



JAEA-Technology

2008-040

JAEA-Technology

## JMTR 炉心管理システムの高度化に関する検討

— SRAC2006 コードシステムの適用性 —

Improvement of JMTR Core Management System

- Applicability of SRAC2006 Code System to JMTR Core Management System -

五来 滋 那珂 通裕 出雲 寛互 長尾 美春  
河村 弘

Shigeru GORAI, Michihiro NAKA, Hironobu IZUMO, Yoshiharu NAGAO  
and Hiroshi KAWAMURA

大洗研究開発センター  
照射試験炉センター

Neutron Irradiation and Testing Reactor Center  
Oarai Research and Development Center

June 2008

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

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

**JMTR 炉心管理システムの高度化に関する検討  
- SRAC2006 コードシステムの適用性 -**

日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター  
照射試験炉センター

五来 滋<sup>+</sup>、那珂 通裕、出雲 寛互、長尾 美春、河村 弘

(2008年3月31日受理)

現在停止中である JMTRにおいては、2011(平成23)年度の再稼動に向けた様々な検討を進めている。検討の一つとして、JMTRにおいて運転計画書作成等の核計算に使用されてきた炉心管理システムの高度化も検討されている。JMTRにおける炉心管理システムは大型汎用計算機上で稼動している SRAC コードシステムを利用しているため、UNIX 上で稼動する最新の SRAC2006 コードシステム等に移行することによって機能拡張等が期待できる。そこで、SRAC2006 コードシステムを使用して運転計画書作成の際に行われる核計算を実施し、その適用性について検討した。

**Improvement of JMTR Core Management System  
- Applicability of SRAC2006 Code System to JMTR Core Management System -**

Shigeru GORAI<sup>+</sup>, Michihiro NAKA, Hironobu IZUMO, Yoshiharu NAGAO and Hiroshi KAWAMURA

Neutron Irradiation and Testing Reactor Center  
Oarai Research and Development Center  
Japan Atomic Energy Agency  
Oarai-machi, Higashibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received March 31, 2008)

Various projects on improvement of JMTR are being carried out with the aim of restart from FY2011. As one of the projects, it is planned to improve the JMTR core management system to execute neutronic calculations. Since the JMTR core management system is based on SRAC code system, it is expected to improve it by means of conversion from SRAC code system to the newest SRAC2006 code system on UNIX.

Therefore, neutronic calculations for JMTR were executed using SRAC2006 code system, and applicability of the code system to the JMTR core management was investigated.

---

Keywords: JMTR, SRAC, Core Management, Neutronic Calculation

+ Department of JMTR Operation

## 目次

1. はじめに .....	1
2. 計算方法 .....	2
2.1 SRAC2006 コードシステム実行環境の構築 .....	2
2.2 SRAC2006 コードシステムによるセル計算 .....	2
2.3 SRAC2006 コードシステムによる二次元炉心計算 .....	2
2.4 SRAC2006 コードシステムによる三次元炉心燃焼計算 .....	3
3. 計算結果及び考察 .....	3
3.1 SRAC2006 コードシステムによるセル計算 .....	3
3.2 SRAC2006 コードシステムによる二次元炉心計算 .....	4
3.3 SRAC2006 コードシステムによる三次元炉心燃焼計算 .....	4
4. まとめ .....	4
謝辞 .....	5
参考文献 .....	5

**Contents**

1. Introduction .....	1
2. Calculation .....	2
2.1 Construction of SRAC2006 environment .....	2
2.2 Cell calculation by SRAC2006 .....	2
2.3 Two-dimensional core calculation by SRAC2006 .....	2
2.4 Three-dimensional core burn-up calculation by SRAC2006.....	3
3. Results and Discussion.....	3
3.1 Cell calculation by SRAC2006 .....	3
3.2 Two-dimensional core calculation by SRAC2006 .....	4
3.3 Three-dimensional core burn-up calculation by SRAC2006.....	4
4. Summary .....	4
Acknowledgement.....	5
References .....	5

This is a blank page.

## 1. はじめに

現在、JMTR<sup>1)</sup>では、利用者からの要望を受けて新たな照射設備の設置<sup>2)</sup>を進めるとともに、安定運転を目指して原子炉機器の一部更新<sup>3)4)</sup>を実施中であり、2011年度(平成23年度)に再稼動する予定である。再稼動後に幅広い利用者に満足のゆく中性子照射試験<sup>5)6)7)</sup>を実施するとともに、さらなる経済性の向上を図る観点から、JMTR の炉心管理においては、照射試験時の中性子照射量や発熱量等の照射条件の詳細な評価を迅速に行う環境を整える必要がある。

JMTR の炉心管理に使用されている SRAC コードシステムは、様々なタイプの原子炉の炉心解析を行うために開発整備されたものであり、燃焼計算コードなど各種の計算コードを備えている。

JMTR では、この SRAC コードシステムを 1983 年から炉心解析用として、1986 年からは運転計画の策定用として使用している。なお、現行の原子炉設置許可<sup>8)9)10)11)</sup>における安全解析では、SRAC コードシステムを使用し、核データファイルとして ENDF/B-IV を使用しているため、JMTR の運転計画策定においては、SRAC 及び ENDF/B-IV を使用している。

しかし、JMTR で使用している SRAC コードシステム<sup>12)</sup>は原子力機構が保有する大型汎用計算機 GS21 上でしか使用できない状況にあり、再稼動後の照射利用拡大に対応した迅速な詳細炉心計算を行う場合には、操作性や計算速度等に支障を来たす可能性がある。また、大型汎用計算機自体については、現在はそのほとんどの利用がパソコン(PC)等へ移行されており、その利用も縮小し、大型汎用計算機より高性能で維持費も安価な PC、スーパーコンピュータ、PC クラスタの利用がそのほとんど占めるようになっているため、今後長期間の利用は不透明である。

したがって、再稼動後には、操作性向上、計算時間短縮及び将来における安定的な使用を考慮した新たな炉心管理システムの構築が必要である。その構築にあたっては、操作性向上として、入出力時のユーザーインターフェイスのグラフィック化により、現行のシステムに比較して操作等を容易にすることを検討する必要がある。これにより、簡便性・効率性が向上し、入出力に要する時間が短縮できるため、計算時間短縮を図れる。さらに、将来の安定的な使用を考慮した場合、パソコン(PC (UNIX 系 OS を含む))上で稼動する炉心管理システムの導入も検討する必要がある。

グラフィックユーザーインターフェイスを備えた炉心管理システムを PC 上で動作させるためには、まず SRAC コードシステムを PC へ移植し、その動作確認を行わなければならない。移植には、現行の大型計算機上の SRAC コードシステムを PC へ移植する方法、または UNIX 系 OS 上で稼動する SRAC95 コードシステム<sup>13)</sup>等を移植する方法がある。前者はプログラムのデバック等に相当の時間を必要とすることが考えられるため、ここでは後者を選択し、豊富な拡張機能等が追加された最新版の SRAC2006 コードシステム<sup>14)</sup>(オプションコードである COREBN2006<sup>15)</sup>を含む)の移植を検討した。

本報では、将来のグラフィックユーザーインターフェイスを備えた炉心管理システムの構築のため、PC 上で動作する SRAC2006 コードシステムにより運転計画書作成に必要な計算を行い、現行システムとの計算速度の比較、SRAC2006 コードシステムの新たな炉心管理システムへの適用性について検討した結果を報告する。

## 2. 計算方法

JMTR の運転計画を策定するための必要な核的解析は、SRAC コードシステムによって行われている。その一連の計算は、群定数を作成するためのセル計算、炉心の核的制限値である過剰反応度、停止余裕等を評価するための拡散理論による二次元炉心計算及び燃料の燃焼度を評価するための三次元炉心燃焼計算により行われている。

SRAC2006 コードシステムの JMTR の運転計画のための核的解析への適用性を検討するため、上述の一連の計算を SRAC2006 コードシステムにより行い、その結果を SRAC コードシステムの結果と比較した。これらの計算を行うにあたっては、計算対象として、JMTR の第 165 サイクル炉心を仮定した。JMTR の第 165 サイクル炉心の配置を Fig. 1 に示す。なお、具体的な計算方法等は以下のとおりである。

### 2.1 SRAC2006 コードシステム実行環境の構築

SRAC2006 コードシステムの計算環境の整備としては、まず、PC に Linux をインストールし、その後、SRAC2006 コードシステムをインストールする。SRAC2006 コードシステムには、JMTR の運転計画のための核的解析で使用している核データライブラリである ENDF-B-IV が準備されていないため、SRAC95 コードシステムに附属している ENDF-B-IV を PC にインストールした。次にそれらの手順を示した。

- (1) PC (Pentium D 2.8GHz) への Linux (CentOS5) のインストール
- (2) PC ～ SRAC2006 コードシステム(COREBN2006 を含む)のインストール
- (3) PC ～ SRAC95 コードシステム (UNIX 用) の微視的断面積ライブラリ ENDF/B-IV のインストール
- (4) Linux 作業ディレクトリの追加
- (5) 計算用入力ファイルの準備

### 2.2 SRAC2006 コードシステムによるセル計算

二次元炉心計算、三次元炉心燃焼計算を行うためには、まず、セル(ここでは、JMTR の炉心の縦 77.2mm、横 77.2mm の格子のこと)毎の巨視的断面積データを作成する。これには SRAC 及び SRAC2006 コードシステムの衝突確率法による計算ルーチンである PIJ (以下、PIJ(SARC)という) を使用した。

SRAC 及び SRAC2006 コードシステム(計算ルーチンは PIJ(SRAC2006))によるセル計算の結果に比較については、第 165 サイクル炉心における代表的なセルを対象として巨視的断面積を比較した。また、合わせて計算の実行速度も調査した。

### 2.3 SRAC2006 コードシステムによる二次元炉心計算

炉心の核的制限値である過剰反応度、停止余裕等の解析のための二次元計算には、SRAC コードシステムの機能の一つである拡散計算コード CITATION (以下、CITATION(SRAC)という) が使用されている。この計算には 2.2 で作成した PIJ(SRAC)による巨視的断面積データを用いて行っている。

SRAC 及び SRAC2006 コードシステムによる二次元炉心計算の結果に比較については、第 165 サイクル炉心において、

- (1) 制御棒 SH-2 が挿入、他の制御棒 4 本が引抜かれた条件 (J165IN)
- (2) 全制御棒 5 本が引抜かれた条件 (J165UP)

の 2 ケースについて、実効増倍率及び高速／熱中性子束の比較を行うと共に、計算の実行速度の調査を行った。なお、二次元炉心計算における各炉心要素の Zone 番号を **Fig. 2** に示す。

#### 2.4 SRAC2006 コードシステムによる三次元炉心燃焼計算

炉心の核的制限値である燃料の燃焼度、核的熱水路係数等の解析のため三次元炉心燃焼計算では、SRAC コードシステムのオプションコードである炉心燃焼計算コード COREBN により実施している。この計算の場合にも 2.3 の場合と同じく、2.2 で作成した PIJ(SRAC)による巨視的断面積データを用いている。

SRAC 及び SRAC2006 コードシステムによる三次元炉心燃焼計算については、第 165 サイクル炉心に対して 1 運転サイクル分の燃焼計算を行い、実効増倍率、燃料の燃焼度及び核的熱水路係数の計算結果について比較を行った。

なお、燃焼計算を行うにあたっては、8 つの燃焼ステップに区切って実施した。また、SRAC2006 コードシステムでは、付属する炉心燃焼計算コード COREBN2006 に加え、燃焼チェーンも制御する HIST コード (SRAC コードシステムの COREBN では、燃焼チェーンが少なかったため HIST コードの機能は組み込まれていたが、SRAC2006 コードシステムでは、HIST コードとして独立したものになっている) による計算を実行した。三次元炉心燃焼計算における各炉心要素の Zone 番号を **Fig. 3** に示す。

### 3. 計算結果及び考察

#### 3.1 SRAC2006 コードシステムによるセル計算

セル計算精度等の検討では、**Fig. 2** 及び **Fig. 3** に示す炉心格子位置 H-07 (燃料領域)、K-06 (燃料領域) 及び M-08 (ベリリウム反射体領域) について計算した。SRAC 及び SRAC2006 コードシステムによる巨視的断面積の計算結果を **Table 1**、**Table 2** 及び **Table 3** に示す。

PIJ(SRAC2006) により計算したセルの巨視的断面積の計算結果は、PIJ(SRAC) と比較して、数%から最大 15% であった。

本来、計算体系が同じで、核データライブラリがまったく同じであれば、同じ結果になるはずである。そのため、このような違いが生じた理由としては、計算環境(大型汎用計算機と PC の計算上の内部表現方法の違い)、計算方法(SRAC または SRAC2006 の PIJ ルーチン)、核データライブラリ(SRAC 付属の核データライブラリ ENDF/B-IV と SRAC2005 のものの整合性) 等による影響が考えられるため、今後の詳細な調査が必要である。

なお、SRAC2006 によるセル計算の実行時間は、約 0.8 (s) であった。

### 3.2 SRAC2006 コードシステムによる二次元炉心計算

二次元炉心計算精度等の検討では、第 165 サイクル炉心における制御棒 SH-2 が挿入、他の制御棒 4 本が引抜かれた条件 (J165IN) 及び全制御棒 5 本が引抜かれた条件 (J165UP) の 2 ケースについて計算を行った。

実効増倍率及び高速／熱中性子束の計算結果を各々 **Table 4** 及び **Table 5** に示す。CITATION(SRAC) による計算結果に比較して CITATION(SRAC2006) による結果は、ほぼ一致していた。この結果から、この計算モデルでは、3.1 の巨視的断面積の数～15%程度の相違は、実効増倍率及び高速／熱中性子束の計算に対してはあまり影響を与えていなかった。なお、SRAC2006 による二次元炉心計算の実行時間は、約 1.8 (s) であった。

### 3.3 SRAC2006 コードシステムによる三次元炉心燃焼計算

三次元炉心燃焼計算精度等の検討では、第 165 サイクル炉心の 1 運転サイクル分の燃焼ステップについて、計算を行った。

実効増倍率、燃料の燃焼度及び核的熱水路係数の計算結果を各々 **Table 6**、**Table 7** 及び **Table 8** に示す。COREBN による計算結果に対して、COREBN2006(HIST 含む)の三次元炉心燃焼計算の結果を比較すると、最大 24% であった。

3.3 では SRAC と SRAC2006 の計算結果はほぼ同じであったが、燃焼計算において大きな違いが発生した理由としては、3.1 の巨視的断面積の相違ではなく、SRAC95 コードシステム以降において燃焼計算部分が大幅に変更されていることによるものと考えられる。

具体的には、燃焼計算用巨視的断面積データの作成に、SRAC コードシステムでは、ENDF/B-IV を使用し、SRAC2006 コードシステムでは ENDF/B-7.0 を使用していること、SRAC95 コードシステム以降では、SRAC コードシステムで使用していた擬似核種(当時の計算機システムの容量の制限から、幾つかの核分裂性生物を一つにまとめたもの)による燃焼計算用巨視的断面積データは使用せずに、個々の核種毎の燃焼計算用巨視的断面積データを扱うようになったためである。

なお、三次元炉心燃焼計算の実行時間は HIST が約 2 (s)、COREBN2006 が約 20 (s) であった。

## 4. まとめ

JMTR の炉心管理に使用されている SRAC コードシステムを SRAC2006 コードシステムに移行した場合のその適用性について検討した。本検討により、得られた結果は以下のとおりである。なお、計算の実行速度に関して、PC 上の Linux にインストールした SRAC2006 コードシステムによる計算の実行時間は、大型汎用計算機上の SRAC コードシステムより数分の一から數十分の一程度であり、新コードシステムの導入により大幅な計算時間の短縮が図れる。

- (1) セル計算で求めた巨視的断面積の計算結果の比較では、SRAC2006 では、SRAC に比較して最大で 15% の違いが生じていたため、今後、核データライブラリの整合性の確認等を行う必要がある。
- (2) 二次元炉心計算に関しては、巨視的断面積データが同じであれば計算結果に相違はほとんどなかったが、他の計算モデルでは影響がでる可能性もあるため、今後、更なる検証計算等を行い、影響を及ぼさないことを確認する必要がある。
- (3) 三次元炉心燃焼計算に関しては、燃焼計算部分が大幅に変更されているため、今後の取り扱いについては、SRAC と互換性させるため、SRAC2006 において、擬似核種を取り扱えるようにコードの一部修正を行う等の検討が必要である。

### 謝辞

本報告書の内容について貴重なご意見を頂きました石原正博・照射試験炉センター副センター長に深く感謝いたします。

### 参考文献

- (1) Department of JMTR Project : “JMTR Irradiation Handbook”, JAERI-M 94-023 (1994)
- (2) 飯村光一、堀直彦、管野勝：“照射設備の整備計画”，UTNL-R 0466, p. 1-3-1 (2008)
- (3) 出雲寛互、長尾美春、新見素二、河村弘：“JMTR 改修の全体概要”，UTNL-R 0466, p. 1-1-1 (2008)
- (4) 塙善雄、五来滋、海老沢博幸、大戸勤、深作秋富：“原子炉機器の更新計画”，UTNL-R 0466, p. 1-2-1 (2008)
- (5) 長尾美春、佐藤政四、新見素二：“JMTRにおける核加熱率の評価”，JAEA-Technology 2007-051 (2007)
- (6) Y. Nagao, Y. Itabashi, Y. Komori, K. Fujiki : “Evaluation of neutron flux and gamma heating for irradiation tests of JMTR”, KAERI/GP-195, p. 49-55, (2002).
- (7) 長尾美春、竹本紀之、武田卓士：“JMTR 改良 LEU 炉心の核的な照射場特性の評価－炉心中性子束分布及び中性子スペクトルの LEU 炉心との比較－”，JAERI-Tech 2001-069 (2001)
- (8) 日本原子力研究所大洗研究所原子炉施設設置変更許可申請書（完本），(2001)
- (9) 田畠俊夫、長尾美春、小向文作、那珂通裕、武田卓士、藤木和男：“JMTR 改良 LEU 炉心の熱水力解析”，JAERI-Tech 2002-100 (2003)
- (10) 小向文作、那珂通裕、田畠俊夫、長尾美春、武田卓士、藤木和男：“JMTR 改良 LEU 炉心の

核特性解析” , JAERI-Tech 2002-067 (2002)

- (11) M. Naka, Y. Nagao, B. Komukai, T. Tabata : “Feasibility study for improvement of efficient irradiation with LEU core in JMTR”, Proceedings of 7th Meeting of the IGORR-7 (1999)
- (12) K. Tsuchihashi, Y. Ishiguro, K. Kaneko, et.al. : ” Revised SRAC code system” , JAERI 1302, (1986).
- (13) K. Okumura, K. Kaneko, K. Tsuchihashi : “SRAC95; General Purpose Neutronics Code System” , JAERI-Data/Code 96-015 (1996)
- (14) K. Okumura, T. Kugo, K. Kaneko, K. Tsuchihashi : “SRAC2006: A Comprehensive Neutronics Calculation Code System” , JAEA-Data/Code 2007-004 (2007)
- (15) K. Okumura : “COREBN2006: A Core Burn-up Calculation Module for SRAC2006” , JAEA-Data/Code 2007-003 (2007)

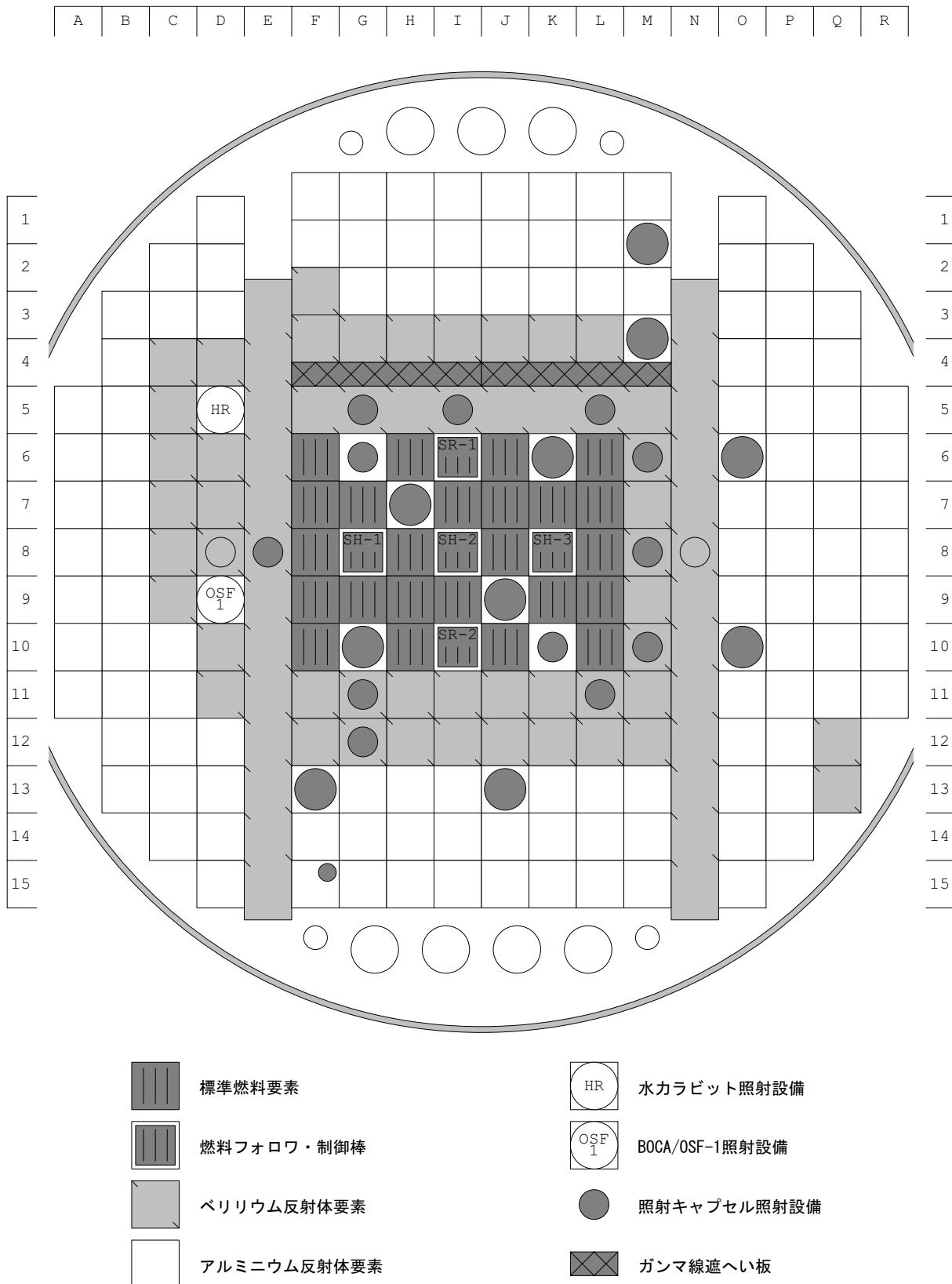
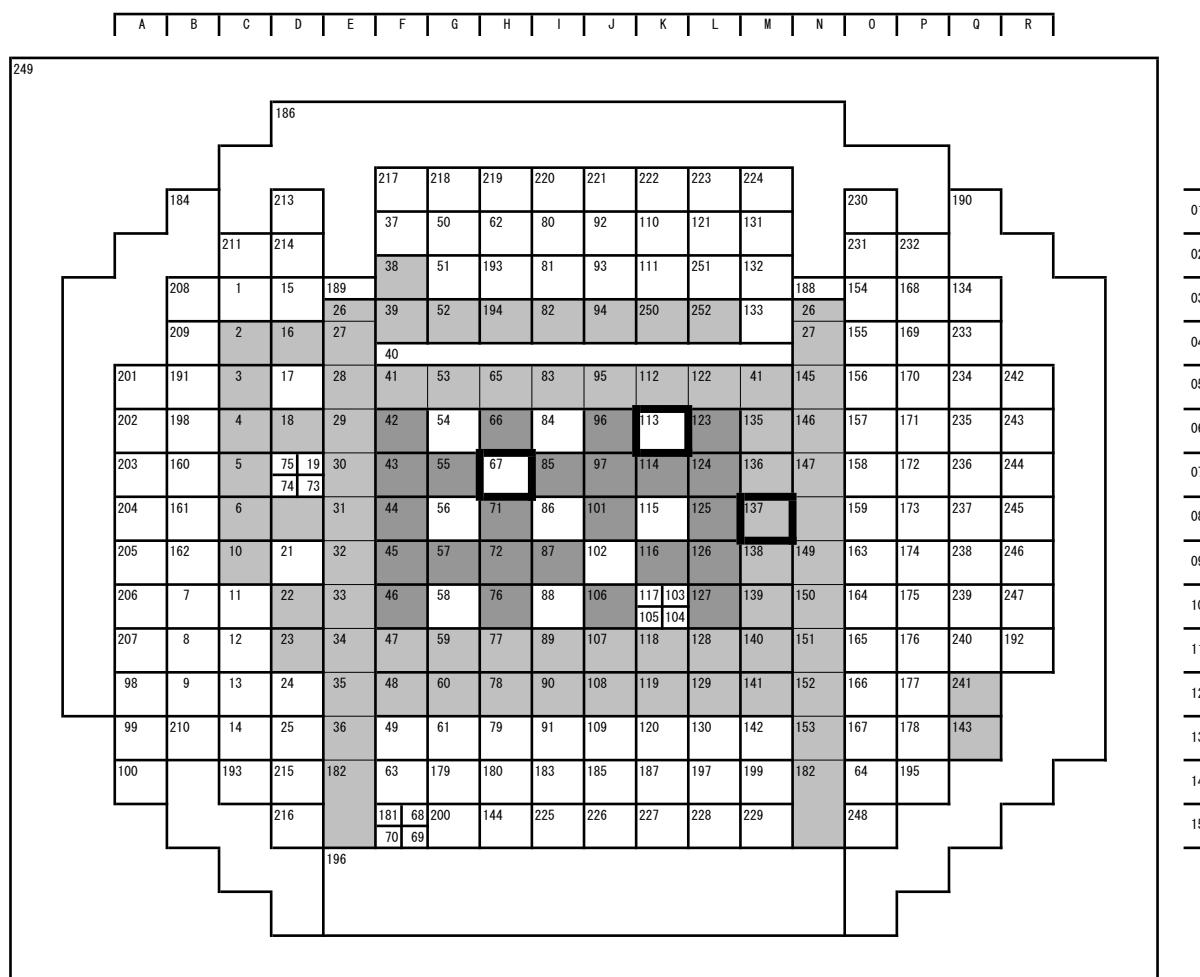
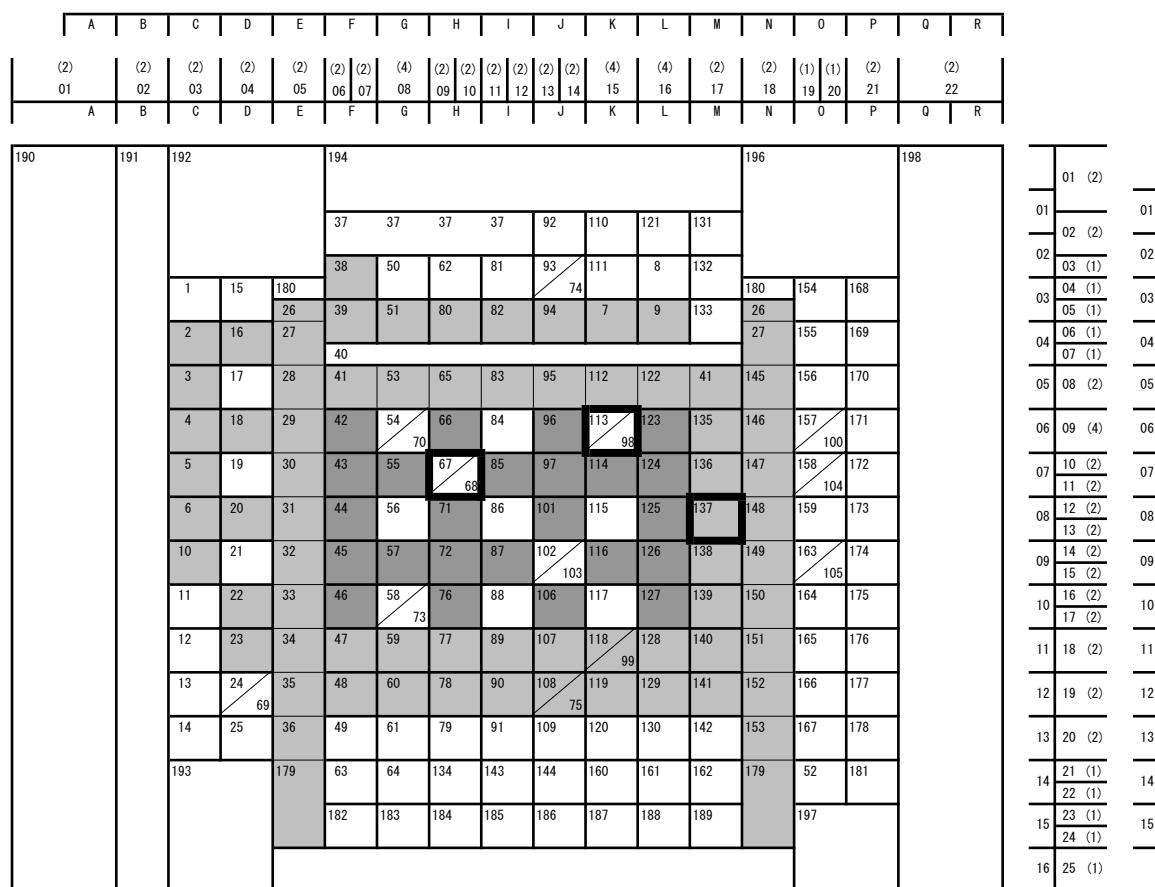


Fig. 1 JMTR における第 165 サイクル炉心配置



□ : PIJ(SRAC) によるセル計算の実施を行った炉心要素

Fig. 2 二次元炉心計算における各炉心要素の Zone 番号



□ : PIJ(SRAC) によるセル計算の実施を行った炉心要素

Fig. 3 三次元炉心燃焼計算における各炉心要素の Zone 番号

Table 1 巨視的断面積データ(照射孔LH-07位置)の比較

断面積データ												
群番号 k	括散係数(Dg)				吸収断面積( $\Sigma_{\text{ag}}$ )				生成断面積( $\nu \Sigma_{\text{fg}}$ )			
	セル計算結果		比率		セル計算結果		比率		セル計算結果		比率	
	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	(A)/(B)
1	2.464E+00	2.553E+00	0.965	5.352E-04	5.511E-04	0.971	0.000E+00	0.000E+00	—	6.577E-04	6.535E-04	1.006
2	1.652E+00	1.942E+00	0.850	1.649E-04	1.629E-04	1.012	0.000E+00	0.000E+00	—	1.611E-03	1.600E-03	1.000
3	8.628E-01	9.333E-01	0.924	4.036E-03	3.752E-03	1.076	0.000E+00	0.000E+00	—	1.663E-01	1.682E-01	0.988
4	5.214E-01	5.268E-01	0.990	5.959E-02	5.921E-02	1.007	0.000E+00	0.000E+00	—	3.813E+00	3.747E+00	1.017

k群からg群への散乱断面積												
群番号 k	群番号g : 1				群番号g : 2				群番号g : 3			
	セル計算結果		比率		セル計算結果		比率		セル計算結果		比率	
	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	(A)/(B)
1	9.448E-02	9.366E-02	1.009	3.765E-02	3.370E-02	1.117	2.597E-03	2.680E-03	0.969	—	—	—
2	—	—	—	1.630E-01	1.331E-01	1.224	3.862E-02	3.832E-02	1.008	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	3.640E-01	3.331E-01	1.093	1.830E-02	2.029E-02	0.902
4	—	—	—	—	—	—	5.361E-04	8.247E-04	0.650	5.792E-01	5.726E-01	1.011

Table 2 巨視的断面積データ(照射孔K-06位置)の比較

群番号 k	断面積データ															
	括散係数(Dg)				吸収断面積( $\Sigma_{\text{ag}}$ )				生成断面積( $\nu \Sigma_{\text{fg}}$ )				放射化断面積( $\Sigma_{\text{actg}}$ )		核分裂断面積( $\Sigma_{\text{fg}}$ )	
	セル計算結果		比率		セル計算結果		比率		セル計算結果		比率		セル計算結果		比率	
(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC (B)	(A)/(B)
1	2.560E+00	2.674E+00	0.958	6.704E-04	6.754E-04	0.993	0.000E+00	0.000E+00	—	6.544E-04	6.528E-04	1.002	0.000E+00	0.000E+00	—	
2	1.472E+00	1.729E+00	0.851	1.575E-04	1.562E-04	1.009	0.000E+00	0.000E+00	—	1.611E-03	1.611E-03	1.000	0.000E+00	0.000E+00	—	
3	7.834E-01	8.609E-01	0.910	3.163E-03	2.786E-03	1.135	0.000E+00	0.000E+00	—	1.724E-01	1.737E-01	0.992	0.000E+00	0.000E+00	—	
4	3.553E-01	3.560E-01	0.998	4.689E-02	4.666E-02	1.005	0.000E+00	0.000E+00	—	4.156E+00	4.139E+00	1.004	0.000E+00	0.000E+00	—	

群番号 k	k群からg群への散乱断面積															
	群番号g : 1				群番号g : 2				群番号g : 3				群番号g : 4			
	セル計算結果		比率		セル計算結果		比率		セル計算結果		比率		セル計算結果		比率	
(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC2006	SRAC (B)	(A)/(B)	(A) SRAC (B)	(A)/(B)
1	7.839E-02	7.262E-02	1.080	4.731E-02	4.751E-02	0.996	3.817E-03	3.857E-03	0.990	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	1.649E-01	1.314E-01	1.255	6.132E-02	6.120E-02	1.002	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	3.907E-01	3.531E-01	1.107	3.163E-02	3.134E-02	1.009	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	4.899E-04	4.930E-04	0.994	8.909E-01	8.891E-01	1.002	—	—	—	—

Table 3 巨視的断面積データ(照射孔M-08位置)の比較

		断面積データ													
群番号 k	括散係数(Dg)			吸収断面積( $\Sigma_{ag}$ )			生成断面積( $\nu \Sigma_{fg}$ )			放射化断面積( $\Sigma_{actg}$ )			核分裂断面積( $\Sigma_{fg}$ )		
	セル計算結果		比率	セル計算結果		比率	セル計算結果		比率	セル計算結果		比率	セル計算結果		比率
	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)
1	1.877E+00	1.952E+00	0.962	3.941E-03	3.960E-03	0.995	0.000E+00	0.000E+00	—	6.917E-04	6.917E-04	1.000	0.000E+00	0.000E+00	—
2	8.898E-01	9.283E-01	0.959	8.205E-05	8.161E-05	1.005	0.000E+00	0.000E+00	—	1.705E-03	1.705E-03	1.000	0.000E+00	0.000E+00	—
3	5.476E-01	5.567E-01	0.984	8.657E-04	8.027E-04	1.078	0.000E+00	0.000E+00	—	1.861E-01	1.865E-01	0.998	0.000E+00	0.000E+00	—
4	3.830E-01	3.837E-01	0.998	1.403E-02	1.400E-02	1.003	0.000E+00	0.000E+00	—	4.938E+00	4.930E+00	1.001	0.000E+00	0.000E+00	—

k群からg群への散乱断面積																	
		群番号g : 1						群番号g : 2						群番号g : 3		群番号g : 4	
群番号 k	セル計算結果																
	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	(A)/(B)														
1	1.200E-01	1.135E-01	1.058	5.885E-02	5.860E-02	1.004	4.035E-03	4.039E-03	0.999	—	—	—	—	—	—		
2	—	—	—	3.164E-01	3.011E-01	1.051	5.815E-02	5.794E-02	1.004	—	—	—	—	—	—		
3	—	—	—	—	—	—	5.876E-01	5.778E-01	1.017	2.026E-02	2.013E-02	1.007	—	—	—		
4	—	—	—	—	—	—	1.135E-04	1.139E-04	0.997	8.561E-01	8.545E-01	1.002	—	—	—		

Table 4 実効増倍率(二次元炉心計算)の比較

計算ケース	二次元炉心計算結果		比率 (A) / (B)
	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	
J165IN	1.0711	1.0711	1.000
J165UP	1.1356	1.1356	1.000

Table 5 高速中性子束・熱中性子束(二次元炉心計算)の比較

計算ケース	Zone 番号	群番号 (エネルギー)	二次元炉心計算結果		比率 (A) / (B)
			SRAC2006 (A)	SRAC (B)	
J165IN	5	1 (高速)	3.52816E+12	3.52820E+12	1.000
		4 (熱)	1.05726E+14	1.05728E+14	1.000
	67	1 (高速)	1.55015E+14	1.55016E+14	1.000
		4 (熱)	1.27457E+14	1.27458E+14	1.000
	81	1 (高速)	1.86400E+12	1.86397E+12	1.000
		4 (熱)	5.09505E+13	5.09504E+13	1.000
	113	1 (高速)	1.15233E+14	1.15232E+14	1.000
		4 (熱)	1.77012E+14	1.77011E+14	1.000
	137	1 (高速)	6.58950E+13	6.58947E+13	1.000
		4 (熱)	2.54143E+14	2.54144E+14	1.000
	172	1 (高速)	1.35724E+12	1.35724E+12	1.000
		4 (熱)	2.71334E+13	2.71334E+13	1.000
	183	1 (高速)	1.45925E+12	1.45927E+12	1.000
		4 (熱)	3.18504E+13	3.18512E+13	1.000
	249	1 (高速)	8.33894E+09	8.33909E+09	1.000
		4 (熱)	1.69913E+12	1.69916E+12	1.000
J165UP	5	1 (高速)	2.94926E+12	2.94925E+12	1.000
		4 (熱)	8.92978E+13	8.92983E+13	1.000
	67	1 (高速)	1.64262E+14	1.64262E+14	1.000
		4 (熱)	1.39259E+14	1.39259E+14	1.000
	81	1 (高速)	1.75085E+12	1.75084E+12	1.000
		4 (熱)	4.76656E+13	4.76657E+13	1.000
	113	1 (高速)	1.04224E+14	1.04225E+14	1.000
		4 (熱)	1.62953E+14	1.62954E+14	1.000
	137	1 (高速)	5.49656E+13	5.49660E+13	1.000
		4 (熱)	2.15008E+14	2.15012E+14	1.000
	172	1 (高速)	1.13142E+12	1.13144E+12	1.000
		4 (熱)	2.28463E+13	2.28467E+13	1.000
	183	1 (高速)	1.34155E+12	1.34157E+12	1.000
		4 (熱)	2.92634E+13	2.92641E+13	1.000
	249	1 (高速)	7.16627E+09	7.16636E+09	1.000
		4 (熱)	1.47422E+12	1.47424E+12	1.000

Table 6 実効増倍率(三次元炉心燃焼計算)の比較

計算ケース (燃焼ステップ)	三次元炉心燃焼計算結果		比率 (A) / (B)
	SRAC2006 (A)	SRAC (B)	
L165B0 ( 0 MWd)	0.8714	0.9988	0.873
L165B1 ( 50 MWd)	0.9008	0.9992	0.902
L165B2 ( 100 MWd)	0.9019	1.0027	0.899
L165B3 ( 200 MWd)	0.9004	1.0009	0.900
L165B4 ( 500 MWd)	0.8644	0.9995	0.865
L165B5 ( 800 MWd)	0.8364	1.0017	0.835
L165B6 (1100 MWd)	0.8224	1.0095	0.815
L165B7 (1291 MWd)	0.8246	1.0160	0.812

Table 7 各燃料要素の燃焼度(三次元炉心燃焼計算)の比較

要素	L165B0 ( 50 MWd)				L165B1 ( 100 MWd)				L165B2 ( 200 MWd)				L165B3 ( 500 MWd)				L165B4 ( 800 MWd)				L165B5 (1100 MWd)				L165B6 (1291 MWd)						
	235U燃焼度(%)		比率		235U燃焼度(%)		比率		235U燃焼度(%)		比率		235U燃焼度(%)		比率		235U燃焼度(%)		比率		235U燃焼度(%)		比率		SRAC2006		SRAC		比率		
	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)/(B)	(A)	(B)	(A)/(B)			
F-06	0.640	0.551	1.161	1.261	1.092	1.155	2.488	2.167	1.148	6.093	5.321	1.145	9.603	8.420	1.140	13.036	11.477	1.136	14.156	12.476	1.135	14.815	13.663	1.134							
F-07	31.514	30.979	1.017	31.945	31.478	1.015	32.802	32.462	1.010	35.336	35.331	1.000	37.944	38.118	0.995	40.574	40.820	0.994	41.422	41.686	0.994	41.919	42.193	0.994							
F-08	14.046	14.010	1.003	14.684	14.643	1.003	15.949	15.895	1.005	19.658	19.551	1.005	23.335	23.117	1.009	26.920	26.583	1.013	28.072	27.698	1.014	28.747	28.349	1.014							
F-09	30.042	29.611	1.015	30.511	30.142	1.012	31.443	31.193	1.008	34.249	0.998	37.004	37.217	0.994	39.852	40.096	0.994	40.770	41.014	0.994	41.306	41.549	0.994								
F-10	0.730	0.614	1.189	1.425	1.209	1.179	2.800	2.389	1.172	6.806	5.840	1.165	10.653	9.228	1.154	14.408	12.563	1.147	15.628	13.645	1.145	16.341	14.279	1.144							
G-07	16.973	16.913	1.004	17.512	17.467	1.003	18.582	18.568	1.001	21.736	21.810	0.997	24.880	24.999	0.995	28.005	28.128	0.996	29.037	29.150	0.996	29.652	29.756	0.996							
G-09	15.097	15.047	1.003	15.729	15.676	1.003	16.989	16.924	1.004	20.714	20.601	1.006	24.403	24.215	1.008	28.041	27.759	1.010	29.232	28.911	1.011	29.940	29.591	1.012							
H-06	31.322	30.780	1.018	31.659	31.232	1.015	32.449	32.130	1.010	34.694	34.797	0.997	37.014	37.408	0.989	39.377	39.964	0.985	40.156	40.800	0.984	40.622	41.299	0.984							
H-08	0.695	0.587	1.185	1.406	1.193	1.179	2.840	2.412	1.177	7.220	6.140	1.176	11.545	9.930	1.163	15.901	13.795	1.153	17.405	15.127	1.151	18.327	15.945	1.149							
H-09	0.810	0.670	1.208	1.589	1.325	1.199	3.146	2.637	1.193	7.788	6.581	1.183	12.304	10.536	1.168	16.837	14.513	1.160	18.367	15.852	1.159	19.284	16.659	1.158							
H-10	30.943	30.468	1.016	31.387	30.995	1.013	32.275	32.042	1.007	34.938	35.139	0.994	37.669	38.160	0.987	40.435	41.101	0.984	41.343	42.057	0.983	41.882	42.624	0.983							
I-07	16.936	16.869	1.004	17.425	17.372	1.003	18.411	18.385	1.001	21.440	21.490	0.998	24.542	24.624	0.997	27.716	27.787	0.997	28.817	28.873	0.998	29.500	29.545	0.998							
I-09	17.623	17.556	1.004	18.130	18.085	1.002	19.146	19.147	1.000	22.259	22.396	0.994	25.431	25.660	0.991	28.687	28.939	0.991	29.817	30.061	0.992	30.750	30.992	0.992							
J-06	29.254	28.875	1.013	29.634	29.375	1.011	30.543	30.371	1.006	33.133	33.331	0.994	35.819	36.233	0.989	38.568	39.084	0.987	39.480	40.015	0.987	40.982	40.568	0.986							
J-07	0.790	0.648	1.219	1.554	1.284	1.210	3.083	2.560	1.204	7.664	6.406	1.196	12.160	10.274	1.184	16.665	14.174	1.176	18.175	15.492	1.173	19.080	16.288	1.171							
J-08	0.716	0.603	1.188	1.446	1.222	1.183	2.917	2.470	1.181	7.418	6.288	1.180	11.877	10.172	1.168	16.361	14.129	1.158	17.894	15.491	1.155	18.828	16.326	1.153							
J-10	31.854	31.289	1.018	32.285	31.808	1.015	33.142	32.836	1.009	35.697	35.883	0.995	38.327	38.842	0.987	40.937	41.705	0.982	41.792	42.635	0.980	42.300	43.188	0.979							
K-07	12.698	12.667	1.002	13.350	13.283	1.004	14.593	14.509	1.006	18.363	18.128	1.013	22.186	21.702	1.022	25.930	25.218	1.028	27.126	26.366	1.029	27.832	27.046	1.029							
K-09	16.453	16.399	1.003	17.038	17.006	1.002	18.230	18.212	1.001	21.762	21.762	0.998	25.179	25.243	0.997	28.608	28.644	0.999	29.723	29.749	0.999	30.404	30.385	0.999							
L-06	0.619	0.520	1.191	1.216	1.028	1.183	2.395	2.037	1.176	5.876	5.002	1.175	9.299	7.921	1.174	12.637	10.801	1.170	13.705	11.743	1.167	14.329	12.295	1.165							
L-07	30.542	30.072	1.016	30.990	30.579	1.013	31.879	31.580	1.009	34.517	34.502	1.000	37.256	37.344	0.998	40.024	40.106	0.998	40.901	40.989	0.998	41.413	41.504	0.998							
L-08	13.203	13.173	1.002	13.855	13.813	1.003	15.080	15.004	1.004	18.956	18.786	1.009	22.778	22.405	1.017	26.489	25.922	1.022	27.658	27.051	1.022	28.340	27.711	1.023							
L-09	31.138	30.630	1.017	31.586	31.145	1.014	32.476	32.160	1.010	35.110	35.125	1.000	37.833	37.999	0.996	40.574	40.782	0.995	41.443	41.670	0.995	41.952	42.190	0.994							
L-10	0.687	0.591	1.163	1.348	1.165	1.157	2.652	2.304	1.151	6.476	5.649	1.146	10.195	8.931	1.142	13.828	12.159	1.137	15.000	13.209	1.136	15.688	13.825	1.135							
SH-2	7.410	7.361	1.007	7.434	7.387	1.006	7.601	7.566	1.005	8.760	8.740	1.002	10.374	10.318	1.005	12.459	12.331	1.010	13.495	13.286	1.016	14.317	14.014	1.022							
SH-1	0.715	0.582	1.229	1.609	1.322	1.217	3.384	2.976	1.217	5.876	5.002	1.215	7.523	7.159	1.191	11.401	11.493	1.166	18.208	15.781	1.154	19.780	17.183	1.151	20.701	18.015	1.149				
SH-3	0.729	0.591	1.233	1.634	1.336	1.223	3.432	2.822	1.216	6.649	7.224	1.197	13.631	11.602	1.175	15.930	15.535	1.163	20.114	17.345	1.160	21.034	18.183	1.157							
SR-1	16.732	16.622	1.007	17.227	17.162	1.004	18.221	18.252	0.998	21.252	21.572	0.985	24.294	24.864	0.977	27.381	28.116	0.974	28.425	29.194	0.974	29.048	29.830	0.974							
SR-2	17.588	17.485	1.006	18.107	18.065	1.002	19.145	19.235	0.995	22.307	22.784	0.979	25.464	26.279	0.969	28.677	29.711	0.965	29.764	30.835	0.965	30.414	31.498	0.966							

Table 8 各燃料要素の核的熱水路係数（三次元炉心燃焼計算）の比較（1/2）

Table 8 各燃料要素の核的熱水路係数(三次元炉心燃焼計算)の比較(2/2)

L165B7 (1291 MWd)												L165B6 (1100 MWd)																								
燃料 要素	L165B0 ( 0 MWd)						L165B1 ( 50 MWd)						L165B2 ( 100 MWd)						L165B3 ( 200 MWd)						L165B4 ( 500 MWd)						L165B5 ( 800 MWd)					
	垂直出力分布因子			比率			垂直出力分布因子			比率			垂直出力分布因子			比率			SRAC2006			SRAC2006			SRAC2006			SRAC2006								
	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)	SRAC2006	SRAC	(A)									
F-06	1.413	1.318	1.072	1.296	1.422	0.911	1.291	1.310	0.985	1.263	1.305	0.968	1.218	1.304	0.934	1.214	1.305	0.931	1.241	1.313	0.945	1.249	1.315	0.950	1.240	1.315	0.950									
F-07	1.346	1.273	1.057	1.190	1.421	0.837	1.184	1.264	0.937	1.156	1.246	0.927	1.128	1.239	0.910	1.120	1.233	0.909	1.138	1.238	0.919	1.142	1.240	0.921	1.147	1.247	0.922									
F-08	1.491	1.314	1.135	1.297	1.517	0.835	1.264	1.304	0.969	1.230	1.293	0.952	1.155	1.285	0.899	1.117	1.277	0.875	1.159	1.285	0.902	1.173	1.288	0.911	1.173	1.288	0.911									
F-09	1.358	1.276	1.064	1.182	1.431	0.826	1.177	1.268	0.928	1.153	1.255	0.919	1.127	1.248	0.903	1.129	1.242	0.909	1.156	1.248	0.926	1.149	1.247	0.922	1.149	1.247	0.922									
F-10	1.429	1.325	1.078	1.301	1.439	0.904	1.297	1.318	0.985	1.264	1.314	0.962	1.215	1.314	0.925	1.221	1.313	0.930	1.244	1.317	0.945	1.249	1.318	0.948	1.249	1.318	0.948									
G-07	1.449	1.327	1.092	1.294	1.495	0.865	1.279	1.315	0.972	1.220	1.293	0.944	1.157	1.285	0.900	1.121	1.281	0.876	1.184	1.302	0.909	1.206	1.314	0.918	1.206	1.314	0.918									
G-09	1.487	1.322	1.125	1.275	1.516	0.841	1.268	1.309	0.969	1.215	1.295	0.938	1.145	1.286	0.890	1.130	1.294	0.873	1.195	1.313	0.910	1.203	1.311	0.918	1.203	1.311	0.918									
H-06	1.324	1.343	0.986	1.257	1.403	0.896	1.243	1.328	0.936	1.208	1.299	0.930	1.176	1.288	0.914	1.174	1.283	0.915	1.206	1.306	0.924	1.225	1.320	0.928	1.225	1.320	0.928									
H-08	1.328	1.356	1.127	1.329	1.537	0.865	1.312	1.331	0.986	1.225	1.282	0.956	1.253	1.305	0.960	1.315	1.336	0.942	1.385	1.448	0.957	1.365	1.436	0.951	1.365	1.436	0.951									
H-09	1.497	1.360	1.101	1.335	1.506	0.887	1.321	1.345	0.982	1.258	1.316	0.956	1.218	1.322	0.921	1.286	1.336	0.942	1.330	1.411	0.943	1.306	1.397	0.935	1.306	1.397	0.935									
H-10	1.352	1.333	0.914	1.233	1.429	0.870	1.234	1.319	0.936	1.198	1.301	0.921	1.177	1.295	0.908	1.201	1.302	0.922	1.239	1.322	0.938	1.217	1.314	0.926	1.217	1.314	0.926									
I-07	1.410	1.380	1.022	1.335	1.465	0.911	1.301	1.350	0.964	1.206	1.290	0.935	1.241	1.332	0.922	1.253	1.404	0.892	1.345	1.452	0.926	1.344	1.440	0.933	1.344	1.440	0.933									
I-09	1.413	1.366	1.035	1.313	1.475	0.890	1.281	1.339	0.957	1.192	1.285	0.927	1.253	1.348	0.930	1.279	1.417	0.902	1.359	1.459	0.932	1.341	1.429	0.938	1.341	1.429	0.938									
J-06	1.351	1.339	0.909	1.244	1.435	0.866	1.235	1.323	0.933	1.199	1.305	0.919	1.179	1.299	0.907	1.200	1.308	0.918	1.239	1.330	0.932	1.234	1.324	0.932	1.234	1.324	0.932									
J-07	1.501	1.360	1.103	1.335	1.510	0.884	1.321	1.345	0.982	1.259	1.316	0.957	1.219	1.322	0.922	1.286	1.368	0.940	1.332	1.413	0.942	1.307	1.399	0.934	1.307	1.399	0.934									
J-08	1.542	1.345	1.147	1.317	1.551	0.849	1.300	1.323	0.982	1.220	1.276	0.956	1.265	1.324	0.956	1.330	1.412	0.942	1.393	1.458	0.956	1.354	1.428	0.948	1.354	1.428	0.948									
J-10	1.327	1.324	1.002	1.237	1.407	0.879	1.225	1.310	0.935	1.192	1.289	0.925	1.162	1.276	0.911	1.166	1.280	0.911	1.188	1.298	0.915	1.195	1.299	0.920	1.195	1.299	0.920									
K-07	1.498	1.329	1.128	1.278	1.532	0.834	1.274	1.316	0.969	1.241	1.302	0.953	1.174	1.294	0.907	1.154	1.301	0.886	1.183	1.322	0.895	1.193	1.319	0.904	1.193	1.319	0.904									
K-09	1.456	1.316	1.107	1.276	1.499	0.851	1.269	1.304	0.974	1.215	1.288	0.943	1.153	1.279	0.901	1.124	1.282	0.877	1.187	1.301	0.912	1.199	1.303	0.920	1.199	1.303	0.920									
L-06	1.438	1.328	1.083	1.302	1.449	0.889	1.298	1.321	0.983	1.275	1.317	0.968	1.226	1.316	0.932	1.219	1.316	0.926	1.245	1.325	0.940	1.251	1.328	0.942	1.251	1.328	0.942									
L-07	1.368	1.278	0.970	1.184	1.439	0.823	1.178	1.269	0.928	1.156	1.257	0.920	1.130	1.248	0.905	1.129	1.244	0.907	1.153	1.250	0.922	1.146	1.249	0.917	1.146	1.249	0.917									
L-08	1.497	1.317	1.137	1.288	1.525	0.832	1.266	1.307	0.968	1.237	1.297	0.954	1.167	1.289	0.905	1.122	1.281	0.876	1.156	1.289	0.887	1.169	1.291	0.906	1.169	1.291	0.906									
L-09	1.343	1.277	1.052	1.192	1.422	0.838	1.187	1.268	0.936	1.160	1.252	0.927	1.134	1.244	0.912	1.127	1.237	0.911	1.136	1.240	0.916	1.147	1.242	0.923	1.147	1.242	0.923									
L-10	1.414	1.316	1.075	1.293	1.424	0.908	1.289	1.310	0.984	1.261	1.306	0.965	1.217	1.305	0.932	1.219	1.304	0.934	1.240	1.310	0.947	1.247	1.312	0.950	1.247	1.312	0.950									
SR-1	1.165	1.211	0.962	1.196	1.210	0.988	1.168	1.191	0.980	1.094	1.159	0.944	1.047	1.146	0.913	1.078	1.152	0.936	1.127	1.172	0.962	1.135	1.175	0.966	1.135	1.175	0.966									
SH-1	1.167	1.343	0.869	1.318	1.116	1.116	1.330	0.987	1.259	1.314	0.958	1.212	1.313	0.923	1.238	1.319	0.938	1.261	1.344	0.939	1.240	1.345	0.922	1.240	1.345	0.922										
SH-2	0.000	0.000	—	0.000	0.000	—	1.000	1.000	1.000	1.094	1.115	0.982	1.074	1.127	0.954	1.089	1.144	0.952	1.113	1.152	0.966	1.194	1.167	0.923	1.194	1.167	0.923									
SH-3	1.167	1.340	0.871	1.314	1.180	1.113	1.309	0.985	1.258	1.314	0.957	1.215	1.313	0.925	1.242	1.313	0.938	1.284	1.348	0.934	1.237	1.343	0.922	1.237	1.343	0.922										
SH-4	1.155	1.202	0.960	1.185	1.209	0.980	1.158	1.186	0.976	1.082	1.156	0.936	1.048	1.146	0.914	1.090	1.150	0.948	1.133	1.168	0.970	1.133	1.165	0.972	1.133	1.165	0.972									

This is a blank page.

# 国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

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

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m <sup>2</sup>
体積	立方メートル	m <sup>3</sup>
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s <sup>2</sup>
波数	メートル毎秒	m <sup>-1</sup>
密度(質量密度)	キログラム毎立方メートル	kg/m <sup>3</sup>
質量体積(比体積)	立法メートル毎キログラム	m <sup>3</sup> /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m <sup>2</sup>
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
(物質量)濃度	モル毎立方メートル	mol/m <sup>3</sup>
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m <sup>2</sup>
屈折率	(数の)1	1

表3. 固有の名称とその独自の記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	他のSI単位による表し方
平面角	ラジアン <sup>(a)</sup>	rad	$m \cdot m^{-1}$ <sup>(b)</sup>
立体角	ステラジアン <sup>(a)</sup>	sr <sup>(c)</sup>	$m^2 \cdot m^{-2}$ <sup>(b)</sup>
周波数	ヘルツ	Hz	s <sup>-1</sup>
圧力、応力	ニュートン	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
工率、電気量	ワット	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
電荷、電気量	クーロン	C	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	C/V
静電容量	フアード	F	$V/A$
電気抵抗	オーム	Ω	$V/A$
コンダクタンス	ジemens	S	$A/V$
磁束密度	テスラ	T	$V \cdot s$
インダクタンス	ヘンリイ	H	$Wb/m^2$
セルシウス温度	セルシウス度 <sup>(d)</sup>	°C	$Wb/A$
光束	ルーメン	lm	$cd \cdot sr^{(c)}$
(放射性核種)放射能	ベクレル	Bq	$lm/m^2$
吸収線量、質量エネルギー一分率	グレイ	Gy	$J/kg$
線量当量、周辺線量当量	カーマ		$m^2 \cdot s^{-2}$
方向性線量当量、個人線量当量、組織線量当量	シーベルト	Sv	$J/kg$

(a)ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なる性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときのいくつかの用例は表4に示されている。

(b)実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号“1”は明示されない。

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

(d)この単位は、例としてミリセルシウス度m°CのようにSI接頭語を伴って用いても良い。

表4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含む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	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
表面張力	ニュートンメートル	N · m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s <sup>2</sup>	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
熱流密度、放射照度	ワット每平方メートル	W/m <sup>2</sup>	$kg \cdot s^{-3}$
熱容量、エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
質量熱容量(比熱容量)	ジュール毎キログラム	J/(kg · K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
質量エントロピー	毎ケルビン		
質量エネルギー(比エネルギー)	ジュール毎キログラム	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
熱伝導率	ワット每メートル毎ケルビン	W/(m · K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m <sup>3</sup>	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
電界の強さ	ボルト每メートル	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m <sup>3</sup>	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m <sup>2</sup>	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
誘電率	ファラード每メートル	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
透磁率	ヘンリー每メートル	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
モルエントロピー	ジュール毎モル每ケルビン	J/(mol · K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
モル熱容量	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
照射線量(X線及びγ線)	クーロン毎キログラム		
吸収線量率	グレイ每秒	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$
放射強度	ワット每ステラジアン	W/sr	$m^4 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
放射輝度	ワット每平方メートル每ステラジアン	W/(m <sup>2</sup> · sr)	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = kg \cdot s^{-3}$

表5. SI 接頭語

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

表6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

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=86400 s
度	°	°=(π/180) rad
分	'	'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	"=(1/60)'=(π/648000) rad
リットル	L	1L=1 dm <sup>3</sup> =10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
トン	t	1t=10 <sup>3</sup> kg
ネーパ	Np	1Np=1
ベル	B	1B=(1/2)ln10(Np)

表7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位でSI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	1eV=1.60217733(49)×10 <sup>-19</sup> J
統一原子質量単位	u	1u=1.6605402(10)×10 <sup>-27</sup> kg
天文単位	ua	1ua=1.49597870691(30)×10 <sup>11</sup> m

表8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里	里	1海里=1852m
ノット	ト	1ノット=1海里每時=(1852/3600)m/s
アール	a	1a=1 dam <sup>2</sup> =10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
ヘクタール	ha	1ha=1 hm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
バル	bar	1bar=0.1MPa=100kPa=1000hPa=10 <sup>5</sup> Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=10 <sup>-10</sup> m
バーン	b	1b=100 fm <sup>2</sup> =10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>

表9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
エルグ	erg	1 erg=10 <sup>-7</sup> J
ダイニン	dyn	1 dyn=10 <sup>-5</sup> N
ボアズ	P	1 P=1 dyn · s/cm <sup>2</sup> =0.1Pa · s
ストークス	St	1 St=1cm <sup>2</sup> /s=10 <sup>-4</sup> m/s
ガウス	G	1 G=10 <sup>-4</sup> T
エルステッド	Oe	1 Oe=1(1000/4π)A/m
マクスウェル	Mx	1 Mx=10 <sup>-8</sup> Wb
スチルブ	sb	1 sb=1cd/cm <sup>2</sup> =10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
ホル	ph	1 ph=10 <sup>4</sup> lx
ガル	Gal	1 Gal=1cm/s <sup>2</sup> =10 <sup>-2</sup> m/s <sup>2</sup>

表10. 国際単位に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
キュリ	Ci	1 Ci=3.7×10 <sup>10</sup> Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 <sup>-4</sup> C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 <sup>-2</sup> Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 <sup>-2</sup> Sv
X線単位	X unit	1X unit=1.002×10 <sup>-4</sup> nm
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 <sup>-9</sup> T
ジャニスキー	Jy	1 Jy=10 <sup>-26</sup> W · m <sup>-2</sup> · Hz <sup>-1</sup>
フェルミ	fm	1 fermi=1 fm=10 <sup>-15</sup> m
メートル系カラット	Torr	1 metric carat = 200 mg = 2×10 <sup>-4</sup> kg
標準大気圧	atm	1 Torr = (101 325/760) Pa
カリヨーン	cal	1 atm = 101 325 Pa
ミクロ	μ	1 μ=1μm=10 <sup>-6</sup> m

