

JAERI - M  
93-190

臨界計算用多群定数ライブラリー  
MGCL-J3の作成と検証

1993年10月

小室 雄一・奥野 浩・内藤 俣孝・小田 久子<sup>\*1</sup>  
永井 正克<sup>\*1</sup>・奥田 泰久<sup>\*2</sup>・酒井 友宏<sup>\*3</sup>・塩田 雅之<sup>\*4</sup>

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division  
Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-  
mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

---

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1993

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 いばらき印刷(株)

臨界計算用多群定数ライブラリーMGCL-J3の作成と検証

日本原子力研究所東海研究所燃料サイクル安全工学部

小室 雄一・奥野 浩・内藤 俣孝・小田 久子\*<sup>1</sup>

永井 正克\*<sup>1</sup>・奥田 泰久\*<sup>2</sup>・酒井 友宏\*<sup>3</sup>・塩田 雅之\*<sup>4</sup>

(1993年9月3日受理)

臨界安全性評価コードシステムJACSの中に含まれる多群定数ライブラリーMGCL-B-IVは1981年に公開され、現在国内で広く利用されている。これに代わる新しいライブラリーMGCL-J3を我が国の評価済み核データライブラリーJENDL-3をベースに作成した。エネルギー群数は137と26の2種類、核種温度は293.15K(20°C)、373.15K(100°C)、560K、900K、1200K、2400K、4800Kの7種類をそれぞれ用意した。ルジャンドル展開係数はP<sub>9</sub>成分まで用意した。核種数も豊富である。温度293.15Kの137群MGCL-J3にはhテーブル(減速材質量効果因子表)を新しく設けた。このようにMGCL-J3はより多くの情報量をもちながら、記憶スペースは約12メガバイト(核種数170のとき)と従来のMGCL-B-IVの1/12程度でしかない。MGCL-J3は処理プログラムMAIL3.0に読み込まれ、ANISNやKENOIV等の輸送計算プログラムのための断面積セットが生成される。

本書ではMGCL-J3の特徴、作成方法等を概説する他、MGCL-J3の検証を目的に実施した臨界計算の結果についても述べる。

---

東海研究所：〒319-11 茨城県那珂郡東海村白方字白根2-4

\*1 (株)カナザワ コンピュータ サービス

\*2 住友原子力工業(株)

\*3 (株)日本総合研究所

\*4 (株)CRC総合研究所

Generation and Verification of the Multigroup Constants Library MGCL-J3  
for Nuclear Criticality Calculations

Yuichi KOMURO, Hiroshi OKUNO, Yoshitaka NAITO  
Hisako ODA<sup>\*1</sup>, Masakatsu NAGAI<sup>\*1</sup>, Yasuhisa OKUDA<sup>\*2</sup>  
Tomohiro SAKAI<sup>\*3</sup> and Masayuki SHIOTA<sup>\*4</sup>

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

(Received September 3, 1993)

The new multigroup constants library called MGCL-J3 was generated from the latest Japanese evaluated nuclear data library JENDL-3. The library includes  $P_3$ -scattering data and h-table to compensate for the effect of moderator mass on the resonance self-shielding factor (f-factor) due to the Bondarenko's method. Although MGCL-J3 has more information than MGCL-B-IV which was produced from American evaluated nuclear file ENDF/B-IV, it requires less memory space. MGCL-J3 can only be processed with the computer program MAIL3.0, which outputs a cross section set in a format adequate for subsequent neutron transport programs such as ANISN, KENO IV and so on.

This report describes features of the MGCL-J3 library compared with the MGCL-B-IV, the method for generating the library and some results of criticality calculation by using the new library.

Keywords: Multigroup Constants, MGCL, JACS, Cross Section Set,  
Criticality Safety

---

\*1 Kanazawa Computer Service Corp.

\*2 Sumitomo Atomic Energy Industries, Ltd.

\*3 The Japan Research Institute, Ltd.

\*4 CRC Research Institute, Inc.

## 目 次

1. 序 .....	1
2. MGCL-J3ライブラリーの作成 .....	2
2.1 MGCL-J3の構成 .....	2
2.2 MGCL-J3の概要 .....	2
2.3 MGCL-J3の作成 .....	4
2.3.1 一般核種 .....	4
2.3.2 特殊核種 .....	6
2.3.3 hテーブル .....	6
3. 検証計算 .....	22
3.1 計算対象, 計算方法, 計算条件 .....	22
3.2 計算結果 .....	22
3.3 まとめ .....	25
謝 辞 .....	42
参考文献 .....	42
付録A 臨界実験データの概要 .....	44
付録B MGCL周辺プログラム .....	61
付録C MGCL-B-IV及びMGCL-J3ライブラリーの群構造 .....	79
付録D MGCL-B-IV及びMGCL-J3ライブラリーの記録形式 .....	81

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Generation of MGCL-J3 Library .....	2
2.1 Library Structure .....	2
2.2 Outlines of the Library .....	2
2.3 Library Generation .....	4
2.3.1 General Nuclides .....	4
2.3.2 Special Nuclides .....	6
2.3.3 h-table .....	6
3. Validation Study of MGCL-J3 .....	22
3.1 Experimental Criticality Data, Analytical Method and Main Input Data for KENO IV and ANISN .....	22
3.2 Calculated Results .....	22
3.3 Summary .....	25
Acknowledgement .....	42
References .....	42
Appendix A Benchmark Critical Experiments Selected for the Validation Study of MGCL-J3 Library .....	44
Appendix B Miscellaneous Programs Regarding the MGCL Libraries ...	61
Appendix C Energy Group Structure of MGCL-B-IV and MGCL-J3 .....	79
Appendix D Record Formats of MGCL-B-IV and MGCL-J3 .....	81

## 1. 序

臨界安全性評価コードシステムJACS第1次版<sup>1)</sup>に収録されている多群定数ライブラリーMGCL (Multigroup Constants Library)<sup>2)</sup> (以下MGCL-B-IV) は, 1981年に公開された臨界計算用のライブラリーである。このライブラリーは, JACSシステムの利用者はもちろんのこと, 国内のSCALEシステム<sup>3)</sup> (米国で開発された)利用者も使用しており, 広く使われている原子力関連ライブラリーの1つといえる。MGCL-B-IVは米国の評価済み核データファイルENDF/B-IV<sup>4)</sup>に基づいて作成され, エネルギー群数 (137群, 26群) と核種温度 (300K, 560K, 900K, 1200K, 2100K) 別に10種類用意されている。これらのうち, 137群300Kのライブラリーの使用頻度が最も高い。26群のライブラリーはFP核種が豊富で, 燃焼燃料の臨界計算によく使われている。

JACSシステムの第2次版を完成させるために, 第1次版に含まれる各種プログラム, ライブラリー等の改良作業を現在進めている。この一環として, MGCL-B-IVに代わる新しいライブラリーMGCL-J3を作成したので, その詳細を本書にまとめた。第2章ではMGCL-B-IVとMGCL-J3の相異点を述べるとともに, 作成方法の概要を解説する。第3章では, さまざまな臨界実験データの解析にMGCL-J3を適用した場合の評価結果を示す。付録Aでは解析した臨界実験データの概要を述べる。付録BではMGCLに関わる小プログラムについて紹介する。付録CにはMGCLの群構造を, 付録DにはMGCLの記録形式をそれぞれ掲載する。

## 2. MGCL-J3ライブラリーの作成

### 2.1 MGCL-J3の構成

MGCL-J3とは表2.1に示す各データの総称であるが、1次元データをMGCL、2次元データをSMF(Scattering Matrix File)と呼ぶこともある。MGCL-J3は表2.2の右側に示すようにエネルギー群数及び核種温度別に14種類あり、各ライブラリーには表2.3に示す核種が収納されている。

### 2.2 MGCL-J3の概要

MGCL-J3は断面積セット作成プログラムMAIL3.0<sup>5)</sup>で処理され、各種中性子輸送計算プログラム用の断面積セットが作られる。MGCL-J3は我が国の評価済み核データライブラリーJENDL-3<sup>6)</sup>を主な原典として作成したことをはじめ、MGCL-B-IVと較べて表2.4に示す相異がある。これらの相異について以下に説明する。

#### (1) 中性子散乱の非等方性に関するデータ

MGCL-B-IVには散乱角の確率分布をルジャンドルの多項式で展開したときの展開係数の1次の成分までが用意されている。このようにした理由2つを以下に掲げる。

- ① JACSシステムにはモンテカルロ臨界計算プログラムKENO IV<sup>7)</sup>が導入されているが、このプログラムでは0次及び1次の展開係数を参照して中性子の散乱方向を決定する。したがって2次以上の高次の係数をMGCL-B-IVに備えておいても、KENO IV計算で活用できない。
- ② 2次以上の展開係数をMGCL-B-IV流の方法で記憶させるためには膨大な記憶スペースを必要とする。

一方のMGCL-J3には3次の展開係数まで用意されている。データの記憶方法を改良してMGCLライブラリーの記憶スペース縮小化の目処が立ったこと、及びMULTI-KENO<sup>8)</sup>の改良版であるMULTI-KENO-3.0では $k_{\text{eff}}$ 計算の精度を向上させるために3次までの展開係数を使用して中性子散乱のシミュレーションを行うこと、この2つの理由により3次の係数まで取入れることにした。

#### (2) 核データ

MGCL-B-IVは主にENDF/B-IVを処理して作成したのに対して、MGCL-J3は主にJENDL-3に基づいている。ENDF/B-IVの次のバージョンENDF/B-Vが完全公開ではないこと、JENDL-3が最新の評価済み核データであるとともに収納核種が豊富なこと、できる限り我が国の成果を有効に活用すること等の理由によりJENDL-3を採用した。ENDF/B-IVとJENDL-3との大きな違いは、臨界計算の分野に限れば、<sup>235</sup>Uの平均中性子放出数 $\nu$ にある。10eV以下のエネルギー領域で、JENDL-3の<sup>235</sup>Uの $\nu$ はENDF/B-IVのそれよりも0.53%から0.84%大きいことが特徴としてあげられる。詳細は後述するが、この違いが $k_{\text{eff}}$ に有意な差異を生むことになる。



## (3) h テーブル (減速材質量効果因子表)

137群, 293K (20°C) のMGCL-J3は f テーブル (共鳴自己遮蔽因子表) の他に h テーブルを備えている。f テーブルは狭い共鳴近似 (NR近似) を用いて得られる。MGCL-B-IVを作成する時点では、臨界計算の主な対象は軽水減速系とみなし、そのような系における代表的な減速核種すなわち水素の質量を減速核種のそれと仮定してNR近似を適用して f テーブルを求めた。しかし、減速材の質量の違いにより共鳴核種の自己遮蔽効果は異なることが知られている。したがって裸の金属燃料,  $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ -ポリスチレン燃料 (水素と同等量の炭素が含まれる) 等水素より質量の大きい核種による中性子の減速が無視できない体系の実効断面積を減速核種を水素と仮定して作成した f テーブルを用いて計算するのは適当でない。このような体系の実効断面積を精度良く計算するために、MGCL-J3に h テーブルを新設した。このテーブルには、減速材核種の質量の違いによって実効断面積が異なることを補正するための情報が以下の形式で用意されている。

$$h_{x,g}^i(\sigma_{o,g}, A) = \frac{\sigma_{x,g}^i(\sigma_{o,g}, A=A)}{\sigma_{x,g}^i(\sigma_{o,g}, A=1)} \quad (1)$$

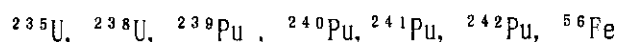
h テーブルによる実効断面積の補正は次のように実行される。

$$\sigma_{\text{eff},x,g}^i = \sigma_{\infty,x,g}^i \cdot f_{x,g}^i(\sigma_{o,g}) \cdot h_{x,g}^i(\sigma_{o,g}, A) \quad (2)$$

式(1), 式(2)では体系温度を一定としているので、温度変数の表示は省略してある。ここで、

- i : 核種をあらわす添字,
- x : 反応の種類をあらわす添字,
- g : エネルギー群をあらわす添字,
- h : 減速材質量効果補正因子 (h テーブル),
- f : 共鳴自己遮蔽因子 (f テーブル),
- $\sigma_{\text{eff}}$ : 実効微視的断面積,
- $\sigma_{\infty}$ : 無限希釈断面積,
- $\sigma_o$ : バックグラウンド断面積,
- A : 減速材核種の質量数。

超多群輸送方程式を解いて得られる中性子エネルギースペクトルを重みにして多群断面積を計算・整理して h テーブルを作成する。その方法の詳しい記述は文献<sup>9)</sup>にある。h テーブルは137群 293K (20°C) のMGCL-J3にだけ用意されており、核種は次に示す7つの共鳴核種に限られる。



## (4) f テーブル (共鳴自己遮蔽因子表)

一般の核種については、MGCL-B-IVと同様にNR近似の重み中性子スペクトルを用いて多群断面積を求め、これをもとに従来通りのf テーブルを作成した。(3)に示した7核種については、h テーブル作成の手続きと同様に、超多群輸送方程式を解いて得られる中性子エネルギースペクトルを重みにして計算した多群断面積をもとにより精度の高いf テーブルを作成した。(但し高速群( $\geq 1.855\text{eV}$ )のみ。)この手続きも文献<sup>9)</sup>に詳しい。

## (5) 記憶スペース

MGCL-J3はMGCL-B-IVに比較して記憶スペースが少ない。MGCL-J3の中のf テーブルの1.0が連続する部分及び2次元データの0.0が連続する部分を省略して情報量の抑制を図った。その結果特に2次元データの省記憶スペース化が効率よく進み、MGCL-J3の2次元データの記憶にはMGCL-B-IVのそれに較べて約1/12のスペースで足りるまでに抑制できた。具体的には156核種の137群のMGCL-J3の場合、1次元データ(h テーブルを除く)に133トラック、2次元データに117トラックの記憶スペースで足りる(1トラック $\approx 47$ キロバイト)。

## 2.3 MGCL-J3の作成

MGCL-J3ライブラリーを作成するプログラム群の集合がMGCL-ACEである。一般核種のMGCL作成の手続きを2.3.1項で、特殊な核種のMGCL作成の手続きを2.3.2項で述べる。h テーブル作成の手続きを2.3.3項で述べる。

## 2.3.1 一般核種

本項及び2.3.2項でのMGCLとは表2.1に示すデータのうちh テーブル以外のすべてを指す。また便宜上ZrH(水素化ジルコニウム)の水素及びグラファイトの炭素を特殊な核種、それ以外の核種を一般核種と呼んで区別する。一般の核種のMGCLは図2.1に示す流れ図に従って作られる。以下に各プログラムの機能を概説する。

## (1) CNTL3

評価済み核データから高速エネルギー領域( $\geq 1.855\text{eV}$ )の断面積ファイル(Fast Point File ; FPF)を作成する手続きの最初に実行するプログラムである。この後に引続いて実行するプログラムRESEND<sup>10)</sup>及びSUPERPOINT用の各入力データを作成する。

## (2) RESEND

ENDF/B形式の評価済み核データを読み、このデータに用意されている共鳴パラメタを基にしてドップラー効果を加味した核種温度依存の断面積を計算する。その結果はENDF/B形式で出力される。

## (3) SUPERPOINT

SUPERPTOG<sup>11)</sup>をひな形にして作られたプログラムである。PESENDで断面積を計算したエネルギー点は核種及び反応の種類により異なるので、共通のエネルギー点(64,000点)に対応する断

面積に求めなおしてFPFを作成する。さらに熱エネルギー領域の ( $\leq 1.855$ ) 断面積ファイル (Thermal Point File ; TPF)を作るのに必要となるPIXSE<sup>1,2)</sup> 用入力データを作成する。

(4) FPFLINK

既に作成済みのFPFに、新たに作成した1核種分のFPFを追加する。

(5) CNTL4

評価済み核データからTPFを作成する手続の最初に実行するプログラムである。この後に続く処理プログラムRESEDD, SUPERPOINT, PIXSEのための各入力データを作成する。

(6) PIXSE

RESEDD及びSUPER-POINTで作成されたエネルギー点ごとの断面積を用いてTPFを作成する。熱エネルギー領域の散乱マトリクスを作成する。

(7) TPFLINK

既に作成済みのTPFに、新たに作成した1核種分のTPFを追加する。

(8) OPRD

FPF, TPF 及び標準スペクトルを結合編集してMGCLを作成する。

(9) MGCLLINK

既に作成済みのMGCLに、新たに作成した1核種分のMGCLを追加する。

(10) CNTL6

評価済み核データからSMFを作成する手続きの最初に実行する制御プログラムである。この後に続く処理プログラムRESEDD, SUPERTOG, PIXSE用の各入力データを作成する。

(11) SUPERTOG

RESEDDで作成されたENDF/B形式のエネルギー点ごとの断面積を処理して、高速エネルギー領域の散乱マトリクス (Scattering Matrix File ; SMF)を作成する。

(12) LI2DX

高速群及び熱群のSMF結合編集する。

(13) SMFLINK

既に作成済みのSMFに、新たに作成した1核種分のSMFを追加する。

(14) SHIELD

64,000のエネルギー点に対する温度依存の標準スペクトルを作成する。このスペクトルはMGCLライブラリーの中に多群形式で保存され、MGCLライブラリーをエネルギー縮約する際に利用される。

### 2.3.2 特殊核種

ZrH<sub>2</sub> (水素化ジルコニウム) の水素とグラファイトの炭素のMGCLは図2.1に示した一般核種の手続きとは別の手続きにより作成したので、この2つを便宜上特殊核種と呼んで区別する。この2核種は137群、293K (20°C) のMGCL-J3ライブラリーにだけ用意されている。したがってこのライブラリーには特殊な水素と炭素の他に一般核種の区分に入る水の水素及び自由ガスの炭素が混在している。特殊核種のMGCLは図2.2に示す流れ図に従って作られる。以下に各プログラムの機能を概説する。

#### (1) GASKET<sup>13)</sup>

振動分布を読み込みS ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) データを作成する。ZrH<sub>2</sub>の水素とグラファイトの炭素の振動分布は文献<sup>14)</sup>から引用した。

#### (2) FLANGE<sup>15)</sup>

S ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) データを読み込み180点の熱群 ( $\leq 1.855\text{eV}$ ) の散乱核 ( $\sigma(E \rightarrow E')$ )及び散乱断面積 ( $\sigma_s$ ,  $\sigma_{in}$ )を作成する。

#### (3) 編集プログラム

編集プログラムはFLANGEからの出力を読み込み、次の2つの作業を行う。

① 180点の熱群散乱断面積 ( $\sigma_s$ ,  $\sigma_{in}$ ) を137群MGCL-J3の熱群 (93~137群) の群構造をもつ断面積にエネルギー縮約する。エネルギー縮約後の93群の断面積が既存核種 (水の水素, または自由ガスのC) の92群の断面積と滑らかにつながるように、エネルギー縮約後の92~137群の断面積に適当な定数を乗じる。

② 熱群の2次元データ (SMF)を作成する。

以上2つの作業終了後に得られる出力について、表2.1を利用して説明する。この表にある1核種分の全データのうち、編集プログラムを実行することにより、1次元データの $\sigma_s$ ,  $\sigma_e$ ,  $\sigma_{in}$ 及び2次元データ一式が作成される。但しこれらのデータのエネルギー範囲は熱群のみである。したがって、編集プログラムの出力として得られる全データは表2.1にある1核種分のデータとしてまだ完全ではない。不揃いのデータは既存核種から流用して完全な1核種分のデータとする。この手続きが図2.2の最後の部分に相当する。すなわちZrH<sub>2</sub>の水素のMGCLのうち1次元データの $\sigma_s$ ,  $\sigma_e$ ,  $\sigma_{in}$ 及び2次元データ一式は図2.2の上段にある流れに沿って作成し、不足のデータは既存の水の水素のMGCLから流用した。グラファイトの炭素のMGCLも同様で、不足の部分は自由ガスの炭素のMGCLから流用した。

### 2.3.3 hテーブル

超多群の中性子減速方程式を解いて得られる中性子エネルギースペクトルを重みにして高速群 ( $\geq 1.855\text{eV}$ , 137群MGCL-J3の1~92群) の断面積を計算し、それを整理したhテーブル (減速材質量効果因子表) を得る。図2.3に多群断面積作成の流れ図を示す。図の上部のPPFは、図2.1に示す手続きで作成する。図内にある2つのプログラムの機能を以下に説明する。

(1) RABBLE<sup>16)</sup>

ある決められた体系の超多群中性子エネルギースペクトルを計算するプログラムで、ここでは高速群 ( $\geq 1.855\text{eV}$ ) のスペクトルを計算するのに利用する。表2.5に示す仮想均質体系を設定して各体系 ( $7 \times 3 \times 12$ 通り) の高速群の超多群中性子エネルギースペクトルを求める。計算に必要な核分裂スペクトルには<sup>235</sup>Uのものを使用した。

(2) GATHEP

RABBLEから出力された仮想体系別の超多群中性子エネルギースペクトルとFPFから高速群の多群断面積を計算する。

表2.1 MGCL-J3ライブラリーの構成 (1核種分)

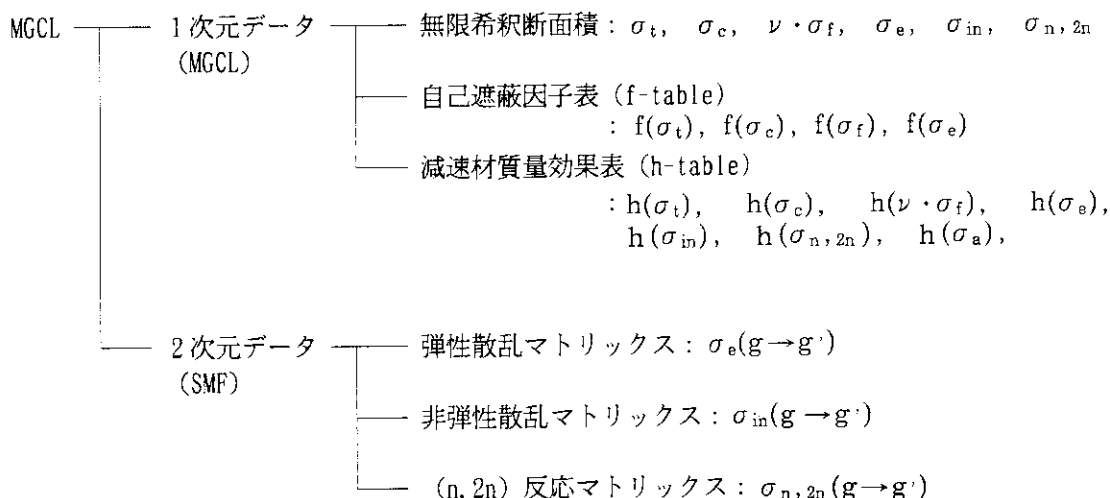


表2.2 MGCL-B-IV及びMGCL-J3ライブラリーのエネルギー群数及び核種温度

MGCL-B-IV		MGCL-J3	
137群,	300K	137群,	293K (20°C)
			373K (100°C)
	560K		560K
	900K		900K
	1200K		1200K
	2100K		2400K
			4800K
26群,	300K	26群,	293K (20°C)
			373K (100°C)
	560K		560K
	900K		900K
	1200K		1200K
	2100K		2400K
			4800K

表2.3.1 137群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>1</sup> H(H <sub>2</sub> O)	3010010	○	○	○	○			
<sup>1</sup> H(ZrH <sub>2</sub> )	3010011	○						
<sup>2</sup> H	3010020	○	○	○	○			
<sup>3</sup> He	3020030	○	○	○	○	○	○	○
<sup>4</sup> He	3020040	○	○	○	○	○	○	○
<sup>6</sup> Li	3030060	○	○					
<sup>7</sup> Li	3030070	○	○					
<sup>9</sup> Be	3040090	○	○	○	○	○	○	○
<sup>10</sup> B	3050100	○	○	○	○	○	○	○
<sup>11</sup> B	3050110	○	○	○	○	○	○	○
<sup>12</sup> C(自由ガス)	3060120	○	○	○	○	○	○	○
<sup>12</sup> C(クワット)	3060121	○						
<sup>14</sup> N	3070140	○	○					
<sup>15</sup> N	3070150	○	○					
<sup>16</sup> O	3080160	○	○	○	○	○	○	○
<sup>19</sup> F	3090190	○	○					
<sup>23</sup> Na	3110230	○	○	○	○	○	○	○
Mg	3120000	○	○					
<sup>27</sup> Al	3130270	○	○	○	○	○	○	○
Si	3140000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>28</sup> Si	3140280	○	○					
<sup>29</sup> Si	3140290	○	○					
<sup>30</sup> Si	3140300	○	○					
<sup>31</sup> P	3150310	○	○					
S	3160000	○	○					
<sup>32</sup> S	3160320	○	○					
<sup>33</sup> S	3160330	○	○					
<sup>34</sup> S	3160340	○	○					
<sup>36</sup> S	3160360	○	○					
Cl	4170000*1	○						
K	3190000	○	○					
Ca	3200000	○	○					
Ti	3220000	○	○					
Cr	3240000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>50</sup> Cr	3240500	○	○					
<sup>52</sup> Cr	3240520	○	○					
<sup>53</sup> Cr	3240530	○	○					
<sup>54</sup> Cr	3240540	○	○					
<sup>55</sup> Mn	3250550	○	○	○	○	○	○	○
Fe	3260000	○	○	○	○	○	○	○

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.1 137群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>54</sup> Fe	3260540	○	○					
<sup>56</sup> Fe	3260560	○	○					
<sup>57</sup> Fe	3260570	○	○					
<sup>58</sup> Fe	3260580	○	○					
<sup>59</sup> Co	3270590	○	○					
Ni	3280000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>58</sup> Ni	3280580	○	○					
<sup>60</sup> Ni	3280600	○	○					
<sup>61</sup> Ni	3280610	○	○					
<sup>62</sup> Ni	3280620	○	○					
<sup>64</sup> Ni	3280640	○	○					
Cu	3290000	○	○					
<sup>80</sup> Kr	3360800	○						
<sup>87</sup> Rb	3370870	○						
<sup>88</sup> Sr	3380880	○						
<sup>90</sup> Sr	3380900	○						
<sup>89</sup> Y	3390890	○						
Zr	3400000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>90</sup> Zr	3400900	○						
<sup>91</sup> Zr	3400910	○						
<sup>93</sup> Zr	3400930	○						
<sup>95</sup> Zr	3400960	○						
Nb	3410930	○	○	○	○	○	○	○
Mo	3420000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>95</sup> Mo	3420950	○	○					
<sup>97</sup> Mo	3420970	○						
<sup>98</sup> Mo	3420980	○						
<sup>100</sup> Mo	3421000	○						
<sup>99</sup> Tc	3430990	○	○					
<sup>100</sup> Ru	3441000	○						
<sup>101</sup> Ru	3441010	○	○					
<sup>102</sup> Ru	3441020	○	○					
<sup>104</sup> Ru	3441040	○						
<sup>103</sup> Rh	3451030	○	○					
<sup>105</sup> Rh	3451050	○	○					
<sup>104</sup> Pd	3461040	○						
<sup>105</sup> Pd	3461050	○						
<sup>106</sup> Pd	3461060	○						
<sup>107</sup> Pd	3461070	○						
<sup>108</sup> Pd	3461080	○						

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.1 137群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
Ag	3470000	○	○					
<sup>107</sup> Ag	3471070	○						
<sup>109</sup> Ag	3471090	○						
Cd	3480000	○	○					
<sup>113</sup> Cd	3481130	○	○					
<sup>115</sup> In	3491130	○						
<sup>115</sup> In	3491150	○						
<sup>50</sup> Sn	3500000	○	○	○	○	○	○	○
Sb	3510000	○	○					
<sup>130</sup> Te	3521300	○						
<sup>131</sup> Xe	3541310	○	○					
<sup>136</sup> Xe	3541350	○	○	○	○	○	○	○
<sup>133</sup> Cs	3551330	○	○					
<sup>134</sup> Cs	3551340	○	○					
<sup>135</sup> Cs	3551350	○						
<sup>138</sup> Ba	3561380	○						
<sup>139</sup> La	3571390	○						
<sup>144</sup> Ce	3581440	○	○					
<sup>141</sup> Pr	3591410	○						
<sup>143</sup> Nd	3601430	○	○					
<sup>144</sup> Nd	3601440	○	○					
<sup>146</sup> Nd	3601450	○	○					
<sup>146</sup> Nd	3601460	○	○					
<sup>148</sup> Nd	3601480	○						
<sup>147</sup> Pm	3611470	○	○					
<sup>148</sup> Pm	3611480	○	○					
<sup>148m</sup> Pm	3611481	○	○					
<sup>149</sup> Pm	3611490	○	○					
<sup>147</sup> Sm	3621470	○	○					
<sup>148</sup> Sm	3621480	○	○					
<sup>149</sup> Sm	3621490	○	○					
<sup>150</sup> Sm	3621500	○	○					
<sup>151</sup> Sm	3621510	○	○					
<sup>152</sup> Sm	3621520	○	○					
<sup>153</sup> Sm	3621530	○	○					
<sup>153</sup> Eu	3631530	○	○					
<sup>154</sup> Eu	3631540	○	○					
<sup>155</sup> Eu	3631550	○	○					
Gd	4640000*1	○						
<sup>156</sup> Gd	3641550	○	○					

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI



表2.3.1 137群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>156</sup> Gd	3641560	○	○					
<sup>157</sup> Gd	3641570	○	○					
<sup>158</sup> Gd	3641580	○	○					
<sup>164</sup> Dy	6661640*2	○						
Hf	3720000	○	○					
<sup>174</sup> Hf	3721740	○						
<sup>176</sup> Hf	3721760	○						
<sup>177</sup> Hf	3721770	○						
<sup>178</sup> Hf	3721780	○						
<sup>179</sup> Hf	3721790	○						
<sup>180</sup> Hf	3721800	○						
W	3740000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>197</sup> Au	6791970*2	○						
Pb	3820000	○						
<sup>230</sup> Th	3902300	○	○					
<sup>232</sup> Th	3902320	○	○	○	○	○	○	○
<sup>231</sup> Pa	3912310	○	○					
<sup>233</sup> Pa	3912330	○	○					
<sup>232</sup> U	3922320	○	○					
<sup>233</sup> U	3922330	○	○					
<sup>234</sup> U	3922340	○	○					
<sup>235</sup> U	3922350	○	○	○	○	○	○	○
<sup>236</sup> U	3922360	○	○					
<sup>237</sup> U	6922370*2	○						
<sup>238</sup> U	3922380	○	○	○	○	○	○	○
<sup>237</sup> Np	3932370	○	○					
<sup>239</sup> Np	3932390	○	○					
<sup>238</sup> Pu	3942380	○	○					
<sup>237</sup> Pu	6942370*2	○						
<sup>238</sup> Pu	3942380	○	○	○	○	○	○	○
<sup>239</sup> Pu	3942390	○	○	○	○	○	○	○
<sup>240</sup> Pu	3942400	○	○	○	○	○	○	○
<sup>241</sup> Pu	3942410	○	○	○	○	○	○	○
<sup>242</sup> Pu	3942420	○	○	○	○	○	○	○
<sup>243</sup> Pu	6942430*2	○	○					
<sup>244</sup> Pu	6942440*2	○						
<sup>241</sup> Am	3952410	○	○	○	○	○	○	○
<sup>242</sup> Am	3952420	○	○					
<sup>242m</sup> Am	3952421	○						
<sup>243</sup> Am	3952430	○	○					

表2.3.1 137群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
241	Cm	3962410	○	○				
242	Cm	3962420	○	○				
243	Cm	3962430	○	○				
244	Cm	3962440	○	○				
245	Cm	3962450	○	○				
246	Cm	3962460	○					
247	Cm	3962470	○					
248	Cm	3962480	○					
249	Cm	3962490	○					
250	Cm	3962500	○					
249	Bk	3972490	○					
260	Bk	3972500	○					
249	Cf	3982490	○					
260	Cf	3982500	○					
261	Cf	3982510	○					
262	Cf	3982520	○					
264	Cf	3982540	○					

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.2 26群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>1</sup> H	3010010	○	○	○	○			
<sup>2</sup> H	3010020	○	○	○	○			
<sup>3</sup> He	3020030	○	○	○	○	○	○	○
<sup>4</sup> He	3020040	○	○	○	○	○	○	○
<sup>6</sup> Li	3030060	○	○					
<sup>7</sup> Li	3030070	○	○					
<sup>9</sup> Be	3040090	○	○	○	○	○	○	○
<sup>10</sup> B	3050100	○	○	○	○	○	○	○
<sup>11</sup> B	3050110	○	○	○	○	○	○	○
<sup>12</sup> C	3060120	○	○	○	○	○	○	○
<sup>14</sup> N	3070140	○	○					
<sup>15</sup> N	3070150	○	○					
<sup>16</sup> O	3080160	○	○	○	○	○	○	○
<sup>19</sup> F	3090190	○	○					
<sup>23</sup> Na	3110230	○	○	○	○	○	○	○
Mg	3120000	○	○					
<sup>27</sup> Al	3130270	○	○	○	○	○	○	○
Si	3140000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>28</sup> Si	3140280	○	○					
<sup>29</sup> Si	3140290	○	○					
<sup>30</sup> Si	3140300	○	○					
<sup>31</sup> P	3150310	○	○					
S	3160000	○	○					
<sup>32</sup> S	3160320	○	○					
<sup>33</sup> S	3160330	○	○					
<sup>34</sup> S	3160340	○	○					
<sup>36</sup> S	3160360	○	○					
Cl	4170000*1	○						
K	3190000	○	○					
Ca	3200000	○	○					
Ti	3220000	○	○					
Cr	3240000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>50</sup> Cr	3240500	○	○					
<sup>52</sup> Cr	3240520	○	○					
<sup>53</sup> Cr	3240530	○	○					
<sup>54</sup> Cr	3240540	○	○					
<sup>55</sup> Mn	3250550	○	○	○	○	○	○	○
Fe	3260000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>59</sup> Co	3270590	○	○					
Ni	3280000	○	○	○	○	○	○	○

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.2 26群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
Cu	3290000	○	○					
<sup>80</sup> Kr	3360800	○						
<sup>87</sup> Rb	3370870	○						
<sup>88</sup> Sr	3380880	○						
<sup>90</sup> Sr	3380900	○						
<sup>89</sup> Y	3390890	○						
Zr	3400000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>90</sup> Zr	3400900	○						
<sup>91</sup> Zr	3400910	○						
<sup>95</sup> Zr	3400930	○						
<sup>96</sup> Zr	3400960	○						
Nb	3410930	○	○	○	○	○	○	○
Mo	3420000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>95</sup> Mo	3420950	○	○					
<sup>97</sup> Mo	3420970	○						
<sup>98</sup> Mo	3420980	○						
<sup>100</sup> Mo	3421000	○						
<sup>99</sup> Tc	3430990	○	○		○			
<sup>100</sup> Ru	3441000	○						
<sup>101</sup> Ru	3441010	○	○					
<sup>102</sup> Ru	3441020	○	○		○			
<sup>104</sup> Ru	3441040	○						
<sup>103</sup> Rh	3451030	○	○		○			
<sup>105</sup> Rh	3451050	○	○		○			
<sup>104</sup> Pd	3461040	○						
<sup>105</sup> Pd	3461050	○						
<sup>106</sup> Pd	3461060	○						
<sup>107</sup> Pd	3461070	○						
<sup>108</sup> Pd	3461080	○						
Ag	3470000	○	○					
<sup>107</sup> Ag	3471070	○						
<sup>109</sup> Ag	3471090	○						
Cd	3480000	○	○					
<sup>113</sup> Cd	3481130	○	○		○			
<sup>113</sup> In	3491130	○						
<sup>115</sup> In	3491150	○						
<sup>50</sup> Sn	3500000	○	○	○	○	○	○	○
Sb	3510000	○	○					
<sup>130</sup> Te	3521300	○						
<sup>135</sup> I	6531350*2	○			○			

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.2 26群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>131</sup> Xe	3541310	○	○		○			
<sup>135</sup> Xe	3541350	○	○	○	○	○	○	○
<sup>133</sup> Cs	3551330	○	○		○			
<sup>134</sup> Cs	3551340	○	○		○			
<sup>135</sup> Cs	3551350	○						
<sup>138</sup> Ba	3561380	○						
<sup>139</sup> La	3571390	○						
<sup>144</sup> Ce	3581440	○	○		○			
<sup>141</sup> Pr	3591410	○						
<sup>143</sup> Nd	3601430	○	○		○			
<sup>144</sup> Nd	3601440	○	○		○			
<sup>145</sup> Nd	3601450	○	○		○			
<sup>146</sup> Nd	3601460	○	○		○			
<sup>148</sup> Nd	3601480	○						
<sup>147</sup> Pm	3611470	○	○		○			
<sup>148</sup> Pm	3611480	○	○		○			
<sup>148m</sup> Pm	3611481	○	○		○			
<sup>149</sup> Pm	3611490	○	○		○			
<sup>147</sup> Sm	3621470	○	○					
<sup>148</sup> Sm	3621480	○	○		○			
<sup>149</sup> Sm	3621490	○	○		○			
<sup>150</sup> Sm	3621500	○	○		○			
<sup>151</sup> Sm	3621510	○	○		○			
<sup>152</sup> Sm	3621520	○	○		○			
<sup>153</sup> Sm	3621530	○	○		○			
<sup>153</sup> Eu	3631530	○	○		○			
<sup>154</sup> Eu	3631540	○	○		○			
<sup>155</sup> Eu	3631550	○	○		○			
Gd	4640000 <sup>*1</sup>	○						
<sup>155</sup> Gd	3641550	○	○		○			
<sup>156</sup> Gd	3641560	○	○		○			
<sup>157</sup> Gd	3641570	○	○		○			
<sup>158</sup> Gd	3641580	○	○		○			
<sup>164</sup> Dy	6661640 <sup>*2</sup>	○						
Hf	3720000	○	○					
<sup>174</sup> Hf	3721740	○						
<sup>175</sup> Hf	3721760	○						
<sup>177</sup> Hf	3721770	○						
<sup>178</sup> Hf	3721780	○						
<sup>179</sup> Hf	3721790	○						

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.2 26群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>180</sup> Hf	3721800	○						
W	3740000	○	○	○	○	○	○	○
<sup>197</sup> Au	6791970*2	○						
Pb	3820000	○						
<sup>230</sup> Th	3902300	○	○		○			
<sup>232</sup> Th	3902320	○	○	○	○	○	○	○
<sup>231</sup> Pa	3912310	○	○		○			
<sup>233</sup> Pa	3912330	○	○		○			
<sup>232</sup> U	3922320	○	○		○			
<sup>233</sup> U	3922330	○	○		○			
<sup>234</sup> U	3922340	○	○		○			
<sup>235</sup> U	3922350	○	○	○	○	○	○	○
<sup>236</sup> U	3922360	○	○		○			
<sup>237</sup> U	6922370*2	○						
<sup>238</sup> U	3922380	○	○	○	○	○	○	○
<sup>237</sup> Np	3932370	○	○		○			
<sup>238</sup> Np	6932380*2				○			
<sup>239</sup> Np	3932390	○	○		○			
<sup>236</sup> Pu	3942360	○	○		○			
<sup>237</sup> Pu	6942370*2	○			○			
<sup>238</sup> Pu	3942380	○	○	○	○	○	○	○
<sup>239</sup> Pu	3942390	○	○	○	○	○	○	○
<sup>240</sup> Pu	3942400	○	○	○	○	○	○	○
<sup>241</sup> Pu	3942410	○	○	○	○	○	○	○
<sup>242</sup> Pu	3942420	○	○	○	○	○	○	○
<sup>243</sup> Pu	6942430*2	○	○		○			
<sup>244</sup> Pu	6942440*2	○			○			
<sup>241</sup> Am	3952410	○	○	○	○	○	○	○
<sup>242</sup> Am	3952420	○	○		○			
<sup>242m</sup> Am	3952421	○	○		○			
<sup>243</sup> Am	3952430	○	○		○			
<sup>241</sup> Cm	3962410	○	○		○			
<sup>242</sup> Cm	3962420	○	○		○			
<sup>243</sup> Cm	3962430	○	○		○			
<sup>244</sup> Cm	3962440	○	○		○			
<sup>245</sup> Cm	3962450	○	○		○			
<sup>246</sup> Cm	3962460	○						
<sup>247</sup> Cm	3962470	○						
<sup>248</sup> Cm	3962480	○						
<sup>249</sup> Cm	3962490	○						

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.3.2 26群MGCL-J3ライブラリーの核種一覧 (続き)

核種識別子		温度 [K]						
		293	373	560	900	1200	2400	4800
<sup>250</sup> Cm	3962500	○						
<sup>249</sup> Bk	3972490	○						
<sup>250</sup> Bk	3972500	○						
<sup>249</sup> Cf	3982490	○						
<sup>250</sup> Cf	3982500	○						
<sup>251</sup> Cf	3982510	○						
<sup>252</sup> Cf	3982520	○						
<sup>254</sup> Cf	3982540	○						

\*1 ENDF/B-IV \*2 ENDF/B-VI

表2.4 MGCL-B-IVとMGCL-J3の比較

項 目	MGCL-B-IV	MGCL-J3
核データ	ENDF/B-IV等	JENDL-3等
P <sub>ℓ</sub> の次数	1	3
エネルギー群数	26, 137	26, 137
核種温度	300K, 560K, 900K 1200K, 2100K	20°C, 100°C, 560K, 900K, 1200K, 2400K 4800K
hテーブル	なし	あり <sup>1)</sup>
重要核種 f テーブル	—	高精度
記憶スペース (比率)	12	1

<sup>1)</sup> 137群20°CのMGCL-J3にのみ用意されている。

表2.5 仮想均質体系一覧

〔 共鳴核種, 減速材核種及びその個数比を変えて, 計  $7 \times 3 \times 12$  通りの仮想体系を設定した。 〕

共鳴核種 (7種類)	$^{235}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{240}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Pu}$ , $^{242}\text{Pu}$ , $^{56}\text{Fe}$
減速材核種 (3種類)	$^1\text{X}$ , $^{12}\text{X}$ , $^{200}\text{X}$ (質量数が異なる3つの仮想核種)
共鳴核種の原子個数密度	$1.0 \times 10^{-4}$ [atoms/b·cm] (一定)
減速材核種対 共鳴核種の個数比 (12種類)	0.0, 0.1, 1.0, 10.0, 30.0, 100, 300, 1000, 3000, $10^4$ , $10^5$ , $10^8$
温度	293.15K (一定)



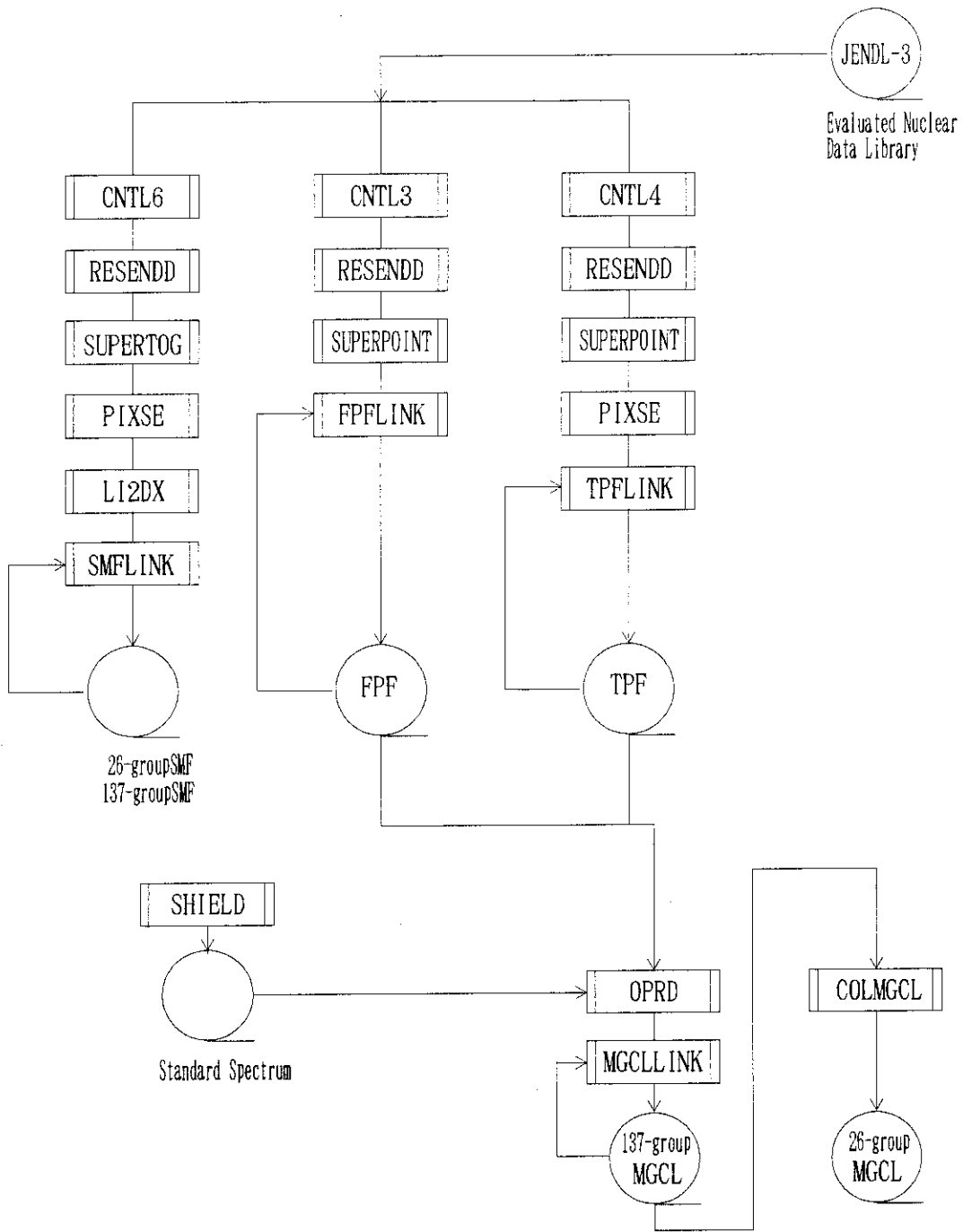


図2.1 MGCL-ACEの流れ (一般核種)

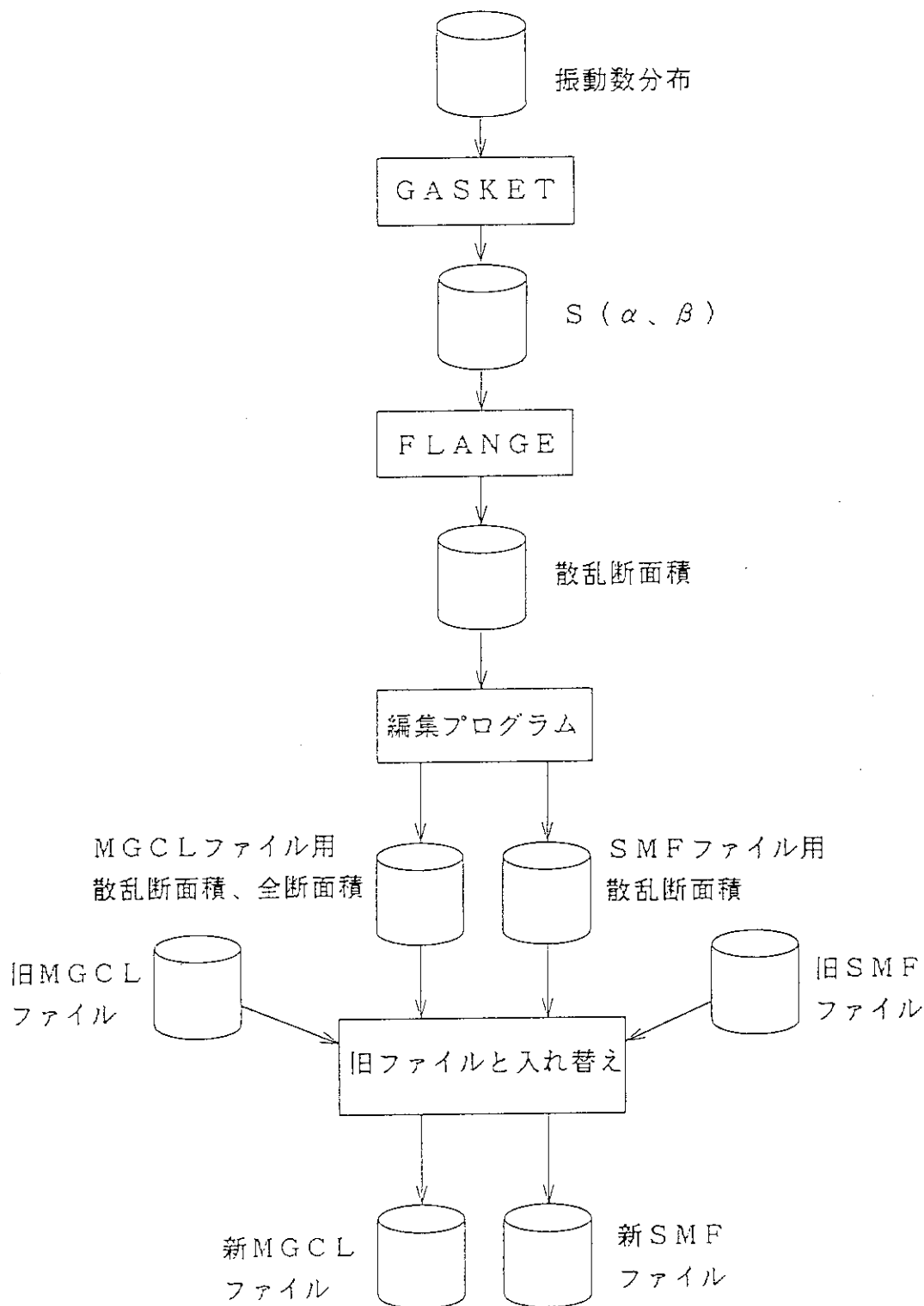


図2.2 MGCL-ACEの流れ (特殊核種)

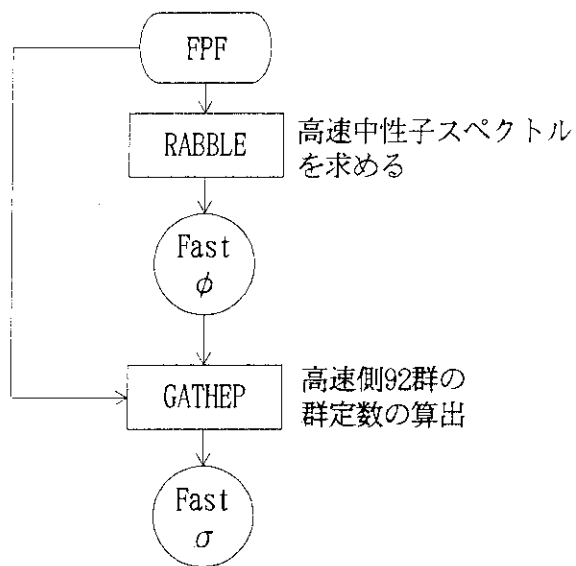


図2.3 多群断面積算出の流れ  
 (FPF作成の手続きは図2.1と同様)

### 3. 検証計算

#### 3.1 計算対象, 計算方法, 計算条件

MGCL-J3の検証を目的として表3.1に示す臨界実験データを解析し、実験体系の $k_{\text{eff}}$ を求めた。実験データはすべて臨界状態( $k_{\text{eff}} = 1.0$ )にあるので、計算によって得られる $k_{\text{eff}}$ と1.0との対比はライブラリーの検証のための良好な材料となる。しかし、計算で得られる $k_{\text{eff}}$ にはライブラリーの特性の他に、臨界計算プログラムの特性も含まれていて両者を分離することはむずかしい。そのため、複数のライブラリー及び複数の臨界計算プログラムを使用して同一実験体系の $k_{\text{eff}}$ を別々に求め、それらを比較するかたちでMGCL-J3の検証を行った。

臨界計算はJACSコードシステムに含まれる2つのプログラムKENO IV、及びANISNを用いて実行した。 $k_{\text{eff}}$ を得るまでの計算の流れを図3.1に示す。MGCLライブラリーはMAIL3.0で処理されて巨視的断面積セットが作られ、KENO IVあるいはANISNに提供される。MGCLライブラリーには検証の対象であるMGCL-J3をはじめ、表3.2に示すライブラリーを用いた。KENO IV及びANISNの主な計算条件は表3.3の通りである。なお、解析の対象とした臨界実験データの概要は付録Aで説明する。

#### 3.2 計算結果

##### (1) 問題1<sup>17)</sup> (U(2.6)O<sub>2</sub>燃料棒; 正方格子配列)

結果を表3.4.1に示す。非均質体系のために計算はすべてKENO IVでのみ行った。4種類のMGCLライブラリーを使って、それらが $k_{\text{eff}}$ に及ぼす効果を調べた。表3.4.1の最下段にある平均 $k_{\text{eff}}$ を見ると、従来のMGCLライブラリー(MGCL-B-IV)は1.0よりも約0.5パーセント低いことが分る。MGCL-B-IVからMGCL-J3に変更すると平均 $k_{\text{eff}}$ は約0.35%上昇して1.0に近づいた。この主な原因は核データの熱群の平均中性子放出数 $\nu$ の違いにあると考えられる。表3.4.2に示す $\nu$ の違いと表3.4.1の平均 $k_{\text{eff}}$ の違いとはおおむね対応がとれている。以上のように平均 $k_{\text{eff}}$ を観察する限り、MGCL-J3はMGCL-B-IVよりも良好である。

##### (2) 問題2<sup>18)</sup> (U(2.46)O<sub>2</sub>棒; 正方格子配列)

問題1に較べて燃料棒の本数が多いため、1世代あたりの中性子数を1200、世代数を130(うちスキップ世代数30)としてKENO計算を実施した。ライブラリーはMGCL-J3とMGCL-B-IVを用いた。計算結果を表3.4.3に示す。この問題は問題1と類似な体系であるため、MGCL-B-IVを用いて求めた $k_{\text{eff}}$ の平均とMGCL-J3を用いて求めた $k_{\text{eff}}$ の平均の大小関係もまた問題1と同様になることを期待したが、そのようにはならず前者の0.994に対して後者は0.3%小さい0.991となった。KENO計算のヒストリー数(1世代あたりの中性子数×世代数)をより多くすれば、問題1と同様の結果が得られるものと考えられる。

(3) 問題3<sup>17)</sup> (PuO<sub>2</sub>-U(nat)O<sub>2</sub>棒; 正方格子配列)

4種類のMGCLライブラリーとKENO IVの組合せで計算を実施した。結果を表3.4.4に示す。問題1と同様に、MGCL-B-IVを用いた場合の平均 $k_{\text{eff}}$ は0.993で1.0よりも約0.7パーセント低いが、MGCL-J3を用いると平均 $k_{\text{eff}}$ は0.998にまで上昇して臨界固有値1.0に近づき良好な結果になった。この差異は<sup>239</sup>Puの $\nu$ の違いが1つの原因と推察する。<sup>239</sup>Puの $\nu$ は核データによって表3.4.5に示す違いがある。<sup>235</sup>U及び<sup>239</sup>Puの各種断面積をENDF/B-IVとJENDL-3とで比較すると若干の違いは認められるが、 $k_{\text{eff}}$ の違いにまで波及するようなことはないと考える。但し、<sup>239</sup>Puの捕獲断面積( $\sigma_c$ )は $6 \times 10^5$  eVから $4 \times 10^6$  eVのエネルギー範囲で、 $\sigma_c(\text{JENDL-3}) > \sigma_c(\text{ENDF/B-IV})$ なる違いが認められ、その違いの程度はおおよそ3倍強( $\sigma_c(\text{JENDL-3}) \div \sigma_c(\text{ENDF/B-IV})$ )にも達している。問題3は熱エネルギー系に属するためにこの $\sigma_c$ の差異がそのまま $k_{\text{eff}}$ の差異となって現れることはないが、高速エネルギー系では顕著な $k_{\text{eff}}$ の差異を生じかねない。

(4) 問題4<sup>18)</sup> (U(4.9)O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>水溶液; 単一ユニット)

核データが各々異なる4種類のライブラリーとKENO IVの組合せで計算を行った。結果を表3.4.6に示す。水反射体付き体系の $k_{\text{eff}}$ の平均は、ライブラリーをMGCL-B-IVからMGCL-J3にかえると、0.988から0.996に上昇して臨界固有値1.0に近づいた。水反射体のない体系でもMGCL-J3はMGCL-B-IVよりも平均で約0.9%大きい $k_{\text{eff}}$ を与えたが、依然として臨界固有値1.0を約1.8%も下回っている。

(5) 問題5<sup>20)</sup> (<sup>233</sup>UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>水溶液, <sup>233</sup>UO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液, <sup>233</sup>U金属; いずれも単一ユニット),  
(<sup>235</sup>U金属, <sup>235</sup>UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>水溶液; いずれも単一ユニット)

MACLライブラリーと計算コードとの組合せを変えて計算を実行した。結果を表3.4.7に示す。全15題のうち初めの12題(M&J 1~12)は<sup>233</sup>U燃料を使った臨界実験で、H/<sup>233</sup>U原子個数比が0から1986と広範囲に分布している。残りの3題(M&J 13~15)は<sup>235</sup>U燃料を使った実験で、H/<sup>235</sup>U原子個数比は0から1393の間に分布している。

表3.4.7にはKENO IVによる結果とANISNによる結果が併記してあるが、標準偏差を伴わない後者に注目してライブラリーの特性を考察してみる。中でもM&J 1はMGCL-B-IVとMGCL-J3の違いがきわだっていて興味深い。MGCL-B-IVはこの体系を未臨界と評価したのに対して、MGCL-J3は超臨界と評価した。この原因は両ライブラリーの<sup>233</sup>Uの $\sigma_c$ の違いにある。 $3 \times 10^6$  eV以上のエネルギー領域では $\sigma_c(\text{ENDF/B-IV}) \gg \sigma_c(\text{JENDL-3})$ となっている。この体系は水を全く含まない裸の金属燃料であるため、 $\sigma_c$ の違いをより強調する結果になった。その他の<sup>233</sup>U体系(M&J 9~12)のANISNによる結果を比べると、MGCL-B-IVとMGCL-J3との間に大きな差異は認められない。

<sup>235</sup>U体系の3題のうちANISN(P<sub>1</sub>, S<sub>8</sub>)で解くことのできた2題(M&J 13, 15)の $k_{\text{eff}}$ を見ると、M&J 13(H/<sup>235</sup>U = 0, 裸)の場合MGCL-B-IVは1.014, MGCL-J3は1.016である。M&J 15(UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>水溶, 裸)の場合MGCL-B-IVは0.973, MGCL-J3は0.980で、ライブラリーをMGCL-B-IVからMGCL-J3に変更することにより $k_{\text{eff}}$ は0.7%上昇した。この振舞いは問題4(UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>水溶液)の裸の場合と整合がとれている。

(6) 問題 6<sup>21)</sup> ( $^{235}\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 水溶液；単一ユニット)

ライブラリーと計算コードの組合せを変えて計算を行った。結果を表3.4.8に示す。標準偏差を持たないANISNの計算結果に注目してライブラリーの特性を考察する。計算条件を $P_1$ ,  $S_8$ としたとき137群MGCL-B-IVによる $k_{\text{eff}}$ の平均は0.972, 137群MGCL-J3による $k_{\text{eff}}$ の平均は0.975になった。ライブラリーをMGCL-B-IVからMGCL-J3に変えることで, $k_{\text{eff}}$ の平均は, 0.3%上昇した。 $P_1$ から $P_3$ に変更すると, $k_{\text{eff}}$ の平均はさらに0.2%上昇して0.977になった。この問題の主な減速材は水なので, h テーブルの効果は認められなかった。26群MGCL-B-IVは137群MGCL-B-IVよりも平均で0.9%低い $k_{\text{eff}}$ を与えていたが, MGCL-J3では26群ライブラリーは137群ライブラリーに近い $k_{\text{eff}}$ を与えた。しかし依然として $k_{\text{eff}}$ は臨界固有値1.0を大きく下回っている。

(7) 問題 7<sup>21)</sup> ( $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$ 水溶液；単一ユニット)

ライブラリーと計算コードの組合せを変えて計算を行った。結果を表3.4.9に示す。ANISNによる計算では,  $P_1$ 近似の場合, MGCL-B-IVとMGCL-J3の双方とも $k_{\text{eff}}$ の平均は等しく0.989になった。MGCL-J3を使い, ANISNの計算を $P_3$ 近似で実行すると $k_{\text{eff}}$ の平均は0.4%上昇して0.993になって臨界固有値1.0に近づいた。26群MGCL-J3は137群MGCL-J3とほぼ同等の $k_{\text{eff}}$ を与えることが確認できた。

表3.4.9にあるANISN( $P_1$ ,  $S_8$ )の計算結果から, ライブラリーと $k_{\text{eff}}$ との関係を求めて図3.2に示す。この図から次のことが分る。

$$k_{\text{eff}}(\text{MGCL-J3}) > k_{\text{eff}}(\text{MGCL-B-IV}) : \text{PNL-1, 3, 4, 5}$$

$$k_{\text{eff}}(\text{MGCL-J3}) > k_{\text{eff}}(\text{MGCL-B-IV}) : \text{PNL-2}$$

上段は両ライブラリー間の $^{239}\text{Pu}$ の $\nu$ の相異(表3.4.5)に起因する。下段は(3)で述べた $^{239}\text{Pu}$ の捕獲断面積の相違:

$$\sigma_c(\text{JENDL-3}) > \sigma_c(\text{ENDF/B-IV}) : 6 \times 10^5 \text{eV} < E < 4 \times 10^6 \text{eV}$$

に起因する。

### 3.3 まとめ

#### (1.1) 低濃縮ウラン系及びMOX系 (問題1.~6.)

MGCL-J3はMGCL-B-IVよりも総じて約0.3~0.9%大きい $k_{\text{eff}}$ を与え、それらは臨界固有値1.0により近づいた(問題1., 問題3.~6.)。  $k_{\text{eff}}$ が大きくなった要因として、JENDL-3に用意されている $^{235}\text{U}$ と $^{239}\text{Pu}$ の $\nu$ がENDF/B-IVのそれよりも大きいことが挙げられる。

一方、問題2.の場合は問題1., 問題3.~6.とは全く反対のふるまいを示し、MGCL-J3はMGCL-B-IVよりも平均で0.3%小さい $k_{\text{eff}}$ を与えた。この原因については今後の課題としたい。より多くの中性子ヒストリーを与えてKENO IVの計算を行えば問題1., 問題3.~6.と同様の結果( $k_{\text{eff}}(\text{MGCL-J3}) > k_{\text{eff}}(\text{MGCL-B-IV})$ )が期待できる可能性もある。

#### (1.2) $^{233}\text{U}$ 系 (問題5.)

$H/^{233}\text{U}$ が40を超える臨界体系では、MGCL-J3とMGCL-B-IVが与える $k_{\text{eff}}$ のあいだの差異は小さい(ANISNによる計算結果を対比した場合)。しかし、 $H/^{233}\text{U} = 0$ の臨界体系すなわち $^{233}\text{U}$ 金属臨界体系(M&J1)に対して、MGCL-J3は $k_{\text{eff}} = 1.025$ (超臨界)を与え、MGCL-B-IVは $k_{\text{eff}} = 0.971$ (未臨界)を与えた。このように大きな $k_{\text{eff}}$ の差異を生んだ原因は高エネルギー領域において、JENDL-3とENDF/B-IVとでは $\nu$ 及び $\sigma_c$ の値が異なるためである。いずれにせよこの結果を見るかぎり、どちらのライブラリーも $^{233}\text{U}$ 金属系の解析には適さないという結論を導出しなければならないような状況にあるが、金属体系に対してJACSシステムは解決しなければならない問題(たとえばフィッシュンスペクトルの妥当性。JACSシステムでは燃料の種類にかかわらず同一のフィッシュンスペクトルを使用しているのに対して、米国のSCALEシステムでは燃料ごとにフィッシュンスペクトルが用意されている。)をかかえているので、M&J1についてはこちらの観点から今後調査する。

#### (1.3) Pu水溶液系 (問題7.)

$H/^{239}\text{Pu} = 130$ の溶液(PNL2; 硬い中性子エネルギースペクトルをもつ体系)に対して、MGCL-J3はMGCL-B-IVよりも小さい $k_{\text{eff}}$ を与えた。この原因はJENDL-3とENDF/B-IVの高エネルギー領域における $\sigma_c$ の違いにある。 $H/^{239}\text{Pu} \geq 500$ の溶液(PNL1, 3~5; 熱体系)に対して、MGCL-J3はMGCL-B-IVよりも平均で約0.2%大きい $k_{\text{eff}}$ を与え、わずかではあるが臨界固有値1.0に近づいた。熱エネルギー体系では高エネルギー領域での $\sigma_c$ の違いが $k_{\text{eff}}$ に及ぼす効果が薄れ、かわって $\nu$ の違いが台頭したためである。以上のことから、硬い中性子エネルギースペクトルの体系を除けば、Pu水溶液の解析においてMGCL-J3はMGCL-B-IVよりも若干ではあるが精度の高い $k_{\text{eff}}$ を与えることがわかった。

#### (2) $P_3$ の効果 (問題5, 6, 7)

$P_1$ から $P_3$ とすることで $k_{\text{eff}}$ はわずかではあるが大きくなり、臨界固有値1.0に近づいた。

問題5. (M&J9~12)では0.4%, 問題6.では0.2%, 問題7.では0.4%の $k_{\text{eff}}$ の増加が見ら

れた。

(3) 26群MGCL-J3 (問題6, 7)

26群MGCL-B-IVは137群MGCL-J3よりも1%以上小さい $k_{\text{eff}}$ を与えたが、26群MGCL-J3は137群MGCL-J3に近い $k_{\text{eff}}$ を与えることが分かった。

表3.1 臨界実験データの一覧

問題番号	燃 料 *1)	反射体	ケース数
1. <sup>17)</sup>	U(2.6)O <sub>2</sub> 棒; 正方格子配列	水	16
2. <sup>18)</sup>	U(2.46)O <sub>2</sub> 棒; 正方格子配列	水	22
3. <sup>17)</sup>	PuO <sub>2</sub> -U(nat)O <sub>2</sub> 棒; 正方格子配列	水	10
4. <sup>19)</sup>	U(4.9)O <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 水溶液; 単一ユニット	裸, 水	18
5. <sup>20)</sup>	<sup>233</sup> UO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 水溶液, <sup>233</sup> UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 水溶液, <sup>233</sup> U金属; いずれも単一ユニット	裸, H-C化合物	12
	<sup>235</sup> U金属, <sup>235</sup> UO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 水溶液; いずれも単一ユニット	裸	3
6. <sup>21)</sup>	<sup>235</sup> UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 水溶液; 単一ユニット	裸	5
7. <sup>21)</sup>	Pu(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> 水溶液; 単一ユニット	裸	5

\*1) Uに続くカッコ内の数字はウラン濃縮度を表す。natは天然ウラン相当の濃縮度であることを表す。



表3.2 臨界解析に使用したライブラリー及びプログラム

多群定数ライブラリー (核データ ; $P_l$ 次数)	臨界計算用プログラム
MGCL-J3 (JENDL-3 ; $P_3$ )	KENO IV
MGCL-J3T(JENDL-3T ; $P_3$ )	ANISN
MGCL-B-V (ENDF/B-IV, B-V* <sup>1)</sup> ; $P_1$ )	
MGCL-B-IV (ENDF/B-IV ; $P_1$ )	

\*1)  $^{235}\text{U}$ のみENDF/B-V, その他の核種はすべてENDF/B-IVベース。

表3.3 KENO IV及びANISNの主な計算条件

KENO IV
1世代当たりの中性子数 : 600 (1000, 1200としたケースもある)
計算世代数 : 110
スキップ世代数 : 10 (30としたケースもある)
初期中性子発生分布 : 平坦
$P_l$ 次数 : 1
エネルギー群数 : 137
ANISN
固有値収束判定値 : $1 \times 10^{-4}$
$P_l$ 次数 : 1, 3
角度分点の数 : 8
エネルギー群数 : 137, 26

表3.4.1 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{eff}$ )  
 (問題1.  $UO_2$ 燃料棒; 正方格子配列)

格子名*1)	配列パターン	137群	137群	137群	137群
		MGCL-B-IV	MGCL-B-V	MGCL-J3T	MGCL-J3
1.50U (4.33)	18	0.99206	0.99574	1.00799	1.00293
	24	0.99863	1.00083	1.01031	1.00429
1.83U (5.28)	4	0.99694	1.00331	1.00734	0.99868
	8	0.99754	1.00201	1.01046	0.99643
	10	0.99811	1.00305	1.00576	0.99945
	12	0.99559	0.99757	1.00840	0.99932
	13	0.99267	0.99523	1.00722	0.99787
	16	0.99606	0.99732	1.00221	0.99341
	18	0.99373	1.00125	1.00779	1.00097
	20	0.99228	1.00509	1.00819	1.00181
	22	0.99400	1.00305	1.00924	0.99514
24	0.99506	0.99894	1.00117	1.00549	
2.48U (7.16)	11	0.99872	1.00173	1.00578	0.99826
	18	0.98896	1.00055	0.99461	0.99325
3.00U (8.65)	5	0.99260	1.00096	1.00130	0.99466
	18	0.98913	1.00167	1.00042	0.98664
平均 $k_{eff}$		0.99451	1.00052	1.00581	0.99804

\*1) 数字は単位格子あたりの水対燃料体積比をあらわす。たとえば格子名1.50Uとは、単位格子あたりの水対燃料体積比が1.50であることを表している。カッコ内の数字は単位格子あたりのH/U原子個数比をあらわす。

表3.4.2  $^{235}\text{U}$ の平均中性子放出数 $\nu$ の比較 (2200m/sec)

JENDL-2	ENDF/B-IV	ENDF/B-V	JENDL-3
2.4286	2.4188	2.4367	2.4361
(1.0041)	(1.00)	(1.0074)	(1.0072)

註) カッコ内の数値はENDF/B-IVの $\nu$ との比率を表す。

表3.4.5  $^{239}\text{Pu}$ の平均中性子放出数 $\nu$ の比較 ( $5 \times 10^2 \text{eV} \sim 10^5 \text{eV}$ )

ENDF/B-IV	JENDL-3
2.87	2.92
(1.00)	(1.0174)

註) カッコ内の数値はENDF/B-IVの $\nu$ との比率を表す。

表3.4.3 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{eff}$ )  
 (問題2.  $UO_2$ 燃料棒; 正方格子配列)

ケース 番号	体積比*1) (ピッチ[cm])	137群MGCL-B-IV	137群MGCL-J3
P300U01	3	0.99296 ± 0.00163	0.99603 ± 0.00160
P300U02	(1.84)	0.99685 ± 0.00182	0.99294 ± 0.00192
P300U03		0.99702 ± 0.00162	0.99040 ± 0.00182
P300U04		0.99330 ± 0.00174	0.99340 ± 0.00211
P300U05		0.99230 ± 0.00168	0.99239 ± 0.00211
P300U06	同上	0.99017 ± 0.00195	0.99031 ± 0.00192
P300U07		0.99938 ± 0.00173	0.99557 ± 0.00200
P300U08		0.99756 ± 0.00188	0.99629 ± 0.00192
P300U09	同上	0.99743 ± 0.00184	0.99348 ± 0.00187
P300U10		0.99181 ± 0.00179	0.99044 ± 0.00206
P300U11		0.98683 ± 0.00183	0.98300 ± 0.00190
P150U01	1.5	0.99046 ± 0.00208	0.98565 ± 0.00185
P150U02	(1.52)	0.99448 ± 0.00197	0.99271 ± 0.00195
P150U03		0.99514 ± 0.00183	0.99148 ± 0.00196
P150U04		0.99516 ± 0.00199	0.99212 ± 0.00191
P150U05	同上	0.99470 ± 0.00171	0.99284 ± 0.00179
P150U06		0.99026 ± 0.00186	0.98874 ± 0.00196
P150U07		0.99747 ± 0.00181	0.99162 ± 0.00200
P150U08	同上	0.99064 ± 0.00197	0.98937 ± 0.00201
P150U09		0.99285 ± 0.00215	0.98773 ± 0.00204
P150U10		0.99251 ± 0.00186	0.98811 ± 0.00234
P150U11		0.98945 ± 0.00204	0.98673 ± 0.00186
平均 $k_{eff}$		0.994	0.991

\*1) 単位格子あたりの水対燃料体積比。

表3.4.4 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}}$ )  
 (問題3.  $\text{PuO}_2\text{-U(nat)O}_2$ 棒; 正方格子配列)

格子名*1)	配列パターン	137群	137群	137群	137群
		MGCL-B-IV	MGCL-B-V	MGCL-J3T	MGCL-J3
2.42PU (402)	24	0.99797	0.99795	0.99774	0.99760
	26	0.99294	1.00340	1.00437	0.99543
	28	0.99863	0.99615	1.00122	0.99606
2.98PU (494)	21	0.99023	0.99734	0.99774	0.99994
	22	0.99107	0.99599	1.00589	0.99969
	23	0.99121	0.99400	0.99042	0.98933
4.24PU (703)	20	0.99073	0.99511	0.99942	1.00163
	22	0.98900	0.99596	0.99727	1.00232
5.55PU (921)	21	0.99743	0.99286	0.99768	0.99770
	23	0.98479	0.99603	0.99411	1.00072
平均 $k_{\text{eff}}$		0.99340	0.99648	0.99859	0.99795

\*1) 数字は単位格子あたりの水対燃料体積比をあらわす。カッコ内の数字は単位格子あたりのH/Pu原子個数比をあらわす。

表3.4.6 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{eff}$ )  
 (問題4.  $U(4.9)O_2F_2$ 水溶液; 単一ユニット)

ウラン濃度 [gU/cm <sup>3</sup> ]	容器の形状 及び材質*1)	水反 射体	137群 MGCL-B-IV	137群 MGCL-B-V	137群 MGCL-J3T	137群 MGCL-J3
870	円筒、SUS	有	0.99204	1.00036	1.00100	0.99919
870	円筒、AL	有	0.99185	0.99352	1.00277	0.99664
870	円筒、SUS	有	0.98842	1.00564	1.00076	1.00370
728	円筒、AL	有	0.99907	1.00720	1.01416	1.00243
728	円筒、SUS	有	0.99212	1.00426	1.00313	1.00160
728	円筒、SUS	有	0.98490	1.00323	0.99625	0.99575
650	円筒、AL	有	0.97520	0.98041	0.98200	0.97975
650	円筒、SUS	有	0.98945	0.99138	0.99925	0.99646
650	円筒、SUS	有	0.98468	0.99067	0.99590	0.99180
496	円筒、AL	有	0.99129	1.00727	1.00165	0.99717
496	円筒、SUS	有	0.98646	0.99464	0.99446	0.99388
452	球、AL	有	0.98057	0.98943	0.98700	0.99815
平均 $k_{eff}$			0.98784	0.99733	0.99819	0.99638
870	円筒、SUS	無	0.97014	0.98773	0.99366	0.98318
728	円筒、SUS	無	0.97832	0.98802	0.98285	0.98531
650	円筒、AL	無	0.95809	0.96972	0.97631	0.96502
650	円筒、SUS	無	0.97356	0.98928	0.98572	0.98907
496	円筒、AL	無	0.97694	0.98370	0.98088	0.98165
492	球、AL	無	0.98353	0.98561	0.98729	0.99162
平均 $k_{eff}$			0.97348	0.98400	0.98455	0.98264

\*1) SUS: ステンレス鋼、 AL: アルミニウム

表3.4.7 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}} \pm \sigma$ または  $k_{\text{eff}}$ )  
 (問題5.  $^{233}\text{UO}_2\text{F}_2$ 水溶液,  $^{233}\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 水溶液,  $^{233}\text{U}$ 金属,  
 $^{235}\text{UO}_2\text{F}_2$ 水溶液,  $^{235}\text{U}$ 金属; いずれも単一ユニット)

ライブラリー	137群MGCL-B-IV	137群MGCL-J3	137群MGCL-B-IV
計算コード	KENO IV	←	ANISN
計算条件	$P_1, *1)$	←	$P_1, S_8, *2)$
M&J 1 (B)*3)	0.96718±0.00287	1.02079±0.00310	0.971
M&J 2 (F)	1.03886±0.00373	1.03763±0.00511	————
M&J 3 (F)	1.02963±0.00451	1.02657±0.00437	————
M&J 4 (B)	1.00782±0.00453	1.00609±0.00453	————
M&J 5 (P)	0.98360±0.00435*	0.97034±0.00417*	————
M&J 6 (F)	1.02290±0.00410	1.00874±0.00429	————
M&J 7 (B)	0.97179±0.00461	0.96783±0.00404	————
M&J 8 (B)	0.98799±0.00434	0.97745±0.00349	————
M&J 9 (B)	1.00260±0.00345*	0.99714±0.00342*	0.999
M&J 10 (B)	0.97866±0.00338*	0.97860±0.00335*	0.981
M&J 11 (B)	0.98435±0.00193*	0.99111±0.00192*	0.976
M&J 12 (B)	0.98858±0.00144*	0.99459±0.00126*	0.970
平均 M&J 2-12	0.989(B) 1.019(F&P)	0.988(B) 1.010(F&P)	0.982(B) — (F&P)
M&J 13 (B)	1.01273±0.00304*	1.01447±0.00302*	1.014
M&J 14 (B)	0.98291±0.00462	0.97151±0.00410	————
M&J 15 (B)	0.97805±0.00184*	0.98383±0.00204*	0.973
平均 M&J 13-15	0.991(B)	0.990(B)	0.994(B)

\*1) 1世代あたりの中性子数: 600(但し\$印は1000)

計算世代数: 110

スキップ世代数: 10

初期中性子発生分布: 平坦

\*2) 固有値収束判定値:  $1.0 \times 10^{-4}$

\*3) Bは反射体なし、Fは全周反射体付き、Pは上面以外反射体付き。

表3.4.7 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}} \pm \sigma$ または $k_{\text{eff}}$ ) (続き)  
 (問題5.  $^{233}\text{UO}_2\text{F}_2$ 水溶液,  $^{233}\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 水溶液,  $^{233}\text{U}$ 金属,  
 $^{235}\text{UO}_2\text{F}_2$ 水溶液,  $^{235}\text{U}$ 金属; いずれも単一ユニット)

ライブラリー	137群MGCL-B-IV	137群MGCL-J3	137群MGCL-B-IV
計算コード	KENO IV	←	ANISN
計算条件	$P_1$ , *1)	←	$P_1$ , $S_8$ , *2)
M&J 1 (B)*3)	0.96718±0.00287	1.02079±0.00310	0.971
M&J 2 (F)	1.03886±0.00373	1.03763±0.00511	————
M&J 3 (F)	1.02963±0.00451	1.02657±0.00437	————
M&J 4 (B)	1.00782±0.00453	1.00609±0.00453	————
M&J 5 (P)	0.98360±0.00435*	0.97034±0.00417*	————
M&J 6 (F)	1.02290±0.00410	1.00874±0.00429	————
M&J 7 (B)	0.97179±0.00461	0.96783±0.00404	————
M&J 8 (B)	0.98799±0.00434	0.97745±0.00349	————
M&J 9 (B)	1.00260±0.00345*	0.99714±0.00342*	0.999
M&J 10 (B)	0.97866±0.00338*	0.97860±0.00335*	0.981
M&J 11 (B)	0.98435±0.00193*	0.99111±0.00192*	0.976
M&J 12 (B)	0.98858±0.00144*	0.99459±0.00126*	0.970
平均 M&J 2-12	0.989(B) 1.019(F&P)	0.988(B) 1.010(F&P)	0.982(B) — (F&P)
M&J 13 (B)	1.01273±0.00304*	1.01447±0.00302*	1.014
M&J 14 (B)	0.98291±0.00462	0.97151±0.00410	————
M&J 15 (B)	0.97805±0.00184*	0.98383±0.00204*	0.973
平均 M&J 13-15	0.991(B)	0.990(B)	0.994(B)

\*1) 1世代あたりの中性子数：600(但し\$印は1000)

計算世代数：110

スキップ世代数：10

初期中性子発生分布：平坦

\*2) 固有値収束判定値： $1.0 \times 10^{-4}$

\*3) Bは反射体なし、Fは全周反射体付き、Pは上面以外反射体付き。



表3.4.7 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}} \pm \sigma$ または  $k_{\text{eff}}$ ) (続き)  
 (問題5.  $^{233}\text{UO}_2\text{F}_2$ 水溶液,  $^{233}\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 水溶液,  $^{233}\text{U}$ 金属,  
 $^{235}\text{UO}_2\text{F}_2$ 水溶液,  $^{235}\text{U}$ 金属; いずれも単一ユニット)

ライブラリー	137群MGCL-J3	←	←
計算コード	ANISN	←	←
計算条件	$P_1, S_8, *2)$	$P_3, S_8, *2)$	$P_3, S_8, \text{h-table}, *2)$
M&J 1 (B)*4)	1.025	1.032	1.032
M&J 2 (F)	-----	-----	-----
M&J 3 (F)	-----	-----	-----
M&J 4 (B)	-----	-----	-----
M&J 5 (P)	-----	-----	-----
M&J 6 (F)	-----	-----	-----
M&J 7 (B)	-----	-----	-----
M&J 8 (B)	-----	-----	-----
M&J 9 (B)	0.996	1.001	1.001
M&J 10 (B)	0.980	0.984	0.984
M&J 11 (B)	0.980	0.984	0.983
M&J 12 (B)	0.975	0.977	0.973
平均 M&J 9-12	0.983(B)	0.987(B)	0.985(B)
M&J 13 (B)	1.016	1.022	1.022
M&J 14 (B)	-----	-----	-----
M&J 15 (B)	0.980	0.979	0.976
平均 M&J 13-15	0.998(B)	1.000(B)	0.997(B)

\*1) 1世代あたりの中性子数: 600(但し\$印は1000)

計算世代数: 110

スキップ世代数: 10

初期中性子発生分布: 平坦

\*2) 固有値収束判定値:  $1.0 \times 10^{-4}$

\*3) Bは反射体なし、Fは全周反射体付き、Pは上面以外反射体付き。

表3.4.8 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}} \pm \sigma$ または  $k_{\text{eff}}$ )  
 (問題6.  $^{235}\text{U}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液; 単一ユニット)

ライブラリー	137群MGCL-B-IV	137群MGCL-J3	137群MGCL-B-IV
計算コード	KENO IV	←	ANISN
計算条件	$P_1, *1)$	←	$P_1, S_8, *2)$
ORNL 1	0.97636±0.00231	0.98200±0.00234	0.9737
ORNL 2	0.98015±0.00209	0.98517±0.00257	0.9752
ORNL 3	0.97474±0.00221	0.97768±0.00228	0.9725
ORNL 4	0.97614±0.00265	0.97982±0.00223	0.9747
ORNL10	0.98913±0.00152	0.98911±0.00135*	0.9652
平均	0.979	0.983	0.972
ライブラリー	137群MGCL-J3	←	←
計算コード	ANISN	←	←
計算条件	$P_1, S_8, *2)$	$P_3, S_8, *2)$	$P_3, S_8, h\text{-table}, *2)$
ORNL 1	0.9736	0.9768	0.9756
ORNL 2	0.9782	0.9787	0.9784
ORNL 3	0.9752	0.9763	0.9770
ORNL 4	0.9775	0.9784	0.9784
ORNL10	0.9693	0.9743	0.9744
平均	0.975	0.977	0.977
ライブラリー	26群MGCL-B-IV	26群MGCL-J3	
計算コード	ANISN	←	
計算条件	$P_1, S_8, *2)$	$P_3, S_8, *2)$	
ORNL 1	0.9623	0.9788	
ORNL 2	0.9628	0.9794	
ORNL 3	0.9604	0.9768	
ORNL 4	0.9619	0.9782	
ORNL10	0.9685	0.9832	
平均	0.963	0.979	

表3.4.8 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}} \pm \sigma$  または  $k_{\text{eff}}$ ) (続き)  
(問題6.  $^{235}\text{U}(\text{NO}_3)_2$  水溶液; 単一ユニット)

\*1) 1世代あたりの中性子数: 600(但し\$印は1000)

計算世代数: 110

スキップ世代数: 10

初期中性子発生分布: 平坦

\*2) 固有値収束判定値:  $1.0 \times 10^{-4}$

表3.4.9 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}} \pm \sigma$ または  $k_{\text{eff}}$ )  
(問題7.  $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$ 水溶液; 単一ユニット)

ライブラリー	137群MGCL-B-IV	137群MGCL-J3	137群MGCL-B-IV
計算コード	KENO IV	←	ANISN
計算条件	$P_1, *1)$	←	$P_1, S_8, *2)$
PNL 1	0.99012 ± 0.00372	0.99694 ± 0.00349	0.9961
PNL 2	0.99328 ± 0.00283	0.99349 ± 0.00294	0.9979
PNL 3	0.97845 ± 0.00283	0.97756 ± 0.00353	0.9756
PNL 4	0.98095 ± 0.00323	0.99150 ± 0.00356	0.9838
PNL 5	0.99341 ± 0.00281	0.98963 ± 0.00282	0.9899
平均	0.987	0.990	0.989
ライブラリー	137群MGCL-J3	←	←
計算コード	ANISN	←	←
計算条件	$P_1, S_8, *2)$	$P_3, S_8, *2)$	$P_3, S_8, h\text{-table}, *2)$
PNL 1	0.9970	1.000	1.000
PNL 2	0.9942	0.9975	0.9975
PNL 3	0.9780	0.9860	0.9802
PNL 4	0.9867	0.9894	0.9890
PNL 5	0.9909	0.9941	0.9941
平均	0.989	0.993	0.992

\*1) 1世代あたりの中性子数: 600(但し、PNL2及びPNL5の計算では1000)  
 計算世代数: 110  
 スキップ世代数: 10  
 初期中性子発生分布: 平坦

\*2) 固有値収束判定値:  $1.0 \times 10^{-4}$

表3.4.9 臨界ベンチマーク計算結果 ( $k_{\text{eff}}$  土  $\sigma$  または  $k_{\text{eff}}$ ) (続き)  
 (問題7.  $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$  水溶液; 単一ユニット)

ライブラリー	26群MGCL-B-IV	26群MGCL-J3
計算コード	ANISN	ANISN
計算条件	$P_1, S_8, *2)$	$P_3, S_8, *2)$
PNL 1	0.9783	0.9974
PNL 2	0.9820	0.9973
PNL 3	0.9603	0.9792
PNL 4	0.9679	0.9880
PNL 5	0.9721	0.9920
平均	0.972	0.991

\*1) 1世代あたりの中性子数: 600(但し、PNL2及びPNL5の計算では1000)

計算世代数: 110

スキップ世代数: 10

初期中性子発生分布: 平坦

\*2) 固有値収束判定値:  $1.0 \times 10^{-4}$

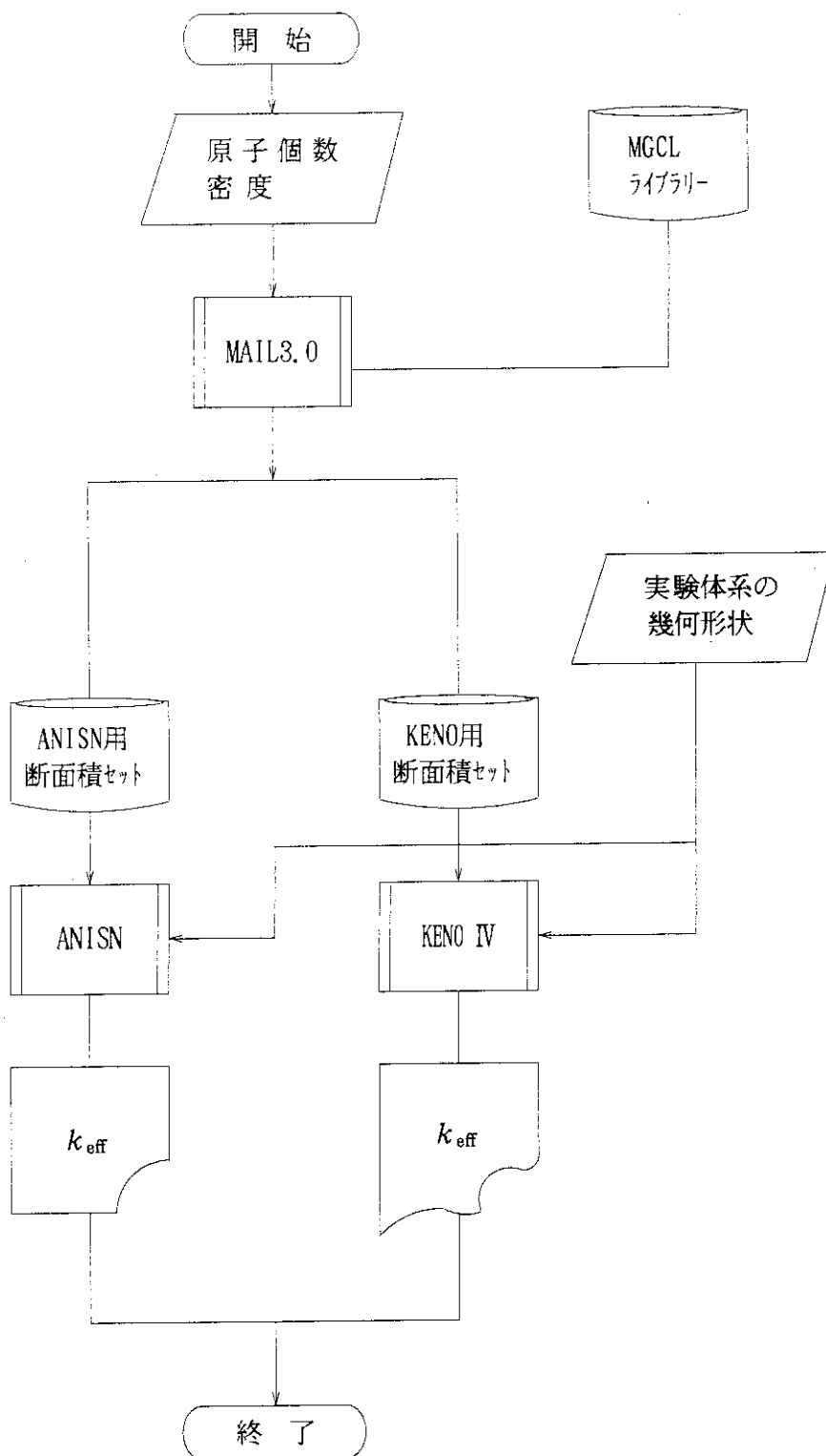


図3.1 JACSコードシステムにおける臨界計算の流れ

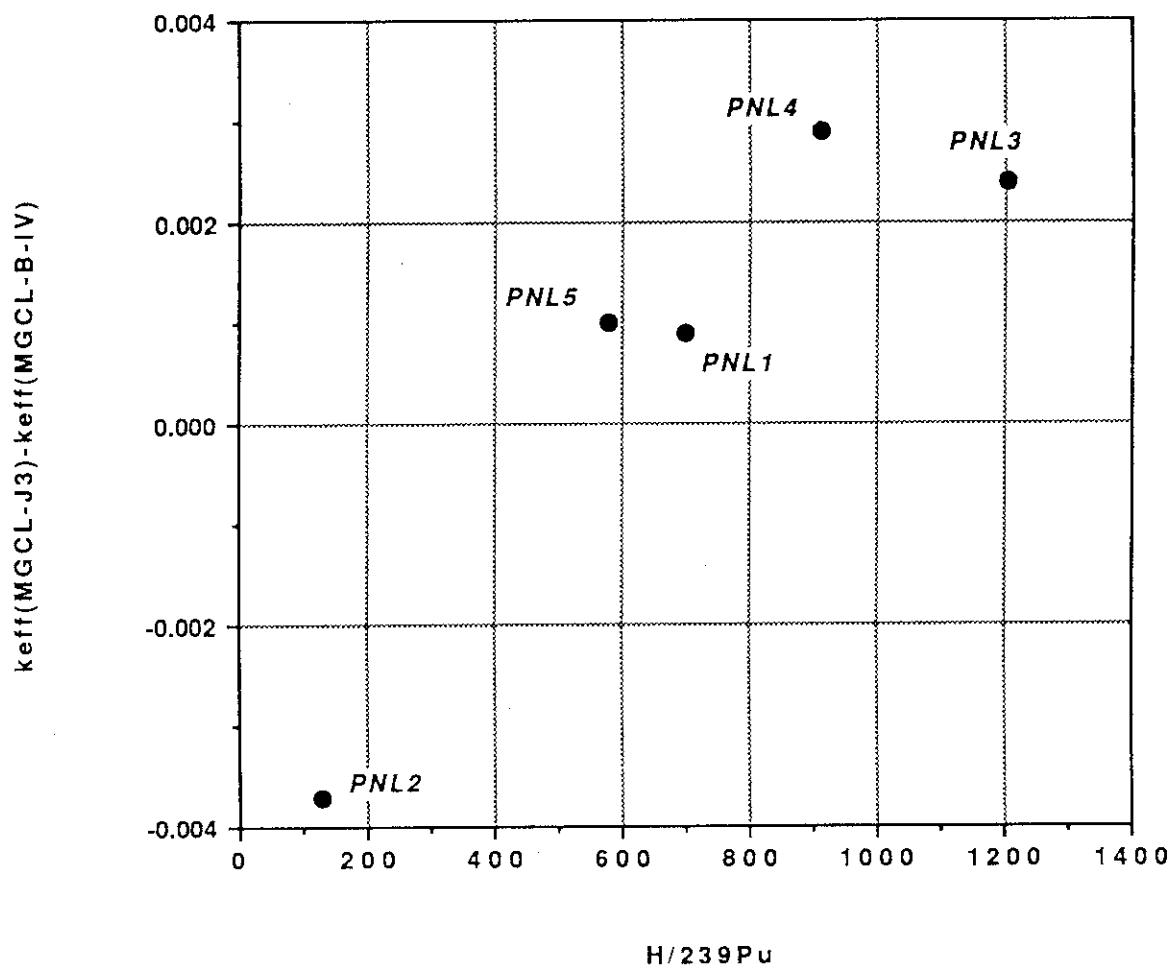


図3.2 H/ $^{239}\text{Pu}$ と $k_{\text{eff}}$ との相関(問題7.)

## 謝 辞

MGCL-J3ライブラリーは原研の原子力コード研究委員会原子力コード評価専門部会臨界コード評価ワーキンググループ（1986年～1989年）のたび重なる検討を受けて完成に至った。ここに、谷本亮二グループリーダー（株三菱金属、当時）をはじめグループのメンバー各位に謝意を表します。また、JENDL-3ライブラリーの処理において生じた諸問題の解決にご協力いただいた原研核データセンターの成田孟氏及び中川庸雄氏に感謝します。

## 参考文献

- 1) Y. Naito et al., "MGCL-PROCESSOR: A Computer Code System for Processing Multigroup Constants Library MGCL," JAERI-M 9396 (1981)
- 2) J. Katakura et al., Trans. Am. Nucl. Soc., vol.41, p329 (1982)
- 3) C. V. Parks, Editor, "SCALE: A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation," vols. 1, 2, 3, NUREG/CR-0200 (Rev.3)(1984)
- 4) ENDF/B Summary Documentation, BNL-NCS-17541 (ENDF-201), 2nd Edition (ENDF/B-IV) (1975)
- 5) 小室雄一, 他「断面積セット作成プログラムMAIL3.0使用手引書」, JAERI-M 90-126 (1990)
- 6) K. Shibata et al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library, Version-3 --JENDL-3 --," JAERI 1319 (1990)
- 7) L. M. Petrie and N. F. Cross, "KENO IV An Improved Monte Carlo Criticality Program," ORNL-4938 (1975)
- 8) Y. Naito et al., "MULTI-KENO: A Monte Carlo Code for Criticality Safety Analysis," JAERI-M 83-049 (1983)
- 9) 奥野浩, 他, 「減速材核種の質量の違いを考慮した主要共鳴核種の多群断面積」, JAERI-M 93-198 (1990)
- 10) T. Nakagawa, "Program RESEDD(version 84-07): A Program for Reconstruction of Resonance Cross Sections from Evaluated Nuclear Data in the ENDF/B Format (Modified Version of RESEND)," JAERI-M 84-192 (1984)
- 11) R. Q. Wright et al., "SUPRTOG: A Program to Generate Fine Group Constants and P<sub>0</sub> Scattering Matrices from ENDF/B," ORNL-TM-2679 (1969)
- 12) J. D. MacDougall, "PIXSE," AEEW-M 318 (1963)



## 謝 辞

MGCL-J3ライブラリーは原研の原子力コード研究委員会原子力コード評価専門部会臨界コード評価ワーキンググループ（1986年～1989年）のたび重なる検討を受けて完成に至った。ここに、谷本亮二グループリーダー（株三菱金属、当時）をはじめグループのメンバー各位に謝意を表します。また、JENDL-3ライブラリーの処理において生じた諸問題の解決にご協力いただいた原研核データセンターの成田孟氏及び中川庸雄氏に感謝します。

## 参考文献

- 1) Y. Naito et al., "MGCL-PROCESSOR: A Computer Code System for Processing Multigroup Constants Library MGCL," JAERI-M 9396 (1981)
- 2) J. Katakura et al., Trans. Am. Nucl. Soc., vol.41, p329 (1982)
- 3) C. V. Parks, Editor, "SCALE: A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation," vols. 1, 2, 3, NUREG/CR-0200 (Rev.3)(1984)
- 4) ENDF/B Summary Documentation, BNL-NCS-17541 (ENDF-201), 2nd Edition (ENDF/B-IV) (1975)
- 5) 小室雄一, 他「断面積セット作成プログラムMAIL3.0使用手引書」, JAERI-M 90-126 (1990)
- 6) K. Shibata et al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library, Version-3 --JENDL-3 --," JAERI 1319 (1990)
- 7) L. M. Petrie and N. F. Cross, "KENO IV An Improved Monte Carlo Criticality Program," ORNL-4938 (1975)
- 8) Y. Naito et al., "MULTI-KENO: A Monte Carlo Code for Criticality Safety Analysis," JAERI-M 83-049 (1983)
- 9) 奥野浩, 他, 「減速材核種の質量の違いを考慮した主要共鳴核種の多群断面積」, JAERI-M 93-198 (1990)
- 10) T. Nakagawa, "Program RESEDD(version 84-07): A Program for Reconstruction of Resonance Cross Sections from Evaluated Nuclear Data in the ENDF/B Format (Modified Version of RESEND)," JAERI-M 84-192 (1984)
- 11) R. Q. Wright et al., "SUPRTOG: A Program to Generate Fine Group Constants and P<sub>n</sub> Scattering Matrices from ENDF/B," ORNL-TM-2679 (1969)
- 12) J. D. MacDougall, "PIXSE," AEEW-M 318 (1963)

- 13) J. U. Koppel, J. R. Triplett and Y. D. Naliboff, "GASKET A Unified Code for Thermal Neutron Scattering," GA-7417 (1966)
- 14) J. U. Koppel and D. H. Houston, "Reference Manual for ENDF Thermal Neutron Scattering Data," GA-8774 (1968)
- 15) H. C. Honeck and D. R. Finch, "FRANGE II (Version 71-1) A Code to Process Thermal Neutron Data from an ENDF/B Tape," DP-1278 (ENDF-152) (1971)
- 16) P. H. Kier and A. A. Robba, "RABBLE, A Program for Computation of Resonance Absorption in Multiregion Reactor Cells," ANL-7326 (1967)
- 17) H. Tsuruta et al., "Critical Sizes of Light Water Moderated  $UO_2$  and  $PuO_2-UO_2$  Lattices," JAERI 1254 (1977)
- 18) 植田精, 他, B44 「NCA炉心の臨界性と中性子束分布」, 日本原子力学会 昭和42年秋の分科会
- 19) E. B. Johnson and D. F. Cronin, "Critical Dimensions of Aqueous  $UO_2 F_2$  Solutions Containing 4.9%  $^{235}U$  Enriched Uranium," ORNL-3714, vol.1, p.31 (1964)
- 20) S. R. Mcneany and J. D. Jenkins, "An Evaluation of ENDF/B-IV and Hansen-Roach Uranium-233 Cross Sections for Use in Criticality Calculations," Nuclear Science and Engineering, vol.65, p.441-453 (1978)
- 21) "ENDF-202 Cross Section Evaluation Working Group Benchmark Specification," National Neutron Cross Section Center, BNL19302(ENDF-202) (1974)

## 付録A 臨界実験データの概要

MGCL-J3の検証を目的とした臨界計算の対象として、本文の表3.1に示す臨界実験データを選択した。各データの概容を以下に述べる。

### 問題1. $U(2.6)O_2$ 棒；正方格子配列

図A.1.1に示す円筒タンクに濃縮度2.6wt%の $UO_2$ 燃料棒を正方格子状に配列し、タンク内に水を充てんして臨界に到達させた。臨界水位は、いずれの場合も、燃料実効部よりも低い。したがって、燃料実効部の一部は水中から露出している。配列の形は正方形または長方形である。燃料棒の寸法を図A.1.2の上段に、組成を表A.1.1の左側に、原子個数密度を表A.1.2Aの左側にそれぞれ示す。

臨界実験は燃料棒の格子間隔及び配列の大きさと形状を変えて、表A.1.3に示す通り、多数行なわれた。その中から代表的な16ケースを選び計算の対象とした。格子間隔の違いは1.50U, 1.83U等と格子名を付けて区別している。ここで、1.50や1.83は単位格子の水対燃料体積比を表す。各格子名に対応するH/U原子個数比及び格子間隔を表A.1.4の上段に示す。

### 問題2. $U(2.46)O_2$ 棒；正方格子配列

タンク内に $UO_2$ 燃料棒を正方格子状に配列し、問題1.と同様に、タンク内に水を充てんして臨界に到達させた。臨界水位は、いずれの場合も、燃料実効部よりも低い。したがって、燃料の実効部の一部は水中から露出している。燃料棒の配列の外周は円形に近い。燃料棒のウラン濃縮度は、配列内の位置によって異なる。円形配列の中央部は実験ケースによって異なり1, 2あるいは3wt%の燃料棒が装荷された。外周部は2wt%の燃料棒が全実験ケースを通して装荷された。

燃料棒の格子間隔、配列の大きさ、配列中央部の燃料棒のウラン濃縮度を変えて、表A.2.1に示す22ケースの臨界実験が行なわれ、その全ケースを計算の対象とした。燃料棒の組成等を表A.2.2に、原子個数密度を表A.2.3に示す。

### 問題3. $PuO_2-U(mat)O_2$ 棒；正方格子配列

問題1.と同じ施設で行なわれた。燃料棒の組成と棒の格子間隔が問題1.と異なるだけで、臨界到達の方法等は同一である。燃料棒の寸法を図A.1.2の下段に、組成を表A.1.1の右側に、原子個数密度を表A.1.2Aの右側及び表A.1.2Bにそれぞれ示す。格子名(2.42PU, 2.98PU等)に対応するH/Pu原子個数比及び格子間隔を表A.1.4の下段に示す。

臨界実験は燃料棒の格子間隔及び配列の大きさと形状を変えて、表A.3.1に示す数だけ行なわれた。この中から代表的な10ケースを計算の対象とした。

問題4.  $U(4.9)O_2F_2$ 水溶液；単一ユニット

容器に濃縮度4.9wt%の $UO_2F_2$ 水溶液を注入して臨界に到達させた実験である。表A. 4. 1に示すように、容器の形状・寸法・材質、ウラン濃度及び反射条件を変えて27ケースの実験が行なわれた。この中から18ケースを選び、計算の対象とした。表A. 4. 1の上から4ケース目まではウラン濃度、燃料体積及び $^{235}U$ 質量の關係に整合性がみられないので、計算の対象からは除外した。文献には原子個数密度は与えられていないので、組成に基づき、表A. 4. 2に示す原子個数密度を計算によって求め、臨界計算に使用した。

問題5.  $^{233}UO_2F_2$ 水溶液,  $^{233}UO_2(NO_3)_2$ 水溶液,  $^{233}U$ 金属,  $^{235}U$ 金属,  $^{235}UO_2F_2$ 水溶液；いずれも単一ユニット

核データENDF/B-IV及びHansen-Roach断面積に用意されている $^{233}U$ の断面積を臨界計算の観点から評価するため、主に $^{233}U$ を用いた臨界実験データの収集及び解析が行なわれた。その結果が本文表3. 1の問題5が参照する文献に記されている。

この文献には表A. 5. 1( $^{233}U$ 系, 12ケース)及び表A. 5. 2( $^{235}U$ 系, 3ケース)に示す計15ケースの臨界実験データが収集されているとともに、臨界計算に最低限必要な情報が記載されている。

$^{233}U$ 系の実験データは燃料中の $H/^{233}U$ 原子個数比が0.0から1986の区間に適当に分布している。 $^{235}U$ 系の場合も同様である。 $^{233}U$ 系の形状・寸法を表A. 5. 3に、原子個数密度を表A. 5. 4に示す。 $^{235}U$ 系の形状・寸法を表A. 5. 5に、原子個数密度を表A. 5. 6に示す。

問題6.  $^{235}UO_2(NO_3)_2$ 水溶液；単一ユニット

本文で参照している文献(21)には、標記燃料を用いた臨界実験5ケースが熱中性子炉用ベンチマーク問題No.1~5としてNucl. Sci. Eng. から転載されている。各ケースにはORNL 1~ORNL 4及びORNL10と名前付けされており、全5ケースを計算の対象とした。臨界形状・寸法を表A. 6. 1に、原子個数密度を表A. 6. 2に示す。

問題7.  $Pu(NO_3)_4$ 水溶液；単一ユニット

問題6.同様に本文で参照している文献(21)からの引用である。この文献には熱中性子炉用ベンチマーク問題No.13~17として、標記燃料を用いた臨界実験のデータが5ケースNucl. Sci. Eng. やTrans. Amer. Nuc. Soc.等からPNL 1~5と名前付けして転載されている。全ケースを計算の対象とした。臨界形状・寸法を表A. 7. 1に、原子個数密度を表A. 7. 2に示す。

表A. 1. 1 燃料棒の組成 (問題 1 (左), 問題 3 (右))

	UO <sub>2</sub>	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
<i>Fuel</i>		
Enrichment, w/o	2.596, <sup>235</sup> U	3.01±0.05, $\frac{\text{PuO}_2}{(\text{PuO}_2+\text{UO}_2)}$
Isotope ratio, w/o		
Uranium		Natural
<sup>235</sup> U	2.596	
<sup>238</sup> U	97.404	
Plutonium		
<sup>238</sup> Pu	—	0.494 (1971-8-19)*
<sup>239</sup> Pu	—	68.18 (1971-8-19)
<sup>240</sup> Pu	—	22.02 (1971-8-19)
<sup>241</sup> Pu	—	7.26 (1971-8-19)
<sup>242</sup> Pu	—	2.04 (1971-8-19)
Americium		
<sup>241</sup> Am	—	530 ppm (1971-8-16) in PuO <sub>2</sub>
Impurity content	—	0.90 <sup>+0.09</sup> <sub>-0.12</sub> ppm equivalent boron concentration in PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
O/M	2.04	2.07
<i>Pellet</i>		
Fabrication method	Sintered	Mechanically blended and pre-sintered
Diameter, mm	12.50	10.65
Density, g/cm <sup>3</sup>	10.40	6.056±0.076
Stack length, mm	1441.5±3	706±3
<i>Cladding</i>		
Material	Al	Zircaloy-2
Inner diameter, mm	12.65	10.83±0.06
Thickness, mm	0.76	0.70±0.07

\* Date of assaying.

表A. 1. 2 A 原子個数密度 (問題1 (左), 問題3 (右))

Region	Material	Atomic number density at 20°C ( $\times 10^{24}$ atoms/cm <sup>3</sup> )	
		2.6 w/o UO <sub>2</sub>	3.0 w/o PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
Fuel	<sup>234</sup> U	—	$7.436 \times 10^{-7}$
	<sup>235</sup> U	$6.086 \times 10^{-4}$	$9.393 \times 10^{-5}$
	<sup>238</sup> U	$2.255 \times 10^{-2}$	$1.295 \times 10^{-2}$
	<sup>238</sup> Pu	—	$2.000 \times 10^{-6}$
	<sup>239</sup> Pu	—	$2.749 \times 10^{-4}$
	<sup>240</sup> Pu	—	$8.843 \times 10^{-5}$
	<sup>241</sup> Pu	—	$2.903 \times 10^{-5*}$
	<sup>242</sup> Pu	—	$8.124 \times 10^{-6}$
	<sup>241</sup> Am	—	$2.121 \times 10^{-7*}$
	O	$4.725 \times 10^{-2}$	$2.784 \times 10^{-2}$
Cladding (with air gap)	Aluminum	$5.587 \times 10^{-2}$	—
	Zircaloy-2	—	$3.840 \times 10^{-2}$
Moderator	H <sub>2</sub> O	$3.338 \times 10^{-2}$	
	B		
	72 ppm	$4.024 \times 10^{-6}$	
	147 "	$8.155 \times 10^{-6}$	
	345 "	$1.919 \times 10^{-5}$	
	554 "	$3.082 \times 10^{-5}$	

\*) Date of assaying; on 1971-8-16.

表A. 1. 2 B <sup>241</sup>Pu及び<sup>241</sup>Amの個数密度の時間的変化 (問題3)

Date	Elapsed time (days)	Atomic number density ( $\times 10^{24}$ atoms/cm <sup>3</sup> )	
		<sup>241</sup> Pu	<sup>241</sup> Am
1971-8-19	0	$2.903 \times 10^{-5}$	$2.121 \times 10^{-7}$
1972-4-1	226	2.819	$1.059 \times 10^{-6}$
1973-4-1	591	2.687	2.374
1974-4-1	956	2.562	3.629
1975-4-1	1321	2.442	4.824
1976-4-1	1686	2.328	5.964
1977-4-1	2051	2.219	7.051

表A. 1.3 臨界水位 (問題1)

Lattice name	Pattern	Critical water level (cm)	Error, $\pm \delta k_{eff}$	Lattice name	Pattern	Critical water level (cm)	Error, $\pm \delta k_{eff}$
1.50U	18	99.45	$3 \times 10^{-4}$	1.83U	18	60.38	$3 \times 10^{-4}$
	20	73.73	7		19	55.53	1
	22	60.81	5		20	51.65	2
	24	53.23	5		21	48.62	1
	26	47.81	3		22	46.01	1
	28	43.94	1		23	43.91	1
	29	40.89	1		24	42.12	1
1.83U	1	131.94	$1 \times 10^{-4}$	2.48U	11	78.67	$2 \times 10^{-4}$
	2	69.01	1		13	59.96	1
	3	85.36	1		15	50.52	1
	4	135.70	1		18	44.55	1
	6	139.72	1	20	40.44	1	
	7	113.95	1	3.00U	5	90.75	$1 \times 10^{-4}$
	8	94.58	1		11	64.42	1
	9	83.45	1		13	52.87	1
	10	75.74	1		15	46.06	1
	12	120.73	1		17	41.79	1
	13	114.59	3		18	41.54	1
	14	81.17	1				
	15	75.32	6				
	16	66.90	1				

表A. 1.4 格子名 (問題1 (上), 問題3 (下))

Lattice name	H/U or H/Pu	Lattice pitch (cm)
1.50U	4.33	1.849
1.83U	5.28	1.956
2.48U	7.16	2.150
3.00U	8.65	2.293
2.42PU	402	1.825
2.98PU	494	1.956
4.24PU	703	2.225
5.55PU	921	2.474

表A. 2.1 臨界水位 (問題2)

ケース 番号	体積比 (ピッチ)	炉心 水温 ℃	実効炉心 高さ(cm)	全燃料 本数	内側領域		外周2[wt%] 燃料本数
					濃縮度 [wt%]	燃料 本数	
1	3 (1.84cm)	25.5	102.5	928	1	200	728
2		“	133.2	880	1	“	680
3		24.8	110.1	740	1	112	628
4		25.0	131.8	592	1	52	540
5		24.7	81.7	532	2	532	—
6	3 (1.84)	8.8	124.0	468	2	468	—
7		“	94.8	510	2	510	—
8		“	80.7	544	2	544	—
9	3 (1.84)	10.1	78.7	468	3	52	416
10		11.5	89.8	376	3	112	264
11		23.5	134.6	316	3	148	168
12	1.5 (1.52cm)	14.5	136.2	812	1	52	760
13		“	113.4	952	1	112	840
14		“	88.6	1024	1	112	912
15		14.7	108.7	1024	1	148	876
16	1.5 (1.52)	15.8	140.6	708	2	708	—
17		10.0	118.4	732	2	732	—
18		11.0	85.3	812	2	812	—
19	1.5 (1.52)	14.0	99.0	708	3	52	656
20		“	79.9	708	3	112	596
21		“	101.9	616	3	148	468
22		22.5	89.5	616	3	188	428



表A. 2. 2 燃料棒の組成, 寸法 (問題 2)

ペレット	
材 質	UO <sub>2</sub>
ウラン濃縮度, wt%	1.0, 2.0, 3.0
密度, g/cm <sup>3</sup>	10.37
O/U	2.00
直径, cm	1.0
燃料棒 1 体当りの長さ, cm	150.0
被覆管	
材 質	2SA1
密度, g/cm <sup>3</sup>	2.68
内径, cm	1.02
外径, cm	1.18

表A. 2. 3 UO<sub>2</sub>ペレット及びアルミニウム被覆管の原子個数密度<sup>1)</sup> (問題 2)

ペレット	1.0wt%UO <sub>2</sub>	2.0wt%UO <sub>2</sub>	3.0wt%UO <sub>2</sub>
<sup>235</sup> U <sup>2)</sup>	$2.2466 \times 10^{-4}$	$4.5471 \times 10^{-4}$	$6.7395 \times 10^{-4}$
<sup>238</sup> U <sup>2)</sup>	$2.2005 \times 10^{-2}$	$2.1777 \times 10^{-2}$	$2.1560 \times 10^{-2}$
O <sup>2)</sup>	$4.4459 \times 10^{-2}$	$4.4464 \times 10^{-2}$	$4.4469 \times 10^{-2}$
被覆管			
Al	$5.9815 \times 10^{-2}$		

注 1) [atoms/barn·cm]

2) ペレットと被覆管のあいだの空隙はペレットで薄めた。

表A. 3.1 臨界水位 (問題3)

Lattice name	Pattern	Critical water level (cm)	Date	Lattice name	Pattern	Critical water level (cm)	Date	
2.42 P U	24	69.41	72-6-5	4.24 P U	19	65.39	72-4-13	
	25	64.00	72-6-7		19	67.79	73-2-8	
	25	65.28	72-11-8		19	68.67	73-5-29	
	25	69.57	74-5-14		19	70.04	73-11-29	
	26	59.55	72-6-7		20	60.32	72-4-13	
	26	61.95	73-5-14		20	61.65	72-11-10	
	26	61.88	73-5-14		20	63.01	73-5-29	
	26	61.86	73-5-14		20	63.01	73-5-29	
	26	64.06	74-5-14		20	62.95	73-5-29	
	26	66.46	75-5-16		20	64.05	73-11-29	
	27	56.26	72-6-7		20	65.63	74-6-5	
	27	60.06	74-5-14		20	68.18	75-5-28	
	27	62.06	75-5-16		20	68.14	75-6-6	
	28	53.30	72-6-7		21	56.60	72-4-14	
	28	55.02	73-5-14		21	61.07	74-6-5	
	28	56.68	74-5-14		21	63.13	75-5-28	
	28	58.36	75-5-16		22	53.41	72-4-14	
	2.98 P U	21	67.10		72-5-18	22	55.48	73-5-29
		22	61.50		72-5-18	22	56.21	73-11-29
		22	63.35		72-12-6	22	57.28	74-6-5
22		63.63	73-2-7	22	59.05	75-5-28		
22		64.00	73-3-15	23	50.95	72-4-14		
22		64.12	73-4-5	23	53.39	73-11-29		
22		64.10	73-4-6	23	54.33	74-6-5		
22		64.39	73-5-22	23	55.87	75-5-28		
22		64.41	73-5-23	24	51.74	74-6-6		
22		64.41	73-5-23	24	53.09	75-5-28		
22		65.54	73-6-6	26	47.72	74-6-6		
22		66.87	74-5-28	26	48.85	75-5-28		
22		69.40	75-5-21	27	47.17	75-5-28		
23		57.38	72-5-18	28	44.67	74-6-6		
23		59.88	73-5-22	28	45.62	75-5-28		
23		60.85	73-6-6	5.55 P U	21	66.05	72-4-26	
23		61.92	74-5-28		21	69.16	73-6-6	
23		63.88	75-5-21		22	62.05	72-4-28	
24		56.88	73-6-6		22	64.51	73-6-6	
24		57.83	74-5-28		22	64.54	73-6-7	
24		59.49	75-5-21		23	58.73	72-4-26	
25		54.72	74-5-28		23	61.10	73-6-6	
25		56.11	75-5-21		24	58.08	73-6-6	
26		51.94	74-5-28		25	55.69	73-6-6	
26		53.16	75-5-21		26	53.50	73-6-6	
27		49.82	74-5-28					
27		50.79	75-5-21					
28		47.78	74-5-28					
28		48.68	75-5-21					

表A. 4.1 UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>水溶液単一ユニットの臨界寸法 (問題4)

Solution Concentration		Container (0.16-cm-thick wall)	Cylindrical Critical Dimensions			
H/ <sup>235</sup> U	g of U per liter		Diameter (cm)	Height (cm)	Volume (liters)	<sup>235</sup> U Mass (kg)
Water-Reflected Units						
495	890	Aluminum	38.1	41.7	47.6	2.11
		Aluminum	33.0	72.4	62.1	2.75
		Aluminum	31.1	139.6	106.0	4.70
		Aluminum	30.7	173.2	128.1	5.67
524	870	Stainless steel	50.8	29.3	59.4	2.53
		Aluminum	38.1	44.8	51.1	2.17
		Stainless steel	38.1	50.4	57.4	2.44
		Stainless steel	30.5	>153	>111	>4.73
643	728	Aluminum	76.2	23.9	109.2	3.89
		Stainless steel	50.8	34.7	70.3	2.50
		Stainless steel	38.1	75.5	86.1	3.06
735	650	Aluminum	76.2	24.2	110.4	3.50
		Stainless steel	50.8	40.1	81.1	2.58
		Stainless steel	38.1	153.0	174.4	5.54
994	496	Aluminum	76.2	37.9	173.1	4.20
		Stainless steel	50.8	85.7	173.7	4.21
1099	452	Aluminum <sup>b</sup>	69.3		170.5	3.77
Unreflected Units						
524	870	Stainless steel	50.8	38.7	78.3	3.33
		Stainless steel	38.1	>147	>168	>7.13
643	728	Aluminum	76.2	28.9	132	4.69
		Stainless steel	50.8	45.7	92.6	3.30
		Stainless steel	38.1	>166	>189	>6.73
735	650	Aluminum	76.2	31.5	144	4.58
		Stainless steel	50.8	54.3	110	3.50
994	496	Aluminum	76.1	44.8	204	4.96
		Stainless steel	50.8	>140	>283	>6.84
1002	492	Aluminum <sup>c</sup>	69.3		172.0	4.14

<sup>a</sup>U(4.9) designates uranium enriched to 4.9 wt % in <sup>235</sup>U.

<sup>b</sup>This was a spherical container 98% filled when critical.

<sup>c</sup>This was a spherical container 99% filled when critical.

表A. 4. 2 原子個数密度<sup>1)</sup> (問題4)

U(4.9)O <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 水溶液						
ウ ラ ン 濃 度 [gU/l]						
核種	870	728	650	496	492	452
H	$5.742 \times 10^{-2}$	$5.911 \times 10^{-2}$	$6.002 \times 10^{-2}$	$6.177 \times 10^{-2}$	$6.182 \times 10^{-2}$	$6.226 \times 10^{-2}$
O	$3.311 \times 10^{-2}$	$3.324 \times 10^{-2}$	$3.330 \times 10^{-2}$	$3.340 \times 10^{-2}$	$3.340 \times 10^{-2}$	$3.342 \times 10^{-2}$
F	$4.405 \times 10^{-3}$	$3.686 \times 10^{-3}$	$3.291 \times 10^{-3}$	$2.511 \times 10^{-3}$	$2.491 \times 10^{-3}$	$2.288 \times 10^{-3}$
<sup>235</sup> U	$1.092 \times 10^{-4}$	$9.140 \times 10^{-5}$	$8.160 \times 10^{-5}$	$6.227 \times 10^{-5}$	$6.177 \times 10^{-5}$	$5.675 \times 10^{-5}$
<sup>238</sup> U	$2.093 \times 10^{-3}$	$1.751 \times 10^{-3}$	$1.564 \times 10^{-3}$	$1.193 \times 10^{-3}$	$1.184 \times 10^{-3}$	$1.087 \times 10^{-3}$
ステンレス鋼						
Fe	$6.331 \times 10^{-2}$					
Cr	$1.654 \times 10^{-2}$					
Ni	$6.510 \times 10^{-3}$					
アルミニウム						
Al	$6.027 \times 10^{-2}$					
水						
H	$6.668 \times 10^{-2}$					
O	$3.334 \times 10^{-2}$					

注1) [atoms/barn·cm]

表A. 5. 1  $^{233}\text{U}$ 系の臨界実験データの概要 (問題5)

Experiment Number	Description	Reference	H/ $^{233}\text{U}$ Ratio	Reported Experimental Uncertainties	Uncertainty Range of Calculated $k_{\text{eff}}$
1	Unreflected sphere of uranium metal	3	0.0	$m_c^a$ uncertain by $\pm 0.3\%$	0.9992 to 1.0003
2	Fully reflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	4	39.4	$m_c$ too high by an amount not well known but probably $< 10\%$	1.0000 to 1.0025
3	Fully reflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	4	45.9	$m_c$ too high by an amount not well known but probably $< 10\%$	1.0000 to 1.0028
4	Unreflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ solution	5	73.0	$m_c$ uncertain by $\pm 0.5\%$	0.9997 to 1.0003
5	Partially reflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	4	74.1	$m_c$ too high by $\sim 2\%$ and uncertain by $\pm 0.5\%$	1.0007 to 1.0013
6	Fully reflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ solution	4	84.4	$m_c$ uncertain by $\pm 2.5\%$	0.9986 to 1.0014
7	Unreflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ solution	5 <sup>b</sup>	119	$m_c$ uncertain by $\pm 0.5\%$	0.9996 to 1.0004
8	Unreflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	4	154	$m_c$ uncertain by $\pm 2.5\%$	0.9973 to 1.0027
9	Unreflected sphere of aqueous $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ solution	5	195	$m_c$ uncertain by $\pm 0.5\%$	0.9994 to 1.0006
10	Unreflected sphere of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	4	381	$m_c$ too high by $\sim 2\%$ and uncertain by $\pm 1\%$	1.0018 to 1.0054
11	Unreflected sphere of aqueous $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ solution	8	1533	$m_c$ uncertain by $\pm 0.5\%$	0.9976 to 1.0024
12	Unreflected sphere of aqueous $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ solution	8	1986	$m_c$ uncertain by $\pm 0.5\%$	0.9973 to 1.0027

<sup>a</sup>Critical mass.<sup>b</sup>This experiment is also described in Ref. 20.

表A. 5. 2  $^{233}\text{U}$ 系の臨界実験データ (問題5)

Experiment Number	Description	Reference	H/ $^{235}\text{U}$ Ratio	Reported Experimental Uncertainties	Uncertainty Range of Calculated $k_{\text{eff}}$
13	Unreflected sphere of uranium metal	3	0.0	$m_c$ uncertain by $\pm 0.3\%$	0.9992 to 1.0008
14	Unreflected cylinder of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	22	50.1	None reported; assume $m_c$ uncertain by $\pm 0.5\%$	0.9999 to 1.0001
15	Unreflected sphere of aqueous $\text{UO}_2\text{F}_2$ solution	9	1393	$m_c$ uncertain by $\pm 1.0\%$	0.9960 to 1.0040

表A. 5. 3  $^{233}\text{U}$ 系の臨界形状・寸法 (問題5)

Geometry	Experiment											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Critical radius (cm)	Sphere 5.984	Cylinder 8.35	Cylinder 8.35	Cylinder 25.40	Cylinder 7.55	Cylinder 10.25	Cylinder 12.70	Cylinder 12.75	Sphere 14.58	Sphere 15.94	Sphere 34.59	Sphere 61.01
Critical height (cm)	-----	$16.7 \pm 0.2^a$	16.9	13.36	24.0	14.7	24.69	24.00	-----	-----	-----	-----
Reflector thickness (cm)	None	20.0	20.0	None	$20.0^b$	20.0	None	None	None	None	None	None

<sup>a</sup> Extrapolated value derived from source neutron multiplication curve. Maximum subcritical height was 16.3 cm.  
<sup>b</sup> No reflector on top surface.

表A. 5. 4  $^{233}\text{U}$ 系の原子個数密度 (問題5)

Atom Number Densities in Units of  $10^{24}$  atom/cm<sup>3</sup> of Selected Highly Enriched  $^{233}\text{U}$  Critical Experiments

Material	Experiment											
	1	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7	8	9	10	11	12
$^{233}\text{U}$	4.670(-2)	1.551(-3)	1.341(-3)	8.394(-4)	8.575(-4)	7.107(-4)	5.141(-4)	4.264(-4)	3.302(-4)	1.735(-4)	4.328(-5)	3.346(-5)
$^{234}\text{U}$	5.925(-4)	8.448(-6)	7.307(-6)	8.997(-6)	4.671(-6)	3.585(-6)	5.518(-6)	2.323(-6)	3.540(-6)	9.452(-7)	7.16(-7)	5.25(-7)
$^{235}\text{U}$	1.416(-5)	6.232(-7)	5.389(-7)	2.560(-7)	3.445(-7)	7.139(-8)	1.370(-7)	1.713(-7)	1.007(-7)	6.972(-8)	1.8(-8)	1.0(-8)
$^{238}\text{U}$	2.843(-4)	1.107(-5)	9.578(-6)	1.171(-5)	6.124(-6)	5.569(-6)	7.305(-6)	3.045(-6)	4.607(-6)	1.239(-6)	2.81(-7)	2.56(-7)
$^{232}\text{Th}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.964(-7)	1.476(-7)
N	0	0	0	1.721(-3)	0	1.890(-3)	1.295(-3)	0	6.769(-4)	0	1.178(-4)	7.530(-5)
H	0	6.111(-2)	6.156(-2)	6.128(-2)	6.354(-2)	5.998(-2)	6.137(-2)	6.567(-2)	6.439(-2)	6.611(-2)	6.636(-2)	6.647(-2)
O	0	3.370(-2)	3.350(-2)	3.752(-2)	3.351(-2)	3.688(-2)	3.550(-2)	3.370(-2)	3.490(-2)	3.341(-2)	3.361(-2)	3.353(-2)
F	0	3.141(-3)	2.717(-3)	0	1.737(-3)	0	0	8.639(-4)	6.769(-4)	3.515(-4)	0	0
H/ $^{233}\text{U}$	0	39.4	45.9	73.0	74.1	84.4	119.4	154.0	195.0	381.0	1533.0	0

<sup>a</sup> Reflector composition: hydrogen, 7.734(-2); carbon 3.867(-2).

表A. 5. 5  $^{235}\text{U}$ 系の臨界形状・寸法 (問題5)

	Experiment		
	13	14	15
Geometry	Sphere	Cylinder	Sphere
Critical radius (cm)	8.741	15.24	34.60
Critical height (cm)	---	22.6	---

表A. 5. 6  $^{235}\text{U}$ 系の原子個数密度 (問題5)

Atom Number Densities in Units of  $10^{24}$  atom/cm<sup>3</sup> of Highly Enriched  $^{235}\text{U}$  Critical Experiments

Material	Experiment		
	13	14	15
$^{234}\text{U}$	0	0	5.864(-7)
$^{235}\text{U}$	4.500(-2)	1.230(-3)	4.774(-5)
$^{238}\text{U}$	2.982(-3)	8.860(-5)	2.864(-6)
H	0	6.162(-2)	6.650(-2)
O	0	3.345(-2)	3.335(-2)
F	0	2.637(-3)	1.024(-4)



表A. 6. 1 臨界形状・寸法 (問題6)

問題名	ORNL-1	ORNL-2	ORNL-3	ORNL-4	ORNL-10
幾何形状	球	球	球	球	球
臨界半径[cm]	34.595	34.595	34.595	34.595	61.011
反射体	なし	なし	なし	なし	なし
H/ <sup>235</sup> U個数比	1378	1177	1033	972	1835
ボロン	なし	有り	有り	有り	なし

表A. 6. 2 原子個数密度 (問題6)

Concentration, 10<sup>24</sup> atoms/cm<sup>3</sup>

Material	ORNL-1	ORNL-2	ORNL-3	ORNL-4	ORNL-10
<sup>10</sup> B	0.0	1.0286 × 10 <sup>-6</sup>	2.0571 × 10 <sup>-6</sup>	2.5318 × 10 <sup>-6</sup>	0.0
H	0.066228	0.066148	0.066070	0.066028	0.066394
O	0.033736	0.033800	0.033865	0.033902	0.033592
N	1.869 × 10 <sup>-4</sup>	2.129 × 10 <sup>-4</sup>	2.392 × 10 <sup>-4</sup>	2.548 × 10 <sup>-4</sup>	1.116 × 10 <sup>-4</sup>
<sup>234</sup> U	5.38 × 10 <sup>-7</sup>	6.31 × 10 <sup>-7</sup>	7.16 × 10 <sup>-7</sup>	7.62 × 10 <sup>-7</sup>	4.09 × 10 <sup>-7</sup>
<sup>235</sup> U	4.8066 × 10 <sup>-5</sup>	5.6206 × 10 <sup>-5</sup>	6.3944 × 10 <sup>-5</sup>	6.7959 × 10 <sup>-5</sup>	3.6185 × 10 <sup>-5</sup>
<sup>236</sup> U	1.38 × 10 <sup>-7</sup>	1.63 × 10 <sup>-7</sup>	1.84 × 10 <sup>-7</sup>	1.97 × 10 <sup>-7</sup>	2.20 × 10 <sup>-7</sup>
<sup>238</sup> U	2.807 × 10 <sup>-6</sup>	3.281 × 10 <sup>-6</sup>	3.734 × 10 <sup>-6</sup>	3.967 × 10 <sup>-6</sup>	1.985 × 10 <sup>-6</sup>

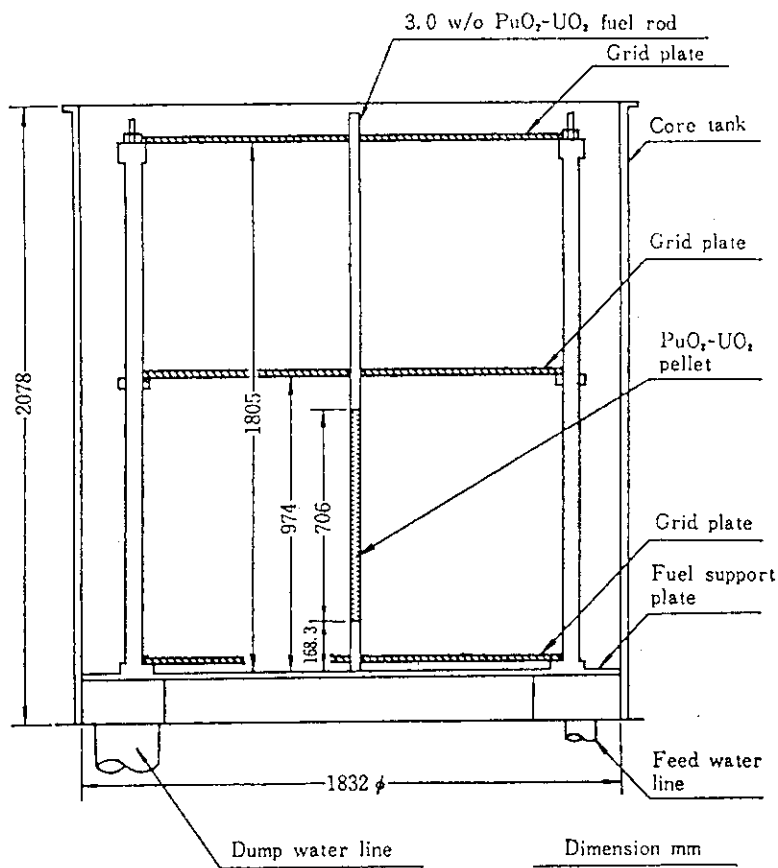
表A. 7. 1 臨界形状・寸法 (問題7)

問題名	PNL-1	PNL-2	PNL-3	PNL-4	PNL-5
幾何形状	球	球	球	球	球
臨界半径[cm]	19.509	19.509	22.70	22.70	20.1265
反射体	なし	なし	なし	なし	なし
H/ <sup>239</sup> Pu 個数比	700	131	1204	911	578
<sup>240</sup> Pu存在比[wt%]	4.6	4.6	4.2	4.2	4.17

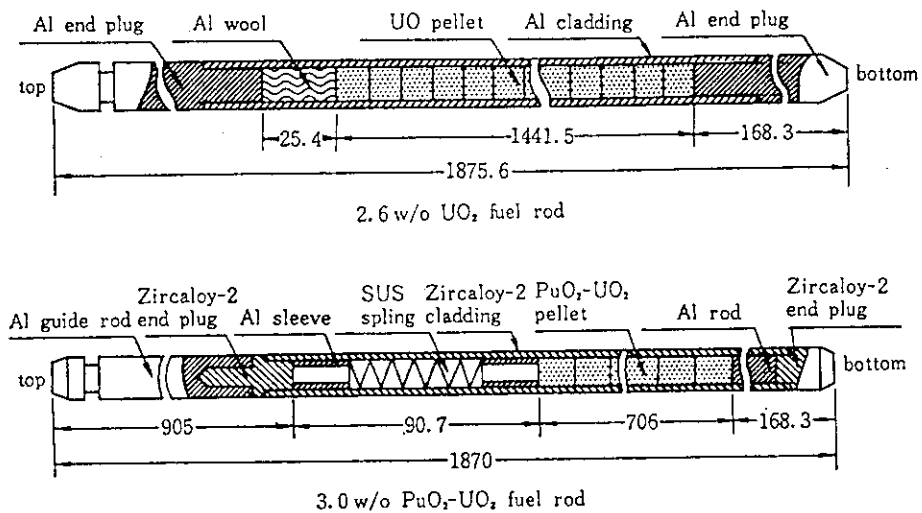
表A. 7. 2 原子個数密度<sup>1)</sup> (問題7)

核種	PNL-1	PNL-2	PNL-3	PNL-4	PNL-5
H	$6.563 \times 10^{-2}$	$5.416 \times 10^{-2}$	$6.495 \times 10^{-2}$	$6.041 \times 10^{-2}$	$6.028 \times 10^{-2}$
O	$3.456 \times 10^{-2}$	$3.977 \times 10^{-2}$	$3.441 \times 10^{-2}$	$3.712 \times 10^{-2}$	$3.710 \times 10^{-2}$
N	$6.216 \times 10^{-4}$	$4.720 \times 10^{-3}$	$7.393 \times 10^{-4}$	$2.775 \times 10^{-3}$	$2.737 \times 10^{-3}$
Fe	—	—	$1.294 \times 10^{-6}$	$1.520 \times 10^{-6}$	$1.930 \times 10^{-6}$
<sup>239</sup> Pu	$9.373 \times 10^{-5}$	$4.141 \times 10^{-4}$	$5.395 \times 10^{-5}$	$6.633 \times 10^{-5}$	$1.043 \times 10^{-4}$
<sup>240</sup> Pu	$4.501 \times 10^{-6}$	$1.988 \times 10^{-5}$	$2.355 \times 10^{-6}$	$2.895 \times 10^{-6}$	$4.520 \times 10^{-6}$

注1) [atoms/barn・cm]



図A. 1.1 炉心タンク垂直断面図 (問題1, 問題3)



図A. 1.2 燃料棒軸方向断面図 (問題1 (上), 問題3 (下))

## 付録B MGCL周辺プログラム

MGCLライブラリーに関連する四つの小プログラムMGCLDUMP, MGCLREAR, MGCLCONV及びREMAILの概要を述べるとともに、使用にあたって必要となる情報を記す。

### B.1 MGCLDUMP

MGCLライブラリーに入っている数値データを印字するプログラムである。MGCL-B-IV及びMGCL-J3の双方に対応できる。数値データのうち無限希釈断面積及び核分裂によって放出される平均中性子数 $\bar{\nu}$ については印字の他に横軸をエネルギーとするグラフも描ける。MGCLのデータ総量は膨大なため、全データを一括して出力することは推奨しない。適当な入力データを設定することで（たとえば、出力の対象とする核種数を制限する）出力量を調節することが望ましい。

本プログラムが要求する論理機番に関する情報を表B.1.1に、本プログラムのJCL及び入力データ例を表B.1.2にそれぞれ示す。本節の最後に入力ガイドを添付する。

表B. 1.1 MGCLDUMPが要求する論理機番及びその機能

機 番	機 能
1	MGCLライブラリー
2	SMFライブラリー
5	入力データ
6	プリンタ出力

表B. 1.2 MGCLDUMPのJCL及び入力データ例

```

//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER 1234****,**.NAMEAE,****
      W.2 C.1 T.2 I.3 GRP OPN
      OPTP NOTIFY=J6789,PASSWORD=XXX
/*
// EXEC      FORT77,SO=JXXXX.MGCLDUMP.FORT,
//           Q='',A='ELM(*)',LCT=62,
//           B=NOMAP,RGN=768K,OBJS='30,10'
// EXEC      LKED77,GRLIB=PNL
// EXEC      GO
//FT06FO01  DD SYSOUT=*,DCB=(RECFM=FBA,LRECL=133,BLKSIZE=13300)
//FT01FO01  DD DSN=JXXXX.MGCL.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,/,IN)
//FT02FO01  DD DSN=JXXXX.SMF.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,/,IN)
// EXPAND   GRNLP
//SYSIN     DD *
SPECIFY     1      0
           2
           -3922330 -3922380
           1.0E-3   1.0E 3
/*
++
//

```

## MGCLDUMP入力ガイド

カード 1    FORMAT( A7, 3X, 2I5 )

---

カラム	1- 7	IOPT	:	出力範囲
			= ALL	全核種の核種のすべてのデータを出力する
			= BRIEF	全核種の核種の先頭データを出力する
			= SPECIFY	指定する核種のすべてのデータを出力する
11-15		MGCL	:	一次元データ出力オプション
			= 0	出力しない
			= 1	出力する
16-20		ISMF	:	二次元データ出力オプション
			= 0	出力しない
			= 1	出力する

---

[注意] ALL, BRIEF 及び SPECIFY はいずれも左詰めで入力する。ISMF=1 の場合は必ず MGCL=1 とする。IOPT≠SPECIFY の場合には、カード 1 のみでよい。IOPT=SPECIFY の場合には、以下に示すカード 2 及びカード 3 を必要とする。

カード 2    FORMAT( I5 )

---

カラム	1- 5	NMAX	:	出力する核種の数
-----	------	------	---	----------

---

カード 3) FORMAT( 6(I10) )

---

カラム	1-10	ID(1)	:	出力する核種の識別番号
カラム	11-20	ID(2)	:	〃
カラム	21-30	ID(3)	:	〃
カラム	31-40	ID(4)	:	〃
カラム	41-50	ID(5)	:	〃
カラム	51-60	ID(6)	:	〃

---

【注意】 核種の識別番号(7桁の整数)は右詰めで入力する。NMAX が6を超える場合には、必要なだけこのカードを繰返す。核種の識別番号の先頭に負号をつけると、無限希釈断面積及び $\rho$ のグラフが得られるが、この場合にはカード 4)がさらに必要になる。

カード 4) FORMAT( BN, 2E10.0 )

---

カラム	1-10	AMININ	:	グラフ縦軸の最小値[barn]
カラム	11-20	AMAXIN	:	グラフ縦軸の最大値[barn]

---

【注意】 無限希釈断面積( $\sigma_{\infty}$ )のグラフは横軸がエネルギー、縦軸が無限希釈断面積である。カード 4)ではこの縦軸の範囲を指定する。なお、AMININ=AMAXIN とするとデータの最小、最大値をもとに自動的に縦軸の範囲が決る。MGCLに含まれる無限希釈断面積の値は稀にゼロのことがあり、グラフ作成時にスケールオーバーの発生が予想される。これを回避するために  $\sigma_{\infty}=0$  のデータに対しては  $\sigma_{\infty}=1.0E-7$  と置き換えられる。

## B. 2 MGCLREAR

百数十余の核種のデータをもつMGCLマスターライブラリーから必要な核種のデータのみを抽出し、少数核種のMGCLサブライブラリーを作るプログラムである。断面積セット作成プログラムMAIL 3.0を実行するさい、MGCLマスターライブラリーに代えてサブライブラリーを参照すれば、CPU時間及びI/O回数が抑えられる（表B. 2. 1参照）。

本プログラムが要求する論理機番に関する情報を表B. 2. 2に、本プログラムのJCL及び入力データ例を表B. 2. 3にそれぞれ示す。本節の最後に入力ガイドを添付する。



表B. 2.1 MGCLマスターライブラリーとサブライブラリーの比較  
(MAIL3.0の実行に要するCPU時間, I/O回数)

ライブラリーの種類	核種数	CPU時間[sec]*2)	I/O 回数*2)
MGCL-B-IV マスターライブラリー	102	0.83	2,198
サブライブラリー	4*1)	0.25	129
MGCL-J3 マスターライブラリー	67	0.92	1,331
サブライブラリー	4*1)	0.42	118

\*1) H, O, <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>Uの4核種。

表B. 2.2 MGCLREARが要求する論理機番及びその機能

機 番	機 能
5	入力データ
6	プリンタ出力
11	MGCLマスターライブラリー
12	MGCLサブライブラリー
31	SMFマスターライブラリー
32	SMFサブライブラリー

表B. 2.3 MGCLREARのJCL及び入力データ例

```

T(02) C(02) I(04) W(00)
//FORT EXEC FORT77,SO='J6909.MGCLREAR',A='ELM(*)'
//LINK EXEC LKED77
//REAR EXEC GO
//FT05F001 DD DDNAME=SYSIN
//FT06F001 DD SYSOUT=*
//FT11F001 DD DSN=J3069.MGCLNEW2.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,/,IN)
//FT12F001 DD DSN=J7856.WKMGCL2.DATA,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
// SPACE=(TRK,(100,100),RLSE),
// DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068,DSORG=PS)
//FT31F001 DD DSN=J3069.SMFNEW2.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,/,IN)
//FT32F001 DD DSN=J7856.WKSMF2.DATA,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
// SPACE=(TRK,(200,100),RLSE),
// DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068,DSORG=PS)
//SYSIN DD *
3010010 3922350 3922380 3080160
/*

```

## MGCLREAR入力ガイド

カード 1    FORMAT( 5(3X,17) )

---

カラム 4-10    NAME(1)    :    サブライブラリーに収納する核種の識別番号

カラム 14-20    NAME(2)    :    以下同様

カラム 24-30    NAME(3)    :    •

カラム 34-40    NAME(4)    :    •

カラム 44-50    NAME(5)    :    •

---

[注意]    核種数を入力する必要はない。核種数が5を超える場合には、カード 1を  
必要だけ繰返す。

### B. 3 MGCLCONV

h テーブルを含むMGCLライブラリーの記録形式を変換するプログラムである。バイナリ形式からEBCDIC形式への変換及びその逆の変換ができる。MGCL-B-IV及びMGCL-J3の双方に対応できる。

MGCLは富士通(株)の電子計算機 FACOM系列上でMGCL-ACEを実行して作成したバイナリ形式のライブラリーである。したがってこの系列と同類の機種(たとえば IBM機)上でMGCLライブラリーを参照するのであれば、バイナリ形式のオリジナルライブラリーをそのまま据付ければよい。そうでない機種上で参照する場合には、あらかじめ本プログラムでEBCDIC形式に変換したライブラリーを搬入して、次に搬入先の電子計算機上で本プログラムを稼動してEBCDIC形式からバイナリ形式に再変換する手続を要する。

本プログラムが要求する論理機番に関する情報を表B. 3. 1に、本プログラムの JCL及び入力データ例を表B. 3. 2にそれぞれ示す。本節の最後に入力ガイドを添付する。

表B. 3.1 MGCLCONVが要求する論理機番及びその機能

機 番	機 能
5	入力データ
6	プリンタ出力
11	変換前のMGCLライブラリー
12	変換後のMGCLライブラリー
21	変換前h-table
22	変換後h-table
31	変換前のSMFライブラリー
32	変換後のSMFライブラリー

表B. 3.2 MGCLCONVのJCL及び入力データ例

```

T(03) C(02) I(08) W(03)
//FORTGO EXEC FORT77,SO='J6909.MGCLCONV',A='ELM(*)'
//LINK EXEC LKED77
//CONV EXEC GO
//FT05F001 DD DDNAME=SYSIN
//FT06F001 DD SYSOUT=*
//FT11F001 DD DSN=J3069.MGCLNEW2.DATA,DISP=SHR,LABEL=(, , , IN)
//FT12F001 DD DSN=J7856.WKMGCL.DATA,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
// SPACE=(TRK,(500,200),RLSE),
// DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200,DSORG=PS)
//FT31F001 DD DSN=J3069.SMFNEW2.DATA,DISP=SHR,LABEL=(, , , IN)
//FT32F001 DD DSN=J7856.WKSMF.DATA,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
// SPACE=(TRK,(3000,200),RLSE),
// DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200,DSORG=PS)
//SYSIN DD *
MGCLJ3 BTOE 3
/*
++
//

```

## MGCLCONV入力ガイド

カード 1    FORMAT( 2A4, 2X, A4, 2X, I1 )

---

カラム 1-8    LBNAME    :    変換するライブラリーの種類

- = MGCLB4    MGCL-B4ライブラリー
- = MGCLJ3    MGCL-J3ライブラリー
- = HTBLJ3    H-table-J3ライブラリー

カラム 11-14    CVTYPE    :    変換の種類

- = BTOE    バイナリ形式→EBCDIC形式
- = ETOB    バイナリ形式←EBCDIC形式

カラム 17        WHICH        :    変換の範囲

- = 1    一次元データのみ
  - = 2    二次元データのみ
  - = 3    一次元データと二次元データの両方
- 

【注意】 LBNAMEは右詰めで入力する。一次元データとはMGCLライブラリーの中のF-table、無限希釈断面積等を指し、この部分だけをMGCLと呼ぶこともある。二次元データとはMGCLライブラリーの中の散乱に関する情報を指し、この部分だけをSMF(ScatteringMatrix File)と呼ぶこともある。LBNAME=HTBLJ3 の場合、WHICHの指定は不用である。

## B. 4 REMAIL

MAIL3.0を実行して得られたKENO形式の断面積セットをANISN形式の断面積セットに変換できる。この逆の変換も可能である。非均質セルをANISNで解いて得られるセル平均断面積（ANISN形式）をKENO計算に流用する場合に、本プログラムは有効である。

本プログラムが要求する論理機番に関する情報を表B. 4.1に、本プログラムのJCL及び入力データ例を表B. 4.2にそれぞれ示す。本節の最後に入力ガイドを添付する。

表B. 4.1 REMAILが要求する論理機番及びその機能

機番	機能
5	入力データ
6	プリンタ出力
10	参照用巨視的断面積セット 1
11	” 2
12	” 3
⋮	⋮
⋮	⋮
50	作成する巨視的断面積セット

表B. 4. 2 REMAILのJCL及び入力データ例

(MAIL3.0 &amp; ANISN &amp; MAIL3.0 &amp; REMAIL &amp; KENO IV)

```

//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER ****££££,**.KYON2,++++
    T.3 W.3 C.5 I.4 OPN
    OPTP PASSWORD=KYON2,NOTIFY=J****
// EXEC FORT77,SO=J****.MAIL.FORT,Q=' ',A='ELM(*)'
// EXEC LKED77
//MAIL ECEC GO
//FT11FOO1 DD DSN=J****.MGCL.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
//FT31FOO1 DD DSN=J****.SMF.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
// EXPAND TPDISK,DDN=FT02FOO1,RECFM=VBS,RSIZE=19064,BSIZE=19068,DSN=A,
// SPC='30,10'
// EXPAND DISKPSN,DDN=FT04FOO1,DSN=B
//SYSIN DD *
    2 137 1 0
U235-H2O 18.90(G U235/CM**3)
    1 0 3
    4922350
4.8424E-02
WATER DENSITY=0.9982(G/CM**3)
    2 0 3
    4080160 4010010
3.3370E-026.6738E-02
/*
// EXEC FORT77
    COMMON/ BULKBU / D(1),LIM1,DUMY(190000)
    LIM1=190000
    REWIND 30
    CALL DTLIST
    CALL ANISN
    STOP
    END
// EXEC LKEDIT77,LM=J3069.ANISNJR,B='LREP(JMF,JMP)'
//ANISN EXEC GO
//FT01FOO1 DD UNIT=WK10,SPACE=(TRK,(30,10)),DISP=(NEW,PASS),
// DCB=(BLKSIZE=19068,LRECL=19064,DSORG=PS,RECFM=VBS)
//FT02FOO1 DD UNIT=WK10,SPACE=(TRK,(30,10)),DISP=(NEW,PASS),
// DCB=(BLKSIZE=19068,LRECL=19064,DSORG=PS,RECFM=VBS)
//FT20FOO1 DD UNIT=WK10,SPACE=(TRK,(30,10)),DISP=(NEW,PASS),
// DCB=(BLKSIZE=19068,LRECL=19064,DSORG=PS,RECFM=VBS)
// EXPAND DISKPSD,DDN=FT04FOO1,DSN=B
// EXPAND DISKPSN,DDN=FT11FOO1,DSN=C
//SYSIN DD *
    1 0
    1 0 0 137 137 0 0 0 0 0 0
U-H2O,WATER REFLECTOR THICKNESS 2.0(CM),REFLECTION
15¥¥ 1 0 1 16 1 1 1 3 10 1 137 3 49

```

表B. 4. 2 REMAILのJCL及び入力データ例 (続き)  
(MAIL3.0 & ANISN & MAIL3.0 & REMAIL & KENO IV)

```

-----*-----1-----*-----2-----*-----3-----*-----4-----*-----5-----*-----6-----*-----7-R-----*-----
      185      0      0      4      4      0      0      0      0      0      50      0      0
      0      0      300      1      0      1      0      1      1      0
16**  0.0  0.0  1.0E-6  1.420892  0.0  0.0  0.0  1.0  0.0  0.5
      1.0E-6  0.0  0.0  0.0  T
13**  1  1  2  2  T
3**   F1.0  T
1**   1.1753E-3  1.6925E-3  2.7032E-3  3.9256E-3  5.4065E-3
      7.7571E-3  1.1753E-2  1.7395E-2  2.2801E-2  2.7032E-2
      3.1734E-2  3.8786E-2  4.4662E-2  4.9363E-2  5.5240E-2
      6.1117E-2  5.8766E-2  5.5945E-2  5.1949E-2  4.9363E-2
      4.5837E-2  4.2312E-2  3.9491E-2  3.6670E-2  3.3849E-2
      2.9383E-2  2.5857E-2  2.2096E-2  1.9040E-2  1.6690E-2
      1.3869E-2  1.2223E-2  1.0108E-2  8.4623E-3  7.0519E-3
      5.9941E-3  5.2889E-3  4.4192E-3  3.7375E-3  3.1028E-3
      2.6797E-3  2.3506E-3  1.9040E-3  1.5984E-3  1.3164E-3
      1.1048E-3  8.9324E-4  7.7571E-4  6.4643E-4  5.1714E-4
      4.3487E-4  3.6435E-4  3.1734E-4  2.4682E-4  2.0251E-4
      1.6690E-4  1.4104E-4  9.8727E-5  6.5818E-5  4.7013E-5
      3.1734E-5  2.2331E-5  1.5044E-5  1.0108E-5  7.0519E-6
FO.0
4**   0.0  7I1.0  5.0  6.0
5**   F1.0
6**   0.0  0.0244936  0.0413296  0.0392569  0.0400796
      0.0643754  0.0442097  0.109085  0.1371702  1N8

7**   -0.9902984  -0.9805009  -0.9092855  -0.8319966  -0.7467506
      -0.6504264  -0.5370966  -0.3922893  -0.1389568  1M8
8**   3R1 4R2 3R3
9**   3  1  3
19**  F1
27**  3  3  49  185  2
28**  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
      11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
      21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
      31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
      41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
      51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
      61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
      71 72 73 74 75 76 77 78 79 80
      81 82 83 84 85 86 87 88 89 90
      91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
      101 102 103 104 105 106 107 108 109 110
      111 112 113 114 115 116 117 118 119 120
      121 122 123 124 125 126 127 128 129 130
      131 132 133 134 135 136 137
29**  1  1  1
      T  T

/*
// EXEC  FORT77,SO=J****.MAIL.FORT,Q='',A='ELM(*)'
// EXEC  LKED77
//MAIL  ECEC GO
//FT11FOO1 DD DSN=J****.MGCL.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT31FOO1 DD DSN=J****.SMF.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
// EXPAND TPDISK,DDN=FTO2FOO1,RECFM=VBS,RSIZE=19064,BSIZE=19068,
//        DSN=A1,SPC='30,10'
// EXPAND DISKPSN,DDN=FTO4FOO1,DSN=B1
//SYSIN  DD *
      1 137      1 0
WATER   DENSITY=0.9982(G/CM**3)

```



表B. 4. 2 REMAILのJCL及び入力データ例 (続き)  
 (MAIL3.0 & ANISN & MAIL3.0 & REMAIL & KENO IV)

```

-----*-----1-----*-----2-----*-----3-----*-----4-----*-----5-----*-----6-----*-----7-R-----*
      2      0      3
      4080160      4010010
      3.3370E-026.6738E-02
//REMAIL EXEC LMGO,LM=J****.REMAIL
// EXPAND DISKPSO,DDN=FT10F001,DSN=C
// EXPAND DISKPSO,DDN=FT11F001,DSN=B1
// EXPAND DISKPSN,DDN=FT50F001,DSN=D
//SYSIN DD *
      2 137      2      2      0
      1      1
      1      1
      1
      2
// EXEC FORT77
      SUBROUTINE ALOCAT ( PROGM )
      COMMON D(200000)
      CALL PROGM(D,200000)
      RETURN
      END
// EXEC LKEDIT77,LM=J0000.KENO4,B='LREP(JMF,JMP)'
//KENO EXEC GO
// EXPAND DISK,DDN=FT18F001,SPC='50,20'
// EXPAND DISKPSO,DDN=FT41F001,DSN=D
//SYSIN DD *
A SAMPLE PROBLEM
9.0 13 100 3 2R137 3R1 2 1 3R2 1 1 0 2000 10R0
6R-0.0
1 -1 1.0
BOX TYPE 1
SPHERE 1 6.242
CUBE 0 30.0 -30.0
++
//

```

137R0.5  
 137R0.5

## REMAIL入力ガイド

カード	1	FORMAT( 615 )
-----	---	---------------

---

カラム	1- 5	IOPT	:	作成する巨視的断面積セットの形式の選択
				= 1 ANISN形式
				= 2 KENO形式
カラム	6-10	IGM	:	参照、作成する巨視的断面積セットの エネルギー群数
カラム	11-15	IREG	:	作成する巨視的断面積セットの領域数
カラム	16-20	IFL	:	参照する巨視的断面積セットの数
カラム	21-25	IPRINT	:	作成する巨視的断面積セットの出力オプション
				= 0 出力しない
				= 1 出力する
カラム	26-30	IPL	:	作成する巨視的断面積セットの $P_1$ 次数 (省略値 1)
				= 1 1次
				= 3 3次

---

カード 2 FORMAT( 1415 )

---

カラム	1- 5	IDFL(1) :	ユニット11に割当ててる参照用巨視的断面積セットの形式
			= 1 ANISN形式
			= 2 KENO形式
カラム	6-10	IDFL(2) :	ユニット12に割当ててる参照用巨視的断面積セットの形式
			= 1 ANISN形式
			= 2 KENO形式
カラム	11-15	IDFL(3) :	ユニット13に割当ててる参照用巨視的断面積セットの形式
			= 1 ANISN形式
			= 2 KENO形式
•	•	•	
•	•	•	
•	•	•	
カラム	**-**	IDFL(IFL) :	ユニット(10+IFL)に割当ててる参照用巨視的断面積セットの形式
			= 1 ANISN形式
			= 2 KENO形式

---

[注意] IFL個指定する。

カード	3	FORMAT( 14I5 )
-----	---	----------------

---

カラム	1- 5	NFL(1)	:	ユニット11に割当てる参照用巨視的断面積セットの領域数
カラム	6-10	NFL(2)	:	ユニット12に割当てる参照用巨視的断面積セットの領域数
カラム	11-15	NFL(3)	:	ユニット13に割当てる参照用巨視的断面積セットの領域数
	•	•	:	•
	•	•	:	•
	•	•	:	•
カラム	16-20	NFL(IFL)	:	ユニット(10+IFL)に割当てる参照用巨視的断面積セットの領域数

---

[注意] IFL個指定する。

カード	4	FORMAT( 14I5 )
-----	---	----------------

---

カラム	1- 5	IDRG(j,1)	:	ユニット(j+10)に割当てた参照用巨視的断面積セットに含まれる領域1の新しい領域番号
カラム	6-10	IDRG(j,2)	:	ユニット(j+10)に割当てた参照用巨視的断面積セットに含まれる領域2の新しい領域番号
カラム	11-15	IDRG(j,3)	:	ユニット(j+10)に割当てた参照用巨視的断面積セットに含まれる領域3の新しい領域番号
	•	•	:	•
	•	•	:	•
	•	•	:	•
カラム	**-**	IDRG(j,n)	:	ユニット(j+10)に割当てた参照用巨視的断面積セットに含まれる領域NFL(j)の新しい領域番号

---

[注意] (j=1, IFL)であるから、カード 4 はIFL回繰返す。n=NFL(j)である。具体的な入力例を次ページに示す。

[注意] たとえば以下に示す3つの作成済み巨視的断面積セットを参照して、新しい巨視的断面積セットを作成するとしよう。

断面積セット1 : [1, 2, <u>3</u> , 4, 5]	領域数 5
断面積セット2 : [1, <u>2</u> , 3, 4]	領域数 4
断面積セット3 : [1, 2, <u>3</u> , 4, 5, 6, <u>7</u> ]	領域数 7

上記断面積セットの各領域の中から、下線を引いた5つの領域のみ抽出して、新しい巨視的断面積セットを作成する。その領域番号は、以下の()内のようにしたい。

断面積セット1 : [ <u>1</u> (3), 2, <u>3</u> (4), 4, 5]	領域数 5
断面積セット2 : [1, <u>2</u> (5), 3, 4]	領域数 4
断面積セット3 : [1, 2, <u>3</u> (1), 4, 5, 6, <u>7</u> (2)]	領域数 7

この場合、以下に示すように「カード 4」を3回繰返す。

3, 0, 4, 0, 0  
 0, 5, 0, 0  
 0, 0, 1, 0, 0, 0, 2

領域番号'0'は抽出の対象外であることをあらわす。参照用巨視的断面積セットに付ける新しい領域番号は、昇順でなければならない。

## 付録C MGCL-B-IV及びMGCL-J3ライブラリーの群構造

表C.1 MGCLライブラリーのエネルギー群構造 (MGCL-B-IV, MGCL-J3 共通)

Group No		Upper Energy	Lethergy	Group No		Upper Energy	Lethergy
26Gr	137Gr	Boundary	width	26Gr	137Gr	Boundary	width
1	1	16.487 Mev	0.125	4	37	183.16 Kev	0.125
	2	14.550	0.125		38	161.63	0.125
	3	12.840	0.125		39	142.64	0.125
	4	11.331	0.125		40	125.88	0.125
	5	10.000	0.125		41	111.09	0.125
	6	8.825	0.125		42	98.037	0.125
	7	7.788	0.125		43	86.517	0.125
	8	6.8729	0.125		44	76.351	0.125
	9	6.0653	0.125		45	67.379	0.125
	10	5.3526	0.125		46	59.462	0.125
2	11	4.7239	0.125	5	47	52.475	0.125
	12	4.1686	0.125		48	46.309	0.125
	13	3.6788	0.125		49	40.868	0.125
	14	3.2465	0.125		50	36.066	0.125
	15	2.8050	0.125		51	31.828	0.125
	16	2.5284	0.125		52	28.088	0.125
	17	2.2313	0.125		53	24.788	0.125
	18	1.9691	0.125		54	21.875	0.125
	19	1.7377	0.125		55	19.305	0.125
	20	1.5335	0.125		56	17.036	0.125
	21	1.3533	0.125	6	57	15.034	0.25
	22	1.1943	0.125		58	11.709	0.25
3	23	1.0540	0.125	59	9.1188	0.25	
	24	930.14 Kev	0.125	60	7.1017	0.25	
	25	820.85	0.125	7	61	5.5308	0.25
	26	724.40	0.125		62	4.3075	0.25
	27	639.28	0.125		63	3.3546	0.25
	28	564.16	0.125		64	2.6126	0.25
	29	497.87	0.125		65	2.0347	0.25
	30	439.37	0.125		66	1.5846	0.25
	31	387.74	0.125		67	1.2341	0.25
	32	342.18	0.125		68	961.12 ev	0.25
	33	301.97	0.125	69	748.52	0.25	
	34	266.49	0.125	8	70	582.95	0.25
	35	235.18	0.125		71	454.00	0.25
	36	207.54	0.125		72	353.58	0.25

表C. 1 MGCLライブラリーのエネルギー群構造 (MGCL-B-IV, MGCL-J 3 共通) (続き)

Group Na		Upper Energy Boundary	Lethergy width	Group Na		Upper Energy Boundary	Lethergy width
26 Gr	137 Gr			26 Gr	137 Gr		
8	73	275.36 ev	0.25	17	108	0.34206 ev	270 m/sec
	74	214.45	0.25		109	0.31961	270
	75	167.02	0.25		110	0.29792	270
9	76	130.07	0.25	18	111	0.27699	270
	77	101.30	0.25		112	0.25683	270
	78	78.893	0.25		113	0.23742	270
	79	61.442	0.25	19	114	0.21871	270
	80	47.851	0.25		115	0.20090	270
81	37.267	0.25	116	0.18378	270		
10	82	29.023	0.25	20	117	0.16743	270
	83	22.603	0.25		118	0.15183	270
	84	17.603	0.25		119	0.13700	270
	85	13.710	0.25	21	120	0.12293	270
	86	10.677	0.25		121	0.10962	270
87	8.3153	0.25	122	0.09708	270		
11	88	6.4760	0.25	22	123	0.085295	270
	89	5.0435	0.25		124	0.074274	270
	90	3.9279	0.25		125	0.064015	270
	91	3.0590	0.25	23	126	0.054518	270
92	2.3824	0.25	127		0.045783	270	
12	93	1.8554	0.125	128	0.037811	270	
	94	1.6374	0.125	24	129	0.030600	270
	95	1.4450	0.125		130	0.024152	270
96	1.2752	0.125	131		0.018465	270	
13	97	1.1254	0.125	25	132	0.013541	270
	98	0.99312	0.125		133	0.009379	270
14	99	0.87642	0.125	134	0.005979	270	
	100	0.77344	0.125	26	135	0.003341	270
15	101	0.68256	0.125		136	0.001466	270
	102	0.60236	0.125		137	0.000352	270
	103	0.53158	0.125		138	0.000033	270
	104	0.46912	0.125				
16	105	0.41399	270 m/sec				
	106	0.38925	270				
	107	0.36528	270				

## 付録D MGCL-B-IV及びMGCL-J3ライブラリーの記録形式

表D. 1. 1 MGCL-B-IVの記録形式 (一次元データ)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC,	レコード番号	0
NREC,	レコード数	
NUC,	核種数	
(NUCID(I), I=1, NUC),	各核種の識別番号	
(KREC(I), I=1, NUC),	各核種の先頭レコード数	
IGMAX	全エネルギー群数	137または26
IGF	高速エネルギー群数	92または11
IGT	熱エネルギー群数	45または15
-----		
IREC,	レコード番号	1
NREC,	レコード数	
((COMMENT(I, J), I=1, 18), J=1, NREC/18)	コメント	

この後、各核種のデータがNUC回繰返される。一核種分のデータを次ページ以降に示す。  
表中の ----- はレコードの区切りを表す。



表D. 1. 1 MGCL-B-IVの記録形式 (一次元データ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC,	レコード番号	5
NREC,	レコード数	23
NUCID,	核種識別番号	
IFT,	$\sigma_0$ の数	12
ITM,	MGCLの温度点の数	1
ITMT,	SMFの温度点の数	1
JMUTS,	g-tableの相手核種の数	0
JC,	捕獲断面積( $\sigma_c$ )の有無	0:無、1:有り
JF,	核分裂断面積( $\sigma_f$ )の有無	(以下同様)
JIN,	非弾性散乱断面積( $\sigma_{in}$ )の有無	
JN2N,	(n, 2n)反応断面積( $\sigma_{n, 2n}$ )の有無	
JFTC,	$\sigma_c$ のf-tableの有無	
JFTNUF,	$\sigma_f$ のf-tableの有無	
JFTT,	全断面積( $\sigma_t$ )のf-tableの有無	
JFTT2,	第2種 $\sigma_t$ のf-tableの有無	0
JFTT3,		1
JFTE,	弾性散乱断面積( $\sigma_e$ )のf-tableの有無	
JFTR,	除去断面積( $\sigma_R$ )のf-tableの有無	
JME,	$\sigma_R$ のg-tableの有無	0
JMIN,	$\sigma_{in}$ のg-tableの有無	0
JHN2N,	$\sigma_{n, 2n}$ のg-tableの有無	0
JMTE,	$\sigma_e$ のg-tableの有無	0
JFKA1,	$\lambda$ (核分裂スペクトル)の有無	0
JMU,	$\mu$ の有無	0
LG	ルジャンドル展開最高次数	0

表D. 1. 1 MGCL-B-IVの記録形式 (一次元データ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC, NREC, (COMMENT(I, J), J=1, 18), J=1, NREC/18)	レコード番号 レコード数 コメント	6
IREC, NREC, (SGO(I), I=1, 12), (DUMMY(I), I=1, 2)	レコード番号 レコード数 IFT個の $\sigma_0$ の値 ダミーデータ	9 14
IREC, NREC, (SGT(I), I=1, IGMAX), (SGC(I), I=1, IGMAX), (SGF(I), I=1, IGMAX), (SGNF(I), I=1, IGMAX), (SGNU(I), I=1, IGMAX), (SGS(I), I=1, IGMAX), (SGIN(I), I=1, IGMAX), (SGIN2N(I), I=1, IGMAX), (SGT2(I), I=1, IGMAX), (KAI(I), I=1, IGF), (MYU(I), I=1, IGF)	レコード番号 レコード数 無限希釈全断面積 無限希釈捕獲断面積 無限希釈核分裂断面積 無限希釈( $\nu$ ・核分裂)断面積 $\nu$ (核分裂あたりの中性子放出数) 無限希釈散乱断面積 無限希釈非弾性散乱断面積 無限希釈(n, 2n)反応断面積 無限希釈全(第2種)断面積 $\kappa$ $\mu$ の値	10 20 MAIL3.0では読み込 まない 以下、MAIL3.0では 読み込まない

表D. 1. 1 MGCL-B-IVの記録形式 (一次元データ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC, NREC, (FJT(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 $\sigma_i$ のf-table	20 IGMAX·IFT JFTT=1の場合のみ
IREC, NREC, (FTC(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 $\sigma_o$ のf-table	21 IGMAX·IFT JFTC=1の場合のみ
IREC, NREC, (FTR(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 $\sigma_f$ のf-table	22 IGMAX·IFT JFTNUF=1の場合のみ
IREC, NREC, (FTE(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 $\sigma_e$ のf-table	23 IGMAX·IFT JFTE=1の場合のみ
IREC, NREC, (FTT3(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 $\sigma_i$ (第2種)のf-table	25 IGMAX·IFT JFTT3=1の場合のみ
IREC, NREC, (FTR(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 $\sigma_e$ のf-table	26 IGMAX·IFT JFTR=1の場合のみ

表D. 1. 1 MGCL-B-IVの記録形式 (一次元データ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC,	レコード番号	55
NREC,	レコード数	IGMAX·IFT
((WFLX(I, J), I=1, IGMAX), J=1, IFT)	MGCL, SMFをエネルギー縮約する ときに用いる重みフラックス*1)	
IREC,	レコード番号	999
NREC,	レコード数	1
DUM	ダミーデータ	以上で1核種分の データの終了

\*1) (重みフラックス) =  $\int_{\mathbf{r}} \phi_{\mathbf{r}} / (\sigma_{\mathbf{t}} + \sigma_{\mathbf{o}}) dE$

表D. 1. 2 MGCL-B-IVの記録形式 (二次元データ)

配列名、変数名	内 容	備 考
NAME, NTK	核種識別番号 核種温度	
MAXG, IFSC, IFIN, IFN2N, LG, AWR, SGPO	全エネルギー群数 弾性散乱マトリクスの有無 非弾性散乱マトリクスの有無 (n,2n)反応マトリクスの有無 ルジャンドル展開最高次数 原子量 ポテンシャル断面積	137または26 無:0、1:有り (以下同様) 1 単位[u]
DUMMY	ダミーデータ	
(WO(I), I=1, MAXG)	0次の弾性散乱マトリクス	IFSC=1の場合
(WO(I), I=1, MAXG)	//	
• • (上記データを計MAXG回繰り返す) •		
(W1(I), I=1, MAXG)	1次の弾性散乱マトリクス	IFSC=1の場合
(W1(I), I=1, MAXG)	//	
• • (上記データを計MAXG回繰り返す) •		

表中の ----- はレコードの区切りを表す。

表D. 1. 2 MGCL-B-IVの記録形式 (二次元データ, 続き)

(W5(I), I=1, MAXG)	非弾性散乱マトリクス	IFIN=1の場合
(W5(I), I=1, MAXG)	〃	
•		
•	(上記データを計MAXG回繰り返す)	
•		
(W6(I), I=1, MAXG)	(n, 2n)散乱マトリクス	IFN2N=1の場合
(W6(I), I=1, MAXG)	〃	
•		
•	(上記データを計MAXG回繰り返す)	
•		

以上のデータを核種の数だけ繰返す。表中の ..... はレコードの区切りを表す。

表D. 2.1 MGCL-J3の記録形式

(一次元データ, MGCL-B-IVの記録形式と異なる部分のみ)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC, NREC, ((COMMENT(I, J), I=1, 18), J=1, NREC/18), COMMENT(1, NREC)*1)	レコード番号 レコード数 コメント	1

\*1) COMMENT(1, NREC)='COMP'は、領域節約型MGCLであることを表す。

以下、核種ごとにNUC回線返す。表中の ..... はレコードの区切りを表す。但し、MGCL-B-IVの記録形式と異なる部分のみ示す。

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC, NREC, IFN, (IFX(I), I=1, IFN), ((FTT(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 省略していないf-tableの数*1) 省略していないf-tableの群*1) $\sigma_c$ のf-table	20 IGMAX·IFT IFN ≤ IGMAX JFTT=1の場合のみ
IREC, NREC, IFN, (IFX(I), I=1, IFN), ((FTC(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 省略していないf-tableの数*1) 省略していないf-tableの群*1) $\sigma_c$ のf-table	21 IGMAX·IFT IFN ≤ IGMAX JFTC=1の場合のみ

\*1) MGCL-J3のメモリースペース節約のために、第*i*群のf-tableの値(FTT(*i*, *J*), *J*=1, IFT)のすべてが区間(0.995, 1.005)の中に含まれる場合に限り、これらの値をMGCLへ書込むことを省略している。他の反応のf-tableも同様である。省略されたf-tableはMAIL 3.0で1.0に再現される。次ページも同じ。

表D. 2. 1 MGCL-J 3 の記録形式

(一次元データ, MGCL-B-IVの記録形式と異なる部分のみ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
IREC, NREC, IFN, (IFX(I), I=1, IFN), ((FTR(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 省略していない f-table の数* <sup>1)</sup> 省略していない f-table の群* <sup>1)</sup> $\sigma_f$ の f-table	22 IGMAX · IFT IFN $\leq$ IGMAX JFTNUF=1 の場合のみ
IREC, NREC, IFN, (IFX(I), I=1, IFN), ((FTE(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 省略していない f-table の数* <sup>1)</sup> 省略していない f-table の群* <sup>1)</sup> $\sigma_e$ の f-table	23 IGMAX · IFT IFN $\leq$ IGMAX JFTE=1 の場合のみ
IREC, NREC, IFN, (IFX(I), I=1, IFN), ((FTT3(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 省略していない f-table の数* <sup>1)</sup> 省略していない f-table の群* <sup>1)</sup> $\sigma_t$ (第 2 種) の f-table	25 IGMAX · IFT IFN $\leq$ IGMAX JFTT3=1 の場合のみ
IREC, NREC, IFN, (IFX(I), I=1, IFN), ((FTR(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	レコード番号 レコード数 省略していない f-table の数* <sup>1)</sup> 省略していない f-table の群* <sup>1)</sup> $\sigma_e$ の f-table	26 IGMAX · IFT IFN $\leq$ IGMAX JFTR=1 の場合のみ



表D. 2.2 MGCL-J3の記録形式(一次元データ, 重要核種のhテーブル)

配列名、変数名	内 容	備 考
NUCID,	核種識別番号	
NREAC,	反応の数(種類)	8
NGF,	全エネルギー群数	92
NSIGO,	$\sigma_0$ の数	12
NAM,	減速材の数(種類)	3
TEMP	温度	293.15 K
(REAC(I), I=1, NREAC),	反応名	
ENEU(I), I=1, NGF+1),	エネルギー群構造	[eV]
(SIGO(I), I=1, NSIGO),	$\sigma_0$ の値	
(AM(L), L=1, NAM)	減速材の質量数	1, 12, 200
((HTAB(L, K, J, 1), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、吸収反応)	
((HTAB(L, K, J, 2), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、生成反応)	
((HTAB(L, K, J, 3), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、弾性散乱)	
((HTAB(L, K, J, 4), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、非弾性散乱)	

(次ページに続く)

表D. 2.2 MGCL-J3の記録形式(一次元データ, 重要核種のhテーブル, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
((HTAB(L, K, J, 5), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、(n, 2n)反応)	
((HTAB(L, K, J, 6), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、核分裂反応)	
((HTAB(L, K, J, 7), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、全反応)	
((HTAB(L, K, J, 8), L=2, NAM), K=2, NSIGO), J=1, NGF)	h テーブル(減速材質量効果因子、捕獲)	

以上のデータを核種の数( $^{58}\text{Fe}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ の計七核種)だけ繰返す。エネルギー群構造は、137群MGCLの第1群から第92群に等しい。反応の種類は吸収反応、生成反応、弾性散乱、非弾性散乱、(n, 2n)反応、核分裂反応、全反応、捕獲反応の八つである。表中の ----- はレコードの区切りを表す。

表D.3 MGCL-J3の記録形式(二次元データ)

配列名、変数名	内 容	備 考
NAME, NTK	核種識別番号 核種温度	
MAXG, IFSC, IFIN, IFN2N, LG, AWR, SGPO	全エネルギー群数 弾性散乱マトリクスの有無 非弾性散乱マトリクスの有無 (n,2n)反応マトリクスの有無 ルジャンドル展開最高次数 原子量 ポテンシャル断面積	137または26 無:0、1:有り (以下同様) 3 単位[u]
COMP	領域節約型データである事を表す指標	COMP='COMP'のとき 領域節約型データ
ISTART, IEND, (WO(I), I=ISTART, IEND)	0次の弾性散乱マトリクス書込み開始群 0次の弾性散乱マトリクス書込み終了群 0次の弾性散乱マトリクス	IFSC=1の場合 // //
• • •	(上記データを計MAXG回繰り返す)	
ISTART, IEND, (W1(I), I=ISTART, IEND)	1次の弾性散乱マトリクス書込み開始群 1次の弾性散乱マトリクス書込み終了群 1次の弾性散乱マトリクス	IFSC=1の場合 // //
• • •	(上記データを計MAXG回繰り返す)	

表中の ----- はレコードの区切りを表す。(次ページに続く)

表D.3 MGCL-J3の記録形式(二次元データ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
ISTART, IEND, (W1(I), I=ISTART, IEND)	2次の弾性散乱マトリクス書込み開始群 2次の弾性散乱マトリクス書込み終了群 2次の弾性散乱マトリクス	IFSC=1の場合 // //
• • •	(上記データを計MAXG回繰り返す)	
ISTART, IEND, (W1(I), I=ISTART, IEND)	3次の弾性散乱マトリクス書込み開始群 3次の弾性散乱マトリクス書込み終了群 3次の弾性散乱マトリクス	IFSC=1の場合 // //
• • •	(上記データを計MAXG回繰り返す)	
ISTART, IEND, (W5(I), I=ISTART, IEND)	非弾性散乱マトリクス書込み開始群 非弾性散乱マトリクス書込み終了群 非弾性散乱マトリクス	IFIN=1の場合 // //
• • •	(上記データを計MAXG回繰り返す)	

(次ページに続く)

表D. 3 MGCL-J3の記録形式(二次元データ, 続き)

配列名、変数名	内 容	備 考
ISTART,	(n, 2n)散乱マトリクス書込み開始群	IFN2N=1の場合
IEND,	(n, 2n)散乱マトリクス書込み終了群	//
(W6(I), I=ISTART, IEND)	(n, 2n)散乱マトリクス	//
-----		
•		
•	(上記データを計MAXG回繰り返す)	
•		

以上のデータを核種の数だけ繰り返す。表中の ----- はレコードの区切りを表す。