

JAERI - M
91-066

並列計算機を利用した遮蔽安全評価用
モンテカルロコードMCACEの高速化
(1) MCACEコードの並列化とシミュレーターによる性能評価

1991年4月

川添 明美*・高野 誠・増川 史洋
内藤 俣孝・南 多善*

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

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1991

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 いばらき印刷(株)

並列計算機を利用した遮蔽安全評価用
モンテカルロコード MCACE の高速化

(1) MCACE コードの並列化とシミュレーターによる性能評価

日本原子力研究所東海研究所燃料安全工学部

川添 明美*・高野 誠・増川 史洋

内藤 俣孝・南 多善*

(1991年3月15日受理)

遮蔽解析精度の向上を目的として、遮蔽解析用モンテカルロコード MCACE の並列化を行った。効果的な並列化を行うため、MCACE の静的および動的なプログラム解析を行い、並列化のアルゴリズムを策定した。さらに、並列計算機の各セルの使用効率を向上させるため、それぞれの計算バッチを計算実行中に動的に空いているセルへ割り当てるなどの工夫を行った。並列化後の MCACE の性能評価を並列計算機のシミュレーターを使用して行ったところ、各セルの稼働率がほぼ 100% に近く並列化が最大限行われていることがわかった。サンプル問題として、400 粒子 8 バッチのものを全 8 セルの並列計算機上で実行させれば、約 7.13 倍の速度向上になることがシミュレーターにより予測された。

Speedup of MCACE, a Monte Carlo Code for Evaluation of
Shielding Safety, by Parallel Computer

(1) Paralleling of MCACE Code and
Performance Evaluation by Simulator

Akemi KAWAZOE^{*}, Makoto TAKANO, Fumihiro MASUKAWA
Yoshitaka NAITO and Kazuyoshi MINAMI^{*}

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

(Received March 15, 1991)

In order to improve the accuracy of shielding analysis, we have modified MCACE, a Monte Carlo code for shielding analysis, to be able to execute on a parallel computer. The suitable algorithms for efficient paralleling has been investigated by static and dynamic analyses of the code. This includes a strategy where new units of batches are assigned to the idling cells dynamically during the execution.

The efficiency of paralleling has been measured by using a simulator of a parallel computer. It is found that the load factor of all cells reached nearly 100%, and consequently, it can be said that the most effective paralleling has been achieved. The simulator has estimated the effect of paralleling as the speedup of 7.13 times when a sample problem of 8 batches, 400 particles per one batch, is loaded on a parallel computer equipped with 8 cells.

Keywords: Parallel Computer, Monte Carlo, Speedup, Shielding Analysis,
Parallel Algorithm, Simulator, Evaluation, Software, MCACE,
MORSE

* FUJITSU Limited.

目 次

1. 緒 言	1
2. 並列計算機とシミュレーターの概要	2
2.1 並列計算機 AP1000 の概要	2
2.1.1 ハードウェア	2
2.1.2 基本ソフトウェア	2
2.1.3 ユーザー・アプリケーションプログラム	3
2.2 AP1000アーキテクチャ・シミュレータ・ソフトウェア (CASIM)の概要	3
3. MCACEの並列化	5
3.1 M780からFACOM S-ファミリへの交換	5
3.2 オリジナルプログラムの分析	6
3.2.1 静的解析	6
3.2.2 動的解析	6
3.3 並列化プログラムと実行時プログラムフロー	6
4. 並列化による性能向上評価	15
5. 並列化効率向上に関する検討	19
5.1 ホスト側での効率化	19
5.2 セル側での効率化	19
5.3 セルのアイドル時間と負荷分散	20
6. 結 論	24
謝 辞	24
参考文献	24
付録1 追加・変更モジュール一覧	25
付録2 モジュール追加・変更概要	27
付録3 新規モジュールのプログラムフロー	37
付録4 追加・変更モジュール設計書	43
付録5 並列版MCACE使用手引	59
付録6 サンプル出力例	61

Contents

1. Introduction	1
2. Parallel Computer and Simulator	2
2.1 AP-100 Parallel Computer	2
2.1.1 Hardware	2
2.1.2 Software	2
2.1.3 User Application Program	3
2.2 AP-1000 Architecture Simulator Software (CASIM)	3
3. Paralleling of MCACE Code	5
3.1 Conversion from M-780 to FACOM S-Family Versions	5
3.2 Analysis of Original Program	6
3.2.1 Static Analysis	6
3.2.2 Dynamic Analysis	6
3.3 Paralleled Program and Program Flow during Execution	6
4. Performance Evaluation of Paralleling	15
5. Investigation for Higher Degree of Paralleling	19
5.1 Improvements at Host Side	19
5.2 Improvements at Cell Side	19
5.3 Cell Idling Time and Load Dispersion	20
6. Conclusion	24
Acknowledgement	24
References	24
Appendix 1 List of Added and/or Modified Modules	25
Appendix 2 Description of Added and/or Modified Modules	27
Appendix 3 Program Flow of New Modules	37
Appendix 4 Design of Added and/or Modified Modules	43
Appendix 5 Paralleled MCACE Installation Guide	59
Appendix 6 Sample Output List	61

1. 緒 言

近年、計算機の発達により原子力の分野においても、モンテカルロ法に基づく解析計算が可能になってきた。特に、複雑な幾何形状の対象を取り扱う臨界計算や遮蔽計算にはこの方法は有効であると考えられている。現在使用されている第4世代の計算機の出現により、臨界計算をモンテカルロ法で行うことが実用可能となった。モンテカルロ計算における標準偏差は、試行回数の平方根に反比例するが、臨界計算においては積分量である固有値の標準偏差が問題となるのに対して、遮蔽計算においては着目する場所の線量率の標準偏差が問題となる。後者の標準偏差は、前者のそれよりも通常桁違いに大きな値となる。それ故、遮蔽計算においては臨界計算の場合に比して多くの試行回数を要求される。現在の世界最高水準のスカラー計算機を使用しても、モンテカルロ法により十分満足できる遮蔽解析を行うことは容易ではない。また、ベクトル計算機用にモンテカルロ法のアルゴリズムをベクトル化する試みも行われているが、飛躍的な計算速度の改善は見られていない。一方、モンテカルロ法では、それぞれの試行は互いに独立しており並列計算機向きであると言える。第5世代の計算機の開発の結果、実用的な並列計算機が次第に使用可能な状況になりつつある。さらに、1991年から開始される第6世代の計算機の開発においても、超並列計算が一つの目玉になっており、高性能の並列計算機が近い将来出現することが期待される。このような計算技術発展の展望に立って、遮蔽計算に対する並列計算機の適応性についてここで検討する。遮蔽計算コードとしては、原研で開発されたMCACEコードを対象にする。

本報告では、MCACEコードの並列化の方法及び並列計算機シミュレーターを用いて行った並列化による性能評価の結果について示す。また、並列化の際に行ったプログラムの追加・修正部分については、付録に示し後の改良等に資するようにする。並列化による性能評価等のために用いたサンプル問題は「 ^{60}Co ガンマー線源によるスカイシャイン問題」である。

2. 並列計算機とシミュレーターの概要

様々な分野で多用されるモンテカルロ法に基づく各種計算コードの計算結果の精度を向上させるためには、多くの試行を繰り返すことが必要であり、これによる膨大な計算時間を短縮することが重要となる。

電子計算機の飛躍的な処理性能の向上には、従来のアーキテクチャやデバイス技術による高速化に加えて、多くのCPUを使用した並列処理が不可欠であると考えられる。特に、モンテカルロ計算はベクトル計算機による高速化が困難であるコードも多く、並列計算による速度向上が期待されている分野である。

並列計算機として最大1024台のCPUまで結合できる高並列計算機AP1000を富士通(株)が開発中である。AP1000に先がけワークステーション上で並列化プログラムのデバッグおよび並列計算の模擬実行の可能なAP1000アーキテクチャ・ソフトウェア・シミュレータCASIMが既に開発されている。

2.1 並列計算機AP1000の概要

AP1000は、数値計算等の高速実行と、並列ソフトウェアの研究環境を実現することを目的とした、分散メモリ型の並列計算機である。並列計算機AP1000のシステム構成について示す。

2.1.1 ハードウェア

AP1000のシステム構成を図2.1に示す。AP1000は、最大1024台の汎用マイクロプロセッサ(セル)を使用したMIMD (Multi Instruction Stream Multi Data Stream)方式の並列計算機である。

AP1000は高速計算を実現する3種類のネットワークを持つ。第1にホストと全セルは、毎秒50メガバイトの転送能力を持つブロードキャスト・ネットワークで接続され、ホストからセルへの放送を基本にした効率の良い通信が可能である。第2にセルとセルの間は毎秒25メガバイトの転送能力を持つ2次元トラス状ネットワークで接続され自動ルーティング機能により、隣接セルだけでなく遠隔セルとも高速に通信できる。さらに高速に同期を行うためのネットワークを別に持っている。

各セルは、25MHzで動作する32ビットRISC (Reduced Instruction Set Computer, 縮小命令セットコンピューター)アーキテクチャのInteger UnitとFloating Point Unitを使用しており、セル単体でピーク性能15MIPS, 12.5メガFLOPS, メモリ16MBを持つ。

2.1.2 基本ソフトウェア

AP1000の基本ソフトウェアは、ホスト側とセル側の両方に搭載されている。各セルには、AP1000独自のオペレーティング・システムが全セルに同様に搭載され、ホスト計算機のSフェ

ミリ上には、AP 1000 ドライバと呼ばれるシステムが UNIX 上で動作している。この基本ソフトウェア上で、並列計算を実現するためのシステム・ライブラリやユーザ・プログラムが動作する。

2.1.3 ユーザ・アプリケーション・プログラム

AP 1000 は、フロントエンド・プロセッサ（ホスト計算機）として S ファミリを使用してユーザは S ファミリ上で並列化プログラムを開発し、実行する。

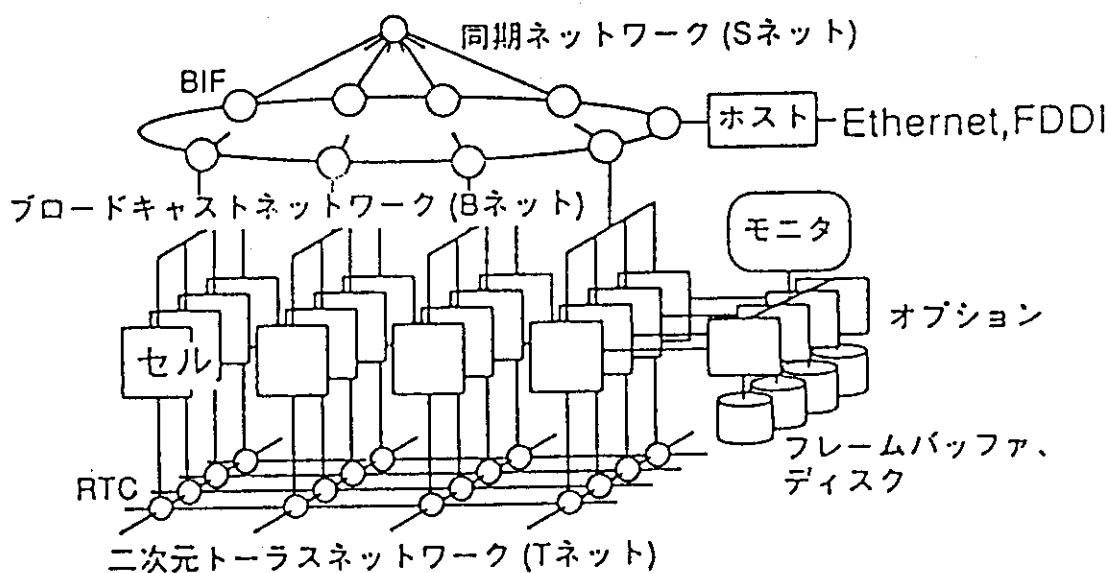
ユーザは、AP 1000 での並列実行のためにホスト側とセル側の 2 種類のプログラムを開発する必要がある。具体的には、ホスト側のプログラムとセル側のプログラムで AP 1000 用のシステム・ライブラリを並列性を考えて記述していく。この作業をここでは並列化作業と呼ぶ。

並列性の記述で特に重要なセルとホスト間およびセルとセル間の通信は、送信、受信および同期等の機能を持つサブルーチン・ライブラリを呼び出すことによって実現する。

2.2 AP 1000 アーキテクチャ・シミュレータ・ソフトウェア (CASIM) の概要

CASIM は、並列ソフトウェア開発を支援するため、AP 1000 での並列実行を並列ライブラリで模擬するツールであり、ワークステーション上で稼働する。時刻管理を基に並列実行を模擬することによって、非同期性に対応したデバックを行うことができる。

図 2.2 に CASIM での並列化プログラム実行の画面例を示す。1 つのセルおよびホストは、1 つのウィンドウに対応していて、プロセス間通信によって通信処理を模擬している。



セル: セルプロセッサ

BIF: Bネットインターフェース

RTC: ルーティングコントローラ

図 2.1 AP1000 のシステム構成

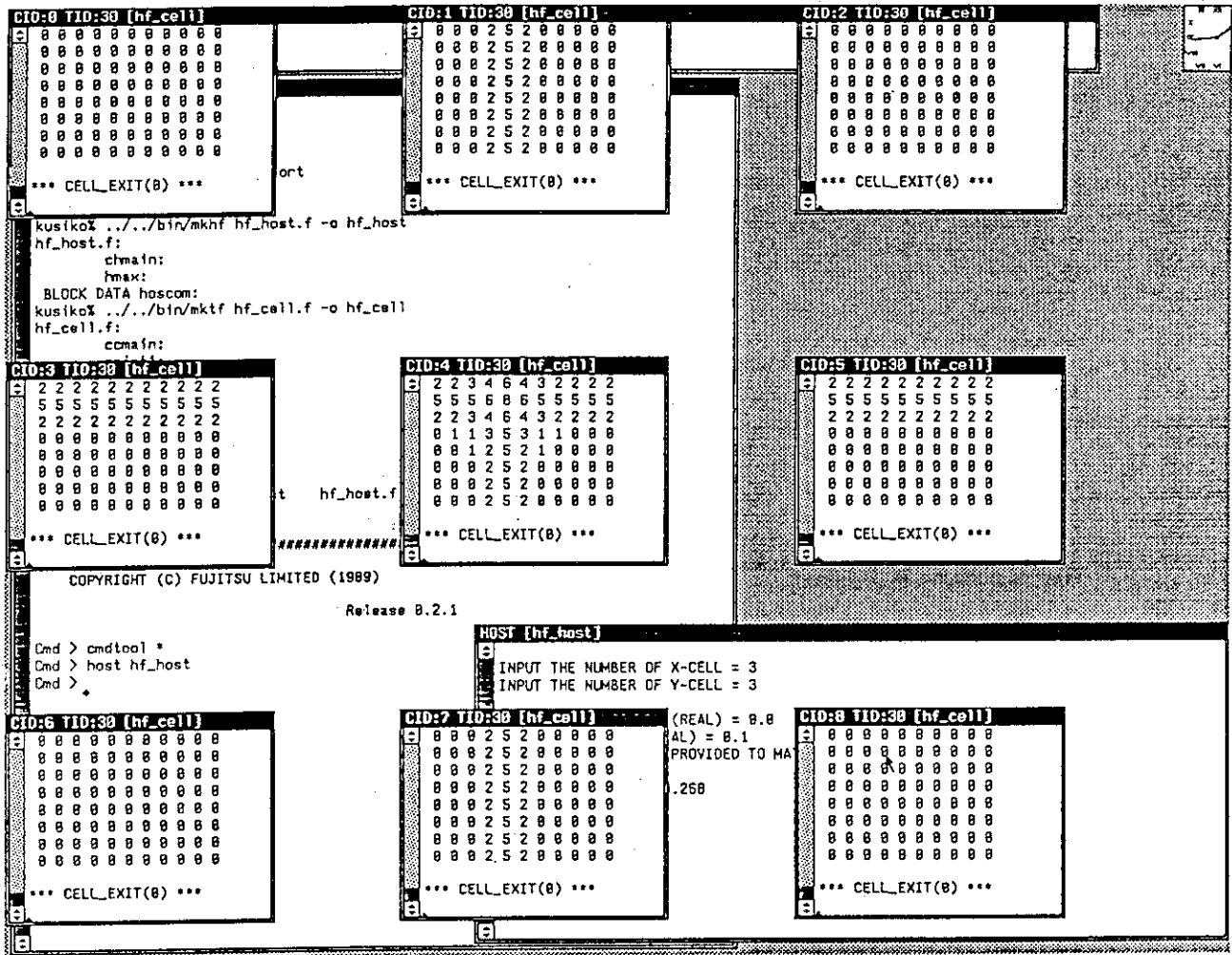


図2.2 CASIMでの並列化プログラム実行の画面例

3. MCACE の並列化

MCACE コードは、FACOM M-780 での使用を念頭に作成されているが、並列計算機 AP 1000 は、ホスト計算機を FACOM S ファミリとしているため、まず M780 用から FACOM S ファミリ用に MCACE を変換する必要がある。次に、MCACE コードの静的および動的解析を行い、並列化の方法を策定した後、プログラムの並列化を行う。

3.1 M780 から FACOM S ファミリへの変換

ハードウェアおよびソフトウェア上の相違に基づく以下のような変更が必要である。

- (1) サービスルーチンおよび組み込み関数を次のように変更した。

M780	S ファミリ
CLOCKM	ITIME
ARCOS	ACOS
ARSIN	ASIN

- (2) 有効桁数が下表のように異なるので、指数計算の限界を判定している部分および二乗計算等桁落ちの起こりうる箇所に変更を加えた。

	単精度	倍精度
S ファミリ	$1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{38}$	$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$
M780	$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$	$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$

- (3) M780 と S シリーズでは倍精度・単精度の内部表現方法が下表のように異なるので、倍精度の 2 ワード目を無視することで単精度に変換している箇所に変更を加えた。

	単精度	倍精度
M780	0 1~8 9~32 S 指数 仮数	0 1~8 9~32~64 S 指数 仮数
S ファミリ	0 1~8 9~32 S 指数 仮数	0 1~11 12~32~64 S 指数 仮数

- (4) 新たに入力データファイルを定義し、ユニット番号を元来の 5 番から 19 番に変更してオー

プン文を追加した。

これは、5番は標準入力であるために従来のMCACEで使用されていた5番でのファイルオープン文はSファミリのFORTRANではエラーになるためである。

3.2 オリジナル・プログラムの分析

3.2.1 静的解析

MCACEではサブルーチンMORSEが、下位の各サブルーチンを制御して処理を行っている。MORSEは利用者の入力データによって指定したバッチの組数、バッチ数、各バッチの粒子数に従って計算する。ここで、バッチとは計算値の信頼性を評価するための標準偏差を出すために、計算上設定したものであり、各バッチは全く独立である。図3.1にMCACEシステムの構成を、図3.2にMCACEのプログラム構造概略を示す。さらに実際のモンテカルロ計算を行うサブルーチンMORSEの繰り返し計算ループの構造を図3.3に示す。

3.2.2 動的解析

MCACEの処理の実行時間を100粒子8バッチと200粒子64バッチの場合で、バッチを処理する部分が全体の実行時間に占める割合を見ると

100粒子8バッチ	98.0%
200粒子64バッチ	99.8%

となり、MCACEの処理時間のほとんどの時間がバッチを処理するために使用されていることがわかる。

3.3 並列化プログラムと実行時プログラムフロー

前節の検討により、計算時間のほとんどがバッチを処理する部分で消費されていることがわかり、この部分を並列化することとする。各々のバッチの処理は、互いに独立しており、各バッチ間でデータ通信をする必要がなく、各セルへ単位バッチを割り当てる方法で並列化を行う。

使用可能なセル全部に単位バッチを割り当て処理を行い、バッチの処理を終えたセルには、他のセルでのバッチの処理終了を待つことなく次々に新たなバッチを与えて行く。この時の処理順序は①～⑤のようであり、図3.4にその概念を示す。

- ① ホストは入力データの読み込み・各変数の初期化・各セルの乱数初期値生成を行った後、全セルにそれらのデータを送信して、各セルから送られてくる計算結果データを待つ。
- ② セルはホストから送信されたデータを受信すると、自分の『セル番号+1』のバッチ番号のバッチの計算をして、計算結果をホストへ送信する。
- ③ ホストは計算結果データを受信すると、次に計算すべきバッチ番号か、もしくは計算すべきバッチが無い場合は、終了指示をデータを送って来たセルへ送信する。
- ④ セルはバッチ番号を受信するとバッチ番号のバッチの計算を行い、終了指示を受信すると

自タスクを終了させる。

- ⑥ ホストは、全バッチ計算が終了すると、FLUX等の計算・印刷を行いプログラムを終了する。

実際には、MCACEのサブルーチンMORSE以下を、図3.5に示すようにホスト側とセル側の2種類に分割し各バッチの処理をセル側で行えるようにする。

また、ホスト側とセル側で必要となるデータ送受信のプログラムフローの中でのタイミングを図3.6に示す。さらに3セルで5バッチの処理を実行した際の、ホストとセル間のデータ通信発生状況を図3.7に示す。両図中の記号の意味を次に示す。

【ホスト】

- α 全セルに対しCOMMOMデータ・各バッチの乱数初期値のテーブルを放送する。

【サブルーチン名 BSTAT0】

- β セルからのメッセージは、リスタートファイルデータと、その他のデータの2種類がある。リスタートファイルデータを受信した場合、リスタートファイルに書き込んで次のメッセージを待つ。

その他のデータを受信した場合、送信してきたセルに対し次に計算させるバッチのバッチ番号を送信する。

さらに、セル側での計算結果を表示・加算（平均値計算用等）してルーチンを終了する。

【サブルーチン名 BREC】

- γ β とほとんど同じ処理を行うが、セルにバッチ番号を送信するかわりに、セルにセルタスク終了指示を送信する。

【サブルーチン名 BREC】

【セル】

- A ホストからCOMMOMデータ・各バッチの乱数初期値のテーブルを受信する。

【サブルーチン名 CREC】

- B 1バッチの計算を行う。

この過程でリスタートファイルデータと表示・計算結果を各々の送信データ領域へセットしていく。

【サブルーチン名 CMORSE】

- C リスタートファイルデータをホストへ送信する。

【サブルーチン名 CCMAIN】

- D 表示・計算結果データをホストへ送信する。

【サブルーチン名 CCMAIN】

- E ホストからの送信を待つ。

【サブルーチン名 CCMAIN】

送受信データ内容 (200 粒子・8 バッチの場合)

項番	送信方向	データ内容	データ長 単位:バイト	送受信頻度
①	ホスト→セル	COMMON データ・各バッチの乱数初期値	613416+ (セル数×4)	最初1回のみ
②	セル →ホスト	リスタートファイルデータ	1892	1 バッチ毎
③	セル →ホスト	表示・計算結果データ	2744	1 バッチ毎
④	ホスト→セル	バッチ番号	4	1 バッチ毎 但し①の直後のみ 送受信しない
⑤	ホスト→セル	セルタスク終了指示	4	最後1回のみ

ここで、使用する乱数は、MCACE で使用されている合同乗算法を並列計算機用に改良したものを使用する。この方法は、まずホスト側で乱数をセル数と等しいだけ発生させ、これを各セルへ一つづつ与え、各セルでの乱数発生の初期値とする。次に各セルでは、与えられた初期値を元に計算に使用する乱数列を発生する。ここで、合同乗算法で使用する乗算数は、セル台数を n とすれば n 乗したものを使用する。この方法は、並列計算機でモンテカルロ法を処理する場合に良く用いられている方法である²⁾。この方法を、セル数が3個の場合について図3.8に示す。

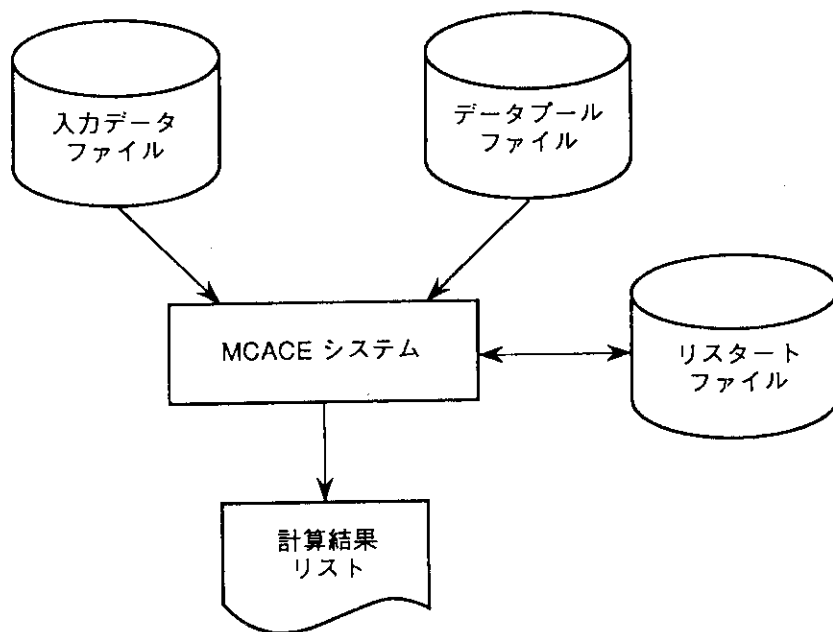


図 3.1 MCACE のシステム構成

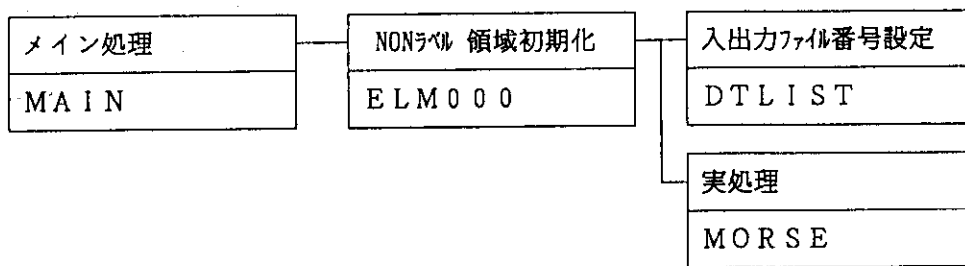


図 3.2 MCACE のプログラム構造

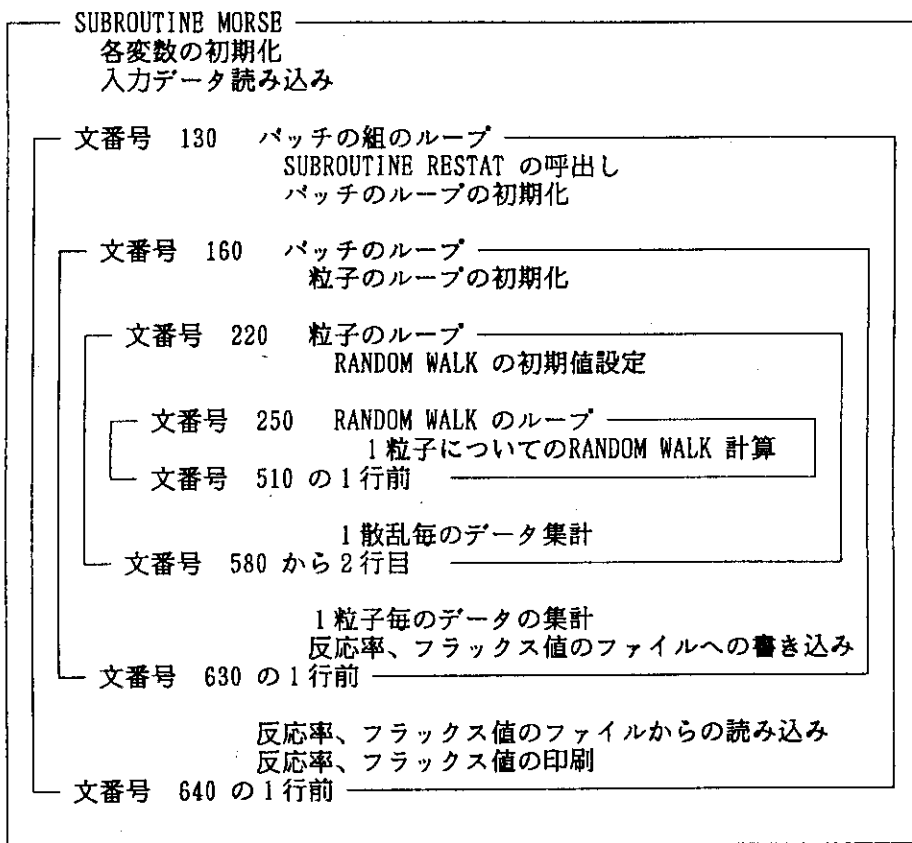


図3.3 サブルーチンMORSEの繰り返しループ構造

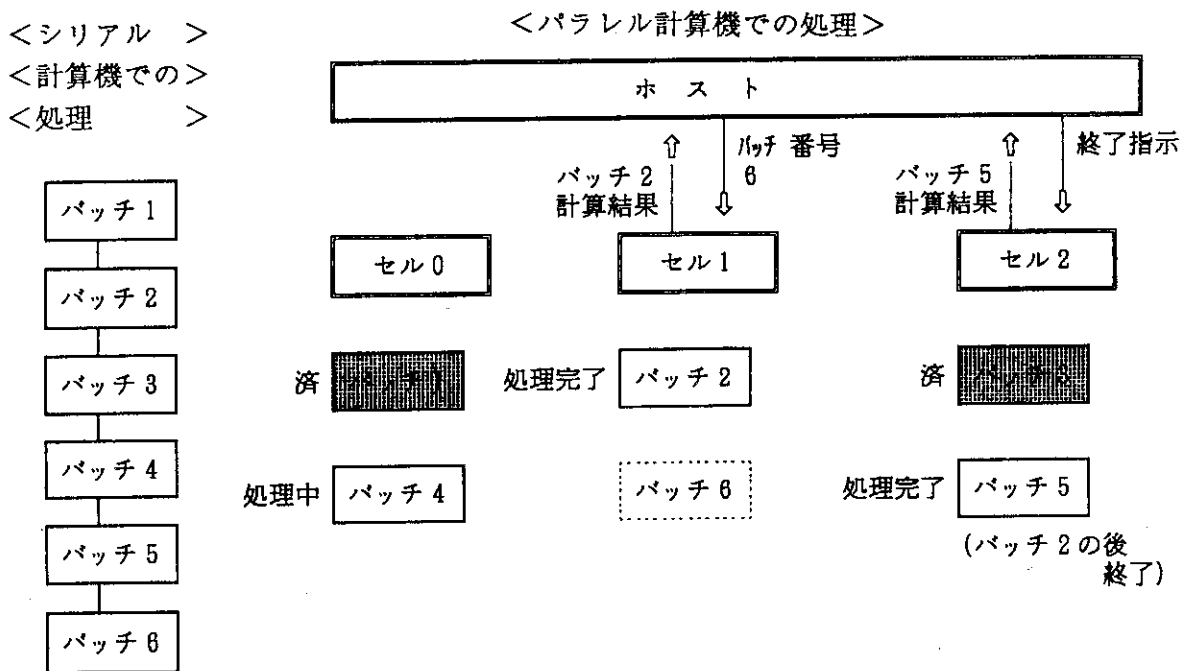


図3.4 6バッチを3個のセルを有する並列計算機で処理した時の実行状況

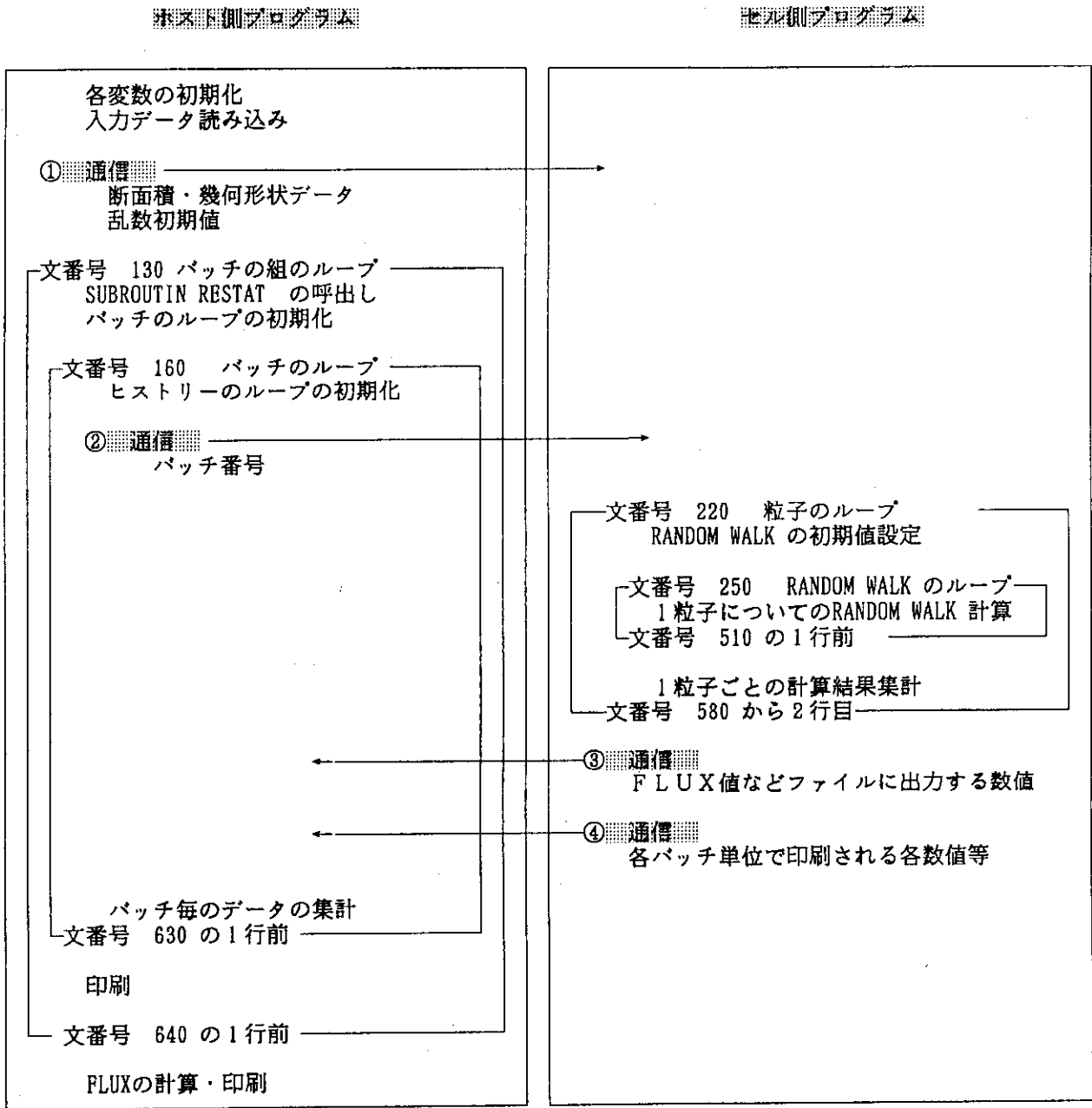


図3.5 サブルーチン MORSE の並列化
(プログラムのホストとセルへの分割)

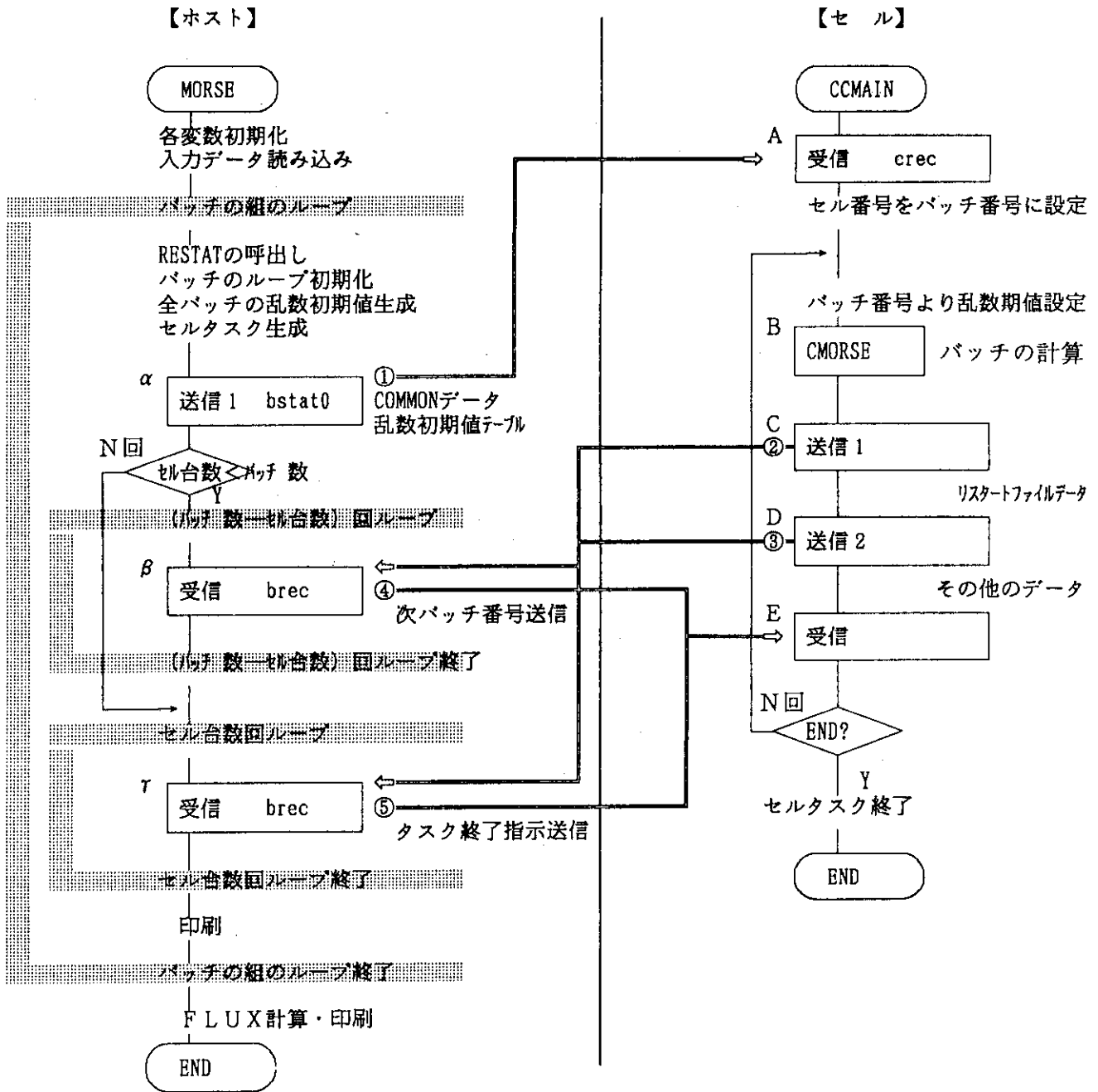


図3.6 ホストとセル間のデータ送受信フロー
(CCMAINは、セルプログラムのメインルーチン)

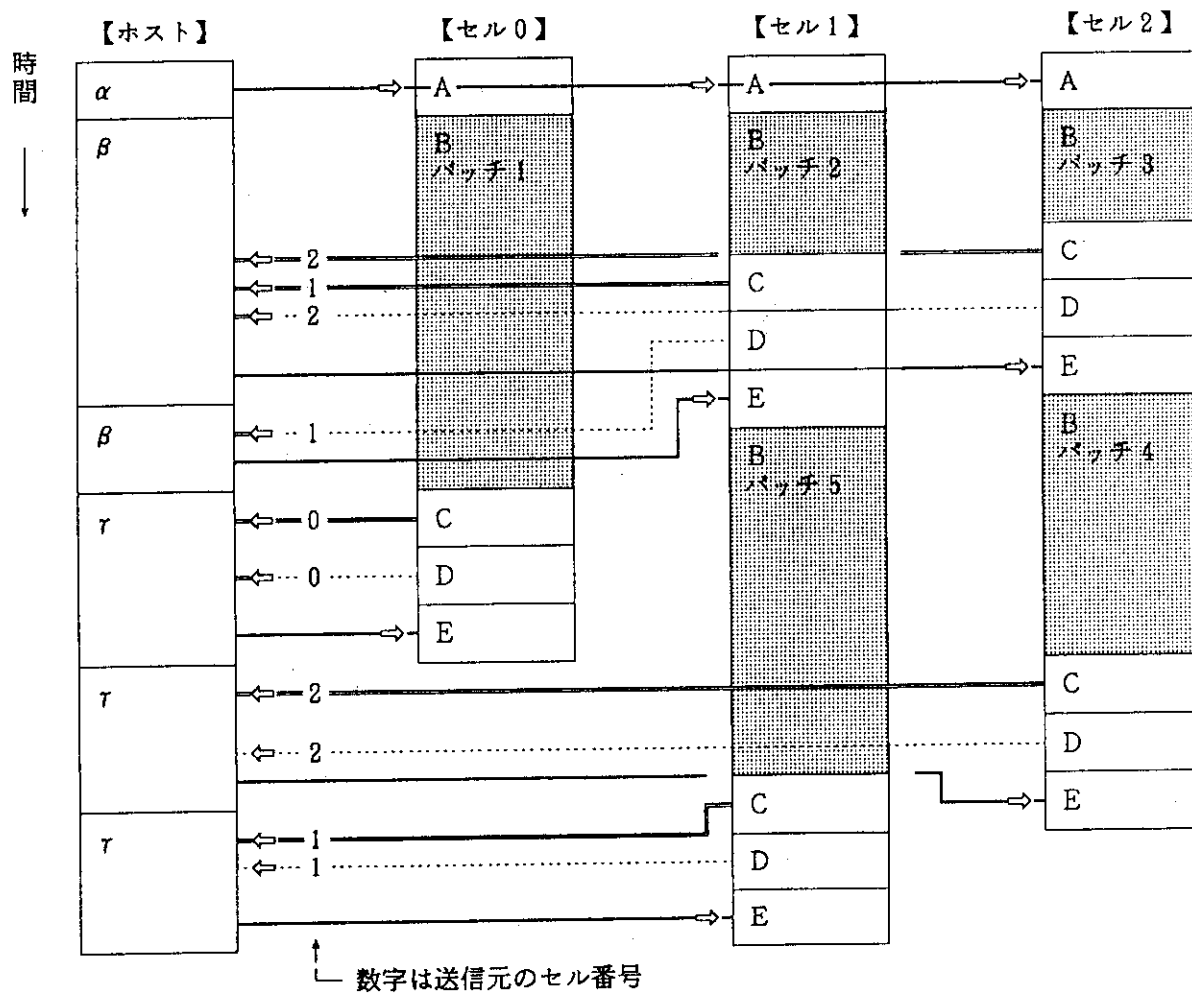


図3.7 ホスト・セルの通信タイムチャート例
(セル3台, バッチ数5の場合)

合同乗算法による乱数列 $a, x \dots$ 初期値

乱数発生順序	1	2	3	4	5	6	……	n
乱数値	x	ax	a ² x	a ³ x	a ⁴ x	a ⁵ x	……	a ⁿ⁻¹ x

並列化した合同乗算法

乱数発生順序	1	2	3	4	5	6	……	n
セル1	x	a ³ x	a ⁶ x	a ⁹ x	a ¹² x	a ¹⁵ x	……	a ³ⁿ⁻³ x
セル2	ax	a ⁴ x	a ⁷ x	a ¹⁰ x	a ¹³ x	a ¹⁶ x	……	a ³ⁿ⁻² x
セル3	a ² x	a ⁵ x	a ⁸ x	a ¹¹ x	a ¹⁴ x	a ¹⁷ x	……	a ³ⁿ⁻¹ x

↓ $b = a^3, x = x_1, ax = x_2, a^2x = x_3$ とすれば

乱数発生順序	1	2	3	4	5	6	……	n
セル1	x ₁	bx ₁	b ² x ₁	b ³ x ₁	b ⁴ x ₁	b ⁵ x ₁	……	b ⁿ⁻¹ x ₁
セル2	x ₂	bx ₂	b ² x ₂	b ³ x ₂	b ⁴ x ₂	b ⁵ x ₂	……	b ⁿ⁻¹ x ₂
セル3	x ₃	bx ₃	b ² x ₃	b ³ x ₃	b ⁴ x ₃	b ⁵ x ₃	……	b ⁿ⁻¹ x ₃

したがって、各セルの初期値としてそれぞれ x_1, x_2, x_3 および b を与えることで、合同乗算法のアルゴリズムを各セルで使用でき、かつ、全体としても、並列化前の乱数列を再現できる。

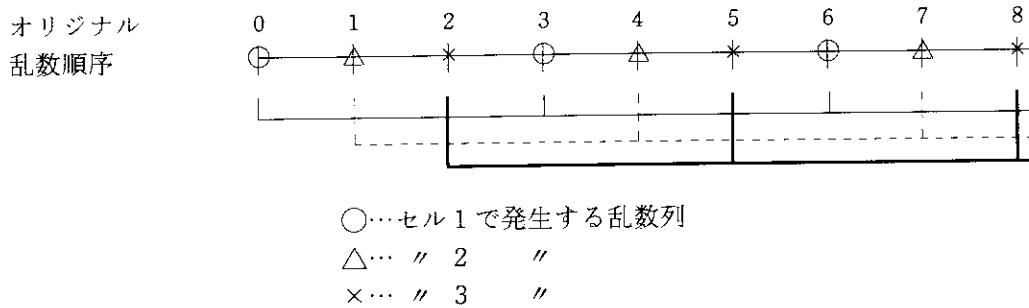


図3.8 合同乗算法に基づく乱数の並列化

4. 並列化による性能向上評価

並列計算機 (AP-1000) シミュレータ (CASIM) を用いて、並列化による処理速度向上の評価を行う。並列化した MCACE (並列版 MCACE) に対し、「 ^{60}Co ガンマ線源によるスカイシャイン問題¹⁾」を対象として、全試行粒子数を 100, 200 および 400 個とし、このときバッチ数を 8 とした時の処理時間を測定して評価する。各試行粒子数に対し、セル数を 1, 2, 4, および 8 台の各々について処理時間の測定を行う。ここでは、実行時間、アイドル時間、通信時間および合計の処理時間に分けて測定する。実行時間は、セル又はホストの内部処理に要する時間で、UNIX の user time と同一である。測定結果を表 4.1 に示す。同表から、セル数を増加させるに従って処理時間 (Total) が減少するのが見られる。セル数の増加と処理時間の関係を次式により評価する。

$$S_n = T_1 / T_n \quad (4.1)$$

ここで、

S_n : 処理速度向上率

T_1 : セル一台のときの処理時間

T_n : セル n 台のときの処理時間

(4.1) 式で評価した処理速度向上率を表 4.2 および図 4.1 に示す。この図表から、セル台数を増加させると処理速度自体は上昇するが、その上昇割合は減少し理想的速度向上 ($S_n = n$) 直線から離れてくる。この点に関し、次式により評価する。

$$U_n = (T_1 / n) / T_n \quad (4.2)$$

ここで、

U_n : 並列化効率

n : セル台数

(4.2) 式で評価した並列化効率を表 4.3 および図 4.2 に示す。これから、粒子数が多いほど並列化効率は向上し、さらに、セル当りのバッチ数も多い程、並列化効率は向上する。したがって、MCACE で大規模な計算を行うため、粒子数やバッチ数を大幅に増加させても、並列化効率は悪化せず良好なものであると予測される。

表4.1 並列版MCACEのCASIMによる処理時間測定結果

(単位：秒, セルのCommのみミリ秒)

		ホスト				セル			
粒子	回数	Exec	Idle	Comm	Total	Exec	Idle	Comm(ミリ)	Total
100	1	1.77	57.44	0.61	59.82	57.47	1.24	4.440	58.71
						28.50	0.95	2.240	29.46
	2	1.72	28.89	0.61	31.22	29.13	1.02	2.240	30.16
						14.35	0.89	1.140	15.24
	4	1.73	13.89	0.61	16.24	13.87	0.94	1.140	14.81
						13.80	0.94	1.140	14.74
						13.63	0.94	1.140	14.57
						8.17	0.82	0.590	8.99
	8	1.70	7.81	0.61	10.12	7.48	0.87	0.590	8.36
						7.43	0.85	0.590	8.29
						7.65	0.80	0.590	8.46
						7.78	0.79	0.590	8.57
						7.45	0.85	0.590	8.31
						7.78	0.85	0.590	8.64
						7.08	0.77	0.590	7.86
						200	1	1.73	110.09
55.87	0.97	2.240	56.84						
2	1.75	57.29	0.61	59.66	57.55		0.95	2.240	58.51
					28.62		0.89	1.140	29.51
4	1.97	28.19	0.61	30.77	28.40		0.92	1.140	29.32
					27.95		0.92	1.140	28.87
					28.22		0.90	1.140	29.12
					14.55		0.79	0.590	15.34
8	1.78	14.39	0.61	16.79	14.78		0.82	0.590	15.61
					14.42		0.84	0.590	15.26
					13.52		0.77	0.590	14.29
					14.40		0.79	0.590	15.19
					13.75		0.84	0.590	14.59
					14.67		0.84	0.590	15.51
					14.05		0.77	0.590	14.82
					400		1	1.75	221.08
109.80	0.97	2.240	110.77						
2	1.65	111.06	0.61	113.32		111.28	1.00	2.240	112.29
						55.62	0.92	1.140	56.54
4	1.77	56.27	0.61	58.66		53.37	0.90	1.140	54.27
						54.95	0.85	1.140	55.81
						56.58	0.94	1.140	57.52
						28.25	0.73	0.590	28.99
8	1.77	28.96	0.61	31.34		28.97	0.79	0.590	29.76
						27.12	0.74	0.590	27.86
						29.40	0.77	0.590	30.17
						27.43	0.77	0.590	28.21
						28.72	0.77	0.590	29.49
						27.62	0.77	0.590	28.39
						28.57	0.74	0.590	29.31

Exec : 実行時間, Idle : アイドル時間, Comm : 通信時間, Total : 処理時間

表4.2 処理速度向上率 (バッチ数8)

回数	100 粒子	200 粒子	400 粒子
1	1.00	1.00	1.00
2	1.92	1.88	1.97
4	3.68	3.65	3.81
8	5.91	6.70	7.13

表4.3 並列化効率 (8バッチ)

回数	100 粒子	200 粒子	400 粒子
	効率 (%)	効率 (%)	効率 (%)
1	100	100	100
2	95.8	94.2	98.5
4	92.0	91.4	94.9
8	73.9	83.7	89.1

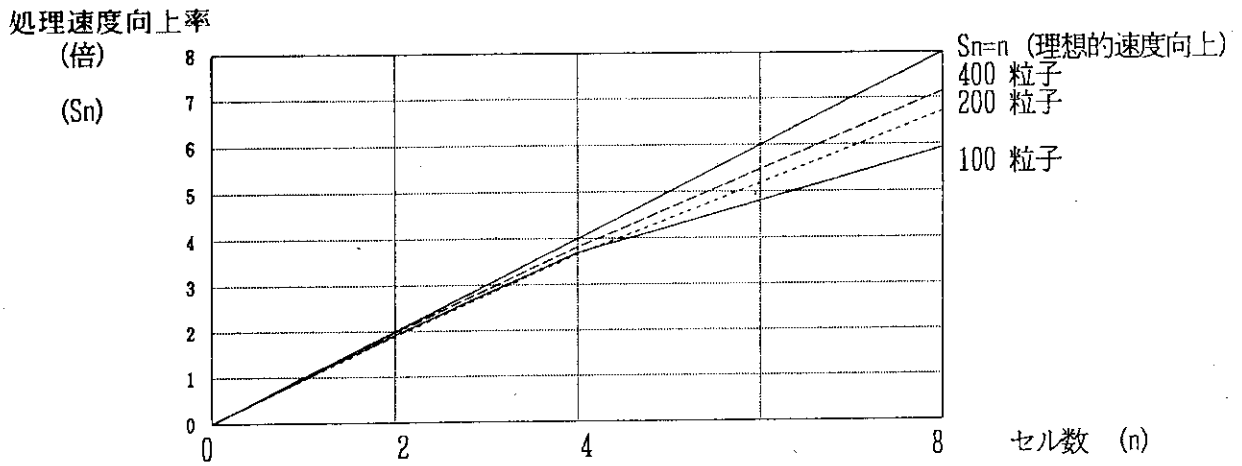


図4.1 処理速度向上率 (バッチ数8)

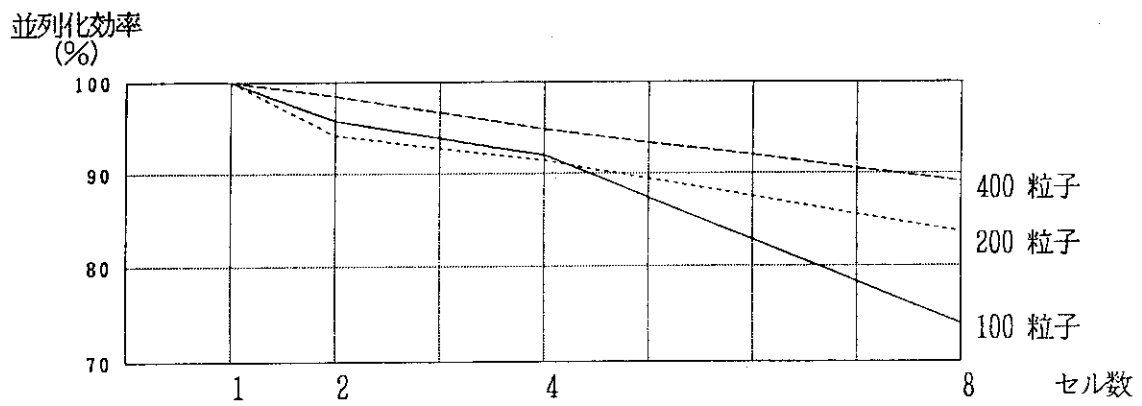


図4.2 並列化効率 (8バッチ)

5. 並列化効率向上に関する検討

並列化効率を向上させるために、何を改良したらより効果的であるかについて検討する。ホスト側とセル側のそれぞれに対し、効率向上の可能性について検討し、セル側についてはさらに、アイドル時間や通信時間の短縮化の可能性について検討する。

5.1 ホスト側での効率化

表4.1から、セルが一台のときのホストとセルの実行時間の比率をまとめると、表5.1のようになり、セルでの実行時間が全体の大部分を占めていることがわかる。さらに、表4.1からホスト側での実行時間および通信時間は、粒子数やセル台数に殆ど依存せず、それぞれ約1.78秒と0.61ミリ秒で一定であることがわかる。つまり並列化によりホスト側の実行時間や通信時間は特に変化せず一定である。したがって、粒子数が多くなれば全体の実行時間中に占めるホスト側の実行時間が小さくなり、相対的にセル側の実行時間割合が増大し、並列化効率も向上することになる。これらの事から、ホスト側でのプログラムの改良による効率化は、全体に対して大きな効果を有しない。むしろ、セル側の効率化を計り、ホスト側ではアイドル時間として計測される部分の短縮化を計るべきであろう。さらに効率化を望めばホスト側のアイドル時間の部分を有効利用し、たとえばホストにも、セル側と同じバッチ計算をさせるということも考えられる。

5.2 セル側での効率化

セルの使用効率は、全体の処理時間に対するセルの実行時間割合が大きいほど、良好なものとなる。これは、実行時間以外のアイドル時間と通信時間を短縮することに相当する。今、

$$\eta_c = T_{EXEC} / T_{TOTAL} \quad (5.1)$$

$$T_{TOTAL} = T_{EXEC} + T_{IDLE} + T_{COMM} \quad (5.2)$$

ここで、

- η_c : セルの使用効率
- T_{TOTAL} : セルの処理時間
- T_{EXEC} : セルの実行時間
- T_{IDLE} : セルのアイドル時間
- T_{COMM} : セルの通信時間

である。(5.1)式により評価した、セルの使用効率を表5.2に示す。さらに、同表を全セルの平均効率で示したものが表5.3である。表5.3から1セル当りのバッチ数が減る程、又は粒子数が減る程、使用効率が悪くなって行くことがわかる。この原因を調べるため、アイドル時間と通信時間に対するバッチ数と粒子数の影響について検討する。

まず、セルの通信時間について考察する。第1に、表5.4から1セル当りのバッチ数が減ると

通信時間が増加することがわかる。しかし、通信時間自体が非常に小さく、これが並列化比率を下げているとは考えられない。第2に、表5.5からセルの通信時間は粒子数によって影響を受けないことがわかる。以上2点から、セルの通信時間は並列化効率を下げている要因ではないことがわかる。

次に、セルのアイドル時間について考察する。表5.6から1セル当りのバッチ数が減るとアイドル時間は増加することがわかる。さらに、表5.7から粒子数が減ってもアイドル時間は増加することがわかる。次にこれらの、アイドル時間の増加がどうして生じるのか調べる。

5.3 セルのアイドル時間と負荷分散

セルのアイドル時間の増加の原因を調べるために、セルの実行時間を考察する。原因の第1として、各セルに依存したシリアルな処理部分が影響していることが考えられる。MCACEでは各変数の初期値処理があるが、この部分はバッチ数や粒子数に関係なくセル1台に対して一定の処理を行う。そのため1セル当りのバッチ数が少ない時や、粒子数が少ない時シリアルな処理部分の占める割合がバッチの計算に対して大きくなると考えられる。そのためシリアルな処理部分のどの位影響を与えているか調べるために、この部分にタイマーを入れて時間測定を試みたが、計算機のタイマーの誤差範囲よりも短い時間で測定ができない。この事は、シリアルな処理部分が、全体の実行時間に対し非常に短く、無視できるものであることを意味している。したがって、シリアルな処理部分が並列化効率を妨げている要因ではないことがわかる。

セルの処理の中でシリアル部分を除くと後はバッチの計算部分のみ、すなわちモンテカルロ計算部分のみが残る。したがって、1セル当りのバッチ数等によってアイドル時間の差異が生じたのは、各モンテカルロ計算の乱数の違いによって生ずる計算時間の差であると考えられる。これを裏づけるために、1セル当りのバッチ数が減るとアイドル時間が増加することに注目し、粒子数を100に固定して1セル当りのバッチ数の違いで各セルの負荷分散の変化を調べる。

$$\sigma_L = (T_{MAX} - T_{MIN}) / T_{MAX} \quad (5.3)$$

ここで、

- σ_L : 負荷分散指標
- T_{MIN} : セル中で最短の実行時間
- T_{MAX} : セル中で最長の実行時間

である。図5.1に実行時間とバッチ数および σ_L を示す。同図から明らかに、セルに与えるバッチ数が少なくなる程、実行時間のバラツキが大きくなっている。

以上のことから、1セル当りのバッチ数低下によるアイドル時間の増加は、各セルの実行時間のバラツキ、つまりモンテカルロ計算特有の計算時間のバラツキによるものであると言える。また、粒子数の低下に伴うアイドル時間の増加もセルの実行時間内のシリアル処理の時間が無視できることから、モンテカルロ計算の計算時間のバラツキによるものと言える。つまりモンテカルロ計算の乱数による計算時間のバラツキは回避できないことから、バッチを各セルに分担させて処理を行う並列化方策での最大限の計算速度を有すると考えられる。

表5.1 ホスト・セルの実行時間の比率（8バッチ）

	100 粒子		200 粒子		400 粒子	
	時間	比率	時間	比率	時間	比率
ホスト	1.77	3.0	1.73	1.5	1.75	0.8
セル	57.47	97.0	110.13	98.5	221.08	99.2
合計	59.24	100.0	111.86	100.0	222.83	100.0

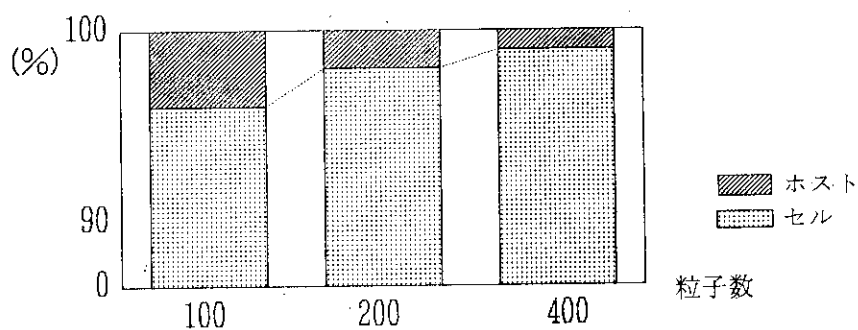


表5.2 CASIM 上でのセル使用効率（8バッチ）

セル数	100 粒子	200 粒子	400 粒子
1	97.9	98.9	99.5
2	96.7 96.6	98.3 98.4	99.1 99.1
4	MAX 96.2 93.7 93.6 MIN 93.5	MAX 97.0 96.9 MIN 96.8 96.9	98.4 MIN 98.3 MAX 98.5 98.4
8	MAX 90.9 MIN 89.5 89.6 90.4 90.8 89.6 90.0 90.1	MAX 94.9 94.7 94.5 94.6 94.8 MIN 94.2 94.6 94.8	97.4 97.3 97.3 97.4 MIN 97.2 97.4 97.3 MAX 97.5

■ は最大・最少値

表5.3 セル使用効率の各セルの平均値 (8バッチ)

(%)

セル当りバッチ数	100 粒子	200 粒子	400 粒子
8	97.90	98.90	99.50
4	96.65	98.35	99.10
2	93.75	96.90	98.40
1	90.11	94.64	97.35

表5.4 100粒子の時の通信時間の平均と全体比

セル当りバッチ数	1	2	4	8
通信時間 (ミリ秒)	4.440	2.240	1.140	0.590
全体比 (%)	7.4 E - 6	7.2 E - 6	7.0 E - 6	5.8 E - 5

表5.5 1セルの時の通信時間の平均

	100 粒子	200 粒子	400 粒子	(単位 ミリ秒)
1	4.440	4.440	4.440	

表5.6 100粒子の時のアイドル時間の平均と全体比

セル当りバッチ数	1	2	4	8	(単位 秒)
アイドル時間平均	1.24	0.99	0.95	0.83	
全体比 (%)	2.0	3.1	5.8	8.2	

全体比 = アイドル時間の平均値 ÷ 差 × 100

差 = 最も長いアイドル時間 - 最も短いアイドル時間

$$\text{アイドル時間の平均} = \left(\sum_{i=1}^n T_i \right) / n \quad (n : \text{セル数})$$

(T_i : セル i のアイドル時間)

表5.7 1セルの時のアイドル時間の平均

粒子数	100 粒子	200 粒子	400 粒子	(単位 秒)
1	1.24	1.20	1.15	

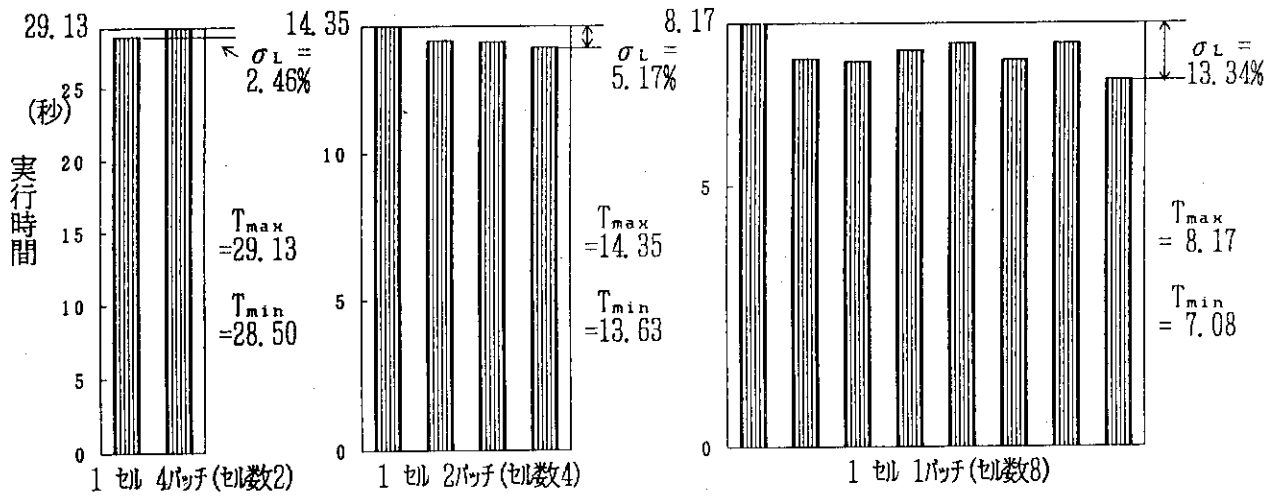


図5.1 実行時間とバッチ数および σ_L (バッチ数8・粒子数100)

6. 結 論

遮蔽解析用モンテカルロコードMCACEの並列化を行った。初めにMCACEの静的および動的な解析を行い、並列化を行う部分を適切に選定した。並列化部分は、粒子のランダムウォークを計算する部分で、複数個のセルを用い同時に複数のランダムウォークが行える。CASIMを用いた並列計算機のシミュレーションにより、400粒子8バッチの問題を全8セルの並列計算機上で実行させれば、約7.13倍の速度向上となることが予測された。また、並列化効率に対する検討の結果、ほぼ最適な並列化が行われており、並列化により可能な最大限の計算速度に達していることが判明した。

今後、AP1000のプロトタイプや実機でのテストが予定されている。

謝 辞

富士通株式会社 科学システム部 第一システム課 課長 奥田 基氏、同 第一システム課 藤崎 正英氏に並列プログラムの特徴等について御指導戴きました。深く感謝します。さらに、本コードの並列化に際しては、富士通(株)にCASIMの貸与等、便宜を図っていただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) Yamano N., Minami K., Koyama K., Naito Y., : "RADHEAT - V4 : A Code System to Generate Multigroup Constants and Analyze Radiation Transport for Shielding Safety Evaluation", JAERI-1316, March 1989.
- (2) Knuth, D.E., : "Seminumerical Algorithms, The Art of Computer Programming Vol.2", Addison - Wesley, Reading, Mass (1973).

6. 結 論

遮蔽解析用モンテカルロコードMCACEの並列化を行った。初めにMCACEの静的および動的な解析を行い、並列化を行う部分を適切に選定した。並列化部分は、粒子のランダムウォークを計算する部分で、複数個のセルを用い同時に複数のランダムウォークが行える。CASIMを用いた並列計算機のシミュレーションにより、400粒子8バッチの問題を全8セルの並列計算機上で実行させれば、約7.13倍の速度向上となることが予測された。また、並列化効率に対する検討の結果、ほぼ最適な並列化が行われており、並列化により可能な最大限の計算速度に達していることが判明した。

今後、AP1000のプロトタイプや実機でのテストが予定されている。

謝 辞

富士通株式会社 科学システム部 第一システム課 課長 奥田 基氏、同 第一システム課 藤崎 正英氏に並列プログラムの特徴等について御指導戴きました。深く感謝します。さらに、本コードの並列化に際しては、富士通(株)にCASIMの貸与等、便宜を図っていただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) Yamano N., Minami K., Koyama K., Naito Y., : "RADHEAT - V4 : A Code System to Generate Multigroup Constants and Analyze Radiation Transport for Shielding Safety Evaluation", JAERI-1316, March 1989.
- (2) Knuth, D.E., : "Seminumerical Algorithms, The Art of Computer Programming Vol.2", Addison - Wesley, Reading, Mass (1973).

6. 結 論

遮蔽解析用モンテカルロコードMCACEの並列化を行った。初めにMCACEの静的および動的な解析を行い、並列化を行う部分を適切に選定した。並列化部分は、粒子のランダムウォークを計算する部分で、複数個のセルを用い同時に複数のランダムウォークが行える。CASIMを用いた並列計算機のシミュレーションにより、400粒子8バッチの問題を全8セルの並列計算機上で実行させれば、約7.13倍の速度向上となることが予測された。また、並列化効率に対する検討の結果、ほぼ最適な並列化が行われており、並列化により可能な最大限の計算速度に達していることが判明した。

今後、AP1000のプロトタイプや実機でのテストが予定されている。

謝 辞

富士通株式会社 科学システム部 第一システム課 課長 奥田 基氏、同 第一システム課 藤崎 正英氏に並列プログラムの特徴等について御指導戴きました。深く感謝します。さらに、本コードの並列化に際しては、富士通(株)にCASIMの貸与等、便宜を図っていただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) Yamano N., Minami K., Koyama K., Naito Y., : "RADHEAT - V4 : A Code System to Generate Multigroup Constants and Analyze Radiation Transport for Shielding Safety Evaluation", JAERI-1316, March 1989.
- (2) Knuth, D.E., : "Seminumerical Algorithms, The Art of Computer Programming Vol.2", Addison - Wesley, Reading, Mass (1973).

付録1 追加・モジュール名一覧

モジュール一覧 (■はオリジナルプログラムに変更点があるサブルーチン)

1. ホストプログラム

AAAA	FISGEN	JNPUT	PTHETA	SUBRT
ADFUNC	FLTRNF	JNPUT1	Q	TESTW
ALBERT	FLUXOT	JOMIN	RANDU	VAR2
ALBIN	FLUXST	LEGEND	RANSU	VAR3
ANGLES	GAMGEN	LOC	RDUMP	XSCHLP
AZIRN	GENI	LOOKZ	READSG	XSEC
BADMOM	GEOM	MAMENT	RESTAT	XSTAPE
BANKR	GETMUS	MINV	RESTOR	
BDRYX	GETNT	MODEL	RFREAD	
BNKHLP	GG	MORSE	RNDIN	
BOTOUT	GOMFLP	MTXGN	RNDOUT	
BRBC	GOMOUT	MTXGN1	RNMAXF	
BSTATG	GPROB	MTXGN2	RTBDMP	
CAREA	GSTORE	MTXMLT	RUNANG	
CHMAIN	GTIOUT	NODIER	RUNFLX	
CLOCKS	GTISO	NORMC	RUNLAK	
COLISN	GTMED	NORML	RW	
DATE	GTNSDK	NRUN	SCORIN	
DBWT	GTSCCT	NRUN2	SERCH	
DTLIST	GTVLIN	NSIGTA	SFLRAF	
EDFUNC	HELP	OUTPT	SFLRAN	
ELMGO	HELPER	OUTPT2	SOINP	
ENDRUN	ICOMPA	PFIND	SORIN	
ENRGYS	INPUT	POPEN	SORIN2	
ERROR	IDUMP	PR	SOURCE1	
EXPRNF	INSCOR	PREAD1	STORE	
FGIT	ITBDMP	PREAD2	STORE1	
FIND	IWEEK	PSKIP	STRUN	

2. セルプログラム

ALBDO	FOURP	MTXGN1	SOURCE
AZIRN	FPROB	MTXGN2	SPHER
BDRXY	FSOUR	NBATC2	STBTC2
BNKHP	GI	NBATCH	STBTCH
BOTOUT	GAMGEN	NODERR	SUBRT
CAREA	GEOM	NORMC	SURFX
CBANKR	GETETA	NORML	TERP
CCMAIN	GETNT (STORNT) (SETNT)	NSIGTA	TESTW
CDF		NXCOL	XSCHLP
CLEAR	GG	PLNRT	
CLOOKZ	GOMFLP	PLNXY	
CMORSE	GOMST	PR	
COLISN	GPROB	PETA	
COUTPT	GSTORE	RANDU	
CREC	GTIOUT	PDUMP	
CYLIND	GTISO	RELICOL	
DATE	GTMED	RNDOUT	
DIREC	HELP	RNMAXF	
ERROR	HELPER	RTBDMP	
EUCLID	ICOMPA	SDATA	
EXPRNF	IDUMP	SDATA2	
FBANK	ITBDMP	SERCH	
FISGEN	IWEEK	SFLRAF	
FISRNF	LEGEND	SFLRAN	
FLTRNF	MAMENT	SOCAX	
FLUXST	MINV	SOCMCS	
FOUT	MSOUR	SOCRAD	
FOUTLK	MTXGN	SOURC2	

付録2 モジュール追加・変更概要

変更モジュール一覧 ホスト

■ は並列化に伴う変更

サブルーチン名	AAAA	
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更	
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為	
サブルーチン名	BANKR	
変更箇所	ホスト・セル実行部分を分割し、セル実行部分を削除	
変更理由		
サブルーチン名	BREC	新規作成
機能	セルからの送信待ちルーチン	
サブルーチン名	BSTAT0	新規作成
機能	セルヘコモン文初期値・乱数初期値送信	
サブルーチン名	CHMAIN	新規作成
機能	メインルーチン	
サブルーチン名	CLOCKS	
変更箇所	サービスルーチンCLOCKMをITIMEに変更	
変更理由	SシリーズにサービスルーチンCLOCKMが無い為	
サブルーチン名	DTLIST	
変更箇所	入力データのファイル番号を5から19に変更	
変更理由	Mシリーズでは入力データがJCL文の後ろについていたが、SシリーズではJCLは存在しないので、入力データファイルの作成し、標準入力機番以外の19とした。	
サブルーチン名	ELM000	
変更箇所	入力データのファイル番号を5から19に変更	
変更理由	Mシリーズでは入力データがJCL文の後ろについていたが、SシリーズではJCLは存在しないので、入力データファイルの作成し、標準入力機番以外の19とした。	

サブルーチン名	FGET
変更箇所	ファイルのREAD部分で、1レコード4バイトとした。
変更理由	ホスト側がファイルへ書き込む時、セル側がどういった順序でバッファ内ヘデータをセットしたか識別しているとプログラムが複雑になりすぎるので、無条件にファイルは1レコード4バイトと変更した。

サブルーチン名	GENI
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	GTVLIN
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	INPUT
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更 乱数初期値の入力形式を「Z12」から「4X, Z8」へ変更し、 入力ファイルの乱数初期値を「123456789」から「12345678900」へ変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為 Mシリーズでは空白を値入力すると0に変換するが、Sシリーズではゴミになる為

サブルーチン名	JINPUT
変更箇所	文番号5080のフォーマット文を3つ分割した
変更理由	文番号5080のフォーマット文が長すぎて、コンパイルエラーになる為。

サブルーチン名	JOMIN
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	LOOKZ
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	MAIN	削除
---------	------	----

サブルーチン名	MORSE
変更箇所	ホスト・セルに分割
変更理由	

サブルーチン名	NORML																																										
変更箇所	REAL*8の宣言分を削除し、REAL*4に変更した それに伴い倍精度型のサービスルーチンの単精度型の物に変更した DSQRT → SQRT DSIGN → SIGN																																										
変更理由	本ルーチンは単精度の引き数で呼び出されている（呼出し元 GOMST） Sシリーズでは、単精度と倍精度の指数・仮数の境界位置がずれているため、単純に倍精度の2ワード目を読み捨てて単精度と対応づける事が出来ない <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; vertical-align: top;">Sシリーズ</td> <td style="width: 30%; text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table> </td> <td style="width: 30%; text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">11 12</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Mシリーズ</td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table> </td> </tr> </table>	Sシリーズ	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	8 9	S	指数	仮数	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">11 12</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	11 12	S	指数	仮数	Mシリーズ	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	8 9	S	指数	仮数	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	8 9	S	指数	仮数
Sシリーズ	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	8 9	S	指数	仮数	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">11 12</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	11 12	S	指数	仮数																							
単精度																																											
0	1	8 9																																									
S	指数	仮数																																									
単精度																																											
0	1	11 12																																									
S	指数	仮数																																									
Mシリーズ	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	8 9	S	指数	仮数	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">8 9</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">S</td><td style="text-align: center;">指数</td><td style="text-align: center;">仮数</td></tr> </table>	単精度			0	1	8 9	S	指数	仮数																							
単精度																																											
0	1	8 9																																									
S	指数	仮数																																									
単精度																																											
0	1	8 9																																									
S	指数	仮数																																									

サブルーチン名	OUTPT
変更箇所	各バッチ単位で印刷する部分をサブルーチンBRECで行う様に変更した。
変更理由	並列化に伴い各バッチ単位で印刷する部分は各セルから送信されてくる様になった為

サブルーチン名	P FIND
変更箇所	STOP文をサービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	POPEN
変更箇所	ファイルオープン文の書式を変更
変更理由	

サブルーチン名	RESTOR
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	SCORIN
変更箇所	サブルーチンPOPENの呼出しの前にCLOSE文を挿入
変更理由	Mシリーズでは既にオープンされているファイルをオープンしてもよいが、Sシリーズではエラーになる為

サブルーチン名	SOURCE1
変更箇所	ホスト・セル実行部分を分割し、セル実行部分を削除
変更理由	

サブルーチン名	STORE1
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	XSEC
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCHEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	VAR2									
変更箇所	標準偏差の計算を単精度から倍精度に変更									
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの単精度の有効桁数が小さい為、2乗・平方根を行う時桁落ちする事がある為 <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>表現範囲</th> <th>単精度</th> <th>倍精度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sシリーズ</td> <td>$1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{38}$</td> <td>$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$</td> </tr> <tr> <td>Mシリーズ</td> <td>$5.40 \times 10^{-78} \sim 7.24 \times 10^{75}$</td> <td>$5.40 \times 10^{-78} \sim 7.24 \times 10^{75}$</td> </tr> </tbody> </table>	表現範囲	単精度	倍精度	Sシリーズ	$1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{38}$	$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$	Mシリーズ	$5.40 \times 10^{-78} \sim 7.24 \times 10^{75}$	$5.40 \times 10^{-78} \sim 7.24 \times 10^{75}$
表現範囲	単精度	倍精度								
Sシリーズ	$1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{38}$	$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$								
Mシリーズ	$5.40 \times 10^{-78} \sim 7.24 \times 10^{75}$	$5.40 \times 10^{-78} \sim 7.24 \times 10^{75}$								

サブルーチン名	VAR3
変更箇所	標準偏差の計算を単精度から倍精度に変更
変更理由	VAR2参照

変更モジュール一覧 セル

サブルーチン名	CBANKR
変更箇所	ホスト・セル実行部分を分割し、ホスト実行部分を削除
変更理由	
サブルーチン名	CCMAIN
変更箇所	新規作成
変更理由	
サブルーチン名	CMORSE
変更箇所	ホスト・セル実行部分を分割し、ホスト実行部分を削除
変更理由	
サブルーチン名	COUTPT
変更箇所	計算結果印刷部分を、ホストへの送信バッファへセットに変更
変更理由	表示・印刷はホストで行う
サブルーチン名	CYLIND
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為 表現範囲 Sシリーズ $1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{38}$ $2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$ Mシリーズ $5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$ $5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$
サブルーチン名	FOUT
変更箇所	ファイル出力部分をホストへの送信バッファへセットに変更
変更理由	セルプロセッサはファイル出力が出来ない為、ホストへ送信してホストがファイル出力を行う

サブルーチン名	FOUTLK
変更箇所	ファイル出力部分をホストへの送信バッファへセットに変更
変更理由	セルプロセッサはファイル出力が出来ない為、ホストへ送信してホストがファイル出力を行う

サブルーチン名	FOUTRP
変更箇所	ファイル出力部分をホストへの送信バッファへセットに変更
変更理由	セルプロセッサはファイル出力が出来ない為、ホストへ送信してホストがファイル出力を行う

サブルーチン名	G1
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCCEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	GETETA (STORNT, SETNT)
変更箇所	SETNTの時、ホストから受信したデータよりバッファアドレス (NNO, NLAST) をセットする。
変更理由	

サブルーチン名	GSTORE
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCCEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	GTMED
変更箇所	メッセージの印刷を削除する。
変更理由	表示・印刷はホストで行う

サブルーチン名	NOEML																																			
変更箇所	REAL*8の宣言文を削除し、REAL*4に変更した。 それに伴い倍精度型のサービスルーチンを単精度型の物に変更した。 DSQRT → SQRT DSIGN → SIGN																																			
変更理由	本ルーチンは単精度の引数で呼び出されている（呼び出し元 GOMST） Sシリーズでは、単精度と倍精度の指数・仮数の境界位置がずれている為、単純に倍精度の2ワード目を読み捨てて単精度と対応づける事ができない。 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">単精度</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">倍精度</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8 9</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">11 12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sシリーズ</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">S</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">指数</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">仮数</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">S</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">指数</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">仮数</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8 9</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">8 9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mシリーズ</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">S</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">指数</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">仮数</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">S</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">指数</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">仮数</td> </tr> </table>		単精度			倍精度				0	1	8 9	0	1	11 12	Sシリーズ	S	指数	仮数	S	指数	仮数		0	1	8 9	0	1	8 9	Mシリーズ	S	指数	仮数	S	指数	仮数
	単精度			倍精度																																
	0	1	8 9	0	1	11 12																														
Sシリーズ	S	指数	仮数	S	指数	仮数																														
	0	1	8 9	0	1	8 9																														
Mシリーズ	S	指数	仮数	S	指数	仮数																														

サブルーチン名	NXTCOL												
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更												
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為 <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">表現範囲</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Sシリーズ</td> <td style="text-align: center;">1.18×10^{-38}</td> <td style="text-align: center;">$\sim 3.40 \times 10^{38}$</td> <td style="text-align: center;">$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Mシリーズ</td> <td style="text-align: center;">5.40×10^{-79}</td> <td style="text-align: center;">$\sim 7.24 \times 10^{75}$</td> <td style="text-align: center;">$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$</td> </tr> </table>	表現範囲				Sシリーズ	1.18×10^{-38}	$\sim 3.40 \times 10^{38}$	$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$	Mシリーズ	5.40×10^{-79}	$\sim 7.24 \times 10^{75}$	$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$
表現範囲													
Sシリーズ	1.18×10^{-38}	$\sim 3.40 \times 10^{38}$	$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$										
Mシリーズ	5.40×10^{-79}	$\sim 7.24 \times 10^{75}$	$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$										

サブルーチン名	PLNRT
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為

サブルーチン名	PTHETA
変更箇所	STOP文を サービスルーチンCCEXTに変更
変更理由	CASIM上でのSTOP文の実行は好ましくない為

サブルーチン名	REL COL
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為

サブルーチン名	RNDOUT
変更箇所	REAL*8の宣言文を削除し、REAL*4に変更した。
変更理由	本ルーチンは単精度の引数で呼び出されている ●NORML参照

サブルーチン名	S DATA
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為

サブルーチン名	SUBRT
変更箇所	メッセージの印刷を削除する。
変更理由	表示・印刷はホストで行う

サブルーチン名	XSCHLP
変更箇所	メッセージの印刷を削除する。
変更理由	表示・印刷はホストで行う

サブルーチン名	PLNXY
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為

サブルーチン名	S DATA 2
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更 サービスルーチンの変更 ARCOS → ACOS
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為 MシリーズとSシリーズでサービスルーチン名が異なった為

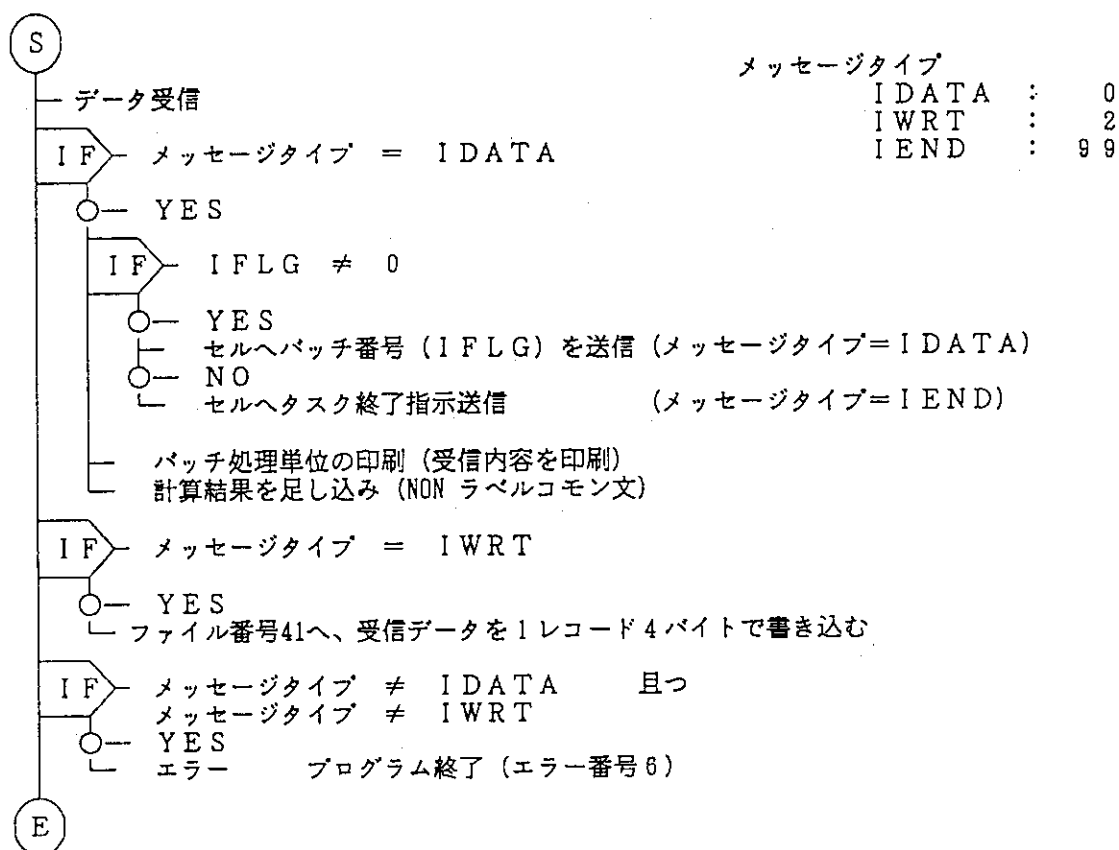
サブルーチン名	SOURCE
変更箇所	ホスト・セル実行部分を分割し、ホスト実行部分を削除 サービスルーチンの変更 ARSIN → ASIN
変更理由	MシリーズとSシリーズでサービスルーチン名が異なった為

サブルーチン名	SPHER
変更箇所	指数の有効範囲の判定を変更 サービスルーチンの変更 ARCOS → ACOS
変更理由	Mシリーズに比べSシリーズの有効桁数が小さい為 MシリーズとSシリーズでサービスルーチン名が異なった為

付録3 新規モジュールのプログラムフロー

セルからのデータ受信待ちルチ ホスト
brec

引数 IFLG (バッチ番号、0の時はセルタスク終了指示送信)
 呼出し元 MORSE 呼出し先
 注記 新規作成



セル毎のコモン初期値・ 乱数初期値送信ルーチン ホ ス ト
b s t a t 0

引数 NL (NONラベルコモン文の長さ) _____
 呼出し元 MORSE 呼出し先 _____
 注記 新規作成

- (S)
- 送信バッファの先頭アドレスはNONラベルコモンの先頭からNL+1番目のアドレス
NONラベルコモン文とその他のコモン文・乱数初期値を一回で各セルに送信する為に、
送信バッファの領域がNONラベルコモン文の領域のコモン文とつながっている。
 - 送信バッファの先頭8バイトには既にサブルーチンGETTNTにて
各セルが使用する(サブルーチン名GETTNT)データがセットされている。
 - 送信バッファに各コモン文・乱数初期値(セル台数個)をセットする。
 - 全セルにNONラベルコモン文の先頭アドレスから、NL+送信バッファにセットしたデータ長
放送する。
- (E)

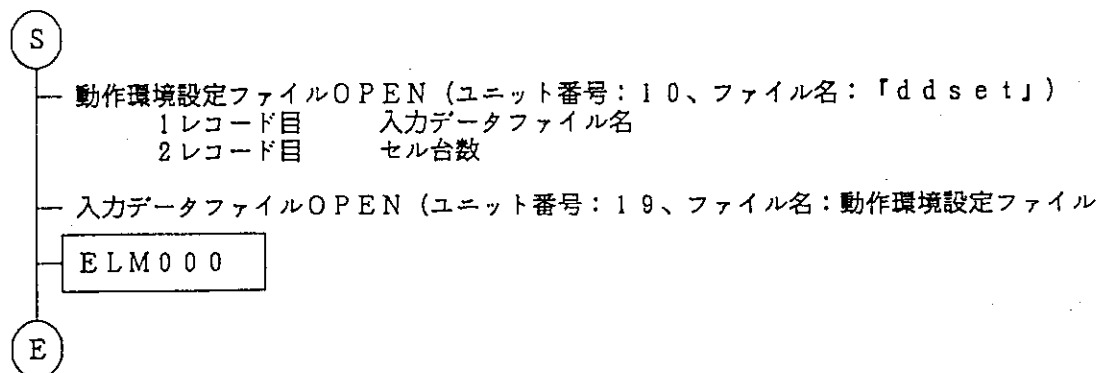
送信内容

項番	データ内容	データ数	項番	データ内容	データ数
1	NONラベルコモン文	150000	10	COLCUT	105
2	GETTNTで使用する NONラベルコモンのアドレス	2	11	BOTSOC	3
3	MORS2	21	12	FISBNK	3
4	APOLLO	89	13	LOCSIG	64
5	NUTRON	26	14	GOMLOC	21
6	USER	23	15	SPECTR	2543
7	PDET	30	16	SPROB	202
8	PDET3	170	17	NORDE	2
9	COLBIS	5	18	PAREM	28
			19	乱数初期値	セル台数

送信データ長は上記のデータ数の合計×4バイトになる。

メインルーチン
ホ ス ト
c h m a i n

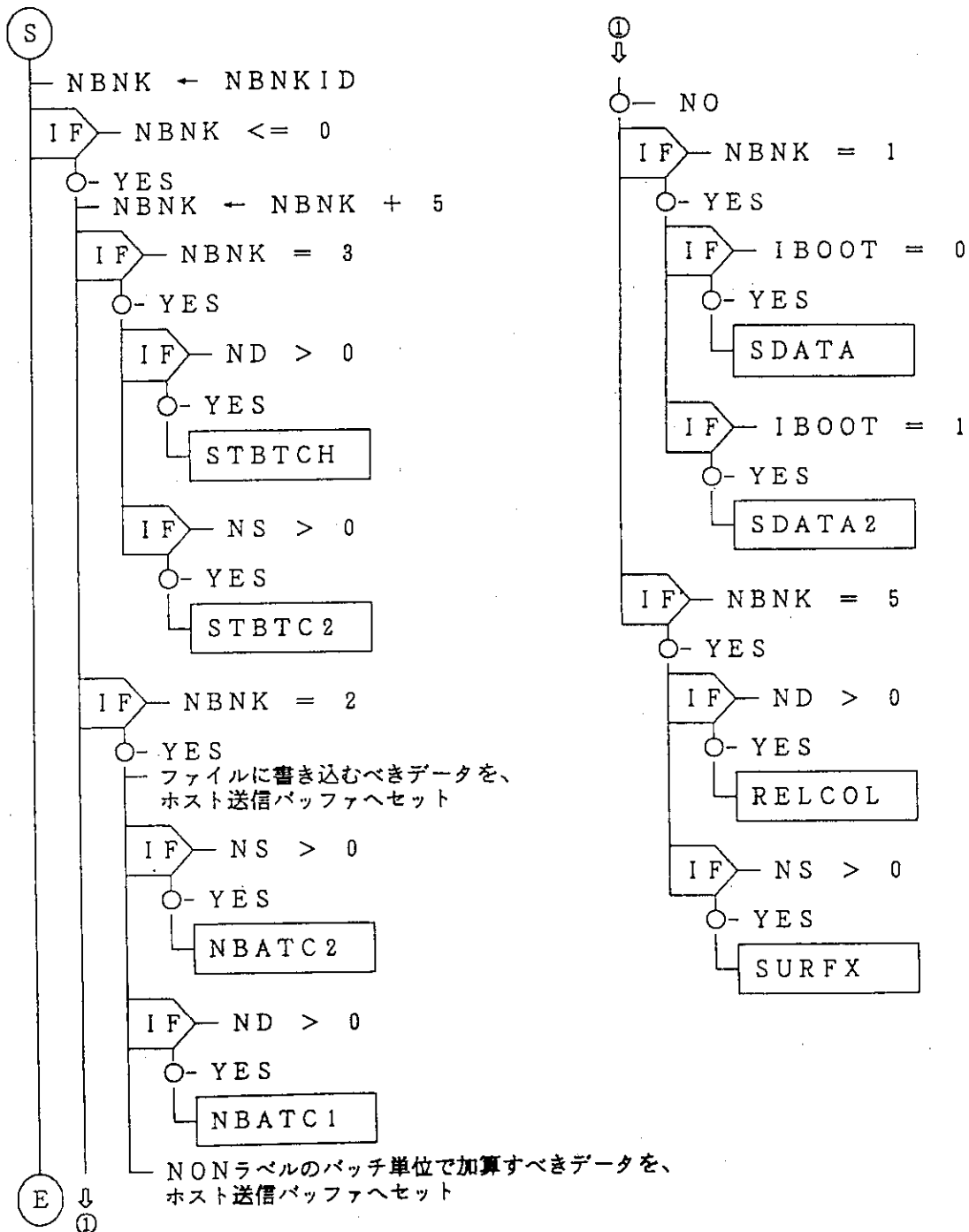
呼出し先 ELM000
 注記 新規作成



ホスト・セル分割
ホスト処理部分割
セル

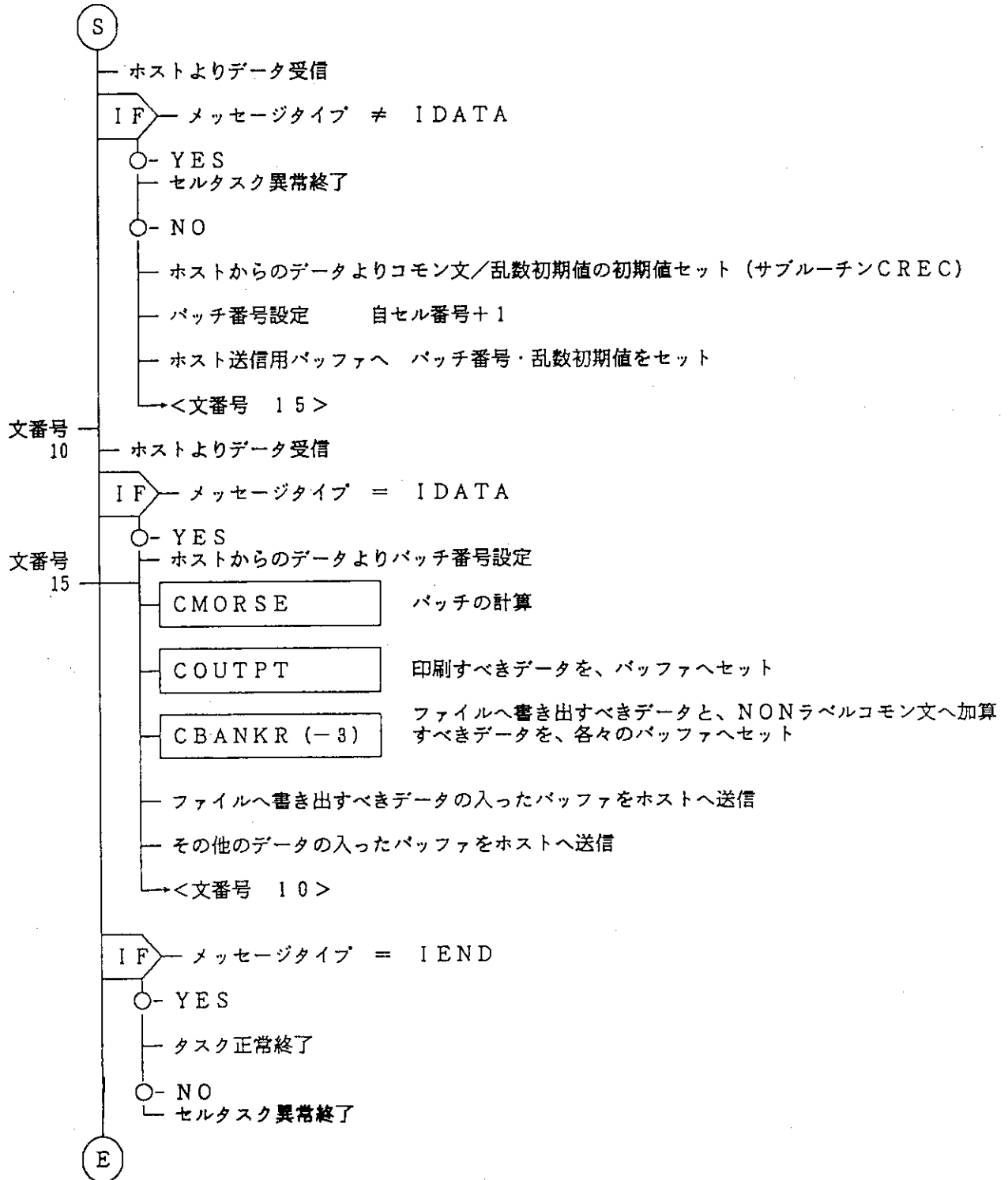
c b a n k r

引数 NBNKID
 呼出し元 FBANK、FPROB、GSTORE、MSOUR、NXTCOL、
 CCMAN、CMORSE
 呼出し先 STBTCH、STBTC2、NBATC2、NBATC1、
 SDATA、SDATA2、RELCOL、SURFX



メイン・ルーチン
セル
ccmain

呼出し先 注記 CREC、CMORSE、COUTPT、CBANKR
新規作成



付録4 追加・変更モジュール設計書

新規作成モジュール一覧 (ホスト用)

SEQ. NO	モジュール名	機能概要	CALLER
1	ransu	各セル初期値生成	
2	bstat0	初期値データ送信	morse
3	brec	データ受信待ち	morse
4			
5			

新規作成モジュール一覧 (セル用)

SEQ. NO	モジュール名	機能概要	CALLER
1	ccmain	セルメイン処理	_____
2	crec	初期値受信	ccmain
3			
4			
5			

新規作成モジュール一覧 (ホスト, セル共通用)

SEQ. NO	モジュール名	機能概要	CALLER
1			
2			
3			
4			
5			

処理変更モジュール一覧 (ホスト用)

SEQ. NO	モジュール名	CALLER	変更内容
1	chmain	———	mainをサブルーチンchmainへ改名 ファイルオープン文を追加
2	morse	els000	バッチ処理部分を削除 セルへのバッチ処理指示等の制御を追加
3	bankr	gstore morse	バッチ処理の中で使用する部分を削除
4	source	morse	入力データ読み込み・印刷部分を 削除し、粒子単位の計算部分を 削除
5			

処理変更モジュール一覧（セル用）

SEQ. NO	モジュール名	CALLER	変更内容
1	cmorse	ccmain	バッチ処理部分以外の入力データ読み込み等の部分を削除 morseから、cmorseへ改名
2	cbankr	fbank fprob gstore msour mxtcol ccmain cmorse	印刷処理・ファイル出力処理等の部分を削除 bankrから、cbankrへ改名
3	source	morse	入力データ読み込み・印刷部分を削除
4			
5			

処理変更モジュール一覧（ホスト，セル共通用）

SEQ. NO	モジュール名	CALLER	変更内容
1			
2			
3			
4			
5			

モジュール説明書

モジュール名	ransu	乱数初期値配列作成	管理番号									
<p>機能概要</p> <p>各セルの乱数初期値を作成する</p> <p>● 乱数初期値配列 (セル数n)</p> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>乱数1</td><td>← セル0の乱数初期値</td></tr> <tr><td>乱数2</td><td>← セル1の乱数初期値</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>乱数n</td><td>← セルn-1の乱数初期値</td></tr> </table> <p style="margin-left: 400px;">各セルの使用する乱数初期値を配列に送るには、各セルにセル番号を送信したいからです。</p>					乱数1	← セル0の乱数初期値	乱数2	← セル1の乱数初期値			乱数n	← セルn-1の乱数初期値
乱数1	← セル0の乱数初期値											
乱数2	← セル1の乱数初期値											
乱数n	← セルn-1の乱数初期値											
<p>呼び出し形式</p> <p>CALL ransu</p>												
入出	引数、変数名	属性	説	明								
作成言語	(入出)	I ... 入力 O ... 出力 IO ... 入出力 W ... ワーク	(属性) I2 ... 2バイト整数型 I4 ... 4バイト整数型 R4 ... 単精度実数型 R8 ... 倍精度実数型	C ... 文字 L1 ... 1バイト論理型 L4 ... 4バイト論理型 Cn ... nバイト文字型								
1. FORTRAN77 2. ASM												

モジュール説明書

モジュール名	bstat0	初期値データをセルへ送信	管理番号	
機能概要				
初期値データを送信バッファ領域へセットして、NONラベルコモンと一緒にセルへ送信する。				
呼び出し形式				
CALL bstat0 (n1)				
入出	引数、変数名	属性	説明	
I	n1	I*4	NONラベルコモン文の配列の大きさ (上図)	
作成言語	(入出)	I ... 入力	(属性)	I2 ... 2バイト整数型
1. FORTRAN77 2. ASM		O ... 出力		I4 ... 4バイト整数型
		IO ... 入出力		R4 ... 単精度実数型
		W ... ワーク		R8 ... 倍精度実数型
				C ... 文字
				L1 ... 1バイト論理型
				L4 ... 4バイト論理型
				Cn ... nバイト文字型

モジュール説明書

モジュール名	b r e c	セルからのデータ受信 セルにバッチ処理指示	管理番号	
機能概要				
<p>セルから送信されてくるデータを受信し、送って来たセルへ次のバッチ処理指示、またはタスク終了指示を送信する。受信データは種類に応じて対処する。</p> <p>データの種類の種類は、リスタートファイルデータと、その他の2種類である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●リスタートファイルデータの時 リスタートファイルデータに受信データを出力し、次にセルから送られて来るデータを待つ。 ●その他のデータの時 受信データを印刷出力・NONラベルコモン文へのたし込みを行い本モジュールを終了する。 				
呼び出し形式				
CALL b r e c (i f l g) 0				
入出	引数、変数名	属 性	説 明	
I	I F L G	I * 4	I F L G = 0 タスク終了指示 ≠ 0 バッチ番号	
作成言語	(入出)	I ... 入 力 (属性)	I2 ... 2バイト整数型	C ... 文字
1. FORTRAN77		O ... 出 力	I4 ... 4バイト整数型	L1 ... 1バイト論理型
2. ASM		IO ... 入出力	R4 ... 単精度実数型	L4 ... 4バイト論理型
		W ... ワーク	R8 ... 倍精度実数型	Cn ... nバイト文字型

モジュール説明書

モジュール名	ccmain	セルメイン処理	管理番号	
機能概要				
<p>ホストの指示を受信して、セルの処理を制御する。 ホストからの指示はバッチ処理とタスク終了の2種類がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●バッチ処理 配下のモジュールにバッチ処理をさせて、リスタートファイルデータ・その他のデータをホストへ送信する。 ●タスク終了 セルタスクを終了する。 				
呼び出し形式				
CALL ccmain ()				
入出	引数、変数名	属性	説明	
作成言語	(入出) I ... 入力 O ... 出力 IO ... 入出力 W ... ワーク	(属性) I2 ... 2バイト整数型 I4 ... 4バイト整数型 R4 ... 単精度実数型 R8 ... 倍精度実数型	C ... 文字 L1 ... 1バイト論理型 L4 ... 4バイト論理型 Cn ... nバイト文字型	
1. FORTRAN77 2. ASM				

モジュール説明書

モジュール名	crec	初期値受信 (セル)	管理番号
機能概要 ホストから送信されて来た初期値データを、受信バッファから各変数へセットする。			
呼び出し形式 CALL crec (n1)			
入出	引数、変数名	属性	説明
I	n1	I*4	NONラベルコモン文の長さ
作成言語	(入力)	I ... 入力 (属性)	I2 ... 2バイト整数型 I4 ... 4バイト整数型 R4 ... 単精度実数型 R8 ... 倍精度実数型 C ... 文字 L1 ... 1バイト論理型 L4 ... 4バイト論理型 Cn ... nバイト文字型
1. FORTRAN77 2. ASM		O ... 出力 IO ... 入出力 N ... 未使用	

モジュール説明書

モジュール名	chmain	中性子遮蔽コード	メイン処理	管理番号	
機能概要					
<ol style="list-style-type: none"> 1. MAINをSUBROUTINE chmainへ変更 2. セル動作環境を設定 3. ワークファイル1 OPEN 4. ワークファイル2 OPEN 5. 入力データファイル OPEN 					
呼び出し形式					
CALL chmain ()					
入出	引数、変数名	属性	説明		
	NC	I 4 * 155000	<p>NONラベルコモン文</p> <p>この内、150000をオリジナルのNONラベルコモン文と同様に使用し、150001配列目からはセルへの初期値送信用バッファとして使用している。</p> <p>これは、並列化を向上させる為に全初期値データを一回で送信したい為である。</p> <p>MCACEは中でアドレスを計算しながらNONラベルコモン文内の使用領域を決めて行っているので、非常に計算モデルが大きい場合、NONラベルコモン文の領域が不足する可能性がある。</p> <p>NONラベルコモン文の配列を大きくしたい場合は、本モジュールのほかに、初期値データを送信しているモジュール『bstat0』のNONラベルコモン文と送信バッファのEQUIVALENCE文を変更する必要がある。</p> <p>セル側はモジュール『ccmain』のNONラベルコモン文定義と変数『nl』モジュール『crec』のEQUIVALENCE文を変更する必要がある。</p>		
	LIM	I 4	NONラベルコモン文の配列の大きさ		
作成言語	(入出)	I ... 入力	(属性)	I 2 ... 2バイト整数型	C ... 文字
1. FORTRAN77 2. ASM		O ... 出力		I 4 ... 4バイト整数型	L1 ... 1バイト論理型
		IO ... 入出力		R4 ... 単精度実数型	L4 ... 4バイト論理型
		W ... ワーク		R8 ... 倍精度実数型	Cn ... nバイト文字型

モジュール説明書

モジュール名	morse	セル制御 (メイン)	管理番号	
機能概要				
<p>ホスト側の実質的メインルーチン。 オリジナル『morse』のバッチ処理の部分を削除し、セル制御を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・入力データファイル・データプール読み込み ・初期値データ作成 ・セル制御 ・flux計算 ・印刷 				
呼び出し形式				
CALL morse (nift)				
入出	引数、変数名	属 性	説 明	
I	nift	I * 4	送信バッファの配列の大きさ (送信バッファの部分は除く)	
作成言語	(入力)	(属性)	I2 ... 2バイト整数型	C ... 文字
1. FORTRAN77 2. ASM	O ... 出力		I4 ... 4バイト整数型	L1 ... 1バイト論理型
	IO ... 入出力		R4 ... 単精度実数型	L4 ... 4バイト論理型
	N ... 未使用		R8 ... 倍精度実数型	Cn ... nバイト文字型

モジュール説明書

モジュール名	bankr	見出し印刷 flux計算	(ホスト)	管理番号	
機能概要					
引数に応じて、印刷・flux計算を行う その他のセルが使用する部分は、削除					
呼び出し形式					
CALL bankr (nbnkid)					
入出	引数、変数名	属性	説明		
1	nbnkid	1*4	処理フラグ -1 : 見出し印刷 -4 : flux計算 (リスタートファイルのリードを含む) その他: 無視		
作成言語	(入力) 1 ... 入力 0 ... 出力 10 ... 入出力 W ... ワーク	(属性) 12 ... 2バイト整数型 14 ... 4バイト整数型 R4 ... 単精度実数型 R8 ... 倍精度実数型	C ... 文字 L1 ... 1バイト論理型 L4 ... 4バイト論理型 Cn ... nバイト文字型		
1. FORTRAN77 2. ASM					

モジュール説明書

モジュール名	source	入力データファイル読み込み (ホスト)	管理番号		
機能概要 入力データファイルより、読み込みを行いその内容を、印刷する。 各粒子単位の計算で、更新する部分は削除					
呼び出し形式 CALL source (ig, u, v, w, xstrt, ystrt, zstrt, wate, med, ag, isour, itstr, ngpqt3, ddf, isbias, nmtg)					
入出	引数、変数名	属 性	説 明		
N	ig	I*4			
	u	R*4	中性子	x座標	
	v	R*4	中性子	y座標	
	w	R*4	中性子	z座標	
	xstrt	R*4	中性子源	x座標	
	ystrt	R*4	中性子源	y座標	
	zstrt	R*4	中性子源	z座標	
	wate	R*4		重み	
	med	I*4			
	ag	R*4			
	isour	I*4			
	itstr	I*4			
	ngpqt3	I*4			
	ddf	R*4			
	isbias	I*4			
	nmtg	I*4			
作成言語	(入出)	I ... 入 力	(属性)	I2 ... 2バイト整数型	C ... 文字
		O ... 出 力		I4 ... 4バイト整数型	L1 ... 1バイト論理型
1. FORTRAN77		IO ... 入出力		R4 ... 単精度実数型	L4 ... 4バイト論理型
2. ASM		W ... ワーク		R8 ... 倍精度実数型	Cn ... nバイト文字型

モジュール説明書

モジュール名	cmorse	1バッチの計算 (セル)	管理番号	
機能概要				
セル側の実質的メインルーチンで、1バッチの計算を行う。 オリジナル『morse』の入力データ読み込み等、バッチの計算以外の所は削除				
呼び出し形式				
CALL morse (nift)				
入出	引数、変数名	属性	説明	
I	nift	I*4	受信レベルコモン文の配列の大きさ (受信レベルコモン文の部分に際す)	
作成言語	(入力)	I ... 入力 (属性)	I2 ... 2バイト整数型	C ... 文字
1. FORTRAN77		O ... 出力	I4 ... 4バイト整数型	L1 ... 1バイト論理型
2. ASM		IO ... 入出力	R4 ... 単精度実数型	L4 ... 4バイト論理型
		N ... 未使用	R8 ... 倍精度実数型	Cn ... nバイト文字型

モジュール説明書

モジュール名	source	粒子の位置・重み設定 (セル)	管理番号	
機能概要 粒子の位置・重み設定 入力データファイルの読み込み部分は削除				
呼び出し形式 CALL source (ig, u, v, w, xstrt, ystrt, zstrt, wate, med, ag, isour, itstr, ngpqt3, ddf, isbias, nmtg)				
入出	引数、変数名	属性	説明	
N	ig	I*4		
	u	R*4	中性子	x座標
	v	R*4	中性子	y座標
	w	R*4	中性子	z座標
	xstrt	R*4	中性子源	x座標
	ystrt	R*4	中性子源	y座標
	zstrt	R*4	中性子源	z座標
	wate	R*4	重み	
	med	I*4		
	ag	R*4		
	isour	I*4		
	itstr	I*4		
	ngpqt3	I*4		
	ddf	R*4		
	isbias	I*4		
	nmtg	I*4		
作成言語 (入出) I ... 入力 (属性) I2 ... 2バイト整数型 C ... 文字				
1. FORTRAN77 O ... 出力 I4 ... 4バイト整数型 L1 ... 1バイト論理型				
2. ASM IO ... 入出力 R4 ... 単精度実数型 L4 ... 4バイト論理型				
W ... ワーク R8 ... 倍精度実数型 Cn ... nバイト文字型				

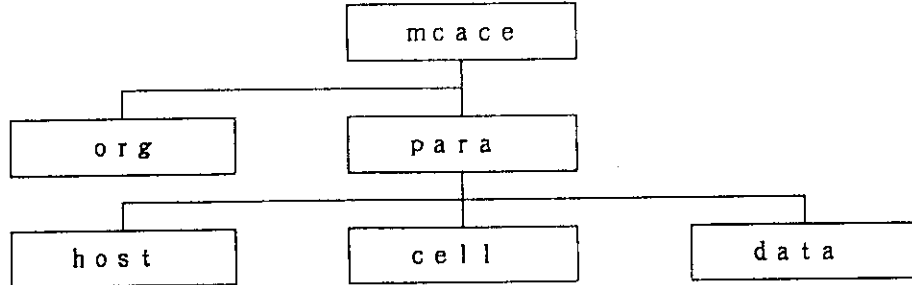
モジュール説明書

モジュール名	c b a n k r	リスタートファイルへの書き出し等 (セル)	管理番号	
機能概要				
引数に応じて、下記の事を行う ・ nonラベルコモンのクリア ・ リスタートファイルへの書き出し ・ 粒子計算終了判定				
呼び出し形式				
CALL bankr (nbnkid)				
入出	引数、変数名	属 性	説 明	
1	nbnkid	1*4	処理フラグ -2 : nonラベルコモンのクリア -3 : リスタートファイルへの書き出し 5 : 粒子計算終了判定 その他: 無視	
作成言語	(入力) 1 ... 入力 0 ... 出力 10 ... 入出力 W ... ワーク	(属性) 12 ... 2バイト整数型 14 ... 4バイト整数型 R4 ... 単精度実数型 R8 ... 倍精度実数型	C ... 文字 L1 ... 1バイト論理型 L4 ... 4バイト論理型 Cn ... nバイト文字型	
1. FORTRAN77 2. ASM				

付録5 並列版 MCACE 使用手引

MCACE 使用手引書

[ディレクトリ構成図]



・org

mcace シリアルプログラムのソースが入っています。

・para ディレクトリ

mcace 並列化プログラムのソースがはいっています。

- host ディレクトリ : ホスト用ソース一式
データプールファイル
入力データファイル
- cell ディレクトリ : セル用ソース一式
- data ディレクトリ : 実行結果

下記の順番でMCACEを実行する。MCACEを使用する前に入力データファイルと、データプールを作成しておかなければならない。尚、「<」は実行キーを示し、「'」はプログラムからの出力メッセージをしめす。

1. para/hostおよびpara/cellのソースを、各々のディレクトリ内でコンパイルする。

```
% f77 -c -O2 *.f<
```

2. ホストプログラムをpara/hostディレクトリ内でリンクする。

```
% mkhf *.o -o host
```

3. セルをpara/cellディレクトリ内でリンクする。

```
% mktf *.o -o cell
```

4. casimをpara/hostディレクトリ内で起動し、実行モジュールを実行する。

```
% casim<
cmd>cmdtool *<
cmd>host host<
```

⇐ CASIM の起動
⇐ Sunview 使用の時

5. メッセージに従ってホストプログラムのウィンドウから動作環境を指定する。

'INPUT DATA NAME'
入力データファイル名< (納品テープでは「mcace.dat」)

'INPUT DATA NAME OK? (y/n) 入力データファイル名'
Y< 又は N<

'KEY-IN NUMBER OF CELLS'
セル数

'セル数 CELLS OK? (y/n) '
Y< 又は N<

'KEY-IN DATAPPOOL DATA SET NAME'
データプールのファイル名< (納品テープでは「dp」)

'DATAPPOOL DATA SET NNAME OK? (y/n) データプールのファイル名'
Y< 又は N<

6. セルタスクが起動されMCACEの計算結果がホストプログラムから表示される。

7. CASIMを終了する。

quit< (4.のウィンドウから入力)

付録6 サンプル出力例

```

a      Sun Jan 27 02:57:58 1991      1
1      *** MCACE CARD INPUT DATA IMAGE LIST ****

1-> MCACE SAMPLE PROBLEM NO.1
2-> 200 440 60 1 9 0 9 9 0 0 10 2 0 0
3-> 0 1 0 0 1.0 0.02 +6 0.0 0.0 2.2 +5
4-> 0
5-> 0.0
6-> 1.0
7-> 1.33 +6 1.0 +6 0.8 +6 0.6 +6 0.4 +6 0.3 +6 0.2 +6
8-> 0.1 +6 0.05 +6
9-> 012345678900
10-> 0 1 0 0 0 4 9 0
11-> 1 1 9 1 1 4 100.0 1.0 -3 1.0 -2 0.0
12-> -1
13-> 0
14-> 0 0 SKYSHINE PROBLEM
15-> RCC 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 7.6 +2
16-> 4.1 +2
17-> RCC 2 0.0 0.0 0.0 0.0 7.8103+2
18-> 7.1 +2
19-> RPF 3 -6.0 +4 6.0 +4 -6.0 +4 6.0 +4 0.0 6.0 +4
20-> RPP 4 -6.01 +4 6.01 +4 -6.01 +4 6.01 +4 -10.0 6.01 +4
21-> END
22-> AIR +1
23-> WAL +2 -1
24-> AIR +3 -2
25-> VID +4 -3
26-> END
27-> 1 2 3 4
28-> 1 2 1 0
29-> CROSS SECTION FROM DATA-POOL
30-> 0 0 9 9 9 12 4 2 2 0 0 -16 0
31-> 0 0 0 0 0 0 -1 0
32-> $DPUNIT NLIB=92 $END
33-> G09 FX16 AIR CONC
34-> SAMBO INPUT TOTAL FLUX AND DOSE RATE
35-> 3 1 9 9 0 0 -1 1 1
36-> 1.0 +4 0.0 1.5 +2
37-> 2.0 +4 0.0 1.5 +2
38-> 3.0 +4 0.0 1.5 +2
39-> RESPONSE FUNCTION (MR/HR)
40-> $DPUNIT RESD=92 $END
41-> G09 RESD DOSE
42-> PHOTON/SEC/CM**2/EV
43-> 1 2 3 4 5 6 7 8 9
44-> PRT 1 1 1 0 0 0 9 9 0 0 0
45-> 0.0 0.0 1.5 +2 0.0 0.0 1.0
46-> 1.0 0.0
47-> 70.0 +2 90.0 +2 110.0 +2 140.0 +2 180.0 +2 220.0 +2 250.0 +2
48-> 280.0 +2 320.0 +2 380.0 +2
49-> 1 1 1 1 1 1 1 1 1
50-> 0.0 6.283 0.0 6.283 0.0 6.283 0.0 6.283 0.0
51-> 6.283 0.0 6.283 0.0 6.283 0.0 6.283 0.0 6.283
52-> 0.0 6.283 0.0 6.283

```

200粒子 60 バッチ
実行結果

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 2 2

```

53-> SOURCE      1  5  3  1.33 +6 0.02 +6  3
54->           0.0  0.0  660.0
55->           0.0  0.0  0.0
56->           0.273  0.0
57->           1
58-> 1.25 +6 1.0
59-> END OF SAMPLE PROBLEM : PROGRAM MCACE TERMINATED
1MCACE SAMPLE PROBLEM NO.1
ONSTRT= 200  NMOST= 440  NITS= 60  NQUIT= 1  NGPQTN= 9
NGPQIC= 0  NMGE= 9  NMTG= 9  NCOLTP= 0  IADJM= 0
NGPQIC= 0  NMG= 9  NMTG= 9  NCOLTP= 0  IADJM= 0
MAXIMUM EXECUTION TIME = 10 MINUTES  MEDIA= 2  MEDALE= 0  IREST= 0
OISOUR= 0  NGPFS= 1  ISBIAS= 0  NRESF= 0  TCUT= 0.0000E+00  VELTH= 2.2000E+05  IBOOT= 0
WTSRST= 1.0000E+00  EBOTN= 2.0000E+04  EBOTG= 0.0000E+00  ZSTRT= 0.000E+00  AGSTRT= 0.000E+00
OXSTRT= 0.000E+00  YSTRT= 0.000E+00  ZSTRT= 0.000E+00
UINP= 0.000E+00  VINP= 0.000E+00  WINP= 0.000E+00
    
```

```

0 SOURCE DATA
GROUP UNNORMALIZED NORMALIZED
  FRACTION FRACTION
  1 1.0000E+00 1.000000
TOTAL 1.0000E+00
    
```

```

0GROUP PARAMETERS, GROUP NUMBERS GREATER THAN 9 CORRESPOND TO SECONDARY PARTICLES
0 GROUP UPPER EDGE VELOCITY (CM/SEC)
  1 1.3300E+06 1.4927E+09
  2 1.0000E+06 1.3120E+09
  3 8.0000E+05 1.1571E+09
  4 6.0000E+05 9.7793E+08
  5 4.0000E+05 8.1819E+08
  6 3.0000E+05 6.9150E+08
  7 2.0000E+05 5.3563E+08
  8 1.0000E+05 3.7875E+08
  9 5.0000E+04 2.2000E+08
INITIAL RANDOM NUMBER = 45678900
ONSPLT= 0  NKILL= 1  NPAST= 0  NOLZAK= 0  IEHBAS= 0  MREG= 4  MAXCF= 9  IREG= 0  NITSO= 0  NHICOL= 0
OWEIGHT STANDARDS FOR SPLITTING AND RUSSIAN ROUTLETTE AND PATHLENGTH STRETCHING PARAMETERS
0 NGP1 NDG NGP2 NRGL NDRG NRG2 WTHIHI WTLLOWI WTAWEI PATH FVR WAV
  1  1  9  1  1  4  1.0000E+02  1.0000E-03  1.0000E-02  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00  0.0000E+00
ONSOUR= 0  MFISTP= 0  NKALC= 0  NORME= 0
    
```

```

1 SKYSHINE PROBLEM
  IVOPT = 0  IDBG = 0
    
```

```

RCC 1 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.7600000D+03 3
    0.4100000D+03
RCC 2 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.7810300D+03 12
    0.7100000D+03
RPP 3 -0.6000000D+05 -0.6000000D+05 0.6000000D+05 0.6000000D+05 0.0000000D+00 0.6000000D+05 21
RPP 4 -0.6010000D+05 -0.6010000D+05 0.6010000D+05 0.6010000D+05 -0.1000000D+02 0.6010000D+05 29
END 5 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 0.0000000D+00 37
NUMBER OF BODIES 4
    
```


a Sun Jan 27 02:57:58 1991 5

1	1.158E-01	1.154E-01	0.0000	0.9969	0.0000	0.0000	0.1019	0.2093	0.1247	0.1324	0.1642	0.1188	0.1487	0.0000
2	1.317E-01	1.316E-01	0.0000	0.9994	0.0000	0.0000	0.1429	0.1796	0.1735	0.1904	0.1282	0.1855	0.0000	0.0000
3	1.495E-01	1.495E-01	0.0000	0.9996	0.0000	0.0000	0.1302	0.2544	0.2396	0.1419	0.2272	0.0066	0.0000	
4	1.684E-01	1.683E-01	0.0000	0.9994	0.0000	0.0000	0.1841	0.3489	0.1679	0.2469	0.0522	0.0000		
5	1.960E-01	1.957E-01	0.0000	0.9987	0.0000	0.0000	0.2882	0.2749	0.2850	0.1519	0.0000			
6	2.271E-01	2.265E-01	0.0000	0.9971	0.0000	0.0000	0.2635	0.4330	0.3035	0.0000				
7	2.605E-01	2.586E-01	0.0000	0.9928	0.0000	0.0000	0.4025	0.5975	0.0000					
8	3.242E-01	3.134E-01	0.0000	0.9665	0.0000	0.0000	0.7669	0.2331						
9	4.976E-01	4.024E-01	0.0000	0.8086	0.0000	0.0000	1.0000							

OBANKS START AT 4300
 LAST LOCATION USED 10899
 1 SAMBO INPUT TOTAL FLUX AND DOSE RATE
 OND= 3, NS= 1, NRE= 9, NE= 9, NT= 0, NA= 0, NRESP= -1, NEX= 1, NEXND= 1, EFS= 0.0000E+00

lmax= 11193 nleft= 139101 nlast= 10899

DZT	X	Y	Z	RAD	TO
1	1.0000E+04	0.0000E+00	1.5000E+02	1.0001E+04	6.6998E-06
2	2.0000E+04	0.0000E+00	1.5000E+02	2.0001E+04	1.3399E-05
3	3.0000E+04	0.0000E+00	1.5000E+02	3.0000E+04	2.0097E-05
0	GROUP	RESP(1)			
1	2.3000E-03				
2	2.1000E-03				
3	1.8000E-03				
4	1.4000E-03				
5	1.0000E-03				
6	7.1000E-04				
7	4.9000E-04				
8	2.7000E-04				
9	1.5000E-04				

0 NUMBER OF PRIMARY ENERGY BINS 9
 TOTAL NUMBER OF ENERGY BINS 9

BIN NO.	LOWER LIMIT GROUP	ENERGY LIMIT	DELTA X
1	1	1.330E+06	3.300E+05
2	2	1.000E+06	2.000E+05
3	3	8.000E+05	2.000E+05
4	4	6.000E+05	2.000E+05
5	5	4.000E+05	2.000E+05
6	6	3.000E+05	1.000E+05
7	7	2.000E+05	1.000E+05
8	8	1.000E+05	1.000E+05
9	9	5.000E+04	5.000E+04
0	0	2.000E+04	3.000E+04

0 NUMBER OF TIME BINS 0
 0 NUMBER OF ANGLE BINS 0
 UPPER LIMITS OF COSINE BINS

 **** SURFACE DETECTOR ****

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 6

```

SURFACE NO. ----- 1
ITYPE =PRT IREAL = 1 IFLUX = 1 ILEAK = 0 LANG = 0 IOUT = 0
MESH1 = 9 MESH2 = 9 IETA = 0 IPHI = 0 IPRT = 0
X0 = 0.000E+00 Y0 = 0.000E+00 Z0 = 0.150E+03
U0 = 0.000E+00 V0 = 0.000E+00 W0 = 0.100E+01
U1 = 0.100E+01 V1 = 0.000E+00 W1 = 0.000E+00 RADIUS = 0.000E+00
0 730 CELLS USED BY ANALYSIS, 138371 CELLS REMAIN UNUSED.
1
YOU ARE USING THE DEFAULT VERSION OF STRUN WHICH DOES NOTHING.
0 *****
*** SOURCE INPUT DATA ***
*****
*** POINT SOURCE ***
0 X0,Y0,Z0,X1,X2,X1,Y2,Z1,Z2 = 0.00 0.00 660.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0 BIASED ISOTROPIC EMISSION
UIMP, TIMES = 0.273 2.751
0 MONOENERGY = 0.12500E+07EV
0 START BATCH 1
WT = 7.2700E+01 UAVE = 3.6673E-02 VAVE = -2.3839E-02 WAVE = 6.4577E-01 ACEAVE = 0.0000E+00
IAVE = 1.00 XAVE = 0.0000E+00 YAVE = 0.0000E+00 ZAVE = 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6438 0 557 94 0 0 106 11 0
0 START BATCH 2
WT = 7.2700E+01 UAVE = -1.8903E-02 VAVE = -4.7037E-03 WAVE = 6.3742E-01 ACEAVE = 0.0000E+00
IAVE = 1.00 XAVE = 0.0000E+00 YAVE = 0.0000E+00 ZAVE = 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6521 0 636 103 0 0 97 13 0
0 START BATCH 3
WT = 7.2700E+01 UAVE = -6.0109E-02 VAVE = 3.5410E-02 WAVE = 6.2924E-01 ACEAVE = 0.0000E+00
IAVE = 1.00 XAVE = 0.0000E+00 YAVE = 0.0000E+00 ZAVE = 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6586 0 631 80 0 0 120 14 0
0 START BATCH 4
WT = 7.2700E+01 UAVE = 3.5588E-02 VAVE = 5.3538E-03 WAVE = 6.1977E-01 ACEAVE = 0.0000E+00
IAVE = 1.00 XAVE = 0.0000E+00 YAVE = 0.0000E+00 ZAVE = 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6674 0 640 73 0 0 127 9 0
0 START BATCH 5
WT = 7.2700E+01 UAVE = 2.8735E-02 VAVE = 2.3438E-02 WAVE = 6.4438E-01 ACEAVE = 0.0000E+00
IAVE = 1.00 XAVE = 0.0000E+00 YAVE = 0.0000E+00 ZAVE = 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6222 0 633 70 0 0 130 11 0
0 START BATCH 6
WT = 7.2700E+01 UAVE = -1.3532E-02 VAVE = 5.5465E-02 WAVE = 6.2562E-01 ACEAVE = 0.0000E+00
IAVE = 1.00 XAVE = 0.0000E+00 YAVE = 0.0000E+00 ZAVE = 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST

```


2 Sun Jan 27 02:57:58 1991 9

```

WT= 7.2700E+01 UAVE= 1.3545E-02 VAVE= -7.9202E-02 WAVE= 6.4234E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6645 0 601 76 0 0 124 11 0
0 START BATCH 26
WT= 7.2700E+01 UAVE= 5.3882E-02 VAVE= 3.2751E-03 WAVE= 6.3548E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6022 0 548 94 0 0 106 11 0
0 START BATCH 27
WT= 7.2700E+01 UAVE= -2.2933E-02 VAVE= -1.9530E-03 WAVE= 6.5061E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6446 0 584 95 0 0 105 6 0
0 START BATCH 28
WT= 7.2700E+01 UAVE= 2.1767E-02 VAVE= -8.3736E-02 WAVE= 6.3158E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6416 0 616 89 0 0 111 7 0
0 START BATCH 29
WT= 7.2700E+01 UAVE= -2.7930E-02 VAVE= 2.4936E-02 WAVE= 6.4552E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 7196 0 674 65 0 0 135 10 0
0 START BATCH 30
WT= 7.2700E+01 UAVE= -7.6448E-04 VAVE= -7.3706E-03 WAVE= 6.5751E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6136 0 585 94 0 0 106 11 0
0 START BATCH 31
WT= 7.2700E+01 UAVE= -2.7844E-02 VAVE= 2.0875E-02 WAVE= 6.5142E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6261 0 584 86 0 0 114 10 0
0 START BATCH 32
WT= 7.2700E+01 UAVE= 2.9064E-02 VAVE= -9.5263E-03 WAVE= 6.2423E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6902 0 537 85 0 0 115 8 0
0 START BATCH 33
WT= 7.2700E+01 UAVE= 1.3619E-02 VAVE= -1.9513E-02 WAVE= 6.3802E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
LAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 0 6516 0 535 92 0 0 108 12 0
0 START BATCH 34
WT= 7.2700E+01 UAVE= 2.1527E-02 VAVE= -5.4612E-02 WAVE= 6.4236E-01 AGEAVE= 0.0000E+00

```

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 10

```

IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6375 0 633 94 0 106 9 0
0 START BATCH 35
WT= 7.2700E+01 UAVE= 7.3337E-03 WAVE= -7.0397E-02 WAVE= 6.5430E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6613 0 594 92 0 108 14 0
0 START BATCH 36
WT= 7.2700E+01 UAVE= 4.2784E-02 WAVE= 2.2422E-03 WAVE= 6.4150E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6351 0 657 82 0 118 9 0
0 START BATCH 37
WT= 7.2700E+01 UAVE= 2.6292E-02 WAVE= 2.7976E-02 WAVE= 6.1810E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6647 0 563 85 0 115 11 0
0 START BATCH 38
WT= 7.2700E+01 UAVE= 1.2377E-02 WAVE= 6.7498E-03 WAVE= 6.4856E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6824 0 596 83 0 117 22 0
0 START BATCH 39
WT= 7.2700E+01 UAVE= 8.8365E-02 WAVE= 1.5236E-02 WAVE= 6.3020E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6445 0 671 82 0 118 10 0
0 START BATCH 40
WT= 7.2700E+01 UAVE= -3.3912E-02 WAVE= 3.4752E-02 WAVE= 6.1969E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6504 0 568 86 0 114 12 0
0 START BATCH 41
WT= 7.2700E+01 UAVE= -2.7565E-02 WAVE= -6.7941E-03 WAVE= 6.4051E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 7014 0 645 92 0 108 10 0
0 START BATCH 42
WT= 7.2700E+01 UAVE= 7.0488E-03 WAVE= 8.9351E-03 WAVE= 6.6000E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GAMGEN REALCOLL ALBEDO BDRYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
200 0 0 6611 0 620 86 0 114 10 0
0 START BATCH 43
WT= 7.2700E+01 UAVE= -1.6315E-02 WAVE= 2.1293E-02 WAVE= 6.2237E-01 AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00 XAVE= 0.0000E+00 YAVE= 0.0000E+00 ZAVE= 6.6000E+02

```

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 11

```

NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6426 0 659 / 87 0 0 113 9 0
0 START BATCH 44
WT= 7.2700E+01  UAVE= 4.3233E-02  VAVE= 3.9564E-02  WAVE= 6.4640E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6582 0 626 86 0 0 114 10 0
0 START BATCH 45
WT= 7.2700E+01  UAVE= 2.4795E-02  VAVE= -4.3307E-02  WAVE= 6.3207E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6832 0 612 87 0 0 113 8 0
0 START BATCH 46
WT= 7.2700E+01  UAVE= 3.7453E-02  VAVE= 7.6679E-02  WAVE= 6.3737E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6950 0 545 92 0 0 108 10 0
0 START BATCH 47
WT= 7.2700E+01  UAVE= -1.8284E-02  VAVE= 1.5553E-02  WAVE= 6.4258E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6694 0 647 90 0 0 110 12 0
0 START BATCH 48
WT= 7.2700E+01  UAVE= 2.9319E-02  VAVE= -2.3571E-04  WAVE= 6.6083E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6189 0 625 82 0 0 118 17 0
0 START BATCH 49
WT= 7.2700E+01  UAVE= -5.3164E-02  VAVE= 8.2071E-02  WAVE= 6.3304E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6628 0 577 84 0 0 116 8 0
0 START BATCH 50
WT= 7.2700E+01  UAVE= 3.2946E-02  VAVE= 1.0639E-02  WAVE= 6.4752E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6412 0 617 96 0 0 104 10 0
0 START BATCH 51
WT= 7.2700E+01  UAVE= -2.5435E-02  VAVE= 4.0209E-03  WAVE= 6.3473E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D)  FISHN  GAMGEN  REALCOLL  ALBEDO  BDRYX  ESCAPE  E-CUT  TIMEKILL  R R  KILL  R R  SURV  GAMLOST
200 0 0 0 6951 0 575 80 0 0 120 10 0
0 START BATCH 52
WT= 7.2700E+01  UAVE= -6.5578E-03  VAVE= 5.3234E-02  WAVE= 6.0256E-01  AGEAVE= 0.0000E+00
IAVE= 1.00  XAVE= 0.0000E+00  YAVE= 0.0000E+00  ZAVE= 6.6000E+02
NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL

```

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 12

0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6324	0	621	92	0	0	108	7	0	0	0	0	0
0	START BATCH 53															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	5.0120E-02	VAVE=	-1.4962E-02	WAVE=	6.2381E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6348	0	600	94	0	0	106	5	0	0	0	0	0
0	START BATCH 54															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	7.9566E-02	VAVE=	-4.2044E-02	WAVE=	6.2311E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6516	0	651	84	0	0	116	12	0	0	0	0	0
0	START BATCH 55															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	3.4501E-02	VAVE=	-4.1356E-02	WAVE=	6.2184E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	7198	0	563	90	0	0	110	10	0	0	0	0	0
0	START BATCH 56															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	-4.4300E-02	VAVE=	4.5460E-02	WAVE=	6.1799E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6446	0	563	81	0	0	119	14	0	0	0	0	0
0	START BATCH 57															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	2.2324E-02	VAVE=	-1.5086E-02	WAVE=	6.3207E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6682	0	620	90	0	0	110	14	0	0	0	0	0
0	START BATCH 58															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	3.4341E-02	VAVE=	4.6981E-02	WAVE=	6.0580E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6434	0	605	83	0	0	117	9	0	0	0	0	0
0	START BATCH 59															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	4.8101E-03	VAVE=	-3.3980E-02	WAVE=	6.1861E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6623	0	568	81	0	0	119	14	0	0	0	0	0
0	START BATCH 60															
WT=	7.2700E+01	UAVE=	4.6976E-02	VAVE=	6.1182E-02	WAVE=	6.4106E-01	AGEAVE=	0.0000E+00							
IAVE=	1.00	XAVE=	0.0000E+00	YAVE=	0.0000E+00	ZAVE=	6.6000E+02									
0	NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL															
0	SOURCE SPLIT(D)	FISHN	GAMGEN	REALCOLL	ALBEDO	BDRYX	ESCAPE	E-CUT	TIMEKILL	R	R	KILL	R	R	SURV	GAMLOST
200	0	0	0	6450	0	636	88	0	0	112	13	0	0	0	0	0

1 THIS CASE WAS RUN ON
 0 DOSE PHOTON DOSE CONVERSION FACTOR

DETECTOR	UNCOLL RESPONSE	RESPONSES (DETECTOR)	FSD UNCOLL	RESPONSE FUNCTION (MR/HR)	FSD TOTAL RESPONSE	TOTAL

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 13

1	2.8469E-28	0.13019	1.0777E-14	0.06673
2	3.9792E-29	0.13019	2.8064E-15	0.10830
3	9.6010E-30	0.13019	6.5870E-16	0.13301

1 FLUENCE(ENERGY,DETECTOR) PHOTON/SEC/CM**2/EV

0	DETECTOR NO.	1	2	3
0	ENERGIES			
1	1.330E+06	3.759E-31	1.927E-22	1.265E-32
1	1.000E+06	0.130	1.000	0.130
1	8.000E+05	6.261E-20	2.651E-20	2.639E-20
1	6.000E+05	1.000	1.000	0.634
1	4.000E+05	4.028E-19	5.172E-20	1.755E-20
1	3.000E+05	0.590	0.570	0.815
1	2.000E+05	1.164E-18	5.690E-19	9.787E-20
1	1.000E+05	0.406	0.411	0.356
1	0.000E+05	7.979E-18	3.440E-18	7.266E-19
1	0.000E+05	0.176	0.327	0.244
1	0.000E+05	2.036E-17	4.844E-18	1.210E-18
1	0.000E+05	0.248	0.328	0.217
1	0.000E+05	3.967E-17	9.619E-18	2.190E-18
1	0.000E+05	0.086	0.213	0.348
1	5.000E+04	2.214E-16	3.767E-17	6.605E-18
1	2.000E+04	0.098	0.155	0.179
1	0.000E+04	6.897E-16	2.110E-16	5.753E-17
1	0.000E+04	0.096	0.213	0.248

 *** SURFACE CROSSING ***

 * (1) FLUX *
 * REAL CROSSING *

 * SURFACE NO. = 1 *
 * SURFACE TYPE = PLANE (R-T) *

* SPATIAL MESH *

RADIUS	AZIMUTHAL ANGLE
7000.000	0.000
9000.000	0.000
11000.000	0.000
14000.000	0.000
18000.000	0.000

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 14

22000.000 0.000 6.283
 25000.000 0.000 6.283
 28000.000 0.000 6.283
 32000.000 0.000 6.283
 38000.000

0 SPATIAL MESH ; REACTION RATE ; F.S.D
 1 2 3 4 5 6 7 8
 9

DETECTOR NO. = 1 MEAN VALUE = 6.5294E-16 (0.3288)
 * REACTION RATE *
 3.8081E-15 5.5421E-16 1.2332E-15 2.7959E-15 5.6059E-16 3.0387E-16 1.4596E-16 2.8889E-16
 2.1757E-16
 0.4134 0.3781 0.4839 0.7973 0.4562 0.6675 0.5440 0.7768
 0.6219

* FLUX SPECTRUM *

0 ENERGY ; MEAN VALUE ; F.S.D
 1 2 3 4 5 6 7 8
 9
 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 1.9299E-19 2.0814E-18 2.1701E-17
 5.4286E-17
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 0.6007 0.6814
 0.2656

0 SPATIAL MESH

1 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 2 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 3 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 4 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 5 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 6 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 1.9094E-18 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 7 0.0000E+00 0.0000E+00 1.1182E-17 1.1611E-17 3.6165E-18 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00
 0.0000E+00
 0.0000
 8 3.2088E-17 1.3553E-17 2.2977E-17 1.6235E-16 1.5757E-17 1.1368E-17 2.9570E-18 0.0000E+00
 3.8255E-18

a Sun Jan 27 02:57:58 1991 15

1.0000	0.7092	0.6122	0.9882	0.8023	1.0000	1.0000	0.0000
1.0000							
9 7.4999E-16	8.2500E-17	8.3353E-17	7.8459E-18	3.7925E-17	3.2972E-18	2.3564E-17	6.4197E-17
3.6873E-17							
0.4457	0.4618	0.3989	0.5784	0.4147	0.5449	0.4601	0.7768
0.7607							

 * (1) FLUX *
 * EXPECTED CROSSING *

 * SURFACE NO. = 1 *
 * SURFACE TYPE = PLANE (R-T) *

* SPATIAL MESH *
 RADIUS AZIMUTHAL ANGLE
 7000.000 0.000 6.283
 9000.000 0.000 6.283
 11000.000 0.000 6.283
 14000.000 0.000 6.283
 18000.000 0.000 6.283
 22000.000 0.000 6.283
 25000.000 0.000 6.283
 28000.000 0.000 6.283
 32000.000 0.000 6.283
 38000.000

* REACTION RATE *
 DETECTOR NO. = 1 MEAN VALUE = 2.7370E-15 (0.0712)

0 SPATIAL MESH ; REACTION RATE ; F.S.D

1	2	3	4	5	6	7	8
1.6825E-14	1.0980E-14	7.5385E-15	6.5468E-15	2.5575E-15	1.6319E-15	1.1319E-15	9.6006E-16
9.2252E-16							
0.1349	0.1431	0.0973	0.2476	0.1291	0.1250	0.1480	0.1712
0.2201							

* FLUX SPECTRUM *

0 ENERGY ; MEAN VALUE ; F.S.D

1	2	3	4	5	6	7	8
4.8027E-34	2.4232E-20	1.9790E-19	2.4082E-19	3.1383E-18	3.4819E-18	8.1375E-18	5.7821E-17
1.8839E-16							
0.8914	1.0000	0.6571	0.5113	0.2126	0.1525	0.1000	0.1734
0.0835							

0 ENERGY SPATIAL MESH

1	2	3	4	5	6	7	8
1.8551E-32	0.0000E+00	1.0181E-33	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
0.0000E+00							
1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000							
2 0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8.0484E-20							

2 Sun Jan 27 02:57:58 1991 17

GROUP	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT
1	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
2	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
3	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
4	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
5	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
6	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
7	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
8	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
9	3	2.92E-03	6602	5.91E+00	208	2.04E-01	0	0.00E+00

2NUMBER OF RUSSIAN ROULETTE SURVIVALS		REGION 1		REGION 2		REGION 3		REGION 4		
GROUP	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT	NUMBER	WEIGHT
1	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
2	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
3	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
4	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
5	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
6	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
7	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
8	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00
9	0	0.00E+00	620	5.56E-01	33	3.24E-02	0	0.00E+00	0	0.00E+00

NEXT RANDOM NUMBER IS 0
 1 END OF SAMPLE PROBLEM : PROGRAM MCACE TERMINATED