

JAERI - M
92-193

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
(2)512セルの並列計算機上の性能評価

1992年12月

高野 誠・増川 史洋・内藤 傲孝
井戸 勝*・中嶋 太二*

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

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。
入手の問合せは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1992

編集兼発行　　日本原子力研究所
印　　刷　　いばらき印刷機

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M C A C Eの高速化

(2) 512セルの並列計算機上での性能評価

日本原子力研究所東海研究所燃料安全工学部

高野 誠・増川 史洋・内藤 健孝

井戸 勝*・中嶋 太二*

(1992年11月12月受理)

並列版M C A C Eコードを、並列計算機A P - 1000上でセル数を1台から512台まで変化させながら実行して、並列効率の測定を行った。殆どの問題では、並列効率は80%以上の高い値を示した。しかし、比較的規模の小さな問題では、セル数の増大とともに通信時間が問題となり、処理時間は始めセル数とともに短くなつてゆくが、ある点で最小値となつた後は増大してゆくことがわかつた。一方、以前使用していた並列乱数発生方法であるLeap Frog法に不都合な点があることが判明したため、通常の乱数発生ルーチンを使った簡単な並列乱数発生方法を考案した。

Speedup of MCACE, a Monte Carlo Code for Evaluation of
Shielding Safety, by Parallel Computer
(2) Performance Evaluation on Parallel Computer with 512 Cells

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

(Received November 12, 1992)

The parallelized MCACE code has been executed on the parallel computer, AP-1000, increasing the number of cells from one to 512 in order to measure its parallel efficiency. More than 80% of parallel efficiency has been achieved for the most of the problems. But for some small problems, by increasing the number of cells, the process time, at first, has decreased then increased after reaching the minimum processing time, mainly due to the burden of communication time between host and cells. Further, we have introduced a simple technique to apply the conventional random number generator to parallel computers since the Leap Flog method has found to be inadequate.

Keywords: Monte Carlo, MCACE, Parallel, Speedup, Evaluation, AP-1000, Sun Work Station, Random Number

* T.S.L. Inc.

目 次

1. 緒 言	1
2. MCACEコードのSUN-4/2版とM-780版の比較	2
2.1 SUN-4/2版MCACEコードの改良	2
2.2 サンプル問題	2
2.3 解析結果	3
3. 並列版MCACEコードの性能評価	4
3.1 並列計算用乱数	4
3.2 並列計算機上での実行時間測定	6
4. 結 論	9
謝 辞	10
参考文献	10
付録A 1 SUN-4/2用MCACE計算結果図形表示システム	19
付録A 2 MCACEコード用データプールシステムのSUN-4/2への移植	28
付録A 3 SUN-4/2上でのディレクトリ、およびファイルの説明	32
付録A 4 並列版MCACEコードのAP-1000上での実行方法	34
付録A 5 MCACEコード用サンプルデータリスト等	35

Contents

1. Introduction	1
2. Comparison of MCACE Codes for Sun-4/2 and M-780	2
2.1 Improvements of MCACE Code for Sun-4/2	2
2.2 Sample Problems	2
2.3 Result of Comparison	3
3. Performance Evaluation of Parallelized MCACE Code	4
3.1 Random Number Generator for Parallel Computer	4
3.2 Execution Time Measurement on Parallel Computer	6
4. Conclusions	9
Acknowledgement	10
References	10
Appendix A1 Graphic System for MCACE Result on Sun-4/2	19
Appendix A2 Tools for Datapool System to Install on Sun-4/2	28
Appendix A3 Description of Directories and Files on Sun-4/2	32
Appendix A4 Commands to Execute Parallelized MCACE on AP-1000	34
Appendix A5 Sample Data List	35

1. 緒 言

前回の報告^(1, 2)では、遮蔽安全解析用モンテカルロコードMCACE⁽³⁾を並列化し、さらに並列計算機シミュレーターによる評価を最大8セル(CPU)相当まで行った。本報では、最大512セルを使用した並列計算機AP-1000⁽⁴⁾での実行結果について示す。

初めに、並列化を行う際に必要となったMCACEコードの原研大型計算機からSunワークステーションへの移植について示し、さらに5種のサンプル問題を使って大型計算機とSunワークステーションとの実行速度比較について示す。次に、並列版MCACEコードをAP-1000上でセル数を1台～512台まで変化させながら並列化による処理速度向上について検討する。また、従来使用していた並列用乱数発生方法が有する不都合な点について示し、代替案を示している。

また、MCACEコードの実行結果をSunワークステーション上に3次元表示するシステムおよびMCACEコード用データプール形式ライブラリを変換してSunワークステーションのディスクへ移植するシステム等、MCACEコード関連で整備したプログラム等を付録として示す。

2. MCACE コードのSUN-4/2版とM-780版の比較

MCACE コードを並列化⁽²⁾ した際に、並列化の第1ステップとして原研の大型計算機 (FACOM M-780) 上で動作していたMCACE コードを SUN-4/2 上へ移植した。このSUN-4/2 版のMCACE コードに2.1節で示す様な修正を行った後、5種類のサンプル問題に対し、SUN-4/2上での実行結果をM-780でのものと計算時間も含め比較した。

2.1 SUN-4/2版MCACE コードの改良

- (1) データプールファイルのレコード長さはMCACE コードでは3600バイトに固定となっていたが、SUN-4/2 上ではこれを可変とできるよう、データプール作成用ユーティリティ (POOLX) 中のコマンドINIT を変更しており、MCACE コード側もこれに対応してオープン文のレコード長を可変のものとした。実際には、データプールの第1レコードにレコード長が格納されており、この値を読み込んだ後、オープン文のレコード長を決定する。このために必要となったプログラムの変更はサブルーチンPOPENのみである（付録A5の表5.8 参照）。
- (2) ワークで使用しているファイルをSCRATCH 指定せずにオープンしていた為、計算が終了しても残ってしまっていた。そこでSCRATCH 指定でオープンするように変更した。
- (3) 入力ファイル及びデータプールのファイル名の入力を促進する為のメッセージ出力の機番が6番になっていたが、リダイレクションで出力をファイルに格納するとこのメッセージがファイルに出力されてしまうので0番に変更した。
- (4) その他、参考文献(2)の3.1節に示された変更も行った。

2.2 サンプル問題

サンプル問題として次の5題を使用した。

- Case 1 γ 線スカイシャイン問題⁽³⁾
- Case 2 中性子スカイシャイン問題⁽⁵⁾
- Case 3 γ 線直管ダクト問題（センターライン）⁽⁶⁾
- Case 4 γ 線直管ダクト問題（オフセンター）⁽⁶⁾
- Case 5 14Mev 中性子屈曲ダクト問題⁽⁷⁾

ここで、各サンプル問題の解析形状をFig. 2.1～2.4に示す。また、実際の入力データや断面積を格納したデータプール名を付録A5に示す。

2.3 解析結果

各サンプル問題に対し、同一の入力データを使いSUN-4/2およびM-780で実行し、計算時間と計算結果を比較した。計算時間の比較では、SUN-4/2ではユーザー時間とシステム時間の合計時間を使い、M-780では、CPU時間およびユーザー側から見た実際の処理時間と考えられるJOB開始から終了までの経過時間も参考のため示した。

以下に計算時間の比較結果を示す。

ケース番号	(CPU分)			M-780における 経過時間(分)
	SUN-4/2(S)	M-780(M)	S/M	
Case 1	30.5	7.0	4.3	22
Case 2	47.9	12.0	4.0	35
Case 3	39.3	8.8	4.4	9
Case 4	17.8	4.0	4.4	13
Case 5	12.3	3.5	3.5	8

この結果ら、CPU時間で見た処理速度は、M-780の方がSUN-4/2より3.5~4.4倍早いことがわかるが、これは、SUNとM-780のCPUの処理速度の差が陽に現われたものと考えられる。一方、実際のユーザサイドから見た場合には、SUN-4/2のCPU時間とM-780の経過時間を比較するのがより現実的であり、この場合にはSUN-4/2はM-780に比べても遜色はないと言えよう。これは、M-780は同時に複数のJOBを処理しているため、M-780の混雑状況にもよるが、通常、純粋に必要となるCPU時間の数倍の時間がJOB終了までに経過してしまうためである。勿論、経過時間での比較は一応の目安でしかないが、ワークステーションの性能は飛躍的に向上しつつあり、CPU時間で比較してもあまり遜色のない時代が来るのは、そう遠くはなく、特にスカラー大型計算機については、今後、SUN-4/2の様な安価なワークステーションで、従来の大型機上のJOBが処理される様になろう。例えば、参考文献(11)では、MCNP-4コードを例に比較が行われているが、ワークステーションHP-730がCrayのXMPやYMPと同等の性能を有していることが示されている。

一方、計算結果の比較を検出器応答で見たのが、Table 2.1である。Responses(Detector)を比較して見るとFSDが小さく精度が良い検出器の結果は良く一致している。FSDが大きな検出器については誤差を考慮しても一致していない点もあるがサンプル数が少ないのでヒストリー数を増やせば一致するものと思われる。ここで、SUN-4/2とM-780との結果が完全に一致しない主要因は、実数の取りうる最大値と最小値が下表の様に異なるため、演算精度や発生乱数に差が生じるためと考えられる。

	単精度	倍精度
SUN-4/2	$1.18 \times 10^{-38} \sim 3.40 \times 10^{38}$	$2.23 \times 10^{-308} \sim 8.08 \times 10^{308}$
M-780	$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$	$5.40 \times 10^{-79} \sim 7.24 \times 10^{75}$

ここで、本節で使用したSUN-4/2上のファイルについては付録A5に示す。

3. 並列版M C A C E コードの性能評価

先の第2.2節に示されたサンプル問題のうち, Case 1 の γ 線スカイシャイン問題を例として, 並列版M C A C E コードの計算処理速度向上率を, 並列計算機A P -1000上で, セル数および粒子数をパラメタとして測定した。

3.1 並列計算用乱数

以前の並列版M C A C E コードでは, Leap Frog法と称される手法を用いていた⁽¹⁰⁾。この手法は, 合同乗算法による乱数発生方法を変形したものである。通常の合同乗算法では, j 番目の乱数 x_j は

$$x_j = \text{mod}(2^k, \lambda x_{j-1}), \quad (3.1)$$

として求められる。ここで,

x_{j-1} 一つ前 (j - 1 番目) の乱数

k 使用中の計算機での一語のbit長

λ 定数 (種々の候補に対して乱数検定を行って選んだもの)

である。また, 初期値 x_0 はユーザーが与えた任意の数である。並列用乱数としてLeap Frog 法では, i 番目のセルに対する j 番目の乱数 $y_{i,j}$ を次式で生成する。

$$y_{i,j} = \text{mod}(2^k, \lambda^n y_{i,j-1}), \quad (3.2)$$

ここで, n は全セル台数である。また, 初期値 $y_{i,0}$ は,

$$y_{i,0} = \text{mod}(2^k, \lambda^i x_0), \quad (3.3)$$

により得られるものを使用する。このようにして得られる乱数をTable 3.1に示す。この表から明らかにLeap Frog 法ではセル 1 からセル n までを順番に見れば (3.1) 式で生成される乱数列が再現されているのがわかる。しかし, 並列版M C A C E コードでは, セル 0 から n で粒子のランダムウォーク計算が独立に行われている。つまり, セル 0 から n を結合してベクトル計算機的な演算を行っている訳ではないため, Leap Frog 法の特長である, セル 0 からセル n で発生する乱数を順番に繰り返し見て行けば, 元の (3.1) 式の乱数に等しくなるという点を並列版M C A C E コードでは生かすことができない。むしろこの特長は, 並列版M C A C E では良好な解を得る際の障害となる。つまり, 並列版M C A C E コードでは, 各セルで独立に実行されるランダムウォーク計算用の乱数のランダムネスが重要となる訳である。この点から見ると, 各セルで生成する乱数は,

$$z_i = \text{mod}(2^k, \lambda^n z_{i-1}), \quad (3.4)$$

という形式となっており、(3.1)式の λ の代わりに、 λ^n を使用した形となっている。ここで、通常、合同乗算法で使用される定数 λ の値は任意ではなく、ランダムネスの良い乱数列を得るために、十分テストされた値が λ として選定されている。合同乗算法で良好な乱数を得るために定数 λ として既知のものは、あまり多くはなく、各セルで単純に λ^n を定数として発生させた数列は良好な乱数列とは言えないものと考えられる。また、計算機上で λ^n の整数演算を行うと桁あふれが発生し、 λ^n として得られる値が負になる場合があることにも注意する必要がある。

それでは、どのような方法で合同乗算法と同様のスピードで乱数を発生させれば良いかということになる。並列計算用の乱数発生に複雑なアルゴリズムが特に必要であるとすれば、このためにスカラー計算機の場合より余分な計算時間を要し、並列計算処理効率を大幅に低下させてしまう危険性がある。

ここでは、スカラー計算機上であまり問題なく使われている乱数発生ルーチンを、並列計算機上でも問題を生じない様にして使う方法について考える。ここで、先にも述べた様に、並列版MACEコードでは各セル毎に独立に粒子のランダムウォーク計算が実行されており、個々のセルで使用する乱数の性質が良いものである必要がある。一つの方法として、合同乗算法の定数 λ として既に選定されて良好な乱数列を生成するものを収集し、各セルそれぞれに異なった λ 値を与え、セル毎に異なる乱数列を得ることが考えられる。しかしながら、セル数が数台と少ない時は、あまり問題はないが、数100から数1000のセル台数となるのが通常の並列計算機であり、セル台数に対応するだけの、良好な乱数列を生成する λ 値を用意するのは非現実的である。そのため、ここでは既に検定された良好な乱数列をセル台数分に分割し、得られた部分乱数列を各セルで使用する方法を考えた。つまり、Fig. 3.1に示すように任意の乱数発生方法で得られた最大一周期分の乱数列を分割してセル台数分の部分乱数列を得るものである（ここで、この方法を部分乱数列法と称する。）

實際には、予め乱数を一周期分発生させて、Fig. 3.1の各セルで使用する部分乱数列の初期値を求めておく。次に、この初期値データを各セルに与え並列版MACEコードを実行すれば良い。この方法で、問題点となりそうなのは、次の2点であろう。

- ① あるセルで必要となる乱数が多く、隣りのセルで使用している部分乱数列まで食い込んでしまった場合
- ② 各セルで使用される部分乱数列相互間の相関の有無。
- ③ 各部分乱数列の一様分布性。

ここで、①については、セル数が512台の場合でも1つのセルで使用可能な乱数は約400万個以上となるため、通常の問題では、①の様な状況は発生しない。例えば、第2.2節に示したCase 1のγ線スカイシャイン問題では、100万粒子を使った大規模な計算でも全体で5000万個程度の乱数しか使っておらず、512セルの場合は各セルで約10万個の乱数を使うことに相当し、十分な余裕がある。さらに、①の問題は、並列計算機特有のものではなく、スカラー計算機では乱数を一周期分使い切ってしまう場合に相当し、スカラー計算機でも同様な問題を有している。したがって、①の問題は、モンテカルロ計算で擬似乱数を使う場合の固有の問題と言え、本報での議論の範囲を越えるものであり、より数字的な議論を今後行っておく必要があろう。

さて、②の問題についても、並列計算機特有の問題と言う訳ではない。つまり、スカラー計算機において各バッチ毎に使用された乱数の相関の有無を問う事と同様である。ここで、バッチとはMCAC Eコードで計算する粒子数を数100個程度にまとめた計算単位であり、バッチ単位で粒子の統計情報が集計される。

また、③についても同様に並列計算特有のものではなく、ある任意の初期値に対して生成された通常の乱数列の一様性を議論することと等価である。したがって、①～③の問題は、すべて並列計算機特有のものではなく、元来の擬似乱数のランダムネスを問うていることになる。本報では、計算機で一般的に使用されている乱数発生ルーチンの妥当性について議論している訳ではないので、これ以上の議論は行わない。しかし、計算機で使用している各種の乱数発生ルーチンは、所詮、完全な乱数を生成し得ず、擬似乱数を生成するだけである。したがって、計算に使用される乱数の可否を数学的に議論することも必要だが、むしろ各種のベンチマーク実験を種々の乱数発生ルーチンを使って解析し、実験値との相違が実用上問題のない範囲にあることを確認できれば良いのではなかろうか。

一方、ここに示した様に部分乱数列を各セルに与える方法を使えば、スカラー計算結果と並列計算結果との比較が容易となる利点がある。つまり、先に示したLeap Frog法では、各バッチ毎にスカラーと並列の場合で全く異なる乱数が与えられており、得られた結果を直接比較できない。しかし、部分乱数列法はスカラー版MCAC Eへも問題なく導入できるため、この時にはスカラー計算結果と並列計算結果とが完全に一致するはずで、並列版MCAC Eコードのデバッグや性能評価では重要な手法となろう。さらに、任意の乱数発生ルーチンに対して適用可能である点も利点と言える。

ここで、部分乱数列法と同様の手法は、連続エネルギーモンテカルロコードMCNP⁽⁸⁾でも使用されている。MCNPコードでは、バッチという概念はないが、各粒子の計算を開始する毎に乱数の新しい初期値を与えている。この手法は、Random Number Stride⁽⁹⁾と呼ばれ、各初期値の乱数列上での間隔は短く4297に固定されている。そのため、MCNPコードでは、ある粒子の計算に要する乱数が多い場合、次の粒子が使用する乱数列との重複使用を許すようになっている。

3.2 並列計算機上の実行時間測定

並列版MCAC Eコードの性能評価を以前は実機ではなく並列計算シミュレーターCASIMにより行った⁽¹⁾。本報では、最大512セルまで使用可能な並列計算機A.P-1000により実行時間の測定を行い、並列化による速度向上効果について検討した。

実行時間の測定方法として、本報では全粒子数を一定としてセル数を増加させるとする通常の方法ではなく、Table 3.2に示す様なマトリクスを埋める形式で測定を行った。これは、セル数が512台ともなると、同一の問題をセル1台の基準ケースで実行すると、計算時間が非常に長くなり非現実的となってしまう場合があるためである。同表で対角線上の測定結果は全粒子数が一定となるようにセル数とセル当たりの粒子数を調整した場合に相当する。また、横方向および縦方向に同表

を見れば、セル数の増加により顕著に増大する通信時間の効果や、セル当たり粒子数の増加による効果を見ることがある。

Table 3.3 に計算所要時間を示す。この計算時間はホスト計算機での J O B 入力から終了までの値であり、セルとの通信時間や待ち時間を含んだものとなっている。同表の対角線上に示された粒子数一定のケースを見れば、セル数の増加とともに計算所要時間は小さくなり並列化の効果が見られる。しかしながら、セル数がかなり増えてくると、一転して計算所要時間が増大していくのがわかる。一例として、粒子数を 10240 個に固定した時のセル数と計算所要時間の関係をプロットしたのが Fig. 3.2 である。これは、セル台数とともに増加するホストとセル間の通信時間の影響と考えられる。ここで、ある問題に対する並列計算所要時間 t をおおよそ次の様に表現することができる。

$$t = \frac{t_a - t_s}{n} + n t_c + t_s \quad , \quad (3.1)$$

ここで、 t_a : スカラー計算機上での計算時間

t_s : 並列処理のできないシリアル部の計算時間

t_c : セル 1 台当たりのホストとの通信時間

n : セル台数

であり、スカラー計算機と並列計算機の各セルは同等の計算処理能力を有すると仮定する。(3.1) 式中の右辺第 2 項は、スカラー計算機の場合には存在せず、並列計算機特有のものであり、セル数が増加するにつれ並列計算性能を悪化させる原因となる。したがって、ある特定の問題に対して、 t の値が最少となる n の値 $n_{t_{min}}$ が存在し、(3.2) 式を n で微分して $dt/dn = 0$ と置けば、

$$n_{t_{min}} = \sqrt{\frac{t_a - t_s}{t_c}} \quad , \quad (3.2)$$

として表わすことができる。(3.2) 式より、並列計算所要時間 t は、並列処理可能な計算時間 ($t_a - t_s$) と t_c との比の平方根で示されるセル台数 $n_{t_{min}}$ のとき最小となることを示している。ここで、M C A C E コードでは、バッチ当たり粒子数を多くすることで、 t_s と t_c を殆ど変化させず t_a を大幅に増加させることができ、($t_a - t_s$) を約 4 倍にすると $n_{t_{min}}$ を 2 倍にすることが可能となる。つまり、($t_a - t_s$) は粒子数にほぼ比例するので、統計誤差を $1/2$ にするために粒子数を 4 倍とすれば、セル数を 2 倍に増加しても通信時間による悪影響は見られず、2 倍の計算時間で結果を得られることになる。

この様に、M C A C E コードの様に比較的通信量の少ないモンテカルロコードでは、並列計算機による計算時間の短縮の際には、セル数を 2 倍に増加させた時に、粒子数を 4 倍に増加させるような関係を保っておけば、通信時間に係る並列処理への悪影響を回避できるものと考えられる。したがって、並列計算機によるモンテカルロ計算では、セル数を 2 倍に増加させてやることにより、統計誤差を 2 倍の計算時間で、 $1/2$ に減少させることが可能であると考えられる。一方、従来のスカラー計算機では、統計誤差を $1/2$ にするためには、4 倍の計算時間が必要となり、計算時間がネッ

クとなって高精度の計算を実行しにくかった。(例えば、統計誤差を $1/8=(1/2)^3$ にするためには、スカラー計算機では計算時間を $4^3=64$ 倍にする必要がある訳である。)

これまでの、概略的議論から並列計算機ではセルとホスト間の通信に要する時間が、スカラー計算機では見られなかったオーバーヘッドとなり、ある問題を並列処理する時にセル数を増加させても計算処理時間は減少せず、むしろ増加する場合のあることがわかった。したがって、ある問題を並列計算機で処理するためには、例えば(3.2)式の様な評価式を使いセル数を適切に選ぶ必要がある。ただし、(3.2)式には計算コスト(セルの使用効率)の指標は考慮されていないことに注意されたい。

ここで、Fig. 3.3 に 1 セルでの計算をベースにした一粒子当りの計算効率を示す。同図から 512 セルの場合に、2560 粒子を与えれば効率が約 80% 程度になることから、Table 3.3 とから、各セルでの計算時間が 250 秒程度以上となるような問題を 512 セル構成の場合に与えることで 80% 以上の計算効率を確保できるものと考えられる。

4. 結 論

並列版M C A C E コードを並列計算機上で、セル数を1～512 台まで変化させながら、処理速度の向上について検討した。その結果、512 セルの場合でも80%以上の並列化効率を比較的容易に得ることのできることがわかった。

しかしながら、比較的小規模な問題の場合には、処理速度はセル数の増加とともに、ある程度まで増大してゆくが、その後はセル数を増加させると逆に処理速度が低下してゆくことがわかった。これは、処理速度を向上させるには、単純にセル数（並列度）を増すだけでは対処できないことを示している。この原因是、ホストとセル間の通信に要する時間が、セル数の増加とともに無視できなくなるためである。また、以前使用していたLeap Frog 法による乱数が、並列用乱数としては不適当であることを示し、一周期分の乱数列をセルの数で分割して与える方法を考案した。この方法を使えば、スカラー計算によるモンテカルロ計算結果と並列計算による結果が基本的に全く同一となるはずであり、並列化したコードをオリジナルコードと比較する際にも役立つ。また、この方法は、いかなる乱数発生ルーチンに対しても適用可能である。

一方、Sunワークステーションと大型計算機M780の処理速度比較では、C P U本体の性能ではM780 の方が、3.5～4.4倍程度高速であったが、実際のJ O B開始から終了までの処理時間で見ると、両者に大きな差のないことがわかった。当室で使用中のSUN-4/2 よりも高速のワークステーションも存在し、またワークステーションの性能向上が急速に進んでおり、スカラーのメインフレーム無き世界は、すぐそこまで来ていると思われる。

今後は、数台のワークステーションをイーサネットで連結して並列計算を行う方法について検討する予定である。

謝 辞

本報で使用したMCACEコードのサンプルデータは、住友原子力工業（株）の山野直樹氏に作成して戴いた。さらに、原研・情報システムセンターの樋口健二氏には有益なコメントを多数戴いた。ここに、これら両氏に深く感謝致します。また、富士通（株）には並列計算機AP-1000の利用について便宜を図って戴いた。ここに深く感謝致します。

参 考 文 献

- (1) TAKANO M., et al., : "Parallelization of Monte Carlo Code MCACE for Shielding Analysis and Estimation of Its Efficiency by Simulator", J. of Nucl. Sci. and Technol., Vol 28, No. 5, p. p. 1143~1146, (1991).
- (2) 川添他：「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」，JAERI-M 91-066 (1991).
- (3) Yamano N. et al., : "RADHEAT-V4:A Code System to Generate Multigroup Constants and Analyze Radiation Transport for Shielding Safety Evaluation", JAERI 1316 (1989).
- (4) Ishihata, et al., : "Third Generation Message Passing Computer AP-1000", Int. Symp. Supercomputing, Kyusyu, 1991.
- (5) NAKAMURA T., et al., : "Environmental Neutron Measurements around Nuclear Facilities with Moderated-type Neutron Detector", Health Physics, Vol 47, No. 5, p. p. 729-743, (1984).
- (6) KADOTANI T., et al., : "Simulated 3-Dimensional Radiation Streaming through Straight Concrete Duct", Proc, 6th Int. Conf. on Radiation Shielding, Vol. 2, 871, May 16-20, (1983).
- (7) 田中他：「遮蔽ベンチマーク問題(II)」，JAERI-M8686, p. p. 68-74, (1980).
- (8) Briesmeister J.F. (editor): "MCNP-4-Monte Carlo Neutron and Photon Transport Code System", CCC-200 A/B, RSIC Computer Code Collection.
- (9) Hendricks J.S., : "Effects of Changing the Random Number Stride in Monte Carlo Calculation", Nucl. Sci. Eng., Vol 109, p. p. 86-91, (1991).
- (10) Bowman K.O. and Robinson M., Proc. 2nd Inter. Conf. on Hypercube Multiprocessors, p. p. 445-453, Philadelphia, (1987).
- (11) Hendricks J.S., Briesmeister J.F., : "Recent MCNP Developments", IEEE Trans. Nucl. Sci., Vol 39, No. 4, p. p. 1035-1040 (1992).

謝 辞

本報で使用したMCACEコードのサンプルデータは、住友原子力工業（株）の山野直樹氏に作成して戴いた。さらに、原研・情報システムセンターの樋口健二氏には有益なコメントを多数戴いた。ここに、これら両氏に深く感謝致します。また、富士通（株）には並列計算機AP-1000の利用について便宜を図って戴いた。ここに深く感謝致します。

参 考 文 献

- (1) TAKANO M., et al., : "Parallelization of Monte Carlo Code MCACE for Shielding Analysis and Estimation of Its Efficiency by Simulator", J. of Nucl. Sci. and Technol., Vol 28, No. 5, p. p. 1143~1146, (1991).
- (2) 川添他：「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」，JAERI-M 91-066 (1991).
- (3) Yamano N. et al., : "RADHEAT-V4:A Code System to Generate Multigroup Constants and Analyze Radiation Transport for Shielding Safety Evaluation", JAERI 1316 (1989).
- (4) Ishihata, et al., : "Third Generation Message Passing Computer AP-1000", Int. Symp. Supercomputing, Kyusyu, 1991.
- (5) NAKAMURA T., et al., : "Environmental Neutron Measurements around Nuclear Facilities with Moderated-type Neutron Detector", Health Physics, Vol 47, No. 5, p. p. 729-743, (1984).
- (6) KADOTANI T., et al., : "Simulated 3-Dimensional Radiation Streaming through Straight Concrete Duct", Proc, 6th Int. Conf. on Radiation Shielding, Vol. 2, 871, May 16-20, (1983).
- (7) 田中他：「遮蔽ベンチマーク問題(II)」，JAERI-M8686, p. p. 68-74, (1980).
- (8) Briesmeister J.F. (editor): "MCNP-4-Monte Carlo Neutron and Photon Transport Code System", CCC-200 A/B, RSIC Computer Code Collection.
- (9) Hendricks J. S., : "Effects of Changing the Random Number Stride in Monte Carlo Calculation", Nucl. Sci. Eng., Vol 109, p. p. 86-91, (1991).
- (10) Bowman K.O. and Robinson M., Proc. 2nd Inter. Conf. on Hypercube Multiprocessors, p. p. 445-453, Philadelphia, (1987).
- (11) Hendricks J. S., Briesmeister J.F., : "Recent MCNP Developments", IEEE Trans. Nucl. Sci., Vol 39, No. 4, p. p. 1035-1040 (1992).

Table 2.1 SUN-4/2とM-780でのサンプル問題計算結果の比較

(1) Case 1

検出器番号	SUN-4/2		M-780	
	レスポンス	F S D	レスポンス	F S D
1	1.1397E-14	0.08083	1.1977E-14	0.09869
2	2.5169E-15	0.07508	2.5822E-15	0.07380
3	7.8227E-16	0.10344	1.0830E-15	0.27625

(2) Case 2

検出器番号	SUN-4/2		M-780	
	レスポンス	F S D	レスポンス	F S D
1	2.5234E-11	0.00440	2.5214E-11	0.00384
2	1.1180E-14	0.57797	5.3869E-15	0.38735
3	7.9697E-15	0.46174	4.3583E-15	0.33283
4	6.5844E-15	0.46129	2.9179E-15	0.32349
5	7.4609E-15	0.59762	2.4019E-15	0.32728
6	3.0343E-15	0.42797	1.7686E-16	0.30170
7	2.9336E-16	0.41328	2.9775E-16	0.32593
8	6.1701E-17	0.45744	1.0022E-16	0.50320
9	4.7806E-17	0.76821	6.7979E-17	0.83423
10	1.0601E-17	0.68720	2.4421E-17	0.81463
11	6.1173E-20	0.57163	1.0523E-18	0.85951

(3) Case 3

検出器番号	SUN-4/2		M-780	
	レスポンス	F S D	レスポンス	F S D
1	4.5846E-09	0.00152	4.6772E-09	0.01821
2	1.9497E-10	0.02474	1.9446E-10	0.02639

Table 2.1 (続き)

(4) Case 4

検出器番号	SUN-4/2		M-780	
	レスポンス	FSD	レスポンス	FSD
1	4.1897E-14	0.03106	5.1967E-14	0.16566
2	7.5513E-14	0.06984	9.1600E-14	0.16634
3	4.1558E-14	0.23717	5.4174E-14	0.31159
4	5.3079E-14	0.38220	5.7463E-14	0.29854
5	1.3526E-13	0.38464	8.9176E-14	0.32164
6	4.0889E-13	0.50071	2.1713E-13	0.43624
7	7.3806E-13	0.47632	2.2952E-13	0.50764
8	5.8939E-13	0.46474	2.3134E-13	0.51054
9	4.0482E-13	0.43223	2.2355E-13	0.51384
10	4.2131E-13	0.34704	3.7316E-13	0.43060
11	3.4774E-13	0.31128	3.9531E-13	0.39203
12	4.3831E-13	0.32976	5.8318E-13	0.37094
13	4.9840E-13	0.32008	5.3372E-13	0.36754
14	4.9800E-13	0.32523	4.7640E-13	0.40895
15	2.3232E-13	0.36670	3.3371E-13	0.54485
16	1.7541E-13	0.46651	1.6135E-13	0.53660
17	8.4039E-14	0.51280	5.4859E-14	0.43321
18	3.5071E-14	0.42723	2.7438E-14	0.37319
19	8.2228E-15	0.26986	7.8194E-15	0.16140

(5) Case 5

検出器番号	SUN-4/2		M-780	
	レスポンス	FSD	レスポンス	FSD
1	7.2545E-07	0.00932	7.3102E-07	0.01223
2	1.8018E-07	0.01369	1.8584E-07	0.01631
3	7.6684E-08	0.02667	7.9399E-08	0.02897
4	2.0285E-09	0.17461	2.4186E-09	0.15521
5	3.8232E-10	0.20084	3.8545E-10	0.19619
6	1.3049E-10	0.20410	9.7186E-11	0.15720

Table 3.1 並列計算機でのLeap Frog法による乱数列

セル番号	1	...	i - 1	i	i + 1	...	n
初期 値	$y_{1,0} = x_0$		$y_{i-1,0} = \lambda^{i-2} x_0 = x_{i-2}$	$y_{i,0} = \lambda^{i-1} x_0 = x_{i-1}$	$y_{i+1,0} = \lambda^i x_0 = x_i$		$y_{n,0} = \lambda^{n-1} x_0 = x_{n-1}$
第1回目乱数	$y_{1,1} = \lambda^n y_{1,0} = \lambda^n x_0 = x_n$		$y_{i-1,1} = \lambda^n y_{i-1,0} = \lambda^n x_{i-1} = x_{n+i-2}$	$y_{i,1} = \lambda^n y_{i,0} = \lambda^n x_i = x_{n+i-1}$	$y_{i+1,1} = \lambda^n y_{i+1,0} = \lambda^n x_{i+1} = x_{n+i}$		$y_{n,1} = \lambda^n y_{n,0} = \lambda^n x_{n-1} = x_{2n-1}$
第2回目乱数	$y_{1,2} = \lambda^n y_{1,1} = \lambda^n x_n = x_{2n}$		$y_{i-1,2} = \lambda^n y_{i+1,1} = \lambda^n x_{n+i-2} = x_{2n+i-2}$	$y_{i,2} = \lambda^n y_{i,1} = \lambda^n x_{n+i-1} = x_{2n+i-1}$	$y_{i+1,2} = \lambda^n y_{i+1,1} = \lambda^n x_{n+i} = x_{2n+i}$		$y_{n,2} = \lambda^n y_{n,1} = \lambda^n x_{2n-1} = x_{3n-1}$

Table 3.2 実行時間測定ケース

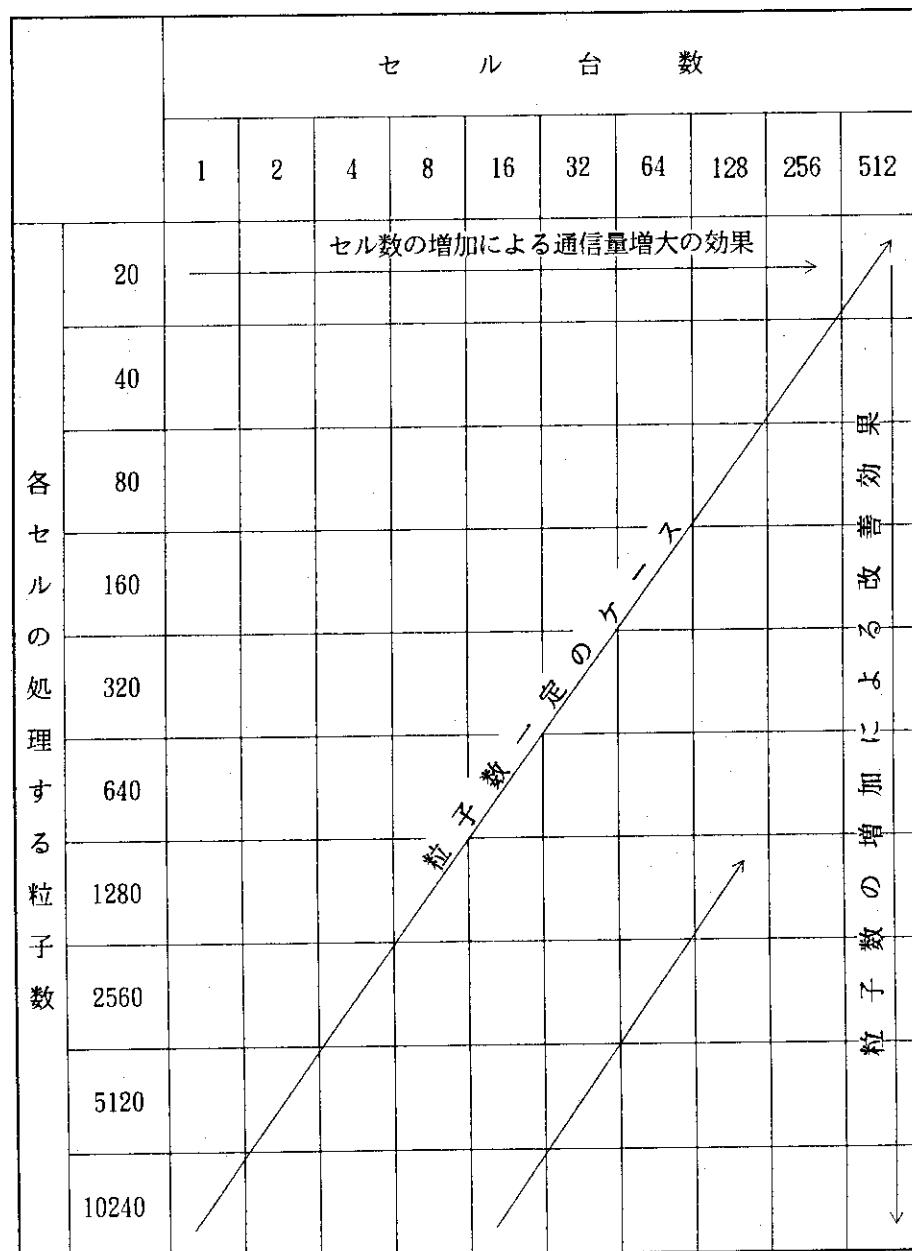


Table 3.3 計算所要時間(秒)

		セル台数									
		1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
各セルで処理する粒子数	20	6.09 1.50 —	6.18 1.50 1.67	7.04 1.39 1.67	6.89 1.39 1.80	7.92 1.40 1.81	12.6 1.37 1.81	15.8 1.19 1.91	24.7 1.19 1.95	122.3 1.19 1.98	104.3 1.01 2.12
	40	7.22 2.73 —	7.55 2.74 3.25	7.75 2.74 3.33	8.28 2.74 3.46	8.96 2.71 3.46	10.8 2.64 3.46	26.6 2.64 3.69	27.3 2.60 3.77	46.7 2.43 3.77	75.1 2.43 3.93
	80	10.9 6.37 —	10.9 6.38 6.40	11.1 6.26 6.48	11.4 6.06 6.48	12.0 5.75 6.48	13.6 4.98 6.57	32.0 4.98 6.69	34.8 4.98 7.31	50.8 4.98 7.45	76.6 4.98 7.45
	160	16.5 12.1 —	17.3 12.1 12.8	17.2 11.7 12.8	17.7 11.7 12.9	18.2 11.7 13.3	19.8 11.6 13.3	41.5 11.4 13.5	54.0 11.2 13.7	50.1 10.7 13.7	82.2 10.7 13.7
	320	29.1 24.7 —	29.0 24.0 24.7	29.7 24.0 25.3	30.5 24.0 25.9	30.8 24.0 26.0	32.1 24.0 26.5	47.1 23.7 26.5	49.2 22.9 27.2	62.1 22.9 27.2	94.3 22.9 27.2
	640	56.6 52.2 —	56.5 49.9 52.2	56.6 49.9 52.2	56.7 47.4 52.2	56.9 47.4 52.2	57.6 47.4 52.2	72.0 47.4 52.2	71.4 47.4 52.2	87.6 47.4 52.2	118.7 46.9 52.3
	1280	104.0 99.5 —	104.0 98.5 99.5	104.0 98.4 99.5	105.9 97.6 101.2	107.8 97.2 102.9	108.2 96.8 102.9	119.2 96.8 102.9	120.5 95.4 102.9	138.3 95.4 102.9	167.4 95.4 103.5
	2560	201.2 196.7 —	202.5 196.7 197.9	207.4 196.7 203.0	207.7 196.7 203.0	207.8 195.5 203.0	208.2 195.5 203.0	222.2 194.7 203.0	220.6 193.2 203.0	231.7 193.1 204.6	264.8 189.3 204.6
	5120	400.5 395.7 —	402.9 395.7 398.5	402.9 395.7 398.5	405.6 391.4 400.9	406.2 391.4 401.5	406.7 391.4 401.5	409.3 391.4 401.5	412.1 388.6 402.1	429.0 388.6 402.9	459.8 388.6 404.9
	10240	796.0 791.3 —	797.5 791.3 793.1	804.6 791.3 800.1	804.8 791.1 800.2	804.9 787.6 800.2	805.4 787.0 800.1	808.1 784.7 801.5	813.8 784.7 803.6	846.6 784.4 803.6	856.9 784.4 804.2

上段 ホストCPU時間

中段 最小セルCPU時間

} セル台数が2以上のとき

下段 最大セルCPU時間

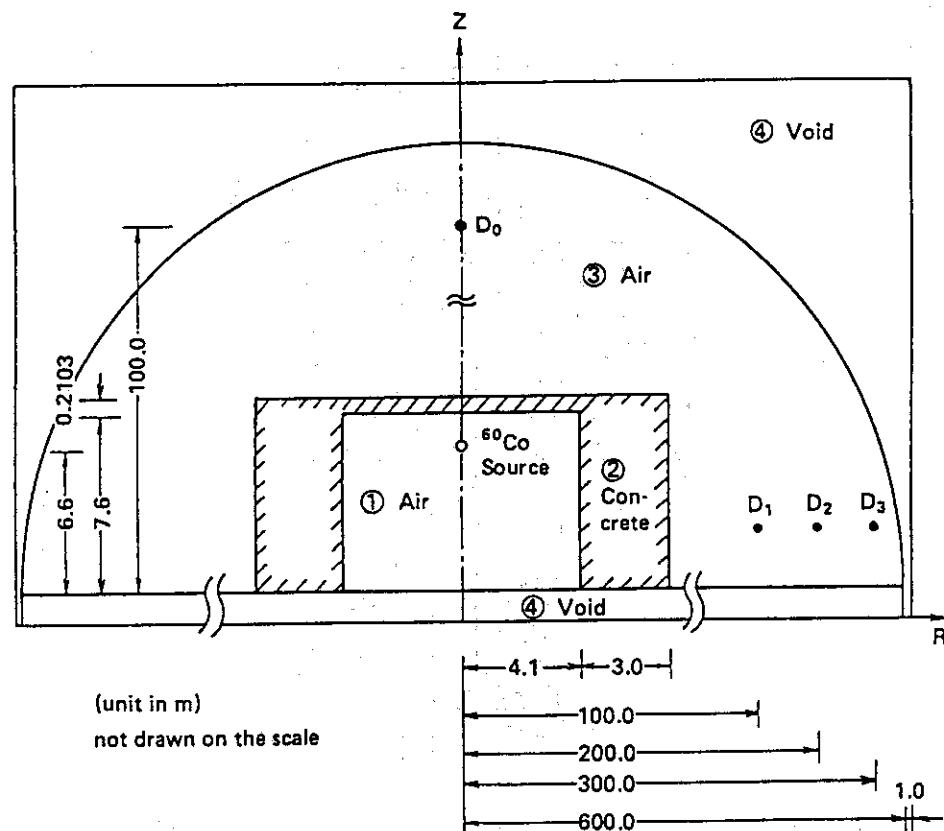


Fig. 2.1 Gamma-ray skyshine problem for concrete silo (Case 1)

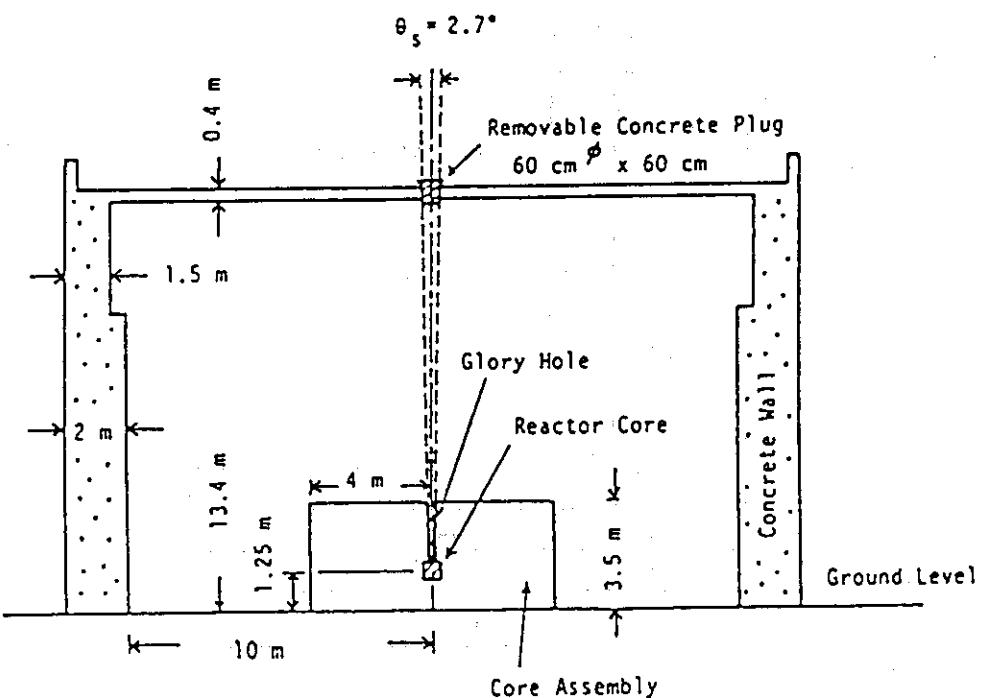


Fig. 2.2 Source geometry of skyshine experiment at the fast neutron source reactor facility, YAYOI. (Case 2)

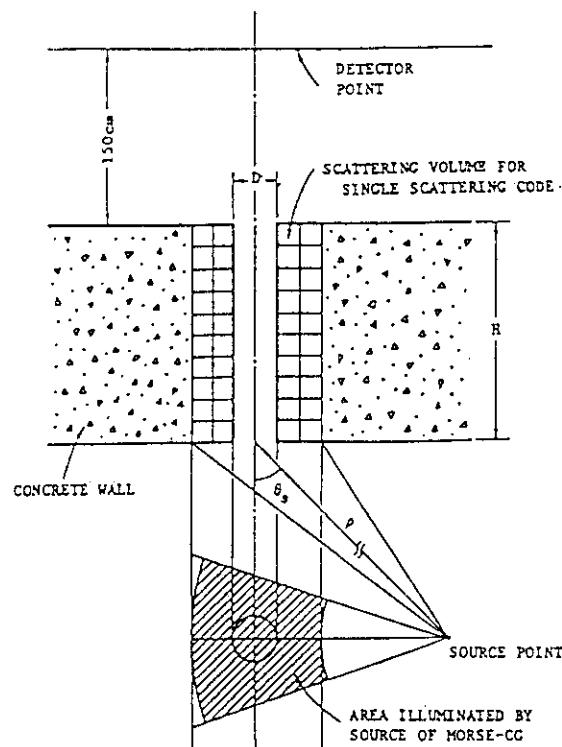


Fig. 2.3 Configuration of Duct Streaming Calculation (Schematic). Parameters in Figure are : $H=50\text{cm}$, 100cm , 150cm ; $D=10\text{cm}$, 20cm , 40cm ; $\theta_s=33^\circ$, 45° , 60° and $\rho=300\text{cm}$. (Case 3 and Case 4)

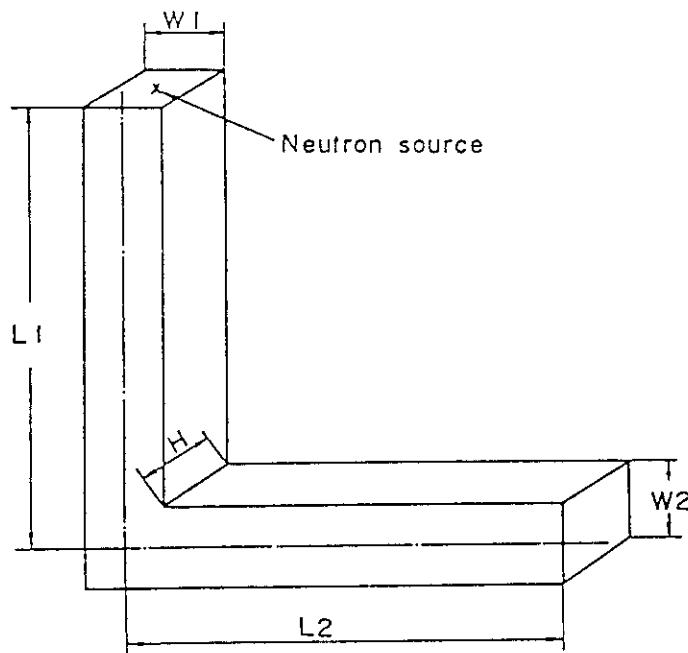


Fig. 2.4 Geometry of rectangular two-legged duct.
(First leg faces source) (Case 5)

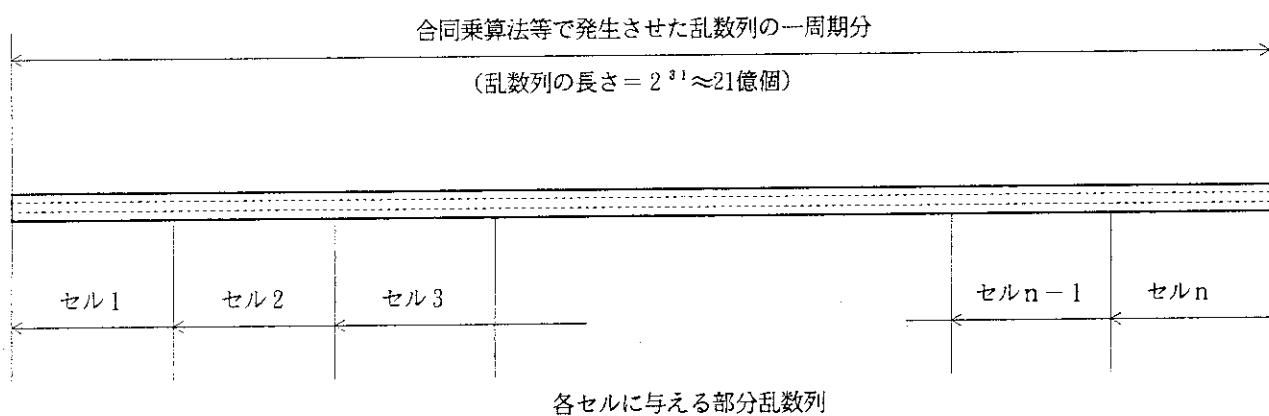
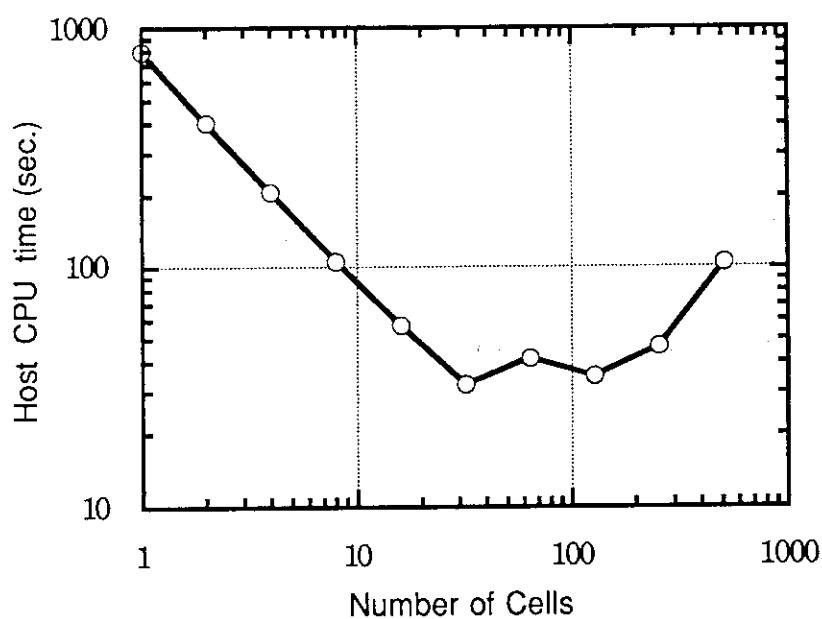


Fig. 3.1 並列計算機用の部分乱数列

Fig. 3.2 セル数の増加と計算時間の変化
 (全粒子数10240個で一定)

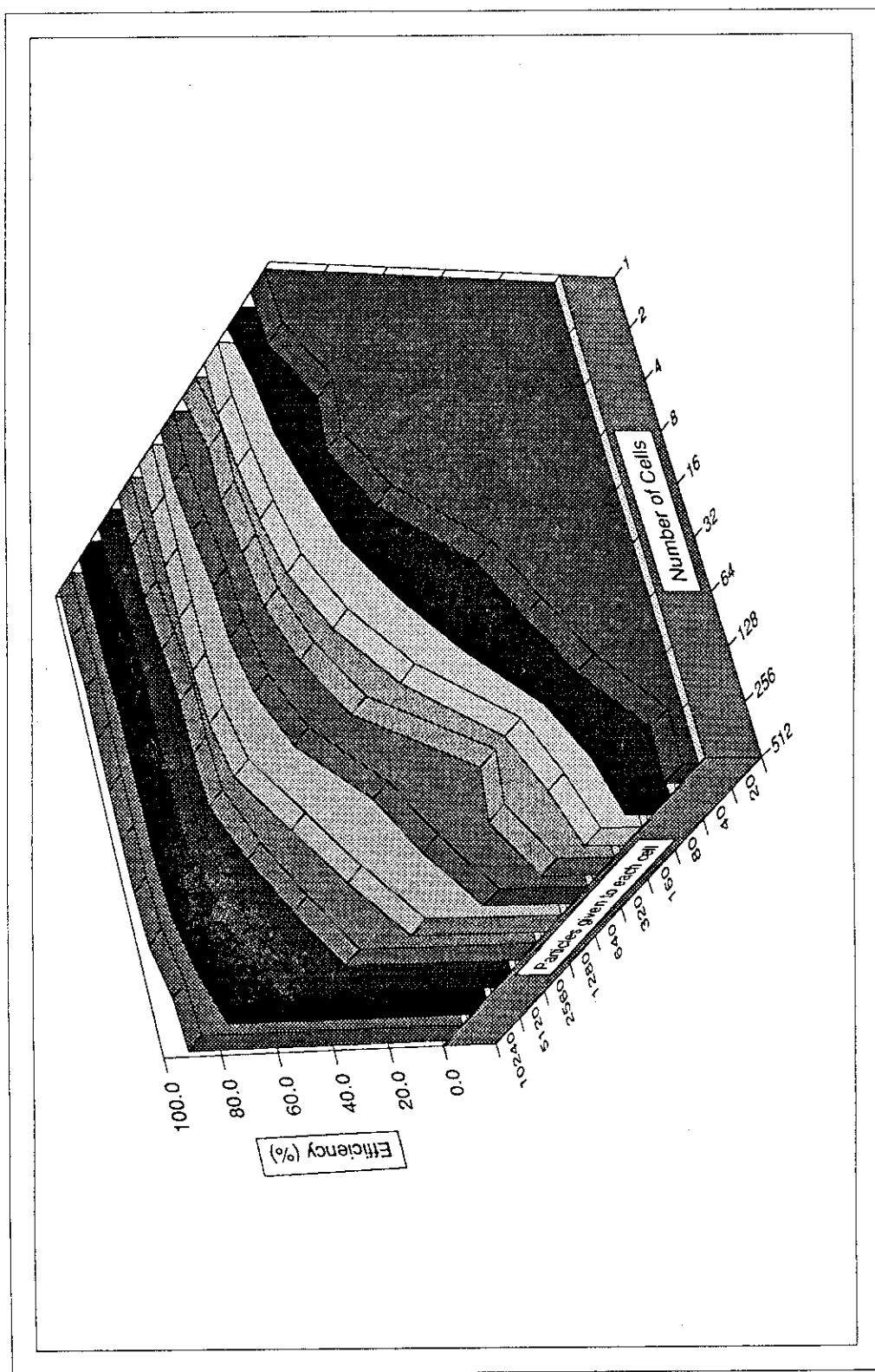


Fig. 3.3 一粒子当りの計算効率 (ベースは 1 セルでの計算)

付録A 1 SUN-4/2用MCACE計算結果図形表示システム

A 1.1 目 的

モンテカルロ法を使用した遮蔽解析コードMCACEでは、 γ 線（光子）や中性子の線源を出発点とした粒子の飛行軌跡をシミュレーションしている。この軌跡を可視化することにより、モンテカルロ法で計算時間短縮に効果のある各種バイアス法についての検討を容易ならしめることが目的である。この表示システムの作成は今回が第1回目であるため、表示システムの基本的骨格を作るのみに止めている。本システムでは、MCACEコードの計算終了後、各粒子の軌跡を解析形状の3次元表示スクリーン上にプロットすることができる。

A 1.2 表示システムの概要

本表示システムは、MCACEコードで得られた粒子軌跡をグラフィック表示するもので、解析形状の表示に関してはJUNEBUG-II（KENO用の形状データ確認ルーチン）を使用し、これに新たに粒子軌跡をプロットする機能を追加している。また、必要となる粒子軌跡データはMCACEコードの実行時にファイルに記録したものを使い、併せて形状データもファイルに保存しておく。本表示システムは、FORTRAN言語およびC言語を用いて作成されており、ウィンドウシステムはSun Viewを、グラフィック用ルーチンとしてはSun Cgiを使用しており、OSはSun OS 4.1.1である。

A 1.3 プログラム構成

MCACEコード実行時に作成される作図用データファイル（形状データファイルおよび粒子軌跡データファイル）とMCACE実行用入力データファイルとの関連をFig. A 1.1に示す。また、作成された作図用データファイルと作図システムの関係をFig. A 1.2に示す。同図に示す様に、本作図システムは以下の3つのモジュールから構成されている。

i) MCACE-CG

MCACE-CGはMCACEの計算結果を画面表示する為のメインモジュールである。このモジュールは、エネルギー群と色の対応表の表示を行い、次に粒子位置表示と会話の為のtty ウィンドウを作成した後、JUNEBUG-CGのモジュールを呼ぶ。このモジュールはC言語で記述している。

ii) JUNEBUG-CG

本モジュールは、MCACE-CGで作成したウィンドウ中で起動され、ディスプレイ画面の

右側に粒子軌跡プロットの為の tty ウィンドウを作成した後、粒子軌跡プロット用のモジュール JUNEBUG を起動させるモジュールである。このモジュールも C 言語で記述されている。

iii) JUNEBUG

このモジュールは本来、 KENO 等の幾何形状を確認する為のモジュールであるが、これを修正して粒子軌跡を表示するようにしたものである。このモジュールは Fortran で記述されている。

A 1.4 使用方法

実際の使用方法は、 MCACE コードを実行し、作図用データをファイルへ格納するステップと、作成されたファイルのデータを読み込み作図を行うステップとの 2 つのステップから成る。

A 1.4.1 MCACE コード (mcace.cg) の実行

作図用データをファイルへ格納するように改良された MCACE コードを実行する。実行モジュールは、

```
/home1/suzuki/ISL91/CODES/mcace.cg
```

であり、ユーザー suzuki のセッションでは上記ディレクトリは path 指定がされており、

```
>mcace.cg
```

で起動することができる。このプログラムを実行する際に必要となるデータは、 Fig. A 1.1 に示すように MCACE コードの通常の入力データ及び本プログラムで特別に必要なプロット用のデータである。このプロット用データは JUNEBUG の入力データとなる様に加工されて、 Fig. A 1.1 中のファイル ~.geom に格納される。このデータとしては、以下の様なものを入力する (Table A 1.1 参照)

CARD A (11 Entries Required)

MI —Minimum number of intervals for straight lines

MX —Maximum number of intervals for straight lines

MLI —Minimum number of intervals for curved lines

MLX —Maximum number of intervals for curved lines

IP(20) —Transparency Input will be entered as:

- * = 0 by combinatorial or KENO input zone
- = 1 by combinatorial code zone (not applicable for KENO INPUT)
- = 2 by combinatorial or KENO media

ISRP —Boundary test will be performed as:

- = 0 across input zone boundaries in the same universe
- = 1 across input zone boundaries in different universes; cell and array boundaries will be tested.

NOTE : ISRP=0 is normally sufficient; ISRP=1 is a more rigorous test of the geometry.

IERG —Error Flag

- = 0 Exit on error(recommended)
- = 1 Continue plotting leaving undefined space vacant

NOTE : IERG=1 may abort if user's plot is poorly defined.

JMK —Geometry Type

- * = 0 COMJOM MARS INPUT (mcace.cg では 0 を入力)
(= 1 KENO-IV INPUT)
- (= 2 KENO-IV/CG INPUT)

ISPR —Debug Print Level

- = 0 to 5 (HIGHLY recommended ISPR = 0)! The larger ISPR, the more debug print the program gives the user. WARNING: ISPR=5 gives much output.

RES —Straight Line Recommended Interval Size(cm)

ROS —Curved Line Recommended Interval Size(cm)

CARD A.1 TITLE*CARD

FORMAT (15A4) プロット画面上に表示されるタイトルの入力

CARD A.2 OPTIONS CARD (four entries required)

IVOPT —Volume option not implemented-enter 0.

- IDBG — Debug print option if positive; otherwise, enter 0.
- IBOD — Body numbers are assigned by the user if IBOD is greater than zero; otherwise, enter 0.
- MAZ — Number of zones to be added to the data storage for next zone of entry memory table. Enter any large number if extra storage is required. Default value allows for five zones to be entered from any single code zone. This option is normally not required; enter 0.

ここで、A 2.カードについては、Table A 1.1に示したデータをそのまま使用して良い。

- CARD D (1 entry)
- IVT — Number of plots to draw (mcace.cgでは常に1とすること)
- CARD G ...PLOT SUBSPACE... (6 entries)
- XMIN, XMAX, YMIN, YMAX, ZMIN, and ZMAX
 - ...The coordinates of these entries should be in absolute universe or level 0 space for combinatorial MARS geometry.
 - ...For KENO-IV or KENO-IV/CG geometry the coordinates should be relative to the dimensions external to the CORE BDY card. If the problem has an array but no CORE BDY card, then assume a coordinate system whose origin is 0,0,0 at the lower left-hand corner of the lattice array.
- CARD H ...PLOT VIEWPOINT... (3 entries)
- XVIEW, YVIEW, ZVIEW
 - ...Same coordinates as PLOT SUBSPACE BOUNDARY
 - ...Must be a large distance from the plot volume sub-space to prevent plot distortion. It cannot be inside of the plot volume.
 - ...The viewpoint must be inside of defined space, unless the geometry input is strictly KENO-IV.
- EXAMPLE: 8500.0 6500.0 5000.0
- CARD I ...ZONE TRANSPARENCY ARRAY INPUT...
- (number of entries depends on IP(20) entry on CARD A)
- ENTER 0 —TRANSPARENT ZONE VISIBLE BOUNDARIES
- ENTER 1 —NONTRANSPARENT ZONE VISIBLE BOUNDARIES
- ENTER 2 —INVISIBLE BOUNDARIES TRANSPARENT ZONE
- (Any lines bordering an INVISIBLE ZONE will not be drawn)
- (MCACEで使用するゾーン数だけ必要である。)
- CARD J ... (Entries required is number of arrays + 1)
- (mcace.cgでは常に0を入力すること)
- 0-1 ...ARRAY CONTROL (1 entry per array)

0 -DRAW the array
 1 -SKIP the array
 0-2 ...Depth of geometric nesting to draw...
 (i.e., 0, 1, 2, or 3 level of geometry to draw)

これらのデータについては、JAERI-M90-117 「図形処理プログラムKENO-PLOT, JUNEBUG-II-JR使用手引書」に詳しい。

さて、MCACE用の従来のデータおよびプロット用のデータが、それぞれMCACE0.DATAおよびMCACE0.PLOTに準備ができたとして、mcace.cgを起動すると、スクリーン上で入力を要求してくるので、以下の様に入力すれば良い

```
>mcace.cg  

KEY-IN INPUT DATA NAME ==> MCACE0.DATA  

INPUT DATA NAME:MCACE0.DATA  

Confirmation (y/n) ==> y  

Make File For Plot?(y/n) ==> y
```

プロットファイルを作成しない場合は以下のメッセージは表示されない。

```
Key-in Input Data Name for Plot ==> MCACE0.PLOT  

Input Data Name for Plot : MCACE0.PLOT  

Confirmation (y/n) ==> y  

Key-in Output Data Name for JUNEBUG ==> MCACE0  

Output Data Name for JUNEBUG : MCACE0  

Cinfirimation (y/n) ==> y
```

注) ファイル名の文字数は最大40文字である。

下線部分がユーザーが入力を行う部分である。

このように入力することにより、計算結果が、MCACE0.geomとMCACE0.pathに格納される。ここで、MCACE0.geomには、Table A 1.2 に示すようなJUNEBUGコード用の入力データが作成されている。

A 1.4.2 作図プログラム(MCACE_CG) の実行

前節で作成された～.geomおよび～.pathの両ファイルおよび下記のようなパラメータファイルを入力として作図プログラムを実行する。

パラメータファイルは MCACE_CGの起動に先立ってユーザが作成する必要がある。このファイルは粒子軌跡の表示のコントロールの為のファイルであり、次のデータで構成される。

- (1) エネルギー群と色のテーブル
- (2) クリアオプション
- (3) スリープ時間(秒)
- (4) 全バッチ一括表示オプション

(5) 軌跡データ表示オプション

これらのデータはエネルギー群と色のテーブルの為のデータを先頭に入力しその他のデータについては順番の制限は無い。また同じデータが重複して与えられた場合には最後のデータが有効になる。例をTable A 1. 3に示す。

(1) エネルギー群と色のテーブル

粒子軌跡を表示するときにその粒子のもつエネルギーにより色分けして表示される。現在使用可能な色は8色である。ただし、背景に使用している白色は使用できない。このデータはフリー フォーマットであり、以下にその形式を示す。

a) 使用するカラーの数

NGR エネルギーを区別するために使用するカラーの数。この指定により、全群
(≤ 7) 異なるカラーにしたり、数群まとめて同一のカラーにすることが出来る。
ただし、現在の所7種類のカラーまでしか使用できない。

b) 色番号とその色で表示するエネルギーの下端の群番号

NCO 色番号
NEL エネルギー群の下端の群番号

このデータは、NGR組必要である。また、色番号に対する色の対応は以下の通りである。

1 : 赤	2 : 黄	3 : 緑
4 : シアン	5 : 青	6 : マゼンタ
7 : 黒		

(2) クリアスイッチ

このデータは、バッチ単位の表示終了後、図形をクリアするかしないかのスイッチである。このデータが入力されているとバッチ単位の表示終了後図形をクリアし入力が無い場合はクリアしない。このデータは左詰めでCLEARまたはclearと入力する。なお、バッチ単位表示モードでない場合はこのスイッチは無視される。

(3) スリープ時間(秒)

このデータは1つのバッチのデータの表示が極めて速く、ユーザの目がそれについていかないので導入したデータである。つまり、粒子の1経路の表示が終了したときに暫時プロットを休止するインターバル間隔の入力である。このデータは SLEEPのキーワードとともに1つ以上のブランクをあけてSleep時間(秒)を与える。

SLEEP 3

この例では3秒間休止する。このデータ入力がない場合のデフォルト値は0秒である。

(4) バッチ単位に表示を行うためのスイッチ

バッチ毎に表示を止めバッチ毎に軌跡を確認するためのスイッチである。このスイッチをオンにするには左詰めでEACHあるいはeachと入力する。

(5) 衝突位置等の表示スイッチ

衝突位置、粒子のエネルギー群、方向を各衝突点毎に表示するためのスイッチである。表示を

行う場合は左詰めでPRINTあるいはprintと入力する。

以上でパラメータファイルが準備できたとして、そのファイルを、MCACE0 para と仮定する。このとき、作図プログラム(MCASE CG) をSUNVIEWの環境下で起動すると、ディスプレイは Fig. A 1. 3 に示す様に、最上面のパネルとその下左 1/3画面の色テーブル表示用キャバスと JUNEBUG-CGの起動及び粒子の経路のデータ表示用の tty ウィンドウが現れる。最上面のパネルの右横にパラメータファイルと MCACE の実行結果の図形形状データ及び粒子軌跡データの入力欄がある。開始に先立ちこの欄にユーザがファイル名を入力する。但し、MCACE の実行結果のファイル名の入力は拡張子を除いたファイル名でなければならない。また、そのファイル名の入力は25文字までの制限があるので注意する必要がある。

この操作について以下に簡単に説明する。

a) パラメータファイルの入力

画面上方のパラメータファイル名入力フィールドにファイル名を入力する。ここでは MCACE. para と入力すれば良いことになる。

b) MCACE ファイルの入力

このファイルは MCACE で作成された幾何形状データと粒子軌跡データのファイルから拡張子を除いたファイル名である。前述したように、MCACE の計算でユーザが入力したファイル名に .geom と .path の拡張子をつけて作成される。例えば、MCACE01 と入力したときに、幾何形状データファイルは MCACE01.geom、粒子軌跡データファイルは MCACE01.path という名で作成される。これを使用するときは、MCACE01 と入力すれば良い。

c) パネルアイテムの機能

前述のファイル名の入力が終了した後にパネルアイテムをクリックすれば、そのアイテムに対応した処理を行う。このアイテムの機能を以下に説明する。

開始・再開アイテム : JUNEBUG プロセスの起動及びその再開

一時停止アイテム : JUNEBUG プロセスの一時停止

プロット終了アイテム : 1 つのバッチ単位のプロットの終了

バッチ毎の表示モードでないときには強制終了する。

プロセス終了アイテム : MCACE CG プロセスの強制終了

d) JUNEBUG の起動

必要なファイル名の入力後に開始・再開アイテムをクリックするとキャンバスにカラーとエネルギーの対応テーブルが表示され、右側に粒子軌跡表示用の tty ウィンドウを作成する。そして、すぐに JUNEBUG が起動される。バッチ毎表示モードの場合は次に左下の tty ウィンドウに書かせたいバッチのセット No.、書かせたいバッチの No. の入力要求メッセージが次のように表示されるので、ユーザはそれに入力を与える。

Key in Drawing No. of sets of batch ==> ← ユーザが入力

Key in Drawing batch No. ======> ← ユーザが入力

ここで、この2つのデータは、MCACCEコードの入力データ中CARD BのNQUITとNITSに対応するものである。

前記のデータを入力すると以降の右側のttyウィンドウに図形と粒子の軌跡が表示され、プリントモードの場合左側のttyウィンドウに粒子軌跡のデータが以下のように表示される。

```

Batch No. ======> 99
Particle No. ======> 99
Collision No. ======> 999
No. of Energy Group=====> 999
Co-ordinate (old) UNIT : Meter
(X)=====> +9.9999E+99
(Y)=====> +9.9999E+99
(Z)=====> +9.9999E+99
Co-ordinate (new) UNIT : Meter
(X)=====> +9.9999E+99
(Y)=====> +9.9999E+99
(Z)=====> +9.9999E+99
Direction
(U)=====> +9.9999E+99
(V)=====> +9.9999E+99
(W)=====> +9.9999E+99

```

e) プロットの一時停止

プロットを一時停止させるときは、一時停止のパネルアイテムをクリックすれば良い。これを再開させるときは開始・再開のアイテムを、プロットを終了するときはプロット終了のアイテムをクリックすれば良い。一時停止のパネルアイテムをクリックしたときに、左側のttyウィンドウに次の内のいづれかのメッセージが出る。

```

プロセスを一時停止します!!
ブレークポイントまで少しお待ち下さい!!
再開するときは開始・再開のアイテムをクリックしてください!!
プロットを終了するときはプロット終了のアイテムをクリック
してください!!
プロセスを終了するときはプロット終了のアイテムをクリック
してください!!

```

f) プロットの終了

このアイテムをクリックしたときは1つのバッチのプロットを終了し、左側の tty ウィンドウに次のメッセージを出力する。

プロットを一時停止します!!
ブレークポイントまで少しお待ちください!!

この後、書かせたいバッチのセットNo.、書かせたいバッチのNo.の入力要求メッセージを表示するので、ユーザはd)に戻って入力することになる。ただし、バッチ一括表示モードの場合は強制終了となり、このメッセージは表示されない。

g) プロセスの終了

このアイテムをクリックしたときは現在の状態の如何に係わらず、次のメッセージを表示する。

プロセスを完全に終了します!!
ブレークポイントまで少しお待ち下さい!!
さようなら!!

ややあって、MCACE_CGのプロセスを完全に終了する。グラフィックの表示の例をFig. A 1.4 に示す。このMCACE実行結果図形表示システムの処理に使用するファイルをTable A 1.4 に示す。なお、MCACE_CG及びJUNEBUG_CG内で起動するプログラムの格納場所を現在の環境に固定してあるので異なった環境で使用する場合はプログラムを直接呼び出している部分の修正が必要となる。

A 1.5 今後の課題

本図形表示システムは、解析形状および粒子の軌跡が可視化されるため、入力データのチェックを容易に行えるという利点があるが、今後、各種のバイアス法についてもさらに検討できる様、以下の点について改良することが望まれる。

- ① MCACEコード実行時にプロットも同時に見えるようにする。
- ② プロット表示範囲および視点位置を実行中に変更できるようにする。
- ③ 形状データを除いた、MCACEコードの入力データ、特にバイアス関連入力データを実行中に変更できるようにする。
- ④ 軌跡が重なった場合には、それらの平均的エネルギーを表示するようにする。

以上の様な改良を施すことにより、MCACEコードを実行しながら粒子の飛行状況を確認して、各種のバイアスパラメータを最適に調整することが可能である。これは、モンテカルロ法の最適実行を行うための、マンマシンインターフェイスとなるものである。

付録A 2 MCACEコード用データプールシステムの SUN-4/2への移植

A 2.1 遮蔽安全解析用標準群定数を格納したデータプールの移植

MCACEコードを SUN-4/2上で使用するためには、MCACEコード自体の移植のみならず、遮蔽解析用群定数を格納したデータプールも移植する必要がある。ここで、データプールはダイレクトアクセスファイルにバイナリ形式のデータを格納しており、SUN-4/2へは直接移植できないため、大型機上のバイナリデータを文字型式に変換し、再びSUN-4/2上でバイナリ化する必要がある。

ここで、SUN-4/2への移植対象としたデータプールは以下のファイルである。

- ① J 1446.SSL90 A.USER.DATA
- ② J 1446.SSL90 B.USER.DATA
- ③ J 9432.DPMCACE.DATA

Table A 2. 1 に大型計算機上のデータプールを文字型に変換する際の J C L を示す。文字型に変換されたファイルをftpを起動してイーサネットを介してSUN-4/2上のファイルへ転送する。次に、このファイルをSUN-4/2上で再びTable A 2. 2 のようにしてバイナリ化してSUN-4/2上のデータプールを作成する。Table A 2. 3 にはSUN-4/2上で使用する変換用プログラムと移植されたData-Poolのファイル名等を示す。さらに、参考のためTable A 2. 4 に、大型機上で文字型に変換された Data-Pool ファイルを再びバイナリ型式に戻す際の J C L を示す。

A 2.2 データプール管理ユーティリティPOOLXの移植

RADHEAT-V4 システムで使用するデータプールを管理するユーティリティPOOLXをSUN-4/2用に変更、整備した。大型機上で作動しているPOOLXを、SUN-4/2で使用するために行った変更点は以下の通りである。

- (1) 機能別に独立したプログラムとなっていたが一つのプログラムに変更した。
- (2) コマンドプロシジャーでHELP処理を行っていたがHELP処理用のルーチンを作成した。
- (3) ファイルのアロケーションをコマンドで行っていたがプログラム中で行うように修正した。
- (4) 初期化の時にレコードサイズを問い合わせ可変となるように変更した。
- (5) MTSAVE及びMTCOPYはCMT上のtar形式ファイルを取り扱うように変更した。

さらに、上記の変更に伴い使用方法も多少変更した。以下に変更点を示す。

- (1) POOLXで使用できるコマンド (SUN-4/2版)

CATL,C : ディレクトリー情報の表示

CONDENSE,COND,: データプールのコンデンス

COPY,copy : 別データプールからのデータのコピー

DELETE, DEL : ノード名およびデータの削除
 FLAG, F : 排他制御のリセット
 INIT, init : データプールの初期化
 LIST, list : レコード情報の表示
 MEND, mend : データプールの修復
 MTCOPY, mtcopy : CMT上のデータプールのディスクへの復元
 MTSAVE, mtsave : データプールのCMTへの保管
 RENAME, re : ノード名のリネイム
 TREE, tree : ノードツリーの表示
 END, BYE : 終了
 HELP, help : 使用可能な機能一覧の表示

(2) END或いはHELPコマンド以外で必要となるデータプールファイル名の入力方法

データプールファイルを割り当てる為に以下のような入力促進メッセージが現れるので、これに従って入力を行う。

Please Key in Data Pool File Name==> _____
 Data Pool File Name is XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 Confirmation (y/n)==> _____

注) File名が !END の場合プログラムから抜け出しができる。

File名が直前のコマンドで入力したものと同じ場合は改行だけの入力でも良い。

(3) COPYコマンドを使用する場合の複写先のデータプールファイル名の入力方法

Please Key in Data Pool File Name to Copy==> _____
 Data Pool File Name is XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 Confirmation (y/n)==> _____

注) File名が !END の場合プログラムから抜け出しができる。

(4) MTSAVE, MTCOPYの場合の操作方法

データプールファイル名入力後、以下のメッセージが出力されるので必要な入力を行う。

Number of CMT File skip==> ----- 通常は0を入力する。

** Please mount the /dev/rst0 if you have'nt done already. **

Press return when ready : ----- CMTのセットが終了したら改行キーを入力する。

(5) INITコマンドの場合のレコードサイドの入力

データプールの初期化を行う場合、レコードサイズを入力で指定できるように変更した。

メッセージは以下のように出力されるのでレコードサイズを入力する。

Enter Record Size (Words)==> _____

注) 0と入力した場合は900語となる。

ここで示さなかったコマンドの使用方法については、参考文献(1)を参照されたい。また、Table A 2.5 に本ユーティリティ関連のSUN-4/2でのファイルについて示す。

A 2.3 RADHEAT-V4 システム中のFAIR-CROSS Step 1, Step 2 およびFDEMの移植

先のA 2.1とA 2.2節で、大型計算機上の遮蔽解析用標準群定数を格納したデータプールを移植し、さらにデータプールを扱うためのユーティリティPOOLXを変更・整備した。この遮蔽解析用標準群定数をMCACEコードで使用するためには、解析ケースで使用される物質毎にマクロ断面積をFair-Cross Step 2を実行してファイルに用意しておく必要がある。また、ANISNコードやDORTコードも当室のSUN-4/2上で実行可能であり、 P_e 断面積を標準群定数データプールから作成するFair-Cross Step 3も必要となる。さらに、MCACEコード用のレスポンス関数をデータプール中に格納するためFDEMコードも必要となる。ここでは、これら3種のプログラムをSUN-4/2用に変換・移植した。各コードの使用方法等については参考文献(1)および(2)を参照されたい。

A 2.3.1 Fair-Cross Step 2およびStep 3の変換と移植

(1) プログラムの修正内容

SUN-4/2への移植に当たり必要となったプログラムの修正についてTable A 2.6に示す。

(2) 使用方法

このプログラムの起動は以前に開発されたsubmitコマンド⁽⁴⁾を使用して行われる。典型的なsubmitファイルの例をTable A 2.7に示す。

(3) 計算結果の確認

移植後のプログラムを使用してStep 2により先のA 2.1節でSUN-4/2上に移植した標準群定数からマクロ断面積を作成しORNLのNaペネトレーション問題をMCACEコードで計算した。次にMCACEで出力された断面積の値を大型機の値と比較して移植が正常に行われたことの確認を行った。なお、Step 3についての確認は未だ行っておらず、今後確認しておく必要がある。

(4) 使用ファイル

この作業で使用したファイルの一覧をTable A 2.8に示す。

A 2.3.2 FDEMの移植

(1) プログラムの修正内容

ワークステーションへの移植に当たりプログラムの修正を行った点について、Table A 2.9に示す。

(2) 使用方法

このプログラムの起動は以前に開発されたsubmitコマンドを使用して行われる。典型的なsubmitファイルの例をTable A 2.10に示す。

(3) 計算結果の確認

移植後のプログラムを使用してFDEMによりResponse関数をデータプールに記録し、ORNLの

(3) 計算結果の確認

移植後のプログラムを使用してF D E MによりResponse関数をデータプールに記録し, ORNLのNaペネトレーション問題をM C A C Eコードで計算した。次にM C A C Eで出力されたResponse関数の値を大型機の値と比較して移植が正常に行われたことを確認した。

(4) 使用ファイル

この作業で使用したファイルの一覧をTable A 2.11に示す。

付録A 3 SUN-4/2上のディレクトリ、およびファイルの説明

今回作成したファイルはすべて下記に示すユーザsuzukiのホームディレクトリーの下に ISL91 というディレクトリーを作成しその下に格納した。

(1) ホームディレクトリー

/home1/suzuki/ISL91

(2) 今回作成したファイルのディレクトリー構造

MCACE/ISL	シリアル版MCACEソース及びデータ
MCACE/RANTEST	並列版乱数検定用ソース及びデータ
MCACE-CG/MCACE	粒子軌道ファイルを出力するMCACEプログラム及びデータ
MCACE-CG/MCACE-CG	MCACE結果表示用 C プログラム及びテストデータ
MCACE-CG/JUNEBUG	MCACE結果表示用JUNEBUGプログラム
JUNEBUG/SOURCE	オリジナルJUNEBUGプログラムSUN用
JUNEBUG/DATA	オリジナルJUNEBUGテストデータ
FCSTEP2/FCSTEP2X/SOURCE	FCSTEP2ソース
FCSTEP2/FCSTEP2X/DATA	FCSTEP2テストデータ DLC15, DATA, PHOTX, DATA
FCSTEP2/FCS2PHOT	FCS2PHOTソースプログラム
FDEM/SOURCE	FDEMソースプログラム
FDEM/DATA	FDEMテスト用データ
DPOOL/DPOOL2	データプールアクセスルーチンオリジナル (FACOM版)
DPOOL/POOLC2	データプールユーティリティ用ライブラリーソースオリジナル (FACOM版)
DPOOL/POOLX	データプールユーティリティプログラム
DPCONV2/SOURCE	データプール変換用ソース
DPCONV2/DATA	RADHEAT用ライブラリ SSL90A.USER.DATA 及び SSL90B.USER.DATA
CODES	実行形式ファイルを格納 MCACE.CG <== 粒子軌跡ファイル作成版 MCACE MCACE-CG <== MCACE結果表示プログラム JUNEBUG-CG<== MCACE結果表示用プログラム JUNEBUG <== MCACE結果表示用 JUNEBUG DPCONV2 <== データプール変換プログラム FCSTEP2 <== Fair Cross Step 1, 2 プログラム

FDEM <== FDEMプログラム

POOLX <== データプールユーティリティ

MCACE.ORG <== MCACEオリジナル版プログラム

注) JUNEBUG-CG及びJUNEBUGはMCACE-CGから起動され直接ユーザが起動することはない。

付録A 4 並列版M C A C E コードのAP-1000での実行方法

並列計算機 AP-1000は、広域ネットワークWIDEに接続されており、原研からは東大のネットワークTISNを介して接続可能である。ネットワークでアクセスできるホスト名は、fcapwideである。fcapwideは、全64セルのホストプロセッサとなっている。ここで、fcapwideへは同時に複数のユーザーがアクセスしており、並列機のホストとして使用している時にも、他のユーザーがタイムシェアで利用可能であるため、並列処理速度の計測時には注意を要する。この他にも、ホストとしてfcap01とfcap07があるがこれらはネットワークには接続されておらず、直接 AP-1000が設置されている富士通川崎研究所へ出向かなければならない。ここでfcap01は全 512セルのfcap07は全64セルのホストプロセッサとなっている。

次に並列版M C A C E コードの AP-1000での実行方法について示す。並列版M C A C E では、hostとcellのプログラムはTable A 4. 1 に示す様に、ある任意の一つのディレクトリ下にサブディレクトリとしてhostとcellが存在しその中にプログラムや実行モジュールが格納されている。M C A C E コード実行するためのステップは次の様になる。

- (1) M C A C E コードの入力データファイル (No.1) を作成する。 (例Table 2. 2)
- (2) 入力データ、データプール、AP-1000のセル構成を指定するための入力データファイル (No.2) を作成する。 (例Table A 4. 2)
- (3) コマンドファイルを実行し、caren によるAP-1000 のサーバーを起動して並列計算を実行する。コマンドファイルの例をTable A 4. 3 に示す。このとき、カレントディレクトリは実行形式ファイルhostの存在する所である必要がある。

コマンドcaren の詳細についてはcapmanコマンドで見ることができる。また、プログラムの変更を行った時には、hostプログラムに対しては、付のコマンドを実行してコンパイルとリンクを行う。

コンパイル> hc7 ~.f

リンク > hl7

また、セルプログラムに対しても同様に、

コンパイル> hc7 ~.*

リンク > hl7

を実行すれば良い。各コマンドの aliasによる定義は以下の様である。

```
alias hc7 'f77.1.3.hc7 -c -03'
```

```
alias hc7 'f77.1.3.hc7 *.0 -o host -lss12 -L/pcrf/usr07/naitou/bin'
```

```
alias hc7 'f77.1.3.cc7 -c -03'
```

```
alias hc7 'f77.1.3.cc7 *.0 -o cell -lss12 -L/pcrf/usr07/naitou/bin'
```

このコマンドでは、リンク時に数学サブルーチンライブラリss12を呼んでいる。

付録A 5 MCACEコード用サンプルデータリスト等

本報の第2章で使用したMCACEコードのサンプル問題に対する入力データリストをTable A 5.1～A 5.5に示す。さらに、Table A 5.6およびTable A 5.7にはM780上のデータプールとSUN上のデータプールとの対応関係とMCACEコードのSUN上での実行環境を示す。また、Table A 5.8にはMCACEコード中のサブルーチンPOPENの変更点について示す。

Table A 1.1 Sample data for plotting
(imput to mcace.cg)

```

10 100 10 100 1 0 0 0 0 0.5 0.5
THE STRAIGHT CONCRETE DUCT CONFIGURATION
 0 0 0 10
    1
-300.0 300.0 -300.0 300.0 -500.0 300.0
 8.5E3 6.5E3 5.0E3
 6*0    10
    0

```

Table A 1.2 List of ~.geom file produced
by executing mcace.cg

```

10 100 10 100 1 0 0 0 0 0.5 0.5
THE STRAIGHT CONCRETE DUCT CONFIGURATION
 0 0 0 10
RCC 0.0 0.0 5.0E+1 0.0 0.0 1.016E+2 1.055E+1
RCC 0.0 0.0 5.0E+1 0.0 0.0 1.016E+2 1.155E+1
RCC 0.0 0.0 5.0E+1 0.0 0.0 1.016E+2 2.155E+1
RCC 0.0 0.0 5.0E+1 0.0 0.0 1.016E+2 3.0E+2
RCC 0.0 0.0 -5.0E-1 0.0 0.0 3.0E+2 3.0E+2
RPP -3.01E+2 3.01E+2 -3.01E.2 3.01E+2 -5.01E+2 3.01E+2
RPP -1.0E+20 1.0E+20 -1.0E+20 1.0E+20 -1.0E+20 1.0E+20
END
DCT      1
WL1      2      -1
WL2      3      -2
WL3      4      -3
AIR      5      -4
VID      6      -5
DUM      7      -6
END
7*1
7*0
    1      2      2      2      1 1000      0
    0
    -1
    1
THE STRAIGHT CONCRETE DUCT CONFIGURATION
-300.0 300.0 -300.0 300.0 -500.0 300.0
 8.5E3 6.5E3 5.0E3
 6*0    1 0
    0

```

Table A 1.3 Parameter file for MCACE-CG

7
1 2
2 4
3 6
4 12
5 15
6 18
0 26

all
noteach
dclear
sleep 0
print
noprint

Table A 1. 4 使用ファイル一覧 (MCACE图形表示用)

(1) MCACE.CG

粒子軌跡をファイルに書き出すMCACEのプログラム他

- a) ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/MCACE_CG/MCACE
- b) ファイルの内容

ファイル名	
*.f	フォートランソース
MCACEnn.DATA	MCACE サンプル問題
MCACEnn.PDAT	形状データ

(2) MCACEE-CG及びJUNEBUG-CG

MCACE粒子軌跡表示システムプログラム (JUNEBUGを除く)

- a) ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/MCACE_CG/MCACE-CG
- b) ファイルの内容

ファイル名	
JUNEBUG-CG.c	JUNEBUG-CGソース
MCACE-CG.c	MCACE-CGソース
*.c	JUNEBUG-CGで使用するプロット用ソース
MCACE-CG.icon	MCACE-CGアイコンファイル
JCCCOMP	JUNEBUG-CGコンパイル用シェル
MCOMP	MCACE-CGコンパイル用シェル
MCACEnn.geom	JUNEBUG幾何形状データファイル
MCACEnn.path	JUNEBUG粒子軌跡データファイル
mcace02 para	パラメタファイル

(3) JUNEBUG

幾何形状及び粒子軌跡表示プログラム

- a) ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/MCACE_CG/JUNEBUG
- b) ファイルの内容

ファイル名	
*.f	ソースプログラム
*.c	プロットソース
JCOMP	リンク用シェル

(4) 実行形式ファイル

- a) ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/CODES
- b) ファイルの内容

ファイル名	
mcace.cg	実行形式のMCACEコード（作図用ファイル作成）
MCACE-CG	実行形式作図プロ（SUNVIEW環境下で実行）

Table A 2.1 J C L to convert Data-Pool file
into Character image file

```

T(3) I(4) W(1) C(2) SRP
//* DATA-POOL M TO SUN (B TO F)
// EXEC ASM, SO='J1446.DPOOL2', Q='SAM(GETDCB)'
// EXEC ASMLK
//SYSMOD DD DSN=&&ASMLOAD, DISP=(NEW, PASS, DELETE),
//           UNIT=WK10, SPACE=(TRK, (5, 3, 2))
//SYSIN DD *
      NAME GETDCB
/*
// EXEC FORT77, SO='J3520.ISL.DPM2S', A='ELM(*)'
// EXEC LKED77, PRVLIB='&&ASMLOAD'=PRVQ=
//DPM2S EXEC GO
/*
//*FT01F001 FOR CHARACTER IMAGE FILE (OUTPUT FILE)
/*
//FT01F001 DD DSN=JXXXX.XXXX, UNIT=WK10, SPACE=(TRK, (200, 100), RLSE),
//           DCB=(RECFM=FB, LRECL=80, BLKSIZE=32720), DISP=(NEW, PASS)
//* FT91F001 FOR DATA POOL FILE TO BE CONVERTED(INPUT FILE)
//FT91F001 DD DSN=JXXXX.XXXX, DATA, DISP=SHR, LABEL=(,,, IN)
//SYSIN DD *
BT0F

```

Table A 2.2 Procedure to re-binarize DATA-POOL file on SUN-4/2

(1) データプール管理ユーティリティ POOLXを起動し、データプールの初期化を行う。

```
s4a% POOLX  
*****Starts RADHEAT-V4 DATA POOL UTILITY *****
```

```
Enter COMMAND NAME ==> init
```

```
Please key in Data Pool File Name ==>           
```

```
Data Pool File Name is(temp.temp)
```

```
Confirmation (y/n)==>y
```

```
ENTER DIRECTORY SIZE==>          
```

```
ENTER TITLE (64 CHARACTERS)
```

```
temp
```

```
Enter Record Size (words) ==>            標準は900 words
```

```
*****MESSAGE FROM PINIT*****
```

```
NO. OF INITIALIZED RECORD IS 50000
```

```
*****CONTROL SECTION*****
```

```
COL.
```

```
1-18 TITLE :
```

```
t
```

21 ADDRESS FOR THE DIRECTORY OF FIRST LEVEL NODE :	2
--	---

22 HEAD ADDRESS FOR THE VACANT DIRECTORY AREA :	3
---	---

23 HEAD ADDRESS FOR THE VACANT DATA AREA :	102
--	-----

24 WRITE FLAG :	0
-----------------	---

25 READ FLAG (NOT USED) :	0
---------------------------	---

26 LENGTH OF THE ONE PHYSICAL RECORD :	
--	--

27 MAXIMUM NUMBER OF THE SAME LEVEL NODE :	66
--	----

28 SIZE OF THE DIRECTORY SECTION :	
------------------------------------	--

29 SIZE OF THE DATA SECTION :	49899
-------------------------------	-------

30 REAL NUMBER OF THE DIRECTORY RECORDS :	1
---	---

31 REAL NUMBER OF THE DATA SET RECORDS :	0
--	---

```
Enter COMMAND NAME==>▲
```

(2) データプール変換プログラムでデータプール形式に変換する。

この処理は以下に示す対話形式で行う。

```
>DPCONV2
```

```
FTOB
```

```
Please Key in DATA-POOL (Formatted File)Name==>           
```

```
DATA-POOL (Formatted File) is XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Confirmation (y/n)==>          
```

```
Please Key in DATA-POOL file Name==>           
```

```
DATA-POOL file Name is XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

```
Confirmation (y/n)==>          
```

```
•
```

```
•
```

```
•
```

```
>
```

注) 下線部がユーザの入力部分

Table A 2.3 使用ファイル一覧 (データプール移植用)

(1) プログラム

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/DPCONV2/SOURCE

ファイル名	内 容
*.f	フォートランソース
a.out	実行形式ファイル

(2) データ

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/DPCONV2/DATA

ファイル名	内 容
SSL90A.USER.DATA	SSL90A.USER.DATA ライブラリー
SSL90B.USER.DATA	SSL90B.USER.DATA ライブラリー
DPMCACE.DATA	MCACBサンプル問題用群定数ライブラリー

(3) 実行形式ファイル

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/CODES

ファイル名	内 容
INIT	Data-Pool 初期化用実行形式ファイル
DPCONV2	再バイナリ化用実行形式ファイル

Table A 2. 4 J C L to re-binarize Data-Pool
file on FACOM M-780

```

T(3) I(4) W(1) C(2) SRP
//* DATA-POOL M TO SUM (B TO F)
// EXEC ASM, SO='J1446.DPOOL2', Q='SAM(GETDCB)'
// EXEC ASMLK
//SYSLMOD DD DSN=&&ASMLOAD, DISP=(NEW, PASS, DELETE),
//           UNIT=WK10, SPACE=(TRK, (5, 3, 2))
//SYSIN DD *
  NAME GETDCB
/*
// EXEC FORT77, SO='J3520.ISL.DPM2S', A='ELM(*)'
// EXEC LKED77, PRVLIB='&&ASMLOAD', PRVQ=
//DPM2S EXEC GO
/*
//* FT01F001 FOR INPUT FILE FOR NOT IBM COMPATIBLE MACHINE
/*
//FT01F001 DD DSN=JXXXX.XXXXX, UNIT=WK10, DISP=SHR, LABEL=(,, IN)
/*
//* FT91F001 FOR DATA POOL FILE
/*
//FT91F001 DD DSN=JXXXX.XXXXX, DATA, DISP=(NEW, CATLG, DELETE),
//           SPACE=(TRK, (NN, N), DCB=(RECFM=F, BLKSIZE=3200)
//SYSIN DD*
FTOB
/*

```

Table 2.5 使用ファイル一覧 (データプールユーティリティPOOLX関連)

1. ワークステーション上のファイル

(1) プログラム

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/DPOOL/DPOOL2

ファイル名	内 容
DPOOL2.FORT77	DPOOL2フォートランソース (オリジナル)

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/DPOOL/DPOOL2

ファイル名	内 容
POOLC2.FORT77	POOLC2フォートランソース (オリジナル)

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/DPOOL/POOLX

ファイル名	内 容
POOL2.FORT77	POOL2フォートランソース (オリジナル)
*.f	フォートランソース

(2) 実行形式ファイル

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/CODES

ファイル名	内 容
DPOOLX	データプールユーティリティ実行形式ファイル

Table A 2.6 プログラム修正点 (Fair-Cross Step 2 及びStep 3)

修 正 内 容	該当ルーチン
論理演算関数 ANDを IANDに変更した	GETPAT
16進数定数記述法の違いによる修正	IETTER
submitコマンドを使用してジョブを起動する為に INITルーチン をコールするようにした	MAIN
入力ファイルのエコー出力の為にREWINDを行っていたので入力 ファイルの機番を19番に変更した	MAIN PLOUT
データプールオープン時にsubmitコマンドで渡されたファイル名 でオープンするように変更した。 データプールのレコード長を第1レコードから得るように変更	POOPEN
ダイレクトアクセスでレコード長さより長いレコードの I/Oがで きない為の修正	PREAD1 PREAD2 PREAD3 PREAD4 PRITE1 PRITE2 PRITE3 PRITE4 DIO
精度を上げる為の修正 (偶然同じような数字の引き算が現れた為 大型機と大きく異なった結果になった所があった為)	SIGMAS
システムルーチンに無いルーチンの追加	DATE DTLIST

Table A 2.7 典型的なsubmitファイルの例 (Fair-Cross Step2, 3)

```

#
# *****, RADHEAT-V4, FAIR-CROSS-STEP-2 Submit file *****
#
WRD1=/home1/suzuki/ISL91/DCONV2/DATA
WRD2=/home1/suzuki/ISL91/FCSTEP2/FCSTEP2X/DATA
unit=11, stat=scratch, form=unformatted
unit=13, stat=scratch, form=unformatted
unit=14, stat=scratch, form=unformatted
unit=16, stat=scratch, form=unformatted
unit=17, stat=scratch, form=unformatted
unit=18, stat=scratch, form=unformatted
# Input data file
unit=19, stat=old, file=ALWALL.DATA, form =formatted
#
unit=21, stat=scratch, form=unformatted
unit=22, stat=scratch, form=unformatted
unit=23, stat=scratch, form=unformatted
unit=24, stat=scratch, form=unformatted
unit=25, stat=scratch, form=unformatted
unit=26, stat=scratch, form=unformatted
unit=27, stat=scratch, form=unformatted
unit=28, stat=scratch, form=unformatted
unit=29, stat=scratch, form=unformatted
unit=30, stat=scratch, form=unformatted
unit=08, stat=old, file=$WRD2/DLC15.DATA, form=formatted
unit=09, stat=old, file=$WRD2/PHOTX.DATA, form=formatted
unit=91, stat=old, file=$WRD1/SSL90B.USER.DATA
unit=92, stat=old, file=ORNLP22.DATA
exec=FCSTEP2X

```

Table A 2.8 使用ファイル一覧 (Fair-Cross Step2,3)

1. ワークステーション上のファイル

(1) プログラム

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/FCSTEP2/FCSTEP2X/SOURCE

ファイル名	内 容
*.f FCSTEP2X.FORT77	フォートランソース フォートランソース (オリジナル)

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/FCSTEP2/FCS2PHOT

ファイル名	内 容
FCS2PHOT.FORT77	フォートランソース (オリジナル)

注) 大型機上のオリジナルファイルはFCSTEP2X.FORT77とFCS2PHOT.FORT77の2種あるが重複するサブルーチンが存在する。ここでは、作成日の新しいFCS2PHOT.FORT77をベースに不足しているサブルーチンをFCSTEP2X.FORT77より抜き出して追加した。

(2) データ

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/FCSTEP2/FCSTEP2X/DATA

ファイル名	内 容
*.DATA	サンプルデータ
*.OUTLIST	サンプル計算結果
DLC15.DATA	DLC15 ライブライ
PHOTX.DATA	PHOTX ライブライ
FCRS222.SUBMIT	submitコマンド用ファイル例

(3) 実行形式ファイル

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/CODES

ファイル名	内 容
FCSTEP2X	Fair-Cross Step 2 およびStep 3 用 実行形式ファイル

Table A 2.9 プログラムの修正点 (FDEM)

修 正 内 容	該当ルーチン
submitコマンドを使用してジョブを起動する為にINITF ルーチンをコールするようにした。	MAIN
入力ファイルのエコー出力の為にREWINDを行っていたので入力ファイルの機番を19番に変更した。	CRESP FDEM
データプールオープン時にsubmitコマンドで渡されたファイル名でオープンするように変更した。 データプールのレコード長を第1レコードから得るように変更	POOPEN
ダイレクトアクセスでレコード長さより長いレコードのI/O ができない為の修正	PREAD 1 PREAD 2 PREAD 3 PREAD 4 PRITE 1 PRITE 2 PRITE 3 PRITE 4 D10
システムルーチンに無いルーチンの追加	DATE DTLIST

Table A 2.10 典型的なsubmitファイルの例 (FDEM)

```

# **** * RADHEAT-V4 *** * FDEM **** *
# *      RESPONSE FUNCTION FOR SSL90B GROUP
#
unit=01, stat=scratch, form=unformatted
unit=02, stat=scratch, form=unformatted
unit=03, stat=scratch, form=unformatted
unit=04, stat=scratch, form=unformatted
unit=08, stat=scratch, form=unformatted
unit=10, stat=scratch, form=unformatted
unit=11, stat=scratch, form=unformatted
unit=12, stat=scratch, form=unformatted
unit=19, stat=old, file=FDEM22.DATA, form=formatted
unit=91, stat=old, file=ORNPL22.DATA, form=unformatted
exec=FDEM

```

Table A 2.11 使用ファイル一覧 (FDEM)

1. ワークステーション上のファイル

(1) プログラム

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/FDEM/SOURCE

ファイル名	内 容
*.f	フォートランソース
FDEM.FORT77	フォートランソース (オリジナル)

(2) データ

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/FDEM/DATA

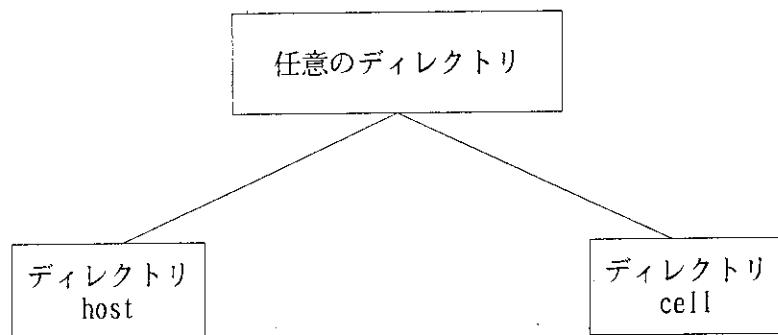
ファイル名	内 容
FDEM22.DATA	サンプルデータ
FDEM22.OUTLIST	サンプル計算結果
FDEM22.SUBMIT	submitコマンド用ファイル
ORNLPL22.DATA	Naペネトレーション解析用データプール
MCACE22.DATA	Naペネトレーション解析用 MCACE入力データ
MCACE22.OUTLIST	Naペネトレーション解析結果

(3) 実行形式ファイル

ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/CODES

ファイル名	内 容
FDEM	FDEM実行形式ファイル

Table A 4.1 並列版MCACEコードのディレクトリ構造とファイル



ディレクトリ	ファイル名	内 容
host	*.f host	FORTANソースプログラム 実行形式ファイル
cell	*.f cell	FORTANソースプログラム 実行形式ファイル

Table A 4.2 MCACE用Input data file (2)

カード1 MCACEコード入力データファイル (No.1) の名称

(DDN, A40) 実行形式ファイルhostが格納されているディレクトリがカレントディレクトリであると想定する。

カード2 MCACEコード断面積データプールの名称

(DDNAME, A40) 実行形式ファイルhostが格納されているディレクトリがカレントディレクトリであると想定する。

カード3
(NCELX) } 使用するAP-1000の全セル数を指定する。

カード4
(NCELY) } 全セル数はNCELX*NCELYで定まる。

入力データファイル(2)の例

“ .. /pool/MCACE2.DATA”	例1
“ .. /pool/DPMCACE.DATA”	
16	
32	

mcace.d1	例2
dp	
8	
4	

Table A 4.3 並列処理実行用コマンドファイル

```

• • • • • • • •
• • • • • • • •
go. takano
• • • • • • • •
• • • • • • • •
#!/bin/csh -f
echo "cell64 start"
set OPT = "-R 0 -WF"
caren host $OPT cell.time < ddset.takano > t
cap_view_stdout cell.time
#
#

```

ここで、

- | | | |
|--------------|-------|--|
| ddset.takano | | 入力データファイル(2) |
| t | | MCACEコード実行結果 |
| cell.time | | セルでのCPU時間情報 |
| rehost | | ホストでのCPU時間経過情報 (MCACEコード内のオープン
文でファイルを自動作成する) |

Table A5.1 γ 線スカイシャイン問題 (Case 1) 入力データ

```

MCACE SAMPLE PROBLEM NO.1
 400 440 064   1   9    0   9    9   0    0   10    2   0    0
      0   1   0   0 1.0    0.02  +6 0.0    0.0    0.0   2.2    0   +5
      0
      0.0
      1.0
      1.33 +6 1.0   +6 0.8   +6 0.6   +6 0.4   +6 0.3   +6 0.2   +6
      0.1 +6 0.05   +6
0123456789
  0   1   0   0   0   4   9    0
  1   1   9   1   1   4 100.0   1.0   -3 1.0   -2 0.0
  -1
  0
  0   0   SKYSHINE PROBLEM
RCC   1 0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   7.6   +2
      4.1 +2
RCC   2 0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   7.8103+2
      7.1 +2
RPP   3 -6.0   +4 6.0   +4 -6.0   +4 6.0   +4 0.0   6.0   +4
RPP   4 -6.01  +4 6.01  +4 -6.01  +4 6.01  +4 -10.0  6.01  +4
END
AIR      +1
WAL      +2   -1
AIR      +3   -2
VID      +4   -3
END
  1   2   3   4
  1   2   1   0
CROSS SECTION FROM DATA-POOL
  0   0   9   9   9   12   4   2   2   0   0   -16   0
  0   0   0   0   0   0   -1   0
&DPUNIT NLIB=92 &END
G09 FX16 AIR CONC
SAMBO INPUT TOTAL FLUX AND DOSE RATE
  3   1   9   9   0   0   -1   1   1
  1.0 +4 0.0   1.5   +2
  2.0 +4 0.0   1.5   +2
  3.0 +4 0.0   1.5   +2
RESPONSE FUNCTION (MR/HR)
&DPUNIT RESD=92 &END
G09 RESD DOSE
PHOTON/SEC/CM**2/EV
  1   2   3   4   5   6   7   8   9   0   0   0
PRT   1   1   1   0   0   0   0   9   9   0   0   0
  0.0   0.0   1.5   +2 0.0   0.0   0.0   1.0
  1.0   0.0   0.0
  70.0 +2 90.0   +2 110.0   +2 140.0   +2 180.0   +2 220.0   +2 250.0   +2
  280.0 +2 320.0   +2 380.0   +2
  1   1   1   1   1   1   1   1   1
  0.0   6.283   0.0   6.283   0.0   6.283   0.0   6.283   0.0
  6.283   0.0   6.283   0.0   6.283   0.0   6.283   0.0
  0.0   6.283   0.0   6.283
SOURCE   1   5   3   1.33   +6 0.02   +6   3
        0.0   0.0   660.0
        0.0   0.0   0.0
        0.273  0.0
  1
  1.25 +6 1.0
END OF SAMPLE PROBLEM : PROGRAM MCACE TERMINATED

```

Table A 5.2 中性子スカイシャイン問題 (Case 2) 入力データ

THE YAYOI NEUTRON SKYSHINE PROBLEM FOR MCACE EVALUATION

200	440	200	2	26	0	26	26	0	0	9999	3	0	0
0	19	0	0	1.0		1.0	-2	2.0	+4	0.0	2.2	+5	
0													
0.0	0.0		1.25	+2	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0			
1.62357+2	2.20932+2	3.00669+2	4.09162+2	9.88747+2	2.14858+3	3.76394+3							
4.74998+3	9.40669+3	7.23522+3	1.66311+3	9.42900+3	2.24676+4	4.83255+4							
7.39671+4	1.26206+4	9.99250+3	4.03228+3	2.11592+3									
1.64872+7	1.45499+7	1.28403+7	1.13315+7	1.0	+7	8.18	+6	6.36	+6				
4.96	+6	4.06	+6	3.01	+6	2.46	+6	2.35	+6	1.83	+6	1.11	+6
5.5	+5	1.11	+5	5.94622+4	2.60584+4	1.50344+4	3.35	+3	5.83	+2			
1.01	+2	1.07	+1	3.06		1.12		4.14	-1				

0123456789AB

0	1	1	0	0	5	26	0	10	10				
1	1	26	1	1	5	100.0		0.0001	0.001	0.001	0.5		
					0.1			0.001					
1	1	26	1	1	3	100.0		0.001	0.01	0.01	0.5		
					0.1			3.0					

-1

0	0	0	0										
0	0												

THE YAYOI NEUTRON SKYSHINE CONFIGURATION

RCC	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.34	+3			
		1.0	+3										
RCC	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.38	+3			
		1.2	+3										
RCC	3	0.0	0.0	1.34	+3	0.0		0.0	4.0	+1			
		3.0	+1										
RPP	4	-2.0	+5	2.0	+5	-2.0	+5	2.0	+5	-5.0	+1	0.01	
RPP	5	-2.0	+5	2.0	+5	-2.0	+5	2.0	+5	0.0	2.0	+5	
RPP	6	-2.01	+5	2.01	+5	-2.01	+5	2.01	+5	-5.01	+1	2.01	+5

END

GAL	OR	+1OR	+3										
WAL		+2	-1	-3									
SOL		+4											
AIR		+5	-2										
VID		+6	-4	-5									

END

1	2	3	4	5									
1	2	3	1	0									

CROSS SECTIONS WITH JENDL-3 FROM DATA-POOL N26 GROUP STRUCTURE

26	26	0	0	26	29	4	3	3	0	0	-16	0	
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0			

&DPUNIT NLIB=92 &END

N26 FX16 1200 1000 1300

SAMBO INPUT DOSE RATE WITH POINT DETECTOR ESTIMATION

11	0	26	26	0	0	-1	1	1	0.0				
0.0	0.0		1.0	+4									
3.1972	+3	0.0		1.0	+2								
5.4174	+3	0.0		1.0	+2								
7.2528	+3	0.0		1.0	+2								
7.9	+3	0.0		1.0	+2								
9.8086	+3	0.0		1.0	+2								
1.95974+4	0.0		1.0	+2									
3.07085+4	0.0		1.0	+2									
4.43063+4	0.0		1.0	+2									
6.45503+4	0.0		1.0	+2									
1.00118+5	0.0		1.0	+2									

SKYSHINE NEUTRON DOSE (MREM/HR)

&DPUNIT RESD=92 &END

N26 RESD DOSE

NEUTRON ENERGY SPECTRUM (NEUTRONS/CM²/SEC)

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		
SOURCE	1	5	2	1.64872+7	3.35	+3	3						
	0.0	0.0		1.25	+2								
	0.0	0.0		0.0									

Table A 5.2 (続き)

9.99889-1 1.0
19
1.64872+7 8.38058-5
1.45499+7 1.29230-4
1.28403+7 1.99277-4
1.13315+7 3.07294-4
1.0 +7 5.43268-4
8.18 +6 1.18054-3
6.36 +6 2.68853-3
4.96 +6 5.27776-3
4.06 +6 8.95875-3
3.01 +6 1.31549-3
2.46 +6 1.51192-2
2.35 +6 1.81327-2
1.83 +6 3.1205 -2
1.11 +6 8.62955-2
5.5 +5 1.68490-1
1.11 +5 2.4488 -1
5.94622+4 2.99143-1
2.60584+4 3.65773-1
1.50344+4 1.81089-1
END OF THE YAYOI NEUTRON SKYSHINE PROBLEM : MCACE TERMINATED

Table A 5.3 γ 線直管ダクト問題<センターライン> (Case 3) 入力データ

THE STRAIGHT CONCRETE DUCT WITH CENTERLINE SOURCE PROBLEM FOR MCACE EVALUATION

1000	1240	512	2	10	0	10	10	0	0	9999	2	0	0
0	1	0	0	1.0		2.0	+4	0.0		0.0		2.2	+5
0													
0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
1.0													
1.33	+6	1.0	+6	7.0	+5	4.5	+5	3.0	+5	1.5	+5	1.0	+5
7.0	+4	4.5	+4	3.0	+4								

0123456789AB

1	1	0	0	0	6	10	0	10	10				
1	1	10	1	1	6	10.0		0.001		0.01		0.5	
					0.1			5.0					
1	1	10	4	1	4	100.0		1.0		1.0	+9	0.5	
					0.1			1.0	+9				

-1

0	0	0	0										
0	0												

THE STRAIGHT CONCRETE DUCT CONFIGURATION

RCC	1	0.0	0.0	5.0	+1	0.0	0.0		1.016	+2			
	1.055	+1											
RCC	2	0.0	0.0	5.0	+1	0.0	0.0		1.016	+2			
	1.155	+1											
RCC	3	0.0	0.0	5.0	+1	0.0	0.0		1.016	+2			
	2.155	+1											
RCC	4	0.0	0.0	5.0	+1	0.0	0.0		1.016	+2			
	3.0	+2											
RCC	5	0.0	0.0	-5.0	+1	0.0	0.0		3.0	+2			
	3.0	+2											
RPP	6	-3.01	+2	3.01	+2	-3.01	+2	3.01	+2	-5.01	+2	3.01	+2

END

DCT +1

WL1 +2 -1

WL2 +3 -2

WL3 +4 -3

AIR +5 -4

VID +6 -5

END

1	2	3	4	5	6								
1	2	2	2	1	0								

CROSS SECTIONS WITH PHOTX-V2 FROM DATA-POOL G10 GROUP STRUCTURE

0	0	10	10	10	13	4	2	2	0	0	-16	0
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0		

&DPUNIT NLIB=92 &END

G10 FX16 1200 1100

SAMBO INPUT DOSE RATE WITH POINT DETECTOR ESTIMATION

2	0	10	10	0	0	-1	1	1	0.0				
0.0		0.0		2.016	+2								
2.0	+1	0.0		2.016	+2								

GAMMA-RAY DOSE RATE (MREM/HR)

&DPUNIT RESD=92 &END

G10 RESD DOSE

GAMMA-RAY ENERGY SPECTRUM (PHOTONS/CM²/SEC)

SOURCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
				1.33	+6	2.0		+4	1				
				0.0		0.0							
				0.0		0.0							

2

1.33 +6 1.0

1.173 +6 1.0

END OF THE CONCRETE DUCT WITH CENTERLINE SOURCE PROBLEM : MCACE TERMINATED

Table A5.4 γ 線直管ダクト問題<オフセンター> (Case 4) 入力データ

THE STRAIGHT CONCRETE DUCT WITH OFF-CENTER SOURCE PROBLEM FOR MCACE EVALUATION

200	440	200	2	10	0	10	10	0	0	9999	2	0	0	
0	1	0	0	1.0		2.0	+4	0.0		0.0		2.2	+5	
0														
1.6339	+2	0.0			0.0			0.0		0.0		0.0		
1.0														
1.33	+6	1.0			+6	7.0		+5	4.5		+5	3.0		
7.0	+4	4.5			+4	3.0		+4			+5	1.5		
0123456789AB														
1	1	0	0	0	6	10	0	10	10					
1	1	10	1	1	6	10.0		0.001		0.01		0.5		
					0.1			5.0						
1	1	10	4	1	4	100.0		1.0		1.0		+9	0.5	
					0.1			1.0		+9				
-1														
0	0	0	0											
0	0													
RCC	1	0.0			0.0			2.516	+2	0.0		1.0	+2	
		1.0			+1									
RCC	2	0.0			0.0			2.516	+2	0.0		1.0	+2	
		1.1			+1									
RCC	3	0.0			0.0			2.516	+2	0.0		1.0	+2	
		2.1			+1									
RCC	4	0.0			0.0			2.516	+2	0.0		1.0	+2	
		8.0			+2									
RCC	5	0.0			0.0			-2.50	+2	0.0		8.0	+2	
		8.0			+2									
RPP	6	-8.01	+2	8.01		+2	-8.01	+2	8.01	+2	-8.01	+2	8.01	+2
END														
DCT			+1											
WL1		+2		-1										
WL2		+3		-2										
WL3		+4		-3										
AIR		+5		-4										
VID		+6		-5										
END														
1	2	3	4	5	6									
1	2	2	2	1	0									
CROSS SECTIONS WITH PHOTX-V2 FROM DATA-POOL G10 GROUP STRUCTURE														
0	0	10	10	10	13	4	2	2	0	0	-16	0		
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0		
&DPUNIT NLIB=92 &END														
G10 FX16 1200 1100														
SAMBO INPUT DOSE RATE WITH POINT DETECTOR ESTIMATION														
19	0	10	10	0	0	-1	1	1	0.0					
-1.2	+2	0.0			5.016	+2								
-8.0	+1	0.0			5.016	+2								
-7.0	+1	0.0			5.016	+2								
-6.0	+1	0.0			5.016	+2								
-5.0	+1	0.0			5.016	+2								
-4.0	+1	0.0			5.016	+2								
-3.0	+1	0.0			5.016	+2								
-2.0	+1	0.0			5.016	+2								
-1.0	+1	0.0			5.016	+2								
0.0	0.0				5.016	+2								
1.0	+1	0.0			5.016	+2								
2.0	+1	0.0			5.016	+2								
3.0	+1	0.0			5.016	+2								
4.0	+1	0.0			5.016	+2								
5.0	+1	0.0			5.016	+2								
6.0	+1	0.0			5.016	+2								
7.0	+1	0.0			5.016	+2								
8.0	+1	0.0			5.016	+2								
1.2	+2	0.0			5.016	+2								
GAMMA-RAY DOSE RATE (MREM/HR)														
&DPUNIT RESD=92 &END														

Table A5.4 (続き)

G10 RESD DOSE
GAMMA-RAY ENERGY SPECTRUM (PHOTONS/CM²/SEC)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SOURCE	1	2	3	1.33	+6	2.0		+4		1
	1.6339	+2	0.0			0.0				
	0.0		0.0			0.0				

2
1.33 +6 1.0
1.173 +6 1.0
END OF THE CONCRETE DUCT WITH OFF-CENTER SOURCE PROBLEM : MCACE TERMINATED

Table A 5.5 14MeV中性子屈曲ダクト問題 (Case 5) 入力データ

THE 14MEV NEUTRON THROUGH TWO-LEGGED CONCRETE DUCT PROBLEM FOR MCACE EVALUATION

200	440	200	2	26	0	26	26	0	0	9999	3	0	0
0	1	0	0	1.0		1.0	-2	2.0	+4	0.0		2.2	+5
0													
0.0		0.0		4.572	+2	0.0		0.0		0.0		0.0	
1.0													
1.64872+7	1.45499+7	1.28403+7	1.13315+7	1.0		+7	8.18	+6	6.36	+6			
4.96	+6	4.06	+6	3.01	+6	2.46	+6	2.35	+6	1.83	+6	1.11	+6
5.5	+5	1.11	+5	5.94622+4	2.60584+4	1.50344+4	3.35		+3	5.83	+2		
1.01	+2	1.07	+1	3.06		1.12		4.14	-1				

0123456789AB

.	1	1	1	0	0	4	26	0	10	10			
1	1	26	1	1	4	100.0		0.0001	0.001	0.5			
					0.1			0.001					
1	1	26	1	1	2	100.0		0.001	0.01	0.5			
					0.1			3.0					

-1

0	0	0	0										
0	0												

THE TWO-LEGGED CONCRETE DUCT CONFIGURATION

RPP	1	-4.572	+1	4.572	+1	-4.572	+1	4.572	+1	4.572	+2		
RPP	2	-4.572	+1	4.572	+2	-4.572	+1	4.572	+1	-4.572	+1		
RPP	3	-5.588	+1	5.588	+1	-5.588	+1	5.588	+1	-5.588	+1	4.572	+2
RPP	4	-5.588	+1	4.572	+2	-5.588	+1	5.588	+1	-5.588	+1	5.588	+1
RPP	5	-1.4732+2	4.572	+2	-1.4732+2	1.4732	+2	-1.4732+2	4.572	+2			
RPP	6	-1.5	+2	4.6	+2	-1.5	+2	1.5	+2	-1.5	+2	4.6	+2

END

DCT	OR	+1OR	+2										
CON	OR	+3	-1	-2OR	+4		-2		-1				
SOL		+5	-3	-4									
VID		+6	-5										

END

1	2	3	4										
1	2	3	0										

CROSS SECTIONS WITH JENDL-3 FROM DATA POOL N26 GROUP STRUCTURE

26	26	0	0	26	29	4	3	3	0	0	-16	0	
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0			

&DPUNIT NLIB=92 &END

N26 FX16 1200 1000 1300

SAMBO INPUT TN9120 NEUTRON DOSIMETER WITH POINT DETECTOR ESTIMATION

6	0	26	26	0	0	-1	1	1	0.0				
0.0		0.0		3.048	+2								
0.0		0.0		1.524	+2								
0.0		0.0		0.0									
1.524	+2	0.0		0.0									
3.048	+2	0.0		0.0									
4.5719	+2	0.0		0.0									

TN9120 NEUTRON DOSIMETER RESPONSE (COUNTS/SEC)

&DPUNIT RESD=92 &END

N26 RESD TN91

NEUTRON ENERGY SPECTRUM (NEUTRONS/CM²/SEC)

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		
SOURCE	1	2	3	1.64872+7	1.45499+7			1					
	0.0		0.0		4.5719	+2							
	0.0		0.0		0.0								

1

1.4 +7 1.0

END OF THE TWO-LEGGED CONCRETE DUCT WITH 14MEV NEUTRON PROBLEM:MCACE TERMINATED

Table A 5. 6 SUN-4/2およびM-780上での各サンプル問題に対する
入力データとデータプールの対応関係

(1) 入力データ

ケース番号	SUN-4/2	M-780
Case 1	MCACE0. DATA	J1446. RADHV4. CNTL(MCACE)
Case 2	MCACE1. DATA	J3520. JCL. NFFS(MMCAT1)
Case 3	MCACE2. DATA	J3520. JCL. NFFS(MMCAT2)
Case 4	MCACE3. DATA	J3520. JCL. NFFS(MMCAT3)
Case 5	MCACE4. DATA	J3520. JCL. NFFS(MMCAT4)

(2) データプール

ケース番号	SUN-4/2	M-780
Case 1	dp	J1446. POOL87. CATA
Case 2	DPMCACE. DATA	J9432. DPMCACE. DATA
Case 3	DPMCACE. DATA	J9432. DPMCACE. DATA
Case 4	DPMCACE. DATA	J9432. DPMCACE. DATA
Case 5	DPMCACE. DATA	J9432. DPMCACE. DATA

注) SUS-4/2でのディレクトリは
/home1/suzuki/ISL91/MCACE/ISLである。

Table A 5. 7 使用ファイル一覧

(1) ディレクトリ : /home1/suzuki/ISL91/MCACE/ISL

(2) ファイルの内容

ファイル名	内 容
*. f	フォートランソース
a.out	実行形式ファイル
dp	Case 0用データプール
DPMCACE. DATA	Case 1からCase 4用データプール
MCACEn. DATA	サンプル問題入力データ
MCACEn. OUTLIST	サンプル問題出力データ

Table A 5.8 サブルーチンPOPEN変更部分

```

10 READ(BL,'(A40)') DDNAME
CISL 1 LINE MODYFIED 91/10/14
C      WRITE(6,*) 'key-in datapool name'
C      WRITE(0,*) 'key-in datapool name'
CISL END
      READ(5,*) DDNAME
CISL 1 LINE MODYFIED 91/10/14
C      WRITE(6,*) 'datapool name ok? ',DDNAME
C      WRITE(0,*) 'datapool name ok? ',DDNAME
CISL END
      READ(5,*) BUF
      IF((BUF.NE.'Y').AND.(BUF.NE.'y')) GOTO 10
C-----
C      CALL GETDCB(DDNAME,LRECL,LBLKS,RECFM,DSORG,IRCD)
C      IF(IRCD.NE.0) GO TO 1000
C      OPEN DATA POOL
C      OPEN(92,FILE=DDNAME,ACCESS='DIRECT',RECL=3600,STATUS='OLD',
C      1FORM='UNFORMATTED')
C----- by akemi -----
CISL MODIFY 91/11/26
      LCONTR=40
      IWFILE=NUNIT
      IF (DDNAME.EQ.'dp') THEN
          LRECL = 3600
      ELSE
          OPEN(NUNIT,FILE=DDNAME,ACCESS='DIRECT',RECL=160,STATUS='OLD')
          READ(NUNIT,REC=1) (ICONTR(I,IWFILE),I=1,LCONTR)
          CLOSE (NUNIT)
          LRECL=ICONTR(26,IWFILE)*4
      ENDIF
      OPEN(NUNIT,FILE=DDNAME,ACCESS='DIRECT',RECL=LRECL,STATUS='OLD')
C      OPEN(92,FILE=DDNAME,ACCESS='DIRECT',RECL=3600,STATUS='OLD')
CISL END

```

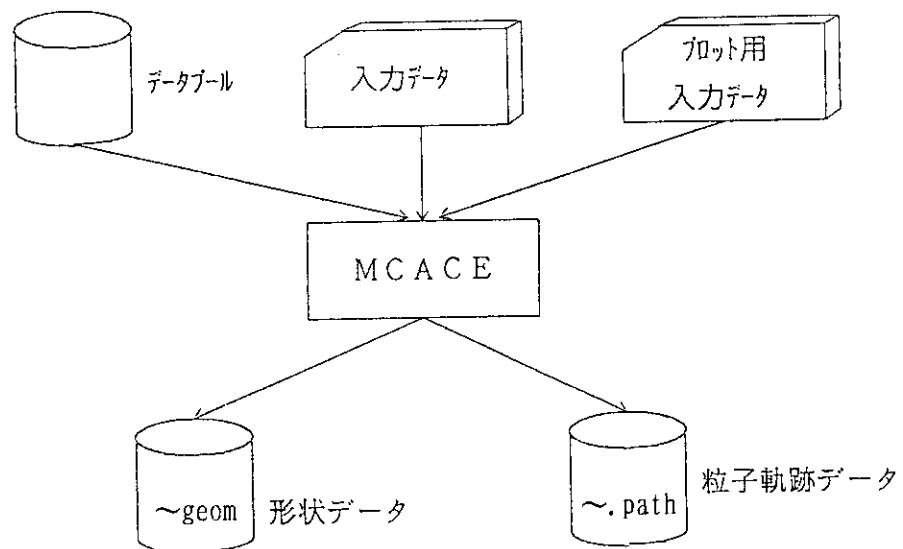


Fig. A 1. 1 作図用データファイルの作成

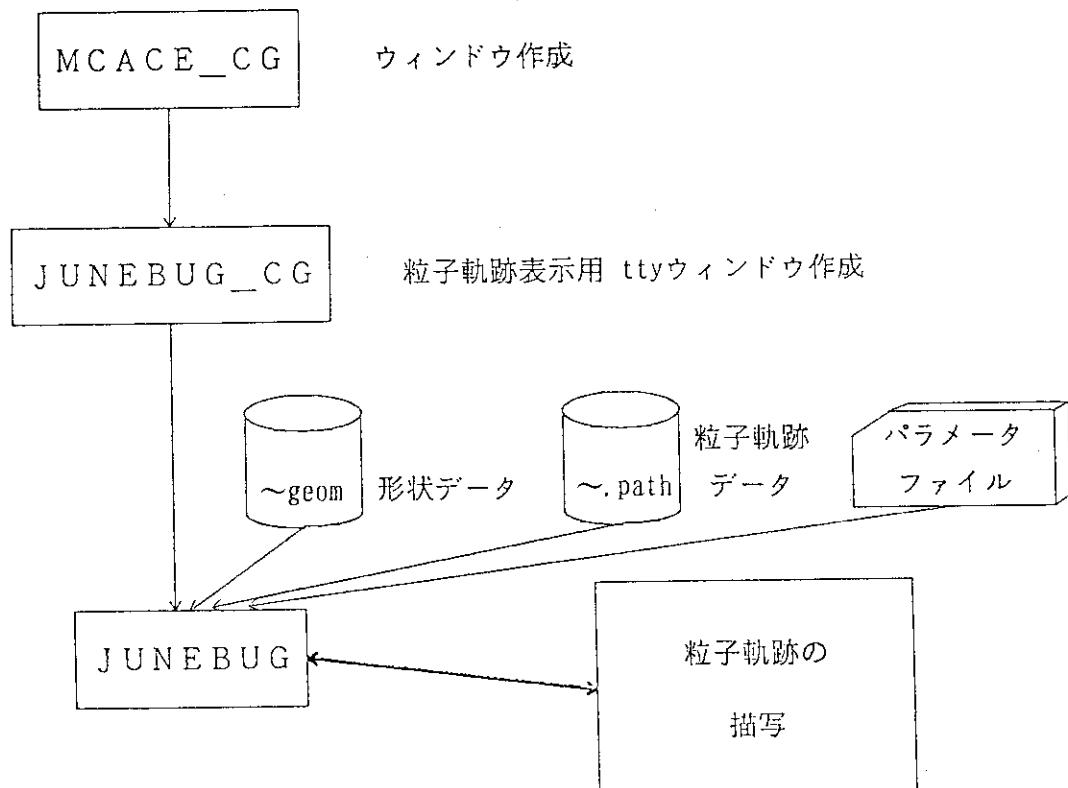


Fig. A 1. 2 作図システムと入力データ

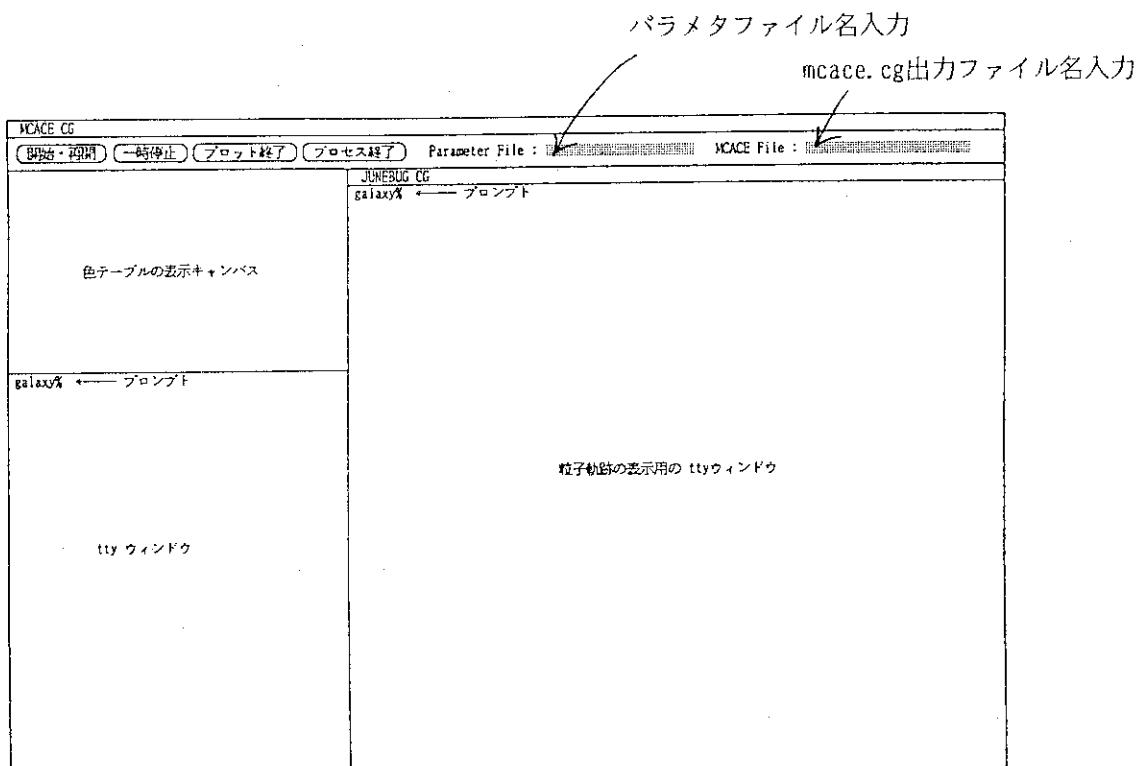


Fig. A 1. 3 MCACE CG起動時画面
(SUNVIEW環境で起動すること)

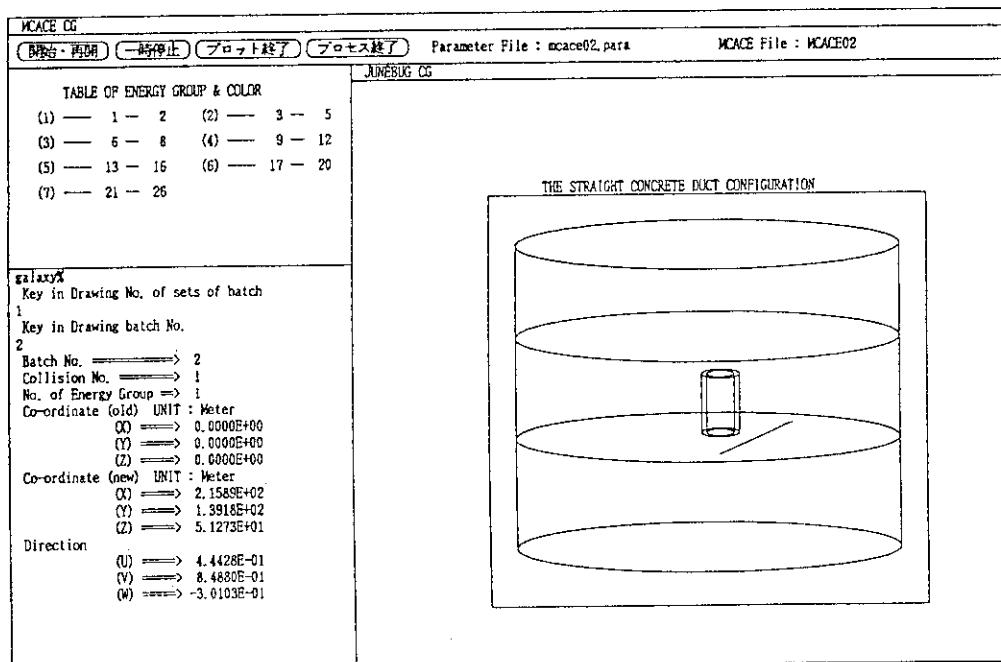


Fig. A 1. 4 MCACE 実行結果表示例