

JAERI-Data/Code  
99-048



JP0050133



MCNPライブラリ自動編集システム  
autonjの開発

1999年12月

前川藤夫・桜井 淳・小迫和明\*・久米悦雄  
川崎信夫\*・野村 靖・内藤俣孝\*

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、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、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 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。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1999

編集兼発行 日本原子力研究所

MCNP ライブラリ自動編集システム autonj の開発

日本原子力研究所東海研究所中性子科学研究センター

前川 藤夫・桜井 淳<sup>+1</sup>・小迫 和明<sup>\*1</sup>・久米 悦雄<sup>+2</sup>

川崎 信夫<sup>\*2</sup>・野村 靖<sup>+3</sup>・内藤 俣孝<sup>\*3</sup>

(1998年 11月 15日 受理)

原子力コード委員会原子力コード評価専門部会の「MCNP高温ライブラリ作成ワーキンググループ」の活動として、MCNPライブラリ自動編集システム autonj の開発を行った。これは NJOY-97 コードを中核とし、JENDL-3.2等の評価済み核データファイルから容易にMCNP用断面積ライブラリを編集できる効果的なシステムである。このautonjにより、JENDL-3.2に基づく6温度点における温度依存ライブラリを作成した。また、これらのautonj システム及び温度依存ライブラリを原研の AP3000 計算機上にインストールした。

---

東海研究所：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

<sup>+1</sup> 安全性試験研究センター

<sup>+2</sup> 計算科学技術推進センター

<sup>+3</sup> 燃料サイクル安全工学部

<sup>\*1</sup> 住友原子力工業（株）

<sup>\*2</sup> 富士通（株）

<sup>\*3</sup> ナイス（株）

Development of Automatic Editing System for MCNP Library "autonj"

Fujio MAEKAWA, Kiyoshi SAKURAI<sup>+1</sup>, Kazuaki KOSAKO<sup>\*1</sup>, Etsuo KUME<sup>+2</sup>,  
Nobuo KAWASAKI<sup>\*2</sup>, Yasushi NOMURA<sup>+3</sup> and Yoshitaka NAITO<sup>\*3</sup>

Center for Neutron Science  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received November 15, 1999)

As an activity of the MCNP High-Temperature Library Production Working Group under the Nuclear Code Evaluation Special Committee of Nuclear Code Committee, the automatic editing system for MCNP library "autonj" was developed. The autonj includes the NJOY-97 code as its main body, and is a system that enables us to easily produce cross section libraries for MCNP from evaluated nuclear data files such as JENDL-3.2. A temperature dependent library at six temperature points based on JENDL-3.2 was produced by using autonj. The autonj system and the temperature dependent library were installed on the JAERI AP3000 computer.

Keywords : autonj, MCNP, NJOY, JENDL-3.2, Temperature Dependent, AP3000

---

<sup>+1</sup> Nuclear Safety Research Center

<sup>+2</sup> Center for Promotion of Computational Science and Engineering

<sup>+3</sup> Department of Fuel Cycle Safety Research

<sup>\*1</sup> Sumitomo Atomic Energy Industries, Ltd.

<sup>\*2</sup> FUJITSU, Ltd.

<sup>\*3</sup> NAIS, Ltd.

## 目 次

1. はじめに	1
2. autonj システム	2
2.1 システムの概要	2
2.2 NJOY97コード	3
2.3 処理条件	4
2.4 autonjのインストール	7
2.5 autonjの実行	8
3. 検証計算	10
3.1 ベンチマーク問題	10
3.2 計算結果の比較	10
4. 温度依存ライブラリ	12
4.1 ライブラリの作成	12
4.2 ライブラリの検証	12
5. 原研AP3000システムでの利用	14
5.1 インストール場所及びファイル名	14
5.2 利用方法	15
5.3 評価済み核データライブラリJENDL-3.2の入手方法	16
6. まとめ	18
謝 辞	18
参考文献	19
付録 A NJOY97.45/SAE 用ローカルパッチファイル “uphp45”	35
付録 B AP3000 における autonj のバッチ処理の実行例	52

## Contents

1.	Introduction .....	1
2.	autonj System .....	2
2.1	Outline of the System .....	2
2.2	NJOY97 Code .....	3
2.3	Processing Conditions .....	4
2.4	Installation of autonj .....	7
2.5	Execution of autonj .....	8
3.	Verification Calculation .....	10
3.1	Benchmark Problems .....	10
3.2	Comparisons of Calculated Results .....	10
4.	Temperature Dependent Libraries .....	12
4.1	Production of the Library .....	12
4.2	Verification of the Library .....	12
5.	Utilization on the JAERI AP3000 System .....	14
5.1	Places of Installation and File Names .....	14
5.2	How to Utilize .....	15
5.3	How to Obtain Evaluated Nuclear Data File JENDL-3.2 .....	16
6.	Summary .....	18
	Acknowledgment .....	18
	References .....	19
Appendix A	Local Patch File "uphp45" for NJOY97.45/SAE .....	35
Appendix B	An example of Batch Execution of autonj on AP3000 .....	52

## 1. はじめに

原研の核データセンターが中心となり、シグマ研究委員会の活動として日本独自の評価済み核データファイル JENDL (Japanese Evaluated Nuclear Data Library)<sup>1)</sup> の作成が進められてきた。JENDL には原子力全般の核計算を行うために必要な各種の断面積データが含まれており、現在広く利用されている。一方、米国のロスアラモス国立研究所 (以下、LANL と略す) ではモンテカルロ法に基づく連続エネルギー輸送計算コード MCNP<sup>2)</sup> の開発を行っている。この MCNP コードにより JENDL の核データを用いて輸送計算を行うには、やはり LANL で開発されている NJOY コード<sup>3)</sup> で ACE 形式と呼ばれる MCNP 用断面積ライブラリに JENDL のデータを変換しなければならない。

JENDL の最新バージョンは JENDL-3.2<sup>1)</sup> であるが、これに基づく MCNP 用断面積ライブラリ FSXLIB-J3R2<sup>4)</sup> は既に作成されており、現在広く使われている。このライブラリでは室温 (300 度 K) の温度条件で断面積の共鳴のドップラー処理が行われているため、原則として室温近傍の体系の計算にしか使えない。しかし一部のユーザーから、室温以外の高温、例えば 600 度 K や 900 度 K の温度の体系の計算を行いたいという要望が出された。この要望に対処するため、原子力コード委員会原子力コード評価専門部会の下に「MCNP 高温ライブラリ作成ワーキンググループ」が設立された。このワーキンググループの平成 10 年度の活動として、ユーザーが任意の温度で任意の核種を選択して簡易に MCNP 用断面積ライブラリを作成できるシステム「MCNP ライブラリ自動編集システム」を整備することとなった。このシステムは NJOY コードを中核としてその入力データ作成及び計算結果の編集を自動的に行うシステムであるため、その名称を *autonj* (*automatic NJOY*) とした。

JENDL-3.2 には 340 核種に対して断面積データが与えられており、仮に全核種すべてを NJOY コードで処理するとなると、入力データの作成、NJOY の実行、そして出力結果の編集を 340 回繰り返さなければならず、多大な労力を必要とする。また、米国で開発されている NJOY コードは、米国で作成されたの評価済み核データファイルはほぼ問題なく処理できるが、日本の JENDL の中にはいくつか処理を行えないデータが存在する。そこで本システムは、最小限の労力で、既存の JENDL-3.2 のデータすべてを問題なく処理し、1つの MCNP ライブラリとしてまとめあげることが出来ることを必要条件とした。この *autonj* システムにより、ユーザーは必要な任意の温度において任意の核種を含む JENDL-3.2 に基づく MCNP 用断面積ライブラリを容易に作成できることになる。

本レポートでは第 2 章において、今回開発した MCNP ライブラリ自動編集システム *autonj* の詳細について述べる。第 3 章では *autonj* の妥当性を示すための検証計算について、第 4 章では *autonj* を用いて作成した JENDL-3.2 に基づく温度依存ライブラリについて、そして第 5 章では原研 AP3000 計算機上における *autonj* 及び温度依存ライブラリの利用方法について述べる。最後に第 6 章において、本レポートのまとめを行う。

## 2. autonj システム

### 2.1 システムの概要

今回開発した MCNP ライブラリ自動編集システム autonj は、汎用評価済核データファイルからユーザーの指定する任意の処理条件に基づき自動的に MCNP コード用の中性子連続エネルギー断面積ライブラリを作成・編集するものである。autonj の基本構成を図 2.1 に示す。図中で実行モジュール部は太線の四角枠で表し、データファイルと中間ファイル及び出力ファイルは角の丸い四角枠で表す。autonj は下記の 5 つの実行モジュール (FORTRAN77 プログラム) から成り、C シェルスクリプトで記述されている。

- (1) 核データファイル中の核種識別モジュール [MATLIST]  
ユーザーにより指定された核データファイル中の核種に対応した MAT 番号とファイル名のリストを作成し、核種識別ファイルに出力する。このリストに記載された順序で NJOY97 が実行され、核種ループが回る。
- (2) NJOY97 入力データ作成モジュール [NJ-INP]  
ユーザーの指定した処理条件で ACE 形式断面積ファイルを作成するための NJOY97 用入力データを核種毎に作成する。
- (3) NJOY97 モジュール [NJOY97]  
NJOY97.45/SAE を実行し、核種毎に検索ファイル xsdir と Type-1 形式 (テキスト形式) の ACE 形式断面積ファイルを作成する。
- (4) Type-1 形式編集モジュール [MKXSDIR]  
NJOY97 により核種毎に作成された検索ファイル xsdir と ACE 形式断面積ファイル (Type-1 形式) から、それらを対象とするすべての核種について統合した Type-1 形式の MCNP 用連続エネルギー断面積ライブラリを作成する。
- (5) MAKXSF モジュール [MAKXSF]  
ユーザーが作成ライブラリの形式として Type-2 (バイナリ) を指定した場合、Type-1 形式の MCNP 用連続エネルギー断面積ライブラリを Type-2 形式に変換する。

図中のファイルは、Type-2 形式の MCNP 断面積ライブラリがバイナリ形式であることを除き、全てテキスト形式である。

autonj システムは、UNIX ワークステーション環境で実施することを前提にして作成した。動作確認を行う計算機として、広く一般に使われている Hewlett-Packard 社

製と Sun microsystems 社製の計算機（それぞれ HP-9000/735 及び Sun-4）を選んだ。

## 2.2 NJOY97 コード

核データファイルから MCNP 用断面積ライブラリを作成可能な唯一の公開核データ処理コードは NJOY であり、今回の開発の時点における最新版は NJOY97 である。さらに 1998 年 11 月 23 日に LANL の T-2 グループからインターネットのホームページ上で公開された同コードアップデートパッチファイル“up45”を入手し、NJOY-97.45 バージョンとした。ACE 形式断面積ファイルを作成するために NJOY97 で使用する内部モジュールは、MODER, RECONR, BROADR, HEATR, ACER の 5 つである。

NJOY97.45 で ENDF-6 フォーマット版の JENDL-3.2 に収納された全 340 核種を処理するためには、幾つかのローカルパッチを施す必要がある。そのための主なパッチ項目を以下に示す（{ }内は NJOY97 の内部モジュール名である）。

- (1) 主要配列サイズの増加 {HEATR, ACER}
- (2) ガンマ線生成の光子遷移確率表記 (LO=2) を光子収率表記 (LO=1) に変換する際に、欠落した非弾性準位がある場合への対応 {HEATR, ACER}
- (3) 複数の同位体から合成された共鳴パラメータにおいて、非分離共鳴の最上限エネルギーが分離共鳴の最上限エネルギーより低い場合への対応（天然組成ジルコニウム）{RECONR}
- (4) 離散ガンマ線エネルギー数の上限値をユーザー指定可能とし、もしそれ以上のデータが存在すれば縮約処理を行う。この上限値は MCNP コード内において、MCNP-4A までは 200 個、MCNP-4B 以降は 1000 個に制限されている。ちなみに JENDL-3.2 で離散ガンマ線エネルギーの数が 1000 個を越える核種はない。もし上限値が 2000 個を越える場合には、このパッチの変数制御の修正が必要になり、また 1000 個を越える場合には MCNP-4B の修正が必要になる。{ACER}
- (5) 天然組成塩素におけるマルチレベル Breit-Wigner 分離共鳴パラメータのエネルギー依存散乱半径への対応 (ENDF-5 フォーマットでは可能であるが、ENDF-6 フォーマットでは許されない形式) {RECONR}
- (6) 非分離共鳴の計算基本エネルギー格子の下限エネルギーを 1eV まで拡張 ( $^{148m}\text{Pm}$ ) {RECONR}

上記以外にも細かなバグ修正や適正化を行っている。

また、JENDL Fusion File を処理するために必要な以下に示すパッチも、将来の JENDL-3.3 や他の ENDF-6 フォーマットに対応した核データファイルを処理する可能性に備えて組み込んである。

- (1) 複数の内挿モードを持つ中性子収率 ( $MF=1/MT=452,456$ ) データへの対応 {ACER}
- (2)  $MF=6/LAW=7$  (実験室系角度-エネルギー分布) 形式データの読み込み部のバグ対応 {ACER}
- (3)  $MF=6/LAW=4$  (2体反応による反跳) 形式処理のバグと  $MF=6$  の不使用  $MT$  の回避への対応 {HEATR}
- (4) 複数の内挿モードを持つ  $MF=6/LAW=7$  データの確率形式からヒストグラム形式への変換への対応 {ACER}

ただし、JENDL-3.3 等を処理する上でこれらが必要十分なパッチであるかどうかは、JENDL-3.3 が存在しない現時点では不明である。“up45”と組み合わせて今回作成したローカルパッチファイル“uphp45”を付録Aに示す。

### 2.3 処理条件

autonj システムでユーザーが指定可能な処理条件を以下に説明する。

#### (1) 実行する計算機環境

Hewlett-Packard 社製 HP-9000/735 (HPUX-9)

Sun microsystems 社製 Sun-4 (SunOS4/5)

が選択可能な UNIX Workstation 計算機であり、純正の FORTRAN77 コンパイラが利用可能であることが必要である。その他の UNIX 計算機でも、正常動作すると考えられる。

#### (2) 核データファイル名

処理を行う核データファイルの計算機上でのファイル名を指定する (相対パス名と絶対パス名のどちらでも良い)。複数のファイル名が指定可能である。ディレクトリ名も指定でき、その場合にはそのディレクトリに含まれる全ファイルが処理対象となる。ただしディレクトリ名とファイル名の両方を指定することはできない。

#### (3) MAT 番号

処理を行う核種の物質番号 (MAT 番号) を 1 個以上指定できる。指定しない場合には、(2)で指定した核データファイル中の全核種が処理対象になる。もし指定した核データファイル中に指定した MAT 番号が含まれない場合には、その MAT 番号は無視される。ENDF-4 と 5 フォーマットに基づく核データファイル中の MAT 番号は核種毎に独自に割り当てられており、一般化されていないことに注意されたい。

## (4) 断面積処理温度

断面積処理を行う温度を Kelvin 単位 (K) と摂氏度 (centigrade) 単位 (°C) の実数で指定できる。指定しない場合の暗黙値は 293K (20°C) である。指定可能な下限温度は 0K である。数字だけの場合 (例: 293) は Kelvin 単位、数字に文字 C を付けた場合 (例: 20C) は centigrade 単位である。

## (5) pointwise 断面積計算精度

内挿モード指定による核データの断面積表記を線形内挿による pointwise 断面積表記に変換する際の計算精度を指定する。指定する計算精度は百分率 (%) である。通常の処理における計算精度は、0.1%, 0.2%, 0.5% がよく使用され、処理テストのみであれば 1% 程度で良い。この計算精度を良くすれば、すなわち値を小さくすれば、断面積の内挿に伴う誤差を小さくすることが出来るが、ファイル容量及び計算時間の増大をもたらす。pointwise 断面積計算精度の暗黙値は 0.2% であり、通常の計算ではこれで十分であると考えられる。(なお、fsx1j3r2 ライブラリは 0.5% である。)

## (6) 離散ガンマ線エネルギー数の上限値 (第 2.1 節(4)参照)

離散ガンマ線エネルギー数の上限値は、MCNP-4A までは 200 個、MCNP-4B では 1000 個に制限されている。これを越える離散ガンマ線エネルギー数が与えられた場合、MCNP が読み込んだ断面積データは部分的に破壊され、計算が異常終了する可能性が高い。これを回避するために、離散ガンマ線エネルギー数の上限値を指定し、それを越える場合には離散ガンマ線エネルギーの縮約処理を行いその数が上限値以下になるようにする。上限値の暗黙値は MCNP-4B に対応した 1000 個である。MCNP-4A で計算を行うにはこの上限値を 200 個にする必要がある。この場合、JENDL-3.2 では Al-27 と Si-0 に対して縮約処理が実施される。

## (7) ライブラリ識別番号

MCNP 用断面積ライブラリを識別するための id 番号 (2 桁の整数) を指定する。指定しない場合の暗黙番号は 38 である。Ag-110m などの核異性体 (isomer) に対しては、(指定した id 番号)+1 が適用され、暗黙番号の場合は 39 となる。原研や LANL からこれまでに公開された MCNP ライブラリと共用する場合には、この id 番号が重複しないように注意する必要がある。表 2.1 に主要な MCNP 用連続エネルギー断面積ライブラリの id 番号を示す。ただしこれら以外にもローカルなライブラリや古いライブラリで使用された id 番号もあるため、ユーザーが現在使用している xsdir ファイル中の id 番号を確認することが望ましい。重複した id 番号を使用した場合、xsdir の最初に現れたその id 番号を持つ核種が選択される。なお、MCNP-4B 以降では現在の整数 2 桁をもっと拡張した形式に変更することが予定されている。

## (8) ライブラリ共通タイトル

MCNP 用断面積ライブラリ中のデータコメントの一部として使用される。この共通タイトルの文字数は 16 文字以下の任意な文字列であるが、通常は各データファイルの通称名を指定すると良い。autonj におけるデータコメントは、(入力された 16 文字の文字列) + (1 文字の空白) + (53 文字の処理条件を示す文字列) で構成された 70 文字変数である。(53 文字の処理条件を示す文字列) は以下のものが自動的に付加される。

ZZ-XX-AAAI Mod=mm Ver=vv Tmp=ttttK Err=e.ee% autonj

ここで、ZZ, XX, AAA, I はそれぞれ処理した核種の原子番号、元素記号、質量数及び基底状態か準安定状態かを示す指標、mm, vv は処理した核データファイルに記されている Modification Number 及び Version Number、tttt はケルビン単位の処理温度、そして e.ee はパーセント表示のポイントワイズ断面積計算精度である。

## (9) ライブラリ形式

autonj により作成する MCNP 用断面積ライブラリの形式は、Type-1 (書式付き形式; テキスト) と Type-2 (書式無し形式; バイナリ) の 2 種類から選択できる。両方を選択する事もできる。Type-1 は Type-2 よりも約 5 倍のファイル容量を必要とし、I/O 時間もかなり増える。計算機間の移植性を考慮すれば Type-1 で作成することが望ましいが、MAKXSF コードにより Type-1 と-2 間の変換は容易であるため、必須要件ではない。その他の MCNP ライブラリ形式として Type-3 があるが、これは LANL で主に使用される非標準形式であるため autonj の対象外とした。

## (10) ライブラリ名と検索ファイル名

autonj により作成する MCNP 用断面積ライブラリの名称とその核種検索ファイルの名称を指定する。ライブラリ名は 7 文字以下に制限されている。本来ライブラリ名は 8 文字まで許されるが、最後の文字は通常はライブラリ形式の区別 (Type-1 は“1”、Type-2 は“2”) に使用されるため、ユーザーが指定可能な最大文字数は 7 とした。暗黙のライブラリ名は、“fsxlb32”である。検索ファイル名は文字数の制限はなく任意である。暗黙の検索ファイル名は、ライブラリが Type-1 であれば“xmdir.”+ (ライブラリ名) +“1”、Type-2 なら“xmdir.”+ (ライブラリ名) +“2”である。もしライブラリ名も暗黙名なら、“xmdir.fsxlb321”または“xmdir.fsxlb322”となる。

## 2.4 autonj のインストール

autonj システムを UNIX ワークステーション環境にインストールする方法を述べる。まず、autonj システムの配布用ファイルである `autonj-pub.tar` を入手する。一例として、DAT テープに格納されている `autonj.tar` ファイルをワークステーションのハードディスク上の `/users/user555/autonj` ディレクトリにコピーし、その場所に `autonj` システムを構築する方法を以下に示す。以下の記述では、各行の先頭文字“`$>`”は UNIX プロンプトを表す。

最初に `cd` コマンドで `/users/user555/` ディレクトリに移動する。そこに `autonj` ディレクトリを新たに `mkdir` コマンドで作成し、`autonj` ディレクトリに `cd` コマンドで移動する。`tar` コマンドで DAT テープ上にある `autonj.tar` ファイルを `autonj` ディレクトリにコピーする。

```
$> cd /users/user555
$> mkdir autonj
$> cd autonj
$> tar xf /dev/rmt/0m autonj-pub.tar
```

“`/dev/rmt/0m`”は DAT テープ用装置機番であり、ユーザーの環境に応じて適切な機番に変更する必要がある。

次に、`autonj-pub.tar` ファイルを `tar` コマンドにより展開する。

```
$> tar xf autonj-pub.tar
```

以上で `autonj` システムに必要なファイル環境が整う。`autonj` ディレクトリ配下のファイルとディレクトリ構造を表 2.2 に示す。`autonj` システムが実行時に使用する各種の実行ファイルは、必要に応じて `autonj` システム中でコンパイル・リンク処理を経て作成されるため、ユーザーが直接その作業を行う必要はない。

`autonj` システムの実行用の C シェルスクリプトは、`autonj` ディレクトリ中の `autonj.sh` というファイルである。このファイルを実行形式ファイルとするために以下のコマンドを実施する。

```
$> chmod 755 autonj.sh
```

以上で、`autonj` ディレクトリにおいて `autonj` システムを `autonj.sh` スクリプトにより実行することができる。`autonj.sh` スクリプトは以下のようにタイプするだけで良く、必要なデータは会話形式で与えることができる。

```
$> autonj.sh
```

`autonj` の実行にあたっては、この他に JENDL-3.2 等の評価済み核データファイルが必要である。JENDL-3.2 の入手に関しては、5.3 節を参照されたい。

## 2.5 autonj の実行

MCNP ライブラリ自動編集システム autonj は、C シェルスクリプトファイル autonj.sh により制御・実行される。図 2.2 に autonj.sh の実行例を示す（図中、太字はユーザー入力値である）。図 2.2 は autonj の暗黙値を主に使用した例であり、J3R2 という名前のディレクトリ下に JENDL-3.2 の全 340 核種を収納した 14 個のファイルが存在し、この全 340 核種すべてを処理した時の例である。

autonj は、以下のような流れで処理を行う。

- (1) 最初に 2.2 節で述べた処理条件に関するデータをユーザーに順次問い合わせ、それにより autonj 用の入力データファイル inp-autonj の作成とライブラリ作成関連データの格納を行う。
- (2) NJOY97.45/SAE の実行形式ファイルの存在を確認し、もし存在しなければ ./njoy ディレクトリ中のソースプログラムのコンパイル・リンクを行う。
- (3) MATLIST プログラムは、inp-autonj に基づき核種の MAT 番号とファイル名の核種識別ファイルを作成する。
- (4) NJOY 実行前に必要なファイルとディレクトリの作成と不要ファイルの削除を行う。
- (5) 核種毎に NJ-INP プログラムと inp-autonj により NJOY97.45/SAE 用入力データを作成し、NJOY97.45/SAE コードの実行を行う。Type-1 形式の ACE 形式断面積ファイルと検索ファイルが作成される。
- (6) ユーザー指定に基づき不要なファイルを削除する。MKXSDIR プログラムにより、1 個の Type-1 形式ファイルに複数の ACE ファイルと検索ファイルを集約する。
- (7) 指定された作成ライブラリが Type-1 なら Type-1 形式ファイル名の変更だけを行い、Type-2 なら MAKXSF コードにより Type-1 からの変換を行う。
- (8) 作成した MCNP ライブラリのファイル名と容量に関する情報を出力する。そして、最終的に不要なファイルの削除を行う。

autonj は、一括した核データ処理と MCNP ライブラリ作成のために大量のファイル容量を必要とする。例えば、0.5% の pointwise 断面積精度で JENDL-3.2 の全 340 核種の処理を実施した場合には以下のファイル容量（概算値）を必要とする。

JENDL-3.2 核データファイル	85 MB	
全核種の ACE 形式ファイル	500 MB	
全核種の NJOY97 出力リストファイル	150 MB	(compress で圧縮済)
Type-1 形式ライブラリ	500 MB	
Type-2 形式ライブラリ	90 MB	

従って、この場合には最大約 1.3GB のファイル容量が必要となる。（0.2% の精度の場合、Type-2 形式ライブラリは 120MB となる。）これだけの容量を常時 WS 上に確保するこ

とは困難な場合が多いため、`autonj` で保存するファイルを指定しかつ最小のファイル容量で実行可能な条件を用意する必要がある。そのため、図 2.2 にあるように 3 番目の処理条件として使用するファイル容量に関する問い合わせを行っている。最小、中間、最大の 3 種類のファイル容量が選択可能である。JENDL-3.2 の容量は常に必要であり、最小は Type-1 ライブラリ、中間は Type-1 ライブラリと出力リスト、最大は Type-1 ライブラリ、ACE ファイルと出力リストを含む。作成ライブラリ形式として Type-2 が指定された場合には更に Type-2 ライブラリの容量がそれぞれに加わる。上記の例の場合、最小のファイル容量は約 680MB である。暗黙のファイル容量オプションは最小である。なお、これら以外に NJOY97 の実行時の一時ファイル容量が別途必要になる(最大 10MB 程度)。

`autonj` の総計算時間は、NJOY97 の計算時間が主体であるが、選択した使用ファイル容量オプションによっても変化し、最小容量の場合は最大容量の場合の 1.2~1.5 倍程度となる。HP9000/735 を使用して JENDL-3.2 の全核種を最小容量オプションで処理した場合の計算時間は約 1 日である。

`autonj.sh` は、処理条件入力を会話形式で実行するため、入力後の NJOY97 処理実行中もフォアグラウンド側に常駐することになり、そのウィンドウは終了まで使用できないことに注意されたい。この間、処理中の核種はウィンドウ画面の最終行に下記の例のように表示されている(図 2.2 参照)。

```
21 ..... processing nuclide ..... 14-Si- 0 (mat=1400)
```

これは、現在 21 番目の核種の Si-0 を処理していることを表している。

`autonj` が必要に応じて使用するファイル名とディレクトリ名を表 2.3 に示す。ユーザーはこれらのファイルとディレクトリ名を使用しないように留意されたい。表 2.2 のコメント欄の大括弧は、ファイルの状態とファイル書式を表す。ファイルの状態は、永久保存/必須 (`permanent`)、処理条件の必要性に依存 (`optional`)、一時的な保存 (`temporary`)、終了時には不要 (`scratch`) に分類される。ファイル書式は、書式有り (`formatted ; text`) と書式無し (`unformatted ; binary`) に分類される。

なお、`autonj` は、ENDF-6 書式の JENDL-3.2 のテストは行ったが ENDF-5 や ENDF-4 書式に対する適用テストは行っていないことに留意されたい。

### 3. 検証計算

#### 3.1 ベンチマーク問題

今回作成した MCNP ライブラリ自動編集システム `autonj` により編集した JENDL-3.2 に基づく MCNP 用ライブラリが正常に動作し、また正しい結果を与えるかどうかを確認するため、ベンチマーク計算を実施した。ベンチマーク問題として、核分裂や核融合の分野から以下に示す 5 題を選定した。

問題 1 TCA ウラン炉心<sup>5)</sup>

比較項目 実効増倍率  $k$ -effective

問題 2 FNS 鉄体系クリーンベンチマーク実験<sup>6,7)</sup>

比較項目 深さ 81cm における中性子スペクトルと  $\gamma$  線発熱率

問題 3 FNS 黒鉛体系漏洩中性子スペクトル測定実験<sup>8)</sup>

比較項目 5 角度点の中性子スペクトル

問題 4 OKTAVIAN 銅球からの漏洩中性子スペクトル測定実験<sup>9)</sup>

比較項目 中性子スペクトル

問題 5 OKTAVIAN シリコン球からの漏洩  $\gamma$  線スペクトル測定実験<sup>10)</sup>

比較項目  $\gamma$  線スペクトル

これらの問題はすべて、参考文献 5~10) に記述されているように対応する実験が存在する。

これらの 5 題につき、以前に作成された JENDL-3.2 に基づくライブラリ FSXLIB-J3R2 及び今回 `autonj` により JENDL-3.2 から新たに作成したライブラリを用い、ライブラリの違い以外は全く同一の MCNP の入力データを用いて計算を行い、計算結果を比較した。なお、pointwise 断面積の計算精度は、今回 `autonj` により作成したライブラリが 0.2%、FSXLIB-J3R2 が 0.5% と異なり、また FSXLIB-J3R2 は NJOY-89 バージョンで作成されていることに留意されたい。

#### 3.2 計算結果の比較

問題 1 の TCA ウラン炉心における実効増倍率の計算結果を表 3.1 に示す。線源中性子数は 1 サイクル 1 万個、総サイクル数は 110 であり、有効サイクルは 11 サイクル以降の 100 個である。以前の FSXLIB-J3R2 による実効増倍率は 1.00220、今回の計算で

は 1.00116 であり、両者は 2 標準偏差の範囲で一致している。

問題 2 の FNS 鉄体系クリーンベンチマーク実験における深さ 810mm 位置の中性子スペクトルを図 3.1、鉄体系内中心軸上の  $\gamma$  線発熱率の実験値に対する計算値の比 (C/E) を図 3.2 に示す。図 3.1 では、14-MeV 中性子を入射した鉄体系中で、多数の散乱を経た後に深さ 810mm の位置に形成された 1eV~1MeV の中性子スペクトルの比較であるにも関わらず、両計算結果は非常に良く一致している。図 3.2 の  $\gamma$  線発熱率においても両計算結果の一致は良い。

問題 3 の FNS 黒鉛体系漏洩中性子スペクトル測定実験における 5 つの漏洩角度スペクトルを図 3.3 に示す。この実験は 14-MeV 中性子を黒鉛体系に入射することにより生成した 2 次中性子の角度分布が正しく取り扱われているかどうかを判断するのに有効である。2 つの計算値は全ての角度で良く一致している。

問題 4 の OKTAVIAN 銅球からの漏洩中性子スペクトル測定実験におけるスペクトルの実験値と計算値の比較を図 3.4 に示す。両計算結果はほぼ完全に一致している。

問題 5 の OKTAVIAN シリコン球からの漏洩  $\gamma$  線スペクトル測定実験におけるスペクトル実験値と計算値の比較を図 3.5 に示す。この図においても両計算結果はほぼ完全に一致している。

以上より、以前に JENDL-3.2 より作成された FSXLIB-J3R2 ライブラリと今回 `autonj` により作成したライブラリによる計算結果はお互いに非常に良く一致することが示された。これにより、`autonj` システムが正しく断面積処理を行えることが実証された。

## 4. 温度依存ライブラリ

### 4.1 ライブラリの作成

原子炉の炉心解析で良く使われる典型的な6つの温度点について、JENDL-3.2に基づくMCNP用ライブラリ（温度依存ライブラリ）を作成した。選択した温度点は293K（20℃、室温）、600K、900K、1200K、1500K及び2000Kである。それぞれの温度点において、JENDL-3.2に収納されている全340核種の処理を行った。pointwise断面積の計算精度はすべて0.2%である。軽核の断面積には鋭い共鳴がなく、断面積に温度依存性がほとんどないが、ライブラリに含めておいた。

表4.1に作成したライブラリのファイル名、ファイル容量及び核種識別idを示す。温度が上昇するに従って断面積の共鳴ピークがドップラー拡張により鋭さを失い、断面積を与えるエネルギー点の間引きがより多く行われるため、データ点の数が少なくなる。その結果、ファイル容量も温度の上昇と共に小さくなっている。

### 4.2 ライブラリの検証

今回作成した温度依存ライブラリが正しく処理されているかどうかを確認するため、以下に述べる2つの確認計算を行った。

まず、3章のベンチマーク問題1として選んだTCAウラン炉心の実効増倍率を、酸化ウラン燃料部の温度を293Kから2000Kに変化させて計算した。その結果得られた実効増倍率を表4.2に示す。酸化ウラン燃料温度の上昇と共に実効増倍率が減少しているが、これはドップラー効果により中性子の共鳴吸収が増加して実効増倍率も減少する、という物理的説明と一致する。

次に、今回作成した温度依存ライブラリを用いたMCNP計算の結果とSRACコードによる計算結果との比較を行った。計算体系は次の仕様のとおり、単純なものを設定した。

体系	濃縮ウランに水素-1を添加した均質な球体系
原子数比	H-1 : U-235 : U-238 = 1 : 1 : 8
重量密度	18.7 g/cm <sup>3</sup>
原子数密度	5.26113 × 10 <sup>22</sup> atoms/cm <sup>3</sup>
球の半径	31 cm
核データ	JENDL-3.2
温度	293, 600, 900, 1200, 1500, 2000 Kelvin
比較項目	実効増倍率

MCNP計算では、1サイクルの粒子数5000、計算開始時にスキップするサイクル数10、及び全サイクル数310のパラメータを採用し、求められた実効増倍率の標準偏差は全ケース0.05%以下である。またSRAC計算では、実効マイクロ断面積をNR近似に基づく

Table look up で求め、散乱のルジャンドル展開次数  $P_3$ 、 $S_N$  分点数  $S_{16}$ 、エネルギー群数 107 群のパラメータにより計算を行った。計算結果を図 4.1 に示す。MCNP による実効増倍率は SRAC の値よりも多少大きい、その差は 0.2% と非常に小さく、系統性を示す有意な差ではないと解釈できる。温度の上昇に伴う実効増倍率の減少の傾向は、両計算コード間で非常に良く一致している。

以上から、今回 autonj により作成した温度依存ライブラリは、原子炉の理論（ドップラー効果）及び SRAC コードによる計算結果と矛盾しない結果を与えることが示された。

なお MCNP コードでは、MCNP-4B までのバージョンにおいて非分離共鳴領域の断面積の揺らぎによる中性子束の自己遮蔽効果を計算に取り入れていないため、この効果による不確実性が計算結果に含まれている。特に高速炉ではこの効果が有意な差をもたらすことがあるため、注意が必要である。この問題点は、MCNP-4C 以降のバージョンで解決される予定である。

## 5. 原研 AP3000 システムでの利用

原研の AP3000 計算機システムに、MCNP ライブラリ自動編集システム `autonj` のインストールを行った。元々の起動形態はインタラクティブな会話形式であるが、共同利用のサーバシステム上での実行を考慮して、NQS によるバッチ処理実行も可能なシステムとした。

`autonj` システムの本体、JENDL-3.2 から作成した温度依存ライブラリ、及び二つの実行シェルスクリプト(会話処理版とバッチ処理版)を用意した。

### 5.1 インストール場所及びファイル名

`autonj` 関連ファイルの格納場所は情報システム管理課で用意した下記のユーザ共有ディレクトリである。この共有ディレクトリ内にはソースプログラムファイル、ロードモジュールファイル、実行シェルスクリプトファイル、及び断面積ライブラリを格納している。

`/dg06/center/codelib/autonj/`

#### (1) ソースプログラムファイル

以下のディレクトリに格納した。ここには、ロードモジュールファイルを作成するためのソースプログラムファイル、`Makefile`、及びコンパイル・リンク用のシェルスクリプトファイルを格納している。

`/dg06/center/codelib/autonj/src/`

#### (2) ロードモジュールファイル

以下のディレクトリに格納した。ここには、`autonj` システムを構成するモジュールのロードモジュールファイルを格納している。

`/dg06/center/codelib/autonj/autonjLM/`

格納ロードモジュールファイル

<code>xnjoy</code>	NJOY97 モジュール
<code>matlist_ld</code>	核種識別ファイル種出力モジュール
<code>nj-inp_ld</code>	核種識別ファイル種出力モジュール
<code>mkxmdir_ld, mk1xsd_ld</code>	Type-1 形式編集モジュール
<code>makxsf_ld</code>	Type-2 形式への変換モジュール

## (3) 実行シェルスクリプトファイル

以下のディレクトリに格納した。

/dg06/center/codelib/autonj/autonjSH/

格納実行シェルスクリプトファイル

autonjB.sh	バッチ処理用実行シェルスクリプトファイル
autonjC.sh	インタラクティブ処理用実行シェルスクリプトファイル

## (4) 断面積ライブラリ

4章で述べた典型的な6つの温度点(293K、600K、900K、1200K、1500K、2000K)における温度依存断面積ライブラリ(Type-2形式)とその検索ファイルを以下のディレクトリに格納した。

/dg06/center/codelib/autonj/J32lib/

293 K :	FSXJ32A2	xmdir.FSXJ32A2
600 K :	FSXJ32B2	xmdir.FSXJ32B2
900 K :	FSXJ32C2	xmdir.FSXJ32C2
1200 K :	FSXJ32D2	xmdir.FSXJ32D2
1500 K :	FSXJ32E2	xmdir.FSXJ32E2
2000 K :	FSXJ32F2	xmdir.FSXJ32F2

また、これらの条件以外で多くのユーザーにより共通利用が見込まれる処理条件の断面積ライブラリについては、要求に応じて情報システム管理課が共用ディレクトリに整備する予定である。

## 5.2 利用方法

断面積ライブラリの作成は利用者側の環境で行う必要がある。上記ディレクトリのままで実行するとエラーとなる。

対象とする核データファイルを任意の利用者ディレクトリに格納して、実行シェルスクリプト(autonjB.sh または autonjC.sh)を利用者の断面積ライブラリ作成用の実行ディレクトリにコピーする。実行権があることを確認した後、実行ディレクトリの下で以下のように autonj を実行する。これにより、断面積ライブラリ及び検索ファイルが実行ディレクトリに作成される。

% autonjB.sh (または、autonjC.sh)

実行にあたっては、原則として、バッチ処理実行 (autonjB.sh) を利用する。参考として、バッチ処理の実行例を付録 B に示した。

### 5.3 評価済み核データライブラリ JENDL-3.2 の入手方法

ユーザーが希望する処理条件で JENDL-3.2 から MCNP ライブラリを作成する場合には、まず JENDL-3.2 を入手する必要がある。JENDL-3.2 は原研の核データセンターから一般に公開されている。データの入手には、次の3つの方法がある。

#### (1) 核データセンターのホームページから数値データをダウンロードする方法

- a. 核データセンターのホームページ (<http://wwwndc.tokai.jaeri.go.jp>) の中の、JENDL 数値データのダウンロードのページ (<http://wwwndc.tokai.jaeri.go.jp/ftpd/evlret.html>) を参照する。
- b. Libraries のところの“Selected libraries”、及び Available libraries のところの“JENDL-3.2 pointwise file prepared at OK” を選択し、search ボタンをクリックする。(注1)
- c. 原子番号(Z)、質量数(A) から必要な核種を探し、右端の(No.)の数字をクリックし、データをダウンロードする。
- d. ダウンロードしたデータを、バイナリモードで AP3000 へ転送する。

#### (2) JENDL-3.2 の CD-ROM を入手する方法

- a. 核データセンターのホームページ (<http://wwwndc.tokai.jaeri.go.jp>) の中の、CD-ROM の配布のページ (<http://wwwndc.tokai.jaeri.go.jp/cd-rom/index.html>) を参照する。
- b. 必要事項を記入し、“submit”する。しばらくすると、CD-ROM が送られてくる。
- c. CD-ROM の中の DATA、さらに OK のディレクトリへ進む。(注1)
- d. ファイル名から必要な核種を探し出し、バイナリモードで AP3000 へ転送する。

(注1) これらのデータの pointwise 断面積計算精度は 0.1%であるため、これ以上精度の良い MCNP 用断面積は作成できない。

(注2) 上記2つの方法ではオリジナルの (pointwise 化していない) JENDL-3.2 も入手できる。

ダウンロード : JENDL-3.2(release June 1994)のデータ  
 CD-ROM : DATA/ORIGINAL のデータ

しかし、オリジナルのデータは ENDF-5 と呼ばれるフォーマットで記述されており、ENDF-6 フォーマットに対応した autonj システムでは正常に処理できない。

(3) 核データセンターへ核データ利用申込書を提出して入手する方法

この方法では、JENDL-3.2 のオリジナルの (pointwise 化していない) データを、ENDF-6 フォーマットで、全 340 核種を 14 個のファイルにまとめた形で入手することが出来る。

- a. 核データセンターのホームページ (<http://wwwndc.tokai.jaeri.go.jp>) の中の、核データ利用申込書のページ (<ftp://wwwndc.tokai.jaeri.go.jp/pub/nucldata/ndorder.sjis.txt>) を参照する。
- b. 必要事項を記入し、核データセンターへ送付する。このとき、「2. 利用するデータ」の欄は「ENDF-6 フォーマットの JENDL-3.2、全 340 核種」とする。原研の計算機 GS8400 を利用可能なユーザーは、「利用形態」の欄を「日本原子力研究所の計算機」とするとよい。
- c. データを AP3000 へ転送する。

## 6. まとめ

原子力コード委員会原子力コード評価専門部会の「MCNP 高温ライブラリ作成ワーキンググループ」の活動として、MCNP ライブラリ自動編集システム `autonj` の開発を行った。これは NJOY-97 コードを中核とし、JENDL-3.2 等の評価済み核データファイルから容易に MCNP 用断面積ライブラリを編集できる効果的なシステムである。この `autonj` により、JENDL-3.2 に基づく 6 温度点における温度依存ライブラリを作成した。また、これらの `autonj` システム及び温度依存ライブラリを原研の AP3000 計算機上にインストールした。

今後、JENDL-3.3 が公開された時点で、`autonj` により JENDL-3.3 に基づく MCNP 用断面積ライブラリを作成する予定である。また、非分離共鳴領域の自己遮蔽効果の考慮のために確率テーブル法を導入した MCNP-4C が近日中に公開されるが、現在の `autonj` システムの一部を修正するだけでこれに対応することが出来る。このため、最終的には JENDL-3.3 を基にした MCNP-4C 対応の温度依存ライブラリを編集し、公開する予定である。

## 謝 辞

本システムを作成するにあたり様々な議論をしていただき、また貴重なご意見をいただいた原子力コード評価専門部会のメンバーの方々に感謝いたします。本システム作成にあたり多大なご支援をいただいた計算科学推進センター・情報システム管理課の藤井実課長に感謝いたします。また、温度依存ライブラリ検証のために SRAC コードによる計算をしていただいた燃料サイクル安全工学部・臨界安全研究室の山本俊弘氏、そして本システムの構築にあたりご協力いただいたエネルギーシステム研究部・炉物理研究グループの長家康展氏に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Nakagawa T., et al.: J. Nucl. Sci. Technol., **32**, pp. 1259-1271 (1995).
- 2) Briesmeister J. F. (Ed.): "MCNP - A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 4B", LA-12625-M, Los Alamos National Laboratory (1997).
- 3) MacFarlane R. E. and Muir D. W.: "The NJOY Nuclear Data Processing System, Version 91", LA-12740-M, Los Alamos National Laboratory (1994).
- 4) Kosako K., et al.: "FSXLIB-J3R2: A Continuous Energy Cross Section Library for MCNP Based on JENDL-3.2", JAERI-Data/Code 94-20 (1994).
- 5) Tsuruta H., Kobayashi I., Suzuki T., Ohno A., Murakami K. and Matsuura S.: "Critical Sizes of Light-Water Moderated UO<sub>2</sub> and PuO<sub>2</sub>-UO<sub>2</sub> Lattices", JAERI 1254 (1977).
- 6) Konno C., et al.: Fusion Eng. Des., **18**, 297 (1991).
- 7) Maekawa F. and Oyama Y.: Nucl. Sci. Eng., **125**, 205 (1997).
- 8) Oyama Y., Yamaguchi S. and Maekawa H.: J. Nucl. Sci. Technol, **25**, pp. 419-428 (1988).
- 9) Ichihara C., Kobayashi K., Hayashi S. A., Kimura I., Yamamoto J. and Takahashi A.: "Leakage Neutron Spectra from Various Sphere Piles with 14 MeV Neutrons", JAERI-M 94-014, pp. 63-125 (1994).
- 10) Yamamoto J., Kanaoka T., Murata I., Takahashi A. and Sumita K.: "Gamma-Ray Energy Spectra Emitted from Spheres with 14-MeV Neutron Source", JAERI-M 94-014, pp. 32-62 (1994).
- 11) Tsuchihashi K., Ishiguro Y., Kaneko K. and Ido M.: "Revised SRAC Code System", JAERI 1302 (1986).

表 2.1 主要な MCNP 用連続エネルギー断面積ライブラリーの id 番号一覧

id 番号	MCNP ライブラリ
00	fendl1 (FENDL/MC-1; 300K)
01-05, 10-12	bmccs (ENDF/B-IV & LANL-SUB; 0K)
21	100xs (P.G. Young evaluation to 100 MeV; 300K)
34	fsxlib3 (JENDL-3.1; 293K)
35	endl85 (ENDL-85; 0K)
37 (36)	fsxlj3r2 (JENDL-3.2; 293K)
41	fsxljff (JENDL Fusion File; 300K)
50	rmccs, endf5p, endf5u, rmccsa (ENDF/B-V; 300K)
51	rmccs, endf5t (ENDF/B-V; thinning; 300K)
55	rmccs, rmccsa (LANL evaluation; 300K)
60	endf60 (ENDF/B-VI & special LANL; 293K)

表 2.2 autonj-pub.tar に含まれているファイルの一覧

drwxrwxrwx	2	fujio	users	1024	Jul 31	21:44	Utility
-rw-rw-rw-	1	fujio	users	8806400	Jul 31	21:38	autonj-pub.tar
drwxrwxrwx	2	fujio	users	1024	Jul 31	21:45	autonj-test
-rw-r-----	1	fujio	users	16744	Jan 29	1999	autonj.sh
drwxrwxrwx	2	fujio	users	1024	Jul 31	21:45	njoy
Utility:							
-rw-r--r--	1	fujio	users	16848	Jan 19	1999	awr-list
-rw-r--r--	1	fujio	users	30962	Jan 19	1999	makxsf.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	2895	Jan 19	1999	matlist.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	4614	Jan 19	1999	mk1xsd.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	4752	Jan 19	1999	mkxsdir.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	12792	Jan 29	1999	nj-inp.f
autonj-test:							
-rw-r--r--	1	fujio	users	274433	Dec 11	1998	C_1.lst
-rw-r--r--	1	fujio	users	6858	Dec 11	1998	C_1.mcn
-rw-r--r--	1	fujio	users	485379	Dec 12	1998	Cu_1.lst
-rw-r--r--	1	fujio	users	4182	Dec 11	1998	Cu_1.mcn
-rw-r--r--	1	fujio	users	636473	Dec 14	1998	Fe_1.lst
-rw-r--r--	1	fujio	users	14463	Dec 11	1998	Fe_1.mcn
-rw-r--r--	1	fujio	users	103974	Dec 15	1998	Sigl.lst
-rw-r--r--	1	fujio	users	1782	Dec 10	1998	Sigl.mcn
-rw-r--r--	1	fujio	users	135648	Dec 15	1998	Sin1.lst
-rw-r--r--	1	fujio	users	2625	Dec 11	1998	Sin1.mcn
-rw-r--r--	1	fujio	users	351228	Dec 15	1998	fp18.lst
-rw-r--r--	1	fujio	users	9782	Dec 15	1998	fp18.mcn
njoy:							
-rw-r--r--	1	fujio	users	354	Jan 19	1999	Make-hp
-rw-r--r--	1	fujio	users	349	Jan 19	1999	Make-sun
-rw-r--r--	1	fujio	users	1179576	Jan 19	1999	acer.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	134332	Jan 19	1999	broadr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	282080	Jan 19	1999	ccccr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	155488	Jan 19	1999	covr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	120916	Jan 19	1999	dtfr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	341764	Jan 19	1999	errorr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	113864	Jan 19	1999	gaminr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	67424	Jan 19	1999	gaspr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	708296	Jan 19	1999	groupr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	434816	Jan 19	1999	heatr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	246820	Jan 19	1999	leapr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	198058	Jan 19	1999	matxsr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	38442	Jan 19	1999	mixr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	112144	Jan 19	1999	moder.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	338840	Jan 19	1999	njoy.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	200380	Jan 19	1999	plotr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	387000	Jan 19	1999	powr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	207432	Jan 19	1999	purr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	367736	Jan 19	1999	reconr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	40678	Jan 19	1999	resxsr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	206314	Jan 19	1999	thermr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	120142	Jan 19	1999	unresr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	57346	Jan 19	1999	up45
-rw-r--r--	1	fujio	users	60076	Jan 19	1999	uphp45
-rw-r--r--	1	fujio	users	356556	Jan 19	1999	viewr.f
-rw-r--r--	1	fujio	users	170366	Jan 19	1999	wimsr.f

表 2.3 autonj システムが使用するファイル名の一覧.

file name	comment
acefl	a single type-1 library integrated all ACE-files [temporary, formatted].
autonj.sh	a C-shell script file for executing the autonj system [permanent, formatted].
autonj-count	a file included count number of processed nuclides by NJOY97 [scratch, formatted].
autonj_dumny	a dummy file stored the non-displayed message [scratch, formatted].
autonj-matlist	a file stored the processing nuclides and the file names [scratch, formatted].
autonj-now	a file included now processing nuclide name [scratch, formatted].
autonj-stop	a file included an error message from autonj [temporary, formatted].
autonj-xsdir	a directory file of single type-1 library integrated all ACE-files [temporary, formatted].
fsxlb32*	a default name of MCNP continuous energy neutron cross section library [optional, formatted & unformatted].
inp-autonj	user input data file for the autonj [temporary, formatted].
input	an input data file for NJOY97.45/SAE [scratch, formatted].
makxsf_ld	MAKXSF execution file [scratch, unformatted].
matlist_ld	MATLIST execution file [scratch, unformatted].
mkxmdir_ld	MKXSDIR execution file [scratch, unformatted].
mk.lxsd_ld	MKIXSD execution file [scratch, unformatted].
njoy/xnjoy	NJOY97.45/SAE execution file [permanent, unformatted].
nj-inp_ld	NJ-INP execution file [scratch, unformatted].
output	an output list file by NJOY97.45/SAE [scratch, formatted].
specs	an input data file for MAKXSF [scratch, formatted].
tape*	interface files by each module in NJOY97 [scratch, formatted & unformatted].
tape91	a nuclide of ACE-type cross section file by NJOY97 [scratch, formatted].
tape92	a nuclide of directory file by NJOY97 [scratch, formatted].
tprint	an output list file by MAKXSF [scratch, formatted].
Utility/awr-list	a file stored the atomic weight ratios for directory file [permanent, formatted].
Utility/makxsf.f	MAKXSF fortran source program [permanent, formatted].
Utility/matlist.f	MATLIST fortran source program [permanent, formatted].
Utility/mkxmdir.f	MKXSDIR fortran source program [permanent, formatted].
Utility/mk.lxsd.f	MKIXSD fortran source program [permanent, formatted].
Utility/nj-inp.f	NJ-INP fortran source program [permanent, formatted].
xsdire.fsxlb32*	a default name of directory file of MCNP library, fsxlb322 [optional, formatted].
directory.name	comment
ACE-FILE	to be stored the ACE-type cross section files (ace#) and directory files (dir#) by NJOY97 [optional, formatted].
JENDL-eval	to be stored the evaluated nuclear data files uncompressed from the compressed files [scratch, formatted].
J3R2	stored the JENDL-3.2 files (32f63##) with ENDF-6 format [permanent, formatted].
njoy	stored the NJOY97.45/SAE fortran source programs (*.f), the makefile (Make*) and the patch files (up*) [permanent, formatted].
OUT-FILE	to be stored the compressed output list files (out#Z) by NJOY97 [optional, formatted].
Utility	sorted utility programs above [permanent, formatted]

表 3.1 TCA ウラン炉心の計算結果

項目	FSXLIB-J3R2	autonj
実効増倍率	1.00220	1.00116
標準偏差	0.00077	0.00075
68% 信頼レベル	1.00143 ~ 1.00298	1.00041 ~ 1.00192
95% 信頼レベル	1.00067 ~ 1.00374	0.99966 ~ 1.00267
99% 信頼レベル	1.00017 ~ 1.00424	0.99917 ~ 1.00315

表 4.1 作成した JENDL-3.2 に基づく MCNP 用温度依存ライブラリの一覧  
 (核種識別 id のカッコ外の数字は安定核種、カッコ内の数字は準安定状態核種の id を示す。)

Type-1 形式 (テキストデータ)				
処理温度	ライブラリ名	ファイル容量 [bytes]	検索ファイル名	核種識別 id
293 K (20°C)	FSXJ32A1	599,446,494	xmdir.FSXJ32A1	80 (81)
600 K (327°C)	FSXJ32B1	576,107,640	xmdir.FSXJ32B1	82 (83)
900 K (627°C)	FSXJ32C1	562,336,344	xmdir.FSXJ32C1	84 (85)
1200 K (927°C)	FSXJ32D1	552,503,997	xmdir.FSXJ32D1	86 (87)
1500 K (1227°C)	FSXJ32E1	544,861,566	xmdir.FSXJ32E1	88 (89)
2000 K (1727°C)	FSXJ32F1	534,774,393	xmdir.FSXJ32F1	90 (91)
Type-2 形式 (バイナリデータ)				
処理温度	ライブラリ名	ファイル容量 [bytes]	検索ファイル名	核種識別 id
293 K (20°C)	FSXJ32A2	119,373,824	xmdir.FSXJ32A2	80 (81)
600 K (327°C)	FSXJ32B2	114,776,064	xmdir.FSXJ32B2	82 (83)
900 K (627°C)	FSXJ32C2	112,066,560	xmdir.FSXJ32C2	84 (85)
1200 K (927°C)	FSXJ32D2	110,123,008	xmdir.FSXJ32D2	86 (87)
1500 K (1227°C)	FSXJ32E2	108,617,728	xmdir.FSXJ32E2	88 (89)
2000 K (1727°C)	FSXJ32F2	106,620,928	xmdir.FSXJ32F2	90 (91)

表 4.2 酸化ウラン燃料温度を変化させた時の TCA ウラン炉心の実効増倍率の変化

酸化ウラン燃料温度	実効増倍率	標準偏差
293 K	1.00116	0.00075
600 K	0.99475	0.00078
900 K	0.98995	0.00065
1200 K	0.98600	0.00075
1500 K	0.98377	0.00070
2000 K	0.97893	0.00070

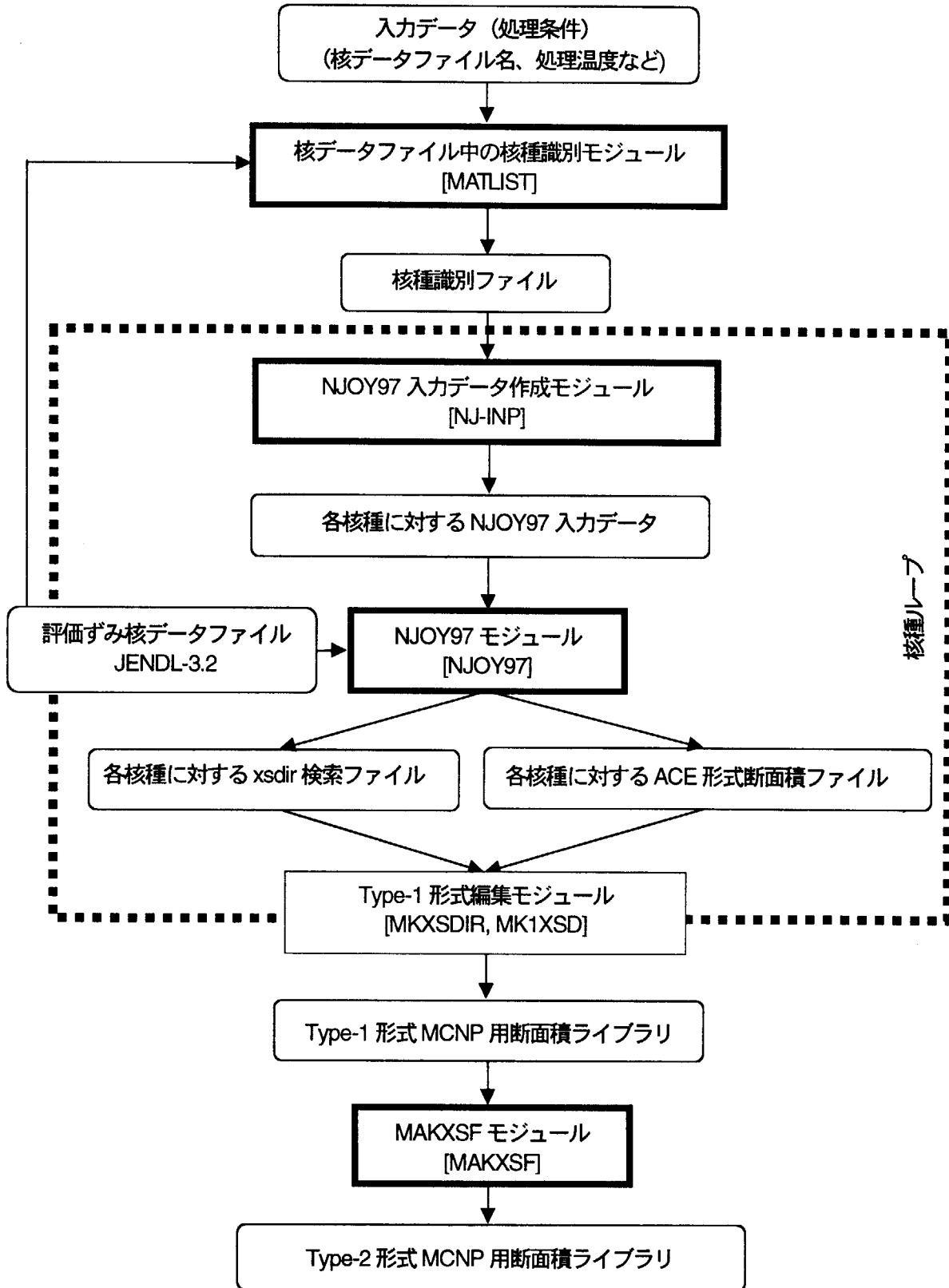


図 2.1 MCNP ライブラリー自動編集システム autorj の基本構成.

```

Please enter the MAT numbers of nuclides that you want to process.
(If blank, all nuclides contained in the specified files are
processed.)
=====
Please enter the processing temperature with NJOY97.
(If blank, default temperature is 293 K.)
(for example: 300 <--- 300 kelvin)
(          27C <--- 27 celsius = 300.15 K)
===== > 293

Please enter a library identification number in zaid for MCNP.
(It corresponds to the "suff" parameter in input data of NJOY/ACER.)
(It must be integer with two digits.)
(If blank, default identification number is 38. (If Fe, 26000.38c))
===== > 80

Please enter a tolerance of pointwise cross section data.
(The unit of tolerance is (%).)
(If blank, default tolerance is 0.2 %.)
===== > 0.2

Please enter the maximum number of discrete gamma-ray energies.
(It must be less than 1000 for MCNP-4B or 200 for the previous version.)
(If blank, default number is 1000.)
=====

Please enter the general name of nuclear data file.
(It will be a part of the "hk" in input data of NJOY/ACER.)
(Maximum 16 characters.)
(If blank, the name will be prepared from the nuclear data file.)
(for example: jendl-3.2)
(.....1.....)
===== > JENDL-3.2

Please enter types of MCNP cross section library.
(If blank, default type of library is Type-2.)
1 = Type-1 (text format)
2 = Type-2 (binary format)
12 = Type-1 and Type-2
===== > 12

Please enter a file name of the MCNP cross section library.
(Maximum 7 characters.)
(When the given name is "fsxlib2", the complete name is "fsxlib21",
if it is Type-1.)

```

```

hp2>> autonj.sh
:
autonj ..... automatic production system of a mcnp cross section
          library from JENDL by the NJOY97 code.
:
Please select your computer environment.
HP = HP9000-series, HP-C-series
SUN = Sun SparcStation4/5
===== > HP

Please select an input mode.
0 = input from a file.
1 = interactive input on this terminal.
===== > 1

Please select the option of using disk space (or producing files).
0 = minimum disk size (mcnp library)
1 = medium disk size (mcnp library and output list)
2 = maximum disk size (library, list and ace file)
(maximum size is about 1.4 GB for JENDL-3.2.)
(If blank, default size is minimum.)
===== > 0

Please enter the path name where JENDL file are located.
(When you finish entering all file names, please enter a blank.)
(If a directory name is given, all files in the directory are
processed. Only one directory name is allowed. The last
character must not be a slash (/).)
===== > J3R2
          list of files in the directory above
J3R2/J32f6301
J3R2/J32f6302
J3R2/J32f6303
J3R2/J32f6304
J3R2/J32f6305
J3R2/J32f6306
J3R2/J32f6307
J3R2/J32f6308
J3R2/J32f6309
J3R2/J32f6310
J3R2/J32f6311
J3R2/J32f6312
J3R2/J32f6313
J3R2/J32f6314

```

図 2.2 autonj の実行例(1/5).

```

(If blank, default library name is "fsxlb32".)
===== >> FSXJ32A

Please enter a file name of the directory files for the library.
--- type-1 library ---
(If blank, default library name is "xsdir.FSXJ32A1".)
===== >>
--- type-2 library ---
(If blank, default library name is "xsdir.FSXJ32A2".)
===== >>

:::
::: Start the processing stage of nuclides by NUOY97 :::
:::
:::

DATE: 02/11/99
TIME: 14:10:18

1 ..... processing nuclide ..... 1-H - 1 (mat= 125)
2 ..... processing nuclide ..... 1-H - 2 (mat= 128)
3 ..... processing nuclide ..... 2-He - 3 (mat= 225)
4 ..... processing nuclide ..... 2-He - 4 (mat= 228)
5 ..... processing nuclide ..... 3-Li - 6 (mat= 325)
6 ..... processing nuclide ..... 3-Li - 7 (mat= 328)
7 ..... processing nuclide ..... 4-Be - 9 (mat= 425)
8 ..... processing nuclide ..... 5-B - 10 (mat= 525)
9 ..... processing nuclide ..... 5-B - 11 (mat= 528)
10 ..... processing nuclide ..... 6-C - 12 (mat= 625)
11 ..... processing nuclide ..... 7-N - 14 (mat= 725)
12 ..... processing nuclide ..... 7-N - 15 (mat= 728)
13 ..... processing nuclide ..... 8-O - 16 (mat= 825)
14 ..... processing nuclide ..... 9-F - 19 (mat= 925)
15 ..... processing nuclide ..... 11-Na - 23 (mat=1125)
16 ..... processing nuclide ..... 12-Mg - 0 (mat=1200)
17 ..... processing nuclide ..... 12-Mg - 24 (mat=1225)
18 ..... processing nuclide ..... 12-Mg - 25 (mat=1228)
19 ..... processing nuclide ..... 12-Mg - 26 (mat=1231)
20 ..... processing nuclide ..... 13-Al - 27 (mat=1325)
21 ..... processing nuclide ..... 14-Si - 0 (mat=1400)
22 ..... processing nuclide ..... 14-Si - 28 (mat=1425)
23 ..... processing nuclide ..... 14-Si - 29 (mat=1428)
24 ..... processing nuclide ..... 14-Si - 30 (mat=1431)
25 ..... processing nuclide ..... 15-P - 31 (mat=1525)
26 ..... processing nuclide ..... 16-S - 0 (mat=1600)
27 ..... processing nuclide ..... 16-S - 32 (mat=1625)
28 ..... processing nuclide ..... 16-S - 33 (mat=1628)
29 ..... processing nuclide ..... 16-S - 34 (mat=1631)

30 ..... processing nuclide ..... 16-S - 36 (mat=1637)
31 ..... processing nuclide ..... 17-Cl - 0 (mat=1700)
32 ..... processing nuclide ..... 17-Cl - 35 (mat=1725)
33 ..... processing nuclide ..... 17-Cl - 37 (mat=1731)
34 ..... processing nuclide ..... 18-Ar - 40 (mat=1837)
35 ..... processing nuclide ..... 19-K - 0 (mat=1900)
36 ..... processing nuclide ..... 19-K - 39 (mat=1925)
37 ..... processing nuclide ..... 19-K - 40 (mat=1928)
38 ..... processing nuclide ..... 19-K - 41 (mat=1931)
39 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 0 (mat=2000)
40 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 40 (mat=2025)
41 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 42 (mat=2031)
42 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 43 (mat=2034)
43 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 44 (mat=2037)
44 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 46 (mat=2043)
45 ..... processing nuclide ..... 20-Ca - 48 (mat=2049)
46 ..... processing nuclide ..... 21-Sc - 45 (mat=2125)
47 ..... processing nuclide ..... 22-Ti - 0 (mat=2200)
48 ..... processing nuclide ..... 22-Ti - 46 (mat=2225)
49 ..... processing nuclide ..... 22-Ti - 47 (mat=2228)
50 ..... processing nuclide ..... 22-Ti - 48 (mat=2231)
51 ..... processing nuclide ..... 22-Ti - 49 (mat=2234)
52 ..... processing nuclide ..... 22-Ti - 50 (mat=2237)
53 ..... processing nuclide ..... 23-V - 51 (mat=2328)
54 ..... processing nuclide ..... 24-Cr - 0 (mat=2400)
55 ..... processing nuclide ..... 24-Cr - 50 (mat=2425)
56 ..... processing nuclide ..... 24-Cr - 52 (mat=2431)
57 ..... processing nuclide ..... 24-Cr - 53 (mat=2434)
58 ..... processing nuclide ..... 24-Cr - 54 (mat=2437)
59 ..... processing nuclide ..... 25-Mn - 55 (mat=2525)
60 ..... processing nuclide ..... 26-Fe - 0 (mat=2600)
61 ..... processing nuclide ..... 26-Fe - 54 (mat=2625)
62 ..... processing nuclide ..... 26-Fe - 56 (mat=2631)
63 ..... processing nuclide ..... 26-Fe - 57 (mat=2634)
64 ..... processing nuclide ..... 26-Fe - 58 (mat=2637)
65 ..... processing nuclide ..... 27-Co - 59 (mat=2725)
66 ..... processing nuclide ..... 28-Ni - 0 (mat=2800)
67 ..... processing nuclide ..... 28-Ni - 58 (mat=2825)
68 ..... processing nuclide ..... 28-Ni - 60 (mat=2831)
69 ..... processing nuclide ..... 28-Ni - 61 (mat=2834)
70 ..... processing nuclide ..... 28-Ni - 62 (mat=2837)
71 ..... processing nuclide ..... 28-Ni - 64 (mat=2843)
72 ..... processing nuclide ..... 29-Cu - 0 (mat=2900)
73 ..... processing nuclide ..... 29-Cu - 63 (mat=2925)
74 ..... processing nuclide ..... 29-Cu - 65 (mat=2931)
75 ..... processing nuclide ..... 31-Ga - 0 (mat=3100)
76 ..... processing nuclide ..... 31-Ga - 69 (mat=3125)

```

図 2.2 autonj の実行例(2/5).

77	.....	processing nuclide	.....	31-Ga-71	(mat=3131)
78	.....	processing nuclide	.....	32-Ge-0	(mat=3200)
79	.....	processing nuclide	.....	32-Ge-70	(mat=3225)
80	.....	processing nuclide	.....	32-Ge-72	(mat=3231)
81	.....	processing nuclide	.....	32-Ge-73	(mat=3234)
82	.....	processing nuclide	.....	32-Ge-74	(mat=3237)
83	.....	processing nuclide	.....	32-Ge-76	(mat=3243)
84	.....	processing nuclide	.....	33-As-75	(mat=3325)
85	.....	processing nuclide	.....	34-Se-74	(mat=3425)
86	.....	processing nuclide	.....	34-Se-76	(mat=3431)
87	.....	processing nuclide	.....	34-Se-77	(mat=3434)
88	.....	processing nuclide	.....	34-Se-78	(mat=3437)
89	.....	processing nuclide	.....	34-Se-79	(mat=3440)
90	.....	processing nuclide	.....	34-Se-80	(mat=3443)
91	.....	processing nuclide	.....	34-Se-82	(mat=3449)
92	.....	processing nuclide	.....	35-Br-79	(mat=3525)
93	.....	processing nuclide	.....	35-Br-81	(mat=3531)
94	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-78	(mat=3625)
95	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-80	(mat=3631)
96	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-82	(mat=3637)
97	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-83	(mat=3640)
98	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-84	(mat=3643)
99	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-85	(mat=3646)
100	.....	processing nuclide	.....	36-Kr-86	(mat=3649)
101	.....	processing nuclide	.....	37-Rb-85	(mat=3725)
102	.....	processing nuclide	.....	37-Rb-87	(mat=3731)
103	.....	processing nuclide	.....	38-Sr-86	(mat=3831)
104	.....	processing nuclide	.....	38-Sr-87	(mat=3834)
105	.....	processing nuclide	.....	38-Sr-88	(mat=3837)
106	.....	processing nuclide	.....	38-Sr-89	(mat=3840)
107	.....	processing nuclide	.....	38-Sr-90	(mat=3843)
108	.....	processing nuclide	.....	39-Y-89	(mat=3925)
109	.....	processing nuclide	.....	39-Y-91	(mat=3931)
110	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-0	(mat=4000)
111	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-90	(mat=4025)
112	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-91	(mat=4028)
113	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-92	(mat=4031)
114	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-93	(mat=4034)
115	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-94	(mat=4037)
116	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-95	(mat=4040)
117	.....	processing nuclide	.....	40-Zr-96	(mat=4043)
118	.....	processing nuclide	.....	41-Nb-93	(mat=4125)
119	.....	processing nuclide	.....	41-Nb-94	(mat=4128)
120	.....	processing nuclide	.....	41-Nb-95	(mat=4131)
121	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-0	(mat=4200)
122	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-92	(mat=4225)
123	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-94	(mat=4231)
124	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-95	(mat=4234)
125	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-96	(mat=4237)
126	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-97	(mat=4240)
127	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-98	(mat=4243)
128	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-99	(mat=4246)
129	.....	processing nuclide	.....	42-Mo-100	(mat=4249)
130	.....	processing nuclide	.....	43-Tc-99	(mat=4331)
131	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-96	(mat=4425)
132	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-98	(mat=4431)
133	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-99	(mat=4434)
134	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-100	(mat=4437)
135	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-101	(mat=4440)
136	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-102	(mat=4443)
137	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-103	(mat=4446)
138	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-104	(mat=4449)
139	.....	processing nuclide	.....	44-Ru-106	(mat=4455)
140	.....	processing nuclide	.....	45-Rh-103	(mat=4525)
141	.....	processing nuclide	.....	45-Rh-105	(mat=4531)
142	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-102	(mat=4625)
143	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-104	(mat=4631)
144	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-105	(mat=4634)
145	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-106	(mat=4637)
146	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-107	(mat=4640)
147	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-108	(mat=4643)
148	.....	processing nuclide	.....	46-Pd-110	(mat=4649)
149	.....	processing nuclide	.....	47-Ag-0	(mat=4700)
150	.....	processing nuclide	.....	47-Ag-107	(mat=4725)
151	.....	processing nuclide	.....	47-Ag-109	(mat=4731)
152	.....	processing nuclide	.....	47-Ag-110m	(mat=4735)
153	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-0	(mat=4800)
154	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-106	(mat=4825)
155	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-108	(mat=4831)
156	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-110	(mat=4837)
157	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-111	(mat=4840)
158	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-112	(mat=4843)
159	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-113	(mat=4846)
160	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-114	(mat=4849)
161	.....	processing nuclide	.....	48-Cd-116	(mat=4855)
162	.....	processing nuclide	.....	49-In-113	(mat=4925)
163	.....	processing nuclide	.....	49-In-115	(mat=4931)
164	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-112	(mat=5025)
165	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-114	(mat=5031)
166	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-115	(mat=5034)
167	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-116	(mat=5037)
168	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-117	(mat=5040)
169	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-118	(mat=5043)

図 2.2 autonj の実行例(3/5).

170	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-119	(mat=5046)
171	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-120	(mat=5049)
172	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-122	(mat=5055)
173	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-123	(mat=5058)
174	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-124	(mat=5061)
175	.....	processing nuclide	.....	50-Sn-126	(mat=5067)
176	.....	processing nuclide	.....	51-Sb- 0	(mat=5100)
177	.....	processing nuclide	.....	51-Sb-121	(mat=5125)
178	.....	processing nuclide	.....	51-Sb-123	(mat=5131)
179	.....	processing nuclide	.....	51-Sb-124	(mat=5134)
180	.....	processing nuclide	.....	51-Sb-125	(mat=5137)
181	.....	processing nuclide	.....	52-Te-120	(mat=5225)
182	.....	processing nuclide	.....	52-Te-122	(mat=5231)
183	.....	processing nuclide	.....	52-Te-123	(mat=5234)
184	.....	processing nuclide	.....	52-Te-124	(mat=5237)
185	.....	processing nuclide	.....	52-Te-125	(mat=5240)
186	.....	processing nuclide	.....	52-Te-126	(mat=5243)
187	.....	processing nuclide	.....	52-Te-127m	(mat=5247)
188	.....	processing nuclide	.....	52-Te-128	(mat=5249)
189	.....	processing nuclide	.....	52-Te-129m	(mat=5253)
190	.....	processing nuclide	.....	52-Te-130	(mat=5255)
191	.....	processing nuclide	.....	53-I -127	(mat=5325)
192	.....	processing nuclide	.....	53-I -129	(mat=5331)
193	.....	processing nuclide	.....	53-I -131	(mat=5337)
194	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-124	(mat=5425)
195	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-126	(mat=5431)
196	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-128	(mat=5437)
197	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-129	(mat=5440)
198	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-130	(mat=5443)
199	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-131	(mat=5446)
200	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-132	(mat=5449)
201	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-133	(mat=5452)
202	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-134	(mat=5455)
203	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-135	(mat=5458)
204	.....	processing nuclide	.....	54-Xe-136	(mat=5461)
205	.....	processing nuclide	.....	55-Cs-133	(mat=5525)
206	.....	processing nuclide	.....	55-Cs-134	(mat=5528)
207	.....	processing nuclide	.....	55-Cs-135	(mat=5531)
208	.....	processing nuclide	.....	55-Cs-136	(mat=5534)
209	.....	processing nuclide	.....	55-Cs-137	(mat=5537)
210	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-130	(mat=5625)
211	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-132	(mat=5631)
212	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-134	(mat=5637)
213	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-135	(mat=5640)
214	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-136	(mat=5643)
215	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-137	(mat=5646)
216	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-138	(mat=5649)
217	.....	processing nuclide	.....	56-Ba-140	(mat=5655)
218	.....	processing nuclide	.....	57-La-138	(mat=5725)
219	.....	processing nuclide	.....	57-La-139	(mat=5728)
220	.....	processing nuclide	.....	58-Ce-140	(mat=5837)
221	.....	processing nuclide	.....	58-Ce-141	(mat=5840)
222	.....	processing nuclide	.....	58-Ce-142	(mat=5843)
223	.....	processing nuclide	.....	58-Ce-144	(mat=5849)
224	.....	processing nuclide	.....	59-Pr-141	(mat=5925)
225	.....	processing nuclide	.....	59-Pr-143	(mat=5931)
226	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-142	(mat=6025)
227	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-143	(mat=6028)
228	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-144	(mat=6031)
229	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-145	(mat=6034)
230	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-146	(mat=6037)
231	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-147	(mat=6040)
232	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-148	(mat=6043)
233	.....	processing nuclide	.....	60-Nd-150	(mat=6049)
234	.....	processing nuclide	.....	61-Pm-147	(mat=6149)
235	.....	processing nuclide	.....	61-Pm-148	(mat=6152)
236	.....	processing nuclide	.....	61-Pm-148m	(mat=6153)
237	.....	processing nuclide	.....	61-Pm-149	(mat=6155)
238	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-144	(mat=6225)
239	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-147	(mat=6234)
240	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-148	(mat=6237)
241	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-149	(mat=6240)
242	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-150	(mat=6243)
243	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-151	(mat=6246)
244	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-152	(mat=6249)
245	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-153	(mat=6252)
246	.....	processing nuclide	.....	62-Sm-154	(mat=6255)
247	.....	processing nuclide	.....	63-Eu- 0	(mat=6300)
248	.....	processing nuclide	.....	63-Eu-151	(mat=6325)
249	.....	processing nuclide	.....	63-Eu-152	(mat=6328)
250	.....	processing nuclide	.....	63-Eu-153	(mat=6331)
251	.....	processing nuclide	.....	63-Eu-154	(mat=6334)
252	.....	processing nuclide	.....	63-Eu-155	(mat=6337)
253	.....	processing nuclide	.....	63-Eu-156	(mat=6340)
254	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-152	(mat=6425)
255	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-154	(mat=6431)
256	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-155	(mat=6434)
257	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-156	(mat=6437)
258	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-157	(mat=6440)
259	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-158	(mat=6443)
260	.....	processing nuclide	.....	64-Gd-160	(mat=6449)
261	.....	processing nuclide	.....	65-Tb-159	(mat=6525)
262	.....	processing nuclide	.....	72-Hf- 0	(mat=7200)

図 2.2 autonj の実行例(4/5).

```

263 ..... processing nuclide ..... 72-Hf-174 (mat=7225)
264 ..... processing nuclide ..... 72-Hf-176 (mat=7231)
265 ..... processing nuclide ..... 72-Hf-177 (mat=7234)
266 ..... processing nuclide ..... 72-Hf-178 (mat=7237)
267 ..... processing nuclide ..... 72-Hf-179 (mat=7240)
268 ..... processing nuclide ..... 72-Hf-180 (mat=7243)
269 ..... processing nuclide ..... 73-Ta-181 (mat=7328)
270 ..... processing nuclide ..... 74-W - 0 (mat=7400)
271 ..... processing nuclide ..... 74-W -182 (mat=7431)
272 ..... processing nuclide ..... 74-W -183 (mat=7434)
273 ..... processing nuclide ..... 74-W -184 (mat=7437)
274 ..... processing nuclide ..... 74-W -186 (mat=7443)
275 ..... processing nuclide ..... 82-Pb- 0 (mat=8200)
276 ..... processing nuclide ..... 82-Pb-204 (mat=8225)
277 ..... processing nuclide ..... 82-Pb-206 (mat=8231)
278 ..... processing nuclide ..... 82-Pb-207 (mat=8234)
279 ..... processing nuclide ..... 82-Pb-208 (mat=8237)
280 ..... processing nuclide ..... 83-Bi-209 (mat=8325)
281 ..... processing nuclide ..... 88-Ra-223 (mat=8825)
282 ..... processing nuclide ..... 88-Ra-224 (mat=8828)
283 ..... processing nuclide ..... 88-Ra-225 (mat=8831)
284 ..... processing nuclide ..... 88-Ra-226 (mat=8834)
285 ..... processing nuclide ..... 89-Ac-225 (mat=8925)
286 ..... processing nuclide ..... 89-Ac-226 (mat=8928)
287 ..... processing nuclide ..... 89-Ac-227 (mat=8931)
288 ..... processing nuclide ..... 90-Th-227 (mat=9025)
289 ..... processing nuclide ..... 90-Th-228 (mat=9028)
290 ..... processing nuclide ..... 90-Th-229 (mat=9031)
291 ..... processing nuclide ..... 90-Th-230 (mat=9034)
292 ..... processing nuclide ..... 90-Th-232 (mat=9040)
293 ..... processing nuclide ..... 90-Th-233 (mat=9043)
294 ..... processing nuclide ..... 90-Th-234 (mat=9046)
295 ..... processing nuclide ..... 91-Pa-231 (mat=9131)
296 ..... processing nuclide ..... 91-Pa-232 (mat=9134)
297 ..... processing nuclide ..... 91-Pa-233 (mat=9137)
298 ..... processing nuclide ..... 92-U -232 (mat=9219)
299 ..... processing nuclide ..... 92-U -233 (mat=9222)
300 ..... processing nuclide ..... 92-U -234 (mat=9225)
301 ..... processing nuclide ..... 92-U -235 (mat=9228)
302 ..... processing nuclide ..... 92-U -236 (mat=9231)
303 ..... processing nuclide ..... 92-U -237 (mat=9234)
304 ..... processing nuclide ..... 92-U -238 (mat=9237)
305 ..... processing nuclide ..... 93-Np-236 (mat=9343)
306 ..... processing nuclide ..... 93-Np-237 (mat=9346)
307 ..... processing nuclide ..... 93-Np-238 (mat=9349)
308 ..... processing nuclide ..... 93-Np-239 (mat=9352)
309 ..... processing nuclide ..... 94-Pu-236 (mat=9428)
310 ..... processing nuclide ..... 94-Pu-238 (mat=9434)
311 ..... processing nuclide ..... 94-Pu-239 (mat=9437)
312 ..... processing nuclide ..... 94-Pu-240 (mat=9440)
313 ..... processing nuclide ..... 94-Pu-241 (mat=9443)
314 ..... processing nuclide ..... 94-Pu-242 (mat=9446)
315 ..... processing nuclide ..... 95-Am-241 (mat=9543)
316 ..... processing nuclide ..... 95-Am-242 (mat=9546)
317 ..... processing nuclide ..... 95-Am-242m (mat=9547)
318 ..... processing nuclide ..... 95-Am-243 (mat=9549)
319 ..... processing nuclide ..... 95-Am-244 (mat=9552)
320 ..... processing nuclide ..... 95-Am-244m (mat=9553)
321 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-241 (mat=9628)
322 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-242 (mat=9631)
323 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-243 (mat=9634)
324 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-244 (mat=9637)
325 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-245 (mat=9640)
326 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-246 (mat=9643)
327 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-247 (mat=9646)
328 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-248 (mat=9649)
329 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-249 (mat=9652)
330 ..... processing nuclide ..... 96-Cm-250 (mat=9655)
331 ..... processing nuclide ..... 97-Bk-249 (mat=9752)
332 ..... processing nuclide ..... 97-Bk-250 (mat=9755)
333 ..... processing nuclide ..... 98-Cf-249 (mat=9852)
334 ..... processing nuclide ..... 98-Cf-250 (mat=9855)
335 ..... processing nuclide ..... 98-Cf-251 (mat=9858)
336 ..... processing nuclide ..... 98-Cf-252 (mat=9861)
337 ..... processing nuclide ..... 98-Cf-254 (mat=9867)
338 ..... processing nuclide ..... 99-Es-254 (mat=9914)
339 ..... processing nuclide ..... 99-Es-255 (mat=9915)
340 ..... processing nuclide ..... 100-Fm-255 (mat=9936)
total number of processed nuclides ..... 340

file names of produced MCNP library:
-----
type-1 (text) form
cross section library ..... FSXJ32A1 599446494 [bytes]
directory ..... xsdir.FSXJ32A1
type-2 (binary) form
cross section library ..... FSXJ32A2 119373824 [bytes]
directory ..... xsdir.FSXJ32A2
DATE: 02/12/99
TIME: 00:17:52

The autonj process is successfully terminated.
Congratulations and good-bye.
.....

```

図 2.2 autonj の実行例(5/5).

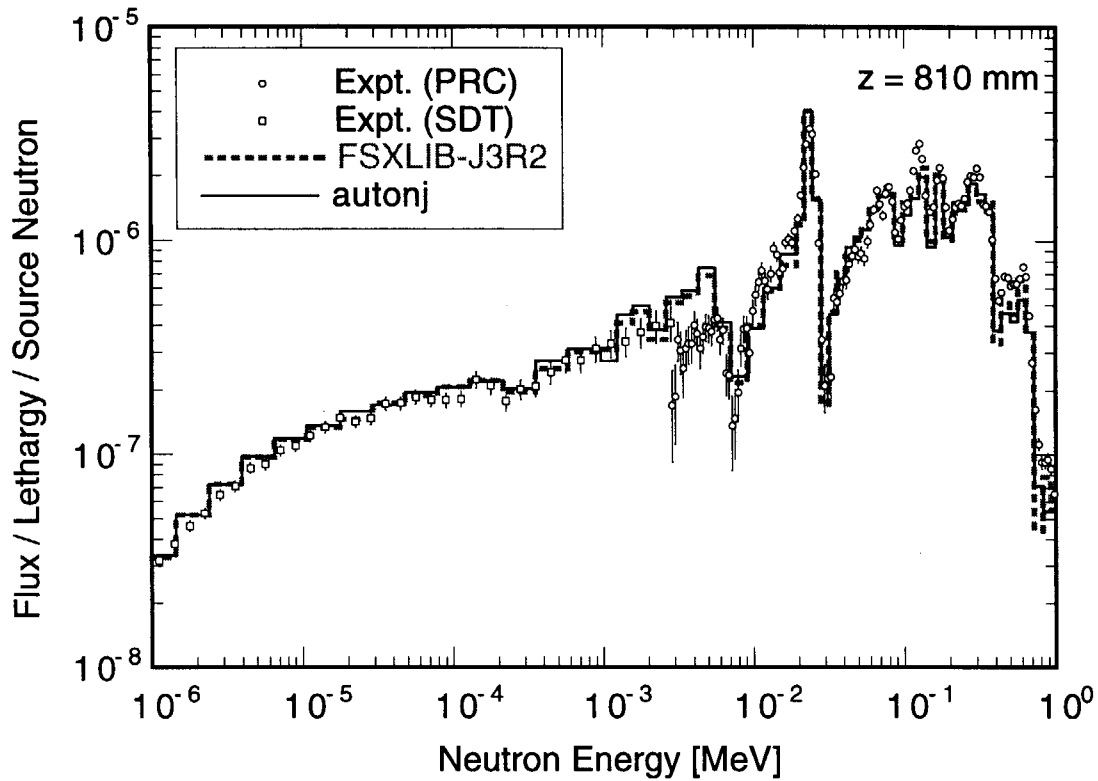


図 3.1 FNS 鉄体系中深さ 810mm の位置における中性子スペクトルの比較.

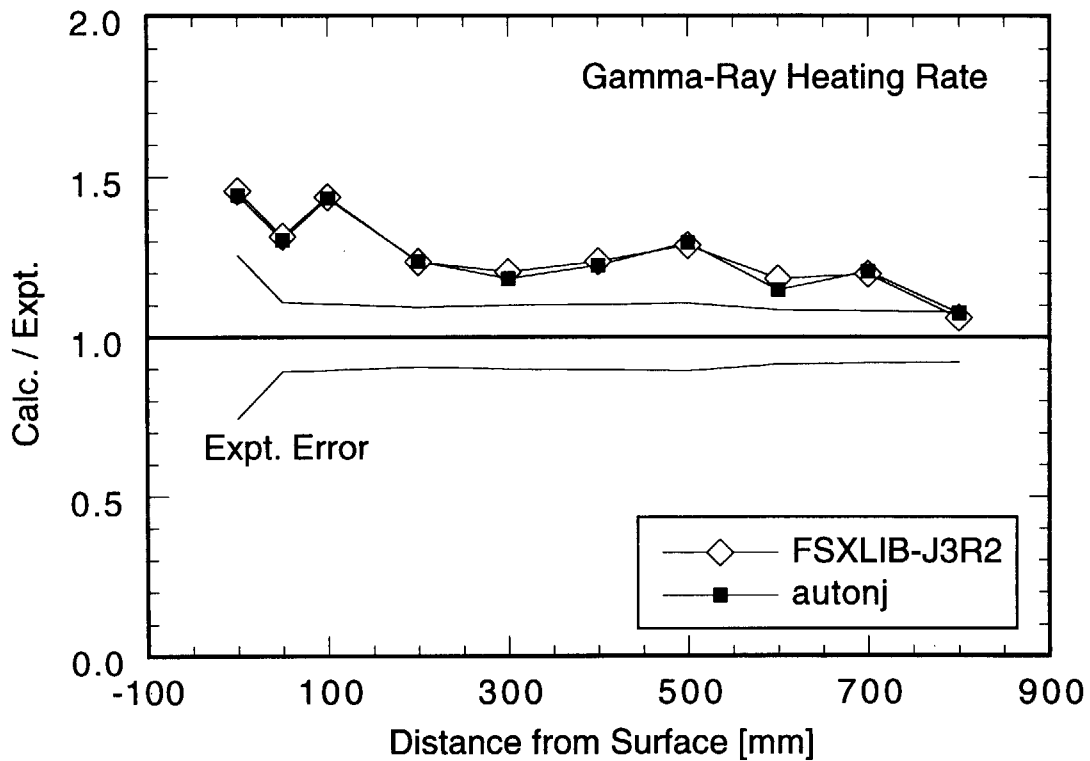


図 3.2 FNS 鉄体系中心軸上における  $\gamma$  線核発熱率の実験値と計算値の比.

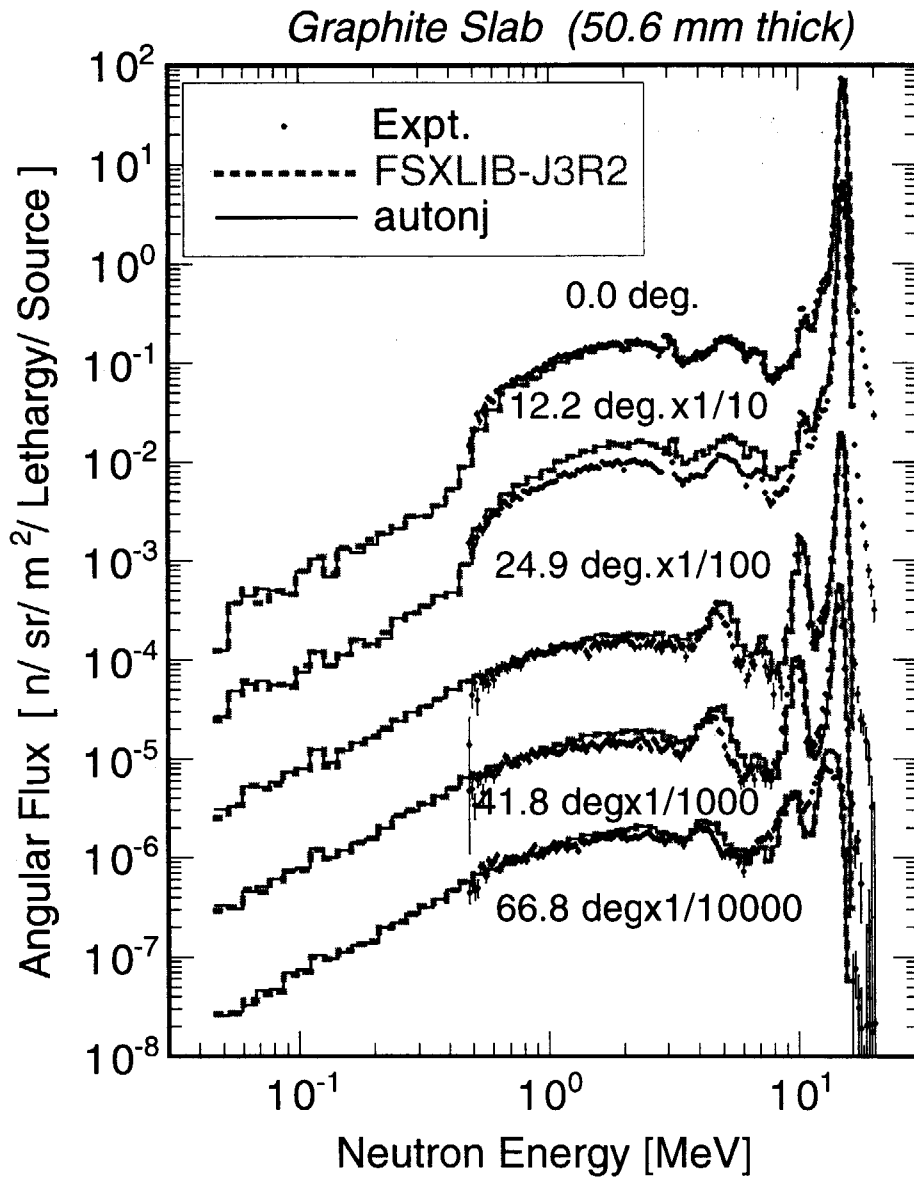


図 3.3 FNS 黒鉛体系からの漏洩中性子スペクトルの比較.

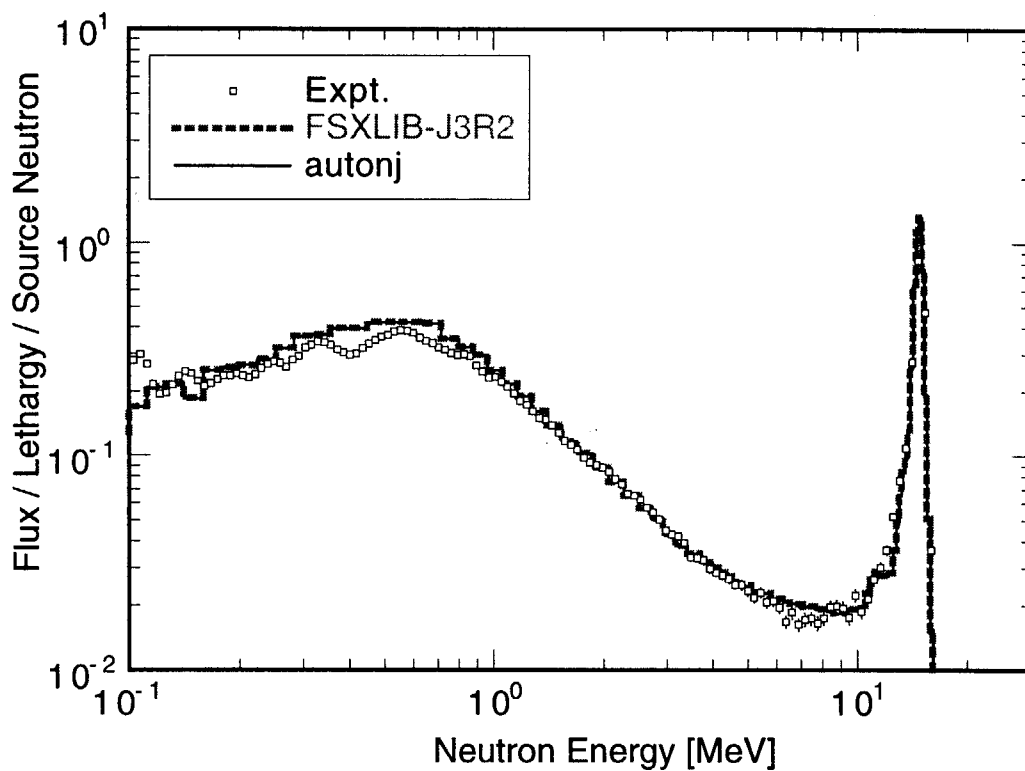


図 3.4 OKTAVIAN 銅球からの漏洩中性子スペクトルの比較.

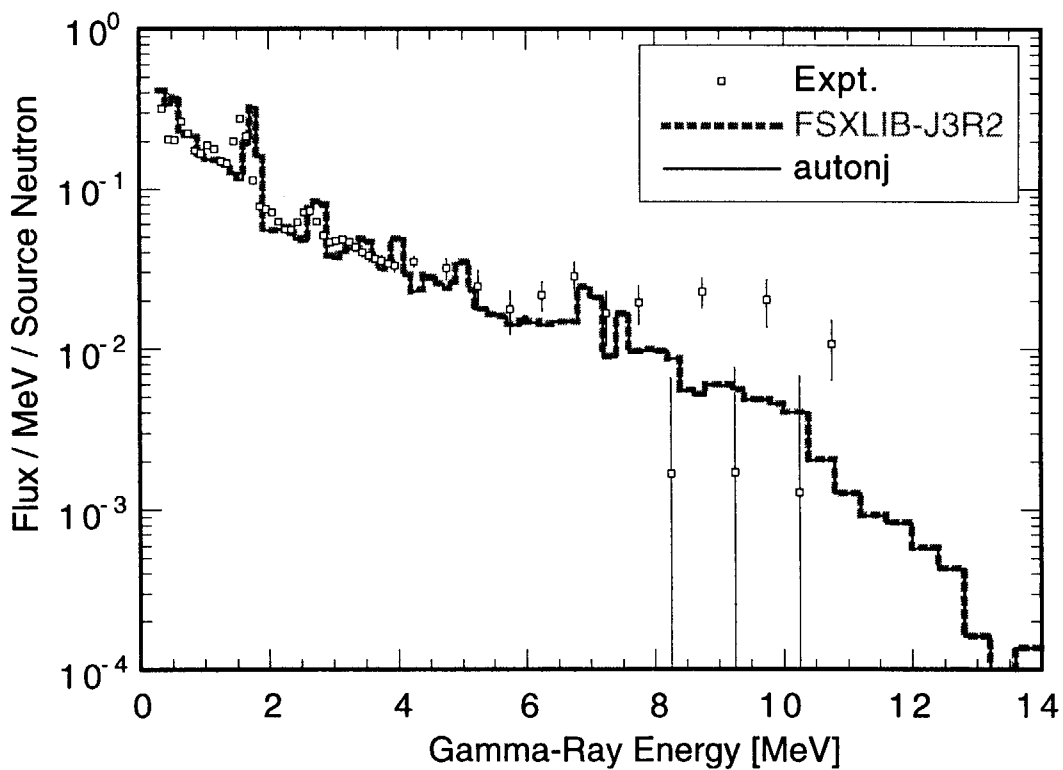


図 3.5 OKTAVIAN シリコン球からの漏洩 $\gamma$ 線スペクトルの比較.

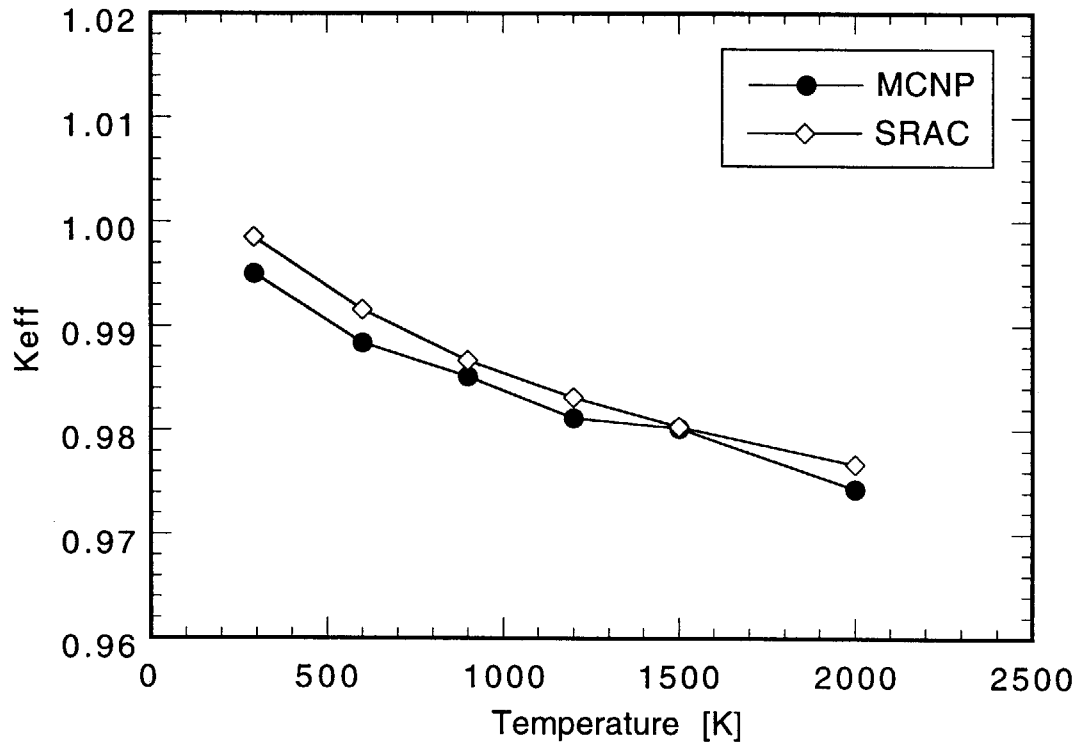


図 4.1 MCNP 及び SRAC コードにより計算した実効増倍率の温度依存性.



```

* d groupr.7092
* / save awr, ipd, ird, loca
* / groupr : in lo-2, correct process when there is loss discrete
* / inelastic level
* i groupr.7224
common/mainio/nsysi,nsyso,nsyse,ntty
* i groupr.7232
common/1o21o1/alo21(30100), losmth(40)
* / d groupr.7243
* / imax=250
* i groupr.7269
lossmt=0
* d groupr.7441,7489
if (mt0.eq.0) then
j=2
call mess('conver', 'convert photon transition probability '//
'arrays (lo=2)', 'to photon yields (lo=1) of mf12.')
& if (mth.ne.51.and.mth.ne.601.and.mth.ne.651.and.mth.ne.701) then
& if (mth.gt.51.and.mth.le.90) then
lossmt=mth-51
mt0=50
elseif (mth.gt.601.and.mth.le.640) then
lossmt=mth-601
mt0=600
elseif (mth.gt.651.and.mth.le.690) then
lossmt=mth-651
mt0=650
elseif (mth.gt.701.and.mth.le.740) then
lossmt=mth-701
mt0=700
elseif (mth.gt.751.and.mth.le.790) then
lossmt=mth-751
mt0=750
elseif (mth.gt.801.and.mth.le.840) then
lossmt=mth-801
mt0=800
endif
do i=1,lossmt
lossmth(i)=i*mt0
enddo
else
if (mth.eq.51.or.mth.eq.601.or.mth.eq.651.or.mth.eq.701.or.
& mth.eq.751.or.mth.eq.801) then
j=2
else
j=j+1
if (mth.ne.mt0+1) then
lsmt0=mth-mt0-1
do i=1,lsmt0
lossmth(lossmt+i)=mt0+i
enddo
lossmt=lossmt+lsmt0
endif
endif
endif
mt0=mth
nt=n2h
a(ie+j-1)=a(iscr)
esns=a(iscr)
ysum=0.
il=iscr+6
do 1004 i=1,nt
if (lg.eq.1) then
i2=il+2*(i-1)
tp=a(i2+1)
gp=1.
elseif (lg.eq.2) then
i2=il+3*(i-1)
tp=a(i2+1)
gp=a(i2+2)
endif
a(iaa+i-1)=tp
a(ir+i-1)=gp
a(ieg+i-1)=esns-a(i2)
a(ies+i-1)=esns
a(iy+i-1)=tp*gp
1004 ysum=ysum+a(iy+i-1)
if (j.eq.2) then
irx=imax+1
alo21(1)=irx
else
ii=nint(alo21(j-2))
ntn=nint(alo21(ii))
irx=ii+ntn*3+1
alo21(j-1)=irx
endif
alo21(irx)=nt
do i=1,nt
alo21(irx+(i-1)*3+1)=a(ieg+i-1)
alo21(irx+(i-1)*3+2)=a(ies+i-1)
alo21(irx+i*3)=a(iy+i-1)
enddo
if (j.eq.2) go to 1014
ntup=nt
loop over ns-levels
do 1008 i=1,nt
if (lg.eq.1) then
i2=il+2*(i-1)
gp=1.
elseif (lg.eq.2) then
i2=il+3*(i-1)
gp=a(i2+2)
endif
esi=a(i2)
tp=a(i2+1)
if (esi.eq.0.) go to 1008
do 1007 k=2, j-1
resi=esi/a(ie+k-1)-1.
if (abs(resi).le.2.e-4) then
ii=nint(alo21(k-1))
ntn=nint(alo21(ii))
if (ntup+ntn.gt.lmax) then
write(string,('required=',i6,' lmax=',i6))
& ntup+ntn,lmax
& call error('conver', 'gamma transition levels was lack.
endif
do n=ntup+1,ntup+ntn
alo21(irx+(n-1)*3+1)=alo21(ii+(n-ntup-1)*3+1)
alo21(irx+(n-1)*3+2)=alo21(ii+(n-ntup-1)*3+2)
alo21(irx+n*3)=alo21(ii+(n-ntup)*3)*tp*gp
a(ieg+n-1)=alo21(irx+(n-1)*3+1)
a(ies+n-1)=alo21(irx+(n-1)*3+2)
a(iy+n-1)=alo21(irx+n*3)

```

```

277   if (mtr(j).ge.51.and.mtr(j).le.90) b9=b9+tt(j+1)
      if (b9.gt.0.) go to 279
      call getnux(1,tt(1),en,sum,a)
      if (sum.gt.0.) go to 279
    else
      call gety1(tt(1),enext,idis,sun,nscri,a(ib))
      if (sun.gt.0.) go to 279
    endif
278   continue
279   continue
      jjj=i
    endif
  *i acer : neutron yield (mf=1, mt=452,456) of nr>1
  *i acer.1248
      if (int.eq.1) then
        ne=1
        b(1)=a(ix+1)
        b(2)=a(iy+1)
        call loada(ne,b,2,itape,a(ibuf),nbuf)
      endif
  *d acer.1270
150   if (int.eq.2) then
        ne=ne+1
        b(1)=a(ix+1)
        b(2)=a(iy+1)
        go to 175
      endif
      xm=(a(ix+i-1)+a(ix+i-2))/2
  *i acer.1284
175   continue
  *i acer.1302
      if (int.eq.1) b(2)=a(iy+1)
  *d acer.205
      nneq=40
  *i acer : bug fix to read the mf=6,lf=7 format
  *i acer.2058
      if (lf.eq.7) go to 116
  *d acer.2066
  *d acer.2074,2075
      ne=n2h
      do 1118 ie=1,ne
  *d acer.2077,2078
        nmu=n2h
        do 1117 imu=1,nmu
  *i acer : double precision constants for accurate numericals
  *d acer.2705
      delmu=0.02d+0
  *d acer.2707
      a(iamu)=-1.d+0
  *i acer.2710
      a(iamu+50)=0.0d+0
  *d acer.2731
      a(iamu+mmfne)=1.0d+0
      sum=0.0d+0
  *d acer.2735,2738
c     for the 100 subinterval case, and from mu=-1 to amumid, we don't
c     print it if the area in any subinterval is negative.
c     for the 1000 subinterval case, we print a non fatal diagnostic
c     if the area in any subinterval is negative.
  *d acer.2739

```

```

      ysum=ysum+a(iy+n-1)
    enddo
    ntup=ntup+ntn
    go to 1008
  endif
1007 continue
1008 continue
c   collapse duplicated gamma energies
nd=0
do 1012 n=1,ntup-1
  if (n.nd.gt.ntup-1) go to 1013
  esii=a(ieg+n-1)
do 1011 k=n+1,ntup
1009   if (k.nd.gt.ntup) go to 1012
      resii=esii/a(ieg+k-1)-1.
      if (abs(resii).le.2.e-4) then
        nd=nd+1
        a(iy+n-1)=a(iy+n-1)+a(iy+k-1)
        alo21(irx+n*3)=a(iy+n-1)
        if (k.lt.ntup) then
          do 1-k,ntup-nd-1
            alo21(irx+(1-1)*3+1)=alo21(irx+1*3+1)
            alo21(irx+(1-1)*3+2)=alo21(irx+1*3+2)
            alo21(irx+1*3)=alo21(irx+(1+1)*3)
            a(ieg+1-1)=a(ieg+1)
            a(ies+1-1)=a(ies+1)
            a(iy+1-1)=a(iy+1)
            alo21(irx+1*3+1)=0.
            alo21(irx+1*3+2)=0.
            alo21(irx+(1+1)*3)=0.
          enddo
        go to 1009
      endif
    endif
1011 continue
1012 continue
1013   ntup=ntup-nd
      if (nt.ne.ntup) then
        alo21(irx)=ntup
        nt=ntup
      endif
1014 continue
      l=nt
  *d groupr.7532
  *d a(iscr+8)=esns
  *d groupr.7548
  *i groupr.7849
      if (lossmt.gt.0) write(nsviso, '(
& .. ---message from conver---no given mt numbers in lo=2 ..',
& ..were as follows:..',
& /26x, '(number of mt =',i4,',)')
& lossmt, (lossmth(i),i=1,lossmt)
  *i broadr.429
      mt4i=0
  *i broadr.658
      if (mth.eq.4) then
        do 278 i=1,nnn
          call finda(i,tt,ntx,inew,a(ibufn),nbuf)
          if (tt(1).le.thmax) then
            b9=0.0d+0
            do 277 j=1,nreac

```

```

if (iloop.eq.1.or.a(iprob+j-1).gt.0.) go to 240
*d acer.2755
a(iamu)=-1.d+0
*d acer.2757
do 270 j=2,mfmid
*i acer.2759
a(mfmid+iamu)=amumid
*/ acer : reject the zero angular probability bin
*d acer.2997,3000
do 125 il=1,np
125 if (a(2*i+ibase).gt.0.) go to 126
126 if (il.eq.np.and.int.ge.2) il=il-1
i2=0
do 130 i=1,np
i2=i2+1
amu(i2)=a(2*i+ibase)
p(i2)=a(2*i+ibase)
130 continue
if (il.gt.1) np=np-il+1
*/ acer : adjustment of the format statements
*d acer.2742
2 1p,e12.5,' and ',e12.5,' ',e12.5 /25x,'e','e',e12.5,
*d acer.3048,3050
3 25x,'is off by ',lp,e12.5,' at e',e12.4/
4 25x,'mat=',i4,' mf=',i2,' mt=',i3,' int=',i2))
5 areal,e,mat,mf,mt,int
*d acer.3108,3110
3 25x,'is off by ',lp,e12.5,' at e',e12.4/
4 25x,'mat=',i4,' mf=',i2,' mt=',i3,' int=',i2))
5 areal,e,mat,mf,mt,int
*d acer.3153,3155
3 25x,'is off by ',lp,e12.5,' at e',e12.4/
4 25x,'mat=',i4,' mf=',i2,' mt=',i3,' int=',i2))
5 areal,e,mat,mf,mt,int
*d acer.3284
3 25x,'area=',lp,e12.5,' mat=',i4,' mf=',i2,' mt=',i3,
*d acer.3291
2 'bins, ',/25x,'area=',lp,e12.5,' mat=',i4,' mf=',i2,
*/ acer : in lo=2, correct process when there is loss discrete
*/ inelastic level
*i acer.3714
common/lo2lo1/alo2l(30100),losmth(40)
character*60 string
*/d acer.3727
*/ imax=250
*i acer.3727
lmax=100
*d acer.3732,3734
call reserv('eg',lmax,ieg,a)
call reserv('es',lmax,ies,a)
call reserv('y',lmax,iy,a)
*i acer.3786
mt0=0
lossmt=0
*d acer.3885,3888
write(nsyo,'(
& '---message from convr ---integrated photon production',
& ' cross section do not match to the total.'
& /26x,'mf=',i2,' mt=',i3,' e',lp,e12.5,
& ' ',endf yield=',e12.5,' ',integrated yields=',e12.5
& /26x,'difference[']=',e12.5)')
& mfd,mt0,a(1+2*i-1),a(iyold-1+i),a(1+2*i),diff
*d acer.3928,3976
if (mt0.eq.0) then
j=2
call mess('convr','convert photon transition probability '//
'arrays (lo=2)',to photon yields (lo=1) of mfl2.')
& if (mth.ne.51.and.mth.ne.601.and.mth.ne.651.and.mth.ne.701.
& and.mth.ne.751.and.mth.ne.801) then
if (mth.gt.51.and.mth.le.90) then
lossmt=mth-51
mt0=50
elseif (mth.gt.601.and.mth.le.640) then
lossmt=mth-601
mt0=600
elseif (mth.gt.651.and.mth.le.690) then
lossmt=mth-651
mt0=650
elseif (mth.gt.701.and.mth.le.740) then
lossmt=mth-701
mt0=700
elseif (mth.gt.751.and.mth.le.790) then
lossmt=mth-751
mt0=750
elseif (mth.gt.801.and.mth.le.840) then
lossmt=mth-801
mt0=800
endif
do i=1,lossmt
losmth(i)=i+mt0
endif
else
if (mth.eq.51.or.mth.eq.601.or.mth.eq.651.or.mth.eq.701.or.
& mth.eq.751.or.mth.eq.801) then
j=2
j=j+1
if (mth.ne.mt0+1) then
lsmt0=mth-mt0-1
do i=1,lsmt0
losmth(losmth+i)=mt0+i
endif
lossmt=lossmt+lsmt0
endif
endif
mt0=mth
nt=n2h
a(ier+j-1)=a(iscr)
esns=a(iscr)
ysum=0.d+0
il=iscr+6
do 1004 i=1,nt
if (lg.eq.1) then
i2=il+2*(i-1)
tp=a(i2+1)
gp=1
elseif (lg.eq.2) then
i2=il+3*(i-1)
tp=a(i2+1)
gp=a(i2+2)
endif
a(iaa+i-1)=tp

```



```

common/reslim/eresl,eresr,eresh,eresu,eresm,eresg
* i reconr.529
c  eresg is highest unresolved upper bound
* i reconr.534
  eresg=0.d+0
  if (eh.gt.eresg) eresg=eh
* i reconr.917
  write(nsyo, '(
&/' energy range of resonance parameters (ev) '
&/' -----
&/' lowest resonance lower bound (eresl) ..... ,lpe12.5
&/' highest resonance upper bound (eresr) ..... ,e12.5
&/' highest resolved upper bound (eresu) ..... ,e12.5
&/' lowest unresolved upper bound (eresu) ..... ,e12.5
&/' lowest unresolved lower bound (eresm) ..... ,e12.5
&/' highest unresolved upper bound (eresm) ..... ,e12.5
&/' the number of isotopes with resonance ..... ,i12
&/' the number of total subsections ..... ,i12 )')
&  eresl,eresh,eresr,eresu,eresm,eresg,nis,nsect
* d reconr.933
&  if (e.ge.(1+eps)*eresg) go to 390
* d reconr.944,945
  2  5x,lp,2el2.3') eresu,min(eresr,eresg)
395 if (eresm.ge.eresg) go to 396
* d reconr.948
  2  5x,lp,2el2.3') eresm,eresg
396 if (eresg.ge.eresr) return
  write(nsyo, '(
1  .. mat has resolved-smooth overlap in range...'
2  5x,lp,2el2.3') eresg,eresr
* d reconr.1197
common/reslim/eresl,eresr,eresh,eresu,eresm,eresg
* d reconr.1596
common/reslim/eresl,eresr,eresh,eresu,eresm,eresg
* d reconr.1873
common/reslim/eresl,eresr,eresh,eresu,eresm,eresg
* d reconr.1924
  if (e.ge.eresg) return
* d reconr.3513
common/reslim/eresl,eresr,eresh,eresu,eresm,eresg
* d reconr.3763
common/reslim/eresl,eresr,eresh,eresu,eresm,eresg
*/
*/ heatr : process of mf=6,law=4 and skip unused mt in mf=6
* d heatr.333
common/hmf6t/awpmt6(320),i6,mt6(320),i6g,mt6no(320)
* i heatr.491
  awpmt6(ii6)=0.d+0
* i heatr.497
  law=12h
* i heatr.503
  if (law.eq.4) then
    mt6no(ii6)=-abs(ik-1)
    awpmt6(ii6)=c2h
    go to 609
  endif
* d heatr.519
* d heatr.556
  if (abs(mt6no(ii6)).gt.0) then
    &  call mess('hinit',string,
    &  'but, two-body recoil was already desired.')
    &  elseif (mt.eq.102) then
* d heatr.642

```

```

common/hmf6t/awpmt6(320),i6,mt6(320),i6g,mt6no(320)
* i heatr.1125
  if (irec.eq.0) then
    if (abs(mt6no(i6g)).eq.j6) irec=abs(mt6no(i6g))
  else
    j=j6-irec
    if (j.gt.0) then
      j1=0
      j1=j1+1
      if (j1.gt.j) go to 316
      call tablio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
      law=12h
      if (law.eq.1.or.law.eq.2.or.law.eq.5) then
        call tab2io(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
        ne0=n2h
      do 312 ie=1,ne0
        call listio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
        if (nb.eq.0) go to 312
      call moreio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
      go to 311
    continue
  elseif (law.eq.6) then
    call contio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
  elseif (law.eq.7) then
    call tab2io(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
    ne0=n2h
  do 315 ie=1,ne0
    call tablio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
    rnu=n2h
  do 314 imu=1,rnu
    call tablio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
    if (nb.eq.0) go to 314
  call moreio(nend6,0,0,a(ia),nb,nw)
  go to 313
  continue
  continue
endif
go to 310
continue
endif
irec=0
endif
* d heatr.1134
  if (mt6no(i6g).gt.0) then
* i heatr.2183
  common/hmf6t/awpmt6(320),i6,mt6(320),i6g,mt6no(320)
* d heatr.2208
  call repoz(nin)
* i heatr.2254
  if (irec.gt.0.and.awpmt6(i6g).gt.0.) then
    awp=awpmt6(i6g)
    lall=1
  else
    lall=0
  endif
* d heatr.2293
  if (irec.gt.0.and.lall.eq.0) ap=awr+1-awp
*/
* d heatr.2796
  save small,xc,ndnow,npnow,ncnow,elmax,e,epmax,na
* d heatr.3020
  save first,nl,inow,mnow,lncnow,na,encw
*/
*/ heatr : in lo=2, correct process when there is loss discrete

```

```

// inelastic level
*i heatr.3817
common/mainic/nsysi,nsyso,nsyse,ntty
common/proj/izap,awrp
common/lo21ol/alo21(30100),losmth(40)
**d heatr.3827
** imax=250
*i heatr.3834
mt0=0
lossmt=0
*d heatr.3888,3936
if (mt0.eq.0) then
j=2
call mess('hconvr','convert photon transition probability '//
'arrays (lo=2),'to photon yields (lo=1) of mfl2.')
& if (mth.ne.51.and.mth.ne.601.and.mth.ne.651.and.mth.ne.701)
& and.mth.ne.751.and.mth.ne.801) then
if (mth.gt.51.and.mth.le.90) then
lossmt=mth-51
mt0=50
elseif (mth.gt.601.and.mth.le.640) then
lossmt=mth-601
mt0=600
elseif (mth.gt.651.and.mth.le.690) then
lossmt=mth-651
mt0=650
elseif (mth.gt.701.and.mth.le.740) then
lossmt=mth-701
mt0=700
elseif (mth.gt.751.and.mth.le.790) then
lossmt=mth-751
mt0=750
elseif (mth.gt.801.and.mth.le.840) then
lossmt=mth-801
mt0=800
endif
do i=1,lossmt
lossmth(i)=i+mt0
enddo
endif
else
if (mth.eq.51.or.mth.eq.601.or.mth.eq.651.or.mth.eq.701.or.
& mth.eq.751.or.mth.eq.801) then
j=2
else
j=j+1
if (mth.ne.mt0+1) then
lsmt0=mth-mt0-1
do i=1,lsmt0
losmth(lossmt+i)=mt0+i
enddo
lossmt=lossmt+lsmt0
endif
endif
endif
mt0=mth
nt=n2h
a(ie+j-1)=a(iscr)
esns=a(iscr)
ysum=0
i1=iscr+6
do 1004 i=1,nt
if (lg.eq.1) then
i2=i1+2*(i-1)

```

```

tp=a(i2+1)
gp=1.
elseif (lg.eq.2) then
i2=i1+3*(i-1)
tp=a(i2+1)
gp=a(i2+2)
endif
a(iaa+i-1)=tp
a(ir+i-1)=gp
a(ies+i-1)=esns-a(i2)
a(ies+i-1)=esns
a(iy+i-1)=tp*gp
1004 ysum=ysum+a(iy+i-1)
if (j.eq.2) then
irx=lmax+1
alo21(1)=irx
else
ii=nint(alo21(j-2))
ntn=nint(alo21(ii))
irx=ii+ntn*3+1
alo21(j-1)=irx
endif
alo21(irx)=nt
do i=1,nt
alo21(irx+(i-1)*3+1)=a(ieg+i-1)
alo21(irx+(i-1)*3+2)=a(ies+i-1)
alo21(irx+i*3)=a(iy+i-1)
enddo
if (j.eq.2) go to 1014
ntup=nt
loop over ns-levels
do 1008 i=1,nt
if (lg.eq.1) then
i2=i1+2*(i-1)
gp=1.
elseif (lg.eq.2) then
i2=i1+3*(i-1)
gp=a(i2+2)
endif
esi=a(i2)
tp=a(i2+1)
if (esi.eq.0.) go to 1008
loop over previous ns-levels
do 1007 k=2,j-1
resi=esi/a(ie+k-1)-1.
if (abs(resi).le.2.e-4) then
ii=nint(alo21(k-1))
ntn=nint(alo21(ii))
if (ntup+ntn.gt.lmax) then
write(string,('required=',i6,' lmax=',i6))
& ntup+ntn,lmax
& call error('hconvr','gamma transition levels was lack.',
&
endif
do n=ntup+1,ntup+ntn
alo21(irx+(n-1)*3+1)=alo21(ii+(n-ntup-1)*3+1)
alo21(irx+(n-1)*3+2)=alo21(ii+(n-ntup-1)*3+2)
alo21(irx+n*3)=alo21(ii+(n-ntup)*3)*tp*gp
a(ieg+n-1)=alo21(irx+(n-1)*3+1)
a(ies+n-1)=alo21(irx+(n-1)*3+2)
a(iy+n-1)=alo21(irx+n*3)
ysum=ysum+a(iy+n-1)
enddo
ntup=ntup+ntn

```

```

*ident sae3
*/ -----
*/ second modification for NUOY97.45
*/ (since njoy91)
*/ -----
*/
** acer : for nr>1 in law 7, convert from probability to histogram
** form, and fix the bug of tablio and moreio.
*d acer.2969
dimension a(10),nbt0(10),jnt0(10)
*i acer.3187
now=nmw+1
*d acer.3189
call moreio(0,nout,0,a(now),nb,nw)
now=now+nw
*i acer.3215
now=nmw+1
*d acer.3217
call moreio(0,nout,0,a(now),nb,nw)
now=now+nw
*i acer.3221
c but, if nre > 1, convert probabilities to histogram form.
*d acer.3223,3228
div=4.0d+0
nd=nint(dlv)
do 600 imu=1,nnu
call tablio(nin,0,0,a,nb,nw)
nre=nlh
npe=n2h
if (nre.eq.1) then
call tablio(0,nout,0,a,nb,nw)
if (nb.eq.0) go to 600
call moreio(nin,nout,0,a,nb,nw)
go to 610
else
now=nmw+1
620 if (nb.eq.0) go to 630
call moreio(nin,0,0,a(now),nb,nw)
now=now+nw
go to 620
630 kb=nmw-1
kb=nmw
do 640 i=1,4
a(kbase+i)=a(i)
amuj=a(2)
do 650 i=1,nre
nbt0(i)=nint(a(2*i+5))
jnt0(i)=nint(a(2*i+6))
ibase=2*nre+6
jbase=kbase+8
jr=1
jp=0
do 670 i=1,npe-1
if (i.gt.nbt0(jr)) jr=jr+1
int=jnt0(jr)
if (int.eq.1) then
jp=jp+1
a(jbase+2*jp-1)=a(ibase+2*i-1)
a(jbase+2*jp) =a(ibase+2*i)
else
e1=a(ibase+2*i-1)
e2=a(ibase+2*(i+1)-1)
p1=a(ibase+2*i)
p2=a(ibase+2*(i+1))
endif
endif
endif
1007 continue
1008 continue
c collapse duplicated gamma energies
nd=0
do 1012 n=1,ntup-1
if (n.nd.gt.ntup-1) go to 1013
esi=a(ieg+n-1)
do 1011 k=n+1,ntup
resii=esi/a(ieg+k-1)-1.
if (abs(resii).le.2.e-4) then
nd=nd+1
a(iy+n-1)=a(iy+n-1)+a(iy+k-1)
a(o21(irx+n*3))=a(iy+n-1)
if (k.lt.ntup) then
do l=k,ntup-nd-1
alo21(irx+(l-1)*3+1)=alo21(irx+l*3+1)
alo21(irx+(l-1)*3+2)=alo21(irx+l*3+2)
alo21(irx+l*3)=alo21(irx+(l+1)*3)
a(ies+l-1)=a(ieg+l)
a(ies+l-1)=a(ies+l)
a(iy+l-1)=a(iy+l)
alo21(irx+l*3+1)=0.
alo21(irx+l*3+2)=0.
alo21(irx+(l+1)*3)=0.
enddo
endif
go to 1009
endif
1011 continue
1012 continue
1013 ntup=ntup-nd
if (nt.ne.ntup) then
alo21(irx)=ntup
endif
1014 continue
l=nt
*a(iscr+8)=esns
*d heatr.3979
*a(iscr+8)=esns
*d heatr.3995
*a(iscr+8)=esns
*i heatr.4083
if (lossmt.gt.0) write(nsyso,('
& '---message from hconvr---no given mt numbers in lo=2 ',
& 'were as follows:')
& /26x,'(number of mt =',i4,')')
& /26x,10i5))'
& lossmt,(lossmt(i),i=1,lossmt)
*/
*/ heatr : set projectile data for mf=1,mt=456=452
*d heatr.4023
izap=1
awrp=1.d+0
if (iverf.lt.6) go to 552
call contio(nin,nout,nscr,a(iscr),nb,nw)
call contio(nin,nout,nscr,a(iscr),nb,nw)
izap=nlh/10
awrp=clh
552 call tosend(nin,nout,nscr,a(iscr))
*/
*/ -----

```



```

& 1.2062d+07, 1.2252d+07, 1.2445d+07, 1.2641d+07, 1.2840d+07,
& 1.3042d+07, 1.3248d+07, 1.3456d+07, 1.3668d+07, 1.3883d+07,
& 1.4102d+07, 1.4324d+07, 1.4550d+07, 1.4779d+07, 1.5012d+07,
& 1.5248d+07, 1.5488d+07, 1.5732d+07, 1.5980d+07, 1.6231d+07,
& 1.6487d+07
*/ groupr.1509
i 1200,1000,1300,1300,1350), ign
*/ groupr.1687
c
c ***fns 125-group structure
1350 ng=125
do ig=1,126
enddo
*/ groupr.1700
go to 1900
if (ign.eq.18) write(nsyo, '(
1 .. neutron group structure.....fns 125-group''')
*/ groupr.1755
c 11 fns 40-group structure
*/ groupr.1764
dimension eg8(39),eg10(43),eg11(41)
*/ groupr.1802
data eg11
& / 1.0000d+04, 2.0000d+04, 3.0000d+04, 4.5000d+04, 6.0000d+04,
& 8.0000d+04, 1.0000d+05, 1.5000d+05, 2.0000d+05, 3.0000d+05,
& 4.0000d+05, 5.0000d+05, 5.2000d+05, 6.0000d+05, 7.0000d+05,
& 8.0000d+05, 9.0000d+05, 1.0000d+06, 1.1250d+06, 1.2500d+06,
& 1.3750d+06, 1.5000d+06, 1.7500d+06, 2.0000d+06, 2.2500d+06,
& 2.5000d+06, 3.0000d+06, 3.5000d+06, 4.0000d+06, 4.5000d+06,
& 5.0000d+06, 5.5000d+06, 6.0000d+06, 6.5000d+06, 7.0000d+06,
& 7.5000d+06, 8.0000d+06, 9.0000d+06, 1.0000d+07, 1.2000d+07,
& 1.4000d+07
*/ groupr.1841
go to 100,200,300,400,500,600,700,800,850,870),igg
*/ groupr.1912
c
c ***fns 40-group structure
870 ngr=40
do ig=1,41
egg(ig)=eg11(ig)
enddo
*/ groupr.1935
go to 900
if (igg.eq.11) write(nsyo, '(
1 .. gamma group structure.....fns 42-group''')
*/
*/ gaminr : upper energy limit of photon weight extends to 100 Mev
*/ gaminr.70
c * 4 l/e + rolloffs (to 100 mev) *
*/ gaminr.702
c 4 l/e + rolloffs (to 100 mev)
*/ gaminr.710
dimension wt1(16),wt2(18)
data wt2(0.,0.,0.,0.,1.,4.,4.,5.,1.e3,1.e-4,1.e5,1.,
1 1.e7,1.e-2,1.e8,1.e-3,3.e8,1.e-5/
*/ gaminr.721
if (iwt.eq.4) go to 140
*/ gaminr.737
c
c ***l/e with high and low energy rolloffs (to 100mev)
140 write(nsyo, '(
& .. (to 100 mev)''')

```

```

do i=1,18
  wght(i)=wt2(i)
enddo
return
*/ gaminr : addition of fns 40 group structure
*/ gaminr.64
c * 10 vitamin-j 42-group structure
c * 11 fns 40-group structure
*/ gaminr.504
c 11 fns 40-group structure
*/ gaminr.513
dimension eg8(39),eg10(43),eg11(41)
*/ gaminr.551
data eg11
& / 1.0000d+04, 2.0000d+04, 3.0000d+04, 4.5000d+04, 6.0000d+04,
& 8.0000d+04, 1.0000d+05, 1.5000d+05, 2.0000d+05, 3.0000d+05,
& 4.0000d+05, 5.0000d+05, 5.2000d+05, 6.0000d+05, 7.0000d+05,
& 8.0000d+05, 9.0000d+05, 1.0000d+06, 1.1250d+06, 1.2500d+06,
& 1.3750d+06, 1.5000d+06, 1.7500d+06, 2.0000d+06, 2.2500d+06,
& 2.5000d+06, 3.0000d+06, 3.5000d+06, 4.0000d+06, 4.5000d+06,
& 5.0000d+06, 5.5000d+06, 6.0000d+06, 6.5000d+06, 7.0000d+06,
& 7.5000d+06, 8.0000d+06, 9.0000d+06, 1.0000d+07, 1.2000d+07,
& 1.4000d+07
*/ gaminr.590
go to (100,200,300,400,500,600,700,800,850,870),igg
*/ gaminr.661
c
c ***fns 40-group structure
870 ngr=40
do ig=1,41
egg(ig)=eg11(ig)
enddo
go to 900
*/ gaminr.684
if (igg.eq.11) write(nsyo, '(
1 .. gamma group structure.....fns 40-group''')
*/
*/
*/ ident sae4
*/
*/ third modification for NJOY97.45
*/ (since njoy94)
*/
*/ njoy : modification of error message.
*/ njoy.2438,2439
if (nwords.eq.0) then
  string='reserved identification = '//ident
  call error('reserv','requested reserv of zero words',string)
endif
*/
*/ njoy : remove the smallest value from the error function.
*/ njoy.2739
if (erfc.lt.1.0d-250) erfc=0.d+0
*/
*/ errorr : bug fix for error check.
*/ errorr.291,292
if (nga.gt.nwi)
  1 call error('errorr','too many reaction indexes for s.grpav.',
  2 . . .)
*/
*/ errorr : adjust the array size for merging the energy boundaries
& .. (to 16 of jendl-3.2.)

```



```

100 kgmt=kgmt+1
    if (kgmt.gt.ngmt) go to 300
    mfd=nint(a(igmt-1+kgmt)/1000.)
    mtd=nint(a(igmt-1+kgmt))-mfd+1000
    call findf(mafd,mfd,mtd,nin)
    call contio(nin,0,0,a(iphtm),nb,nws)
    awr=c2h
    nk=nlh
    nk=0
110 call tablio(min,0,0,a(iphtm),nb,nws)
    ip=iphtm
120 if (nb.eq.0) go to 130
    if (mfd.eq.13 and.(ik.gt.0.or.nk.eq.1)) go to 130
    if (mfd.ne.13) ip=ip+nws
    if ((ip-iphtm+1).gt.nw) call error('phtmrg',
    & 'insufficient storage for work area.',)
    call moreio(nin,0,0,a(ip),nb,nws)
    go to 120
130 if (ik.eq.0 and.nk.gt.1) go to 290
    j=j+1
    b(j,1)=mfd
    b(j,2)=mtd
    eg=c1h
    en=c2h
    lp=1lh
    lf=12h
    m=nlh
    n=n2h
    if (mfd.eq.16) then
        eg=0.
        en=0.
        lp=0.
    endif
    if (ip.eq.2) eg=eg+en*awr/(awr+1.)
    b(j,3)=eg
    b(j,5)=0.
    b(j,7)=0.
    if (nk.eq.1.or.eg.eq.0.) b(j,5)=1.
    jnt=nint(a(iphtm+5+2*m))
    do 140 im=1,ntr
        if (mfd.eq.12.or.mfd.eq.16) then
140     write(string,('cross section of mt=',i3,' not found.'))
        & mtd
150     call error('phtmrg',string,')
        loca=nint(xss(lsig+im-1))
        ie=nint(xss(sig+loca-1))
        ne=nint(xss(sig+loca))
        ip=iphtm+4+2*m
        ij=1
        ii=1
        ei=a(ip+2)
        y1=a(ip+3)
        e2=a(ip+4)
        y2=a(ip+5)
        nbt=nint(a(iphtm+5))
        jnt=nint(a(iphtm+7))
        sy=0.
        do 180 i=1,ne
            e=xss(ie+i-1)
            s=xss(sig+loca+i)
            if (s.le.0.) go to 180
            if (e.ge.ei.and.e.lt.e2) then
                call terpl(e1,y1,e2,y2,e,y,jnt)
160
    if (y.le.0.) go to 180
    go to 170
    elseif (e.eq.e2) then
        y=y2
        ij=ij+1
        if (ij.gt.n) go to 170
    elseif (e.lt.e1) then
        go to 180
    else
        ij=ij+1
        if (ij.gt.n) go to 190
    endif
    ei=e2
    y1=y2
    e2=a(ip+(ij+1)*2)
    y2=a(ip+(ij+1)*2+1)
    if (ij.gt.nbt) then
        ii=ii+1
        nbt=nint(a(iphtm+4+ii*2))
        jnt=nint(a(iphtm+4+ii*2+1))
    endif
    if (e.gt.e1) go to 160
    if (sy.lt.s*y) sy=s*y
    if (b(j,7).lt.y) b(j,7)=y
    if (ij.gt.n) go to 190
180 continue
190 b(j,4)=sy
    elseif (mfd.eq.13) then
        ip=iphtm
200 if (nb.eq.0) go to 210
        ip=ip+nws
        call moreio(nin,0,0,a(ip),nb,nws)
        go to 200
210 s=0.
        ip=iphtm+5+2*m
        do 220 i=1,n
220 if (a(ip+i*2).gt.s) s=a(ip+i*2)
        b(j,4)=s
    endif
290 ik=ik+1
    if (nk.eq.1) go to 100
    if (ik.gt.nk) go to 100
    go to 110
300 if (j.ne.ntrp)
    & call error('phtmrg','no. of gamma energies not complete.',)
c
c ***compare the gamma production cross sections
c ***merge gamma levels with 5% difference of photon energy
do i=1,ntrp
    b(i,6)=b(i,7)
enddo
mt=nint(b(1,2))
eg=b(1,3)
ii=0
do 320 i=2,ntrp
    mt1=nint(b(i,2))
    eg1=b(i,3)
    if (mt.eq.mt1) then
        if (eg.eq.0.or.eg1.eq.0) go to 310
        if (b(i-1,7).eq.0.or.b(i,7).eq.0) go to 310
        if (b(i-1,5).ne.0.or.b(i,5).ne.0) go to 310
        r=abs(eg/eg1-1.d+0)
        if (r.le.0.05) then
            if (b(i-1,4).ge.b(i,4)) then

```

```

b(i,5)=-i
b(i-1,6)=b(i-1,6)+b(i,6)*eg1/eg
b(i,6)=0.
else
  b(i-1,5)=-i
  b(i,6)=b(i,6)+b(i-1,6)*eg/eg1
  b(i-1,6)=0.
endif
ii=ii+1
endif
310 mt=mt1
eg=eg1
320 continue
C
C ***thinning gamma level with lowest production cross section
  if (ntrp-ii.le.ntrpx) then
    if (ntrp-ii.lt.ntrpx) ntrpx=ntrp-ii
    go to 450
  endif
  ij=ntrp-ii-ntrpx
  g=1.d+20
  do 400 i=1,ntrp
    if (b(i,5).ne.0.) go to 410
    if (g.gt.b(i,4)) then
      g=b(i,4)
      jj=1
    endif
    if (jj.eq.0) call error('phtmrq',
      & 'thinning lowest gamma level not found.', ' ')
    mt=nint(b(jj,2))
    i1=0
    i2=0
    do 420 i=jj-1,1,-1
      if (nint(b(i,2)).ne.mt) go to 425
      if (b(i,5).eq.0.) then
        i1=i
        go to 425
      endif
      go to 425
    continue
    425 if (jj.eq.ntrp) go to 435
    do 430 i=jj+1,ntrp
      if (nint(b(i,2)).ne.mt) go to 435
      if (b(i,5).eq.0.) then
        i2=i
        go to 435
      endif
      go to 435
    continue
    430 continue
    435 if (i1.eq.0.and.i2.eq.0) then
      b(jj,5)=1.
      go to 400
    elseif (i1.eq.0) then
      b(jj,5)=i2
      b(i2,6)=b(i2,6)+b(jj,6)*b(jj,3)/b(i2,3)
    elseif (i2.eq.0) then
      b(jj,5)=i1
      b(i1,6)=b(i1,6)+b(jj,6)*b(jj,3)/b(i1,3)
    else
      r1=b(i1,3)/b(jj,3)
      r2=b(jj,3)/b(i2,3)
      b(i,5)=-i
      b(i-1,6)=b(i-1,6)+b(i,6)*eg1/eg
      b(i,6)=0.
    else
      b(i-1,5)=-i
      b(i,6)=b(i,6)+b(i-1,6)*eg/eg1
      b(i-1,6)=0.
    endif
    ii=ii+1
  endif
310 mt=mt1
eg=eg1
320 continue
C
C ***thinning gamma level with lowest production cross section
  if (ntrp-ii.le.ntrpx) then
    if (ntrp-ii.lt.ntrpx) ntrpx=ntrp-ii
    go to 450
  endif
  ij=ntrp-ii-ntrpx
  g=1.d+20
  do 400 i=1,ntrp
    if (b(i,5).ne.0.) go to 410
    if (g.gt.b(i,4)) then
      g=b(i,4)
      jj=1
    endif
    if (jj.eq.0) call error('phtmrq',
      & 'thinning lowest gamma level not found.', ' ')
    mt=nint(b(jj,2))
    i1=0
    i2=0
    do 420 i=jj-1,1,-1
      if (nint(b(i,2)).ne.mt) go to 425
      if (b(i,5).eq.0.) then
        i1=i
        go to 425
      endif
      go to 425
    continue
    420 if (jj.eq.ntrp) go to 435
    do 430 i=jj+1,ntrp
      if (nint(b(i,2)).ne.mt) go to 435
      if (b(i,5).eq.0.) then
        i2=i
        go to 435
      endif
      go to 435
    continue
    430 continue
    435 if (i1.eq.0.and.i2.eq.0) then
      b(jj,5)=1.
      go to 400
    elseif (i1.eq.0) then
      b(jj,5)=i2
      b(i2,6)=b(i2,6)+b(jj,6)*b(jj,3)/b(i2,3)
    elseif (i2.eq.0) then
      b(jj,5)=i1
      b(i1,6)=b(i1,6)+b(jj,6)*b(jj,3)/b(i1,3)
    else
      r1=b(i1,3)/b(jj,3)
      r2=b(jj,3)/b(i2,3)
      b(i,5)=-i
      b(i-1,6)=b(i-1,6)+b(i,6)*eg1/eg
      b(i,6)=0.
    else
      b(i-1,5)=-i
      b(i,6)=b(i,6)+b(i-1,6)*eg/eg1
      b(i-1,6)=0.
    endif
    ii=ii+1
  endif
310 mt=mt1
eg=eg1
320 continue
C
C ***store the photon production yield or cross sections
  call reposit(nin)
  ntrp=next
  nesg=nes
  lsigp=ntrp+ntrpx
  sigp=lsigp+ntrpx
  nex=sigp
  j=0
  jj=0
  kgmt=0
  510 kgmt=kgmt+1
  if (kgmt.gt.ngmt) go to 700
  mfd=nint(a(igmt-1+kgmt)/1000.)
  mtd=nint(a(igmt-1+kgmt))-mfd*1000
  call findf(mtd,mfd,mtd,nin)
  call contio(min,0,0,a(iphtcm),nb,nws)
  nk=nlh
  mto=mtd*10000

```

```

ik=0
520 call tablio(min,0,0,a(iphtm),nb,nws)
ip=iphtm
530 if (nb.eq.0) go to 540
if (mfd.eq.13.and.(ik.gt.0.or.nk.eq.1)) go to 540
if (mfd.ne.13) ip=ip+nws
call moreio(min,0,0,a(ip),nb,nws)
go to 530
540 if (ik.eq.0.and.nk.gt.1) go to 690
j=j+1
if (mfd.ne.13.and.b(j,5).lt.0.) go to 690
xss(1:sgp-1+jj)=nex-sigp+1
xss(nex)=mfd
nex=nex+1
if (mfd.eq.12.or.mfd.eq.16) then
xss(nex)=mtd
nex=nex+1
endif
if (mfd.eq.16) then
eg=0.
en=0.
lp=0.
else
eg=clh
en=c2h
lp=llh
lf=l2h
m=nlh
n=n2h
endif
if (mfd.eq.13) go to 600
c
c
**file 12 or 16
ef=a(iphtm+2*m+6)
el=a(iphtm+2*m+2*n+4)
xss(nex)=m
jnt=nint(a(iphtm+5+2*m))
if (m.eq.1.and.jnt.eq.2) then
xss(nex)=0.
nex=nex+1
else
do 550 i=1,m
xss(nex+i)=a(iphtm+4+2*i)
550 xss(nex+i+m)=a(iphtm+5+2*i)
endif
xss(nex)=n
ip=iphtm+4+2*m
if (b(j,5).eq.1..and.nk.eq.1) then
do 560 i=1,n
xss(nex+i)=a(ip+2*i)*1.d-6
560 xss(nex+i+n)=a(ip+2*i+1)
go to 580
endif
do 570 i=1,n
xss(nex+i)=a(ip+2*i)*1.d-6
if (a(ip+2*i+1).ne.b(j,7).and.a(ip+2*i+1).ne.0.) then
write(strng,'(11a1.5,4i4)')
& a(ip+2*i+1),b(j,7),j,jj,ik,i
call error('phtmrg', 'detected uncorresponding yield.',strng)
else
if (a(ip+2*i+1).eq.0.) then
if (nk.eq.1) go to 510
xss(nex+i+n)=0.

```

```

else
xss(nex+i+n)=b(j,6)
endif
endif
570 continue
580 nex=nex+2*n+1
if (nex-1.gt.max3) call error('phtmrg',
& 'insufficient storage for photon production yield.',')
go to 680
c
c
**file 13
600 continue
el=a(iphtm+6+2*m)
teste=1.d-6*el
do 610 je=1,nes
ie=je
610 continue
if (abs(xss(je+esz)-el).lt.teste) go to 620
620 xss(nex)=ie
nex=nex+1
je=0
jn=0
jfirst=0
jlast=0
ip=iphtm+5+2*m
nast=(nws-(6+2*m))/2
do 640 l=1,n
if (l.le.nlast) go to 630
if (nb.eq.0) go to 630
call moreio(min,0,0,a(iphtm),nb,nws)
ip=iphtm-2*nlast-1
nast=nast+nws/2
630 continue
teste=1.d-6*xss(esz+ie+je)
if (abs(a(ip+2*i-1)-xss(esz+ie+je)).gt.teste) go to 640
je=je+1
if (a(ip+2*i).eq.0. and jlast.eq.0.and.jn.eq.1) jn=0
if (jn.eq.0) jfirst=ie+je-1
jn=jn+1
if (a(ip+2*i).ne.0.) jlast=jn
xss(jn+nex)=a(ip+2*i)
if ((ie+je).gt.nesp) go to 650
640 continue
650 if (jlast.lt.jn) jlast=jlast+1
n=jlast
xss(nex-1)=jfirst
ef=xss(esz+ie)
el=xss(esz+ie+n-1)
xss(nex)=n
nex=nex+n-1
if (nex-1.gt.max3) call error('phtmrg',
& 'insufficient storage for photon production xsec.',')
680 mto=mto+10
xss(mtrp-1+jj)=mto
if (lf.eq.1) xss(mtrp-1+jj)=mto+1
if (mfh.eq.16) xss(mtrp-1+jj)=mto+2
a(iphot+5*(jj-1))=eg
a(iphot+5*(jj-1)+1)=en
a(iphot+5*(jj-1)+2)=lp
a(iphot+5*(jj-1)+3)=ef
a(iphot+5*(jj-1)+4)=el
690 ik=ik+1
if (nk.eq.1) go to 510
if (ik.gt.nk) go to 510

```

```

700 if (jj.ne.ntrpx) call error('phtmrq',
& 'no. of thinned gamma energies no complete.', ' ')
c
c
c ***store the photon isotropic angular distributions
landp=nex
nex=nex+ntrpx
andp=nex
j=0
jj=0
mtoold=0
710 j=j+1
if (j.gt.ntrpx) go to 720
if (b(j,5).lt.0.) go to 710
jj=j+1
mcd=nint(xss(mtrp+jj-1))/10000
if (mcd.ne.mtoold) then
  if=mod(nint(xss(mtrp+jj-1)),10)
  if (lff.gt.1) go to 710
  call findf(matd,14,mtd,min)
  call contio(nin,0,0,a(iphtm),nb,nws)
  li=llh
  nk=nlh
  if (li.eq.0) call error('phtmrq',
& 'no coded for angular distr. of thinned gamma energies.',
& ', ')
endif
xss(iandp+jj-1)=0
go to 710
720 if (jj.ne.ntrpx) call error('phtmrq',
& 'no. of thinned gamma energies no complete.',
& 'photon angular distributions')
c
c
c ***finish
do 730 i=1,ntrp
730 a(iphtm+i-1)=b(1,5)
call releas('phtm',ntrp,a)
return
end

*/ reconr : process the energy-dependent scattering radius of multi level
*/ breit-wigner (mlbw) in cl-0 (jendl-3.2)
*d reconr.600
if (nro.gt.0.and.lrf.ne.2.and.lru.ne.1) call error('rdfi12',
*d reconr.602,603
*i reconr.620
c
c energy-dependent scattering radius
if (nro.eq.1) then
  call tablio(min,0,0,a(jnow),nb,nw)
  np=nint(a(jnow+5))
  jnowsr=jnow
  jnow=jnow+nw
  if (jnow.gt.jx) call error('rdfi12',
& 'storage in a exceeded.', ' ')
endif
*d reconr.755
210 if (nro.eq.1.and.naps.eq.1) then
  ip=2
  ir=1
  call terpa(ral,abs(a(jnow)),enext,idis,a(jnowsr),ip,ir)
  ra=ral
  else if (nro.eq.1.and.naps.eq.2) then
    ral=ascat1
    ra=ascat
endif
rho=cwaven*arat*sqrt(abs(a(jnow))) *ral
* i reconr.2167
nro=nint(a(inow+4))
* i reconr.2168
if (nro.eq.1) go to 110
* i reconr.2262
go to 200
c
c ***energy dependence of the scattering radius
110 sigp2=0.d+0
nr=nint(a(inow+10))
np=nint(a(inow+11))
jnaw=inow+6
inow=inow+12+2*nr+2*np
ap=a(inow+1)
awri=a(inow+6)
ip=2
ir=1
call terpa(ape,e,enext,idis,a(jnow),ip,ir)
calculate channel radius (ra)
if (naps.eq.0) then
  aw=amassn*awri
  rarcl*aw**third+rc2
  else if (naps.eq.1) then
    ra=ape
  else if (naps.eq.2) then
    ra=ap
endif
spi=a(inow)
spifac=1.d+0/(2.d+0*spi+1.d+0)
nls=nint(a(inow+4))
inow=inow+6
c
c calculate wave number (k), rho and rhoap at energy (e)
arat=awri/(awri+1.d+0)
k=cwaven*arat*sqrt(abs(e))
pifac=pi/(k*k)
rho=k*ra
rhoc=k*ape
c
c loop over l states
do 150 l=1,nls
  qx=a(inow+1)
  ll=nint(a(inow+2))
  lrx=nint(a(inow+3))
  nrs=nint(a(inow+5))
  in=inow+6*nrs+6
  calculate shift and penetration factors at cross section energy
  call facts(ll,rho,se,pe)
  pec=0.d+0
  if (lrx.ne.0) then
    rhop=cwaven*arat*sqrt(abs(e+qx)) *ra
    call facts(ll,rhop,sec,pec)
  endif
  constants independent of res. energy
  cos2p=cos(2.d+0*phi)
  sin2p=sin(2.d+0*phi)
  sinsq=(sin(phi))**2
  calculate potential scattering
  spot=4.d+0*(2.d+0*dbler(ll)+1.d+0)*pifac*sinsq
  inow=inow+6
  kn=in
c
c loop over resonance

```

```

do 140 i=1,nrs
  er=a(inow)
  aj=a(inow+1)
  gt=a(inow+2)
  gn=a(inow+3)
  gg=a(inow+4)
  gf=a(inow+5)
  ser=a(in)
  per=a(in+1)
  gc=a(in+2)
  gx=gg*gf
  rper=1.d+0/per
  inow=inow+6
  in=in+3
  c spin factor
  gfr=half*(2.d+0*aj+1.d+0)*spifac
  erp=er+gn*(ser-se)*(half*rper)
  edelt=e-erp
  gne=gn*pe*rper
  gtt=gne+gx*gc*pec
  c cross sections for temp=0.
  c elastic
  comfac=pfac*gjr*gne/(edelt**2+0.25d+0*gtt*gtt)
  sigp(2)=sigp(2)+
  1. comfac*(gne*cos2p-2.d+0*gx*sinsq+2.d+0*edelt*sin2p)
  c fission
  sigp(3)=sigp(3)+comfac*gf
  c capture
  sigp(4)=sigp(4)+comfac*gg
  c ***calculate a resonance-resonance interference term for elastic
  if (i.gt.1) then
    jnow=know
    jn=kn
    do 130 j=1,i-1
      es=a(jnow)
      ajs=a(jnow+1)
      gts=a(jnow+2)
      gns=a(jnow+3)
      ggs=a(jnow+4)
      gfs=a(jnow+5)
      sers=a(jn)
      pers=a(jn+1)
      gcs=a(jn+2)
      gxs=ggg*gfs
      rpers=1.d+0/pers
      jn=jnow+6
      jn=jn+3
      gjs=0.5d+0*(2.d+0*ajs+1.d+0)*spifac
      espres=gns*(sers-se)*(half*rpers)
      edelts=e-esp
      gnes=gns*pe*rpers
      gtt=gnes+gx*gc*pec
      sigp2=sigp2+pfac*gjs*2.d+0*gne*gnes*
      (edelt*edelts+0.25d+0*gtt*gts)/
      & ((edelt**2+0.25d+0*gtt*gtt)*(edelts**2+0.25d+0*gts*gts))
    130 continue
  endif
  140 continue
  inow=in
  c add potential scattering
  150 sigp(2)=sigp(2)+spot
  sigp(2)=sigp(2)+sigp2
  c total

```

```

sigp(1)=sigp(2)+sigp(3)+sigp(4)
200 continue
*1 reconr.2799
common/recon2/lfw,mata,itype,lrp,lfi,lssf
*d reconr.2827
*d reconr.2865
// -----
*ident sae5
// -----
// third modification for NJOY97.45
// (since njoy97)
// -----
//
// reconr : bug fix for coding miss (2 nov. 1998).
*1 reconr.2826
ne=nint(a(inow+10))
//
// hear : add an initial value of lttm, when ltt.ne.3 (24 nov. 1998)
*1 up24.10
else
  lttm=0
//
// groupr : add an initial value of lttm, when ltt.ne.3 (24 nov. 1998)
*1 up25.10
else
  lttm=0
//
// reconr : add unresolved-range grid energies to handle the case of
*d up34.8 pm-148m (jendl-3.2) in 1 to 10 eV (26 nov. 1998)
dimension egridu(68)
*d up34.10
data ngridu/68/
*d reconr.496
1 8.d0,10.d0,12.5d0,15.d0,20.d0,25.d0,32.d0,40.d0,50.d0,
*d reconr.508
data egridu/1.,1.25,1.5,2.,2.5,3.2,4.,5.,6.,3,8.,
1 10.,12.5,15.,20.,25.,32.,40.,50.,63.,80.,
//
// unresr : (same as above)
*d up35.5
dimension egridu(68)
*d up35.7
data ngridu/68/
*d unresr.364
data egridu/1.d0,1.25d0,1.5d0,2.d0,2.5d0,3.2d0,4.d0,5.d0,6.3d0,
1 8.d0,10.d0,12.5d0,15.d0,20.d0,25.d0,32.d0,40.d0,50.d0,
*d unresr.372
data egridu/1.,1.25,1.5,2.,2.5,3.2,4.,5.,6.,3,8.,
1 10.,12.5,15.,20.,25.,32.,40.,50.,63.,80.,
//
// purr : (same as above)
*d up36.5
dimension egridu(68)
*d up36.7
data ngridu/68/
*d purr.477
data egridu/1.d0,1.25d0,1.5d0,2.d0,2.5d0,3.2d0,4.d0,5.d0,6.3d0,
1 8.d0,10.d0,12.5d0,15.d0,20.d0,25.d0,32.d0,40.d0,50.d0,
*d purr.485
data egridu/1.,1.25,1.5,2.,2.5,3.2,4.,5.,6.,3,8.,
1 10.,12.5,15.,20.,25.,32.,40.,50.,63.,80.,

```

```

*/ heatr : correct process to skip a tape id record when tape was rewind
*/ (28 nov. 1998)
*/ i heatr.579
*/ call tpidio(nendf,0.0,a(iscr),nb,nw)
*/ i heatr.586
*/ call tpidio(nendf,0.0,a(iscr),nb,nw)
*/
*/ acer : bug fix for unknown variable nd by up5 modification
*/ (28 nov. 1998)
*/ d acer.7057
*/   intt=mod(nint(xss(locl)),10)
*/   nd=nint(xss(locl)/10)
*/
*/ -----
*/ ident sae00
*/ -----
*/ special modification for NJOY97.45/sae
*/ -----
*/
*/ acer : special process for option of maximum number of discrete gamma-ray
*/ energies, corresponding to mcnp (9 dec. 1998).
*/ i acer.107
*/   * ndsgam maximum number of discrete gamma-ray (default=1000) *
c
*/ acer.190
*/   common/gamkos/ndsgam
*/ d acer.259
*/   ndsgam=1000
*/   read(nsysi,*) err,iopp,ndsgam
*/ acer.262,263
*/   2 ' photon option ..... ',i10/
*/   3 ' max. number of discrete gamma ..... ',i10)'
*/   4 err,iopp,ndsgam
*/ i sae1.20
*/   common/gamkos/ndsgam
*/ d sae4.90,91
*/   if (ntrp.gt.ndsgam) then
*/     ntrpx=ndsgam
*/
*/ end-----

```

付録 B AP3000 における autonj のバッチ処理の実行例

```

-----
・利用者側の実行環境 $HOME/autonj
・核データファイル $HOME/autonj/J3R2
  格納ファイル J32F6301.Z J32F6302.Z の2ファイル
  対象ファイル
ファイル $HOME/autonj に autonj.B.sh をコピーして以下のように実行する。
なお、データの入力は、----->の後に行う。
-----
% autonj.B.sh
:-----:
autonj ..... automatic production system of a mncp cross section
:-----:
library from JENDL by the NJOY97 code.
:-----:

Please select an input mode.
0 = input from a file.
1 = interactive input on this terminal.
-----> 1

Please select the option of using disk space (or producing files).
0 = minimum disk size (mncp library)
1 = medium disk size (mncp library and output list)
2 = maximum disk size (library, list and ace file)
(maximum size is about 1.4 GB for JENDL-3.2.)
(If blank, default size is minimum.)
-----> 0

Please enter the path name where JENDL file are located.
(When you finish entering all file names, please enter a blank.)
(If a directory name is given, all files in the directory are
processed. Only one directory name is allowed. The last
character must not be a slash (/).)
-----> J3R2/J32F6301.Z
-----> J3R2/J32F6302.Z
(※ Enter キーのみ押下)

Please enter the MAT numbers of nuclides that you want to process.
(If blank, all nuclides contained in the specified files are processed.)
----->

Please enter the processing temperature with NJOY97.
(If blank, default temperature is 293 K.)
(for example: 300 <--- 300 kelvin)
( 27C <--- 27 celsius = 300.15 K)
-----> 300

Please enter a library identification number in zaid for MCNP.
(If corresponds to the "suff" parameter in input data of NJOY/ACER.)
(If must be integer with two digits.)
(If blank, default identification number is 38. (If Fe, 26000.38c))
----->

Please enter a tolerance of pointwise cross section data.
(The unit of tolerance is {%.})
(If blank, default tolerance is 0.2 %.)
----->

```

```

----->
(※ Enter キーのみ押下)

Please enter the maximum number of discrete gamma-ray energies.
(It must be less than 1000 for MCNP-4B or 200 for the previous version.)
(If blank, default number is 1000.)
----->
(※ Enter キーのみ押下)

Please enter the general name of nuclear data file.
(It will be a part of the "hk" in input data of NJOY/ACER.)
(Maximum 16 characters.)
(If blank, the name will be prepared from the nuclear data file.)
(for example: jendl-3.2)
(.....1.....)
-----> JENDL-3.2

Please enter types of MCNP cross section library.
(If blank, default type of library is Type-2.)
1 = Type-1 (text format)
2 = Type-2 (binary format)
12 = Type-1 and Type-2
-----> 2

Please enter a file name of the MCNP cross section library.
(Maximum 7 characters.)
(When the given name is "fsxlib2", the complete name is "fsxlib21",
if it is Type-1.)
(If blank, default library name is "fsxlib32".)
-----> FSXJ321

Please enter a file name of the directory file for the library.
(If blank, default library name is "xsdir.FSXJ3212".)
----->
(※ Enter キーのみ押下)

End of input data for autonj

Q-class | CPU/elapse | memory
ss | 1h/ 2h | 200MB
sm | 6h/12h | 200MB
sl | 48h/96h | 200MB
ms | 1h/ 2h | 500MB
mn | 6h/12h | 500MB
ml | 48h/96h | 500MB
ls | 1h/ 2h | 2000MB
lm | 6h/12h | 2000MB
ll | 48h/96h | 2000MB

Input a name of queue class -----> ms
class : ms
OK ? (y/n) -----> Y
Request 20261.cnet0000 submitted to queue: ms.
%

```

# 国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N	m·kg/s <sup>2</sup>
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	N·m
工率、放射束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	A·s
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束流	ルーメン	lm	cd·sr
照射能	ルクス	lx	lm/m <sup>2</sup>
放射線量	ベクレル	Bq	s <sup>-1</sup>
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量等量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV=1.60218×10<sup>-19</sup>J  
1 u=1.66054×10<sup>-27</sup>kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バーン	b
バール	bar
ガロン	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å=0.1nm=10<sup>-10</sup>m  
1 b=100fm<sup>2</sup>=10<sup>-28</sup>m<sup>2</sup>  
1 bar=0.1MPa=10<sup>5</sup>Pa  
1 Gal=1cm/s<sup>2</sup>=10<sup>-2</sup>m/s<sup>2</sup>  
1 Ci=3.7×10<sup>10</sup>Bq  
1 R=2.58×10<sup>-4</sup>C/kg  
1 rad=1cGy=10<sup>-2</sup>Gy  
1 rem=1cSv=10<sup>-2</sup>Sv

表5 SI接頭語

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

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1 eVおよび1 uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里、ノット、アール、ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは、JISでは流体の圧力を表す場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- E C閣僚理事会指令では bar, barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

## 換算表

力	N (=10 <sup>5</sup> dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度 1 Pa·s (N·s/m<sup>2</sup>)=10 P (ポアズ)(g/(cm·s))

動粘度 1 m<sup>2</sup>/s=10<sup>6</sup> St (ストークス)(cm<sup>2</sup>/s)

圧	MPa (-10 bar)	kgf/cm <sup>2</sup>	atm	mmHg (Torr)	lbf/in <sup>2</sup> (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062×10 <sup>2</sup>	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322×10 <sup>-4</sup>	1.35951×10 <sup>-3</sup>	1.31579×10 <sup>-3</sup>	1	1.93368×10 <sup>-2</sup>
	6.89476×10 <sup>-3</sup>	7.03070×10 <sup>-2</sup>	6.80460×10 <sup>-2</sup>	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (-10 <sup>7</sup> erg)	kgf·m	kW·h	cal (計量法)	Btu	ft·lbf	eV	1 cal = 4.18605 J (計量法)
	1	0.101972	2.77778×10 <sup>-7</sup>	0.238889	9.47813×10 <sup>-4</sup>	0.737562	6.24150×10 <sup>18</sup>	= 4.184 J (熱化学)
	9.80665	1	2.72407×10 <sup>-6</sup>	2.34270	9.29487×10 <sup>-3</sup>	7.23301	6.12082×10 <sup>19</sup>	= 4.1855 J (15°C)
	3.6×10 <sup>6</sup>	3.67098×10 <sup>3</sup>	1	8.59999×10 <sup>5</sup>	3412.13	2.65522×10 <sup>6</sup>	2.24694×10 <sup>25</sup>	= 4.1868 J (国際蒸気表)
	4.18605	0.426858	1.16279×10 <sup>-6</sup>	1	3.96759×10 <sup>-3</sup>	3.08747	2.61272×10 <sup>20</sup>	仕事率 1 PS (仏馬力)
	1055.06	107.586	2.93072×10 <sup>-4</sup>	252.042	1	778.172	6.58515×10 <sup>21</sup>	= 75 kgf·m/s
	1.35582	0.138255	3.76616×10 <sup>-7</sup>	0.323890	1.28506×10 <sup>-3</sup>	1	8.46233×10 <sup>18</sup>	= 735.499 W
	1.60218×10 <sup>19</sup>	1.63377×10 <sup>20</sup>	4.45050×10 <sup>20</sup>	3.82743×10 <sup>20</sup>	1.51857×10 <sup>22</sup>	1.18171×10 <sup>19</sup>	1	

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270×10 <sup>-11</sup>
	3.7×10 <sup>10</sup>	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58×10 <sup>-4</sup>	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

M C N P ライブラリ自動編集システム a u t o n j の開発