

JAERI - M
86-121

核種崩壊データライブラリJDDL及び
核種生成崩壊計算コードCOMRADの作成

1986年8月

内藤 倣孝・原 俊治*・井原 均
片倉 純一

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

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1986

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 いばらき印刷(株)

核種崩壊データライブラリ JDDL 及び核種生成崩壊計算コード COMRAD の作成

日本原子力研究所東海研究所燃料安全工学部

内藤 倣孝・原 俊治*・井原 均

片倉 純一

(1986年7月24日受理)

核燃料施設の安全評価に必要な使用済燃料中の各核種の量、放射能強度、放出 γ 線、 β 線及び中性子のエネルギー・スペクトル、崩壊熱等を計算するために、核種崩壊データライブラリ JDDL と計算コード COMRAD を作成した。JDDL は、最新の核データを取り入れるために、主として評価済核構造データファイル ENSDF から作成した。短半減期の核種についてこのデータファイルを補充するために、日本核データ委員会で評価された JNDC データセットも使用した。これらのデータを用いることにより、照射後短期から長期に渡る計算が可能となった。

Development of Nuclear Decay Data Library JDDL,
and Nuclear Generation and Decay Calculation Code COMRAD

Yoshitaka NAITO, Toshiharu HARA*, Hitoshi IHARA
and Jun-Ichi KATAKURA

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

(Received July 24, 1986)

For safety evaluation of nuclear fuel facilities, a nuclear decay data library named JDDL and a computer code COMRAD have been developed to calculate isotopic composition of each nuclide, radiation source intensity, energy spectrum of γ -ray and neutron, and decay heat of spent fuel. JDDL has been produced mainly from the evaluated nuclear data file ENSDF to use new nuclear data. To supplement the data file for short life nuclides, the JNDC data set were also used which had been evaluated by Japan Nuclear Data Committee. Using these data, calculations became possible from short period to long period after irradiation.

Keywords : Nuclear Decay, Data Library, JDDL, Nuclear Generation,
Computer Code, Spent Fuel, Radiation Source Intensity,
ENSDF, COMRAD

* ISL Co. Limited

目 次

1. はじめに	1
2. 崩壊データ・ライブラリ JDDL	2
2.1 JDDL作成の考え方	2
2.2 評価済核データ・ファイル ENSDF の処理	4
2.2.1 ENSDFの概要	4
2.2.2 ENSDFを処理して作成したデータ・ライブラリ PDDL	7
2.3 JDDL作成コード	17
2.3.1 JDDL作成コードの概要	17
2.3.2 JDDL作成コードで使用する計算方法	18
2.3.3 JDDLのレコード形式とその内容	21
2.3.4 JDDL作成コード JDDL-MAKERの使用法	22
3. 核種生成崩壊計算コード COMRAD	25
3.1 コードの概要	25
3.2 基本方程式と解法	27
3.2.1 核種生成崩壊量の計算	27
3.2.2 中性子束及び比出力の計算	30
3.3 COMRADで使用するデータ・ライブラリ	31
3.3.1 1群定数ライブラリ ONEGL	31
3.3.2 中性子放出量計算用データ・ライブラリ	51
3.4 COMRADコードの追加機能	61
3.4.1 群分離された後の核種生成崩壊量を計算する機能	61
3.4.2 燃焼度依存核種組成ライブラリを用いた部分負荷運転時の核種組成計算	61
3.5 コードの構成	65
3.5.1 構成するサブルーチンと機能	65
3.5.2 所要データ・エリア	73
3.5.3 データ・ファイルの内容と形式	79
3.6 入出力形式	89
3.6.1 入力形式	89
3.6.2 出力形式	106
3.6.3 ジョブ制御文	108
4. 計算例	109
4.1 燃焼計算	109
4.2 瞬時照射時の崩壊熱計算	131
5. 今後の課題	133

謝 辞	133
参考文献	134
附録：現在のPDDLに含まれる各核種の情報量	135

Contents

1. Introduction	1
2. Nuclear data library JDDL	2
2.1 Concept of JDDL	2
2.2 Processing the evaluated nuclear data file ENSDF	4
2.2.1 Summary of ENSDF	4
2.2.2 Data library PDDL produced from ENSDF	7
2.3 JDDL production computer code	17
2.3.1 Summary of the JDDL production code	17
2.3.2 Calculation techniques used for the code	18
2.3.3 Record format and contents of JDDL	21
2.3.4 User's manual for the JDDL production code JDDL-MAKER ...	22
3. Nuclear generation and decay calculation code COMRAD	25
3.1 Outline of the code	25
3.2 Fundamental equation and it's solution technique	27
3.2.1 Calculation of nuclear generation and decay	27
3.2.2 Calculation of neutron flux and power ratio	30
3.3 Data library used for COMRAD	31
3.3.1 One group constants library ONEGL	31
3.3.2 Data library for neutron emission calculation	51
3.4 Additional functions of COMRAD	61
3.4.1 Decay calculation of group wise nuclides	61
3.4.2 Nuclear generation and decay calculation at partial load operation with burn-up dependent nuclear data library	61
3.5 Code structure	65
3.5.1 Subroutines and their functions	65
3.5.2 Required data area	73
3.5.3 Contents and format of data file used	79
3.6 Input and output format	89
3.6.1 Input format	89
3.6.2 Output format	106
3.6.3 Job control language	108
4. Sample calculation	109
4.1 Burn-up calculation	109
4.2 Decay power after fission burst	131
5. Remarks to be proved	133

Acknowledgement 133
References 134
Appendix Information of each nuclide contained in the present
data Library PDDL 135

1. はじめに

核燃料施設の安全性評価作業を行うためには、取扱う核種の種類と量、放射能強度、放出ガンマ線および中性子の強度、エネルギー・スペクトル、崩壊熱量等が必要である。これ等を算出する計算コードとして我が国ではDCHAIN¹⁾コードやORIGEN^{2, 3)}コードがしばしば使用される。これ等コードに使用される定数ライブラリが作成されてきたが、それ等は種々の出典のデータの寄せ集めが多くまた、定数ライブラリ作成ルーチンも十分には整備されていない。

以上の現状を改善するために、出典のはっきりした評価済データを系統的に処理して定数ライブラリJDDL (JAERI Decay Data Library) を作成した。このことが可能となったのは評価済み核構造ファイルENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File)⁴⁾が米国を中心に整備され、その国際的評価作業の体制ができあがったことによる。したがって、JDDLの作成は崩壊データに関してはENSDFを基礎データとして行った。但し、ENSDFは実験データを評価して収納したものであり、短寿命核種のごとく実験データのないものについての情報は含んでいない。そこで実験データのない定数については理論計算を用いることにし、シグマ委員会で作成・評価されたJNDC (Japanese Nuclear Data Committee) データ⁵⁾を使用することとした。その他、ENSDFに納められていない必要なデータ・平均エネルギー、基底核種と励起核種との分岐比、核分裂収率等を計算および他のデータ・ファイルより求めた。

以上述べたJDDLを作成するシステムには、ENSDFを処理して中間ライブラリーPDDL (Preliminary Decay Data Library) を作成する機能と、PDDLを処理するとともにその他の必要な情報を追加してJDDLを作成する機能とがある。後者は、平均エネルギー及び基底核種と励起核種との分岐比の算出、核種を更新し出典を残す、崩壊系列に基づき累積核分裂収率を計算する機能を有する。この方式でライブラリー作成のための処理システムを作成したことにより、新しい実験データまたは評価値により改訂されるENSDFの情報を速やかに取り入れることができるようになり、他の評価データとの更新も容易となった。

このJDDLを用いて核種の生成崩壊量を計算するコードCOMRADを開発した。COMRADコードでは、核燃料サイクルの安全評価に必要な使用済燃料中の核種量、崩壊熱、 γ 線、 β 線及び中性子線の強度が計算できるようになっている。また、このコードでは、核種生成崩壊量の計算はDCHAINコードに、 γ 線スペクトルの計算はFPGAM⁶⁾コードに、放出中性子の計算はORIGEN-JR⁷⁾に基づいている。このように計算手法は在来手法を用い、使用定数ライブラリを系統的に整備することにより信頼性の高い計算コードを作成することができた。

本コードの作成により、従来米国のORIGENコードに頼っていた計算を国産コードで行うことができるようになるとともに、我国の核データ評価作業の成果を速やかに安全解析作業に反映させることができるようになった。

第2章で崩壊データライブラリJDDLの作成について、第3章で核種生成崩壊計算コードCOMRADの構成と機能について、第4章に計算例について示すことによりCOMRADコードの使用手引書として使用できるようにした。

2. 崩壊データ・ライブラリJDDL

2.1 JDDL作成の考え方

JDDLは評価済み核構造ファイルENSDFを基礎データとすることとしている。しかしENSDFは実験データを収集したものであるため、実験データの少ないものは精度が悪く、現状では理論的考察をもとに追加修正する必要がある。又核種生成崩壊計算までを考慮に入れたライブラリとするには更に核分裂収率等のデータも取り入れる必要がある。そこでENSDFのみを処理してPDDLライブラリを作成し、更に他ライブラリを用いて、必要なデータの更新及び追加を行ってJDDLライブラリとするシステムとした。更新に伴う考え方と更新に至る背景及びその効果を以下に示す。

1) 崩壊系列の追加

今回作成したPDDLはENSDFのみで構成されているが、その崩壊系列を追ってみると同一質量での β^- 崩壊する短寿命核種が他ライブラリに較べて足りないことがわかった。

そこでこれらの核種を補うためにJDDL作成システムに核種追加機能を用意しシグマ委員会で整備されたJNDCデータを用いて核種の追加を行った。この場合の更新条件として

- i) PDDLで整備されているもの(ENSDFに有る核種)についてはすべてPDDLの値を用いる。
- ii) 更新する核種は同一質量崩壊系列の中でPDDLの最小原子番号より小さい核種のみとする。
- iii) 崩壊系列に矛盾が生じないように更新した核種と接続する核種つまりPDDLの同一質量崩壊系列の中で最小原子番号をもつ核種は親核種の情報のみを更新する。

以上の点を考慮してコードを作成し(Fig. 1参照)、更新後に崩壊系列の作図コードを使用して矛盾の無いことを確認した。

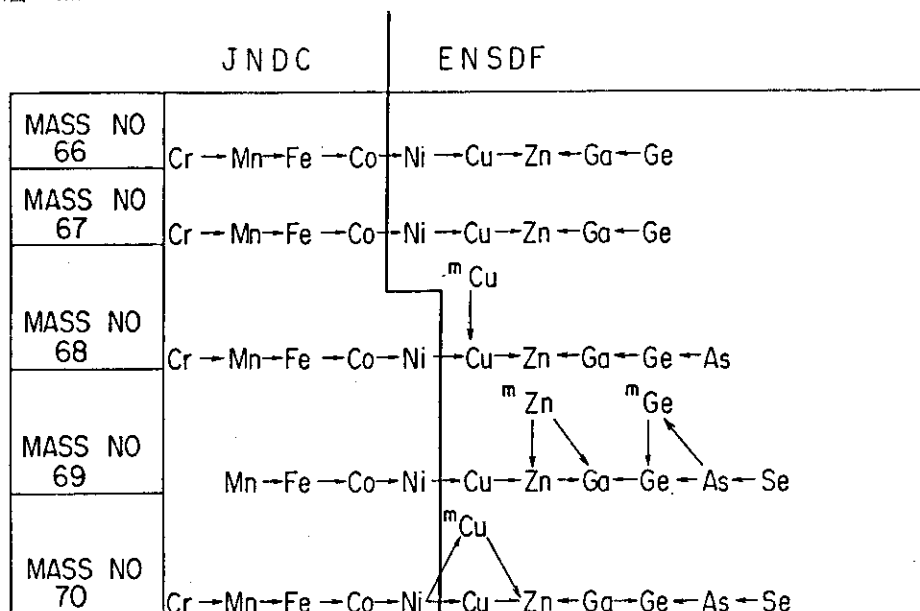


Fig. 1 Attachment of the decay chains of JNDC to ENSDF'S

2) 平均エネルギー \bar{E} の更新

ENSDFより計算された平均エネルギーを有するJDDLに対し放射性核種の生成・崩壊量を計算するコードCOMRADを使ってJNDCデータを用いた場合との瞬時照射の計算結果の比較を行ったところ \bar{E}_β は良い一致を見るが、 \bar{E}_γ においては冷却時間 20 ~ 100 秒でJDDLの値がかなり低いことが分った。この原因を追求してみると、その時間での重要な寄与を及ぼしている核種 8 核種のうち 6 核種についてはJNDCでは評価値を用いて値を上げていることがわかった。また評価する前のJNDCの値はJDDLに近い。(Table 1 参照)

8 核種の \bar{E}_γ のみ更新するだけでかなり測定データ (Oakridge National Laboratory で行なわれた β 線, γ 線スペクトル測定⁷⁾) に近づくことを確認した。以上JNDCの評価値がかなり影響を及ぼしていることが分かったのでJNDCでの評価値 87 核種⁵⁾ について \bar{E}_γ のみ更新を行えるシステムとした。更新を行う前後の比較図を Fig. 2 に示す。

Table 1 Comparison of mean energy \bar{E}_γ

Nuclide	JDDL	JNDC (evaluated)	JNDC (preliminary)	ENDF/B-IV
⁸⁸ Rb	0.6286	2.4940	0.6364	0.6739
⁹² Rb	0.4239	1.5660	0.2659	0.2614
⁹³ Rb	1.3796	2.6750	1.3934	1.4146
⁹⁵ Y	0.8858	1.2867		0.4883
¹³⁵ Te	0.6859	2.6200	0.6859	2.1773
¹³⁹ Xe	0.8780	2.2390	0.8851	0.9275
¹⁴¹ Cs	0.9127	2.1350	0.6669	1.8249
¹⁴⁵ Ba	0.2981	1.1590		1.9218

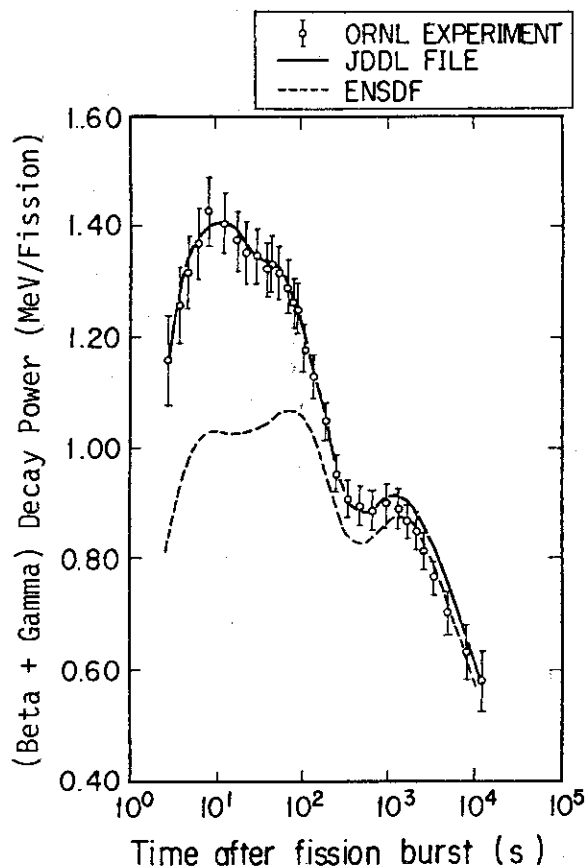


Fig. 2 Total decay power for ^{235}U thermal fission

3) 核分裂収率の更新

ENSDF には核分裂収率が含まれていないので JDDL 作成システムに核分裂収率更新機能を用意し、評価済核データ・ファイル ENDF/B-N⁸⁾ の独立核分裂収率をとり入れ、PDDL の崩壊系列、分岐比を使用して累積核分裂収率を計算し組み込んだ。この場合問題となるのはやはり ENDF/B-N と PDDL の収納核種の違いであるが次の条件でとり入れた。

- i) JDDL の崩壊系列の外側にも ENDF/B-N に独立核分裂収率をもつ核種があった場合は、PDDL の最端の核種の独立核分裂収率の値として ENDF/B-N の累積核分裂収率の値を入れる。
- ii) ENDF/B-N に励起核種が存在して PDDL に存在していない場合はその励起核種の独立核分裂収率の値を基底核種の独立核分裂収率の値に加えて JDDL の基底核種の独立核分裂収率の値とする。

以上の点を考慮した結果 PDDL の独立核分裂収率の和が ENDF/B-N と同じ 200% になることを確認して累積核分裂収率の計算を行った。

2.2 評価済核データ・ファイル ENSDF の処理

2.2.1 ENSDF の概要

JDDL の基礎データとなっている評価済み核構造ファイル ENSDF は NDS (Nuclear Data

Sheets) の基本となるソースファイルである。今回使用したファイル (1-81 VERSION) は質量毎に 36 のファイルからなっておりデータはすべて 80 バイトのカード・イメージで書かれ、総数約 37 万枚納められている。その内容と FORMAT を次項に記す。

以上のデータは最も新しい NDS と同程度の改訂度で、2~3 年で質量連鎖の評価も一巡するはずで、現在評価作業が進んでいる。それ故、今後ファイルの成熟度も増すと期待できる。

1) ENSDF の物理量及び FORMAT

ENSDF は崩壊データセット、反応データセット、アドプト・レベル・ガンマデータセット等のデータ・セットから成りそれぞれの物理量および各レコードの標準レコード形式を Table 2 および Table 3 に示す。

Table 2 The physical quantities contained in ENSDF

Record	Physical quantity
Decay data set	
Parent nuclide data	Energy, Spin parity, Half life, $Q_{\beta, \epsilon c}$
Normalization	γ -ray per 100 decay, total conversion number (β , IT, ϵ ratio) β -ray normalization coefficient
Daughter nuclide data	Energy, Spin parity, Half life, Isomer
γ -ray	Energy, Relative intensity, Multiplicity, Mixing factor
β -ray	Energy (measured), Intensity (calculated)
ϵc	$\beta^+/\epsilon c$, K/L/M ϵc ratio, the others are same as β -ray
α -ray	Energy, Intensity
Reaction data set	
Level	Energy, Spin parity, Half life
γ -ray	Energy, Intensity
Adopt-Level-Gamma data set	
Q value	Q_{β} , Q_{α}
Level	Energy, Spin parity, Half life
γ -ray	Energy, Branching ratio of each level

2.2.2 ENSDF を処理して作成したデータ・ライブラリ PDDL

(1) ENSDF 処理方法

ENSDF は質量数毎に現在 36 のマルチ・ファイルに分かれて居り (1 - 81 VERSION), α 崩壊についてはその親核種と娘核種の関係がファイルをまたいで存在している場合があるため, 単一ファイル毎の処理では崩壊系列がとぎれて処理されてしまう恐れがある。その為 Fig. 3 の流れ図の様に 36 ファイルのうち必要なファイルを順に処理してデータ・ライブラリ PDDL を作成する。

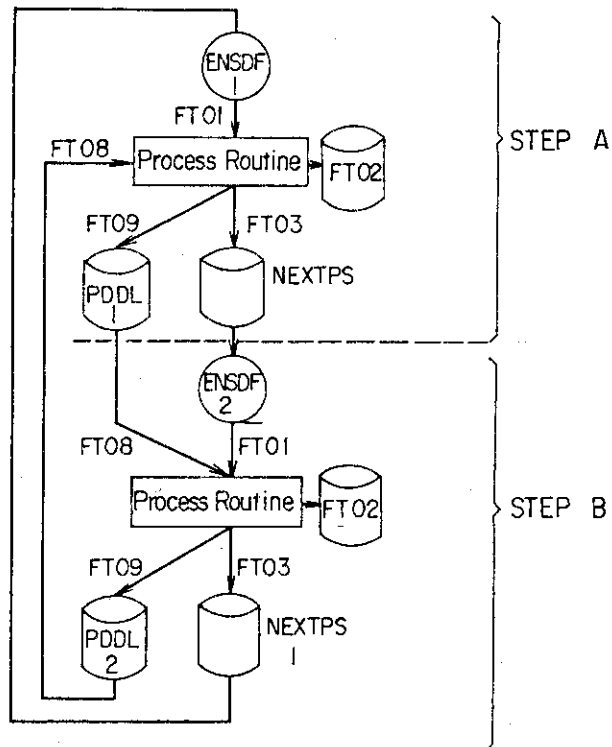


Fig. 3 Flow diagram for processing ENSDF

Fig. 3 の流れ図の説明

STEP A

- FT 01 : ENSDF 生データの N 番目のファイル
 FT 02 : Work
 FT 03 : α 崩壊データが有る場合で親核種が次のファイルにまたいでいる場合自動的にそのデータを書き込む。
 FT 09 : N 番目まで処理した Binary PDDL

STEP B

- FT 01 : ENSDF の生データ N + 1 番目のファイル
 STEP A に α 崩壊があり FT 03 に書き込まれていれば生データの前に include
 FT 02 : Work
 FT 03 : STEP A に同じ
 FT 08 : 前回まで処理した PDDL を読み込み今回処理した File を追加し FT 09 に書き込む
 FT 09 : N + 1 番目まで処理した Binary PDDL File

以上、STEP A と STEP B を繰り返し全ファイル又は必要なファイルを処理し、最終的な FT 09 が PDDL となる。

(2) PDDL のレコード形式とその内容

レコード形式を以下に示す。また現在の PDDL に含まれる各核種の情報量を附録に表示する。

第 1 レコード

NMAX 取り扱い核種数

第 2 レコード

NUCL(i), i=1, NMAX 核種コード

* NUCL = Z * 10000 + A * 10 + I S

Z : 原子番号

A : 質量数

I S : エネルギー状態

NCH(i), i=1, NMAX 親核種の数

IGCO(i), i=1, NMAX γ 線の数 (X 線も含む)

IBCO(i), i=1, NMAX β 線の数

IACO(i), i=1, NMAX α 線の数

ICECO(i), i=1, NMAX conversion electron の数

IWT(i), i=1, NMAX 第 3 レコードのワード数

第 3 レコード (NMAX レコード繰り返す)

NUCL 核種コード

RAMDA 崩壊定数又は半減期

IUNIT 崩壊定数又は半減期の単位 (ENSDF に従う)

QUALU(i), i=1, 4 Q-Value (keV)

MDTYP(i), i=1, 4	Q-Value に対する崩壊形式
NBIC(i), i=1, 4, NCH	親核種のエネルギー状態 0 : 基底状態 基底以外はレベルの低いものから又レベルの不明なものは半減期の長いものから順に 1, 2, 3 ……
MTYP(i), i=1, NCH	親核種の当核種への崩壊形式 = 1 β^- = 2 iT = 4 β^+ , EC = 5 α = 6 中性子放出
PBIC(i), i=1, NCH	親核種の当核種への分岐比
ENR(i), i=1, IGCO	γ 線エネルギー (keV) (X線も含む)
ABNR(i), i=1, IGCO	γ 線強度 (コ/decay) (X線も含む)
ATI(i), i=1, IGCO	Relative toaltransition intensity
ABNRN(i), i=1, IGCO	γ 線強度の規格係数 : N レコードが有り, 値が Blank 0 : N レコードが無い -1
GLEV(i), i=1, IGCO	γ 線のレベル
IGTYP(i), i=1, IGCO	γ 線の崩壊形式
ENB(i), i=1, IGCO	β 線のエネルギー (keV)
ABNB(i), i=1, IBCO	β 線の強度 (コ/decay) 負の値は β^- に於ける値を, また正の値は β^+ に於ける値である。
IDTYP(i), i=1, IBCO	Decay type の区別 (Table 4 参照)
ENA(i), i=1, IBCO	α 線のエネルギー (keV)
ABNA(i), i=1, IACO	α 線の強度 (コ/decay)
ECE(i), i=1, ICECO	Conversion electron のエネルギー (keV)
AIECE(i), i=1, ICECO	" 強度 (コ/decay)
ICON(i), i=1, 20	コメント
DRAMD	崩壊定数又は半減期の誤差
DPB(i), i=1, NCH	分岐比の誤差
DER(i), i=1, IGCO	γ 線エネルギーの誤差
DAR(i), i=1, IGCO	γ 線強度の誤差
DEB(i), i=1, IBCO	β 線エネルギーの誤差
DAB(i), i=1, IBCO	β 線強度の誤差
DEA(i), i=1, IACO	α 線エネルギーの誤差
DAA(i), i=1, IACO	α 線強度の誤差

Fig. 4 の樹木構造に従って各サブルーチンの機能を説明する。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
1-0	MAIN	メインプログラム 可変配列の最大容量を定義する。核種数、 α 線、 β 線、 γ 線の最大値も定義する。
1-1	ENSDF	ENSDF ファイルを読み込み核種名とその親核名、更にその崩壊形式及び基底、励起エネルギー・レベルを対応づけ配列要素に収納する又収納する核種数が決まるので可変配列の大きさを計算する。 MAINより呼ばれる。
1-2	STRING	文字配列の文字数を計算しその数を配列の1番目に入れ全体の文字列を1つつつずらす ($1 \leq \text{文字数} \leq 250$) ENSDF, STEP 3, XRAY, ALPHAより呼ばれる。
2-2	CLEA	実数配列要素全体を初期値化する ENSDF, BWRITEより呼ばれる。
3-2	INDEX	2つの文字列の2番目の文字列すべてが連続して1番目の文字列に含まれていれば含まれている先頭文字の位置番号を、含まれていなければ0として返す。 ENSDF, STEP 3, XRAY, ALPHAより呼ばれる。
4-2	PARLE	親核種のエネルギーレベル, Q-Value, α 線, β 線, α 線のレベルエネルギー及び強度とその誤差について文字列から選出し実数化する。 ENSDF, BATAMP, ISOM, ALPHAより呼ばれる。
4-3	ICLEA	整数配列要素全体を初期値化する PARLE, ABGN, ABG, ABGGより呼ばれる
5-3	VARI	与えられた文字列を実数化する。 PARLE, ABGN, ABG, ABGGより呼ばれる。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
9 - 2	STEP 3	ENSDF ファイルをもう1度読み直し1つのDecay DATAのみを論理機番3番に書き崩壊形式によって計算ルーチンを振り分ける。更に各ルーチンより得られた値を分類してPDDLファイルへ書き込むルーチンへ送る。 ENSDF より呼ばれる。
11 - 3	ABGN	Normalisationレコードのエネルギー、強度及びその誤差の文字列を実数に変換する。 STEP 3, BATAMP, XRAY, ISOM, ALPHA より呼ばれる。
13 - 3	BATAMP	β^- , β^+ , ECレコード及び γ 線レコードを核種毎に計数する。 更にそのレコードのエネルギー及び強度を対応する核種及びレベルの配列へ収納する。 Q-Value の種類の計数もする。 STEP 3 より呼ばれる。
15 - 4	ABG	ALPHA, BATA, GAMMAレコードのエネルギー、強度及びその誤差の文字列を実数に変換する。 BATAMP, ALPHA より呼ばれる。
19 - 4	DTCAL	崩壊に於ける様式 (Spin, Parity) を記号に変換する。 BATAMP から呼ばれる。
20 - 4	XRAY	X線の計算をし γ 線の情報に追加する。 BATAMP から呼ばれる。
22 - 5	ABGG	2nd γ レコードから γ 線及びX線のエネルギー、強度及びその誤差、更にrelative total transition intensity とその誤差の文字列を実数に変換する。 XRAY, ISOMから呼ばれる。
24 - 5	EWREAD	X線のエネルギー変換係数を論理機番10より読み込み対応する核種と係数の値を与える。 XRAY より呼ばれる。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
27 - 3	ISOM	IT崩壊に於ける γ 線レコードを核種毎に計数する。 更にそのレコードのエネルギー及び強度を対応する核種及びレベルの配列へ収納する。 Q Value の種類の計数もする。 STEP 3 より呼ばれる。
32 - 3	ALPHA	α 崩壊に於ける α 線、 γ 線レコードを核種毎に計数する。 更にそのレコードのエネルギー及び強度を対応する核種及びレベルの配列へ収納する。 Q-Value の種類の計数もする。 STEP 3 より呼ばれる。
39 - 3	NMSORT	親核種のレベルエネルギーから基底状態から励起状態への順番を決め分類して基底状態から励起レベルエネルギーの低い順に核種を並び換える。 STEP 3 より呼ばれる。
40 - 3	NAMCHA	核種記号を定義に従って数値に変換する。 STEP 3 より呼ばれる。
41 - 3	NOSORT	処理した核種に原子質量、原子番号の順に小さい方から数値を対応させる。 STEP 3 より呼ばれる。
42 - 3	BWRITE	INPUTのOPTIONに従いNFILE = 1なら最初からPDDLファイルに書き込む。 NFILE = 1なら前回処理したPDDLファイルを読み込み、変更及び追加を行って別のファイルへ書き込みNEW PDDLファイルとする。

(4) PDDL - MAKER 入出力形式, ジョブ制御文

入力形式

PDDL 作成における入力データ・カードは1枚で次の情報を入れる (3 I 3)

Col 1~3 : = 1 前のファイルに関係なく今回のファイルから処理を始める。

= 2 前のファイルに今回のファイルを追加する。

Col 4~6 : 今回処理する ENSDF ファイルに含まれる最小の Mass Number

Col 7~9 : 今回処理する ENSDF ファイルに含まれる最大の Mass Number

現状の ENSDF (1-81 VERSION) の各ファイルに含まれる Mass Number の最大, 最小は次の様になっているので下記の値を入れる。

File No.	MIN MAX	File No.	MIN MAX	File No.	MIN MAX
1	1 ~ 45	13	100 ~ 105	25	163 ~ 167
2	46 ~ 48	14	106 ~ 110	26	168 ~ 174
3	49 ~ 52	15	111 ~ 116	27	175 ~ 181
4	53 ~ 55	16	117 ~ 121	28	182 ~ 187
5	56 ~ 59	17	122 ~ 127	29	188 ~ 196
6	60 ~ 63	18	128 ~ 136	30	197 ~ 200
7	64 ~ 68	19	137 ~ 141	31	201 ~ 206
8	69 ~ 73	20	142 ~ 145	32	207 ~ 212
9	74 ~ 77	21	146 ~ 150	33	213 ~ 231
10	78 ~ 86	22	151 ~ 152	34	232 ~ 237
11	87 ~ 90	23	153 ~ 156	35	238 ~ 247
12	91 ~ 99	24	157 ~ 162	36	248 ~ 263

出力形式

PDDL 作成コードの出力形式の説明

通常はPDDLの第一レコード、第二レコードに相当する値を各ファイル毎に出力する。

1. NMAX 全核種数
2. NUCL(i), i=1, NMAX 核種コード
3. NCH(i), i=1, NMAX 親核種数
4. IGCO(i), i=1, NMAX γ 線の数
5. IBCO(i), i=1, NMAX β 線の数
6. IACO(i), i=1, NMAX α 線の数

他に崩壊の状態及び各核種のレベル毎のエネルギー、強度を出力する様組み込んであるが出力ページの関係で現在コメントに落としてある。

又Warningとしての崩壊等でそのファイルに親核種の情報がなければ次のファイルDataを引き継ぐため、その核種名を出力する。

例

```
***WARNING...PARENT NUCLIDE WAS NOT FOUND: 112 XE
```

ジョブ制御文

PDDL作成におけるジョブ制御文を示す。下記の例はFP核種MASS No. 64～181まで処理したものである。各ファイルに対する内容は前記PDDL作成フローを参照のこと。

```
//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER
    P.0 I.8 T.7 C.8 W.4 NGT
    OPTP MSGCLASS=I
// EXEC FORTHE,SO='J9139.ENSDFLIB',
//     A='ELM(*)'
// EXEC LKED
//RUN1 EXEC GO
//STEPLIB DD DSN=&&LM,DISP=(OLD,PASS)
//FT01F001 DD DSN=J9139.ENS0HA7.DATA,DISP=SHR
//FT02F001 DD DSN=J9139.WORKPS.DATA,DISP=SHR
//FT03F001 DD DSN=J9139.NEXTPS.DATA,DISP=SHR
//FT09F001 DD DSN=J9139.ENS0FFPA.DATA,DISP=SHR
//SYSIN DD *
    1 64 68
/*
```



(必要なFile くり返しRUN)

```
//RUN6 EXEC GO
//STEPLIB DD DSN=&&LM,DISP=(OLD,PASS)
//FT01F001 DD DSN=J9139.NEXTPS.DATA,DISP=SHR
//     DD DSN=J9139.ENS0HA12.DATA,DISP=SHR
//FT02F001 DD DSN=J9139.WORKPS.DATA,DISP=SHR
//FT03F001 DD DSN=J9139.NEXTPS1.DATA,DISP=SHR
//FT09F001 DD DSN=J9139.ENS0FFPB.DATA,DISP=SHR
//FT08F001 DD DSN=J9139.ENS0FFPA.DATA,DISP=SHR
//SYSIN DD *
    2 91 99
/*
```



(必要なFile くり返しRUN)

```
//RUN21 EXEC GO
//STEPLIB DD DSN=&&LM,DISP=(OLD,PASS)
//FT01F001 DD DSN=J9139.NEXTPS1.DATA,DISP=SHR
//     DD DSN=J9139.ENS0HA27.DATA,DISP=SHR
//FT02F001 DD DSN=J9139.WORKPS.DATA,DISP=SHR
//FT03F001 DD DSN=J9139.NEXTPS.DATA,DISP=SHR
//FT09F001 DD DSN=J9139.ENS0FFPA.DATA,DISP=SHR
//FT08F001 DD DSN=J9139.ENS0FFPB.DATA,DISP=SHR
//SYSIN DD *
    2175181
/*
++
//
```


2.3 JDDL 作成コード

2.3.1 JDDL 作成コードの概要

JDDL 作成システムはPDDL を処理して ENSDF には納められていないデータ, 平均エネルギー, 基底核種と励起核種への分岐比および累積核分裂収率の計算を行い JDDL を作成するシステムである。

今回の JDDL の作成では累積核分裂収率を計算するための独立核分裂収率は ENDF/B-IV を使用した。またこのシステムは, 他ライブラリの情報を用いてデータを更新する機能も含む, 3 つの step からなっている。step 1 は, 平均エネルギー及び基底核種と励起核種への分岐比の計算を行い, step 2 は他ライブラリーを用いて核種の値の更新及びその出典を作成し, step 3 は新しい崩壊系列での各核種の累積核分裂収率を計算するという機能に分かれている。その流れを Fig. 5 に示す。

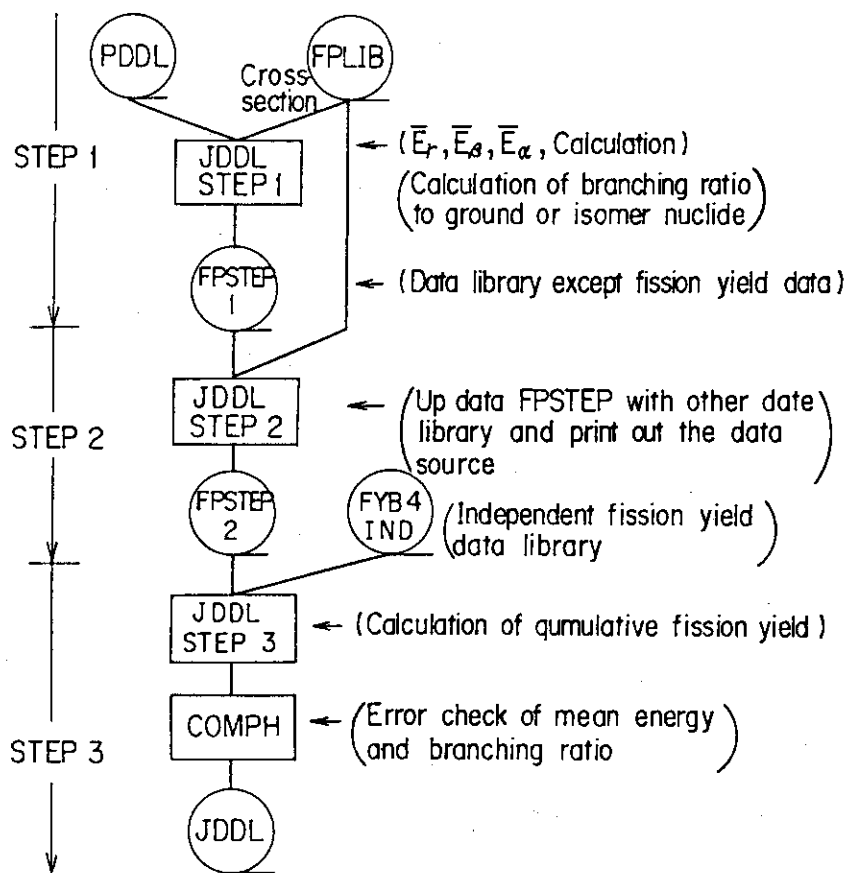


Fig. 5 Flow diagram for producing JDDL

2.3.2 JDDL 作成コードで使用する計算方法

平均エネルギーの計算は PROFP⁹⁾コードを参考にしてコードを作成した。以下に計算方法を示す。

(i) γ 線平均エネルギー

γ 線平均エネルギー $\{E_{\gamma}^T\}$ は、

$$\{E_{\gamma}^T\} = \{E_{\gamma}\} + \{E_{\gamma}^{\pm}\}$$

で表わすことができる。ここで

$\{E_{\gamma}\}$ は γ 線放出の平均エネルギーで

$$\{E_{\gamma}\} = \frac{N}{100} \cdot \sum_{i=1}^n E_{\gamma i} I_{\gamma i}$$

ここで

N : 相対強度から絶対強度への変換係数 (γ 線数 / 100 decay)

n : γ 線の数

$E_{\gamma i}$: i 番目の γ 線のエネルギー

$I_{\gamma i}$: i 番目の γ 線の相対強度

である。 $\{E_{\gamma}^{\pm}\}$ は β^+ 崩壊における陽電子消滅で放出される γ 線の平均エネルギー (電子対消滅放射: 511 keV のエネルギーを持つ 2 本の γ 線を放出) であり

$$\{E_{\gamma}^{\pm}\} = \frac{511 \times 2}{100} \sum_{j=1}^m I_{\beta j}$$

と計算される。ここで

m : 陽電子の数

$I_{\beta j}$: j 番目の陽電子の絶対強度

である。

(ii) β 線平均エネルギー

$$\{E_{\beta}^T\} = \{E_{CE}\} + \{E_{\beta}^{-}\} + \{E_{\beta}^{+}\}$$

$$\{E_{CE}\} = \frac{N}{100} \sum_{i=1}^n E_{ci} \cdot IC_i \text{ (conversion electron)}$$

N : 相対強度から絶対強度への変換係数 (conversion electron 数 / 100 decay)

E_{ci} : i 番目の Conversion electron のエネルギー

I_{ci} : " 相対強度

n : Conversion electron 数

$$\{E_{\beta}^{-}\} = \frac{1}{100} \sum_{j=1}^m (Q_{\beta}^{-} - E_{1j}) \cdot R_j^{-} (Q_{\beta}^{-} - E_{1j}, Z + 1) \cdot I_{\beta j}$$

Q_{β}^{-} : 親核と娘核の基底状態間の転移エネルギー

E_{1j} : β^{-} 崩壊による j 番目のレベルの励起エネルギー

I_{1j} : β^{-} 崩壊による j 番目のレベルの絶対強度 (β 線強度 / 100 decay)

$$R_j^-(Q_{\beta}^- - E_{1j}, Z + 1) = \frac{\int_0^{Q_{\beta}^- - E_{1j}} E_{\beta} \cdot P^-(E_{\beta}, Q_{\beta}^- - E_{1j}, Z + 1) dE_{\beta}}{(Q_{\beta}^- - E_{1j}) \int_0^{Q_{\beta}^- - E_{1j}} P^-(E_{\beta}, Q_{\beta}^- - E_{1j}, Z + 1) dE_{\beta}}$$

$$P^-(W, W_0, Z + 1) = F(Z + 1, P) \cdot P \cdot W \cdot (W_0 - W)^2$$

W : $W = E_{\beta} + m_0 C^2$ 電子の全エネルギー

W : 電子の最大エネルギー

P : 電子の運動エネルギー

F(Z+1) : Fermi function

Z + 1 : 娘核の原子番号

$$[E_{\beta}^+] = \frac{1}{100} \sum_{j=1}^m (Q_{\beta}^+ - E_{1j}) \cdot R_j^+(Q_{\beta}^+ - E_{1j}, Z - 1) I_{\beta j}$$

$$R_j^+(Q_{\beta}^+ - E_{1j}, Z - 1)$$

$$= \frac{\int_0^{Q_{\beta}^+ - E_{1j}} E_{\beta} \cdot P^+(E_{\beta}, Q_{\beta}^+ - E_{1j}, Z - 1) dE_{\beta}}{(Q_{\beta}^+ - E_{1j}) \int_0^{Q_{\beta}^+ - E_{1j}} P^+(E_{\beta}, Q_{\beta}^+ - E_{1j}, Z - 1) dE_{\beta}}$$

$$P^+(W, W_0, Z - 1) = F(-(Z - 1), P) \cdot P \cdot W \cdot (W_0 - W)^2$$

(iii) α 線平均エネルギー

$$[E_{\alpha}] = \frac{N}{100} \sum_{i=1}^n E_{\alpha i} \cdot I_{\alpha i}$$

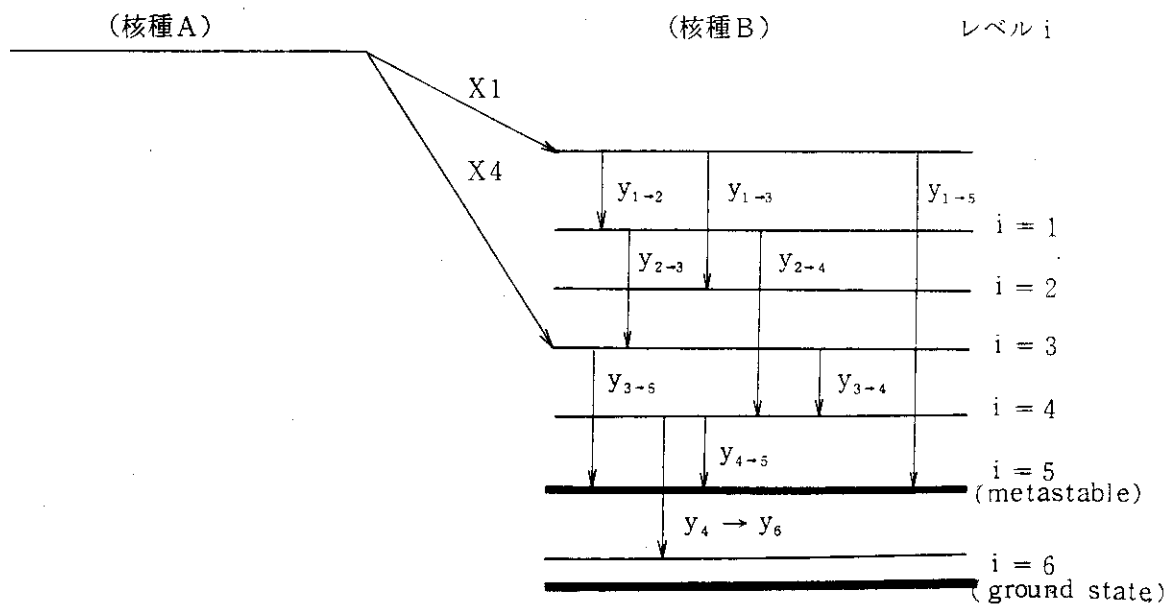
N : 相対強度から絶対強度への変換係数 (α 線数 / 100 decay)

$E_{\alpha i}$: i 番目の α 線のエネルギー

$I_{\alpha i}$: i 番目の α 線の相対強度

n : α 線の数

(iv) 励起状態と基底状態を持つ核種への分岐比の計算



X_i : β 崩壊でレベル i に落ちる分岐比
 $Y_{i \rightarrow j}$: レベル i から γ 線を放出しレベル j に落ちる確率 ($\sum_j Y_{i \rightarrow j} = 1.0$)
 レベル i での分岐比 P_i は,

$$P_1 = X_1,$$

$$P_i = X_i + \sum_{j=1}^{i-1} P_j \cdot Y_{j \rightarrow i},$$

となる。図の例では核種 A から核種 B の励起核種への分岐比 P_m は,

$$P_m = P_5,$$

となり、核種 B の基底状態への分岐比 P_g は,

$$P_g = (\sum X_i) - P_m,$$

となる。

2.3.3 JDDL のレコード形式とその内容

JDDL 作成システムを使用して作成した JDDL のレコード形式とその内容を以下に示す。

第 1 レコード

NMAX	取り扱い核種数
NPAR	各核種に対して許される親核種の最大数
NFIS	核分裂収率の種類数
NGS	エネルギー群数
NEUT	中性子反応の種類数
KSC	中性子反応を起こす核種数
IM	ライブラリーコメントの word 数

第 2 レコード

(COM <i>i</i>), <i>i</i> =1, IM)	ライブラリーコメント
(NF TYP(<i>i</i>), <i>i</i> =1, NF IS)	核分裂生成物ライブラリーのとき 核分裂収率の種類 構造材及び核燃料核種のとき 中性子反応断面積の種類

第 3 レコード

(NUCL(<i>i</i>), RAMDA(<i>i</i>), ISGC(<i>i</i>), NCH(<i>i</i>), Q(<i>i</i>), EB(<i>i</i>), EG(<i>i</i>), EA(<i>i</i>), <i>i</i> =1, NMAX)	
NUCL	核種コード番号
RAMDA	崩壊定数 (1/sec)
ISGC	中性子反応断面積の有無 (0:無, 1:有)
NCH	親核種数
Q	崩壊の Q 値
EB	β 線崩壊熱 (Mev/decay)
EG	γ 線崩壊熱 (Mev/decay)
EA	α 線崩壊熱 (Mev/decay)
	(核分裂生成物ライブラリーのときは無し)

第 4 レコード

((MTYP(<i>i</i> , <i>j</i>), NBIC(<i>i</i> , <i>j</i>), PBI(<i>i</i> , <i>j</i>), <i>i</i> =1, NPAR), <i>J</i> =1, NMAX)	
MTYP	親核種のエネルギー状態
NBIC	崩壊形式
PBIC	分岐比

第 5 レコード (核分裂生成物ライブラリーのときのみ必要)

((GYLI(<i>i</i> , <i>j</i>), <i>i</i> =1, NFIS), <i>J</i> =1, NMAX)	
GYLI	独立核分裂収率

第 6 レコード (核分裂生成物ライブラリーのときのみ必要)

((GYLC(<i>i</i> , <i>j</i>), <i>i</i> =1, NFIS), <i>J</i> =1, NMAX)	
---	--

GYLC 累積核分裂収率
 第7レコード (このレコードはKSC回繰り返す)
 NSC(i), ((SC (i, J, K), K = 1, NGS), J=1, NEUT)
 NSC 中性子反応を起こす核種番号
 SC 中性子反応断面積

2.3.4 JDDL 作成コード JDDL-MAKER の使用方法

1) STEP 1

PDDL に有する核種について JDDL の FORMAT へ変換する。

(ACTINIDE 核種や構造材核種についてはステップ1のみで良い),

ここでは, α , β , γ の平均エネルギーを計算し更に基底状態と励起状態核種の分岐比も計算する。

また FPGS コードで使用できるよう ABBN 型断面積も取り入れる。

1 群定数を取り入れる場合は別の「1 群定数ライブラリの更新に伴う JDDL の更新」の項を参照の事。

Step 1 は COMRAD コードの中に組み込んだ PROL 9 に整備してある。

1) -1 ジョブ制御文

```
//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER 80749139,TO.HARA,0954
   C.4 T.3 I.4 W.4 P.0 OPN NLP
   OPTP NOTIFY=J9139,PASSWORD=4WD
//*FORT1 EXEC FORTHE,SO='J9082.FPGS',A='ELM(RELA),NOS',SYSOUT=*
//*LINK EXEC LKEDIT,LM='J9082.FPGS4',GRLIB=PNL,SYSOUT=*
//*GO EXEC GO,SYSOUT=*
//FPGS EXEC LMGO,LM='J9139.COMRAD',SYSOUT=*
// EXPAND DISKTO,DDN=FT01F001,DSN='J9139.ENSDFSTA'
// EXPAND DISKTO,DDN=FT02F001,DSN='J2528.STLIB1'
// EXPAND DISKTO,DDN=FT03F001,DSN='J9139.JDDLST'
//*EXPAND DISKTN,DDN=FT03F001,DSN='J9139.FPSTEP1',SPC='2,1'
//*EXPAND DISKPSN,DDN=FT03F001,DSN=LIB
// EXPAND DISK,DDN=FT04F001
// EXPAND DISK,DDN=FT10F001
// EXPAND DISK,DDN=FT11F001
// EXPAND DISK,DDN=FT50F001
// EXPAND DISK,DDN=FT52F001
//FT51F001 DD DSN=&&INP01,DISP=(NEW,PASS,DELETE),
//          UNIT=WK10,SPACE=(TRK,(10,1),RLSE),
//          DCB=(RECFM=FB,BLKSIZE=3120,LRECL=80)
//SYSIN DD *
  1
  9
      2      1      2      3      1      63      2      0      0
STRUCTURE-LIBRARY FROM ENSDF
1983.7
++
//
```

論理機番

FT 01F 001 - PDDL

FT 02F 001 - ABBN型断面積の有するFPGS用ファイル

FT 03F 001 - 作成するJDDLファイル

入力データについてはCOMRADコード参照の事。

2) STEP 2

FP核種のJDDL作成の時のみ使用する。ENSDFのみ処理した場合 β^- 崩壊する核種のうち同一Mass系列において原子番号の低い核種が少ない。そのためJNDCかFPGSファイルどちらかを指定して自動的にその核種とその平均エネルギーを追加する。

又 E_γ についてENSDFから計算した値よりもJNDCの評価値を用いた方が良い事だったのでその場合は入力データにより更新する。

2) -1 ジョブ制御文

```
//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER 70539139, TO.HARA, 0951.100
      P.O I.O T.2 C.2 W.O OPN NLP
      OPTP PASSWORD=9139HARA
// EXEC FORTHE,SO='J9139.CHAJDL',
//      A='ELM(*)'
// EXEC LKED
// EXEC GO
//FT06F001 DD SYSOUT=*,DCB=(RECFM=FBA,LRECL=133,BLKSIZE=1330)
//FT01F001 DD DSN=J3268.FPLIB.DATA,LABEL=(,IN),DISP=SHR
//FT02F001 DD DSN=J9139.FPSTEP1.DATA,LABEL=(,IN),DISP=SHR
//FT03F001 DD DSN=J3268.DHFILESN.DATA,LABEL=(,IN),DISP=SHR
//FT10F001 DD DSN=J9139.FPSTEP2I.DATA,LABEL=(,IN),DISP=SHR
//*EXPAND DISKTN,DDN=FT10F001,DSN='J9139.FPSTEP2I',SPC='10,2'
//*EXPAND DISK,DDN=FT10F001
// EXPAND DISK,DDN=FT50F001
//SYSIN DD *
JNDC1
      8370880370920370930390950521350541390551410561450
      2.4940 1.5660 2.6750 1.2867 2.6200 2.2390 2.1350 1.1590
++
//
```

論理機番

FT 01F 001 - FPGS ライブラリ

FT 02F 001 - Step 1で作成したJDDLファイル

FT 03F 001 - JNDCファイル

FT 10F 001 - 追加,更新されたStep 2 JDDLファイル

FT 50F 001 - Work

2) -2 入力データ形式

JNDC の評価値を取り入れる場合は 74 核種についてここで input を作成して更新を行う。

Card No.1 (A4, I1)

1. IFILE : 追加する (β^- のみ) FILE 今のところ FPGS か JNDC の 4 文字
2. INPT : カード入力をして E_γ を更新するオプション
= 1 更新する
= 0 更新しない

Card No.2 (9 I 8) (INPT = 1 のとき必要)

1. IN : 更新する核種数
2. INNCL(i)
i = 1, IN : E_γ を更新する核種 iD

Card No.3 (9 F 8, 4) (INPT = 1 のとき必要)

1. EGG 2(i) : 更新する核種の E_γ
i = 1, IN

3) STEP 3

STEP 2 で作成した JDDL に対し ENDF/B-M もしくは ENDF/B-V より作成した独立核分裂収率を読み込んで JDDL の分岐系列に対応した累積核分裂収率を計算して、その両者を JDDL へ組み込む。

遅発核分裂中性子も考慮できるように累積は MASS 系列の大きい方から計算している。

3)-1 ジョブ制御文

```
//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER 70539139, TO.HARA, 0951
   C.3 T.3 I.4 W.4 P.O OPN NLP
   OPTP NOTIFY=J9139, PASSWORD=9139HARA
//FORT1 EXEC FORTHE,SO='J9139.ENSDFIO',A='ELM(FYIELD,SETN)',SYSOUT=*
//LINK1 EXEC LKED
//GO1 EXEC GO,SYSOUT=*
//*FPGS EXEC LMG0,LM='J9082.FPGS5',SYSOUT=*
//FT06F001 DD SYSOUT=*,DCB=(RECFM=FBA,LRECL=137,BLKSIZE=137)
// EXPAND DISKTO,DDN=FT02F001,DSN='J9139.FPJDCSUP'
// EXPAND DISKTO,DDN=FT10F001,DSN='J9139.FYB4IND'
// EXPAND DISKTO,DDN=FT03F001,DSN='J9139.FPJDCSU1'
//*EXPAND DISKPSN,DDN=FT03F001,DSN=LIB
++
//
```

論理機番

- FT 02F 001 - STEP 2 で作成した、もしくは核分裂を更新したい JDDL ファイル
- FT 03F 001 - 新しい核分裂収率を組み込んだ JDDL ファイル
- FT 10F 001 - 独立核分裂収率の入っているファイル

以上、STEP 1 ~ STEP 3 を場合に応じて独立に、もしくは連続して新しい JDDL ファイルを作成する。

3. 核種生成崩壊計算コードCOMRAD

3.1 コードの概要

COMRAD コードは核種生成崩壊量，崩壊熱，ガンマ線エネルギー・スペクトル及び放出中性子エネルギー・スペクトルを計算する。この計算に必要なデータ・ライブラリとしては，(1)核種崩壊に関するデータ（崩壊定数，分岐比，放出 γ 線，及び β 線エネルギー，Q値等），(2)中性子との反応に関するデータ（1群中性子反応断面積），(3)中性子による核分裂に伴う核種生成量に関するデータ（核分裂収率），(4)自発核分裂に伴う中性子の放出に関するデータ（放出中性子の数とそのエネルギー，分岐比）及び(5) (α , n) 反応による中性子の放出に関するデータ（ α 崩壊核種別，ターゲット核種別放出中性子の量）がある。このうち，(1)と(3)のデータは崩壊データ・ライブラリ JDDL に収納されている。(2)，(4)及び(5)のデータはそれぞれ ONEGL，SPONTL 及び ALPHPIJ に収納されている。以上の4種類のライブラリをCOMRADコードでは使用する。

JDDL は崩壊データを ENSDF 及び JNDC，核分裂収率を ENDF/B-IV 及び B-V を処理して作成された。現在収納されている核種は核分裂生成物 1592 核種，アクチニド 378 核種である。

ONEGL は原子炉のセル燃焼計算コードを使用して作成され，現在PWR 及びBWRの代表的な1群定数を核分裂生成物及びアクチニドについて燃焼度毎に整備しており，計算のつど燃焼度で内挿して使用できる。

以上のデータ・ライブラリを使用するCOMRADコードの核種生成崩壊量計算モジュールの流れを Fig. 6 に示す。

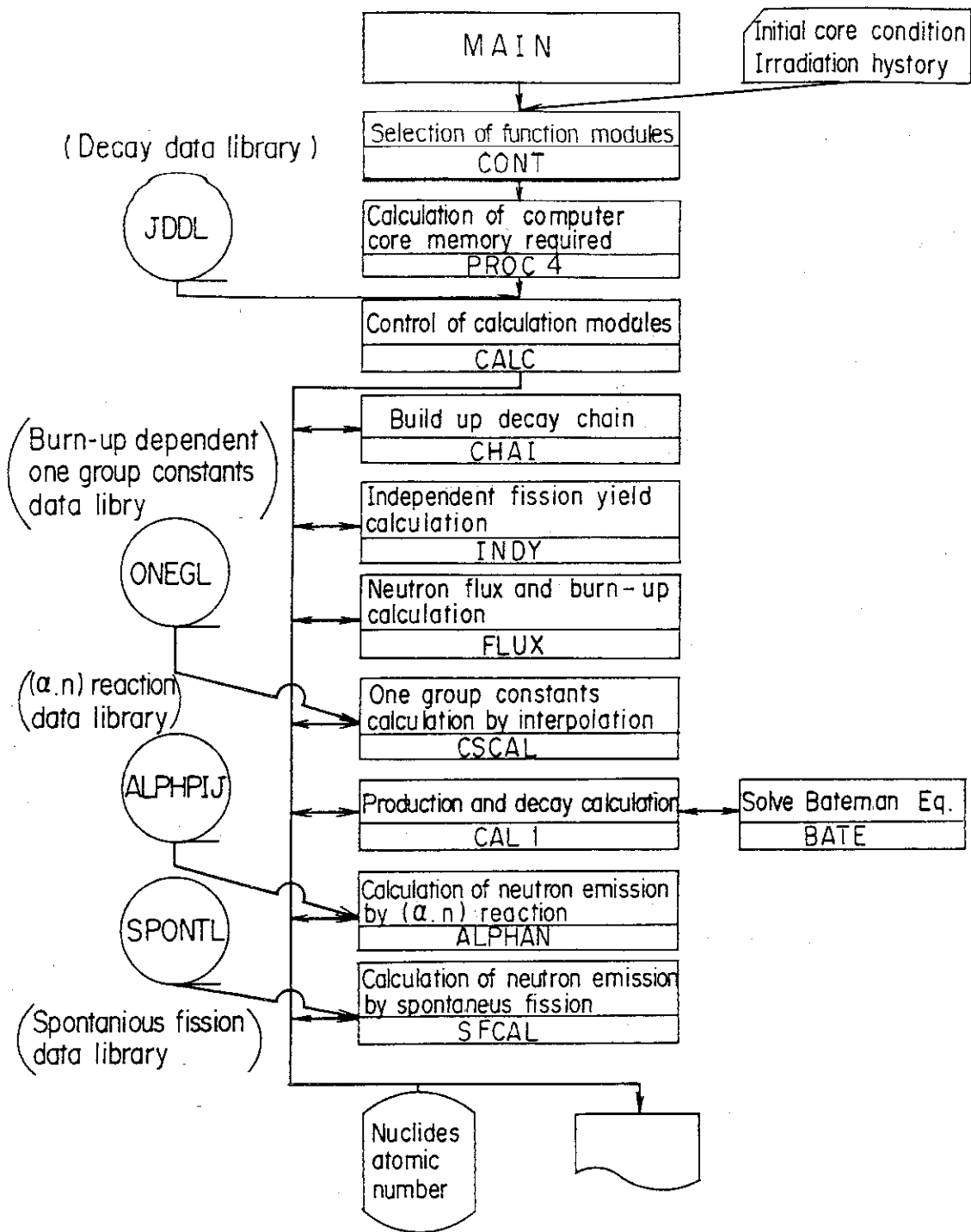


Fig. 6 Flow diagram for calculating production and decay of nuclides with the COMRAD code

3.2 基本方程式と解法

3.2.1 核種生成崩壊量の計算

原子炉中における全ての核種の生成崩壊は、核分裂収率の項による生成、核種の崩壊に基づく当該核種の生成崩壊、及び中性子反応による生成崩壊から成り立っており、その方程式は次のように表わされる。

$$\frac{dN_i}{dt} = r_i F(t) + \sum_j f_{j \rightarrow i} \lambda_j N_j(t) + \sum_k g_{k \rightarrow i} \sigma_k \phi(t) N_k(t) - (\lambda_i + \sigma_i \phi(t)) N_i(t) \quad (1)$$

ここで、 $F(t)$: 時刻 t における核分裂反応率

r_i : 核種 i の核分裂収率

$f_{j \rightarrow i}$: 核種 j の単位崩壊あたりの核種 i の成生量

λ_j : 核種 j の崩壊定数

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0.6931}{T_{1/2}}, \quad T_{1/2} : \text{半減期}$$

$g_{k \rightarrow i}$: 核種 k が中性子と反応するたびに生成される核種 i の量

σ_k : 核種 k の平均マイクロ中性子反応断面積

$\phi(t)$: 時刻 t における中性子束

(1)式は核種 i の原子個数の時間変化の割合を示す式であり、右辺の第1項は核分裂による核種 i の生成率を表わしている。核分裂収率 r_i は核分裂核種に依存するのはもちろんのこと、複合核の励起エネルギーにも依存するので入射中性子スペクトルによっても変化する。

第2項及び第3項は、それぞれ他の核種の崩壊及び中性子反応により核種 i が生成される割合を表わしている。

(1)において、 r_i 、 $F(t)$ 、 $g_{k \rightarrow i}$ 、 σ_k および $\phi(t)$ は時間依存の量であるが、その時間的変化は比較的ゆるやかであり、ある一定の時間範囲では一定と近似することができる。そうすると(1)式は定数係数の連立一次常微分方程式となり解析的に解くことができ、また解の重ね合わせを行うことができる。

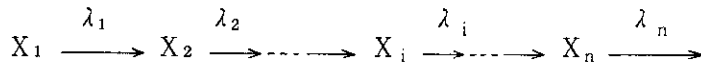
DCHAINコードにおいては(1)式の解をBatemanの式を重ね合わせることによって求めている。すなわち各核種の初期値のみを考慮する場合と、核分裂による生成を考慮する場合について別々に取り扱い、2つの解を加え合わせて生成崩壊方程式の一般解を求める。初期値のみによる崩壊方程式の解はBatemanの一般解によって与えられる。また、核分裂による生成の項はBatemanの一般解を照射時間にわたって時間積分した形として求められる。

Batemanの式は任意の長さの線型の崩壊系列に対し解析解として表わされるので、どんなに β 崩壊系列が長くても、またどんなに複雑に分岐していても、それを線型の崩壊系列に分解し、それぞれの系列について独立に計算した後解を重ね合わせることによって容易に一般解を求めることが可能である。

核分裂による生成項がある場合、分岐・合流がある場合、崩壊系列中に同じ崩壊定数が存在する場合および循環形式の崩壊系列の場合等の取扱いについては参考文献 2)に譲り、以下、中性子反応による崩壊系列の取扱いについて簡単に説明する。

Bateman の一般解

つぎのような n 段の線型の崩壊系列を考える。



ここで、 X_i は放射性核種であり、 λ_i はその崩壊定数である。簡単のため、核分裂による生成の項も中性子反応による生成消滅の項もないとする。この場合、 X_i に対する(1)式の崩壊方程式は簡単になって、

$$\frac{dN_i}{dt} = -\lambda_i N_i \quad (i=1), \tag{2a}$$

$$\frac{dN_i}{dt} = -\lambda_i N_i + \lambda_{i-1} N_{i-1} \quad (i \geq 2), \tag{2b}$$

となる。 X_1 の初期値が N_1^0 で他の核種の初期値がすべて零の場合、(2)式の一般解は Bateman により次のように与えられている。

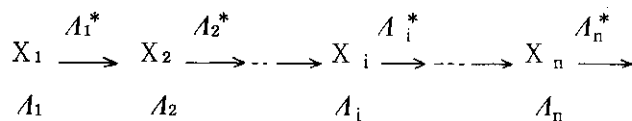
$$N_i(t) = C_1 e^{-\lambda_1 t} + \dots + C_i e^{-\lambda_i t}, \tag{3a}$$

$$C_i = \frac{\prod_{k=1}^{i-1} \lambda_k}{\prod_{\substack{k=1 \\ (k \neq i)}}^i (\lambda_k - \lambda_j)} \tag{3b}$$

2 番目以後の核種も零でない初期値をもっている場合には、崩壊系列の長さを 1 つずつ短くして(3)式を加え合わせればよい。

分岐崩壊・中性子反応による生成消滅のある場合

前述したように、どんなに複雑な分岐崩壊・中性子反応があろうとも全ての崩壊系列は次のような n 段の線型の崩壊系列に分解することができる。



ここで、 A_i は放射崩壊および中性子反応による消滅を含めた核種 X_i の全体の消滅速度に対応した等価崩壊定数である。

$$A_i = \lambda_i + \sigma_i \phi(t) \quad (4a)$$

また、 A_i^* は核種 X_i から核種 X_{i+1} への変換に対応した部分等価崩壊定数である。複数の分岐崩壊・複数の中性子反応を含む場合、(1)式にて定義された $f_{i \rightarrow j}$ 、 $g_{i \rightarrow j}$ を用いて A_i^* を次のように書くことができる。

$$A_i^* = f_{i \rightarrow i+1} \lambda_i + g_{i \rightarrow i+1} \sigma_i \phi(t). \quad (4b)$$

(4)式を用いると、分岐崩壊・中性子反応による生成消滅のある場合の X_i の崩壊方程式は次式のごとくなる。

$$\frac{dN_i}{dt} = -A_i N_i, \quad (i=1) \quad (5a)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = -A_i N_i + A_{i-1}^* N_{i-1}, \quad (i \geq 2) \quad (5b)$$

(5)式の一般解は(3)式にて示された(2)式の一般解の係数 C_i を若干変更することにより次式のように与えられる。

$$N_i(t) = C_1 e^{-A_1 t} + C_2 e^{-A_2 t} + \dots + C_i e^{-A_i t}, \quad (6a)$$

$$C_i = \frac{\prod_{k=1}^{i-1} A_k^*}{\prod_{\substack{k=1 \\ (k \neq j)}}^i (A_k - A_j)} N_1^0. \quad (6b)$$

DCHAIN コードでは(3)式又は(6)式を整理し、Bateman 関数を定義し、Bateman関数およびその積分形を繰り返し使うことにより効率的に解を求めている。

3.2.2 中性子束及び比出力の計算

従来は計算時間毎の中性子束と比出力両方を計算して入力していたが、今回どちらか一方を入力することによりCOMRAD 内部で計算できるようにした。

計算方法

i) 比出力と計算時間が与えられたときの中性子束の計算

$$\phi = 6.242 \times 10^{18} P / \sum N_j \sigma^f_j K_j$$

時間の関数としての中性子束に対する近似式は、初期の時間間隔についてTaylor展開して得られる。

$$\phi(t) = 6.242 \times 10^{18} P [S(0)^{-1} - t \frac{\dot{S}(0)}{S(0)^2} + \frac{t^2}{2} \frac{2\dot{S}(0) - S(0)\ddot{S}(0)}{S(0)^3} + \dots]$$

あるいは

$$\phi(t) = \phi(0) [1 - t \frac{\dot{S}(0)}{S(0)} + \frac{t^2}{2} (\frac{2\dot{S}(0)^2 - \dot{S}(0)\ddot{S}(0)}{S(0)^2} + \dots)]$$

ある時間間隔中の平均中性子束は上式を間隔で積分し t で割って得られる。

$$\bar{\phi} = \phi(0) [1 - \frac{t\dot{S}(0)}{2S(0)} + \frac{t^2}{6} (\frac{2\dot{S}(0)^2 - \dot{S}(0)\ddot{S}(0)}{S(0)^2} + \dots)]$$

ここで

P : 比出力 (W/unit of fuel)

ϕ : 中性子束

N : 原子数

σ^f : 微視的核分裂断面積

K : 核分裂エネルギー

$$K = 1.29927 \times 10^{-3} (Z^2 \cdot A^{0.5}) + 33.12$$

S(0) : 時間間隔最初における巨視的核分裂断面積

$\dot{S}(0)$: " 1次導関数

$\ddot{S}(0)$: " 2次導関数

$$\dot{S}(0) \text{は } \dot{X}(0) = AX(0), \ddot{S}(0) \text{は } \ddot{X} = AX(0) = A^2 X(0)$$

A : 崩壊及び中性子反応に対する分岐を含む遷移マトリックス

ii) 中性子束と計算時間が与えられたときの比出力計算

$$P = 1.602 \times 10^{-19} \phi S(0) [1 + \frac{t}{2} \frac{\dot{S}(0)}{S(0)} + \frac{t^2}{6} \frac{\ddot{S}(0)}{S(0)} + \dots]$$

3.3 COMRAD で使用するデータ・ライブラリ

3.3.1 1群定数ライブラリ ONEGL

COMRAD では断面積はすべて1群断面積を使用する。従って計算に使用する体系に応じて代表的な1群断面積ライブラリを用意する必要がある。そのために1群定数作成システムを整備した。計算の流れ図を Fig. 7 に示す。

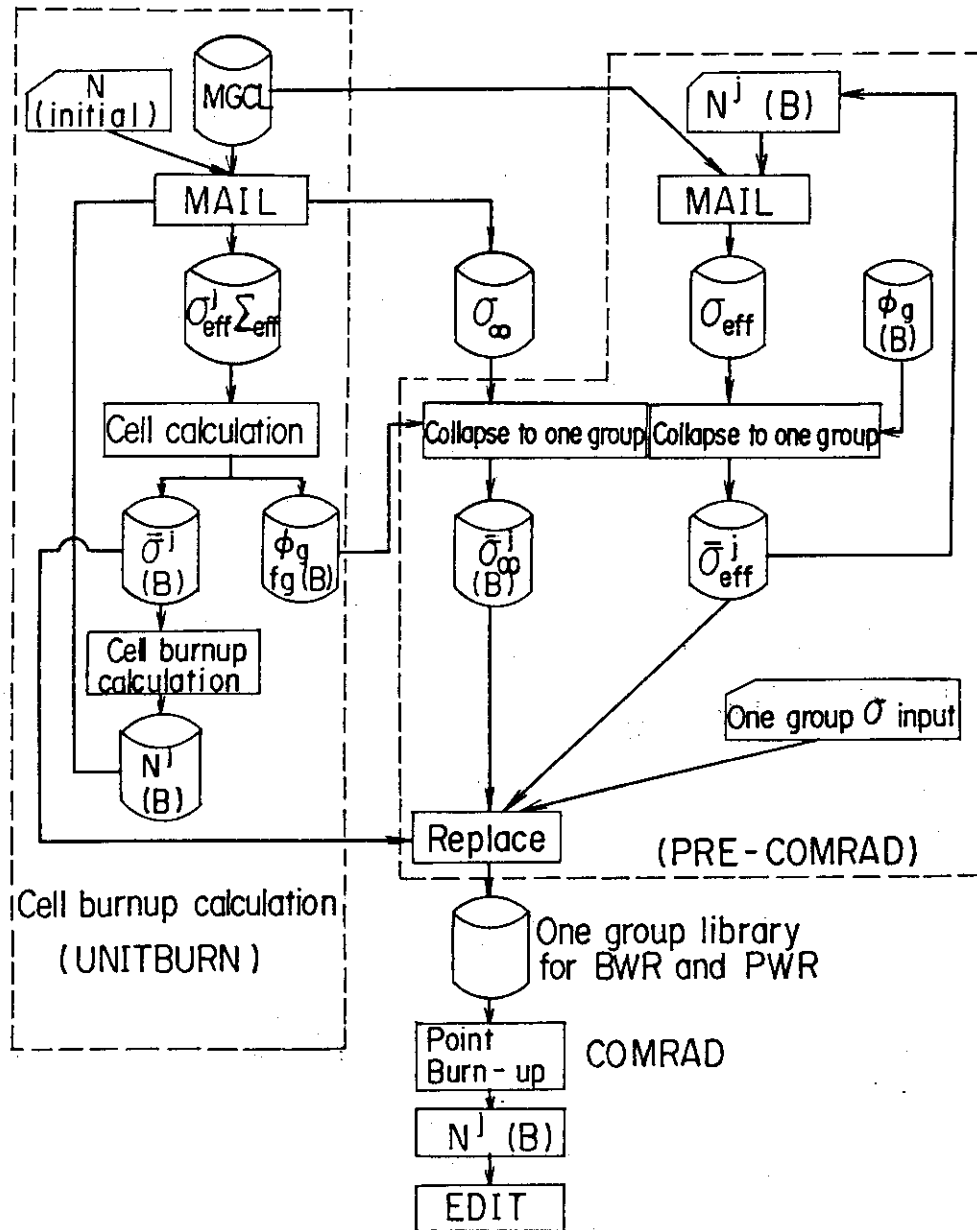


Fig. 7 Flow diagram for calculating one group constants for the COMRAD code

システムの説明をすると、まず多群定数ライブラリ (MGCL型) を用いて UNITBURN コード¹²⁾ でセル燃焼計算を行い燃焼度毎の実効 1 群微視的断面積を作成すると共に縮約に使用した燃焼度毎の中性子スペクトルをファイルに保存する。次に PRE-COMRAD コードを使用し作成した燃焼度毎の中性子スペクトルを重みにしてその他の核種の無限希釈断面積を 1 群縮約し実効 1 群断面積と合わせて 1 群定数ライブラリを作成するという流れである。

また、カード入力の 1 群断面積との更新や多群の実効断面積に対し前記で用意した中性子スペクトルを用いて 1 群縮約し更新することも同時に出来る。

以上のシステムを用いて代表的な PWR と BWR について 1 群定数ライブラリを整備した。

1 群定数ライブラリに納めた核種は PWR, BWR それぞれ核分裂生成物ライブラリ 195 核種, 核燃料ライブラリ 39 核種で燃焼度毎に整備した。

核分裂生成物 195 核種のうち 28 核種が実効断面積で、残りの核種は無限希釈断面積である。又核燃料核種 39 核種のうち 7 核種が実効断面積で、残りの核種は無限希釈断面積である。多群定数ライブラリ MGCL¹⁰⁾ は核データ・ファイル ENDF/B-IV 及び B-V より作成した。セル計算には ANISN コード¹³⁾ (UNITBURN に内蔵されている) を用い各燃焼ステップでの中性子エネルギースペクトルを求めた。

燃焼度は 22 Step で、(Table 5) の値を使用した。

(1) COMRAD での 1 群定数の内挿計算

COMRAD では先に整備した 1 群定数ライブラリを任意の燃焼度で内挿して使用する。内挿方法は以下の式で行う。

$$\sigma_j(B) = \sigma(B_i) + \frac{B - B_i}{B_{i+1} - B_i} (\sigma(B_{i+1}) - \sigma(B_i))$$

ここで、 B_i は i 番目のステップの燃焼度であり、 σ_j は j 核種の 1 群定数である。

Table 5 Burn-up step for one group constants data library

STEP	Burn-up (MWD/MTU)	STEP	Burn-up (MWD/MTU)	STEP	Burn-up (MWD/MTU)
1	2,000	9	18,000	17	37,500
2	4,000	10	20,000	18	40,000
3	6,000	11	22,500	19	42,500
4	8,000	12	25,000	20	45,000
5	10,000	13	27,500	21	47,500
6	12,000	14	30,000	22	50,000
7	14,000	15	32,500		
8	16,000	16	35,000		

Table 6 References for each nuclide of the one group constant library.
Fission Product (1)

No.	Nuclide	Reference	No.	Nuclide	Reference
1	GE 72 (320720)	ENDF/B-V	51	TC 99 (430990)	* ENDF/B-V
2	GE 73 (320730)	ENDF/B-V	52	RU 96 (440960)	ENDF/B-V
3	GE 74 (320740)	ENDF/B-V	53	RU 98 (440980)	ENDF/B-V
4	GE 76 (320760)	ENDF/B-V	54	RU 99 (440990)	ENDF/B-V
5	AS 75 (330750)	ENDF/B-V	55	RU100 (441000)	ENDF/B-V
6	SE 74 (340740)	ENDF/B-V	56	RU101 (441010)	ENDF/B-V
7	SE 76 (340760)	ENDF/B-V	57	RU102 (441020)	* ENDF/B-V
8	SE 77 (340770)	ENDF/B-V	58	RU103 (441030)	ENDF/B-V
9	SE 78 (340780)	ENDF/B-V	59	RU104 (441040)	ENDF/B-V
10	SE 80 (340800)	ENDF/B-V	60	RU105 (441050)	ENDF/B-V
11	SE 82 (340820)	ENDF/B-V	61	RU106 (441060)	ENDF/B-V
12	BR 79 (350790)	ENDF/B-V	62	RH103 (451030)	* ENDF/B-V
13	BR 81 (350810)	ENDF/B-V	63	RH105 (451050)	* ENDF/B-V
14	KR 78 (360780)	ENDF/B-V	64	PD102 (461020)	ENDF/B-V
15	KR 80 (360800)	ENDF/B-V	65	PD104 (461040)	ENDF/B-V
16	KR 82 (360820)	ENDF/B-V	66	PD105 (461050)	ENDF/B-V
17	KR 83 (360830)	ENDF/B-V	67	PD106 (461060)	ENDF/B-V
18	KR 84 (360840)	ENDF/B-V	68	PD107 (461070)	ENDF/B-V
19	KR 85 (360850)	ENDF/B-V	69	PD108 (461080)	ENDF/B-V
20	KR 86 (360860)	ENDF/B-V	70	PD110 (461100)	ENDF/B-V
21	RB 85 (370850)	ENDF/B-V	71	AG107 (471070)	ENDF/B-V
22	RB 86 (370860)	ENDF/B-V	72	AG109 (471090)	ENDF/B-V
23	RB 87 (370870)	ENDF/B-V	73	AG111 (471110)	ENDF/B-V
24	SR 84 (380840)	ENDF/B-V	74	CD106 (481060)	ENDF/B-V
25	SR 86 (380860)	ENDF/B-V	75	CD108 (481080)	ENDF/B-V
26	SR 87 (380870)	ENDF/B-V	76	CD110 (481100)	ENDF/B-V
27	SR 88 (380880)	ENDF/B-V	77	CD111 (481110)	ENDF/B-V
28	SR 89 (380890)	ENDF/B-V	78	CD112 (481120)	ENDF/B-V
29	SR 90 (380900)	ENDF/B-V	79	CD113 (481130)	* ENDF/B-V
30	Y 89 (390890)	ENDF/B-V	80	CD114 (481140)	ENDF/B-V
31	Y 90 (390900)	ENDF/B-V	81	CD115 (481150)	ENDF/B-V
32	Y 91 (390910)	ENDF/B-V	82	CD116 (481160)	ENDF/B-V
33	ZR 90 (400900)	ENDF/B-V	83	IN113 (491130)	ENDF/B-V
34	ZR 91 (400910)	ENDF/B-V	84	IN115 (491150)	ENDF/B-V
35	ZR 92 (400920)	ENDF/B-V	85	SN112 (501120)	ENDF/B-V
36	ZR 93 (400930)	ENDF/B-V	86	SN114 (501140)	ENDF/B-V
37	ZR 94 (400940)	ENDF/B-V	87	SN115 (501150)	ENDF/B-V
38	ZR 95 (400950)	ENDF/B-V	88	SN116 (501160)	ENDF/B-V
39	ZR 96 (400960)	ENDF/B-V	89	SN117 (501170)	ENDF/B-V
40	NB 93 (410930)	ENDF/B-V	90	SN118 (501180)	ENDF/B-V
41	NB 94 (410940)	ENDF/B-V	91	SN119 (501190)	ENDF/B-V
42	NB 95 (410950)	ENDF/B-V	92	SN120 (501200)	ENDF/B-V
43	MO 92 (420920)	ENDF/B-V	93	SN122 (501220)	ENDF/B-V
44	MO 94 (420940)	ENDF/B-V	94	SN123 (501230)	ENDF/B-V
45	MO 95 (420950)	ENDF/B-V	95	SN124 (501240)	ENDF/B-V
46	MO 96 (420960)	ENDF/B-V	96	SN125 (501250)	ENDF/B-V
47	MO 97 (420970)	ENDF/B-V	97	SN126 (501260)	ENDF/B-V
48	MO 98 (420980)	ENDF/B-V	98	SB121 (511210)	ENDF/B-V
49	MO 99 (420990)	ENDF/B-V	99	SB123 (511230)	ENDF/B-V
50	MO100 (421000)	ENDF/B-V	100	SB124 (511240)	ENDF/B-V

Asterisks are effective cross sections.

Table 6 (Continued)

Fission Product (2)

No.	Nuclide	Actinide	No.	Nuclide	Reference
101	SB125 (511250)	ENDF/B-V	151	ND142 (601420)	ENDF/B-V
102	SB126 (511260)	ENDF/B-V	152	ND143 (601430)	* ENDF/B-IV
103	TE120 (521200)	ENDF/B-V	153	ND144 (601440)	* ENDF/B-IV
104	TE122 (521220)	ENDF/B-V	154	ND145 (601450)	* ENDF/B-IV
105	TE123 (521230)	ENDF/B-V	155	ND146 (601460)	* ENDF/B-IV
106	TE124 (521240)	ENDF/B-V	156	ND147 (601470)	ENDF/B-V
107	TE125 (521250)	ENDF/B-V	157	ND148 (601480)	ENDF/B-V
108	TE126 (521260)	ENDF/B-V	158	ND150 (601500)	ENDF/B-V
109	TE127 (521270)	ENDF/B-V	159	PM147 (611470)	* ENDF/B-IV
110	TE128 (521280)	ENDF/B-V	160	PM148 (611480)	* ENDF/B-IV
111	TE129 (521290)	ENDF/B-V	161	PM148M (611481)	* ENDF/B-IV
112	TE130 (521300)	ENDF/B-V	162	PM149 (611490)	* ENDF/B-IV
113	TE132 (521320)	ENDF/B-V	163	PM151 (611510)	ENDF/B-V
114	I 127 (531270)	ENDF/B-V	164	SM144 (621440)	ENDF/B-V
115	I 129 (531290)	ENDF/B-V	165	SM147 (621470)	ENDF/B-V
116	I 130 (531300)	ENDF/B-V	166	SM148 (621480)	* ENDF/B-IV
117	I 131 (531310)	ENDF/B-V	167	SM149 (621490)	* ENDF/B-IV
118	I 135 (531350)	* ENDF/B-IV	168	SM150 (621500)	* ENDF/B-IV
119	XE124 (541240)	ENDF/B-V	169	SM151 (621510)	* ENDF/B-IV
120	XE126 (541260)	ENDF/B-V	170	SM152 (621520)	* ENDF/B-IV
121	XE128 (541280)	ENDF/B-V	171	SM153 (621530)	* ENDF/B-IV
122	XE129 (541290)	ENDF/B-V	172	SM154 (621540)	ENDF/B-V
123	XE130 (541300)	ENDF/B-V	173	EU151 (631510)	ENDF/B-V
124	XE131 (541310)	* ENDF/B-IV	174	EU152 (631520)	ENDF/B-V
125	XE132 (541320)	ENDF/B-V	175	EU153 (631530)	* ENDF/B-IV
126	XE133 (541330)	ENDF/B-V	176	EU154 (631540)	* ENDF/B-IV
127	XE134 (541340)	ENDF/B-V	177	EU155 (631550)	* ENDF/B-IV
128	XE135 (541350)	* ENDF/B-IV	178	EU156 (631560)	ENDF/B-V
129	XE136 (541360)	ENDF/B-V	179	EU157 (631570)	ENDF/B-V
130	CS133 (551330)	* ENDF/B-IV	180	GD152 (641520)	ENDF/B-V
131	CS134 (551340)	* ENDF/B-IV	181	GD154 (641540)	ENDF/B-V
132	CS135 (551350)	ENDF/B-V	182	GD155 (641550)	ENDF/B-V
133	CS136 (551360)	ENDF/B-V	183	GD156 (641560)	ENDF/B-V
134	CS137 (551370)	ENDF/B-V	184	GD157 (641570)	ENDF/B-V
135	BA134 (561340)	ENDF/B-V	185	GD158 (641580)	ENDF/B-V
136	BA135 (561350)	ENDF/B-V	186	GD160 (641600)	ENDF/B-V
137	BA136 (561360)	ENDF/B-V	187	TB159 (651590)	ENDF/B-V
138	BA137 (561370)	ENDF/B-V	188	TB160 (651600)	ENDF/B-V
139	BA138 (561380)	ENDF/B-V	189	DY161 (661610)	ENDF/B-V
140	BA140 (561400)	ENDF/B-V	190	DY162 (661620)	ENDF/B-V
141	LA139 (571390)	ENDF/B-V	191	DY163 (661630)	ENDF/B-V
142	LA140 (571400)	ENDF/B-V	192	DY164 (661640)	ENDF/B-V
143	CE140 (581400)	ENDF/B-V	193	HQ165 (671650)	ENDF/B-V
144	CE141 (581410)	ENDF/B-V	194	ER166 (681660)	ENDF/B-V
145	CE142 (581420)	ENDF/B-V	195	ER167 (681670)	ENDF/B-V
146	CE143 (581430)	ENDF/B-V			
147	CE144 (581440)	* ENDF/B-IV			
148	PR141 (591410)	ENDF/B-V			
149	PR142 (591420)	ENDF/B-V			
150	PR143 (591430)	ENDF/B-V			

Asterisks are effective cross sections.

Table 6 (Continued)

Actinide

No.	Nuclide	Reference
1	TH230 (902300)	ENDF/B-V
2	TH232 (902320)	ENDF/B-V
3	PA231 (912310)	ENDF/B-V
4	PA232 (912320)	ENDF/B-V
5	U 232 (922320)	ENDF/B-V
6	U 233 (922330)	ENDF/B-V
7	U 234 (922340)	ENDF/B-V
8	U 235 (922350)	* ENDF/B-V
9	U 236 (922360)	* ENDF/B-V
10	U 237 (922370)	ENDF/B-V
11	U 238 (922380)	* ENDF/B-V
12	NP237 (932370)	ENDF/B-V
13	NP238 (932380)	ENDF/B-V
14	PU236 (942360)	ENDF/B-V
15	PU238 (942380)	ENDF/B-V
16	PU239 (942390)	* ENDF/B-V
17	PU240 (942400)	* ENDF/B-V
18	PU241 (942410)	* ENDF/B-V
19	PU242 (942420)	* ENDF/B-V
20	PU243 (942430)	ENDF/B-V
21	PU244 (942440)	ENDF/B-V
22	AM241 (952410)	ENDF/B-V
23	AM242 (952420)	ENDF/B-V
24	AM242M(952421)	ENDF/B-V
25	AM243 (952430)	ENDF/B-V
26	CM241 (962410)	ENDF/B-V
27	CM242 (962420)	ENDF/B-V
28	CM243 (962430)	ENDF/B-V
29	CM244 (962440)	ENDF/B-V
30	CM245 (962450)	ENDF/B-V
31	CM246 (962460)	ENDF/B-V
32	CM248 (962480)	ENDF/B-V
33	CM249 (962490)	ENDF/B-V
34	BK249 (972490)	ENDF/B-V
35	CF250 (982500)	ENDF/B-V
36	CF251 (982510)	ENDF/B-V
37	CF252 (982520)	ENDF/B-V
38	CF253 (982530)	ENDF/B-V
39	ES253 (992530)	ENDF/B-V

Asterisks are effective cross sections.

(2) 1群定数ライブラリの更新に伴う JDDL の更新

JDDL には崩壊データの他に断面積の情報も入っている。(断面積を有する核種の情報とか親核種の当核種への中性子反応形式の情報とかがある) そのため新しく1群定数ライブラリを作成した場合、JDDL に対してその対応する核種の指定とか、反応の種類をすべて更新しなければならない。

そこで新しく作成した1群定数ライブラリと JDDL を読み込んで新しい1群定数の内容を取り入れた JDDL を作成する機能を用意した。

方法と流れ図を Fig. 8 に示す。

ただし1群定数の値のみ変更された場合は更新する必要はない。つまり1群定数ライブラリの核種の種類や反応の種類を変更したときのみこの処理が必要となる。

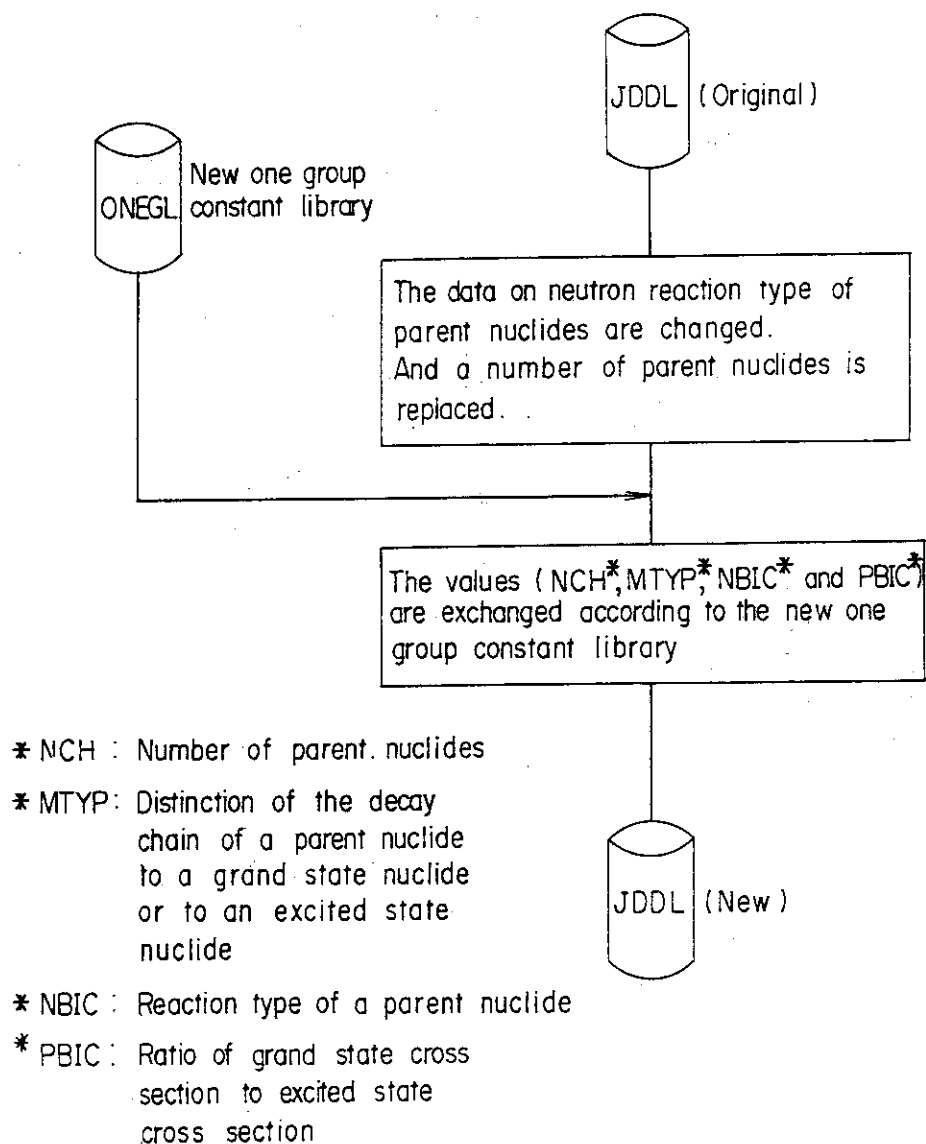


Fig. 8 Flow chart for up-dating the JDDL information due to a renewal of the one group constant library

ジョブ制御文

```

//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER 80749139,TO.HARA,0954
      P.0 I.0 T.0 C.3 W.3  OPN NLP
      OPTP PASSWORD=4WD
// EXEC FORTHE,SO='J9139.ORIGEN2',
//      A='ELM(ORGTOCOM),SOURCE'
// EXEC LKED
// EXEC GO
//FT01F001 DD DSN=J9139.JDLATUP1.DATA,DISP=SHR
//FT04F001 DD DSN=J9139.ORG1GCOM.DATA(LIB1),DISP=SHR
//FT02F001 DD DSN=J9139.ORIGJDDL.DATA,DISP=SHR
//SYSIN DD *
      ORIGEN2 1G CROSS SECTION + JDDL FP DCAY DATA FILE
++
//

```

論理機番について

FT 01F 001 - オリジナル JDDL
 FT 04F 001 - 作成した 1 群定数ライブラリ
 FT 02F 001 - 更新された NEW JDDL

入力形式について

カード 1 枚 20A 4 で TITEL を入れる
 これは JDDL の新しい TITEL となって JDDL へ登録される。

(3) 1 群定数ライブラリのレコード形式とその内容

1 群定数ライブラリは、書式付きで次の形になっている。

FORMAT = (I 3, I 7, 9E 12.5)
 (IT, NUC, XSEC(I), I=1, 9)

IT : 燃焼ステップ
 NUC : 核種 ID
 XSEC (1) : ABSORPTION
 XSEC (2) : (N, PROTON)
 XSEC (3) : (N, ALPHA)
 XSEC (4) : SCATTERING
 XSEC (5) : INELASTIC
 XSEC (6) : (N, 2N)
 XSEC (7) : FISSION
 XSEC (8) : (N, 3N)
 XSEC (9) : (N, GAMMA)

以上のレコード形式で核種数×燃焼ステップ数だけ繰り返される。

(4) 1群定数ライブラリ作成プログラム PRE-COMRAD

1) 入力形式

CARD No.1 FORMAT = (8I5, 11A1) コントロールカード

	カラム	
1. JIKKO	1 - 5	実効断面積読み込み制御 = 0 実効断面積は MGLL 型 ¹⁰⁾ = 1 実効断面積は ABBN 型 ¹¹⁾
2. IXSFP	6 - 10	読み込み断面積の種類 = 0 ACTINIDE, CLAD MATERIAL = 1 F.P
3. IXSLES	11 - 15	1群定数との更新制御 = 0 1群定数との更新有り = 1 " 無し
4. ITIME	15 - 20	燃焼タイムステップ数
5. IREG	21 - 25	領域数
6. IDUMP	25 - 30	途中結果出力制御 = 0 出力しない = 1 " する
7. ICOM	31 - 35	COMRAD用入力データの創造制御 = 0 創造しない = 1 " する
8. ISKIP	36 - 40	断面積ファイルの読み込み制御 = 0 新ライブラリ = 1 旧ライブラリ 入力データの補足説明参照のこと。
9. ICROSS	45 - 55	断面積ファイル中の断面積の種類及び断面積の読み込み順序に関する制御 入力データの補足説明参照のこと。

CARD No.2 FORMAT = (6F12.0)

領域体積 (cm³)

CARD No.3 FORMAT = (A4)

	カラム	
1.	1 - 4	@@SP (固定)

CARD No.4 FORMAT = (18 I 4) スペクトル入力コントロール

	カラム	
1. INGR	1 - 4	入力スペクトルの群数
2. INBD	5 - 8	エネルギー群構造の選択 = -1 137 群 (内蔵) = 0 26 群 (内蔵) = n n 群 (入力する場合)
3. IUSP	9 - 12	スペクトルの読み込み形式の制御 = -n n 番目のファイルからバイナリーモードで読む = 0 カードで入力する = n n 番目のファイルからカードイメージで読む
4. IUBD	13 - 16	エネルギー群構造の読み込み形式 = -n n 番目のファイルからバイナリーモードで読む = 0 カードで入力する = n n 番目のファイルからカードイメージで読む
5. IOGR	17 - 20	実効断面積の選択 = 0 実効断面積は 137 群 = 1 " 26 群
6. IABBN	21 - 24	中性子スペクトル群数の選択 = 0 中性子スペクトルは 137 群 = 1 " 26 群

CARD No.5 FORMAT = (6F 12.0) スペクトルデータの入力

(IUSP \geq 0 の時必要)

スペクトルデータ

CARD No.6 FORMAT = (F 12.0) DISADVANTAGE FACTOR の入力

(IUSP \geq 0 の時必要)

DISADVANTAGE FACTOR

CARD No.7 FORMAT = (6F 12.0) エネルギー構造の入力

(IUBD \geq 0 の時必要)

エネルギー構造

CARD No.8 FORMAT = (A4) 1群定数入力インデックス

(1群定数を入力する場合必要)

カラム

1. 1-4 @@XS (固定)

CARD No.9 FORMAT = (A4, I4) 1群定数の読み込み制御

カラム

1. INPT 1-4 = CARD 1群定数をカードで入力
= FILE 1群定数をファイルより読む

2. NCSIG 5-8 INPT = FILE の場合
論理機番

CARD No.10 FORMAT = (I6, I2, I4, E12.5) 1群定数の入力

(INPT = FILE の場合必要)

カラム

1. NUCNAM 1-6 核種コード番号, 入力終了の時-1

2. KIND 7-8 中性子反応の種類
1 = (N, GAMMA)
2 = (N, PROTON)
3 = (N, ALPHA)
4 = (N, 2N)
5 = (N, 3N)
6 = ABSORPTION
7 = SCATTERING
8 = INELASTIC
9 = FISSION

3. NT 9-12 タイムステップ

4. CROSS 13-24 1群断面積 (barn)

CARD No.11 FORMAT = (3 (I6, I2, I4, E12.5)) 1群定数の入力

(INPUT = CARD の場合必要)

カラム

1. NUCNAM 1-6 核種コード番号, 入力終了の時-1
25-30
49-54

2. KIND	7 - 8	中性子反応の種類
	31 - 32	1 = (N, GAMMA)
	55 - 56	2 = (N, PROTON)
		3 = (N, ALPHA)
		4 = (N, 2N)
		5 = (N, 3N)
		6 = ABSORPTION
		7 = SCATTERING
		8 = INELASTIC
		9 = FISSION
3. NT	9 - 12	タイムステップ番号
	33 - 36	
	57 - 60	
4. CROSS	13 - 24	1群断面積 (barn)
	37 - 48	
	61 - 72	

CARD No.12 FORMAT = (A 4) COMRADコード用入力データインデックス

(CARD No.1のICOM = 1の時必要)

カラム

1.	1 - 4	▽@@EX▽ COMRAD用入力データの開始マーク
----	-------	---------------------------

CARD No.13 FORMAT = (A 4)

カラム

1.	1 - 4	▽##SP▽ 中性子スペクトルデータ入力位置
----	-------	------------------------

CARD No.14 FORMAT = (A 4)

カラム

1.	1 - 4	▽##XS▽ 1群定数入力位置
----	-------	-----------------

CARD No.15 FORMAT = (A 4) 入力終了インデックス

(全ての場合同様に必要)

カラム

1.	1 - 4	▽*END▽ 全入力データの終了
----	-------	------------------

入力データについての補足説明

1. CARD No. 1 の ISKIP の与え方

CARD No. 1 の JIKKO = 1 かつ IXSFP = 1 である場合、実効断面積の読み込みは、ABBN 型の F. P. 核種のファイルから行われるが、ABBN 型の F. P. 核種のファイルは 2 種あり、この 2 種間では、ファイルの記録内容が少し異なっている。

一般的な ABBN 型 F. P. 核種の記録形式は、以下の通りであるが、第 5 レコードについて、有るものと無いものが混在する。何時の時点でこのような混在が始まったのかは不明であるが、ファイルが作成された時代の古いもの程、第 5 レコードが欠落しており、最近作成されたものには、第 5 レコードが存在するというような傾向がある。ISKIP の入力は、

第 5 レコードが有る場合 ISKIP = 0
 無い場合 ISKIP = 1 とする。

一般的な ABBN 型 26 群断面積ファイル (F.P. の場合)

レコード

- 1 NMAX, NPAR, NFIS, NGS, NEUT, KSC, IM
- 2 (COM(I), I=1, IM), (NFTYP(I), I=1, NFIS)
- 3 (NUCLI), RAMDA(I), ISGC(I), NCHI(I), Q(I), EB(I), EG(I), I=1, NMAX)
- 4 ((NTYP(I, J), NBIC(I, J), PBIC(I, J), I=1, NPAR), J=1, NMAX)
- 5* ((GYLI(I, J), I=1, NFIS), J=1, NMAX)
- 6 ((GYLD(I, J), I=1, NFIS), J=1, NMAX)
- 7 NCS(I), ((SC(K, J, I), K=1, NGS), J=1, NEUT)

第 7 レコードを KSC 回線返す

第 5 レコードの内容は、独立核分裂収率である。

2. CARD No. 1 の ICROSS の与え方

このプログラムでは、9 種の中性子反応断面積を断面積ファイルより読み込み 1 群化するよう設定されているが、読み込み断面積ファイル中にどのような断面積が何種類入っているか、またファイル中の断面積がどのような順序で入っているかは一様でない。そのため断面積ファイル中の反応の種類と読み込み順序を ICROSS で指定する。

(ICROSS(I), I=1, 11) は、それぞれ以下の反応と対応する。

ICROSS (1)= ABSORPTION,	ICROSS (2)=(N, PROTON)
ICROSS (3)=(N, ALPHA),	ICROSS (4)= SCATTERING
ICROSS (5)= INELASTIC,	ICROSS (6)=(N, 2N)
ICROSS (7)= FISSION,	ICROSS (8)=(N, 3N)
ICROSS (9)=(N, GAMMA),	ICROSS (10)= 無処理断面積
ICROSS (11)= 無処理断面積	

断面積ファイル中に入っている中性子反応の並びの順序を該当する ICROSS に与えることにより、断面積の種類と順序を与える。

ファイル中に存在しない断面積の場合はゼロを、また上記の断面積以外のものが存在する場合は、ICROSS (10)及び、ICROSS (11)にその順序を与える。この場合、ICROSS (10)、及び ICROSS (11)に与えられる反応については、1群化処理、及び出力は行われない。

例 1. 一般的なMGCL ライブラリの場合

ABSORPTION, (N, P), (N, ALPHA), SCATTERING,
INELASTIC, (N, 2N), FISSION がこの順序で入っている。
従って (ICROSS (I), I=1, 11) は,
12345670000 となる。

例 2. 一般的なABBN型 ACTINIDE ライブラリの場合

(N, GAMMA), (N, 2N), ABSORTION がこの順で入っている。
従って (ICROSS (I), I=1, 11) は,
30000200100 となる。

例 3. 一般的なABBN型 F. P. ライブラリの場合

(N, GAMMA) のみが入っている。
従って (ICROSS (I)=1, 11) は,
00000000100 となる。

例 4. 断面積が, (N, GAMMA), (N, 2N), ELASTIC, (N, 3N)である場合,
ELASTIC は、用意されていない反応なので、ICROSS (10), 又は ICROSS (11)にその
順序番号を入れる。

従って (ICROSS (I), I=1, 11) は
00000204130 又は,
00000204103 と与える。

2) サンプルインプット (ABBN型 26群 ACTINIDE用)

1	0	0	23	*4	0	1	0	30000200100	
10.0		10.0			10.0		10.0		
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@SP									
26	0	80	0	0	1				
@@XS									
CARD									
922350	6	1	6.30953E+01922350	1	1	1.13047E+01922360	6	1	8.50587E+00
922360	1	1	8.26908E+00922380	6	1	9.76367E-01922380	1	1	8.61754E-01
942390	6	1	2.02844E+02942390	1	1	7.32279E+01942400	6	1	2.27412E+02
942400	1	1	2.26788E+02942410	6	1	1.82932E+02942410	1	1	4.57213E+01
942420	6	1	2.72924E+01942420	1	1	2.68178E+01922350	6	2	6.17629E+01
922350	1	2	1.11058E+01922360	6	2	8.47557E+00922360	1	2	8.23736E+00
922380	6	2	9.73463E-01922380	1	2	8.58147E-01942390	6	2	1.95558E+02
942390	1	2	7.04690E+01942400	6	2	1.81195E+02942400	1	2	1.80578E+02
942410	6	2	1.77834E+02942410	1	2	4.43574E+01942420	6	2	2.72721E+01
942420	1	2	2.67946E+01922350	6	3	6.13114E+01922350	1	3	1.10372E+01
922360	6	3	8.27646E+00922360	1	3	8.03752E+00922380	6	3	9.72802E-01
922380	1	3	8.57118E-01942390	6	3	1.91649E+02942390	1	3	6.89286E+01

942400	6	3	1.76279E+02	942400	1	3	1.75660E+02	942410	6	3	1.75557E+02
942410	1	3	4.37290E+01	942420	6	3	2.52149E+01	942420	1	3	2.47360E+01
922350	6	4	6.10356E+01	922350	1	4	1.09955E+01	922360	6	4	8.11294E+00
922360	1	4	7.87352E+00	922380	6	4	9.72594E-01	922380	1	4	8.56681E-01
942390	6	4	1.88996E+02	942390	1	4	6.78746E+01	942400	6	4	1.71008E+02
942400	1	4	1.70390E+02	942410	6	4	1.74067E+02	942410	1	4	4.33163E+01
942420	6	4	2.45832E+01	942420	1	4	2.41034E+01	922350	6	5	6.08899E+01
922350	1	5	1.09739E+01	922360	6	5	7.97537E+00	922360	1	5	7.73569E+00
922380	6	5	9.72696E-01	922380	1	5	8.56649E-01	942390	6	5	1.87180E+02
942390	1	5	6.71432E+01	942400	6	5	1.64394E+02	942400	1	5	1.63776E+02
942410	6	5	1.73106E+02	942410	1	5	4.30478E+01	942420	6	5	2.44193E+01
942420	1	5	2.39389E+01	922350	6	6	6.08030E+01	922350	1	6	1.09613E+01
922360	6	6	7.85677E+00	922360	1	6	7.61691E+00	922380	6	6	9.72870E-01
922380	1	6	8.56739E-01	942390	6	6	1.85843E+02	942390	1	6	6.66007E+01
942400	6	6	1.54087E+02	942400	1	6	1.53470E+02	942410	6	6	1.72412E+02
942410	1	6	4.28535E+01	942420	6	6	2.43366E+01	942420	1	6	2.38559E+01
922350	6	7	6.07958E+01	922350	1	7	1.09607E+01	922360	6	7	7.75453E+00
922360	1	7	7.51460E+00	922380	6	7	9.73225E-01	922380	1	7	8.57064E-01
942390	6	7	1.84965E+02	942390	1	7	6.62334E+01	942400	6	7	1.45800E+02
942400	1	7	1.45185E+02	942410	6	7	1.72028E+02	942410	1	7	4.27431E+01
942420	6	7	2.42784E+01	942420	1	7	2.37975E+01	922350	6	8	6.08364E+01
922350	1	8	1.09674E+01	922360	6	8	7.66630E+00	922360	1	8	7.42638E+00
922380	6	8	9.73705E-01	922380	1	8	8.57554E-01	942390	6	8	1.84396E+02
942390	1	8	6.59853E+01	942400	6	8	1.39095E+02	942400	1	8	1.38482E+02
942410	6	8	1.71842E+02	942410	1	8	4.26862E+01	942420	6	8	2.42304E+01
942420	1	8	2.37496E+01	922350	6	9	6.08986E+01	922350	1	9	1.09773E+01
922360	6	9	7.58947E+00	922360	1	9	7.34960E+00	922380	6	9	9.74221E-01
922380	1	9	8.58096E-01	942390	6	9	1.84017E+02	942390	1	9	6.58127E+01
942400	6	9	1.33612E+02	942400	1	9	1.33000E+02	942410	6	9	1.71738E+02
942410	1	9	4.26505E+01	942420	6	9	2.41856E+01	942420	1	9	2.37048E+01
922350	6	10	6.09812E+01	922350	1	10	1.09901E+01	922360	6	10	7.52273E+00
922360	1	10	7.28294E+00	922380	6	10	9.74782E-01	922380	1	10	8.58700E-01
942390	6	10	1.83798E+02	942390	1	10	6.57026E+01	942400	6	10	1.29101E+02
942400	1	10	1.28490E+02	942410	6	10	1.71735E+02	942410	1	10	4.26435E+01
942420	6	10	2.41429E+01	922350	6	11	2.36622E+01	922350	1	11	6.10762E+01
922350	1	11	1.10048E+01	922360	6	11	7.46480E+00	922360	1	11	7.22510E+00
922380	6	11	9.75372E-01	922380	1	11	8.59342E-01	942390	6	11	1.83693E+02
942390	1	11	6.56381E+01	942400	6	11	1.25363E+02	942400	1	11	1.24753E+02
942410	6	11	1.71811E+02	942410	1	11	4.26590E+01	942420	6	11	2.41014E+01
942420	1	11	2.36209E+01	922350	6	12	6.12014E+01	922350	1	12	1.10240E+01
922360	6	12	7.40344E+00	922360	1	12	7.16389E+00	922380	6	12	9.76121E-01
922380	1	12	8.60164E-01	942390	6	12	1.83672E+02	942390	1	12	6.56022E+01
942400	6	12	1.21597E+02	942400	1	12	1.20988E+02	942410	6	12	1.71963E+02
942410	1	12	4.26944E+01	942420	6	12	2.40507E+01	942420	1	12	2.35705E+01
922350	6	13	6.13461E+01	922350	1	13	1.10458E+01	922360	6	13	7.35262E+00
922360	1	13	7.11321E+00	922380	6	13	9.76878E-01	922380	1	13	8.60999E-01
942390	6	13	1.83739E+02	942390	1	13	6.56020E+01	942400	6	13	1.18578E+02
942400	1	13	1.17969E+02	942410	6	13	1.72160E+02	942410	1	13	4.27426E+01
942420	6	13	2.40011E+01	922350	6	14	2.35212E+01	922350	1	14	6.14747E+01
922350	1	14	1.10651E+01	922360	6	14	7.31099E+00	922360	1	14	7.07173E+00
922380	6	14	9.77640E-01	922380	1	14	8.61838E-01	942390	6	14	1.83866E+02
942390	1	14	6.56272E+01	942400	6	14	1.16135E+02	942400	1	14	1.15528E+02
942410	6	14	1.72385E+02	942410	1	14	4.27988E+01	942420	6	14	2.39525E+01
942420	1	14	2.34728E+01	922350	6	15	6.15866E+01	922350	1	15	1.10817E+01
922360	6	15	7.27745E+00	922360	1	15	7.03832E+00	922380	6	15	9.78356E-01
922380	1	15	8.62621E-01	942390	6	15	1.83996E+02	942390	1	15	6.56566E+01
942400	6	15	1.14148E+02	942400	1	15	1.13542E+02	942410	6	15	1.72587E+02
942410	1	15	4.28500E+01	942420	6	15	2.37234E+01	942420	1	15	2.32440E+01
922350	6	16	6.16985E+01	922350	1	16	1.10983E+01	922360	6	16	7.25152E+00
922360	1	16	7.01252E+00	922380	6	16	9.79094E-01	922380	1	16	8.63426E-01
942390	6	16	1.84165E+02	942390	1	16	6.57029E+01	942400	6	16	1.12545E+02
942400	1	16	1.11939E+02	942410	6	16	1.72811E+02	942410	1	16	4.29072E+01

942420	6	16	2.32943E+01	942420	1	16	2.28151E+01	9222350	6	17	6.17989E+01
9222350	1	17	1.11129E+01	9222360	6	17	7.23186E+00	9222360	1	17	6.99298E+00
9222380	6	17	9.79805E-01	9222380	1	17	8.64196E-01	9422390	6	17	1.84334E+02
9422390	1	17	6.57516E+01	9422400	6	17	1.11243E+02	9422400	1	17	1.10637E+02
9422410	6	17	1.73019E+02	9422410	1	17	4.29605E+01	9422420	6	17	2.28766E+01
9422420	1	17	2.23977E+01	9222350	6	18	6.18884E+01	9222350	1	18	1.11258E+01
9222360	6	18	7.21781E+00	9222360	1	18	6.97903E+00	9222380	6	18	9.80502E-01
9222380	1	18	8.64945E-01	9422390	6	18	1.84498E+02	9422390	1	18	6.58003E+01
9422400	6	18	1.10188E+02	9422400	1	18	1.09583E+02	9422410	6	18	1.73211E+02
9422410	1	18	4.30101E+01	9422420	6	18	2.24743E+01	9422420	1	18	2.19956E+01
9222350	6	19	6.19650E+01	9222350	1	19	1.11367E+01	9222360	6	19	7.20858E+00
9222360	1	19	6.96989E+00	9222380	6	19	9.81172E-01	9222380	1	19	8.65658E-01
9422390	6	19	1.84648E+02	9422390	1	19	6.58457E+01	9422400	6	19	1.09334E+02
9422400	1	19	1.08730E+02	9422410	6	19	1.73380E+02	9422410	1	19	4.30539E+01
9422420	6	19	2.20893E+01	9422420	1	19	2.16108E+01	9222350	6	20	6.20306E+01
9222350	1	20	1.11458E+01	9222360	6	20	7.20357E+00	9222360	1	20	6.96495E+00
9222380	6	20	9.81822E-01	9222380	1	20	8.66343E-01	9422390	6	20	1.84784E+02
9422390	1	20	6.58880E+01	9422400	6	20	1.08646E+02	9422400	1	20	1.08042E+02
9422410	6	20	1.73528E+02	9422410	1	20	4.30928E+01	9422420	6	20	2.17230E+01
9422420	1	20	2.12446E+01	9222350	6	21	6.20952E+01	9222350	1	21	1.11547E+01
9222360	6	21	7.20244E+00	9222360	1	21	6.96388E+00	9222380	6	21	9.82491E-01
9222380	1	21	8.67046E-01	9422390	6	21	1.84933E+02	9422390	1	21	6.59360E+01
9422400	6	21	1.08103E+02	9422400	1	21	1.07499E+02	9422410	6	21	1.73682E+02
9422410	1	21	4.31331E+01	9422420	6	21	2.13769E+01	9422420	1	21	2.08986E+01
9222350	6	22	6.21307E+01	9222350	1	22	1.11591E+01	9222360	6	22	7.20405E+00
9222360	1	22	6.96552E+00	9222380	6	22	9.83072E-01	9222380	1	22	8.67640E-01
9422390	6	22	1.85011E+02	9422390	1	22	6.59600E+01	9422400	6	22	1.07654E+02
9422400	1	22	1.07050E+02	9422410	6	22	1.73760E+02	9422410	1	22	4.31541E+01
9422420	6	22	2.10488E+01	9422420	1	22	2.05706E+01	9222350	6	23	6.21682E+01
9222350	1	23	1.11638E+01	9222360	6	23	7.20856E+00	9222360	1	23	6.97006E+00
9222380	6	23	9.83678E-01	9222380	1	23	8.68260E-01	9422390	6	23	1.85105E+02
9422390	1	23	6.59904E+01	9422400	6	23	1.07308E+02	9422400	1	23	1.06705E+02
9422410	6	23	1.73851E+02	9422410	1	23	4.31789E+01	9422420	6	23	2.07409E+01
9422420	1	23	2.02627E+01								

-1

@@EX

1

4

BURN-UP CALCULATION OF MIHAMA #2 ACTINIDE MATERIALS (ENS137A1+1-GR)

001

3	1	2	0	0	0	0	0
24	22	0	0	30	100		1

002

64.033						0	0	3
##SP								
##XS								
64.033						0	0	3
##SP								
##XS								
64.033						0	0	3
##SP								
##XS								
64.033						0	0	3
##SP								
##XS								
64.033						0	0	3
##SP								
##XS								
64.033						0	0	3

128.066
192.099
256.132
320.165
384.198
448.231
512.264
576.297
640.330
720.371
800.412
880.453
960.494
1040.535
1120.576
1200.617
1280.658
1360.699
1440.740
1520.781
1600.822
006
922350 1.7661E-4 922360 1.5447E-6 922380 7.4810E-3
942390 3.5534E-31 942400 3.5534E-31 942410 3.5534E-31
942420 3.5534E-31
999
*END

3) ジョブ制御文

```

//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER ????????,??-?????,????-??
    T.O C.1 W.O I.3 OPN NLP
    OPTP PASSWORD=??????,NOTIFY=J????
//***** COMPILE *****
//FORT EXEC PGM=JZKAFORT,REGION=768K,COND=(8,LT),
// PARM='OPTIMIZE(2),LINECOUNT(0),NOS,NOSOURCE,NOMAP'
//SYSPRINT DD SYSOUT=*,
// DCB=(RECFM=FBA,LRECL=137,BLKSIZE=19043)
//SYSTEM DD SYSOUT=*,
// DCB=(RECFM=FBA,LRECL=137,BLKSIZE=19043)
A //SYSLIN DD DSN=J????.OBJECT MODULE.OBJ,DISP=(NEW,CATLG,DELETE),
// UNIT=D0950,
// SPACE=(TRK,(30,10)),DCB=BLKSIZE=3200
B //SYSIN DD DSN=J????.SOURCE PROGRAM.FORT,DISP=SHR
//***** LINKAGE *****
//LINK EXEC PGM=JQAL,REGION=768K,COND=(8,LT),PARM='NOMAP,LIST,LET'
C //SYSLIB DD DSN=SYS9.JSSL.LOAD,DISP=SHR
D // DD DSN=SYS9.SSL.LOAD,DISP=SHR
E // DD DSN=SYS9.SSL2.LOAD,DISP=SHR
F // DD DSN=SYS1.FORTLIB,DISP=SHR
//SYSPRINT DD SYSOUT=*,DCB=(BLKSIZE=4840)
//SYSTEM DD SYSOUT=*
//SYSUT1 DD UNIT=VIO,SPACE=(TRK,(30,10))
G //SYSLMOD DD DSN=J????.LOAD MODULE.LOAD,UNIT=TSSWK,
// DISP=(NEW,CATLG,DELETE),SPACE=(TRK,(30,10,1),RLSE),
// DCB=(BLKSIZE=19069,RECFM=U)
A //SYSLIN DD DSN=J????.OBJECT MODULE.OBJ,DISP=SHR
//***** RUN *****
//RUN EXEC PGM=TEMPNAME,COND=(8,LT),PARM='FLIB(ERRCUT=0)'
G //STEPLIB DD DSN=J????.LOAD MODULE.LOAD,DISP=SHR
//SYSPRINT DD SYSOUT=*,
// DCB=(RECFM=FBA,LRECL=137,BLKSIZE=19043)
1 //FT06FO01 DD SYSOUT=*,
// DCB=(RECFM=FBA,LRECL=137,BLKSIZE=19043)
2 //FT01FO01 DD DSN=&&NF1,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50))
3 //FT02FO01 DD DSN=&&NF2,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50))
4 //FT03FO01 DD DSN=&&NF2,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50))
5 //FT04FO01 DD DSN=&&NF4,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50))
6 //FT10FO01 DD DSN=&&INWK,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50)),DCB=(LRECL=80,BLKSIZE=6400,RECFM=FB)
7 //FT12FO01 DD DSN=&&NX1G,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50))
8 //FT13FO01 DD DSN=&&NX1G,DISP=(NEW,DELETE,DELETE),UNIT=WK10,
// SPACE=(TRK,(100,50)),DCB=(LRECL=80,BLKSIZE=6400,RECFM=FB)
9 //FT20FO01 DD DSN=J????.EFFECTIV XSEC.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
10 //FT70FO01 DD DSN=J????.CREATING 1-GR.DATA,DISP=(NEW,CATLG),
// SPACE=(TRK,(100,50)),DCB=(LRECL=150,BLKSIZE=12000,RECFM=FB),
// UNIT=D0950
11 //FT IUSP FO01 DD DSN=J????.SPECTRUM.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
12 //FT NCSIG FO01 DD DSN=J????.OLD 1-GR.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
13 //FT05FO01 DD DSN=J????.INPUT.DATA,DISP=SHR
++
//

```

ジョブ制御文インデックス説明

- A. B をコンパイルして作成したオブジェクトモジュール
- B. 1 群定数ライブラリ作成プログラムのソースプログラム
- C. 原研版科学計算用サブルーチンライブラリ入力データのエコー出力のために使用している。
- D. 富士通科学計算用サブルーチンライブラリ (使用していない)
- E. 富士通科学計算用サブルーチンライブラリ (使用していない)
- F. フォートランライブラリ (使用不可欠)
- G. A をリンクして得られるロードモジュール

- 1. 出力メッセージ用ファイル
- 2. ワークファイル
- 3. 同 上
- 4. 同 上
- 5. 同 上
- 6. 同 上
- 7. 同 上
- 8. 同 上
- 9. 多群無限希釈断面積
- 10. 作成する 1 群定数ライブラリ
- 11. 中性子スペクトルデータファイル (入力カード番号 4 参照)
- 12. 1 群微視的実効断面積 (入力カード番号 9 参照)
- 13. 入力データ

3.3.2 中性子放出量計算用データ・ライブラリ

(1) 自発核分裂中性子放出量計算用ライブラリ SPONTL

i) 計算方法

中性子産率 $N(i)$ は以下の式で表わす。

$$N(i)_{n/sec \cdot gatom} = 6.023 \times 10^{23} \times \frac{\text{崩壊定数}}{\text{sec}^{-1}} \times (\text{自発核分裂反応の分岐比}) \\ \times (1 \text{ 回の自発核分裂によって発生する中性子数 } \bar{\nu})$$

自発核分裂中性子生成個数 SF は

$$SF = \sum_i N(i) \cdot AD(i) \cdot \phi_s$$

ここで

$AD(i)$: 各核種の存在個数

放出中性子のエネルギースペクトル $\phi_s(E)$ は Maxwellian 型を用いて

$$\phi_s(E) = \frac{2}{T(\pi T)^{1/2}} E^{1/2} \exp(-E/T)$$

エネルギー群 ($E_{i+1} \leq E \leq E_i$) で放出中性子を表わすと

$$S_i = \int_{E_{i+1}}^{E_i} \phi_s(E) dE \\ = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left\{ \eta_{i+1}^{1/2} e^{-\eta_{i+1}} - \eta_i e^{-\eta_i} + \text{erf}(\xi_i) - \text{erf}(\xi_{i+1}) \right\}$$

ここで

$$\eta = E/T$$

$$\xi = \eta^{1/2}$$

$$\text{erf}(x) = \int_0^x e^{-t^2} dt$$

以上の計算に必要なデータ (自発核分裂分岐比, $\bar{\nu}$, T) をライブラリとした (Table 7)。その値及び出典, 計算方法を次項に示す。

$\bar{\nu}$ は ORIGEN 2 の値を用い ORIGEN 2 に無い値は次式の計算値を用いた。

$$\bar{\nu} = 2.84 + 0.1225 (A - 244)$$

計算値と ORIGEN 2 のデータとの比較を Fig. 9 に示す。又 T は ENDF/B-V の値を用い無い値は ENDF/B-V, 更に無い値は次式の計算値を用いた。

$$T = 0.55 + 0.43 \sqrt{\bar{\nu} + 1} \quad (1)$$

Terrells Formula は

$$T = 0.5 + 0.43 \sqrt{\nu + 1}$$

であるが評価値と比較検討の結果(1)式とすることにした。(Fig.10 参照)

Table 7 Data for calculating emission neutron by spontaneous fission

Nuclide	ID number	S.F branching ratio (%)		$\bar{\nu}$	Neutron temp. T(Mev)	
					ENDF/B-IV	ENDF/B-V
²³⁰ Th	902300	5.0	E-11	1.125	1.1768 E+6	
²³² Th	902320	1.0	E-9	1.37	1.2558 E+6	
²³¹ Pa	912310	3.0	E-10	1.2475		1.33 E+6
²³² U	922320	1.0	E-10	1.37	1.2120 E+6	
²³³ U	922330	1.3	E-10	1.4925	1.2289 E+6	
²³⁴ U	922340	1.2	E-9	1.615	1.2955 E+6	1.2955 E+6
²³⁵ U	922350	4.2	E-8	1.695	1.323 E+6	
²³⁶ U	922360	1.2	E-7	1.784	1.2955 E+6	1.2955 E+6
²³⁸ U	922380	5.4	E-5	1.960	1.2918 E+6	
²³⁶ Pu	942360	8.1	E-8	1.793	1.2772 E+6	
²³⁸ Pu	942380	1.84	E-7	1.977	1.333 E+6	
²³⁹ Pu	942390	4.4	E-10	2.069	1.39 E+6	
²⁴⁰ Pu	942490	4.95	E-6	2.160	1.346 E+6	
²⁴² Pu	942420	5.5	E-4	2.340	1.33974 E+6	1.337 E+6
²⁴⁴ Pu	942440	0.125		2.518		1.33 E+6
²³⁷ Np	932370	2.0	E-10	1.873		1.315 E+6
²⁴¹ Am	952410	3.77	E-10	2.383	1.376 E+6	1.33 E+6
^{242m} Am	952421	1.6	E-8	2.481	1.3653 E+6	
²⁴³ Am	952430	2.2	E-8	2.566	1.366 E+6	1.33 E+6
²⁴⁰ Cm	962400	3.9	E-6	2.406	1.337 E+6	
²⁴² Cm	962420	6.8	E-6	2.500		1.33 E+6
²⁴⁴ Cm	962440	1.347	E-4	2.780	1.3838 E+6	1.4501 E+6
²⁴⁶ Cm	962460	0.02614		2.964		1.3624 E+6
²⁴⁸ Cm	962480	8.26		3.15		1.33 E+6
²⁵⁰ Cm	962500	61		3.31	1.4697 E+6	
²⁴⁹ Bk	972490	47	E-9	3.64	1.4573 E+6	
²⁴⁶ Cf	982460	2.0	E-4	2.85	1.4191 E+6	
²⁴⁸ Cf	982480	0.0029		3.085	1.4448 E+6	
²⁴⁹ Cf	982490	5.2	E-7	3.33		1.4727 E+6
²⁵⁰ Cf	982500	0.077		3.53		1.46 E+6
²⁵² Cf	982520	3.092		3.764		1.4727 E+6
²⁵⁴ Cf	982540	99.69		3.88	1.5177 E+6	
²⁵³ Es	992530	8.7	E-6	3.920	1.5060 E+6	
²⁵⁴ Es	992540	3	E-6	4.040	1.5177 E+6	

Table 7 (Continued)

Nuclide	ID number	S.F branching ratio (%)	$\bar{\nu}$	Neutron temp. T(Mev)	
				ENDF/B-IV	ENDF/B-V
^{254m}Es	992541	0.045	4.065	1.5177	E+6
^{255}Es	992550	0.0041	4.1875	1.5294	E+6
^{246}Fm	1002460	8.0	3.085	1.4191	E+6
^{248}Fm	1002480	0.05	3.33	1.4448	E+6
^{250}Fm	1002500	6.0 E-4	3.575	1.4697	E+6
^{252}Fm	1002520	2.5 E-3	3.82	1.4940	E+6
^{254}Fm	1002540	0.0592	3.99	1.5177	E+6
^{255}Fm	1002550	2.4 E-5	4.1875	1.5294	E+6
^{256}Fm	1002560	91.9	3.83	1.5409	E+6
^{257}Fm	1002570	0.210	4.02	1.5522	E+6
^{257}Md	1012570	4.0	4.4325	1.5522	E+6
^{252}No	1022520	30.0	3.82	1.4940	E+6
^{254}No	1022540	0.06	4.065	1.5177	E+6
^{256}No	1022560	0.25	4.31	1.5409	E+6
^{255}Lr	1032550	1	4.1875	1.5294	E+6
^{256}Lr	1032560	0.03	4.31	1.5409	E+6
$^{259}104$	1042590	20.0	4.6775	1.5746	E+6
$^{261}104$	1042610	10.0	4.9225	1.5965	E+6
$^{260}105$	1052600	20.0	4.8	1.5856	E+6
$^{261}105$	1052610	50.0	4.9225	1.5965	E+6
$^{262}105$	1052620	60.0	5.045	1.6072	E+6

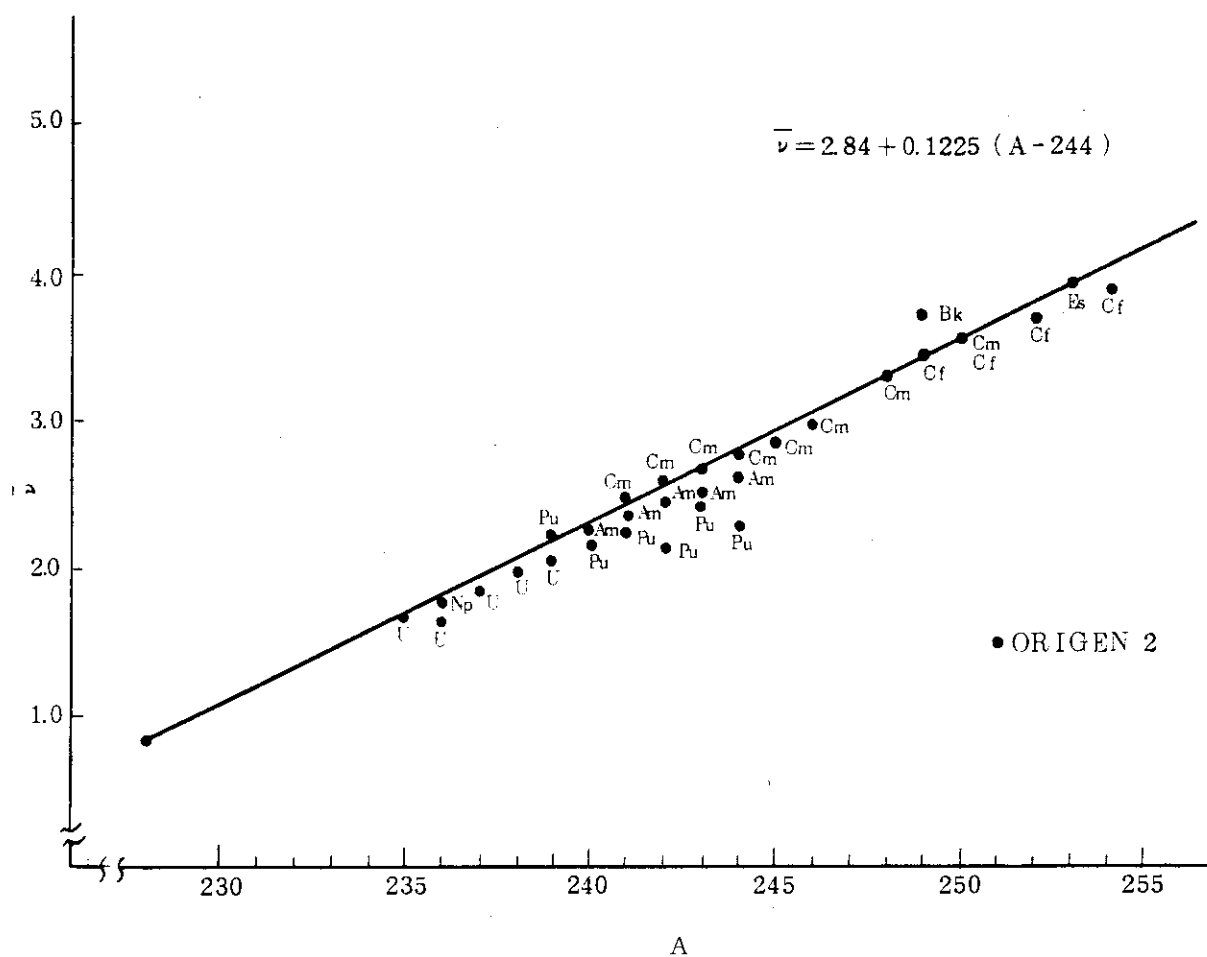


Fig. 9 Comparison of calculated $\bar{\nu}$ values with the data of ORIGEN 2

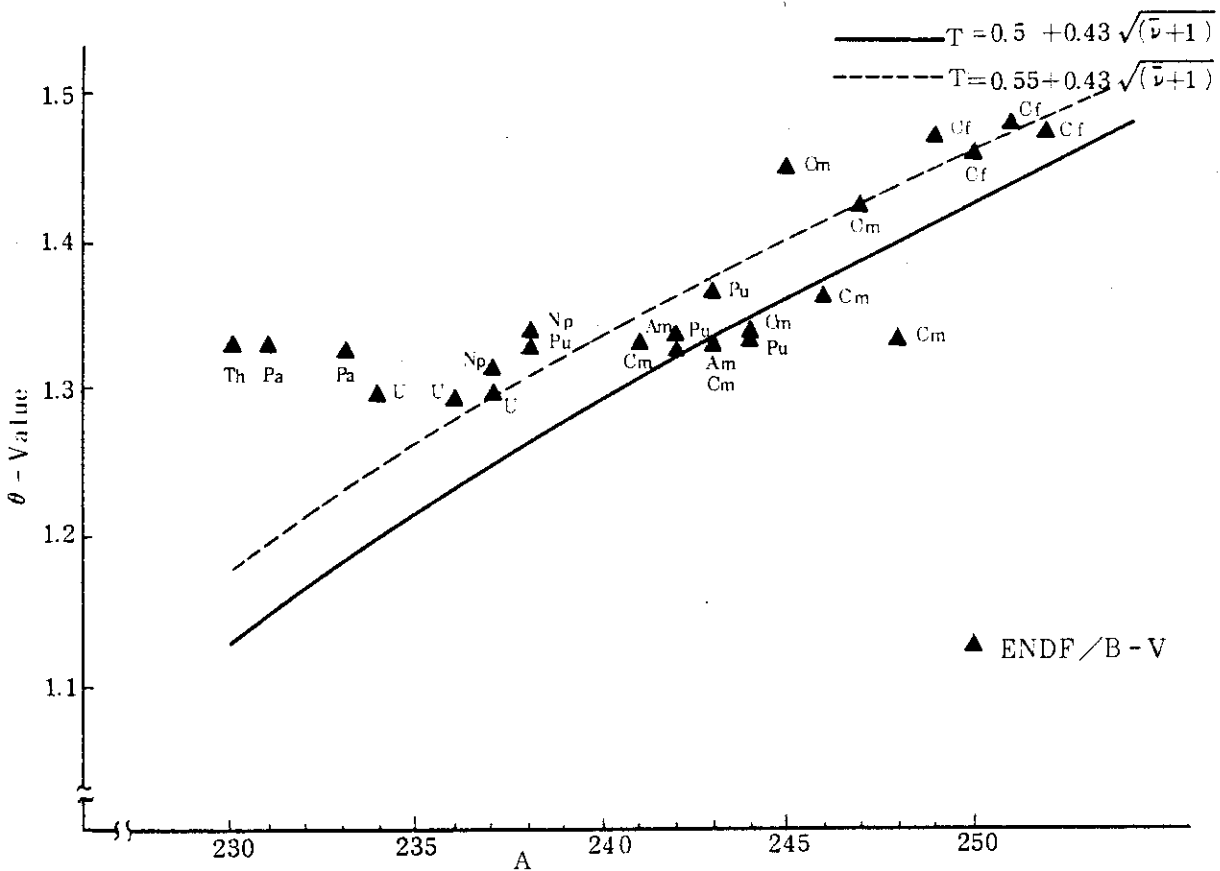
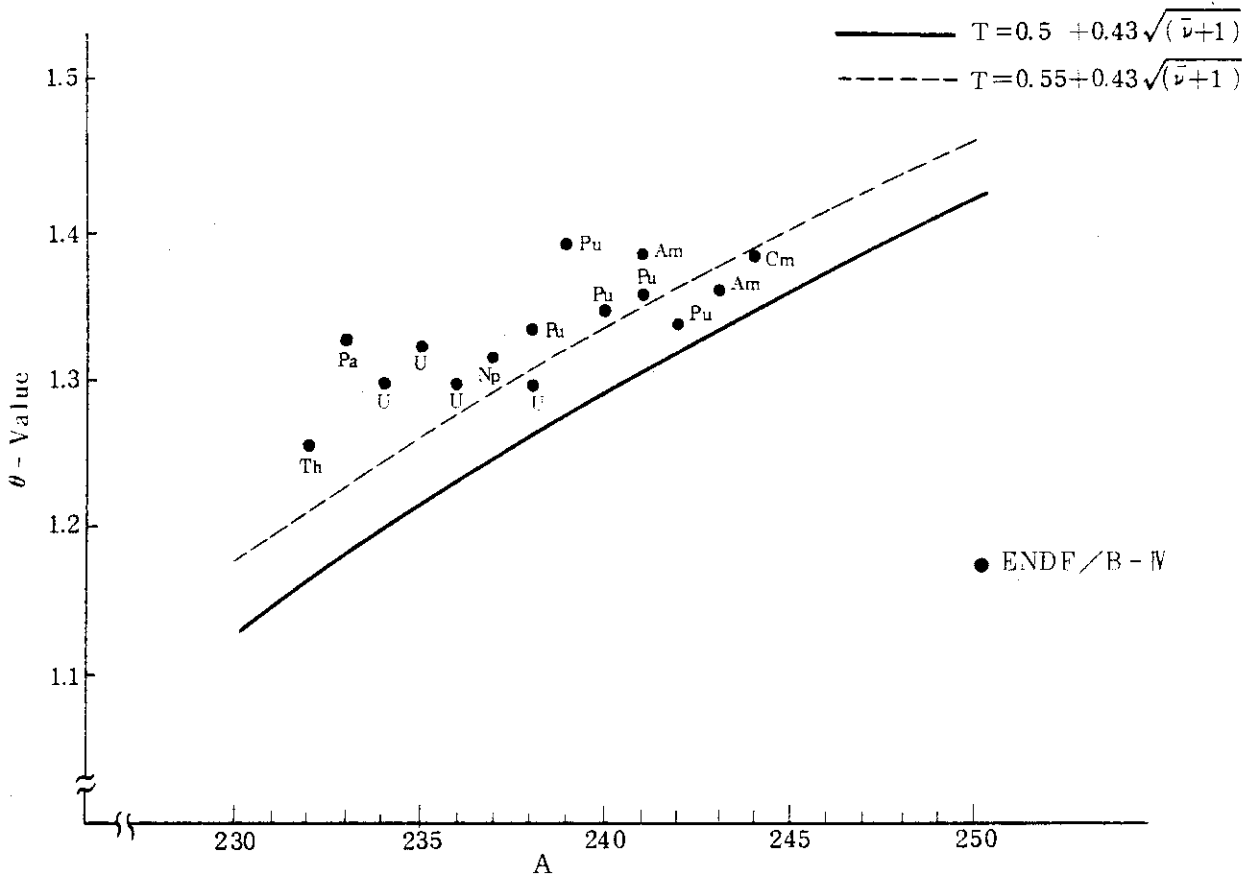


Fig. 10 Comparison of emission neutron temperature with those of ENDF/B-IV and B-V

(2) (α, n) 反応による中性子放出量計算用ライブラリ ALPHPIJ

i) 計算方法

中性子放出量 ($N^*(k)$) は次の式で表わす。

$$N^*(k) = \sum_i \sum_j AD_i \cdot LD_j \cdot P_{ijk}$$

単位 ($n/cm^3 \cdot sec$) $\left(\frac{\text{Million}}{\alpha\text{-dis/sec}} \right) \cdot \left(\frac{\text{Li-N}}{\text{barn} \cdot \text{cm}} \right) \cdot$
 $\frac{n/cm^3 \cdot sec}{\left(\frac{\text{Million}}{\alpha\text{-dis/sec}} \right) \cdot \left(\frac{\text{Li-N}}{\text{barn} \cdot \text{cm}} \right)}$

ここで

$$AD_i (\text{million } \alpha\text{-particle/sec}) = N_i \cdot \lambda_i \cdot N_A \cdot PB$$

$$LD_j (\text{Light Nuclide/barn} \cdot \text{cm}) = n_j \cdot N_A$$

N_i : 核燃料核種の存在個数

n_j : 構造材核種の存在個数

P_{ijk} : α 崩壊に於ける中性子の生成量

N_A : アボガドロ数

PB : α 崩壊の分岐比

ここで P_{ijk} は ORIGEN-JR の (α, n) 計算モジュール ALPHAN を用いて計算しライブラリー化しておき、COMRAD で入力して計算に使用する。

ii) P_{ijk} の計算方法及び (α, n) 中性子生成 (P_{ijk}) ライブラリーについて

単位体積, 時間の (α, n) 反応による中性子生成は以下のように表わす。

$$\Delta N = n_T \sigma_T (E_\alpha) \Delta E_\alpha \quad (1)$$

ここで

E_α : α 粒子のエネルギー (実験室系)

n_T : 標的核種の個数密度

σ_T : (α, n) 反応の全断面積

ϕ : α 粒子束

放出中性子エネルギー E_n は次のように表わされる。

$$E_n = E_n^0 \frac{m_n m_\alpha}{(m_\alpha + m_T)} E_\alpha + 2 \frac{\sqrt{m_n m_\alpha}}{m_\alpha + m_T} (E_n^0 \times E_\alpha)^{1/2} \cos \theta \quad (2)$$

$$\text{ここで } E_n^0 = \frac{m_F}{m_F + m_n} \left(\frac{m_T}{m_T + m_\alpha} E_\alpha + Q \right) \quad (3)$$

m_n : 中性子の質量

m_α : α 粒子の質量

m_T : 標的核種の質量

m_F : 残留核の質量

θ : 散乱角 (重心系)

Q : $Q_{value} - E_\ell$

E_ℓ : 残留核のレベル ℓ のエネルギー

α 粒子エネルギー・スペクトルは次のように近似する。

$$\phi(E_\alpha) = \sum_{i > E_\alpha} n_{\alpha i} / (dE/ds) E_\alpha \quad (4)$$

ここで

$$(dE/ds) E_\alpha = \sum_j \rho_j (dE/dm_j) E_\alpha \quad (5)$$

$n_{\alpha i}$: 単位時間に α 崩壊核種より放出される α 粒子の数

(dE/ds) は阻止能で近似的に(5)式で表わす。

ρ_j は j 核種の密度で (dE/dm_j) は単位面積, エネルギー損失である。

故に, エネルギー群 i ($E_{i+1} \leq E \leq E_i$) の単位面積, 単位時間での中性子放出は次のように表わされる。

$$\int_{E_{i+1}}^{E_i} N(E) dE = 2\pi \sum n_T \sum \Delta E_\alpha^j \int_{\cos\theta_1}^{\cos\theta_2} \phi^2(E_\alpha^j) \frac{d\sigma_T Q(E_\alpha^j, \theta)}{d\Omega} d(\cos\theta) \quad (6)$$

(α, n) 微分断面積をルジャンドル展開形式で表現すると

$$\frac{d\sigma_T(E, \theta)}{d\Omega} = \sum_\ell f_\ell P_\ell(\cos\theta) \quad (7)$$

(5)と(7)式から,

$$\int_{E_{i+1}}^{E_i} N(E) dE = 2\pi \sum_{\{T, Q\}} n_T \sum_j \Delta E_\alpha^j \cdot \phi(E_\alpha^j) \sum_\ell f_\ell \int_{u_1}^{u_2} P_\ell(u) du \quad (8)$$

ここで $u = \cos\theta$

以上のように求めたエネルギー群毎の $N(E)$ に対して

$$P_{ij}(E) = N(E) \cdot \frac{10^6}{a_i} \cdot \frac{1}{b_j \times 0.6023}$$

a : 核燃料核種の存在個数

b : 標的核種の存在個数

として各化合物 (PuO_2 とか AmO_2) 毎に計算しライブラリー化した。

ライブラリーに収めた α 崩壊核種と標的核種の化合物は以下の核種の組合せによる。

ACTINIDE NUCL NO. IN PIJ LIBRARY : 25

ACTINIDE NUCL ID :

892270	902280	902290	902300	902320	922320	922330
922340	922350	922360	922380	932370	942360	942380
942400	942410	942440	952410	952430	942390	942420
952420	962440	962420	962430			

LIGHT NUCL NO. IN PIJ LIBRARY : 8

LIGHT NUCL ID :

90190	80170	80180	50100	50110	60130	70140
40090						

又、ライブラリーに収納した $^{243}\text{Am}^{17}\text{O}_2$, $^{244}\text{Cm}^{17}\text{O}_2$, $^{239}\text{Pu}^{17}\text{O}_2$ についての放出中性子エネルギースペクトルを Fig. 11 ~ Fig. 13 に示す。

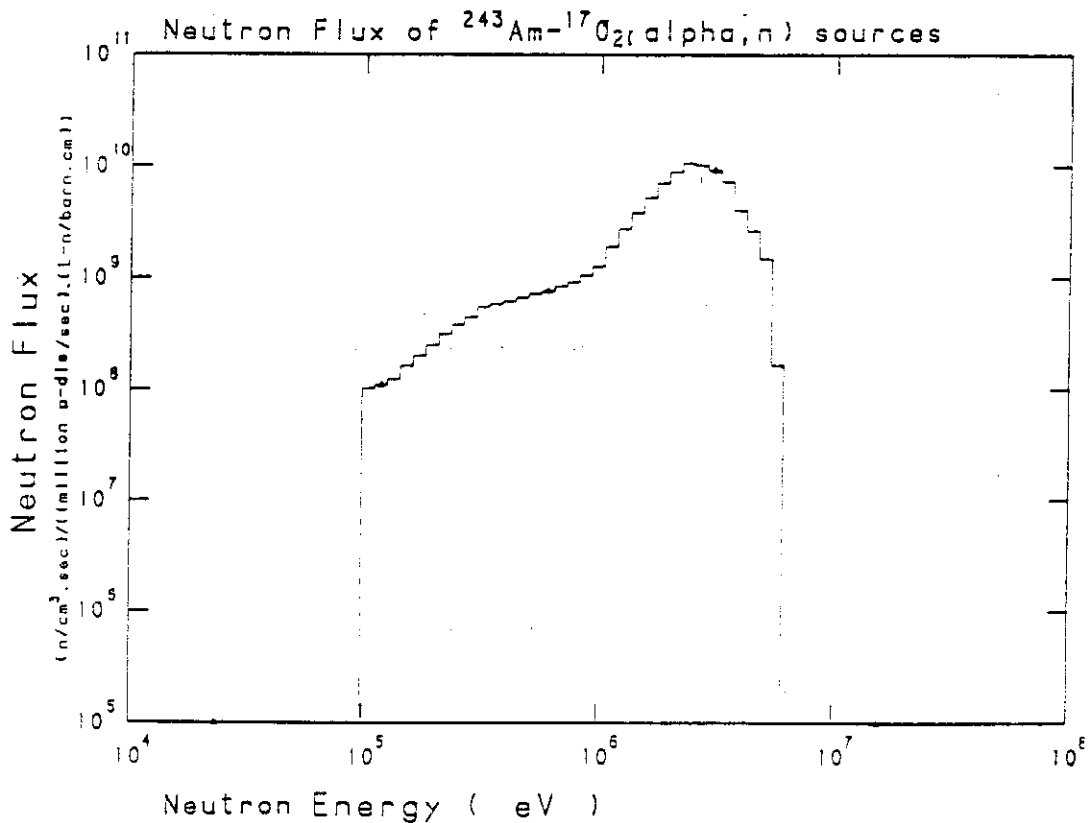


Fig. 11 Emission neutron energy spectrum of $^{243}\text{Am}^{17}\text{O}_2$ (α, n) reaction

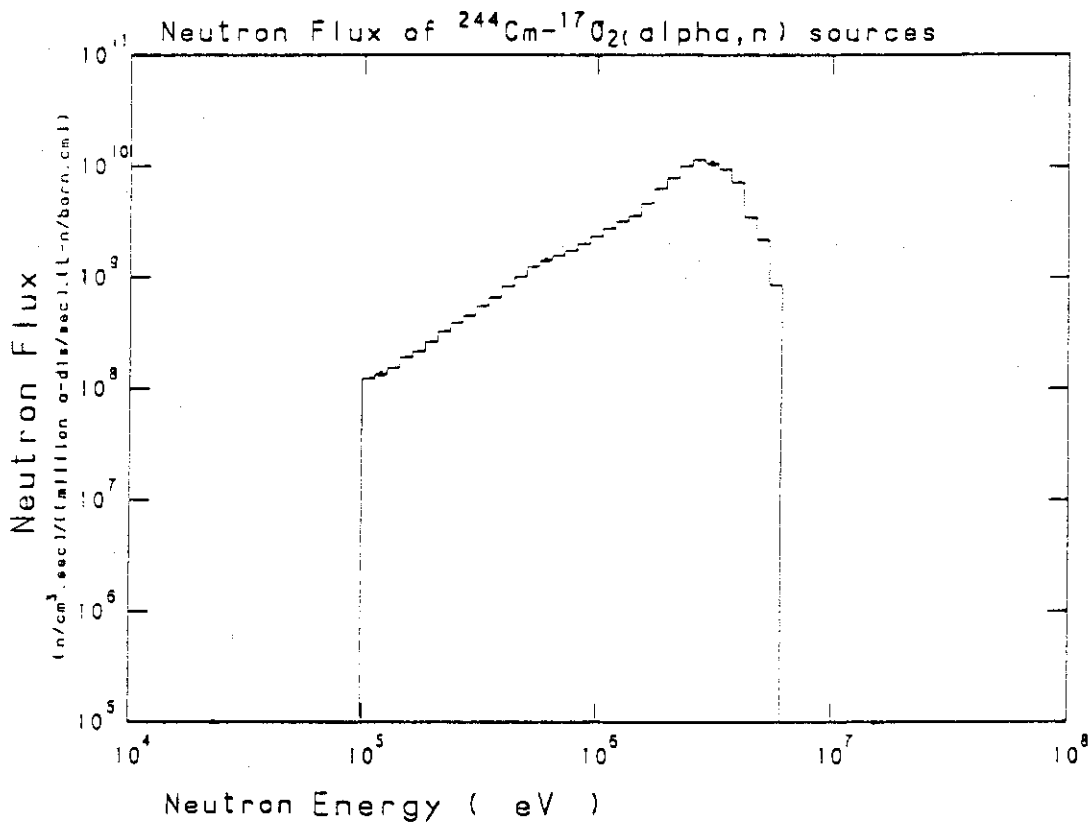


Fig. 12 Emission neutron energy spectrum of $^{244}\text{Cm}-^{17}\text{O}_2$ (α , n) reaction

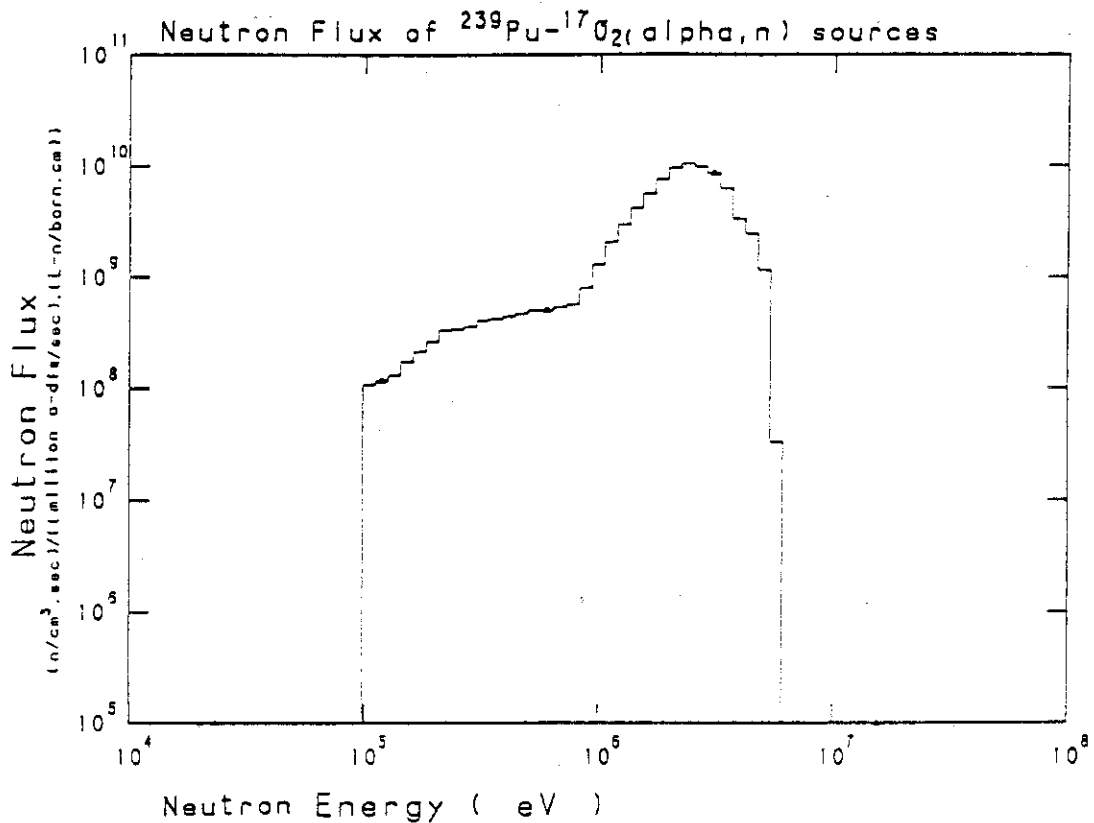


Fig. 13 Emission neutron energy spectrum of $^{239}\text{Pu}-^{17}\text{O}_2$

3.4 COMRAD コードの追加機能

COMRADには通常の核種生成、崩壊量計算の他に次の機能がある。

3.4.1 群分離された後の核種生成崩壊量を計算する機能

この機能は冷却期間中に指定した核種を分離して追跡計算を行うものである。このことにより使用済み燃料より分離されたプルトニウム、ウラニウム及び高レベル廃棄物中の核種の経時変化が別々に追跡できる。

Fig. 14 に計算流れ図を示す。

計算方法

- 1) まず通常の計算方法で分離する時刻まで、もしくはそれ以上の履歴で計算し、インベントリファイルとする。
- 2) 次にCOMRADで分離時刻を指定し分離時のインベントリファイルを読み込み、分離群の核種及びその他の核種に係数を乗じて初期原子数として計算を行う。
- 3) 分離核種群は5種類とし、内部設定値(分離係数)を設定しておく。

Default 値は全核種に与えられ、その群の分離核種のみ 0.1 とし、他の核種は 0.0 としておく。

4) 入力データ

i) 分離タイムステップ

Step 1 で照射冷却を計算し、タイムステップ毎にファイルへ書き込んであるので、どのタイムステップから分離させるかを指定する。

これはCOMRAD入力データのカード001の2枚目の変数名 INIT で指定する。

File の指定は006で論理機番を指定する。

ii) 分離係数

内部設定値を変更する時にのみ指定する。

変更する核種のみ分離群全体について指定する。

5) 分離核種群

分離核種群は次の5群とする。

- Group 1 : ウラン
- Group 2 : プルトニウム
- Group 3 : 揮発性FP
- Group 4 : その他のFP + ACTINIDE 核種
- Group 5 : 未定

3.4.2 燃焼度依存核種組成ライブラリを用いた部分負荷運転時の核種組成計算

環境に影響を及ぼす核種 Xe, I, Kr 等は半減期の短いものが多く事故時の数日前からの運転履歴で存在個数が決まってしまうことが多い。そこで平常運転時の長期の燃焼度毎のインベントリの他に事故時数日前からの部分負荷運転履歴を考慮に入れたインベントリの計算が必要である。

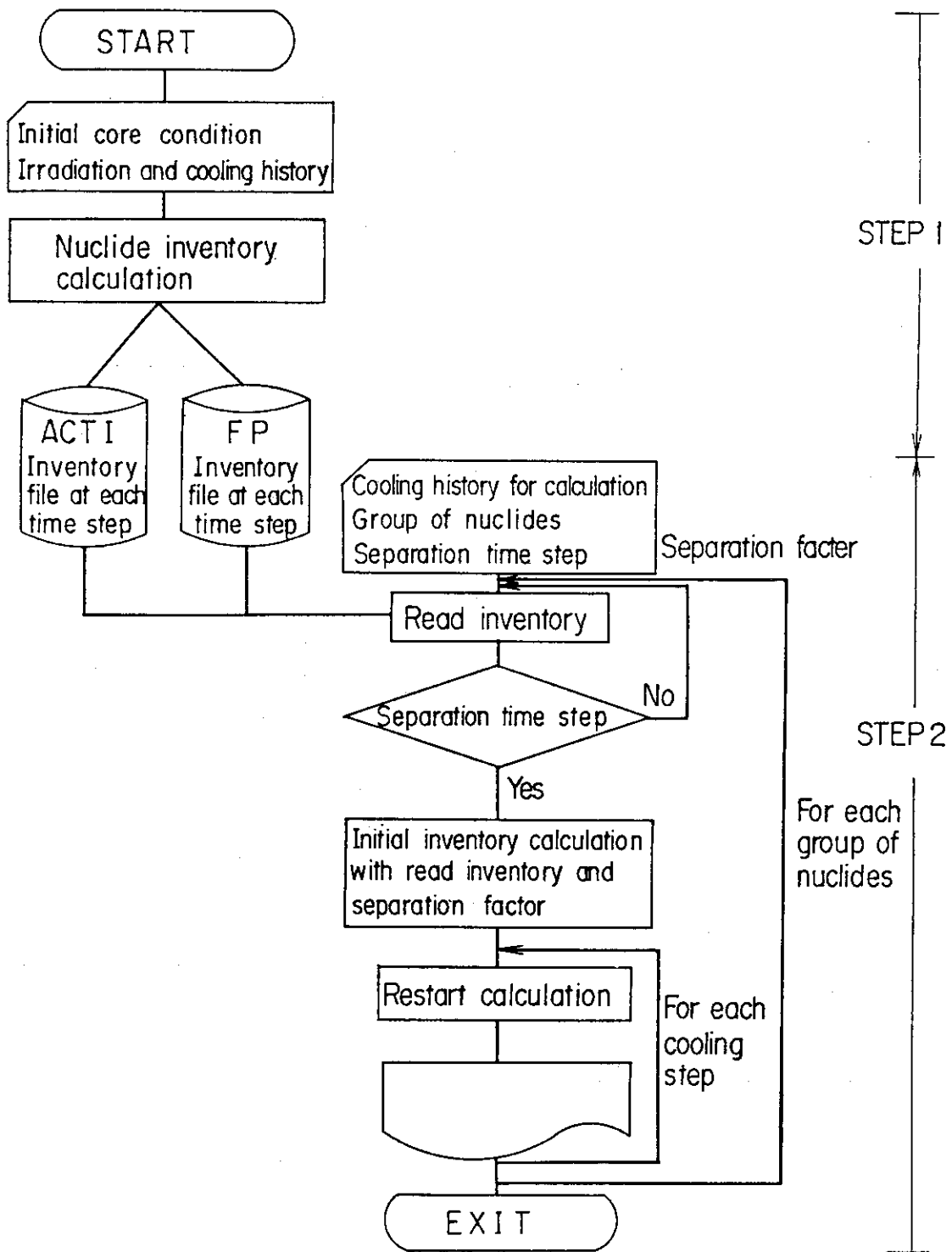


Fig. 14 Flow diagram for calculating atomic number of each separated group of nuclides

そこで、この機能は、定常運転計算を通常のCOMRADで計算し燃焼度毎の基礎ファイルを作成しておき、ある定常運転時の任意の燃焼度における生成個数、中性子束、核分裂割合等を基礎ファイルから読み込み、短期照射履歴を入力し、その燃焼度ステップからの短期照射履歴（部分負荷運転）に於けるインベントリ計算を行うものである。

Fig. 15 に計算流れ図を示す。

計算方法

- 1) まず定常運転時の任意のタイムステップ（燃焼度の）を入力しそのステップの基礎ファイルからの生成個数を初期原子数密度として計算を始める。
- 2) 核分裂割合の値はそのタイムステップでの基礎ファイルからの値を用い、短期照射中は変わらないものとして同じ値を使用する。中性子束はそのタイムステップでの基礎ファイルから読み込んだ値を初期値として用い、次のステップからは定常時の出力（Power (1)）と入力したタイムステップ毎の出力（Power (I)）との割合に初期中性子束に乗じて算出する。

$$FLUX(I) = FLUX(1) \times \frac{Power(I)}{Power(1)}$$

- 3) 断面積は1群定数ライブラリを用い初期の値はそのタイムステップの燃焼度で内挿して用いる。

短期照射中もそのつど燃焼度を計算しその燃焼度で内挿して用いる。

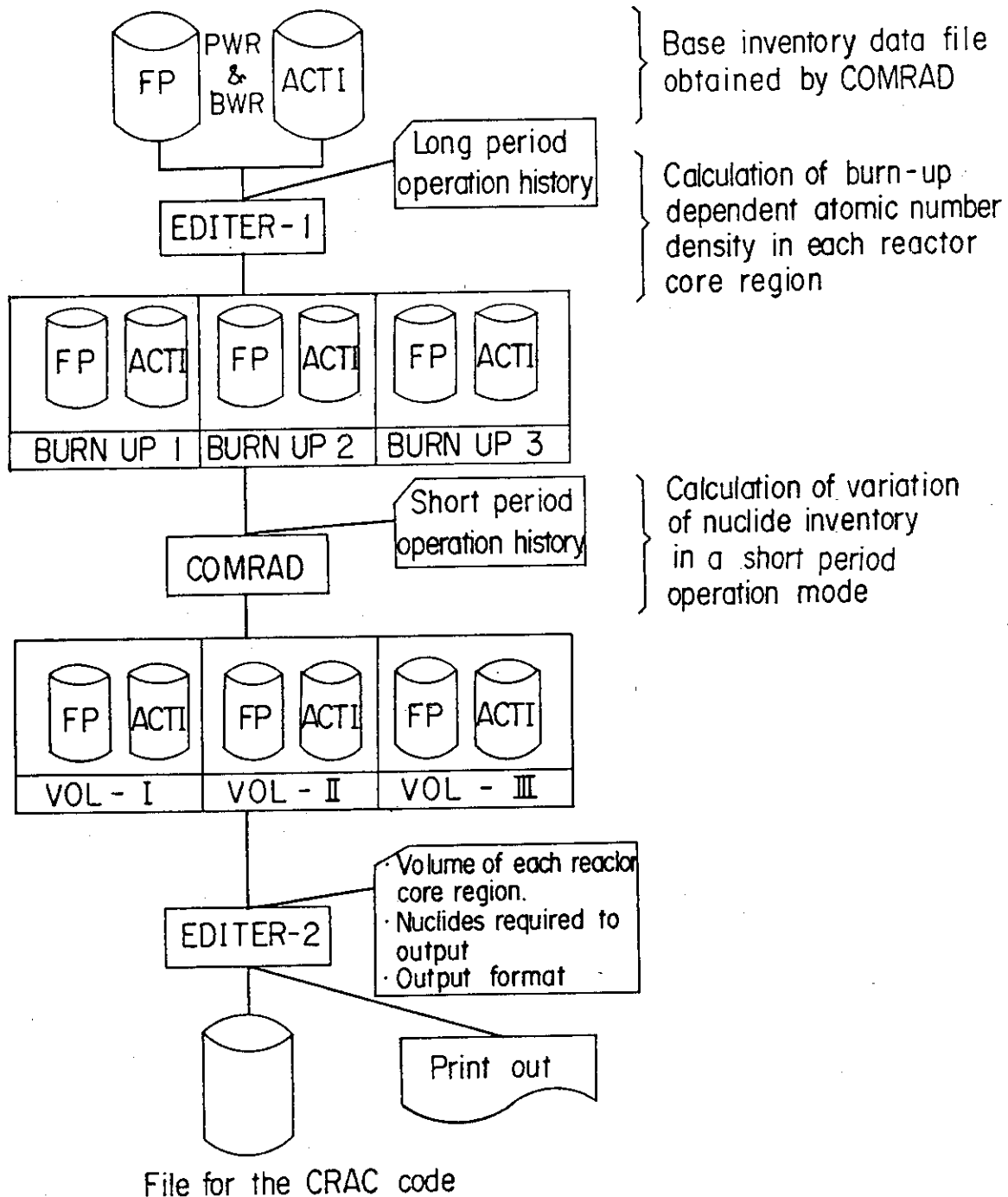


Fig. 15 Flow diagram for calculating the variation of nuclide inventory in a reactor core in short period operation

3.5 コードの構成

3.5.1 構成するサブルーチンと機能

COMRADコードを構成する各サブルーチンとその機能について、以下に簡単に説明する。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
0	MAIN	メインプログラム 可変配列の最大記憶容量を定義する。
	CONT	コード全体のコントロールを行ない、機能別モジュールの入力データによる選択を行なう。 MAINよりコールされる。
	LIB1	核分裂生成物、アクチナイド、被覆材及び構造材核種の核データ・ライブラリーの作成を行なう。 PROC1, PROC9より呼ばれる。
	EDIT	生成・崩壊量の計算を行なう核種の選択を行なう。 CALC, MCALより呼ばれる。
	SORT	実数タイプの変数の交換を行なう。 EDIT, DAUTより呼ばれる。
	ISORT	SORTルーチンのEntry名で、整数タイプの変数の交換を行なう。 EDIT, DAUTより呼ばれる。
	CSG1	核データ・ライブラリー内の無限希釈中性子断面積を交換するための断面積の読み込みを行なう。 CALC, MCALより呼ばれる。
	RFIS	核分裂割合を計算する。 CALC, MCALより呼ばれる。
	OUTP	生成量を原子数、キューリ単位で出力し、全核種の崩壊熱を計算し、出力する。又、オプションにより一定以上の崩壊熱に寄与する核種についても出力できる。 CALC, MCALより呼ばれる。
	SETN	変数の初期値を設定する。 各機能モジュールのコントロール・ルーチン及び必要に応じて呼ばれる。
	ADRES	核データ・ライブラリーの読み込みのために必要な変数の番地付を行なう。 各機能モジュールのコントロール・ルーチンより呼ばれる。
	AREA	設定エリアと必要エリアの比較を行なう。 各機能モジュールのコントロール・ルーチンより呼ばれる。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
	LIBO	核データ・ライブラリーのプリント・アウトを行なう。 必要に応じて呼ばれる。
	IDPRT	入力データのプリント・アウトを行なう。 PROC 1, PROC 2, PROC 3, PROC 7より呼ばれる。
	FREAD	核データ・ライブラリーの読み込みを行なう。 EDIT, PUNC, LIB 2, ENSDF で呼ばれる。
	PARN	崩壊形式を用いて親核種のコード番号を作成する。 LIBO, EDIT, TREE, CUMC, CREATより呼ばれる。
	NUCD	核種コード番号から核種の名前を作成する。 必要に応じて呼ばれる。
	BOX	4点の座標より四角形をプロットする。 A4ST, TABSより呼ばれる。
	BLOCK DATA	核種名, 固定データをDATA文で設定する。
1	PROC 1	ライブラリー作成モジュールのコントロール, 所要データ・ エリアの計算と各変数の番地付を行なう。 CONTより呼ばれる。
2	PROC 2	ライブラリー修正, 追加モジュールのコントロール, 所要デ ータ・エリアの計算と各変数の番地付を行なう。 CONTより呼ばれる。
	LIB 2	整備された核データ・ライブラリーのカード単位の修正と核 種単位での追加を行なう。 PROC 2より呼ばれる。
3	PROC 3	核データ・ライブラリーの出力モジュールのコントロールを 行なう。 CONTより呼ばれる。
	PUNC	核データ・ライブラリーをカード・イメージに変換し, Tape あるいはカードでの出力を行なう。 PROC 3より呼ばれる。
4	PROC 4	核種の生成崩壊量計算モジュールのコントロール, 所要デー タ・エリアの計算と各変数の番地付けを行なう。 CONTより呼ばれる。
	CALC	核種の生成, 崩壊量を計算するモジュール内のコントロール を行う。 PROC 4より呼ばれる。
	CHAI	核データ・ライブラリーより崩壊系列を組み立て, 線形の崩 壊系列に分解する。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
	INDY	<p>CALC より呼ばれる。 異積核分列収率より独立核分裂収率を計算する。</p>
	CAL 1	<p>CALC より呼ばれる。 等価崩壊定数, 分岐比を作成し, 生成, 崩壊量の計算を行なう。</p>
	BATE	<p>CALC より呼ばれる。 線型崩壊系列に対する Bateman 式の解を求める。</p>
	ALPHAN	<p>CALC 1 より呼ばれる。 (α, n) 中性子放出量の計算を行う。</p>
	SFCAL	<p>CALC より呼ばれる。 自発核分裂中性子の放出量計算を行う。</p>
	FLUXO	<p>CALC より呼ばれる。 中性子束もしくは炉出力及び燃焼度の計算を行う。</p>
	CSCAL	<p>CALC より呼ばれる。 1 群定数の内挿を燃焼度により行う。 FLUXO より呼ばれる。</p>
5	PROC 5	<p>γ 線スペクトル計算モジュールのコントロール, 所要データ・エリアの計算と各変数の番地付けを行なう。 CONT より呼ばれる。</p>
	SIMP	<p>崩壊数データより Simpson の 1/3, 3/8 公式による積分および台形積分を行なう。 PROC 5 より呼ばれる。</p>
	INP 1	<p>Array データ の読み込みを行なう。 PROC 5 より呼ばれる。</p>
	COMP	<p>規格化コンプトンスペクトル計算のコントロールを行なう。 PROC 5 より呼ばれる。</p>
	SMOO	<p>単一ピークの γ 線スペクトルを 2 次の多項式により平滑化する。平滑化で使用するデータ点数は 5 ~ 25 の奇数点である。 COMP より呼ばれる。</p>
	NORM	<p>平滑化されたコンプトンスペクトルをピーク面積で割り規格化する。 COMP より呼ばれる。</p>
	SUBS	<p>NORM により計算されたコンプトンスペクトルからピーク成分を除去しコンプトン成分のみにする。 COMP より呼ばれる。</p>
	STRE	<p>SUBS により計算されたコンプトンスペクトルをチャンネルに関して規格化する。この時, 後方散乱ピークは 100.5,</p>

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
		<p>フォトピークは 300 チャンネルになる様に規化する。</p> <p>COMP より呼ばれる。</p>
	LSPE	<p>崩壊数データ, γ 線スペクトルデータより検出器に入る前の γ 線スペクトルを計算する。また, 全 γ 線の強度に対し, 入力された基準データ以上の γ 線はエネルギー順に核種名と共に出力する。全 γ 線強度, 平均 γ 線エネルギーも出力する。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>
	EFF 1	<p>生の γ 線スペクトルの各チャンネルの検出効率を log-log スケールの一次式にて求め, 検出器のエネルギー依存の検出効率を考慮した γ 線スペクトルを計算する。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>
	EFF 2	<p>各チャンネルの検出効率を数点エネルギーにおける検出効率のデータをもとに log-log スケールの一次式で内挿して求める。そして, 検出器のエネルギー依存の 出効率を考慮した γ 線スペクトルを計算する。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>
	GAUS	<p>検出器の分解能に応じた拡がりを γ 線ピークに与え, γ 線スペクトルを計算する。ピークの拡がりの形としてガウス分布を考え, γ 線スペクトルの各チャンネルの値をガウス分布に基づき再配分する。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>
	PHD 1	<p>規格化コンプトンスペクトルの内挿, チャンネルに関する逆規格化を計算する制御を行なう。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>
	INTE	<p>数種類の規格化コンプトンスペクトルから任意の γ 線エネルギーに関して一次式の内挿を行なう。</p> <p>PHD 1 より呼ばれる。</p>
	PHDI	<p>INTE で内挿されたコンプトンスペクトルに対しチャンネルに関する逆規格化を行ない, γ 線スペクトルに加算する。</p> <p>PHD 1 より呼ばれる。</p>
	PRSP	<p>γ 線スペクトルをプリント出力する。</p> <p>PROC 5, COMP, PRIN より呼ばれる。</p>
	PRIN	<p>γ 線スペクトルをプリント出力するための制御を行なう。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>
	PLTI	<p>コンプトンスペクトル, γ 線スペクトルをプロットする為の準備を行なう。</p> <p>PROC 5 より呼ばれる。</p>

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
	GPL 1	プロットするグラフの制御を行なう。 PLT 1 より呼ばれる。
	CBLK	文字列より文字の数を調べる。 GPL 1, A4ST より呼ばれる。
	A4ST	グラフのわく, サブタイトルのプロットを行なう。 GPL 1 より呼ばれる。
	PTIT	X軸, Y軸, メインタイトルのプロットを行なう。 GPL 1 より呼ばれる。
	SCXY	X軸, Y軸のスケーリングを行なう。 GPL 1 より呼ばれる。
	GRXY	X軸, Y軸の格子プロットする。 GPL 1 より呼ばれる。
	DNOR	スケーリングされたデータの規格化を行なう。 GPL 1 より呼ばれる。
	LPLT	データを入力の手指示により線プロットする。 GPL 1 より呼ばれる。
	FGRI	X軸, Y軸の細かい格子を入力の手指示によりプロットする。 GRXYより呼ばれる。
	LINTYP	入力の手指示により, 太線, 破線, 点線等書きわける。 LPLTより呼ばれる。
6	PROC 6	崩壊系列, 分岐比の図形表示モジュールのコントロール, 所要データ・エリアの計算と各変数の番地付けを行なう。 CONTより呼ばれる。
	TREE	質量数毎に崩壊系列を作成しライン・プリンタへ出力する。 PROC 6 より呼ばれる。
	TRPL	質量数毎に崩壊系列を作成し, COM, Plotter 等で表示する。 TREE より呼ばれる。
	IFYC	累積核分裂収率から独立核分裂収率を計算する。 TRPL より呼ばれる。
	SEAC 1	崩壊系列を図形表示するために親核種の有無とライブラリー内の順序を調べる。 TRPL より呼ばれる。
	SEAC 2	娘核種の崩壊形式の有無を調べる。 TRPL より呼ばれる。
	THEAT	崩壊系列に書く矢印の角度を求める。 TRPL より呼ばれる。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
	TABS	テーブル内の項目別タイトル, 外わくをプロットする。 TRPL より呼ばれる。
	TABE	テーブル作成のために, 半減期, 崩壊熱データ, 累積核分裂 収率の編集を行なう。 TRPL より呼ばれる。
	TABP	テーブル内の数値をプロットする。 TRPL より呼ばれる。
7	PROC 7	FPGS-2 コード用データ・ライブラリー変換モジュールの コントロール, 所要データ・エリアの計算と各変数の番地付 を行なう。 CONT より呼ばれる。
	CONV	FPGS-2 コード用核データ・ライブラリーを本コード用 核データ・ライブラリーに変換する。 PROC 7 より呼ばれる。
	CONV 1	FPGS-2 コード用 γ 線スペクトル・ライブラリーを本コー ド用に変換する。 PROC 7 より呼ばれる。
8	PROC 8	γ 線ライブラリー, コンプトン・スペクトル・ライブラリー のデータ変換モジュールのコントロール, 所要データ・エリ アの計算と各変数の番地付を行なう。 CONT より呼ばれる。
	SUB 1	γ 線ライブラリーの変換を行なう。 PROC 8 より呼ばれる。
	SUB 2	コンプトン・スペクトル・ライブラリーの変換を行なう。 PROC 8 より呼ばれる。
9	PROC 9	JDDL ・ライブラリー処理モジュールのコントロール, 所 要データ・エリアの計算と各変数の番地付を行なう。 CONT より呼ばれる。
	RD 1R	JDDL ・ライブラリーの1レコードを読み込む。 PROC 9, ENSDF, ENSG より呼ばれる。
	NUCS	JDDL ライブラリー内の処理する核種数を求める。 PROC 9 より呼ばれる。
	MAXN	与えられた範囲内での変数の最大値を求める。 PROC 9, ENSGより呼ばれる。
	ENSDF	ENSDF マスター ・ライブラリーより核データ・ライブラ リーを作成するコントロール・ルーチン。各変数の番地付を 行なう。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
	ENS 1	PROC 9 より呼ばれる。 JDDL より核種毎の核データ・ファイルを作成する。 ENSDFより呼ばれる。
	LEVEL	核種毎の γ 線レベルとその存在比をファイルに書き込む。 ENS 1 より呼ばれる。
	JUDG	変数が与えられた範囲内にあるかどうかのチェックを行なう。 LEVEL, BCHG より呼ばれる。
	AVBETA	β 線平均エネルギーを計算する。 ENS 1 より呼ばれる。
	TINTG	関数の定積分をガウス法を用いて計算する。 AVBETA より呼ばれる。
	BTSP	β 線平均エネルギーを計算する為の Function。 $P^-(W, W_0, Z+1)$ の計算を行なう。 AVBETA, TBTSより呼ばれる。
	TBTS	$E_\beta \cdot P^-(W, W_0, Z+1)$ の計算を行なう。 AVBETAより呼ばれる。
	TCGAM	ガンマ関数の計算を行なう。 BTSP より呼ばれる。
	RELA	γ 線のチェックを行ない、変換係数のないものは取り除き、 又、 γ 線ライブラリー作成の場合はX線を取り除く。 ENS 1, ENS 2 より呼ばれる。
	BCHG	励起状態と基底状態を持つ核種の分岐比の計算を行ない、核 データ・ライブラリーの作成を行なう。 PROC 9 より呼ばれる。
	ENSG	JDDL ライブラリーより γ 線ライブラリーを作成するコン トロール・ルーチン。各変数の番地付を行なう。 γ 線ライブ ラリーを作成する。 PROC 9 より呼ばれる。
	ENS 2	核種毎に γ 線のエネルギーと強度をファイルに書き込む。 ENSG より呼ばれる。
10	PROC 11	ENDF/B データ・ファイルの核分裂収率処理モジュール のコントロールを行なう。 CONT より呼ばれる。
	ENDF	ENDF/B データ・ファイルの独立核分裂収率を読み込み ファイルに書き込む。 PROC 11 より呼ばれる。

モジュール番号	サブルーチン名	内 容
11	PROC 12 ENDS	ENDF/B データ・ファイルの崩壊データ処理モジュールのコントロールを行なう。 CONT より呼ばれる。 ENDF/B データ・ファイルの崩壊データを読み込みファイルに書き込む。 PROC 12 より呼ばれる。
12	PROC 13 CUMC CUMY	累積核分裂収率計算モジュールのコントロールを行なう。 CONT より呼ばれる。 核データ・ライブラリー、独立核分裂収率ファイルを読み込み、計算した累積核分裂収率を新しい核データ・ライブラリーに書き込む。 PROC 13 より呼ばれる。 累積核分裂収率の計算を行なう。 CUMC より呼ばれる。
13	PROC 14 CREAT DELET CR 01	核データ・ライブラリーの更新モジュールのコントロールを行なう。 CONT より呼ばれる。 核データ・ライブラリー、ENDF/B データを処理したファイルを読み込み、核データ・ライブラリーの更新、又は作成を行なう。 PROC 14 より呼ばれる。 指定した核種の親核種のデータを削除する。 CREAT より呼ばれる。 娘核種の崩壊データに、崩壊形式、分岐比、親のエネルギー状態等のデータを書き込む。 CREAT より呼ばれる。

3.5.2 所要データ・エリア

本コードの所要データ・エリアの大きさは、各機能モジュール毎に以下の式により表わされる。計算を行なうモジュールの最大量が必要な記憶容量となり、ユーザーの必要に応じて MAIN ルーチンの Blank COMMON X と DATA 文中の LX の値を変えて計算を行なえばよい。

(1) 核データ・ライブラリー作成モジュール

構造材・燃料核種の場合

$$LX = NMAX * (3 * NPAR + 8) + KSC * (NGS * NEUT + 1) \\ + NCW + NEUT$$

核分裂生成物の場合

$$LX = NMAX * (3 * NPAR + 2 * NFIS + 7) + KSC * (NGS + 1) \\ + NCW + NFIS$$

- 但し、 NMAX : 作成核種数
 NPAR : 各核種に対して許される親核種の最大数
 NFIS : 核分裂収率の種類数
 KSC : 中性子反応断面積を持つ核種数
 NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 NEUT : 中性子反応断面積の種類数
 NCW : ライブラリーコメント word 数

(2) 核データ・ライブラリー修正モジュール

構造材・燃料核種の場合

$$LX = (NMAX + NADD) * (3 * NPAR + 8) + (KSC + ISC) * \\ (NGS * NEUT + 1) + NCW + NEUT$$

核分裂生成物の場合

$$LX = (NMAX + NADD) * (3 * NPAR + 2 * NFIS + 7) \\ + (KSC + ISC) * (NGS + 1) + NCW + NEUT$$

- 但し、 NMAX : ライブラリーに含まれる核種数
 NADD : 追加核種数
 NPAR : 各核種に対して許される親核種の最大数
 NFIS : 核分裂収率の種類数
 KSC : ライブラリーに含まれる中性子反応断面積を持つ核種
 ISC : 追加核種での中性子反応断面積を持つ核種数
 NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 NEUT : 中性子反応断面積の種類数
 NCW : ライブラリーコメント word 数

(3) ライブラリー出力モジュール

構造材・燃料核種の場合

$$LX = NMAX * (3 * NPAR + 8) + KSC * (NGS * NE + NCW + NEUT)$$

核分裂生成物の場合

$$LX = NMAX * (3 * NPAR + 2 * NFIS + 7) + KSC * (NGS + 1) + NCW + NFIS$$

- 但し、
- NMAX : 核種数
 - NPAR : 親核種の最大数
 - NFIS : 核分裂収率の種類数
 - KSC : 中性子反応断面積を持つ核種数
 - NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 - NEUT : 中性子反応断面積の種類数
 - NCW : ライブラリーコメント word

(4) Bateman 法による生成・崩壊量計算と崩壊熱計算モジュール

構造材・核燃料核種の場合

$$LX = NMAX * (5 * NPAR + 2 * NEUT + 17) + ITB * (KSC * NEUT + 11) + 7 * IT + NGS + NEUT + NCHA * (4 * LCHA + 3) + 2 * LCHA + KSC * (NGS * NEUT + 1) + NCW$$

核分裂生成物の場合

$$LX = NMAX * (5 * NPAR + 2 * NFIS + 18) + ITB * (KSC + NFIS + 11) + 7 * IT * NGS + 2 * NFIS + NCHA * (4 * LCHA + 3) + 2 * LCHA + KSC * (NGS + 1) + NCW$$

- 但し、
- NMAX : 核種数
 - NPAR : 親核種の最大数
 - NFIS : 核分裂収率の種類数
 - KSC : 中性子反応断面積を持つ核種数
 - NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 - NEUT : 中性子反応断面積の種類数
 - NCW : ライブラリーコメント word 数
 - ITB : 照射・冷却履歴のタイムステップ数
 - IT : 出力タイムステップ数
 - LCHA : 線型崩壊系列の長さ
 - NCHA : 各核種に対する線型崩壊系列の最大数

(5) γ 線スペクトル計算モジュール

$$LX = 3 * (NFP + IFG + NMAX + NCON) + 2 * (MGR + NGN + NR + NSIM) \\ + 6 * NGR + NG + MCH + NGN + NCOM * (9 + NGM) + 5 * NDATA$$

- 但し、
- NFP : 取扱い核種数
 - IFG : γ 線ライブラリーに含まれる核種数
 - NMAX : γ 線スペクトルのチャンネル数
 - MGR : 各核種に対する γ 線の最大数
 - NGR : γ 線ライブラリーの全 γ 線数
 - NG : 規格化コンプトンスペクトルのチャンネル数
 - NCOM : 規格化コンプトンスペクトルの数
 - NR : γ 線スペクトルを縮約する領域の数
 - NSI : γ 線スペクトルを計算するステップ数
 - NDATA : 検出効率内挿用データ点の数 (IOP 3 = 2 のとき)
 - NCON : = NCOM IOP 6 = 1 のとき
= 1 IOP 7 = 1 または IOP 8 = 1 のとき
= 0 IOP 6 = IOP 8 = 0 のとき
 - NGN : = 0 IOP 6 = IOP 8 = 0 のとき
= NMAX IOP 7 = 1 または IOP 8 = 1 のとき
= Max { NG * NCON, NMAX } IOP 4 = 1 のとき
 - MCH : = 0 IOP 4 = 0 のとき
= 2.0 * FWHM / SLOPE + 1.0 IOP 4 = 1 のとき
 - NGM : Max { NG, NCMAX }
 - NCMAX : 規格化コンプトンスペクトルを計算する際の単一ピークの γ 線スペクトルのチャンネルの最大数 (≤ 1000)

(6) 核分裂生成物核種の核データ・ライブラリーの図形処理モジュール

$$LX = NMAX * (3 * NPAR + 2 * NFIS + 7) + KSC * (NGS + 1) \\ + NCW + NFIS$$

- 但し、
- NMAX : 核種数
 - NPAR : 親核種の最大数
 - NFIS : 核分裂収率の種類数
 - KSC : ライブラリーに含まれる中性子反応断面積を持つ核種数
 - NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 - NCW : ライブラリーコメント word 数

- (7) FPGS-2用ライブラリーの変換モジュール
構造材・燃料核種の場合

$$LX = NMAX * (5 * NPAR + 11) + KSC * (NGS * NEUT + 1) \\ + NCW + NEUT$$

核分裂生成物の場合

$$LX = NMAX * (5 * NPAR + 2 * NFIS + 10) + KSC * (NGS + 1) \\ + NCW + NFIS$$

γ 線ライブラリーの場合

$$LX = 4 * IFG + 2 * MCR$$

但し, NMAX : 核種数
NPAR : 親核種の最大数
KSC : 中性子反応断面積を持つ核種数
NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
NEU : 中性子反応断面積の種類数
NCW : ライブラリーコメント word 数
IFG : γ 線ライブラリーに含まれる核種数
MGR : 各核種に対する γ 線の最大数

- (8) γ 線ライブラリー, コンプトン・スペクトル・ライブラリーのデータ変換モジュール
 γ 線ライブラリーの場合

$$LX = 2 * (IFG + MGR)$$

但し, IFG : γ 線ライブラリーに収録された全核種数
MGR : 各核種に対する γ 線の最大数

コンプトン・スペクトル・ライブラリーの場合

$$LX = NC * (1 + NG)$$

但し, NC : 規格化コンプトン・スペクトルの数
NG : 規格化コンプトン・スペクトルのチャンネル数

- (9) JDDL ライブラリー処理モジュール

$$LX = NMAX * (3 * NPAR + 8) + KSC * (NGS * NEUT + 1) \\ + NCW + NEUT * (1 + NCS * KKK) + 7 * NMAXN \\ + NTMAX + ICOM * 18 + NRMAX * 3 + NMAX1 * (9 + 3 * NCMX) \\ + KKK$$

r線ライブラリーの場合

$$LX = NMAXN * 7 + NTMAX + NMAX 1 * 2 + NRMAX * 2$$

- 但し、 NMAX : ライブラリーに含まれる核種数
 NPAR : 各核種に対して許される親核種の最大数
 NFIS : 核分裂収率の種類数
 KSC : ライブラリーに含まれる中性子反応断面積を持つ核種数
 NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 NEUT : 中性子反応断面積の種類数
 NCW : ライブラリーコメント word 数
 NMAXN : マスターライブラリーに含まれる核種数
 NTMAX : マスターライブラリーの第3レコードの最大 word 数
 NRMAX : マスターライブラリーの r 線の最大数
 NMAX 1 : 作成する核種の数
 KKK : 作成する中性子反応断面積を持つ核種の数
 ICOM : 作成するライブラリーコメントのカード枚数

(10) ENDF/B データ・ファイルの崩壊データ処理モジュール

$$LX = 2 * NFIS * (NMAX + 1)$$

- 但し、 NFIS : 核分裂収率の種類数 (= 10)
 NMAX : 処理核種の最大数 (= 1300)

(11) ENDF/B データ・ファイルの崩壊データ処理モジュール

$$LX = 6 * MAX$$

- 但し、 MAX : 最大子核種数 (= 20)

(12) 累積核分裂収率計算モジュール

$$LX = NMAX * (7 + 3 * NPAR + 2 * NFIS) + NCW + KSC * (1 + NGS) \\ + NFIS + ICOM * 18 + 2 * ICNT * (1 + MMAX) + 30 * NPAR \\ + 120$$

- 但し、 NMAX : ライブラリーに含まれる核種数
 NPAR : 各核種に対して許される親核種の最大数
 NFIS : 核分裂収率の種類数
 NCW : ライブラリーコメント word 数
 KSC : ライブラリーに含まれる中性子反応断面積を持つ核種数
 NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 ICOM : 作成するライブラリーのコメント・カード枚数
 ICNT : 独立核分裂収率ファイルの核分裂収率の種類数

M MAX : 独立核分裂収率ファイルの最大核種数

- (13) 核データ・ライブラリーの更新モジュール(ENDF/B データを処理したファイルとの結合)

構造材・燃料核種の場合

$$\begin{aligned} LX = & NMAX * (9 + 4 * NPAR) + NCW + KSC \\ & + NGS * NEUT * (KSC + 1) + ICOM * 18 + NEUT + 10 \\ & + NGS + 3 * NUPD \end{aligned}$$

核分裂生成物の場合

$$\begin{aligned} LX = & NMAX * (9 + 4 * NPAR) + NCW + KSC + NGS * (KSC + 2) \\ & + ICOM * 18 + NFIS + 10 + 3 * NUPD \end{aligned}$$

- 但し、
- NMAX : 作成する核種数
 - NPAR : 各核種に対して許される親核種の最大数
 - NFIS : 核分裂収率の種類数
 - NCW : ライブラリーコメント word 数
 - KSC : 中性子反応断面積を持つ核種数
 - NGS : 中性子反応断面積のエネルギー群数
 - ICOM : 作成するライブラリーのコメント・カード枚数
 - NEUT : 中性子反応断面積の種類数
 - NUPD : 核種名を変更する数

3.5.3 データ・ファイルの内容と形式

本コードで使用するデータ・ファイルの内容とFORMATの説明を行なう。各機能別モジュールに分けて、ロジカル・ユニットとその内容を説明する。ロジカル・ユニット番号が変数名で示してあるのは入力データで読み込むものである。

(1) 核データ・ライブラリー作成モジュール

Logical Number	Description
LUT 2	核データ・ライブラリーを作成するユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(2) 核データ・ライブラリー修正, 追加モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	核データ・ライブラリー入力ユニット
LUT 2	修正された核データ・ライブラリーを作成するユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(3) 核データ・ライブラリーの出力モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	核データ・ライブラリー入力ユニット
IPUN	カード・イメージの核データ・ライブラリーの出力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(4) Bateman 法による生成・崩壊量の計算と崩壊熱計算モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	核データ・ライブラリー入力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット
IDISK	原子数, 崩壊数出力ユニット
I 013	崩壊熱出力ユニット(図形処理用)
19	生成, 崩壊量計算のための各ライブラリーに共通の入力データを貯えるユニット
98	照射時の分解された線型崩壊系列を貯えるユニット
99	冷却時の分解された線型崩壊系列を貯えるユニット

(5) γ 線スペクトル計算モジュール

Logical Number	Description
IU 3	γ 線スペクトル・ライブラリー入力ユニット
IU 4	規格化コンプトン・スペクトル入力ユニット
IU 8	積分された崩壊数出力ユニット
IU 12	崩壊数入力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット
18	γ 線スペクトル計算に必要な共通の入力データを貯えるユニット

(6) 核分裂生成物核種の核データ・ライブラリーの図形表示モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	核データ・ライブラリー入力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(7) FPGS-2コード用の核データおよび γ 線ライブラリーのFPGS-3用変換モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	変換する核データ, γ 線スペクトル・ライブラリーの入力ユニット
LUT 2	変換された核データ, γ 線スペクトル・ライブラリーの出力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(8) γ 線ライブラリー, コンプトン・スペクトル・ライブラリーのデータ変換モジュール

Logical Number	Description
ING	変換する γ 線ライブラリー入力ユニット
INC	変換するコンプトン・スペクトル・ライブラリー入力ユニット
IOG	変換された γ 線ライブラリー出力ユニット
IOC	変換されたコンプトン・スペクトル・ライブラリー出力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(9) JDDLライブラリー処理モジュール

Logical Number	Description
LUTM	ENSDF Master ライブラリー入力ユニット
LUT 1	断面積を読み込む核データ・ライブラリー入力ユニット
LUT 2	ライブラリー作成ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット
51	核種毎に作成された核データを貯えるユニット
50	分岐比の計算に使用する γ 線のレベルを貯えるユニット
52	γ 線のエネルギー, 強度を貯えるユニット

(10) ENDF/B データ・ファイルの核分裂収率処理

Logical Number	Description
LUT 1	作成する独立核分裂収率ファイル出力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット
NCC (1)	ENDF/B 入力ユニット
⋮	⋮

(11) ENDF/B データ・ファイルの崩壊データ処理モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	作成する崩壊データ・ファイル出力ユニット

LUT 2	Updateされる崩壊データ・ファイル入力ユニット
LUTN	ENDF/B 入力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(12) 累積核分裂収率計算モジュール

Logical Number	Description
LUT 1	修正される核データ・ライブラリー入力ユニット
LUT 2	独立核分裂収率ファイル入力ユニット
LUTN	作成する核データ・ライブラリー出力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット

(13) 核データ・ライブラリーの更新モジュール(ENDF/B データを処理したファイルとの結合)

Logical Number	Description
LUT 1	修正される核データ・ライブラリー入力ユニット
LUTD	崩壊データ・ファイル入力ユニット
LUTC	断面積ファイル入力ユニット
10	読み込まれた入力データを貯えるユニット
50	核種毎に作成された核データを貯えるユニット
LUTN	作成する核データ・ライブラリー・ユニット

次に主なデータ・ファイルの FORMAT と内容を示す。

(核分裂生成物の核データ・ライブラリーの FORMAT)

レコード	変数
1	NMAX, NPAR, NFIS, NGS, NEUT, KSC, IN
2	(COM(I), I=1, IM), (NFTYP(I), I=1, NFIS)
3	(NUCL(I), RAMDA(I), ISGC(I), NCH(I), Q(I), EB(I), EG(I), I=1, NMAX)
4	((NTYP(I, J), NBIC(I, J), PBIC(I, J), I=1, NPAR), J=1, NMAX)
5*	((GYL1(I, J), I=1, NFIS), J=1, NMAX)
6	((GYLD(I, J), I=1, NFIS), J=1, NMAX)

* レコード5はなくてもよい。

(被覆材・構造材および燃料核種の核データ・ライブラリーの FORMAT)

レコード	変数
1	NMAX, NPAR, NFIS, NGS, NEUT, KSC, IM
2	(COM(I), I=1, IM), (NFTYP(I), I=1, NEUT)
3	(NUCL(I), RAMDA(I), ISGC(I), NCH(I), Q(I), EB(I), EG(I), EA(I), I=1, NMAX)
4	((MTYP(I, J), NBIC(I, J), PBIC(I, J), I=1, NPAR), J=1, NMAX)

(核データ・ライブラリーに使用されている変数名とその内容)

変 数 名	内 容
NMAX	取扱い核種数
NPAR	各核種に対して許される親核種の最大数
NFIS	核分裂収率の種類数
NGS	エネルギー群数
NEUT	中性子反応の種類数
KSC	中性子反応を起こす核種数
IM	ライブラリーコメントの word 数
COM	ライブラリーコメント
NFTYP	核分裂生成物ライブラリーのとき……………核分裂収率の種類 構造材および燃料核種のとき……………中性子反応断面積の種類
NUCL	核種コード番号
RAMAD	崩壊定数 (1 / sec)
ISGC	中性子反応断面積の有無 (0 : 無, 1 : 有)
NCH	親核種数
Q	崩壊の Q 値 (MeV / decay)
EB	β 線崩壊熱 (MeV / decay)
EG	γ 線崩壊熱 (MeV / decay)
EA	α 線崩壊熱 (MeV / decay)
MTYP	親核種のエネルギー状態
NBIC	崩壊形式
PBIC	分岐比
GYL1	独立核分裂収率
GYLD	累積核分裂収率

(崩壊数出力ユニットのFORMATと使用されている変数とその内容)

レコード	変数
1	NMAX, IT, JIT, GRAM
2	(NUCL(N), N=1, NMAX), (TMIN(K, N), N=1, 4), K=1, IT)
3*	(A(N), N=1, NMAX), (AN, N=1, NMAX), BURN, FLUX, POWER, (GX(J), J=1, 10)

* レコードをIT組繰返す。

変数名	内容
NMAX	取扱い核種数
IT	各核種の生成量を計算して出力するステップ数
JIT	生成崩壊計算を行なった順序番号
GRAM	計算に使用したU初期装荷量 (g/cc)
NUCL	核種コード番号
TMIN	各核種の生成量を計算する時刻
A	各核種の崩壊数
AN	各核種の原子数
BURN	各計算ステップの燃焼度 (MWD/MTU)
FLUX	各計算ステップの中性子束 (n/cm ² ・sec)
POWER	各計算ステップの比出力 (w/cc)
GX*	各計算ステップの核分裂収率の割合

- * GX (1) = ^{235}U の熱中性子核分裂
- GX (2) = ^{235}U の高速中性子核分裂
- GX (3) = ^{235}U の 14 MeV 中性子による核分裂
- GX (4) = ^{238}U の高速中性子核分裂
- GX (5) = ^{238}U の 14 MeV 中性子による核分裂
- GX (6) = ^{239}Pu の熱中性子核分裂
- GX (7) = ^{239}Pu の高速中性子核分裂
- GX (8) = ^{241}Pu の熱中性子核分裂
- GX (9) = ^{233}U の熱中性子核分裂
- GX (10) = ^{232}Th の高速中性子核分裂

(線型崩壊系列出力ユニットの FORMAT と使用されている変数とその内容)

レコード	変数
1	NOS
2 *	LL 1, LL 2, LL 3, (IP(I, J), J=1, LL 2) (KP(I, J), J=1, LL 2), (JX(J), J=1, LL 2)

* レコードを NOS 組繰返す。

更にレコード 1, レコード 2 を NMAX 組繰返す。

変数名	内容
NOS	線型系列の数
LL 1	線型系列中の計算核種数
LL 2	線型系列の長さ
LL 3	核分裂収率指定
IP	分岐比の 1 次成分
KP	分岐比の 2 次成分
JX	線型系列中の核種順序番号

(γ 線スペクトル・ライブラリーのFORMATとその内容)

レコード	変数
1	IFG, NGR, MGR
2	(NUC(N), N=1, IFG), (MM(N), N=1, IFG)
3*	(EN(I), ABN(I), I=1, MM)

*レコード3をIFG組繰返す。(MM(N) \neq 0のとき)

変数名	内容
IFG	γ 線ライブラリーに収録された全核種数
NGR	γ 線ライブラリーの全 γ 線数
MGR	各核種に対する γ 線の最大数
NUC	核種コード番号
MM	当核種から放出される γ 線の数
EN	γ 線のエネルギー (MeV)
ABN	γ 線の強度 (Photons / decay)

(規格化コンプトン・スペクトルのFORMATとその内容)

レコード	変数
1	NC, NG
2	(EG(N), (COM(L, N), L=1, NG), N=1, NC)

変数名	内容
NC	規格化コンプトン・スペクトルの数
NG	規格化コンプトン・スペクトルのチャンネル数
EG	規格化コンプトン・スペクトルの計算に用いた単一ピークの γ 線のピークエネルギー (keV)
COM	規格化コンプトン・スペクトル

(時間積分された崩壊数出力ユニットのFORMATとその内容)

レコード	変数
1	NFP, MMM
2	(NAM(N), N=1, NFP)
3*	(FP(N), N=1, NFP)

*レコード3をMMM組繰返す。

変数名	内容
NFP	核種数
MMM	γ 線スペクトルを計算するステップ数
NAM	核種コード番号
FP	時間積分された崩壊数

(独立核分裂収率ファイルの FORMAT とその内容)

レコード	変数
1	ICNT, MMAX, (NFT(I), I = 1, ICNT), (MMM(I), I = 1, ICNT)
2*	(IEL(I, J), J = 1, MMM), (FY(I, J), J = 1, MMM)

* レコード 2 を ICNT 回繰返す。

変数名	内容
ICNT	核分裂収率の種類数
MMAX	最大核種数
NFT	核分裂収率の種類
MMM	核種数
IEL	核種コード番号
FT	独立核分裂収率

(崩壊データ・ファイルの FORMAT とその内容)

レコード	変数
1	IEL, RAM, Q, EB, EG, EA
2	NCH1, (RTYP1(I), RFS1(I), PBIC1(I), I = 1, NCH1)

* レコード 1, 2 を繰り返す。

変数名	内容
IEL	核種コード番号
RAM	崩壊定数
Q	Q 値 (MeV/decay)
EB	β 線崩壊熱 (MeV/decay)
EG	γ 線崩壊熱 (MeV/decay)
EA	α 線崩壊熱 (MeV/decay)
NCH1	子核種数
RTYP1	崩壊形式
RFS1	子核種のエネルギー状態
PBIC1	分岐比

(断面積ファイルの FORMAT とその内容)

レコード	FORMAT	変数	数
1	(1X, I6)	NUC	
2*	(6E12.5)	(SCC(I, J), I=1, NGSC)	

*レコード2を中性子反応の種類数だけ繰り返す。

更に、レコード1, 2を必要なだけ繰り返す。

変数名	内容
NUC	核種コード番号
SCC	中性子反応断面積
(NGSC)	エネルギー群数

3.6 入出力形式

本コードの入力形式として、まず計算を行うケース数を入力し、次にそのケース数だけ計算する機能モジュールを指定する。更に指定された機能モジュールの順に必要な入力データを入れるという形式をとっている。

以下に入力及び出力形式を説明する。

3.6.1 入力形式

Card No.1 (I 3)

1. NC 1-3 計算ケース数

Card No.2 (24I 3)

1. IX(I) 計算モジュールの指定

- i = 1, NC
- = 1 核データ, ライブラリー作成モジュール
 - = 2 核データ, ライブラリー修正・追加モジュール
 - = 3 核データ, ライブラリー出力モジュール
 - = 4 Bateman法による生成, 崩壊量の計算と崩壊熱計算モジュール
 - = 5 γ 線スペクトル計算モジュール
 - = 6 核分裂生成核種の核データ・ライブラリーの図形表示モジュール
 - = 7
 - = 8 γ 線ライブラリー, コンプトン, スペクトル・ライブラリー変換モジュール
 - = 9 JDDL ライブラリー処理モジュール
 - = 10 現在使用していない
 - = 11 ENDF/Bデータ・ファイルの核分裂収率処理モジュール
 - = 12 ENDF/Bデータ・ファイルの崩壊データ処理モジュール
 - = 13 累積核分裂収率計算モジュール
 - = 14 核データ・ライブラリーの更新モジュール

(1) 核データ・ライブラリー作成モジュール (IXI = 1の時)

コントロール・データ

Card No.1 (11I 6)

1. LIB 1-6 ライブラリーの種類の指定
- = 1 核分裂生成物
 - = 2 構造材核種
 - = 3 燃料核種
2. LUT2 7-12 作成するライブラリーの論理機香
3. NMAX 13-18 作成核種数
4. KSC 19-24 中性子反応断面積の存在する核種数
5. NGS 25-30 中性子反応断面積のエネルギー群数 (= 0のときはコード内で1

- セット)
6. ILIS 31-36 ライブラリーのプリント出力の指定
= 0 出力しない
= 1 出力する
7. NFIS 37-42 核分裂収率（中性子反応断面積）の種類
LIB = 1 のとき NFIS 核分裂収率の種類
LIB = 2, 3 のとき NEUT 中性子反応断面積の種類
8. NPAR 43-48 親核種の最大級
9. ICOM 49-54 エメントカードの枚数 (= 0)
10. LUT3 55-60 核データ読み込み機香
(= 0 のときはカードから読み込む)
11. IND 61-66 ライブラリーの核分裂収率の指定 (LIB = 1 のとき必要)
= 0 ライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
= 1 ライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。

Card No 2 (18A4)

1. COM (I, J) ライブラリーのコメント
I = 1, 18 (Card No 1 で指定した ICOM 枚だけ入力)
J = 1, ICOM

Card No 3 (12I6)

- (LIB = 1 のとき必要)
1. NFTYP(I) 核分裂収率の種類指定
I = 1, NFIS
= 1 ^{235}U の熱中性子核分裂
= 2 ^{235}U の高速中性子核分裂
= 3 ^{235}U の 14 MeV 中性子による核分裂
= 4 ^{238}U の高速中性子核分裂
= 5 ^{238}U の 14 MeV 中性子による核分裂
= 6 ^{239}Pu の熱中性子核分裂
= 7 ^{239}Pu の高速中性子核分裂
= 8 ^{241}Pu の熱中性子核分裂
= 9 ^{233}U の熱中性子核分裂
= 10 ^{232}Th の高速中性子核分裂

Card No 4 (12I6)

- (LIB = 2, 3 のとき必要)
1. NFTYP(I) 中性子反応断面積の種類指定
I = 1, NEUT
= 1 (n, γ)
= 2 (n, p)
= 3 (n, α)
= 4 (n, 2n)
= 5 (n, 3n)

$$= 6 \text{ absorption } [= (n, \gamma) + \dots + (n, 3n) + (n, f)]$$

核データ

コントロール・データにて指定したNMAX組だけ以下のCard No.1~Card No.5のデータを繰り返し入力する。

Card No.1 (I6, E12.0, I X, A 1, 4E 12.0, 2I 2)

1. NUCL 1-6 核種コード

$$\text{NUCL} = Z * 10000 + A * 10 + \text{IS}$$

Z : 原子番号

A : 質量数

IS : エネルギー状態

= 0 基底状態

= 1 M 状態

= 2 N 状態

2. RAMDA 7-18 崩壊定数 (1/sec) 又は半減期

3. NU 19-20 半減期の単位

= ブランク RAMDA は崩壊定数

= S RAMDA は半減期, 単位sec

= M " " min

= H " " hour

= D " " day

= Y " " year

4. Q 21-32 当核種の崩壊のQ値 (Mev)

5. EB 33-44 単位崩壊当りのβ線崩壊熱 (Mev)

6. EG 45-56 " γ "

7. EA 57-68 " α "

(LIB = 2, 3 のとき必要)

8. ISGC 69-70 中性子断面積の有無

9. NCH 71-72 親核種の数 (NPAR)

Card No.2 (6 (I 1, I 3, F 8.0)) (NCH= 0 のとき必要)

1. MTYP 1 親核種のエネルギー状態

= 0 基底状態

= 1 M状態

= 2 N状態

2. NBIC 2-4 親核種の当核種への崩壊形式

= 1 β崩壊

= 2 isomeric transtion

= 3 (n, γ) (LIB = 1 の場合)

= 4 β⁺崩壊又は軌道電子補獲

- = 5 α 崩壊
- = 6 中性子放出
- = 7 (n, γ) (LIB = 2, 3の場合)
- = 8 (n, p) (")
- = 9 (n, α) (")
- = 10 (n, 2n) (")
- = 11 (n, 3n) (")

3. PBIC 5-12 分岐比

※ MTYP, NBIC, PBICをNCH回繰り返し入力する。

NCH 6のときはカードは1枚のみ

Card No 3 (6 E 12.0) (LIB = 1, IND = 1のとき必要)

1. GYL 1(I) 独立核分裂収率 (%)

I = 1, NFIS

Card No 4 (6 E 12.0) (LIB = 1のとき必要)

1. GYLD(I) 累積核分裂収率 (%)

I = 1, NFIS

コントロール・データのCard No 3で指定したNFTYPの順に入力する。

(2) 核データ・ライブラリー修正, 追加モジュール (IX(2) = 1の時に必要)

コントロール・データ

Card No 1 (9 I 6)

1. LIB 1-6 ライブラリーの種類の指定
 - = 1 核分裂生成物
 - = 2 構造材核種
 - = 3 燃料核種
2. LUT 1 7-12 入力ライブラリーの論理機番
3. LUT 2 13-18 作成ライブラリーの論理機番
4. KADD 19-24 追加核種数
5. NCARD 25-30 修正カード枚数
6. KSC 31-36 追加核種の内, 中性子反応断面積の存在する核種数
7. ILIS 37-42 ライブラリーのプリント出力の指定
 - = 0 出力しない
 - = 1 出力する
8. ICOM 43-48 コメントカード枚数
 - = 0のときはコメントの修正はしない。
9. ID 49-54 ライブラリーの核分裂収率の指定 (LIB=1の時必要)
 - = ライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
 - = 1 ライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。

核データの修正

i) コントロール・データのCard No. 1で指定したNCARD ライブラリーの修正を行う。

フォーマットは(1)の核データの入力と1-72カラムまでは同じであり、73-78カラムに修正する核種コード (I6)を入力し、79-80カラムにはカード番号を指定する数字NNを (I2)で入力する。

変更する核種の入力順序は任意である。

NN = 0	(2.2) のCard No. 1
= 1	(2.2) のCard No. 2
= 2	(2.2) のCard No. 3
= 3	(2.2) のCard No. 4
= 4	(n, r)
= 5	(n, p)
= 6	(n, α)
= 7	(n, 2n)
= 8	(n, 3n)
= 9	absorption

※ 2枚目以降のカードはNNに10ずつ加えた数字で表わす。

ii) 追加核種がある場合にはNADD回だけ追加核種の核データを入力する。フォーマットは(1)の核データの入力と全く同じである。

※ 修正と追加がある場合 (NCARD=0, NADD=0) は i)修正, ii)追加の順に核データを入力する。

(3) 核データ, ライブラリー出力モジュール (IX(I)=3の時に必要)

Card No. 1 (5 I 6)

1. LIB 1-6 ライブラリーの種類の指定
 - = 1 核分裂生成物
 - = 2 構造材核種
 - = 3 燃料核種
2. LUT 1 7-12 ライブラリーの論理機番
3. IPNC 13-18 バンチアウトオプション
 - = 0 バンチアウトしない
 - = N ロジカルユニットNに出力する
4. ILIS 19-24 プリントアウトする
5. IND 25-30 ライブラリーの核分裂収率の指定
 - (LIB = 1のとき必要)
 - = 0 ライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
 - = 1 ライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。

(4) Bateman 法による生成, 崩壊量計算と崩壊熱計算モジュール

(IXI)=4 の時に必要)

〔SECTION 1〕

Card No.1 (I3) : 001

Card No.2 (12 I 6)

1. LIB 1-6 核データライブラリの種類の指定
 - = 1 核分裂生成物
 - = 2 構造材核種
 - = 3 ACTINIDE核種
2. LUTI 7-12 核データライブラリーの論理機番
3. IDISK 13-18 崩壊熱出力ファイルの論理機番
 - = 0 のときは出力しない
 - ※ 後のケースで γ 線スペクトルの計算, 核種群分離追跡計算及び短期照射履歴の基礎データファイルを作成する時は必ず指定する。
4. NNUO 19-24 計算核種数
 - = 0 核データライブラリに収納されている全核種の生成量を計算する。
 - = N N 個の核種の生成量を計算する。
5. NC 1 25-30 核データライブラリの中のNC1番目からNC2番目までの核種の生
6. NC 2 31-36 成量を計算する。
7. KPAR 37-42 考慮する親核種の崩壊形式の指定
 - = 0 核データライブラリーに収められている全ての崩壊形式を考慮する。
 - = 1 IPA (Card No.5) にて指定したもののみ考慮する。
8. ILIS 43-48 ライブラリープリントアウトオプション
 - = 0 プリントアウトしない
 - = 1 プリントアウトする
9. IAOPT 49-54 (α, n) 計算オプション
 - = 0 (α, n) の計算をしない。
 - = -1 (α, n) の計算をし結果をプリントアウトする。
 - = N (α, n) の計算をし結果を論理機番Nへ出力する。
10. IPIJ 55-60 (IAOPT=0 のとき必要)
 - (α, n) の計算に必要な (α, n) 中性子生成ライブラリ論理機番
11. ISFOPT 61-66 自発核分裂中性子計算オプション
 - = 0 計算しない
 - = N 計算し結果を論理機番Nへ出力する。

12. LIBSF 67-72 自発核分裂中性子計算用ライブラリー入力論理機番
Card No.3 (8I6)
1. ITB 1-6 照射冷却履歴のタイムステップ数
 2. IT 7-12 各核種の生成量を計算して出力する回数
 3. INIT 13-18 初期原子数の入力指定
= 0 初期原子数は0.0にセットする。
= 1 初期原子数を入力する (Section 6)
= N 簡易インベントリ基礎データファイルの燃焼ステップNの原子数を初期原子数とする。
 4. ITOP 19-24 = 0 normal
= 1 長時間照射後の短い冷却時間における計算を精度よく行うためのオプション。出力時刻のうち、その冷却時間に対応する部分を秒単位で入力することが必要。
 5. LCHA 25-30 線型に分解した崩壊系列の長さの最大値
 6. NCHA 31-36 線型に分解した崩壊系列の長さの最大値
 7. IO 37-42 図形処理用出力ファイルの論理機番
= 0 のとき出力しない。
 8. IND 43-48 ライブラリーの核分裂収率の指定
(LIB = 1 のとき必要)
= 0 核データライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
= 1 核データライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。

Card No.4 (8(I6, 3X)) (NNU=0, NC2=0 のとき必要)

1. ELMO(I) 取扱い核種コード番号
I-1, NNUO

(SECTION 2)

Card No.1 (I3): 002

Card No.2 (4F 10.0, 3I6)

1. TBIN(I, 1) 1-10 照射冷却の時間 (日)
2. TBIN(I, 2) 11-20 照射冷却の時間 (時)
3. TBIN(I, 3) 21-30 照射冷却の時間 (分)
4. TBIN(I, 4) 31-40 照射冷却の時間 (秒)
5. IFY (I) 41-46 核分裂エネルギーの入力指定
= 0 前のタイムステップの値を用いる。
= 1 新しく入力する。
= 2 短期照射履歴計算等で使用する基礎データファイルから読み込む
6. IFE (I) 47-52 核分裂エネルギーの入力指定

- = 0 前のタイムステップの値を用いる。
最初から入力しないときには、核物裂エネルギーとして 201.4Mev がとられる。これは $1 W = 3.1 \times 10^{10}$ fission/sec に相当する。
- = 1 新しく入力する。

7. IFS(I) 53-58 1 群定数の区別
- = 0 高速炉系の 1 群定数で計算する
 - = 1 熱中性子炉系の 1 群定数で計算する

Card No 3 (10E 7.0) (IEY(I)= 1 のとき必要)

1. GX (L, M) 核分裂割合 (合計で 1.0 にする)
- M = 1, NFIS

※ NFIS 個の核種の順番については 1) のコントロール・テータの Card No. 3 核分裂収率の項を参照のこと。

Card No 4 (10E 7.0) (IFE(I)= 1 のとき必要)

1. FME (I, M) 核分裂エネルギー (Mev)
- M = 1, NFIS

※ NFIS 個の核種の順番については (2.1) の Card No. 3 核分裂収率の項を参照のこと。

[SECTION 3]

Card No 1 (I3) : 003

Card No 2 (6E 12.0)

1. PWR (I) 炉出力
- I = 1, 1TB ≥ 0.0 i 番目のタイムステップの炉出力
- < 0.0 瞬時照射 ($|PWR(I)| W \cdot sec$)

[SECTION 4]

Card No 1 : 004

Card No 2 (6E 12.0)

1. FLUX(I) 中性子束
- I = 1, 1TB 高速炉系では全中性子束, 熱中性子炉系では 0.5eV 以下の熱中性子束
- ≥ 0.0 中性子束 ($n/cm^2 \cdot sec$)
- < 0.0 中性子束 = $|FLUX(I)| \cdot PWR(I)$

[SECTION 5]

Card No 1 (I3) : 005

Card No 2 (4F10.0, I6, E 10.0)

1. TMIN (I, 1) 1-10 生成量を計算する時刻 (日)
2. TMIN (I, 2) 11-20 " (時)
3. TMIN (I, 3) 21-30 " (分)

4. TMIN(L, 4) 31-40 生成量を計算する時刻 (秒)
5. NOP (I) 41-46 生成量のプリント出力指定
 = 0 全てをプリント
 = 1 原子数, 放射能, 崩壊熱の合計, 崩壊熱にFF%以上
 寄与する核種のプリント
 = 2 原子数, 放射能, 崩壊熱の合計のみプリント
 = 3 プリントしない
 = 4 全てをプリントし更に同位体核種毎の合計もプリント
6. FF (D) 47-56 崩壊熱に寄与する核種のうちFF%以上のものについてプリントする (0.0のときは1%とする)

※ Card No.2をIT 組繰り返し入力する。

[SECTION 6] (INIT ≤ 1のとき必要)

Card No.1 (I 3) : 006

Card No.2 (I 3)

1. ILNO 1-3 短期照射履歴計算, もしくはRESTART 計算のとき簡易イベントリ基礎データファイルを読み込む論理機番
 = 0のときはCard No.3より初期原子数を入力する。

Card No.3 (3 (I 6, E 12.0, 2X)) ※L

1. IE 1-6 初期原子数を入力する核種コード番号
2. ANI (N) 7-18 初期原子数
3. IE(N+1) 21-26
4. ANI (N+1) 27-38

※ Card No.3を必要なだけ繰り返す

入力した初期原子数の数が3の倍数であったら最後にブランクカードを入れる。

[SECTION 7]

Card No.2 (I 3)

1. INDEX 1-3 = 0 SECTION 4の中性子束は入力せずに炉出力から内部で計算
 更に燃焼度を計算しTime step毎の1群断面積を内挿する。
- = 1 SECTION 3の炉出力は入力せずに中性子束から内部で計算
 更に燃焼度を計算しTime step毎の1群断面積を内挿する。
- = 2 燃焼度を計算しTime step毎の1群断面積を内挿する。
 (この場合炉出力, 中性子束は入力する)

[SECTION 8]

- Card No.1 (I 3) : 008 (IAOPT= 0の時必要)
- Card No.2 (3 (I 6, E 12.0, 2X) (α, n) 計算で標的核種の初期原子数
1. IE 1-6 初期原子数を入力する核種コード番号
 2. ANI (N) 7-18 初期原子数
 3. IE (N+1) 21-26
 4. ANI (N+1) 27-38

* Card No.2を必要な枚数だけ繰り返す。入力した原子数の数が3の倍数であったら最後にブランクカードを入れる。

[SECTION 9]

- Card No.1 (I 3) : 999 計算の終了を示す。

* 連続計算の場合003~008について変更部分のあるSECTIONのみ入力して最後に999で終了する。

(5) γ 線スペクトル計算モジュール (IX (i) = 5の時に必要)

Card No.1 (4 I 5)

1. IU 3 1-5 γ 線ライブラリー入力ユニット
2. IU 4 6-10 規格化コンプトン・スペクトル入力ユニット
3. IU 8 11-15 積分された崩壊熱出力ユニット
4. IU 12 16-20 崩壊数入力ユニット

(生成・崩壊量計算で指定したIDISKを指定)

Card No.2 (16 I 5)

1. ICA (I) 生成・崩壊量計算モジュールを実行した計算ケース内、どのケースの計算を行うかを指定する。
最大16ケースまで指定できる。
生成・崩壊量計算モジュールの計算ケースの1番目を計算するときはCol.5に1を入力する。
= N N番目のケースを計算する。
= -N N番目のケースを計算する。但し、以下のCard No. 3~Card No.15のデータは前回のものを使用するので入力の必要なし。

Card No.3 (18A4)

1. ITI(I) 1-72 γ 線スペクトル計算のタイトル
I = 1, 18

Card No.4 (16I5)

1. IOP1 1-5 核分裂生成量積分オプション
= 0 積分しない
= 1 シンプソン1/3, 3/8で静分

2. IOP2 6-10 コンプトン・オプション
 = -1 単一ピークの γ 線スペクトルから規格化コンプトン
 ・スペクトルを計算し、カード出力する。
 = 0 コンプトン効果を考慮しない。
 = 1 -1と同じ。カードは出力しない。
 = 2 規格化コンプトン・スペクトルをカードで入力する。
 = 3 規格化コンプトン・スペクトルをロジカルユニットか
 ら読み込む。
3. IOP 3 11-15 検出効率オプション
 = 0 考慮しない
 = 1 log-log 一次内挿で作成。
 = 2 数点のデータをlog-log 一次内挿で作成。
4. IOP4 16-20 ピークのガウス分布オプション
 = 0 考慮しない
 = 1 考慮する
5. IOP5 21-25 テバック・オプション
 = 0 チェック・プリントしない
 = 1 チェック・プリントする
6. IOP 6 26-30 規格化コンプトン・スペクトルのプロット・オプション
 = 0 プロットしない。
 = 1 プロットする
7. IOP 7 31-35 ガウス分布のみ考慮した γ 線スペクトルのプロット・オプション
 = 0 プロットしない。
 = 1 プロットする。
8. IOP8 36-40 検出器の応答関数を考慮した γ 線スペクトルのプロット・オプション
 = 0 プロットしない。
 = 1 プロットする。
- Card No 5 (16I5)
1. NMAX 1-5 γ 線スペクトルのチャンネル数
 = 0 γ 線スペクトルの計算をしない。規格化コンプトン・
 スペクトルの計算のみを行う。
 = N N - チャンネル
2. NDATA 6-10 検出効率内挿用のデータの数
 (IOP 3 = 2 のとき必要)
3. NCOM 11-15 規格化コンプトン・スペクトルの数 (IOP 2=0 のとき必要)
4. NP 16-20 平滑化におけるデータ数
 ≤ 0 のときは平滑化はしない。

- 5. NG 21-25 規格化コンプトン・スペクトルのチャンネル数, NG=0 なら NG=300 となる。
(IOP 2 = 0 のとき必要)
- 6. NR 26- 30 γ 線スペクトルを縮約する領域数 (NMAX=0 のとき必要)
- 7. NCMAX 31- 35 規格化コンプトン・スペクトルを計算する際の単一ピークの γ 線スペクトルのチャンネルの最大数 (1000)
(IOP 2 = - 1, 1 のと 必要)
- 8. NSIM 36-40 核分裂生成物の生成崩壊数を積分して出力する数
(γ 線スペクトルを計算する回数)
(\leq IT)
(IOP 1 = 1 のとき必要)

Card No.6 (6E 12.0)

- 1. SLOPE 1-12 チャンネル巾 (KeV/ch)
(NMAX=0 のとき必要)
- 2. CONST 13-24 ゼロチャンネルのエネルギー (KeV)
(NMAX=0 のとき必要)
- 3. FRAC 25- 36 FRAC 以上の寄与をもつ γ 線をプリント出力する。
(NMAX=0 のとき必要)
- 4. A 37- 48 検出効率計算一次式の定数 (A)
 $\log \epsilon = A \log E + B$
 ϵ : 検出効率
E : γ 線エネルギー
(IOP 3 = 1 のとき必要)
- 5. B 49- 60 検出効率計算一次式の定数 (B)
(IOP 3 = 1 のとき必要)
- 6. FWHM 61-72 フォトピークの半値巾 (KeV)
(IOP 4 = 1 のとき必要)

Card No.7 (8 (2I3, 3X)) (IOP1=0 のとき必要)

- 1. IS 1(I), IS 2(I) 核分裂生成物崩壊数積分データ
I = 1, NSIM IS 1(I): 積分の下限タイムステップ
 IS 2(I): 積分の上限タイムステップ
 IS 1 と IS 2 との間ではタイムステップ
 巾 Δt は一定でなければならない。

Card No.8 (6E12.0) (IOP 3 = 2 のとき必要)

- 1. E(I), ETA(I) 検出効率内挿データ
I = 1, NDATA E : エネルギー (keV)
 ETA : 検出率

Card No.9 (2I6) (IOP = - 1, 1 のとき必要)

1. NUC 1-6 規格化コンプトン・スペクトルを作成する単一ピーク γ 線スペクトルの核種コード番号
2. NM1 7-12 上記 γ 線スペクトルのチャンネル数
- Card No.10 (6E 12.0) (IOP 2 = -1, 1 のとき必要)
1. AR 1-12 ピーク面積
2. EG 13-24 ピーク・エネルギー (KeV)
3. CFW 25-36 ピークの半値巾 (keV)
4. CSL 37-48 チャンネル巾 (KeV/ch)
5. CCO 49-60 ゼロチャンネルのエネルギー (KeV)
- Card No.11 (6X, 9F 7.0 / (F 6.0, 9F 7.0))
(IOP 2 = -1, 1 のとき必要)
1. COM (M) 規格化コンプトン・スペクトルを作成するもととなる単一ピークの γ 線スペクトル
M = 1, NM1
- NCOM組 Card No.9 ~ Card No.11を繰返し入力する。
- Card No.12 (2I6) (NR = 0 のとき必要)
1. NEC (N), IPR (N) NEC : 各領域の最終チャンネル
N = 1, NR IPR : IPRチャンネルずつ縮約
- Card No.13 (2I6) (IOP 2 = 2 のとき必要)
1. NC 1-6 規格化コンプトン・スペクトル
2. NG 7-12 規格化コンプトン・スペクトルのチャンネル数
- Card No.14 (E 8.0) (IOP 2 = 2 のとき必要)
- EG (N) 1-8 ピーク・エネルギー
- Card No.15 (10E 8.0) (IOP 2 = 2 のとき必要)
1. COM (N, I) 規格化コンプトン・スペクトル
I = 1, NG
- NC組 Card No.14, Card No.15を繰返し入力する。
- Card No.16 (18A 4) (IOP 6 = 1 のとき必要)
1. TITI) 1-72 規格化コンプトン・スペクトルのプロッター用タイトル
I = 1, 18
- NC組 Card No.16を繰返し入力する。
- Card No.17 (18A 4) (IOP 7 = 1 のとき必要)
1. TITI) 1-72 ガウス分布のみを考慮した γ 線スペクトルのプロッター用タイトル
- Card No.18 (18A 4) (IOP 8 = 1 のとき必要)
1. TITI) 1-72 検出器の応答関数を考慮した γ 線スペクトルのプロッター用タイトル
I = 1, 18
- NSIM組 (IOP = 0 のときはFPDHルーチンで入力したIT組)
Card No.17, Card No.18を繰返し入力する。

Card No. 2 の ICA にて指定したケース毎に Card No. 3 ~ Card No. 18 を入力する。

(6) 核分裂生成物核種の核データ・ライブラリーの図形表示モジュール

(IX(I) = 6 のとき必要)

Card No. 1 (7I6)

- | | | |
|----------|-------|---|
| 1. LIB | 1-6 | ライブラリーの種類の指定
= 1 核分裂生成物
= 2 構造造材核種
= 3 燃料核種 |
| 2. LUT 1 | 7-12 | ライブラリーの論理機番 |
| 3. IPLOT | 13-18 | プロッター又は C O M の出力指定
= 0 出力しない。
= 1 崩壊系列
= 2 累積核分裂収率のテーブル
= 3 崩壊系列と累積核分裂収率のテーブル
= 4 累積核分裂収率と独立核分裂収率のテーブル
= 5 崩壊系列と累積核分裂収率と独立核分裂収率のテーブル |
| 4. ITRE | 19-24 | ライン・プリンターの出力指定
= 0 出力しない。
= 1 崩壊系列
= 2 テーブル
= 3 崩壊系列とテーブル |
| 5. IMA 1 | 25-30 | 質量数が IMA 1 から IMA 2 までの核種について崩壊系列を出 |
| 6. IMA 2 | 31-36 | 力する。 |
| 7. IND | 37-42 | ライブラリーの核分裂収率の指定 (LIB = 1 のとき必要)
= 0 ライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
= 1 ライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。 |

(8) γ 線ライブラリー、コンプトン・スペクトルライブラリーのデータ変換モジュール

(IX(I) = 8 のとき必要)

Card No. 1 (5I6)

- | | | |
|--------|-------|--|
| 1. ING | 1-6 | γ 線ライブラリー入力機番
= 0 のときは変換は行わない。 |
| 2. INC | 7-12 | コンプトン・スペクトル入力機番
= 0 のときは変換は行わない。 |
| 3. IOG | 13-18 | γ 線ライブラリー出力機番 |
| 4. IOC | 19-24 | コンプトン・スペクトル出力機番 |

- | | | |
|----------|-------|-------------------------------|
| 2. LUT 1 | 7-12 | 作成する独立核分裂収率ファイルの論理機番 |
| 3. IEF | 13-18 | = 0 ENDF/B-IV
= 1 ENDF/B-V |

Card No.2 (6I6)

- | | | |
|-----------|--|-----------------------------|
| 1. NCC(I) | | 核分裂を起こす核種が入っているENDF/B の論理機番 |
| | | I = 1, NF |

Card No.3 (6I6)

- | | | |
|------------|--|-----------------|
| 1. NMAT(I) | | 核種のMaterial NO. |
| | | I = 1, NF |

(12) ENDF/B データ・ファイルの処理モジュール (IX(I)=12のとき必要)

Card No.1 (6I6)

- | | | |
|----------|-------|---|
| 1. INUC | 1-6 | 崩壊データを処理する核種数 (≤ 1000) |
| 2. ION | 7-12 | 崩壊データ・ファイルUpdate オプション
= 0 Initial (Update はしない)
= 1 Update する。 |
| 3. IEF | 13-18 | = 0 ENDF/B-V
= 1 ENDF/B-IV |
| 4. LUT 1 | 19-24 | 作成する崩壊データファイル論理機番 |
| 5. LUT 2 | 25-30 | 旧崩壊データファイル論理機番 |
| 6. LUTM | 31-36 | ENDF/B 論理機番 |

Card No.2 (12I6)

- | | | |
|-----------|--|----------------------------------|
| 1. NCC(I) | | (NCC(I), I = 1, INUC) 処理核種のコード番号 |
| | | I = 1, INUC |

(13) 累積核分裂収率計算モジュール (IX(I)=13のとき必要)

Card No.1 (5I6)

- | | | |
|----------|-------|---|
| 1. LUT 1 | 1-6 | 旧ライブラリー論理機番 |
| 2. LUT 2 | 7-12 | 独立核分裂収率ファイル論理機番 |
| 3. LUTN | 13-18 | 作成するライブラリー論理機番 |
| 4. | 19-24 | 旧ライブラリーの核分裂収率の指定
= 0 ライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
= 1 ライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。 |
| 5. NCOM | 25-30 | コメントカードの枚数 (= 0) |

(14) 核データ・ライブラリーの更新モジュール (IX(I)=14のとき必要)

Card No.1 (9I6)

- | | | |
|--------|-----|----------------------------|
| 1. LIB | 1-6 | ライブラリーの種類の指定
= 1 核分裂生成物 |
|--------|-----|----------------------------|

- = 2 構造材核種
- = 3 燃料核種
- 2. LUT1 7-12 ライブラリー作成, 修正オプション
 - = 0 ライブラリーを新しく作成する。
 - = N ライブラリーのUpdate を行う。
(旧ライブラリー論理機番)
- 3. LUTD 13-18 崩壊データファイル論理機番
 - = 0 のときは崩壊データの処理は行わない。
- 4. NMXD 19-24 崩壊データファイルに入っている核種数
- 5. LUTC 25-30 断面積データファイル論理機番
 - = 0 のときは断面積の処理は行わない。
- 6. NMXC 31-36 断面積データファイルに入っている核種数
- 7. NEC 37-42 断面積データファイルに入っている断面積の種類数 0 のときはコード内で吸収断面積の計算を行う。
- 8. NGSC 43-48 断面積データファイルのエネルギー群数
- 9. IND 49-54 旧ライブラリーの核分裂収率の指定
 - (LIB = 1, LUT1 = 0 のとき必要)
 - = 0 ライブラリーには累積核分裂収率のみ存在する。
 - = 1 ライブラリーには累積核分裂収率と独立核分裂収率が存在する。

Card No 2 (5I6)

- 1. NCOM 1 - 6 コメントカードの枚数 (= 0)
- 2. LUTN 7-12 作成するライブラリーの論理機番
- 3. NADD 13-18 追加核種数
- 4. NUPD 19-24 核種名を変更する数
- 5. ILIS 25-30 読み込んだデータのプリントオプション
 - = 0 出力しない。
 - = 1 出力する。

Card No 3 (18A4)

- 1. COMM(I, J) ライブラリーのコメント
 - I = 1, 18
 - J = 1, NCOM

Card No 4 (6I6) (LUTC = 0 のとき必要)

- 1. NFT(I) 断面積の種類指定
 - I = 1, NEC
 - = 1 (n, r)
 - = 2 (n, p)
 - = 3 (n, α)
 - = 4 (n, 2n)

= 5 (n, 3n)

= 6 absorption

Card No.5 (8I9) (NADD>0のとき必要)

1. NUCL (I) 追加する核種コードNoを入力する。

I = 1, NADD

Card No.6 (4 (I2, 1X, I6, I9)) (NUPD>のとき必要)

1. NSEQ 1-2 同じ核種名がある場合の順序番号。通常は0でよい。

2. NOLD 4-9 旧核種コード名

3. NNEW 10-18 新核種コード名

NSEQ, NOLD, NNEW をNUPD回繰り返し入力する。

3.6.2 出力形式

(1) 核データ・ライブラリー作成モジュール

1. 入力データのリスト
2. ライブラリー (ILIS=1のとき)

(2) 核データ・ライブラリー修正, 追加モジュール

1. 入力データのリスト
2. ライブラリー修正データ
3. ライブラリー (ILIS=1のとき)

(3) 核データ・ライブラリー出力モジュール

1. 入力データのリスト
2. ライブラリー (ILIS=1のとき)

(4) Bateman 法による生成, 崩壊量の計算と崩壊熱計算モジュール

1. 入力データのリスト
 2. タイトル
 3. ライブラリー (ILIS=1のとき)
 4. 照射履歴および生成量の計算時刻
 5. 各核種の原子数およびそれらの総和
 6. β 線崩壊熱および γ 線崩壊熱および α 線崩壊熱の各核種毎の崩壊熱とそれらの総量。およびそれらの原子炉出力に対する割合。
 7. 崩壊熱に1%以上の寄与をする核種の出力 A
 8. (α, n) 137 群Total Neutron Flux。
 9. 自発核分裂中性子137 群Total Neutron Flux。
- ※ 5, 6, 7, 8, 9がiT 回繰り返し出力される。

(5) γ 線スペクトル計算モジュール

1. タイトル
2. 入力データのリスト
3. γ 線の全強度, γ 線平均エネルギー

4. 強い γ 線ピークの放出核種名, γ 線エネルギー, 強度および全 γ 線強度に対する割合
(全 γ 線強度に対してどの程度の寄与を持つ γ 線を出力するかをFRACにて指定する)
 5. 検出器に入る前の γ 線スペクトル
 6. 検出器の応答関数を考慮した γ 線スペクトル
 7. 規格化コンプトン, スペクトルおよび5,6の γ 線スペクトルのプロット(それぞれ IOP 6 = 1, IOP 7 = 1, IOP 8 = 1 のとき)。このときプロッターの作図データも出力される。
 8. チェックプリント (IOP 5 = 1 のとき)
- (6) 核分裂生成物核種の核データ・ライブラリーの図形表示モジュール
 1. 入力データのリスト
 2. 変換完了メッセージ
 - (7) JDDL 処理モジュール
 1. 入力データのリスト
 2. JDDL の入力プリント (ILIS = 1)
 3. ライブラリー
 - (8) ENDF /B データ・ファイルの核分裂処理モジュール
 1. 入力データのリスト
 2. 核分裂収率の種類毎の全核種の合計収率 (%)
 - (9) ENDF /B データファイルの崩壊データ処理モジュール
 1. 入力データのリスト
 2. 処理した核種の核データのプリント
 - (10) 累積核分裂収率の計算モジュール
 1. 入力データのリスト
 2. チェックプリント
 3. 核分裂収率の種類毎の全核種の合計収率 (%)
 4. 独立核分裂収率
 5. 累積核分裂収率
 - (11) 核データ・ライブラリーの更新モジュール
(ENDF /B データを処理したファイルとの結合)
 1. 入力データのリスト
 2. チェックプリント (ILIS = 1 のとき)
 3. 処理した核種数と核種コード番号のプリント (ILIS = 0 のとき)

3.6.3 ジョブ制御文

FACOM M200 システムを利用する場合のジョブ制御文を次に示す。

```

//JCLG JOB
// EXEC JCLG
//SYSIN DD DATA,DLM='++'
// JUSER
    T.5 C.5 I.4 W.4 P.O OPN GRP NLP
    OPTP MSGLEVEL=(1,1),NOTIFY=J9139,PASSWORD=
//*
//*          COMRAD  MODEIFIED
//*
//COMRAD EXEC LMGO,LM=J9999.COMRAD
//FT01F001 DD DSN=J9999.JDDLACT.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN) ----- ①
//FT02F001 DD DSN=&&F02,DISP=(NEW,PASS,DELETE),
//          DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068),
//          SPACE=(TRK,(100,50)),UNIT=WK10
//FT04F001 DD DSN=J9999.JDDLFP.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN) ----- ②
//FT10F001 DD DSN=&&F10,DISP=(NEW,PASS,DELETE),
//          DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068),
//          SPACE=(TRK,(100,50)),UNIT=WK10
//FT11F001 DD DSN=J9999.ALPHIJ.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN) ----- ③
//FT12F001 DD DSN=J9999.ALPHACAL.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT14F001 DD DSN=J9999.SPONTL.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN) ----- ④
//FT15F001 DD DSN=J9999.SFCAL.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)
//FT19F001 DD DSN=&&F19,DISP=(NEW,PASS,DELETE),
//          DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068),
//          SPACE=(TRK,(100,50)),UNIT=WK10
//FT70F001 DD DSN=J9999.ONEGLPAT.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN) ----- ⑤
//FT71F001 DD DSN=J9999.ONEGLPFP.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN) ----- ⑥
//FT98F001 DD DSN=&&F98,DISP=(NEW,PASS,DELETE),
//          DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068),
//          SPACE=(TRK,(100,50)),UNIT=WK10
//FT99F001 DD DSN=&&F99,DISP=(NEW,PASS,DELETE),
//          DCB=(RECFM=VBS,LRECL=19064,BLKSIZE=19068),
//          SPACE=(TRK,(100,50)),UNIT=WK10
// EXPAND GRNLP
//SYSIN DD DSN=J9999.CMRDINPT.DATA(PWRCAL),DISP=SHR ----- ⑦
++
//

```

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| ①：アクチニド核種の核データ・ライブラリー | ⑤：PWRアクチニド1群定数ライブラリー |
| ②：核分裂生成物の核データ・ライブラリー | ⑥：PWR核分裂生成物1群定数ライブラリー |
| ③：(α , n) 中性子生成ライブラリー | ⑦：入力データ |
| ④：自発核分裂中性子生成量計算用ライブラリー | |

4. 計 算 例

4.1 燃焼計算

本コードの計算例として、PWRのセル平均出力を94.06 (W/CC)とした場合の核燃料核種の生成量、放射能、崩壊熱および自発核分裂中性子放出量の計算をした。

中性子束は燃焼度毎にコード内で計算し、1群断面積も燃焼度で内挿して使用する。

燃焼計算のTime stepは1~10stepまで $\Delta t = 64.033$ 日(これは燃焼度2000 MWD/MTUに相当する)、11~22step まで $\Delta t = 80.041$ 日(これは燃焼度2500 MWD/MTUに相当する)の22stepで行った。

初期原子数個数密度は

$$^{235}\text{U} \ 2.67 \times 10^{20} \quad (\text{個}/\text{cc})$$

$$^{238}\text{U} \ 7.4849 \times 10^{21} \quad (\text{個}/\text{cc})$$

以上の条件で計算を行った。

入力例をTable 8に、出力例をTable 9に示す。又、計算結果の燃焼度における核種毎の個数密度をORIGEN及びORIGEN2と比較しFig. 16に示す。各核種個数密度の燃焼に対する傾向は大略良い一致を示すが、計算コード間で50%以上の差が生ずる核種もあり、今後さらに使用するデータを検討する必要がある。

Table 8 Sample of input data

	1	2	3	4	5	6	7-R
1							
4							
BURN-UP CALCULATION OF							
ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR)							
001	3	1	2	0	0	0	0
	19	19	1	0	30	100	0
002							
	64.033				0	0	-4
	128.066				0	0	0
	192.099				0	0	0
	256.132				0	0	0
	320.165				0	0	0
	384.198				0	0	0
	448.231				0	0	0
	512.264				0	0	0
	576.297				0	0	0
	640.330				0	0	0
	720.371				0	0	0
	800.412				0	0	0
	880.453				0	0	0
	960.494				0	0	0
	1080.492				0	0	0
	1140.492				0	0	0
	1325.492				0	0	0
	1505.492				0	0	0
	1690.492				0	0	0
003							
	94.06	94.06	94.06	94.06	94.06	94.06	94.06
	94.06	94.06	94.06	94.06	94.06	94.06	94.06
	94.06	94.06					
005							
	64.033				1		
	128.066				1		
	192.099				1		
	256.132				1		
	320.165				1		
	384.198				1		
	448.231				1		
	512.264				1		
	576.297				1		
	640.330				1		
	720.371				1		
	800.412				1		
	880.453				1		
	960.494						
	1080.492						
	1140.492				1		
	1325.492						
	1505.492				1		
	1690.492						
006							
	922350	2.6700E+20	922360	0.0000E+00	922380	7.4849E+21	
008							
	80170	5.4997E+18	80180	3.2805E+19			
007							
	0						
999							

Table 9 Sample of output data

```

***** CASE- 1 GENERAL CONTROL OPTION *****
*
* LIB      KIND OF LIBRARY (1/2/3=FP/CLAD/ACT)                3 *
* LUT1     LIBRARY UNIT NO.                                  1 *
* IDISK    OUTPUT FILE UNIT NO (0/N=NO/OUTPUT)              2 *
* NNUO     NUMBER OF NUCLIDE (0/N=ALL/N)                    0 *
* NC1      NUCLIDE NUMBER-1                                 0 *
* NC2      NUCLIDE NUMBER-2                                 0 *
* KPAR     PARENT OPTION (0/1=NO/YES)                      0 *
* ILIS     LIST OPTION (0/1=NO/YES)                        0 *
* IAOPT    (A,N) OPTION (-1/0/N=PRT/NO/FILE)              12 *
* IPIJ     (A,N) PIJ LIBRARY UNIT NO.                      11 *
* ISFOPT   SPONTANEOUS FISSION OPTION(0/1=NO/YES)         15 *
* LIBSF    SPONTANEOUS FISSION LIBRARY UNIT NO.           14 *
* ITB      NUMBER OF TIME STEP                             19 *
* IT       NUMBER OF OUTPUT TIME                           19 *
* INIT     INITIAL ATOM-NUMBER INPUT OPTION                 1 *
*          (0/1=NO/INPUT)
* ITOP     ACCURATE CAL. OPTION (0/1=NO/YES)               0 *
* LCHA     MAXIMUM LENGTH OF LINEAR CHAIN                  30 *
* NCHA     MAXIMUM NUMBER OF LINEAR CHAIN                  100 *
* IO13     UNIT NO. FOR PLOTTING                           0 *
* IND      FISSION YIELD (0/1=CUM/IND&CUM)                 1 *
*
* NMAX     NUMBER OF NUCLIDES IN LIBRARY                   378 *
* NPAR     NUMBER OF PARENTS IN LIBRARY                    7 *
* NFIS     NUMBER OF FISSION YIELDS IN LIBRARY             0 *
* NGS      NUMBER OF GROUPS                                27 *
* NEUT     NUMBER OF NEUTRON X-SECT IN LIBRARY            3 *
* KSC      NUMBER OF NEUTRON CROSS SECTION                 43 *
* NCW      NUMBER OF COMMENTS (WORDS)                     18 *
*
*****
* RESERVED STORAGE                                         158000 *
* USED STORAGE                                             40734 *
*****

```

FLX= 0.18914E+15 AVG= 0.10000E+01
 TIME STEP 1 CALCULATED FLUX - 0.18914E+15
 TIME STEP 1 CALCULATED BURN UP - 0.19671E+04 GRAM - 0.30618E+01

***** CALCULATION INPUT DATA *****
 ***** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) *****

```

***** IRRADIATION AND COOLING TIME                POWER          FLUX          *****
6.403E+01-DAY 0.0      -HOUR 0.0      -MIN 0.0      -SEC 9.40600E+01 WATT 1.89142E+14
1.281E+02-DAY 0.0      -HOUR 0.0      -MIN 0.0      -SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
1.921E+02-DAY 0.0      -HOUR 0.0      -MIN 0.0      -SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
2.561E+02-DAY 0.0      -HOUR 0.0      -MIN 0.0      -SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
3.202E+02-DAY 0.0      -HOUR 0.0      -MIN 0.0      -SEC 9.40600E+01 WATT 0.0

```

3.842E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
4.482E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
5.123E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
5.763E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
6.403E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
7.204E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
8.004E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
8.805E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
9.605E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 9.40600E+01 WATT 0.0
1.080E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 0.0 WATT 0.0
1.140E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 0.0 WATT 0.0
1.325E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 0.0 WATT 0.0
1.505E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 0.0 WATT 0.0
1.690E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC 0.0 WATT 0.0

***** FISSION RATIO

***** OUTPUT TIME AND PRINT CONTROL (0/1/2/3=DETAIL/MEDIUM/SIMPLE/NO),

PRINT *****

6.403E+01-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
1.281E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
1.921E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
2.561E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
3.202E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
3.842E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
4.482E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
5.123E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
5.763E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
6.403E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
7.204E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
8.004E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
8.805E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
9.605E+02-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	0
1.080E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	0
1.140E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
1.325E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	0
1.505E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	1
1.690E+03-DAY 0.0	-HOUR 0.0	-MIN 0.0	-SEC	0

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***

*** OUTPUT TIME --- 6.403E+01-DAY 0.0 -MIN 0.0 -SEC ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	DECAY HEAT (WATT)			UNKNOWNS			TOTAL
			ALPHA	BETA	GAMMA	BETA	GAMMA	TOTAL	
SUMMATION	7.73592D+21	6.59945D+01	4.98412D-06	1.01764D-01	3.13478D-02	0.0	0.0	0.0	3.88899D-01
UNKNO#N(O/O)				(0.0)	(0.0)				(0.0)
(1/DP-POWER)			5.29887E-08	1.08190E-03	3.33274E-04				4.13458E-03
(1/TOTAL EMISSION)			1.28160E-05	2.61672E-01	8.06064E-02				1.00000E+00

*** SUMMARY TABLE OF IMPORTANT NUCLIDE IN DECAY HEAT (ABOVE 1.00 PERCENT) ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	A(N)/TOTA	B(N)/TOTB	G(N)/TOTG	ABG(N)/TOTABG
U 239	2.48352E+15	3.29408E+01	0.0	7.71263E-01	3.06689E-01	6.61831E-01
NF239	3.57799E+17	3.29426E+01	0.0	2.28301E-01	6.91585E-01	3.37391E-01
TOTAL	3.60282E+17	6.58834E+01	0.0	9.99564E-01	9.98274E-01	9.99223E-01

**** CALCULATED SPONTANEOUS FISSION ****

TOTAL SPONTANEOUS FISSION - 0.88607E-01

**** 137 GROUP CALCULATED SPONTANEOUS FISSION ****

1	0.43779E-05	51	0.41693E-04	101	0.17089E-11
2	0.14106E-04	52	0.34657E-04	102	0.11378E-11
3	0.38846E-04	53	0.28800E-04	103	0.68127E-12
4	0.93083E-04	54	0.23925E-04	104	0.31864E-12
5	0.19720E-03	55	0.19871E-04	105	0.47730E-13
6	0.37461E-03	56	0.16500E-04	106	0.28631E-14
7	0.64618E-03	57	0.25070E-04	107	0.31511E-25
8	0.10234E-02	58	0.17269E-04	108	0.0
9	0.15031E-02	59	0.11889E-04	109	0.0
10	0.20651E-02	60	0.81825E-05	110	0.0
11	0.26746E-02	61	0.56296E-05	111	0.0
12	0.32881E-02	62	0.38723E-05	112	0.0
13	0.38602E-02	63	0.26630E-05	113	0.0
14	0.43511E-02	64	0.18311E-05	114	0.0
15	0.47312E-02	65	0.12589E-05	115	0.0
16	0.49836E-02	66	0.86546E-06	116	0.0
17	0.51042E-02	67	0.59492E-06	117	0.0
18	0.50998E-02	68	0.40892E-06	118	0.0
19	0.49851E-02	69	0.28105E-06	119	0.0
20	0.47797E-02	70	0.19315E-06	120	0.0
21	0.45054E-02	71	0.13273E-06	121	0.0
22	0.41832E-02	72	0.91208E-07	122	0.0
23	0.38328E-02	73	0.62668E-07	123	0.0
24	0.34708E-02	74	0.43054E-07	124	0.0
25	0.31105E-02	75	0.29574E-07	125	0.0
26	0.27623E-02	76	0.20312E-07	126	0.0
27	0.24333E-02	77	0.13947E-07	127	0.0
28	0.21283E-02	78	0.95742E-08	128	0.0
29	0.18499E-02	79	0.65700E-08	129	0.0
30	0.15989E-02	80	0.45065E-08	130	0.0
31	0.13753E-02	81	0.30893E-08	131	0.0
32	0.11778E-02	82	0.21162E-08	132	0.0
33	0.10049E-02	83	0.14482E-08	133	0.0
34	0.85441E-03	84	0.98982E-09	134	0.0
35	0.72433E-03	85	0.67543E-09	135	0.0
36	0.61245E-03	86	0.45993E-09	136	0.0
37	0.51665E-03	87	0.31232E-09	137	0.0
38	0.43495E-03	88	0.21132E-09		
39	0.36550E-03	89	0.14229E-09		
40	0.30666E-03	90	0.95194E-10		
41	0.25693E-03	91	0.63131E-10		
42	0.21499E-03	92	0.41364E-10		
43	0.17971E-03	93	0.14818E-10		
44	0.15007E-03	94	0.11824E-10		
45	0.12521E-03	95	0.93707E-11		
46	0.10439E-03	96	0.73627E-11		
47	0.86974E-04	97	0.57226E-11		
48	0.72422E-04	98	0.43861E-11		
49	0.60273E-04	99	0.32997E-11		
50	0.50140E-04	100	0.24195E-11		

FLX= 0.20420E+15 AVG= 0.10000E+01
 TIME STEP 2 CALCULATED FLUX - 0.20420E+15
 TIME STEP 2 CALCULATED BURN UP - 0.39342E+04 GRAM - 0.30618E+01

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***

*** OUTPUT TIME --- 1.281E+02-DAY 0.0 -HOUR 0.0 -MIN 0.0 -SEC ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	DECAY HEAT (WATT)			UNKNOWN NUCL. CONTR. (WATT)		
			ALPHA	BETA	GAMMA	BETA	GAMMA	TOTAL
SUMMATION	7.71995D+21	7.10187D+01	1.19000D-05	1.09348D-01	3.37470D-02	0.0	0.0	0.0
UNKNOWN(O/O)			(0.0)	(0.0)	(0.0)			
(1/OP-POWER)			1.26515E-07	1.16254E-03	3.58782E-04			4.44526E-03
(1/TOTAL EMISSION)			2.84607E-05	2.61523E-01	8.07110E-02			1.00000E+00

*** SUMMARY TABLE OF IMPORTANT NUCLIDE IN DECAY HEAT (ABOVE 1.00 PERCENT) ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	A(N)/TOTA	B(N)/TOTB	G(N)/TOTG	ABG(N)/TOTABG
U 239	2.66711E+15	3.53759E+01	0.0	7.70827E-01	3.05945E-01	6.61136E-01
NP239	3.84250E+17	3.53780E+01	0.0	2.28173E-01	6.89908E-01	3.37038E-01
TOTAL	3.86917E+17	7.07538E+01	0.0	9.98999E-01	9.95853E-01	9.98174E-01

**** CALCULATED SPONTANEOUS FISSION ****

TOTAL SPONTANEOUS FISSION - 0.40584E+00

**** 137 GROUP CALCULATED SPONTANEOUS FISSION ****

1	0.21752E-04	51	0.18830E-03	101	0.76072E-11
2	0.69437E-04	52	0.15652E-03	102	0.50351E-11
3	0.18957E-03	53	0.13006E-03	103	0.29797E-11
4	0.45066E-03	54	0.10805E-03	104	0.13482E-11
5	0.94780E-03	55	0.89738E-04	105	0.17289E-12
6	0.17886E-02	56	0.74515E-04	106	0.28602E-14
7	0.30668E-02	57	0.11321E-03	107	0.13158E-24
8	0.48312E-02	58	0.77982E-04	108	0.0
9	0.70610E-02	59	0.53689E-04	109	0.0
10	0.96585E-02	60	0.36949E-04	110	0.0
11	0.12460E-01	61	0.25421E-04	111	0.0
12	0.15265E-01	62	0.17485E-04	112	0.0
13	0.17865E-01	63	0.12025E-04	113	0.0
14	0.20080E-01	64	0.82683E-05	114	0.0
15	0.21780E-01	65	0.56847E-05	115	0.0
16	0.22891E-01	66	0.39079E-05	116	0.0
17	0.23399E-01	67	0.26863E-05	117	0.0
18	0.23338E-01	68	0.18464E-05	118	0.0
19	0.22778E-01	69	0.12690E-05	119	0.0
20	0.21810E-01	70	0.87215E-06	120	0.0
21	0.20533E-01	71	0.59935E-06	121	0.0
22	0.19044E-01	72	0.41184E-06	122	0.0
23	0.17432E-01	73	0.28297E-06	123	0.0
24	0.15773E-01	74	0.19440E-06	124	0.0
25	0.14125E-01	75	0.13354E-06	125	0.0
26	0.12535E-01	76	0.91712E-07	126	0.0
27	0.11036E-01	77	0.62974E-07	127	0.0
28	0.96477E-02	78	0.43229E-07	128	0.0
29	0.83816E-02	79	0.29664E-07	129	0.0
30	0.72418E-02	80	0.20347E-07	130	0.0
31	0.62266E-02	81	0.13948E-07	131	0.0
32	0.53309E-02	82	0.95539E-08	132	0.0
33	0.45468E-02	83	0.65379E-08	133	0.0
34	0.38651E-02	84	0.44483E-08	134	0.0
35	0.32760E-02	85	0.30489E-08	135	0.0
36	0.27694E-02	86	0.20759E-08	136	0.0
37	0.23359E-02	87	0.14095E-08	137	0.0
38	0.19662E-02	88	0.95353E-09		
39	0.16520E-02	89	0.64192E-09		
40	0.13859E-02	90	0.42933E-09		
41	0.11610E-02	91	0.28461E-09		
42	0.97144E-03	92	0.18638E-09		
43	0.81193E-03	93	0.66727E-10		
44	0.67797E-03	94	0.53222E-10		
45	0.56563E-03	95	0.42153E-10		
46	0.47155E-03	96	0.33096E-10		
47	0.39287E-03	97	0.25700E-10		
48	0.32712E-03	98	0.19673E-10		
49	0.27224E-03	99	0.14776E-10		
50	0.22646E-03	100	0.10809E-10		

FLX= 0.20796E+15 AVG= 0.10000E+01
 TIME STEP 3 CALCULATED FLUX = 0.20796E+15
 TIME STEP 3 CALCULATED BURN UP = 0.59013E+04 GRAM - 0.30618E+01

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***

*** OUTPUT TIME --- 1.921E+02-DAY 0.0 -HOUR 0.0 -MIN 0.0 -SEC ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	ALPHA	DECAY BETA	HEAT (WATT)	GAMMA	UNKNOWN BETA	NUCL. CONTR. GAMMA	TOTAL
SUMMATION	7.70404D+21	7.22981D+01	2.43690D-05	1.11163D-01	3.43778D-02	4.25293D-01	0.0	0.0	0.0
(1/OP.POWER)			(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)			
(1/TOTAL EMISSION)			2.59079E-07	1.18183E-03	3.65488E-04	4.52150E-03			
			5.72992E-05	2.61380E-01	8.08333E-02	1.00000E+00			

*** SUMMARY TABLE OF IMPORTANT NUCLIDE IN DECAY HEAT (ABOVE 1.00 PERCENT) ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	A(N)/TOTA	B(N)/TOTB	G(N)/TOTG	ABG(N)/TOTABG
U 239	2.70980E+15	3.59421E+01	0.0	7.70381E-01	3.05137E-01	6.60376E-01
NP239	3.90401E+17	3.59443E+01	0.0	2.28041E-01	6.88090E-01	3.36652E-01
TOTAL	3.93110E+17	7.18864E+01	0.0	9.98423E-01	9.93227E-01	9.97029E-01

**** CALCULATED SPONTANEOUS FISSION ****

TOTAL SPONTANEOUS FISSION - 0.16920E+01

**** 137 GROUP CALCULATED SPONTANEOUS FISSION ****

1	0.90315E-04	51	0.78510E-03	101	0.31718E-10
2	0.28858E-03	52	0.65259E-03	102	0.20993E-10
3	0.78844E-03	53	0.54228E-03	103	0.12424E-10
4	0.18754E-02	54	0.45049E-03	104	0.56213E-11
5	0.39460E-02	55	0.37415E-03	105	0.72097E-12
6	0.74493E-02	56	0.31068E-03	106	0.28572E-14
7	0.12776E-01	57	0.47202E-03	107	0.28857E-24
8	0.20131E-01	58	0.32513E-03	108	0.0
9	0.29427E-01	59	0.22385E-03	109	0.0
10	0.40257E-01	60	0.15405E-03	110	0.0
11	0.51941E-01	61	0.10599E-03	111	0.0
12	0.63635E-01	62	0.72902E-04	112	0.0
13	0.74478E-01	63	0.50136E-04	113	0.0
14	0.83718E-01	64	0.34473E-04	114	0.0
15	0.90807E-01	65	0.23701E-04	115	0.0
16	0.95442E-01	66	0.16294E-04	116	0.0
17	0.97561E-01	67	0.11200E-04	117	0.0
18	0.97308E-01	68	0.76984E-05	118	0.0
19	0.94974E-01	69	0.52911E-05	119	0.0
20	0.90937E-01	70	0.36363E-05	120	0.0
21	0.85612E-01	71	0.24989E-05	121	0.0
22	0.79405E-01	72	0.17171E-05	122	0.0
23	0.72684E-01	73	0.11798E-05	123	0.0
24	0.65763E-01	74	0.81052E-06	124	0.0
25	0.58893E-01	75	0.55676E-06	125	0.0
26	0.52266E-01	76	0.38238E-06	126	0.0
27	0.46014E-01	77	0.26256E-06	127	0.0
28	0.40225E-01	78	0.18024E-06	128	0.0
29	0.34947E-01	79	0.12368E-06	129	0.0
30	0.30194E-01	80	0.84832E-07	130	0.0
31	0.25961E-01	81	0.58153E-07	131	0.0
32	0.22227E-01	82	0.39834E-07	132	0.0
33	0.18958E-01	83	0.27259E-07	133	0.0
34	0.16115E-01	84	0.18630E-07	134	0.0
35	0.13659E-01	85	0.12712E-07	135	0.0
36	0.11547E-01	86	0.86553E-08	136	0.0
37	0.97391E-02	87	0.58768E-08	137	0.0
38	0.81977E-02	88	0.39756E-08		
39	0.68879E-02	89	0.26764E-08		
40	0.57783E-02	90	0.17900E-08		
41	0.48407E-02	91	0.11866E-08		
42	0.40503E-02	92	0.77708E-09		
43	0.33852E-02	93	0.27821E-09		
44	0.28267E-02	94	0.22190E-09		
45	0.23583E-02	95	0.17575E-09		
46	0.19661E-02	96	0.13799E-09		
47	0.16380E-02	97	0.10715E-09		
48	0.13639E-02	98	0.82024E-10		
49	0.11350E-02	99	0.61606E-10		
50	0.94418E-03	100	0.45066E-10		

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***									
*** OUTPUT TIME --- 9.605E+02-DAY 0.0 --- HOUR 0.0 --- MIN 0.0 --- SEC --- ***									
NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	DECAY HEAT			UNKNOWN NUCL. CONTR.			TOTAL
			ALPHA	BETA	(WATT) GAMMA	BETA	GAMMA	GAMMA	
RN213	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN214	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN215	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN217	3.40697E-13	1.18195E-20	5.42874E-22	0.0	0.0	5.52576E-22	0.0	0.0	0.0
RN218	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN219	5.16692E-02	2.44338E-13	9.86408E-15	0.0	7.89369E-17	1.00594E-14	0.0	0.0	0.0
RN220	1.08930E+03	3.67027E-10	1.36782E-11	0.0	8.37042E-16	1.39327E-11	0.0	0.0	0.0
RN221	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN222	8.10382E-02	4.59557E-18	1.49511E-19	0.0	1.08350E-23	1.52271E-19	0.0	0.0	0.0
RN223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN225	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RN226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR208	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR209	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR211	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR212	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR213	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR214	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR214M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR215	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR217	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR218	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR219	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR221	1.54594E-03	9.85075E-17	3.71120E-18	0.0	1.45655E-20	3.77045E-18	0.0	0.0	0.0
FR222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR223	2.49630E-01	3.57530E-15	6.78941E-21	7.04043E-18	1.03527E-18	2.43181E-17	0.0	0.0	0.0
FR224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR225	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR227	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR228	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FR229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA208	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA209	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA211	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA212	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA213	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA213M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA214	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA215	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA217	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA218	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA219	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA221	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***									
NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	-HOUR 0.0		-MIN 0.0		-SEC ***		TOTAL
			ALPHA	BETA	DECAY HEAT (WATT)	GAMMA	BETA	GAMMA	
*** OUTPUT TIME --- 9.605E+02-DAY 0.0									

UNKNOW MUCL. CONTR. (WATT) TOTAL									

BETA									

GAMMA									

TOTAL									

RA223	1.28848E+04	2.44338E-13	8.25046E-15	0.0	1.25906E-16	8.65871E-15	0.0	0.0	0.0
RA224	6.19541E+06	3.67028E-10	1.23447E-11	0.0	2.06374E-14	1.25931E-11	0.0	0.0	0.0
RA225	7.10764E+00	1.04129E-16	0.0	5.81768E-20	7.15909E-21	2.23413E-19	0.0	0.0	0.0
RA226	1.27986E+04	4.75179E-18	1.34471E-19	0.0	1.72391E-22	1.37178E-19	0.0	0.0	0.0
RA227	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA228	5.92442E+01	6.12061E-18	0.0	2.15267E-22	0.0	1.65419E-21	0.0	0.0	0.0
RA229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RA230	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC209	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC211	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC212	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC213	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC214	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC215	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC216M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC217	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC217M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC217N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC218	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC219	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC221	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC225	4.54326E+00	9.85094E-17	3.35735E-18	0.0	5.70599E-21	3.46540E-18	0.0	0.0	0.0
AC226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC227	9.49612E+06	2.59087E-13	1.03387E-16	0.0	1.45808E-17	6.69513E-17	0.0	0.0	0.0
AC228	7.20257E-03	6.11431E-18	0.0	1.61812E-20	3.44800E-20	7.74242E-20	0.0	0.0	0.0
AC229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC230	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AC232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH213	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH214	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH215	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH217	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH218	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH219	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH221	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH225	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH227	2.12732E+04	2.46425E-13	8.62029E-15	0.0	1.44298E-16	8.97735E-15	0.0	0.0	0.0
TH228	1.19637E+09	3.71489E-10	1.18881E-11	0.0	4.23558E-15	1.21543E-11	0.0	0.0	0.0
TH229	1.59332E+06	1.12764E-16	3.24960E-18	0.0	2.29140E-20	3.45438E-18	0.0	0.0	0.0
TH230	3.17954E+09	2.45296E-14	6.79935E-16	0.0	5.35107E-20	6.93569E-16	0.0	0.0	0.0

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP-1-GR) ***

*** OUTPUT TIME --- 9.605E+02-DAY 0.0 --- HOUR 0.0 --- MIN 0.0 --- SEC ---

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	DECAY			HEAT			TOTAL		
			ALPHA	BETA	GAMMA	BETA	GAMMA	GAMMA	BETA	GAMMA	TOTAL
TH231	3.37279E+08	6.87750E-08	0.0	3.20570E-11	5.34893E-12	1.58972E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH232	1.36949E+12	5.79029E-17	1.37430E-18	0.0	4.89654E-23	1.40019E-18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH233	2.07643E+06	2.90726E-08	0.0	7.01862E-11	5.31716E-12	2.14561E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH234	1.08617E+11	9.77211E-07	0.0	2.51331E-10	4.49191E-11	1.52035E-09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TH236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA217	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA217M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA225	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA227	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA228	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA230	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA231	2.27792E+11	4.13059E-12	1.20505E-13	0.0	8.93022E-16	1.26021E-13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA232	5.46282E+08	9.04182E-08	0.0	5.28875E-11	4.96981E-10	7.16495E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA233	7.08411E+10	5.68895E-07	0.0	2.15731E-10	5.48277E-10	1.93034E-09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA234	5.49539E+07	4.26820E-08	0.0	7.51551E-11	4.22709E-10	5.58307E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA234M	3.50648E+06	9.35747E-07	0.0	4.60537E-09	5.98708E-11	4.09965E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA237	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PA238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 227	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 228	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 230	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 232	1.48601E+11	1.22604E-09	3.85603E-11	0.0	1.73995E-15	3.9393E-11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 233	4.42142E+11	1.64982E-12	4.70666E-14	0.0	2.07684E-18	4.80008E-14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 234	2.26957E+15	5.51420E-09	1.59775E-10	0.0	3.69757E-15	1.58714E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 235	8.06839E+19	6.81011E-08	1.76726E-09	0.0	5.66531E-11	1.88857E-09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 236	3.06261E+19	7.76989E-07	2.06886E-08	0.0	9.86531E-14	2.11660E-08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 236M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 237	5.01330E+16	1.61038E+00	0.0	6.27494E-04	7.29844E-04	4.95743E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 238	7.34395E+21	9.76414E-07	2.42711E-08	0.0	0.0	2.47109E-08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 238H	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 238N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 239	3.60183E+15	4.77738E+01	0.0	1.13829E-01	1.39431E-02	3.58751E-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
U 240	5.26681E+02	1.94379E-13	0.0	9.35962E-17	8.58620E-19	4.65433E-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP227	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP228	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP230	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP233	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP234	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***

*** OUTPUT TIME --- 9.605E+02-DAY 0.0 -HOUR 0.0 -MIN 0.0 -SEC ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	DECAY HEAT (WATT)			UNKNOWN NUCL. CONTR. (WATT)		
			ALPHA	BETA	GAMMA	BETA	GAMMA	TOTAL
NP235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NP236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NP236M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP237	2.08565E+18	5.78955E-07	1.63342E-08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NP238	6.94809E+15	5.06789E-01	0.0	6.75478E-04	1.70105E-08	0.0	0.0	0.0
NP239	5.18947E+17	4.77796E+01	0.0	3.36966E-02	3.88045E-03	0.0	0.0	0.0
NP240	4.04542E+01	1.94322E-13	0.0	3.15916E-16	2.04770E-01	0.0	0.0	0.0
NP241	0.0	0.0	0.0	0.0	2.51076E-15	0.0	0.0	0.0
PU232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU233	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU234	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU237	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU238	4.79953E+17	3.24951E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PU239	3.35460E+19	8.28079E-04	1.05679E-04	0.0	5.03853E-10	1.07723E-04	0.0	0.0
PU240	1.3760E+19	1.30640E-03	3.99214E-05	0.0	2.70047E-10	2.57347E-05	0.0	0.0
PU241	7.20194E+18	2.97101E-01	2.10906E-07	9.23695E-06	2.20715E-10	4.08962E-05	0.0	0.0
PU242	2.26946E+18	3.38266E-06	1.03843E-07	0.0	7.44494E-10	3.66440E-05	0.0	0.0
PU243	3.82663E+14	4.01797E-01	0.0	3.85418E-04	5.30322E-13	1.05811E-07	0.0	0.0
PU244	2.71314E+13	1.95123E-13	5.29741E-15	0.0	5.42647E-05	1.38621E-03	0.0	0.0
PU245	1.19467E+09	5.92080E-07	0.0	8.47289E-10	0.0	5.39564E-15	0.0	0.0
AM246	0.0	0.0	0.0	0.0	1.23766E-09	4.42158E-09	0.0	0.0
AM232	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM234	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM237	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM241	1.70537E+17	2.36397E-04	7.61276E-06	0.0	3.07524E-08	7.83244E-06	0.0	0.0
AM242	6.13180E+14	1.99181E-01	0.0	1.54657E-04	0.0	7.80561E-04	0.0	0.0
AM242M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM243	2.54676E+17	2.04998E-05	6.39800E-07	0.0	6.42357E-09	6.60812E-07	0.0	0.0
AM244	1.50013E+14	7.72905E-02	0.0	5.02279E-05	0.0	6.54613E-04	0.0	0.0
AM244M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM245	2.33116E+08	5.91751E-07	0.0	9.13228E-10	5.92993E-11	3.14284E-09	0.0	0.0
AM246	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM246M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM247	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM248	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM237	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM242	7.37864E+16	9.82724E-02	3.55531E-03	0.0	1.21449E-08	3.62037E-03	0.0	0.0
CM243	1.37070E+15	2.85702E-05	9.88214E-07	0.0	1.23858E-08	1.16839E-09	0.0	0.0
CM244	4.16701E+16	1.36030E-03	4.67329E-05	0.0	1.26743E-10	4.75822E-05	0.0	0.0
CM245	1.27709E+15	8.92522E-08	2.83710E-09	0.0	8.04960E-12	2.97466E-09	0.0	0.0

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***									
*** OUTPUT TIME ***		9.605E+02-DAY 0.0		-HOUR 0.0		-MIN 0.0		-SEC ***	
NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	ALPHA	DECAY BETA	HEAT (WATT)	GAMMA	UNKNOWN BETA	MUCL. CONTR. GAMMA	TOTAL (WATT)
CM246	1.18679E+14	1.49049E-08	4.74855E-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM247	7.98922E+11	3.04227E-14	8.91953E-16	0.0	5.58083E-17	9.65210E-16	0.0	0.0	0.0
CM248	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM249	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CM239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK243	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK244	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK245	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK246	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK247	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK248	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK249	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK251	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BK252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF243	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF244	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF245	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF246	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF247	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF248	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF249	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF251	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF253	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF254	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CF255	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES243	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES244	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES245	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES246	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES247	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES248	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES249	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES249M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES251	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES252	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES253	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES254	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES254M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ES255	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*** BURN-UP CALCULATION OF ACTINIDE MATERIALS (ATJDCSUP+1-GR) ***

*** OUTPUT TIME --- 9.605E+02-DAY 0.0 -HOUR 0.0 -MIN 0.0 -SEC ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	DECAY HEAT (WATT)		UNKNOWN MUCL. CONTR. (WATT)	
			ALPHA	BETA	BETA	GAMMA
KU261	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
259	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
261	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
262	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
259	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
263	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUMMATION	7.51634D+21	9.87512D+01	3.78254D-03	1.49428D-01	4.78140D-02	5.79068D-01
UNKNOWN(CO/O)			(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)
(1/OP.POWER)			4.02141E-05	1.58864E-03	5.08335E-04	6.15636E-03
(1/TOTAL EMISSION)			6.53212E-03	2.58049E-01	8.25707E-02	1.00000E+00

*** SUMMARY TABLE OF IMPORTANT NUCLIDE IN DECAY HEAT (ABOVE 1.00 PERCENT) ***

NUCLIDE	ATOM NUMBER	ACTIVITY (CURIE)	A(N)/TOTA	B(N)/TOTB	G(N)/TOTG	ABG(N)/TOTABG
U 239	3.60183E+15	4.77738E+01	0.0	7.61764E-01	2.91612E-01	6.35604E-01
NP238	4.94809E+15	5.06789E-01	0.0	4.52043E-03	3.43586E-02	1.15324E-02
NP239	5.18947E+17	4.77796E+01	0.0	2.25304E-01	6.57629E-01	3.24043E-01
CM242	7.37864E+16	9.82724E-02	9.39927E-01	0.0	2.54004E-07	1.76860E-02
TOTAL	6.01283E+17	9.61584E+01	9.39927E-01	9.91788E-01	9.83600E-01	9.88865E-01

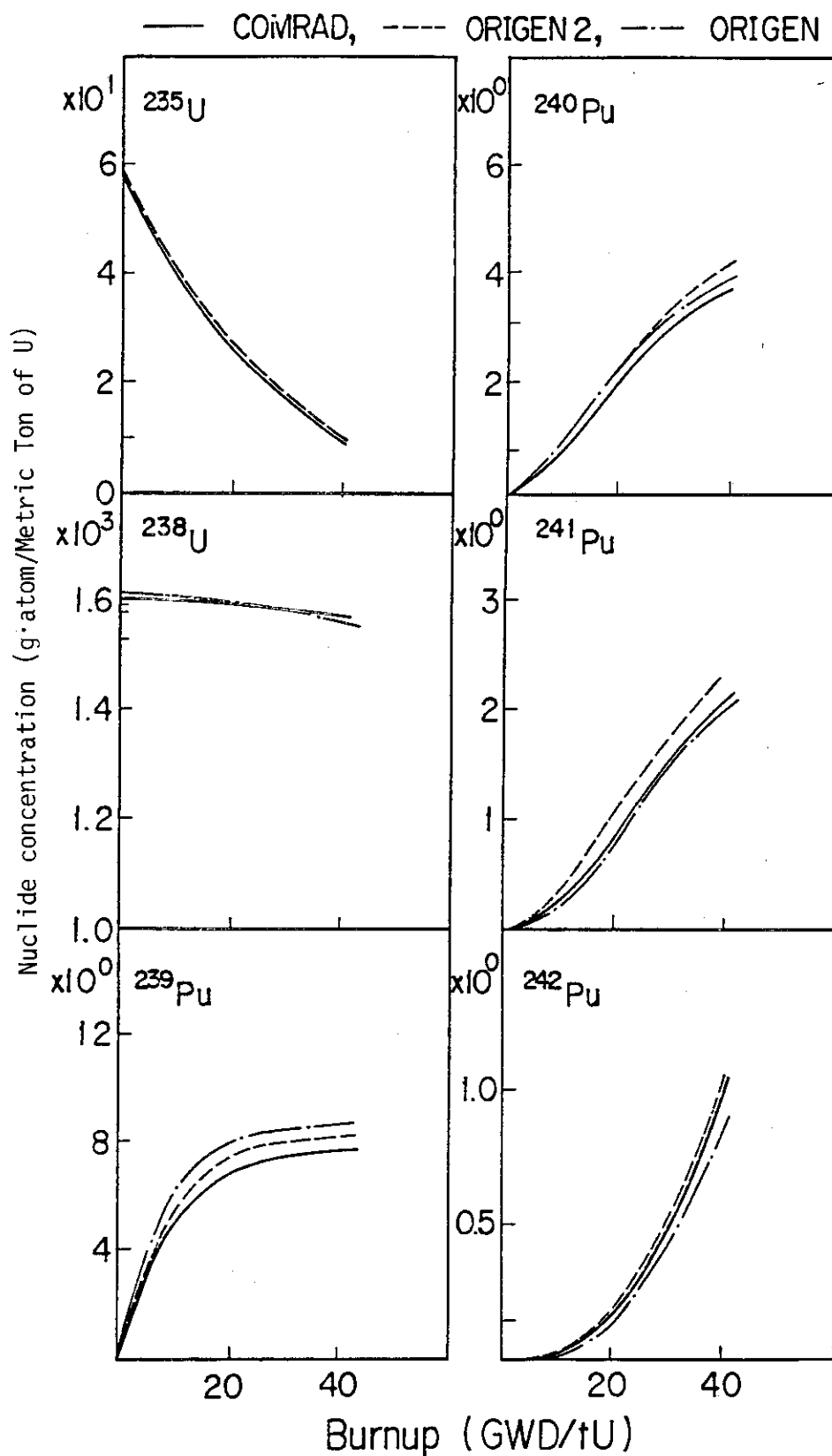


Fig. 16 Burn-up dependent atomic concentration of actinide nuclides

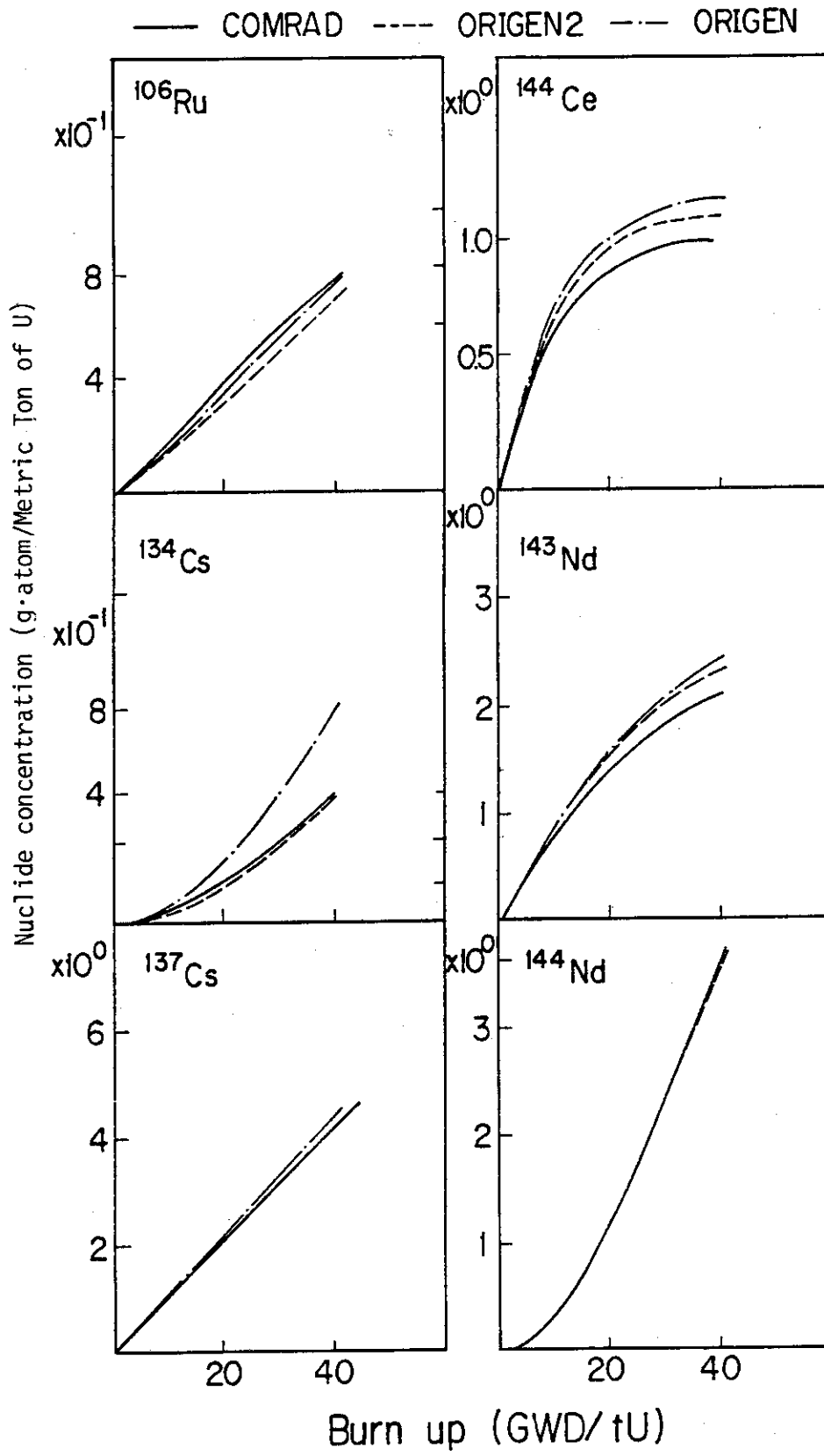


Fig. 16 (Continued-1)

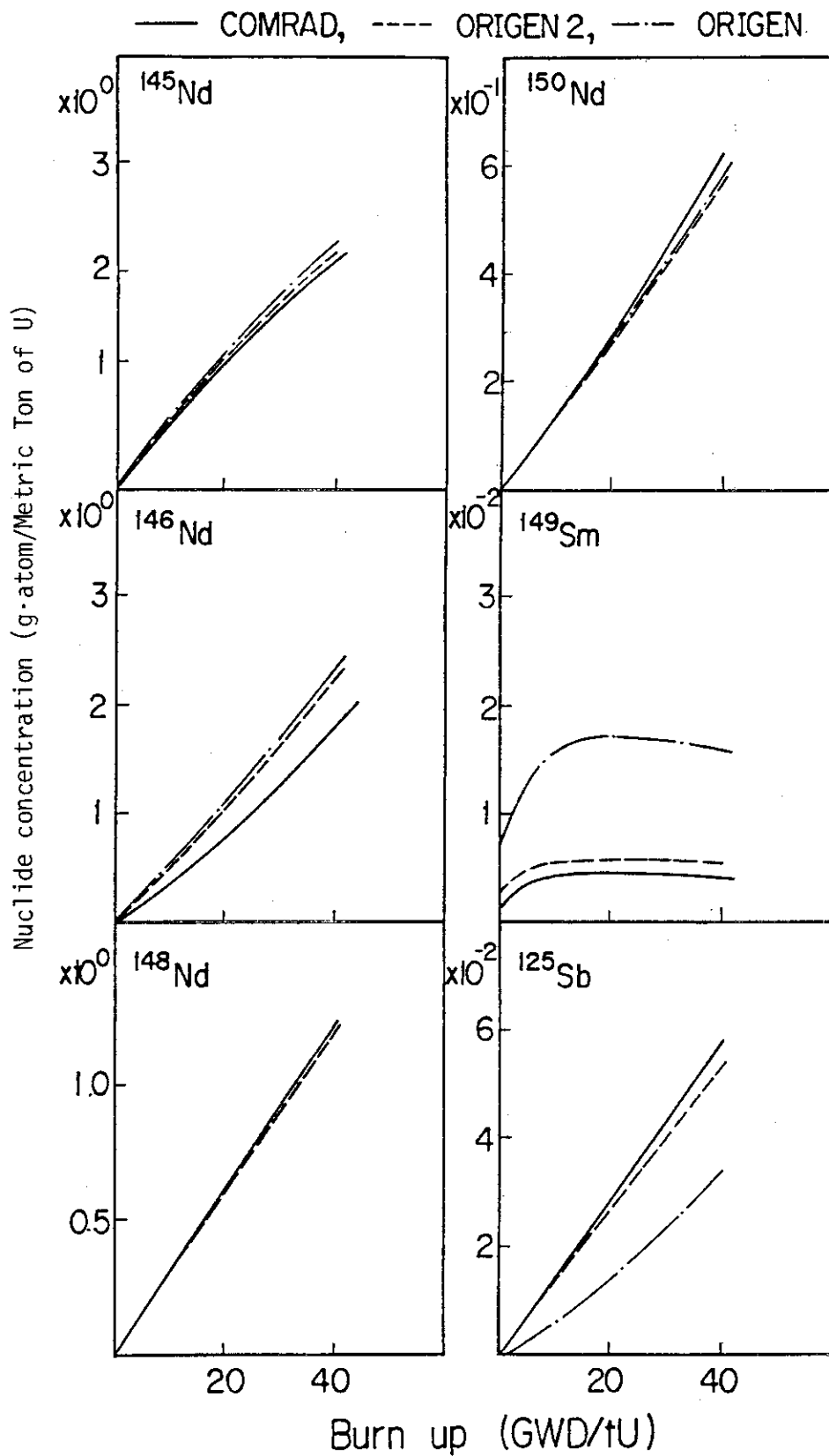


Fig. 16 (Continued-2)

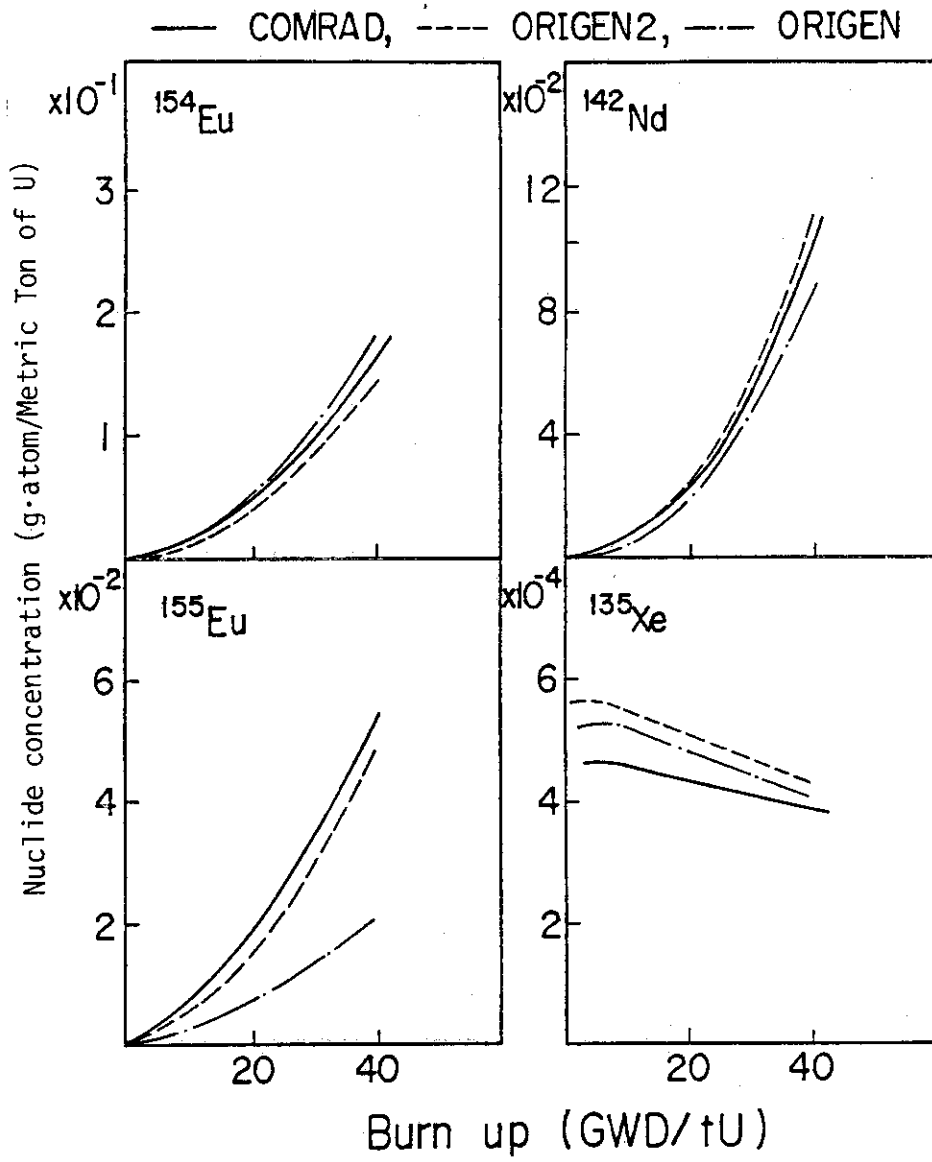


Fig. 16 (Continued-3)

4.2 瞬時照射時の崩壊熱の計算

²³⁵Uの瞬時照射後の崩壊熱の測定が米国オークリッジ国立研究所(ORNL)で行われた。⁷⁾その実験結果を3つの核データ・ファイルを用いて解析した結果をFig.17からFig.19に示す。核データ・ファイルとしては、今回作成したJDDL, 日本核データ委員会で評価されたJNDC ファイル、米国のENDF/B-IVを用いた。図に示した全ての場合について、ENDF/B-IVを用いた解析結果はORNLの実験結果と大きな差異を生じた。JDDLとJNDC ファイルは、短半減期の重要核種については同一データを用いているため、解析結果も両者はほぼ一致した値を示しており、ORNLの実験データを良く再現している。ただし、照射後10³から10⁴秒のγ線崩壊熱の値は実測データと大きな差を示しており(Fig.18) 参照) 今後検討を要する。

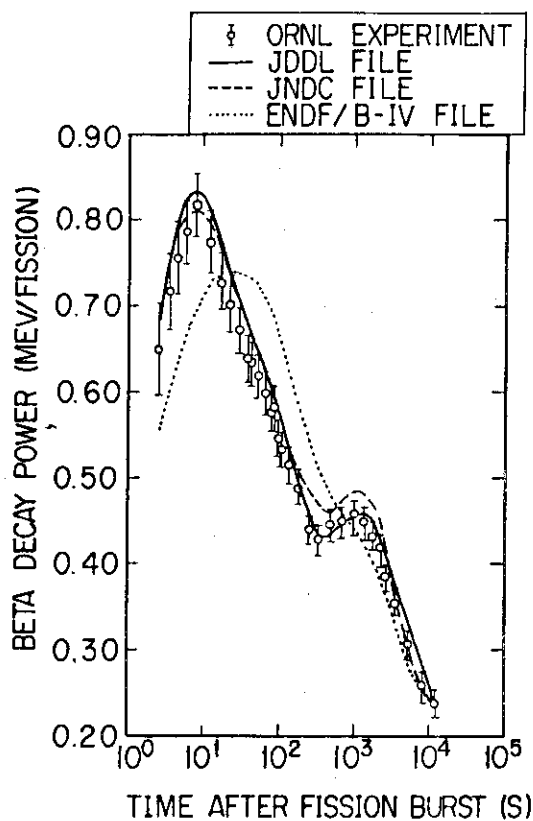


Fig. 17-1
Beta decay power for ²³⁵U (Thermal)

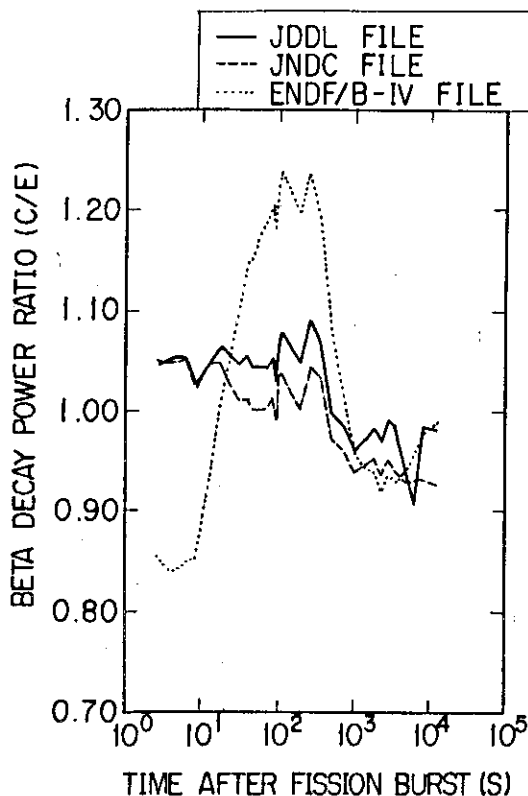


Fig. 17-2
Beta decay power ratio for ²³⁵U (Thermal)

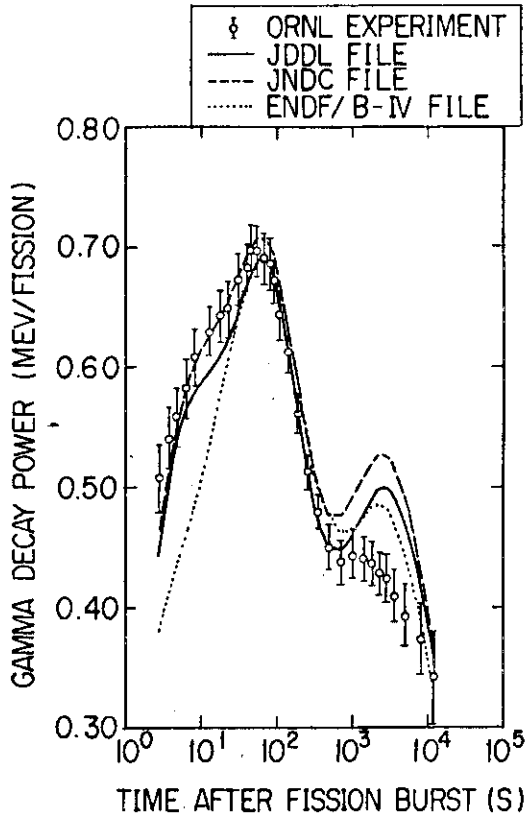


Fig. 18-1 Gamma decay power for ^{235}U (Thermal)

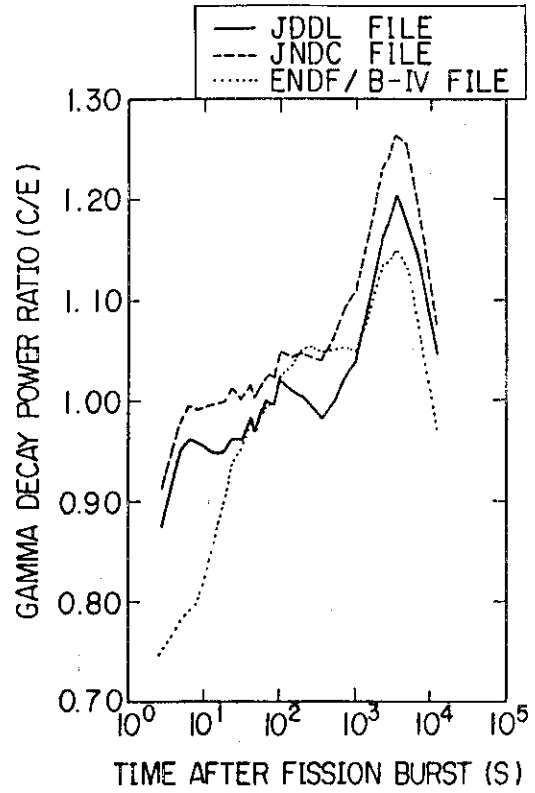


Fig. 18-2 Gamma decay power ratio for ^{235}U (Thermal)

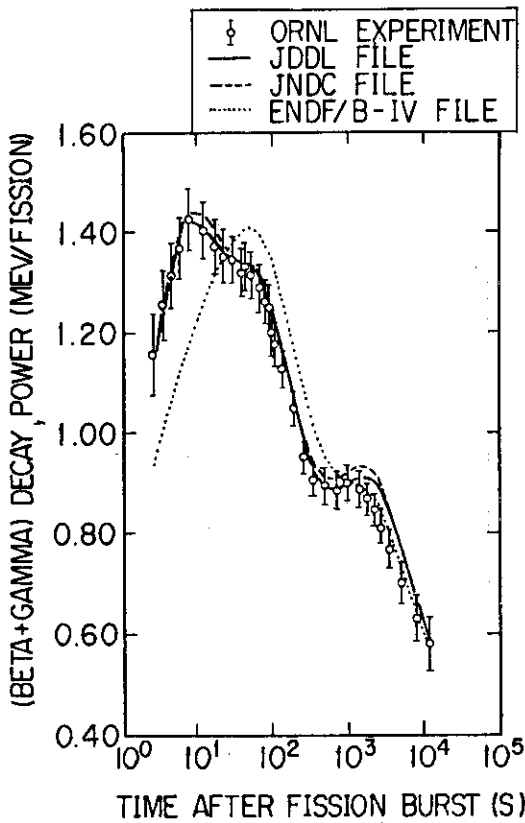


Fig. 19-1 Beta and Gamma decay power for ^{235}U (Thermal)

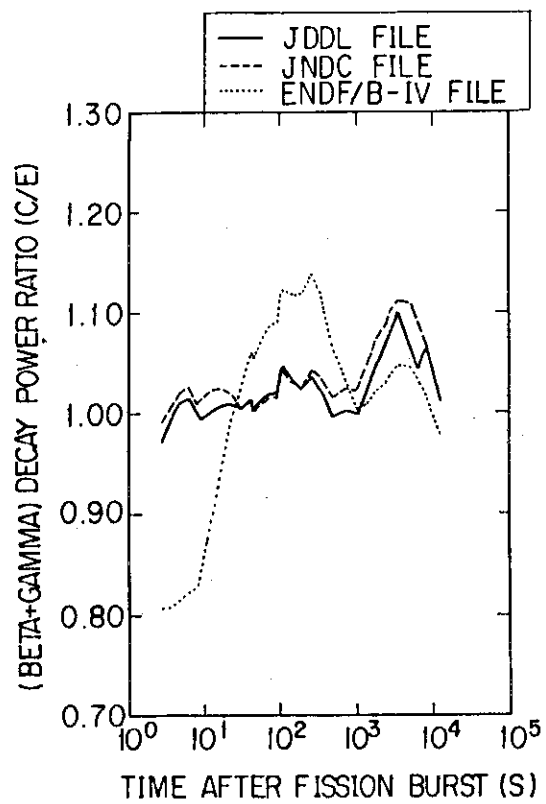


Fig. 19-2 Beta and Gamma decay power ratio for ^{235}U (Thermal)

5. 今後の課題

燃焼燃料中の核種組成を計算するコードを開発し、一応計算結果が得られるようになった。この計算コードの生命は使用するデータ・ライブラリーの精度に依存する。主要なデータ・ライブラリーとしては、崩壊データ・ライブラリー-JDDL, 1群中性子断面積ライブラリー-ONEGL, (α, n) 反応計算用ライブラリー-ALPHPIJ, 及び自発核分裂計算用ライブラリー-SPONTL である。JDDL に関しては, ENSDF でデータが不十分な異性体の取扱い方法を改善する必要がある。ONGLE に関しては, ($N, 2N$) 反応の計算精度を上げるとともに, 日本で整備した核データ JENDL を使用する必要がある。ALPHPIJ については, (α, n) 反応断面積の精度評価を行うとともに, 阻止能の計算方式を改善する必要がある。SPONTL については, 核データを再評価する必要がある。以上の課題を解決することにより, 信頼度の高い計算コードが完成することが期待できる。この作業を遂行するためには, 多くの衆知家の象知を結集する必要がある。今後の協力を期待する。

謝 辞

本報告書は, シグマ研究委員会核構造・崩壊データ専門部会のもとに設置された核種生成量評価WGの活動の一環として行ったものであり, 法政大学教授中嶋龍三氏はじめWGのメンバーの協力のもとに作成されたものである。

本計算コードに使用する核データ・ライブラリーも多くの人々の協力により作成された。1群定数ライブラリーの作成は北海道電力原子力部の稲村実氏及び住友原子力工業核設計部の奥田泰久氏の労によるところが大である。中性子放出量計算用データ・ライブラリーの作成は住友原子力工業核設計部の山野直樹氏の助言をいただいて行った。また, ORIGENコードとの比較計算は原研燃料安全工学部の坂本幸夫氏に行ってもらった。

以上の方々の協力に対しこゝに深く謝意を表します。

5. 今後の課題

燃焼燃料中の核種組成を計算するコードを開発し、一応計算結果が得られるようになった。この計算コードの生命は使用するデータ・ライブラリーの精度に依存する。主要なデータ・ライブラリーとしては、崩壊データ・ライブラリー-JDDL，1群中性子断面積ライブラリー-ONEGL， (α, n) 反応計算用ライブラリー-ALPHPIJ，及び自発核分裂計算用ライブラリー-SPONTLである。JDDL に関しては，ENSDF でデータが不十分な異性体の取扱い方法を改善する必要がある。ONGLE に関しては， $(N, 2N)$ 反応の計算精度を上げるとともに，日本で整備した核データ JENDL を使用する必要がある。ALPHPIJ については， (α, n) 反応断面積の精度評価を行うとともに，阻止能の計算方式を改善する必要がある。SPONTL については，核データを再評価する必要がある。以上の課題を解決することにより，信頼度の高い計算コードが完成することが期待できる。この作業を遂行するためには，多くの衆知家の象知を結集する必要があり今後の協力を期待する。

謝 辞

本報告書は，シグマ研究委員会核構造・崩壊データ専門部会のもとに設置された核種生成量評価WGの活動の一環として行ったものであり，法政大学教授中嶋龍三氏はじめWGのメンバーの協力のもとに作成されたものである。

本計算コードに使用する核データ・ライブラリーも多くの人々の協力により作成された。1群定数ライブラリーの作成は北海道電力原子力部の稲村実氏及び住友原子力工業核設計部の奥田泰久氏の労によるところが大である。中性子放出量計算用データ・ライブラリーの作成は住友原子力工業核設計部の山野直樹氏の助言をいただいて行った。また，ORIGENコードとの比較計算は原研燃料安全工学部の坂本幸夫氏に行ってもらった。

以上の方々の協力に対しこゝに深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 田坂完二 : DCHAIN ; 放射性ならびに安定核種の生成崩壊解析コード, JAERI 1250 (1977)
- 2) Bell, M.J. : ORIGEN, The ORNL Isotopic Generation and Depletion Code, ORNL-4628 (1973)
- 3) Croff, A.G. : A Users Manual for the ORIGEN2 Computer Code, ORNL/TM-7175 (1980)
- 4) EWBANK, W.B., SCHMORAK, M. : Evaluated Nuclear Structure Data File - A Manual for Preparation of Data Sets, ORNL-50541RI (1978)
- 5) Tasaka, K., Ihara, H., et al. : JNDC Nuclear Data Library for Fission Products, JAERI 1287 (1983)
- 6) 田坂完二 : FPGAM ; 核分裂生成物の γ 線スペクトル計算プログラム, JAERI-M 6898 (1977)
- 7) Dickens, J.K., Emery, J.F., et al. : Fission Product Energy Release for Time Following Thermal Neutron Fission of ^{235}U between 2 and 14000 seconds, ORNL NUREG 14 (1977)
- 8) ENDF/B Summary Document BNL-NCS-17541 2nd Edition (1975)
- 9) Ihara, H., et al. : PROFP-Y ; A Computer Code for Producing Nuclear Data Library of Fission Products, JAERI-M 9714 (1981)
- 10) Naito, Y., et al. : MGCL-PROCESSOR ; A Computer Code System for processing Multi-Group Constants Library MGCL, JAERI-M 9396 (1981)
- 11) Bondarenko, I.I. : Group Constants for Nuclear Reactor Calculations, Constants Bureau, New York (1964)
- 12) 内藤俣孝 : UNITBURN, 単一燃料棒セル燃焼計算コード (私信)
- 13) Koyama K. et al. : ANISN-JR ; A One-Dimensional Discrete Ordinates Code for Neutron and Gamma-Ray Transport Calculations, JAERI-M 6954 (1977)

附録 現在のPDDLに含まれる各核種の情報量 (核分裂生成物1398核種, 燃料核種523核種)

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1	CO 64	0	3	3	0	0	41	GE 70	2	0	0	0
2	NI 64	2	0	0	0	0	42	AS 70	1	78	12	0
3	CU 64	0	1	2	0	0	43	SE 70	0	40	8	2
4	ZN 64	2	0	0	0	0	44	BR 70	0	0	0	0
5	GA 64	1	37	14	0	0	45	ZN 71	0	24	10	0
6	GE 64	0	8	4	0	0	46	ZN 71M	0	61	13	0
7	NI 65	0	11	6	0	0	47	GA 71	3	0	0	0
8	CU 65	2	0	0	0	0	48	GE 71	2	0	0	0
9	ZN 65	1	3	1	0	0	49	GE 71M	0	2	0	0
10	GA 65	1	92	11	0	4	50	AS 71	1	103	10	0
11	GE 65	0	39	14	0	0	51	SE 71	0	85	23	0
12	NI 66	0	0	1	0	0	52	BR 71	0	0	0	0
13	CU 66	1	4	4	0	0	53	ZN 72	0	13	4	22
14	ZN 66	2	0	0	0	0	54	GA 72	1	94	24	3
15	GA 66	1	61	8	0	0	55	GE 72	2	0	0	0
16	GE 66	0	96	12	0	10	56	AS 72	1	83	15	5
17	NI 67	0	16	0	0	0	57	SE 72	1	5	0	5
18	CU 67	1	10	4	0	7	58	BR 72	1	35	12	0
19	ZN 67	2	0	0	0	0	59	KR 72	0	13	5	16
20	GA 67	1	14	0	0	6	60	ZN 73	0	4	5	0
21	GE 67	0	56	13	0	0	61	GA 73	1	22	10	7
22	CU 68	1	24	7	0	0	62	GE 73	3	0	0	0
23	CU 68M	0	9	0	0	2	63	GE 73M	0	2	0	5
24	ZN 68	2	0	0	0	0	64	AS 73	3	2	0	5
25	GA 68	1	8	4	0	0	65	AS 73M	0	2	0	0
26	GE 68	1	0	0	0	0	66	SE 73	2	67	8	5
27	AS 68	0	20	11	0	0	67	SE 73M	0	71	16	6
28	SE 68	0	0	0	0	0	68	BR 73	1	24	9	6
29	CU 69	0	17	8	0	0	69	KR 73	0	17	7	0
30	ZN 69	2	2	3	0	0	70	RB 73	0	0	0	0
31	ZN 69M	0	6	1	0	3	71	ZN 74	0	14	3	13
32	GA 69	3	0	0	0	0	72	GA 74	2	0	0	0
33	GE 69	2	37	4	0	0	73	GA 74M	0	3	0	0
34	GE 69M	0	0	0	0	0	74	GE 74	2	0	0	0
35	AS 69	1	10	5	0	2	75	AS 74	0	130	37	1
36	SE 69	0	3	4	0	0	76	SE 74	3	0	0	0
37	CU 70	0	1	2	0	0	77	BR 74	1	85	20	0
38	CU 70M	0	13	3	0	0	78	BR 74M	0	131	38	1
39	ZN 70	3	0	0	0	0	79	KR 74	0	57	14	0
40	GA 70	0	3	3	0	1	80	ZN 75	0	0	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
81	GA 75	0	38	13	0	0	121	SE 79	1	0	1	0	0
82	GE 75	1	7	5	0	0	122	BR 79	2	0	0	0	0
83	AS 75	2	0	0	0	0	123	KR 79	1	45	5	0	1
84	SE 75	1	28	0	0	26	124	RB 79	0	47	10	0	0
85	BR 75	1	56	19	0	0	125	GA 80	0	0	0	0	0
86	KR 75	0	20	4	0	4	126	GE 80	0	0	0	0	0
87	RB 75	0	0	0	0	0	127	AS 80	0	21	13	0	0
88	ZN 76	0	0	0	0	0	128	SE 80	2	0	0	0	0
89	GA 76	1	108	41	0	0	129	BR 80	1	8	6	0	0
90	GE 76	1	0	0	0	0	130	BR 80M	0	6	0	0	6
91	AS 76	0	51	17	0	0	131	KR 80	2	0	0	0	0
92	SE 76	2	0	0	0	0	132	RB 80	1	1	2	0	0
93	BR 76	1	107	20	0	8	133	SR 80	0	1	2	0	0
94	KR 76	1	88	0	0	17	134	GE 81	0	0	0	0	0
95	RB 76	0	18	4	0	0	135	AS 81	0	29	16	0	0
96	ZN 77	0	16	0	0	0	136	SE 81	2	9	6	0	0
97	GA 77	1	15	6	0	0	137	SE 81M	0	13	2	0	5
98	GE 77	2	183	34	0	24	138	BR 81	3	0	0	0	0
99	GE 77M	0	13	4	0	6	139	KR 81	1	1	0	0	0
100	AS 77	2	17	7	0	28	140	RB 81	2	29	7	0	2
101	SE 77	3	0	0	0	0	141	RB 81M	0	5	0	0	3
102	SE 77M	0	1	0	0	0	142	SR 81	0	58	13	0	0
103	BR 77	2	65	5	0	74	143	Y 81	0	0	0	0	0
104	BR 77M	0	1	0	0	0	144	ZR 81	0	0	0	0	0
105	KR 77	1	39	14	0	24	145	GE 82	0	0	0	0	0
106	RB 77	1	102	32	0	11	146	AS 82	0	9	4	0	0
107	SR 77	0	10	0	0	0	147	AS 82M	0	17	4	0	0
108	GA 78	0	0	0	0	0	148	SE 82	2	0	0	0	0
109	GE 78	0	2	2	0	0	149	BR 82	1	37	2	0	0
110	AS 78	1	58	19	0	0	150	BR 82M	0	14	7	0	3
111	SE 78	2	0	0	0	0	151	KR 82	4	0	0	0	0
112	BR 78	1	19	9	0	0	152	RB 82	0	11	8	0	0
113	BR 78M	0	6	0	0	6	153	RB 82M	0	39	9	0	0
114	KR 78	2	0	0	0	0	154	SR 82	0	0	0	0	0
115	RB 78	1	12	0	0	0	155	Y 82	0	0	0	0	0
116	RB 78M	0	17	0	0	0	156	ZR 82	0	0	0	0	0
117	SR 78	0	0	0	0	0	157	GE 83	0	0	0	0	0
118	GA 79	0	0	0	0	0	158	AS 83	0	0	0	0	0
119	GE 79	0	2	3	0	0	159	SE 83	0	62	15	0	0
120	AS 79	1	11	7	0	0	160	SE 83M	0	24	10	0	0

NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
161 BR 83	2	9	4	0	0	201 SR 86	4	0	0	0	0
162 KR 83	3	0	0	0	0	202 SR 86M	0	8	0	0	7
163 KR 83M	0	6	0	0	5	203 Y 86	2	108	25	0	34
164 RB 83	1	15	1	0	3	204 Y 86M	0	14	1	0	10
165 SR 83	2	115	8	0	0	205 ZR 86	1	16	1	0	21
166 Y 83	0	19	8	0	5	206 NB 86	0	4	4	0	0
167 Y 83M	0	2	2	0	0	207 AS 87	0	0	0	0	0
168 ZR 83	0	0	0	0	0	208 SE 87	1	2	0	0	0
169 GE 84	0	0	0	0	0	209 BR 87	1	148	49	0	0
170 AS 84	0	18	6	0	0	210 KR 87	1	38	13	0	2
171 SE 84	2	2	1	0	0	211 RB 87	2	0	1	0	0
172 BR 84	1	53	20	0	0	212 SR 87	4	0	0	0	0
173 BR 84M	0	6	1	0	0	213 SR 87M	0	5	0	0	3
174 KR 84	4	0	0	0	0	214 Y 87	2	6	1	0	5
175 KR 84M	0	8	0	0	3	215 Y 87M	0	5	1	0	2
176 RB 84	1	3	3	0	0	216 ZR 87	3	35	9	0	2
177 RB 84M	0	3	0	0	0	217 ZR 87M	0	6	0	0	3
178 SR 84	3	0	0	0	0	218 NB 87	1	2	1	0	3
179 Y 84	0	28	9	0	5	219 NB 87M	0	20	7	0	2
180 Y 84M	0	5	2	0	1	220 MO 87	0	2	0	0	0
181 ZR 84	1	0	0	0	0	221 SE 88	0	0	0	0	0
182 NB 84	0	2	2	0	0	222 BR 88	0	48	20	0	0
183 AS 85	0	13	0	0	0	223 KR 88	1	90	21	0	5
184 SE 85	1	49	22	0	0	224 RB 88	1	27	13	0	0
185 BR 85	1	44	11	0	0	225 SR 88	3	0	0	0	0
186 KR 85	2	1	2	0	0	226 Y 88	1	6	1	0	0
187 KR 85M	0	10	1	0	10	227 Y 88M	0	6	1	0	0
188 RB 85	4	0	0	0	0	228 ZR 88	2	5	0	0	2
189 SR 85	3	6	1	0	2	229 NB 88	0	11	2	0	3
190 SR 85M	0	12	1	0	8	230 NB 88M	0	13	6	0	0
191 Y 85	1	14	5	0	6	231 MO 88	0	0	0	0	0
192 Y 85M	0	156	19	0	6	232 SE 89	0	0	0	0	0
193 ZR 85	1	34	16	0	0	233 BR 89	0	0	0	0	0
194 ZR 85M	0	1	0	0	0	234 KR 89	0	303	56	0	2
195 AS 86	0	1	0	0	0	235 RB 89	1	62	18	0	0
196 SE 86	1	10	0	0	0	236 SR 89	1	1	2	0	0
197 BR 86	1	22	14	0	0	237 Y 89	4	0	0	0	0
198 KR 86	1	0	0	0	0	238 Y 89M	0	5	0	0	2
199 RB 86	1	1	2	0	0	239 ZR 89	3	5	2	0	0
200 RB 86M	0	5	0	0	1	240 ZR 89M	0	6	2	0	2

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
241	NB 89	0	73	21	0	0	281	RU 92	0	59	10	0	12
242	NB 89M	0	5	4	0	0	282	KR 93	0	221	47	0	6
243	MO 89	0	0	0	0	0	283	RB 93	1	247	65	0	2
244	BR 90	0	3	2	0	0	284	SR 93	1	165	28	0	6
245	KR 90	1	100	23	0	6	285	SR 93M	0	22	0	0	0
246	RB 90	2	105	25	0	0	286	Y 93	2	27	13	0	1
247	RB 90M	0	100	30	0	3	287	ZR 93	1	1	1	0	3
248	SR 90	2	0	1	0	0	288	NB 93	3	0	0	0	0
249	Y 90	2	1	2	0	2	289	NB 93M	0	1	0	0	3
250	Y 90M	0	7	0	0	4	290	MO 93	3	1	0	0	3
251	ZR 90	2	0	0	0	0	291	MO 93M	0	9	0	0	9
252	NB 90	1	36	2	0	0	292	TC 93	0	11	3	0	0
253	MO 90	1	20	2	0	0	293	TC 93M	0	1	0	0	0
254	TC 90	0	1	2	0	0	294	RU 93	0	0	0	0	0
255	SE 91	0	0	0	0	0	295	KR 94	0	0	0	0	0
256	BR 91	0	0	0	0	0	296	RB 94	0	1	2	0	0
257	KR 91	0	225	61	0	4	297	SR 94	1	1	0	0	0
258	RB 91	1	129	37	0	10	298	Y 94	1	28	14	0	9
259	SR 91	1	53	15	0	13	299	ZR 94	1	0	0	0	0
260	Y 91	2	1	2	0	0	300	NB 94	1	2	1	0	0
261	Y 91M	0	5	0	0	3	301	NB 94M	0	8	3	0	3
262	ZR 91	4	0	0	0	0	302	MO 94	4	0	0	0	0
263	ZR 91M	0	20	0	0	3	303	TC 94	1	10	4	0	0
264	NB 91	4	0	1	0	0	304	TC 94M	0	18	6	0	0
265	NB 91M	0	6	1	0	3	305	RU 94	0	3	1	0	0
266	NB 91N	0	11	0	0	3	306	KR 95	0	0	0	0	0
267	MO 91	3	20	12	0	0	307	RB 95	0	0	0	0	0
268	MO 91M	0	14	5	0	2	308	SR 95	0	0	0	0	0
269	TC 91	0	110	17	0	2	309	Y 95	0	44	17	0	0
270	TC 91M	0	21	5	0	2	310	ZR 95	1	3	3	0	0
271	BR 92	0	0	0	0	0	311	NB 95	2	1	1	0	0
272	KR 92	1	100	21	0	0	312	NB 95M	0	5	0	0	2
273	RB 92	1	52	20	0	0	313	MO 95	1	0	0	0	0
274	SR 92	1	10	3	0	0	314	TC 95	0	0	0	0	0
275	Y 92	1	20	12	0	0	315	RU 95	0	0	0	0	0
276	ZR 92	3	0	0	0	0	316	RH 95	0	0	0	0	0
277	NB 92	0	2	0	0	0	317	RB 96	0	0	0	0	0
278	NB 92M	0	3	1	0	0	318	SR 96	0	0	0	0	0
279	MO 92	1	0	0	0	0	319	Y 96	0	21	0	0	0
280	TC 92	1	32	7	0	10	320	Y 96M	0	1	2	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
321	ZR 96	2	0	0	0	0	361	TC 99	2	0	1	0	0
322	NB 96	0	40	5	0	42	362	TC 99M	0	7	0	0	6
323	MO 96	3	0	0	0	0	363	RU 99	3	0	0	0	0
324	TC 96	1	32	0	0	0	364	RH 99	1	37	7	0	0
325	TC 96M	0	39	2	0	3	365	RH 99M	0	20	5	0	0
326	RU 96	2	0	0	0	0	366	PD 99	0	109	20	0	0
327	RH 96	0	5	0	0	0	367	AG 99	0	0	0	0	0
328	RH 96M	0	3	0	0	0	368	ZR100	0	0	0	0	0
329	KR 97	0	0	0	0	0	369	NB100	0	0	0	0	0
330	RB 97	0	0	0	0	0	370	MO100	0	0	0	0	0
331	SR 97	0	22	10	0	0	371	TC100	0	25	12	0	9
332	Y 97	1	23	9	0	2	372	RU100	2	0	0	0	0
333	Y 97M	0	23	5	0	2	373	RH100	1	65	10	0	0
334	ZR 97	2	32	10	0	4	374	PD100	0	9	0	0	12
335	NB 97	2	18	6	0	1	375	AG100	0	0	0	0	0
336	NB 97M	0	5	0	0	2	376	CD100	0	0	0	0	0
337	MO 97	1	0	0	0	0	377	Y 101	0	0	0	0	0
338	TC 97	1	0	0	0	0	378	ZR101	0	0	0	0	0
339	RU 97	1	23	1	0	3	379	NB101	0	12	4	0	5
340	RH 97	0	16	0	0	0	380	MO101	1	194	32	0	9
341	PD 97	0	0	0	0	0	381	TC101	1	34	7	0	17
342	RB 98	0	0	0	0	0	382	RU101	4	0	0	0	0
343	SR 98	0	0	0	0	0	383	RU101M	0	6	0	0	6
344	Y 98	0	11	6	0	2	384	RH101	2	20	0	0	9
345	Y 98M	0	28	9	0	0	385	RH101M	0	25	0	0	20
346	ZR 98	2	0	0	0	0	386	PD101	1	71	5	0	31
347	NB 98	0	31	9	0	0	387	AG101	1	80	23	0	3
348	NB 98M	0	11	8	0	0	388	CD101	0	2	0	0	3
349	MO 98	2	0	0	0	0	389	Y 102	0	0	0	0	0
350	TC 98	0	3	1	0	0	390	ZR102	1	0	0	0	0
351	RU 98	2	0	0	0	0	391	NB102	1	6	0	0	0
352	RH 98	1	7	5	0	0	392	MO102	1	0	0	0	0
353	PD 98	0	7	0	0	0	393	TC102	2	5	5	0	0
354	RB 99	0	0	0	0	0	394	TC102M	0	36	11	0	0
355	SR 99	0	0	0	0	0	395	RU102	4	0	0	0	0
356	Y 99	0	24	9	0	4	396	RH102	1	23	1	0	7
357	ZR 99	1	19	4	0	8	397	RH102M	0	30	7	0	0
358	NB 99	1	2	1	0	0	398	PD102	3	0	0	0	0
359	NB 99M	0	54	0	0	3	399	AG102	2	34	12	0	0
360	MO 99	2	36	7	0	6	400	AG102M	0	16	10	0	2

NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
401 CD102	0	22	6	0	10	441 NB106	0	0	0	0	0
402 ZR103	0	0	0	0	0	442 MO106	0	15	0	0	0
403 NB103	0	6	2	0	0	443 TC106	1	55	20	0	2
404 MO103	1	6	0	0	0	444 RU106	1	0	1	0	0
405 TC103	1	32	4	0	0	445 RH106	1	99	28	0	21
406 RU103	2	24	5	0	33	446 RH106M	0	46	4	0	45
407 RU103M	0	8	0	0	10	447 PD106	4	0	0	0	0
408 RH103	3	0	0	0	0	448 AG106	0	43	6	0	2
409 RH103M	0	5	0	0	3	449 AG106M	0	63	0	0	51
410 PD103	1	13	0	0	27	450 CD106	2	0	0	0	0
411 AG103	2	113	18	0	40	451 IN106	1	17	7	0	0
412 AG103M	0	5	0	0	3	452 IN106M	0	31	0	0	0
413 CD103	1	209	53	0	0	453 SN106	1	18	4	0	32
414 IN103	0	6	2	0	3	454 SB106	1	0	0	0	0
415 ZR104	0	0	0	0	0	455 TC107	0	0	0	0	0
416 NB104	0	0	0	0	0	456 RU107	0	7	6	0	0
417 MO104	0	0	0	0	0	457 RH107	1	39	9	0	0
418 TC104	1	131	34	0	2	458 PD107	1	0	1	0	0
419 RU104	2	0	0	0	0	459 AG107	2	0	0	0	0
420 RH104	1	16	8	0	0	460 CD107	1	35	2	0	6
421 RH104M	0	36	4	0	9	461 IN107	0	121	27	0	0
422 PD104	4	0	0	0	0	462 TE107	0	0	0	0	0
423 AG104	2	73	18	0	5	463 MO108	0	0	0	0	0
424 AG104M	0	38	17	0	0	464 TC108	0	0	0	0	0
425 CD104	0	13	2	0	12	465 RU108	0	1	2	0	0
426 IN104	0	0	0	0	0	466 RH108	1	13	6	0	0
427 SN104	0	0	0	0	0	467 RH108M	0	7	4	0	0
428 NB105	0	1	0	0	0	468 PD108	4	0	0	0	0
429 NB105M	1	1	0	0	0	469 AG108	1	13	4	0	0
430 MO105	1	24	0	0	0	470 AG108M	0	13	0	0	8
431 TC105	1	129	28	0	37	471 CD108	2	0	0	0	0
432 RU105	1	92	24	0	9	472 IN108	1	20	1	0	0
433 RH105	2	9	5	0	5	473 SN108	0	5	0	0	0
434 RH105M	0	1	0	0	3	474 SB108	1	0	0	0	0
435 PD105	3	0	0	0	0	475 TE108	1	0	0	0	0
436 AG105	2	78	3	0	13	476 TC109	0	0	0	0	0
437 AG105M	0	32	3	0	6	477 RU109	0	2	0	0	0
438 CD105	1	296	18	0	5	478 RH109	1	37	9	0	0
439 IN105	1	33	0	0	2	479 PD109	2	40	13	0	3
440 IN105M	0	1	0	0	0	480 PD109M	0	5	0	0	4

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
481	AG109	2	0	0	0	0	521	TE111	0	0	0	0	0
482	CD109	3	5	0	0	7	522	I 111	0	0	0	0	0
483	CD109M	0	5	0	0	3	523	RU112	0	0	0	0	0
484	CD109N	0	6	0	0	2	524	RH112	0	1	0	0	0
485	IN109	3	71	3	0	6	525	PD112	1	1	1	0	2
486	IN109M	0	5	0	0	4	526	AG112	1	86	29	0	3
487	IN109N	0	6	0	0	0	527	CD112	2	0	0	0	0
488	SN109	1	67	0	0	5	528	IN112	2	20	6	0	0
489	SB109	0	9	0	0	0	529	IN112M	0	1	0	0	3
490	TE109	0	0	0	0	0	530	IN112N	0	3	0	0	0
491	TC110	0	0	0	0	0	531	SN112	2	0	0	0	0
492	RU110	0	1	0	0	0	532	SB112	1	121	26	0	0
493	RU110M	1	0	0	0	0	533	TE112	1	36	2	0	0
494	RH110	0	25	3	0	0	534	I 112	0	2	0	2	0
495	RH110M	0	1	2	0	0	535	XE112	0	0	0	0	0
496	PD110	3	0	0	0	0	536	PD113	0	0	0	0	0
497	AG110	1	13	11	0	0	537	AG113	0	0	0	0	0
498	AG110M	0	71	7	0	27	538	CD113	0	0	1	0	0
499	CD110	4	0	0	0	0	539	CD113M	0	0	1	0	0
500	IN110	1	55	3	0	36	540	IN113	4	0	0	0	0
501	IN110M	0	50	11	0	0	541	IN113M	0	1	0	0	3
502	SN110	2	2	0	0	1	542	SN113	0	6	0	0	1
503	SB110	0	15	0	0	0	543	SB113	0	0	0	0	0
504	SB110M	0	14	0	0	0	544	PD114	0	0	0	0	0
505	TE110	0	0	0	1	0	545	AG114	0	15	7	0	2
506	I 110	0	0	0	1	0	546	CD114	3	0	0	0	0
507	RU111	0	0	0	0	0	547	IN114	1	3	3	0	0
508	RH111	0	1	0	0	0	548	IN114M	0	7	0	0	3
509	PD111	2	86	21	0	17	549	SN114	2	0	0	0	0
510	PD111M	0	97	17	0	43	550	SB114	0	5	4	0	0
511	AG111	3	18	7	0	11	551	TE114	0	0	0	0	0
512	AG111M	0	18	4	0	13	552	PD115	0	11	0	0	0
513	CD111	4	0	0	0	0	553	AG115	1	149	28	0	24
514	CD111M	0	6	0	0	6	554	AG115M	0	9	0	0	0
515	IN111	2	7	0	0	9	555	CD115	2	21	7	0	24
516	IN111M	0	5	0	0	2	556	CD115M	0	31	7	0	34
517	SN111	3	49	3	0	12	557	IN115	3	0	1	0	0
518	SN111M	0	6	0	0	3	558	IN115M	0	10	2	0	6
519	SN111N	0	5	0	0	2	559	SN115	4	0	0	0	0
520	SB111	0	28	12	0	6	560	SN115M	0	7	0	0	9

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
561	SB115	4	53	9	0	16	601	PD118	0	0	0	0	0
562	SB115M	0	7	0	0	4	602	AG118	1	12	8	0	3
563	SB115N	0	11	0	0	12	603	AG118M	0	19	3	0	6
564	TE115	2	60	9	0	26	604	CD118	2	0	0	0	0
565	TE115M	0	30	9	0	0	605	IN118	1	5	4	0	0
566	TE115N	0	5	0	0	3	606	IN118M	0	18	3	0	0
567	I 115	2	4	0	0	0	607	IN118N	0	5	0	0	3
568	I 115M	0	10	0	0	15	608	SN118	4	0	0	0	0
569	XE115	0	0	0	0	0	609	SB118	0	13	8	0	0
570	CS115	0	0	0	0	0	610	SB118M	0	11	1	0	5
571	RH116	0	0	0	0	0	611	TE118	2	0	0	0	0
572	PD116	0	0	0	0	0	612	I 118	1	13	7	0	0
573	AG116	0	14	6	0	2	613	I 118M	0	4	0	0	0
574	AG116M	0	14	6	0	2	614	XE118	0	0	0	0	0
575	CD116	2	0	0	0	0	615	CS118	0	0	0	0	0
576	IN116	0	5	5	0	0	616	AG119	0	141	20	0	32
577	IN116M	0	47	5	0	1	617	CD119	1	81	0	0	18
578	SN116	4	0	0	0	0	618	CD119M	0	68	0	0	0
579	SB116	1	7	5	0	0	619	IN119	3	9	3	0	1
580	SB116M	0	9	2	0	0	620	IN119M	0	16	6	0	3
581	TE116	1	7	1	0	6	621	SN119	4	0	0	0	0
582	I 116	0	3	1	0	0	622	SN119M	0	6	0	0	5
583	XE116	0	0	0	0	0	623	SB119	2	2	0	0	2
584	RH117	0	0	0	0	0	624	TE119	1	32	2	0	3
585	PD117	0	0	0	0	0	625	TE119M	0	52	4	0	30
586	AG117	0	88	28	0	33	626	I 119	1	20	9	0	0
587	AG117M	0	65	12	0	33	627	XE119	1	19	0	0	0
588	CD117	2	123	24	0	26	628	CS119	0	8	0	0	0
589	CD117M	0	82	20	0	0	629	BA119	0	0	0	0	0
590	IN117	3	8	2	0	3	630	AG120	1	5	4	0	0
591	IN117M	0	14	4	0	7	631	AG120M	0	10	2	0	3
592	SN117	4	0	0	0	0	632	CD120	2	5	1	0	0
593	SN117M	0	6	0	0	8	633	IN120	1	37	9	0	0
594	SB117	1	16	2	0	3	634	IN120M	0	11	7	0	0
595	TE117	2	25	9	0	7	635	SN120	4	0	0	0	0
596	TE117M	0	3	0	0	0	636	SB120	0	5	0	0	2
597	I 117	1	9	4	0	0	637	SB120M	0	3	2	0	0
598	XE117	0	23	7	0	0	638	TE120	2	0	0	0	0
599	CS117	0	0	0	0	0	639	I 120	1	134	10	0	28
600	BA117	0	0	0	0	0	640	I 120M	0	52	4	0	6

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
721	SN127	0	177	47	0	0	761	I 130	1	56	15	0	1
722	SB127	1	41	15	0	4	762	I 130M	0	40	14	0	3
723	TE127	2	9	5	0	0	763	XE130	3	0	0	0	0
724	TE127M	0	10	4	0	3	764	CS130	0	20	4	0	0
725	I 127	3	0	0	0	0	765	BA130	2	0	0	0	0
726	XE127	2	10	0	0	14	766	BA130M	0	14	0	0	0
727	XE127M	0	6	0	0	5	767	LA130	0	47	12	0	0
728	CS127	2	44	6	0	0	768	CE130	0	0	0	0	0
729	CS127M	0	8	0	0	0	769	ND130	0	0	0	0	0
730	BA127	0	7	0	0	0	770	IN131	0	4	0	0	0
731	LA127	0	0	0	0	0	771	SN131	1	0	0	0	0
732	IN128	0	0	0	0	0	772	SB131	1	76	23	0	3
733	SN128	0	4	0	0	0	773	TE131	2	83	16	0	4
734	SB128	1	54	13	0	0	774	TE131M	0	199	27	0	27
735	SB128M	0	16	5	0	0	775	I 131	2	23	6	0	18
736	TE128	3	0	0	0	0	776	XE131	3	0	0	0	0
737	I 128	0	15	5	0	5	777	XE131M	0	5	0	0	3
738	XE128	2	0	0	0	0	778	CS131	1	0	0	0	0
739	CS128	1	20	8	0	0	779	BA131	2	52	2	0	64
740	BA128	1	1	0	0	0	780	BA131M	0	6	0	0	6
741	LA128	0	10	0	0	0	781	LA131	2	63	11	0	44
742	CE128	0	0	0	0	0	782	CE131	0	84	0	0	2
743	SN129	0	0	0	0	0	783	CE131M	0	3	0	0	0
744	SB129	0	62	22	0	0	784	IN132	0	0	0	0	0
745	TE129	2	53	10	0	2	785	SN132	0	14	1	0	3
746	TE129M	0	45	9	0	3	786	SB132	1	16	7	0	11
747	I 129	2	5	1	0	3	787	SB132M	0	37	13	0	8
748	XE129	3	0	0	0	0	788	TE132	2	8	1	0	12
749	XE129M	0	6	0	0	6	789	I 132	2	124	34	0	43
750	CS129	0	37	2	0	22	790	I 132M	0	17	5	0	10
751	BA129	0	0	0	0	0	791	XE132	3	0	0	0	0
752	LA129	1	0	0	0	0	792	CS132	0	13	4	0	0
753	LA129M	0	2	0	0	0	793	BA132	2	0	0	0	0
754	CE129	0	0	0	0	0	794	LA132	0	95	22	0	0
755	IN130	0	7	1	0	3	795	CE132	0	0	0	0	0
756	SN130	1	16	2	0	3	796	PR132	0	0	0	0	0
757	SN130M	0	12	5	0	9	797	SN133	0	0	0	0	0
758	SB130	2	62	18	0	3	798	SB133	0	0	0	0	0
759	SB130M	0	42	10	0	3	799	TE133	1	33	11	0	3
760	TE130	2	0	0	0	0	800	TE133M	0	67	3	0	3

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
641	XE120	1	208	23	0	20	681	TE123N	0	7	0	0	8
642	CS120	0	2	0	0	0	682	I 123	1	49	1	0	56
643	BA120	0	0	0	0	0	683	XE123	1	114	11	0	21
644	AG121	0	53	0	0	0	684	CS123	2	30	14	0	0
645	CD121	1	62	0	0	0	685	CS123M	0	3	0	0	0
646	CD121M	0	35	0	0	0	686	BA123	1	9	0	0	0
647	IN121	3	14	1	0	12	687	LA123	0	1	0	0	0
648	IN121M	0	19	9	0	6	688	IN124	0	2	1	0	0
649	SN121	3	0	1	0	0	689	SN124	1	0	0	0	0
650	SN121M	0	6	1	0	5	690	SB124	2	68	21	0	1
651	SB121	4	0	0	0	0	691	SB124M	0	5	2	0	2
652	TE121	2	9	0	0	13	692	SB124N	0	1	0	0	0
653	TE121M	0	20	1	0	9	693	TE124	3	0	0	0	0
654	I 121	1	71	18	0	39	694	I 124	0	82	9	0	1
655	XE121	1	254	50	0	63	695	XE124	1	0	0	0	0
656	CS121	1	15	0	0	0	696	CS124	1	3	3	0	0
657	BA121	0	0	0	0	0	697	BA124	0	11	0	0	0
658	PR121	0	0	0	0	0	698	IN125	0	0	0	0	0
659	AG122	0	0	0	0	0	699	SN125	0	46	14	0	0
660	CD122	0	0	0	0	0	700	SN125M	0	26	10	0	0
661	IN122	0	12	4	0	6	701	SB125	2	29	7	0	6
662	IN122M	0	1	2	0	0	702	TE125	3	0	0	0	0
663	SN122	3	0	0	0	0	703	TE125M	0	6	0	0	6
664	SB122	0	12	7	0	1	704	I 125	1	5	0	0	3
665	TE122	2	0	0	0	0	705	XE125	2	47	5	0	9
666	I 122	1	48	17	0	0	706	XE125M	0	6	0	0	6
667	XE122	2	24	2	0	19	707	CS125	0	26	9	0	2
668	CS122	0	3	1	0	0	708	BA125	0	0	0	0	0
669	CS122M	0	1	1	0	0	709	LA125	0	0	0	0	0
670	BA122	0	0	0	0	0	710	IN126	0	0	0	0	0
671	AG123	0	0	0	0	0	711	SN126	0	12	1	0	17
672	CD123	0	0	0	0	0	712	SB126	2	30	10	0	4
673	IN123	0	20	6	0	12	713	SB126M	0	14	4	0	6
674	IN123M	0	15	8	0	3	714	TE126	3	0	0	0	0
675	SN123	2	13	6	0	3	715	I 126	0	18	5	0	3
676	SN123M	0	9	6	0	0	716	XE126	2	0	0	0	0
677	SN123N	0	17	6	0	6	717	CS126	1	2	3	0	0
678	SB123	5	0	0	0	0	718	BA126	0	3	3	0	0
679	TE123	2	0	1	0	0	719	LA126	0	0	0	0	0
680	TE123M	0	0	0	0	0	720	IN127	0	0	0	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
801	I 133	3	47	10	0	0	841	I 136	1	123	38	0	0
802	I 133M	0	7	0	0	3	842	I 136M	0	32	10	0	6
803	XE133	2	10	3	0	4	843	XE136	3	0	0	0	0
804	XE133M	0	5	0	0	3	844	XE136M	0	3	0	0	7
805	CS133	2	0	0	0	0	845	CS136	0	27	6	0	27
806	BA133	2	13	0	0	16	846	BA136	2	0	0	0	0
807	BA133M	0	6	0	0	5	847	LA136	1	26	4	0	0
808	LA133	1	41	0	0	0	848	LA136M	0	2	0	0	0
809	CE133	1	40	0	0	0	849	CE136	2	0	0	0	0
810	PR133	0	24	0	0	0	850	CE136M	0	7	0	0	0
811	SB134	0	4	2	0	3	851	PR136	1	100	26	0	11
812	TE134	2	28	3	0	11	852	ND136	1	34	7	0	8
813	TE134M	0	3	0	0	0	853	PM136	0	14	8	0	0
814	I 134	2	94	20	0	4	854	TE137	0	0	0	0	0
815	I 134M	0	14	1	0	12	855	I 137	0	0	0	0	0
816	XE134	4	0	0	0	0	856	XE137	0	72	19	0	1
817	XE134M	0	7	0	0	5	857	CS137	1	1	2	0	0
818	CS134	1	16	5	0	3	858	BA137	3	0	0	0	0
819	CS134M	0	7	0	0	7	859	BA137M	0	5	0	0	2
820	BA134	2	0	0	0	0	860	LA137	2	0	0	0	0
821	LA134	1	106	22	0	0	861	CE137	2	13	1	0	0
822	CE134	1	0	0	0	0	862	CE137M	0	13	0	0	5
823	PR134	0	38	0	0	0	863	PR137	0	120	14	0	0
824	ND134	0	0	0	0	0	864	ND137	1	0	0	0	0
825	SB135	0	0	0	0	0	865	ND137M	0	8	0	0	12
826	TE135	0	3	2	0	0	866	PM137	0	0	0	0	0
827	I 135	1	92	24	0	0	867	SM137	0	0	0	0	0
828	XE135	2	17	5	0	2	868	TE138	0	0	0	0	0
829	XE135M	0	9	4	0	3	869	I 138	0	9	6	0	0
830	CS135	3	0	1	0	0	870	I 138M	0	2	2	0	0
831	CS135M	0	6	0	0	2	871	XE138	2	105	20	0	11
832	BA135	3	0	0	0	0	872	CS138	2	86	32	0	0
833	BA135M	0	5	0	0	3	873	CS138M	0	19	3	0	23
834	LA135	1	17	1	0	0	874	BA138	3	0	0	0	0
835	CE135	2	122	10	0	0	875	LA138	0	2	1	0	0
836	CE135M	0	8	0	0	9	876	CE138	4	0	0	0	0
837	PR135	1	35	0	0	0	877	CE138M	0	3	0	0	4
838	ND135	0	37	19	0	0	878	PR138	1	22	12	0	3
839	SB136	0	0	0	0	0	879	PR138M	0	65	5	0	9
840	TE136	0	26	5	0	3	880	ND138	1	10	1	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
881	PM138	1	14	9	0	0	921	PM141	2	76	25	0	8
882	SM138	0	2	0	0	0	922	SM141	3	33	12	0	3
883	I 139	0	0	0	0	0	923	SM141M	0	57	14	0	11
884	XE139	0	232	46	0	0	924	EU141	1	51	21	0	0
885	CS139	1	181	61	0	0	925	EU141M	0	21	5	0	4
886	BA139	1	32	17	0	3	926	XE142	0	153	2	0	0
887	LA139	2	0	0	0	0	927	CS142	1	114	2	0	0
888	CE139	2	5	0	0	2	928	BA142	1	59	15	0	3
889	CE139M	0	5	0	0	2	929	LA142	1	161	28	0	2
890	PR139	2	12	2	0	0	930	CE142	2	0	0	0	0
891	ND139	2	21	11	0	0	931	PR142	1	3	3	0	0
892	ND139M	0	42	13	0	3	932	PR142M	0	1	0	0	0
893	PM139	0	0	1	0	0	933	ND142	2	0	0	0	0
894	SM139	1	0	0	0	0	934	PM142	1	13	9	0	1
895	SM139M	0	4	0	0	0	935	SM142	2	0	0	0	0
896	EU139	0	0	0	0	0	936	EU142	1	8	4	0	0
897	I 140	0	3	0	0	0	937	EU142M	0	36	15	0	8
898	XE140	1	149	18	0	25	938	GD142	0	1	2	0	0
899	CS140	1	243	39	0	12	939	XE143	0	0	0	0	0
900	BA140	1	16	5	0	10	940	CS143	0	113	31	0	3
901	LA140	1	40	17	0	35	941	BA143	1	69	18	0	0
902	CE140	3	0	0	0	0	942	LA143	1	59	23	0	0
903	PR140	2	19	4	0	0	943	CE143	1	45	11	0	6
904	PR140M	0	2	0	0	0	944	PR143	1	1	2	0	0
905	ND140	3	0	0	0	0	945	ND143	3	0	0	0	0
906	ND140M	0	3	0	0	0	946	PM143	3	1	1	0	0
907	PM140	1	22	7	0	8	947	SM143	3	37	14	0	0
908	PM140M	0	37	11	0	13	948	SM143M	0	12	1	0	6
909	SM140	2	75	1	0	29	949	SM143N	0	13	0	0	6
910	EU140	0	2	0	0	0	950	EU143	2	57	21	0	0
911	EU140M	0	1	0	0	0	951	GD143	0	7	5	0	0
912	I 141	0	0	0	0	0	952	GD143M	0	69	33	0	21
913	XE141	0	231	33	0	8	953	XE144	0	0	0	0	0
914	CS141	1	168	45	0	1	954	CS144	0	0	0	0	0
915	BA141	1	120	26	0	5	955	BA144	1	70	9	0	2
916	LA141	1	29	17	0	0	956	LA144	1	68	24	0	5
917	CE141	1	5	2	0	3	957	CE144	1	11	3	0	19
918	PR141	3	0	0	0	0	958	PR144	2	14	6	0	5
919	ND141	2	19	1	0	4	959	PR144M	0	3	1	0	3
920	ND141M	0	12	1	0	5	960	ND144	3	0	0	1	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
961	PM144	0	16	0	0	14	1001	TB147M	0	7	3	0	4
962	SM144	1	0	0	0	0	1002	DY147	1	0	0	0	0
963	EU144	1	6	4	0	0	1003	DY147M	0	7	1	0	5
964	GD144	0	8	1	0	0	1004	BA148	0	0	0	0	0
965	XE145	0	0	0	0	0	1005	LA148	0	0	0	0	0
966	CS145	0	3	0	0	0	1006	CE148	0	6	0	0	0
967	BA145	1	35	15	0	18	1007	PR148	1	46	11	0	6
968	LA145	1	78	26	0	15	1008	ND148	1	0	0	0	0
969	CE145	1	29	8	0	3	1009	PM148	1	11	4	0	3
970	PR145	1	67	19	0	6	1010	PM148M	0	24	4	0	19
971	ND145	2	0	0	0	0	1011	SM148	4	0	0	0	0
972	PM145	1	6	0	0	6	1012	EU148	0	155	8	0	0
973	SM145	3	3	0	0	0	1013	GD148	3	0	0	0	0
974	EU145	4	72	7	0	59	1014	TB148	2	59	0	0	0
975	EU145M	0	38	8	0	10	1015	TB148M	0	10	1	0	0
976	GD145	2	47	0	0	0	1016	DY148	1	1	1	0	0
977	GD145M	0	5	0	0	2	1017	CE149	0	0	0	0	0
978	GD145N	0	8	1	0	6	1018	PR149	0	5	5	0	0
979	CS146	0	2	0	0	0	1019	ND149	1	157	16	0	27
980	BA146	1	0	0	0	0	1020	PM149	1	32	10	0	3
981	LA146	0	3	0	0	0	1021	SM149	2	0	0	0	0
982	CE146	1	25	2	0	35	1022	EU149	1	14	0	0	0
983	PR146	1	39	2	0	0	1023	GD149	3	38	2	1	0
984	ND146	2	0	0	0	2	1024	TB149	1	92	20	2	0
985	PM146	0	6	3	0	0	1025	TB149M	0	7	1	1	0
986	SM146	2	0	0	0	0	1026	DY149	1	0	0	0	0
987	EU146	1	180	14	0	0	1027	HO149	1	0	0	0	0
988	GD146	1	4	0	0	12	1028	CE150	0	0	0	0	0
989	TB146	0	7	7	0	0	1029	PR150	0	0	2	0	0
990	CS147	0	0	0	0	0	1030	ND150	1	0	0	0	0
991	BA147	0	0	0	0	0	1031	PM150	0	0	0	0	0
992	LA147	0	47	0	0	0	1032	SM150	3	149	29	0	32
993	CE147	1	30	0	0	0	1033	EU150	0	0	5	0	0
994	PR147	1	94	19	0	0	1034	EU150M	0	21	7	0	0
995	ND147	1	19	7	0	30	1035	GD150	4	0	0	0	0
996	PM147	1	7	3	0	9	1036	TB150	2	55	24	0	0
997	SM147	3	0	0	1	0	1037	TB150M	0	19	1	0	0
998	EU147	2	53	3	1	35	1038	DY150	2	1	1	0	0
999	GD147	3	182	10	0	71	1039	HO150	1	4	1	0	0
1000	TB147	2	13	7	0	16	1040	ER150	1	0	0	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1041	CE151	0	0	0	0	0	1081	PM154	1	59	11	0	6
1042	PR151	0	0	0	0	0	1082	PM154M	0	45	10	0	6
1043	ND151	0	203	24	0	27	1083	SM154	3	0	0	0	0
1044	PM151	1	238	31	0	62	1084	EU154	1	187	22	0	78
1045	SM151	1	2	2	0	2	1085	EU154M	0	20	0	0	27
1046	EU151	2	0	0	0	0	1086	GD154	4	0	0	0	0
1047	GD151	1	22	0	1	14	1087	TB154	0	2	0	0	0
1048	TB151	1	103	12	2	27	1088	TB154M	1	61	4	0	67
1049	DY151	2	13	0	1	0	1089	TB154N	0	171	14	0	45
1050	HO151	2	10	0	2	0	1090	TB1543	0	175	23	0	37
1051	ER151	1	0	0	0	0	1091	DY154	3	0	0	1	0
1052	TM151	1	0	0	0	0	1092	HO154	1	5	0	2	0
1053	ND152	0	11	5	0	9	1093	HO154M	0	25	3	0	20
1054	PM152	1	78	24	0	5	1094	HO154N	0	0	0	0	0
1055	PM152M	0	70	20	0	7	1095	ER154	2	0	0	1	0
1056	SM152	4	0	0	0	0	1096	TM154	0	4	0	2	0
1057	EU152	1	85	15	0	20	1097	YB154	1	0	0	0	0
1058	EU152M	0	29	6	0	0	1098	SM155	0	56	14	0	14
1059	EU152N	0	9	0	0	12	1099	EU155	1	17	6	0	22
1060	GD152	4	0	0	1	0	1100	GD155	2	0	0	0	0
1061	TB152	2	341	38	0	1	1101	TB155	1	83	0	0	22
1062	TB152M	0	65	2	0	16	1102	DY155	1	139	13	0	29
1063	DY152	2	5	0	1	2	1103	HO155	0	90	22	0	37
1064	HO152	1	8	2	2	4	1104	ER155	0	0	0	1	0
1065	HO152M	0	9	3	0	7	1105	TM155	0	0	0	1	0
1066	ER152	1	0	0	1	0	1106	YB155	1	0	0	1	0
1067	TM152	1	0	0	0	0	1107	LU155	0	0	0	1	0
1068	YB152	1	0	0	0	0	1108	SM156	0	16	3	0	7
1069	PM153	0	15	4	0	28	1109	EU156	1	105	18	0	51
1070	SM153	2	69	15	0	11	1110	GD156	2	0	0	0	0
1071	SM153M	0	6	0	0	0	1111	TB156	2	127	0	0	65
1072	EU153	2	0	0	0	0	1112	TB156M	0	1	0	0	2
1073	GD153	2	13	0	0	15	1113	TB156N	0	1	0	0	3
1074	GD153M	0	9	0	0	14	1114	DY156	1	0	0	0	0
1075	TB153	1	97	14	0	0	1115	HO156	0	8	0	0	5
1076	DY153	0	140	0	1	0	1116	ER156	0	0	0	0	0
1077	HO153	0	0	0	2	0	1117	TM156	0	0	0	2	0
1078	ER153	0	0	0	1	0	1118	YB156	0	0	0	1	0
1079	TM153	0	0	0	1	0	1119	LU156	0	0	0	2	0
1080	ND154	0	2	0	0	0	1120	HF156	0	0	0	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1121	SM157	0	1	1	0	0	1161	HO160	1	0	0	0	0
1122	EU157	1	33	11	0	0	1162	HO160M	0	1	0	0	0
1123	GD157	3	0	0	0	0	1163	ER160	0	0	0	0	0
1124	GD157M	0	12	0	0	0	1164	TM160	0	0	0	0	0
1125	TB157	1	1	0	0	1	1165	YB160	0	0	0	0	0
1126	DY157	1	30	3	0	7	1166	HF160	0	0	0	0	0
1127	HO157	0	71	14	0	0	1167	GD161	0	0	0	0	0
1128	ER157	0	0	0	0	0	1168	TB161	1	24	5	0	12
1129	YB157	0	0	0	0	0	1169	DY161	2	31	7	0	26
1130	HF157	0	0	0	0	0	1170	HO161	1	0	0	0	0
1131	SM158	0	0	0	0	0	1171	ER161	2	10	0	0	0
1132	EU158	0	93	29	0	19	1172	ER161M	0	205	11	0	0
1133	GD158	2	0	0	0	0	1173	TM161	0	13	0	0	0
1134	TB158	0	7	0	0	0	1174	YB161	0	23	0	0	0
1135	TB158M	1	14	3	0	26	1175	LU161	0	0	0	0	0
1136	DY158	2	106	30	0	0	1176	HF161	0	0	0	0	0
1137	HO158	0	0	0	0	0	1177	GD162	0	4	0	0	0
1138	HO158M	2	0	0	0	0	1178	TB162	1	17	4	0	2
1139	HO158N	0	1	0	0	0	1179	DY162	3	0	0	0	9
1140	ER158	0	32	1	0	0	1180	HO162	1	35	3	0	0
1141	TM158	0	0	0	0	0	1181	HO162M	0	72	1	0	3
1142	YB158	0	0	0	0	0	1182	ER162	2	0	0	0	9
1143	HF158	0	0	0	1	0	1183	TM162	2	338	18	0	0
1144	EU159	0	61	19	0	0	1184	TM162M	0	26	1	0	6
1145	GD159	2	22	8	0	21	1185	YB162	0	3	1	0	9
1146	GD159M	0	3	0	0	5	1186	LU162	0	0	0	0	0
1147	TB159	2	0	0	0	0	1187	W 162	0	0	0	0	0
1148	DY159	2	14	0	0	0	1188	TB163	0	0	0	0	0
1149	DY159M	0	18	0	0	10	1189	DY163	2	82	13	0	0
1150	HO159	2	71	8	0	48	1190	HO163	2	0	0	0	0
1151	HO159M	0	0	0	0	36	1191	HO163M	0	0	0	0	0
1152	ER159	1	109	0	0	8	1192	ER163	1	5	0	0	0
1153	TM159	1	134	23	0	4	1193	TM163	1	29	1	0	3
1154	YB159	0	2	0	0	29	1194	YB163	0	235	13	0	0
1155	HF159	1	0	0	1	0	1195	LU163	0	174	25	0	0
1156	TA159	1	0	0	0	0	1196	HF163	0	0	0	0	0
1157	EU160	0	0	0	0	0	1197	TA163	0	0	0	0	0
1158	GD160	0	0	0	0	0	1198	W 163	1	0	0	0	0
1159	TB160	0	39	11	0	7	1199	RE163	0	0	0	1	0
1160	DY160	1	0	0	0	0	1200	TB164	0	141	23	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1201	DY164	2	0	0	0	0	1241	ER168	2	0	0	0	0
1202	HO164	1	4	2	0	6	1242	TM168	0	48	0	0	24
1203	HO164M	0	4	0	0	0	1243	YB168	2	0	0	0	0
1204	ER164	3	0	0	0	0	1244	LU168	0	57	10	0	18
1205	TM164	1	35	3	0	21	1245	LU168M	0	70	18	0	18
1206	TM164M	0	86	15	0	0	1246	HF168	0	0	0	0	0
1207	YB164	0	9	1	0	0	1247	TA168	0	0	0	0	0
1208	LU164	0	0	0	0	0	1248	HO169	0	27	2	0	0
1209	W 164	0	0	0	0	0	1249	ER169	1	3	3	0	0
1210	DY165	1	59	13	0	35	1250	TM169	2	0	0	0	0
1211	DY165M	0	12	6	0	14	1251	YB169	2	40	0	0	28
1212	HO165	3	0	0	0	0	1252	YB169M	0	1	0	0	2
1213	ER165	1	0	0	0	0	1253	LU169	1	116	16	0	20
1214	TM165	1	108	5	0	0	1254	HF169	0	4	2	0	0
1215	YB165	1	108	24	0	12	1255	TA169	0	0	0	0	0
1216	LU165	0	2	0	0	0	1256	OS169	0	0	0	0	0
1217	DY166	0	11	5	0	19	1257	HO170	0	22	7	0	0
1218	HO166	1	13	6	0	3	1258	HO170M	0	31	4	0	0
1219	HO166M	0	48	2	0	19	1259	ER170	3	0	0	0	0
1220	ER166	3	0	0	0	0	1260	TM170	1	6	2	0	3
1221	TM166	1	80	7	0	9	1261	TM170M	0	9	0	0	9
1222	YB166	3	1	0	0	3	1262	YB170	2	0	0	0	0
1223	LU166	2	21	4	0	6	1263	LU170	1	560	21	0	0
1224	LU166M	0	35	0	0	2	1264	HF170	1	105	3	0	33
1225	LU166N	0	41	1	0	0	1265	TA170	0	2	0	0	0
1226	HF166	0	22	4	0	5	1266	W 170	0	0	0	0	0
1227	TA166	0	0	0	0	0	1267	RE170	0	0	0	0	0
1228	W 166	1	0	0	0	0	1268	OS170	0	0	0	1	0
1229	DY167	0	33	11	0	8	1269	ER171	0	69	12	0	15
1230	DY167M	0	8	0	0	0	1270	TM171	1	5	2	0	2
1231	HO167	2	28	6	0	0	1271	YB171	2	0	0	0	0
1232	ER167	3	0	0	0	0	1272	LU171	2	49	4	0	0
1233	ER167M	0	1	0	0	3	1273	LU171M	0	1	0	0	3
1234	TM167	1	12	0	0	5	1274	HF171	1	109	0	0	0
1235	YB167	1	131	5	0	23	1275	TA171	0	77	0	0	0
1236	LU167	1	265	0	0	5	1276	W 171	0	0	0	0	0
1237	HF167	0	7	2	0	1	1277	OS171	0	0	0	0	0
1238	TA167	0	0	0	0	0	1278	IR171	0	0	0	0	0
1239	OS167	0	0	0	1	0	1279	ER172	0	44	7	0	0
1240	HO168	0	75	16	0	6	1280	TM172	1	47	15	0	6

NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO. NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1281 YB172	3	0	0	0	0	1321 TM176	0	86	15	0	0
1282 YB172M	0	17	0	0	15	1322 YB176	2	0	0	0	0
1283 LU172	1	114	5	0	12	1323 YB176M	0	9	0	0	15
1284 HF172	1	12	0	0	29	1324 LU176	0	8	2	0	12
1285 TA172	1	71	20	0	23	1325 LU176M	0	14	6	0	6
1286 W 172	0	6	0	0	0	1326 HF176	3	0	0	0	0
1287 RE172	1	0	0	0	0	1327 TA176	1	408	26	0	12
1288 OS172	1	0	0	0	0	1328 W 176	1	10	0	0	15
1289 IR172	1	0	0	0	0	1329 RE176	1	2	0	0	0
1290 ER173	0	14	3	0	12	1330 OS176	1	5	0	0	0
1291 TM173	1	7	3	0	9	1331 IR176	0	0	0	0	0
1292 YB173	2	0	0	0	0	1332 PT176	1	1	0	1	0
1293 LU173	1	23	0	0	23	1333 AU176	0	0	2	2	3
1294 HF173	1	64	8	0	73	1334 YB177	1	0	0	0	0
1295 TA173	0	90	12	0	24	1335 YB177M	1	29	12	0	4
1296 W 173	0	0	0	0	0	1336 LU177	0	2	0	0	6
1297 RE173	1	0	0	0	0	1337 LU177M	2	10	4	0	9
1298 OS173	1	0	0	0	0	1338 HF177	0	57	1	0	63
1299 IR173	1	0	0	0	0	1339 HF177M	5	0	0	0	0
1300 PT173	0	0	0	0	0	1340 HF177N	0	43	0	0	45
1301 TM174	0	16	5	0	3	1341 TA177	0	14	0	0	21
1302 YB174	3	0	0	0	0	1342 TA177M	2	52	2	0	20
1303 LU174	1	3	2	0	3	1343 W 177	0	12	0	0	0
1304 LU174M	0	11	0	0	13	1344 RE177	1	118	6	0	63
1305 HF174	1	0	0	0	0	1345 OS177	0	30	4	0	20
1306 TA174	0	21	10	0	9	1346 IR177	0	0	0	0	0
1307 W 174	0	0	0	0	0	1347 PT177	0	0	0	1	0
1308 OS174	0	0	0	0	0	1348 AU177	0	0	0	2	0
1309 IR174	0	0	0	0	0	1349 YB178	0	0	0	0	0
1310 PT174	0	0	0	0	0	1350 LU178	0	7	2	0	8
1311 TM175	0	74	19	0	0	1351 LU178M	1	29	13	0	3
1312 YB175	1	10	4	0	5	1352 HF178	0	6	2	0	18
1313 LU175	2	0	0	0	0	1353 HF178M	5	0	0	0	0
1314 HF175	1	10	0	0	0	1354 TA178	0	14	0	0	30
1315 TA175	1	144	12	0	24	1355 TA178M	1	6	0	0	18
1316 W 175	0	7	0	0	38	1356 W 178	0	34	2	0	17
1317 RE175	0	0	0	0	0	1357 RE178	1	0	0	0	0
1318 OS175	0	0	0	0	0	1358 OS178	0	64	24	0	12
1319 IR175	0	0	0	0	0	1359 IR178	2	0	0	0	0
1320 PT175	0	0	0	0	0	1360 PT178	1	20	0	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1361	AU178	0	0	0	0	0
1362	HG178	0	0	0	0	0
1363	LU179	0	27	12	0	0
1364	HF179	4	0	0	0	0
1365	HF179M	0	3	0	0	6
1366	HF179N	0	13	0	0	26
1367	TA179	2	0	0	0	0
1368	W 179	2	2	1	0	2
1369	W 179M	0	11	1	0	6
1370	RE179	0	63	0	0	0
1371	OS179	0	0	0	0	0
1372	IR179	0	0	0	0	0
1373	PT179	0	0	0	0	0
1374	AU179	0	0	0	0	0
1375	HG179	0	0	0	0	0
1376	LU180	0	28	7	0	0
1377	HF180	4	0	0	0	0
1378	HF180M	0	6	0	0	16
1379	TA180	0	3	0	0	9
1380	TA180M	0	2	2	0	6
1381	W 180	3	0	0	0	0
1382	W 180M	0	5	0	0	15
1383	RE180	1	11	2	0	10
1384	OS180	2	18	1	0	2
1385	IR180	1	10	0	0	0
1386	PT180	1	0	0	1	0
1387	AU180	1	0	0	0	0
1388	HG180	0	0	0	1	0
1389	HF181	0	14	2	0	16
1390	TA181	2	0	0	0	0
1391	W 181	1	7	0	0	6
1392	RE181	2	114	10	0	105
1393	OS181	0	84	18	0	57
1394	OS181M	0	6	1	0	6
1395	IR181	0	0	0	0	0
1396	PT181	0	0	0	0	0
1397	AU181	0	0	0	0	0
1398	HG181	0	0	0	0	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
1	IR197	0	44	0	0	0	41	PO199M	0	8	4	0	8
2	PT197	2	7	3	0	5	42	AT199	1	0	0	0	0
3	PT197M	0	10	1	0	5	43	RN199	0	0	0	0	0
4	AU197	5	0	0	0	0	44	PT200	0	40	11	0	103
5	AU197M	0	9	0	0	14	45	AU200	2	41	15	0	25
6	HG197	2	4	0	0	2	46	AU200M	0	23	1	0	21
7	HG197M	0	15	0	0	20	47	HG200	3	0	0	0	0
8	TL197	3	60	8	0	20	48	TL200	2	100	5	0	116
9	TL197M	0	0	0	0	0	49	TL200M	0	6	0	0	3
10	PB197	4	0	0	0	0	50	PB200	3	24	0	0	51
11	PB197M	0	12	0	0	11	51	BI200	2	37	11	0	42
12	BI197	1	0	0	0	0	52	BI200M	0	7	1	0	0
13	PO197	1	0	0	0	0	53	PO200	3	56	3	0	0
14	AT197	0	0	0	0	0	54	PO200M	0	4	0	0	0
15	IR198	0	2	0	0	0	55	AT200	3	0	0	0	0
16	PT198	1	0	0	0	0	56	RN200	0	0	0	0	0
17	AU198	1	7	3	0	3	57	PB197M	0	0	0	0	0
18	AU198M	0	10	0	0	15	58	AU201	1	24	11	0	16
19	HG198	3	0	0	0	0	59	HG201	3	0	0	0	0
20	TL198	3	163	30	0	0	60	HG201M	0	7	0	0	3
21	TL198M	0	39	7	0	11	61	TL201	3	12	0	0	13
22	TL198N	0	1	0	0	0	62	TL201M	0	8	0	0	5
23	PB198	2	26	5	0	17	63	PB201	4	83	3	0	132
24	BI198	2	11	0	0	0	64	PB201M	0	5	0	0	2
25	BI198M	0	1	0	0	3	65	BI201	5	10	2	0	2
26	PO198	1	0	0	0	0	66	BI201M	0	2	2	0	0
27	AT198	1	0	0	0	0	67	BI201N	0	4	0	0	11
28	PT199	1	50	16	0	68	68	PO201	3	18	8	1	11
29	PT199M	0	6	0	0	5	69	PO201M	0	20	6	1	19
30	AU199	2	7	3	0	8	70	AT201	3	3	2	1	0
31	AU199M	0	13	0	0	5	71	RN201	0	0	0	2	0
32	HG199	3	0	0	0	0	72	AU202	0	0	0	0	0
33	HG199M	0	9	0	0	6	73	HG202	2	13	7	0	5
34	TL199	4	37	6	0	75	74	TL202	4	7	1	0	7
35	TL199M	0	9	0	0	13	75	TL202M	0	2	0	0	0
36	PB199	4	121	15	0	0	76	PB202	3	0	0	0	0
37	PB199M	0	19	0	0	3	77	PB202M	0	18	0	0	32
38	BI199	4	1	0	0	0	78	PB202N	0	12	2	0	21
39	BI199M	0	5	0	0	0	79	BI202	2	180	20	0	113
40	PO199	2	17	10	0	32	80	PO202	2	31	0	1	44

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
81	AT202	1	4	2	2	0
82	RN202	1	0	0	1	0
83	FR202	0	0	0	1	0
84	AU203	0	1	2	0	0
85	HG203	2	5	2	0	2
86	HG203M	0	2	0	0	0
87	TL203	2	0	0	0	0
88	PB203	4	7	0	0	3
89	PB203M	0	7	0	0	2
90	PB203N	0	23	0	0	30
91	BI203	3	229	13	1	94
92	P0203	3	85	16	1	44
93	P0203M	0	12	4	0	11
94	AT203	3	21	0	1	0
95	AT203M	0	1	0	0	1
96	RN203	1	0	0	1	0
97	RN203M	0	0	0	1	0
98	FR203	0	0	0	1	0
99	AU204	0	11	6	0	0
100	HG204	2	0	0	0	0
101	TL204	1	0	1	0	0
102	TL204M	0	6	0	0	4
103	PB204	4	0	0	0	0
104	PB204M	0	11	0	0	12
105	BI204	3	276	26	0	138
106	BI204M	0	11	0	0	17
107	P0204	2	67	1	1	47
108	AT204	3	17	6	0	12
109	AT204M	0	2	0	0	0
110	RN204	2	0	0	0	0
111	FR204	0	0	0	0	0
112	HG205	0	12	7	0	0
113	TL205	2	0	0	0	0
114	PB205	3	0	0	0	0
115	PB205M	0	6	0	0	14
116	BI205	2	154	9	0	120
117	P0205	3	107	16	1	61
118	P0205M	0	3	0	0	7
119	AT205	3	66	0	1	29
120	AT205M	0	12	0	0	21
121	RN205	2	6	0	3	0
122	FR205	1	0	0	1	0
123	HG206	1	7	3	0	5
124	TL206	4	3	3	0	0
125	TL206M	0	10	0	0	24
126	PB206	3	0	0	0	0
127	BI206	2	80	3	0	71
128	P0206	2	71	0	1	139
129	AT206	2	81	13	2	58
130	RN206	2	31	0	1	0
131	FR206	1	0	0	1	0
132	RA206	0	0	0	1	0
133	TL207	2	2	3	0	0
134	TL207M	0	2	0	0	0
135	PB207	5	0	0	0	0
136	PB207M	0	2	0	0	0
137	BI207	3	10	1	0	14
138	BI207M	0	19	0	0	16
139	P0207	3	56	2	1	71
140	P0207M	0	7	0	0	8
141	AT207	2	111	8	1	49
142	RN207	3	116	9	3	0
143	RN207M	0	6	0	0	5
144	FR207	1	0	0	1	0
145	RA207	0	0	0	1	0
146	TL208	2	29	13	0	13
147	PB208	7	0	0	0	0
148	BI208	3	0	0	0	0
149	P0208	2	0	0	2	0
150	AT208	2	0	0	4	0
151	RN208	1	0	0	2	0
152	FR208	1	0	0	1	0
153	RA208	0	0	0	1	0
154	TL209	1	3	1	0	0
155	PB209	2	0	1	0	0
156	BI209	3	0	1	0	0
157	P0209	2	3	0	0	0
158	AT209	2	100	6	5	0
159	RN209	3	198	17	4	0
160	FR209	1	0	0	1	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
161	RA209	1	0	0	1	0
162	AC209	0	0	0	1	0
163	TL210	1	0	0	0	0
164	PB210	1	2	2	1	2
165	BI210	2	2	1	2	0
166	BI210M	0	13	0	7	16
167	PO210	2	1	0	2	0
168	AT210	3	4	0	9	0
169	RN210	1	0	0	2	0
170	FR210	1	0	0	1	0
171	RA210	1	0	0	1	0
172	AC210	0	0	0	0	0
173	PB211	1	38	11	0	17
174	BI211	2	5	1	2	3
175	PO211	4	3	0	3	0
176	PO211M	0	3	0	4	0
177	AT211	2	3	0	4	0
178	RN211	2	53	2	7	43
179	FR211	2	7	0	1	0
180	RA211	2	0	0	1	0
181	AC211	0	0	0	1	0
182	PB212	1	16	4	0	10
183	BI212	3	33	7	8	3
184	BI212M	0	0	0	2	0
185	BI212N	0	0	1	0	0
186	PO212	5	0	0	0	0
187	PO212M	0	0	0	1	0
188	AT212	2	0	0	15	0
189	AT212M	0	2	0	15	2
190	RN212	3	0	0	2	0
191	FR212	2	32	4	11	17
192	RA212	1	0	0	1	0
193	AC212	1	0	0	1	0
194	PB213	1	0	0	0	0
195	BI213	2	10	4	2	6
196	PO213	2	0	0	2	0
197	AT213	1	0	0	1	0
198	RN213	2	0	0	2	0
199	FR213	4	0	0	1	0
200	RA213	2	7	0	4	9
201	RA213M	0	12	0	3	16
202	AC213	2	0	0	1	0
203	TH213	0	0	0	1	0
204	PB214	1	31	5	0	14
205	BI214	2	188	48	6	2
206	PO214	2	2	0	3	0
207	AT214	1	0	0	3	0
208	RN214	1	0	0	1	0
209	FR214	2	0	0	6	0
210	FR214M	0	0	0	7	0
211	RA214	2	0	0	1	0
212	AC214	0	0	0	3	0
213	TH214	0	0	0	1	0
214	BI215	1	0	0	0	0
215	PO215	1	1	0	3	0
216	AT215	1	1	0	2	0
217	RN215	1	0	0	1	0
218	FR215	1	0	0	1	0
219	RA215	1	0	0	3	0
220	AC215	0	0	0	1	0
221	TH215	0	0	0	3	0
222	PO216	1	0	0	2	0
223	AT216	1	0	0	8	0
224	AT216M	0	0	0	1	0
225	RN216	1	0	0	1	0
226	FR216	1	0	0	1	0
227	RA216	1	0	0	0	0
228	AC216	0	0	0	2	0
229	AC216M	0	0	0	4	0
230	TH216	0	0	0	0	0
231	PA216	0	0	0	0	0
232	PO217	1	0	0	1	0
233	AT217	2	8	0	4	0
234	RN217	2	0	0	2	0
235	FR217	1	0	0	1	0
236	RA217	1	0	0	1	0
237	AC217	0	0	0	1	0
238	AC217M	0	0	0	1	0
239	AC217N	0	0	0	1	0
240	TH217	0	0	0	1	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
241	PA217	0	0	0	1	0	281	AC224	1	61	3	27	14
242	PA217M	0	0	0	1	0	282	TH224	1	8	0	4	3
243	PO218	1	0	0	2	0	283	PA224	0	0	0	3	0
244	AT218	2	1	0	3	2	284	RN225	0	0	0	0	0
245	RN218	2	1	0	2	0	285	FR225	1	0	1	0	0
246	FR218	1	0	0	5	0	286	RA225	2	2	2	0	2
247	RA218	1	0	0	1	0	287	AC225	3	55	0	41	0
248	AC218	1	0	0	1	0	288	TH225	1	9	0	10	0
249	TH218	0	0	0	1	0	289	PA225	1	0	0	2	0
250	AT219	1	0	0	1	0	290	RN226	0	0	0	0	0
251	RN219	1	26	0	12	9	291	FR226	1	15	3	0	0
252	FR219	1	5	0	6	0	292	RA226	3	9	0	5	3
253	RA219	1	0	0	2	0	293	AC226	1	14	3	1	16
254	AC219	1	0	0	1	0	294	TH226	2	14	0	8	20
255	TH219	0	0	0	1	0	295	PA226	1	0	0	3	0
256	RN220	1	1	0	2	0	296	U 226	0	0	0	1	0
257	FR220	1	15	0	15	0	297	FR227	0	0	0	0	0
258	RA220	1	1	0	2	0	298	RA227	1	63	21	0	29
259	AC220	1	0	0	8	0	299	AC227	2	36	3	19	5
260	TH220	0	0	0	1	0	300	TH227	2	245	0	45	253
261	RN221	1	62	15	3	21	301	PA227	1	5	0	9	0
262	FR221	2	15	0	14	15	302	U 227	0	0	0	0	0
263	RA221	2	7	0	9	0	303	NP227	0	0	0	1	0
264	AC221	1	0	0	4	0	304	FR228	0	0	0	0	0
265	TH221	0	0	0	3	0	305	RA228	1	5	1	0	1
266	RN222	1	1	0	3	0	306	AC228	1	178	39	1	19
267	FR222	1	0	1	0	0	307	TH228	3	6	0	5	2
268	RA222	3	6	0	5	0	308	PA228	0	182	11	26	28
269	AC222	2	0	0	10	0	309	U 228	1	4	0	4	0
270	TH222	1	0	0	1	0	310	NP228	0	0	0	0	0
271	PA222	0	0	0	3	0	311	FR229	0	0	0	0	0
272	RN223	0	0	0	0	0	312	RA229	1	0	1	0	0
273	FR223	1	68	27	1	44	313	AC229	1	36	1	0	0
274	RA223	2	59	0	27	29	314	TH229	3	47	0	28	0
275	AC223	1	18	0	26	0	315	PA229	2	27	0	15	0
276	TH223	1	0	0	2	0	316	U 229	2	0	0	6	0
277	PA223	0	0	0	2	0	317	NP229	0	0	0	1	0
278	RN224	0	22	0	0	0	318	RA230	0	12	0	0	0
279	FR224	2	45	0	0	0	319	AC230	1	16	0	0	0
280	RA224	3	8	0	5	4	320	TH230	3	9	0	11	2

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
321	PA230	0	72	6	18	46	361	AM236	0	0	0	0	0
322	U 230	3	12	0	11	2	362	CM236	1	0	0	0	0
323	NP230	1	0	0	1	0	363	PA237	0	18	9	0	0
324	AC231	0	27	1	0	0	364	U 237	2	28	4	0	43
325	TH231	2	50	13	0	15	365	NP237	3	49	0	21	8
326	PA231	3	95	0	20	37	366	PU237	2	28	0	8	6
327	U 231	2	16	0	1	13	367	AM237	0	50	14	1	76
328	NP231	0	16	1	1	0	368	CM237	1	0	0	0	0
329	AC232	0	2	1	0	0	369	PA238	0	172	4	0	0
330	TH232	2	3	0	3	3	370	U 238	4	1	0	3	2
331	PA232	1	49	17	0	53	371	U 238M	0	3	0	0	0
332	U 232	3	11	0	7	11	372	U 238N	0	7	0	0	0
333	NP232	1	33	8	0	25	373	NP238	1	28	9	0	0
334	PU232	1	0	1	2	0	374	PU238	3	35	0	16	2
335	AM232	0	0	0	0	0	375	AM238	1	80	11	1	23
336	TH233	0	131	15	0	11	376	CM238	1	0	0	1	0
337	PA233	2	24	7	0	34	377	BK238	0	0	0	0	0
338	U 233	3	149	0	31	0	378	U 239	0	117	9	0	8
339	NP233	2	30	2	1	0	379	NP239	2	37	10	0	33
340	PU233	0	28	0	1	0	380	PU239	3	156	0	23	11
341	TH234	1	20	4	0	19	381	AM239	2	38	0	4	72
342	PA234	2	214	22	0	21	382	CM239	1	3	1	0	0
343	PA234M	0	130	22	0	5	383	BK239	1	0	0	0	0
344	U 234	4	11	0	6	2	384	U 240	1	0	0	0	0
345	NP234	2	44	1	0	0	385	NP240	2	33	1	0	2
346	PU234	2	0	0	3	0	386	NP240M	0	90	24	0	7
347	AM234	0	0	0	1	0	387	PU240	4	14	0	5	2
348	TH235	0	5	0	0	0	388	AM240	2	41	1	3	8
349	PA235	1	16	4	0	0	389	CM240	1	0	0	4	0
350	U 235	3	59	0	15	18	390	BK240	1	0	0	0	0
351	NP235	2	19	0	11	0	391	CF240	1	0	0	2	0
352	PU235	0	17	3	0	0	392	NP241	0	3	3	0	0
353	AM235	0	0	0	0	0	393	PU241	2	16	1	13	0
354	TH236	0	4	0	0	0	394	AM241	3	150	0	30	44
355	PA236	1	52	11	0	0	395	CM241	1	34	0	11	20
356	U 236	5	2	0	3	2	396	BK241	1	0	0	0	0
357	U 236M	0	18	0	0	0	397	CF241	1	0	0	0	0
358	NP236	1	10	2	0	14	398	PU242	2	4	0	4	2
359	NP236M	0	11	2	0	12	399	AM242	1	2	2	0	4
360	PU236	3	8	0	8	3	400	AM242M	0	20	0	11	8

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
401	CM242	2	10	0	8	2	441	AM248	0	0	0	0	0
402	BK242	2	0	0	0	0	442	CM248	2	0	0	2	0
403	CF242	1	0	0	2	0	443	BK248	1	0	1	0	0
404	ES242	0	0	0	0	0	444	CF248	3	0	0	2	0
405	FM242	0	0	0	0	0	445	ES248	1	0	0	1	0
406	PU243	1	21	9	0	5	446	FM248	2	0	0	2	0
407	AM243	3	18	0	15	9	447	MD248	0	0	0	2	0
408	CM243	1	33	0	30	8	448	CM249	1	26	6	0	5
409	BK243	2	8	0	11	0	449	BK249	2	2	2	11	0
410	CF243	2	0	0	2	0	450	CF249	4	43	0	33	31
411	ES243	0	0	0	1	0	451	ES249	1	3	0	1	0
412	PU244	2	0	0	2	0	452	ES249M	0	47	0	0	0
413	AM244	0	7	1	0	14	453	FM249	2	0	0	1	0
414	AM244M	0	3	3	0	2	454	MD249	0	0	0	1	0
415	CM244	3	18	0	8	2	455	CM250	1	0	0	1	0
416	BK244	2	0	0	2	0	456	BK250	3	11	4	0	13
417	CF244	2	0	0	2	0	457	CF250	3	1	0	4	0
418	ES244	1	0	0	1	0	458	ES250	1	2	1	0	0
419	FM244	0	0	0	0	0	459	FM250	2	0	0	1	0
420	PU245	0	120	21	0	0	460	MD250	0	0	0	2	0
421	AM245	2	9	3	0	0	461	NO250	0	0	0	0	0
422	CM245	3	2	0	10	0	462	BK251	1	0	0	0	0
423	BK245	2	27	0	17	6	463	CF251	3	20	0	14	6
424	CF245	2	0	0	15	0	464	ES251	2	0	0	5	0
425	ES245	1	0	0	1	0	465	FM251	2	22	0	13	10
426	FM245	0	0	0	1	0	466	MD251	1	0	0	1	0
427	PU246	0	13	2	0	0	467	NO251	1	0	0	2	0
428	AM246	1	19	1	0	12	468	CM252	0	0	0	0	0
429	AM246M	0	144	6	0	4	469	BK252	0	0	0	0	0
430	CM246	4	1	0	2	0	470	CF252	2	4	0	5	2
431	BK246	0	12	1	0	0	471	ES252	1	36	0	18	0
432	CF246	2	3	0	4	0	472	FM252	2	0	0	2	0
433	ES246	1	0	0	1	0	473	MD252	1	0	0	0	0
434	FM246	0	0	0	1	0	474	NO252	0	0	0	1	0
435	AM247	0	6	2	0	3	475	CF253	1	0	2	2	0
436	CM247	2	14	0	7	0	476	ES253	3	69	0	28	96
437	BK247	2	2	0	9	0	477	FM253	1	3	0	11	0
438	CF247	2	3	0	0	0	478	MD253	1	0	0	0	0
439	ES247	2	0	0	1	0	479	NO253	1	0	0	0	0
440	FM247	1	0	0	3	0	480	CF254	2	0	0	2	0

NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON	NO.	NUCLEAR NAME	PARENT COUNT	GAMMA COUNT	BETA COUNT	ALPHA COUNT	CONV ELECTRON
481	ES254	2	26	0	20	12	521	05261	0	0	0	0	0
482	ES254M	0	23	5	12	17	522	05262	0	0	0	0	0
483	FM254	3	12	0	0	0	523	06263	0	0	0	0	0
484	MD254	2	0	0	0	0							
485	NO254	0	0	0	1	0							
486	04254	0	0	0	0	0							
487	CF255	0	0	0	0	0							
488	ES255	0	0	0	3	0							
489	FM255	3	60	0	0	25							
490	MD255	1	0	0	1	0							
491	NO255	2	2	0	10	0							
492	LR255	0	0	0	2	0							
493	04255	0	0	0	0	0							
494	ES256	0	0	0	0	0							
495	FM256	1	0	0	1	0							
496	MD256	1	0	0	7	0							
497	NO256	1	0	0	1	0							
498	LR256	1	0	0	6	0							
499	04256	0	0	0	0	0							
500	FM257	1	9	0	5	10							
501	MD257	0	0	0	1	0							
502	NO257	2	0	0	3	0							
503	LR257	2	0	0	2	0							
504	04257	0	0	0	4	0							
505	FM258	0	0	0	0	0							
506	MD258	0	0	0	2	0							
507	NO258	1	0	0	0	0							
508	LR258	1	0	0	4	0							
509	04258	0	0	0	0	0							
510	FM259	0	0	0	0	0							
511	MD259	0	0	0	0	0							
512	NO259	0	0	0	5	0							
513	LR259	0	0	0	1	0							
514	04259	0	0	0	2	0							
515	05259	0	0	0	0	0							
516	06259	0	0	0	0	0							
517	LR260	0	0	0	1	0							
518	04260	0	0	0	0	0							
519	05260	0	0	0	0	0							
520	04261	0	0	0	6	0							