

JAERI - M
90-126

断面積セット作成プログラムMAIL3.0
使用手引書

1990年8月

小室 雄一・奥野 浩・内藤 俣孝
酒井 友宏^{*1}・塩田 雅之^{*2}・奥田 泰久^{*3}

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, 1990

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 いばらき印刷株

断面積セット作成プログラム MAIL 3.0
使用手引書

日本原子力研究所東海研究所燃料安全工学部

・小室 雄一・奥野 浩・内藤 俣孝
酒井 友宏^{*1}・塩田 雅之^{*2}・奥田 泰久^{*3}

(1990年7月10日受理)

本書は輸送計算用断面積セット作成プログラム MAIL 3.0 の使用手引書である。MAIL 3.0 は SIMCRI, ANISN, KENO-IV, MULTI-KENO 及び MULTI-KENO-II 用の断面積セットを作成できる。MAIL 3.0 は MAIL をベースに多数の改良を施したプログラムで、以下の特徴をもつ。

- ① 従来の中性子多群定数ライブラリー MGCL 及び新しい記録形式の MGCL (記憶領域節約型, P_3 -散乱マトリクス) のいずれも読み込可能である
- ② MULTI-KENO-II 用の断面積セットを作成できる
- ③ 温度が異なる二つの中性子自己遮蔽因子表 (f-table) を内挿し、任意の温度 T の自己遮蔽因子 $f(\sigma_0, T)$ を計算できる
- ④ バックグラウンド断面積 σ_0 が大きい場合の自己遮蔽因子を精度良く計算できる
- ⑤ ダンコフ補正係数計算機能が拡張されている
- ⑥ 狭い共鳴近似を補正した実効微視的断面積を計算できる (h-table の導入)
- ⑦ 核燃料サイクルでよく遭遇する核燃料物質の原子個数密度を計算できる
- ⑧ 構造材, 減速材, 毒物等の原子個数密度が用意されている

東海研究所: 〒319-11 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

*1 (株) 日本総合研究所

*2 センチュリリサーチセンタ (株)

*3 住友原子力工業 (株)

MAIL3.0: A Computer Program Calculating Cross Section Sets for
SIMCRI, ANISN, KENO-IV, MULTI-KENO and MULTI-KENO-II

Yuichi KOMURO, Hiroshi OKUNO, Yoshitaka NAITO
Tomohiro SAKAI^{*1}, Masayuki SHIOTA^{*2} and Yasuhisa OKUDA^{*3}

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

(Received July 10, 1990)

This paper is a user manual of the computer program MAIL3.0 which makes various types of cross section sets for neutron transport theory programs. MAIL3.0 is a revised version of the MAIL in the JACS code system and has new features as follows:

- ① Both of conventional MGCL library and new memory-saved library with P_3 -scattering matrix file can be processed.
- ② A cross section library for MULTI-KENO-II can be made.
- ③ Calculation of a self-shielding factor, $f(\sigma_0, T)$, at a specified temperature T by interpolating two f -tables with different temperature in the MGCL library can be performed.
- ④ An interpolation method of $f(\sigma_0)$ for $\sigma_0 \geq 10^5$ [barn] is revised.
- ⑤ A Monte Carlo Dancoff correction factor calculation program by Monte Carlo method MCDAN is included.
- ⑥ The h -table to compensate the narrow resonance approximation can be read and processed.
- ⑦ A program to calculate atomic number densities of various nuclear materials is included.

*1 The Japan Research Institute, LTD.

*2 Century Research Center, Ltd.

*3 Sumitomo Atomic Energy Inc., Ltd.

- ⑧ Atomic number densities such as structural materials, moderators and poisons are available.

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

目 次

1. 序	1
2. MAIL 3.0 の特徴	2
3. MAIL 3.0 入力ガイド	6
3.1 基本データ	6
3.2 原子個数密度計算ルーチンの利用方法	18
3.3 汎用材料の原子個数密度の利用方法	31
謝 辞	34
参考文献	35
付録 A 解 説	37
A.1 MGCL 作成方法	38
A.2 断面積セット作成方法	44
A.3 f-table の温度内挿法	48
A.4 MGCL の群構造	48
A.5 MGCL に含まれる核種及びその識別子	49
A.6 MGCL の記録形式	49
A.7 断面積セット記録形式	49
A.8 MAIL 3.0 に用意されている構造材, 減速材, 毒物等の原子個数密度	50
A.9 JCL, 論理機番	50
A.10 入力データ例	50
A.11 出力例	51
A.12 MAIL 3.0 の実行にあたっての諸注意事項	51
付録 B MAIL 3.0 出力例	55

Contents

1. Introduction	1
2. Features of MAIL3.0	2
3. MAIL3.0 Input Data Preparation	6
3.1 Main Data	6
3.2 Atomic Number Density Calculation Package	18
3.3 Standard Atomic Number Density Library	31
Acknowledgement	34
References	35
Appendix A Explanations	37
A.1 How to Make MGCL Library	38
A.2 How to Make Cross Section Set with MAIL3.0	44
A.3 Interpolation Method of two f-tables with Different Temperature	48
A.4 Energy Group Structure of MGCL	48
A.5 Elements included in MGCL and their ID's	49
A.6 Record Format of MGCL	49
A.7 Record Formats of Cross Section Sets for ANISN, SIMCRI, KENO-IV, MULTI-KENO and MULTI-KENO-II	49
A.8 Standard Atomic Number Densities of Structures, Moderators, Poisons, ... etc.	50
A.9 JCL and Logical Unit Numbers	50
A.10 Sample Problem Input	50
A.11 Sample Problem Output	51
A.12 Notes on Executing MAIL3.0 Program	51
Appendix B Sample Problem Output	55

1. 序

現在、臨界安全性評価コードシステムJACS¹⁾の第2次版の完成をめざして、各種プログラムの改良作業を進めている。その一環として、JACSシステムに含まれる輸送計算プログラム等の実行に必要な断面積セットを提供するプログラムMAIL²⁾の改良が完了した。本書は改良された新しいMAIL(以下 MAIL3.0と記す)の使用手引書である。MAIL3.0は SIMCRI³⁾、ANISN⁴⁾、KENO-IV⁵⁾、MULTI-KENO⁶⁾ 及び MULTI-KENO-II 用の各断面積セットを提供できる。なおSIMCRI, KENO-IV, MULTI-KENO用断面積セットは共通である。

2章では MAIL3.0 の特徴を述べる。次に MAIL3.0 の入力データの内容を(1)基本データ、(2)原子個数密度計算ルーチンの利用方法、(3)汎用材料の原子個数密度の利用方法の三部に分けて説明する。入力データの説明は、利用者の便を考え、ページを多く割いてできる限りていねいな構成にした。またデータ作成上の注意事項も付した。付録ではMGCLの作成方法、MAIL3.0 による断面積セット作成方法を概説する。その他、MAIL3.0 の実行に必要な諸情報を付した。

2. MAIL3.0の特徴

① 新しい記録形式のMGCL(記憶領域節約型、 P_3 -散乱マトリクス)を読み込める

MAILは多群定数ライブラリーMGCL²⁾を処理して断面積セットを計算するプログラムである。従来のMGCL(以下 MGCL-B-IVと記す)は米国の評価済み核データENDF/B-IV⁷⁾を原典としていたのに対して、JACSの第2次版に採用する新しいMGCL(以下 MGCL-J3と記すが、MGCL-B-IVとMGCL-J3をあわせてMGCLと記すこともある)は我が国の最新の核データJENDL-3⁸⁾から作成する。²³⁵Uの核分裂当りの中性子放出数 ν の値がENDF/B-IVよりも正確である、できるかぎり我が国の資産をJACSシステムに取入れる等の理由から、このような方針とした。MGCL-J3は従来のMGCL-B-IVと次の点で異なるが、MAIL3.0は双方を処理することができる。

- (a)弾性散乱の角度分布の非等方性に関する情報については、これまでルジャンドル多項式展開係数の P_1 成分までしか収納していなかったのに対して、MGCL-J3には P_3 成分まで取入れる(P_3 -散乱マトリクス)。
- (b)MGCLの記憶領域を節約するために、f-table内の1.0が連続する部分及び散乱マトリクス内の0.0が連続する部分を圧縮する。
- (c)狭い共鳴近似を補正した実効微視的断面積の計算に必要なデータ(h-table)を導入する。

② 新しいMULTI-KENO用の断面積セットを作成できる

MULTI-KENOには、中性子の散乱をより正確に取扱うための改良を加える。具体的には、散乱された中性子の方向を上述した P_3 -散乱マトリクスから決定する。但し、水素による中性子の散乱の取扱いは P_3 近似をもってしても精度的に不十分なので、別の手立てを導入する。すなわち、水素によって散乱された中性子の散乱角度の確率分布は重心系で等方なことを利用した決定法を用いる。このため新しいMULTI-KENO(MULTI-KENO-II)用の断面積セットには従来のデータの他に、媒質に含まれる水素の実効巨視的断面積、実効散乱質量等の新しいデータが要求される。MAIL3.0はこの要求に応えられる。

③ 中性子自己遮蔽因子 f-table の温度内挿ができる

MGCLライブラリーは温度別に数種類用意されてるだけなので、計算体系の温度に等しいライブラリーに出会うのは稀で、やむをえず体系温度に近いMGCLを選んでMAILを実行する

のが通例であった。この点を改善するために、MAIL3.0には文献9)に基づく手法で温度の異なる二つのMGCLの各 f-table を内挿する機能が付加された。体系温度とそれを挟む二種類の温度のMGCLを指定すれば、指定された温度の実効微視的断面積が計算される。但し、散乱マトリクス(以下 SMFと記す)の温度内挿は行わないので、これまでと同様に体系温度に最も近い温度のSMFを指定することになる。

④ 無限希釈断面積 σ_0 が大きい場合の自己遮蔽因子 $f(\sigma_0)$ を精度良く計算できる

$10^5 \leq \sigma_0 \leq 10^8$ の領域では、これまで $f(\sigma_0) = f(10^8) = 1.0$ と仮定していた。しかし核種によってはこの仮定が成立しないことが分かったので、この区間専用の内挿式を新設し、精度の高い f-table の内挿をめざした。詳細は付録A.2.1項を参照されたい。

⑤ ダンコフ補正係数計算機能の充実

非均質燃料のバックグラウンド断面積 σ_0 の計算には、非均質効果を取入れるためにダンコフ補正係数 C を使用する。そのため、無限配列された無限平板燃料及び正方・六角格子状に無限配列された無限長棒燃料の C を計算するルーチンがMAILには用意されている。これに加えてMAIL3.0では、立方格子・六方晶状に無限配列された球燃料の C を計算できる。さらに、 C の差異が顕著になると予想される有限配列の代表的な三つの場所すなわち中央(無限)、周辺及び隅の C も計算できる。

有限配列燃料の C の計算手法には、モンテカルロコードMCDAN¹⁰⁾をベースに当研究室で作成したコードMCDAN-JRを採用した。これを機に、計算手法を一貫させるために、正方・六角格子状に無限配列された無限長棒燃料の C の計算も、従来のいわゆる“深井の式”¹¹⁾の使用をやめ、MCDAN-JRで行う。以下にMAIL3.0がもつ C の計算機能と計算手法の一覧を表1に示す。

⑥ 狭い共鳴近似を補正した実効微視的断面積を計算できる(h-table の導入)

MGCLを作成するプログラムMGCL-ACE²⁾では、多群断面積の計算に用いる重み中性子スペクトルを、狭い共鳴(NR)近似により与えている。MBCL-B-IVにはこのような近似の下に得られた多群断面積が用意されている。MGCL-J3もまた同様の多群断面積が用意されているが、共鳴吸収効果の大きな核種(²³⁵U、²³⁸U、²³⁸Pu、²⁴⁰Pu、²⁴¹Pu、²⁴²Pu、⁵⁸Fe)の多群断面積だけは、精度の向上をはかるために、減速方程式を解いて得られる重み中性子スペクトルを使って求めた。この際、MGCLライブラリーのバックグラウンド断面積 σ_0 の値に合わせて減速材核種の弾性散乱断面積を設定した。減速材質量数 A を1として多群断面積を算出し、これら核種の自己遮蔽因子表(f-table)を作成した。さらに、 A が12及び200の場合も算出し、減速材質量効果の表(h-table)を作成した。MAIL3.0を用いてMGCLから

実効断面積を算出するときには、減速材質量数を指定することにより減速材質量効果を取り入れることができる。

⑦ 核燃料サイクルでよく遭遇する核燃料物質の原子個数密度を計算できる

輸送計算に必要な断面積セットに含まれる実効巨視的断面積は、実効微視的断面積に原子個数密度を乗じて得られる。MAILでも同じように、MGCLを処理して得られる実効微視的断面積に入力データとして与えられた原子個数密度を乗じて実効巨視的断面積を求める。この一連の計算を成し遂げるために、プログラム利用者は退屈な入力データづくり、つまり原子個数密度の計算に励むことを強いられる。この計算は退屈なばかりか、使用する原子量、アボガドロ数、理論密度及びそれらの有効数字などが人によって微妙に異なるために、計算結果に差異が生じる。

そこで、MAIL3.0には原子個数密度を計算するサブルーチン¹²⁾を新設した。MAIL3.0は表2に示す物質の原子個数密度計算に対処できる。これらの物質に限れば、プログラム利用者は原子個数密度の計算から開放され、原子個数密度の代わりに物質の識別子と物質の組成に関する僅かの情報を入力するだけでよい。

⑧ 構造材、減速材、毒物等の原子個数密度が用意されている

原子個数密度計算のサブルーチンの新設と同様の趣旨で、臨界安全解析のさいによく遭遇する物質の原子個数密度を、プログラム内にデータ文のかたちで収めた。利用したい物質の識別子を入力すると、その原子個数密度が読み出され、実効巨視的断面積の計算が行われる。

表1 MAIL 3.0 が計算できるダンコフ補正係数C

配列型	Cを計算できる 燃料の位置	計算手法
①無限平板燃料	中央(無限)	ブラックリミット近似 に基づく解析的手法
②正方・六角格子状に無限 配列された無限長棒燃料	中央(無限)、周辺、隅	モンテカルロ法 (MCDAN-JR)
③立方・六方晶格子状に無 限配列された球燃料	中央(無限)	モンテカルロ法 (MCDAN-JR)

表2 MAIL 3.0 が原子個数密度を計算できる核燃料物質

U系	Pu系	Pu-U系
U-H ₂ O	Pu-H ₂ O	PuO ₂ -UO ₂ -H ₂ O
UO ₂ -H ₂ O	PuO ₂ -H ₂ O	Pu(NO ₃) ₄ -UO ₂ (NO ₃) ₂ 水溶液
UO ₃ -H ₂ O	Pu(NO ₃) ₄ 水溶液	
U ₃ O ₈ -H ₂ O		
ADU(II)* ¹⁾ -H ₂ O		
ADU(III)* ²⁾ -H ₂ O		
ADU(IV)* ³⁾ -H ₂ O		
UO ₂ F ₂ 水溶液		
UO ₂ (NO ₃) ₂ 水溶液		
UF ₄ -H ₂ O		
UF ₆ -HF		

*1) 3UO₃・NH₃・5H₂O*2) 2UO₃・NH₃・3H₂O*3) 3UO₃・2NH₃・4H₂O

ADUはAmmonium diuranate(重ウラン酸アンモニウム)の略称。

3. MAIL3.0入力ガイド

3.1 基本データ

カード	1	FORMAT(815)
-----	---	---------------

カラム	1- 5	MAXREG	:	領域の数
	6-10	IGM	:	中性子エネルギー群数
	11-15	IOPT	:	断面積セット作成オプション①
			= 0	実効微視的断面積のみを計算する
			= 1	ANISN形式の断面積セットを作成する
			= 2	KENO形式の断面積セットを作成する
			= 3	ANISN及びKENO形式の断面積セットを作成する
			= 4	MULTI-KENO-II形式の断面積セットを作成する
	16-20	IPRINT	:	断面積セット出力オプション
			= 0	出力しない
			= 1	出力する
	21-25	IPL	:	断面積セット作成オプション② (省略値 1)
			= 1	P_1 成分までの巨視的散乱データを作成する
			= 3	P_3 成分までの巨視的散乱データを作成する
	26-30	ITEMP	:	f-tableの温度内挿オプション
			= 0	温度内挿しない
			= 1	温度内挿する
	31-35	IHFIT	:	減速材質量効果補正オプション
			= 0	補正しない
			= 1	補正する

(次ページに続く)

カード 1 (続き)

カラム 36-40 JENDL : MGCLライブラリー選択オプション (省略値 4)

= 3 MGCL-J3を参照する

= 4 MGCL-B-IVを参照する

[注意] KENO形式の断面積セットはKENO-IVの他に、MULTI-KENO及びSIMCRIでも利用できる。MGCL-J3を利用する場合のみ'IPL=3'を指定できる。

カード 1-a FORMAT(3F10.0)

カラム	1-10	TEMP1	:	論理ユニット FT11 に割当ててゐる MGCLライブラリーの温度 [K]
	11-20	TEMP2	:	論理ユニット FT12 に割当ててゐる MGCLライブラリーの温度 [K]
	21-30	TEMP	:	内挿温度 [K]

[注意] カード 1-a は カード 1 の ITEMP がゼロでない場合のみ必要となる。
20[°C]=300[K]としている。

カード 2 FORMAT(A80)

カラム 1-80 ITITLE : 各領域の標題

【注意】 ITITLEは任意の英数字。核燃料物質の原子個数密度の計算及び汎用物質の原子個数密度を参照するときには、このカードの先頭の数字を使って物質の種類を指定する。したがって、ITITLEは任意の英数字ではあるが若干の制約があるので、注意されたい。本プログラムで原子個数密度を計算あるいは参照できる物質の識別子については、入力ガイド(2)及び(3)に記す。

カード2からカード7まではひとつの組をなす。これをMAXREG(カード1)組入力しなければならない。

カード 3 FORMAT(4I5, F10.0)

カラム	1- 5	NMAX	:	領域内の核種数
	6-10	IREG	:	ダンコフ補正オプション
			= 0	均質燃料、非燃料
			= 10	無限配列された無限平板燃料
			= 20	正方格子状に配列された無限長棒燃料 (有限配列の中央、無限配列)
			= 21	正方格子状に配列された無限長棒燃料 (有限配列の周辺)
			= 22	正方格子状に配列された無限長棒燃料 (有限配列の隅)
			= 30	三角格子状に無限配列された無限長棒燃料
			= 40	立方格子状に配列された球燃料 (有限配列の中央、無限配列)
			= 41	立方格子状に配列された球燃料 (有限配列の表面)
			= 42	立方格子状に配列された球燃料 (有限配列の稜線)
			= 43	立方格子状に配列された球燃料 (有限配列の隅)
			= 50	六方晶状に配列された球燃料 (有限配列の中央、無限配列)

[注意] カード 3 は、ITITLE の先頭が * 以外の文字で始る場合に必要となる。(但し、*UO2-PELLET*、*PUO2-PELLET*、*MOX-PELLET* の場合にも必要となる。この場合、NMAX は任意の値でよい。)

燃料の実効微視的断面積の計算に非均質効果を取入れる場合、IREG ≠ 0 とする。均質燃料及び燃料以外の物質の場合は、IREG = 0 とする。

(次ページに続く)

カード	3
-----	---

 (続き)

カラム	11-15	KPRINT	:	微視的断面積(σ_{eff})、f-table出力オプション
				= 0 σ_{eff} 及びf-tableを出力する
				= 1 σ_{eff} を出力する
				= 2 f-tableを出力する
				= 3 出力しない
	16-20	NSTOP	:	バックグラウンド断面積(σ_0)計算における繰返し計算の打切り回数(省略値 10)
	21-30	EPSL	:	σ_0 計算における繰返し計算の収束判定値(省略値 0.0001)

カード 4 FORMAT(6(3X,17))

カラム	1-10	JNAME(1)	:	領域に含まれる核種の識別子
	11-20	JNAME(2)	:	”
	21-30	JNAME(3)	:	”
	31-40	JNAME(4)	:	”
	41-50	JNAME(5)	:	”
	51-60	JNAME(6)	:	”

【注意】 **カード 4** は ITITLE(カード 1) の先頭が * 以外の文字で始る場合に必要となる。核種数が六を超える場合には、必要なだけこのカードを繰返して挿入する。核種の識別子は付録に記す。

カード 5 FORMAT(6F10.0)

カラム	1-10	DEN(1)	:	核種JNANE(1)の原子個数密度 [atoms/barn·cm]
	11-20	DEN(2)	:	" (2) "
	21-30	DEN(3)	:	" (3) "
	31-40	DEN(4)	:	" (4) "
	41-50	DEN(5)	:	" (5) "
	51-60	DEN(6)	:	" (6) "

【注意】 **カード5**はITITLE(カード1)の先頭が*以外の文字で始る場合に必要で、**カード4**と対をなす。核種数が六を超える場合には、必要だけこのカードを繰返して挿入する。

カード 6

核燃料物質の組成

【注意】 **カード6**はITITLE(カード1)の先頭が*で始まり、原子個数密度の計算をプログラムに委ねる場合に必要となる。詳細は入力ガイド(2)「原子個数密度計算ルーチンの利用方法」を参照されたい。

カード 7-1 FORMAT(3F10.0)

カラム	1-10	THFUEL	:	燃料の厚さ [cm]
	11-20	THMODL	:	燃料間の減速材の厚さ [cm]
	21-30	CROSS1	:	減速材の熱外群の巨視的全断面積 [cm ⁻¹]

【注意】 **カード 7-1** は IREG=10(カード3)の場合に必要となる。次のページに示す
カード 7-2 は IREG=20~50の場合に必要となる。アルミニウム(被覆材)、水
(減速材)の熱外群の巨視的全断面積としてそれぞれ 0.0004403、1.487 [cm⁻¹]
の使用を推奨する。

カード	7-2	FORMAT(5F10.0)
-----	-----	------------------

カラム	1-10	PICHI	:	燃料の間隔 [cm]
	11-20	PELETR	:	燃料の半径 [cm]
	21-30	FUELR	:	被覆材の外半径 [cm]
	31-40	CROSS2	:	被覆材の熱外群の巨視的全断面積 [cm^{-1}]
	41-50	CROSS1	:	減速材の熱外群の巨視的全断面積 [cm^{-1}]

3.2 原子個数密度計算ルーチンの利用方法

MAIL3.0では以下に示す核燃料物質の原子個数密度の計算が可能である。カード 2のITITLEの先頭で核燃料物質の識別子を指定すれば、その物質の原子個数密度が計算され、断面積セットが最後に得られる。燃料の原子個数密度の計算には燃料識別子の他に、次ページ以降に示す組成の入力が要求される。

物質名	燃料識別子
U-H ₂ O	*U*
UO ₂ -H ₂ O	*UO2*
UO ₃ -H ₂ O	*UO3*
U ₃ O ₈ -H ₂ O	*U3O8*
UF ₄ -H ₂ O	*UF4*
UF ₆ -HF	*UF6*
UO ₂ F ₂ 水溶液	*UO2F2*
ADU(Ⅱ)* ¹⁾ -H ₂ O	*ADU2*
ADU(Ⅲ)* ²⁾ -H ₂ O	*ADU3*
ADU(Ⅳ)* ³⁾ -H ₂ O	*ADU4*
UO ₂ (NO ₃) ₂ 水溶液	*(U+PU)NO3*
Pu(NO ₃) ₄ 水溶液	〃
UO ₂ (NO ₃) ₂ -Pu(NO ₃) ₄ 水溶液	〃
Pu-H ₂ O	*PU*
PuO ₂ -H ₂ O	*PUO2*
PuO ₂ -UO ₂ -H ₂ O	*MOX*
UO ₂ ペレット	*UO2-PELLET*
PuO ₂ ペレット	*PUO2-PELLET*
MOX ペレット	*MOX-PELLET*
H ₂ O	*H2O*

*1) 3UO₃ • NH₃ • 5H₂O

*2) 2UO₃ • NH₃ • 3H₂O

*3) 3UO₃ • 2NH₃ • 4H₂O

ADUはAmmonium diuranate(重ウラン酸アンモニウム)の略称。

U、*UO2*、*UO3*、*U3O8*、*ADU、*UF4* のいずれかを指定したとき
--

カード 6 a	FORMAT(3F10.0, 2I5)
---------	-----------------------

カラム	1-10	ENR	:	ウラン濃縮度 [wt%]
	11-20	CONC	:	ウラン濃度(単位はIOXIDEで指定する)
	21-30	HBU	:	H/U原子個数比 [-]
	31-35	IOXIDE	:	CONCの単位識別子 = 0 [gU/cm ³] 単位 = 100 [gUO ₂ /cm ³] 単位
	36-40	IT	:	水の温度 [°C]

【注意】 物質中に空隙がなければウラン濃度とH/U原子個数比のあいだには一定の関係が成立する。したがって CONC あるいは HBU のいずれかを指定すればよい。CONC < 0.0 かつ HBU ≥ 0.0 の場合には、HBU に基づき CONC が計算される。一方 CONC ≥ 0.0 かつ HBU < 0.0 の場合には、CONC に基づき HBU が計算される。

物質中に空隙がある場合(例えば、UO₂粉末)には、CONC 及び HBU の両方を指定する。但し CONC ≥ 0.0 かつ HBU ≥ 0.0 である。また、実際には在り得ない CONC と HBU の組合せ(H/U原子個数密度対ウラン濃度曲線の外側にあたる領域)は避ける。

IOXIDE=100 を指定できるのは *UO2* の場合に限られる。その他の燃料では常に IOXIDE=0 とする。

H/Uの分母は全ウランを指す。IT は 1 から 100°C まで 1°C間隔で指定できる。IT=0 は20°Cを指定したことに等しい。

UF6 を指定したとき

カード 6 b FORMAT(4F10.0)

カラム	1-10	DUF6HF	:	UF ₆ -HF理論密度 [g/cm ³] (HFは不純物)
	11-20	ENR	:	ウラン濃縮度 [wt%]
	21-30	CONC	:	ウラン濃度 [gU/cm ³] (CONC < DUF6HF)
	31-40	P	:	UF ₆ の純度 [wt%] (UF ₆ /(UF ₆ +HF) 重量比)

[注意] UF₆-HFの理論密度は温度依存性が強いので、温度に応じた密度を入力する必要がある。その一例として、5.09g/cm³ (温度 20℃、UF₆純度 99.5wt%の場合) を挙げておく。

CONC=0.0 とすれば、理論密度状態における個数密度が得られる (この状態では、理論密度とウラン濃度のあいだには一定の関係があるので、ウラン濃度の入力は不用になる)。

UF₆密度は温度依存性が強い。UF₆密度対温度 曲線の一例を下記文献から転載して図1に示す。

"Uranium Hexafluoride : Handling and Container Criteria,"
ORO-651 Revision 4(1977)

* $(U+Pu)NO_3$ * を指定したとき

カード 6c-1	FORMAT(3F10.0, 15)
----------	----------------------

カラム	1-10	CU	:	ウラン濃度 [gU/l]
	11-20	CPU	:	プルトニウム濃度 [gU/l]
	21-30	HBU	:	硝酸の酸性度 [mol/l]
	31-35	IT	:	溶液の温度 [°C]

カード 6c-2	FORMAT(7F10.0)
----------	------------------

① $CU > 0.0$ かつ $CPU = 0.0$ の場合

カラム	1-10	ABD(1)	:	^{235}U の同位体比 [wt%]
	11-20	ABD(2)	:	^{238}U の同位体比 [wt%]

② $CU = 0.0$ かつ $CPU > 0.0$ の場合

カラム	1-10	ABD(3)	:	^{238}Pu の同位体比 [wt%]
	11-20	ABD(4)	:	^{239}Pu の同位体比 [wt%]
	21-30	ABD(5)	:	^{240}Pu の同位体比 [wt%]
	31-40	ABD(6)	:	^{241}Pu の同位体比 [wt%]
	41-50	ABD(7)	:	^{242}Pu の同位体比 [wt%]

(次ページに続く)

* (U+PU)N03* を指定したとき

カード 6c-2 (続き)

③ $CU > 0.0$ かつ $CPU > 0.0$ の場合

カラム	1-10	ABD(1)	:	^{235}U の同位体比 [wt%]
	11-20	ABD(2)	:	^{238}U の同位体比 [wt%]
	21-30	ABD(3)	:	^{238}Pu の同位体比 [wt%]
	31-40	ABD(4)	:	^{239}Pu の同位体比 [wt%]
	41-50	ABD(5)	:	^{240}Pu の同位体比 [wt%]
	51-60	ABD(6)	:	^{241}Pu の同位体比 [wt%]
	61-70	ABD(7)	:	^{242}Pu の同位体比 [wt%]

[注意] ウラン及びプルトニウム濃度は[gU/l]で入力する。ウラン及びプルトニウムのいずれも同位体比の合計は 100.0 でなければならない。

PU、*PUO2* のいずれかを指定したとき

カード 6 d	FORMAT(7F10.0, 2I5)
---------	-----------------------

カラム	1-10	CONC	:	プルトニウム濃度 [gU/l]
	11-20	HBPU	:	H/Pu原子個数比 [-]
	21-30	WP238	:	^{238}Pu の同位体比 [wt%]
	31-40	WP239	:	^{239}Pu の同位体比 [wt%]
	41-50	WP240	:	^{240}Pu の同位体比 [wt%]
	51-60	WP241	:	^{241}Pu の同位体比 [wt%]
	61-70	WP242	:	^{242}Pu の同位体比 [wt%]
	71-75	IOXIDE	:	CONCの単位識別子
			:	= 0 [gPU/cm ³] 単位
			:	= 100 [gPUO ₂ /cm ³] 単位
	76-78	IT	:	水の温度 [°C]

[注意] CONC、HBPU 及び IT の取扱いはカード 6 a と同様である。IOXIDE=100 を指定できるのは *PUO2* の場合に限られる。*PU*の場合には常に IOXIDE=0 とする。H/PUの分母は全プルトニウムを指す。同位体比の合計は 100.0 でなければならない。

U02F2 を指定したとき

カード 6 e FORMAT(3F10.0)

カラム	1-10	ENR	:	ウラン濃縮度 [wt%]
	11-20	CONC	:	ウラン濃度 [gU/cm ³]
	21-30	HBU	:	H/U原子個数比

[注意] この燃料の場合、 $CONC > 0.0$ かつ $HBU \leq 0.0$ あるいは $CONC < 0.0$ かつ $HBU \geq 0.0$ でなければならない。 $CONC \geq 0.0$ かつ $HBU \geq 0.0$ の組合せ、すなわち、空隙の存在は許されない。

溶液温度は指定できない。25℃ 一定である。

MOX を指定したとき

カード 6 f - 1 FORMAT(4F10.0)

カラム	1-10	CONC	:	(ウラン+プルトニウム)濃度 (単位はIOXIDEで指定する)
	11-20	HBUPU	:	H/(U+Pu)原子個数比 [-]
	21-30	ENRPU	:	プルトニウム富化度(酸化物重量比) [wt%]
	31-40	ENR	:	ウラン濃縮度 [wt%]

カード 6 f - 2 FORMAT(5F10.0, 2I5)

	1-10	WP238	:	^{238}Pu の同位体比 [wt%]
	11-20	WP239	:	^{239}Pu の同位体比 [wt%]
	21-30	WP240	:	^{240}Pu の同位体比 [wt%]
	31-40	WP241	:	^{241}Pu の同位体比 [wt%]
	41-50	WP242	:	^{242}Pu の同位体比 [wt%]
	51-55	IOXIDE	:	CONCの単位識別子 = 0 [g(U+Pu)/cm ³] 単位 = 100 [g(UO ₂ +PUO ₂)/cm ³] 単位
	56-60	IT	:	水の温度 [°C]

【注意】 CONC、HBUPU 及び IT の取扱いは **カード 6 a** と同様である。H/(U+Pu)の分母は全ウランと全プルトニウムの和である。

プルトニウム同位体比の合計は 100.0 でなければならない。

UO₂-PELLET を指定したとき

カード 6 g - 1 FORMAT(2F10.0)

カラム 1-10 DTD : ペレット密度 [gUO₂/cm³] または [%]
 11-20 OM : 酸素対金属原子個数比(O/M) [-]

カード 6 g - 2 FORMAT(4F10.0)

カラム 1-10 WU234 : ²³⁴Uの同位体比 [wt%]
 11-20 WU235 : ²³⁵Uの同位体比 [wt%]
 21-30 WU236 : ²³⁶Uの同位体比 [wt%]
 31-40 WU238 : ²³⁸Uの同位体比 [wt%]

【注意】 DTDの指定は二通りある。ひとつはペレットの密度が既知の場合で、密度に負号を付けて [gUO₂/cm³] 単位で指定する方法(例えば密度が 10.4 gUO₂/cm³ ならば、DTD=-10.4 とする)。もうひとつは、UO₂理論密度に対するペレット密度の比が既知の場合で、その値を [%] で指定する方法である(例えばペレット密度がUO₂理論密度の85%ならば、DTD=0.85とする)。後者の場合、理論密度の計算はプログラムが行う。

UO₂やPUO₂の O/M は理論的には 2.0 であるが、実際には理論値と若干異なる。例えば、日本原子力研究所の軽水臨界実験装置(TCA)で使われている濃縮度2.596%のUO₂ペレットの O/M は 2.04 である。

PUO2-PELLET を指定したとき

カード 6 h - 1 FORMAT(2F10.0)

カラム 1- 5 DTD : ペレット密度 [gPuO₂/cm³] または [%]
 11- 20 OM : 酸素対金属原子個数比(O/M) [-]

カード 6 h - 2 FORMAT(7F10.0)

カラム 1-10 WP238 : ²³⁸Puの同位体比 [wt%]
 11- 20 WP239 : ²³⁹Puの同位体比 [wt%]
 21- 30 WP240 : ²⁴⁰Puの同位体比 [wt%]
 31- 40 WP241 : ²⁴¹Puの同位体比 [wt%]
 41- 50 WP242 : ²⁴²Puの同位体比 [wt%]
 51- 60 WP241 : PuO₂中の²⁴¹Amの量 [ppm]
 61- 70 WP237 : PuO₂中の²³⁷Npの量 [ppm]

[注意] DTD及びOMの取扱いはカード6 g - 1と同様。 [ppm]とは [μg/g]、すなわち [10⁻⁶g/g] のことである。つまり10⁻⁴ [wt%] に等しい。

MOX-PELLET を指定したとき

カード 6 i - 1 FORMAT(3F10.0)

カラム 1-10 PUI : プルトニウム富化度(酸化物重量比) [wt%]
 カラム 11-20 DYD : ペレット密度 [gUO₂/cm³] または [%]
 21-30 OM : 酸素対金属原子個数比(O/M) [-]

カード 6 i - 2 FORMAT(4F10.0)

カラム 1-10 WU234 : ²³⁴Uの同位体比 [wt%]
 11-20 WU235 : ²³⁵Uの同位体比 [wt%]
 21-30 WU236 : ²³⁶Uの同位体比 [wt%]
 31-40 WU238 : ²³⁸Uの同位体比 [wt%]

カード 6 i - 3 FORMAT(7F10.0)

カラム 1-10 WP238 : ²³⁸Puの同位体比 [wt%]
 11-20 WP239 : ²³⁹Puの同位体比 [wt%]
 21-30 WP240 : ²⁴⁰Puの同位体比 [wt%]
 31-40 WP241 : ²⁴¹Puの同位体比 [wt%]
 41-50 WP242 : ²⁴²Puの同位体比 [wt%]
 51-60 WP241 : PuO₂中の²⁴¹Amの量 [ppm]
 61-70 WP237 : PuO₂中の²³⁷Npの量 [ppm]

【注意】 DTD及びOMの取扱いはカード 6 g - 1 と同様。

H20 を指定したとき

カード 6 j - 1 FORMAT(15)

カラム 1 - 5 IT : 水の温度 [°C]

[注意] ITの取扱いはカード 6 a と同様。

3.3 汎用材料の原子個数密度の利用方法

MAIL3.0は以下に示す汎用物質の原子個数密度を内蔵している。**カード 2**のITITLEの先頭で利用したい物質の識別子を指定すれば、その物質の断面積セットが得られる。各物質の原子個数密度及びその算出に使用した組成データの詳細は付録A.8で触れる。

物質名	汎用物質識別子
空気	*AIR*
アルミニウム	*ALUMINUM*
鉛	*LEAD*
カドミウム	*CADMIUM*
ハフニウム	*HAFNIUM*
SUS-304 ステンレス鋼	*SUS-304*
SUS-316 ステンレス鋼	*SUS-316*
炭素鋼	*C-STEEL*
ジルカロイ-2	*ZIRCALOY-2*
ジルカロイ-4	*ZIRCALOY-4*
プレキシグラス	*PLEXIGLAS*
ポリエチレン	*POLYETHYLENE*
アスファルト	*ASPHALT*
普通コンクリート	*CONCRETE*
ラシヒリング(13wt%B ₂ O ₃)	*13%B-GLASS*
ポリエチレン(10wt%B ₂ O ₃)	*10%B-POLYETHYLENE*
ポリエチレン(20wt%B ₂ O ₃)	*20%B-POLYETHYLENE*
ポリエチレン(30wt%B ₂ O ₃)	*30%B-POLYETHYLENE*
コンクリート(2.6wt%B ₂ O ₃)	*2.6%B-CONCRETE*
コンクリート(0.26wt%B ₂ O ₃)	*2.6%B-CONCRETE*
ステンレス鋼(1.0wt%B)	*1%B-SUS*
ボラル	*BORAL*
炭化ホウ素(B ₄ C; 78.26wt%B)	*B4C*

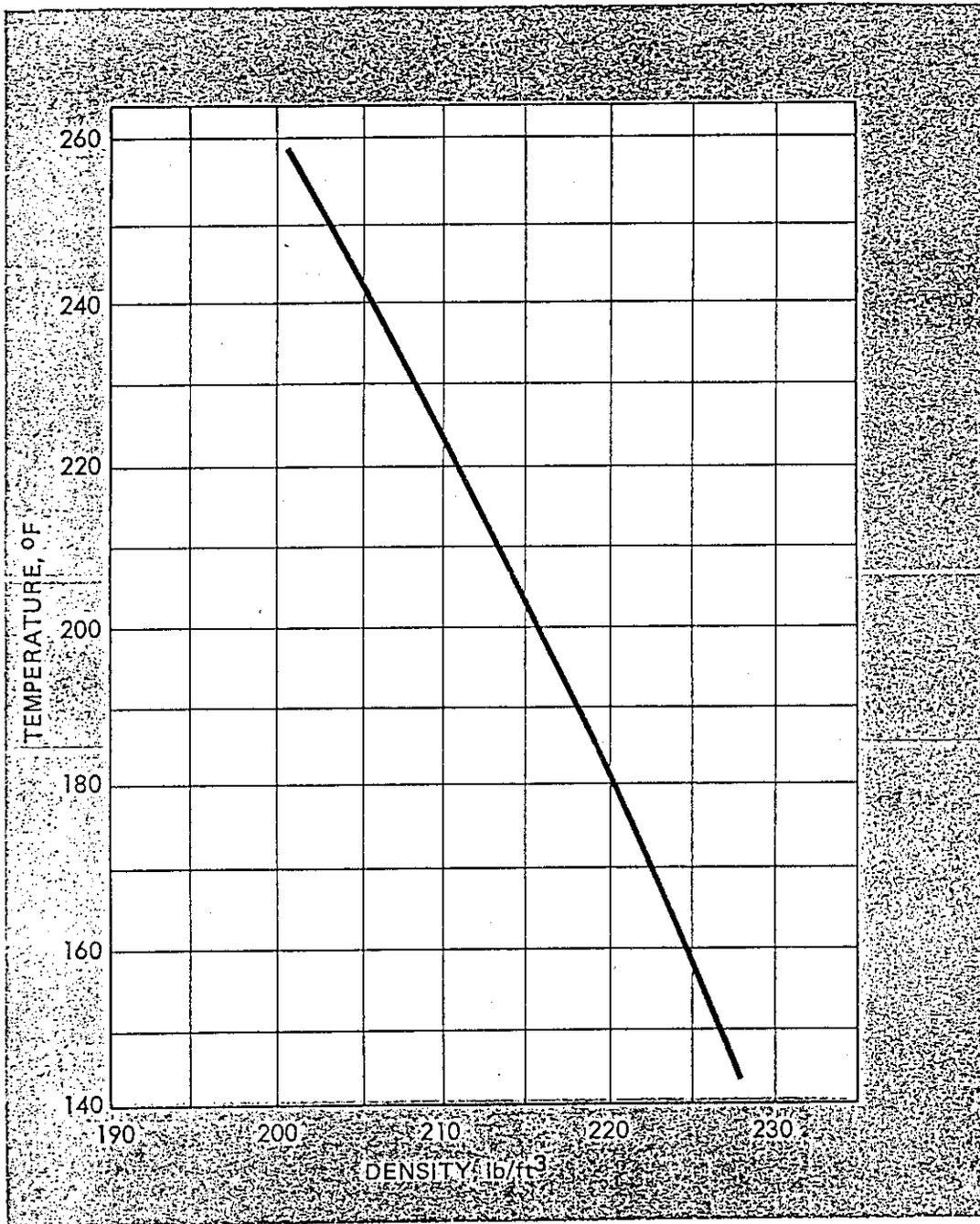


図1 液体 UF₆ の温度と密度の関係

謝 辞

本コードの作成にあたっては、昭和61年度から平成元年度までの四年間、日本原子力研究所の原子力コード委員会臨界コード評価ワーキンググループ(グループリーダー谷本亮二氏；三菱金属㈱)から有益なご指摘を多数いただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) J.Katakura, Y.Naito, and Y.Komuro, Trans. Am. Nucl. Soc., vol.41, p329(1982)
- 2) Y.Naito, et al., "MGCL-PROCESSOR: A Computer Code System for Processing Multi-group Constants Library MGCL," JAERI-M 9396(1981)
- 4) S.Nakamaru, N.Sugawara, Y.Naito, J.Katakura and H.Okuno, "SIMCRI: A Simple Computer Code for Calculating Nuclear Criticality Parameters," JAERI-M 86-027 (1986)
- 5) K.Koyama, K.Minami, Y.Taji and S.Miyasaka, "RADHEAT-V3, A Code System for Generating Coupled Neutron and Gamma-Ray Group Constants and Analyzing Radiation Transport," JAERI-M 7155(1977)
- 6) Y.Naito, M.Yokota and Koh Nakano, "MULTI-KENO: A Monte Carlo Code for Criticality Safety Analysis," JAERI-M 83-049(1983)
- 7) ENDF/B Summary Documentation, BNL-NCS-17541(ENDF-201), 2nd Edition (ENDF/B-IV) (1975)
- 8) 日本原子力研究所 核データセンター: "JENDL-3," 私信(1989)
- 9) Y.Gur and S.Yiftah, "Practical Formulas for Nuclear Data Representation in Evaluated Nuclear Data Files in the Unresolved Resonance Energy Region," Nuclear Science and Engineering, vol.65, p.468-476(1978)
- 10) J.P.McNeece, T.J.Trapp and J.K.Thompson, "MCDAN - A Monte Carlo Computer Code for Calculating the Dancoff Correction Factor for Spheres and Rods," PNL-3086 UC-80(1979)
- 11) Y. Fukai, "New Analytical Formula for Dancoff Correction for Cylindrical Fuel Lattices," Nuclear Science and Engineering, vol.9, p.370-376
- 12) 小室雄一、酒井友宏、中丸昇一、"各種核燃料物質の原子個数密度計算方法," JAERI-M 87-037(1987)

付録A 解 説

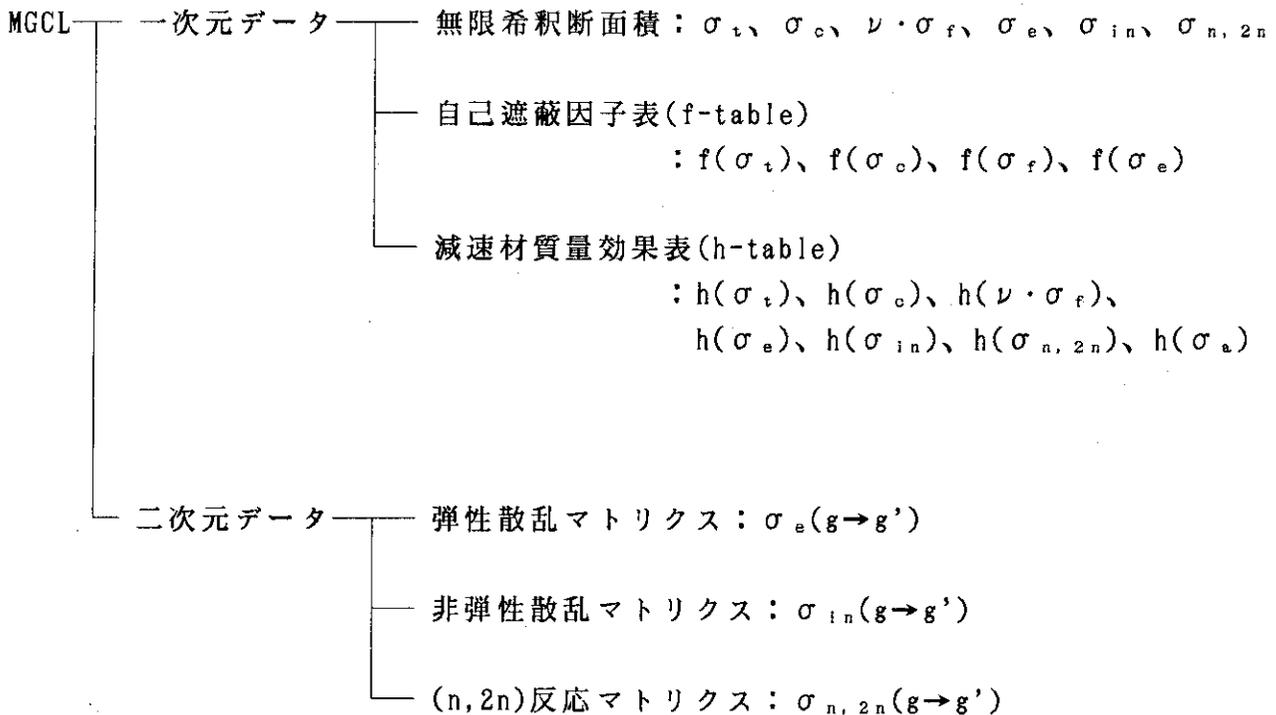
A.1 MGCLの作成方法

MGCLの作成方法を説明する。なお、本節及び A.2節の執筆には三つの文献^{1), 2), 3)}を参照した。

A.1.1 MGCLの位置付け

中性子輸送計算を行うとき、計算ケースごとに核データ(たとえばENDF、JENDL)を処理して断面積セットを作成するのは、効率的ではない。大きな労力を費やして作成した断面積セットが、唯一の計算ケースにしか利用できないからである。そこで、核データをあらかじめ適当に処理して、計算ケースに応じた群定数が簡単に作成できるような情報を用意しておくことがよく行われる。MGCL(Multigroup Constants Library)はこのような目的のために用意された臨界計算用多群定数ライブラリーの一つで、核データをMGCL-ACE¹⁾で処理して作られる。

核データJENDL-3をMGCL-ACEで処理して作成した多群定数ライブラリー(以下 MGCL-J3)は以下に示すように、一次元データ及び二次元データから構成される。たいていはこの二つを併せてMGCLと呼ぶが、一次元データをMGCL、二次元データをSMF(Scattering Matrix File)と分けて呼ぶこともある。



なお、MGCL-B-IVの一次元データには、h-table(狭い共鳴近似を補正した実効微視的断面積を計算するのに必要なデータ)は用意されていない。

A.1.2 一次元データの算出法

1) 無限希釈断面積

多群化された一次元データは、反応率を保存するようにして、次式から求める。

$$\sigma_{x, g}^i = \frac{\int_{E_g} \sigma_x^i(E) \cdot \phi(E) dE}{\int_{E_g} \phi(E) dE} \quad (\text{A.1})$$

ここで、

- i : 核種を表す添字、
- E : 中性子エネルギー、
- x : 反応の種類を表す添字、
- g : 中性子エネルギー群を表す添字、
- $\phi(E)$: 体系の中性子エネルギースペクトル、
- σ : 微視的断面積。

$\sigma_x(E)$ は核データを処理して得られる。 $\sigma_x(E)$ は本来連続的であるが、ここではエネルギー幅の小さい離散的なデータとして扱う。MGCL-ACEでは、中性子エネルギー範囲を64,000群に分割している。ここで重要なのは、 $\sigma_x(E)$ には自分以外の核種の共鳴効果が含まれていないことである。

$\phi(E)$ は体系すなわち計算ケースに依存する。これを精度良く知るためには、減速方程式を解く必要があるが、MGCL-ACEではNR近似に基づく次式で $\phi(E)$ を近似している。

$$\phi(E) = \frac{1}{\Sigma_t(E)} \cdot \phi_s(E) \quad (\text{A.2})$$

式中の $\phi_s(E)$ は標準スペクトルで、MGCL-ACEでは図1に示すfission、 $1/E$ 、マックスウェルの三要素から構成される分布を採用している。 $\Sigma_t(E)$ は巨視的全断面積である。式(A.2)は、 $\Sigma_t(E)$ の大きいところ——たとえば共鳴のあるところ——では中性子束が落ち込むことを表している。この近似は、全エネルギー範囲についてはあまり良い近似ではないが、狭いエネルギー範囲の相対的な中性子束を表現するには割合良い近似であるという。式(A.2)を式(A.1)に代入すると、次式を得る。

$$\sigma_{x, g}^i = \frac{\int_{E_g} \frac{\sigma_x^i(E) \cdot \phi_g(E)}{\Sigma_t(E)} dE}{\int_{E_g} \frac{\phi_g(E)}{\Sigma_t(E)} dE} \quad (\text{A.3})$$

以上で、体系内の自分以外の核種（特に共鳴核種）の存在を考慮した一次元データすなわち微視的断面積を計算する準備ができた。しかし、体系内の各核種の実効果 $\sigma_t(E)$ がまだ未知のため、 $\Sigma_t(E)$ も依然未知である。

ここで、 $\Sigma_t(E)$ について考える。 $\Sigma_t(E)$ と $\sigma_t(E)$ には次の関係がある。

$$\Sigma_t(E) = \sum_{j \in R} \sigma_t^j(E) \cdot N^j \quad (\text{A.4})$$

ここで $j \in R$ は、核種 j が領域 R に含まれることを意味する。今、核種 i に注目してその個数密度 N^i で式(A.4)の両辺を除すと式(A.5)を得る。

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma_t(E)}{N^i} &= \frac{1}{N^i} \sum_{j \in R} \sigma_t^j(E) \cdot N^j \\ &= \sigma_t^i(E) + \frac{1}{N^i} \cdot \sum_{j \neq i} \sigma_t^j(E) \cdot N^j \\ &= \sigma_t^i(E) + \sigma_0 \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

上式の右辺第2項は、注目核種 i 一個当りの、領域 R に含まれる i 以外の核種の微視的全断面積の総和である。上式を式(A.3)に代入すると、 σ_0 を変数にもつ次式を得る。

$$\sigma_{x, g}^i(\sigma_0) = \frac{\int_{E_g} \frac{\sigma_x^i(E) \cdot \phi_g(E)}{\sigma_t^i(E) + \sigma_0} dE}{\int_{E_g} \frac{\phi_g(E)}{\sigma_t^i(E) + \sigma_0} dE} \quad (\text{A.6})$$

式(A.6)より、 σ_0 によって微視的断面積 $\sigma_{x, g}^i$ が決定付けられることがわかる。M GCLには次に示す12種類の σ_0 に対する $\sigma_{x, g}^i$ が用意されている。

0、 0.1、 1、 10、 30、 100、 300、 10^3 、 10^4 、 10^5 、 10^6 、 10^8

$\sigma_0 = \infty$ の時、すなわち注目核種の個数密度が非常に小さい(注目核種の濃度が非常に薄い)、あるいは $\sigma_t^i(E)$ が σ_0 に比べて非常に小さい場合の $\sigma_{x, g}^i$ は無限希釈断面積と

呼ばれる。MGCLでは $\sigma_0 = 10^8$ における $\sigma_{x,g}^i$ を無限希釈断面積と仮定している。

2) 自己遮蔽因子

前節の終りで「12種類の σ_0 に対する $\sigma_{x,g}^i$ が用意されている。」と述べたが、実際には $\sigma_{x,g}^i$ そのものではなく、次に示すデータが用意されている。

$$f_{x,g}^i(\sigma_0) = \frac{\sigma_{x,g}^i(\sigma_0)}{\sigma_{x,g}^i(10^8)} \quad (\text{A.7})$$

式(A.7)の左辺は自己遮蔽因子(seif-shielding factor)と呼ばれる。右辺の分母は $\sigma_0 = 10^8$ における $\sigma_{x,g}^i$ すなわち無限希釈断面積である。各変数 i , x , g 及び σ_0 に対する自己遮蔽因子の集まりを自己遮蔽因子表(f-table)と呼ぶ。

以上の議論では体系の温度については全く触れなかったが、ドップラー効果により共鳴エネルギー領域の断面積の温度依存性は高い。MGCLでは、温度に関する変数を持たず一定としている。その代わりに温度ごとに別々のMGCLを用意している。例えば MGCL-B-IV の場合、次に示す五種類の温度におけるライブラリーがそれぞれ用意されている。

300K、 560K、 900K、 1200K、 2100K

MGCL-J3については、現在20℃のライブラリーを作成中である。以後、ENDF/B-IV に基づく MGCL と同様に、いくつかの温度点のライブラリーを作成する予定である。なおMAIL3.0は、温度の異なる二つのライブラリーの f-table を内挿して、任意の温度の $\sigma_{x,g}^i$ を発生できる。温度内挿の詳細については、A.3節を参照されたい。

3) 狭い共鳴近似の補正

MGCL-ACEでは、体系の中性子スペクトル $\phi(E)$ をNR近似に基づき式(A.2)のように与えている。これに対して、共鳴吸収効果の大きな核種 (^{235}U 、 ^{238}U 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{241}Pu 、 ^{242}Pu 、 ^{58}Fe) では減速方程式を解いて重み中性子スペクトルを求める。1)で述べた12種類の σ_0 の値に対応する体系を次のように設定する。

- 注目核種 i の原子個数密度が 10^{-4} 個/barn·cm、仮想的な減速材核種 ^AX の原子個数密度が $(\sigma_0 \cdot 10^{-4})$ 個/barn·cm の均質体系。
- ^AX の質量数は $A (=1, 12, 200)$ 。
- ^AX の散乱断面積はエネルギーによらず一定(1 barn)。

衝突確率法の計算コード RABBLE³⁾ を用いて、減速方程式を16.4872MeVから1.85539eVまで超多群(MGCL-ACE が採用しているエネルギー分割と同じ64,000群)で解き $\phi(E)$ を求める。超多群の断面積を $\phi(E)$ で重み付けして、高速群での多群断面積 $\sigma^{i,x,s}(\sigma_0, A)$ を算出する。注目核種(上記7核種)に対する f-table 及び h-table は次式で与えられる。

$$f^{i,x,s}(\sigma_0) = \sigma^{i,x,s}(\sigma_0, 1) / \sigma^{i,x,s}(10^8, 1)$$

$$f^{i,x,s}(\sigma_0, A) = \sigma^{i,x,s}(\sigma_0, A) / \sigma^{i,x,s}(\sigma_0, 1)$$

なお、h-table は MGCL-J3 にのみ採用されている。

A.1.3 二次元データの算出法

弾性散乱、非弾性散乱、 $(n, 2n)$ 反応が起ると、その結果中性子が散乱または放出される。このような事象のデータを表すときには、入射中性子のエネルギー E 及び散乱(放出)中性子のエネルギー E' が必要となる。エネルギーについては入射中性子のエネルギーのみを変数にもつ二次元データと対比して、これらを二次元データあるいはSMF(Scattering Matrix File)と呼ぶ。 E 及び E' (g 及び g') の関係は次式から求める。

$$\sigma^i(g \rightarrow g') = \frac{\int_{E_g} \int_{E_{g'}} \sigma^i(E \rightarrow E') dE' \phi(E) dE}{\int_{E_g} \phi(E) dE} \quad (\text{A.8})$$

式(A.8)の $\sigma_x^i(E \rightarrow E')$ は、MGCL-ACE に含まれているプログラム SUPERTOG⁵⁾ (高速群)及び PIXSE⁶⁾ (熱群)で核データを処理して作成する。 $\phi(E)$ には、前に述べた標準スペクトル $\phi_0(E)$ を使う。

SMFには、式(A.8)から得られた $\sigma_x(g \rightarrow g')$ を次のように規格化したデータが収められている。

$$P_x^i(g \rightarrow g') = \frac{\sigma_x^i(g \rightarrow g')}{\sum_{g'} \sigma_x^i(g \rightarrow g')} = \frac{\sigma_x^i(g \rightarrow g')}{\sigma_{x,i,g}} \quad (\text{A.9})$$

上式は、「 g 群の中性子が核種 i と反応 x を起こした時に、 g' 群のエネルギーを持つ中子を放出する確率」を表す。

上に示した考え方は、散乱の角度依存性を考慮していない。MGCLの二次元データでは非弾性散乱及び $(n, 2n)$ 反応 については角度依存性を考慮していないが、弾性散乱については二重微分散乱断面積をルジャンドル展開した時の一次の成分まで考慮している。

この場合、式(A.8)では、 $\sigma_x^i(g \rightarrow g')$ に代って、ゼロ次及び一次の展開係数 $\sigma_{s,0}^i(E \rightarrow E')$ 及び $\sigma_{s,1}^i(E \rightarrow E')$ を用いる。MGCL-J3 では三次の成分まで考慮している。

A.2 断面積セット作成方法

多群定数ライブラリーMGCLをMAIL3.0で処理してKENO、ANISN計算用の断面積セットを作成する方法の概要を述べる。臨界計算の対象となる体系はいくつかの領域(組成による区分。たとえば燃料、被覆材、減速材、反射材、構造材等)から構成されるが、断面積セットは領域単位で分割されている。一領域分のデータは実効巨視的断面積及び巨視的散乱データから成る。

A.2.1 実効微視的断面積の計算

ある領域Rの実効巨視的断面積は、その中に含まれる各核種の実効微視的断面積と個数密度の積の総和である。個数密度は入力データとして与えられるか、あるいは領域の組成からMAIL3.0自身が計算を行う。実効微視的断面積は次の手順で求める。はじめに式(A.10)を使って注目核種のバックグラウンド断面積 σ_0 を求める。

$$\sigma_{0, g}^i = \frac{1}{N^i} \sum_{j \neq i} \sigma_{t, g}^j \cdot N^j \quad (\text{A.10})$$

ここで、

- i, j : 核種を表す添字
- g : 中性子エネルギー群を表す添字、
- N : 原子個数密度、
- σ_t : 微視的全断面積。

$\sigma_{t, g}^j$ は未知であるため、その初期値として σ_t の無限希釈断面積 $\sigma_{t, g}^j(10^0)$ を代用する。式(A.10)から $\sigma_{0, g}^i$ が得られたら、これを次式に代入して $\sigma_{t, g}^j$ を求める。

$$\sigma_{t, g}^j(\sigma_0) = f_{t, g}^j(\sigma_0) \cdot h_{t, g}^j(\sigma_0, A) \cdot \sigma_{t, g}^j(10^0) \quad (\text{A.11})$$

式(A.11)から得られた微視的全断面積 σ_t は、式(A.10)の実行の際に近似を取入れたので、正確な値にはなっていない。そこでこの σ_t をもう一度、式(A.10)に代入して σ_0 を再計算し、続いて σ_t を求める。これを何回か繰り返して正確な σ_t を求める。 $f_{t, g}^j(10^0)$ がある判定値を満足するまで収束したら繰り返しを終える。この一連の計算を全群、全核種について行い、各々の σ_t を求める。

さて、式(A.11)中の $f_{t, g}^j(\sigma_0)$ 及び $h_{t, g}^j(\sigma_0, A)$ は、関数ではなく表の形式(f-table, h-table)で用意されているので、式(A.11)の実行の前に、f-table及びh-tableから

これら二つの値を求める必要がある。

$f_{t,s}(\sigma_0)$ (以下、簡単化して $f(\sigma_0)$ と書く) は、変数 σ_0 について f -table を内挿して求める。 $f(\sigma_0)$ が σ_0 に対して単調増加する場合には、次のように $f(\sigma_0)$ と σ_0 とを関係づける。

$$f(\sigma_0) = A \cdot \tanh\{ B \cdot (\ln \sigma_0 + C) \} + D \quad (\text{A.12})$$

式(A.12)中の定数 A 及び D は次式から求める。

$$A = \{ f(\infty) - f(0) \} / 2 \quad (\text{A.13})$$

$$D = \{ f(\infty) + f(0) \} / 2 \quad (\text{A.14})$$

ここで、 $f(\infty) = 1.0$ である。定数 B 及び C は、式(A.11)から得られた σ_0 を挟む二つの σ_0 (σ_{01} 及び σ_{02}) を用いて次式から求める。

$$B = \frac{\tanh^{-1}\{ \{ f(\sigma_{02}) - D \} / A \} - \tanh^{-1}\{ \{ f(\sigma_{01}) - D \} / A \}}{\ln(\sigma_{02} / \sigma_{01})} \quad (\text{A.15})$$

$$C = \frac{\tanh^{-1}\{ \{ f(\sigma_{01}) - D \} / A \}}{B} - \ln \sigma_{01} \quad (\text{A.16})$$

$f(\sigma_0)$ が σ_0 に対して単調増加でない場合には、式(A.11)から得られた σ_0 を挟む二つの σ_0 (σ_{01} 及び σ_{02}) の間を直線内挿して $f(\sigma_0)$ を求める。 σ_0 が $[10^5, 10^8]$ の区間にある場合には、次式を用いる。

$$f(\sigma_0) = 1 - A / \sigma_0 \quad (\text{A.17})$$

ここで、

$$A = 10^5 \cdot \{ 1 - f(10^5) \} \quad (\text{A.18})$$

h -tableの変数 σ_0 に対する内挿は、 σ_0 の対数値に対して二点の直線内挿を行う。 h -tableのもう一つの変数である質量数 A に関しては、次式で定義される衝突当りの平均レサジー増加量 ξ に対する直線内挿を行う。

$$\xi = 1 + \frac{(A - 1)^2}{2A} \cdot \ln \frac{(A - 1)}{(A + 1)} \quad (\text{A.19})$$

以上 σ_t の計算方法を述べてきたが、 σ_t 以外の反応の実効微視的断面積も、式(A.11)及び式(A.10)を用いて計算する。但し、 σ_t は既に分っているので、両式の繰返しは必要はない。

ここまでは、均質燃料領域あるいは非燃料領域の場合である。球状燃料、棒状燃料、板状燃料が小さい間隔で配列されたような非均質の燃料領域に対しては式(A.10)を次のように修正することで均質領域と同様の処理ができる。

$$(\sigma_{0,s})^* = \sigma_{0,s} + \frac{1}{N^i} \cdot \frac{1}{l'} \quad (\text{A.20})$$

ここで、 l' は平均弦長(mean chord length)と呼ばれる量で、次式で定義される。

$$l' = \frac{4 \cdot V_F}{S_F} \quad (\text{A.21})$$

V_F 、 S_F はそれぞれ燃料の体積、表面積である。ところで、式(A.20)には適用限界があり、厳密には、広大な減速材中に燃料が一つだけ存在する場合にのみ適用できる。そうでない場合(燃料が一定の間隔で連続して並んでいる場合)には実効的な l' として l^* を用いる。

$$\frac{1}{l^*} = \frac{1}{l'} \cdot a \cdot (1-C) = \frac{a \cdot (1-C) \cdot S_F}{4 \cdot V_F} \quad (\text{A.22})$$

a はBell因子(またはLevin因子)、 C ($C \leq 1.0$)はダンコフ補正係数である。燃料が連続して並んでいると、(孤立している場合に比べて)減速材からある燃料に向かって飛ぶ中性子が、介在する別の燃料に吸収されてしまう。つまり、中性子のやりとりが少なくなる。式(A.22)では、この効果を S_F に $(1-C)$ を乗じて表面積を実効的に小さくすることで補正している。

A.2.2 実効巨視的断面積の計算

原子個数密度及び A.2.1項 で得られた実効微視的断面積を用いて、以下のように各反応、各エネルギー群 g 、各領域 R の実効巨視的断面積 Σ_{eff} を求める。なお、 $\sigma_a = \sigma_o + \sigma_f$ である。

$$\Sigma_a^g = \text{Sum}_j N^j \cdot \sigma_a^{j,g} \quad (\text{A.23})$$

$$\Sigma_t^g = \text{Sum}_j N^j \cdot \sigma_t^{j,g} \quad (\text{A.24})$$

$$(\nu \cdot \Sigma_f)^g = \text{Sum}_j N^j \cdot (\nu \cdot \sigma_f)^{j,g} \quad (\text{A.25})$$

A.2.3 巨視的散乱データの計算

原子個数密度、A.2.1項で得られた実効微視的断面積及び SMFデータを用いて、以下のように各群、各領域の巨視的散乱データを求める。

$$\begin{aligned} P_0 \text{成分: } \Sigma_{s,0}(g \rightarrow g') &= \Sigma_{e,0}(g \rightarrow g') + \Sigma_{in}(g \rightarrow g') + \Sigma_{n,2p}(g \rightarrow g') \\ &= \text{Sum}_j N^j \cdot \sigma_e^{j,g} \cdot P_{e,0}^j(g \rightarrow g') \\ &\quad + \text{Sum}_j N^j \cdot \sigma_{in}^{j,g} \cdot P_{in}^j(g \rightarrow g') \\ &\quad + 2 \cdot \text{Sum}_j N^j \cdot \sigma_{n,2p}^{j,g} \cdot P_{n,2p}^j(g \rightarrow g') \end{aligned} \quad (\text{A.26})$$

$$\begin{aligned} P_1 \text{成分: } \Sigma_{s,1}^R(g \rightarrow g') &= \Sigma_{e,1}(g \rightarrow g') \\ &= \text{Sum}_j N^j \cdot \sigma_e^{j,g} \cdot P_{e,2}^j(g \rightarrow g') \end{aligned} \quad (\text{A.27})$$

$$\begin{aligned}
 P_2 \text{成分: } \sum_{e, 2}(g \rightarrow g') &= \sum_{e, 2}(g \rightarrow g') \\
 &= \sum_j N^j \cdot \sigma_{e, 2}^{j, g} \cdot P_{e, 2}^j(g \rightarrow g')
 \end{aligned} \tag{A.28}$$

$$\begin{aligned}
 P_3 \text{成分: } \sum_{e, 3}(g \rightarrow g') &= \sum_{e, 3}(g \rightarrow g') \\
 &= \sum_j N^j \cdot \sigma_{e, 3}^{j, g} \cdot P_{e, 3}^j(g \rightarrow g')
 \end{aligned} \tag{A.29}$$

A.3 f-tableの温度内挿法

MAIL3.0は、温度が異なる(T_1, T_2)二つのMGCLライブラリーを参照して、その間にある任意の温度 T の実効断面積も計算できる。二つのライブラリーの f-table を以下のように対数直線内挿して⁷⁾、入力で指定された温度における自己遮蔽因子を求め、指定温度の実効断面積を計算する。但し、SMFライブラリーの温度内挿は行わないので、プログラム利用者は、指定温度に最も近いSMFを使用しなければならない。

$$f(\sigma_0, T) = f_1 \cdot (f_2 / f_1)^{L(T)} \tag{A.30}$$

ここで、

$$f_1 = f(\sigma_0, T_1)、$$

$$f_2 = f(\sigma_0, T_2)、$$

$$L(T) = \ln(T / T_1) / \ln(T_2 / T_1)。$$

A.4 MGCLの群構造

MGCLはエネルギー群数の点から、26群MGCL と 137群MGCL の二つに分類できる。各々の群構造を表A.1 に示す。137群MGCLは第1群から第92群までを高速群、残りの45群を熱群としている。高速群は等レサジー幅で、熱群のおおよそは等速幅でそれぞれ群分割してある。熱群では上方散乱が考慮されている。

A.5 MGCLに含まれる核種及びその識別子

MGCL-B-IVに含まれる核種及びその識別子を表A.2.1に示す。識別子は8桁の数字で構成され、先頭の1桁目は核データの出典を表す。このライブラリーは主にENDF/B-IVから作られているので、ほとんどの核種の先頭番号が4である。次の2桁は原子量を表す。その次の3桁は質量数を表すが、天然の同位体組成を有する元素の場合には'000'として区別している。末尾の1桁では安定(0)、準安定核種(1)を区別している。

MGCL-J3に含まれる核種及びその識別子を表A.2.2に示す。このライブラリーには、さらに幾つかの核種が追加される予定である。識別子の数字の各桁の意味はMGCL-B-IVのそれと同様で、主な違いは核データの出典を表す先頭の1桁目だけである。

なお、以下に示す二核種だけは例外的な識別子をもつ。

核 種	MGCL-B-IV	MGCL-J3
Zr-nat	4030020	3400000
F-nat	4090000	3090190

A.6 MGCLの記録形式

MGCL-B-IVの記録形式を表A.3.1及びA.3.2に、MGCL-J3の記録形式を表A.4.1及びA.4.4にそれぞれ示す。内容は両者とも同じであるが、MGCL-J3ではメモリースペースを節約するために、一次元データのfテーブルの1.0が連続する部分及び、二次元データの0.0が連続する部分は省略してある。この他MGCL-J3には、臨界計算で重要核種に限り、表A.4.2に示すfテーブル(自己遮蔽因子表)及び表A.4.3に示す記録形式のhテーブル(減速材質量効果因子表)が用意してある。MGCL-B-IVの一次元データと二次元データはそれぞれ別のデータセットに用意されている。MGCL-J3の一次元データ、二次元データ、hテーブルもそれぞれ別のデータセットに用意されている。

A.7 断面積セット記録形式

MAIL3.0はSIMCRI, ANISN, KENO-IV, MULTI-KENO及びMULTI-KENO-II用の各断面積セットを提供する。SIMCRI, KENO-IV, MULTI-KENO用断面積セットは共通である。ANISN用断面積セットの記録形式を表A.5.1から表A.5.3に示す。特に表A.5.3のIHM, IHS, IHTはANISNの入力データの一部(15\$)でもあり、重要な値である。KENO用断面積セットの記録形式を表A.6.1から表A.6.2に示す。この形式の断面積セットはKENO-IVの他に、SIMCRI

及びMULTI-KENOでも参照できる。MULTI-KENO-II用断面積セットの記録形式を表A.7に示す。この断面積セットは基本的にはKENO-IV用と同じで、水素の散乱に関わるいくつかの情報追加されている。

A.8 MAIL3.0に用意されている構造材、減速材、毒物等の原子個数密度

標記データを表A.8.1から表A.8.23に示す。これらのデータの算出にはアボガドロ数として 6.022045×10^{23} を使用した。この値は最近頻繁に更新されており、もし最新の値に基づく原子個数密度を利用したいときには、サブルーチン MATTER の算術式を一つ修正すればよい。

A.9 JCL、論理機番

JCLの一例を表A.9.1に示す。これはMAIL3.0で断面積セットを作成し、続いてMULTI-KENO-IIにより臨界計算を行う場合のJCLである。A.11で述べる出力例はこのJCLに対応している。

MAIL3.0の実行に必要な論理機番の一覧を表A.9.2に示す。

A.10 入力データ例

(1) 原子個数密度計算ルーチンを利用する例(均質ウラン系燃料)

八種類の均質ウラン系燃料の実効微視的断面積を作成する場合の入力データを表A.10.1に示す。いずれの燃料も、MAIL3.0が内蔵する原子個数密度計算ルーチンを利用しているので、燃料の原子個数密度を入力する必要はなく、ウラン濃縮度とウラン濃度だけを入力すればよい。

(2) 原子個数密度計算ルーチンを利用する例(均質プルトニウム系・MOX系燃料及び水)

均質プルトニウム系・MOX系燃料及び水の微視的断面積を作成する場合の入力データを表A.10.2に示す。(1)と同様に、各物質の基本的な組成のみを入力で指定すればよい。

(3) 原子個数密度を直接入力する例(TCA UO₂燃料棒格子)

入力データを表A.10.3に示す。最も一般的な入力例である。臨界集合体 TCAのUO₂燃料棒格子配列系⁸⁾の臨界解析に用いるKENO形式の断面積セットが作成される。領域1はUO₂燃料、領域2はアルミニウム被覆管、領域3は水減速材である。領域1の入力データの最後のカードは、実効微視的断面積の計算に燃料の非均質効果を取入れるための情報である。

(4) 原子個数密度を直接入力する例(TCA MOX燃料棒格子)

入力データを表A.10.4に示す。TCAのMOX($\text{PuO}_2 + \text{UO}_2$)燃料棒格子配列系⁸⁾の臨界解析に用いるKENO形式の断面積セットが作成される。領域1は PuO_2 燃料、領域2はジルカロイ-2被覆管、領域3は水減速材である。

(5) 原子個数密度を直接入力する例(McNeany and Jenkins No.5⁹⁾)

図A.10.1に示す体系の実効中性子増倍率をMULTI-KENO-IIで計算するための準備として、表A.10.5に示す入力データに基づきMAIL3.0を実行しようとするものである。体系中央にある円筒の形をした UO_2F_2 水溶液を領域1、その周囲の減速材(水素と炭素の混合物)を2としている。

A.11 出力例

以下の二つの手続きを連続して実行した場合のラインプリンタ出力を付録Bに示す。

- ① 表A.10.5に示す入力データに基づきMAIL3.0を実行し、MULTI-KENO-II用の断面積セットを作成する。
- ② ①で作成した断面積セットを参照してMULTI-KENO-IIを実行し、図A.1に示す体系の実効中性子増倍率を計算する。

A.12 MAIL3.0の実行にあたっての諸注意事項

(1) 領域あたりの核種数と記憶場所の数の関係

MAIL3.0の実行にあたって必要となる記憶場所の数は、参照するMGCLライブラリーのエネルギー群数と、最も多い核種で構成される領域の核種数で決定付けられる。具体的には以下の式で与えられる。

$$(\text{記憶場所の数}) = (\text{エネルギー群数}) \times (\text{最大核種数}) \times 130 \times 2$$

MAIL3.0は、表A.11に示すように主プログラムの配列Aで記憶場所の数を指定している。表にあるように配列Aの寸法は600,000なので、137群MGCLを参照する場合には最大で一領域あたり16核種、26群MGCLの場合には88核種まで許される。もし一領域あたりこれ以上の核種数を必要とする場合には、上式にしたがって記憶場所の数を求め、配列Aの寸法を変更しなければならない。

(2) fテーブルの温度内挿

MAIL3.0は、機番11及び12に割当てられた核種温度(T_1 , T_2)が異なるMGCLライブラリーの各fテーブルを温度内挿して、任意の温度 T ($T_1 < T < T_2$)の実効断面

積を計算できる。但しSMFライブラリーの温度内挿はできないので、温度 T_1 及び T_2 のSMFライブラリーのうち T に直近の核種温度のライブラリーを機番31に割当てることになる。

(3) h テーブル

h テーブル(核種限定)は、現在、137群 20℃のMGCL-J3にのみ用意されている。MGC L-B-IVには用意されていない。

参 考 文 献

- 1) Y.Naito, et al., "MGCL-PROCESSOR: A Computer Code System for Processing Multi-group Constants Library MGCL," JAERI-M 9396(1981)
- 2) 松村哲夫, 三村昌弘, 内藤俣孝, "軽水炉用多群定数ライブラリーの開発," 電力中央研究所報告 研究報告:279065(1980)
- 3) 第17回『炉物理夏期セミナー』テキスト 日本原子力学会編
- 4) P.H.Kier and A.A.Robba, "RABBLE, A Program for Computation of Resonance Absorption in Multiregion Reactor Cells," ANL-7326(1967)
- 5) R.Q.Wright, N.M.Greene, J.L.Lucius and C.W.Craven, Jr., "SUPERTO: A Program to Generate Fine Group Constants and P_n Scattering Matrices from ENDF/B," ORNL-TM-2679(1969)
- 6) J.D.Macdougall, "PIXSE," AEEW-M-318(1963)
- 7) Y.Gur and S.Yiftah, "Practical Formulaisms for Nuclear Data Representation in Evaluated Nuclear Data Files in the Unresolved Resonance Energy Region," Nuclear Science and Engineering, vol.65, p.468-476(1978)
- 8) T.Harumichi, et al., "Critical Sizes of Light-Water Moderated UO_2 and PuO_2 Lattices," JAERI 1254(1977)
- 9) 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)

付録B MAIL3.0出力例

(MAIL3.0及びMULTI-KENO-IIの組合せによる臨界計算)

```

J E S   J O B   L O G   --   S Y S T E M   S Y S B   --   N O D E   S U N
10.09.06 JOB 5651 SEND ' 5651 F3069991 JOB ACCEPTED
12.33.23 JOB 5651 KDS406131 THE USER'S LAST ACCESS DATE(1990.02.23),TIME(11:41:45),
12.33.23 JOB 5651 JEM3731 F3069991 STARTED - INIT 12 - CLASS F - SYS SYSC
12.33.23 JOB 5651 ACT1400 JOB (F3069991) START. TIME=12:33:23
12.33.49 JOB 5651 ACT1401 CODE=0004 STEP (FORT77 ) END. PGM =JZK&FORT
12.34.07 JOB 5651 ACT1401 CODE=0000 STEP (LINK ) END. PGM =JQAL
12.35.31 JOB 5651 ACT1401 CODE=0000 STEP (CRUN ) END. PGM =TEMPNAME
12.35.37 JOB 5651 ACT1401 CODE=0004 STEP (FORT77 ) END. PGM =JZK&FORT
12.36.39 JOB 5651 ACT1401 CODE=0000 STEP (LINK ) END. PGM =JQAL
14.02.27 JOB 5651 JEM3751 F3069991 ESTIMATED LINES EXCEEDED
14.02.27 JOB 5651 +JZL2401-U (ABEND) I/O IS HALTED, CODE=50722-U0000 PSW=FF85006F500D4A9E SDWA=006611268
14.02.30 JOB 5651 JDJ4501 F3069991 RUN ABEND S722 U0000
14.02.32 JOB 5651 ACT1401 CODE=*722 STEP (CRUN ) END. PGM =TEMPNAME
14.02.32 JOB 5651 ACT1402 CODE=*722 JOB (F3069991) END. TIME=14:02:32 << YU.KOMURO >>
14.02.32 JOB 5651 JEM3951 F3069991 ENDED

E20 V10L20 <<< JCL STATEMENTS LIST >>> DATE 02/22/90 TIME 10:09
1 //F3069991 JOB ('124930690943
// T.07W.01C.05I.04E.00',GRP0PN
// YU.KOMURO ,CLASS=F,PRTY=02,TIME=(0020.00),
// MSGCLASS=S,MSGLEVEL=(2,0,1),
// NOTIFY=J3069,
// USER=J3069,GRP=0943,PASSWD=
***JOBPARM S=ANY,R=3069,L=0003,C=0000000
*****
*** LIST OF PRIVATE PROC *****
*****
***** LIST OF USER JCL *****
*****
2 // EXEC FORT77,
// SO='J3069.MAILB.FORT',
// Q='',
// A='ELM(*)',
11 // EXEC LKED77
28 // EXEC GO
34 //FT05F001 DD DSN=J3069.MCNEANY.DATA(MMJ5K),DISP=SHR,LABEL=(,//IN) 00001000
36 //FT11F001 DD DSN=J3069.MGCLNEW1.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,//IN) 00001100
37 //FT21F001 DD DSN=J1446.RAB89B.HTABLE.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,//IN) 00001110
38 //FT31F001 DD DSN=J3069.SMFNEW1.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,//IN) 00001200
39 // EXPAND TPDISK,
// DDN=FT02F001,
// RECFM=VBS,
// SIZE=19064,
// BSIZ=19068,
// DSM=A,
42 // SPC='30,10',
// EXPAND DISKPSM,
// DDN=FT03F001,
// DSN=B
***
45 // EXEC FORT77,
// SO='J7042.MKEN04.FORT',
// Q='',
// A='ELM(*)',
54 // EXEC LKEDIT77,
// LM='J3069.MKENOHEX',
// A='LREP(JMF,JMP)',
// GRLIB=PNL

```

```

73 // EXEC GO,
// OBSIZE=137
//FT05F001 DD DSN=J3069.MCNEANY.DATA(KMJ5),DISP=SHR,LABEL=(,/,IN) 00002000
80 //FT06F001 DD SYSOUT=* ,DCB=(RECFM=FA,BLKSIZE=137,LRECL=137) 00002100
81 //FT10F001 DD SPACE=(TRK,(20,20)),UNIT=WK10 00002200
82 //FT18F001 DD SPACE=(TRK,(20,20)),UNIT=WK10 00002300
83 //FT22F001 DD DSN=J7042.MSX.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,/,IN) 00002400
84 // EXPAND DISKPSO,
// DDM=FT41F001,
// DSN=B 00002600
87 //FT51F001 DD SPACE=(TRK,(20,20)),UNIT=WK10
88 // EXPAND GRNLP,
// SYSOUT=G
//
** WRN **
** WRN **

<<< SYSTEM MESSAGES LIST >>>

28 JDJ686I DDNAME REFERRED TO ON DDNAME KEYWORD IN PRIOR STEP WAS NOT RESOLVED
73 JDJ686I DDNAME REFERRED TO ON DDNAME KEYWORD IN PRIOR STEP WAS NOT RESOLVED
KDS40613I THE USER'S LAST ACCESS DATE(1990.02.22),TIME(11:41:45).
JDJ142I F3069991 FORT77 / START 90053.1233 CPU OMIN 02.17SEC SRB OMIN 00.02SEC VIRT 1024K
JDJ373I STEP/FORT77 / STOP 90053.1233 EXCP 344TIMES
JDJ374I STEP/FORT77 / STOP 90053.1233 CPU OMIN 00.20SEC SRB OMIN 00.03SEC VIRT 544K
ACT0611 SYSTEM ( SYSC M-780 ) EXCP 923TIMES
JDJ142I F3069991 LINK - STEP WAS EXECUTED - COND CODE 0000
JDJ373I STEP/LINK / START 90053.1233 CPU OMIN 01.28SEC SRB OMIN 00.20SEC VIRT 3816K
JDJ374I STEP/LINK / STOP 90053.1235 EXCP 2128TIMES
ACT0611 SYSTEM ( SYSC M-780 ) EXCP 206TIMES
JDJ142I F3069991 FORT77 - STEP WAS EXECUTED - COND CODE 0000
JDJ373I STEP/FORT77 / START 90053.1235 CPU OMIN 02.06SEC SRB OMIN 00.01SEC VIRT 1024K
JDJ374I STEP/FORT77 / STOP 90053.1235 CPU OMIN 02.06SEC SRB OMIN 00.07SEC VIRT 544K
ACT0611 SYSTEM ( SYSC M-780 ) EXCP 1752TIMES
JDJ142I F3069991 LINK - STEP WAS EXECUTED - COND CODE 0000
JDJ373I STEP/LINK / START 90053.1235 CPU OMIN 00.38SEC SRB OMIN 00.07SEC VIRT 544K
JDJ374I STEP/LINK / STOP 90053.1236 CPU OMIN 00.38SEC SRB OMIN 00.07SEC VIRT 544K
ACT0611 SYSTEM ( SYSC M-780 ) EXCP 1752TIMES
JZL240I -U (ABEND) I/O IS HALTED, CODE=50722-U0000 PSW=FF85006F50DD4A9E SDWA=00611268
JDJ472I F3069991 RUN - COMPLETION CODE - SYSTEM=722 USER=0000
JDJ242I ALLOC. FOR F3069991 RUN AT ABEND
JDJ237I VPCS ALLOCATED TO SUBSYS
JDJ237I 345 ALLOCATED TO STEPLIB
JDJ237I JES ALLOCATED TO SYSRINT
JDJ237I 77A ALLOCATED TO FT05F001
JDJ237I 11A ALLOCATED TO SYS00624
JDJ237I JES ALLOCATED TO FT06F001
JDJ237I 542 ALLOCATED TO FT10F001
JDJ237I 541 ALLOCATED TO FT18F001
JDJ237I 777 ALLOCATED TO FT22F001
JDJ237I 345 ALLOCATED TO FT41F001
JDJ237I 767 ALLOCATED TO FT51F001
JDJ237I 550 ALLOCATED TO MPTMST
JDJ237I JES ALLOCATED TO GDFILE
JDJ285I SYS90053.T123323.SV455.F3069991.R0000008 SUBSYSTEM
JDJ285I SYS90053.T123323.SV455.F3069991.LM DELETED
JDJ285I VOL SER NOS= WK345. SYSOUT
JDJ285I JESF-JOB3651.S00111 KEPT
JDJ285I J3069.MCNEANY-.DATA
JDJ285I VOL SER NOS= USER7A.

```

```

JDJ2851 CATALOG.UCAT11A KEPT
JDJ2851 VOL SER NOS= USER1A.
JDJ2851 JESF.JOB05651.S00112 SYSOUT
JDJ2851 SYS90053.T123323.SV455.F3069991.R0000009 DELETED
JDJ2851 VOL SER NOS= WKC542. DELETED
JDJ2851 SYS90053.T123323.SV455.F3069991.R0000010 DELETED
JDJ2851 VOL SER NOS= WKC541. KEPT
JDJ2851 J7042.MSX.DATA PASSED
JDJ2851 VOL SER NOS= TDS777. DELETED
JDJ2851 SYS90053.T123323.SV455.F3069991.B KEPT
JDJ2851 VOL SER NOS= WKC345. SYSOUT
JDJ2851 SYS90053.T123323.SV455.F3069991.R0000011 DELETED
JDJ2851 VOL SER NOS= WKC767.
JDJ2851 SYS1.KPATNLIB
JDJ2851 VOL SER NOS= PGC550.
JDJ2851 JESF.JOB03651.S00113
JDJ3741 STEP/RUN / START 90053.1236 14MIN 50.65SEC SRB OMIN 00.05SEC VIRT 4208K
JDJ3741 STEP/RUN / STOP 90053.1402 CPU EXCP
ACT0611 SYSTEM ( SYSC M-780 ) EXCP
JDJ2851 SYS90053.T123323.SV455.F3069991.A DELETED
JDJ2851 VOL SER NOS= WKC541. DELETED
JDJ2851 SYS90053.T123323.SV455.F3069991.B DELETED
JDJ2851 VOL SER NOS= WKC345.
JDJ3751 JOB/F3069991/ START 90053.1233
JDJ3761 JOB/F3069991/ STOP 90053.1402 CPU 14MIN 56.74SEC SRB OMIN 00.38SEC

```

```

*****
*** USER NAME <<YU.KOMURO >> SECTION NO << G0943 >> *****
*****
*** JOB NUMBER ... 5651 RUNNING DATE ... 1990/02/22 ***
*** JOB NAME ... F3069991 USER-ID ... J3069 ***
*** JOB CLASS ... F JOB PRIORITY ... 02 ***
*** TOTAL JOB STEPS ... 6 COMPLETION CODE ... 0004 ***
*** CPU TIME ... 0H14M56S74 I I/O ACCESS FILES ACCESS ***
*** SRB TIME ... 0H 0M 0S38 I DISK ... 50 5767 ***
*** JOB START DATE ... 1990/02/22 I TAPE ... 0 0 ***
*** TIME ... 12H33M23S42 I TOTAL ... 5767 ***
*** JOB END DATE ... 1990/02/22 I VIO PAGE IN ... 0 ***
*** TIME ... 14H 2M32S61 I VIO PAGE OUT ... 0 ***
*** ELAPSED TIME ... 1H29M 9S19 I *****
*** PAGE IN ... 216 STORAGE REQ'D(MAX) ... 5184 KB ***
*** PAGE OUT ... 861 STORAGE USED (MAX) ... 4208 KB ***
*****
*** ROOM-LIMIT-CPU ROOM-USED-CPU USER-LIMIT-CPU USER-USED-CPU *****
*** XH XM XSXX XH XM XSXX XH XM XSXX XH XM XSXX *****
*****
FORTRAN 77 V10L31 FLTRN DATE 90.02.22 TIME 12.33.25
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(FLTRN ),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(HITC ),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(MAIO ),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(START ),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(ISO ),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(P1 ),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(LATPTS),FLAG(I),OPTIMIZE(2)
A DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INITIAL VALUE FOR THE COMMON
JZK5151-W NAM:LAT

```

FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(WARR)-FLAG(I),OPTIMIZE(2)
 JZK602I-W ISN:0000004 NAM:IPLUS THE DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INVALID TYPE INITIAL VALUE FOR
 THE NAME.
 SPECIFIED OPTIONS: OPTIMIZE(2),LINECOUNT(0),NOS,ELM(*),NOMAP
 END OF COMPILATION

PAGE 1

LINKAGE EDITOR DATE 90.02.22 TIME 12.35.52

OPTIONS SPECIFIED - NOMAP,LIST,SECTION=24,LET
 SIZE1 <DEFAULT VALUE>= 524288
 SIZE2 <DEFAULT VALUE>= 83968
 MAX. LENGTH OF OUTPUT TEXT BLOCK = 18432
 LINECOUNT = 60

** MEMBER NAME ** TEMPNAME NOW ADDED TO LIBRARY.
 ** OUTPUT LIBRARY NAME ** SYS90053.T12323.SV455.F3069991.LM
 AUTHORIZATION CODE IS 0.

** TTR ** (0 / 3 - 12 / 8)
 LOAD MODULE IS BASIC PROGRAM WITH 24-BIT ADDRESSING MODE.
 **NOW 17 TRACK(S) LEFT UNUSED IN DATA SET COVERING 1 EXTENT(S).

***** PROGRAM MAIL *****

NUMBER OF REGIONS --- 2 (26/137)
 NUMBER OF ENERGY GROUPS --- 137 (0/1/2/3/4 : MICRO/ANISM/KENO/ANIS&KENO/MULTI-KENO)
 CALC. OPTION --- 4 (0/1 : NO /PRINT)
 MACRO X-SEC PRINT OPTION --- 0 (0/1 : NO /P3)
 REQUIRED PL ORDER --- 3 (1/3 : P1 / P3)
 TEMPERATURE INTERPOLATION --- 0 (0/1 : NO /YES)
 MODERATER MASS EFFECT --- 1 (0/1 : NO / YES)

* REGION -1- M&J NO.5 / MKENO-II / JENDL-3 , P3 , FUEL 00000200
 USED AREA --- 367235 WITHIN --- 600000
 NUCLIDE NUMBER DENSITY (A/BARN-CM)

3922330	8.5750E-04
3922340	4.6710E-06
3922350	3.4450E-07
3922380	6.1240E-06
3010010	6.3540E-02
3080160	3.3510E-02
3090190	1.7370E-03
NMAX ---	7
IREG ---	0
IPRINT ---	0
NSTOP ---	10
EPSL ---	1.0000E-04

* REGION -2- M&J NO.5 / MKENO-II / JENDL-3 , P3 , HYDROGEN & CARBON 00000800
 USED AREA --- 104905 WITHIN --- 600000
 NUCLIDE NUMBER DENSITY (A/BARN-CM)

3010010	7.7340E-02
3060120	3.8670E-02
NMAX ---	2
IREG ---	0
IPRINT ---	0
NSTOP ---	10
EPSL ---	1.0000E-04
USED AREA ---	151607 WITHIN --- 600000

***** PROGRAM MAIL SUCCESSFULLY ENDED. *****
 FORTRAN 77 V10L31 BADNOM DATE 90.02.22 TIME 12.35.53
 PAGE 1

```

FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(BADMOM), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK5231-I NAM:MIX THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:NM THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:NDU THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(BEGIN ), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK4271-W ISN:00000079 THIS FORTRAN STATEMENT IS NON-STANDARD SYNTAX NOTATION.
JZK5231-I NAM:ALEAK THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:AMABS THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:BALNCE THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:DELX THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:DELY THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:DIFK THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FFK THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FG THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FLEAKT THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FMBABST THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FMFIST THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FN THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FSPH THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:FSMIC THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:JBOX THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:REFC THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:TLEAK THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(GETMUS), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK0251-W ISN:00000002 THIS NOTATION IS NON-STANDARD.
JZK4271-W ISN:00000002 THIS FORTRAN STATEMENT IS NON-STANDARD SYNTAX NOTATION.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(INPUT ), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK4271-W ISN:00000176 THIS FORTRAN STATEMENT IS NON-STANDARD SYNTAX NOTATION.
JZK5231-I NAM:JBOX THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(KENO ), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK5831-I ISN:00000503 COL:000009 W >= D + 3 IS BETTER.
JZK5231-I NAM:DEM THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK6021-W ISN:00000033 NAM:END THE DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INVALID TYPE INITIAL VALUE FOR THE NAME.
JZK6021-W ISN:00000033 NAM:CASE THE DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INVALID TYPE INITIAL VALUE FOR THE NAME.
JZK6021-W ISN:00000033 NAM:RUN THE DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INVALID TYPE INITIAL VALUE FOR THE NAME.
JZK6021-W ISN:00000034 NAM:LYES THE DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INVALID TYPE INITIAL VALUE FOR THE NAME.
JZK6021-W ISN:00000034 NAM:NO THE DATA OR TYPE STATEMENT DEFINES AN INVALID TYPE INITIAL VALUE FOR THE NAME.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(SEL2 ), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK5231-I NAM:CAN THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:LCOH THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:LCOHC THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:LINC THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:LINCC THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:LINE THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:LINEC THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:NOALL THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
JZK5231-I NAM:SAM THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
FORTRAN 77 ERROR MESSAGES: PROGRAM NAME(XSTAPE), FLAG(I), OPTIMIZE(2)
JZK5231-I NAM:DEM THIS NAME IS DECLARED BUT NOT USED IN THIS PROGRAM UNIT.
SPECIFIED OPTIONS: OPTIMIZE(2), LINECOUNT(0), NOS/ELM(*), NOMAP
END OF COMPILATION

```

```

JQA0001 INCLUDE      OLDLM(TEMPNAME).
JQA0001 ENTRY      MAIN
JQA0001 NAME      TEMPNAME(R)
** MEMBER NAME ** TEMPNAME WAS NOT FOUND BUT HAS BEEN ADDED TO LIBRARY.
** OUTPUT LIBRARY NAME ** SYS90053.T123323.SV455.F3069991.LM
** OUTPUT LIBRARY NAME ** SYS90053.T123323.SV455.F3069991.LM
AUTHORIZATION CODE IS 0 .
** TTR ** ( 0 / 3 - 26 / 4)
LOAD MODULE IS BASIC PROGRAM WITH 24-BIT ADDRESSING MODE.
**NDW 3 TRACK(S) LEFT UNUSED IN DATA SET COVERING 1 EXTENT(S).

```

MAX. LENGTH OF OUTPUT TEXT BLOCK = 18432
LINECOUNT = 60

00000010
00000020
00000030

INPUT DATA IMAGE LIST

CARD	1	2	3	4	5	6	7	8
SEQ.	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	5	5	5	5	5	5	5

NUCLIDE = 1 M&J NO.5 / MKENO-II / JENDL-3 / P3 / FUEL
 NUCLIDE = 2 M&J NO.5 / MKENO-II / JENDL-3 / P3 / HYDROGEN & CARBON
 M&J NO.5

GEOMETRY DESCRIPTION
 REGION

0 SUPER BOX 1 NBOX = 1 NBXMAX = 1 NBYMAX = 1 NBZMAX = 1
 REGION

1 BOX TYPE 1
 REGION

1 CYLINDER 1 RADIUS = 7.5500E+00 +Z = 2.4000E+01 -Z = 0.0
 2 CYLINDER 2 RADIUS = 2.7550E+01 +Z = 2.4000E+01 -Z = -2.0000E+01
 3 CUBOID 0 +X = 2.7550E+01 -X = -2.7550E+01 +Y = 2.7550E+01 -Y = -2.7550E+01 +Z = 2.4000E+01 -Z = -2.0000E+01

CELL BDY.
 1 CELL BDY 0 +X = 2.7550E+01 -X = -2.7550E+01 +Y = 2.7550E+01 -Y = -2.7550E+01 +Z = 2.4000E+01 -Z = -2.0000E+01
 2 CUBOID 0 +X = 2.7550E+01 -X = -2.7550E+01 +Y = 2.7550E+01 -Y = -2.7550E+01 +Z = 2.4000E+01 -Z = -2.0000E+01

REFLECTOR
 1 CORE BDY 0 +X = 2.7550E+01 -X = -2.7550E+01 +Y = 2.7550E+01 -Y = -2.7550E+01 +Z = 2.4000E+01 -Z = -2.0000E+01
 2 CUBOID 0 +X = 2.7550E+01 -X = -2.7550E+01 +Y = 2.7550E+01 -Y = -2.7550E+01 +Z = 2.4000E+01 -Z = -2.0000E+01

M&J NO.5
 WEIGHTING FUNCTION
 BOX TYPE 1

GROUP WTLW WTAVG WT HI

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

1 0.166667 0.500000 1.500000
 GROUPS I TO 137 SAME AS ABOVE

FEW GROUP PARAMETER -- NFEG 0
 STORAGE LOCATIONS REQUIRED FOR THIS JOB = 492014
 REMAINING AVAILABLE LOCATIONS = 456071

M&J NO.5
 VOLUMES
 SUPER BOX TYPE 1
 BOX TYPE 1

REGION DEFINED BY GEOMETRY CARD 1 VOLUME = 4.29788E+03 CM**3

REGION DEFINED BY GEOMETRY CARD 2 VOLUME = 1.00619E+05 CM**3

REGION DEFINED BY GEOMETRY CARD 3 VOLUME = 2.86674E+04 CM**3

REFLECTOR VOLUMES - GEOMETRY CARD 4 IS THE CELL BOUNDARY CARD

REGION DEFINED BY GEOMETRY CARD 5 VOLUME = 0.0 CM**3

CUMULATIVE VOLUME = 4.29788E+03 CM**3

CUMULATIVE VOLUME = 1.04917E+05 CM**3

CUMULATIVE VOLUME = 1.33584E+05 CM**3

CUMULATIVE VOLUME = 1.33584E+05 CM**3

TOTAL VOLUMES
 1 4.29788E+03
 2 1.00619E+05
 3 2.86674E+04.
 REFLECTOR VOLUMES - GEOMETRY CARD 6 IS THE CORE BOUNDARY CARD
 REGION DEFINED BY GEOMETRY CARD 7 VOLUME = 0.0
 CUMULATIVE VOLUME = 1.35584E+05 CM**3
 CM**3

TOTAL VOLUMES
 1 4.29788E+03
 2 1.00619E+05
 3 2.86674E+04
 4 0.0
 5 0.0
 6 0.0
 7 0.0

VOLUME FRACTION OF THE CORE CONTAINING FISSILE MATERIAL= 0.32174E-01
 START TYPE = 0
 THE NEUTRONS WERE STARTED IN THE ARRAY WITH A FLAT DISTRIBUTION.
 600 NEUTRONS WERE INITIALLY STARTED
 0.01017 MINUTES WERE REQUIRED FOR STARTING.

GENERATION	K-EFFECTIVE	ELAPSED TIME(MIN)	AVG. K-EFF	DEVIATION	MATRIX K-EFF
1	9.89816E-01	1.37833E-01	1.00000E+00	0.0	0.0
2	9.90342E-01	2.50667E-01	1.00000E+00	0.0	0.0
3	1.00365E+00	3.69333E-01	1.00365E+00	0.0	0.0
4	1.03702E+00	5.02167E-01	1.02034E+00	1.66875E-02	0.0
5	1.01917E+00	6.30167E-01	1.01995E+00	9.66747E-03	0.0
6	9.49173E-01	7.76667E-01	1.00225E+00	1.89614E-02	0.0
7	9.11829E-01	9.17500E-01	9.84168E-01	2.32959E-02	0.0
8	9.77140E-01	1.04633E+00	9.82997E-01	1.90574E-02	0.0
9	1.07219E+00	1.16717E+00	9.95738E-01	2.05369E-02	0.0
10	1.02551E+00	1.29000E+00	9.99459E-01	1.81670E-02	0.0
11	1.00601E+00	1.42550E+00	1.00019E+00	1.60428E-02	0.0
12	1.03854E+00	1.55800E+00	1.00402E+00	1.48567E-02	0.0
13	8.92938E-01	1.69017E+00	9.93923E-01	1.68062E-02	0.0
14	9.53502E-01	1.81817E+00	9.90555E-01	1.57070E-02	0.0
15	1.03863E+00	1.95317E+00	9.94253E-01	1.49141E-02	0.0
16	9.79475E-01	2.08967E+00	9.93197E-01	1.38480E-02	0.0
17	1.03620E+00	2.21983E+00	9.96064E-01	1.32068E-02	0.0
18	9.83456E-01	2.34700E+00	9.95276E-01	1.23788E-02	0.0
19	9.82845E-01	2.48567E+00	9.94545E-01	1.16537E-02	0.0
20	1.09721E+00	2.60900E+00	1.00025E+00	1.23799E-02	0.0
21	9.68108E-01	2.74033E+00	9.98556E-01	1.18333E-02	0.0
22	1.07336E+00	2.87483E+00	1.00230E+00	1.18360E-02	0.0
23	9.79788E-01	3.00717E+00	1.00122E+00	1.13087E-02	0.0
24	1.10497E+00	3.14133E+00	1.00594E+00	1.17729E-02	0.0
25	1.01489E+00	3.27333E+00	1.00633E+00	1.12546E-02	0.0
26	9.43074E-01	3.42367E+00	1.00369E+00	1.10935E-02	0.0
27	9.95499E-01	3.56533E+00	1.00336E+00	1.06474E-02	0.0
28	9.83831E-01	3.70767E+00	1.00261E+00	1.02553E-02	0.0
29	9.24288E-01	3.84700E+00	9.99720E-01	1.02828E-02	0.0
30	9.93373E-01	3.99633E+00	9.99493E-01	9.91214E-03	0.0
31	1.04202E+00	4.13633E+00	1.00096E+00	9.67804E-03	0.0
32	9.69034E-01	4.26333E+00	9.99895E-01	9.40846E-03	0.0
33	9.58684E-01	4.40083E+00	9.98566E-01	9.19744E-03	0.0
34	1.05662E+00	4.53317E+00	1.00038E+00	9.08848E-03	0.0
35	9.64918E-01	4.66833E+00	9.99305E-01	8.87343E-03	0.0
36	1.08294E+00	4.79350E+00	1.00176E+00	8.95680E-03	0.0
37	1.01325E+00	4.92933E+00	1.00209E+00	8.70408E-03	0.0
38	1.06176E+00	5.07333E+00	1.00375E+00	8.62003E-03	0.0
39	1.02417E+00	5.18050E+00	1.00430E+00	8.39913E-03	0.0
40	1.09567E+00	5.31000E+00	1.00671E+00	8.52255E-03	0.0
41	1.02056E+00	5.45633E+00	1.00706E+00	8.30909E-03	0.0

42	1.00730E+00	5.58867E+00	1.00707E+00	8.09987E-03	0.0
43	9.98228E-01	5.72817E+00	1.00685E+00	7.90202E-03	0.0
44	9.40522E-01	5.86250E+00	1.00527E+00	7.87182E-03	0.0
45	1.09162E+00	5.98367E+00	1.00728E+00	7.94650E-03	0.0
46	1.05543E+00	6.11300E+00	1.00837E+00	7.83942E-03	0.0
47	9.53102E-01	6.24567E+00	1.00714E+00	7.76380E-03	0.0
48	1.01774E+00	6.37535E+00	1.00737E+00	7.59378E-03	0.0
49	1.06906E+00	6.50417E+00	1.00869E+00	7.54659E-03	0.0
50	9.36990E-01	6.64117E+00	1.00719E+00	7.53889E-03	0.0
51	1.02180E+00	6.77967E+00	1.00749E+00	7.38904E-03	0.0
52	9.95872E-01	6.92100E+00	1.00726E+00	7.24372E-03	0.0
53	9.81878E-01	7.04450E+00	1.00676E+00	7.11887E-03	0.0
54	9.83855E-01	7.18033E+00	1.00632E+00	6.99413E-03	0.0
55	9.89727E-01	7.31500E+00	1.00601E+00	6.86939E-03	0.0
56	1.07671E+00	7.44733E+00	1.00732E+00	6.86614E-03	0.0
57	1.03651E+00	7.58183E+00	1.00785E+00	6.75929E-03	0.0
58	9.42854E-01	7.71833E+00	1.00669E+00	6.74143E-03	0.0
59	1.08701E+00	7.85567E+00	1.00809E+00	6.76960E-03	0.0
60	1.01768E+00	7.97435E+00	1.00826E+00	6.65361E-03	0.0
61	9.52458E-01	8.12000E+00	1.00731E+00	6.60846E-03	0.0
62	9.49130E-01	8.25700E+00	1.00634E+00	6.56946E-03	0.0
63	1.07174E+00	8.39300E+00	1.00742E+00	6.54977E-03	0.0
64	9.86666E-01	8.52217E+00	1.00708E+00	6.45118E-03	0.0
65	9.05979E-01	8.66800E+00	1.00547E+00	6.54863E-03	0.0
66	9.66983E-01	8.81267E+00	1.00487E+00	6.47311E-03	0.0
67	9.55753E-01	8.95200E+00	1.00412E+00	6.41770E-03	0.0
68	9.40925E-01	9.08117E+00	1.00316E+00	6.39228E-03	0.0
69	9.68079E-01	9.20633E+00	1.00264E+00	6.31742E-03	0.0
WARNING - ONLY 596 INDEPENDENT FISSION POINTS WERE GENERATED.					
70	8.88523E-01	9.33917E+00	1.00096E+00	6.44474E-03	0.0
71	9.21102E-01	9.48550E+00	9.99800E-01	6.45420E-03	0.0
72	9.81526E-01	9.62167E+00	9.99539E-01	6.36661E-03	0.0
73	1.00417E+00	9.75500E+00	9.99604E-01	6.27711E-03	0.0
74	1.01988E+00	9.88167E+00	9.99886E-01	6.19587E-03	0.0
75	9.65350E-01	1.00175E+01	9.99412E-01	6.12889E-03	0.0
76	8.99068E-01	1.01613E+01	9.98056E-01	6.19593E-03	0.0
77	9.97092E-01	1.02995E+01	9.98043E-01	6.11294E-03	0.0
78	9.47967E-01	1.04432E+01	9.97384E-01	6.06813E-03	0.0
WARNING - ONLY 579 INDEPENDENT FISSION POINTS WERE GENERATED.					
79	8.56174E-01	1.05840E+01	9.95550E-01	6.26359E-03	0.0
80	8.95351E-01	1.07207E+01	9.94266E-01	6.31483E-03	0.0
81	9.82038E-01	1.08565E+01	9.94111E-01	6.23659E-03	0.0
82	9.04035E-01	1.09962E+01	9.92985E-01	6.26047E-03	0.0
83	9.68925E-01	1.11262E+01	9.92687E-01	6.18994E-03	0.0
84	1.02868E+00	1.12550E+01	9.93126E-01	6.12992E-03	0.0
85	1.05366E+00	1.13882E+01	9.93855E-01	6.09959E-03	0.0
86	8.95712E-01	1.15252E+01	9.92687E-01	6.13883E-03	0.0
87	8.72816E-01	1.16622E+01	9.91277E-01	6.22809E-03	0.0
88	9.39684E-01	1.18042E+01	9.90677E-01	6.18427E-03	0.0
89	9.83207E-01	1.19457E+01	9.90591E-01	6.11350E-03	0.0
90	1.08991E+00	1.20825E+01	9.91719E-01	6.14814E-03	0.0
91	1.04761E+00	1.22167E+01	9.92347E-01	6.11117E-03	0.0
92	1.02447E+00	1.23518E+01	9.92704E-01	6.05355E-03	0.0
93	1.01158E+00	1.24858E+01	9.92911E-01	5.99049E-03	0.0
94	9.03179E-01	1.26323E+01	9.91936E-01	6.00490E-03	0.0
95	9.82516E-01	1.27750E+01	9.91835E-01	5.94091E-03	0.0
96	1.05118E+00	1.29103E+01	9.92666E-01	5.91116E-03	0.0
97	9.75384E-01	1.30502E+01	9.92286E-01	5.85158E-03	0.0
98	1.01141E+00	1.31785E+01	9.92485E-01	5.79363E-03	0.0
99	9.84135E-01	1.33208E+01	9.92399E-01	5.73433E-03	0.0
100	9.82254E-01	1.34515E+01	9.92296E-01	5.67640E-03	0.0
101	9.62112E-01	1.35920E+01	9.91991E-01	5.62708E-03	0.0

NO.	1.05844E+00	1.37283E+01	9.92655E-01	5.61019E-03	0.0	99 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL	NUMBER OF HISTORIES
102	1.05844E+00	1.37283E+01	9.92655E-01	5.61019E-03	0.0	0.97426 TO 1.00747	60000
103	9.89404E-01	1.38752E+01	9.92623E-01	5.55456E-03	0.0	0.97394 TO 1.00748	59400
104	1.02393E+00	1.40238E+01	9.92929E-01	5.50849E-03	0.0	0.97335 TO 1.00710	58800
105	9.98320E-01	1.41558E+01	9.92982E-01	5.45519E-03	0.0	0.97445 TO 1.00800	58200
106	9.80678E-01	1.42838E+01	9.92863E-01	5.40391E-03	0.0	0.97471 TO 1.00853	57600
107	9.82247E-01	1.44120E+01	9.92762E-01	5.35314E-03	0.0	0.97410 TO 1.00815	57000
108	9.54895E-01	1.45443E+01	9.92405E-01	5.31441E-03	0.0	0.97405 TO 1.00845	56400
109	8.99050E-01	1.46793E+01	9.91532E-01	5.33638E-03	0.0	0.97334 TO 1.00809	55800
110	9.88080E-01	1.48217E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.97333 TO 1.00836	55200
111	9.89084E-01	1.49654E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.97323 TO 1.00864	54600
112	9.99093E-01	1.51091E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.97017 TO 1.00545	51600
113	9.98781E-01	1.52528E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.97029 TO 1.00724	48600
114	9.98876E-01	1.53965E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.96842 TO 1.00710	45600
115	9.98483E-01	1.55402E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.96211 TO 1.00337	39600
116	9.98274E-01	1.56839E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.95752 TO 0.99900	36600
117	9.97826E-01	1.58276E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.95047 TO 1.00009	33600
118	9.97774E-01	1.59713E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.94673 TO 0.99428	30600
119	9.97295E-01	1.61150E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.94718 TO 0.99943	27600
120	9.97050E-01	1.62587E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.94655 TO 1.00292	24600
121	9.97331E-01	1.64024E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.95214 TO 1.01075	18600
122	9.97473E-01	1.65461E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.95473 TO 1.01802	15600
123	9.98144E-01	1.66898E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.96499 TO 1.02556	12600
124	9.98638E-01	1.68335E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.96102 TO 1.01699	9600
125	9.99527E-01	1.69772E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0	0.94746 TO 1.01970	6600
126	9.98900E-01	1.71209E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0		
127	9.98358E-01	1.72646E+01	9.91500E-01	5.28684E-03	0.0		

GENERATION TIME = 2.42519E-05 + OR - 2.51507E-07
 67 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL 0.95237 TO 0.98205
 75 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL 0.93733 TO 0.99689
 99 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL 0.92269 TO 1.01174

THE MATRIX K-EFF IS THE LARGEST EIGENVALUE OF THE MATRIX OF FISSION PROBABILITIES BY UNIT.
 THERE ARE NBXMAX * NBXMAX * NBXMAX UNITS IN AN ARRAY.
 M&J NO.5
 LIFETIME = 9.65956E-05 + OR - 5.94817E-07
 NO. OF INITIAL GENERATIONS SKIPPED

NO.	AVERAGE K-EFFECTIVE	DEVIATION	67 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL	75 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL	99 PER CENT CONFIDENCE INTERVAL	NUMBER OF HISTORIES
10	0.99086	+ OR - 0.00554	0.98533 TO 0.99640	0.97979 TO 1.00193	0.97426 TO 1.00747	60000
11	0.99071	+ OR - 0.00559	0.98512 TO 0.99630	0.97953 TO 1.00189	0.97394 TO 1.00748	59400
12	0.99022	+ OR - 0.00563	0.98460 TO 0.99585	0.97897 TO 1.00147	0.97335 TO 1.00710	58800
13	0.99123	+ OR - 0.00559	0.98563 TO 0.99682	0.98004 TO 1.00241	0.97445 TO 1.00800	58200
14	0.99162	+ OR - 0.00564	0.98598 TO 0.99726	0.98035 TO 1.00289	0.97471 TO 1.00853	57600
15	0.99112	+ OR - 0.00567	0.98545 TO 0.99680	0.97978 TO 1.00247	0.97410 TO 1.00815	57000
16	0.99125	+ OR - 0.00573	0.98551 TO 0.99698	0.97978 TO 1.00247	0.97405 TO 1.00845	56400
17	0.99077	+ OR - 0.00578	0.98499 TO 0.99654	0.97921 TO 1.00232	0.97334 TO 1.00809	55800
18	0.99084	+ OR - 0.00584	0.98501 TO 0.99668	0.97917 TO 1.00232	0.97333 TO 1.00836	55200
19	0.99093	+ OR - 0.00590	0.98503 TO 0.99683	0.97913 TO 1.00274	0.97323 TO 1.00864	54600
20	0.98781	+ OR - 0.00588	0.98193 TO 0.99369	0.97605 TO 0.99957	0.97017 TO 1.00545	51600
21	0.98876	+ OR - 0.00616	0.98260 TO 0.99492	0.97644 TO 1.00066	0.97029 TO 1.00724	48600
22	0.98776	+ OR - 0.00645	0.98132 TO 0.99421	0.97155 TO 0.99812	0.96842 TO 1.00710	45600
23	0.98483	+ OR - 0.00664	0.97819 TO 0.99147	0.96899 TO 0.99649	0.96211 TO 1.00337	39600
24	0.98274	+ OR - 0.00688	0.97586 TO 0.98961	0.97135 TO 0.98517	0.95752 TO 0.99900	36600
25	0.97826	+ OR - 0.00691	0.97135 TO 0.98517	0.96443 TO 0.99209	0.95047 TO 1.00009	33600
26	0.97774	+ OR - 0.00745	0.97029 TO 0.98519	0.96284 TO 0.99264	0.94673 TO 0.99428	30600
27	0.97295	+ OR - 0.00749	0.96546 TO 0.98045	0.95797 TO 0.98794	0.94718 TO 0.99943	27600
28	0.97050	+ OR - 0.00793	0.96258 TO 0.97843	0.95465 TO 0.98635	0.94655 TO 1.00292	24600
29	0.97331	+ OR - 0.00871	0.96460 TO 0.98202	0.95589 TO 0.99072	0.95214 TO 1.01075	18600
30	0.97473	+ OR - 0.00940	0.96534 TO 0.98413	0.95594 TO 0.99352	0.95473 TO 1.01802	15600
31	0.98144	+ OR - 0.00977	0.97168 TO 0.99121	0.96191 TO 1.00098	0.96499 TO 1.02556	12600
32	0.98638	+ OR - 0.01055	0.97583 TO 0.99692	0.96528 TO 1.00747	0.96102 TO 1.01699	9600
33	0.99527	+ OR - 0.01010	0.98518 TO 1.00537	0.97508 TO 1.01547	0.94746 TO 1.01970	6600
34	9.98900E-01	+ OR - 0.00933	0.97867 TO 0.99833	0.97034 TO 1.00766		
35	9.98358E-01	+ OR - 0.01204	0.97154 TO 0.99562			

M&J NO.5
 NO. OF INITIAL GENERATIONS SKIPPED 104
 ELAPSED TIME 14.82167MINUTES
 M&J NO.5
 **** FISSION DENSITIES ****

SUPER BOX TYPE	REGION	FISSION DENSITY	PERCENT DEVIATION	TOTAL FISSIONS
1	1	2.303E-04	0.56	9.899E-01
2	2	0.0	0.0	0.0
3	3	0.0	0.0	0.0
CELL BDY.	1	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0

表 A.1 MGCL ライブラリーのエネルギー群構造

Group No		Upper Energy	Lethergy	Group No		Upper Energy	Lethergy
26 Gr	137 Gr	Boundary	width	26 Gr	137 Gr	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	2.8650	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
			59		9.1188	0.25	
3	23	1.0540	0.125	60	7.1017	0.25	
	24	930.14 Kev	0.125	7	61	5.5308	0.25
	25	820.85	0.125		62	4.3075	0.25
	26	724.40	0.125		63	3.3546	0.25
	27	639.28	0.125		64	2.6126	0.25
	28	564.16	0.125		65	2.0347	0.25
	29	497.87	0.125		66	1.5846	0.25
	30	439.37	0.125		67	1.2341	0.25
	31	387.74	0.125		68	961.12 ev	0.25
	32	342.18	0.125	69	748.52	0.25	
	33	301.97	0.125	8	70	582.95	0.25
	34	266.49	0.125		71	454.00	0.25
	35	235.18	0.125		72	353.58	0.25
	36	207.54	0.125				

表 A.1 (続 き)

Group No		Upper Energy Boundary	Lethergy width	Group No		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
13	96	1.2752	0.125	131	0.018465	270	
	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				

表 A. 2.1 MGCL-B-IVに含まれる核種及びその識別子と体系温度

核種	識別子	300 K		560 K		900 K		1200 K		2100 K	
		26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群
^{31}P	1150310		○								
^{174}Hf	2721740		○								
^{176}Hf	2721760		○								
^{177}Hf	2721770		○								
^{178}Hf	2721780		○								
^{179}Hf	2721790		○								
^{180}Hf	2721800		○								
Zr-nat	4003020	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^1H	4010010	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^2H	4010020	○	○	○		○		○		○	
^3He	4020030	○	○	○		○		○		○	
^4He	4020040	○	○	○		○		○		○	
^9Be	4040090	○	○	○		○		○		○	
^{10}B	4050100	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{11}B	4050110	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{12}C	4060120	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{14}N	4070140	○	○	○		○	○	○	○	○	○
^{16}O	4080160	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
F-nat	4090000	○	○	○		○		○		○	
^{23}Na	4110230	○	○	○		○		○		○	
Mg-nat	4120000	○	○	○		○		○		○	
^{27}Al	4130270	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Si-nat	4140000	○	○	○		○		○		○	
S-nat	4160000	○	○	○		○		○		○	
Cl-nat	4170000	○	○	○		○		○		○	

表 A. 2.1 (続 き)

核種	識別子	300 K		560 K		900 K		1200 K		2100 K	
		26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群
K-nat	4190000	○	○	○		○		○		○	
Ca-nat	4200000	○	○	○		○		○		○	
Ti-nat	4220000	○	○	○		○		○		○	
Cr-nat	4240000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⁵⁶ Mn	4250550	○	○	○		○		○		○	
Fe-nat	4260000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⁵⁸ Co	4270590	○	○	○		○		○		○	
Ni-nat	4280000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cu-nat	4290000	○	○	○		○		○		○	
⁸⁰ Kr	4360800	○	○	○	○	○	○	○		○	
⁸⁷ Rb	4370870		○								
⁸⁸ Sr	4380880		○								
⁹⁰ Sr	4380900		○								
⁹⁰ Y	4390890		○								
⁹⁰ Zr	4400900	○	○	○		○		○		○	
Mo-nat	4420000	○	○	○	○	○	○	○		○	
⁹⁹ Tc	4430990	○		○		○	○	○		○	
¹⁰² Ru	4441020	○		○		○	○	○		○	
¹⁰³ Rh	4451030	○		○		○	○	○		○	
¹⁰⁵ Rh	4451050	○		○		○		○		○	
¹⁰⁴ Pd	4461040		○								
¹⁰⁶ Pd	4461050		○								
¹⁰⁸ Pd	4461060		○								
¹⁰⁷ Pd	4461070		○								
¹⁰⁸ Pd	4461080		○								

表 A. 2.1 (続 き)

核種	識別子	300 K		560 K		900 K		1200 K		2100 K	
		26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群
^{107}Ag	4471070	○	○	○	○	○	○	○		○	○
^{108}Ag	4471090	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cd-nat	4480000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{113}Cd	4481130	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{113}In	4491130	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{115}In	4491150	○	○	○	○	○	○	○		○	○
^{130}Te	4521300		○								
^{135}I	4531350	○	○	○		○		○		○	
^{131}Xe	4541310	○		○		○	○	○		○	
^{135}Xe	4541350	○	○	○	○	○	○	○		○	
^{133}Cs	4551330	○	○	○		○	○	○		○	
^{134}Cs	4551340	○		○		○		○		○	
^{138}Ba	4561380		○								
^{139}La	4571390		○								
^{144}Ce	4581440	○		○		○		○		○	
^{141}Pr	4591410		○								
^{143}Nd	4601430	○		○		○	○	○		○	
^{144}Nd	4601440	○		○		○	○	○		○	
^{146}Nd	4601450	○		○		○	○	○		○	
^{146}Nd	4601460	○		○		○	○	○		○	
^{147}Pm	4611470	○		○		○	○	○		○	
^{148}Pm	4611480	○		○		○		○		○	
$^{148\text{m}}\text{Pm}$	4611481	○		○		○	○	○		○	
^{149}Pm	4611490	○		○		○		○		○	
^{148}Sm	4621480	○		○		○		○		○	

表 A. 2.1 (続 き)

核種	識別子	300 K		560 K		900 K		1200 K		2100 K	
		26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群
^{148}Sm	4621490	○	○	○	○	○	○	○		○	
^{150}Sm	4621500	○		○		○	○	○		○	
^{151}Sm	4621510	○		○	○	○	○	○	○	○	○
^{152}Sm	4621520	○		○		○	○	○		○	
^{153}Sm	4621530	○		○		○		○		○	
^{153}Eu	4631530	○		○		○		○		○	
^{154}Eu	4631540	○		○		○	○	○		○	
^{155}Eu	4631550	○		○		○		○		○	
Gd-nat	4640000	○	○	○		○		○		○	
^{155}Gd	4641550	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{156}Gd	4641560	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{157}Gd	4641570	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{158}Gd	4641580	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{161}Dy	4661610	○	○	○		○		○		○	
^{162}Dy	4661620	○	○	○		○		○		○	
^{163}Dy	4661630	○	○	○		○		○		○	
^{164}Dy	4661640	○	○	○		○		○		○	
^{197}Au	4791970	○	○	○		○		○		○	
Pb-nat	4820000	○	○	○		○		○		○	
^{232}Th	4902320	○	○	○	○	○	○	○		○	
^{233}Pa	4912330	○	○	○	○	○	○	○		○	
^{233}U	4922330	○	○	○	○	○	○	○		○	
^{234}U	4922340	○	○	○	○	○	○	○		○	
^{235}U	4922350	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{238}U	4922360	○	○	○	○	○	○	○		○	

表 A. 2.1 (続 き)

核種	識別子	300 K		560 K		900 K		1200 K		2100 K	
		26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群	26群	137群
^{238}U	4922380	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{237}Np	4932370	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{238}Pu	4942380	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{239}Pu	4942390	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{240}Pu	4942400	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{241}Pu	4942410	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{242}Pu	4942420	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{241}Am	4952410	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{243}Am	4952430	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
^{244}Cm	4962440	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
FP	9990000	○		○	○	○	○	○	○	○	○

表 A. 2.2 MGCL-J3 (137 群, 20 °C) に含まれる核種及びその識別子 (平成 2 年 3 月現在 71 核種)

^1H	3010010	^2H	3010020	^3He	3020030
^4He	3020040	^6Li	3030060	^7Li	3030070
^9Be	3040090	^{10}B	3050100	^{11}B	3050110
^{12}C	3060120	^{14}N	3070140	^{15}N	3070150
^{16}O	3080160	F-nat	3090190	^{23}Na	3110230
Mg-nat	3120000	^{27}Al	3130270	Si-nat	3140000
^{28}Si	3140280	^{28}Si	3140290	^{30}Si	3140300
^{31}P	3150310	S-nat	3160000	^{32}S	3160320
^{33}S	3160330	^{34}S	3160340	^{36}S	3160360
K-nat	3190000	Ca-nat	3200000	Ti-nat	3220000
Cr-nat	3240000	^{50}Cr	3240500	^{52}Cr	3240520
^{53}Cr	3240530	^{54}Cr	3240530	^{55}Mn	3250550
Fe-nat	3260000	^{54}Fe	3260540	^{56}Fe	3260560
^{57}Fe	3260570	^{58}Fe	3260580	^{59}Co	3270590
Ni-nat	3280000	^{58}Ni	3280580	^{60}Ni	3280600
^{61}Ni	3280610	^{62}Ni	3280620	^{64}Ni	3280640
Cu-nat	3290000	Zr-nat	3400000	Mo-nat	3420000
Ag-nat	3470000	Cd-nat	3480000	Sb-nat	3510000
Ha-nat	3720000	^{232}Th	3902320	^{233}Pa	3912330
^{232}U	3922320	^{233}U	3922330	^{234}U	3922340
^{235}U	3922350	^{238}U	3922360	^{238}U	3922380
^{237}Np	3932370	^{238}Pu	3942360	^{238}Pu	3942380
^{239}Pu	3942390	^{240}Pu	3942400	^{241}Pu	3942410
^{242}Pu	3942420	^{241}Am	3952410		

表 A. 3.1 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 A. 3.1 (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,	σ_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(σ_0)の有無	0:無、1:有り
JF,	核分裂断面積(σ_f)の有無	(以下同様)
JIN,	非弾性散乱断面積(σ_{in})の有無	
JN2N,	(n,2n)反応断面積($\sigma_{n,2n}$)の有無	
JFTC,	σ_0 のf-tableの有無	
JFTNUF,	σ_f のf-tableの有無	
JFTT,	全断面積(σ_t)のf-tableの有無	
JFTT2,	第2種 σ_t のf-tableの有無	0
JFTT3,		1
JFTE,	弾性散乱断面積(σ_e)のf-tableの有無	
JFTR,	除去断面積(σ_R)のf-tableの有無	
JME,	σ_R のg-tableの有無	0
JMIN,	σ_{in} のg-tableの有無	0
JHN2N,	$\sigma_{n,2n}$ のg-tableの有無	0
JMTE,	σ_e のg-tableの有無	0
JFKAI,	χ (核分裂スペクトル)の有無	0
JMU,	μ の有無	0
LG	ルジャンドル展開最高次数	0

表 A. 3.1 (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 σ_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(ν ・核分裂)断面積 ν (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 κ μ 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 A. 3.1 (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 σ_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 σ_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 σ_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 σ_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 σ_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 σ_e のf-table	26 IGMAX·IFT JFTR=1の場合のみ

表 A. 3.1 (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) = $\int_{E_0}^E \phi_0 / (\sigma_t + \sigma_0) dE$

表 A. 3.2 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 散乱半径 ポテンシャル断面積	137または26 無:0、1:有り (以下同様) 1
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 A. 3.2 (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 A. 4.1 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,	レコード番号	1
NREC,	レコード数	
((COMMENT(I, J), I=1, 18), J=1, NREC/18), COMMENT(1, NREC)* ¹⁾	コメント	

*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回繰返す。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,	レコード番号	20
NREC,	レコード数	IGMAX·IFT
IFN,	省略していないf-tableの数* ¹⁾	IFN ≤ IGMAX
(IFX(I), I=1, IFN),	省略していないf-tableの群* ¹⁾	
((FTT(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	σ_i のf-table	JFTT=1の場合のみ
.....		
IREC,	レコード番号	21
NREC,	レコード数	IGMAX·IFT
IFN,	省略していないf-tableの数* ¹⁾	IFN ≤ IGMAX
(IFX(I), I=1, IFN),	省略していないf-tableの群* ¹⁾	
((FTC(I, J), I=1, IFN), J=1, IFT)	σ_i のf-table	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 A. 4.1 (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* ¹⁾ 省略していない f-table の群* ¹⁾ σ_r 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* ¹⁾ 省略していない f-table の群* ¹⁾ σ_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* ¹⁾ 省略していない f-table の群* ¹⁾ σ_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* ¹⁾ 省略していない f-table の群* ¹⁾ σ_e の f-table	26 IGMAX · IFT IFN \leq IGMAX JFTR=1 の場合のみ

表 A. 4.2 MGCL-J3の記録形式 (一次元データ, 重要核種のf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,	σ_0 の数	12
TEMP	核種温度	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)	σ_0 の値	
((FTAB(K, J, I), K=1, NSIGO-1), J=1, NGF), I=1, NREAC)	f テーブル(自己遮蔽因子)	減速材質量 = 1

以上のデータを核種の数(^{56}Fe , ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}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 A. 4.3 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,	σ_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),	σ_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 A. 4.3 (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(^{56}Fe , ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}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 A. 4.4 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 散乱半径 ポテンシャル断面積	137または26 無:0、1:有り (以下同様) 3
COMP, 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, (#O(1), 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, (#I(1), 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 A. 4.4 (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 A. 4. 4 (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返す。表中の はレコードの区切りを表す。

表 A. 5.1 ANISN用断面積セットの記録形式(1)

コード	配列名、変数名	内 容
1	IGM, IHM, LO, L, (TITL(I), I=1,12)	エネルギー群数、 ライブラリー長、 (ルジャンドル展開次数+1)、 領域番号、 タイトル
2	(ALM(I,1), I=1, IHM)	以下、表A.5.2参照
3	(ALM(I,2), I=1, IHM)	
4	(ALM(I,3), I=1, IHM)	
.	.	
.	.	
IG+1	(ALM(I,IG), I=1, IHM)	
.	.	
.	.	
IGM+1	(ALM(I,IGM), I=1, IHM)	

上記データを(ルジャンドル展開最高次数+1)回繰返して、1領域分のANISN用断面積セットになる。以上のデータが領域の数だけ繰返される。(ALM(I,IG), I=1, IHM)の内容は表A.5.2に示す。

表 A. 5.2 ANISN用断面積セットの記録形式(2): (ALM (I, IG), I=1, IHM) の内容

ALM(1, IG)	Σ_a	(実効巨視的吸収断面積)
ALM(2, IG)	$\nu \cdot \Sigma_f$	($\nu \cdot$ 実効巨視的核分裂断面積)
ALM(3, IG)	Σ_t	(実効巨視的全断面積)
ALM(4, IG)	$\Sigma_s(IG+NUS \rightarrow IG)$	
.		
.		
ALM(IHS-1, IG)	$\Sigma_s(IG+1 \rightarrow IG)$	(以上、上方散乱断面積)
ALM(IHS, IG)	$\Sigma_s(IG \rightarrow IG)$	(自群散乱断面積)
ALM(IHS+1, IG)	$\Sigma_s(IG-1 \rightarrow IG)$	(以下、下方散乱断面積)
.		
.		
ALM(IHM, IG)	$\Sigma_s(IG-NDS \rightarrow IG)$	

表中の各変数の値はライブラリーのエネルギー群数に依存する。137群及び26群MGCLの場合、表A.5.3の値をとる。

表 A. 5.3 ANISN用断面積セットの記録形式(3):断面積セットの変数

変数の意味	変数名	137群MGCL	26群MGCL
全エネルギー群数	IGM	137	26
熱エネルギー群数	NGT	45	15
高速エネルギー群数	NGF	92	11
ライブラリー長	IHM	185	44
自群散乱断面積の位置	IHS	49	19
実効巨視的全断面積の位置	IHT	3	3
上方散乱の数	NUS		
下方散乱の数(自群散乱も含む)	NDS		

ここで、

$$IHM = IGM + NGT + 3$$

$$IHS = NGT + 4$$

$$NUS = (IHS - 1) - IHT = NGT$$

$$NDS = IHM - (IHS - 1) = IGM$$

である。

表 A. 6.1 KENO用断面積セットの記録形式(1)

レコード	配列名、変数名	内 容
1	IREG, IGM, NDS, (E(I), I=1, IGM+1), (U(I), I=1, IGM+1)	領域の数 エネルギー群数 下方散乱の数(自群散乱も 含む) 各群の上限エネルギー 各群の上限レサジー
2	(TITL(I), I=1, 18), L, (CXA(I), CXNF(I), CXT(I), CKAI(I), I=1, IGM), ((ALM(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM), ((ALP(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM)	タイトル 領域番号 領域の $\Sigma_a, \nu \cdot \Sigma_f, \Sigma_s, \kappa$ 巨視的散乱データ(P_0 成分) 巨視的散乱データ(P_1 成分)

IGM=NDS としている。レコード2は領域の数(IREG)だけ繰返される。配列ALM及びALPの内容は表A.6.2に示す。KENO-IVは、巨視的散乱データとして P_1 成分までを利用とし、それより高次のデータを利用することはできない。

表 A. 6.2 KENO用断面積セットの記録形式(2): 配列ALM及びALPの内容

ALM(1,1)	$\Sigma_s(1 \rightarrow 1)$	
ALM(2,1)	$\Sigma_s(1 \rightarrow 2)$	
ALM(3,1)	$\Sigma_s(1 \rightarrow 3)$	
.		
.		
ALM(NDS,1)	$\Sigma_s(1 \rightarrow \text{NDS})$	

ALM(1,2)	$\Sigma_s(2 \rightarrow 2)$	
ALM(2,2)	$\Sigma_s(2 \rightarrow 3)$	
ALM(3,2)	$\Sigma_s(2 \rightarrow 4)$	
.		
.		
ALM(NDS,2)	$\Sigma_s(2 \rightarrow \text{NDS}+1)$	

.		
.		ここまで上方散乱なし

ALM(1,k)	$\Sigma_s(k \rightarrow k)$	これ以下上方散乱あり
ALM(2,k)	$\Sigma_s(k \rightarrow k+1)$	
ALM(3,k)	$\Sigma_s(k \rightarrow k+2)$	
.		
.		
ALM(NDS,k)	$\Sigma_s(k \rightarrow \text{NGP})$	

.		
.		
ALM(1,IGM-2)	$\Sigma_s(\text{IGM-2} \rightarrow \text{IGM-2})$	
ALM(2,IGM-2)	$\Sigma_s(\text{IGM-2} \rightarrow \text{IGM-1})$	
ALM(3,IGM-2)	$\Sigma_s(\text{IGM-2} \rightarrow \text{IGM})$	
ALM(4,IGM-2)	$\Sigma_s(\text{IGM-2} \rightarrow \text{IGM-3})$	
ALM(5,IGM-2)	$\Sigma_s(\text{IGM-2} \rightarrow \text{IGM-4})$	
.		
.		
ALM(NDS,IGM-2)	$\Sigma_s(\text{IGM-2} \rightarrow k)$	

(続く)		

表 A. 6.2 (続 き)

.	
.	
ALM(1, IGM-1)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM-1} \rightarrow \text{IGM-1})$
ALM(2, IGM-1)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM-1} \rightarrow \text{IGM})$
ALM(3, IGM-1)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM-1} \rightarrow \text{IGM-2})$
ALM(4, IGM-1)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM-1} \rightarrow \text{IGM-3})$
ALM(5, IGM-1)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM-1} \rightarrow \text{IGM-4})$
.	
.	
ALM(NDS, IGM-1)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM-1} \rightarrow k)$

ALM(1, IGM)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM} \rightarrow \text{IGM})$
ALM(2, IGM)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM} \rightarrow \text{IGM-1})$
ALM(3, IGM)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM} \rightarrow \text{IGM-2})$
ALM(4, IGM)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM} \rightarrow \text{IGM-3})$
ALM(5, IGM)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM} \rightarrow \text{IGM-4})$
.	
.	
ALM(NDS, IGM)	$\Sigma_{\bullet}(\text{IGM} \rightarrow k)$

以上が配列ALM(巨視的散乱データの P_0 成分)の内容である。配列ALP(巨視的散乱データの P_1 成分)の内容もこれと同じである。ここで、

$$k = \text{IGM} - \text{NDS} + 1$$

である。なお、NDSは下方散乱の数(自群散乱も含む)で、

$$\text{IGM} = \text{NDS}$$

としている。よって、MAIL3.0で作成した断面積セットをKENO-IVで参照する場合には、KENO-IVの入力データカード2の変数5(NGP)及び変数6(NDS)を同じ値にしなければならない。

表 A. 7 MULTI-KENO-II 用断面積セットの記録形式

レコード	配列名、変数名	内 容
1	IREG, IGM, NDS, (E(I), I=1, IGM+1), (U(I), I=1, IGM+1)	領域の数 エネルギー群数 下方散乱の数(自群散乱も 含む) 各群の上限エネルギー 各群の上限レサジー
2	(TITL(I), I=1, 18), L, IPL, IH	タイトル 領域番号 P ₁ の最高次数 領域内の水素の有無
3	(CXA(I), CXNF(I), CXT(I), CKAI(I), I=1, IGM)	領域の $\Sigma_a, \nu \cdot \Sigma_f, \Sigma_s, \kappa$
4	(HSP(I), I=1, IGM), (HHH(I), I=1, IGM)	領域内の水素の Σ_a 及び 実効散乱質量
5	((ALM(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM)	巨視的散乱データ(P ₀ 成分)
6	((ALP(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM)	巨視的散乱データ(P ₁ 成分)
7	((ALQ(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM)	巨視的散乱データ(P ₂ 成分)
8	((ALR(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM)	巨視的散乱データ(P ₃ 成分)
9	((ALH(I, J), I=1, NDS), J=1, IGM)	領域内の水素による中性子 エネルギー遷移確率(J群か らI群へ)

- 註) • IPL: 1 あるいは3(IPL=1 の場合、レコード7及び8の書込みは行わない)
 • IH: =1 領域内に水素がない(この場合、レコード7及び8の書込みは行わない)
 =2 領域内に水素がある
 • レコード5, 6, 7, 8の内容については表 参照。
 • レコード2以降は領域の数だけ繰返される。

表 A. 8.1 空気の原子個数密度

空気	
密度 [g/cm ³] : 0.001249 (20°C)	
成分 [wt%]	H : 0.001 C : 1.2554 N : 75.470 O : 23.233
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 7.1991×10^{-9} C : 7.5847×10^{-7} N : 3.9099×10^{-5} O : 1.0538×10^{-5}
引用文献	: 小山謹二 他, “遮蔽材料の群定数——中性子100群・ガンマ線20群 P5近似——,” JAERI-M 6928, p.33(1977)
識別子	: *AIR*

表 A. 8.2 アルミニウムの原子個数密度

アルミニウム	
密度 [g/cm ³]	: 2.699
成分 [wt%]	Al : 100
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	Al : 6.0244×10^{-2}
引用文献	: 小山謹二 他, “遮蔽材料の群定数——中性子100群・ガンマ線20群 P5近似——,” JAERI-M 6928, p.33(1977)
識別子	: *ALMINUM*

表 A. 8.3 鉛の原子個数密度

鉛	
密度 [g/cm ³]	: 11.340
成分 [wt%]	Pb : 100.0
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	Pb : 3.2960×10^{-2}
引用文献	: 小山謹二 他, “遮蔽材料の群定数——中性子100群・ガンマ線20群 P5近似——,” JAERI-M 6928, p.34(1977)
識別子	: *LEAD*

表 A. 8.4 カドミウム（天然）の原子個数密度

カドミウム(天然)	
密度は下記文献から引用した。カドミウムの原子量を112.3438として原子個数密度を計算した。	
密度 [g/cm ³] :	8.65
原子個数密度 [atoms/barn・cm]	Cd : 4.6367×10 ⁻²
引用文献 :	長谷川正義、三島良績 監修、“原子炉材料ハンドブック,” 日刊工業新聞社(1977)
識別子 :	*CADMIUM*

表 A. 8.5 ハフニウム (天然) の原子個数密度

ハフニウム(天然)	
密度及び存在比は下記文献から引用した。	
密度 [g/cm ³] : 13.08	
存在比[個数%]	¹⁷⁴ Hf : 0.16 ¹⁷⁶ Hf : 5.2 ¹⁷⁷ Hf : 18.6 ¹⁷⁸ Hf : 27.1 ¹⁷⁹ Hf : 13.7 ¹⁸⁰ Hf : 35.2
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	¹⁷⁴ Hf : 7.0637×10^{-5} ¹⁷⁶ Hf : 2.2957×10^{-3} ¹⁷⁷ Hf : 8.2116×10^{-3} ¹⁷⁸ Hf : 1.1964×10^{-2} ¹⁷⁹ Hf : 6.0483×10^{-3} ¹⁸⁰ Hf : 1.5540×10^{-2}
引用文献	：“理化学事典,” 岩波書店
識別子	: *HAFNIUM*

表 A. 8.6 SUS-304 ステンレス鋼の原子個数密度

SUS-304 ステンレス鋼	
密度 [g/cm ³]	: 7.91
成分 [wt%]	C: 0.08 Si: 0.02 P: 0.045 S: 0.028 Cr: 1.9 Mn: 2.0 Fe: 67.845 Ni: 10.0
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	C: 3.1729×10^{-4} Si: 1.6962×10^{-3} S: 4.4572×10^{-5} Cr: 1.7408×10^{-2} Mn: 1.7343×10^{-3} Fe: 5.7872×10^{-2} Ni: 8.1116×10^{-3} (Pは無視した)
引用文献	: 小山謹二 他, “遮蔽材料の群定数——中性子100群・ガンマ線20群 P5近似——,” JAERI-M 6928, p.35(1977)
識別子	: *SUS-304*

表 A. 8.7 SUS-316 ステンレス鋼の原子個数密度

SUS-316 ステンレス鋼	
密度 [g/cm ³]	7.91
成分 [wt%]	C: 0.08 Si: 1.0 P: 0.045 S: 0.03 Cr: 17.0 Mn: 2.0 Fe: 65.345 Ni: 12.0 Mo: 0.12421
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	C: 3.1729×10^{-4} Si: 1.6962×10^{-3} S: 4.1572×10^{-5} Cr: 1.5575×10^{-2} Mn: 1.7343×10^{-3} Fe: 5.5740×10^{-2} Ni: 9.7339×10^{-3} Mo: 1.2421×10^{-3} (Pは無視した)
引用文献	小山謹二 他, “遮蔽材料の群定数——中性子100群・ガンマ線20群 P5近似——,” JAERI-M 6928, p.35(1977)
識別子	*SUS-316*

表 A. 8.8 炭素鋼の原子個数密度

炭素鋼	
SS34、SS41、SS50、SS55の四種類がJIS規格で規定されている。いずれも微量のMn、Si、P、S、Cを含む。代表的な密度と成分を以下に示す。	
密度 [g/cm ³] : 7.8	
成分 [wt%]	Fe : 99.1 C : 0.32 Mn : 0.30 Si : 0.20 P : 0.04 S : 0.04
原子個数密度 [atoms/barn · cm]	Fe : 8.3319×10^{-2} C : 1.2514×10^{-3} Mn : 2.5650×10^{-4} Si : 3.3449×10^{-4} P : 6.0660×10^{-5} S : 5.8599×10^{-5}
引用文献	①日本規格協会, “JISハンドブック 鉄鋼,” p.315 (1983) ②日本鉄鋼協会編, “鉄鋼便覧,” 丸善(株) (1975)
識別子	*STEEL*

表 A. 8.9 ジルカロイ-2 の原子個数密度

ジルカロイ-2	
下記文献の表2.4中の「通常製品の分析例」の項から引用した。	
密度 [g/cm ³] : 6.55	
成分 [wt%]	Zr : 98.21 Sn : 1.50 Fe : 0.13 Cr : 0.10 Ni : 0.06 Hf : 70[ppm]
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	Zr : 4.2465×10^{-2} Sn : 4.9797×10^{-4} Fe : 9.1782×10^{-5} Cr : 7.5861×10^{-5} Ni : 4.0314×10^{-5} ¹⁷⁴ Hf : 2.4761×10^{-9} ¹⁷⁶ Hf : 8.0473×10^{-8} ¹⁷⁷ Hf : 2.8784×10^{-7} ¹⁷⁸ Hf : 4.1937×10^{-7} ¹⁷⁹ Hf : 2.1201×10^{-7} ¹⁸⁰ Hf : 5.4472×10^{-7}
引用文献	: 長谷川正義、三島良績 監修、「原子炉材料ハンドブック、」 日刊工業新聞社(1977)
識別子	: *ZIRCALOY-2*

表 A. 8 10 ジルカロイ-4 の原子個数密度

ジルカロイ-4	
密度 [g/cm ³]	: 6.553
成分 [wt%]	Cr : 0.099988 Fe : 0.20998 Zr : 98.240 Sn : 1.4510
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	Cr : 7.5891×10^{-5} Fe : 1.4838×10^{-4} Zr : 4.2982×10^{-2} (Snも含む)
引用文献	: 小山謹二 他, “遮蔽材料の群定数——中性子100群・ガンマ線20群 P5近似——,” JAERI-M 6928, p.35(1977)
識別子	: *ZIRCALOY-4*

表 A. 8.11 プレキシガラスの原子個数密度

プレキシガラス(メチルメタクリレートプラスチック、 $\text{CH}_2:\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2(\text{CH}_3)$)	
<p>プレキシガラスは米国の Rohm & Haas カンパニーの登録商標である。透明度がきわめて良好な熱可塑性の個体で、弾性に富み衝撃にも耐える有機ガラスである。燃えにくいものとそうでないものと二種類があるが、ここでは後者のデータを示す。</p>	
密度 [g/cm ³]:	1.185[g/cm ³]
成分 [wt%]	H: 7.84 C: 59.59 O: 32.23
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H: 5.5509×10^{-2} C: 3.5404×10^{-2} O: 1.4735×10^{-2}
引用文献	Grover Tuck and Inki Oh, "Benchmark Critical Experiments on Low-enriched Uranium Oxide Systems with H/U=0.77," NUREG/CR-0674, Table XIV and Table XV (1979)
識別子	*PLEXIGLAS*

表 A. 8.12 ポリエチレンの原子個数密度

ポリエチレン、 $(CH_2)_n$	
下記文献の2.4.2項から密度を引用した。成分[wt%]は化学式から求めた。	
密度	[g/cm ³] : 0.92
成分 [wt%]	H : 14.29 C : 85.71
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 7.8550×10^{-2} C : 3.9535×10^{-2}
引用文献	: 長谷川正義、三島良績 監修、“原子炉材料ハンドブック,” 日刊工業新聞社(1977)
識別子	: *POLYETHYLENE*

表 A. 8.13 アスファルトの原子個数密度

アスファルト	
<p>ストレートアスファルトとブローンアスファルトの二種類がある。この二つは各々、物理的・化学的性質の相違によって、さらに分類されている。そのために典型的な密度や組成を定めるのは難しいが、おおよそ次のような値をもつ。</p>	
密度 [g/cm ³]	1.0
成分 [wt%]	C: 85 H: 10 S: 5
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	C: 4.2617×10^{-2} H: 5.9784×10^{-2} S: 9.3909×10^{-4}
引用文献	①日本化学会編, “化学便覧 改定2版 応用編,” p.549(1975) ② “放射性廃棄物のアスファルト固化処理アスファルト固化体の安全性評価試験,” 技術レポート N841-73-17, 動力炉・核燃料開発事業団
識別子	*ASPHALT*

表 A. 8.14 普通コンクリートの原子個数密度

普通コンクリート		
コンクリートの組成は文献によって異なる。ここでは、下記文献のデータ集表2.6 (p.16) から引用した。		
密度 [g/cm ³] : 2.302		
成分 [g/cm ³] :	H : 0.023 O : 1.220 C : 0.0023 Na : 0.0368 Mg : 0.005	Al : 0.078 Si : 0.775 K : 0.0299 Ca : 0.100 Fe : 0.032
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 1.3742×10 ⁻² O : 4.5919×10 ⁻² C : 1.1532×10 ⁻⁴ Na : 9.6395×10 ⁻⁴ Mg : 1.2388×10 ⁻⁴	Al : 1.7409×10 ⁻³ Si : 1.6617×10 ⁻² K : 4.6052×10 ⁻⁴ Ca : 1.5025×10 ⁻³ Fe : 3.4492×10 ⁻⁴
引用文献 : 科学技術庁原子力安全局核燃料規制課 編、“臨界安全ハンドブック,” につかん書房(1988)		
識別子 : *CONCRETE*		

表 A. 8.15 12.9%ホウ素入りラッシヒリングの原子個数密度

12.9%ホウ素入りラッシヒリング、 B_2O_3 含有率12.9wt%	
<p>ホウ素入りラッシヒリングは硼珪酸ガラス製で、B_2O_3を10%前後含有している。硼珪酸ガラスはSiO_2, B_2O_3, Na_2O, Al_2O_3等を含み、用途に応じて様々な組成の製品が作られている。そのために、ホウ素入りラッシヒリングに使用される硼珪酸ガラスを特定できない。ここでは、下記文献の表-15.2.1から引用した Pyrex Brad #7740 のデータを一例として示す。</p>	
密度 [g/cm ³] : 2.23	
成分 [wt%]	SiO_2 : 80.5 B_2O_3 : 12.9 Na_2O : 3.8 K_2O : 0.4 Al_2O_3 : 2.2
原子個数密度 [atoms/barn · cm]	Si : 1.7922×10^{-2} ^{10}B : 9.8533×10^{-4} ^{11}B : 3.9911×10^{-3} Na : 1.6467×10^{-3} K : 1.1405×10^{-4} Al : 5.7952×10^{-4} O : 4.5198×10^{-2}
引用文献	：“窯業ハンドブック,” N841-78-44
識別子	： *13%B-GLASS*

表 A. 8.16 10%ホウ素入りポリエチレンの原子個数密度

10%ホウ素入りポリエチレン、 $(\text{CH}_2)_n-\text{B}_2\text{O}_3$ 、 B_2O_3 含有率10wt%	
ホウ素は B_2O_3 のかたちで添加される。密度及び成分は、下記メーカーの製品名ニューライト-BFの成分表から引用した。	
密度	[g/cm ³] : 0.983
成分 [wt%]	B : 3.10 H : 12.86 O : 6.90 C : 85.71
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 7.5530×10^{-2} O : 2.5529×10^{-3} C : 3.8018×10^{-2} ¹⁰ B : 3.3607×10^{-4} ¹¹ B : 1.3612×10^{-3}
引用文献	: 作新工業㈱資料
識別子	: *10%B-POLYETHYLENE*

表 A. 8.17 20%ホウ素入りポリエチレンの原子個数密度

20%ホウ素入りポリエチレン、 $(\text{CH}_2)_n\text{-B}_2\text{O}_3$ 、 B_2O_3 含有率20wt%	
ホウ素は B_2O_3 のかたちで添加される。密度及び成分は、下記メーカーの製品名ニューライト-BFの成分表から引用した。	
密度	[g/cm ³] : 1.036
成分 [wt%]	B : 6.20 H : 11.43 O : 13.80 C : 68.57
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 7.0751×10^{-2} O : 5.3811×10^{-3} C : 3.5617×10^{-2} ¹⁰ B : 7.0836×10^{-4} ¹¹ B : 2.8692×10^{-3}
引用文献	: 作新工業(株)資料
識別子	: *20%B-POLYETHYLENE*

表 A. 8.18 30%ホウ素入りポリエチレンの原子個数密度

30%ホウ素入りポリエチレン、 $(CH_2)_n-B_2O_3$ 、 B_2O_3 含有率30wt%	
ホウ素は B_2O_3 のかたちで添加される。密度及び成分は、下記メーカーの製品名ニューライト-BFの成分表から引用した。	
密度	[g/cm ³] : 1.095
成分 [wt%]	B : 9.30 H : 10.00 O : 20.70 C : 60.00
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 6.4525×10^{-2} O : 8.5313×10^{-3} C : 3.2940×10^{-2} ¹⁰ B : 1.1231×10^{-3} ¹¹ B : 4.5489×10^{-3}
引用文献	: 作新工業㈱資料
識別子	: *30%B-POLYETHYLENE*

表 A. 8.19 0.26%ホウ素入りコンクリートの原子個数密度

0.26%ホウ素入りコンクリート、 B_2O_3 含有率0.26wt%		
<p>ホウ素入りコンクリートは、ホウ素を含有する鉱石等をコンクリートに混入してつくられる。代表的なホウ素含有鉱石としてベイジャイト、ボロカルサイト、コルマナイト、ダンブリ石等が挙げられる。これらの主成分はSiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, 及びB_2O_3である。鉱石中のホウ素含有量は、同じ鉱石であっても産地によって異なるうえに砂、砂利、磁鉄鉱等も混在しているので、ホウ素入りコンクリートのホウ素濃度とコンクリート密度は一定でない。ここでは、ベイジャイトを混入したコンクリートの密度と組成の一例を下記文献から引用した。</p>		
密度 [g/cm ³] : 3.577		
成分 [wt%]	H : 0.4 B : 0.1 C : 0.2 O : 33.8 Mg : 0.7 Al : 1.0	Si : 8.3 S : 0.4 Ca : 7.3 Mn : 0.1 Fe : 43.7
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	H : 8.5488×10^{-3} ¹⁰ B : 3.9488×10^{-5} ¹¹ B : 1.5978×10^{-4} C : 3.5868×10^{-4} O : 4.5506×10^{-2} Mg : 6.2039×10^{-4} Al : 7.9836×10^{-4}	Si : 6.3659×10^{-3} S : 2.6873×10^{-4} Ca : 3.9234×10^{-3} Mn : 3.9209×10^{-5} Fe : 1.6849×10^{-2}
引用文献 : “セメント技術年報,” Vol.11(1957)		
識別子 : #0.26%B-CONCRETE*		

表 A. 8.20 2.6%ホウ素入りコンクリートの原子個数密度

2.6%ホウ素入りコンクリート、B ₂ O ₃ 含有率2.6wt%		
<p>ホウ素入りコンクリートは、ホウ素を含有する鉱石等をコンクリートに混入してつくられる。代表的なホウ素含有鉱石としてペイジヤイト、ボロカルサイト、コルマナイト、ダンブリ石等が挙げられる。これらの主成分はSiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, 及びB₂O₃である。鉱石中のホウ素含有量は、同じ鉱石であっても産地によって異なるうえに砂、砂利、磁鉄鉱等も混在しているので、ホウ素入りコンクリートのホウ素濃度とコンクリート密度は一定でない。ここでは、ペイジヤイトを混入したコンクリートの密度と組成の一例を下記文献から引用した。</p>		
密度 [g/cm ³] : 3.489		
成分 [wt%]	H : 0.4 B : 0.8 C : 1.6 O : 33.4 Mg : 1.4 Al : 0.8	Si : 3.5 S : 0.5 Ca : 13.0 Mn : 0.3 Fe : 39.4
原子個数密度 [atoms/barn · cm]	H : 8.3385 × 10 ⁻³ ¹⁰ B : 3.0781 × 10 ⁻⁴ ¹¹ B : 1.2468 × 10 ⁻³ C : 2.7989 × 10 ⁻³ O : 4.3861 × 10 ⁻² Mg : 1.2103 × 10 ⁻³ Al : 6.2297 × 10 ⁻⁴	Si : 2.6184 × 10 ⁻³ S : 3.2765 × 10 ⁻⁴ Ca : 6.8151 × 10 ⁻³ Mn : 1.1473 × 10 ⁻⁴ Fe : 1.4871 × 10 ⁻²
引用文献 : “セメント技術年報,” Vol.11(1957)		
識別子 : *2.6%B-CONCRETE*		

表 A. 8.21 1.0%ホウ素入りステンレス鋼の原子個数密度

1.0%ホウ素入りステンレス鋼、B含有率1.0wt%		
標記材料の密度と組成の一例を、下記文献から引用して示す。		
密度 [g/cm ³] : 7.84		
成分 [wt%]	Fe: 64.1 B: 1.0 Mn: 1.65 Si: 0.64 Cr: 18.3 Ni: 14.1	C: 0.03 P: 0.01 S: 0.01 Mo: 0.11 Cu: 0.05
原子個数密度 [atoms/barn·cm]	Fe: 5.4169×10^{-2} ¹⁰ B: 8.6461×10^{-4} ¹¹ B: 3.5021×10^{-3} Mn: 1.4180×10^{-3} Si: 1.0759×10^{-3} Cr: 1.6617×10^{-2} Ni: 1.1340×10^{-2}	C: 1.1792×10^{-4} P: 1.5243×10^{-5} S: 1.4725×10^{-5} Mo: 5.4137×10^{-5} Cu: 3.7149×10^{-5}
引用文献	: “Pu溶液系の臨界安全解析手法の検証と応用(1),” 技術レポート N841-78-44, 動力炉・核燃料開発事業団(1978)	
識別子	: *1%B-SUS*	

表 A. 8.22 ボラルの原子個数密度

ボラル、B含有率15.5wt%	
ボラルは、炭化ホウ素(B ₄ C)とアルミニウムの粉末を混合・焼結し、その両側をアルミニウム板で挟んだ板状の製品である。市販品の板厚は1/4及び1/8インチである。標記材料の密度と組成の一例を、下記文献から引用して示す。	
密度 [g/cm ³] : 2.53	
成分 [wt%]	Al : 80.0 B : 15.5 C : 4.5
原子個数密度 [atoms/barn・cm]	Al : 4.5174×10 ⁻² ¹⁰ B : 4.3247×10 ⁻³ ¹¹ B : 1.7517×10 ⁻² C : 5.7081×10 ⁻³
引用文献	: 長谷川正義、三島良績 監修、“原子炉材料ハンドブック,” 日刊工業新聞社(1977)
識別子	: *BORAL*

表 A. 8.23 炭化ホウ素の原子個数密度

炭化ホウ素	
市販品にはFe, B ₂ O ₃ 等の不純物が含まれているが微量である。密度は下記文献の表8.1から引用した。なお、 ¹⁰ Bを濃縮したホウ素または天然のホウ素のいずれかが用いられるが、下記組成は後者に相当する。	
密度 [g/cm ³] : 2.53	
成分 [wt%]	Al : 80.0 B : 15.5 C : 4.5
原子個数密度 [atoms/barn · cm]	Al : 4.5174 × 10 ⁻² ¹⁰ B : 4.3247 × 10 ⁻³ ¹¹ B : 1.7517 × 10 ⁻² C : 5.7081 × 10 ⁻³
引用文献	: 長谷川正義、三島良績 監修、“原子炉材料ハンドブック,” 日刊工業新聞社(1977)
識別子	: *BORAL*

表 A. 9.1 MAIL 3.0 実行用 JCL 例 (MAIL 3.0 と MULTI-KENO-II の組合せによる臨界計算の場合)

```

//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER ██████████3069,YU.KOMURO,██████████
    T.7 W.1 C.5 I.4 GRP OPN
    OPTP PASSWORD=●,NOTIFY=J3069
// EXEC FORT77,SO=J3069.MAIL8.FORT,Q='',A='ELM(*)'
// EXEC LKED77
// EXEC GO
//FT05F001 DD DSN=J3069.MCNEANY.DATA(MMJ11K),DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT11F001 DD DSN=J3069.MGCLNEW1.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT21F001 DD DSN=J1446.RAB89B.HTABLE.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT31F001 DD DSN=J3069.SMFNEW1.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
// EXPAND TPDISK,DDN=FT02F001,RECFM=VBS,RSIZE=19064,BSIZE=19068,DSN=A,
// SPC='30,10'
// EXPAND DISKPSN,DDN=FT03F001,DSN=B
// *
// EXEC FORT77,SO=J7042.MKENO4.FORT,Q='',A='ELM(*)'
// EXEC LKEDIT77,LM=J3069.MKENOHEX,A='LREP(JMF,JMP)',GRLIB=PNL
// EXEC GO,OBSIZE=137
//FT05F001 DD DSN=J3069.MCNEANY.DATA(KMJ11),DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT06F001 DD SYSOUT=*,DCB=(RECFM=FA,BLKSIZE=137,LRECL=137)
//FT10F001 DD SPACE=(TRK,(20,20)),UNIT=WK10
//FT18F001 DD SPACE=(TRK,(20,20)),UNIT=WK10
//FT22F001 DD DSN=J7042.MSX.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
// EXPAND DISKPSO,DDN=FT41F001,DSN=B
//FT51F001 DD SPACE=(TRK,(20,20)),UNIT=WK10
// EXPAND GRNLP
++
//

```

表 A. 9. 2 MAIL 3.0 が要求する論理機番及びその機能

機番	機 能
2	実効微視的断面積(作業用データセット)
3	KENO形式* ¹⁾ 及びMULTI-KENO-II形式の断面積セット
4	ANISN形式の断面積セット
5	カードからの入力データ
6	プリンタ出力
1 1	MGCLライブラリー①* ²⁾
1 2	MGCLライブラリー②* ²⁾
2 1	h テーブル* ³⁾
3 1	SMFライブラリー* ⁴⁾

*1) SIMCRI, MULTI-KENO, KENO-IV用の断面積セット。

*2) 計算体系の温度に等しい温度のMGCLライブラリーを参照する場合には、そのライブラリーを機番11に割当て、機番12は使用しない。計算体系の温度に等しい温度のMGCLライブラリーがない場合には、その温度を挟む二種類の温度のライブラリーを機番11及び機番12に割当てる。温度と機番の関係は任意である。

*3) MGCL-B-IVを参照する場合には不用。MGCL-J3を参照する場合にのみ必要。

*4) 計算体系の温度に最も近い温度のSMFライブラリーを割当てる。なおMAIL3.0にはSMFライブラリー関する温度内挿機能はない。

表 A.10.1 MAIL 3.0 入力データ (原子個数密度計算ルーチンを利用する例, 均質ウラン系燃料)

	8	137	0	0	3	0	1	3		
U			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
U02			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
U03			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
U308			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
U02F2			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
ADU2			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
ADU3			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	
ADU4			235U:5(WT%) / U:0.5(GU/CM**3)							
		5.0	0.5		-1.0		0		0	

表 A.10.2 MAIL 3.0 入力データ (原子個数密度計算ルーチンを利用する例, 均質プルトニウム系・MOX系燃料及び水)

	8	137	0	0	3	0	1	3	
PU			239PU:90(WT%) / 240PU:10(WT%) / PU:0.5(GPU/CM**3)						
		0.5	-1.0						
		0.0	90.0		10.0		0.0		0.0
		0	0						
PU02			239PU:90(WT%) / 240PU:10(WT%) / PU:0.5(GPU02/CM**3)						
		0.5	-1.0						
		0.0	90.0		10.0		0.0		0.0
		0	0						
MOX			235U:100(WT%) / 239PU:100(WT%) / PU02 ENRICH.:20(WT%)						
		0.5	-1.0		20.0		100.0		
		0.0	100.0		0.0		0.0		0.0
		0	0						
(U+PU)N03			235U:5(WT%) / U:500(GU/L) / PU:0(GU/L)						
		500.0	0.0		0.0		20.0		
		5.0	95.0						
(U+PU)N03			239PU:90(WT%) / 240PU:10(WT%) / U:0(GU/L) / PU:500(GPU/L)						
		0.0	500.0		0.0		20.0		
		0.0	90.0		10.0		0.0		0.0
(U+PU)N03			235U:5(WT%) / 239PU:240PU=90:10(WT%) / U:500(GU/L) / PU:50(GPU/L)						
		500.0	50.0		0.0		20.0		
		5.0	95.0						
		0.0	90.0		10.0		0.0		0.0
H2O		20(DEG)							
		0							
H2O		50(DEG)							
		50							

表 A. 10.3 MAIL 3.0 入力データ (原子個数密度を直接入力する例, TCA UO₂ 燃料棒格子)

```

      3 137      2      0      3      0      1      3
U(2.6)O2 PELLET LATTICE NAME 1.50U
      3      2      3
      3922350      3922380      3080160
      6.086E-4      2.255E-2      4.725E-2
      1.849      0.625      0.7085      0.0      1.487
AL CLAD WITH AIR GAP
      1      0      3
      3130270
      5.587E-2
WATER
      2      0      3
      3010010      3080160
      6.676E-2      3.338E-2
    
```

表 A. 10.4 MAIL 3.0 入力データ (原子個数密度を直接入力する例, TCA MOX燃料棒格子)

```

      3 137      2      0      3      0      1      3
MOX(3.0WT% PUO2) PELLET. LATTICE NAME 2.42PU
      10      2      3
      3922340      3922350      3922380      3942380      3942390      3942400
      3942410      3942420      3952410      3080160
      7.436E-7      9.393E-5      1.295E-2      2.000E-6      2.749E-4      8.843E-5
      2.819E-5      8.124E-6      1.059E-6      2.784E-2
      1.825      0.5325      0.6115      0.0      1.487
ZRY-2 CLAD WITH AIR GAP
      1      0      3
      3400000
      3.840E-2
WATER
      2      0      3
      3010010      3080160
      6.676E-2      3.338E-2
    
```

表 A. 10.5 MAIL 3.0 入力データ (原子個数密度を直接入力する例, McNeany and Jenkins No.5)

```

      2 137      4 0      3 0      1
M&J NO.5 , MKENO-II , JENDL-3 , P3 , FUEL
      7 0      3
      3922330 3922340 3922350 3922380 3010010 3080160
      3090190
      8.575E-4 4.671E-6 3.445E-7 6.124E-6 6.354E-2 3.351E-2
      1.737E-3
M&J NO.5 , MKENO-II , JENDL-3 , P3 , HYDROGEN & CARBON
      2 0      3
      3010010 3060120
      7.734E-2 3.867E-2

```

表 A.11 MAIL 3.0 主プログラム

```

C
C PROGRAM MAIL
C ARRAY SIZE = GROUP X NUCLIDE X 130 X 2
C
      DIMENSION A(600000)
      CALL ARRAY(A,A,600000)
      STOP
      END

```

MCNEARY & JENKINS NO.5

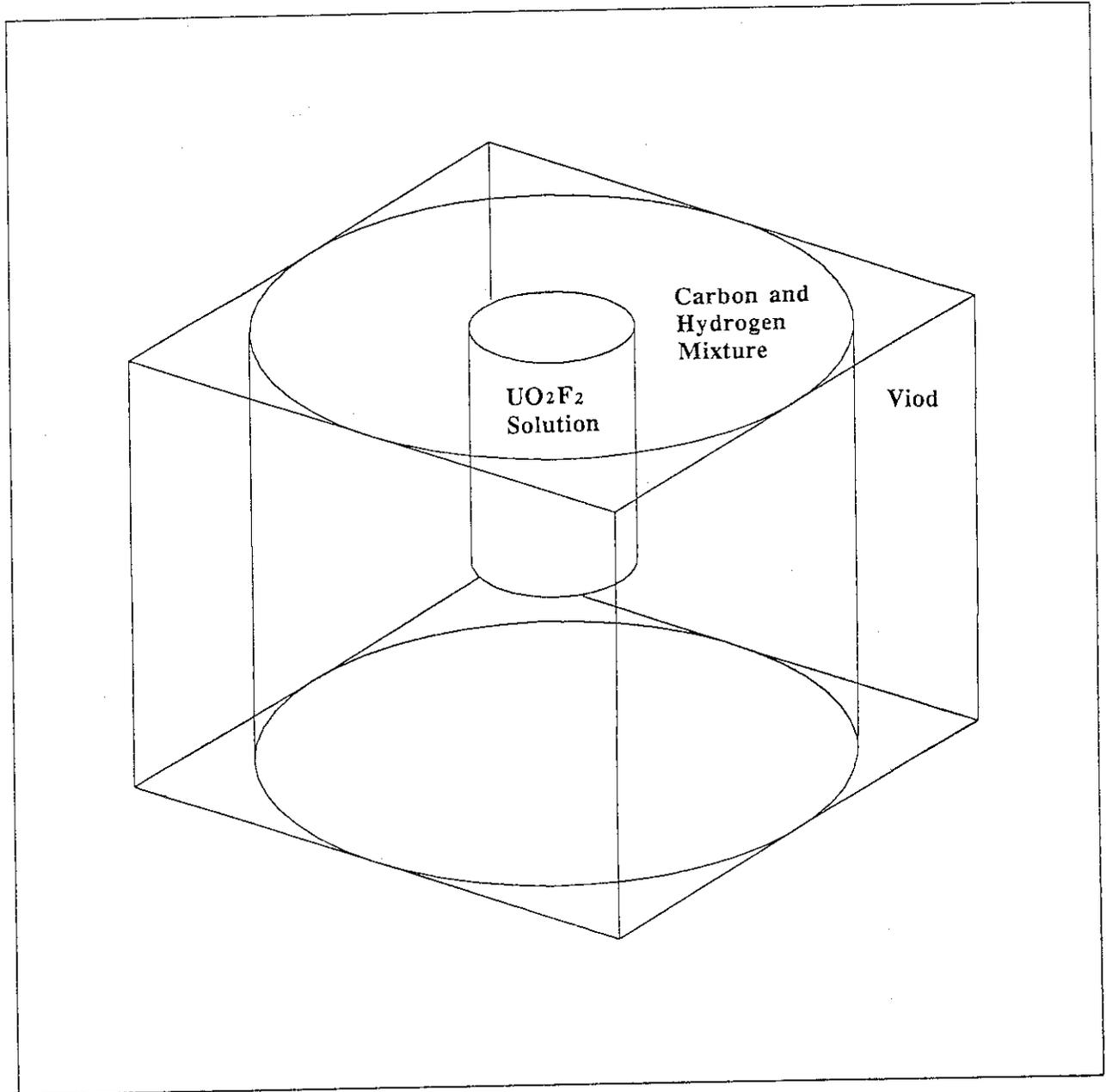


図 A. 1 McNeary and Jenkins No. 5 体系図