

JAERI-Data/Code
2001-017



JP0150708



モンテカルロ崩壊ガンマ線
輸送計算システムの開発
(モンテカルロ粒子輸送計算コードと
誘導放射能計算コードとの連結システム)

2001年6月

佐藤 聡・川崎 信夫*・久米 悦雄

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

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の間合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2001

編集兼発行 日本原子力研究所

モンテカルロ崩壊ガンマ線輸送計算システムの開発
(モンテカルロ粒子輸送計算コードと誘導放射能計算コードとの連結システム)

日本原子力研究所那珂研究所核融合工学部
佐藤 聡・川崎 信夫*・久米 悦雄†

(2001年3月23日受理)

DT核融合炉の遮蔽設計において、運転停止後の崩壊ガンマ線生体線量率を精度良く評価することが重要課題である。そこで、運転停止後のガンマ線生体線量率が精度良く評価できるよう、モンテカルロ粒子輸送計算コードと誘導放射能計算コードを連結しモンテカルロ法により崩壊ガンマ線輸送計算を行うシステムを開発した。本計算システムは以下の機能より成る。

- (1) モンテカルロコード粒子輸送計算コードにより、核融合炉運転中の中性子束分布を求める。
- (2) 誘導放射能計算コードにより、運転停止任意時間後の誘導放射能を計算する。
- (3) 誘導放射能分布から、崩壊ガンマ線源分布を求める。
- (4) 崩壊ガンマ線源分布を利用して崩壊ガンマ線を発生させ、モンテカルロ粒子輸送計算コードにより、崩壊ガンマ線輸送計算を行う。

また計算時間の飛躍的な短縮を計るため、発生線源へのバイアス化システムを開発し、本システムに組み込んでいる。本計算システムは現状、2次元円柱体系においてのみ適用可能である。3次元任意形状への適用が今後の課題である。

本論文では、開発したシステムの概要及び詳細、実行例に加え、バイアス化システムの有効性を評価した結果を述べる。

Development of Monte Carlo Decay Gamma-ray Transport Calculation System

Satoshi SATO, Nobuo KAWASAKI* and Etsuo KUME⁺

Department of Fusion Engineering Research
Naka Fusion Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Naka-machi, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received March 23 , 2001)

In the DT fusion reactor, it is critical concern to evaluate the decay gamma-ray biological dose rates after the reactor shutdown exactly. In order to evaluate the decay gamma-ray biological dose rates exactly, three dimensional Monte Carlo decay gamma-ray transport calculation system have been developed by connecting the three dimensional Monte Carlo particle transport calculation code and the induced activity calculation code. The developed calculation system consists of the following four functions.

- (1) The operational neutron flux distribution is calculated by the three dimensional Monte Carlo particle transport calculation code.
- (2) The induced activities are calculated by the induced activity calculation code.
- (3) The decay gamma-ray source distribution is obtained from the induced activities.
- (4) The decay gamma-rays are generated by using the decay gamma-ray source distribution, and the decay gamma-ray transport calculation is conducted by the three dimensional Monte Carlo particle transport calculation code.

In order to reduce the calculation time drastically, a biasing system for the decay gamma-ray source distribution has been developed, and the function is also included in the present system.

In this paper, the outline and the detail of the system, and the execution example are reported. The evaluation for the effect of the biasing system is also reported.

Keywords : Monte Carlo, Decay Gamma-ray, Induced Activation, MCNP, DT Fusion Reactor, Biasing System

⁺ Center for Promotion of Computational Science and Engineering

* FUJITSU, Ltd

目 次

1. はじめに	1
2. システム概要	2
3. システム詳細	3
4. 実行例	9
5. バイアス化効果	11
6. まとめ	12
謝辞	12
参考文献	13
付録 A. 中性子束スペクトル抽出サブシステムの修正内容	60
付録 B. 中性子束ファイル変換サブシステム	67
付録 C. 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステムの修正内容	73
付録 D. 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステム	77
付録 E. 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムの修正内容	80
付録 F. 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムの修正内容	86
付録 G. 相対誤差判定機能の修正内容	94

Contents

1. Introduction	1
2. System Outline	2
3. System Detail	3
4. Execution Example	9
5. Biasing Effect	11
6. Concluding Remarks	12
Acknowledgment	12
References	13
Appendix A. Modification in Subsystem MCNP-NFLUX	60
Appendix B. MKNEUDT Subsystem	67
Appendix C. Modification in Subsystem CINAC-V4-G	73
Appendix D. MKGAMDT Subsystem	77
Appendix E. Modification in Subsystem MCNP-BIAS	80
Appendix F. Modification in Subsystem MCNP-GAMMA	86
Appendix G. Modification on FSD Judgment	94

1. はじめに

DT核融合炉では、運転停止後のガンマ線生体線量率が基準値以下になるよう、遮蔽設計を行う必要がある。プラズマを取り囲んでいるブランケットや真空容器には、様々な形状の多数の大口径ダクトが設置される。それらのダクトからの放射線ストリーミングにより、ダクト周辺の生体線量率が高くなり基準値を上回る可能性があり、詳細な遮蔽解析を行う必要がある。ダクト周辺は3次元的な複雑な構造をしており、3次元モンテカルロ法による遮蔽解析が最も適している。しかしながら、従来3次元モンテカルロ法により崩壊ガンマ線輸送計算を行うツールが無く、3次元モンテカルロ法では高速中性子束のみを求め、別途2次元Sn計算と放射化計算により求めた生体線量率と高速中性子の換算係数を乗じることにより生体線量率を求め、遮蔽設計を行っている[1-3]。しかしながらそのような評価手法においては、適切な換算係数の選択が要求される。従って、換算係数の選択において数倍の誤差が生じる可能性がある。そこで本開発では、運転停止後のガンマ線生体線量率が精度良く評価できるよう、3次元モンテカルロ粒子輸送計算コードと誘導放射能計算コードを連結し3次元モンテカルロ法により崩壊ガンマ線輸送計算を行うシステムを開発した。

本計算システムは以下の機能より成る。

- (1) 3次元モンテカルロコード粒子輸送計算コードにより、核融合炉運転中の中性子束分布を求める。
- (2) 誘導放射能計算コードにより、運転停止任意時間後の誘導放射能を計算する。
- (3) 誘導放射能分布から、崩壊ガンマ線源分布を求める。
- (4) 崩壊ガンマ線源分布を利用して崩壊ガンマ線を発生させ、3次元モンテカルロ粒子輸送計算コードにより、崩壊ガンマ線輸送計算を行う。

本計算システムでは、モンテカルロ粒子輸送計算コードとしては3次元コードを使用しているものの、システム全体としては現状、2次元円柱体系においてのみ適用可能である。3次元任意形状への適用が今後の開発課題である。

2. システム概要

本計算システムは「3次元モンテカルロ中性子輸送計算」及び「誘導放射能計算」、「3次元モンテカルロ崩壊ガンマ線輸送計算」とを連結させたシステムである。「3次元モンテカルロ中性子輸送計算」及び「3次元モンテカルロ崩壊ガンマ線輸送計算」にはモンテカルロ粒子輸送計算コード MCNP [4] を、「誘導放射能計算」には核融合炉誘導放射能計算コード CINAC-V4 [5] を適用した。すなわち、MCNP により核融合炉運転中の中性子束スペクトル分布を計算し、これを CINAC が入力データとして取り込み、運転停止任意時間後の誘導放射能分布を計算する。誘導放射能分布から、崩壊ガンマ線源分布を求め、この崩壊ガンマ線源分布を MCNP が取り込み、発生線源として崩壊ガンマ線源を適用し、運転停止後の崩壊ガンマ線輸送計算を行い、生体線量率評価を行うシステムである。従って、MCNP と CINAC の入出力インタフェースの整合をとることにより、本システムを実現している。

CINAC は、1次元 SN コード ANISN [6] 或いは2次元 SN コード DOT [7] により得られる中性子束分布から誘導放射能分布を計算するコードである。またその出力として、ANISN 或いは DOT による崩壊ガンマ線輸送計算の線源として適用できる崩壊ガンマ線源分布を出力させる。そこで本システムでは MCNP から出力される中性子束分布を、CINAC に入力可能なものに変換させるシステムを開発した。また CINAC により出力される崩壊ガンマ線源分布を変換し、MCNP へ適用可能にさせるシステムを開発した。その概要は以下の通りである。

(1) MCNP(中性子束分布) → CINAC インタフェース

MCNP において、中性子束スペクトルを出力する箇所はサブルーチン tallyp に閉じており、サブルーチン tallyp を改造した。ここで抽出出力された中性子束スペクトルは CINAC への入力になる(この入力ファイルを中性子束ファイルと呼ぶ)。サブルーチン tallyp を改造すると共に、MCNP → CINAC インタフェースとして、CINAC への入力が可能である DOT タイプの中性子束ファイルを作成するプログラム MKNEUDT を開発した。

(2) CINAC → MCNP(崩壊ガンマ線) インタフェース

CINAC から出力される崩壊ガンマ線源分布ファイルを、崩壊ガンマ線発生位置及びそのエネルギー毎に相対比率を求めて、MCNP への線源として適用可能なガンマ線源発生確率テーブルに変換するプログラム MKGAMDT を開発した。

トカマク型核融合炉の3次元全体モデルに本インタフェースを適用する場合、現実的な計算時間での3次元モンテカルロ崩壊ガンマ線輸送計算は困難であることが予想される。そこで、本システムでは、CINAC → MKGAMDT → MCNP(崩壊ガンマ線)の連結システムにおいて、現実的な計算時間で処理が行えるよう計算時間を短縮するため、MKGAMDT と MCNP(崩壊ガンマ線)との間に崩壊ガンマ線発生確率テーブルのバイアス処理をオプションとして開発した。このバイアス処理は、最終的に評価したい位置に有効に寄与する崩壊ガンマ線の発生頻度を高くするものである。これを実現するため、評価したい位置から逆にガンマ線を発生させ、各位置への影響を評価し、その結果得られる各位置への影響度合いを基にバイアス処理する事により崩壊ガンマ線源発生確率テーブルを変更した。

3. システム詳細

本システムのフローチャートを図1に示す。図1-1及び1-2に示す通り、本システムは以下の六つのサブシステムから構成される。

(1) 中性子束スペクトル抽出サブシステム	(MCNP-NFLUX)
(2) 中性子束ファイル変換サブシステム	(MKNEUDT)
(3) 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステム	(CINAC-V4-G)
(4) 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステム	(MKGAMDT)
(5) 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステム	(MCNP-BIAS)
(6) 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステム	(MCNP-GAMMA)

各々のサブシステムの詳細は以下の通りである。

3.1 中性子束スペクトル抽出サブシステム

MCNPにおいて、中性子束スペクトルは tally データとして outp ファイルに出力され、サブルーチン tallyp でのみ出力される。出力タイミングは PRDMP カードの NDP パラメータに依存する。指定するしないに関わらず、計算終了時には出力される。MCNPにおける tallyp の位置付けを図2に示す。また、tallyp における中性子束スペクトルの出力部を図3に示す。図3に示す通り、write(iuo,85) の tpp(i) に中性子束スペクトルが格納されている。この時、共に出力される tpp(i+5) は FSD (Fractal Standard Deviation) である。図3から判るように、tpp(i) は変数 ital、i1 ~ i7、ik により各 tally 毎、セル毎、エネルギー毎等に整理され、出力されている。また、ip(i) を可変にして、出力形式を制御していることも判る。ある中性子束スペクトルをとると、その値はどの tally の、どのセルの、そしてどのエネルギー群の値なのかが判らないと意味を持たない。そこで、中性子束スペクトル及びその FSD をそれらに対応する tally 番号、セル番号、エネルギー番号と共に抽出出力することにした。つまり、これらを1レコードとして中性子束スペクトルの全要素数分出力することにした。出力先は tvt.tbl(Tally Values Table) ファイルである。tvt.tbl ファイルの内容を図4に示す。

tvt.tbl に出力する tally 番号、セル番号、エネルギー群番号は相対番号であり、入力データで指定された値とは異なる。この相対番号と実際の値との対応は tmt.tbl(TVT Management Table) ファイルで行うことにした。tmt.tbl ファイルの内容を図5に示す。第1レコードは tally 総数のレコードである。その後に、各 tally の属性を定義するレコード群が続く。各 tally の属性定義は、相対 tally 番号、実際の tally 番号、tally タイプ、粒子タイプ、中性子束出力表示、tally 内のセル数、及びエネルギー群数から成るレコードと相対セル番号と実際のセル番号との対応レコード群、そして相対エネルギー群番号と実際のエネルギー群値との対応レコード群とから成る。ここで中性子束出力表示とは、対象としている tally において、中性子束スペクトルを抽出出力するかしないかを示す表示である。本システムにおいては、tally タイプが4、粒子タイプが中性子、tally bins がセルとエネルギーの時のみ、中性子束スペクトルを抽出出力する。抽出出力しない時は、セルの対応レコード群とエネルギーの対応レコード群を出力しない。

本サブシステムにおいては、中性子束スペクトルの抽出出力だけでなく、以降のサブシステムで必要となる各セルの体積をも出力する。出力先は、tcv.tbl(Cell Volume Table)ファイルである。tcv.tblファイルの内容を図6に示す。tvt.tbl及びtcv.tblについては、数値の精度を考慮してファイル形式をUNFORMATTEDとした。そのためエディタ等で直接確認することができず、これを回避するためモニタ出力をmtcvvtファイルに行うようにした。以上のことは、全てサブルーチンtallypの中で対応した。tallypの修正内容を図7に示す。

3.2 中性子束ファイル変換サブシステム

本サブシステムの処理内容を図8に示す。本サブシステムの機能は、中性子束スペクトル抽出サブシステムにおいて作成された中性子束スペクトル関連ファイル(tmt.tbl、tvt.tbl、tcv.tbl)からCINAC-V4の入力となるDOTタイプの中性子束属性ファイル(IFXG.dot)を作成することである。IFXG.dotファイルの内容を図9に示す。IFXG.dotを作成するには、中性子束スペクトル関連ファイルのデータだけでは不十分であり、中性子群数、径方向メッシュ数、高さ方向メッシュ数、物質領域数、形状タイプ、径方向メッシュ境界、高さ方向メッシュ境界、物質領域番号を別途定義する必要がある。これらのデータを、DOTタイプの中性子束属性ファイルfluxattr.dtを設けて読み込むことにした。fluxattr.dtファイル内容を図10に示す。中性子群数と径方向メッシュ数はtmt.tblからも得られるが、利用者指定のfluxattr.dtの値を優先した。ただし、fluxattr.dtの中性子群数の値が0の場合及びfluxattr.dtの値がtmt.tblの値より大きい場合は、後者のtmt.tblの値を採用した。

以降のサブシステムに引き継ぐ情報として、IFXG.dotの情報の他にメッシュ(セル)に関する情報が必要である。相対セル番号とMCNPに入力された実際のセル番号との対応、及び各セルの体積が必要であり、これらを含むセル情報をセルマッピングファイル(tcm.tbl)に出力した。tcm.tblファイルの内容を図11に示す。

本サブシステムのエラー処理としては、エネルギー群チェックとセル番号の二重付与チェックを行っている。tmt.tblを調査して、全てのセルについてエネルギー群が一致すること、及びMCNPにおいて実際に入力されたセル番号が二重使用されていないことを確認する。また、最後にIFXG.dotの内容を標準出力にモニタ出力する。

3.3 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステム

誘導放射能計算コードCINAC-V4の入出力環境を図12に、本サブシステムの処理内容を図13に示す。本サブシステムの機能は、CINAC-V4により作成されたDOTタイプの崩壊ガンマ線源分布ファイル(IOU4)から、MCNPを利用した崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムへの入力となる崩壊ガンマ線データファイル(gammadf)を作成することである。IOU4及びgammadfファイルの内容を、各々図14及び15に示す。gammadfファイルを作成するにあたって必要となるデータ項目は、崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムのMCNP利用者定義サブルーチンsourceにおいて、ガンマ線を発生させるために必要なデータである。サブルーチンsourceが必要とする情報は、以下の通りである。

- (1) 発生セル情報、発生位置、発生ガンマ線のエネルギー

- (2) 発生サーフェイス、発生時間、粒子タイプ、飛行方向
- (3) 崩壊ガンマ線の発生頻度情報、粒子の statistical weight

本システムにおいては(2)の情報を固定にするので、(1)及び(3)に関する情報を gammadf ファイルに設定することにした。セル情報としては、径方向メッシュ数、高さ方向メッシュ数、及び相対セル番号と実際に MCNP に入力されたセル番号とを対応させるデータを設定した。この対応データは、「3.2 中性子束ファイル変換サブシステム」で作成されたセルマッピングテーブルファイル (tcm.tbl) より得ることができる。ガンマ線発生位置は崩壊ガンマ線輸送計算中にサブルーチン source においてランダムに作成されるので、ここでは不要である。発生ガンマ線のエネルギー情報は、ガンマ線群数、及び各ガンマ線群を代表するエネルギー値である。代表値は隣接する二つのガンマ線群の境界値を用いて、利用者の指定により、相加平均、或いは相乗平均により求める事にした。IOU4 ファイルにより得られる各セルでのガンマ線発生強度分布から、各セルでの相対頻度分布を求め、その値を発生頻度情報(ガンマ線発生確率テーブル)として用いた。statistical weight 情報については、ガンマ線発生確率テーブルのバイアス処理との関係から、セル毎に weight 値を設定した。但し、本サブシステムでは、非バイアスの値として、一様に 1.0 を設定する。上記情報を gammadf ファイルに格納するには、IOU4 ファイルと tcm.tbl ファイルだけでは不十分であり、発生ガンマ線のエネルギー情報を別途定義する必要がある。これらのデータを、崩壊ガンマ線源属性ファイル gamattr を作成して読み込むことにした。gamattr ファイルの内容を図 16 に示す。

3.4 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステム

本サブシステムの処理内容を図 17 に示す。本サブシステムの機能は、最終的に評価したいセルに有効に寄与するガンマ線の発生頻度を高くするために、ガンマ線発生確率テーブルを修正(バイアス)することである。すなわち、最終的に評価したいセルに有効に寄与するガンマ線の発生確率を本来の確率より高くし、有効に寄与しないガンマ線の発生確率を本来の確率より低くする。出力結果の整合を計るため、バイアスしない場合に比べて、あるセルから発生するガンマ線の発生確率を a 倍した場合、発生するガンマ線の初期 weight は $1/a$ 倍にする。

ガンマ線発生確率テーブルは、セルとエネルギー群との行列 $\{p_{ij}\}$ である。ここで、 i はセル番号、 j はエネルギー群番号である。本システムでは、セル単位の影響度によりバイアスすることにした。MCNP の出力結果から得られる collision(任意のセルにおける衝突数)を利用して、バイアス処理を行った。評価したいセルへの各セルからの寄与度合いを逆に考えて、評価したいセルから各セルへの影響度合いと見立て、その影響度合いを算出する。つまり、評価したいセルから任意のエネルギー値のガンマ線を発生させ、その結果得られる各セル毎の collision 値を集計する。collision の値は、MCNP の出力ファイル outp の print table 126 に出力され、このテーブルはサブルーチン action でのみ出力される。そこで、バイアス処理に関する MCNP の修正はサブルーチン action のみの修正で行った。サブルーチン action はサブルーチン summary により呼ばれる。つまり、図 2 から分かるように、tally 出力時にバイアス処理を行うことになる。

バイアス処理は、ガンマ線発生確率テーブルのバイアス処理とセル weight テーブルのバイアス処理の二つから構成される。いずれのテーブルも崩壊ガンマ線データファイル `gammadf` 中のデータである。各々の処理は以下の通りである。

(1) ガンマ線発生確率テーブルのバイアス処理

- ①各セル毎に collision 値 N_i を得て、相対頻度 $R_i (= N_i / \sum N_i)$ を求める。
- ②バイアス後の各セル内の各エネルギー群毎のガンマ線発生確率 r_{ij} は、相対頻度 R_i 、及びバイアス前の発生確率 p_{ij} 、バイアス前のセル全体での発生確率 Sp_{ij} を用いて、式 (3.1) により求める。

$$r_{ij} = R_i \times p_{ij} / Sp_{ij} \quad (3.1)$$

バイアス後の各セルのガンマ線発生確率が R_i となる。またあるセルについて、バイアス前のガンマ線発生確率が 0 であれば、 N_i の値に係わらず、バイアス後のそのセル内の全てのエネルギー群毎の発生確率も 0 にする。

(2) セル weight テーブルのバイアス処理

上記 (1) の処理によりセル i 、エネルギー群 j のガンマ線発生確率は $p_{ij} \rightarrow r_{ij}$ に変換される。倍率は R_i / Sp_{ij} であり、エネルギー群に係わらずセル内で共通である。従って、発生確率バイアスに伴う weight のバイアスは、セル単位に、バイアス前の weight 値 (=1.0) を Sp_{ij} / R_i 倍する。また、 N_i が 0、すなわち R_i が 0 の場合は、セル weight の値は変更しない。

3.5 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステム

本サブシステムの処理内容を図 18 に示す。本サブシステムの機能は、崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステム、あるいは崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムで作成された崩壊ガンマ線データファイル `gammadf` を読み込み、その崩壊ガンマ線源分布情報によりガンマ線を一つずつ発生させて、ガンマ線の輸送計算を行うことである。`gammadf` ファイルの読み込み、及びガンマ線発生は、利用者が作成して MCNP 内に組み込むサブルーチン source の中で行った。発生したガンマ線の輸送計算は MCNP 本来の機能である。この利用者定義サブルーチン source の MCNP 内における位置付けを図 19 に示す。

サブルーチン source における崩壊ガンマ線の発生方法は、`gammadf` ファイルに格納されている崩壊ガンマ線源分布情報と一様乱数を利用した。崩壊ガンマ線データファイル作成サブシステム、あるいは崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおいて作成された `gammadf` ファイルには、各セル、エネルギー群毎の発生崩壊ガンマ線相対頻度が格納されている。これを崩壊ガンマ線発生確率テーブル $\{r(i,j)\}$ と呼ぶ。この確率テーブルを読み込み、各要素を順序付けして $(r(i,j) \rightarrow p(k))$ 累積テーブルを作成する。つまり、その順序に従って、自分を含みそれまでの要素の値を加算してできる累積項の列を作る。この列 $\{f(k)\} (=f(k-1)+p(k))$ を崩壊ガンマ線発生分布テーブルと呼ぶ。発生確率テーブルは確率密度関数、発生分布テーブルは確率分布関数に相当する。

従って、サブルーチン source が呼ばれるたびに、0.0 ~ 1.0 の一様乱数 x を発生させ、この x と崩壊ガンマ線発生分布テーブルにより対応する累積値を探し、この累積値より対応する (セ

ル、エネルギー群)を求める。そして、対応セルの中でそのガンマ線群内のエネルギーをもつガンマ線を選択する。この選択したガンマ線に関して、セル番号、エネルギー、発生位置情報等を設定して、サブルーチン source から呼び出し元に戻る。上記のような乱数を利用した崩壊ガンマ線の発生方法を図 20 に示す。

MCNP に利用者定義サブルーチン source を組み込む場合、source の中で以下の MCNP 変数の値を設定しなければならない。

- (1)icl : the cell where the particle started
- (2)erg : the energy of the particle
- (3)xxx,yyy,zzz : the position of the particle
- (4)uuu,vvv,www : the direction of the flight of the particle
- (5)ipt : the type of the particle
- (6)wgt : the statistical weight of the particle
- (7)tme : the time when the particle started
- (8)jsu : the surface where the particle started, or
zero if the starting point is not on any surface

発生させる崩壊ガンマ線が選択されれば、対応するセル番号、及びエネルギー群番号が確定する。セル番号により (1) の値が決まる。また、エネルギー群番号により崩壊ガンマ線データファイルのエネルギー情報から (2) の値が決まる。(3) は崩壊ガンマ線の発生位置であり、対応セルの空間情報を基に、乱数を利用して決定する。崩壊ガンマ線発生点条件ファイル gcondf を作成、各セル毎の空間情報は gcondf ファイルから入力する。本システムでは、円筒モデルを対象にした gcondf ファイルを開発した。gcondf ファイルの内容を図 21 に示す。各セルの領域はその径方向の境界と高さ方向の境界により定義できる。この 2 種類の情報を使ってセル内の任意の位置を表すには X-Y 座標に極形式を利用すれば良い。つまり、崩壊ガンマ線の発生点を $P(x,y,z)$ として、 $P(x,y,z)=P(r, \theta, z)$ とすることにより、乱数を利用して r, θ, z を算出する。続いて以下の式 (3.2)、(3.3) により x, y の値を算出する。

$$x = r \times \cos \theta \quad (3.2)$$

$$y = r \times \sin \theta \quad (3.3)$$

崩壊ガンマ線発生点の決定方法を図 22 に示す。

(4) の飛行方向は、source の中では設定しない。入力時の値を利用する。(5)、(7)、(8) は、本システムにおいて固定であり、設定値は式 (3.4)、(3.5)、及び (3.6) の通りである。

$$ipt = 2(\text{光子、ガンマ線}) \quad (3.4)$$

$$tme = 0.0 \quad (3.5)$$

$$jsu = 0 \quad (3.6)$$

(6) の weight については、崩壊ガンマ線データファイル gammadf の中に格納されているセル weight テーブルの値を設定する。バイアスされていない場合は、崩壊ガンマ線データファイル

作成サブシステムにおいて全てのセルについて1.0を設定している。また、バイアスされている場合は、崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおいて本テーブルをバイアスしている。設定は式(3.7)の通りである。

$$wgt = celwgt(i) \quad (3.7)$$

本サブシステムでは、上記のガンマ線発生機能の他に、以下の機能を有している。

- ・ (セル、エネルギー群) 毎の発生ガンマ線数、及びその相対頻度の標準出力へのモニタ出力
- ・ 発生ガンマ線の選択、及び発生点決定に利用する乱数のシード値の再計算処理への引継ぎ

ここで、発生ガンマ線数のカウントにはガンマ線発生カウントファイル GOT.tbl を利用し、シード値の引継ぎには、乱数シード値ファイル RSEED を利用している。これらファイルの内容を、各々図 23 及び 24 に示す。

各サブシステムにおけるソースプログラムの修正/作成内容を付録 A ~ F に示す。

4. 実行例

43のセルから成る円筒モデルによる実行例を述べる。本モデルのセル構成を図25に示す。セル1と43は空間、セル22がプラズマ領域、その他のセルはステンレスと水から成る遮蔽体である。セル22のプラズマ領域から14MeVのエネルギーを有する中性子を発生させ、その中性子束分布より誘導放射能計算を経て崩壊ガンマ線源分布を求める。この線源分布を基にガンマ線を発生させ、評価対象セルのガンマ線束分布を求める。ここでの評価対象セルは最外郭のセル43である。各サブシステムの実行例は以下の通りである。

(1) 中性子束スペクトル抽出サブシステム

全セルのFSDが0.05以下となるまで実行した。これには、相対誤差判定機能を組み込むことにより対応している。この機能は、指定された粒子数または実行時間をサイクルに、FSDの値を算出・判定するものである。判定対象のFSDは、tally単位に、指定されたtally群に含まれるセル—エネルギー群のFSDである。これを実現するため、PRDMPカード機能を改造し、相対誤差判定用に第6パラメータを新設した。今回の実行では、パラメータファイルntal.tblに、以下の値を設定した。

$$\text{対象tally} = 14(\text{cell 1のみ含む}) \quad (4.1)$$

$$\text{判定値} = 0.05 \quad (4.2)$$

本機能に関するMCNPの修正内容を付録Gに示す。使用した実行シェルスクリプトを図26に示す。また、使用したMCNP入力データを図27に示す。

(2) 中性子束ファイル変換サブシステム

実行シェルスクリプト及び入力データを各々図28及び29に示す。

(3) 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステム

使用した実行シェルスクリプト及び入データを各々図30及び31に示す。

(4) 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステム

使用した実行シェルスクリプト及び入力データを各々図32及び33に示す。

(5) 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステム

バイアス処理のためのガンマ線の発生源は評価対象のセル43であり、粒子数を200万個に設定してガンマ線の輸送計算を実施した。標準出力にバイアス後のgammadfをモニタ出力しており、これとprint table 126によりバイアス処理の妥当性を確認した。使用した実行シェルスクリプト、及びMCNP入力データを図34及び35に示す。

(6) 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステム

本サブシステムにおいては、崩壊ガンマ線を正しく発生させることができることを確認した。このためには、主に以下の三つのことを確認した。

①バイアスされていない、またはバイアスされた崩壊ガンマ線発生確率テーブルを読み込み、崩壊ガンマ線発生分布テーブルを正しく作成すること。そして、この発生分布テーブルと乱数を利用して、発生させるガンマ線の(セル番号、エネルギー群番号)を正しく選択すること。

②崩壊ガンマ線発生点条件ファイル gcondf と乱数を利用して、①で選択したセル内のガンマ線発生位置 (x,y,z) を決定すること。

③再計算処理において、乱数のシード値の引継ぎ、及び(セル番号、エネルギー群番号)毎の発生ガンマ線カウント値の引継ぎが正しく行われること。

使用した実行シェルスクリプト及び入力データ、崩壊ガンマ線発生点条件ファイル gcondf の内容を各々図 36 及び 37、38 に示す。

5. バイアス化効果

バイアス化効果を評価するために、バイアス化しない場合とした場合について、図 25 に示すモデルにおいて計算時間を比較した。

中性子束スペクトルの抽出から崩壊ガンマ線源データファイル変換の step1 ~ step4 は共通である。非バイアスのケースは step5 の発生頻度バイアスをスキップして、step6 の崩壊ガンマ線輸送計算を行い、バイアス化したケースは step5、step6 を実施した。step6 の MCNP 入力データは、いずれのケースも図 37 のデータを使用した。図 37 のデータは、セル 1 ~ 43 へのエネルギー寄与を tally6 にまとめ、そのうちセル 43 のものだけを tally16 に抜き出している。この tally16 についてその FSD(統計誤差)が 0.03 になるまで、二つのケースを実行した。この終了判定には、「4. 実行例」の (1) で利用した相対誤差判定機能を利用した。tally16 の tally 値、FSD、この時の発生ガンマ線(ヒストリー)数、及び計算時間を図 39 に示す。

バイアス化効果を、図 39 における計算時間の単純な比較で測ると、178.2 倍の速度向上である。また、この時の tally 値の差は 2.70 しない場合とした場合において計算結果は一致している。本結果から、本バイアス化システムが有効である事が実証できた。また、本バイアス化システムを用いることにより、実形状に近い複雑かつ大規模な計算モデルにおいては、より大幅な計算時間の短縮が期待できる。

6. まとめ

本システムは、放射線輸送計算コード MCNP と誘導放射能計算コードとを連結させたシステムであり、今回は後者に、CINAC-V4 を利用している。

システム構築にあたっては、CINAC-V4 への入力タイプとして、その形状が円筒モデルのものを対象とした。また、テストモデルとして 43 個のセルからなる 2 次元円筒モデルを作成して、各サブシステム単位の機能確認を実施した。またバイアス化の効果を確認し、本計算モデルでは約 180 倍の計算時間短縮を達成した。実形状に近い複雑かつ大規模な計算モデルにおいては、より大幅な短縮が期待できる。

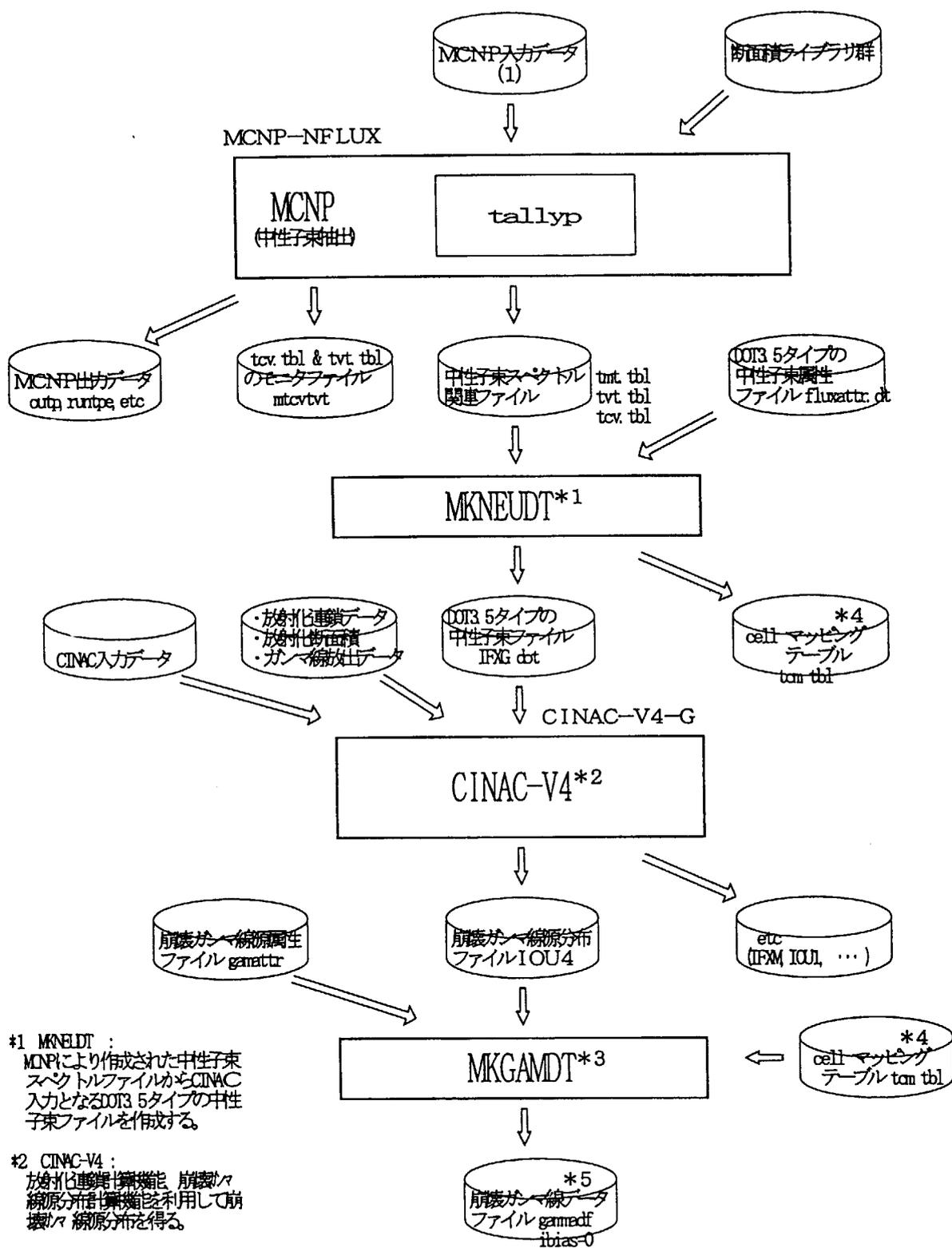
今回のテストモデルでは、形状は円筒であり、ガンマ線発生位置は一様乱数による体積線源、発生時のガンマ線エネルギーは代表値 (エネルギー群の境界値の平均値) である。より現実のモデルに対応できるようにするには、より複雑・柔軟な発生環境への対応が必要になる。本システムは、モンテカルロ粒子輸送計算コードとしては 3 次元コードを使用しているものの、システム全体としては現状、2 次元円柱体系においてのみ適用可能である。3 次元任意形状への適用、発生位置の多様化、ランダムなエネルギー値の選択等の対応が必要となり、今後の開発課題である。

謝 辞

本システム開発に当たり、入力データ作成にご協力を戴いた (株) アイ・ティ・ジェイの内海稔尚氏、及び主要な開発環境となった PC クラスタの環境整備にご協力を戴いた (財) 高度情報科学技術研究機構の谷田部茂氏に感謝致します。また、計算科学技術推進センター情報システム管理課の諸氏には計算機利用等に多大なご支援を戴き感謝致します。

参考文献

- [1] S. Sato, et al., Fusion Technology 34 (1998) 1002.
- [2] S. Sato, et al., Fusion Eng. Des. 47 (2000) 425.
- [3] S. Sato, et al., J. Nuclear Science and Technology Supplement 1 (2000) 258.
- [4] J.F.Briesmeister,Ed.,"MCNP – A General Monte Carlo N – Particle Transport Code, Version 4B," LA-12625-M(March 1997).
- [5] H. Fukumoto, J. Nuclear Science and Technology 23[2] (1986) 97.
- [6] W. W. Engle, "A User's Manual for ANISN, A One-Dimensional Discrete Ordinate Transport Code with Anisotropic Scattering," K-1693, Union Carbide Corporation, Computing Technology Center (1976)
- [7] W. A. Rhoades and F. R. Myanatt, "The DOT-III Two Dimensional Discrete Ordinates Transport Code," ORNL-TM-4280 (1973).



#1 MKNEUDT :
MCNPにより作成された中性子束スペクトルファイルからCINAC入力となるDOT3 5タイプの中性子束ファイルを作成する。

#2 CINAC-V4 :
放射化連鎖計算機能、崩壊からの線源分布計算機能を利用して崩壊からの線源分布を得る。

#3 MKGAMD*3 :
CINAC-V4により作成された崩壊からの線源分布ファイルからMCNPで利用できる崩壊からの線データファイルを作成する。

#4、#5、#6 :
同一ファイルであることを示す。

図1-1 本システムのフローチャート (1/2)

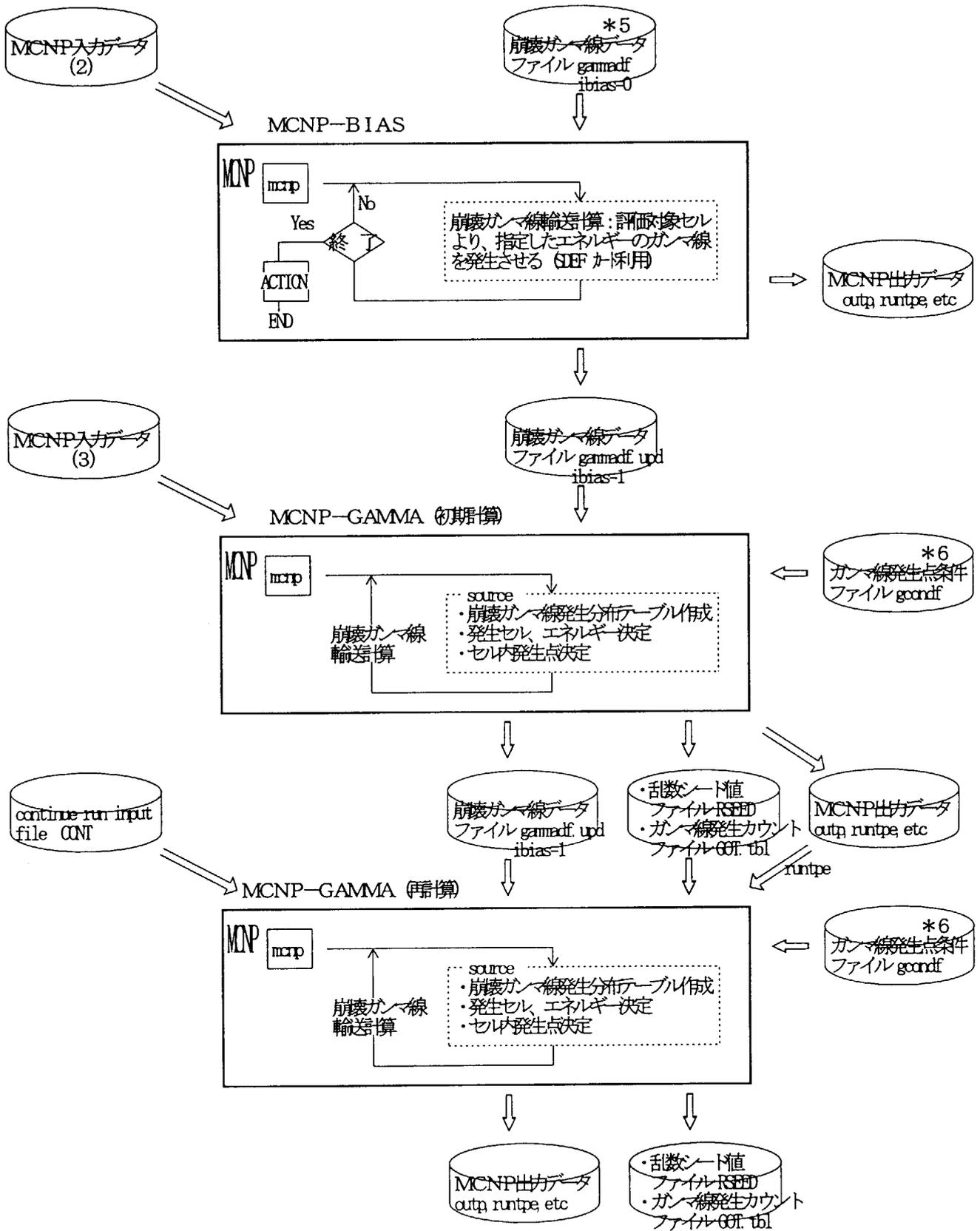
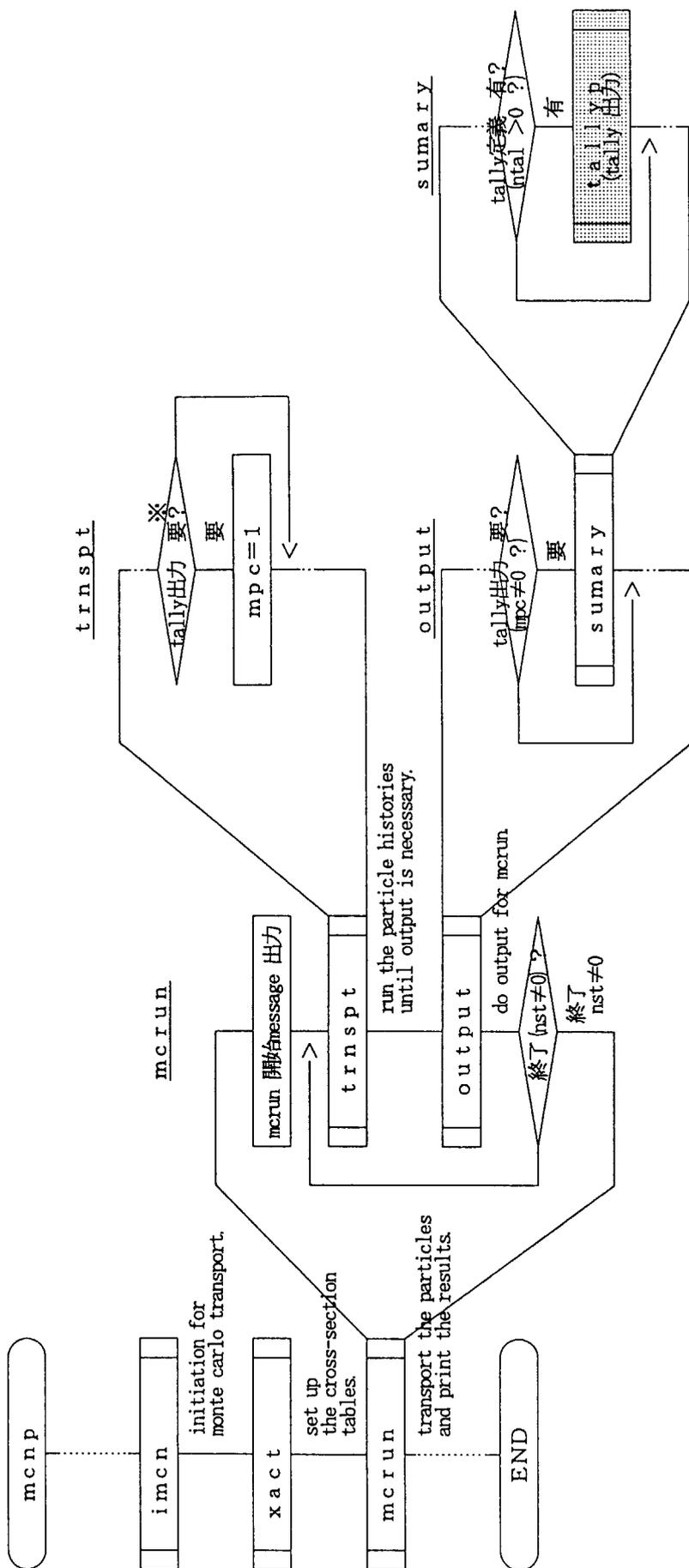


図1-2 本システムのフローチャート 2/2

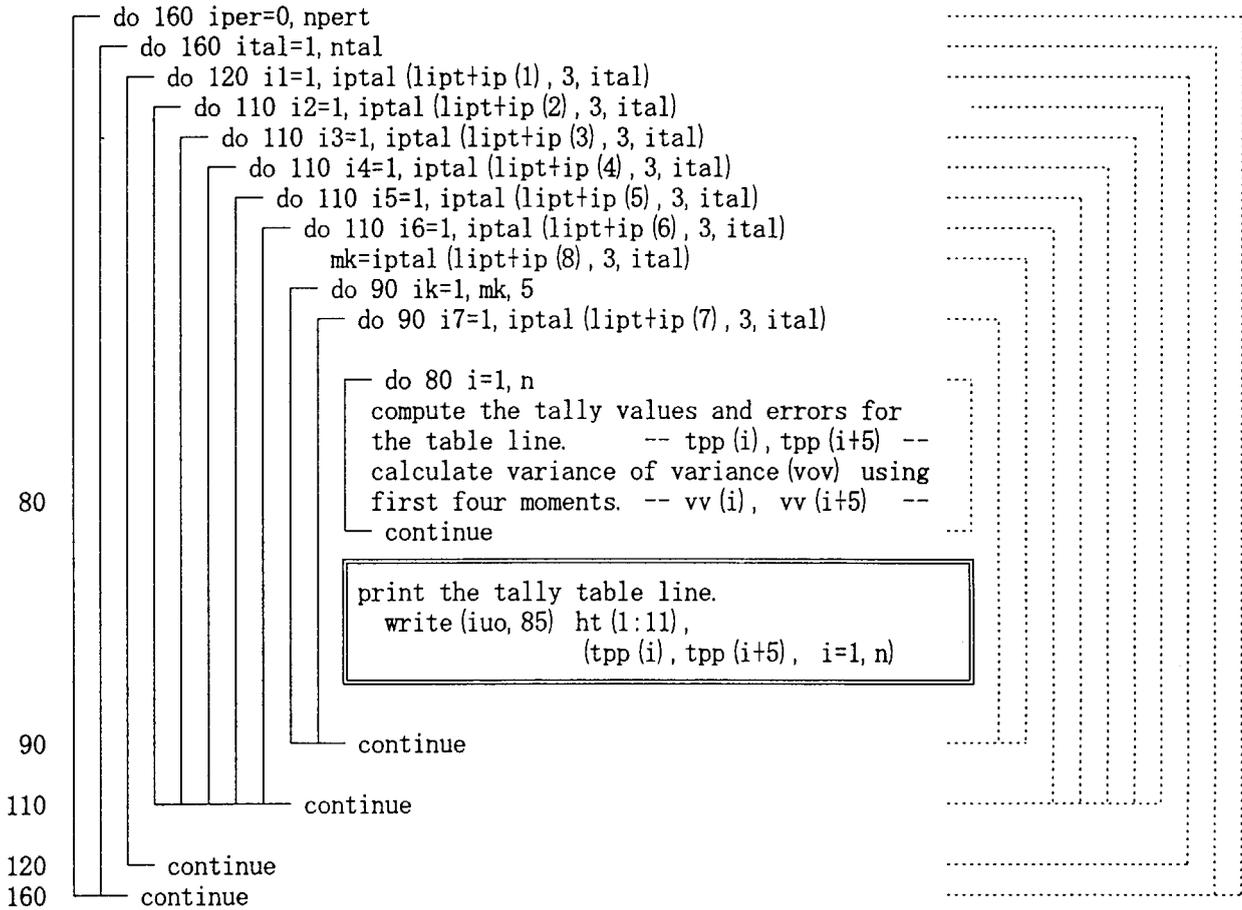


※ PRDMPカードのパラメータ値 'NDP' に依存する。 (PRDMP NDP NDM MCT NDMP DMMP)
 NDP : increment for printing tallies
 NDM : increment for dumping to RUNTIME file
 MCT : flag to write MCTAL file
 NDMP : maximum number of dumps on RUNTIME file
 NDP : 正値の場合は、NDP histories
 負値の場合は、NDP minutes
 例えは、PRDMP 5000 ... の場合、5000 histories 毎、及び計算の終了時に tally の出力を行う。
 また、Default は、計算の正常終了時のみ tallyの出力を行う。

図 2 サブルルーチン tally の MCNP における位置付け

```
subroutine tallyp
  print the tallies.
```

c
c
c



npert : Number of perturbations (npert=0, if no 'PERT' cards are defined.)

ntal : Number of tallies in the problem

iptal (lipt+ip (i), 3, ITAL) : Number of bins, which is never less than one

— Number of the bins of type ip (i) of tally ITAL —

ip (i) については、 $i \neq j \Leftrightarrow ip (i) \neq ip (j)$ である。

但し、 $i, j, ip (i), ip (j) \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$

iptal (lipt+1, 3, ITAL) : Number of cell, surface, or detector bins F

iptal (lipt+2, 3, ITAL) : --- all vs flagged or all vs direct CF, SF or F

iptal (lipt+3, 3, ITAL) : Number of user bins FU

iptal (lipt+4, 3, ITAL) : Number of segment bins FS

iptal (lipt+5, 3, ITAL) : Number of multiplier bins FM

iptal (lipt+6, 3, ITAL) : Number of cosine bins C

iptal (lipt+7, 3, ITAL) : Number of energy bins E

iptal (lipt+8, 3, ITAL) : Number of time bins T

図 3 サブルーチン tallyp における中性子束スペクトルの出力部

ファイル形式 : UNFORMATTED

maxtvix 個	tpp (1)	werr (1)	iper	ital	icel	iene
	. . .					
	tpp (maxtvix)	werr (maxtvix)	iper	ital	icel	iene

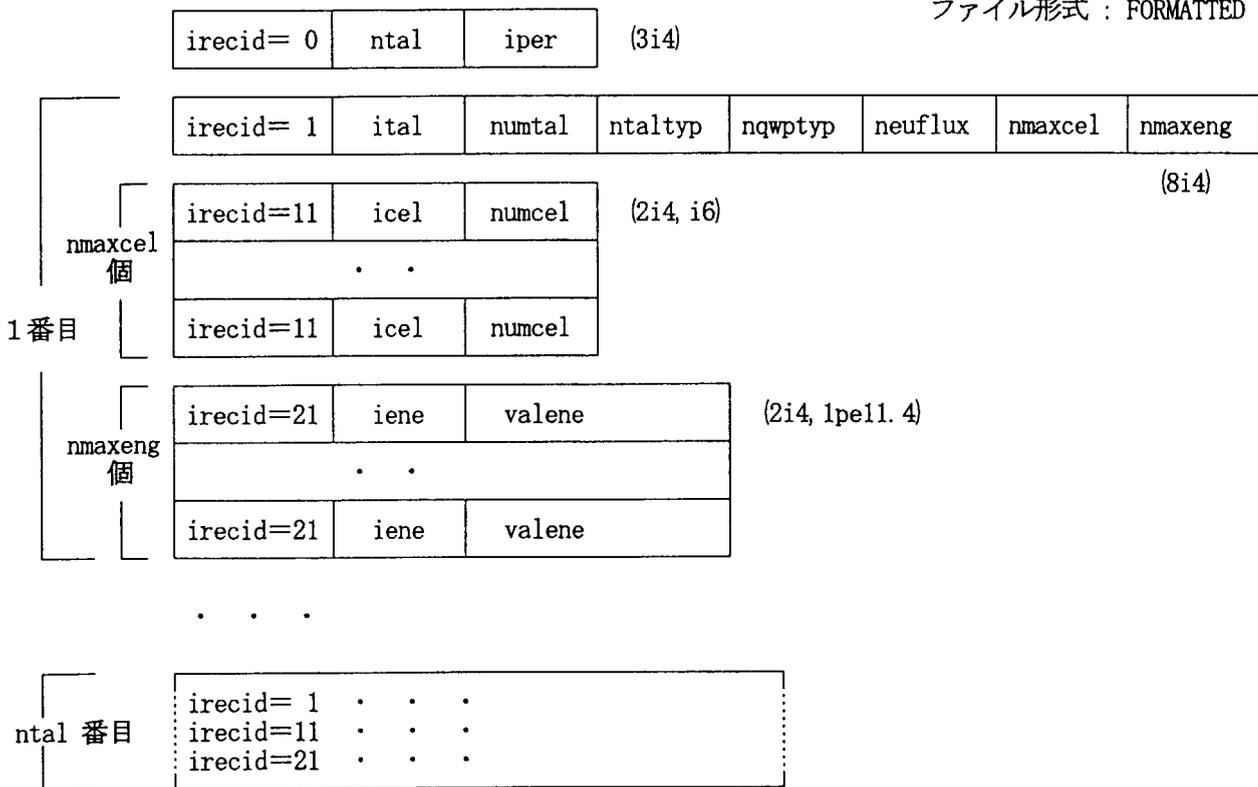
$$\text{maxtvix} = (\text{npert}+1) \times \sum_{i=1}^{\text{ntal}} (\text{nmaxcel}(i) \times \text{nmaxeng}(i))$$

npert : number of perturbations
 ntal : tally 総数
 nmaxcel (i) : 相対tally 番号 = i の時の対象セル数
 nmaxeng (i) : 相対tally 番号 = i の時のenergy群数

tpp : tally value (中性子束flux) (8B)
 werr : FSD (8B)
 iper : perturbation index (4B)
 ital : 相対tally 番号 (4B)
 icel : 相対セル番号、 (4B)
 iene : 相対エネルギー群番号 (4B)

図 4 tvt.tbl ファイルの内容

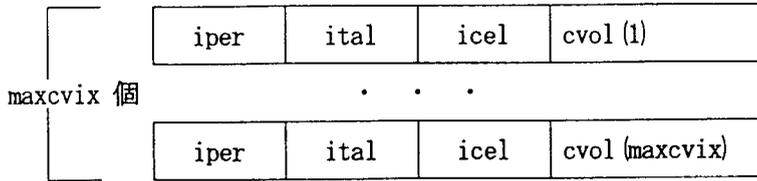
ファイル形式 : FORMATTED



irecid : レコードID
 ntal : tally 総数
 iper : current perturbation index (PERT card)
 ital : 相対tally 番号
 numtal : tally 番号
 ntaltyp : tally タイプ
 nqwptyp : 粒子タイプ
 =1: neutron =2: photon
 =3: neutron, photon =4: electron
 neuflex : 中性子束出力表示
 =0: tally values出力せず
 i. e. nmaxcel=nmaxeng=0
 =1: tally values出力
 [ntaltyp =4
 nqwptyp =1] の時だけtally
 出力tally: F & E valuesを出力
 F: cell, E: energy
 nmaxcel : 対象セル数
 nmaxeng : エネルギー群数
 icel : 相対セル番号
 numcel : セル番号
 iene : 相対エネルギー群番号
 valene : 対応エネルギー群のupper bound 値

図 5 tmt.tbl ファイルの内容

ファイル形式 : UNFORMATTED



$$\text{maxcvix} = \sum_{i=1}^{\text{ntal}} \text{nmaxcel}(i)$$

ntal : tally 総数
 nmaxcel (i) : 相対tally 番号 = i の時の対象セル数

iper : perturbation index (4B)
 ital : 相対tally 番号 (4B)
 icel : 相対セル番号 (4B)
 cvol : セルの体積 (8B)

図 6 tcv.tbl ファイルの内容

[ORIGINAL]

[修正内容]

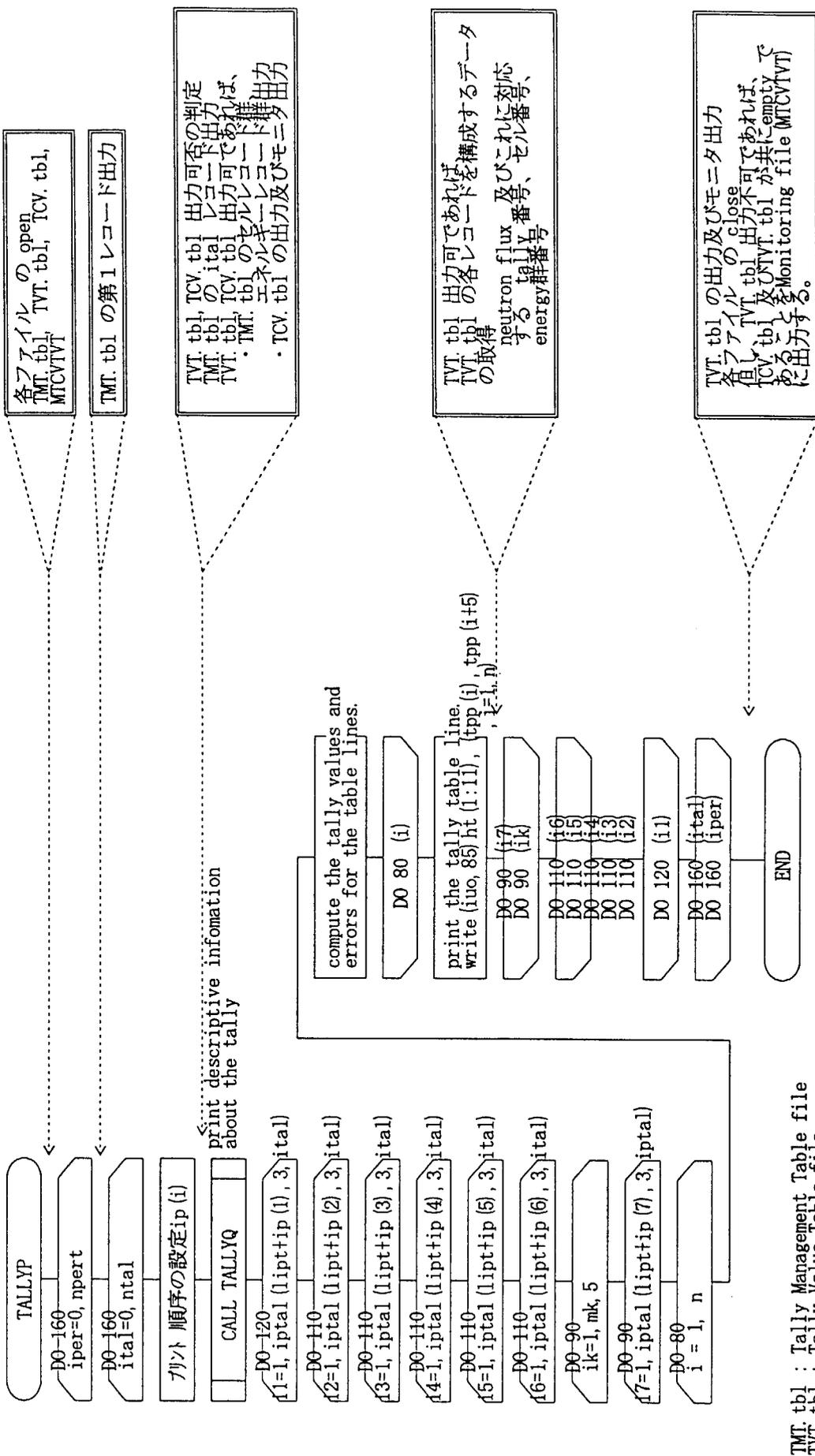


図 7 サブルーチンTALLYPにおける修正内容

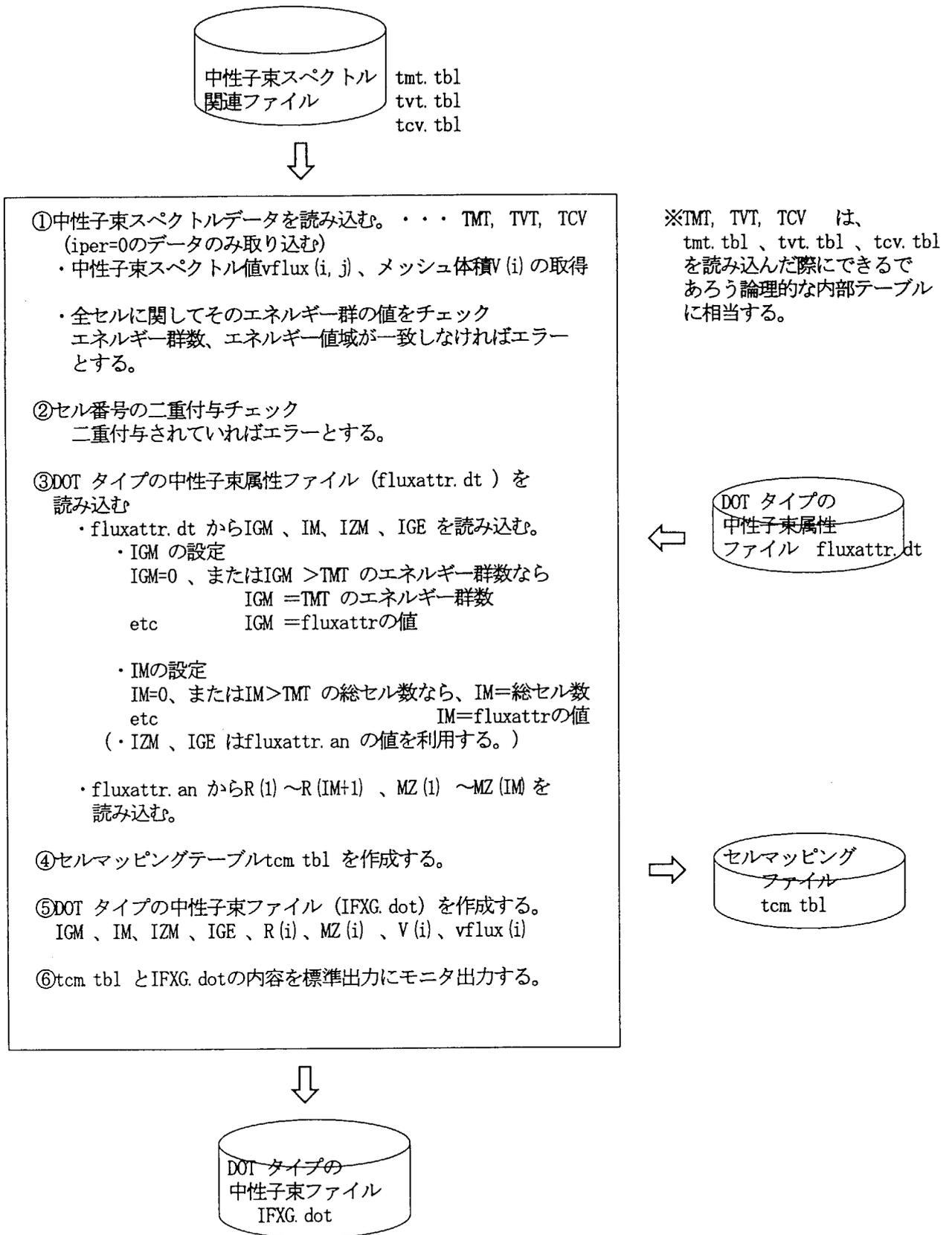


図 8 中性子束ファイル変換サブシステムの処理内容

[出力]

ファイル形式: UNFORMATTED

IGM	IM	JM	IZM	IGE
-----	----	----	-----	-----

IGM, IM, JM, IZM, IGE : 各4B

R (1) . . . R (IP)	Z (1)	Z (2)	MZ (1) . . . MZ (IMJM)	V (1) . . . V (IMJM)
--------------------	-------	-------	------------------------	----------------------

R, Z, V : 各4B
MZ : 各4B

vflux (1, 1) . . . vflux (1, IMJM)

vflux (i, j) : 中性子束スペクトル値
各4B

vflux (IGM, 1) . . . vflux (IGM, IMJM)
--

図 9 DOTタイプの中性子束ファイル (IFXG.dot) の内容

IGM	IM	JM	IZM	IGE	(5i6)
R (1)	. . .	R (6)			(6 (1x, 1pe11. 4))
. . .	R (IP)				
Z (1)	Z (2)				(2 (1x, 1pe11. 4))
MZ (1)	. . .	MZ (10)			(10i6)
. . .	MZ (IMJM)				

ファイル形式: FORMATTED

IGM : 中性子群数
IM : 径方向メッシュ数 (セル数)
JM : 高さ方向メッシュ数 (=1)
IZM : 物質領域数
IGE : 形状のタイプ
X-Y : 0
R-Z : 1
R-θ : 2
R : 径方向メッシュ境界
IP=IM+1
Z : 高さ方向メッシュ境界
MZ : 物質領域番号
IMJM=IM*JM

図 10 DOTタイプの中性子束属性ファイル (fluxattr.dt) の内容

IM	JM
ncell (1) . . . ncell (IMJM)	
R (1) . . . R (IP)	
Z (1)	Z (2)
V (1) . . . V (IMJM)	

ファイル形式: UNFORMATTED

IM : 径方向メッシュ数 (セル数) (4B)
JM : 高さ方向メッシュ数 (=2) (4B)
ncell (i) : 相対cell番号 i番目の
cell番号 (各4B)
IMJM=IM*JM
R : 径方向メッシュ境界 (各8B)
IP=IM+1
Z : 高さ方向メッシュ境界 (各8B)
V : メッシュ体積 (各8B)

図 11 セルマッピングテーブルファイル (tcm.tbl) の内容

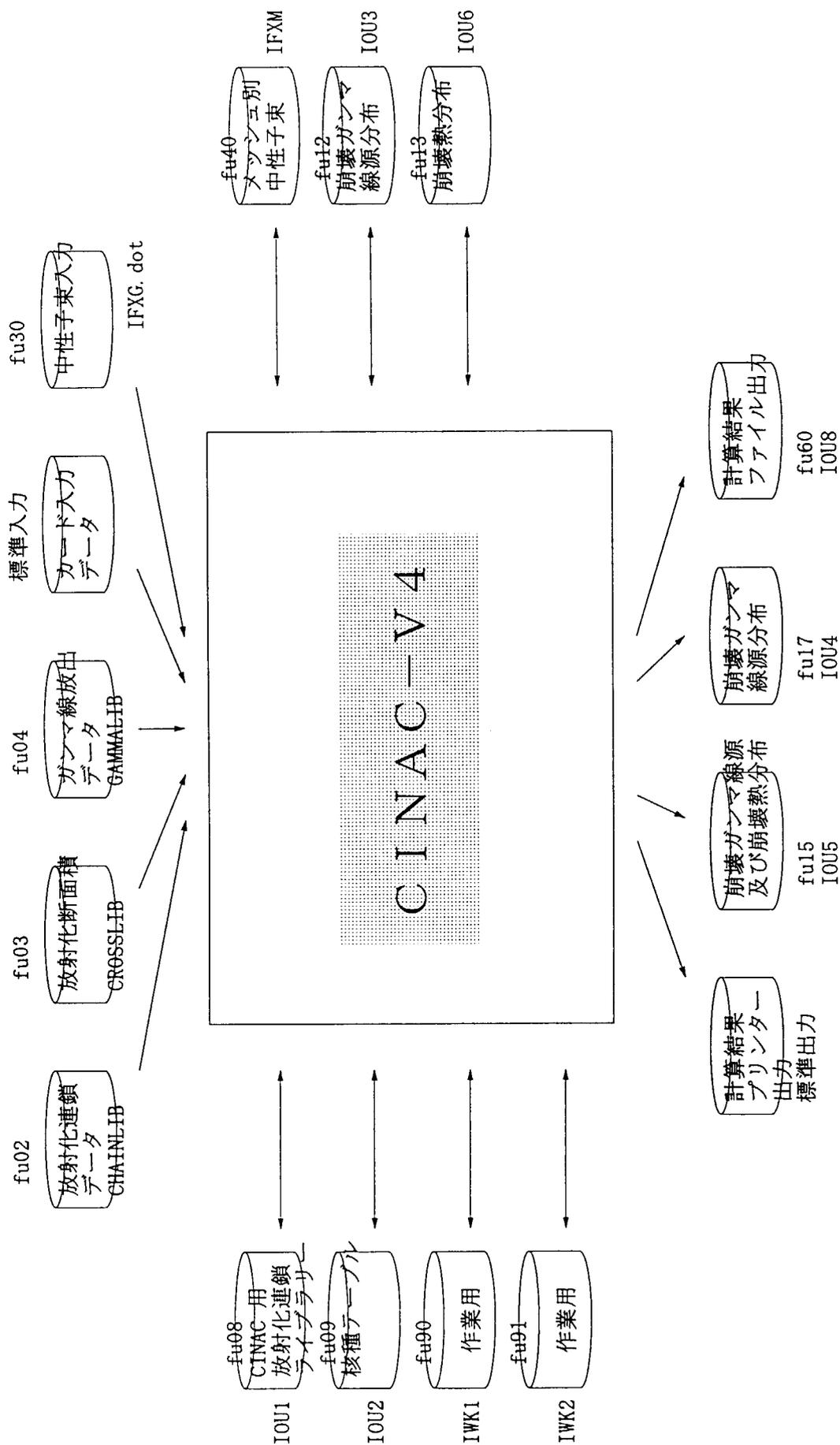


図 1 2 CINAC-V4 の入力環境

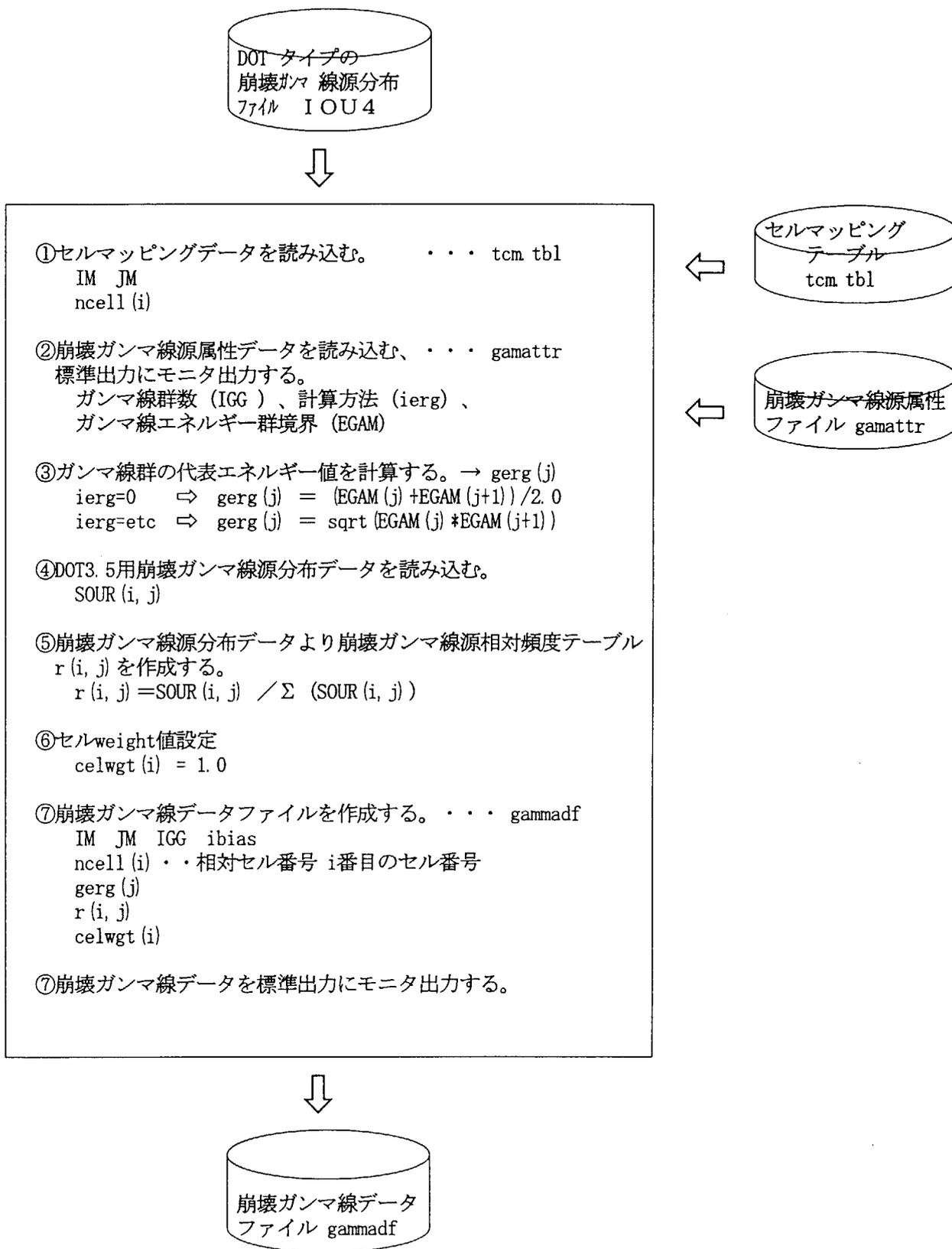


図 13 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステムの処理内容

SOUR (1, 1)	...	SOUR (IMJM, 1)
...		
SOUR (1, IGG)	...	SOUR (IMJM, IGG)

ファイル形式: UNFORMATTED

SOUR (i, j) : 崩壊ガンマ線源分布
各4B
IGG : ガンマ線群数
IMJM=IM * JM
IM : 径 方向メッシュ数
JM : 高さ方向メッシュ数

図 14 DOT タイプの崩壊ガンマ線源分布ファイル (IOU4)

IM	JM	IGG	ibias
...			
ncell (1)	...	ncell (IM)	
...			
gerg (1)	...	gerg (IGG)	
...			
r (1, 1)	...	r (IM, 1)	
...			
r (1, IGG)	...	r (IM, IGG)	
...			
celwgt (1)	...	celwgt (IMJM)	

ファイル形式: UNFORMATTED

IM : 径方向 メッシュ数 (セル数) (4B)
JM : 高さ方向メッシュ数 (=1) (4B)
IGG : ガンマ線群数 (4B)
ibias : バイアス表示 (4B)
=0 : バイアス実施前 (非バイアス)
=1 : バイアス実施後

ncell (i) : 相対セル番号 i番目の (各4B)
セル番号

gerg (j) : ガンマ線群 j の
エネルギー (代表) 値 (各8B)

r (i, j) : セルNo. i、ガンマ線群No. j
における崩壊γ線源相対頻度
(各4B)

celwgt (i) : セルNo. i の重み (weight) (各4B)

図 15 崩壊ガンマ線データファイル (gammadf)

IGG	ierg	(2i6)
...		
EGAM (1)	...	EGAM (6)
...		
...	EGAM (IGG+1)	

ファイル形式: FORMATTED

IGG : ガンマ線群数
ng : ガンマ線発生点数
ierg : 各ガンマ線エネルギー群の
エネルギー値計算方法
(6 (1x, 1pell. 4))
=0 : 相加平均
etc: 相乗平均
EGAM : ガンマ線エネルギー群境界

図 16 崩壊ガンマ線源属性ファイル (gamattr)

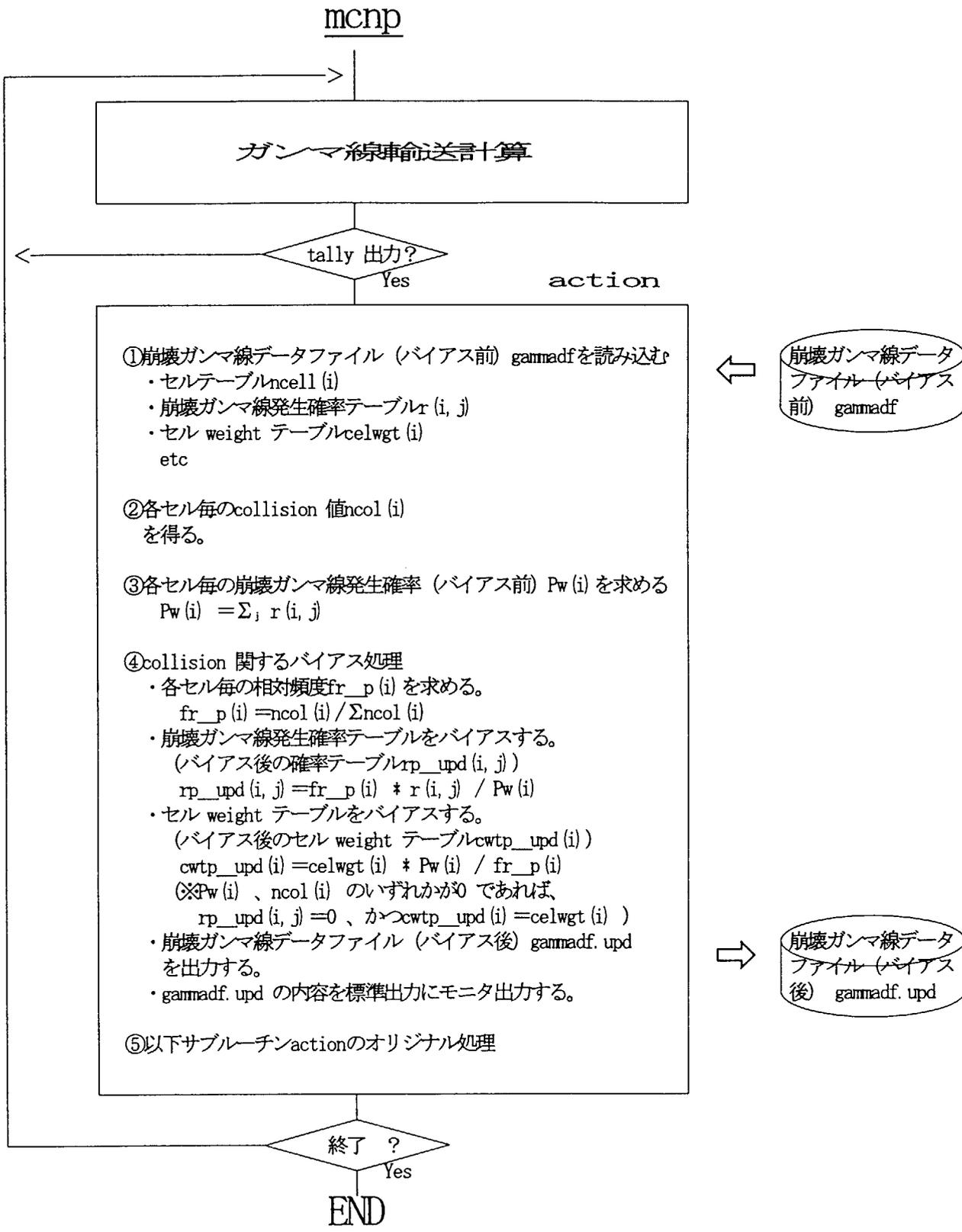


図 17 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムの処理内容

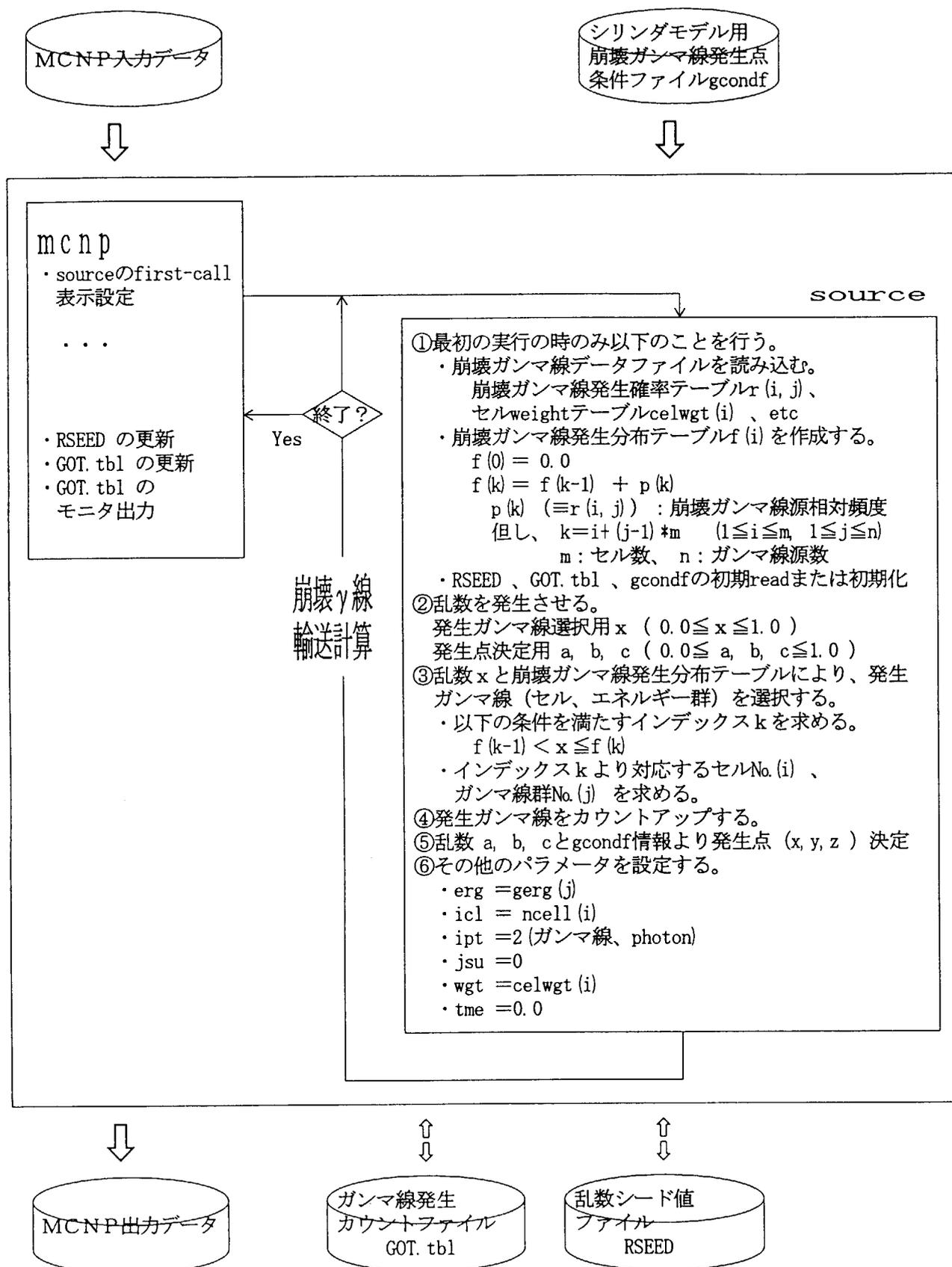
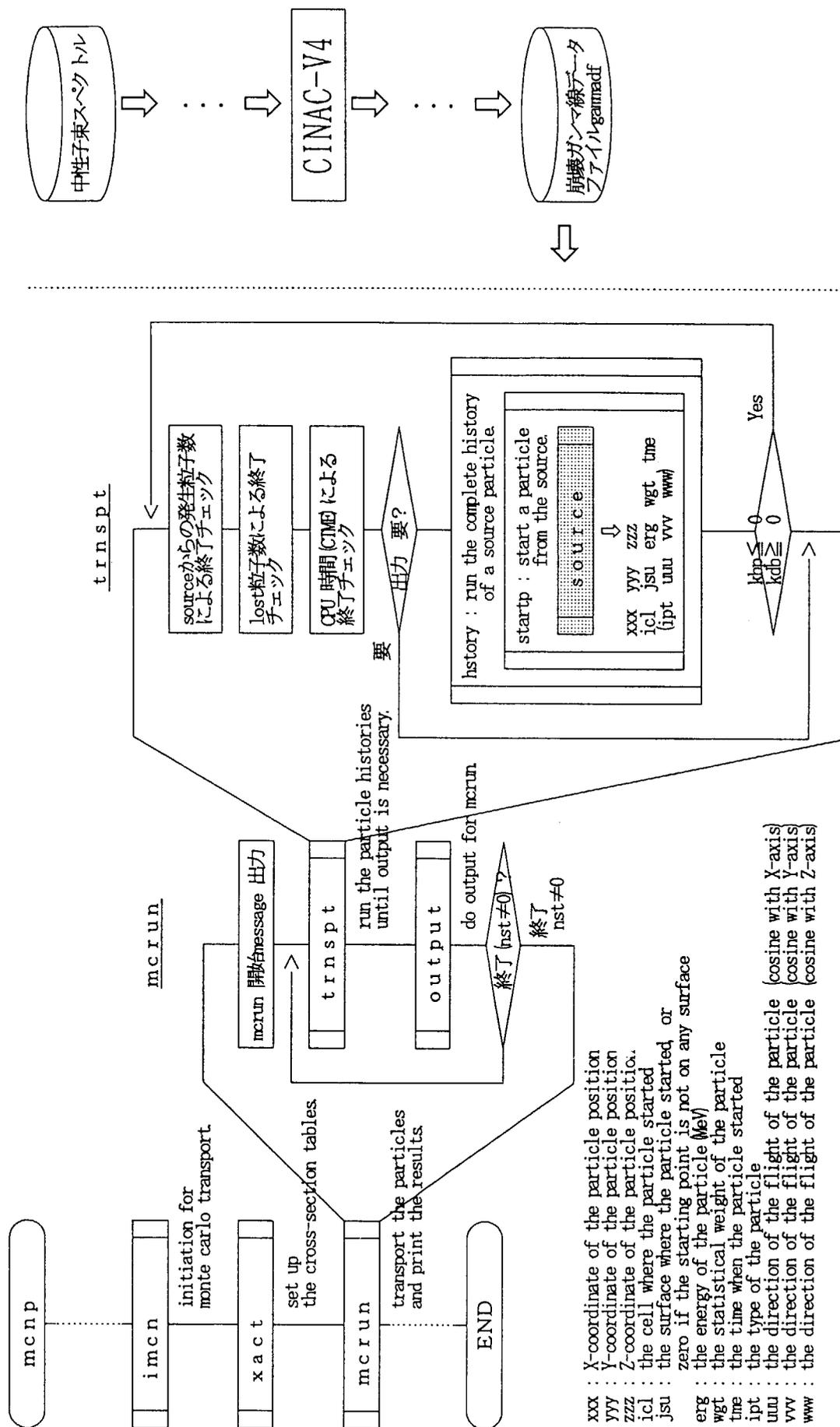


図 18 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムの処理内容



xxx : X-coordinate of the particle position
 yyy : Y-coordinate of the particle position
 zzz : Z-coordinate of the particle position.
 icl : the cell where the particle started
 jsu : the surface where the particle started or zero if the starting point is not on any surface
 erg : the energy of the particle (MeV)
 wgt : the statistical weight of the particle
 tme : the time when the particle started
 ipt : the type of the particle
 unu : the direction of the flight of the particle (cosine with X-axis)
 vvv : the direction of the flight of the particle (cosine with Y-axis)
 www : the direction of the flight of the particle (cosine with Z-axis)

図 19 利用者定義サブルーチンsourceのMCNP内における位置付け

崩壊ガンマ線源分布データ

ガンマ線群No. セルNo.	1	2	...	n
1	SOUR _{1,1}	SOUR _{1,2}	...	SOUR _{1,n}
2	SOUR _{2,1}	SOUR _{2,2}	...	SOUR _{2,n}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	SOUR _{m,1}	SOUR _{m,2}	...	SOUR _{m,n}

$$\downarrow I_{1,j} = \text{SOUR}_{1,1} / \sum (\text{SOUR}_{1,j})$$

崩壊ガンマ線源相対頻度テーブル

ガンマ線群No. セルNo.	1	2	...	n
1	I _{1,1}	I _{1,2}	...	I _{1,n}
2	I _{2,1}	I _{2,2}	...	I _{2,n}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	I _{m,1}	I _{m,2}	...	I _{m,n}

※崩壊ガンマ線発生テーブルの作成方法

- ① 誘導放射能計算コードにより崩壊ガンマ線源分布を生成する。
- ② 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステムにおいて、各(セル、エネルギー群)毎の相対頻度を求め、崩壊ガンマ線データファイルに書き出す。
- ③ サブルーチンsourceにおいて、崩壊ガンマ線発生テーブルを作成する。
 - ・崩壊ガンマ線データファイルを読み込み崩壊ガンマ線源相対頻度テーブルを作成する。
 - ・崩壊ガンマ線源相対頻度テーブルより、各要素の累積値を求め崩壊ガンマ線発生テーブルを作成する。

崩壊ガンマ線発生テーブル

f ₁	f ₂	...	f _m	...	f _{mn}
----------------	----------------	-----	----------------	-----	-----------------



$$f_k = f_{k-1} + p_k$$

$$f_0 = 0$$

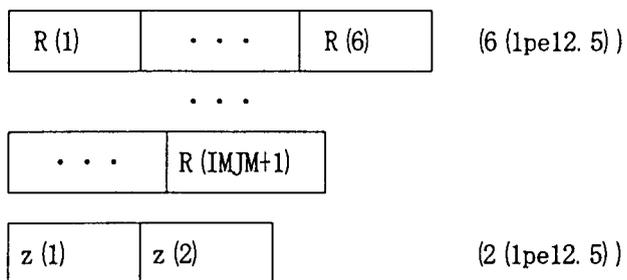
(但し、 $p_{i+(j-1)m} \equiv r_{i,j}$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$)

※発生崩壊ガンマ線の選択方法(崩壊ガンマ線の発生方法)

- ① 0.0 ~ 1.0 の一様乱数 x を求める。
- ② 乱数 x と崩壊ガンマ線発生テーブル(出現頻度累積値: f_k)により、{k: f_{k-1} < x ≤ f_k} となる k の値を求める。
- ③ ②の k の値より、{(i, j): k = i + (j-1)m, 1 ≤ i ≤ m, 1 ≤ j ≤ n, m はセル数(メッシュ数), n はガンマ線群数} となる (i, j) を求める。これにより、セルNo = i、ガンマ線群 = j のガンマ線を選択する。

図 20 乱数を利用した崩壊ガンマ線の発生方法

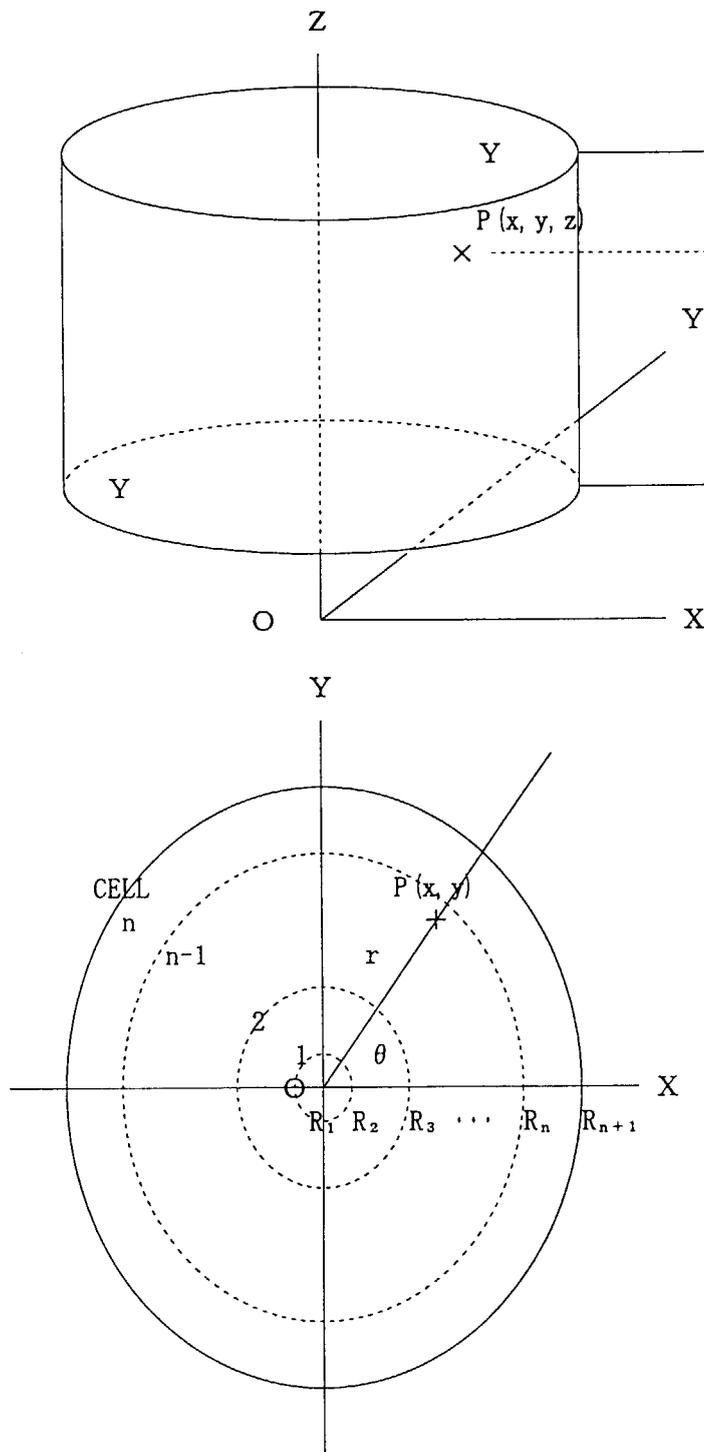
ファイル形式: FORMATTED



R (i) : 径方向 セル境界
 z (i) : 高さ方向セル境界

$$\left[\begin{array}{l} R (i) \leq R (i+1) \\ z (1) \leq z (2) \end{array} \right]$$

図 21 円筒モデル用崩壊ガンマ線発生点条件ファイル (gcondf) の内容



※セル*i* におけるガンマ線発生点 $P(x, y, z)$ における位置関係

$$\begin{aligned}
 |OP| &= r = R_i + \delta \\
 0 &\leq \delta \leq R_{i+1} - R_i \\
 R_i &< R_{i+1} \\
 \angle POX &= \theta \\
 0 &\leq \theta \leq 2\pi \\
 0 &\leq z1 \leq z \leq z2
 \end{aligned}$$

※崩壊ガンマ線発生点の決定方法

①乱数 a, b, c を求める。

$$0.0 \leq a, b, c \leq 1.0$$

② δ, θ, z を求める。

$$\delta = (R_{i+1} - R_i) \times a$$

$$\theta = 2\pi \times b$$

$$z = z1 + (z2 - z1) \times c$$

③発生点 $P(x, y, z)$ を決定する。

$$r = R_i + \delta$$

$$x = r \times \cos \theta$$

$$y = r \times \sin \theta$$

図 22 崩壊ガンマ線発生点の決定方法

ファイル形式: UNFORMATTED

igct (1, 1)	...	igct (IMJM, 1)
...		
igct (1, IGG)	...	igct (IMJM, IGG)

igct (i, j) : 発生ガンマ線のカウント値
 (セルNo.:i、ガンマ線エネルギー群No.:j)
 各4B
 IMJM=IM * JM
 IM: 径 方向メッシュ数
 JM: 高さ方向メッシュ数
 IGG : ガンマ線群数

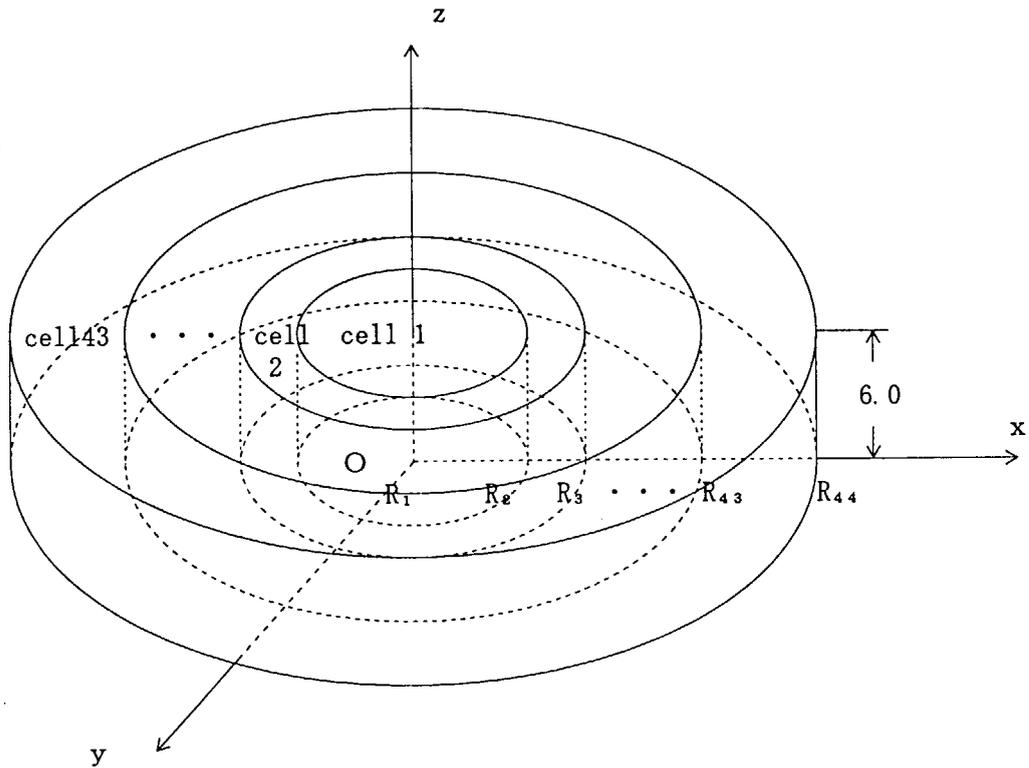
図 23 ガンマ線発生カウントファイル (GOT.tbl) の内容

ファイル形式: FORMATTED

irseed	(i10)
--------	-------

irseed : ガンマ線発生 (セルNo., エネルギー群No.)、
 及び発生点を決定するための乱数の
 シード値
 ※RSEED ファイルが存在しない場合、
 irseed = 107243 (デフォルト値)

図 24 乱数シード値ファイル (RSEED) の内容



※ R_i , R_{i+1} : cell iの径方向の境界

R ₁ = 0.0	R ₁₁ = 198.0	R ₂₁ = 218.0	R ₃₁ = 336.0	R ₄₁ = 356.0
R ₂ = 180.0	R ₁₂ = 200.0	R ₂₂ = 220.0	R ₃₂ = 338.0	R ₄₂ = 358.0
R ₃ = 182.0	R ₁₃ = 202.0	R ₂₃ = 320.0	R ₃₃ = 340.0	R ₄₃ = 360.0
R ₄ = 184.0	R ₁₄ = 204.0	R ₂₄ = 322.0	R ₃₄ = 342.0	R ₄₄ = 440.0
R ₅ = 186.0	R ₁₅ = 206.0	R ₂₅ = 324.0	R ₃₅ = 344.0	
R ₆ = 188.0	R ₁₆ = 208.0	R ₂₆ = 326.0	R ₃₆ = 346.0	
R ₇ = 190.0	R ₁₇ = 210.0	R ₂₇ = 328.0	R ₃₇ = 348.0	
R ₈ = 192.0	R ₁₈ = 212.0	R ₂₈ = 330.0	R ₃₈ = 350.0	
R ₉ = 194.0	R ₁₉ = 214.0	R ₂₉ = 332.0	R ₃₉ = 352.0	
R ₁₀ = 196.0	R ₂₀ = 216.0	R ₃₀ = 334.0	R ₄₀ = 354.0	

※ $V(i) = \pi (R(i+1)^2 - R(i)^2) \times 6.0$ (V(i) : cell iのvolume)

※ cell 1 : VOID
 cell 22 : PLASMA
 cell 43 : VOID or HUMAN

図 25 崩壊ガンマ線輸送計算用システム機能確認用セルモデル (Cylinder model)

```
#!/bin/csh
#
#   MCNP exe shell
#
#PBS -l nodes=c11060
#PBS -N MCNP.flux
#PBS -q debug

setenv MCNPLIB /home/j9133/Sato.gam/Xilb
setenv MCNPIN  /home/j9133/Sato.gam/Input/1Mcnp.flux
setenv MCNPLM  /home/j9133/Sato.gam/Src.mcnp/Object
#
ln -s $MCNPLIB/xsdir2      $PBS__O__WORKDIR/xsdir2
ln -s $MCNPIN/input01.2cm $PBS__O__WORKDIR/input
ln -s $MCNPIN/ntals.tbl   $PBS__O__WORKDIR/ntals.tbl
ln -s $MCNPLM/Xmcnp.all   $PBS__O__WORKDIR/mcnp
#
cd $PBS__O__WORKDIR
#
#
date > run.time
./mcnp name=input xsdir=xsdir2
date >> run.time
#
#
rm xsdir2
rm input
rm ntals.tbl
rm mcnp
#
unsetenv MCNPLIB
unsetenv MCNPIN
unsetenv MCNPLM
#
```

図 26 中性子束スペクトル抽出サブシステムにおける実行シェルスクリプト

B-MARK 43MESHERS		CYLINDER		Material change SS+H2O	S. Sato
C	CELL CARDS				
1	1	1.0E-10	-1	50 -51	\$ VOID
2	3	8.828E-02	1 -2	50 -51	\$INNER REZION #1
3	3	8.828E-02	2 -3	50 -51	\$INNER REZION #2
4	3	8.828E-02	3 -4	50 -51	\$INNER REZION #3
5	3	8.828E-02	4 -5	50 -51	\$INNER REZION #4
6	3	8.828E-02	5 -6	50 -51	\$INNER REZION #5
7	3	8.828E-02	6 -7	50 -51	\$INNER REZION #6
8	3	8.828E-02	7 -8	50 -51	\$INNER REZION #7
9	3	8.828E-02	8 -9	50 -51	\$INNER REZION #8
10	3	8.828E-02	9 -10	50 -51	\$INNER REZION #9
11	3	8.828E-02	10 -11	50 -51	\$INNER REZION #10
12	3	8.828E-02	11 -12	50 -51	\$INNER REZION #11
13	3	8.828E-02	12 -13	50 -51	\$INNER REZION #12
14	3	8.828E-02	13 -14	50 -51	\$INNER REZION #13
15	3	8.828E-02	14 -15	50 -51	\$INNER REZION #14
16	3	8.828E-02	15 -16	50 -51	\$INNER REZION #15
17	3	8.828E-02	16 -17	50 -51	\$INNER REZION #16
18	3	8.828E-02	17 -18	50 -51	\$INNER REZION #17
19	3	8.828E-02	18 -19	50 -51	\$INNER REZION #18
20	3	8.828E-02	19 -20	50 -51	\$INNER REZION #19
21	3	8.828E-02	20 -21	50 -51	\$INNER REZION #20
22	1	1.0E-10	21 -22	50 -51	\$ PLASMA
23	3	8.828E-02	22 -23	50 -51	\$OUTER REZION #1
24	3	8.828E-02	23 -24	50 -51	\$OUTER REZION #2
25	3	8.828E-02	24 -25	50 -51	\$OUTER REZION #3
26	3	8.828E-02	25 -26	50 -51	\$OUTER REZION #4
27	3	8.828E-02	26 -27	50 -51	\$OUTER REZION #5
28	3	8.828E-02	27 -28	50 -51	\$OUTER REZION #6
29	3	8.828E-02	28 -29	50 -51	\$OUTER REZION #7
30	3	8.828E-02	29 -30	50 -51	\$OUTER REZION #8
31	3	8.828E-02	30 -31	50 -51	\$OUTER REZION #9
32	3	8.828E-02	31 -32	50 -51	\$OUTER REZION #10
33	3	8.828E-02	32 -33	50 -51	\$OUTER REZION #11
34	3	8.828E-02	33 -34	50 -51	\$OUTER REZION #12
35	3	8.828E-02	34 -35	50 -51	\$OUTER REZION #13
36	3	8.828E-02	35 -36	50 -51	\$OUTER REZION #14
37	3	8.828E-02	36 -37	50 -51	\$OUTER REZION #15
38	3	8.828E-02	37 -38	50 -51	\$OUTER REZION #16
39	3	8.828E-02	38 -39	50 -51	\$OUTER REZION #17
40	3	8.828E-02	39 -40	50 -51	\$OUTER REZION #18
41	3	8.828E-02	40 -41	50 -51	\$OUTER REZION #19
42	3	8.828E-02	41 -42	50 -51	\$OUTER REZION #20
43	1	1.0E-10	42 -43	50 -51	\$ VOID
44	0		43 :50: -51		\$ OUT OF THE WORLD SIDE
C	SURFACE CARDS				
*50	PZ	0.0			\$ TOP
*51	PZ	6.0			\$ BOTTOM
1	CZ		180.0		\$ VOID INNER BOUND.
2	CZ		182.0		\$INNER REZION #1
3	CZ		184.0		\$INNER REZION #2
4	CZ		186.0		\$INNER REZION #3
5	CZ		188.0		\$INNER REZION #4
6	CZ		190.0		\$INNER REZION #5
7	CZ		192.0		\$INNER REZION #6
8	CZ		194.0		\$INNER REZION #7
9	CZ		196.0		\$INNER REZION #8

図 27-1 中性子束スペクトル抽出サブシステムにおけるMCNP入力データ (1/4)

10	CZ	198.0	\$INNER REZION #9
11	CZ	200.0	\$INNER REZION #10
12	CZ	202.0	\$INNER REZION #11
13	CZ	204.0	\$INNER REZION #12
14	CZ	206.0	\$INNER REZION #13
15	CZ	208.0	\$INNER REZION #14
16	CZ	210.0	\$INNER REZION #15
17	CZ	212.0	\$INNER REZION #16
18	CZ	214.0	\$INNER REZION #17
19	CZ	216.0	\$INNER REZION #18
20	CZ	218.0	\$INNER REZION #19
21	CZ	220.0	\$ PLASMA INNER. BOUND.
22	CZ	320.0	\$ PLASMA OUTR. BOUND.
23	CZ	322.0	\$OUTER REZION #1
24	CZ	324.0	\$OUTER REZION #2
25	CZ	326.0	\$OUTER REZION #3
26	CZ	328.0	\$OUTER REZION #4
27	CZ	330.0	\$OUTER REZION #5
28	CZ	332.0	\$OUTER REZION #6
29	CZ	334.0	\$OUTER REZION #7
30	CZ	336.0	\$OUTER REZION #8
31	CZ	338.0	\$OUTER REZION #9
32	CZ	340.0	\$OUTER REZION #10
33	CZ	342.0	\$OUTER REZION #11
34	CZ	344.0	\$OUTER REZION #12
35	CZ	346.0	\$OUTER REZION #13
36	CZ	348.0	\$OUTER REZION #14
37	CZ	350.0	\$OUTER REZION #15
38	CZ	352.0	\$OUTER REZION #16
39	CZ	354.0	\$OUTER REZION #17
40	CZ	356.0	\$OUTER REZION #18
41	CZ	358.0	\$OUTER REZION #19
42	CZ	360.0	\$OUTER REZION #20
43	CZ	440.0	\$ VOID OUTR. BOUND.

```

C   MODE
MODE N
C
C   -----
C   | SOURCE DEFINITION |
C   -----
SDEF CEL=22  ERG=D1  POS= 0.0 0.0 3.0  RAD=D2
      EXT=D3  AXS= 0.0 0.0 1.0
C
SP1   -6
C
SI2   220.0 320.0
SI3   3.0
C
IMP:P 2097152 1048576 524288 262144 131072 65536
      32768 16384 8192 4096 2048
      1024 512 256 128 64
      32 16 8 4 2
      1
      2 4 8 16 32
      64 128 256 512 1024
      2048 4096 8192 16384 32768
      65536 131072 262144 524288 1048576 2097152
      0 $ 0 0
    
```

図 27-2 中性子束スペクトル抽出サブシステムにおけるMCNP入力データ (2/4)

```

C MATERIAL CARDS
ml 1002.00c 1.000E-10
c
c ----- SS316LN/H2O= 0.8/ 0.2 -----
c total atomic density = 8.828E-02
c ----- H2O (97.7.5) -----
m3 1001.00c 1.337E-02 $ H1
    1002.00c 2.006E-06 $ H2
    5011.00c 2.756E-06 $ B11
    6000.00c 7.104E-05 $ C (nat.)
    7014.00c 1.895E-04 $ N14
    8016.00c 6.675E-03 $ O16 (H2O&SS)
    13027.00c 7.022E-05 $ Al27
    14000.00c 6.751E-04 $ Si (nat.)
    15031.00c 3.061E-05 $ P31
    16000.00c 8.872E-06 $ S (nat.)
    19000.00c 4.850E-07 $ K (nat.)
    22000.00c 1.188E-04 $ Ti (nat.)
    23000.00c 2.978E-06 $ V (nat.)
    24050.00c 5.499E-04 $ Cr50 (4.31%)
    24052.00c 1.069E-02 $ Cr52 (83.76%)
    24053.00c 1.218E-03 $ Cr53 (9.55%)
    24054.00c 3.037E-04 $ Cr54 (2.38%)
    25055.00c 1.242E-03 $ Mn55
    26054.00c 2.575E-03 $ Fe54 (5.84%)
    26056.00c 4.042E-02 $ Fe56 (91.68%)
    26057.00c 9.568E-04 $ Fe57 (2.17%)
    26058.00c 1.367E-04 $ Fe58 (0.31%)
    27059.00c 3.214E-05 $ C059
    28058.00c 5.339E-03 $ Ni58 (67.76%)
    28060.00c 2.061E-03 $ Ni60 (26.16%)
    28061.00c 9.848E-05 $ Ni61 (1.25%)
    28062.00c 2.884E-04 $ Ni62 (3.66%)
    28064.00c 9.136E-05 $ Ni64 (1.16%)
    29063.00c 4.123E-05 $ Cu63 (69.10%)
    29065.00c 1.844E-05 $ Cu65 (30.90%)
    40090.00c 4.278E-07 $ Zr90 (51.46%)
    40091.00c 9.336E-08 $ Zr91 (11.23%)
    40092.00c 1.422E-07 $ Zr92 (17.11%)
    40094.00c 1.446E-07 $ Zr94 (17.40%)
    40096.00c 2.327E-08 $ Zr96 (2.80%)
    41093.00c 2.041E-06 $ Nb93
    42000.00c 9.880E-04 $ Mo (nat.)
    50000.00c 6.389E-07 $ Sn (nat.)
    73181.00c 2.096E-07 $ Ta181
    74182.00c 5.445E-08 $ W182 (26.40%)
    74183.00c 2.970E-08 $ W183 (14.40%)
    74184.00c 6.311E-08 $ W184 (30.60%)
    74186.00c 5.858E-08 $ W186 (28.40%)
    82206.00c 3.295E-07 $ Pb206 (22.51%)
    82207.00c 3.309E-07 $ Pb207 (22.60%)
    82208.00c 7.809E-07 $ Pb208 (53.34%)
    83209.00c 1.452E-06 $ Bi209
C

```

図 27-3 中性子束スペクトル抽出サブシステムにおけるMCNP入力データ (3/4)

```

C TALLY CARDS
FC4 NEUTRON FLUX AT 'FE' CELLS
F4:N 1
      2 3 4 5 6
      7 8 9 10 11
      12 13 14 15 16
      17 18 19 20 21
      22
      23 24 25 26 27
      28 29 30 31 32
      33 34 35 36 37
      38 39 40 41 42
      43
SD4 6.10726e+05 $ CELL VOLUMES
      1.36471e+04 1.37979e+04 1.39487e+04 1.40995e+04 1.42503e+04
      1.44011e+04 1.45519e+04 1.47027e+04 1.48535e+04 1.50042e+04
      1.51550e+04 1.53058e+04 1.54566e+04 1.56074e+04 1.57582e+04
      1.59090e+04 1.60598e+04 1.62106e+04 1.63614e+04 1.65122e+04
      1.01788e+06
      2.42028e+04 2.43536e+04 2.45044e+04 2.46552e+04 2.48060e+04
      2.49568e+04 2.51076e+04 2.52584e+04 2.54092e+04 2.55600e+04
      2.57108e+04 2.58616e+04 2.60124e+04 2.61632e+04 2.63140e+04
      2.64648e+04 2.66156e+04 2.67664e+04 2.69172e+04 2.70680e+04
      1.20637e+06 $ CELL VOLUMES
FM4 1.00 $ 0.7MW/M**2 0.7* 4.44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
E4 2.15E-7 4.65E-7 1.0E-6 2.15E-6 4.65E-6 1.0E-5
      2.15E-5 4.65E-5 1.0E-4 2.15E-4 4.65E-4 1.0E-3
      2.15E-3 4.65E-3 1.0E-2 2.15E-2 4.65E-2 1.0E-1
      1.41E-1 2.0E-1 2.83E-1 4.0E-1 5.66E-1 8.0E-1
      1.058 1.4 1.871 2.5 3.162 4.0
      4.516 5.099 5.757 6.5 7.328 8.261
      9.314 10.5 11.478 12.549 13.72 15.0
EM4 1.0 41R
C
C TALLY CARDS
FC14 FLUX OF TARGET CELL
F14:N 1
SD14 6.10726e+05 $ CELL VOLUMES
FM14 1.00
E14 2.15E-7 4.65E-7 1.0E-6 2.15E-6 4.65E-6 1.0E-5
      2.15E-5 4.65E-5 1.0E-4 2.15E-4 4.65E-4 1.0E-3
      2.15E-3 4.65E-3 1.0E-2 2.15E-2 4.65E-2 1.0E-1
      1.41E-1 2.0E-1 2.83E-1 4.0E-1 5.66E-1 8.0E-1
      1.058 1.4 1.871 2.5 3.162 4.0
      4.516 5.099 5.757 6.5 7.328 8.261
      9.314 10.5 11.478 12.549 13.72 15.0
EM14 1.0 41R
C PROBLEM CUT OFF DATA
PRDMP -10 -15 1 3 J 2
DBCN 1 1J 1 50 5
CTME 2700
NPS 2147483647
LOST 20 20
PRINT
wwg 14 22 1.0 440 0.0 5.0
wwge:n 1e-6 1e-2 0.1 1 11 20

```

図 27-4 中性子束スペクトル抽出サブシステムにおけるMCNP入力データ (4/4)

```

#!/bin/csh
#
#   MCNP exe shell
#
#PBS -l nodes=c11060
#PBS -N Mkflux.4
#PBS -q debug

setenv MKFXLM /home/j9133/Sato.gam/Src.etc/2Mkflux/Src.4
setenv MKFXIN /home/j9133/Sato.gam/Input/2Go.mkflux
setenv MKFXDT /home/j9133/Sato.gam/1Mcnp.flux
#
ln -s $MKFXLM/Xmkfluxdt $PBS__O__WORKDIR/a.out
ln -s $MKFXIN/fluxattr.dt $PBS__O__WORKDIR/fluxattr.dt
ln -s $MKFXDT/tmt.tbl $PBS__O__WORKDIR/tmt.tbl
ln -s $MKFXDT/tvt.tbl $PBS__O__WORKDIR/tvt.tbl
ln -s $MKFXDT/tcv.tbl $PBS__O__WORKDIR/tcv.tbl
#
cd $PBS__O__WORKDIR
#
#
date > run.time
./a.out > znout
date >> run.time
#
#
rm ./a.out
rm ./fluxattr.dt
rm ./tmt.tbl
rm ./tvt.tbl
rm ./tcv.tbl
#
unsetenv MKFXLM
unsetenv MKFXIN
unsetenv MKFXDT
#

```

図 28 中性子束ファイル変換サブシステムにおける実行シェルスクリプト

42	43	1	2	1						
0.0000E+00	1.8000E+02	1.8200E+02	1.8400E+02	1.8600E+02	1.8800E+02					
1.9000E+02	1.9200E+02	1.9400E+02	1.9600E+02	1.9800E+02	2.0000E+02					
2.0200E+02	2.0400E+02	2.0600E+02	2.0800E+02	2.1000E+02	2.1200E+02					
2.1400E+02	2.1600E+02	2.1800E+02	2.2000E+02	3.2000E+02	3.2200E+02					
3.2400E+02	3.2600E+02	3.2800E+02	3.3000E+02	3.3200E+02	3.3400E+02					
3.3600E+02	3.3800E+02	3.4000E+02	3.4200E+02	3.4400E+02	3.4600E+02					
3.4800E+02	3.5000E+02	3.5200E+02	3.5400E+02	3.5600E+02	3.5800E+02					
3.6000E+02	4.4000E+02									
0.0000E+00	6.0000E+00									
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	1								

図 29 中性子束ファイル変換サブシステムにおける入力データ

```

#!/bin/csh
#PBS -l nodes=1
#PBS -N Cinac-V4
#PBS -q debug
#
setenv CINACLM /home/j9133/Sato.gam/Src.etc/3Cinac/Object.4
setenv CINACIN /home/j9133/Sato.gam/Input/3Go.cinac
setenv CINACDO /home/j9133/Sato.gam/Cinac.lib
setenv CINACD1 /home/j9133/Sato.gam/2Go.mkflx/Mkflux.4
#
ln -s $CINACLM/Xcinac.4      $PBS__O__WORKDIR/cinac
ln -s $CINACIN/cinacnr2.txt $PBS__O__WORKDIR/zin05
ln -s $CINACDO/CHAINLIB     $PBS__O__WORKDIR/zin02
ln -s $CINACDO/CROSSLIB     $PBS__O__WORKDIR/zin03
ln -s $CINACDO/GAMMALIB     $PBS__O__WORKDIR/zin04
ln -s $CINACD1/IFXG.dot     $PBS__O__WORKDIR/zin30
#
cd $PBS__O__WORKDIR
#
setenv fu02 zin02
setenv fu03 zin03
setenv fu04 zin04
setenv fu30 zin30
setenv fu40 IFXM
setenv fu08 IOU1
setenv fu09 IOU2
setenv fu12 IOU3
setenv fu17 IOU4
setenv fu15 IOU5
setenv fu13 IOU6
setenv fu60 IOU8
setenv fu90 IWK1
setenv fu91 IWK2
#
date > run.time
./cinac < zin05
./rIOU4 > znout.iou4
date >> run.time
#
%rm $PBS__O__WORKDIR/cinac
%rm $PBS__O__WORKDIR/zin05
%rm $PBS__O__WORKDIR/zin02
%rm $PBS__O__WORKDIR/zin03
%rm $PBS__O__WORKDIR/zin04
%rm $PBS__O__WORKDIR/zin30
%rm $PBS__O__WORKDIR/rIOU4
#
unsetenv CINACLM
unsetenv CINACIN
unsetenv CINACDO
unsetenv CINACD1
unsetenv fu02
. . .
unsetenv fu91

```

図 30 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステムにおける実行シェルスクリプト

B-MARK 5MESHES MATERIAL SS+H2O .3MW/M²*1Y 1 (MS) A. SHTD. GMMMA-SORCUTUMI, T.
 5 0 43 1 2 1 135 42 -54 1 CARD-A2 CONTROLS
 0 0 1 0 0 0 CARD-A3 SWITCHES
 8.14 1500.0 0.0 CARD-A4 NORMALZ.

9\$\$\$

' 1 2
 ' 0 110
 ' VOID VOID
 ' PLSMA SCRAP/O

10\$\$\$

4
 2R6
 2R7
 2R8
 11
 3R12
 13
 3R14
 4R16
 3R19
 6R20
 22 22 22 22 22
 23 23
 4R24
 25
 4R26
 27
 5R28
 2R29
 41
 7R42
 73
 74 74 74 74 74
 90
 91
 2R95
 8R101
 102
 1R103
 104
 1R105
 20R106
 15R107
 11R108
 5R109
 2R110

BE-9
 C
 N
 O
 NA-23
 MG
 AL-27
 SI
 S
 K
 CA
 TI
 V
 CR
 MN
 FE
 CO
 NI
 CU
 NB-93
 MO
 TA-181
 W
 B-10
 B-11
 B
 R-EPOXY
 COPPER
 NB3SN
 WATER
 BRONZE
 SS316LW
 SS316LN
 INCONEL
 COIL
 SSLW 8:2

11\$\$\$

4009
 6012 6013
 7014 7015
 8016 8017
 11023
 12024 12025 12026
 13027

BE-9
 C
 N
 O
 NA-23
 MG
 AL-27

図 31-1 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステムにおける入力データ (1/3)

14028	14029	14030																			SI
16032	16033	16034	16036																		S
19039	19040	19041																			K
20040	20042	20043	20044	20046	20048																CA
22046	22047	22048	22049	22050																	TI
23050	23051																				V
24050	24052	24053	24054																		CR
25055																					MN
26054	26056	26057	26058																		FE
27059																					CO
28058	28060	28061	28062	28064																	NI
29063	29065																				CU
41093																					NB-93
42000	42092	42094	42095	42096	42097	42098															MO
73081																					TA-181
74080	74082	74083	74084	74086																	W
5010																					B-10
5011																					B-11
5010	5011																				B
6	7	8	12	13	14	16	29														R-EPOXY
29																					COPPER
41																					NB3SN
8																					WATER
29																					BRONZE
90	91	6	7	8	13	14	16														SS316LW
19	22	23	24	25	26		28														SS316LW
29		41	42		73	74															SS316LW
90	91	6	7			14	16														SS316LN
	22		24	25	26	27	28														SS316LN
29		41	42																		SS316LN
6	13	14	16	22	24	25	26	28	41	42											INCONEL
101	102	103	105	106																	COIL
107	104																				LN+WATER
12**																					
1.0																					BE-9
0.9889	0.0111																				C
0.9963	0.00366																				N
0.9976	0.00038																				O
1.0																					NA-23
0.7899	0.1		0.1101																		MG
1.0																					AL-27
0.9223	0.0467		0.031																		SI
0.9502	0.0075		0.0421	0.00017																	S
0.9326	0.000117		0.0673																		K
0.9694	0.00647		0.00135	0.0209	0.000035	0.00187															CA
0.082	0.074		0.737	0.054	0.052																TI
0.025	0.9975																				V
0.0435	0.8379		0.095	0.0236																	CR
1.0																					MN
0.058	0.918		0.0215	0.0029																	FE
1.0																					CO
0.683	0.261		0.0113	0.0359	0.0091																NI
0.692	0.308																				CU
1.0																					NB-93
0.096	0.148		0.093	0.159	0.167	0.096	0.241														MO
1.0																					TA-181

図 31-2 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステムにおける入力データ (2/3)

```

0. 0013 0. 263    0. 143    0. 307    0. 286
1. 0
1. 0
0. 2    0. 8
1. 892E-2  2. 060E-3  2. 706E-2  1. 190E-3  3. 930E-3
8. 000E-3  5. 100E-4  9. 100E-4
8. 292E-2
4. 091E-2
3. 335E-2
7. 672E-2
8. 707E-7  3. 505E-6  3. 938E-5  6. 417E-4  5. 899E-6  5. 260E-4
1. 684E-4  2. 065E-6  6. 049E-7  3. 952E-5  3. 714E-6  1. 562E-2
1. 274E-3  5. 619E-2  9. 784E-3  7. 444E-5          2. 800E-5
1. 001E-3          1. 307E-7  2. 570E-7
5. 215E-7  2. 080E-6  2. 539E-5  3. 088E-5  2. 500E-4
2. 917E-6  8. 563E-5  1. 458E-2  1. 470E-3  5. 521E-2
4. 548E-5  1. 119E-2  8. 492E-5  2. 779E-6  1. 602E-3
          2. 110E-04  3. 750E-04  4. 500E-04  1. 270E-05
          2. 120E-04  2. 090E-02  2. 300E-04  2. 270E-03
          5. 270E-02  1. 907E-03  4. 750E-03
0. 18    0. 1169 0. 0295 0. 0735 0. 4319
0. 8          0. 2
T
          0 0 0 0 0
1 1 1          OPERATION-PATTERN CARD-D1 CONTROLS
P1 STEP 3. 15576E+7 1 2. 51E+16 1 (YEAR/S) 0. 3 (MW) CARD-D2 PULSE
LAST P1          CARD-D3 PATTERNS
END          CARD-D3 PATTERNS
1. 000+6          1 MEGA-SECONDS CARD-E1 TIME-STEP
W
B-10
B-11
B
R-EPOXY
R-EPOXY
COPPER
NB3SN
WATER
BRONZE
SS316LW
SS316LW
SS316LW
SS316LW
SS316LN
SS316LN
SS316LN
INCONEL
INCONEL
INCONEL
COIL
316L:H20
ENDING

```

図 31-3 崩壊ガンマ線源分布ファイル作成サブシステムにおける入力データ (3/3)

```

#!/bin/csh
#
#   MCNP exe shell
#
#PBS -l nodes=cl1057
#PBS -N Mkgam. 4
#PBS -q debug
#
setenv MKGALM /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Src/4Mkgamdt
setenv MKGAIN /home/j9133/Sato.gam/Input/4Go.mkgam
setenv MKGADT1 /home/j9133/Sato.gam/2Go.mkflx/Mkflux.4
setenv MKGADT2 /home/j9133/Sato.gam/3Go.cinac/Cinac.4
#
ln -s $MKGALM/Xmkgamdt          $PBS_0__WORKDIR/a.out
ln -s $MKGAIN/gamattr.MeV.dec  $PBS_0__WORKDIR/gamattr
ln -s $MKGADT1/tcm.tbl         $PBS_0__WORKDIR/tcm.tbl
ln -s $MKGADT2/IOU4           $PBS_0__WORKDIR/IOU4
#
cd $PBS_0__WORKDIR
#
#
date > run.time
./a.out > znout
date >> run.time
#
#
rm $PBS_0__WORKDIR/a.out
rm $PBS_0__WORKDIR/gamattr
rm $PBS_0__WORKDIR/tcm.tbl
rm $PBS_0__WORKDIR/IOU4
#
unsetenv MKGALM
unsetenv MKGAIN
unsetenv MKGADT1
unsetenv MKGADT2
#

```

図 32 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステムにおける実行シェルスクリプト

54	1					
3.000E+00	2.700E+00	2.500E+00	2.300E+00	2.100E+00	2.000E+00	
1.900E+00	1.800E+00	1.700E+00	1.600E+00	1.500E+00	1.400E+00	
1.300E+00	1.200E+00	1.100E+00	1.000E+00	9.000E-01	8.100E-01	
7.300E-01	6.600E-01	6.000E-01	5.500E-01	5.000E-01	4.500E-01	
4.000E-01	3.600E-01	3.300E-01	3.000E-01	2.700E-01	2.500E-01	
2.300E-01	2.100E-01	2.000E-01	1.900E-01	1.800E-01	1.700E-01	
1.600E-01	1.500E-01	1.400E-01	1.300E-01	1.200E-01	1.100E-01	
1.000E-01	9.000E-02	8.100E-02	7.300E-02	6.600E-02	6.000E-02	
5.500E-02	5.000E-02	4.500E-02	4.000E-02	3.600E-02	3.300E-02	
3.000E-02						

図 33 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステムにおける入力データ

```

#!/bin/csh
#
#   MCNP exe shell
#
#PBS -l nodes=cl1060
#PBS -N MCNP.col
#PBS -q debug

setenv MCNPLIB /home/j9133/Sato.gam/Xilb
setenv MCNPLM  /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Src/5Mcnp.col
setenv MCNPIN  /home/j9133/Sato.gam/Input/5Mcnp.col
setenv MCNPDT  /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Go/4Go.mkgamdt
#
ln -s $MCNPLIB/xsdir2      $PBS__O__WORKDIR/xsdir2
ln -s $MCNPLM/Xmcnp.all   $PBS__O__WORKDIR/mcnp
ln -s $MCNPIN/input02.2cm $PBS__O__WORKDIR/input
ln -s $MCNPDT/gammadf     $PBS__O__WORKDIR/gammadf
#
cd $PBS__O__WORKDIR
#
#
date > run.time
./mcnp name=input xsdir=xsdir2
date >> run.time
rm -f inputr
rm -f inputm
rm -f mtcvtvt tev.tbl tmt.tbl tvt.tbl
#
#
rm $PBS__O__WORKDIR/xsdir2
rm $PBS__O__WORKDIR/mcnp
rm $PBS__O__WORKDIR/input
rm $PBS__O__WORKDIR/gammadf
#
unsetenv MCNPLIB
unsetenv MCNPLM
unsetenv MCNPIN
unsetenv MCNPDT
#

```

図 34 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおける実行シェルスクリプト

B-MARK 43MESHERS CYLINDER Material change SS+H20 S. Sato

C	CELL CARDS				
1	1	1.0E-10		-1	50 -51 \$ VOID
2	3	8.828E-02	1	-2	50 -51 \$INNER REZION #1
3	3	8.828E-02	2	-3	50 -51 \$INNER REZION #2
4	3	8.828E-02	3	-4	50 -51 \$INNER REZION #3
5	3	8.828E-02	4	-5	50 -51 \$INNER REZION #4
6	3	8.828E-02	5	-6	50 -51 \$INNER REZION #5
7	3	8.828E-02	6	-7	50 -51 \$INNER REZION #6
8	3	8.828E-02	7	-8	50 -51 \$INNER REZION #7
9	3	8.828E-02	8	-9	50 -51 \$INNER REZION #8
10	3	8.828E-02	9	-10	50 -51 \$INNER REZION #9
11	3	8.828E-02	10	-11	50 -51 \$INNER REZION #10
12	3	8.828E-02	11	-12	50 -51 \$INNER REZION #11
13	3	8.828E-02	12	-13	50 -51 \$INNER REZION #12
14	3	8.828E-02	13	-14	50 -51 \$INNER REZION #13
15	3	8.828E-02	14	-15	50 -51 \$INNER REZION #14
16	3	8.828E-02	15	-16	50 -51 \$INNER REZION #15
17	3	8.828E-02	16	-17	50 -51 \$INNER REZION #16
18	3	8.828E-02	17	-18	50 -51 \$INNER REZION #17
19	3	8.828E-02	18	-19	50 -51 \$INNER REZION #18
20	3	8.828E-02	19	-20	50 -51 \$INNER REZION #19
21	3	8.828E-02	20	-21	50 -51 \$INNER REZION #20
22	1	1.0E-10	21	-22	50 -51 \$ PLASMA
23	3	8.828E-02	22	-23	50 -51 \$OUTER REZION #1
24	3	8.828E-02	23	-24	50 -51 \$OUTER REZION #2
25	3	8.828E-02	24	-25	50 -51 \$OUTER REZION #3
26	3	8.828E-02	25	-26	50 -51 \$OUTER REZION #4
27	3	8.828E-02	26	-27	50 -51 \$OUTER REZION #5
28	3	8.828E-02	27	-28	50 -51 \$OUTER REZION #6
29	3	8.828E-02	28	-29	50 -51 \$OUTER REZION #7
30	3	8.828E-02	29	-30	50 -51 \$OUTER REZION #8
31	3	8.828E-02	30	-31	50 -51 \$OUTER REZION #9
32	3	8.828E-02	31	-32	50 -51 \$OUTER REZION #10
33	3	8.828E-02	32	-33	50 -51 \$OUTER REZION #11
34	3	8.828E-02	33	-34	50 -51 \$OUTER REZION #12
35	3	8.828E-02	34	-35	50 -51 \$OUTER REZION #13
36	3	8.828E-02	35	-36	50 -51 \$OUTER REZION #14
37	3	8.828E-02	36	-37	50 -51 \$OUTER REZION #15
38	3	8.828E-02	37	-38	50 -51 \$OUTER REZION #16
39	3	8.828E-02	38	-39	50 -51 \$OUTER REZION #17
40	3	8.828E-02	39	-40	50 -51 \$OUTER REZION #18
41	3	8.828E-02	40	-41	50 -51 \$OUTER REZION #19
42	3	8.828E-02	41	-42	50 -51 \$OUTER REZION #20
43	4	1.0E-5	42	-43	50 -51 \$ HUMAN
44	0		43	:50: -51	\$ OUT OF THE WORLD SIDE

C SURFACE CARDS

*50	PZ	0.0			\$ TOP
*51	PZ	6.0			\$ BOTTOM
1	CZ		180.0		\$ VOID INNER BOUND.
2	CZ		182.0		\$INNER REZION #1
3	CZ		184.0		\$INNER REZION #2
4	CZ		186.0		\$INNER REZION #3
5	CZ		188.0		\$INNER REZION #4
6	CZ		190.0		\$INNER REZION #5
7	CZ		192.0		\$INNER REZION #6
8	CZ		194.0		\$INNER REZION #7

図 35-1 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおけるMCNP入力データ (1/5)

9	CZ	196.0	\$INNER REZION #8
10	CZ	198.0	\$INNER REZION #9
11	CZ	200.0	\$INNER REZION #10
12	CZ	202.0	\$INNER REZION #11
13	CZ	204.0	\$INNER REZION #12
14	CZ	206.0	\$INNER REZION #13
15	CZ	208.0	\$INNER REZION #14
16	CZ	210.0	\$INNER REZION #15
17	CZ	212.0	\$INNER REZION #16
18	CZ	214.0	\$INNER REZION #17
19	CZ	216.0	\$INNER REZION #18
20	CZ	218.0	\$INNER REZION #19
21	CZ	220.0	\$ PLASMA INNER. BOUND.
22	CZ	320.0	\$ PLASMA OUTR. BOUND.
23	CZ	322.0	\$OUTER REZION #1
24	CZ	324.0	\$OUTER REZION #2
25	CZ	326.0	\$OUTER REZION #3
26	CZ	328.0	\$OUTER REZION #4
27	CZ	330.0	\$OUTER REZION #5
28	CZ	332.0	\$OUTER REZION #6
29	CZ	334.0	\$OUTER REZION #7
30	CZ	336.0	\$OUTER REZION #8
31	CZ	338.0	\$OUTER REZION #9
32	CZ	340.0	\$OUTER REZION #10
33	CZ	342.0	\$OUTER REZION #11
34	CZ	344.0	\$OUTER REZION #12
35	CZ	346.0	\$OUTER REZION #13
36	CZ	348.0	\$OUTER REZION #14
37	CZ	350.0	\$OUTER REZION #15
38	CZ	352.0	\$OUTER REZION #16
39	CZ	354.0	\$OUTER REZION #17
40	CZ	356.0	\$OUTER REZION #18
41	CZ	358.0	\$OUTER REZION #19
42	CZ	360.0	\$OUTER REZION #20
43	CZ	440.0	\$ VOID OUTR. BOUND.

C MODE

MODE P

C

C

C | SOURCE DEFINITION |

C

SDEF CEL=43 ERG=1.33 POS= 0.0 0.0 3.0 RAD=D1
 EXT=D2 AXS= 0.0 0.0 1.0

C

SI1 360.0 440.0

SI2 3.0

C

IMP:P 2097152 1048576 524288 262144 131072 65536
 32768 16384 8192 4096 2048
 1024 512 256 128 64
 32 16 8 4 2
 1
 2 4 8 16 32
 64 128 256 512 1024
 2048 4096 8192 16384 32768
 65536 131072 262144 524288 1048576 2097152
 0 \$ 0 0

図 35-2 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおけるMCNP入力データ (2/5)

```

C MATERIAL CARDS
m1 1000.01p 1.000E-10
c m2 26000.01p 8.000E-02
c
c ----- SS316LN/H2O= 0.8/ 0.2 -----
c total atomic density = 8.828E-02
c ----- H2O (97.7.5) -----
m3 1001.01p 1.337E-02 $ H1
    1002.01p 2.006E-06 $ H2
    8016.01p 6.675E-03 $ O16 (H2O&SS)
    5011.01p 2.756E-06 $ B11
    6000.01p 7.104E-05 $ C (nat.)
    7014.01p 1.895E-04 $ N14
    13027.01p 7.022E-05 $ Al27
    14000.01p 6.751E-04 $ Si (nat.)
    15031.01p 3.061E-05 $ P31
    16000.01p 8.872E-06 $ S (nat.)
    19000.01p 4.850E-07 $ K (nat.)
    22000.01p 1.188E-04 $ Ti (nat.)
    23000.01p 2.978E-06 $ V (nat.)
    24050.01p 5.499E-04 $ Cr50 (4.31%)
    24052.01p 1.069E-02 $ Cr52 (83.76%)
    24053.01p 1.218E-03 $ Cr53 (9.55%)
    24054.01p 3.037E-04 $ Cr54 (2.38%)
    25055.01p 1.242E-03 $ Mn55
    26054.01p 2.575E-03 $ Fe54 (5.84%)
    26056.01p 4.042E-02 $ Fe56 (91.68%)
    26057.01p 9.568E-04 $ Fe57 (2.17%)
    26058.01p 1.367E-04 $ Fe58 (0.31%)
    27059.01p 3.214E-05 $ C059
    28058.01p 5.339E-03 $ Ni58 (67.76%)
    28060.01p 2.061E-03 $ Ni60 (26.16%)
    28061.01p 9.848E-05 $ Ni61 (1.25%)
    28062.01p 2.884E-04 $ Ni62 (3.66%)
    28064.01p 9.136E-05 $ Ni64 (1.16%)
    29063.01p 4.123E-05 $ Cu63 (69.10%)
    29065.01p 1.844E-05 $ Cu65 (30.90%)
    40090.01p 4.278E-07 $ Zr90 (51.46%)
    40091.01p 9.336E-08 $ Zr91 (11.23%)
    40092.01p 1.422E-07 $ Zr92 (17.11%)
    40094.01p 1.446E-07 $ Zr94 (17.40%)
    40096.01p 2.327E-08 $ Zr96 (2.80%)
    41093.01p 2.041E-06 $ Nb93
    42000.01p 9.880E-04 $ Mo (nat.)
    50000.01p 6.389E-07 $ Sn (nat.)
    73181.01p 2.096E-07 $ Ta181
    74182.01p 5.445E-08 $ W182 (26.40%)
    74183.01p 2.970E-08 $ W183 (14.40%)
    74184.01p 6.311E-08 $ W184 (30.60%)
    74186.01p 5.858E-08 $ W186 (28.40%)
    82206.01p 3.295E-07 $ Pb206 (22.51%)
    82207.01p 3.309E-07 $ Pb207 (22.60%)
    82208.01p 7.809E-07 $ Pb208 (53.34%)
    83209.01p 1.452E-06 $ Bi209
    
```

図 35-3 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおけるMCNP入力データ (3/5)

```

c ----- H2O -----
c total atomic density = 1.002E-01
m4 1001.01p      6.685E-02      $ H1
    1002.01p      1.003E-05      $ H2
    8016.01p      3.335E-02      $ O16
C TALLY CARDS
FC4 NEUTRON FLUX AT 'FE' CELLS
F4:P 1
      2 3 4 5 6
      7 8 9 10 11
      12 13 14 15 16
      17 18 19 20 21
      22
      23 24 25 26 27
      28 29 30 31 32
      33 34 35 36 37
      38 39 40 41 42
      43
SD4 6.10726e+05 $ CELL VOLUMES
     1.36471e+04 1.37979e+04 1.39487e+04 1.40995e+04 1.42503e+04
     1.44011e+04 1.45519e+04 1.47027e+04 1.48535e+04 1.50042e+04
     1.51550e+04 1.53058e+04 1.54566e+04 1.56074e+04 1.57582e+04
     1.59090e+04 1.60598e+04 1.62106e+04 1.63614e+04 1.65122e+04
     1.01788e+06
     2.42028e+04 2.43536e+04 2.45044e+04 2.46552e+04 2.48060e+04
     2.49568e+04 2.51076e+04 2.52584e+04 2.54092e+04 2.55600e+04
     2.57108e+04 2.58616e+04 2.60124e+04 2.61632e+04 2.63140e+04
     2.64648e+04 2.66156e+04 2.67664e+04 2.69172e+04 2.70680e+04
     1.20637e+06 $ CELL VOLUMES
FM4 1.00 $ 0.7MW/M**2 0.7* 4.44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
E4 3.300E-02 6.00E-02 3.600E-02 4.00E-02 4.500E-02 5.000E-02
    5.500E-02 6.000E-02 6.600E-02 7.300E-02 8.100E-02 9.000E-02
    1.000E-01 1.100E-01 1.200E-01 1.300E-01 1.400E-01 1.500E-01
    1.600E-01 1.700E-01 1.800E-01 1.900E-01 2.000E-01 2.100E-01
    2.300E-01 2.500E-01 2.700E-01 3.000E-01 3.300E-01 3.600E-01
    4.000E-01 4.500E-01 5.000E-01 5.500E-01 6.000E-01 6.600E-01
    7.300E-01 8.100E-01 9.000E-01 1.000E+00 1.100E+00 1.200E+00
    1.300E+00 1.400E+00 1.500E+00 1.600E+00 1.700E+00 1.800E+00
    1.900E+00 2.000E+00 2.100E+00 2.300E+00 2.500E+00 2.700E+00
    3.000E+00
EM4 1.0 53R
C
C TALLY CARDS
FC6 HEATING
F6:P 1
      2 3 4 5 6
      7 8 9 10 11
      12 13 14 15 16
      17 18 19 20 21
      22
      23 24 25 26 27
      28 29 30 31 32
      33 34 35 36 37
      38 39 40 41 42
      43

```

図 35-4 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおけるMCNP入力データ (4/5)

```

SD6      6. 10726e+05  $ CELL VOLUMES
1. 36471e+04 1. 37979e+04 1. 39487e+04 1. 40995e+04 1. 42503e+04
1. 44011e+04 1. 45519e+04 1. 47027e+04 1. 48535e+04 1. 50042e+04
1. 51550e+04 1. 53058e+04 1. 54566e+04 1. 56074e+04 1. 57582e+04
1. 59090e+04 1. 60598e+04 1. 62106e+04 1. 63614e+04 1. 65122e+04
1. 01788e+06
2. 42028e+04 2. 43536e+04 2. 45044e+04 2. 46552e+04 2. 48060e+04
2. 49568e+04 2. 51076e+04 2. 52584e+04 2. 54092e+04 2. 55600e+04
2. 57108e+04 2. 58616e+04 2. 60124e+04 2. 61632e+04 2. 63140e+04
2. 64648e+04 2. 66156e+04 2. 67664e+04 2. 69172e+04 2. 70680e+04
1. 20637e+06  $ CELL VOLUMES
FM6      1. 00      $ 0. 7MW/M**2  0. 7* 4. 44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
E6
3. 300E-02  3. 600E-02  4. 000E-02  4. 500E-02  5. 000E-02
5. 500E-02  6. 000E-02  6. 600E-02  7. 300E-02  8. 100E-02  9. 000E-02
1. 000E-01  1. 100E-01  1. 200E-01  1. 300E-01  1. 400E-01  1. 500E-01
1. 600E-01  1. 700E-01  1. 800E-01  1. 900E-01  2. 000E-01  2. 100E-01
2. 300E-01  2. 500E-01  2. 700E-01  3. 000E-01  3. 300E-01  3. 600E-01
4. 000E-01  4. 500E-01  5. 000E-01  5. 500E-01  6. 000E-01  6. 600E-01
7. 300E-01  8. 100E-01  9. 000E-01  1. 000E+00  1. 100E+00  1. 200E+00
1. 300E+00  1. 400E+00  1. 500E+00  1. 600E+00  1. 700E+00  1. 800E+00
1. 900E+00  2. 000E+00  2. 100E+00  2. 300E+00  2. 500E+00  2. 700E+00
3. 000E+00
EM6      1. 0 53R
C TALLY CARDS
FC16 HEATING
F16:P 43
SD16 1. 20637e+06 $ CELL VOLUMES
FM16 1. 00      $ 0. 7MW/M**2  0. 7* 4. 44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
C PROBLEM CUT OFF DATA
PRDMP J -15 1 3 J
CUT:P j 0. 03
DBCN 1 1J 1 50 5
CTME 2700
NPS 2000000
LOST 20 20
PRINT
    
```

図 35-5 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムにおけるMCNP入力データ (5/5)

```

#
#   MCNP exe shell
#
#!/bin/csh
#
#PBS -l nodes=c11057
#PBS -N MCNP.Nobias
#PBS -q debug
#
setenv MCNPLM /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Src/6Mcnp.gam
setenv MCNPIN /home/j9133/Sato.gam/Input/6Mcnp.gamm/T16.total
setenv MCNPLIB /home/j9133/Sato.gam/Xilb
setenv MCNPDT /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Go/4Go.mkgamdt      . . . #1
#
ln -s $MCNPLM/Xmcnp.all $PBS__0__WORKDIR/mcnp
ln -s $MCNPIN/input03.2cm $PBS__0__WORKDIR/input
ln -s $MCNPLIB/xsdir2 $PBS__0__WORKDIR/xsdir2
ln -s $MCNPDT/gammadf $PBS__0__WORKDIR/gammadf      . . . #1
ln -s $MCNPIN/gcondf $PBS__0__WORKDIR/gcondf
ln -s $MCNPIN/ntals.tbl $PBS__0__WORKDIR/ntals.tbl
#
cd $PBS__0__WORKDIR
#
#
date > run.time
./mcnp name=input xsdir=xsdir2
date >> run.time
#
#
%rm $PBS__0__WORKDIR/mcnp
%rm $PBS__0__WORKDIR/input
%rm $PBS__0__WORKDIR/xsdir2
%rm $PBS__0__WORKDIR/gammadf
%rm $PBS__0__WORKDIR/gcondf
%rm $PBS__0__WORKDIR/ntals.tbl
#
unsetenv MCNPLM
unsetenv MCNPIN
unsetenv MCNPLIB
unsetenv MCNPDT
#

```

*1 非バイアス時の指定である。
バイアス化された崩壊ガンマ線データファイルを指定する場合は、
対応するファイルgammadf.upd.cを指定する必要がある。

図 36-1 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおける実行シェルスクリプト（初期計算）（1/2）

```

#
#   MCNP exe shell
#
#!/bin/csh
#
#PBS -l nodes=c11057
#PBS -N MCNP.Nobias
#PBS -q debug
#
#
setenv MCNPLM /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Src/6Mcnp.gam
setenv MCNPIN /home/j9133/Sato.gam/Input/6Mcnp.gamm/T16.total
setenv MCNPDT /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Go/4Go.mkgamdt      . . . #1
setenv MCNPDT2 /home/j9133/Sato.gam/V2.upd/Go/6Go.Mcnp.gam/No.bias . . . #2
#
ln -s $MCNPLM/Xmcnp.all $PBS__O__WORKDIR/mcnp
ln -s $MCNPIN/cont $PBS__O__WORKDIR/cont
ln -s $MCNPDT/gammadf $PBS__O__WORKDIR/gammadf      . . . #1
ln -s $MCNPIN/gcondf $PBS__O__WORKDIR/gcondf
ln -s $MCNPIN/ntals.tbl $PBS__O__WORKDIR/ntals.tbl
ln -s $MCNPDT2/RSEED $PBS__O__WORKDIR/RSEED      . . . #2
ln -s $MCNPDT2/GOT.tbl $PBS__O__WORKDIR/GOT.tbl      . . . #2
#
cd $PBS__O__WORKDIR
#
#
date > run.time
./mcnp c i=cont r=runtpe      . . . #3
date >> run.time
#
#
Yrm $PBS__O__WORKDIR/mcnp
Yrm $PBS__O__WORKDIR/cont
Yrm $PBS__O__WORKDIR/gammadf
Yrm $PBS__O__WORKDIR/gcondf
Yrm $PBS__O__WORKDIR/ntals.tbl
Yrm $PBS__O__WORKDIR/RSEED      . . . #2
Yrm $PBS__O__WORKDIR/GOT.tbl      . . . #2
#
unsetenv MCNPLM
unsetenv MCNPIN
unsetenv MCNPLIB
unsetenv MCNPDT
unsetenv MCNPDT2
#

```

- #1 initial start の場合と同様
- #2 実行ディレクトリにRSEED、GOT.tbl が存在すれば不要
- #3 実行ディレクトリにrestart ファイルruntpe存在する場合の指定である。

図 36-2 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおける実行シェルスクリプト（再計算）（2/2）

B-MARK 43MESHES		CYLINDER		Material change SS+H2O	S. Sato
C	CELL CARDS				
1	1 1.0E-10		-1	50 -51	\$ VOID
2	3 8.828E-02	1	-2	50 -51	\$INNER REZION #1
3	3 8.828E-02	2	-3	50 -51	\$INNER REZION #2
4	3 8.828E-02	3	-4	50 -51	\$INNER REZION #3
5	3 8.828E-02	4	-5	50 -51	\$INNER REZION #4
6	3 8.828E-02	5	-6	50 -51	\$INNER REZION #5
7	3 8.828E-02	6	-7	50 -51	\$INNER REZION #6
8	3 8.828E-02	7	-8	50 -51	\$INNER REZION #7
9	3 8.828E-02	8	-9	50 -51	\$INNER REZION #8
10	3 8.828E-02	9	-10	50 -51	\$INNER REZION #9
11	3 8.828E-02	10	-11	50 -51	\$INNER REZION #10
12	3 8.828E-02	11	-12	50 -51	\$INNER REZION #11
13	3 8.828E-02	12	-13	50 -51	\$INNER REZION #12
14	3 8.828E-02	13	-14	50 -51	\$INNER REZION #13
15	3 8.828E-02	14	-15	50 -51	\$INNER REZION #14
16	3 8.828E-02	15	-16	50 -51	\$INNER REZION #15
17	3 8.828E-02	16	-17	50 -51	\$INNER REZION #16
18	3 8.828E-02	17	-18	50 -51	\$INNER REZION #17
19	3 8.828E-02	18	-19	50 -51	\$INNER REZION #18
20	3 8.828E-02	19	-20	50 -51	\$INNER REZION #19
21	3 8.828E-02	20	-21	50 -51	\$INNER REZION #20
22	1 1.0E-10	21	-22	50 -51	\$ PLASMA
23	3 8.828E-02	22	-23	50 -51	\$OUTER REZION #1
24	3 8.828E-02	23	-24	50 -51	\$OUTER REZION #2
25	3 8.828E-02	24	-25	50 -51	\$OUTER REZION #3
26	3 8.828E-02	25	-26	50 -51	\$OUTER REZION #4
27	3 8.828E-02	26	-27	50 -51	\$OUTER REZION #5
28	3 8.828E-02	27	-28	50 -51	\$OUTER REZION #6
29	3 8.828E-02	28	-29	50 -51	\$OUTER REZION #7
30	3 8.828E-02	29	-30	50 -51	\$OUTER REZION #8
31	3 8.828E-02	30	-31	50 -51	\$OUTER REZION #9
32	3 8.828E-02	31	-32	50 -51	\$OUTER REZION #10
33	3 8.828E-02	32	-33	50 -51	\$OUTER REZION #11
34	3 8.828E-02	33	-34	50 -51	\$OUTER REZION #12
35	3 8.828E-02	34	-35	50 -51	\$OUTER REZION #13
36	3 8.828E-02	35	-36	50 -51	\$OUTER REZION #14
37	3 8.828E-02	36	-37	50 -51	\$OUTER REZION #15
38	3 8.828E-02	37	-38	50 -51	\$OUTER REZION #16
39	3 8.828E-02	38	-39	50 -51	\$OUTER REZION #17
40	3 8.828E-02	39	-40	50 -51	\$OUTER REZION #18
41	3 8.828E-02	40	-41	50 -51	\$OUTER REZION #19
42	3 8.828E-02	41	-42	50 -51	\$OUTER REZION #20
43	4 1.0E-5	42	-43	50 -51	\$ HUMAN
44	0	43	:50: -51		\$ OUT OF THE WORLD SIDE
C	SURFACE CARDS				
*50	PZ 0.0				\$ TOP
*51	PZ 6.0				\$ BOTTOM
1	CZ		180.0		\$ VOID INNER. BOUND.
2	CZ		182.0		\$INNER REZION #1
3	CZ		184.0		\$INNER REZION #2
4	CZ		186.0		\$INNER REZION #3
5	CZ		188.0		\$INNER REZION #4
6	CZ		190.0		\$INNER REZION #5
7	CZ		192.0		\$INNER REZION #6
8	CZ		194.0		\$INNER REZION #7

図 37-1 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおけるMCNP入力データ (1/5)

9	CZ	196.0	\$INNER REZION #8
10	CZ	198.0	\$INNER REZION #9
11	CZ	200.0	\$INNER REZION #10
12	CZ	202.0	\$INNER REZION #11
13	CZ	204.0	\$INNER REZION #12
14	CZ	206.0	\$INNER REZION #13
15	CZ	208.0	\$INNER REZION #14
16	CZ	210.0	\$INNER REZION #15
17	CZ	212.0	\$INNER REZION #16
18	CZ	214.0	\$INNER REZION #17
19	CZ	216.0	\$INNER REZION #18
20	CZ	218.0	\$INNER REZION #19
21	CZ	220.0	\$ PLASMA INNER. BOUND.
22	CZ	320.0	\$ PLASMA OUTR. BOUND.
23	CZ	322.0	\$OUTER REZION #1
24	CZ	324.0	\$OUTER REZION #2
25	CZ	326.0	\$OUTER REZION #3
26	CZ	328.0	\$OUTER REZION #4
27	CZ	330.0	\$OUTER REZION #5
28	CZ	332.0	\$OUTER REZION #6
29	CZ	334.0	\$OUTER REZION #7
30	CZ	336.0	\$OUTER REZION #8
31	CZ	338.0	\$OUTER REZION #9
32	CZ	340.0	\$OUTER REZION #10
33	CZ	342.0	\$OUTER REZION #11
34	CZ	344.0	\$OUTER REZION #12
35	CZ	346.0	\$OUTER REZION #13
36	CZ	348.0	\$OUTER REZION #14
37	CZ	350.0	\$OUTER REZION #15
38	CZ	352.0	\$OUTER REZION #16
39	CZ	354.0	\$OUTER REZION #17
40	CZ	356.0	\$OUTER REZION #18
41	CZ	358.0	\$OUTER REZION #19
42	CZ	360.0	\$OUTER REZION #20
43	CZ	440.0	\$ VOID OUTR. BOUND.

C MODE
MODE P

C
C -----
C | SOURCE DEFINITION |
C -----

C SDEF CEL=43 ERG=1.33 POS= 0.0 0.0 3.0 RAD=D1
C EXT=D2 AXS= 0.0 0.0 1.0

C SI1 360.0 440.0
C SI2 3.0

C
IMP:P 2097152 1048576 524288 262144 131072 65536
32768 16384 8192 4096 2048
1024 512 256 128 64
32 16 8 4 2
1
2 4 8 16 32
64 128 256 512 1024
2048 4096 8192 16384 32768
65536 131072 262144 524288 1048576 2097152
0 \$ 0 0

図 37-2 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおけるMCNP入力データ (2/5)

```

C MATERIAL CARDS
m1 1000.01p 1.000E-10
c m2 26000.01p 8.000E-02
c
c ----- SS316LN/H2O= 0.8/ 0.2 -----
c total atomic density = 8.828E-02
c ----- H2O (97.7.5) -----
m3 1001.01p 1.337E-02 $ H1
    1002.01p 2.006E-06 $ H2
    8016.01p 6.675E-03 $ O16 (H2O&SS)
    5011.01p 2.756E-06 $ B11
    6000.01p 7.104E-05 $ C (nat.)
    7014.01p 1.895E-04 $ N14
    13027.01p 7.022E-05 $ Al27
    14000.01p 6.751E-04 $ Si (nat.)
    15031.01p 3.061E-05 $ P31
    16000.01p 8.872E-06 $ S (nat.)
    19000.01p 4.850E-07 $ K (nat.)
    22000.01p 1.188E-04 $ Ti (nat.)
    23000.01p 2.978E-06 $ V (nat.)
    24050.01p 5.499E-04 $ Cr50 (4.31%)
    24052.01p 1.069E-02 $ Cr52 (83.76%)
    24053.01p 1.218E-03 $ Cr53 (9.55%)
    24054.01p 3.037E-04 $ Cr54 (2.38%)
    25055.01p 1.242E-03 $ Mn55
    26054.01p 2.575E-03 $ Fe54 (5.84%)
    26056.01p 4.042E-02 $ Fe56 (91.68%)
    26057.01p 9.568E-04 $ Fe57 (2.17%)
    26058.01p 1.367E-04 $ Fe58 (0.31%)
    27059.01p 3.214E-05 $ C059
    28058.01p 5.339E-03 $ Ni58 (67.76%)
    28060.01p 2.061E-03 $ Ni60 (26.16%)
    28061.01p 9.848E-05 $ Ni61 (1.25%)
    28062.01p 2.884E-04 $ Ni62 (3.66%)
    28064.01p 9.136E-05 $ Ni64 (1.16%)
    29063.01p 4.123E-05 $ Cu63 (69.10%)
    29065.01p 1.844E-05 $ Cu65 (30.90%)
    40090.01p 4.278E-07 $ Zr90 (51.46%)
    40091.01p 9.336E-08 $ Zr91 (11.23%)
    40092.01p 1.422E-07 $ Zr92 (17.11%)
    40094.01p 1.446E-07 $ Zr94 (17.40%)
    40096.01p 2.327E-08 $ Zr96 (2.80%)
    41093.01p 2.041E-06 $ Nb93
    42000.01p 9.880E-04 $ Mo (nat.)
    50000.01p 6.389E-07 $ Sn (nat.)
    73181.01p 2.096E-07 $ Ta181
    74182.01p 5.445E-08 $ W182 (26.40%)
    74183.01p 2.970E-08 $ W183 (14.40%)
    74184.01p 6.311E-08 $ W184 (30.60%)
    74186.01p 5.858E-08 $ W186 (28.40%)
    82206.01p 3.295E-07 $ Pb206 (22.51%)
    82207.01p 3.309E-07 $ Pb207 (22.60%)
    82208.01p 7.809E-07 $ Pb208 (53.34%)
    83209.01p 1.452E-06 $ Bi209

```

C

図 37-3 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおけるMCNP入力データ (3/5)

```

c ----- H2O -----
c total atomic density = 1.002E-01
m4 1001.01p 6.685E-02 $ H1
    1002.01p 1.003E-05 $ H2
    8016.01p 3.335E-02 $ O16
C TALLY CARDS
FC4 NEUTRON FLUX AT 'FE' CELLS
F4:P 1
      2 3 4 5 6
      7 8 9 10 11
      12 13 14 15 16
      17 18 19 20 21
      22
      23 24 25 26 27
      28 29 30 31 32
      33 34 35 36 37
      38 39 40 41 42
      43
SD4 6.10726e+05 $ CELL VOLUMES
     1.36471e+04 1.37979e+04 1.39487e+04 1.40995e+04 1.42503e+04
     1.44011e+04 1.45519e+04 1.47027e+04 1.48535e+04 1.50042e+04
     1.51550e+04 1.53058e+04 1.54566e+04 1.56074e+04 1.57582e+04
     1.59090e+04 1.60598e+04 1.62106e+04 1.63614e+04 1.65122e+04
     1.01788e+06
     2.42028e+04 2.43536e+04 2.45044e+04 2.46552e+04 2.48060e+04
     2.49568e+04 2.51076e+04 2.52584e+04 2.54092e+04 2.55600e+04
     2.57108e+04 2.58616e+04 2.60124e+04 2.61632e+04 2.63140e+04
     2.64648e+04 2.66156e+04 2.67664e+04 2.69172e+04 2.70680e+04
     1.20637e+06 $ CELL VOLUMES
FM4 1.00 $ 0.7MW/M**2 0.7* 4.44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
E4 3.300E-02 3.600E-02 4.000E-02 4.500E-02 5.000E-02
    5.500E-02 6.000E-02 6.600E-02 7.300E-02 8.100E-02 9.000E-02
    1.000E-01 1.100E-01 1.200E-01 1.300E-01 1.400E-01 1.500E-01
    1.600E-01 1.700E-01 1.800E-01 1.900E-01 2.000E-01 2.100E-01
    2.300E-01 2.500E-01 2.700E-01 3.000E-01 3.300E-01 3.600E-01
    4.000E-01 4.500E-01 5.000E-01 5.500E-01 6.000E-01 6.600E-01
    7.300E-01 8.100E-01 9.000E-01 1.000E+00 1.100E+00 1.200E+00
    1.300E+00 1.400E+00 1.500E+00 1.600E+00 1.700E+00 1.800E+00
    1.900E+00 2.000E+00 2.100E+00 2.300E+00 2.500E+00 2.700E+00
    3.000E+00
EM4 1.0 53R
C
C TALLY CARDS
FC6 HEATING
F6:P 1
      2 3 4 5 6
      7 8 9 10 11
      12 13 14 15 16
      17 18 19 20 21
      22
      23 24 25 26 27
      28 29 30 31 32
      33 34 35 36 37
      38 39 40 41 42
      43

```

図 37-4 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおけるMCNP入力データ (4/5)

```

SD6      6. 10726e+05    $ CELL VOLUMES
1. 36471e+04 1. 37979e+04 1. 39487e+04 1. 40995e+04 1. 42503e+04
1. 44011e+04 1. 45519e+04 1. 47027e+04 1. 48535e+04 1. 50042e+04
1. 51550e+04 1. 53058e+04 1. 54566e+04 1. 56074e+04 1. 57582e+04
1. 59090e+04 1. 60598e+04 1. 62106e+04 1. 63614e+04 1. 65122e+04
1. 01788e+06
2. 42028e+04 2. 43536e+04 2. 45044e+04 2. 46552e+04 2. 48060e+04
2. 49568e+04 2. 51076e+04 2. 52584e+04 2. 54092e+04 2. 55600e+04
2. 57108e+04 2. 58616e+04 2. 60124e+04 2. 61632e+04 2. 63140e+04
2. 64648e+04 2. 66156e+04 2. 67664e+04 2. 69172e+04 2. 70680e+04
1. 20637e+06    $ CELL VOLUMES
FM6      1. 00          $ 0. 7MW/M**2  0. 7* 4. 44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
E6
5. 500E-02  3. 300E-02  3. 600E-02  4. 000E-02  4. 500E-02  5. 000E-02
1. 000E-01  1. 100E-01  1. 200E-01  1. 300E-01  1. 400E-01  1. 500E-01
1. 600E-01  1. 700E-01  1. 800E-01  1. 900E-01  2. 000E-01  2. 100E-01
2. 300E-01  2. 500E-01  2. 700E-01  3. 000E-01  3. 300E-01  3. 600E-01
4. 000E-01  4. 500E-01  5. 000E-01  5. 500E-01  6. 000E-01  6. 600E-01
7. 300E-01  8. 100E-01  9. 000E-01  1. 000E+00  1. 100E+00  1. 200E+00
1. 300E+00  1. 400E+00  1. 500E+00  1. 600E+00  1. 700E+00  1. 800E+00
1. 900E+00  2. 000E+00  2. 100E+00  2. 300E+00  2. 500E+00  2. 700E+00
3. 000E+00
EM6      1. 0 53R
C TALLY CARDS
FC16 HEATING
F16:P 43
SD16 1. 20637e+06 $ CELL VOLUMES
FM16 1. 00          $ 0. 7MW/M**2  0. 7* 4. 44E17* 2*PI*300*1 *1E-4
C PROBLEM CUT OFF DATA
CUT:P j 0. 03
PRDMP -1 -15 1 3 J 2
DBCN 1 1J 1 50 5
CTME 2700
NPS 2147483647
LOST 20 20
PRINT
    
```

図 37-5 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムにおけるMCNP入力データ (5/5)

```

0. 0000E+00  1. 8000E+02  1. 8200E+02  1. 8400E+02  1. 8600E+02  1. 8800E+02
1. 9000E+02  1. 9200E+02  1. 9400E+02  1. 9600E+02  1. 9800E+02  2. 0000E+02
2. 0200E+02  2. 0400E+02  2. 0600E+02  2. 0800E+02  2. 1000E+02  2. 1200E+02
2. 1400E+02  2. 1600E+02  2. 1800E+02  2. 2000E+02  3. 2000E+02  3. 2200E+02
3. 2400E+02  3. 2600E+02  3. 2800E+02  3. 3000E+02  3. 3200E+02  3. 3400E+02
3. 3600E+02  3. 3800E+02  3. 4000E+02  3. 4200E+02  3. 4400E+02  3. 4600E+02
3. 4800E+02  3. 5000E+02  3. 5200E+02  3. 5400E+02  3. 5600E+02  3. 5800E+02
3. 6000E+02  4. 4000E+02
0. 0000E+00  6. 0000E+00
    
```

図 38 崩壊ガンマ線発生点条件ファイルgcondfの内容

	tally 値 (tally 16)	相対誤差 FSD	NPS (発生 ガンマ 線数)	計算時間 (分)	バイアス化効果 対非バイアス	tally 値の 差異比率
非バイアス	1. 07640e-13	0. 0300	2, 462, 800	160. 35	—	—
バイアス	1. 04729e-13	0. 0300	145000	0. 90	178. 2	2. 70 %

図 39 バイアス化効果測定結果

付録 A 中性子束スペクトル抽出サブシステムの修正内容

```

subroutine tallyp
c      print the tallies.
c -----
      dimension iv (8), ip (8), vv (10)
      character hb (8) *8, hc*1, ht*102
      data hb/2* ' ', 'user bin', ' segment', ' mult bin', ' cosine',
1 ' energy', ' time' /
      data hc/'=' /

```

*追加

```

C*GAM*B/ Unit number of TMT, TVT, TCV files.
parameter ( itmt=90, itvt=91, itcv=92, mtor=93 )
parameter ( igdf=90 )
parameter ( mxflx=10000 )
dimension iprn (8), iip (8)
dimension wtpm (mxflx), werr (mxflx), iperw (mxflx), italw (mxflx),
+ icellw (mxflx), ienew (mxflx)
dimension ix (mxflx), iw (mxflx)
logical lexist

inquire (FILE=' gammadf', EXIST=lexist)
if (lexist) then
  call tallypx      ! Original tallyp-routine.
  return
endif
C*GAM*E

```

```

c      return if kcode problem has not yet tallied.
      if (kc8. gt. 0) return
      t1=nsrck* (kcz+1-ikz) -wt0*nsa
      if (knrm. ne. 0) t1=nps-nskk
      if (dbcn (20) . ne. 0 . and. kc8. lt. 0) fpi=1./max (one, t1)
c
c      find how many lines are in the tfc charts.
      do 15 i=1, 20
15 if (npc (i) . ne. 0) nn=i

```

*追加

```

C*GAM*B/ Open Tally-Management-Table, Tally-Value-Table,
c      Table of Cell-Volume files.
c* TMT
inquire (FILE=' tmt. tbl', EXIST=lexist)
if (lexist) then
  open (itmt, file=' tmt. tbl', status=' old', form=' formatted')
else
  open (itmt, file=' tmt. tbl', status=' new', form=' formatted')
endif
c* TVT
inquire (FILE=' tv. tbl', EXIST=lexist)
if (lexist) then
  open (itvt, file=' tv. tbl', status=' old', form=' unformatted')
else
  open (itvt, file=' tv. tbl', status=' new', form=' unformatted')
endif
c* TCV
inquire (FILE=' tcv. tbl', EXIST=lexist)
if (lexist) then
  open (itcv, file=' tcv. tbl', status=' old', form=' unformatted')
else
  open (itcv, file=' tcv. tbl', status=' new', form=' unformatted')
endif
maxix=0
c* monitoring file for TCV and TVT
inquire (FILE=' mtcvtvt', EXIST=lexist)
if (lexist) then
  open (mtor, file=' mtcvtvt', status=' old', form=' formatted')
else

```

```

    open (mtor, file='mtcvvt', status='new', form='formatted')
  endif
  write (mtor, *) ' '
  write (mtor, *) 'TCV monitoring.'
  iseq=0
C*GAM#E

```

```

c      do all of the tallies in the problem
do 160 iper=0, npert
  if (iper. gt. 0) write (iuo, 17) (hc, j=1, 121), iptb (lipb+1, iper),
  1 (hc, j=1, 121)
17 format (1h1, /1x, 121a1, /2h =, 119x, 1h=,
  1 /2h =, 5x, 50hthe following output gives the predicted change in,
  2 26h a tally for perturbation , i5, 1h, 32x, 1h=,
  3 /2h =, 5x, 51hthe differential operator method was used to obtain,
  4 38h these results (1st and/or 2nd order) ., 25x, 1h=,
  5 /2h =, 5x, 51hif non-standard tallies are used, such as fm cards, ,
  6 52h adjustments may be necessary (see the mcnp manual) ., 11x, 1h=,
  7 /2h =, 119x, 1h=, /1x, 121a1, /)

```

*追加

```

C*GAM#B
c*   *** Write top-record of TMT. ***
      irecid=0
      write (itmt, 300) irecid, ntal, iper
C*GAM#E

```

```

do 160 ital=1, ntal
  it=ital+iper*ntal
  iy=jptal (ljpt+2, ital)
  hb (1) ='    cell'
  if (iy. lt. 4) hb (1) =' surface'
  if (iy. eq. 5) hb (1) =' detector'
  do 20 i=1, 8
20 ip (i) =i
  nhsd (lnhs+nsp+8, it) =1
  do 25 i=4, 7
25 nhsd (lnhs+nsp+5+i, it) =0
  ac=0. 1
  if (iy. eq. 5) ac=. 05
  k=ital
  if (jfq (ljfq+1, ital) . eq. 0) k=0
  if (jfq (ljfq+1, k) . eq. 0) go to 40
  do 30 i=1, 8
30 ip (i) =abs (jfq (ljfq+i, k))

```

*追加

```

C*GAM#B/ Write ital-record, cell-record, energy-record of TMT.
40 continue
  irecid=1
  numtal =jptal (ljpt+1, ital)
  ntaltyp=jptal (ljpt+2, ital)
  nqwptyp=jptal (ljpt+3, ital)
c
c* iprn (1) :cell, surface, detector   iprn (2) :direct, flagged
c* iprn (3) :user                     iprn (4) :segment
c* iprn (5) :multiplier               iprn (6) :cosine
c* iprn (7) :energy                   iprn (8) :time
  niprn=0
  do 31 i=1, 8
    if (iptal (lipt+i, 1, ital) . eq. 0) then
      iprn (i) =0
    else
      iprn (i) =1
    endif
    niprn=niprn+iprn (i)
31 continue
  neflux=0
  nmaxcel=0
  nmaxeng=0

```

```

      if (ntaltp .eq. 4) then
        if (nqwptyp .eq. 1) then
          if ( (niprn .eq. 2) .and. (iprn (1) + iprn (7) .eq. 2) ) then
            c
            C* iptal (lipt+k, 3, ital) :Number of bins, which is never less than one.
            c   k=1: Number of cell, surface, or detector bins
            c   k=2: --- all vs flagged or all vs direct
            c   k=3: Number of user bins
            c   k=4: Number of segment bins
            c   k=5: Number of multiplier bins
            c   k=6: Number of cosine bins
            c   k=7: Number of energy bins
            c   k=8: Number of time bins
            c
            nbins=iptal (lipt+2, 3, ital) + iptal (lipt+3, 3, ital)
            1   + iptal (lipt+4, 3, ital) + iptal (lipt+5, 3, ital)
            2   + iptal (lipt+6, 3, ital) + iptal (lipt+8, 3, ital)
            if (nbins .eq. 6) then
              neuflux=1
              nmaxcel=iptal (lipt+1, 3, ital)
              nmaxeng=iptal (lipt+7, 3, ital) - 1
            endif
            endif
            endif
            write (itmt, 301) irecid, ital, numtal,
            +   ntaltp, nqwptyp, neuflux, nmaxcel, nmaxeng
            if (neuflux .eq. 1) then
              irecid=11
              do 32 icel=1, nmaxcel
                j=itds (iptal (lipt+1, 1, ital) + icel) + 1
                numcel=ncl (lncl+abs (itds (j)))
                write (itmt, 311) irecid, icel, numcel
              c
              C* Output volumes of cells to TCV. tbl. *
              write (itcv) iper, ital, icel, vol (lvol+abs (itds (j)))
              c
              C* Output TCV record to monitoring file. *
              iseq=iseq+1
              write (mtor, 33) iseq, iper, ital, icel, vol (lvol+abs (itds (j)))
              c
              32 continue
              33 format (i4, 2x, 3i6, e13. 5)
              irecid=21
              do 34 iene=1, nmaxeng
                valene=tds (iptal (lipt+7, 1, ital) + iene)
                write (itmt, 321) irecid, iene, valene
              34 continue
              endif
              c
              print descriptive information about the tally.
              C 40 call tallyq (ip)
              call tallyq (ip)
              C*GAM*E
            c
            do the outer six levels of the printing hierarchy.
            do 120 il=1, iptal (lipt+ip (1), 3, ital)
              iv (ip (1)) = il
              do 110 i2=1, iptal (lipt+ip (2), 3, ital)
                iv (ip (2)) = i2
                do 110 i3=1, iptal (lipt+ip (3), 3, ital)
                  iv (ip (3)) = i3
                  do 110 i4=1, iptal (lipt+ip (4), 3, ital)
                    iv (ip (4)) = i4
                    do 110 i5=1, iptal (lipt+ip (5), 3, ital)
                      iv (ip (5)) = i5
                      do 110 i6=1, iptal (lipt+ip (6), 3, ital)
                        iv (ip (6)) = i6

```

```

c
c      print long form bin descriptions.
      write (iuo, ' (lh )' )
      do 50 i=1, 6
50 if (iptal (lipt+ip (i), 1, ital) . ne. 0) call binlin (iv (ip (i)), ip (i), ' ')
c
c      print the tally table, more than one if necessary.
      mk=iptal (lipt+ip (8), 3, ital)

```

```

C*GAM*B
      ikk=0
C*GAM*E

```

```

      do 90 ik=1, mk, 5
      n=min (5, mk-ikk+1)

```

```

C*GAM*B
      ikk=ikk+1
C*GAM*E

```

```

c
c      print the column heading.
      if (ik .ne. 1) write (iuo, ' (lh )' )
      if (iptal (lipt+ip (8), 1, ital) . eq. 0) go to 70
      ht=' '
      if (ip (8) . ne. 2) ht (1:1) = ' : '
      do 60 i=1, n
60 call binval (ik+i-1, ip (8), ht (21*i-13:21*i-3), j)
      write (iuo, ' (5x, a8, a102)' ) hb (ip (8)), ht
70 if (iptal (lipt+ip (7), 1, ital) . ne. 0 .and. ip (7) . ne. 2)
      1 write (iuo, ' (4x, a8)' ) hb (ip (7))

```

```

C*GAM*B/ initial set1 of i8 for TVT-file
      i80=5* (ikk-1)
C*GAM*E

```

```

c
c      do the lines in the tally table.
      do 90 i7=1, iptal (lipt+ip (7), 3, ital)
      iv (ip (7)) =i7
      ht=' '
      if (iptal (lipt+ip (7), 1, ital) . ne. 0) call binval (i7, ip (7), ht, i)
      ts=0.

```

```

C*GAM*B/ initial set2 of i8 for TVT-file
      i8=i80
C*GAM*E

```

```

c
c      compute the tally values and errors for the table line.
      do 80 i=1, n
      iv (ip (8)) =ik+i-1
      j=ltal+jptal (ljpt+5, ital) +iv (8) +iptal (lipt+8, 5, ital) * (iv (7) -1) +
      1 iptal (lipt+7, 5, ital) * (iv (6) -1) +iptal (lipt+6, 5, ital) * (iv (5) -1) +
      2 iptal (lipt+5, 5, ital) * (iv (4) -1) +iptal (lipt+4, 5, ital) * (iv (3) -1) +
      3 iptal (lipt+3, 5, ital) * (iv (2) -1) +iptal (lipt+2, 5, ital) * (iv (1) -1) +mxfp
      j=j+iper*mxfp
      tpp (i) =0.
      tpp (5+i) =0.
      vv (i) =0.
      vv (i+5) =0.
      if (tal (j) . eq. 0.) nhsd (lnhs+nsp+10, it) =nhsd (lnhs+nsp+10, it) +1
      if (tal (j) . eq. 0. .or. tal (mx+f+j) . eq. 0.) go to 80
c
c      calculate estimated relative error using first two moments.
      t=tal (j)
      tpp (5+i) =sqrt (max (zero, min (tal (mx+f+j) /t**2-fpi, one)))
      if (tpp (5+i) . ge. ac) nhsd (lnhs+nsp+11, it) =nhsd (lnhs+nsp+11, it) +1
c
c      assume a very small rel error is round off and set to zero.
      if (tpp (5+i) . le. 1. e-7) tpp (5+i) =0.

```

```

    if (iptal (lipt+4, 2, ital) . ne. 0) t=t/tds (iptal (lipt+4, 2, ital) +
1  iptal (lipt+4, 3, ital) * (iv (1) -1) +iv (4) )
    if ((iy. eq. 6. or. iy. eq. 7) . and. jptal (ljpt+4, ital) . ne. 0)
1  t=t*1. 60219e-22
    tpp (i) =t*fpi
    if (nmx. eq. 3. or. dbcn (15) . eq. 0) go to 80
c
c      calculate variance of variance (vov) using first four moments.
c      see a-1/87-749 and td-6-27-78 for the vov equation.
c      the equation in td-6-27-78 is the square root of the vov.
    ts=ts+t
    if (tpp (5+i) . eq. 0) go to 80
    t1=tal (mx+fj) -fpi*tal (j) **2
    t2=tal (3*mx+fj) -4. *tal (j) *tal (2*mx+fj) *fpi-4. *tal (j) **4*fpi**3+
1  8. *tal (mx+fj) * (tal (j) *fpi) **2-fpi*tal (mx+fj) **2
    if (t2. le. 0. . or. t1. le. 0. . or. tal (mx+fj) . le. 0) go to 80
    vv (i+5) =max (zero, min (t2/t1**2, one) )
    if (t2. lt. 1. e-30. and. vv (i+5) . eq. one) vv (i+5) =0.
    if (vv (i+5) . ge. 0. 1) nhsd (lnhs+nsp12, it) =nhsd (lnhs+nsp12, it) +1
c
c      calculate asymmetric confidence interval shift (w/scale factor) .
c      see a-1/87-749 for the confidence interval center shift.
c      shift is scaled to normalized mean sum t from unnrm sum tal (j) .
    vv (i) =tpp (i) +sign (max (zero, . 5*fpi*t* (tal (2*mx+fj) -3. *tal (mx+fj) *
1  tal (j) *fpi+2. *tal (j) **3*fpi**2) ) / (t1*tal (j) ) , tpp (i) )
80 continue
    nhsd (lnhs+nsp+9, it) =nhsd (lnhs+nsp+9, it) +n
c
c      print the tally table line.
    write (iuo, 85) ht (1:11) , (tpp (i) , tpp (i+5) , i=1, n)
85 format (3x, a11, 5 (1pe14. 5, 0pf7. 4) )

```

*追加

```

C*GAM*B/ Keep Tally Values , etc.
    if (neuflux. eq. 1) then
        iip (1) =i1
        iip (2) =i2
        iip (3) =i3
        iip (4) =i4
        iip (5) =i5
        iip (6) =i6
        iip (7) =i7
        do 86 i=1, n
            maxix=maxix+1
            i8=i8+1
            iip (8) =i8
            do 82 j=1, 8
                if (ip (j) . eq. 1) then
                    icellw (maxix) =iip (j)
                endif
                if (ip (j) . eq. 7) then
                    if (iip (j) . ne. nmaxeng+1) then
                        ienew (maxix) =iip (j)
                    else
                        ienew (maxix) =999
                    endif
                endif
            endif
82        continue
            wtp (maxix) =tpp (i)
            werr (maxix) =tpp (i+5)
            iperw (maxix) =iper
            italw (maxix) =ital
86        continue
    endif
C*GAM*E

```

```

90 if (ts. ne. 0) write (iuo, 95) (vv (i) , vv (i+5) , i=1, n)
95 format (14x, 5 (1pe14. 5, 0pf7. 4) )

```

```

110 continue
c
c      pint detector diagnostics with the detector if possible.
120 if (ip (1) . eq. 1. and. iy. eq. 5. and. nps. ne. 0) call dddiag (i1, 0)
c
c      otherwise print detector diagnostics at the end of the tally.
      if (ip (1) . eq. 1. or. iy. ne. 5. or. nps. eq. 0) go to 140
      do 130 il=1, iptal (lipt+1, 3, ital)
130 call dddiag (i1, 1)
c
c      print history tally information in tally fluctuation chart bin.
140 call prstat (nn)
c
160 continue
c
c
c      print table of tally scores beyond last bin, if any.
      k=0
      do 210 i=1, ntal
      do 170 j=1, 4
170 if (ntbb (lntb+j, i) . ne. 0) go to 180
      go to 210
180 if (k. eq. 0) write (iuo, 190)
190 format (1h1, 4x, 35hsome tally scores were not made for,
1 17h various reasons://34x, 15hbeyond last bin, 5x, 6hnot in,
2 3x/19x, 5htally, 6x, 5hangle, 3x, 6henergy, 3x, 4hetime, 4x, 4huser)
      k=1
      write (iuo, 200) jptal (ljpt+1, i), (ntbb (lntb+1, i), l=1, 4)
200 format (i23, i11, 3i8)
210 continue
c
c      print tally fluctuation charts.
220 if (nps. gt. 0) call ptfc (nn)

```

*追加

```

C*GAM*B/ Make TVT.
      if (maxix. eq. 0) then
        write (mtor, *) 'TVT monitoring.'
        write (mtor, *) ' '
        write (mtor, *) ' **TCV. tbl and TVT. tbl are empty. **'
      else
        do 230 i=1, maxix
          ix (i) = i
          iw (i) = icellw (i) * 1000 + ienew (i)
230 continue
          ib = 1
          ie = ib
232 continue
          if (ie. ne. maxix) then
            + if ((iperw (ix (ie)) . ne. iperw (ix (ie+1))) . or.
              (italw (ix (ie)) . ne. italw (ix (ie+1)))) then
              call sortix (ib, ie, ix, iw, icellw, ienew)
              ib = ie + 1
            endif
            ie = ie + 1
            go to 232
          else
            call sortix (ib, ie, ix, iw, icellw, ienew)
            endif
          do 234 i=1, maxix
            write (itvt) wtp (ix (i)), werr (ix (i)),
            + iperw (ix (i)), italw (ix (i)), icellw (ix (i)), ienew (ix (i))
234 continue
C* Output TVT to stdo-file (unit=6) for monitoring.
      write (mtor, *) ' '
      write (mtor, *) ' TVT monitoring : '
      do 235 i=1, maxix
        write (mtor, 236) i, wtp (ix (i)), werr (ix (i)),
        + iperw (ix (i)), italw (ix (i)), icellw (ix (i)), ienew (ix (i))

```

```

235  continue
236  format (i6, 4x, lpe14. 5, 0pf7. 4, 4i6)
      endif
      close (itmt)
      close (itvt)
      close (itcv)
      close (mtor)
300  format (3i4)
301  format (8i4)
311  format (2i4, i6)
321  format (2i4, lpe11. 4)
C*GAM#E

```

```

return
end

```

*追加

```

C*GAM#B
subroutine sortix (ib, ie, ix, iw, icellw, ienew)
dimension ix (1), iw (1), icellw (1), ienew (1)
c
do 20 i=ib, ie-1
  minix=i
  do 10 j=i+1, ie
    if (iw (minix) .gt. iw (j)) then
      minix=j
    endif
  10  continue
  iexchg=iw (i)
  iw (i) =iw (minix)
  iw (minix) =iexchg
  iexchg=ix (i)
  ix (i) =ix (minix)
  ix (minix) =iexchg
  20  continue
c
  return
end
C*GAM#E

```

*追加

```

C*GAM#B
subroutine tallypx
c      print the tallies. --- Original routine of tallyp.
c
c      implicit double precision (a-h, o-z)
c
c      . . .
c
c      return
end
C*GAM#E

```

注：オリジナルのtallypルーチンをtallypx
と名前を変えて、ここに挿入

付録 B 中性子束ファイル変換サブシステム

```

program mkfluxdt
c
c -----
C*GAM*B ... Ver=mkfluxdt. f. 01
c
c   implicit double precision (a-h, o-z)
c
c   parameter ( maxe=99, maxc=99, maxtal=999 )
c   parameter ( itmt=10, itvt=11, itcv=12, iatt=13, ifxg=20, itcm=21 )
c   logical lexist
c
c   dimension ncell (maxtal*maxc)
c   dimension enrgy (maxe)
c   dimension numcl (maxtal)
c   dimension vflux (maxtal*maxc, maxe)
c
c   dimension R (maxtal*maxc), MZ (maxtal*maxc), V (maxtal*maxc),
+   Z (2)
c   real vflux_c (maxtal*maxc, maxe)
c   real R_c (maxtal*maxc), V_c (maxtal*maxc), Z_c (2)
c
c -----
c
c***** start up. 'Make the flux file for DOT3.5' *****
c*
c
c   open (itmt, file='tmt.tbl', status='old', form='formatted')
c   open (itvt, file='tvt.tbl', status='old', form='unformatted')
c   open (itcv, file='tcv.tbl', status='old', form='unformatted')
c
c*** Error check of TMT, and get cell inf. & energy inf. ***
c
c* maxt__neu : number of tallies for neutron
c* maxc__neu : number of cells for neutron tallies
c* maxe__neu : number of energy groups for neutron tallies
c
c   read (itmt, 80, end=300) irecid, ntal, iper
c   if (irecid.ne.0) then
c     stop 'TMT-Error. irecid is not 0.'
c   endif
c   if (iper.ne.0) then
c     stop 'TMT-Error. iper is not 0.'
c   endif
c
c   neu__proc = 0
c   maxt__neu = 0
c   maxc__neu = 0
c   do 60 i=1, ntal
c     read (itmt, 81, end=300) irecid, ital, numtal, ntaltyp,
+     nqwptyp, neuflux, nmaxcel, nmaxeng
c     if (irecid.ne.1) then
c       stop 'TMT-Error. irecid is not 1.'
c     endif
c     numcl (ital) = nmaxcel
c     if (neuflux.eq.1) then
c
c
c* Get the data on Cell.
c   idbl1 = maxc__neu + 1
c   idbl2 = maxc__neu + nmaxcel
c   do 10 j=1, nmaxcel
c     read (itmt, 82, end=300) irecid, icel, numcel
c     if (irecid.ne.11) then
c       stop 'TMT-Error. irecid is not 11.'
c     endif
c     maxc__neu = maxc__neu + 1

```

```

ncell (maxc__neu) = numcel

read (itcv, end=320)  ipe0, ita0, ice0, V (maxc__neu)
+   if (((ipe0. ne. iper). or. (ita0. ne. ital)). or.
+       (ice0. ne. j)) then
    stop 'TCV-Error. iper, ital, or icell is unmatched.'
endif

do 5 k=1, nmaxeng
+   read (itvt, end=310)  vflux (maxc__neu, k), werr,
+       ipe2, ita2, icel2, iene
+   if (((ipe2. ne. iper). or. (ita2. ne. ital)). or.
+       ((icel2. ne. j). or. (iene. ne. k))) then
    stop 'TVT-Error. iper, ... , or iene is unmatched.'
endif
5   continue
    read (itvt, end=310)  wvflux, werr, ipe2, ita2, icel2, iene
    if (iene. ne. 999) then
        stop 'TVT-Error. iene is not 999.'
    endif
10  continue
c
C* Check energy values.
    if (neu__proc. eq. 0) then
        do 20 j=1, nmaxeng
            read (itmt, 83, end=300)  irecid, iene, valene
            if (irecid. ne. 21) then
                stop 'TMT-Error. irecid is not 21.'
            endif
            enrgy (j) = valene
20    continue
            maxe__neu = nmaxeng
            neu__proc = 1
        else
            if (nmaxeng. ne. maxe__neu) then
                stop 'TMT-Error. Number of energy.'
            endif
            do 30 j=1, nmaxeng
                read (itmt, 83, end=300)  irecid, iene, valene
                if (irecid. ne. 21) then
                    stop 'TMT-Error. irecid is not 21.'
                endif
                if (valene. ne. enrgy (j)) then
                    stop 'TMT-Error. Value of energy.'
                endif
            endif
30    continue
        endif
c
c*** Check the cell number on double numbering *
    do 75 ii=idbl1, idbl2-1
        numcel = ncell (i)
        do 70 jj=ii+1, idbl2
            if (numcel. eq. ncell (jj)) then
                stop 'TMT-Error. Double numbering of cell number.'
            endif
70    continue
75  continue
c
        endif      ! if (neflux. eq. 1) then ...

60  continue

    close (itmt)
    close (itvt)
    close (itcv)

80  format (3i4)
81  format (8i4)

```

```

      82 format (2i4, i6)
      83 format (2i4, lpe11. 4)
c
C*** Get data of FLUXATTR. dt *
c
      open (iatt, file=' fluxattr. dt', status=' old', form=' formatted')
c
      read (iatt, 110, end=330) IGM, IM, JM, IZM, IGE
110 format (5i6)
      JM=1

      if ((IGM. eq. 0). or. (IGM. gt. maxe__neu)) then
          IGM=maxe__neu
      endif

      if ((IM. eq. 0). or. (IM. gt. maxc__neu)) then
          IM=maxc__neu
      endif
      IMJM=IM*JM

      i=1
      IP=IM+1
120 continue
      ib=6* (i-1) +1
      ie=6*i
      if ((IP). lt. ie) ie=IP
      read (iatt, 125, end=330) (R (ii), ii=ib, ie)
      if (ie. ne. IP) then
          i=i+1
          go to 120
      endif
125 format (6 (1X, 1PE11. 4))

      JP=JM+1
      read (iatt, 125, end=330) (Z (i), i=1, JP)

      i=1
130 continue
      ib=10* (i-1) +1
      ie=10*i
      if (IMJM. lt. ie) ie=IMJM
      read (iatt, 140, end=330) (MZ (j), j=ib, ie)
      if (ie. ne. IMJM) then
          i=i+1
          go to 130
      endif
140 format (10i6)
c
      close (iatt)

C*** Make Table of Cell Mapping (TCM) *
      inquire (FILE=' tcm. tbl', EXIST=lexist)
      if (lexist) then
          open (itcm, file=' tcm. tbl', status=' old', form=' unformatted')
      else
          open (itcm, file=' tcm. tbl', status=' new', form=' unformatted')
      endif
c
      write (itcm) IM, JM
      write (itcm) (ncell (i), i=1, IMJM)
      write (itcm) (R (i), i=1, IP)
      write (itcm) (Z (i), i=1, JP)
      write (itcm) (V (i), i=1, IMJM)
c
      close (itcm)
c
c

```

```

C*** Make IFXG.dot ... flux file (FT30F001) for DOT3.5 in CINAC-V4 *
c
  inquire (FILE=' IFXG.dot', EXIST=lexist)
  if (lexist) then
    open (ifxg, file=' IFXG.dot', status=' old', form=' unformatted')
  else
    open (ifxg, file=' IFXG.dot', status=' new', form=' unformatted')
  endif

c
c* Record 1 *
  write (ifxg) IGM, IM, JM, IZM, IGE

c* Record 2 *
  do 142 i=1, IP
    R__c (i) =R (i)
142 continue
  do 143 i=1, JP
    Z__c (i) =Z (i)
143 continue
  do 144 i=1, IMJM
    V__c (i) =V (i)
144 continue
  write (ifxg) (R__c (i), i=1, IP), (Z__c (i), i=1, JP),
+             (MZ (i), i=1, IMJM), (V__c (i), i=1, IMJM)

c* Record 3, ... , 3+IGM-1 *
  do 152 j=1, IGM
    do 150 i=1, IMJM
      vflux__c (i, j) =vflux (i, j)
150 continue
152 continue
  do 154 j=1, IGM
    write (ifxg) (vflux__c (i, j), i=1, IMJM)
154 continue
c
  close (ifxg)

c
c
C* End process of 'mkfluxdt' *
c
C* Output TCM and IFXG.dot to stdo-file (unit=6) for monitoring.
  write (6, *) '** TCM.tbl --- monitoring **'
  write (6, *) 'Record 1 :'
  write (6, *) 'IMJM=', IMJM, ' JM=', JM
  write (6, *) ' '

  write (6, *) 'Record 2 :'
  write (6, *) 'cell-sq   cell-number'
  i=1
160 continue
  ib=10*(i-1)+1
  ie=10*i
  if (IMJM.lt.ie) ie=IMJM
  write (6, 165) ib, (ncell (ii), ii=ib, ie)
  if (ie.ne.IMJM) then
    i=i+1
    go to 160
  endif
  write (6, *) ' '
165 format (i6, 2x, 1h:, 10i6)

  write (6, *) 'Record 3 :'
  write (6, *) ' R (I) : I=1, ', IP
  i=1
166 continue
  ib=10*(i-1)+1
  ie=10*i

```

```

    if (IP.lt.ie) ie=IP
    write (6, 175) ib, (R(ii), ii=ib, ie)
    if (ie.ne.IP) then
        i=i+1
        go to 166
    endif
    write (6, *) ' '

    write (6, *) 'Record 4 : '
    write (6, *) ' Z (I) : I=1, ', JP
    ib=1
    write (6, 175) ib, (Z(i), i=1, JP)
    write (6, *)

    write (6, *) 'Record 5 : '
    write (6, *) ' V (I) : I=1, ', IMJM
    i=1
167 continue
    ib=10*(i-1)+1
    ie=10*i
    if (IMJM.lt.ie) ie=IMJM
    write (6, 175) ib, (V(ii), ii=ib, ie)
    if (ie.ne.IMJM) then
        i=i+1
        go to 167
    endif
    write (6, *) ' '
    write (6, *) ' '
    write (6, *) ' '

c
    write (6, *) '** IFXG.dot --- monitoring **'
c* Record 1 *
    write (6, *) 'Record 1 : '
    write (6, *) ' IGM=', IGM, ' IM=', IM, ' JM=', JM,
+ ' IZM=', IZM, ' IGE=', IGE
    write (6, *) ' '

c
c* Record 2 *
    write (6, *) 'Record 2 : '
    write (6, *) ' R (I) : I=1, ', IP
    i=1
170 continue
    ib=10*(i-1)+1
    ie=10*i
    if (IP.lt.ie) ie=IP
    write (6, 175) ib, (R__c(ii), ii=ib, ie)
    if (ie.ne.IP) then
        i=i+1
        go to 170
    endif
175 format (i6, 2x, 1h:, 10 (1p12. 5))

c
    write (6, *) ' Z (I) : I=1, ', JP
    ib=1
    write (6, 175) ib, (Z__c(i), i=1, JP)

c
    write (6, *) ' MZ (I) : I=1, ', IMJM
    i=1
180 continue
    ib=10*(i-1)+1
    ie=10*i
    if (IMJM.lt.ie) ie=IMJM
    write (6, 165) ib, (MZ(ii), ii=ib, ie)
    if (ie.ne.IMJM) then
        i=i+1
        go to 180
    endif

```

```

c
  write (6, *) ' V(I) : I=1, ', IMJM
  i=1
185 continue
  ib=10*(i-1)+1
  ie=10*i
  if (IMJM.lt.ie) ie=IMJM
  write (6, 175) ib, (V__c(ii), ii=ib, ie)
  if (ie.ne.IMJM) then
    i=i+1
    go to 185
  endif
  write (6, *) ' '
c
c* Record 3, ..., 3+IGM-1 *
  write (6, *) ' Record 3, ..., ', 3+IGM-1, ' : '
  + ' vflux (I, J), I=1, ', IMJM, ' ; J=1, ', IGM
  do 200 j=1, IGM
  write (6, *) ' vflux (I, ', j, '), I=1, ', IMJM
  i=1
190 continue
  ib=10*(i-1)+1
  ie=10*i
  if (IMJM.lt.ie) ie=IMJM
  write (6, 175) ib, (vflux__c(ii, j), ii=ib, ie)
  if (ie.ne.IMJM) then
    i=i+1
    go to 190
  endif
200 continue
c
c
c
  stop 'Nomal End of making FLUX dot'
c
300 continue
  stop 'TMT-Error. End of file.'
c
310 continue
  stop 'TVT-Error. End of file.'
c
320 continue
  stop 'TCV-Error. End of file.'
c
330 continue
  stop 'FLUXATTR-Error. End of file.'
c
c
C*GAM*E
  end

```


V (I) =0. 0 00000180
 1 K (I) =NBB 00000190

. . .

*修正

```
c*ap3*124 IF (NYNCC. LT. NCST1 . AND. NYNCC. GT. NCST2) GO TO 105 00000530
124 continue
do 401 i=0, 9
  if (NYNCC. eq. numb (i)) then
    inum=i
    go to 105
  endif
401 continue
```

121 IF (K (NF) . NE. NBB . AND. NYNCC. EQ. NBB) GO TO 101 00000540

. . .

*修正

```
c*ap3* 105 NUMM=10 - ((IABS (NYNCC) - 96452540) /16777216) 00000780
c*ap3* NUM=NUM*10 + NUMM 00000790
105 continue
NUM=NUM*10 + inum
```

NSCL=NSCL + NDPN 00000800
 GO TO 206 00000810
 102 NDPN=-1 00000820
 GO TO 206 00000830

*修正

```
c*ap3* 107 NUMM=10 - ((IABS (NYNCC) - 96452540) /16777216) 0000084
107 continue
do 402 i=0, 9
  if (NYNCC. eq. numb (i)) then
    NUMM=i
    go to 105
  endif
402 continue
```

IEXP=IEXP*10 + IEX*NUMM 00000850

. . .

RETURN 00001250
 END 00001260

(4) サブルーチンzncalcの修正内容

```
C=====00000010
SUBROUTINE ZNCALC ( IZ , LSDN , LMSH , MZ , VOL , 00000020
. . .
1 ISECT , LSECT , LOCMA2, LOCCR2) 00000090
C=====00000100
C 00000110
C MAIN CALCULATION ----- TRANSMUTATION 00000120
C 00000130
. . .
C 00002450
C SECTION 07 --- ADD GAMMA-RAY SOURCE 00002460
C 00002470
C IF ( ICAL (3) . LT. 0) THEN 00002480
```

```

DO 120 J = 1, N2                                00002490
  KK = NLTAB (NTABL (J, IC))                    00002500
  LL = LGTAB (KK)                                00002510
  IF ( LL. LE. 0) GO TO 120                      00002520
  PP = PGTAB (KK) *XO (J) *DENSF                 00002530
  DO 130 IIG = 1, IGG                            00002540
    GS (IIG, I, MSH) = GS (IIG, I, MSH) + PP*GTAB (IIG, LL) 00002550
  CONTINUE                                       00002560
130 CONTINUE                                     00002570
120 ELSEIF ( ICAL (3). EQ. I) THEN              00002580
  DO 125 J = 1, N2                                00002590
    KK = NLTAB (NTABL (J, IC))                    00002600
    LL = LGTAB (KK)                                00002610
    IF ( LL. LE. 0) GO TO 125                    00002620
    PP = PGTAB (KK) *XO (J) *DENSF                 00002630
                                                    *追加
  if (PP. le. 1. 0e-05) go to 125
  DO 135 IIG = 1, IGG                            00002640
    GS (IIG, 1, MSH) = GS (IIG, 1, MSH) + PP*GTAB (IIG, LL) 00002650
135 CONTINUE                                     00002660
125 CONTINUE                                     00002670
  ENDIF                                          00002680
C . . .                                         00002690
C RETURN                                         00003050
  END                                           00003060
  END                                           00003070

```

付録 D 崩壊ガンマ線源データファイル変換サブシステム

```

program mkgamdt
c
c -----
C*GAM*B ... Ver=mkgamdt.f.02 ... hassei ten no shuusei.
c
c   implicit double precision (a-h, o-z)
c
c   parameter (icell=1000, igamm=100)
c   parameter (itcm=10, iatr=11, iou4=12, igdf=20)
c   logical lexist
c
c   dimension RR (icell+1), V (icell), Z (2)
c
c   dimension EGAM (igamm+1), gerg (igamm)
c
c   real SOUR (icell, igamm)
c   real r (icell, igamm)
c   real celwgt (icell)
c   dimension ncell (icell)
c
c -----
c***** start up.  mkgamdt *****
c*
C** READ the data from TCM file.  **
c   open (itcm, file=' tcm tbl', status=' old', form=' unformatted')
c
c   read (itcm) IM, JM
c   JM=1
c   IMJM=IM*JM
c   IP=IM+1
c   JP=JM+1
c   read (itcm) (ncell (i), i=1, IMJM)
c
c   close (itcm)
c
c
C** READ the data from gamattr file. **
c
c   open (iatr, file=' gamattr', status=' old', form=' formatted')
c
c   read (iatr, 200) IGG, ierg
c   if (IGG. gt. igamm) then
c     stop ' PARAMETER VALUE error (igamm). '
c   endif
c
c   iwkl= (IGG+1)/6
c   do 10 j=1, iwkl
c     read (iatr, 210) (EGAM (i+ (j-1)*6), i=1, 6)
10 continue
c   iwk2= (IGG+1) -iwkl*6
c   if (iwk2. ne. 0) then
c     read (iatr, 210) (EGAM (i+iwk1*6), i=1, iwkl)
c   endif
c
c   close (iatr)
c
c
c   write (6, *) ' gamattr :'
c   write (6, *) '
c   write (6, *) ' IGG=', IGG, ' ierg=', ierg
c   write (6, *) ' EGAM (j) :
c   write (6, 210) (EGAM (j), j=1, IGG+1)
c   write (6, *) '
c   write (6, *) '

```

```

c
c* Get energy values from energy group boundaries *
c
c* if ierg=0 => arithmetical mean, else => geometric mean
  if(ierg.eq.0) then
    do 50 j=1, IGG
      gerg(j) = (EGAM(j) + EGAM(j+1)) / 2.0
50  continue
    else
      do 60 j=1, IGG
        gerg(j) = dsqrt(EGAM(j) * EGAM(j+1))
60  continue
    endif

c
C** READ the data from IOU4 file.  **
  open(iou4, file=' IOU4', status=' old', form=' unformatted')
c
c
  do 100 j=1, IGG
    read(iou4, end=400) (SOUR(i, j), i=1, IMJM)
100 continue
c
c
  close(iou4)

c
C** Caluculate the relative frequency r(i, j) **
  rsigma=0.0
  do 140 j=1, IGG
    do 130 i=1, IMJM
      rsigma=rsigma+SOUR(i, j)
130  continue
140  continue

  do 160 j=1, IGG
    do 150 i=1, IMJM
      r(i, j) = SOUR(i, j) / rsigma
150  continue
160  continue

c
c
c
C** Make gammadf **
c
  inquire(FILE=' gammadf', EXIST=lexist)
  if(lexist) then
    open(igdf, file=' gammadf', status=' old', form=' unformatted')
  else
    open(igdf, file=' gammadf', status=' new', form=' unformatted')
  endif

c
c  ibias : Indicator of before or after biasing
  ibias=0 ! Before biasing
  write(igdf) IM, JM, IGG, ibias

c
  write(igdf) (ncell(i), i=1, IMJM)
c
  write(igdf) (gerg(j), j=1, IGG)
c
  do 180 j=1, IGG
    write(igdf) (r(i, j), i=1, IMJM)
180  continue
c
  do 190 i=1, IMJM
    celwgt(i) = 1.0
190  continue

```

```

        write(igdf) (celwgt(i), i=1, IMJM)
c
        close(igdf)
c
200 format(2i6)
205 format(10i6)
210 format(10(1X, 1PE11.4))
215 format(3(1X, 1PE11.4, 1PE11.4, 1PE11.4, 3X))
c
c
C* Output gammadf file to stdo-file(unit=6) for monitoring.

        write(6, *) 'gammadf :'
        write(6, *) '
        write(6, *) 'IM=', IM, ' JM=', JM, ' IGG=', IGG, ' ibias=', ibias
        write(6, *) '
        write(6, *) 'cell-number(i) : i=1, ', IMJM
        write(6, 205) (ncell(i), i=1, IMJM)
c
        write(6, *) '
        write(6, *) 'gerg(j) : j=1, ', IGG
        write(6, 210) (gerg(j), j=1, IGG)
c
        write(6, *) '
        write(6, *) 'r(i, j) : i=1, ', IMJM, ' j=1, ', IGG
        do 310 j=1, IGG
            write(6, *) 'j =', j
            write(6, 210) (r(i, j), i=1, IMJM)
c            write(6, *) (r(i, j), i=1, IMJM)
310 continue
c
        write(6, *) '
        write(6, *) 'cell-weight(i) : i=1, ', IMJM
        write(6, 210) (celwgt(i), i=1, IMJM)
c        write(6, *) (celwgt(i), i=1, IMJM)
c
        stop 'Nomal End of making gammadf.'

400 continue
        stop 'End of file (IOU4) : Rec-No (IOU4) < IGG.'
C*GAM#E
        end

```

付録 E 崩壊ガンマ線発生頻度バイアスサブシステムの修正内容

```

subroutine action
c      print cell activity, weight balance, and nuclide activity.
c
c
c -----
c
c      dimension kl (4), 13 (mipt)
c      character hc (mipt) *10, ht*6, hz*10
c      data kl/1, 6, 13, 20/, 13/17, 19, 18/
c      data hc/2*' collisions', ' substeps' /

```

*追加

```

c -----
c      parameter (icell=1000, igamm=100)
c      parameter (igdf=90)
c      dimension ncell (icell)
c      dimension npop (icell)
c      dimension ncol (icell)
c      dimension gerg (igamm)
c      real r (icell, igamm), celwgt (icell)
c      real rp_upd (icell, igamm), cwtp_upd (icell)
c      real rc_upd (icell, igamm), cwtc_upd (icell)
c      real Pw (icell)
c      real rntpop, fr_p (icell)
c      real rntcol, fr_c (icell)
c      logical lexist
c -----
c
c      ibias=1 ==> bias calculation
c
c      inquire (FILE='gcondf', EXIST=lexist)
c      if (lexist) then
c          ibias=0
c          go to 8
c      endif
c
c      inquire (FILE='gammadf', EXIST=lexist)
c      if (lexist) then
c          open (igdf, file='gammadf', status='old', form='unformatted')
c          read (igdf) IM, JM, IGG, ibias
c
c          if (ibias.eq.0) then
c              ibias=1
c
c              IMJM=IM*JM
c              read (igdf) (ncell (i), i=1, IMJM)
c              read (igdf) (gerg (i), i=1, IGG)
c              do 2 j=1, IGG
c                  read (igdf) (r (i, j), i=1, IMJM)
c              2 continue
c              read (igdf) (celwgt (i), i=1, IMJM)
c
c          else
c              ibias=0
c          endif
c          close (igdt)
c
c      else
c          ibias=0
c      endif
c
c      if (ibias.eq.1) then
c          do 6 j=1, IMJM
c              do 4 i=1, mxa

```

```

        if(ncell(j).eq.ncl(lncl+i)) go to 6
4       continue
        stop 'Stop. action-r: Error of cell-No.'
6       continue
    endif

8 continue

```

```

c
c       print the table of activity in each cell of the problem.
do 70 ip=1,mipt
  if(kpt(ip).eq.0) go to 70
  write(iuo,10) hnp(ip),hc(ip),hc(ip)
10 format(1h1,a8,22h activity in each cell,73x,15hprint table 126//
  1 17x,6htracks,5x,10hpopulation,3x,a10,3x,
  2 a10,5x,6hnumber,8x,4hflux,8x,7haverage,6x,7haverage/
  3 8x,4hcell,4x,8hentering,31x,8h* weight,2(5x,8hweighted),
  4 3x,5htrack,19h weight track mfp/52x,13h(per history),4x,
  5 6henergy,7x,6henergy,5x,10h(relative),6x,4h(cm)/
  do 20 j=1,8
20 tpp(j)=0.
    do 50 i=1,mxa
      if(fim(lfim+ip,i).eq.0.) go to 50
      do 30 j=1,4
        tpp(j)=tpp(j)+pac(lpactip,j,i)
30 tpp(j+4)=0.
        if(pac(lpactip,9,i).ne.0.) tpp(5)=pac(lpactip,5,i)/pac(lpactip,9,i)
        if(pac(lpactip,10,i).ne.0.) tpp(6)=pac(lpactip,6,i)/
1 pac(lpactip,10,i)
        if(pac(lpactip,7,i).ne.0.) tpp(7)=pac(lpactip,10,i)*fim(lfim+ip,i)
1 /pac(lpactip,7,i)
        if(pac(lpactip,10,i).ne.0.) tpp(8)=pac(lpactip,8,i)/
1 pac(lpactip,10,i)
        write(iuo,40) i,ncl(lncl+i),(pac(lpactip,j,i),j=1,3),
1 pac(lpactip,4,i)*fpi,(tpp(j),j=5,8)
40 format(2i6,f13.0,t11,f14.0,t11,f14.0,t11,1h,1p5e13.4)

```

*追加

```

    if(ibias.eq.1) then
      do 42 j=1,IMJM
        if(ncl(lncl+i).eq.ncell(j)) then
          npop(j)=int(pac(lpactip,2,i))
          ncol(j)=int(pac(lpactip,3,i))
          go to 42
        endif
42 continue
    endif

```

```

50 continue
  write(iuo,60) tpp(1),tpp(2),tpp(3),tpp(4)*fpi
60 format(/5x,5htotal,f15.0,t11,f14.0,t11,f14.0,t11,1p4.4)
  if(ink(128).ne.0) call mapmaz(ip)
70 continue

```

*追加

```

C* Make gammadf.upd -- biased gammadf file.
  if(ibias.eq.1) then

```

```

c
    do 510 i=1,IMJM
      Pw(i)=0.0
510 continue

    do 520 i=1,IMJM
      do 515 j=1,IGG
        Pw(i)=Pw(i)+r(i,j)
515 continue
520 continue

```

```

c
C*****
C* For population *
C*****
c   summation of population.
      ntpop=0
      do 530 i=1, IMJM
        if (Pw(i).le.0.0) then
          npop(i)=0
        endif
        ntpop=ntpop+npop(i)
530   continue
c
      if (ntpop.eq.0) then
        write(6,*)
        write(6,*) 'No modification of weights and r(i,j).',
+               '--Number of population is 0.'
      else
        ! ntpop not= 0
c
c   relative frequency.
      rntpop=float(ntpop)
      do 532 i=1, IMJM
        fr__p(i)=float(npop(i))/rntpop
532   continue
c
c   modify probability table.
      do 546 i=1, IMJM
        if (npop(i).eq.0) then
          do 542 j=1, IGG
            rp__upd(i,j)=0.0
542         continue
          else
            do 544 j=1, IGG
              rp__upd(i,j)=fr__p(i)*r(i,j)/Pw(i)
544             continue
            endif
          546   continue
c
c   modify cell weight table.
      do 550 i=1, IMJM
        if (npop(i).eq.0) then
          cwtp__upd(i)=celwgt(i)
        else
          cwtp__upd(i)=celwgt(i)*Pw(i)/fr__p(i)
        endif
550   continue
c
      inquire(FILE='gammadf.upd.p',EXIST=lexist)
      if (lexist) then
        open(igdf,file='gammadf.upd.p',
+         status='old',form='unformatted')
      else
        open(igdf,file='gammadf.upd.p',
+         status='new',form='unformatted')
      endif
      write(igdf) IM, JM, IGG, ibias
      write(igdf) (ncell(i),i=1,IMJM)
      write(igdf) (gerg(i),i=1,IGG)
      do 555 j=1, IGG
        write(igdf) (rp__upd(i,j),i=1,IMJM)
555   continue
      write(igdf) (cwtp__upd(i),i=1,IMJM)
      close(igdf)
c
C* Monitoring of modified gammadf file for population.
      write(6,*) 'gammadf.upd.p : '
      write(6,*)

```

```

write (6, *) 'IM=', IM, ' JM=', JM, ' IGG=', IGG, ' ibias=', ibias
write (6, *) '
write (6, *) ' cell-number (i) : i=1, ', IMJM
write (6, 600) (ncell (i), i=1, IMJM)
c
write (6, *) '
write (6, *) ' gerg (j) : j=1, ', IGG
write (6, 610) (gerg (j), j=1, IGG)
c
write (6, *) '
write (6, *) ' r (i, j) : i=1, ', IMJM, ' j=1, ', IGG
do 558 j=1, IGG
write (6, *) ' j =', j
write (6, 610) (rp__upd (i, j), i=1, IMJM)
558 continue
c
write (6, *) '
write (6, *) ' cell-weight (i) : i=1, ', IMJM
write (6, 610) (cwtp__upd (i), i=1, IMJM)
c
endif ! if (ntpop. eq. 0) -- end
c
C*****
C* For collision *
C*****
c summation of collision.
ntcol=0
do 560 i=1, IMJM
if (Pw (i). le. 0. 0) then
ntcol (i) =0
endif
ntcol=ntcol+ntcol (i)
560 continue
c
if (ntcol. eq. 0) then
write (6, *) '
write (6, *) ' No modification of weights and r (i, j). ',
+ '--Number of collision is 0.'
else ! ntcoll not= 0
c
c relative frequency.
rntcol=float (ntcol)
do 562 i=1, IMJM
fr__c (i) =float (ncol (i)) /rntcol
562 continue
c
c modify probability table.
do 576 i=1, IMJM
if (ncol (i). eq. 0) then
do 572 j=1, IGG
rc__upd (i, j) =0. 0
572 continue
else
do 574 j=1, IGG
rc__upd (i, j) =fr__c (i) *r (i, j) /Pw (i)
574 continue
endif
576 continue
c
c modify cell weight table.
do 580 i=1, IMJM
if (ncol (i). eq. 0) then
cwtp__upd (i) =celwgt (i)
else
cwtp__upd (i) =celwgt (i) *Pw (i) /fr__c (i)
endif
580 continue

```

```

c
  inquire (FILE=' gammadf. upd. c ', EXIST=lexist)
  if (lexist) then
    open (igdf, file=' gammadf. upd. c ',
+       status=' old', form=' unformatted')
  else
    open (igdf, file=' gammadf. upd. c ',
+       status=' new', form=' unformatted')
  endif
  write (igdf) IM, JM, IGG, ibias
  write (igdf) (ncell (i), i=1, IMJM)
  write (igdf) (gerg (i), i=1, IGG)
  do 585 j=1, IGG
    write (igdf) (rc__upd (i, j), i=1, IMJM)
585  continue
  write (igdf) (cwtc__upd (i), i=1, IMJM)
  close (igdf)

c
C* Monitoring of modified gammadf file for colision.
  write (6, *) ' gammadf. upd. c : '
  write (6, *) '
  write (6, *) ' IM=' , IM, ' JM=' , JM, ' IGG=' , IGG, ' ibias=' , ibias
  write (6, *) '
  write (6, *) ' cell-number (i) : i=1, ' , IMJM
  write (6, 600) (ncell (i), i=1, IMJM)

c
  write (6, *) ' '
  write (6, *) ' gerg (j) : j=1, ' , IGG
  write (6, 610) (gerg (j), j=1, IGG)

c
  write (6, *) ' '
  write (6, *) ' r (i, j) : i=1, ' , IMJM, ' j=1, ' , IGG
  do 590 j=1, IGG
    write (6, *) ' j = ' , j
    write (6, 610) (rc__upd (i, j), i=1, IMJM)
590  continue

c
  write (6, *) ' '
  write (6, *) ' cell-weight (i) : i=1, ' , IMJM
  write (6, 610) (cwtc__upd (i), i=1, IMJM)

c
  endif ! if (ntcol. eq. 0) -- end

c
  endif ! if (ibias. eq. 1) -- end

c
600 format (10i6)
610 format (10 (1X, 1PE11. 4))

c
  print the weight balance tables.
  if (ink(130). eq. 0) go to 200
  do 190 ip=1, mipt
  if (kpt (ip). eq. 0) go to 190
  do 80 i=1, kl (4) -1
80  tpp (i) =0.
  do 180 jw=1, 3
  if (jw. eq. 1) write (iuo, 90) hnp (ip)
90  format (1h1, a8, 40h weight balance in each cell -- external,
1  7h events, 48x, 15hprint table 130//8x, 4hcell, 4x, 8hentering, 6x,
2  6hsource, 7x, 6henergy, 8x, 4hetime, 7x, 7hexiting, 7x, 5htotal/
3  43x, 6hcutoff, 7x, 6hcutoff/)
  if (jw. eq. 2) write (iuo, 100) hnp (ip)
100 format (1h1, a8, 40h weight balance in each cell -- variance,
1  17h reduction events, 38x, 15hprint table 130//8x, 4hcell, 5x,
2  6hweight, 8x, 4hcell, 8x, 6hweight, 7x, 6henergy, 7x, 6hdxtran, 7x,
3  6hforced, 4x, 11hexponential, 5x, 5htotal/17x, 6hwindow, 5x,
4  10himportance, 5x, 6hcutoff, 5x, 10himportance, 16x, 9hcollision, 4x,

```

```

5 9htransform/)
  if (jw. eq. 3. and. ip. eq. 1) write (iuo, 110)
110 format (1h1, 47hneutron weight balance in each cell -- physical,
1 7h events, 49x, 15hprint table 130//8x, 4hcell, 5x, 6h (n, xn), 6x,
2 7hfission, 6x, 7hcapture, 6x, 7hloss to, 6x, 7hloss to, 7x, 5htotal/
3 56x, 6h (n, xn), 6x, 7hfission/)
  if (jw. eq. 3. and. ip. eq. 2) write (iuo, 120)
120 format (1h1, 46hphoton weight balance in each cell -- physical,
1 7h events, 50x, 15hprint table 130//8x, 4hcell, 6x, 4hfrom, 8x,
2 6hbrem-, 5x, 9hp-annihi-, 5x, 8helectron, 2x, 12hfluorescence, 4x,
3 7hcapture, 8x, 4hpair, 8x, 5htotal/16x, 8hneutrons, 4x, 9hstrahlung, 6x,
4 6hlat, 7x, 6hx-rays, 31x, 10hproduction/)
  if (jw. eq. 3. and. ip. eq. 3) write (iuo, 130)
130 format (1h1, 48helectron weight balance in each cell -- physical,
1 7h events, 48x, 15hprint table 130//8x, 4hcell, 6x, 4hpair, 7x,
2 7hcompton, 7x, 6hphoto-, 7x, 6hphoton, 6x, 8helectron, 5x, 8hknock-on,
3 6x, 5htotal/15x, 10hproduction, 5x, 6hrecoil, 6x, 8helectron, 6x,
4 5hauger, 8x, 5hauger/)
  t2=0.
  t4=0.
  j1=kl (jw)
  j2=kl (jw+1) -1
  if (jw. eq. 3) j2=13 (ip)
  do 160 i=1, mxa
  if (fim (lfim+ip, i). eq. 0.) go to 160
  t1=0.
  t3=0.
  do 140 j=j1, j2
  tpp (j) =tpp (j) +fpi*pwb (lpwb+ip, j, i)
  t3=max (t3, fpi*pwb (lpwb+ip, j, i))
cccc  extra parenthesis required for convex compiler optimization.
140 t1= (t1+fpi*pwb (lpwb+ip, j, i))
  if (abs (t1). lt. 1. e-10*t3) t1=0.
  t4=max (t4, t1)
  t2=t2+t1
  write (iuo, 150) i, ncl (lncl+i), (fpi*pwb (lpwb+ip, j, i), j=j1, j2), t1
150 format (2i6, 1p8e13. 4)
160 continue
  if (abs (t2). lt. 1. e-10*t4) t2=0.
  write (iuo, 170) (tpp (j), j=j1, j2), t2
170 format (/5x, 5htotal, 2x, 1p8e13. 4)
180 continue
190 continue
c
. . .

return
end

```

付録 F 崩壊ガンマ線輸送計算サブシステムの修正内容

(1) プログラムmcnpの修正内容

```

program mcnp
. . .

c
c -----
c
external blkdat, ibldat, landct, landau
dimension ib (9)
character hn*18, hj*8, hd*10
data ib/9*0/, hn/' '/

c
*追加

parameter (icell=1000, igamm=100)
parameter (irsd=90, igot=90)
real gdt (icell, igamm), siggdt
real f (icell, igamm)
real r (icell, igamm)
real celwgt (icell)
common /gamma1/ ifirst
common /gamma2/ f, igct (icell, igamm), r
common /gamma3/ IM, JM, IMJM, IGG
common /gamma4/ gerg (igamm), ncell (icell), celwgt
common /gamma5/ irseed
logical lexist
real wfr (icell)
character*1 sbol (icell)

ifirst=0

c
***** start up. *****
*
. . .

c
***** execute the sections. *****
*
c
if none are specified, default to ixr.
if (jovr (1)+jovr (2)+jovr (3)+jovr (5). eq. 0) jovr (4) =1
if (jovr (3)+jovr (4). ne. 0) jovr (1) =1
if (konrun. ne. 0) jovr (3) =0
if (konrun. eq. 0. and. jovr (4). ne. 0) jovr (3) =1

c
c
execute the required sections.
175 do 230 iovr=1, novr
if (iovr. eq. 4. and. nfer. ne. 0. and. lfat1. eq. 0) go to 240
if (jovr (iovr). eq. 0) go to 230
if (iovr. eq. 1) call imcn
if (iovr. eq. 3) call xact
if (iovr. eq. 4) call mcrun
if (iovr. eq. 4) ifile=0
if (iovr. eq. 4) mrm=0
write (jtty, 180) hovr
180 format (1x, a6, 8h is done)
if (nwer. eq. 1) write (iuo, 190)
190 format (/10x, 25h1 warning message so far.)
if (nwer. gt. 1) write (iuo, 200) nwer
200 format (/i10, 25h warning messages so far.)
if (nfer. eq. 1) write (iuo, 210)

```

```

210 format (/10x, 21h1 fatal error so far.)
    if (nfer. gt. 1) write (iuo, 220) nfer
220 format (/i10, 21h fatal errors so far.)
230 continue
240 iovr=0

```

c

*追加

```

C* At end of process. *
    if (ifirst. eq. 0) go to 250

C* Output the value of random seed (irseed) into 'RSEED' file.
    inquire (FILE='RSEED', EXIST=lexist)
    if (lexist) then
        open (irsd, file='RSEED', status='old', form='formatted')
    else
        open (irsd, file='RSEED', status='new', form='formatted')
    endif

    write (irsd, '(i10)') irseed
    close (irsd)

C* Make gamma ray distribution table. *
    do 242 j=1, IGG
        do 241 i=1, IMJM
            gdt (i, j) = igct (i, j)
241 continue
242 continue

        siggdt=0.
        do 244 j=1, IGG
            do 243 i=1, IMJM
                siggdt=siggdt+gdt (i, j)
243 continue
244 continue

        do 246 j=1, IGG
            do 245 i=1, IMJM
                gdt (i, j) = gdt (i, j) / siggdt
245 continue
246 continue

        inquire (FILE='GOT. tbl', EXIST=lexist)
        if (lexist) then
            open (igot, file='GOT. tbl', status='old', form='unformatted')
        else
            open (igot, file='GOT. tbl', status='new', form='unformatted')
        endif
        do 247 j=1, IGG
            write (igot) (igct (i, j), i=1, IMJM)
247 continue
        close (igot)

        write (6, *) ' Occurred Table of Gamma ray:'
        do 248 j=1, IGG
            write (6, *) ' IGG :', j
            write (6, '(10i12)') (igct (i, j), i=1, IMJM)
248 continue
        write (6, *) ' '
        write (6, *) ' Frequency Table of Gamma ray:'
        do 249 j=1, IGG
            write (6, *) ' IGG :', j
            write (6, 300) (gdt (i, j), i=1, IMJM)
249 continue

c
        write (6, *) ' '
        write (6, *) ' Comparison Table between r (i, j) and real frequency'
        do 292 j=1, IGG

```

```

do 290 i=1, IMJM
  if (r(i, j) .le. 0. 0) then
    sbol(i) = '#'
    if (gdt(i, j) .le. 0. 0) then
      wfr(i) = 0. 0
    else
      wfr(i) = gdt(i, j)
    endif
  else
    if (gdt(i, j) .le. 0. 0) then
      sbol(i) = '#'
      wfr(i) = r(i, j)
    else
      sbol(i) = ' '
      wfr(i) = gdt(i, j) / r(i, j)
    endif
  endif
290 continue
  write(6, *) ' IGG :', j
  write(6, 301) (sbol(i), wfr(i), i=1, IMJM)
292 continue
300 format(10(2x, 1pe11. 4))
301 format(10(1x, a1, e11. 4))
c

```

```

c
c      print termination messages and quit.
250 if (nfer. ne. 0. and. lfatl. eq. 0. and. jovr(4). ne. 0) nst=nst+2048
  do 260 i=1, 11
260 if (mod(nst/2**i, 2). ne. 0) write(iuo, ' //16h run terminated , '//
1 rfq(i) //')
  call secnd(tq)
  if (mct. ge. 0) write(iuo, ' //16h computer time =, f8. 2, 8h minutes')
1 (tq+cp3)/60.
  call getidt(idtm)
  if (mct. ge. 0) write(iuo, 270) kod, ver, loddad, chcd, idtm, probid
270 format(/1x, a8, 9h version , a5, 1x, a8, 8x, a10, 2x, a19, 20x, 9hprobid = ,
1 a19)
  stop
  end

```

(2) サブルーチンsourceの内容

subroutine source

. . .

```

c
c -----
C*GAM*B ... Ver=source. f.02
  parameter (icell=1000, igamm=100)
  real x
  real f(icell, igamm), celwgt(icell)
  real r(icell, igamm)
  common /gamma1/ ifirst
  common /gamma2/ f, igct(icell, igamm), r
  common /gamma4/ gerg(igamm), ncell(icell), celwgt
c -----
c
c*** First Call ? ***
  if(ifirst.eq.0) then
    call mkpgam
    call zcalgep(0, 0, 0., 0., 0.)
    ifirst=1
  endif
c
c* Generate a random number x (0. < x < 1.).
  call randn(x)

c* Find a particle ... cell-No., Gamma-ray-Groupe-No.
  call fpticle(x, numcel, nglg)
c
c* Set the gamma ray counting table *
  igct(numcel, nglg) = igct(numcel, nglg) + 1

c* Set other values that are necessary for running. *
c
c* xxx, yyy, zzz : the position of the particle
  call zcalgep(1, numcel, xx, yy, zz)
  xxx=xx
  yyy=yy
  zzz=zz
c
c* erg : the energy of the particle (MeV)
  erg=gerg(nglg)

c* icl : the cell where the particle started
  icl=ncell(numcel)

c* ipt : the type of the particle (ipt=2:photon)
  ipt=2

c* jsu : the surface where the particle started, or
c      zero if the starting point is not on any surface
  jsu=0

c* wgt : the statistical weight of the particle
  wgt=celwgt(numcel)

c* tme : the time when the particle started (shakes)
  tme=0.0

c* uuu, vvv, www : the direction of the flight of the particle

  return
  end

```

```

C* Subroutine 1 *
  subroutine mkpgam
c
  implicit double precision (a-h, o-z)
  parameter (icell=1000, igamm=100)
  parameter (igdf=90, irsd=90, igot=90)
  real r (icell, igamm), fsum
  real f (icell, igamm), celwgt (icell)
  common /gamma2/ f, igct (icell, igamm), r
  common /gamma3/ IM, JM, IMJM, IGG
  common /gamma4/ gerg (igamm), ncell (icell), celwgt
  common /gamma5/ irseed
  logical lexist

  open (igdf, file=' gammadf', status=' old', form=' unformatted')

c
  read (igdf, END=100) IM, JM, IGG, ibiaswk
  IMJM=IM*JM
  IP=IM+1
  JP=JM+1

c
  read (igdf, END=100) (ncell (i), i=1, IMJM)
c
  read (igdf, END=100) (gerg (j), j=1, IGG)
c
  do 10 j=1, IGG
    read (igdf, END=100) (r (i, j), i=1, IMJM)
10 continue
c
  read (igdf, END=100) (celwgt (i), i=1, IMJM)
c
  close (igdf)
c
c* Set f (i, j) : Probability Distribution Function
  fsum=0.
  do 48 j=1, IGG
    do 47 i=1, IMJM
      fsum =fsum+r (i, j)
      f (i, j)=fsum
47 continue
48 continue
c
c Monitoring of f (i, j),
  write (6, *)
  write (6, *) 'Probability Distribution Function : f (i, j)'
  write (6, *)
  write (6, *) 'f (i, j) : i=1,', IMJM, ' j=1,', IGG
  do 200 j=1, IGG
    write (6, *) ' j =', j
    write (6, 210) (f (i, j), i=1, IMJM)
200 continue
  write (6, *) ' '
210 format (10 (1X, 1PE11. 4))
c
c
c* Initialize the value of random seed. *
  inquire (FILE=' RSEED', EXIST=lexist)
  if (lexist) then
    open (irsd, file=' RSEED', status=' old', form=' formatted')
    read (irsd, '(i10)') irseed
    close (irsd)
  else
    irseed=107243
  endif
c

```

```

c* Initialize gamma ray counting table *
  inquire (FILE=' GOT. tbl', EXIST=lexist)
  if (lexist) then
    open (igot, file=' GOT. tbl', status=' old', form=' unformatted')
    do 50 j=1, IGG
      read (igot) (igct (i, j), i=1, IMJM)
50    continue
    close (igot)
  else
    do 70 j=1, IGG
      do 60 i=1, IMJM
        igct (i, j) =0
60      continue
70      continue
    endif
  c
  return

100 continue
  stop 'End of File. file-name=gammadf'

  end

```

```

C* Subroutine 2 *
C** Get a random number **
  subroutine randn (x)
  c
    real*8 xww, yww, zww
    common /gamma5/ irseed
    common /gamma7/ xww, yww, zww
    dimension a (4)

    call ranu2 (irseed, a, 4, icon)
    x =a (1)
    xww=a (2)
    yww=a (3)
    zww=a (4)

    return
  end

```

```

C* Subroutine 3 *
  subroutine fpticle (x, numcel, nglg)

  parameter (icell=1000, igamm=100)
  real x
  real f (icell, igamm)
  real r (icell, igamm)
  common /gamma2/ f, igct (icell, igamm), r
  common /gamma3/ IM, JM, IMJM, IGG

  if (x. eq. 0.) then
    do 20 j=1, IGG
      nglg =j
      do 10 i=1, IMJM
        numcel=i
        if (f (i, j). ne. 0.) return
10      continue
20      continue

```

```

else
  do 40 j=1, IGG
    nglg =j
    do 30 i=1, IMJM
      numcel=i
      if (x. le. f (i, j)) return
30    continue
40    continue
endif
return
end

```

C* Subroutine 4 *

```

subroutine zcalgep (mm, numcel, xx, yy, zz)
c
c  decision of gamma-ray occurred point (xx, yy, zz).
c  mm=0 : initial set.
c  mm=1 : not initial.
c  ncell: cell number.
c
c  implicit double precision (a-h, o-z)
c
c -----
c
c  parameter (pie=3.1415926535898d0)
c  parameter (icell=1000, igamm=100)
c  parameter (icon=90)
c  dimension RR (icell), Zw (2)      ! RR (i) <RR (i+1), Zw (1) <Zw (2)
c  common /gamma3/ IM, JM, IMJM, IGG
c  common /gamma5/ irseed
c  common /gamma7/ xww, yww, zww
c  dimension dr (icell)
c  save  dr, tta, dz, RR, Zw
c
c -----
c
c  if (mm. ne. 0) go to 200
c >>>>  mm = 0 -- initial set.
c
c  open (icon, file='gcondf', status='old', form='formatted')
c
c  i=1
c  IJP=IMJM+1
10  continue
c  ib=6*(i-1)+1
c  ie=6*i
c  if ((IJP). lt. ie) ie=IJP
c  read (icon, 15, end=400) (RR (ii), ii=ib, ie)
c  if (ie. ne. IJP) then
c    i=i+1
c    go to 10
c  endif
c
c  read (icon, 15, end=400) (Zw (i), i=1, 2)
15  format (6 (1PE12. 5))
c
c  do 20 i=1, IMJM
c    dr (i) =RR (i+1) -RR (i)
20  continue
c
c  tta =2*pie
c  dz  =Zw (2) -Zw (1)

```

```
c      close (icon)
c      return
c
c      200 continue
c >>>> mm = 1 -- decision of (xx, yy, zz).
c
c      rl=RR (numcel) +dr (numcel) *xww
c      theta=tta*yww
c
c      xx=rl*cos (theta)
c      yy=rl*sin (theta)
c      zz=dz*zww
c
c      return
c
c      400 continue
c >>>> Error : End of file.
c
c      stop 'Error : ZCALGEP-routine. End of file.'
c
c      end
```

付録 G 相対誤差判定機能の修正内容

(1) 初期設定プログラムibldatの修正内容

```

      block data ibldat
c       initialize common for imcn.
c
c

```

修正前

```

      . . .
      data cnm(64), (krq(i,64), i=1,7) /'prdmp', 1, 0, 0, 1, -1, 5, 0/
      . . .

```

修正後

```

      . . .
      data cnm(64), (krq(i,64), i=1,7) /'prdmp', 1, 0, 0, 1, -1, 6, 0/
      . . .

```

(2) サブルーチンnextitの修正内容

```

      subroutine nextit
c       process the next input item.
c

```

修正前

```

      . . .
c
c >>>> print and dump controls                                prdmp
970 if (nwc.eq.1) prn=ritm
      if (nwc.eq.2) dmp=ritm
      if (nwc.eq.3) mct=iitm
      if (nwc.eq.4) ndmp=iitm
      if (nwc.eq.5.and.iitm.gt.0) npd=iitm
      return
      . . .

```

修正後

```

      common /upderr/ jckerr, nntal, jaorl, verr, intal(1000), notal(1000)
      . . .
c
c >>>> print and dump controls                                prdmp
970 if (nwc.eq.1) prn=ritm
      if (nwc.eq.2) dmp=ritm
      if (nwc.eq.3) mct=iitm
      if (nwc.eq.4) ndmp=iitm
      if (nwc.eq.5.and.iitm.gt.0) npd=iitm
      if (nwc.eq.6) jckerr=iitm                                ! additional
      return
      . . .

```

(3) サブルーチン tpefil の修正内容

```

      subroutine tpefil (mm)
c       do all i/o on runtpe, the file of restart dumps.
c
c
c


修正前


      go to (10, 20, 30, 50, 80, 170, 180, 250) mm
c
c >>>> mm=1 -- create runtpe with a unique name.  write first record.
10 call unique (runtpe, jtty)
   open (iur, file=runtpe, form='unformatted', status='new')
   call getidt (idtm)
   write (iur) kod, ver, loddatt, idtm, chcd, probid, probs, aid, ufil, mxe
   return
      .
      .
      .
c
c >>>> mm=5 -- open existing runtpe and read it for continue run.
80 if (inqire (runtpe). eq. 0) call expire (0, 'tpefil',
1 'file '//runtpe//' does not exist.')
   open (iur, file=runtpe, form='unformatted', status='old')
   rewind iur
c
c       read and check the first record.
c       read (iur) hk, hv, hl, hi, hc, probid, probs, aid, ufil, mxe
      .
      .
      .
c
c       print comments about starting from the restart dump.
140 write (iuo, 150) knod, runtpe, nps, cts/60., probid
150 format (/23h starting from dump no. , i5, 11h from file , a8, 5x,
1 5hnps =, i10, 5x, 5hctm =, f8. 2, 5x, 9hprobid =, a19/)
   write (jtty, 160) knod, runtpe, nps, cts/60., probid
160 format (19h starting from dump, i5, 7h file , a8, 6h nps =, i10,
1 6h ctm =, f8. 2/10h probid =, a19)
   return
      .
      .
      .

```

修正後

```

      character Vwwg*5
      parameter (Vwwg='4b2wg')
      common /updwwg/ jsswwg, zWWE (99, 3), zWWGE (99, 3)
      common /upderr/ jckerr, nntal, jaorl, verr, intal (1000), notal (1000)
      logical lexist

      go to (10, 20, 30, 50, 80, 170, 180, 250) mm
c
c >>>> mm=1 -- create runtpe with a unique name.  write first record.
10 call unique (runtpe, jtty)
   open (iur, file=runtpe, form='unformatted', status='new')
   call getidt (idtm)
   write (iur) kod, Vwwg, loddatt, idtm, chcd, probid, probs, aid, ufil, mxe,
1     jsswwg, jckerr
   if (jckerr. ne. 0) go to 300
   return
      .
      .
      .
c
c >>>> mm=5 -- open existing runtpe and read it for continue run.
80 if (inqire (runtpe). eq. 0) call expire (0, 'tpefil',
1 'file '//runtpe//' does not exist.')

```

```

open(iur, file=runtpe, form='unformatted', status='old')
rewind iur
c
c   read and check the first record.
read(iur) hk, hv
rewind iur
jckerr=0
if(hv. eq. Vwwg) then
1   read(iur) hk, hv, hl, hi, hc, probid, probs, aid, ufil, mx,
      jsswwg, jckerr
else
  read(iur) hk, hv, hl, hi, hc, probid, probs, aid, ufil, mx
endif
. . .

c
c   print comments about starting from the restart dump.
140 write(iuo, 150) knod, runtpe, nps, cts/60., probid
150 format(/23h starting from dump no. , i5, 11h from file , a8, 5x,
      1 5hnps =, i10, 5x, 5hctm =, f8. 2, 5x, 9hprobid =, a19/)
      write(jtty, 160) knod, runtpe, nps, cts/60., probid
160 format(19h starting from dump, i5, 7h file , a8, 6h nps =, i10,
      1 6h ctm =, f8. 2/10h probid =, a19)

      if(jckerr. ne. 0) go to 300

      return
. . .

c
c* Read the 'ntals' file data.
300 continue
inquire(FILE='ntals.tbl', EXIST=lexist)
jaor1=0
verr =0. 05
if(lexist) then
  open(90, file='ntals.tbl', status='old', form='formatted')
  read(90, 350, end=400) nntal, jaor1, verr
  nntal=abs(nntal)
  if(jaor1. ne. 0) jaor1=1
  if(verr. le. 0.) verr=0. 05
  if(nntal. eq. 0) go to 335
  if(nntal. gt. ntal) nntal=ntal
  i=1
310 continue
  ib=10*(i-1)+1
  ie=10*i
  if(nntal. le. ie) ie=nntal
  read(90, 360, end=400) (intal(j), j=ib, ie)
  if(ie. ne. nntal) then
    i=i+1
    go to 310
  endif
  do 330 j=1, nntal
    notal(j)=0
    do 320 i=1, nntal
      if(intal(j). eq. jptal(ljpt+1, i)) then
        notal(j)=i
        go to 330
      endif
    endif
320 continue
    if(notal(j). eq. 0) then
      write(6, *) 'Data error. ', j, '-th data in ntals.tbl. value='
1      intal(j)
      stop 99
    endif

```

```

330 continue
    go to 345
endif

335 continue
    nntal=ntal
    do 340 i=1, nntal
        intal(i)=jptal(ljpt+1, i)
        notal(i)=i
340 continue

345 continue
    close(90)
    return
350 format(2i5, f5.2)
360 format(10i6)

400 continue
    write(6, *) 'End of file in ntals.tbl-file.'
    stop 99

end

```

(4) サブルーチンoutputの修正内容

```

subroutine output
c      do output for mcrun.
c

```

修正前

```

c
c      print if required.
60 if (mpc+nst. eq. 0) go to 70
    call summary
    tlc=cpl
c
c      dump if required.
70 if ( . . .
    . . .
    return
end

```

<-----*** 以下の ※部を挿入 ***

修正後

```

dimension iv(8)
common /updwg/ jsswng, zWWE(99,3), zWWGE(99,3)
common /upderr/ jckerr, nntal, jaor1, verr, intal(1000), notal(1000)
. . .
c
c      print if required.
60 if (mpc+nst. eq. 0) go to 70
    if (nst. ne. 0) go to 610
    if (jckerr. eq. 0) go to 610
C*-----*
    ilow005=0
c      return if kcode problem has not yet tallied.
    if (kc8. le. 0) then

```

^
 |
 ※
 ⋮

```

c
t=nps
if (nsr. eq. 6. and. nrrs. ge. nrss) t=np1
if (nsr. eq. 6. and. nrrs. lt. nrss) t=npsr
t1=nsrck*(kcz+1-ikz)-wt0*nsa
if (knrm. ne. 0) t1=nps-nskk
if (dbcn (20). eq. 0. . and. kc8. lt. 0) t=t1
ffpi=1./max (one, t)

c
do all of the tallies in the problem.
do 560 iper=0, npert

do 550 jj=1, nntal
ital=notal (jj)

c
do the outer six levels of the printing hierarchy.
do 540 i1=1, iptal (lipt+1, 3, ital)
iv (1) =i1
do 530 i2=1, iptal (lipt+2, 3, ital)
iv (2) =i2
do 530 i3=1, iptal (lipt+3, 3, ital)
iv (3) =i3
do 530 i4=1, iptal (lipt+4, 3, ital)
iv (4) =i4
do 530 i5=1, iptal (lipt+5, 3, ital)
iv (5) =i5
do 530 i6=1, iptal (lipt+6, 3, ital)
iv (6) =i6

c
mk=iptal (lipt+8, 3, ital)
do 520 ik=1, mk, 5
n=min (5, mk-ik+1)
do 520 i7=1, iptal (lipt+7, 3, ital)
iv (7) =i7

c
compute the errors for the table line.
do 500 i=1, n
iv (8) =ik+i-1
j=1tal+jptal (ljpt+5, ital) +iv (8) +iptal (lipt+8, 5, ital) * (iv (7) -1) +
1 iptal (lipt+7, 5, ital) * (iv (6) -1) +iptal (lipt+6, 5, ital) * (iv (5) -1) +
2 iptal (lipt+5, 5, ital) * (iv (4) -1) +iptal (lipt+4, 5, ital) * (iv (3) -1) +
3 iptal (lipt+3, 5, ital) * (iv (2) -1) +iptal (lipt+2, 5, ital) * (iv (1) -1) +mxf
j=j+iper*mxfp
tpp (5+i) =0.
if (tal (j) . eq. 0. . or. tal (mxf+j) . eq. 0.) go to 500
t=tal (j)
tpp (5+i) =sqrt (max (zero, min (tal (mxf+j) /t**2-ffpi, one) ))
if (tpp (5+i) . le. 1. e-7) tpp (5+i) =0.
500 continue

c
if all errors < verr , then stop running.
do 510 i=1, n
if (tpp (i+5) . ge. verr) then
if (jaor1. eq. 1) go to 550
ilow005=1
go to 600
endif
510 continue

c
520 continue
530 continue
540 continue
if (jaor1. eq. 1) go to 600

c
550 continue
560 continue
if (jaor1. eq. 1) ilow005=1

c

```

```

600 continue
    if (ilow005. eq. 0) then
        nst=nst+4
    endif
c
    endif          ! if (kc8. le. 0) then ...
C*-----*
c
    if ((nst. eq. 0). and. (jckerr. ne. 1)) go to 620
610 continue
    call summary
c
620 continue
    <-----*** 追加 ***
-----
    tlc=cpl
c
c    dump if required.
70 if( . . .
    . . .

return
end

```

⋮
 ✖
 ↓

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

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

表3 固有の名称をもつSI組立単位

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

表2 SIと併用される単位

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

1 eV=1.60218×10⁻¹⁹J
1 u=1.66054×10⁻²⁷kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

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

1 Å=0.1nm=10⁻¹⁰m
1 b=100fm²=10⁻²⁸m²
1 bar=0.1MPa=10⁵Pa
1 Gal=1cm/s²=10⁻²m/s²
1 Ci=3.7×10¹⁰Bq
1 R=2.58×10⁻⁴C/kg
1 rad=1cGy=10⁻²Gy
1 rem=1cSv=10⁻²Sv

表5 SI接頭語

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

(注)

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

換算表

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

粘度 1 Pa·s(N·s/m²)=10 P(ポアズ)(g/(cm·s))

動粘度 1 m²/s=10⁴St(ストークス)(cm²/s)

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

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778×10 ⁻⁷	0.238889	9.47813×10 ⁻⁴	0.737562	6.24150×10 ¹⁸
	9.80665	1	2.72407×10 ⁻⁶	2.34270	9.29487×10 ⁻³	7.23301	6.12082×10 ¹⁹
	3.6×10 ⁶	3.67098×10 ⁵	1	8.59999×10 ⁵	3412.13	2.65522×10 ⁶	2.24694×10 ²⁵
	4.18605	0.426858	1.16279×10 ⁻⁶	1	3.96759×10 ⁻³	3.08747	2.61272×10 ¹⁹
	1055.06	107.586	2.93072×10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515×10 ²¹
	1.35582	0.138255	3.76616×10 ⁻⁷	0.323890	1.28506×10 ⁻³	1	8.46233×10 ¹⁸
	1.60218×10 ⁻¹⁹	1.63377×10 ⁻²⁰	4.45050×10 ⁻²⁶	3.82743×10 ⁻²¹	1.51857×10 ⁻²²	1.18171×10 ⁻¹⁹	1

1 cal= 4.18605J (計量法)
= 4.184J (熱化学)
= 4.1855J (15°C)
= 4.1868J (国際蒸気表)
仕事率 1 PS(仏馬力)
= 75 kgf·m/s
= 735.499W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270×10 ⁻¹¹
	3.7×10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58×10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

モンテカルロ崩壊ガンマ線輸送計算システムの開発 (モンテカルロ粒子輸送計算コードと誘導放射能計算コードとの連結システム)