91	-153	142	-19	-49	-53	-4	-25	35	618	113	-143	72	28	17
Pu-240	FISSION	48	0	0	-1	-68	-117	110	-14	-38	-41	-4	-21	18	357	14	-148	-2	2	3
Pu-240	ELAS.SCT	18	0	0	0	-2	-5	2	0	-2	-2	2	0	5	13	2	2	1	0	0
Pu-240	INEL.SCT	-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-3	-8	-22	-18	1	-8	-1	-1
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	MU-AVE.	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-8	-2	-2	-4	-2	-1
Pu-241	CAPTURE	93	0	2	14	32	51	-22	8	12	10	-2	2	-6	-8	-1	0	0	0	0
Pu-241	NU	-1549	-5	-36	-182	-448	-825	411	-148	-249	-209	10	-98	80	137	18	-21	10	4	2
Pu-241	FISSION	-1281	-3	-25	-136	-342	-642	322	-115	-194	-163	2	-84	43	75	3	-22	0	0	0
Pu-241	ELAS.SCT	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	-2	-1	0
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0
Pu-242	CAPTURE	69	0	3	10	30	22	-23	9	15	11	-1	1	-3	-5	-1	0	0	0	0
Pu-242	NU	59	0	0	0	-3	-1	1	0	-1	-1	0	-1	2	53	13	-15	7	3	2
Pu-242	FISSION	15	0	0	0	-3	-1	1	0	0	-1	0	-1	1	32	2	-16	0	0	0
Pu-242	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Pu-242	INEL.SCT	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-2	0	-1	0	0	0
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	MU-AVE.	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0
Am-241	CAPTURE	929	4	29	119	326	519	-239	75	128	100	-31	13	-60	-45	-7	-1	-1	0	0
Am-241	NU	161	0	-1	-3	-9	-14	7	-2	-3	-3	1	-2	5	108	51	-43	44	18	9
Am-241	FISSION	31	0	0	-2	-7	-11	5	-2	-3	-2	0	-2	3	68	16	-52	10	5	3
Am-241	ELAS.SCT	6	0	0	0	0	-1	1	0	-1	-1	1	0	2	4	1	1	1	0	0
Am-241	INEL.SCT	-57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-9	-29	-8	-2	-5	-1	0
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	MU-AVE.	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-1	-2	-1	0	0	0
Am-243	CAPTURE	392	2	12	47	137	213	-100	33	56	46	-14	5	-21	-20	-3	0	0	0	0
Am-243	NU	51	0	0	-1	-3	-4	2	-1	-1	-1	0	0	1	27	20	-18	18	8	4
Am-243	FISSION	6	0	0	-1	-2	-3	2	-1	-1	-1	0	0	1	18	7	-21	5	3	2
Am-243	ELAS.SCT	3	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Am-243	INEL.SCT	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-5	-16	-5	-1	-4	-1	0
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	-1	0	0
Cm-244	CAPTURE	189	1	7	31	72	91	-41	14	25	19	-5	2	-9	-14	-3	-1	-1	0	0
Cm-244	NU	207	0	-1	-3	-10	-29	16	-6	-9	-7	1	-2	8	191	41	-22	24	10	5
Cm-244	FISSION	92	0	-1	-3	-8</														

Cm-244	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	-1	0	0
--------	---------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	----	---	---

TABLE FS MA-FR 5%: void case1 (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O-16	CAPTURE	-56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	-29	-25
O-16	ELAS.SCT	-2015	0	-5	-21	-59	-180	-33	49	-9	-53	-220	-232	-510	-825	-82	88	46	43	-11
O-16	INEL.SCT	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11
O-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	MU-AVE.	-205	0	0	0	1	1	-1	0	1	1	-1	0	21	-175	-14	-9	-9	-15	-4

Na-23	CAPTURE	367	0	0	2	8	38	107	15	1	27	21	14	23	16	4	3	2	16	72
Na-23	ELAS.SCT	4147	0	-1	-6	-19	-93	-290	-170	-25	180	605	931	1220	727	529	431	136	-25	16
Na-23	INEL.SCT	3112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	784	589	571	737	272	158
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	MU-AVE.	364	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	9	22	72	52	81	80	31

Cr-nat.	CAPTURE	110	0	1	2	7	110	-25	17	4	10	0	1	-4	-4	-2	0	-1	-1	-2
Cr-nat.	ELAS.SCT	91	0	0	-1	-6	-19	11	19	-3	-5	5	5	-22	62	13	17	12	4	0
Cr-nat.	INEL.SCT	-98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-8	-12	-39	-14	-19
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	MU-AVE.	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-9	-4	-7	-19	-9	-4

Mn-55	CAPTURE	74	0	0	29	3	39	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	-22	0	0	-3	-3	-10	-5	0	0	-1	-4	-1	-1	2	1	1	1	0	0
Mn-55	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-1	0	-3	-1	-1
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0

Fe-nat.	CAPTURE	388	0	2	7	16	414	-10	17	15	33	-6	8	-18	-44	-7	-1	-11	-12	-13
Fe-nat.	ELAS.SCT	-70	-1	-4	-14	-46	-114	4	9	-12	-37	-39	-55	-46	139	34	50	47	17	0
Fe-nat.	INEL.SCT	-437	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-8	-1	-3	-10	-207	15	-106	-43	-68
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	MU-AVE.	-198	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-1	-1	-12	-52	-17	-22	-51	-30	-15

Ni-nat.	CAPTURE	-29	0	1	2	6	15	-11	5	32	18	-6	1	-11	-12	-4	-1	-25	-25	-14
Ni-nat.	ELAS.SCT	-8	0	-1	-4	-13	-35	5	12	-24	-16	-2	-11	6	44	9	12	9	3	0
Ni-nat.	INEL.SCT	-48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-8	-23	-6	-8	0
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	MU-AVE.	-38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-10	-4	-4	-8	-5	-3	0

Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mo-nat.	CAPTURE	94	0	2	15	41	53	-32	10	15	10	-3	0	-6	-9	-2	0	-1	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	13	0	0	0	-2	-1	1	0	-1	-1	0	0	2	10	2	1	1	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-9	-2	-10	-3	-2
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-2	-1	-1	0	0	0

B.2.3 ドップラー反応度

TABLE FS MA-FR 5%: Doppler +500K (HEAVY METAL) UNIT: 1.OE-4

Cm-244	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
--------	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TABLE FS MA-FR 5%: Doppler +500K (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O-16	CAPTURE	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	12
O-16	ELAS.SCT	6984	-2	13	14	43	259	210	534	815	1088	985	928	768	937	219	177	2	-10	4
O-16	INEL.SCT	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
O-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O-16	MU-AVE.	54	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	-6	36	5	7	4	9	2	

Na-23	CAPTURE	-54	0	-1	-2	-6	-18	-29	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Na-23	ELAS.SCT	2533	-1	2	3	10	77	418	490	298	319	268	230	231	106	42	34	8	-3	1
Na-23	INEL.SCT	293	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	51	47	60	22	11
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	MU-AVE.	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	8	8	3	1	

Cr-nat.	CAPTURE	-109	-1	-1	-4	-9	-71	-13	-39	-2	13	3	5	5	2	1	1	1	1	1
Cr-nat.	ELAS.SCT	611	0	1	1	4	22	26	243	145	67	25	15	57	2	4	6	-2	-2	0
Cr-nat.	INEL.SCT	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	57	70	39	13	
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	MU-AVE.	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	5	8	5	2		

Mn-55	CAPTURE	-99	0	-1	-49	-4	-35	-4	-4	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	136	0	0	0	2	11	52	4	28	12	18	6	3	1	0	0	0	0	0
Mn-55	INEL.SCT	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	3	5	2	1	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fe-nat.	CAPTURE	430	-2	-4	-13	-21	157	-7	-26	1	5	121	97	62	27	7	3	8	8	6
Fe-nat.	ELAS.SCT	1845	-5	6	8	31	134	89	184	382	148	302	308	183	70	17	7	-12	-8	0
Fe-nat.	INEL.SCT	1031	0	0	0	0	0	0	0	10	124	27	4	4	7	206	260	206	137	45
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	MU-AVE.	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	6	15	24	16	6

Ni-nat.	CAPTURE	22	-1	-1	-4	-9	-15	-9	-9	-9	4	2	4	15	5	2	4	18	18	7
Ni-nat.	ELAS.SCT	688	-1	2	2	9	43	31	138	84	232	64	58	23	3	2	3	-2	-1	0
Ni-nat.	INEL.SCT	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	33	41	18	6
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	MU-AVE.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3	4	3	1	

Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mo-nat.	CAPTURE	-199	-2	-5	-24	-51	-49	-17	-23	-16	-10	-4	-1	1	2	1	1	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	34	0	0	0	1	1	4	7	7	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	15	15	6	2	
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

B.2.4 燃焼反応度

(HEAVY METAL)															UNIT: 1.0E-4					
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-234	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	CAPTURE	55	2	2	2	5	8	3	6	9	10	8	3	-1	-2	-1	0	0	0	0
U-235	NU	1767	3	5	21	70	125	65	117	158	205	229	238	199	150	61	57	42	17	6
U-235	FISSION	1610	2	4	18	65	119	63	116	159	205	221	216	171	120	47	40	29	12	4
U-235	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	-38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-5	-7	-4	-8	-8	-3	0
U-235	MU-AVE.	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	CAPTURE	28	0	0	1	2	3	1	2	3	4	3	3	2	2	1	0	0	0	0
U-236	NU	-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-6	-8	-7	-3	-1	-1
U-236	FISSION	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-4	-2	-1	-1
U-236	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	INEL.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0
U-236	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	-41779	-76	-143	-529	-1946	-3487	-2194	-4076	-5556	-6712	-5579	-4103	-3132	-2608	-999	-503	-129	-6	0
U-238	NU	1067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	235	455	261	102	
U-238	FISSION	-594	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-2	-23	-308	-205	-39	-16	
U-238	ELAS.SCT	250	0	0	-5	7	12	11	34	59	48	-15	-51	-9	70	24	29	25	10	2
U-238	INEL.SCT	-5065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-67	-380	-395	-352	-800	-1287	-1256	-462	-67
U-238	MU-AVE.	-400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-14	-39	-72	-36	-66	-95	-59	-16
U-238	(n,2n)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Np-237	CAPTURE	-1412	-3	-9	-36	-99	-174	-83	-136	-164	-194	-189	-165	-102	-45	-7	-4	-2	0	0
Np-237	NU	671	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	19	177	143	142	110	45	14	
Np-237	FISSION	392	0	0	0	0	1	1	2	2	3	5	13	110	85	77	58	26	8	
Np-237	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Np-237	INEL.SCT	-83	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-12	-13	-21	-7	-12	-11	-4	0	0
Np-237	MU-AVE.	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	0
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-239	CAPTURE	90	0	1	2	6	11	5	9	12	14	12	10	6	2	0	0	0	0	0
Np-239	NU	-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-12	-6	-6	-4	-2	0	0
Np-239	FISSION	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-2	-2	-1	-1	0	0	0
Np-239	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-239	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-239	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	434	0	3	7	26	43	19	32	45	61	64	54	39	23	7	7	3	0	0
Pu-238	NU	-6142	0	-8	-55	-89	-149	-91	-184	-268	-470	-487	-597	-808	-1169	-613	-543	-399	-162	-48
Pu-238	FISSION	-3094	0	-4	-29	-49	-85	-52	-106	-152	-261	-263	-311	-407	-563	-290	-244	-177	-77	-23
Pu-238	ELAS.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	5	4	5	10	9	3
Pu-238	MU-AVE.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	10275	68	75	290	802	1467	835	1285	1320	1337	1060	866	558	240	46	21	6	0	0
Pu-239	NU	-3660	-125	-97	-122	-366	-556	-248	-410	-513	-532	-514	-398	-160	17	-4	60	181	98	28
Pu-239	FISSION	39721	-13	48	275	901	1690	876	1786	2737	4155	5109	5942	5585	4838	1980	1854	1323	509	128
Pu-239	ELAS.SCT	20	0	0	0	1	1	1	4	7	7	-1	-6	-4	3	1	2	2	1	0
Pu-239	INEL.SCT	-340	0	0	0	0	0	0	0	1	19	6	-5	-30	-32	-83	-45	-66	-73	-30
Pu-239	MU-AVE.	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-3	-5	-8	-5	-1
Pu-239	(n,2n)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pu-240	CAPTURE	-7502	-20	-58	-183	-486	-772	-379	-685	-916	-1112	-1024	-818	-522	-353	-86	-62	-24	-2	0
Pu-240	NU	4043	0	0	0	20	36	10	25	51	90	110	114	176	856	768	779	650	275	82
Pu-240	FISSION	3803	0	0	0	24	46	14	33	71	122	142	136	192	843	721	663	516	219	62
Pu-240	ELAS.SCT	39	0	0	0	1	2	1	3	7	6	2	0	1	6	2	3	3	2	0
Pu-240	INEL.SCT	-361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-38	-38	-50	-62	-89	-58	-16
Pu-240	MU-AVE.	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-6	-2	-5	-7	-4
Pu-240	(n,2n)	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3
Pu-241	CAPTURE	1100	1	4	21	61	118	57	102	128	155	149	122	94	62	17	9	3	0	0
Pu-241	NU	980	2	5	20	23	35	19	41	62	102	123	148	139	111	44	46	40	17	5
Pu-241	FISSION	6509	4	19	88	214	438	233	440	605	807	883	922	747	526	207	190	126	48	13
Pu-241	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-4	-3	-6	-8	-3	0
Pu-241	MU-AVE.	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	0
Pu-241	(n,2n)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Pu-242	CAPTURE	1800	1	8	29	104	89	108	193	262	316	249	174	110	96	29	25	8	0	0
Pu-242	NU	-4683	0	0	0															

Pu-242	(n,2n)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Am-241	CAPTURE	-6853	-8	-40	-164	-411	-733	-349	-565	-723	-905	-965	-954	-650	-283	-61	-33	-10	-1	0
Am-241	NU	2770	0	0	2	6	9	5	8	11	14	17	26	46	270	648	784	600	253	72
Am-241	FISSION	1777	0	0	1	4	8	4	6	9	12	14	20	34	187	430	484	361	158	44
Am-241	ELAS.SCT	16	0	0	0	0	1	0	1	2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	0
Am-241	INEL.SCT	-322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-16	-49	-97	-40	-56	-45	-14	-2
Am-241	MU-AVE.	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-2	-3	-4	-2	-1
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	CAPTURE	240	0	1	3	10	21	11	20	26	34	39	38	22	10	2	1	0	0	0
Am-242m	NU	-2492	-1	-6	-26	-84	-179	-93	-169	-225	-287	-324	-361	-311	-218	-71	-64	-48	-19	-5
Am-242m	FISSION	-910	0	-2	-8	-32	-71	-38	-68	-90	-112	-122	-129	-105	-69	-22	-19	-14	-6	-2
Am-242m	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	INEL.SCT	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	4	3	1
Am-242m	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	CAPTURE	-2117	-3	-13	-52	-131	-224	-107	-179	-227	-295	-316	-279	-165	-88	-21	-12	-3	0	0
Am-243	NU	527	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	6	31	120	157	126	55	18
Am-243	FISSION	268	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	4	18	64	75	60	28	9	
Am-243	ELAS.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Am-243	INEL.SCT	-137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-12	-19	-36	-18	-25	-20	-6	-1
Am-243	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	0
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-242	CAPTURE	-27	0	0	-1	-2	-3	-2	-3	-4	-5	-4	-4	-2	-1	-1	0	0	0	0
Cm-242	NU	-327	0	0	-1	-3	-6	-4	-8	-10	-14	-15	-17	-33	-78	-49	-45	-30	-12	-3
Cm-242	FISSION	-148	0	0	0	-1	-3	-2	-4	-5	-7	-8	-8	-15	-34	-21	-19	-12	-6	-2
Cm-242	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-242	INEL.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Cm-242	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	CAPTURE	16	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
Cm-243	NU	-184	0	0	-2	-6	-14	-7	-12	-17	-21	-23	-24	-21	-17	-7	-7	-5	-2	0
Cm-243	FISSION	-71	0	0	-1	-3	-6	-3	-5	-7	-9	-9	-9	-7	-6	-2	-2	-1	-1	0
Cm-243	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	CAPTURE	-2074	-4	-14	-66	-145	-211	-101	-180	-244	-301	-257	-194	-146	-113	-42	-41	-14	-1	0
Cm-244	NU	474	0	0	1	1	2	1	3	4	6	6	6	16	112	96	84	84	40	11
Cm-244	FISSION	745	0	0	1	2	7	4	8	12	15	14	14	31	190	159	123	105	47	11
Cm-244	ELAS.SCT	6	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cm-244	INEL.SCT	-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-6	-3	-3	-9	-9	-4	-1
Cm-244	MU-AVE.	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0
Cm-244	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	CAPTURE	447	0	2	7	23	43	21	37	49	64	67	62	44	20	4	2	0	0	0
Cm-245	NU	-4671	-2	-12	-54	-185	-358	-184	-328	-432	-547	-595	-623	-541	-385	-143	-141	-94	-37	-10
Cm-245	FISSION	-2103	0	-4	-23	-85	-173	-90	-160	-210	-260	-275	-276	-229	-154	-57	-53	-34	-15	-4
Cm-245	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	INEL.SCT	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	3	6	5	2	0
Cm-245	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	CAPTURE	27	0	0	1	2	3	1	2	3	4	3	2	2	2	1	0	0	0	0
Cm-246	NU	-78	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	-3	-12	-20	-18	-12	-5	-2
Cm-246	FISSION	-56	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-9	-15	-13	-8	-3	-1	0
Cm-246	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	INEL.SCT	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Cm-246	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	CAPTURE	95	0	1	3	7	12	6	9	11	12	11	9	7	4	1	1	0	0	0
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	INEL.SCT	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	7	8	3	1
U-235FP	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
U-235FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	CAPTURE	1674	3	12	52	123	205	97	159	193	217	199	172	123	76	21	15	6	1	0
U-238FP	ELAS.SCT	12	0	0	0	0	-2	-7	-3	-5	-4	-7	5	9	6	-3	1	1	-2	0
U-238FP	INEL.SCT	412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13	46	46	107	126	51
U-238FP	MU-AVE.	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	4	7	5	2
U-238FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239FP	CAPTURE	7827	12	51	225	552	930	446	740	913	1039	955	827	590	351	97	67	29	5	0
Pu-239FP	ELAS.SCT	47	0	0	-1	-2	-7	-3	-5	-4	-7	19	36	25	-12	3	3	-7	-5	0
Pu-239FP	INEL.SCT	1807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	20	60	221	208	466	539	220
Pu-239FP	MU-AVE.	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	18	31	18	22	8
Pu-239FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241FP	CAPTURE	2817	3	17	78	196	334	159	265	328	374	346	302	216	126	35	24	11	2	0
Pu-241FP	ELAS.SCT	16	0	0	0	-1	-2	-1	-2	-1	2	6	12	8	-4	1	1	-2	-2	0
Pu-241FP	INEL.SCT	623	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	21	80	72	160	184	75
Pu-241FP	MU-AVE.	47	0	0	0	0														

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
H-1	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	ELAS.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
H-1	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H-1	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
H-1	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0-16	CAPTURE	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	4	0	0
0-16	ELAS.SCT	-2653	0	5	-18	120	78	103	271	564	501	-345	-1234	-1257	-1382	-114	-23	43	34	2
0-16	INEL.SCT	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	0
0-16	MU-AVE.	-97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	-59	-8	-11	-8	-17	-4	-4	0
0-16	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na-23	CAPTURE	56	2	1	1	2	8	22	3	0	6	4	2	3	1	0	0	0	0	0
Na-23	ELAS.SCT	-134	2	3	-4	28	16	200	249	204	144	-98	-311	-387	-162	-26	-2	5	6	0
Na-23	INEL.SCT	-329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-157	-48	-28	-61	-26	-9
Na-23	MU-AVE.	-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-6	-11	-14	-6	-1	0
Na-23	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	CAPTURE	221	7	2	2	3	48	10	50	9	36	16	23	10	3	2	1	0	0	0
Cr-nat.	ELAS.SCT	126	1	1	-1	8	3	12	118	99	28	-14	-32	-97	-16	0	6	7	3	1
Cr-nat.	INEL.SCT	-190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-9	-51	-67	-45	-13
Cr-nat.	MU-AVE.	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-7	-13	-8	-3	0
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	CAPTURE	61	2	1	17	1	18	3	5	3	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	36	0	0	-2	5	1	25	2	20	4	-7	-8	-5	-1	0	0	0	0	0
Mn-55	INEL.SCT	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-1	-3	-5	-3	-1
Mn-55	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	CAPTURE	664	22	6	5	8	174	5	34	34	115	90	81	45	28	7	4	4	2	0
Fe-nat.	ELAS.SCT	-399	17	13	-12	65	23	42	84	256	36	-121	-413	-326	-130	-4	25	31	14	2
Fe-nat.	INEL.SCT	-775	0	0	0	0	0	0	0	6	64	-9	-5	-6	-11	-234	-172	-208	-157	-42
Fe-nat.	MU-AVE.	-112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-2	-10	-6	-21	-37	-27	-10
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	CAPTURE	313	6	2	2	3	7	8	13	74	65	43	38	22	9	4	5	9	4	0
Ni-nat.	ELAS.SCT	92	5	3	-3	18	7	15	68	33	100	-28	-80	-49	-8	0	5	6	2	0
Ni-nat.	INEL.SCT	-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-31	-40	-21	-5
Ni-nat.	MU-AVE.	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-4	-6	-5	-2	0
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	ELAS.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
Zr	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	CAPTURE	258	18	8	7	21	24	15	29	35	38	27	17	11	7	2	1	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	-5	0	0	0	3	0	0	2	4	2	-3	-8	-7	-1	0	1	1	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-11	-12	-15	-7	-2	
Mo-nat.	MU-AVE.	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

B.3 ADS

B.3.1 臨界性

TABLE LBE cooled ADS: keff (HEAVY METAL) UNIT: 1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
U-234	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	NU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	CAPTURE	-882	-6	-3	-6	-16	-36	-56	-74	-101	-126	-144	-133	-100	-61	-12	-5	-1	0	0	
Np-237	NU	1691	0	0	0	0	1	2	2	4	5	8	15	51	478	475	381	180	68	21	
Np-237	FISSION	1132	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	7	12	39	338	309	239	116	47	15
Np-237	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
Np-237	INEL.SCT	-151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-9	-14	-55	-30	-27	-11	-2	0	
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	MU-AVE.	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	
Pu-238	CAPTURE	-11	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	
Pu-238	NU	139	0	0	0	0	1	2	3	4	8	9	12	20	33	20	15	7	3	1	
Pu-238	FISSION	103	0	0	0	0	0	1	2	2	4	6	7	10	16	24	14	10	5	2	1
Pu-238	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-238	INEL.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-238	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	CAPTURE	-171	-2	-1	-2	-4	-9	-15	-18	-19	-21	-21	-21	-19	-13	-4	-2	0	0	0	
Pu-239	NU	4628	13	8	12	34	73	119	163	247	362	516	648	753	783	386	307	138	51	15	
Pu-239	FISSION	3585	10	6	10	28	62	101	138	209	302	425	523	591	574	262	202	93	36	11	
Pu-239	ELAS.SCT	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
Pu-239	INEL.SCT	-57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-14	-16	-14	-7	-2	
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	MU-AVE.	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	
Pu-240	CAPTURE	-92	-1	-1	-1	-2	-3	-5	-7	-10	-13	-14	-12	-10	-10	-3	-2	0	0	0	
Pu-240	NU	540	0	0	0	1	2	3	3	6	9	13	14	25	128	142	114	55	20	6	
Pu-240	FISSION	378	0	0	0	1	2	2	2	5	8	10	11	20	93	96	74	36	14	5	
Pu-240	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-240	INEL.SCT	-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-5	-9	-8	-2	0	0	
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-240	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	CAPTURE	-39	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-4	-5	-5	-6	-6	-2	-1	0	0	0	
Pu-241	NU	1205	4	2	5	12	29	48	66	92	121	155	178	179	153	71	56	24	9	3	
Pu-241	FISSION	956	3	2	4	10	24	41	56	78	101	128	144	141	113	49	37	16	6	2	
Pu-241	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	INEL.SCT	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-3	-1	0	0	0	
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-241	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-242	CAPTURE	-22	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	
Pu-242	NU	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	23	38	28	13	5	2	
Pu-242	FISSION	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	17	26	19	9	3	1	
Pu-242	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-242	INEL.SCT	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	0	0	0	
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-242	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-241	CAPTURE	-733	-3	-3	-4	-11	-25	-38	-50	-72	-95	-119	-124	-102	-61	-17	-7	-1	0	0	
Am-241	NU	1031	0	0	0	0	1	2	2	3	4	5	8	18	112	329	321	151	58	17	
Am-241	FISSION	725	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4	7	14	84	230	217	104	42	12	
Am-241	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	
Am-241	INEL.SCT	-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-8	-38	-26	-21	-7	-1	0	
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-241	MU-AVE.	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	
Am-242m	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-242m	NU	16	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	2	1	1	0	0	0	0	0	
Am-242m	FISSION	13	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	
Am-242m	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-242m	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-242m	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-242m	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Am-243	CAPTURE	-256	-2	-1	-1	-4	-8	-13	-18	-26	-36	-45	-41	-30	-21	-7	-3	-1	0	0	
Am-243	NU	324	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	22	105	109	51	20	7	
Am-243	FISSION	232	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	17	75	75	36	14	5	

TABLE LBE cooled ADS: keff (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.OE-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
N-15	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-15	ELAS.SCT	-695	0	0	0	0	0	1	0	-1	-8	-18	-38	-67	-104	-272	-164	-41	10	9
N-15	INEL.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
N-15	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-15	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	-1	0	0
<hr/>																				
Cr-nat.	CAPTURE	-23	-1	0	0	0	-3	-1	-4	-1	-3	-1	-3	-2	-1	-1	0	0	0	0
Cr-nat.	ELAS.SCT	22	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	2	9	-2	4	4	6	3	1	
Cr-nat.	INEL.SCT	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-19	-6	-1	-1
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr-nat.	MU-AVE.	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-4	-3	-2	-1
<hr/>																				
Mn-55	CAPTURE	-6	0	0	-3	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	ELAS.SCT	-2	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	INEL.SCT	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn-55	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Fe-nat.	CAPTURE	-83	-4	-1	-1	-1	-11	-1	-2	-2	-8	-9	-10	-10	-11	-4	-2	-3	-2	-2
Fe-nat.	ELAS.SCT	-20	-4	-2	-1	-2	1	-1	0	-4	7	6	-13	-8	-25	5	18	10	3	0
Fe-nat.	INEL.SCT	-205	0	0	0	0	0	0	0	-4	-2	0	-1	-3	-101	-76	-14	-3	-2	
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe-nat.	MU-AVE.	-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-11	-10	-12	-8	-6	-2	-2
<hr/>																				
Ni-nat.	CAPTURE	-48	-1	0	0	0	0	-1	-1	-5	-4	-4	-5	-5	-3	-2	-3	-6	-5	-2
Ni-nat.	ELAS.SCT	14	-1	-1	0	-1	0	0	0	3	-4	1	-1	5	4	3	4	2	1	0
Ni-nat.	INEL.SCT	-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11	-4	0		
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni-nat.	MU-AVE.	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-2	-1	-1	0
<hr/>																				
Zr-090	CAPTURE	-35	0	0	0	0	0	-3	-2	-2	-3	-5	-5	-4	-4	-2	-3	-1	0	0
Zr-090	ELAS.SCT	-27	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-10	-1	-5	-10	-7	4	3	1	
Zr-090	INEL.SCT	-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	-37	-13	-3	-3
Zr-090	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-090	MU-AVE.	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-9	-8	-6	-2	-1	0
<hr/>																				
Zr-091	CAPTURE	-27	0	0	-1	-1	-2	-3	-3	-4	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0
Zr-091	ELAS.SCT	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	1	0	0	0
Zr-091	INEL.SCT	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	-13	-3	-1
Zr-091	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-091	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	0	0	0
<hr/>																				
Zr-092	CAPTURE	-36	0	0	0	0	0	-3	-3	-2	-3	-3	-5	-6	-6	-2	-1	-1	0	0
Zr-092	ELAS.SCT	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-3	1	1	0	0
Zr-092	INEL.SCT	-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-20	-32	-13	-3	-1
Zr-092	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-092	MU-AVE.	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-2	-1	0	0	0
<hr/>																				
Zr-094	CAPTURE	-23	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-4	-4	-2	-1	0	0	0

Zr-094	ELAS.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-1	-1	-3	-2	1	1	0	0
Zr-094	INEL.SCT	-76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-22	-35	-14	-4	-1
Zr-094	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-094	MU-AVE.	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-2	-1	0	0
<hr/>																			
Zr-096	CAPTURE	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-096	ELAS.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0
Zr-096	INEL.SCT	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-1	0	0
Zr-096	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-096	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
<hr/>																			
Mo-nat.	CAPTURE	-29	-3	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-5	-2	0	0	0
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
<hr/>																			
Bi-209	CAPTURE	-33	0	0	0	-2	0	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-4	-5	-4	-4	-2	0
Bi-209	ELAS.SCT	235	-2	-1	0	-1	-1	0	1	4	4	10	18	39	52	39	48	21	5
Bi-209	INEL.SCT	-235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-50	-93	-55	-26	-11	0
Bi-209	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi-209	MU-AVE.	-103	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-8	-20	-17	-19	-20	-13	-3
<hr/>																			
Pb-204	CAPTURE	-7	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
Pb-204	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-204	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-5	-3	0	0	0
Pb-204	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-204	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																			
Pb-206	CAPTURE	-18	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-2	-4	-2	-3	-1	-1	0	0
Pb-206	ELAS.SCT	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	9	5	6	3
Pb-206	INEL.SCT	-174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-48	-77	-41	-7	-2
Pb-206	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-206	MU-AVE.	-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-3	-2	0
<hr/>																			
Pb-207	CAPTURE	-11	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-2	-2	0	-1	-1	-1	0	0
Pb-207	ELAS.SCT	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	4	6	7	5	6	3	1
Pb-207	INEL.SCT	-132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-17	-55	-29	-23	-8	-1
Pb-207	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-207	MU-AVE.	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-2	-3	-2	0
<hr/>																			
Pb-208	CAPTURE	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0
Pb-208	ELAS.SCT	86	-1	0	0	0	0	0	0	1	2	5	7	13	16	11	20	10	3
Pb-208	INEL.SCT	-49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-17	-27	-5	-5
Pb-208	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-208	MU-AVE.	-38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-7	-8	-7	-5	-1

B.3.2 ポイド反応度

LBE cooled ADS : void case1 (fuel void)															(HEAVY METAL)					UNIT:1.0E-4					
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G					
U-234	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	NU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	(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
U-234	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	(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
U-236	MU-AVE.	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	3900	-26	-8	6	58	198	339	472	578	615	622	521	365	193	1	-19	-12	-3	0	0	0	0	0	0
Np-237	NU	2057	0	0	0	-1	-6	-10	-15	-20	-25	-34	-54	-156	-1188	-111	1212	1267	900	298	0	0	0	0	0
Np-237	FISSION	939	0	0	0	-1	-5	-9	-13	-17	-20	-27	-41	-114	-803	-125	652	713	564	183	0	0	0	0	0
Np-237	ELAS.SCT	191	-1	-1	-1	-3	-4	-3	-2	1	3	11	22	26	29	31	47	21	11	3	0	0	0	0	0
Np-237	INEL.SCT	-116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	45	71	166	-47	-146	-148	-67	-5	0	0	0	0	0
Np-237	(n,2n)	1	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	MU-AVE.	-294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-7	-16	-38	-82	-69	-61	-18	0	0	0	0	0
Pu-238	CAPTURE	42	0	0	0	1	2	3	5	6	7	7	6	5	3	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	NU	-191	0	0	0	-2	-5	-11	-18	-24	-36	-37	-44	-64	-89	-5	47	50	36	11	0	0	0	0	0
Pu-238	FISSION	-174	0	0	0	-1	-4	-10	-15	-20	-30	-30	-34	-48	-63	-6	27	30	23	7	0	0	0	0	0
Pu-238	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-2	-2	-1	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	(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
Pu-238	MU-AVE.	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	752	-6	-2	2	15	51	92	113	110	100	90	83	70	43	0	-6	-2	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	NU	-11667	52	15	-14	-126	-416	-731	-1045	-1407	-1720	-2113	-2337	-2390	-2166	-94	969	972	677	207	0	0	0	0	0
Pu-239	FISSION	-9842	39	12	-13	-108	-354	-624	-889	-1186	-1431	-1718	-1842	-1808	-1532	-103	558	581	444	134	0	0	0	0	0
Pu-239	ELAS.SCT	108	-1	0	0	-2	-2	-2	-1	0	2	6	13	14	16	18	27	12	7	2	0	0	0	0	0
Pu-239	INEL.SCT	-159	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	8	12	42	-22	-75	-83	-42	-4	0	0	0	0
Pu-239	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	MU-AVE.	-179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-10	-23	-48	-41	-38	-12	-1	0	0	0	0	0
Pu-240	CAPTURE	372	-3	-1	1	7	17	28	42	55	61	60	49	36	30	0	-7	-4	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	NU	454	0	0	0	-4	-10	-15	-17	-31	-45	-52	-50	-79	-319	-33	364	386	272	88	0	0	0	0	0
Pu-240	FISSION	164	0	0	0	-4	-9	-13	-14	-26	-37	-42	-42	-59	-222	-37	206	228	176	56	0	0	0	0	0
Pu-240	ELAS.SCT	62	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	1	3	7	8	9	10	15	8	5	1	0	0	0	0	0
Pu-240	INEL.SCT	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8	16	-12	-42	-23	-6	-1	0	0	0	0	0
Pu-240	(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
Pu-240	MU-AVE.	-67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-8	-17	-15	-14	-5	-5	0	0	0	0	0
Pu-241	CAPTURE	144	-2	0	0	2	7	11	15	18	20	22	20	20	17	0	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	NU	-3795	21	6	-6	-43	-159	-297	-423	-523	-576	-634	-641	-569	-425	-17	174	166	114	37	0	0	0	0	0
Pu-241	FISSION	-3170	16	5	-5	-37	-135	-254	-361	-441	-480	-516	-508	-434	-303	-19	102	101	75	24	0	0	0	0	0
Pu-241	ELAS.SCT	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	4	5	8	4	2	1	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	-43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16	-20	-10	-1	0	0	0	0	0
Pu-241	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	MU-AVE.	-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-11	-9	-8	-8	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Pu-242	CAPTURE	89	-1	0	0	1	2	8	12	16	17	14	10	7	7	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	NU	180	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-4	-12	-57	-8	89	91	64	23	0	0	0	0	0
Pu-242	FISSION	98	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-9	-40	-9	52	55	43	15	0	0	0	0	0	
Pu-242	ELAS.SCT	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	3	4	2	1	0	0	0	0	0	
Pu-242	INEL.SCT	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	-3	-12	-7	-2	0	0	0	0	0	
Pu-242	(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
Pu-242	MU-AVE.	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
Am-241	CAPTURE	3104	-17	-7	4	39	135	232	317	411	465	513	486	373	190	0	-27	-10	-1	0	0	0	0	0	0
Am-241	NU	2603	1	0	0	-2	-5	-9	-12	-16	-17	-21	-30	-56	-264	-49	1016	1063	770	235	0	0	0	0	0
Am-241	FISSION	1543	0	0	0	-2	-5	-8	-11	-13	-15	-18	-24	-43	-191	-65	610	656	516	154	0	0	0	0	

Am-243	MU-AVE.	-72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-9	-18	-17	-16	-5
Cm-243	CAPTURE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	NU	-25	0	0	0	0	-1	-2	-3	-4	-4	-4	-4	-3	0	1	1	1	0
Cm-243	FISSION	-22	0	0	0	0	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-3	-3	-2	0	1	1	1
Cm-243	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-243	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	CAPTURE	126	-2	0	0	2	6	10	15	20	22	20	16	14	13	0	-7	-3	0
Cm-244	NU	182	0	0	0	-1	-3	-6	-9	-11	-11	-10	-10	-24	-131	-15	125	145	110
Cm-244	FISSION	90	0	0	0	0	-3	-5	-7	-9	-9	-8	-8	-19	-97	-16	79	94	77
Cm-244	ELAS.SCT	17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	4	2	1	0
Cm-244	INEL.SCT	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	-9	-9	-5
Cm-244	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-244	MU-AVE.	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-4	-4	-1
Cm-245	CAPTURE	11	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0
Cm-245	NU	-313	2	1	0	-4	-14	-25	-35	-43	-47	-51	-51	-47	-35	-1	13	13	9
Cm-245	FISSION	-271	2	1	0	-4	-12	-22	-31	-38	-40	-43	-42	-38	-27	-1	9	9	6
Cm-245	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	-1	0
Cm-245	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-245	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
Cm-246	CAPTURE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	NU	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	1	1	0
Cm-246	FISSION	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Cm-246	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cm-246	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLE LBE cooled ADS : void case1 (fuel void) (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
N-15	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-15	ELAS.SCT	3480	-5	-2	-3	-9	-14	-19	7	68	134	262	448	671	1096	-5	278	298	265	11
N-15	INEL.SCT	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-31		
N-15	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-15	MU-AVE.	-179	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-2	-4	-6	-12	-30	-46	-43	-27	-12
Cr-nat.	CAPTURE	-32	-7	-1	-1	-1	-5	-1	4	1	2	0	-1	-2	-2	-3	-3	-5	-5	
Cr-nat.	ELAS.SCT	831	-2	-1	-1	-4	-4	-14	-7	-3	-1	19	87	77	146	168	227	93	42	
Cr-nat.	INEL.SCT	-372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-20	-167	-109	-50	
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat.	MU-AVE.	-434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-16	-38	-116	-121	-98	
Mn-55	CAPTURE	-18	-2	-1	-11	-1	-3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mn-55	ELAS.SCT	19	0	0	-4	-2	-3	-12	-1	-1	0	-1	4	5	6	8	11	5	2	
Mn-55	INEL.SCT	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-6	-7	-3	-1	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mn-55	MU-AVE.	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-7	-6	-5	-2	-2	
Fe-nat.	CAPTURE	-155	-22	-4	-3	-3	-14	-1	4	3	10	14	6	-2	-11	-13	-15	-30	-42	
Fe-nat.	ELAS.SCT	2495	-27	-15	-8	-35	-17	-27	-13	-6	20	33	136	310	466	434	683	360	171	
Fe-nat.	INEL.SCT	-1539	0	0	0	0	0	0	0	-9	-5	1	0	-4	-463	-615	-235	-149	-60	
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat.	MU-AVE.	-1450	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-9	-32	-92	-163	-360	-333	-330	
Ni-nat.	CAPTURE	-238	-6	-1	-1	-1	-1	-1	1	8	3	-1	-3	-6	-5	-7	-19	-71	-92	
Ni-nat.	ELAS.SCT	568	-7	-4	-2	-10	-6	-12	-3	0	-4	19	36	89	97	117	156	68	31	
Ni-nat.	INEL.SCT	-198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-97	-70	-21	-9	
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni-nat.	MU-AVE.	-272	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-18	-36	-69	-55	-56	-24	
Zr-090	CAPTURE	133	0	0	0	0	0	23	18	11	22	31	26	15	12	0	-12	-9	-3	
Zr-090	ELAS.SCT	1450	-2	-1	-1	-4	-6	-6	-2	1	23	134	84	163	236	225	376	148	69	
Zr-090	INEL.SCT	-1039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-66	-494	-371	-107	
Zr-090	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-090	MU-AVE.	-698	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-6	-23	-69	-168	-230	-94	-67	-39	
Zr-091	CAPTURE	128	0	0	2	3	11	21	21	22	17	12	10	8	6	0	-3	-1	0	
Zr-091	ELAS.SCT	276	-1	0	-1	-1	-3	-2	-1	1	2	11	24	35	51	48	72	24	13	
Zr-091	INEL.SCT	-331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-65	-165	-76	-24	
Zr-091	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Zr-091	MU-AVE.	-153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-5	-15	-37	-50	-20	-15	
Zr-092	CAPTURE	146	0	0	0	0	3	23	26	16	16	16	19	20	19	0	-5	-5	-2	
Zr-092	ELAS.SCT	386	-1	0	0	-1	-2	-4	-3	6	3	17	36	54	77	65	82	32	20	
Zr-092	INEL.SCT	-560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-34	-205	-182	-103	-36	
Zr-092	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-092	MU-AVE.	-228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-8	-23	-56	-73	-29	-23	
Zr-094	CAPTURE	90	0	0	0	0	0	6	16	15	10	12	13	14	13	0	-3	-3	-1	
Zr-094	ELAS.SCT	414	-1	0	0	-1	-2	-2	-1	1	24	25	37	54	78	66	81	33	20	
Zr-094	INEL.SCT	-605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-37	-222	-195	-113	-38	
Zr-094	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Zr-094	MU-AVE.	-232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-8	-23	-56	-73	-31	-24	-13
<hr/>																				
Zr-096	CAPTURE	7	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	-1	0	0	0
Zr-096	ELAS.SCT	80	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	3	15	9	12	12	19	7	3	1
Zr-096	INEL.SCT	-82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-18	-35	-22	-7
Zr-096	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-096	MU-AVE.	-38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-9	-12	-5	-4	-2	
<hr/>																				
Mo-nat.	CAPTURE	-57	-19	-6	-4	-8	-4	-2	2	3	0	-2	-2	-3	-4	-3	-3	-1	-1	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	104	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	3	9	17	22	20	22	9	4	1
Mo-nat.	INEL.SCT	-107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-23	-39	-28	-11	-3
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	-73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-12	-18	-20	-8	-5	-3
<hr/>																				
Bi-209	CAPTURE	471	0	0	0	12	1	20	33	38	24	27	33	54	70	57	70	29	1	0
Bi-209	ELAS.SCT	-1451	5	3	3	11	10	-1	-14	-47	-39	-69	-113	-269	-326	-155	-312	-119	-20	1
Bi-209	INEL.SCT	4254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	815	1629	1037	543	231
Bi-209	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi-209	MU-AVE.	776	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	23	71	192	156	162	126	36	3
<hr/>																				
Pb-204	CAPTURE	101	0	0	0	0	12	6	9	11	11	9	9	10	13	7	4	1	0	0
Pb-204	ELAS.SCT	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-1	0	0
Pb-204	INEL.SCT	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	95	47	6	3
Pb-204	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-204	MU-AVE.	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	1	0
<hr/>																				
Pb-206	CAPTURE	277	0	0	0	0	0	19	0	20	32	29	61	30	43	21	14	5	2	0
Pb-206	ELAS.SCT	-207	1	1	1	1	2	0	-3	-5	-7	-12	-26	-28	-57	-9	-42	-18	-5	0
Pb-206	INEL.SCT	3156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	830	1385	763	138	39
Pb-206	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-206	MU-AVE.	142	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	11	31	27	32	23	10	2	
<hr/>																				
Pb-207	CAPTURE	159	0	0	0	0	0	13	1	15	19	23	27	7	23	12	11	6	2	0
Pb-207	ELAS.SCT	-154	1	1	1	1	2	0	-3	-5	-4	25	-26	-28	-38	-12	-43	-19	-5	0
Pb-207	INEL.SCT	2383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268	953	530	434	165
Pb-207	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pb-207	MU-AVE.	131	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	12	26	24	29	22	9	1	
<hr/>																				
Pb-208	CAPTURE	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	8	3	9	23	20	4	1	0
Pb-208	ELAS.SCT	-444	2	1	2	3	5	-1	-6	-12	-15	-41	-28	-59	-84	32	-151	-74	-18	0
Pb-208	INEL.SCT	947	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	319	521	108
Pb-208	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pb-208	MU-AVE.	321	0	0	0	0	0	0	0	1	3	10	27	60	67	72	55	23	3	

B.3.3 ドップラー反応度

TABLE LBE cooled ADS : Doppler +500K (HEAVY METAL) UNIT:1.0E-4

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-234	CAPTURE	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	NU	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
U-234	FISSION	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-234	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-236	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	CAPTURE	-4370	-398	-112	-214	-331	-693	-819	-705	-379	-460	-289	-112	37	75	18	9	2	0	0
Np-237	NU	-4258	1	3	2	5	12	10	5	-6	-3	-11	-27	-121	-1219	-1193	-1007	-475	-178	-56
Np-237	FISSION	-3437	0	2	1	3	9	6	1	-9	-6	-14	-29	-117	-1046	-942	-749	-360	-143	-45
Np-237	ELAS.SCT	35	-9	1	0	2	1	0	3	8	13	8	7	5	2	-2	-3	-1	0	0
Np-237	INEL.SCT	675	0	0	0	0	0	0	0	0	2	31	70	92	240	100	93	39	8	0
Np-237	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Np-237	MU-AVE.	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	5	6	4	2
Pu-238	CAPTURE	-63	-11	-6	-4	-6	-9	-9	-7	-4	-6	-3	-1	0	1	1	1	0	0	0
Pu-238	NU	-225	3	7	15	10	14	14	7	-7	-2	-12	-22	-48	-85	-51	-39	-19	-7	-2
Pu-238	FISSION	-220	2	5	12	8	11	10	2	-9	-7	-16	-24	-47	-74	-41	-30	-14	-6	-2
Pu-238	ELAS.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	INEL.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-238	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	CAPTURE	-369	40	49	32	28	-69	-164	-132	-54	-73	-42	-18	7	17	5	3	1	0	0
Pu-239	NU	-6372	680	20	110	299	450	626	182	-567	-184	-700	-1173	-1801	-1998	-968	-810	-365	-134	-39
Pu-239	FISSION	-7272	371	-8	60	213	302	389	-30	-692	-406	-883	-1279	-1742	-1740	-782	-620	-284	-110	-32
Pu-239	ELAS.SCT	22	-3	1	0	1	0	0	2	5	6	5	4	3	1	-1	-2	-1	0	0
Pu-239	INEL.SCT	239	0	0	0	0	0	0	0	10	6	5	11	14	62	53	49	22	6	0
Pu-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-239	MU-AVE.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	4	2	1	0
Pu-240	CAPTURE	304	254	87	34	35	25	-13	-42	-22	-40	-28	-10	4	12	5	3	1	0	0
Pu-240	NU	-1395	-2	-1	-3	-24	10	-44	-4	-18	-10	-17	-25	-61	-325	-357	-301	-144	-54	-16
Pu-240	FISSION	-1174	-2	0	-3	-21	7	-40	-6	-20	-15	-22	-27	-59	-282	-287	-229	-112	-44	-13
Pu-240	ELAS.SCT	32	13	3	2	2	1	0	1	3	3	3	2	1	1	-1	-1	0	0	0
Pu-240	INEL.SCT	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	8	21	32	27	6	1	0
Pu-240	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-240	MU-AVE.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Pu-241	CAPTURE	-202	-48	-9	-15	-18	-29	-30	-24	-13	-16	-10	-4	2	7	3	2	0	0	0
Pu-241	NU	451	599	156	271	302	500	409	171	-149	-41	-210	-322	-428	-389	-179	-147	-62	-23	-7
Pu-241	FISSION	-266	425	122	215	242	394	290	71	-205	-118	-265	-350	-414	-340	-146	-113	-49	-18	-6
Pu-241	ELAS.SCT	3	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	INEL.SCT	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	7	9	5	1	0
Pu-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-241	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
Pu-242	CAPTURE	-55	23	0	-5	-4	-7	-20	-18	-10	-13	-6	-2	1	3	1	1	0	0	0
Pu-242	NU	-290	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	-2	-9	-59	-95	-74	-34	-13	-4
Pu-242	FISSION	-238	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	-2	-9	-52	-77	-57	-27	-10	-4
Pu-242	ELAS.SCT	6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	INEL.SCT	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	4	8	8	2	0	0
Pu-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pu-242	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	CAPTURE	-3459	-414	-169	-204	-260	-517	-583	-482	-272	-368	-239	-104	37	75	26	14	2	0	0
Am-241	NU	-2572	7	3	6	9	14	11	4	-5	-1	-7	-15	-43	-285	-826	-849	-398	-153	-44
Am-241	FISSION	-2103	5	2	4	7	11	8	2	-6	-4	-9	-16	-41	-251	-677	-661	-314	-126	-36
Am-241	ELAS.SCT	22	-5	0	0	1	1	0	2	6	6	5	3	1	-1	-2	-1	0	0	0
Am-241	INEL.SCT	432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	56	167	88	72	25	4	0
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-241	MU-AVE.	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	4	2	1	0	0
Am-242m	CAPTURE	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	NU	7	9	2	3	4	7	6	2	-2	0	-3	-4	-6	-5	-2	-2	-1	0	0
Am-242m	FISSION	-1	7	2	2	3	6	4	1	-2	-1	-3	-5	-6	-5	-2	-1	-1	0	0
Am-242m	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-242m	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Am-243	CAPTURE	-1430	-249	-66	-89	-122	-199	-213	-179	-102	-140	-89	-35	11	26	10	6	1	0	0
Am-243	NU	-811	3	1	2	3	4	3	1	-1	0	-2	-4	-9	-56	-265	-287	-135	-51	-17
Am-243	FISSION	-666	2	1	1	2	3	2	1	-2	-1	-2	-4	-9	-50	-219	-227	-108	-43	-15
Am-243	ELAS.SCT	8	-2	0	0	0	0	0	1											

TABLE LBE cooled ADS : Doppler +500K (STRUCTURE , COOLANT) UNIT:1.OE-4

Zr-094	MU-AVE.	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	8	6	2	1	0
<hr/>																					
Zr-096	CAPTURE	58	0	0	41	0	0	9	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-096	ELAS.SCT	28	-1	0	0	0	0	0	0	2	2	4	16	4	0	1	-1	0	0	0	0
Zr-096	INEL.SCT	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	3	1
Zr-096	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr-096	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<hr/>																					
Mo-nat.	CAPTURE	-558	-243	-58	-45	-58	-38	-37	-29	-18	-19	-9	-5	-2	1	1	1	0	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	48	-3	2	1	8	3	1	2	5	5	6	8	8	5	0	-1	0	0	0	0
Mo-nat.	INEL.SCT	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	18	16	7	1	0	0
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo-nat.	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
<hr/>																					
Bi-209	CAPTURE	659	-3	-1	-1	-63	-2	79	291	171	100	64	5	0	4	5	7	3	0	0	0
Bi-209	ELAS.SCT	753	-142	36	38	84	94	44	52	129	190	167	177	89	55	-69	-121	-56	-13	-2	-2
Bi-209	INEL.SCT	796	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	310	187	87	33	0
Bi-209	(n,2n)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
Bi-209	MU-AVE.	216	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	6	27	39	52	54	35	7	0	0	0
<hr/>																					
Pb-204	CAPTURE	-16	-1	0	0	-1	-4	-3	-4	-1	-1	-1	-1	0	1	1	0	0	0	0	0
Pb-204	ELAS.SCT	10	-2	0	0	1	1	0	1	1	2	2	2	2	1	-1	-1	0	0	0	0
Pb-204	INEL.SCT	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18	9	1	0	0
Pb-204	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-204	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<hr/>																					
Pb-206	CAPTURE	507	0	0	0	0	0	271	0	33	40	53	77	18	12	2	1	1	0	0	0
Pb-206	ELAS.SCT	111	-28	6	6	13	13	6	9	23	30	27	24	15	0	-9	-15	-7	-2	0	0
Pb-206	INEL.SCT	597	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	169	261	139	22	5	0
Pb-206	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-206	MU-AVE.	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6	9	8	5	1
<hr/>																					
Pb-207	CAPTURE	140	-9	-2	-1	-1	-1	72	-1	68	4	-2	7	2	2	1	1	1	0	0	0
Pb-207	ELAS.SCT	170	-28	6	6	13	14	6	10	23	27	67	30	22	8	-8	-15	-7	-2	0	0
Pb-207	INEL.SCT	467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	179	95	82	27	4
Pb-207	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-207	MU-AVE.	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6	8	8	5	1
<hr/>																					
Pb-208	CAPTURE	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	2	7	3	2	0	0	0	0
Pb-208	ELAS.SCT	328	-69	14	15	32	33	15	23	57	74	74	80	53	19	-4	-51	-28	-8	-1	-1
Pb-208	INEL.SCT	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	96	16	0
Pb-208	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-208	MU-AVE.	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	3	9	17	21	20	13	3	0

B.3.4 燃焼反応度

TABLE LBE cooled ADS Burn-Up (HEAVY METAL)																			UNIT: 1.0E-4		
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
U-234	CAPTURE	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	NU	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-234	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	CAPTURE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	NU	-9	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	
U-235	FISSION	-6	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-236	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-237	CAPTURE	-12896	-108	-54	-70	-160	-382	-683	-999	-1444	-1886	-2226	-2122	-1614	-893	-165	-68	-19	-3	0	
Np-237	NU	7792	0	0	-1	-2	-4	-3	0	5	12	25	55	205	2008	2205	1899	934	348	104	
Np-237	FISSION	4280	0	0	0	-1	-3	-2	1	6	13	23	45	152	1243	1153	907	477	203	62	
Np-237	ELAS.SCT	-27	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-8	-12	-12	-3	2	6	3	1	0	
Np-237	INEL.SCT	-1580	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-31	-140	-210	-535	-3453	-5241	-2929	-2055	-999	-395
Np-237	MU-AVE.	-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-10	-12	-14	-9	-5	-1	
Np-237	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Np-239	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-239	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-239	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-239	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-239	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-239	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Np-239	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-238	CAPTURE	2078	11	16	19	53	95	125	151	210	272	305	263	232	188	66	56	16	1	0	
Pu-238	NU	-33483	-7	-38	-111	-156	-296	-549	-771	-1122	-1937	-2262	-2942	-4834	-7899	-4743	-3427	-1619	-599	-172	
Pu-238	FISSION	-22889	-5	-28	-84	-121	-233	-431	-602	-867	-1475	-1695	-2162	-3453	-5241	-2929	-2055	-999	-395	-115	
Pu-238	ELAS.SCT	-36	1	1	1	1	1	0	-1	-1	-3	-6	-6	-7	-4	-5	-2	-1	0		
Pu-238	INEL.SCT	305	0	0	0	0	0	0	0	0	8	17	28	59	77	78	31	7	0		
Pu-238	MU-AVE.	56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	14	11	11	6	4	1		
Pu-238	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pu-239	CAPTURE	3920	59	42	79	165	330	496	532	524	503	434	361	260	113	17	5	1	0	0	
Pu-239	NU	22560	1	-4	-31	-106	-135	14	299	754	1463	2437	3417	4223	4503	2378	1992	925	336	93	
Pu-239	FISSION	38132	109	59	61	122	302	646	1099	1907	3061	4547	5827	6699	6564	3107	2416	1098	402	107	
Pu-239	ELAS.SCT	-9	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-6	-6	-1	2	4	2	1	0	
Pu-239	INEL.SCT	-650	0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-7	-25	-37	-161	-166	-157	-73	-18	-2	
Pu-239	MU-AVE.	-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-9	-10	-6	-4	-1		
Pu-239	(n,2n)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Pu-240	CAPTURE	-2660	-43	-24	-21	-49	-90	-143	-206	-306	-393	-422	-362	-277	-218	-61	-36	-8	0	0	
Pu-240	NU	-280	0	0	0	-9	-19	-20	-15	-23	-28	-26	-19	-24	-100	-39	12	20	9	3	
Pu-240	FISSION	-4	0	0	0	-6	-13	-13	-9	-11	-10	-5	-1	2	-3	15	19	19	10	2	
Pu-240	ELAS.SCT	-16	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-5	-5	-2	0	0	0	0	0	
Pu-240	INEL.SCT	-142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-11	-13	-22	-41	-40	-9	-2	0	
Pu-240	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	
Pu-240	(n,2n)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	
Pu-241	CAPTURE	1121	13	6	14	30	61	83	103	127	149	159	136	123	86	22	8	2	0	0	
Pu-241	NU	5625	1	-1	-11	-33	-45	17	136	300	515	763	973	1037	907	454	372	163	58	17	
Pu-241	FISSION	11605	41	23	35	63	167	342	550	852	1213	1602	1861	1850	1497	675	514	219	78	22	
Pu-241	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	1	1	0	0	0		
Pu-241	INEL.SCT	-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-19	-23	-30	-16	-4	0		
Pu-241	MU-AVE.	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0		
Pu-241	(n,2n)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3		
Pu-242	CAPTURE	638	6	4	6	17	16	56	69	91	105	86	60	44	47	16	11	2	0	0	
Pu-242	NU	-2034	0	0	0	-2	-1	-2	-2	-3	-7	-12	-22	-72	-430	-675	-487	-217	-79	-25	

Pu-242	(n,2n)	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
Am-241	CAPTURE	-13502	-76	-57	-74	-163	-379	-641	-889	-1327	-1803	-2273	-2398	-1964	-1049	-272	-118	-20	-1	0	
Am-241	NU	5482	0	0	-1	-2	-3	-2	1	5	11	19	35	83	536	1720	1786	870	330	91	
Am-241	FISSION	3219	0	0	0	-2	-2	-1	2	6	11	17	29	63	356	1006	974	496	207	58	
Am-241	ELAS.SCT	-15	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-7	-8	-1	1	4	2	1	0		
Am-241	INEL.SCT	-1106	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	-30	-130	-395	-247	-207	-74	-13	-1		
Am-241	MU-AVE.	-37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-8	-8	-5	-3	-1		
Am-241	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Am-242m	CAPTURE	362	2	1	2	6	13	20	26	36	47	62	64	46	28	7	2	0	0	0	
Am-242m	NU	-7056	-26	-17	-31	-88	-212	-328	-421	-560	-702	-897	-1053	-1092	-903	-323	-238	-115	-41	-11	
Am-242m	FISSION	-4425	-14	-10	-20	-60	-148	-228	-289	-378	-464	-581	-665	-669	-514	-171	-123	-61	-24	-6	
Am-242m	ELAS.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Am-242m	INEL.SCT	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	22	22	17	5	1		
Am-242m	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0		
Am-242m	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Am-243	CAPTURE	-1912	-13	-4	-2	1	-10	-41	-85	-155	-254	-366	-383	-295	-205	-65	-31	-5	0	0	
Am-243	NU	1230	0	0	0	-1	-1	-1	0	1	3	5	12	71	384	434	215	82	27		
Am-243	FISSION	617	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	1	2	4	8	40	192	202	108	47		
Am-243	ELAS.SCT	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-1	0	1	1	0		
Am-243	INEL.SCT	-467	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-25	-49	-141	-110	-99	-34	-5	0		
Am-243	MU-AVE.	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-2	-1	0			
Am-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Cm-242	CAPTURE	-9	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-4	-6	-6	-4	-1	2	8	5	4	1	0	0	
Cm-242	NU	-4129	-2	-1	-4	-11	-25	-49	-70	-94	-124	-157	-184	-432	-1134	-832	-620	-265	-99	-27	
Cm-242	FISSION	-2865	-1	-1	-3	-9	-20	-39	-56	-75	-97	-121	-139	-319	-786	-544	-395	-173	-68	-19	
Cm-242	ELAS.SCT	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0			
Cm-242	INEL.SCT	57	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	12	10	15	8	2	0		
Cm-242	MU-AVE.	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	0		
Cm-242	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Cm-243	CAPTURE	31	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5	5	4	2	1	0	0	0		
Cm-243	NU	-500	-2	-1	-2	-7	-17	-25	-30	-42	-50	-60	-65	-68	-65	-30	-23	-10	-3	-1	
Cm-243	FISSION	-276	-1	-1	-1	-4	-11	-16	-19	-25	-29	-34	-36	-36	-32	-14	-10	-5	-2	0	
Cm-243	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-243	INEL.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0		
Cm-243	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-243	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-244	CAPTURE	-1312	-23	-8	-15	-28	-47	-73	-102	-153	-197	-191	-153	-134	-108	-42	-32	-7	0	0	
Cm-244	NU	-2835	-1	-1	-1	-4	-15	-23	-29	-36	-39	-40	-42	-114	-772	-810	-521	-261	-102	-26	
Cm-244	FISSION	-1890	-1	0	-1	-3	-11	-18	-22	-27	-28	-29	-30	-80	-521	-524	-334	-171	-71	-19	
Cm-244	ELAS.SCT	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-2	-1	-1	0	0		
Cm-244	INEL.SCT	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	8	8	13	5	1		
Cm-244	MU-AVE.	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0		
Cm-244	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-245	CAPTURE	241	1	1	2	5	10	15	19	26	33	39	37	31	17	4	2	0	0	0	
Cm-245	NU	-2320	-11	-7	-14	-43	-92	-134	-160	-202	-241	-287	-309	-317	-263	-106	-84	-35	-12	-3	
Cm-245	FISSION	-875	-3	-3	-7	-23	-50	-70	-78	-90	-98	-108	-108	-102	-76	-27	-20	-9	-4	-1	
Cm-245	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-245	INEL.SCT	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	3	3	1	0		
Cm-245	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-245	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Cm-246	CAPTURE	12	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0		
Cm-246	NU	-40	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-7	-14	-10	-4	-1	0			
Cm-246	FISSION	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-5	-10	-7	-3	-1	0			
Cm-246	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Cm-246	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Cm-246	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Cm-246	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238FP	CAPTURE	766	9	5	10	21	40	58	69	86	97	99	90	79	66	22	12	3	0	0	
U-238FP	ELAS.SCT	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	4	1	-6	-3	-1	0		
U-238FP	INEL.SCT	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	69	101	111	55	12		
U-238FP	MU-AVE.	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11	12	10	4	1		
U-238FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pu-239FP	CAPTURE	1523	18	9	19	40	77	112	136	172	195	201	182	159	128	43	24	6	1	0	
Pu-239FP	ELAS.SCT	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	2	3	7	1	-10	-5	-2	0		
Pu-239FP	INEL.SCT	677	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	18	138	190	202	98	21	6		
Pu-239FP	MU-AVE.	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	20	21	19	7	2		
Pu-239FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pu-241FP	CAPTURE	1334	16	8	16	35	67	97	119	150	171	177	161	142	111	38	21	5	1	0	
Pu-241FP	ELAS.SCT	-1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	2	5	0	-9	-4	-2	0		
Pu-241FP	INEL.SCT	568	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	121	158	167	80	17	5		
Pu-241FP	MU-AVE.	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	17	17	16	6	2		
Pu-241FP	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

TABLE

LBE cooled ADS Burn-Up

NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
B-10	CAPTURE	25	-1	0	0	-1	0	0	1	2	4	6	7	5	2	0	0	0	0	0	
B-10	ELAS.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-3	-1	0	0	0	0	0	
B-10	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B-10	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B-10	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B-11	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B-11	ELAS.SCT	-47	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	-2	-6	-8	-14	-10	-2	-1	0	0	0	
B-11	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B-11	MU-AVE.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	
B-11	(n,2n)	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	
C-12	ELAS.SCT	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-5	-3	-1	0	0	0	0	
C-12	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C-12	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N-15	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N-15	ELAS.SCT	-2930	2	4	2	2	-15	-15	4	11	-12	-337	-761	-848	-478	-320	-191	10	16	-2	
N-15	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	0	
N-15	MU-AVE.	12	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	1	0	0	0	0	
N-15	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cr-nat.	CAPTURE	222	10	3	3	4	50	22	50	7	27	12	19	10	4	2	0	0	0	0	
Cr-nat.	ELAS.SCT	-365	2	5	3	7	0	1	-4	4	-6	-39	-91	-127	-82	-30	-11	1	1	0	
Cr-nat.	INEL.SCT	-101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-10	-55	-23	-7	-2	
Cr-nat.	MU-AVE.	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	5	2	-1	-1	0	0	0	
Cr-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mn-55	CAPTURE	76	3	2	31	2	18	5	5	2	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	
Mn-55	ELAS.SCT	-8	0	0	8	3	0	10	-1	2	-3	-7	-8	-7	-4	-1	0	0	0	0	
Mn-55	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-2	-3	-2	0	0	
Mn-55	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Mn-55	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fe-nat.	CAPTURE	625	31	9	9	10	170	11	32	27	87	78	67	46	34	7	2	2	2	1	
Fe-nat.	ELAS.SCT	-1385	28	50	27	56	-2	12	-18	0	-105	-190	-371	-432	-336	-89	-25	5	3	0	
Fe-nat.	INEL.SCT	-580	0	0	0	0	0	0	0	0	14	-5	-3	-5	-9	-255	-233	-58	-22	-6	
Fe-nat.	MU-AVE.	59	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	17	28	9	-2	-4	-2	-1	
Fe-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ni-nat.	CAPTURE	274	9	3	3	4	7	15	13	59	47	35	31	22	11	4	3	5	4	1	
Ni-nat.	ELAS.SCT	-321	8	13	8	16	0	3	0	-47	-12	-57	-82	-93	-52	-21	-7	1	1	0	
Ni-nat.	INEL.SCT	-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-32	-15	-3	-1	0	
Ni-nat.	MU-AVE.	15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	5	2	0	-1	0	0	
Ni-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-090	CAPTURE	238	0	0	0	0	0	48	28	20	34	40	32	18	12	4	2	1	0	0	
Zr-090	ELAS.SCT	-524	1	1	1	1	0	-1	-2	-6	-9	-121	-91	-148	-88	-44	-20	1	1	0	
Zr-090	INEL.SCT	-179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23	-108	-41	-8	-2	
Zr-090	MU-AVE.	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	10	22	7	0	-1	0	0	
Zr-090	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-091	CAPTURE	284	0	2	12	13	31	50	44	44	34	22	15	9	6	1	1	0	0	0	
Zr-091	ELAS.SCT	-105	0	0	1	1	0	0	0	-1	-3	-12	-26	-32	-19	-10	-4	0	0	0	
Zr-091	INEL.SCT	-73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-26	-37	-8	-2	0	
Zr-091	MU-AVE.	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	2	0	0	0	0	
Zr-091	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-092	CAPTURE	256	0	0	0	0	8	43	47	26	30	26	29	24	19	4	1	0	0	0	
Zr-092	ELAS.SCT	-160	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-4	-20	-38	-48	-29	-14	-5	0	0	0	
Zr-092	INEL.SCT	-180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-44	-86	-37	-11	-3	-3	
Zr-092	MU-AVE.	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	2	0	0	0	0	
Zr-092	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-094	CAPTURE	150	0	0	0	0	0	10	28	24	17	20	19	16	12	3	1	0	0	0	
Zr-094	ELAS.SCT	-168	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-27	-39	-48	-29	-14	-5	0	0	0	
Zr-094	INEL.SCT	-198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-48	-93	-41	-12	-3	-3	
Zr-094	MU-AVE.	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	2	0	0	0	0	
Zr-094	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zr-096	CAPTURE	19	0	0	7	0	0	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
Zr-096	ELAS.SCT	-43	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-23	-8	-5	-2	-1	0	0	0	0	
Zr-096	INEL.SCT	-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-8	-2	-1	-1	
Zr-096	MU-AVE.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
Zr-096	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mo-nat.	CAPTURE	275	29	12	12	27	24	31	28	27	28	21	14	11	8	2	0	0	0	0	0
Mo-nat.	ELAS.SCT	-48	1	1	0	2	0	0	0	-1	-2	-7	-12	-16	-10	-3	-1	0	0	0	
Mo-nat.	INEL.SCT	-38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-12	-14	-6	-1	0	
Mo-nat.	MU-AVE.	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	1	0	0	0	
Mo-nat.	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bi-209	CAPTURE	215	0	0	0	33	1	27	33	31	17	15	14	17	15	7	4	1	0	0	
Bi-209	ELAS.SCT	-1444	12	14	11	22	6	-5	-17	-59	-87	-217	-347	-356	-297	-107	-30	9	3	0	
Bi-209	INEL.SCT	-659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-107	-260	-176	-89	-26	-26	
Bi-209	MU-AVE.	99	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	12	30	49	16	-1	-8	-4	-1	
Bi-209	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pb-204	CAPTURE	66	0	0	0	0	19	7	8	9	7	5	4	3	2	1	0	0	0	0
Pb-204	ELAS.SCT	-18	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-5	-5	-3	-1	0	0	0	0	0
Pb-204	INEL.SCT	-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-14	-8	-1	0
Pb-204	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb-204	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Pb-206	CAPTURE	120	0	0	0	0	0	23	0	16	21	16	24	9	8	2	1	0	0	0
Pb-206	ELAS.SCT	-250	2	3	2	3	1	-1	-3	-8	-15	-37	-61	-63	-52	-18	-5	1	0	0
Pb-206	INEL.SCT	-462	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-102	-209	-125	-22	-4
Pb-206	MU-AVE.	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	3	0	-1	-1	0
Pb-206	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Pb-207	CAPTURE	77	1	0	0	1	1	17	1	12	12	12	10	2	4	1	1	0	0	0
Pb-207	ELAS.SCT	-273	2	3	2	3	1	-1	-3	-8	-12	-63	-65	-70	-45	-15	-4	1	0	0
Pb-207	INEL.SCT	-340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-47	-102	-89	-73	-27	-3
Pb-207	MU-AVE.	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	6	2	0	-1	-1	0
Pb-207	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<hr/>																				
Pb-208	CAPTURE	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	2	2	1	0	0	0
Pb-208	ELAS.SCT	-633	6	6	5	8	3	-2	-8	-19	-35	-100	-165	-166	-104	-56	-12	4	2	0
Pb-208	INEL.SCT	-148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-50	-86	-13
Pb-208	MU-AVE.	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	11	14	6	0	-3	-1
Pb-208	(n,2n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

付録C 解析条件の詳細

解析条件の詳細として、各システムの構成物質の組成をまとめる（単位は： 10^{24} atoms/cm³）。計算に用いたジオメトリは、本文を参照のこと。

表 C.1.1 構成物質の原子数密度（FR-T）

	Inner core	Outer core	Blanket	SUS shield	ZrH shield	Gas plenum
U-235	2.3609E-05	2.2463E-05	3.3285E-05			
U-238	7.7433E-03	7.3813E-03	1.0932E-02			
Pu-238	4.8201E-05	5.7842E-05				
Pu-239	9.9199E-04	1.1904E-03				
Pu-240	5.5310E-04	6.6372E-04				
Pu-241	2.7200E-05	3.2640E-05				
Pu-242	1.8284E-04	2.1941E-04				
Np-237	1.7932E-04	1.7932E-04				
Am-241	2.7166E-04	2.7166E-04				
Am-243	4.7266E-05	4.7266E-05				
Cm-244	2.3536E-06	2.3536E-06				
O-16	1.9940E-02	1.9935E-02	2.1930E-02			
Fe-nat	1.4566E-02	1.4566E-02	1.4566E-02	3.9352E-02	1.4566E-02	1.4566E-02
Cr-nat	3.9403E-03	3.9403E-03	3.9403E-03	1.0645E-02	3.9403E-03	3.9403E-03
Ni-nat	2.4642E-03	2.4642E-03	2.4642E-03	6.6570E-03	2.4642E-03	2.4642E-03
Mo-nat	3.1405E-04	3.1405E-04	3.1405E-04	8.4841E-04	3.1405E-04	3.1405E-04
Mn-55	2.1937E-04	2.1937E-04	2.1937E-04	5.9264E-04	2.1937E-04	2.1937E-04
Na-23	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03
Zr-nat					1.5900E-02	
H-1						2.8302E-02

表 C.1.2 構成物質の原子数密度 (FR-E)

	Inner core	Outer core	Blanket	SUS shield	ZrH shield	Gas plenum
U-235	2.3740E-05	2.2935E-05	3.3285E-05			
U-238	7.7861E-03	7.5366E-03	1.0932E-02			
Pu-238	2.0392E-05	2.3309E-05				
Pu-239	9.9992E-04	1.1411E-03				
Pu-240	5.9080E-04	6.7425E-04				
Pu-241	7.8784E-05	8.9890E-05				
Pu-242	7.1222E-05	8.1261E-05				
Np-237	5.6060E-05	5.6338E-05				
Am-241	2.2114E-04	2.2103E-04				
Am-243	1.0997E-04	1.0989E-04				
Cm-244	1.0952E-04	1.0944E-04				
O-16	1.9934E-02	1.9931E-02	2.1930E-02			
Fe-nat	1.4566E-02	1.4566E-02	1.4566E-02	3.9352E-02	1.4566E-02	1.4566E-02
Cr-nat	3.9403E-03	3.9403E-03	3.9403E-03	1.0645E-02	3.9403E-03	3.9403E-03
Ni-nat	2.4642E-03	2.4642E-03	2.4642E-03	6.6570E-03	2.4642E-03	2.4642E-03
Mo-nat	3.1405E-04	3.1405E-04	3.1405E-04	8.4841E-04	3.1405E-04	3.1405E-04
Mn-55	2.1937E-04	2.1937E-04	2.1937E-04	5.9264E-04	2.1937E-04	2.1937E-04
Na-23	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03	7.3100E-03
Zr-nat					1.5900E-02	
H-1					2.8302E-02	

表 C.1.3 構成物質の原子数密度（ADS）

	MA core	LBE target	Gas plenum	SUS reflector	LBE buffer	B4C shield
U-234	3.9181E-07					
U-236	9.7120E-08					
Np-237	8.4333E-04					
Pu-238	2.2924E-05					
Pu-239	5.2246E-04					
Pu-240	2.3642E-04					
Pu-241	1.0321E-04					
Pu-242	6.5929E-05					
Am-241	5.4653E-04					
Am-242m	9.9802E-07					
Am-243	2.2148E-04					
Cm-243	4.9696E-07					
Cm-244	6.6649E-05					
Cm-245	6.4076E-06					
Cm-246	6.5451E-07					
Zr-90	3.2081E-03					
Zr-91	6.9961E-04					
Zr-92	1.0694E-03					
Zr-94	1.0837E-03					
Zr-96	1.7459E-04					
N-15	8.8733E-03					
Fe-nat	5.5606E-03	6.5994E-03	3.9522E-02	1.1292E-02	1.1292E-02	
Cr-nat	1.5042E-03	1.7852E-03	1.0691E-02	3.0545E-03	3.0545E-03	
Ni-nat	9.4066E-04	1.1164E-03	6.6857E-03	1.9102E-03	1.9102E-03	
Mo-nat	1.1988E-04	1.4228E-04	8.5206E-04	2.4345E-04	2.4345E-04	
Mn-55	8.3742E-05	9.9387E-05	5.9519E-04	1.7006E-04	1.7006E-04	
Pb-204	1.1040E-04	1.8495E-04	1.0966E-04	5.5859E-05	1.4896E-05	3.7239E-05
Pb-206	1.9005E-03	3.1838E-03	1.8877E-03	9.6157E-04	2.5642E-04	6.4105E-04
Pb-207	1.7428E-03	2.9196E-03	1.7311E-03	8.8177E-04	2.3514E-04	5.8785E-04
Pb-208	4.1323E-03	6.9225E-03	4.1044E-03	2.0907E-03	5.5752E-04	1.3938E-03
Bi-209	9.7515E-03	1.6336E-02	9.6859E-03	4.9338E-03	1.3157E-02	3.2892E-03
B-10						1.1804E-02
B-11						4.7511E-02
C-12						1.4829E-02

表 C.1.4 構成物質の原子数密度 (FCA XVII-1)

	T2	SB	DMX	NUB	DUB	MTX
U-235	1.3954E-05	3.1633E-05	2.6372E-03	2.8968E-04	8.4422E-05	
U-238	6.8690E-03	9.3075E-03	5.5064E-03	3.9888E-02	4.0174E-02	
Pu-239	1.0455E-03		5.7029E-04			
Pu-240	9.1348E-05		4.9826E-05			
Pu-241	3.4442E-06		1.8786E-06			
Pu-242	8.0368E-07		4.3837E-07			
Am-241	5.2071E-06		2.8402E-06			
O-16	1.7038E-02	1.7066E-02	1.2295E-02			
Fe-nat	1.2226E-02	1.1217E-02	1.1827E-02	6.4727E-03	6.4727E-03	4.3930E-03
Cr-nat	3.3850E-03	3.1174E-03	3.2810E-03	1.8101E-03	1.8101E-03	1.2290E-03
Ni-nat	1.5471E-03	1.4131E-03	1.4897E-03	7.8944E-04	7.8944E-04	5.3600E-04
Mn-55	2.5007E-04	2.2939E-04	2.4091E-04	1.2001E-04	1.2001E-04	8.2000E-05
Na-23	7.6563E-03	7.6563E-03	7.0995E-03			
H-1		6.6199E-05	1.0608E-04			
C-12		5.5560E-05	8.9032E-05			
Al-27	2.3188E-03	2.1688E-03	9.4365E-03			
Si-nat	1.9671E-05		1.0730E-05			

付録D 各実験内容と精度向上効果

各実験内容に関する詳細を図 D.1.1 から図 D.1.12 にまとめた。これらの図では、各ケースについて、CASE-mg と CASE-kg において中性子捕獲反応率比測定実験を考慮した場合と考慮しない場合についての結果を記載している。また図中の「+Criticality」は、CASE-g に CASE-kg の臨界性測定実験を考慮して炉定数調整を行った結果であり、以下同様に「+Void」は「+Criticality」にボイド反応度測定実験を、「+Doppler」は「+Void」にドップラー反応度測定実験を、「+RR」は「+Doppler」に反応率比測定実験を考慮して炉定数調整を行った結果をプロットしている。

本文でも述べたとおり、JENDL-3.3 に整備された現在の共分散データは、原子炉システムの核設計精度を一部、過小評価している可能性があり、まだ多くの議論の余地がある。共分散データが変わった場合、これらの結果は大きく変わる可能性があることから、扱いには注意を要する。

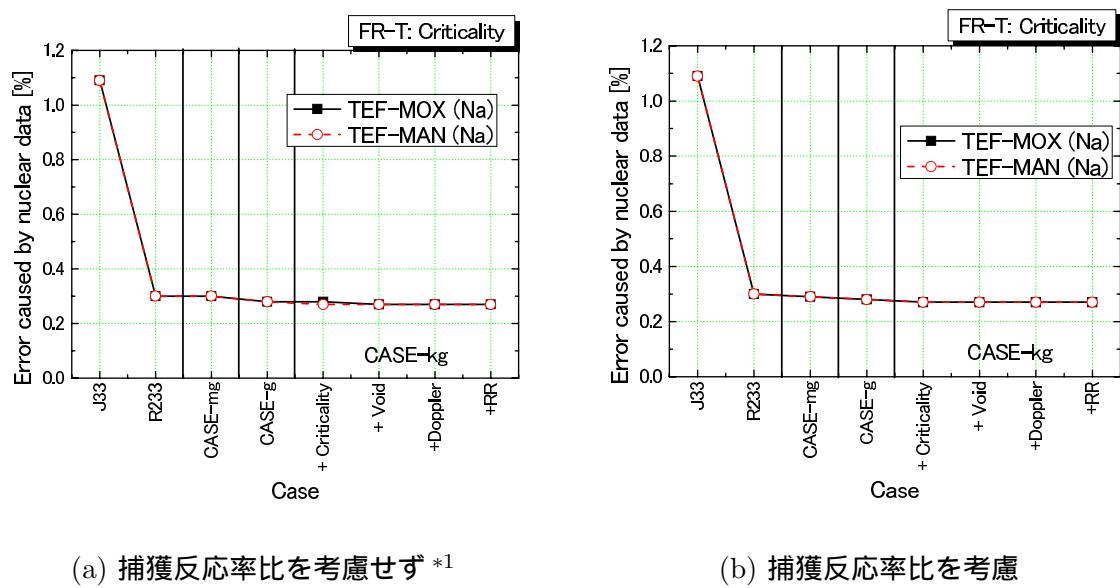


図 D.1.1 FR-T の臨界性に対する MA 実験の効果

*1: CASE-mg と CASE-kg の MA 核種反応率比測定実験において、核分裂反応のみを対象とした場合

*2: 「+Criticality」は CASE-g に、CASE-kg の臨界性測定実験を考慮して炉定数調整を行った結果。同様に、「+Void」は「+Criticality」に CASE-kg のボイド反応度測定実験を考慮、「+Doppler」は「+Void」に CASE-kg のドップラー反応度測定実験を考慮、「+RR」は「+Doppler」に CASE-kg の反応率比測定実験を考慮して炉定数調整を行った結果。

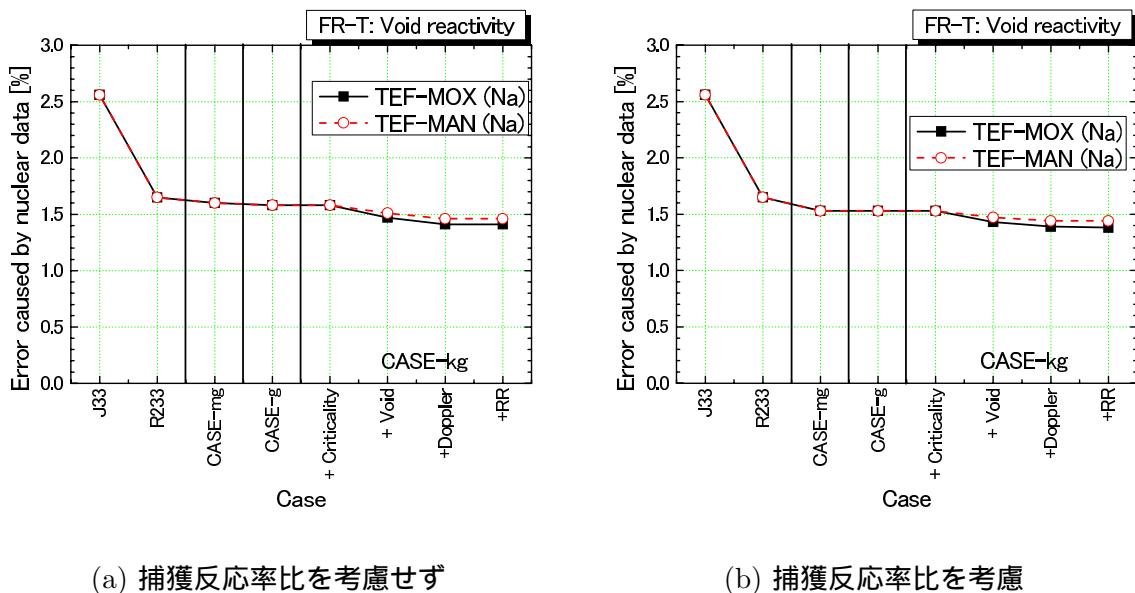


図 D.1.2 FR-T のボイド反応度に対する MA 実験の効果

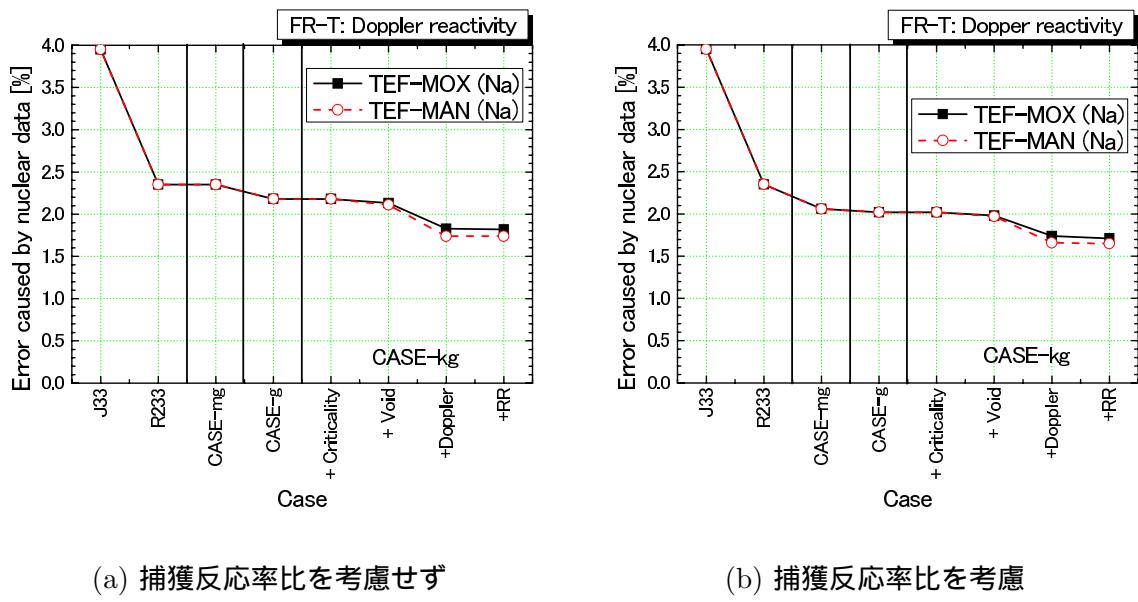


図 D.1.3 FR-T のドッpler反応度に対する MA 実験の効果

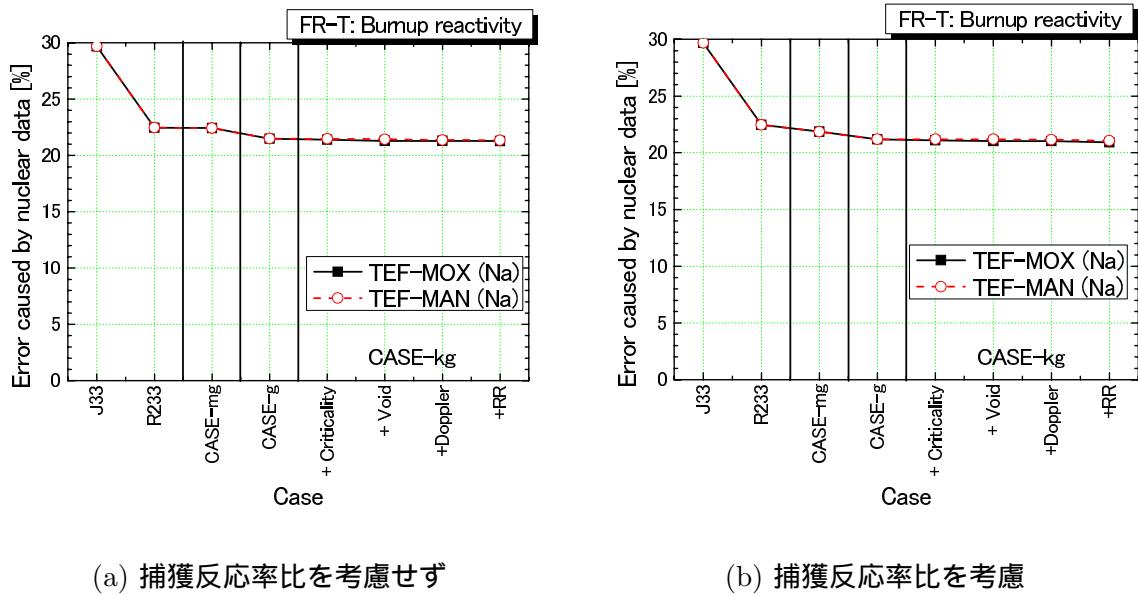


図 D.1.4 FR-T の燃焼反応度に対する MA 実験の効果

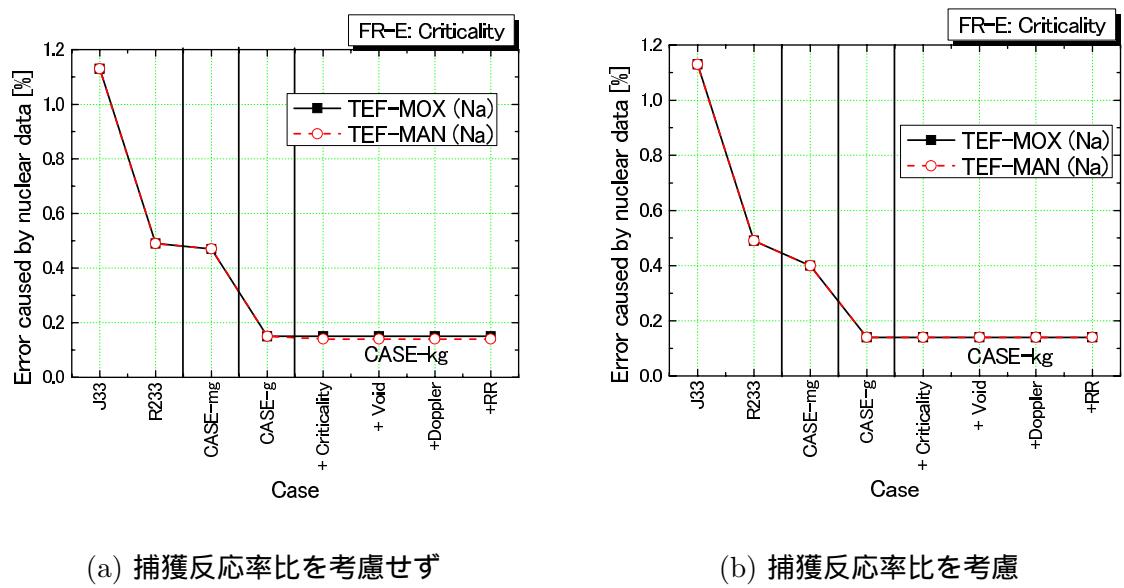


図 D.1.5 FR-E の臨界性に対する MA 実験の効果

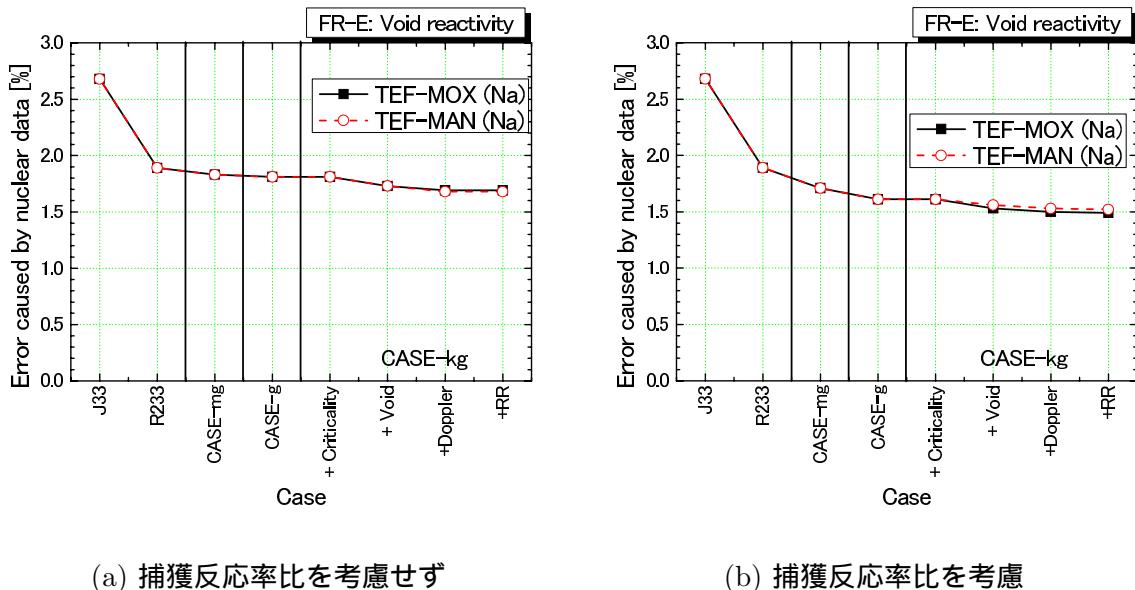


図 D.1.6 FR-E のボイド反応度に対する MA 実験の効果

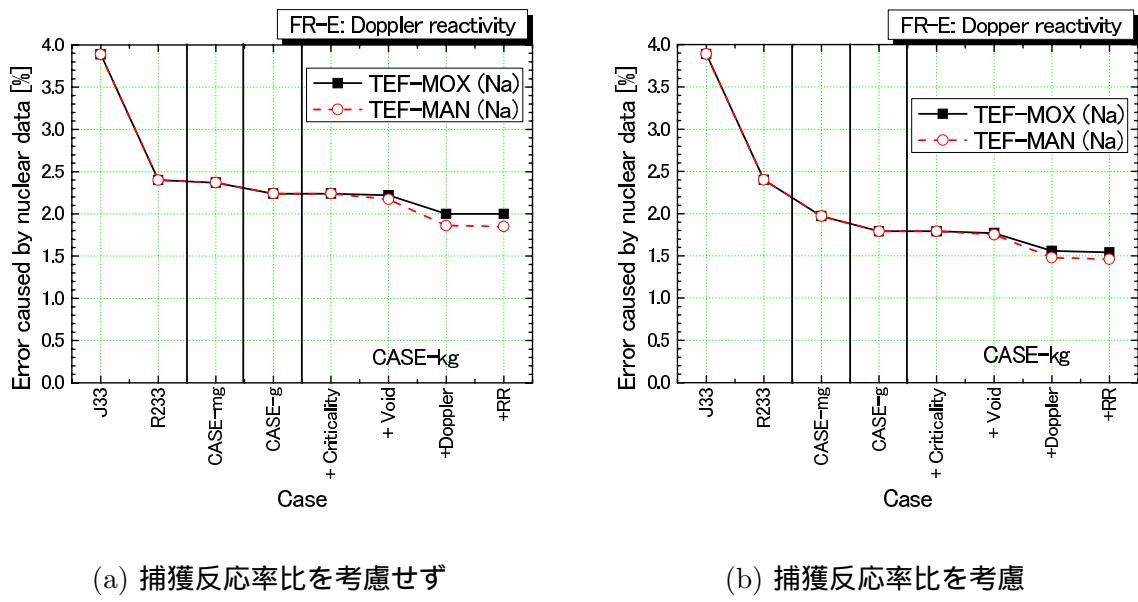


図 D.1.7 FR-E のドッpler反応度に対する MA 実験の効果

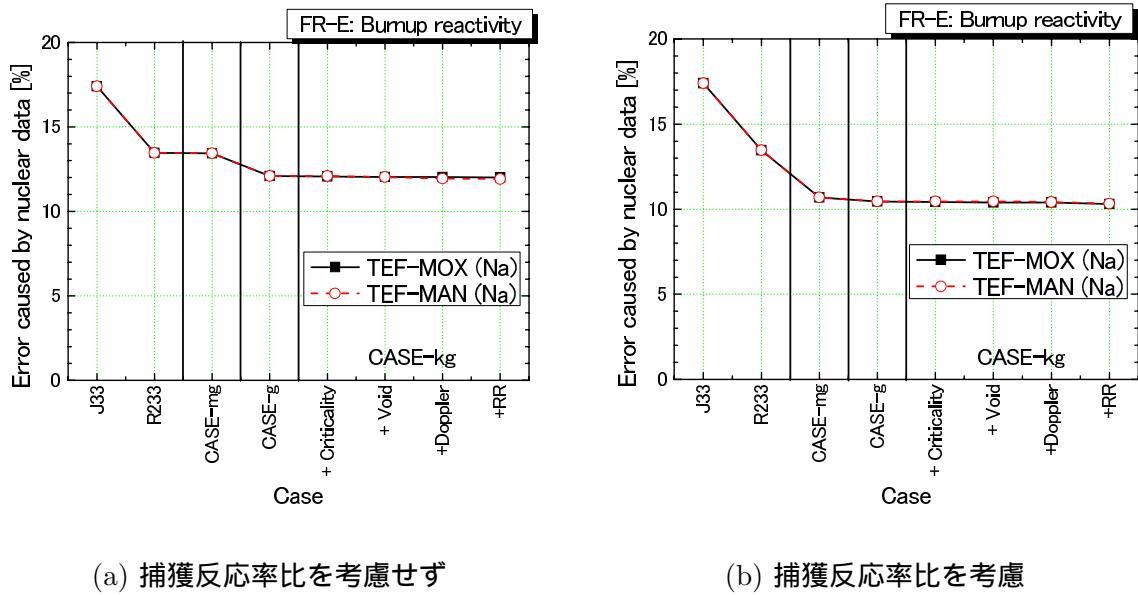


図 D.1.8 FR-E の燃焼反応度に対する MA 実験の効果

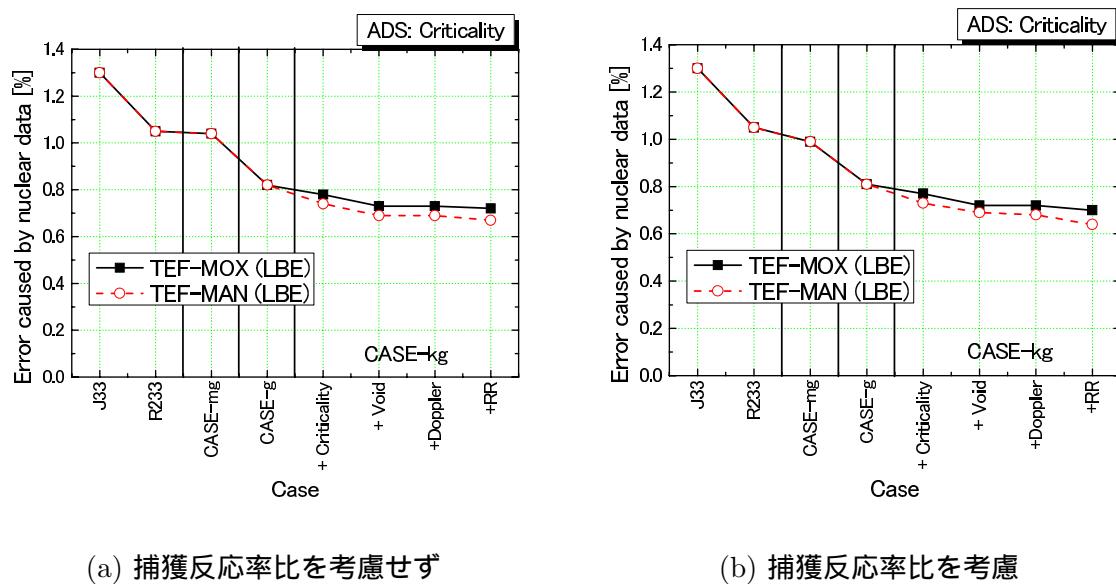


図 D.1.9 ADS の臨界性に対する MA 実験の効果

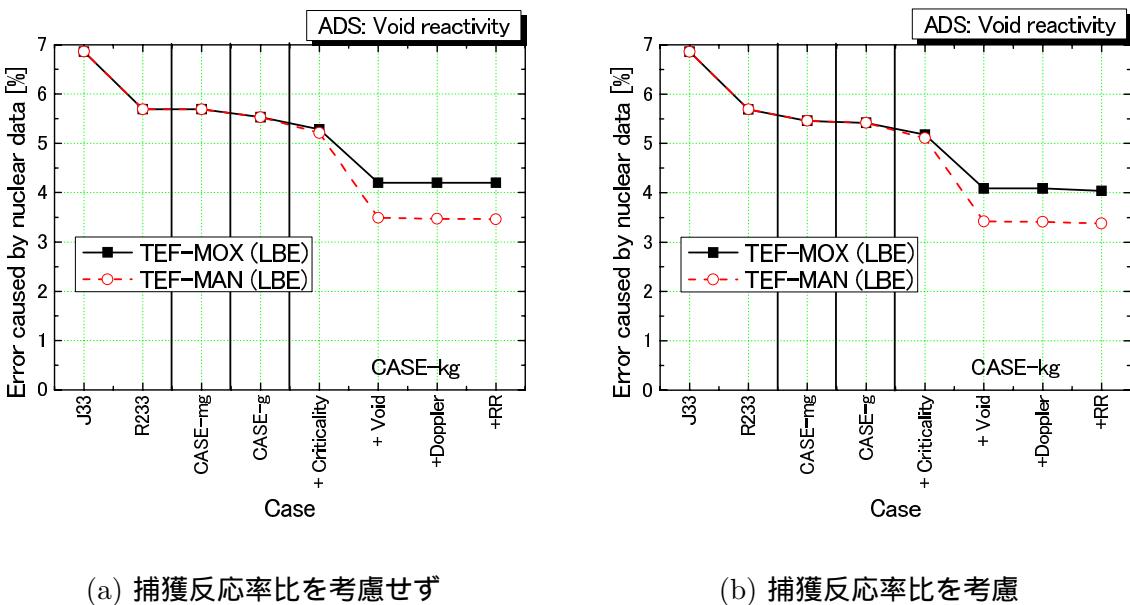


図 D.1.10 ADS のボイド反応度に対する MA 実験の効果

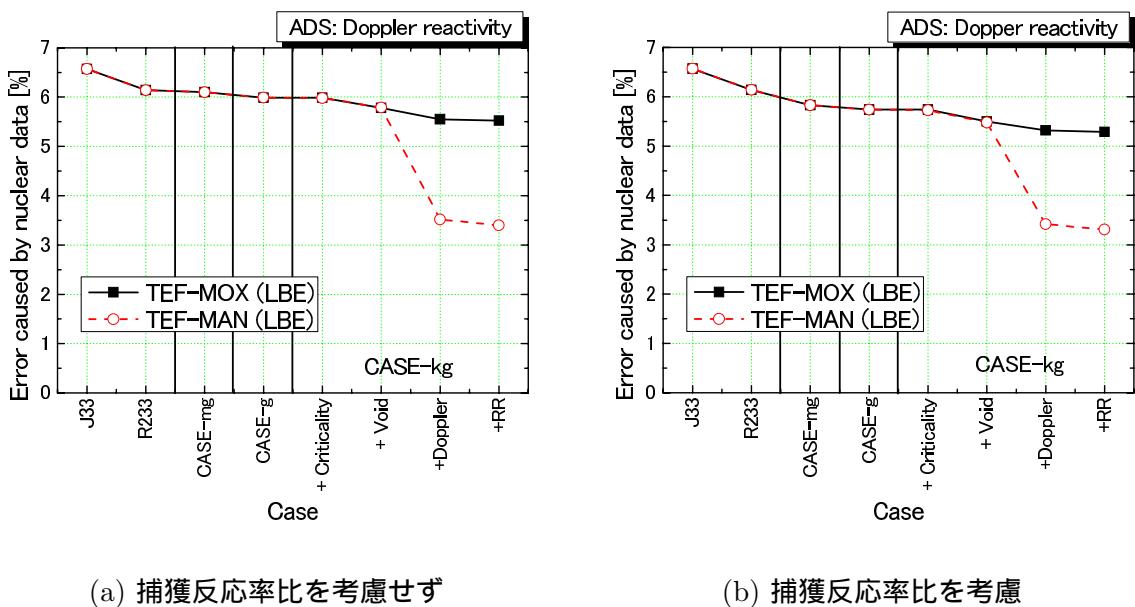


図 D.1.11 ADS のドップラー反応度に対する MA 実験の効果

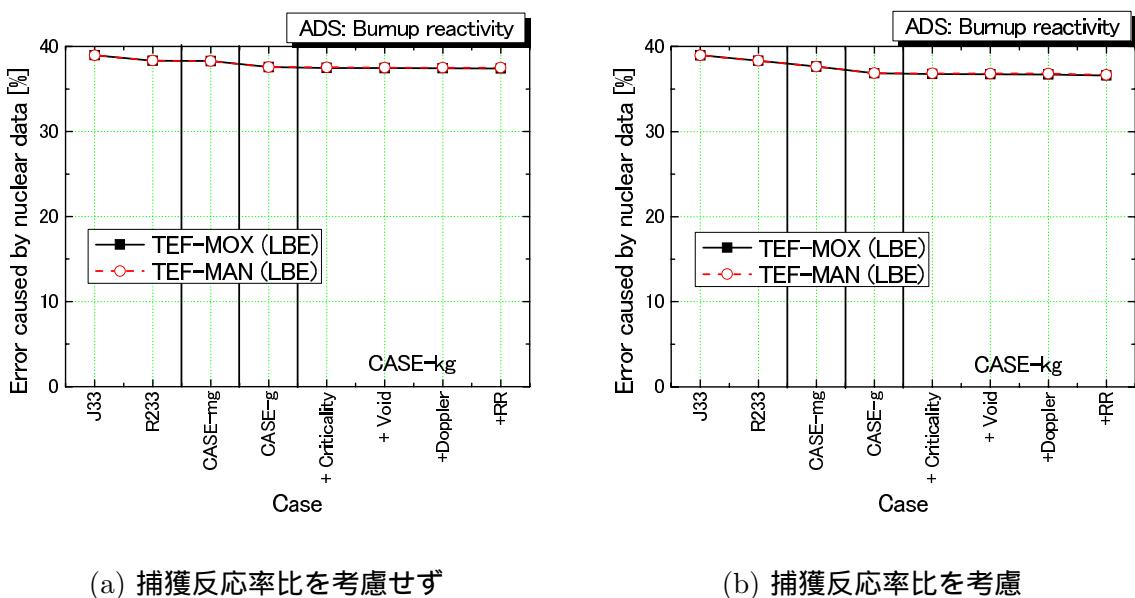


図 D.1.12 ADS の燃焼反応度に対する MA 実験の効果

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
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
比体積	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
質量濃度 ^(a) 、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 ^(b)	(数字の) 1	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床医学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。

(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	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz	1	s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ²
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ²
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ²
仕事率、工率、放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷、電気量	クーロン	C		s A
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ³ A ⁻¹
静電容量	ファラード	F	C/V	m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ³ A ⁻²
コンダクタンス	シーメンス	S	A/V	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束密度	テスラ	Wb	Vs	m ² kg s ² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻¹ A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq	lm/m ²	lm ² cd
吸収線量、比エネルギー分与、カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
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 ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性	カタール	kat		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。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。

(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、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は明示されない。

(c) 測光学ではステラジアンという名前と記号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 to 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CIPM勧告2 (CI-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 ⁻¹ 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 m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹	
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m 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 ²	kg s ⁻³	
熱容量、エンタルピー	ジュール每ケルビン	J/K	m ² kg s ² K ⁻¹	
比熱容量、比エンタルピー	ジュール每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	ジュール每キログラム	J/kg	m ² 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 ³	m ⁻¹ kg s ⁻²	
電界の強さ	ボルト每メートル	V/m	m kg s ³ A ⁻¹	
電荷密度	クーロン每立方メートル	C/m ³	m ⁻³ sA	
表面電荷密度	クーロン每平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA	
電束密度、電気変位	クーロン每平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA	
誘電率	ファラード每メートル	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	ジュール每モル	J/mol	m ² kg s ² mol ⁻¹	
モルエンタルピー、モル熱容量	ジュール每モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹	
照射線量(X線及びγ線)	クーロン每キログラム	C/kg	kg ⁻¹ sA	
吸収線量(β線及びγ線)	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 ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³	
酵素活性濃度	カタール每立方メートル	kat/m ³	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	ヨタ	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	ビコ	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=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L	1L=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される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)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×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)×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
バル	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネバ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベル	B	1 B=10 ⁸ Wb
デジベル	dB	1 dB=10 ¹ Pa

(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「△」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=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	fm	1フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット	Torr	1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1cal=4.1868J (115°Cカロリー), 4.1868J (ITカロリー) 4.184J (熱化学カロリー)
ミクロ	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

