

JAERI-Research  
97-048



正の大きな反応度測定における修正法の実炉への適用  
— JMTRCにおける超過倍率測定の修正法による解析 —

1997年7月

長尾美春・島川聡司・金子義彦\*

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

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の問い合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 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。

This report is issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1997

編集兼発行 日本原子力研究所  
印 刷 いばらき印刷(株)

正の大きな反応度測定における修正法の実炉への適用  
- JMTRCにおける超過倍率測定の修正法による解析 -

日本原子力研究所大洗研究所材料試験炉部

長尾 美春・島川 聡司・金子 義彦\*

(1997年6月9日受理)

燃料追加法、中性子吸収置換法等の方法が原子炉の大きな正の反応度の決定に広く用いられている。しかし、これらの全ての測定方法は、過剰反応度が15%  $\Delta k$  を越える領域に入ると20%程度の誤差を免れないという指摘があり、この問題を克服するための「修正法」についての基本的考え方が提案された。この「修正法」は、現実の炉心における実効倍率の増分を仮想の炉心の実効倍率に計算により転換するものである。本論文では、この「修正法」が大型の試験炉・研究炉に対して実際に適用可能であることを、JMTRCにおける超過倍率測定実験データを理論的に解析することによって明らかにした。解析には、モンテカルロコードMCNP4Aによる全炉心計算を全面的に用いた。また、「修正法」とこれまで使用されてきた在来の評価法との関係も解明した。

Investigation of the Applicability of Revised Method for Determination of  
Large Positive Reactivity of Operating Reactor  
— Analyses of Excess Multiplication Factor Measurement  
in the JMTRC Using Revised Method —

Yoshiharu NAGAO, Satoshi SHIMAKAWA and Yoshihiko KANEKO\*

Department of JMTR  
Oarai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received June 9, 1997)

The fuel addition method, the neutron absorption substitution method, etc. have been used for determination of large positive reactivity of reactors. It has been pointed out, however, that all the experimental methods are possibly not free from the substantially large systematic error up to 20%, when the value of the excess multiplication factor exceed about  $15\% \Delta k$ . Then, a basic idea of a revised method was proposed to cope with the problem, which converts the increase of multiplication factor in an actual core to that in a virtual core by calculation. This paper proves that the revised method is able to be actually applicable for large sized research and test reactors through the theoretical analyses on the excess multiplication factor measurements undertaken at the JMTRC (Japan Materials Testing Reactor Critical Facility). In the analyses, whole core calculation by the Monte Carlo code MCNP4A, were totally utilized. Fundamental relation between the revised method and the conventional ones hitherto used was also investigated.

Keywords: Large Positive Reactivity, Excess Multiplication Factor, Revised Method, Fuel Addition Method, JMTRC, Monte Carlo Simulation, Existing Multiplication Method.

---

\* Atomic Energy Research Laboratory, Musashi Institute of Technology

## 目 次

1. 序 言 .....	1
2. 実 験 .....	2
2.1 JMTRC燃料追加法実験 .....	2
2.2 在来の方法による実験の解釈 .....	2
3. 超過倍率測定における「修正法」の適用 .....	4
3.1 「修正法」の原理 .....	4
3.2 修正因子 f の計算 .....	4
3.3 「修正法」による超過倍率の評価 .....	5
4. 結 言 .....	7
謝 辞 .....	8
参考文献 .....	8
附録A 従来の超過倍率の測定法相互の関係 .....	25
附録B モンテカルロ法による修正因子 f の導出における計算ヒストリ数の影響 .....	29
附録C MCNP 4 AによるJMTRC炉心計算に対する入力データ .....	36

## Contents

1.Introduction .....	1
2.Experiment .....	2
2.1 Measurements of Excess Reactivity in the JMTRC Using Fuel Addition Method .....	2
2.2 Interpretation of Measurements by Existing Methods .....	2
3.Applicability of "Revised Method" for Excess Multiplication Factor Measurement .....	4
3.1 The Principle of Revised Method .....	4
3.2 Calculation of Correction Factor f .....	4
3.3 Evaluation of Excess Multiplication Factor by Revised Method .....	5
4.Conclusion .....	7
Acknowledgments .....	8
References .....	8
Appendix A Relation of Measured Excess Multiplication Factor for Determination of between the Existing Methods .....	25
Appendix B Effect of Histories of Monte Carlo Calculation on Accuracy of Correction Factor f.....	29
Appendix C MCNP4A Input for JMTRC Core Calculation .....	36

## 1. 序 言

超過倍率は、試験研究炉の設置許可において安全性に関わる重要な核的制限値の一つであり、使用前検査及び定期検査等において実測することになっている。また、材料試験炉 JMTR (Japan Materials Testing Reactor, 50MW) に代表される照射試験炉等では、一度の燃料交換で所定の期間連続運転することができるかどうかの見通しをつける上での原子炉特性データの重要な一項目となっている<sup>(1)(2)</sup>。しかしながら、超過倍率の測定法については、これまであまり系統的な評価はされておらず、物理実験講座「原子炉」<sup>(3)</sup>において簡単なレビューが報告されているのみである。超過倍率の代表的な測定方法として、燃料追加法、中性子吸収置換法及び燃料体価値法がある。一般に、大きな超過倍率を持つ原子炉では燃料追加法または中性子吸収置換法により、また超過倍率が小さい原子炉では燃料体価値法により測定が行われている。本来、超過倍率は臨界状態から制御棒などの可動の中性子吸収体が炉心から完全に切り除かれた時に生じる実効増倍率の1からの超過として定義される。しかし、Fig 1.1 に示すように、これらの測定法に共通して、ある反応度測定ステップにおいて、超過倍率を測定した後、制御棒等の外部中性子吸収を増加させることにより再び臨界状態にし、次の反応度測定ステップにおいてはこの臨界状態からの超過倍率を測定している。つまり、反応度測定ステップにおける炉心（現実炉心）が、超過倍率が定義される炉心（仮想炉心）と異なっているため、求められる値は本来の超過倍率とは原理的に別の物理量となる。特に、これらの測定方法で大きな超過倍率（ $\sim 15\% \Delta k$ ）を測定する場合には、かなり大きな系統誤差（相対値で20%程度）を生じるおそれがあることが指摘され、系統誤差を低減するための「修正法」の提案<sup>(4)</sup>が最近なされた。

この「修正法」では、超過倍率という炉物理量は在来の測定手法において適用の対象としている現実の炉心（現実炉心）ではなく、臨界に拘束されない仮想の炉心（仮想炉心）について定義される物理量であるという本来の定義の考え方に立脚して、各反応度測定ステップにおける測定値に計算により求められる修正因子を乗じ、仮想炉心における実効増倍率の増分に転換してから積算することにより、真の超過倍率が決定されるとしたものである。

JMTRに限らず、動力炉や一般の試験研究炉では、炉心の温度上昇や照射物の炉心装荷による炉心反応度の低下や長期間の連続運転による核燃料の燃焼による反応度変化に対応するため、かなり大きな超過倍率を持たせる必要がある。そのため、これらの炉の超過倍率を正確に見積もることは、原子炉の効率的な運転管理につながるものである。

本報告の目的は、試験研究炉が新設されたとき最も一般的に使用前検査において適用されてきた燃料追加法について、「修正法」の実際の原子炉への適用性を検証することである。適用性の検証には JMTRC (Japan Materials Testing Reactor Critical Facility, 100W、現在解体中) を対象とした。この炉を選定した理由は、照射利用を目的とした試験研究炉の多くは高中性子束を得るため出力密度及び除熱能力を高めた板状燃料を使用しているが、JMTRCでも板状

燃料を使用していること、JMTRCは材料試験炉JMTRの臨界実験装置であり、実際の試験研究炉と同等の過剰反応度を有していること、等による。

## 2. 実験

### 2.1 JMTRC 燃料追加法実験

JMTRC (Fig. 2.1.1) は、JMTR の炉心部を核的に模擬した出力 100W のスイミングプール型の臨界実験装置である（現在解体中）。炉心は燃料領域、ベリリウム反射体領域及びアルミニウム反射体領域で構成され、制御棒は燃料領域に 5 本配置されている。燃料要素には Fig. 2.1.2 に示すように U-235 濃縮度が 45% の燃料板 19 枚から成る板状燃料を使用している。制御棒は、厚さ 5mm のボロン入りステンレス鋼(1.6w/o Boron)の角管であり、下部には、制御棒動作に伴う出力ピーキングの抑制及び制御棒効果を大きくするための燃料フォロワが取り付けられている。同装置はこれまで JMTR の炉定数の推定、中性子束分布やスペクトルの推定、照射キャプセルの反応度測定など JMTR の核的特性を評価するために使用されてきた。

JMTRC 燃料追加法実験を行った C83M-1 炉心<sup>(5)</sup>の燃料追加パターンを Fig. 2.1.3 に示す。最小臨界炉心は燃料要素が 14 本装荷された時である。この最小臨界炉心においては、臨界調整のために制御棒がわずかに炉心に挿入されており、先ず、この制御棒挿入区間の反応度を正のペリオド法により測定する。この測定の後、燃料要素を 1 本追加した炉心において制御棒により臨界調整を行い、再び正のペリオド法により、このときの臨界制御棒位置から燃料追加前の臨界制御棒位置までの区間の反応度  $\rho_i$  を測定する。この手順を燃料初装荷時の JMTR 炉心を模擬した所期の炉心（22 本炉心）が構成されるまで繰り返し、Table 2.1.1 に示す結果を得た。それぞれの燃料追加ステップで得られた反応度を下記する手法で積算することにより超過倍率を求める。

### 2.2 在来の方法による実験の解釈

燃料追加法による超過倍率  $k_{ex}$  の導出には、区間反応度の積算方法として、次に示す 3 通りの方法が代表的な方法として、これまで用いられてきた。

- (a) 各燃料追加ステップにおいて測定された区間反応度  $\rho_i$  を単純に加算して求める方法<sup>(1)</sup>。

燃料を使用していること、JMTRCは材料試験炉JMTRの臨界実験装置であり、実際の試験研究炉と同等の過剰反応度を有していること、等による。

## 2. 実験

### 2.1 JMTRC 燃料追加法実験

JMTRC (Fig. 2.1.1) は、JMTRの炉心部を核的に模擬した出力100Wのスィミングプール型の臨界実験装置である(現在解体中)。炉心は燃料領域、ベリリウム反射体領域及びアルミニウム反射体領域で構成され、制御棒は燃料領域に5本配置されている。燃料要素にはFig. 2.1.2に示すようにU-235濃縮度が45%の燃料板19枚から成る板状燃料を使用している。制御棒は、厚さ5mmのボロン入りステンレス鋼(1.6w/o Boron)の角管であり、下部には、制御棒動作に伴う出力ピーキングの抑制及び制御棒効果を大きくするための燃料フォロワが取り付けられている。同装置はこれまでJMTRの炉定数の推定、中性子束分布やスペクトルの推定、照射キャプセルの反応度測定などJMTRの核的特性を評価するために使用されてきた。

JMTRC燃料追加法実験を行ったC83M-1炉心<sup>(5)</sup>の燃料追加パターンをFig. 2.1.3に示す。最小臨界炉心は燃料要素が14本装荷された時である。この最小臨界炉心においては、臨界調整のために制御棒がわずかに炉心に挿入されており、先ず、この制御棒挿入区間の反応度を正のペリオド法により測定する。この測定の後、燃料要素を1本追加した炉心において制御棒により臨界調整を行い、再び正のペリオド法により、このときの臨界制御棒位置から燃料追加前の臨界制御棒位置までの区間の反応度 $\rho_i$ を測定する。この手順を燃料初装荷時のJMTR炉心を模擬した所期の炉心(22本炉心)が構成されるまで繰り返し、Table 2.1.1に示す結果を得た。それぞれの燃料追加ステップで得られた反応度を下記する手法で積算することにより超過倍率を求める。

### 2.2 在来の方法による実験の解釈

燃料追加法による超過倍率 $k_{ex}$ の導出には、区間反応度の積算方法として、次に示す3通りの方法が代表的な方法として、これまで用いられてきた。

- (a) 各燃料追加ステップにおいて測定された区間反応度 $\rho_i$ を単純に加算して求める方法<sup>(1)</sup>。



$$\rho_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i \quad (2-2-1)$$

$$k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}} \quad (2-2-2)$$

- (b) 各燃料追加ステップにおいて測定された区間反応度  $\rho_i$  から次式により求める方法 (Eich<sup>(6)</sup>による)。

$$\rho_{ex} = 1 - \exp\left(-\sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i\right) \quad (2-2-3)$$

$\rho_{ex}$  が決定されたら上記の(2-2-2)式により  $k_{ex}$  を求める。

- (c) 各燃料追加ステップにおいて測定された区間反応度  $\rho_i$  から超過倍率  $\Delta k_i$  を求め、それを単純に加算して求める方法<sup>(1)</sup>。

$$k_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \Delta k_i \quad (2-2-4)$$

JMTRCではこれまで(a)の方法を採用している。JMTRC 過剰反応度測定実験データに対する以上の在来の3種類の解釈による超過倍率の評価結果を Fig. 2.2.1 及び Table 2.2.1 に示す。超過倍率の値は、燃料追加のステップが進むにつれて次第に積算方法の違いによる差異が大きくなり、以下の傾向を示した。

$$\text{(方法(a)による評価)} > \text{(方法(b)による評価)} > \text{(方法(c)による評価)} \quad (2-2-5)$$

この関係が、現実炉心において、燃料追加が数ステップ以上で行われる場合に一般的に成立することの理論的根拠は附録Aにおいて与えた。C83M-1 炉心に対する超過倍率の積算方法の違いによる差は1% $\Delta k$ を超えた。この差は、おおよそ燃料要素1体分もの反応度に相当するものである。しかし、どの積算方法が最も適切なのかについての分析はこれまでになく、またいずれの積算方法に対してもその理論的根拠は示されていない。

なお、仮想炉心については、以下の関係が成立することが簡単に証明できる(附録A参照)。

$$\text{(方法(a)による評価)} = \text{(方法(c)による評価)} \quad (2-2-6)$$

### 3. 超過倍率測定における「修正法」の適用

#### 3.1 「修正法」の原理

「修正法」<sup>(4)</sup>の定義から、超過倍率は次式により修正因子 $f_i$ を用いて評価される。

$$k_{ex} = \sum_i^{i_{max}} f_i \Delta k_{im} (\text{現実}) \quad (3-1-1)$$

$$f_i = \frac{\Delta k_{ic} (\text{仮想})}{\Delta k_{ic} (\text{現実})} \quad (3-1-2)$$

ここに、 $\Delta k_{ic}$ は各燃料追加ステップ毎の超過倍率の増分を示し、添字 m,c はそれぞれ該当炉心の測定値と計算値を表している。また、(仮想)と(現実)は、それぞれ仮想炉心及び現実炉心を対象としていることを示している。

#### 3.2 修正因子 $f$ の計算

JMTRC 燃料追加法実験を計算によりシミュレートし、修正因子 $f_i$ を求めた。修正因子 $f_i$ は現実及び仮想炉心の実効倍率の計算値から決定するので、当然のことながら、計算によるシミュレーションについて、十分な正確さが実現されていることの確認が必要である。そのため、 $f_i$ の計算に先立ち最小臨界炉心の実効倍率について計算精度の確認を行った。使用する解析コードについては、制御棒により中性子分布が歪んだ体系を正確に取り扱えることが前提条件となるため、複雑な中性子輸送現象を取り扱えるモンテカルロコード MCNP4A<sup>(7)</sup>を使用した。また、核データライブラリには JENDL3.2 から編集された連続エネルギー断面積 FSXLIB-J3R2<sup>(8)</sup>を使用し、熱中性子散乱テーブル  $S(\alpha, \beta)$ には、ENDF-B/V から編集された MCNP4A 付属のライブラリを使用した。計算ヒストリー数は 250,000 (5,000 particles/cycle、500cycle) で行った (要した計算時間は、Sun Ultra-1 で 1 ケース当たり約 3.5 日である)。

現実炉心、仮想炉心の両方について、各燃料追加ステップ毎の実効倍率の計算値を Fig. 3.2.1 及び Table 3.2.1 に示した。また、この結果から求められる修正因子 $f$ の装荷燃料要素数による変化 (モンテカルロ計算による標準偏差  $1\sigma$  を伴う) を Fig. 3.2.2 及び Table 3.2.2 に示した。

JMTRC の最小臨界炉心は、臨界調整のために炉心内にわずかに制御棒が挿入されており、すでに過剰反応度をもった状態にあるが、この最小臨界炉心における実効倍率に関して、計算結果の  $0.01079 \Delta k$  は、実験値の  $0.01023 \Delta k$  と良い一致を示しており、また、燃料追加法実

験のシミュレートに関しても、各燃料追加ステップにおける実効倍率の増分の計算結果は実験値と平均で約4.4%で一致し、燃料追加過程はうまくシミュレートされていることから、計算手法は、修正因子 $f$ の計算に十分な精度を有していると判断した。

### 3.3 「修正法」による超過倍率の評価

3.2の修正因子 $f$ の計算結果から、JMTRC炉心では2.2の反応度 $\rho$ (% $\Delta k/k$ )を積算する(2-2-1)式による在来の評価方法(a)は、Table 3.2.2に示す修正因子 $f$ からわかるように各燃料追加ステップにおいて測定される反応度には相対値で最高約18%もの系統誤差がある。また、(3-1-1)式による「修正法」によると、Table 3.3.1(1)よりJMTRCのC83M-1炉心の超過倍率は $\Delta k=0.13097$ と評価される。一方、(2-2-1)式及び(2-2-2)式による在来の評価方法(a)では、超過倍率は $0.14553 \Delta k$ となり、この結果、(2-2-1)式による在来の評価は、相対値で約10%、絶対値にして約1.5% $\Delta k$ 過大に見積もられていることがわかった。また、 $\Delta k$ を積算する(2-2-4)式による在来の評価法(c)では、Table 3.3.1(2)に示すように、超過倍率は絶対値にして約 $0.002 \Delta k$ 過小に見積もられ、(2-2-3)式によるEichの評価法(b)では、Table 2.2.1及びTable 3.3.1(a)の比較から約 $0.0045 \Delta k$ 過大に見積もられた。したがって、在来法のなかでは、JMTRCでは2.2の $\Delta k$ を積算する在来の評価法(c)により求められた超過反応度が最も妥当な値となることがわかった(Fig. 3.3.1参照)。ここで注意しなければならないのは、以上の結果から、「修正法」を用いずとも在来の評価法(b)又は(c)の方式により反応度を積算すれば系統誤差は小さくできるということはいえない点である。なぜなら、ここで述べた結果は、JMTRCという特定の原子炉について成り立つもの(Fig. 2.1.3に示す燃料追加手順で、同図に示す制御棒により行った結果)であり、その他の原子炉ではJMTRCの結果とは同じにはならない可能性があるからである。

本計算により求められた修正因子 $f$ のモンテカルロ計算に伴う統計的な誤差は、Table 3.2.2に示すように平均で約9%であるが、この修正因子 $f$ を用いて求められる超過反応度への影響は小さく、Table 3.3.1(1)に示した在来の評価法(a)に対する「修正法」で求められた過剰反応度について相対値で約3%、絶対値では $0.00402 \Delta k$ であり、Table 3.3.1(2)に示した在来の評価法(c)に対する「修正法」についても相対値で約3%、絶対値では $0.00364 \Delta k$ に止っている。

次に、燃料追加に伴う修正因子 $f$ の変化について考察する。文献(4)の平板炉心の数値実験によれば、修正因子 $f$ は燃料追加ステップの進行に伴い単調に下降するが、JMTRCの燃料追加シミュレーションでは、多少上下に変動しながら下降している。この理由については、平板炉心の数値実験では燃料追加により炉心は局所的にはなく全体的に大きくなっていくが、通常の燃料追加法では、Fig. 2.1.3の燃料装荷図をみるとわかるように、燃料追加法の性質上、いわば局所的に炉心が大きくなるため、それにともない個々の燃料の中性子インポートランスが変化しているためである。これが、実際の燃料追加法実験においては、燃料追加の

過程において修正因子  $f$  が複雑に変化する理由である。

また、Fig. 3.2.1 に示すように現実炉心について各燃料ステップ毎の反応度の増加の状況は「修正法」の適用により計算と良く一致しており、モンテカルロ法による計算は炉心の形状変化の影響を的確にとらえているといえよう。

次に、文献(4)の平板炉心の数値実験と比較する。JMTRC 炉心の漏れ  $DB_g^2$  は、一群拡散近似を用いると、JMTRC の無限増倍率はおおよそ  $k_\infty = 1.68^9$  であることから、以下の式により概算できる。

$$k = \frac{\nu \Sigma_f}{DB_g^2 + \Sigma_a} \quad (3-3-1)$$

$$DB_g^2 = \nu \Sigma_f \left( \frac{1}{k} - \frac{\Sigma_a}{\nu \Sigma_f} \right)$$

$$\text{ここで、 } k_\infty = \frac{\nu \Sigma_f}{\Sigma_a} \quad (3-3-2)$$

D	: 中性子拡散係数
$B_g^2$	: 幾何学的バックリング
$\Sigma_a$	: 中性子吸収断面積
$\Sigma_f$	: 中性子核分裂断面積
$\nu$	: 核分裂あたりの中性子発生数
k	: 実効増倍率
$k_\infty$	: 無限増倍率
$\phi$	: 中性子束

したがって、JMTRC 最小臨界炉心における  $DB_g^2$  は約  $0.4 \nu \Sigma_f$  となる。文献(4)の平板炉心では  $DB_g^2$  が  $0.4 \nu \Sigma_f$  の場合、修正因子  $f$  は超過倍率が実効増倍率で 1.0~1.2 までの区間では燃料追加にしたがい 1 より漸増し、超過倍率が 1.1 付近での修正因子は約 1.06 である (Fig. 3.3.2 参照)。JMTRC の場合においても、Fig. 3.2.2(2) に示すように局所的に炉心が大きくなることによる修正因子  $f$  の変動はあるものの、平板炉心の修正因子  $f$  と同じ傾向を示している。この結果から、原子炉の漏れ  $DB_g^2$  が把握できれば、在来の評価法により測定された見かけ上の過剰反応度が実際の値より大きい、あるいは小さい側に評価されているかの見当をつけることが可能である。以上、 $\Delta k$  を積算する在来の評価法(c)に対する「修正法」の成立性について述べたが、反応度  $\rho_i$  を積算する在来の評価法(a)についても同様に検討したので、Fig. 3.3.3 にその結果を示す。この場合も Fig. 3.2.2(1) と Fig. 3.3.3 の修正因子  $f$  の比較から、JMTRC の修正

因子 $f$ は平板炉心の場合と同じ傾向を示すことは明らかである。

#### 4. 結 言

実炉の超過倍率測定における「修正法」の適用性を検証するため、JMTRC炉心を用いた燃料追加法による測定を在来方法と共に「修正法」によって評価し、以下の結論を得た。

- (1) JMTRC炉心では、反応度 $\rho$ を積算する在来の手法より超過倍率は $0.146 \Delta k$ と評価されていたが、「修正法」により真の値はもっと小さく $0.131 \Delta k$ と見積られた。また、Eichの手法では約 $0.0045 \Delta k$ 過大に評価され、 $\Delta k$ を積算する手法では約 $0.002 \Delta k$ 過小評価された。この結果、JMTRCにおける過剰反応度測定においては、在来手法のなかでは、 $\Delta k$ を積算する手法が最も真の過剰反応度に近い値となることが明らかになった。
- (2) モンテカルロ法により得られた修正因子 $f$ には統計的な誤差がともなう。本計算において、修正因子 $f$ 自体の統計的な誤差は平均で約9%であった。しかし、この統計的な誤差の超過倍率への影響は小さく約3%程度（絶対値では $0.00402 \Delta k$ ）であり、精度の高い結果を得ることができた。
- (3) 修正因子 $f$ は、燃料追加過程において複雑に変動することがある。その理由は、燃料を追加する度に炉心内の中性子束及びインポートランスの空間分布が複雑に変化するためと考えられるが、この影響はモンテカルロ計算で十分対応できる。在来の超過倍率測定手法による測定結果のくいちがいの、各々の反応度積算方法について修正因子 $f$ を求めることにより消失させることが可能である。
- (4) 大型の試験炉・研究炉では超過倍率が $15\% \Delta k$ を超える場合が多いが、燃料追加ステップを約 $1\% \Delta k$ 程度に制限すれば、反応度の増分は正のペリオド法で分割して測定することにより十分精度良く決定できる。また、修正因子 $f$ を決定するには、炉心全体の実効倍率を計算することが要求されるが、ワークステーションの普及などにより、モンテカルロ法の適用が実際的に実行可能である。

以上により、「修正法」は燃料追加法による大型の試験・研究炉の超過倍率の決定に十分適用可能であり、精度の高い結果を得ることができる。

因子 $f$ は平板炉心の場合と同じ傾向を示すことは明らかである。

## 4. 結 言

実炉の超過倍率測定における「修正法」の適用性を検証するため、JMTRC炉心を用いた燃料追加法による測定を在来方法と共に「修正法」によって評価し、以下の結論を得た。

- (1) JMTRC炉心では、反応度 $\rho$ を積算する在来の手法より超過倍率は $0.146 \Delta k$ と評価されていたが、「修正法」により真の値はもっと小さく $0.131 \Delta k$ と見積られた。また、Eichの手法では約 $0.0045 \Delta k$ 過大に評価され、 $\Delta k$ を積算する手法では約 $0.002 \Delta k$ 過小評価された。この結果、JMTRCにおける過剰反応度測定においては、在来手法のなかでは、 $\Delta k$ を積算する手法が最も真の過剰反応度に近い値となることが明らかになった。
- (2) モンテカルロ法により得られた修正因子 $f$ には統計的な誤差がともなう。本計算において、修正因子 $f$ 自体の統計的な誤差は平均で約9%であった。しかし、この統計的な誤差の超過倍率への影響は小さく約3%程度（絶対値では $0.00402 \Delta k$ ）であり、精度の高い結果を得ることができた。
- (3) 修正因子 $f$ は、燃料追加過程において複雑に変動することがある。その理由は、燃料を追加する度に炉心内の中性子束及びインポートランスの空間分布が複雑に変化するためと考えられるが、この影響はモンテカルロ計算で十分対応できる。在来の超過倍率測定手法による測定結果のくいちがいの、各々の反応度積算方法について修正因子 $f$ を求めることにより消失させることが可能である。
- (4) 大型の試験炉・研究炉では超過倍率が $15\% \Delta k$ を超える場合が多いが、燃料追加ステップを約 $1\% \Delta k$ 程度に制限すれば、反応度の増分は正のペリオド法で分割して測定することにより十分精度良く決定できる。また、修正因子 $f$ を決定するには、炉心全体の実効倍率を計算することが要求されるが、ワークステーションの普及などにより、モンテカルロ法の適用が実際的に実行可能である。

以上により、「修正法」は燃料追加法による大型の試験・研究炉の超過倍率の決定に十分適用可能であり、精度の高い結果を得ることができる。

## 謝辞

本報告書の作成に際し、多大なご協力を頂きました馬場治・材料試験炉部長、大岡紀一・材料試験炉部次長、藤木和男・材料試験炉部計画課長、掛札和弘・研究炉部 JRR-3 管理課長並びに内容について貴重なご意見を頂きました株式会社ナイスの内藤倣孝氏に深く感謝します。

## 参考文献

- 1) 小森芳廣、島川聡司、小向文作、長尾美春、明石一朝、桜井文雄：“JMTR 低濃縮燃料炉心の特性試験結果” JAERI-Tech 95-020
- 2) S. Shimakawa, Y. Nagao, Y. Komoro, Y. Kaneko：“The Core Characteristics Evaluation of JMTR with Low-Enriched Uranium Fuel”, PHYSOR96, Mito Japan (1996)
- 3) 伏見康治責任編集：実験物理学講座 29「原子炉」 共立出版社(1972)
- 4) 金子義彦、島川聡司、長尾美春、山下清信、竹内光男、山根 剛：“正の大きな反応度測定における修正法の提案” JAERI-Research 97-003
- 5) 計画課運転計画係：私信
- 6) Eich, W.J., et al.: Nucl. Sci, Eng., 24, 272~283 (1966)
- 7) “MCNP-A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 4A,” LA-12625-M, J.F. BRIESMEISTER, Ed., Los Alamos National Lab. (1993).
- 8) K. KOSANO et al., “FSXLIB-J3R2: A Continuous Energy Cross Section Library for MCNP Based on JENDL-3.2,” JAERI-Data/Code 94-020, Japan Atomic Energy Research Institute (1994).
- 9) 長尾美春、島川聡司、小森芳廣、大岡紀一：“モンテカルロコード MCNP による JMTRC 炉心のベンチマーク計算(2)” 日本原子力学会「1996年春の大会」

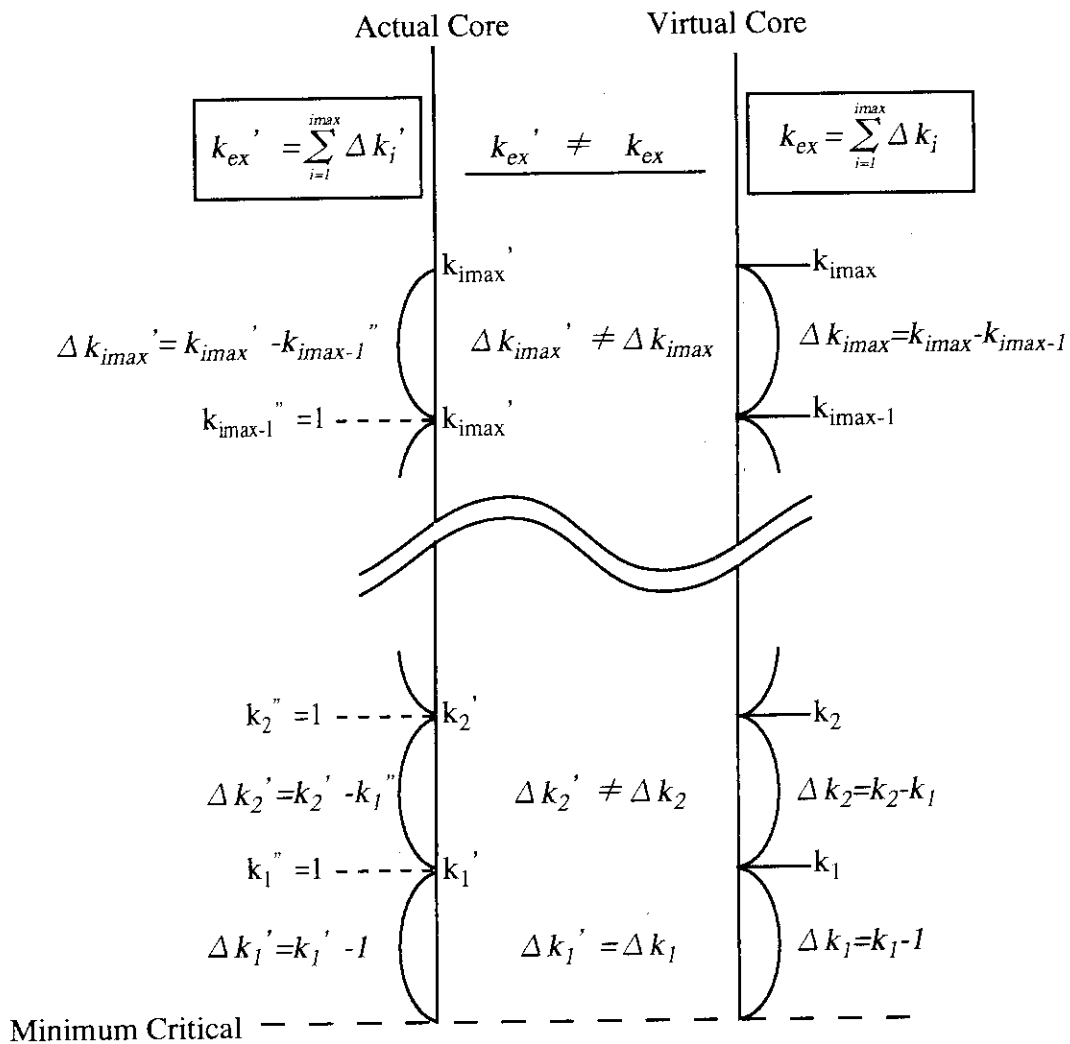
## 謝辞

本報告書の作成に際し、多大なご協力を頂きました馬場治・材料試験炉部長、大岡紀一・材料試験炉部次長、藤木和男・材料試験炉部計画課長、掛札和弘・研究炉部 JRR-3 管理課長並びに内容について貴重なご意見を頂きました株式会社ナイスの内藤倅孝氏に深く感謝します。

## 参考文献

- 1) 小森芳廣、島川聡司、小向文作、長尾美春、明石一朝、桜井文雄：“JMTR 低濃縮燃料炉心の特性試験結果” JAERI-Tech 95-020
- 2) S. Shimakawa, Y. Nagao, Y. Komoro, Y. Kaneko：“The Core Characteristics Evaluation of JMTR with Low-Enriched Uranium Fuel”, PHYSOR96, Mito Japan (1996)
- 3) 伏見康治責任編集：実験物理学講座 29「原子炉」 共立出版社(1972)
- 4) 金子義彦、島川聡司、長尾美春、山下清信、竹内光男、山根 剛：“正の大きな反応度測定における修正法の提案” JAERI-Research 97-003
- 5) 計画課運転計画係：私信
- 6) Eich, W.J., et al.: Nucl. Sci, Eng., 24, 272~283 (1966)
- 7) “MCNP-A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 4A,” LA-12625-M, J.F. BRIESMEISTER, Ed., Los Alamos National Lab. (1993).
- 8) K. KOSANO et al., “FSXLIB-J3R2: A Continuous Energy Cross Section Library for MCNP Based on JENDL-3.2,” JAERI-Data/Code 94-020, Japan Atomic Energy Research Institute (1994).
- 9) 長尾美春、島川聡司、小森芳廣、大岡紀一：“モンテカルロコード MCNP による JMTRC 炉心のベンチマーク計算(2)” 日本原子力学会「1996年春の大会」





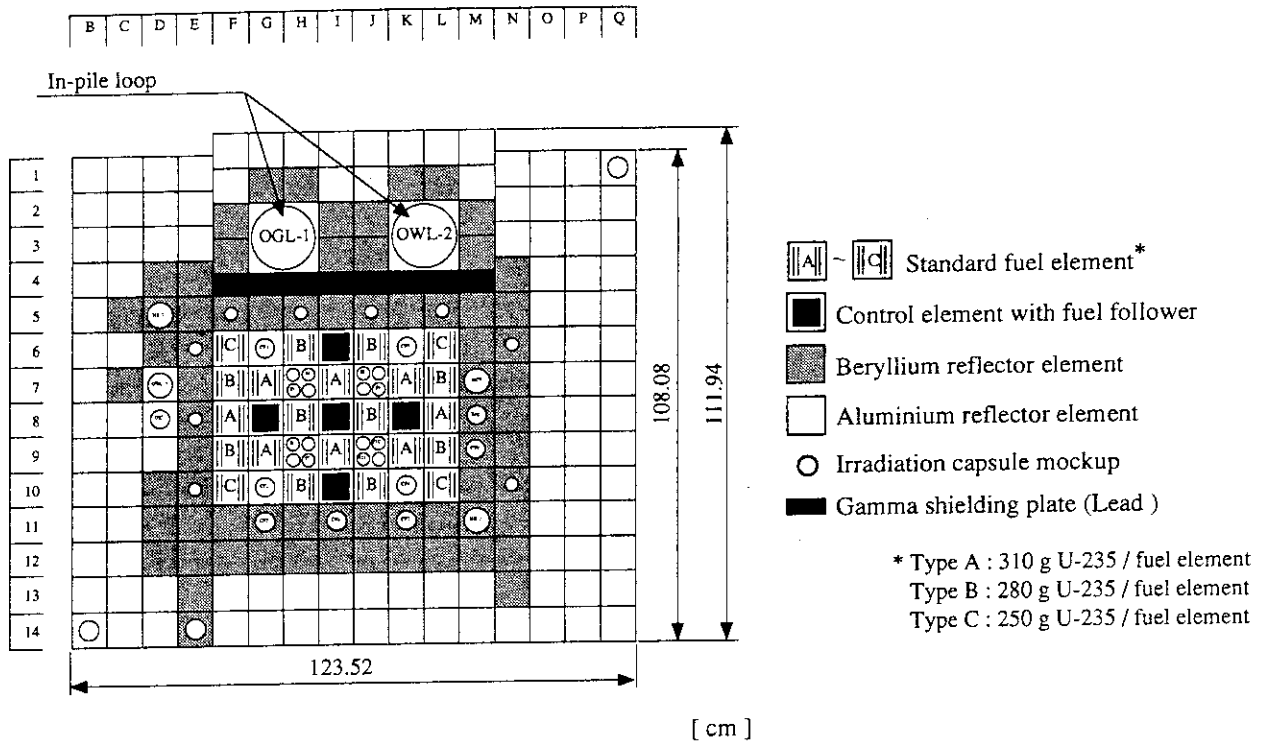
Correction Factor

$$f_i = \frac{\Delta k_i}{\Delta k_i'} \left( = \frac{\Delta k_i(\text{Virtual Core})}{\Delta k_i(\text{Actual Core})} \right)$$

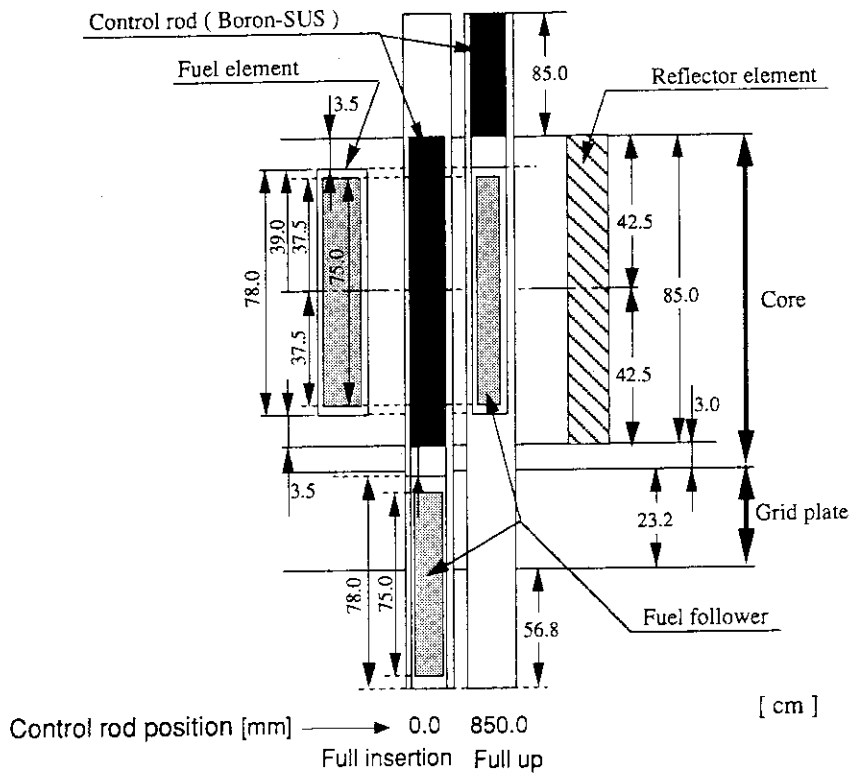
↓

$$\sum_{i=1}^{imax} f_i \Delta k_i(\text{Actual Core}) \doteq \sum_{i=1}^{imax} \Delta k_i(\text{Virtual Core})$$

Fig. 1.1 Relation of Actual Core and Virtual Core to measurement of Excess Multiplication Factor



(a) Core Configuration



(b) Vertical Cross Section

Fig. 2.1.1 JMTRC

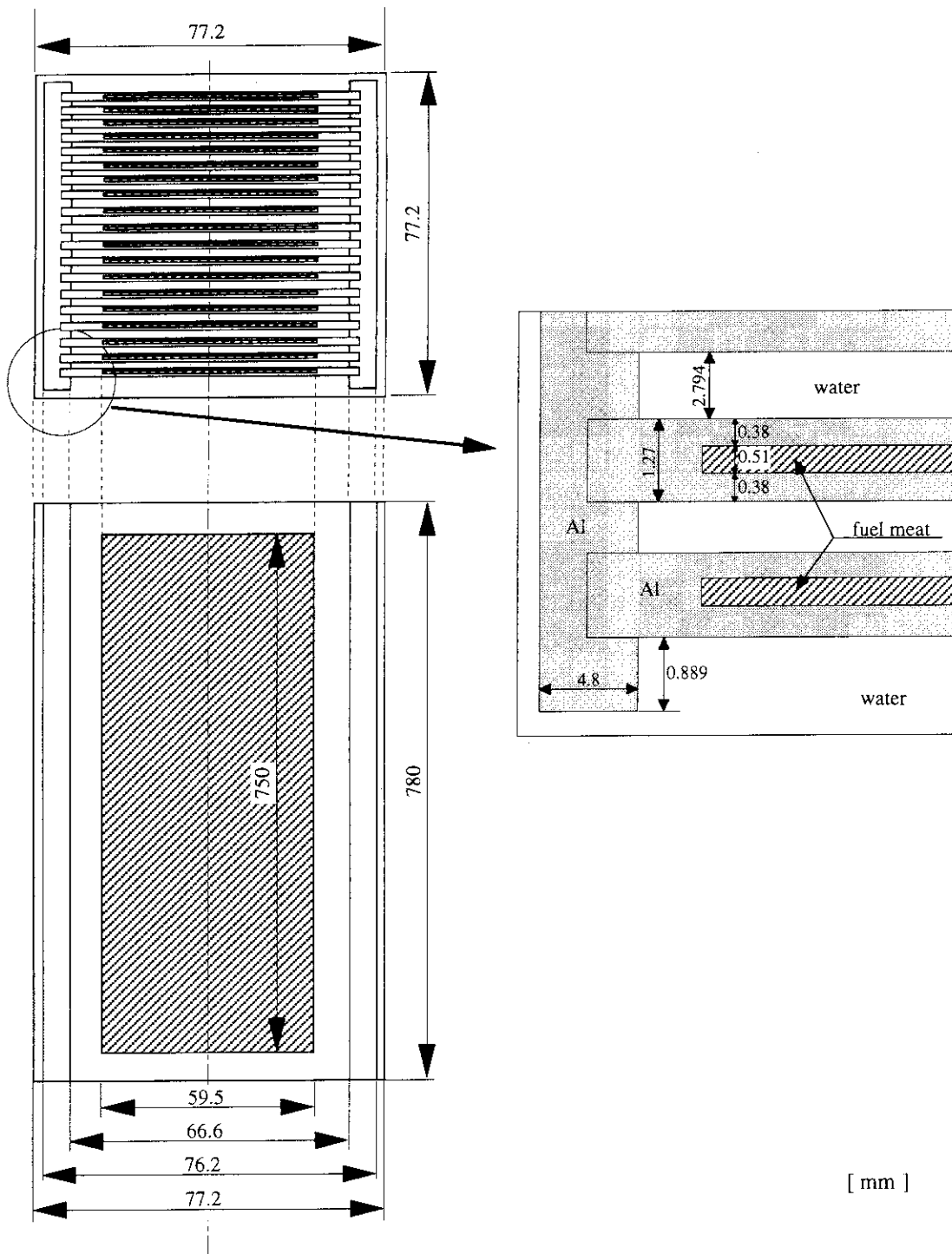


Fig. 2.1.2 JMTRC Standard Fuel Element

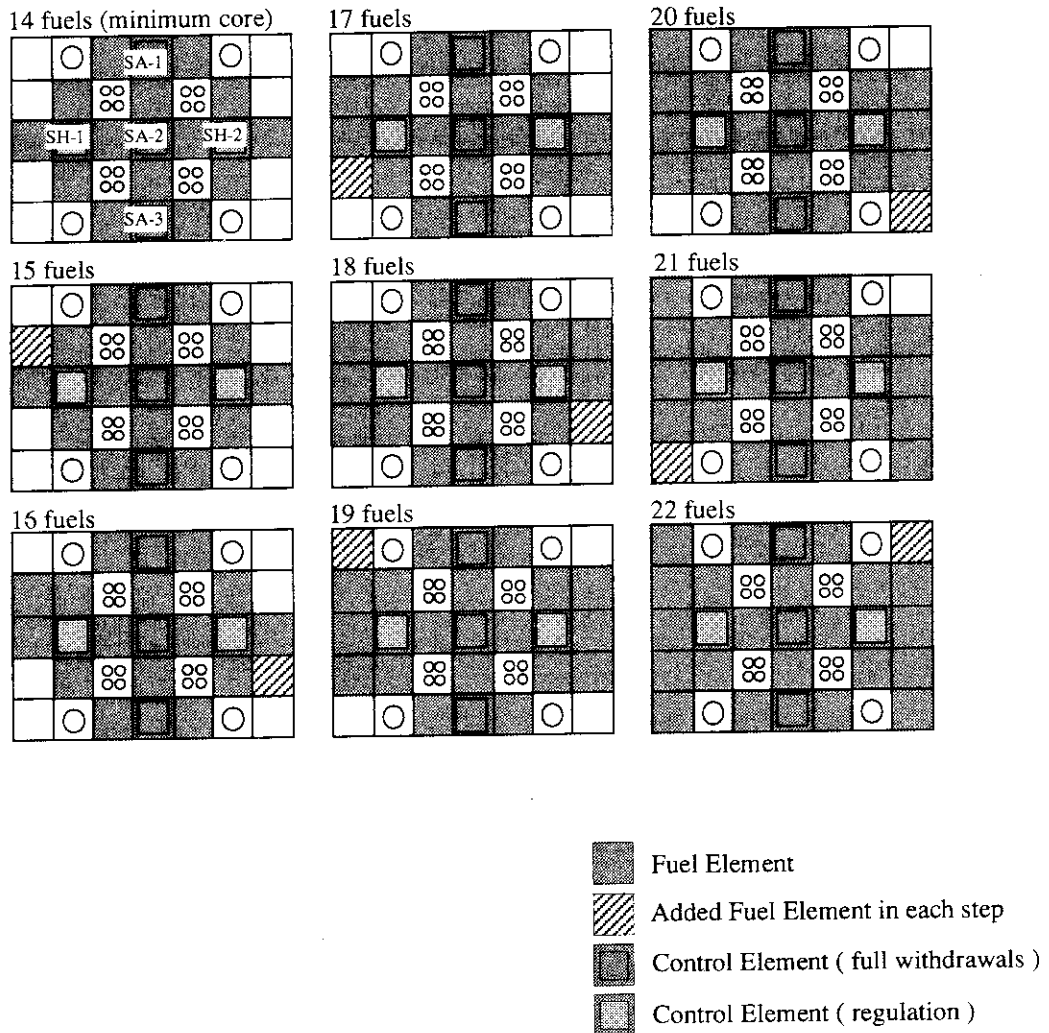
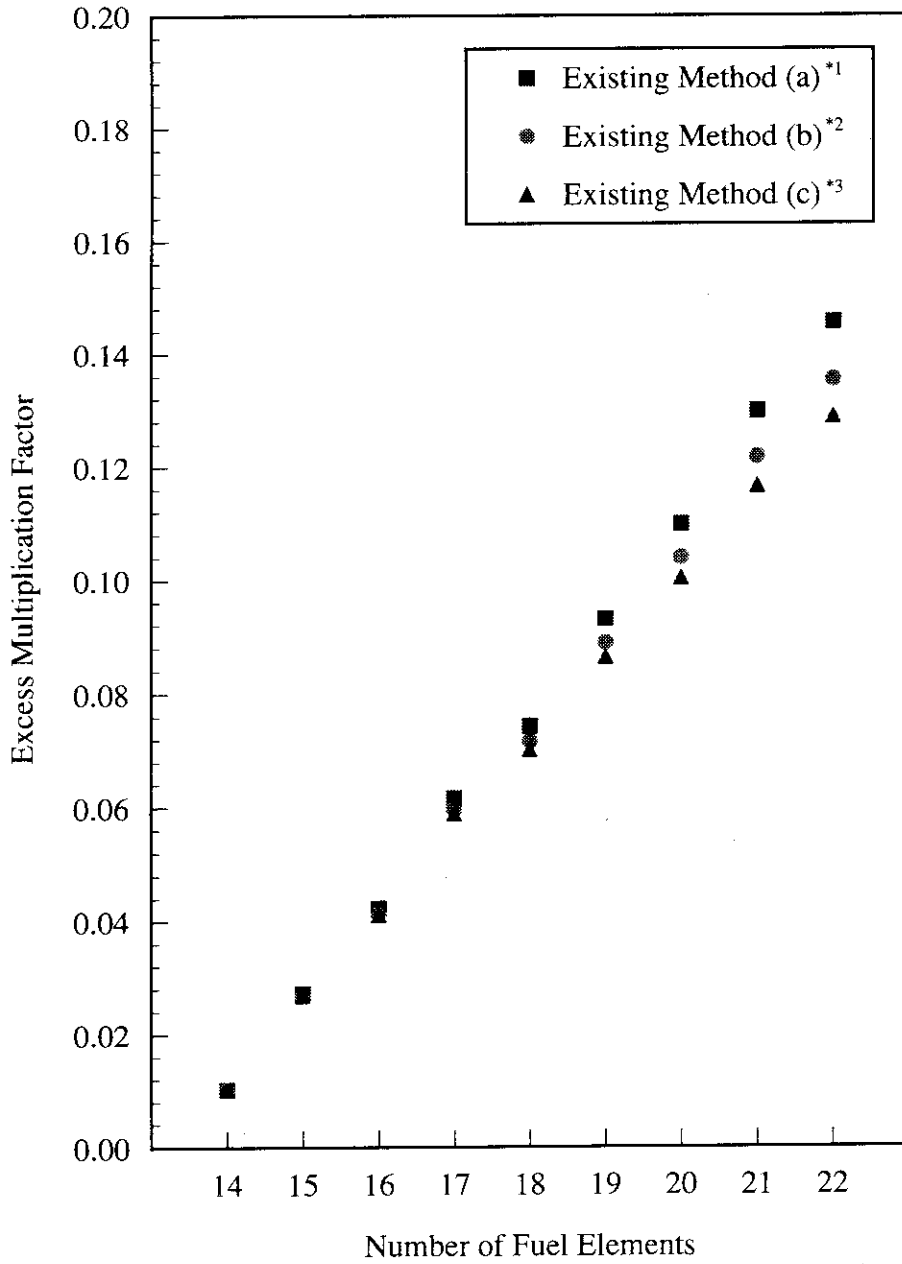


Fig. 2.1.3 Fuel Addition Steps for Excess Reactivity Measurement in the JMTRC



$$*1 : k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \rho_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i$$

$$*2 : k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \rho_{ex} = 1 - \exp\left(-\sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i\right)$$

$$*3 : k_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \Delta k_i$$

Fig. 2.2.1 Measurement of Excess Reactivity

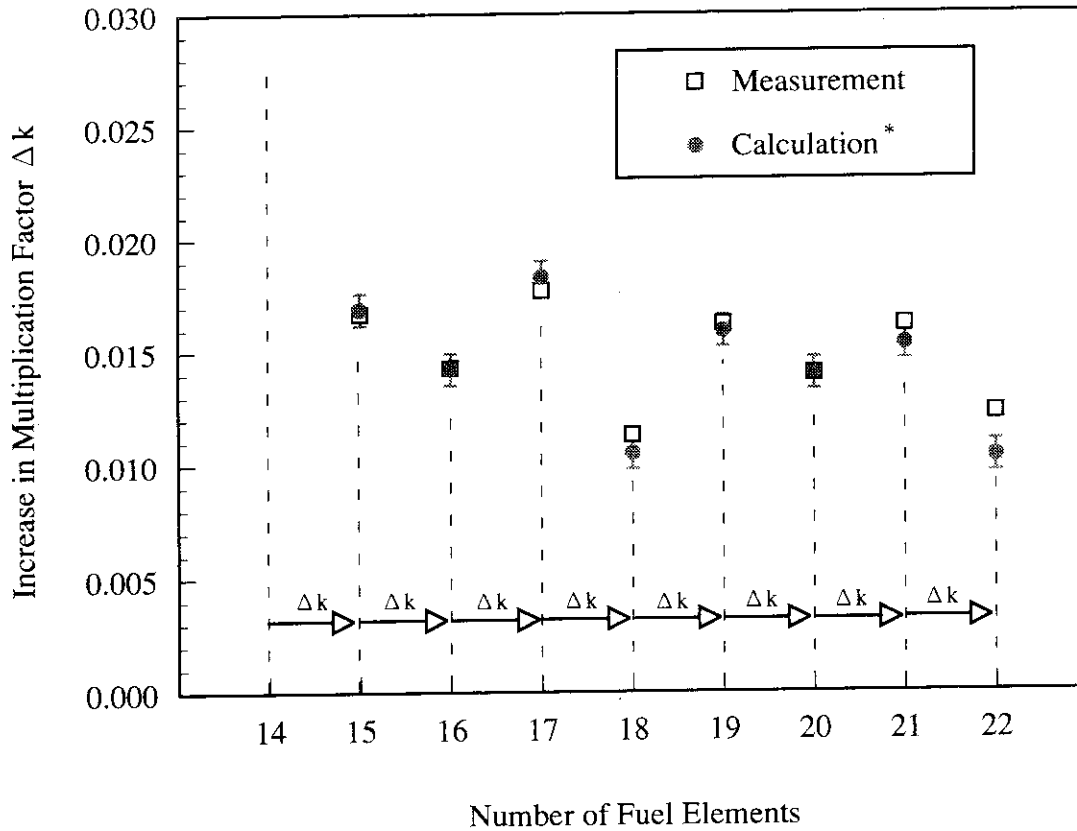
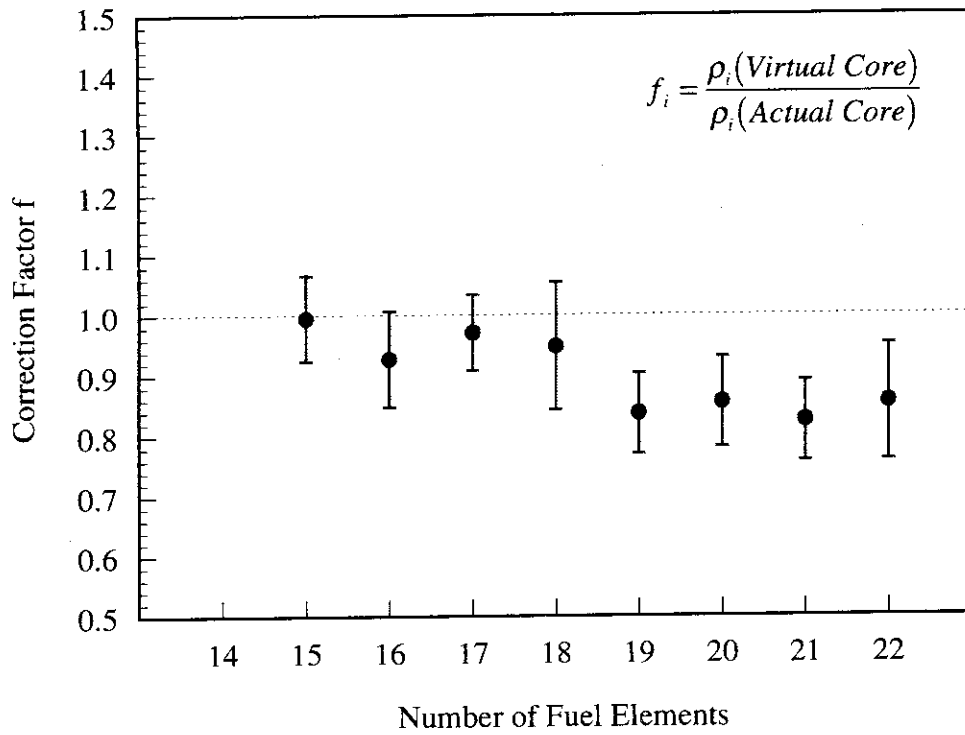
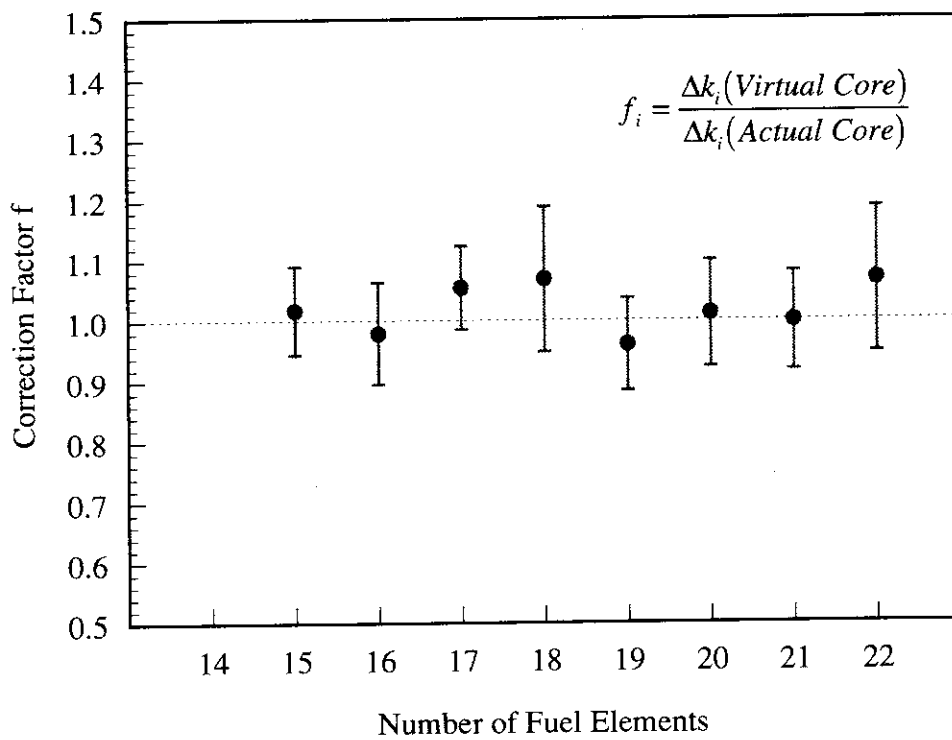


Fig. 3.2.1 Simulation of Excess Multiplication Factor by Fuel Addition Method using Monte Carlo Code MCNP4A

\* : with a standard deviation ( $\sigma$ ),  
 KCODE, 250cycle, 5000particles/cycle

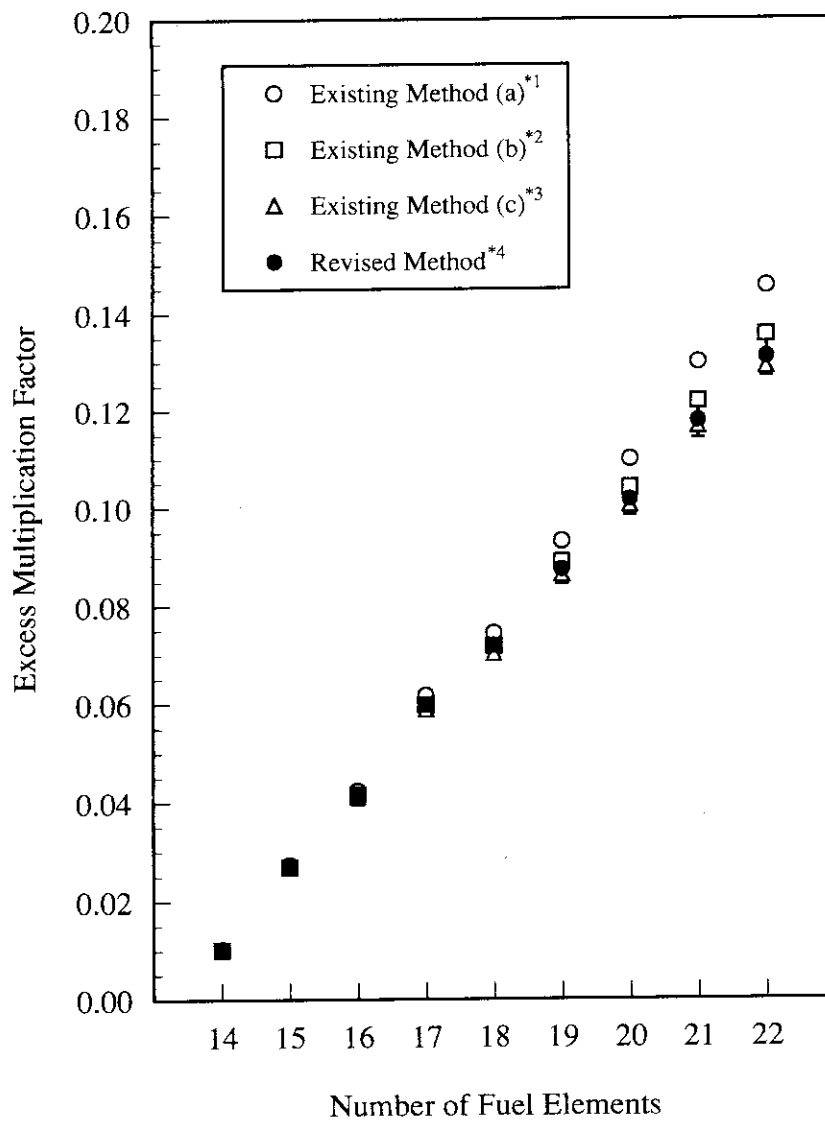


(1) Correction Factor for Summation of  $\rho_i$



(2) Correction Factor for Summation of  $\Delta k_i$

Figure 3.2.2 Calculation of Correction Factor f



$$*1 \quad k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \quad \rho_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i$$

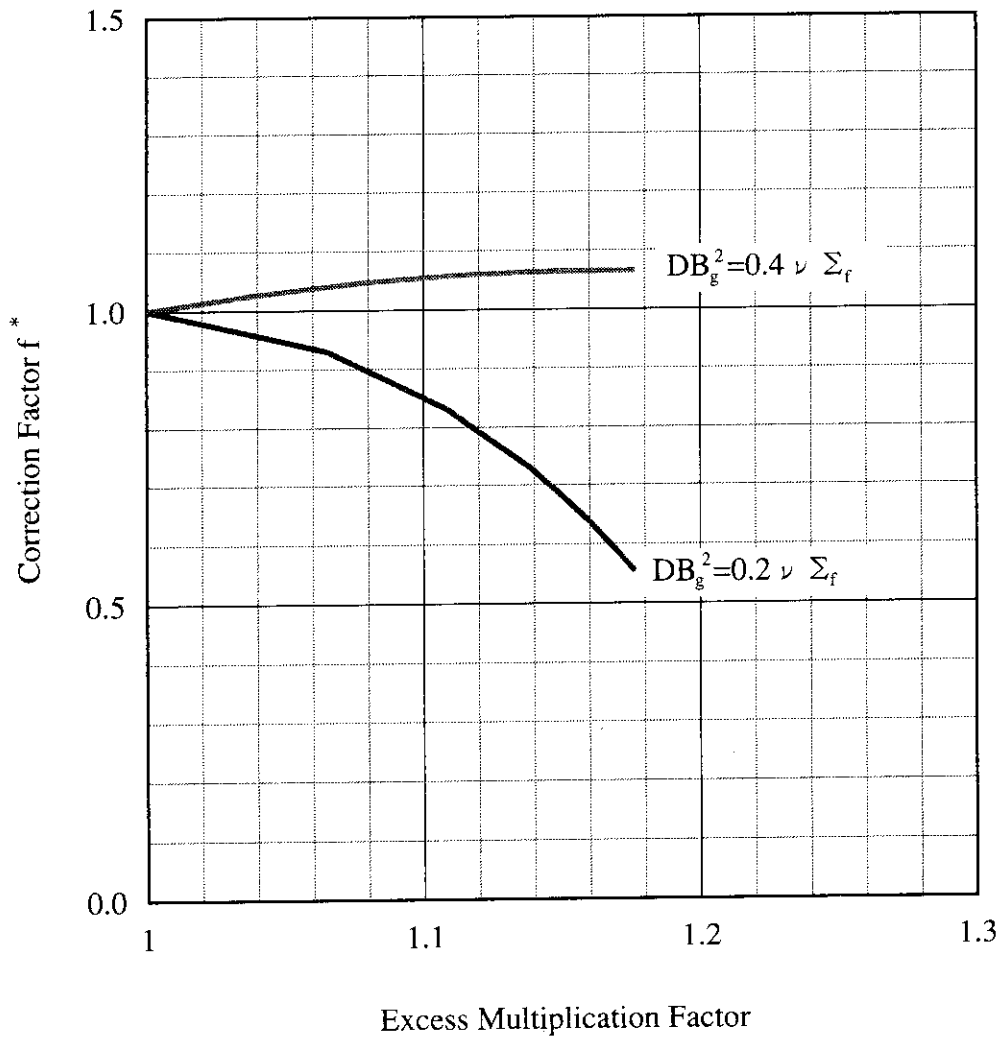
$$*2 \quad k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \quad \rho_{ex} = 1 - \exp\left(-\sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i\right)$$

$$*3 \quad k_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \Delta k_i$$

$$*4 \quad k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \quad \rho_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} (f_i \cdot \rho_i)$$

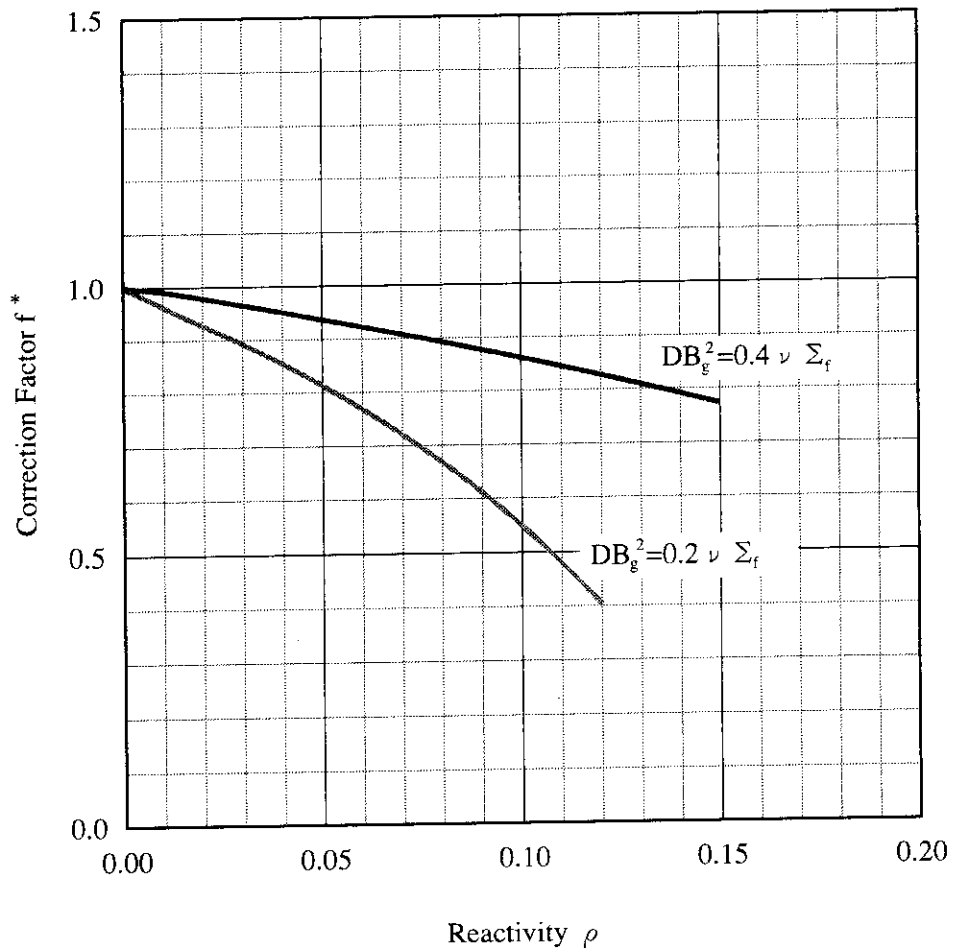
Fig. 3.3.1 Comparison of Revised Method and Existing Methods





$$* : f_i = \frac{\Delta k_i(\text{Virtual Core})}{\Delta k_i(\text{Actual Core})}$$

Fig. 3.3.2 Dependence of Correction Factor  $f$  on Excess Multiplication Factor for Fuel Addition Method in Plane Core ( Reference(4) )



$$* : f_i = \frac{\rho_i(\text{Virtual Core})}{\rho_i(\text{Actual Core})}$$

Fig. 3.3.3 Dependence of Correction Factor  $f$  on Reactivity  $\rho$   
for Fuel Addition Method in Plane Core ( Reference(4) )

Table 2.1.1 Measured Reactivity Increase for Each Fuel Addition Step

Step i	Number of Fuel Elements*	Measured Reactivity Increase $\rho_i$	$\Delta k_i = \frac{\rho_i}{1 - \rho_i}$
1	14	0.01012	0.01023
2	15	0.01644	0.01671
3	16	0.01407	0.01427
4	17	0.01741	0.01772
5	18	0.01120	0.01132
6	19	0.01596	0.01622
7	20	0.01380	0.01399
8	21	0.01593	0.01619
9	22	0.01212	0.01227

\* : Reference to Fig. 2.1.3

Table 2.2.1 Excess Multiplication Factor calculated from Measured Reactivity by Various Existing Methods

Step i	Number of Fuel Elements*	Excess Multiplication Factor $k_{ex}$		
		(a)	(b)	(c)
1	14	0.01023	0.01017	0.01023
2	15	0.02728	0.02691	0.02694
3	16	0.04234	0.04146	0.04120
4	17	0.06161	0.05975	0.05892
5	18	0.07438	0.07168	0.07024
6	19	0.09312	0.08892	0.08646
7	20	0.10986	0.10405	0.10045
8	21	0.12984	0.12178	0.11664
9	22	0.14553	0.13546	0.12891

\* : Reference to Fig. 2.1.3

$$(a) \quad \rho_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i, \quad k_{ex} = \rho_{ex} / (1 - \rho_{ex})$$

$$(b) \quad \rho_{ex} = 1 - \exp\left(-\sum_{i=1}^{i_{max}} \rho_i\right), \quad k_{ex} = \rho_{ex} / (1 - \rho_{ex})$$

$$(c) \quad k_{ex} = \sum_{i=1}^{i_{max}} \Delta k_i$$

Table 3.2.1(1) Results of Simulation Calculation for Measurements of Excess Multiplication Factor for Actual Core

Step i	Number of Fuel Elements <sup>*1</sup>	Control Rod Position (mm) <sup>*2</sup>	Multiplication Factor k <sub>i</sub> <sup>*3</sup>	Reactivity Induced in Each Step ρ <sub>i</sub>	Increase in k for Each Step Δk <sub>i</sub>	∑ρ <sub>i</sub>	∑Δk <sub>i</sub>
1	Minimum Core 14	Critical 653.3	1.01260 ± 0.00052	0.01067 ± 0.00070	0.01079 ± 0.00071	0.01067 ± 0.00070	0.01079 ± 0.00071
2	15	Critical 543.3	1.01358 ± 0.00050	0.01663 ± 0.00069	0.01691 ± 0.00071	0.02730 ± 0.00098	0.02770 ± 0.00101
3	16	Critical 477.4	1.01293 ± 0.00049	0.01402 ± 0.00069	0.01422 ± 0.00071	0.04132 ± 0.00120	0.04192 ± 0.00123
4	17	Critical 410.7	1.01242 ± 0.00053	0.01797 ± 0.00070	0.01830 ± 0.00073	0.05930 ± 0.00139	0.06022 ± 0.00143
5	18	Critical 372.6	1.01406 ± 0.00050	0.01040 ± 0.00069	0.01051 ± 0.00071	0.06970 ± 0.00155	0.07073 ± 0.00160
6	19	Critical 320.3	1.01233 ± 0.00052	0.01566 ± 0.00068	0.01591 ± 0.00070	0.08536 ± 0.00170	0.08664 ± 0.00174
7	20	Critical 272.1	1.01078 ± 0.00050	0.01382 ± 0.00068	0.01401 ± 0.00070	0.09917 ± 0.00183	0.10065 ± 0.00188
8	21	Critical 201.8	1.00967 ± 0.00051	0.01510 ± 0.00069	0.01533 ± 0.00071	0.11427 ± 0.00195	0.11598 ± 0.00201
9	Final Core 22	Critical 99.0	1.00852 ± 0.00049	0.01024 ± 0.00069	0.01035 ± 0.00070	0.12452 ± 0.00207	0.12633 ± 0.00213
22		201.8	1.01887 ± 0.00050			0.14223 ± 0.00270 <sup>*4</sup>	0.12633 ± 0.00213 <sup>*5</sup>

\*1 : Reference to Fig. 2.3.1

\*2 : Reference to Fig. 2.1.1(b)

\*3 : Calculated by MCNP4A (KCODE, 500cycle, 5000particles/cycle) with a standard deviation (σ)

$$*4 : k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \text{ where } \rho_{ex} = \sum_{i=1}^9 \rho_i$$

$$*5 : k_{ex} = \sum_{i=1}^9 \Delta k_i$$

Excess Multiplication Factor k<sub>ex</sub>

Table 3.2.1(2) Results of Simulation Calculation for Measurements of Excess Multiplication Factor for Virtual Core

Step i	Number of Fuel Elements <sup>*1</sup>	Control Rod Position (mm) <sup>*2</sup>	Multiplication Factor k <sub>i</sub> <sup>*3</sup>	Reactivity Induced in Each Step ρ <sub>i</sub>	Increase in k for Each Step Δk <sub>i</sub>	Σρ <sub>i</sub>	ΣΔk <sub>i</sub>
1	Minimum Core 14	Critical 653.3	1.01260 ± 0.00052	0.01067 ± 0.00070	0.01079 ± 0.00071	0.01067 ± 0.00070	0.01079 ± 0.00071
2	15	Critical 543.3	1.01358 ± 0.00050	0.01656 ± 0.00096	0.01721 ± 0.00096	0.02724 ± 0.00066	0.02800 ± 0.00070
3	16	Critical 477.4	1.01293 ± 0.00049	0.01301 ± 0.00092	0.01394 ± 0.00092	0.04025 ± 0.00063	0.04194 ± 0.00069
4	17	Critical 410.7	1.01242 ± 0.00053	0.01746 ± 0.00090	0.01931 ± 0.00090	0.05771 ± 0.00065	0.06125 ± 0.00073
5	18	Critical 372.6	1.01406 ± 0.00050	0.00988 ± 0.00089	0.01124 ± 0.00089	0.06759 ± 0.00061	0.07249 ± 0.00070
6	19	Critical 320.3	1.01233 ± 0.00052	0.01311 ± 0.00086	0.01529 ± 0.00086	0.08070 ± 0.00061	0.08778 ± 0.00072
7	20	Critical 272.1	1.01078 ± 0.00050	0.01183 ± 0.00085	0.01418 ± 0.00085	0.09253 ± 0.00059	0.10196 ± 0.00071
8	21	Critical 201.8	1.00967 ± 0.00051	0.01245 ± 0.00082	0.01533 ± 0.00082	0.10498 ± 0.00058	0.11729 ± 0.00072
9	Final Core 22	Critical 99.0	1.00852 ± 0.00049	0.00877 ± 0.00079	0.01105 ± 0.00079	0.11374 ± 0.00054	0.12834 ± 0.00069
				Excess Multiplication Factor k <sub>ex</sub>		0.12834 ± 0.00069 <sup>*4</sup>	0.12834 ± 0.00069 <sup>*5</sup>

\*1 : Reference to Fig. 2.3.1

\*2 : Reference to Fig. 2.1.1(b)

\*3 : Calculated by MCNP4A (KCODE, 500cycle, 5000particles/cycle) with a standard deviation (σ)

$$*4 : k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}, \text{ where } \rho_{ex} = \sum_{i=1}^9 \rho_i$$

$$*5 : k_{ex} = \sum_{i=1}^9 \Delta k_i$$

Table 3.2.2 Calculated Correction Factor  $f_i$  using MCNP4A

Step $i$	Number of Fuel Elements *1	Correction Factor $f_i$	
		$f_i = \frac{\rho_i(\text{Virtual Core})}{\rho_i(\text{Actual Core})}$	$f_i = \frac{\Delta k_i(\text{Virtual Core})}{\Delta k_i(\text{Actual Core})}$
1	14	1.000 ± 0.000	1.000 ± 0.000
2	15	0.996 ± 0.071	1.018 ± 0.073
3	16	0.928 ± 0.080	0.980 ± 0.084
4	17	0.972 ± 0.063	1.055 ± 0.069
5	18	0.949 ± 0.106	1.069 ± 0.120
6	19	0.837 ± 0.066	0.961 ± 0.076
7	20	0.856 ± 0.074	1.012 ± 0.088
8	21	0.825 ± 0.066	1.000 ± 0.081
9	22	0.856 ± 0.096	1.068 ± 0.120

\*1 : Reference to Fig. 2.1.3

Table 3.3.1(1) Comparison of Existing Method(a) and Revised Method

Step i	Number of Fuel *1 Elements	Measured $\rho_i$	Correction Factor $f_i$ <sup>*2</sup>	$f_i \cdot \rho_i$	$\sum \rho_i$	$\sum (f_i \cdot \rho_i)$
1	14	0.01012	1.000 ± 0.000	0.01012 ± 0.00000	0.01012	0.01012 ± 0.00000
2	15	0.01644	0.996 ± 0.071	0.01637 ± 0.00117	0.02656	0.02649 ± 0.00117
3	16	0.01407	0.928 ± 0.080	0.01306 ± 0.00112	0.04062	0.03955 ± 0.00162
4	17	0.01741	0.972 ± 0.063	0.01692 ± 0.00110	0.05803	0.05647 ± 0.00196
5	18	0.01120	0.949 ± 0.106	0.01063 ± 0.00119	0.06923	0.06710 ± 0.00229
6	19	0.01596	0.837 ± 0.066	0.01336 ± 0.00105	0.08519	0.08045 ± 0.00252
7	20	0.01380	0.856 ± 0.074	0.01181 ± 0.00103	0.09899	0.09227 ± 0.00272
8	21	0.01593	0.825 ± 0.066	0.01314 ± 0.00106	0.11492	0.10541 ± 0.00292
9	22	0.01212	0.856 ± 0.096	0.01037 ± 0.00116	0.12704	0.11578 ± 0.00314
Excess Multiplication Factor $k_{ex}$					0.14553 <sup>*3</sup>	0.13097 ± 0.00402 <sup>*4</sup>

\*1: Reference to Fig. 2.1.3

\*2: Correction Factor  $f_i = \frac{\Delta \rho_i(\text{Virtual Core})}{\Delta \rho_i(\text{Actual Core})}$

\*3:  $k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}$ , where  $\rho_{ex} = \sum_{i=1}^9 \rho_i$

\*4:  $k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}$ , where  $\rho_{ex} = \sum_{i=1}^9 (f_i \cdot \rho_i)$

Table 3.3.1(2) Comparison of Existing Method(c) and Revised Method

Step i	Number of Fuel *1 Element	Measured $\Delta k_i$	Correction Factor $f_i$ <sup>*2</sup>	$f_i \cdot \Delta k_i$	$\sum \Delta k_i$	$\sum (f_i \cdot \Delta k_i)$
1	14	0.01023	1.000 ± 0.000	0.01023 ± 0.00000	0.01023	0.01023 ± 0.00000
2	15	0.01671	1.018 ± 0.073	0.01701 ± 0.00122	0.02694	0.02723 ± 0.00122
3	16	0.01427	0.980 ± 0.084	0.01399 ± 0.00120	0.04120	0.04122 ± 0.00172
4	17	0.01772	1.055 ± 0.069	0.01869 ± 0.00122	0.05892	0.05991 ± 0.00211
5	18	0.01132	1.069 ± 0.120	0.01211 ± 0.00136	0.07024	0.07202 ± 0.00251
6	19	0.01622	0.961 ± 0.076	0.01559 ± 0.00123	0.08646	0.08761 ± 0.00279
7	20	0.01399	1.012 ± 0.088	0.01416 ± 0.00124	0.10045	0.10177 ± 0.00306
8	21	0.01619	1.000 ± 0.081	0.01619 ± 0.00131	0.11664	0.11796 ± 0.00332
9	22	0.01227	1.068 ± 0.120	0.01310 ± 0.00148	0.12891	0.13106 ± 0.00364
Excess Multiplication Factor $k_{ex}$					0.12891 <sup>*3</sup>	0.13106 ± 0.00364 <sup>*4</sup>

\*1: Reference to Fig. 2.1.3

\*2: Correction Factor  $f_i = \frac{\Delta k_i(\text{Virtual Core})}{\Delta k_i(\text{Actual Core})}$

\*3:  $k_{ex} = \sum_{i=1}^9 \Delta k_i$

\*4:  $k_{ex} = \sum_{i=1}^9 (f_i \cdot \Delta k_i)$



## 附録A 従来の超過倍率の測定法相互の結果の大小関係

文献(4)「正の大きな反応度測定における修正法の提案」において、従来の超過倍率の測定法相互の結果の大小関係が議論された。実効倍率 $\Delta k$ を積算することにより超過倍率を求める方法については、現実炉心における $i-1$ から $i$ へのステップに対する反応度 $\rho_i$ から、

$$\Delta k_i = \frac{\rho_i}{1 - \rho_i} \quad (\text{A-1})$$

によって求められる現実炉心での実効倍率 $\Delta k_i$  (現実) を、仮想炉心における燃料体数 $i-1$ から $i$ へのステップにおける実効倍率の増分 $\Delta k_i$  (仮想) と等しいとする。これにより超過倍率 $k_{ex}$  ( $\Delta k$  (仮想)  $\equiv \Delta k$  (現実)) は、

$$k_{ex} = \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \Delta k_i \quad (\text{A-2})$$

で定められるが、この式は(A-1)式により、

$$\begin{aligned} k_{ex} &= \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \Delta k_i \\ &= \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \frac{\rho_i}{1 - \rho_i} \end{aligned} \quad (\text{A-3})$$

となる。

反応度 $\rho$ を積算することにより超過反応度を求める方法では、現実炉心における燃料体数 $i-1$ から $i$ へのステップにより生ずる反応度 $\rho_i$ が、仮想炉心での反応度 $\rho_i$ と等しいという指導原理により

$$\rho_i \equiv \rho_i \quad (\text{A-4})$$

であるから、超過反応度 $\rho_{ex}$ は、

$$\rho_{ex} = \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i \quad (\text{A-5})$$

$$= \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i \quad (\text{A-6})$$

ここで、 $\rho_{ex}$  を  $k_{ex}$  に変換する。

$$k_{ex} = \frac{\sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i}{1 - \rho_{ex}} \quad (\text{A-7})$$

$$= \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \frac{1}{1 - \rho_{ex}} \rho_i$$

(A-6)において  $\rho_{ex} > \rho_i$  であり、したがって、

$$\frac{1}{1 - \rho_{ex}} > \frac{1}{1 - \rho_i} \quad (\text{A-8})$$

の関係になることから、(A-3)と(A-7)を比較して、

$$k_{ex}(\rho'(\text{現実}) \equiv \rho(\text{仮想})) > k_{ex}(\Delta k'(\text{現実}) \equiv \Delta k'(\text{仮想})) \quad (\text{A-9})$$

がいえる。

Eich は次の式

$$\rho_{ex}(Eich) = 1 - e^{-\sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i} \quad (\text{A-10})$$

により、超過反応度を評価することを提案している。(A-10)式を変形して、

$$\rho_{ex}(Eich) = \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i - \frac{\left(\sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i\right)^2}{2!} + \dots \quad (\text{A-11})$$

$$k(Eich) = \frac{\rho_{ex}(Eich)}{1 - \rho_{ex}(Eich)} \quad (\text{A-12})$$

(A-6)式から、

$$\rho_{ex}(\rho'(\text{現実}) \equiv \rho(\text{仮想})) = \sum_{i=i_{\min}+1}^{i_{\max}} \rho_i \quad (\text{A-13})$$

これを(A-11)式と比較すれば、以下の大小関係が成り立つ。

$$\rho_{ex}(\rho(\text{現実}) \equiv \rho(\text{仮想})) > \rho_{ex}(Eich) \quad (\text{A-14})$$

これより、超過倍率についても、

$$k_{ex}(\rho(\text{現実}) \equiv \rho(\text{仮想})) > k_{ex}(Eich) \quad (\text{A-15})$$

になることがわかる。

次に、(A-3)式による  $k_{ex}(\Delta k(\text{現実}) \equiv \Delta k(\text{仮想}))$  との比較を行う。(A-11)式から、(A-12)式を利用して、

$$k_{ex}(Eich) = \frac{1 - e^{-\sum \rho_i}}{e^{-\sum \rho_i} - 1} \quad (\text{A-16})$$

$$= \sum_i \rho_i \left\{ 1 + \left( \frac{\sum \rho_i}{2!} \right) + \dots \right\} \quad (\text{A-17})$$

一方、

$$k_{ex}(\Delta k(\text{現実}) \equiv \Delta k(\text{仮想})) = \sum_i \frac{\rho_i}{1 - \rho_i} \quad (\text{A-18})$$

$$= \sum_i \rho_i \{ 1 + \rho_i - \rho_i^2 + \dots \} \quad (\text{A-19})$$

(A-19)式の  $\{ \quad \}$  内について、 $\rho_i$  の1次の項まで考慮すると、

$$k_{ex}(\Delta k(\text{現実}) \equiv \Delta k(\text{仮想})) = \sum_i \rho_i \{ 1 + \rho_i \} \quad (\text{A-20})$$

一方、(A-17)式についても1次の項まで考慮すると、

$$k_{ex}(Eich) = \sum_i \rho_i \left\{ 1 + \frac{1}{2} \sum_i \rho_i \right\} \quad (\text{A-21})$$

したがって、

$$\rho_i < \frac{1}{2} \sum_i \rho_i \quad (\text{A-22})$$

が成立する範囲では、

$$k_{ex}(\text{Eich}) > k_{ex}(\Delta k'(\text{現実}) \equiv \Delta k(\text{仮想})) \quad (\text{A-23})$$

(A-22)式の条件は、燃料追加が数ステップあり、kの増加が単調で連続的である場合に実際上成立する。もともとEichの $k_{ex}$ の評価式はステップが多数あり、kの増加が連続的と見なせることを前提としている。そのため、燃料追加ステップが10回を超えるような実際の試験・研究炉の実験では(A-22)式の成立性は間違いない。従って、在来法による超過倍率測定においては、測定結果について以下の関係が成立する。

$$k_{ex}(\Delta \rho'(\text{現実}) \equiv \Delta \rho(\text{仮想})) > k_{ex}(\text{Eich}) > k_{ex}(\Delta k'(\text{現実}) \equiv \Delta k(\text{仮想})) \quad (\text{A-24})$$

次に、仮想炉心について(A-24)式相当の関係式を調べることにする。各燃料追加ステップにおける実効倍率を $k_i$ とすると、発生する反応度 $\rho_i$ は、

$$\rho_i = \frac{1}{k_{i-1}} - \frac{1}{k_i} \quad (\text{A-25})$$

である。このため $\rho_1$ から $\rho_{i_{\max}}$ まで積算すると、

$$\sum_{i=1}^{i_{\max}} \rho_i = \sum_{i=1}^{i_{\max}} \left( \frac{1}{k_{i-1}} - \frac{1}{k_i} \right) = \frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_{i_{\max}}} = \rho_{1 \rightarrow i_{\max}} \quad (\text{A-26})$$

$k_1=1$ として良いから、

$$k_{ex} = \frac{\rho_{1 \rightarrow i_{\max}}}{1 - \rho_{1 \rightarrow i_{\max}}} \quad (\text{A-27})$$

が成り立つので、仮想炉心においては、以下の関係が成立する。

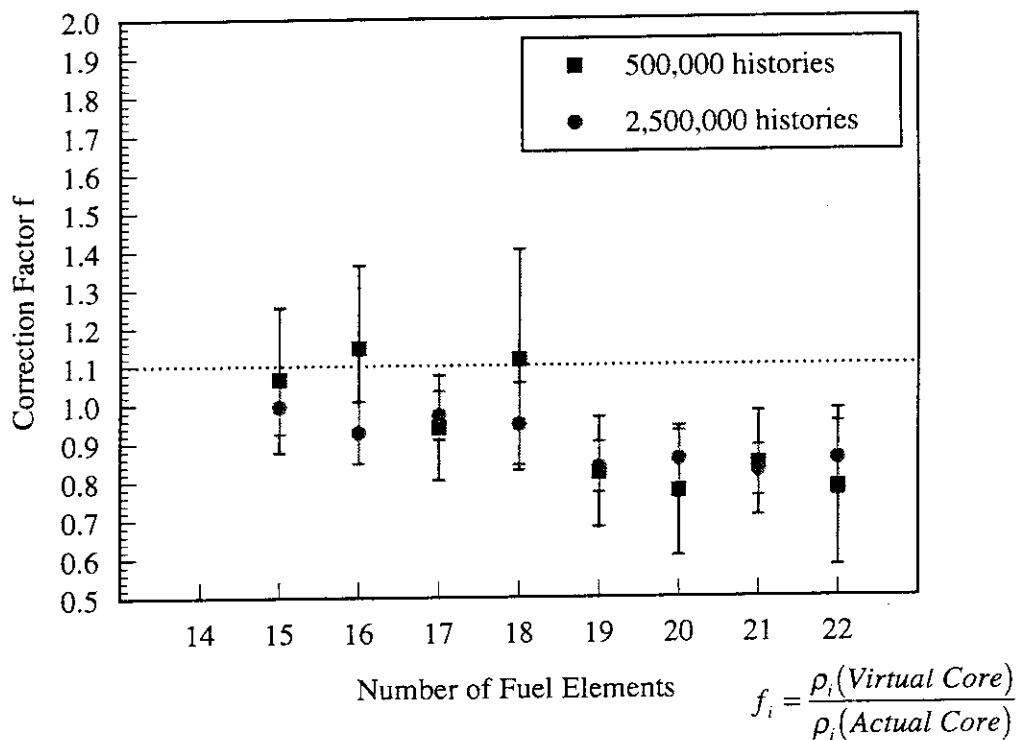
$$k_{ex}(\Delta \rho(\text{仮想})) = k_{ex}(\Delta k(\text{仮想})) \quad (\text{A-28})$$

## 附録B モンテカルロ法による修正因子導出における計算ヒストリ数の影響

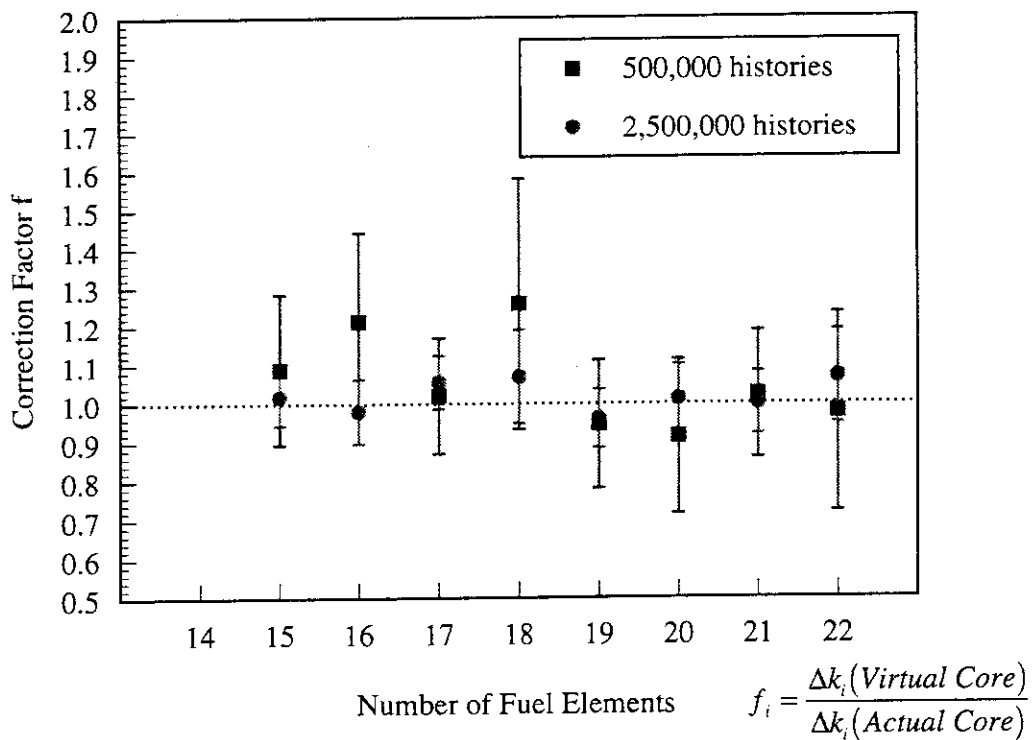
モンテカルロ法により修正因子を導出する場合において、小さい計算ヒストリで導出される修正因子から得られる過剰反応度の比較を行った。J M T R 炉心を対象として、モンテカルロコード MCNP4A を用いて、250 万ヒストリ及び 50 万ヒストリで計算された修正因子  $f$  を求め、それぞれ修正法に従い過剰反応度を導出した。計算結果を Fig. B-1, B-2 及び Table B-1, B-2, B-3 にモンテカルロ計算に伴う統計誤差  $1\sigma$  を附けて示す。

Fig. B-1、Table B-2 より、50 万ヒストリの計算で求められた修正因子は、250 万ヒストリの計算により求められる修正因子と比較して、燃料追加の初期の段階では多少ばらつくものの、全般的には 250 万ヒストリで計算された修正因子と同様な傾向を示した。また、これらの修正因子を用いて求められる過剰反応度についても、50 万ヒストリの計算により得られた修正因子による過剰反応度は、統計誤差が大きくなるものの 250 万ヒストリの計算による結果とほぼ一致した (Fig. B-2、Table B-3)。

以上から、修正因子導出における計算ヒストリ数が多少小さくても、得られた修正因子の統計誤差がおおよそ 30% 未満であれば、じゅうぶんな計算ヒストリによる計算で求められた修正因子を使用して得られる過剰反応度に比較して、結果のばらつきは非常に小さい。



(1) Correction Factor for Summation of  $\rho_i$



(2) Correction Factor for Summation of  $\Delta k_i$

Fig. B-1 Calculation of Correction Factor f

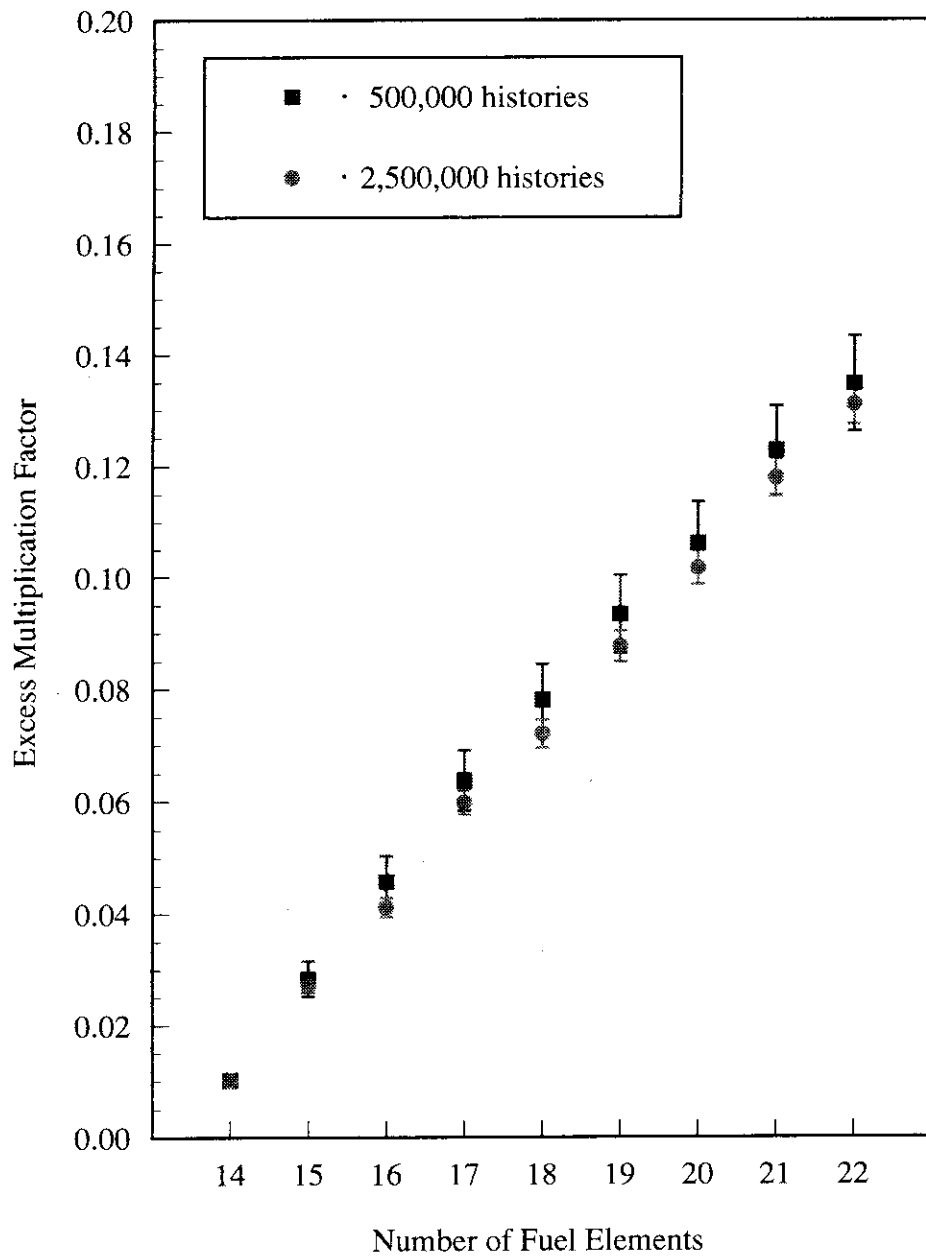


Fig. B-2 Excess Reactivity by Revised Method

Effect of Calculation Histories in Monte Carlo  
Calculation for Correction Factor  $f$

Table B-1(1) Results of Simulation Calculation for Measurements of Excess Multiplication Factor for Actual Core using MCNP4A (KCODE, 100cycle, 5000particles/cycle)

Step i	Number of Fuel Elements	Control Rod Position (mm)	Multiplication Factor $k_i$	Reactivity Induced in Each Step $\rho_i$	Increase in k for Each Step	$\sum \rho_i$	$\sum \Delta k_i$
1	Minimum Core 14	653.3 Critical	1.01387 ± 0.00119	0.01027 ± 0.00159	0.01038 ± 0.00163	0.01027 ± 0.00159	0.01038 ± 0.00163
2	15	543.3 Critical	1.01417 ± 0.00115	0.01489 ± 0.00162	0.01512 ± 0.00167	0.02517 ± 0.00227	0.02550 ± 0.00233
3	16	477.4 Critical	1.01272 ± 0.00103	0.01231 ± 0.00152	0.01246 ± 0.00156	0.03747 ± 0.00273	0.03796 ± 0.00280
4	17	410.7 Critical	1.01305 ± 0.00119	0.01822 ± 0.00152	0.01856 ± 0.00157	0.05570 ± 0.00313	0.05652 ± 0.00322
5	18	372.6 Critical	1.01397 ± 0.00113	0.00971 ± 0.00167	0.00981 ± 0.00171	0.06541 ± 0.00355	0.06633 ± 0.00364
6	19	320.3 Critical	1.01185 ± 0.00118	0.01625 ± 0.00145	0.01652 ± 0.00150	0.08166 ± 0.00383	0.08285 ± 0.00394
7	20	272.1 Critical	1.01062 ± 0.00106	0.01338 ± 0.00152	0.01356 ± 0.00156	0.09504 ± 0.00412	0.09641 ± 0.00424
8	21	201.8 Critical	1.00894 ± 0.00108	0.01635 ± 0.00153	0.01662 ± 0.00158	0.11139 ± 0.00440	0.11303 ± 0.00452
9	Final Core 22	99.0 Critical	1.00812 ± 0.00115	0.01039 ± 0.00153	0.01050 ± 0.00156	0.12178 ± 0.00466	0.12353 ± 0.00478
Excess Multiplication Factor $k_{ex}$							
						0.13867 ± 0.00604 <sup>*1</sup>	0.12353 ± 0.00478 <sup>*2</sup>

\*1:  $k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}$ , where  $\rho_{ex} = \sum_{i=1}^9 \rho_i$

\*2:  $k_{ex} = \sum_{i=1}^9 \Delta k_i$



Table B-1(2) Results of Simulation Calculation for Measurements of Excess Multiplication Factor for Virtual Core using MCNP4A (KCODE, 100cycle, 5000particles/cycle)

Step i	Number of Fuel Elements	Control Rod Position (mm)	Multiplication Factor $k_i$	Reactivity Induced in Each Step $\rho_i$	Increase in k for Each Step	$\sum \rho_i$	$\sum \Delta k_i$
1	Minimum Core 14	Critical 653.3 850.0	1.01387 ± 0.00119 1.02425 ± 0.00111	0.01027 ± 0.00159	0.01038 ± 0.00163	0.01027 ± 0.00159	0.01038 ± 0.00163
2	15 15	Critical 543.3 850.0	1.01417 ± 0.00115 1.04102 ± 0.00115	0.01587 ± 0.00222	0.01647 ± 0.00230	0.02615 ± 0.00154	0.02685 ± 0.00163
3	16 16	Critical 477.4 850.0	1.01272 ± 0.00103 1.05467 ± 0.00099	0.01411 ± 0.00203	0.01510 ± 0.00216	0.04026 ± 0.00132	0.04195 ± 0.00143
4	17 17	Critical 410.7 850.0	1.01305 ± 0.00119 1.07394 ± 0.00126	0.01713 ± 0.00203	0.01894 ± 0.00225	0.05740 ± 0.00154	0.06089 ± 0.00173
5	18 18	Critical 372.6 850.0	1.01397 ± 0.00113 1.08720 ± 0.00112	0.01084 ± 0.00207	0.01234 ± 0.00235	0.06823 ± 0.00138	0.07323 ± 0.00159
6	19 19	Critical 320.3 850.0	1.01185 ± 0.00118 1.10071 ± 0.00121	0.01338 ± 0.00198	0.01563 ± 0.00232	0.08161 ± 0.00143	0.08886 ± 0.00169
7	20 20	Critical 272.1 850.0	1.01062 ± 0.00106 1.11189 ± 0.00113	0.01035 ± 0.00191	0.01241 ± 0.00229	0.09196 ± 0.00128	0.10127 ± 0.00155
8	21 21	Critical 201.8 850.0	1.00894 ± 0.00108 1.12721 ± 0.00112	0.01380 ± 0.00178	0.01700 ± 0.00220	0.10576 ± 0.00124	0.11827 ± 0.00156
9	Final Core 22 22	Critical 99.0 850.0	1.00812 ± 0.00115 1.13665 ± 0.00104	0.00813 ± 0.00174	0.01026 ± 0.00220	0.11389 ± 0.00122	0.12853 ± 0.00155
				Excess Multiplication Factor $k_{ex}$		0.12853 ± 0.00155 <sup>*1</sup>	0.12853 ± 0.00155 <sup>*2</sup>

\*1:  $k_{ex} = \frac{\rho_{ex}}{1 - \rho_{ex}}$ , where  $\rho_{ex} = \sum_{i=1}^9 \rho_i$

\*2:  $k_{ex} = \sum_{i=1}^9 \Delta k_i$

Table B-2 Correction Factor f using MCNP4A

$$(1) f_i = \frac{\rho_i(\text{Virtual Core})}{\rho_i(\text{Actual Core})}$$

Step i	Number of Fuel Elements	Correction Factor f	
		500,000 histories	2,500,000 histories
1	14	1.000 ± 0.000	1.000 ± 0.000
2	15	1.066 ± 0.189	0.996 ± 0.071
3	16	1.147 ± 0.217	0.928 ± 0.080
4	17	0.940 ± 0.136	0.972 ± 0.063
5	18	1.116 ± 0.287	0.949 ± 0.106
6	19	0.823 ± 0.143	0.837 ± 0.066
7	20	0.774 ± 0.168	0.856 ± 0.074
8	21	0.844 ± 0.135	0.825 ± 0.066
9	22	0.782 ± 0.203	0.856 ± 0.096

$$(2) f_i = \frac{\Delta k_i(\text{Virtual Core})}{\Delta k_i(\text{Actual Core})}$$

Step i	Number of Fuel Elements	Correction Factor f	
		500,000 histories	2,500,000 histories
1	14	1.000 ± 0.000	1.000 ± 0.000
2	15	1.089 ± 0.194	1.018 ± 0.073
3	16	1.212 ± 0.231	0.980 ± 0.084
4	17	1.020 ± 0.149	1.055 ± 0.069
5	18	1.258 ± 0.325	1.069 ± 0.120
6	19	0.946 ± 0.165	0.961 ± 0.076
7	20	0.915 ± 0.199	1.012 ± 0.088
8	21	1.023 ± 0.164	1.000 ± 0.081
9	22	0.977 ± 0.255	1.068 ± 0.120

Table B-3 Comparison of Existing method and Revised Method

Number of Fuel Elements		Measured $\rho_i$	$f_i \cdot \rho_i$		$\sum \rho_i$	$\sum (f_i \cdot \rho_i)$	
			500,000 histories	2,500,000 histories		500,000 histories	2,500,000 histories
14	0.01012	0.01012 ± 0.00000	0.01012 ± 0.00000	0.01012	0.01012 ± 0.00000	0.01012 ± 0.00000	
15	0.01644	0.01752 ± 0.00310	0.01637 ± 0.00117	0.02656	0.02764 ± 0.00310	0.02649 ± 0.00117	
16	0.01407	0.01613 ± 0.00306	0.01306 ± 0.00112	0.04062	0.04377 ± 0.00435	0.03955 ± 0.00162	
17	0.01741	0.01637 ± 0.00237	0.01692 ± 0.00110	0.05803	0.06014 ± 0.00496	0.05647 ± 0.00196	
18	0.01120	0.01249 ± 0.00321	0.01063 ± 0.00119	0.06923	0.07263 ± 0.00591	0.06710 ± 0.00229	
19	0.01596	0.01313 ± 0.00228	0.01336 ± 0.00105	0.08519	0.08576 ± 0.00633	0.08045 ± 0.00252	
20	0.01380	0.01067 ± 0.00231	0.01181 ± 0.00103	0.09899	0.09644 ± 0.00674	0.09227 ± 0.00272	
21	0.01593	0.01345 ± 0.00215	0.01314 ± 0.00106	0.11492	0.10989 ± 0.00707	0.10541 ± 0.00292	
22	0.01212	0.00948 ± 0.00247	0.01037 ± 0.00116	0.12704	0.11938 ± 0.00749	0.11578 ± 0.00314	

Number of Fuel Elements		Measured $\Delta k_i$	$f_i \cdot \Delta k_i$		$\sum \Delta k_i$	$\sum (f_i \cdot \Delta k_i)$	
			500,000 histories	2,500,000 histories		500,000 histories	2,500,000 histories
14	0.01023	0.01023 ± 0.00000	0.01023 ± 0.00000	0.01023	0.01023 ± 0.00000	0.01023 ± 0.00000	
15	0.01671	0.01820 ± 0.00324	0.01701 ± 0.00122	0.02694	0.02843 ± 0.00324	0.02723 ± 0.00122	
16	0.01427	0.01729 ± 0.00329	0.01399 ± 0.00120	0.04120	0.04572 ± 0.00462	0.04122 ± 0.00172	
17	0.01772	0.01808 ± 0.00264	0.01869 ± 0.00122	0.05892	0.06380 ± 0.00532	0.05991 ± 0.00211	
18	0.01132	0.01424 ± 0.00368	0.01211 ± 0.00136	0.07024	0.07804 ± 0.00646	0.07202 ± 0.00251	
19	0.01622	0.01534 ± 0.00267	0.01559 ± 0.00123	0.08646	0.09338 ± 0.00700	0.08761 ± 0.00279	
20	0.01399	0.01280 ± 0.00279	0.01416 ± 0.00124	0.10045	0.10619 ± 0.00753	0.10177 ± 0.00306	
21	0.01619	0.01656 ± 0.00266	0.01619 ± 0.00131	0.11664	0.12275 ± 0.00799	0.11796 ± 0.00332	
22	0.01227	0.01199 ± 0.00313	0.01310 ± 0.00148	0.12891	0.13474 ± 0.00858	0.13106 ± 0.00364	

## 附録C MCNP4A による計算入力

JMTRC 所期炉心 (22 本燃料炉心) に対する計算に用いた MCNP4A 入力データを以下に示す。

```

JMTRC core MEU 22 element critical experimental model (sh-1,2 99.0mm)
c
c
2   3 9.9852e-2 11 -12 196 imp:n=1 u=2
3   3 9.9852e-2 11 -12 -195 imp:n=1 u=2
c
c
c   ***** MEU A ( I-7 fill=2 universe=61 )*****
4   2 6.0299e-2 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=2 u=61
   trcl=(0. 7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
5   2 6.0299e-2 #2 #3 #6 #7 #8 #9 #10 #11 #12 #13 #14 #15 #16 #17 #18
   #19 #20 #21 #22 #23 #24 #25 #26 #27 #28 #29 #30 #31 #32 #33 #34 #35 #36
   #37 #38 #39 #40 #41 #42 #43 #44 imp:n=1 u=2
6   1 5.4243e-2 15 -16 17 -18 5 -6 imp:n=1 u=2
7   like 6 but trcl=(0 0.4064 0)
8   like 6 but trcl=(0 0.8128 0)
9   like 6 but trcl=(0 1.2192 0)
10  like 6 but trcl=(0 1.6256 0)
11  like 6 but trcl=(0 2.032 0)
12  like 6 but trcl=(0 2.8448 0)
13  like 6 but trcl=(0 2.4384 0)
14  like 6 but trcl=(0 3.2512 0)
15  like 6 but trcl=(0 3.6576 0)
16  like 6 but trcl=(0 -0.4064 0)
17  like 6 but trcl=(0 -0.8128 0)
18  like 6 but trcl=(0 -1.2192 0)
19  like 6 but trcl=(0 -1.6256 0)
20  like 6 but trcl=(0 -2.032 0)
21  like 6 but trcl=(0 -2.8448 0)
22  like 6 but trcl=(0 -2.4382 0)
23  like 6 but trcl=(0 -3.2512 0)
24  like 6 but trcl=(0 -3.6576 0)
25  3 9.9852e-2 11 -12 -70 14 195 -196 imp:n=1 u=2
26  3 9.9852e-2 11 -12 -72 195 -196 imp:n=1 u=2
27  3 9.9852e-2 11 -12 71 195 -196 imp:n=1 u=2
28  like 25 but trcl=(0 0.4064 0)
29  like 25 but trcl=(0 0.8128 0)
30  like 25 but trcl=(0 1.2129 0)
31  like 25 but trcl=(0 1.6256 0)
32  like 25 but trcl=(0 2.032 0)
33  like 25 but trcl=(0 2.4384 0)
34  like 25 but trcl=(0 2.8448 0)
35  like 25 but trcl=(0 3.2512 0)
36  like 25 but trcl=(0 -0.4064 0)
37  like 25 but trcl=(0 -0.8128 0)
38  like 25 but trcl=(0 -1.2129 0)
39  like 25 but trcl=(0 -1.6256 0)
40  like 25 but trcl=(0 -2.032 0)
41  like 25 but trcl=(0 -2.4384 0)
42  like 25 but trcl=(0 -2.8448 0)
43  like 25 but trcl=(0 -3.2512 0)
44  like 25 but trcl=(0 -3.6576 0)
c
c   ***** Be element ( N-7 AE4 ) *****
45  0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=61 fill=44 trcl=(38.6 7.72 0.)
670 3 9.9852e-2 -53 52 imp:n=1 u=44
350 2 6.0299e-2 -217 #670 imp:n=1 u=44
671 5 1.2049e-1 #670 #350 u=44 imp:n=1
c
c   *** Be -reflector ( N-8 AAl ) *****
413 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=61 fill=43 trcl=(38.6 0. 0. )
672 3 9.9852e-2 -23 24 imp:n=1 u=43
351 2 6.0299e-2 -217 #672 imp:n=1 u=43
673 5 1.2049e-1 #672 #351 u=43 imp:n=1
c
c   *** Be -reflector ( N-8 BB4 ) *****

```

```

404 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=61 fill=45 trcl=(-30.88 7.72 0. )
674 3 9.9852e-2 -152 52 imp:n=1 u=45
352 2 6.0299e-2 -217 #674 imp:n=1 u=45
675 5 1.2049e-1 #674 #352 u=45 imp:n=1
c
c
c *** Be -reflector ( N-8 AA2 ) *****
441 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=62 fill=46 trcl=(30.88 23.16 0. )
650 3 9.9852e-2 -23 67 imp:n=1 u=46
353 2 6.0299e-2 -217 #650 imp:n=1 u=46
651 5 1.2049e-1 #650 #353 u=46 imp:n=1
c
c *** Be -reflector ( N-8 AD3 ) *****
437 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=62 fill=47 trcl=(0. 23.16 0. )
652 3 9.9852e-2 -56 25 imp:n=1 u=47
354 2 6.0299e-2 -217 #652 imp:n=1 u=47
653 5 1.2049e-1 #652 #354 u=47 imp:n=1
c
c *** Be -reflector ( N-8 BA1' ) *****
442 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=62 fill=48 trcl=( 38.6 23.16 0. )
654 3 9.9852e-2 -153 imp:n=1 u=48
655 3 9.9852e-2 -23 24 imp:n=1 u=48
355 2 6.0299e-2 -217 #654 #655 imp:n=1 u=48
656 5 1.2049e-1 #654 #655 #355 u=48 imp:n=1
c
c *** Be -reflector ( F-4 A ) *****
615 5 1.2049e-1 7 -8 9 -10 imp:n=1 trcl=(-15.44 49.52 0. ) u=68
c
c
c *** Be -reflector ( N-8 BA2 ) *****
619 0 154 -155 156 -157 imp:n=1 u=68 fill=49 trcl=(7.72 41.8 0. )
658 3 9.9852e-2 -23 67 imp:n=1 u=49
356 2 6.0299e-2 -217 #658 imp:n=1 u=49
659 5 1.2049e-1 #658 #356 u=49 imp:n=1
c
c *** Be -reflector ( N-8 AB4' ) *****
622 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=68 fill=51 trcl=(0. 34.08 0. )
660 3 9.9852e-2 -153 imp:n=1 u=51
661 3 9.9852e-2 -152 52 imp:n=1 u=51
357 2 6.0299e-2 -217 #660 #661 imp:n=1 u=51
662 5 1.2049e-1 #660 #661 #357 u=51 imp:n=1
c
c *** Be -reflector ( N-8 JA1' ) *****
624 0 19 -20 21 -22 imp:n=1 u=68 fill=52 trcl=(30.88 34.08 0. )
663 3 9.9852e-2 -23 24 imp:n=1 u=52
358 2 6.0299e-2 -217 #663 imp:n=1 u=52
664 5 1.2049e-1 #663 #358 u=52 imp:n=1
c
c
c ***** c F1-c F4 ( G-6 fill=4 universe=62 ) *****
46 0 19 -20 21 -22 imp:n=1 fill=4 u=62 trcl=(-15.44 15.44 0. )
47 7 8.4304e-2 -26 imp:n=1 u=4
48 6 1.0e-10 -25 #47 imp:n=1 u=4
49 7 8.4304e-2 -24 #47 #48 imp:n=1 u=4
50 3 9.9852e-2 -23 #47 #48 #49 imp:n=1 u=4
51 2 6.0299e-2 #47 #48 #49 #50 imp:n=1 u=4
c
c ***** 4 holes al-reflector No.1 ( J-7 fill=5 universe=61 ) *****
c ichibu syuusei *****
c
52 2 6.0299e-2 19 -20 21 -22 imp:n=1 fill=5 u=61 trcl=(7.72 7.72 0.)
53 2 6.0299e-2 #55 #56 #57 #58 #59 #60 #61 #62 #63 #64 #65 #66 #67 #68
imp:n=1 u=5
c ***** Al *****
55 3 9.9852e-2 -27 28 imp:n=1 u=5
56 like 55 but trcl=(-3.5 -3.5 0.)

```

```

c          ***** sus *****
57  7 8.4304e-2 -34 imp:n=1 u=5
58  3 9.9852e-2 -33 34 imp:n=1 u=5
59  3 9.9852e-2 -31 32 imp:n=1 u=5
60  3 9.9852e-2 -29 30 imp:n=1 u=5
61  7 8.4304e-2 -36 29 imp:n=1 u=5
62  3 9.9852e-2 -35 36 imp:n=1 u=5
63  like 57 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
64  like 58 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
65  like 59 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
66  like 60 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
67  like 61 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
68  like 62 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
c
c          ***** 4 holes al-reflector No.2 ( H-7 fill=6 universe=61 ) *****
c
69  0 19 -20 21 -22 imp:n=1 fill=6 u=61 trcl=(-7.72 7.72 0. )
70  2 6.0299e-2 #71 #72 #73 #74 #75 #76 #77 #78 #79 #80 #81 #82
    #83 #84 imp:n=1 u=6
c          ***** Al *****
71  3 9.9852e-2 -35 36 imp:n=1 u=6
72  like 71 but trcl=(3.5 -3.5 0. )
c          ***** sus *****
73  7 8.4304e-2 -42 imp:n=1 u=6
74  3 9.9852e-2 -41 42 imp:n=1 u=6
75  3 9.9852e-2 -39 40 imp:n=1 u=6
76  3 9.9852e-2 -37 38 imp:n=1 u=6
77  7 8.4304e-2 -28 37 imp:n=1 u=6
78  3 9.9852e-2 -27 28 imp:n=1 u=6
79  like 73 but trcl=(-3.5 -3.5 0. )
80  like 74 but trcl=(-3.5 -3.5 0. )
81  like 75 but trcl=(-3.5 -3.5 0. )
82  like 76 but trcl=(-3.5 -3.5 0. )
83  like 77 but trcl=(-3.5 -3.5 0. )
84  like 78 but trcl=(-3.5 -3.5 0. )
c
c          *** Al -reflector ( O-7 universe=61 c ) *****
85  2 6.0299e-2 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=61 trcl=(46.32 7.72 0. )
c          *** Al -reflector ( Q-7 universe=61 M ) *****
409 2 6.0299e-2 148 -149 150 -151 imp:n=1 u=61 trcl=(61.76 7.72 0. )
c
c          *** Al -reflector ( Q-8 universe=61 MA ) *****
410 0 148 -149 150 -151 imp:n=1 u=61 fill=41 trcl=(61.76 0. 0. )
690 3 9.9852e-2 -23 24 imp:n=1 u=41
691 2 6.0299e-2 #690 u=41 imp:n=1
c
c          *** Al -reflector ( P-8 universe=61 c Al ) *****
411 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=61 fill=42 trcl=(54.02 0. 0. )
692 3 9.9852e-2 -23 24 imp:n=1 u=42
693 2 6.0299e-2 #692 u=42 imp:n=1
c
c          ***** HR-1 HR-2 ( D-5 fill=8 universe=62 ) *****
86  0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=8 u=62 trcl=(-38.6 23.16 0. )
87  2 6.0299e-2 47 imp:n=1 u=8
88  7 8.4304e-2 -44 43 imp:n=1 u=8
89  7 8.4304e-2 -46 45 imp:n=1 u=8
90  3 9.9852e-2 #87 #88 #89 imp:n=1 u=8
c
c          ***** c F5,6,7,9,10 (JAc F) ( F-11 fill=9 universe=64 ) *****
91  0 19 -20 21 -22 imp:n=1 fill=9 u=64 trcl=(-23.16 -23.16 0. )
92  6 1.0e-10 -25 26 imp:n=1 u=9
93  3 9.9852e-2 -23 24 imp:n=1 u=9
94  5 1.2049e-1 23 #359 imp:n=1 u=9
359 2 6.0299e-2 -217 #92 #93 imp:n=1 u=9
95  7 8.4304e-2 #92 #93 #94 #359 imp:n=1 u=9

```

```

c
c ***** 32S1,2,3,12,13 (AE32S) ( E-6 fill=10 universe=62) *****
c
c ***** ichibu henkou *****
c
96 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=10 u=62 trcl=(-30.88 15.44 0. )
97 7 8.4304e-2 -26 imp:n=1 u=10
98 2 6.0299e-2 -54 48 imp:n=1 u=10
99 2 6.0299e-2 -50 49 imp:n=1 u=10
100 7 8.4304e-2 -52 51 imp:n=1 u=10
970 3 9.9852e-2 -53 52 imp:n=1 u=10
360 2 6.0299e-2 53 -217 imp:n=1 u=10
101 5 1.2049e-1 53 217 imp:n=1 u=10
102 6 1.0e-10 #97 #98 #99 #100 #101 #970 #360 imp:n=1 u=10
c
c ***** 38S1,2,3,4 (AD38S) ( F-5 fill=11 universe=62) *****
c
c ***** ichibu henkou *****
c
103 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=11 u=62 trcl=(-23.16 23.16 0. )
104 7 8.4304e-2 -26 imp:n=1 u=11
105 2 6.0299e-2 -54 48 imp:n=1 u=11
106 2 6.0299e-2 -50 49 imp:n=1 u=11
107 7 8.4304e-2 -25 55 imp:n=1 u=11
108 5 1.2049e-1 56 217 imp:n=1 u=11
971 3 9.9852e-2 25 -56 imp:n=1 u=11
361 2 6.0299e-2 56 -217 imp:n=1 u=11
109 6 1.0e-10 #104 #105 #106 #107 #108 #971 #361 imp:n=1 u=11
c
c ***** H-5 L-5 ? simulate capsule *****
c
436 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 u=62 fill=53 trcl=(-7.72 23.16 0. )
985 7 8.4304e-2 -276 imp:n=1 u=53
986 7 8.4304e-2 -283 imp:n=1 u=53
987 7 8.4304e-2 -284 imp:n=1 u=53
988 7 8.4304e-2 -285 imp:n=1 u=53
989 7 8.4304e-2 -286 imp:n=1 u=53
990 7 8.4304e-2 -287 imp:n=1 u=53
991 7 8.4304e-2 -288 imp:n=1 u=53
992 7 8.4304e-2 277 -278 imp:n=1 u=53
993 2 6.0299e-2 279 -280 imp:n=1 u=53
994 7 8.4304e-2 281 -282 imp:n=1 u=53
995 3 9.9852e-2 282 -56 imp:n=1 u=53
362 2 6.0299e-2 56 -217 imp:n=1 u=53
996 5 1.2049e-1 56 217 imp:n=1 u=53
997 6 1.0e-10 #985 #986 #987 #988 #989 #990 #991 #992 #993 #994
#995 #996 #362 imp:n=1 u=53
c
c ***** REc (REG) ( M-8 fill=12 universe=61 ) *****
110 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=12 u=61 trcl=(30.88 0. 0. )
111 3 9.9852e-2 -73 52 imp:n=1 u=12
112 5 1.2049e-1 #111 imp:n=1 u=12
c
c ***** water (BAW) ( K-12 fill=13 universe=64 ) *****
113 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=13 u=64 trcl=(15.44 -30.88 0. )
114 3 9.9852e-2 -23 imp:n=1 u=13
363 2 6.0299e-2 -217 #114 imp:n=1 u=13
115 5 1.2049e-1 #114 #363 imp:n=1 u=13
c
c ***** Nc F (M-7 fill=14 universe=61 ) *****
116 0 57 -58 59 -60 imp:n=1 fill=14 u=61 trcl=(30.88 7.72 0. )
117 7 8.4304e-2 -44 43 imp:n=1 u=14
118 7 8.4304e-2 -46 45 imp:n=1 u=14
119 2 6.0299e-2 47 imp:n=1 u=14

```



```

120 3 9.9852e-2 #117 #118 #119 imp:n=1 u=14
c
c ***** OWL-1 (D-7 fill=15 universe=61 ) *****
121 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=15 u=61 trcl=(-38.6 7.72 0. )
122 7 8.4304e-2 -61 24 imp:n=1 u=15
123 7 8.4304e-2 -63 62 imp:n=1 u=15
124 7 8.4304e-2 -65 64 imp:n=1 u=15
125 2 6.0299e-2 66 imp:n=1 u=15
126 3 9.9852e-2 #122 #123 #124 #125 imp:n=1 u=15
c
c ***** UIc (D-8 fill=16 universe=61 ) *****
c 127 like 410 but trcl=(-38.6 0. 0. ) u=61
127 0 74 -75 76 -77 imp:n=1 fill=16 u=61 trcl=(-38.6 0. 0. )
c 128 8 1.3631e-1 -69 imp:n=1 u=16
c 129 9 8.4701e-2 -68 69 imp:n=1 u=16
c 130 6 1.0e-10 -67 68 imp:n=1 u=16
c boron yamete air to suru by Y.Nagao 1996.02.27
130 6 1.0e-10 -67 imp:n=1 u=16
131 2 6.0299e-2 -24 67 imp:n=1 u=16
132 2 6.0299e-2 23 imp:n=1 u=16
133 3 9.9852e-2 #130 #131 #132 imp:n=1 u=16
c
c ***** MEU B (J-8 fill=17 universe=61 ) *****
134 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=17 u=61
trcl=(7.72 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
135 2 6.0299e-2 #136 #137 #138 #139 #140 #141 #142 #143 #144 #145
#146 #147 #148 #149 #150 #151 #152 #153 #154 #155 #156 #157 #158 #159
#160 #161 #162 #163 #164 #165 #166 #167 #168 #169 #170 #171 #172 #173
#174 #175 #176 imp:n=1 u=17
136 10 5.2346e-2 15 -16 17 -18 5 -6 imp:n=1 u=17
137 like 136 but trcl=(0 0.4064 0)
138 like 136 but trcl=(0 0.8128 0)
139 like 136 but trcl=(0 1.2192 0)
140 like 136 but trcl=(0 1.6256 0)
141 like 136 but trcl=(0 2.032 0)
142 like 136 but trcl=(0 2.8448 0)
143 like 136 but trcl=(0 2.4384 0)
144 like 136 but trcl=(0 3.2512 0)
145 like 136 but trcl=(0 3.6576 0)
146 like 136 but trcl=(0 -0.4064 0)
147 like 136 but trcl=(0 -0.8128 0)
148 like 136 but trcl=(0 -1.2192 0)
149 like 136 but trcl=(0 -1.6256 0)
150 like 136 but trcl=(0 -2.032 0)
151 like 136 but trcl=(0 -2.8448 0)
152 like 136 but trcl=(0 -2.4384 0)
153 like 136 but trcl=(0 -3.2512 0)
154 like 136 but trcl=(0 -3.6576 0)
155 3 9.9852e-2 11 -12 -70 14 195 -196 imp:n=1 u=17
156 3 9.9852e-2 11 -12 -72 195 -196 imp:n=1 u=17
157 3 9.9852e-2 11 -12 71 195 -196 imp:n=1 u=17
158 like 155 but trcl=(0 0.4064 0)
159 like 155 but trcl=(0 0.8128 0)
160 like 155 but trcl=(0 1.2129 0)
161 like 155 but trcl=(0 1.6256 0)
162 like 155 but trcl=(0 2.032 0)
163 like 155 but trcl=(0 2.4384 0)
164 like 155 but trcl=(0 2.8448 0)
165 like 155 but trcl=(0 3.2512 0)
166 like 155 but trcl=(0 -0.4064 0)
167 like 155 but trcl=(0 -0.8128 0)
168 like 155 but trcl=(0 -1.2129 0)
169 like 155 but trcl=(0 -1.6256 0)
170 like 155 but trcl=(0 -2.032 0)
171 like 155 but trcl=(0 -2.4384 0)
172 like 155 but trcl=(0 -2.8448 0)

```

```

173 like 155 but trcl=(0 -3.2512 0)
174 like 155 but trcl=(0 -3.6576 0)
c
175 3 9.9852e-2 11 -12 196 imp:n=1 u=17
176 3 9.9852e-2 11 -12 -195 imp:n=1 u=17
c
c
c
***** MEU c (F-6 fill=18 universe=62 ) *****
c
177 0 7 -8 9 -10 imp:n=1 fill=18 u=62
      trcl=(-23.16 15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
178 2 6.0299e-2 #179 #180 #181 #182 #183 #184 #185 #186 #187 #188
      #189 #190 #191 #192 #193 #194 #195 #196 #197 #199 #200 #201 #202
      #203 #204 #205 #206 #207 #208 #209 #210 #211 #212 #213 #214 #215 #216
      #217 #218 #219 #220 imp:n=1 u=18
179 15 5.0443e-2 15 -16 302 -303 5 -6 imp:n=1 u=18
180 like 179 but trcl=(0 0.4064 0)
181 like 179 but trcl=(0 0.8128 0)
182 like 179 but trcl=(0 1.2192 0)
183 like 179 but trcl=(0 1.6256 0)
184 like 179 but trcl=(0 2.032 0)
185 like 179 but trcl=(0 2.8448 0)
186 like 179 but trcl=(0 2.4384 0)
187 like 179 but trcl=(0 3.2512 0)
188 like 179 but trcl=(0 3.6576 0)
189 like 179 but trcl=(0 -0.4064 0)
190 like 179 but trcl=(0 -0.8128 0)
191 like 179 but trcl=(0 -1.2192 0)
192 like 179 but trcl=(0 -1.6256 0)
193 like 179 but trcl=(0 -2.032 0)
194 like 179 but trcl=(0 -2.8448 0)
195 like 179 but trcl=(0 -2.4382 0)
196 like 179 but trcl=(0 -3.2512 0)
197 like 179 but trcl=(0 -3.6576 0)
199 3 9.9852e-2 11 -12 -70 14 195 -196 imp:n=1 u=18
200 3 9.9852e-2 11 -12 -72 195 -196 imp:n=1 u=18
201 3 9.9852e-2 11 -12 71 195 -196 imp:n=1 u=18
202 like 199 but trcl=(0 0.4064 0)
203 like 199 but trcl=(0 0.8128 0)
204 like 199 but trcl=(0 1.2129 0)
205 like 199 but trcl=(0 1.6256 0)
206 like 199 but trcl=(0 2.032 0)
207 like 199 but trcl=(0 2.4384 0)
208 like 199 but trcl=(0 2.8448 0)
209 like 199 but trcl=(0 3.2512 0)
210 like 199 but trcl=(0 -0.4064 0)
211 like 199 but trcl=(0 -0.8128 0)
212 like 199 but trcl=(0 -1.2129 0)
213 like 199 but trcl=(0 -1.6256 0)
214 like 199 but trcl=(0 -2.032 0)
215 like 199 but trcl=(0 -2.4384 0)
216 like 199 but trcl=(0 -2.8448 0)
217 like 199 but trcl=(0 -3.2512 0)
218 like 199 but trcl=(0 -3.6576 0)
c
219 3 9.9852e-2 11 -12 196 imp:n=1 u=18
220 3 9.9852e-2 11 -12 -195 imp:n=1 u=18
c
c
c
c
***** SA-1,3 upper limit (I-6 fill=20 ) *****
960 0 7 -8 9 -10 251 -227 imp:n=1 fill=20
      u=50 trcl=(0 15.44 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
233 2 6.0299e-2 -78:79:-80:81 imp:n=1 u=20
234 3 9.9852e-2 #233 #235 #236 #237 #238 #239 #240 #241 #242 #243
      #244 #245 #246 #247 #248 #249 #250 #251 #252 #253 #254 #255 #256 #257

```

```

#258 #259 #260 #261 #262 #263 #264 #265 #266 #267 #268
#391 #392 #393 #394 #395 #396 #397 #398 imp:n=1 u=20
235 2 6.0299e-2 82 -83 84 -85 195 -196 #236 #237 #238 #239 #240 #241 #242
#243 #244 #245 #246 #247 #248 #249 #250 #251 #252 #253 #254 #255 #256
#257 #258 #259 #260 #261 #262 #263 #264 #265 #266 #267 #268 imp:n=1 u=20
236 3 9.9852e-2 88 -89 84 -86 195 -196 imp:n=1 u=20
237 3 9.9852e-2 88 -89 87 -85 195 -196 imp:n=1 u=20
238 3 9.9852e-2 88 -89 90 -91 195 -196 imp:n=1 u=20
239 like 238 but trcl=(0. 0.386 0. )
240 like 238 but trcl=(0. 0.772 0. )
241 like 238 but trcl=(0. 1.185 0. )
242 like 238 but trcl=(0. 1.544 0. )
243 like 238 but trcl=(0. 1.93 0. )
244 like 238 but trcl=(0. 2.316 0. )
245 like 238 but trcl=(0. 2.702 0. )
246 like 238 but trcl=(0. 3.088 0. )
247 like 238 but trcl=(0. 3.474 0. )
248 like 238 but trcl=(0. 3.86 0. )
249 like 238 but trcl=(0. 4.246 0. )
250 like 238 but trcl=(0. 4.632 0. )
251 like 238 but trcl=(0. 5.018 0. )
252 like 238 but trcl=(0. 5.404 0. )
253 11 5.3948e-2 92 -93 94 -95 5 -6 imp:n=1 u=20
254 like 253 but trcl=(0. 0.386 0. )
255 like 253 but trcl=(0. 0.772 0. )
256 like 253 but trcl=(0. 1.185 0. )
257 like 253 but trcl=(0. 1.544 0. )
258 like 253 but trcl=(0. 1.93 0. )
259 like 253 but trcl=(0. 2.316 0. )
260 like 253 but trcl=(0. 2.702 0. )
261 like 253 but trcl=(0. 3.088 0. )
262 like 253 but trcl=(0. 3.474 0. )
263 like 253 but trcl=(0. 3.86 0. )
264 like 253 but trcl=(0. 4.246 0. )
265 like 253 but trcl=(0. 4.632 0. )
266 like 253 but trcl=(0. 5.018 0. )
267 like 253 but trcl=(0. 5.404 0. )
268 like 253 but trcl=(0. 5.79 0. )
c
391 2 6.0299e-2 82 -88 84 -85 196 -143 imp:n=1 u=20
392 2 6.0299e-2 89 -83 84 -85 196 -143 imp:n=1 u=20
393 7 8.4304e-2 88 -89 102 -103 142 -143 (-104:105:-106:107) imp:n=1 u=20
394 7 8.4304e-2 82 -83 84 -85 143 -218 (-104:105:-106:107) imp:n=1 u=20
395 7 8.4304e-2 108 -109 110 -111 218 -237 (-104:105:-106:107) imp:n=1 u=20
396 12 9.3291e-2 112 -113 114 -115 218 -227 (-108:109:-110:111) imp:n=1 u=20
c
397 2 6.0299e-2 82 -88 84 -85 -195 217 imp:n=1 u=20
398 2 6.0299e-2 89 -83 84 -85 -195 217 imp:n=1 u=20
c
c
c
232 like 960 but trcl=(0. 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
961 like 960 but trcl=(0. -15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
c
c
c
***** SH-1 350.0mm(water 26.5do) (G-8 fill=21 ) *****
269 0 7 -8 9 -10 251 -227 imp:n=1 fill=21 u=50
trcl=(-15.44 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
270 2 6.0299e-2 -78:79:-80:81 imp:n=1 u=21
271 3 9.9852e-2 #270 #272 #273 #274 #275 #276 #277 #278 #279 #280
#281 #282 #283 #284 #285 #286 #287 #288 #289 #290 #291 #292 #293 #294
#295 #296 #297 #298 #299 #300 #301 #302 #303 #304 #305 #306 #307 #308
#309 #310 #311 #312 #313 imp:n=1 u=21
c
***** follower *****
272 2 6.0299e-2 82 -83 84 -85 -256 259 #273 #274 #275 #276 #277 #278 #279
#280 #281 #282 #283 #284 #285 #286 #287 #288 #289 #290 #291 #292 #293

```

```

#294 #295 #296 #297 #298 #299 #300 #301 #302 #303 #304 #305 imp:n=1 u=21
273 3 9.9852e-2 88 -89 84 -86 -256 259 imp:n=1 u=21
274 3 9.9852e-2 88 -89 87 -85 -256 259 imp:n=1 u=21
275 3 9.9852e-2 88 -89 90 -91 -256 259 imp:n=1 u=21
276 like 275 but trcl=(0. 0.386 0. )
277 like 275 but trcl=(0. 0.772 0. )
278 like 275 but trcl=(0. 1.185 0. )
279 like 275 but trcl=(0. 1.544 0. )
280 like 275 but trcl=(0. 1.93 0. )
281 like 275 but trcl=(0. 2.316 0. )
282 like 275 but trcl=(0. 2.702 0. )
283 like 275 but trcl=(0. 3.088 0. )
284 like 275 but trcl=(0. 3.474 0. )
285 like 275 but trcl=(0. 3.86 0. )
286 like 275 but trcl=(0. 4.246 0. )
287 like 275 but trcl=(0. 4.632 0. )
288 like 275 but trcl=(0. 5.018 0. )
289 like 275 but trcl=(0. 5.404 0. )
290 11 5.3948e-2 92 -93 94 -95 -257 260 imp:n=1 u=21
291 like 290 but trcl=(0. 0.386 0. )
292 like 290 but trcl=(0. 0.772 0. )
293 like 290 but trcl=(0. 1.185 0. )
294 like 290 but trcl=(0. 1.544 0. )
295 like 290 but trcl=(0. 1.93 0. )
296 like 290 but trcl=(0. 2.316 0. )
297 like 290 but trcl=(0. 2.702 0. )
298 like 290 but trcl=(0. 3.088 0. )
299 like 290 but trcl=(0. 3.474 0. )
300 like 290 but trcl=(0. 3.86 0. )
301 like 290 but trcl=(0. 4.246 0. )
302 like 290 but trcl=(0. 4.632 0. )
303 like 290 but trcl=(0. 5.018 0. )
304 like 290 but trcl=(0. 5.404 0. )
305 like 290 but trcl=(0. 5.79 0. )
c      ***** joint parts *****
306 2 6.0299e-2 82 -88 84 -85 256 -254 imp:n=1 u=21
307 2 6.0299e-2 89 -83 84 -85 256 -254 imp:n=1 u=21
308 7 8.4304e-2 88 -89 102 -103 258 -254 (-104:105:-106:107) imp:n=1 u=21
c
309 7 8.4304e-2 82 -83 84 -85 254 -253 (-104:105:-106:107) imp:n=1 u=21
c
310 7 8.4304e-2 108 -109 110 -111 253 -252 (-104:105:-106:107) imp:n=1 u=21
311 12 9.3291e-2 112 -113 114 -115 253 -255 (-108:109:-110:111) imp:n=1 u=21
c
312 2 6.0299e-2 82 -88 84 -85 261 -259 imp:n=1 u=21
313 2 6.0299e-2 89 -83 84 -85 261 -259 imp:n=1 u=21
c
314 like 269 but trcl=(15.44 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
c
c
c
c      ***** OGL-1 (** fill=27 universe=68 ) *****
c
369 0 133 -134 135 -136 imp:n=1 fill=27 u=68 trcl=(-11.58 37.94 0.)
370 2 6.0299e-2 132 imp:n=1 u=27
371 6 1.0e-10 -122 imp:n=1 u=27
372 13 8.0518e-2 -123 122 imp:n=1 u=27
373 6 1.0e-10 -124 123 imp:n=1 u=27
374 14 8.4556e-2 -125 124 imp:n=1 u=27
375 6 1.0e-10 -126 125 imp:n=1 u=27
376 7 8.4304e-2 -127 126 imp:n=1 u=27
377 6 1.0e-10 -128 127 imp:n=1 u=27
378 13 8.0518e-2 -129 128 imp:n=1 u=27
379 6 1.0e-10 -130 129 imp:n=1 u=27
380 13 8.0518e-2 -131 130 imp:n=1 u=27
381 3 9.9852e-2 #370 #371 #372 #373 #374 #375 #376 #377 #378 #379 #380

```

```

imp:n=1 u=27
c
c
c ***** OWL-2 (fill=28 universe=68 ) *****
c
382 0 133 -134 135 -136 imp:n=1 fill=28 u=68 trcl=(19.3 37.94 0.)
383 2 6.0299e-2 141 imp:n=1 u=28
384 7 8.4304e-2 -138 137 imp:n=1 u=28
385 7 8.4304e-2 -140 139 imp:n=1 u=28
386 3 9.9852e-2 #383 #384 #385 imp:n=1 u=28
c
c
c ***** gamma shielding plate ( fill=29 universe=68 ) *****
c
388 2 6.0299e-2 209 -210 216 -212 imp:n=1 u=68
c
c
c *****
c kumitate (u=50)
c *****
c
c
c ----- u=61 -----
401 0 191 -192 3 -213 219 -218 #269 #314 #232 imp:n=1 fill=61 u=50
c
c B -> Q 7 -> 8
c
402 like 85 but trcl=(-54.04 7.72 0. )
403 like 45 but trcl=(-46.32 7.72 0. )
c 404 like ** but trcl=(-30.88 7.72 0. )
405 like 134 but trcl=(-23.16 7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
406 like 4 but trcl=(-15.44 7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
407 like 4 but trcl=(15.44 7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
421 like 134 but trcl=(23.16 7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
408 like 85 but trcl=(54.04 7.72 0. )
c 409 like 85 but trcl=(61.76 7.72 0. )
c
c 410 like ** but trcl=(61.76 0. 0. )
c 411 like ** but trcl=(54.04 0. 0. )
412 like 411 but trcl=(46.32 0. 0. )
c 413 like ** but trcl=(38.6 0. 0. )
414 like 4 but trcl=(23.16 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
415 like 134 but trcl=(-7.72 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
416 like 4 but trcl=(-23.16 0. 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
417 like 96 but trcl=(-30.88 0. 0. ) u=61
418 like 411 but trcl=(-46.32 0. 0. )
419 like 411 but trcl=(-54.04 0. 0. )
c
420 3 9.9852e-2 #402 #403 #404 #405 #121 #406 #69 #4 #52 #407 #116
#45 #85 #408 #409 #410 #411 #412 #413 #110 #414 #134 #415
#416 #417 #127 #418 #419 #421 imp:n=1 u=61
c
c
c ----- u=62 -----
c
c B -> Q 5 ->6
c
431 0 191 -192 213 -194 219 -218 #960 imp:n=1 fill=62 u=50
c
432 like 85 but trcl=(-54.04 23.16 0. ) u=62
433 like 45 but trcl=(-46.32 23.16 0. ) u=62
434 like 45 but trcl=(-30.88 23.16 0. ) u=62
435 like 437 but trcl=(-15.44 23.16 0. ) u=62
c 436 like 103 but trcl=(-7.72 23.16 0. )
c 437 like ** but trcl=(0 23.16 0. ) u=62
438 like 103 but trcl=(7.72 23.16 0. )

```

```

439 like 437 but trcl=(15.44 23.16 0. ) u=62
440 like 436 but trcl=(23.16 23.16 0. )
443 like 85 but trcl=(46.32 23.16 0. ) u=62
444 like 85 but trcl=(54.04 23.16 0. ) u=62
445 like 409 but trcl=(61.76 23.16 0. ) u=62
c
446 like 409 but trcl=(61.76 15.44 0. ) u=62
447 like 85 but trcl=(54.04 15.44 0. ) u=62
448 like 85 but trcl=(46.32 15.44 0. ) u=62
449 like 96 but trcl=(38.6 15.44 0. ) u=62
450 like 404 but trcl=(30.88 15.44 0. ) u=62
451 like 177 but trcl=(23.16 15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 )
452 like 46 but trcl=(15.44 15.44 0. ) u=62
453 like 134 but trcl=(7.72 15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=62
455 like 134 but trcl=(-7.72 15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=62
c
456 like 210 but trcl=(-23.16 15.44 0. ) u=62
457 like 404 but trcl=(-38.6 15.44 0. ) u=62
458 like 85 but trcl=(-46.32 15.44 0. ) u=62
459 like 85 but trcl=(-54.04 15.44 0. ) u=62
c
460 3 9.9852e-2 #432 #433 #434 #435 #436 #437 #438 #439 #440 #441 #442 #443
    #444 #445 #446 #447 #448 #449 #450 #451 #452 #453 #455 #457
    #458 #459 #46 #96 #86 #103 #177 imp:n=1 u=62
c
c
c
c ----- u=63 -----
c
c B -> Q 9 -> 10
c
461 0 191 -192 -3 214 219 -218 #961 imp:n=1 fill=63 u=50
c
462 like 409 but trcl=(-54.04 -7.72 0. ) u=63
463 like 409 but trcl=(-46.32 -7.72 0. ) u=63
464 like 409 but trcl=(-38.6 -7.72 0. ) u=63
465 like 404 but trcl=(-30.88 -7.72 0. ) u=63
466 like 134 but trcl=(-23.16 -7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
467 like 4 but trcl=(-15.44 -7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
468 like 52 but trcl=(-7.72 -7.72 0. ) u=63
469 like 4 but trcl=( 0. -7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
470 like 69 but trcl=(7.72 -7.72 0. ) u=63
471 like 4 but trcl=(15.44 -7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
472 like 134 but trcl=(23.16 -7.72 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
473 like 91 but trcl=(30.88 -7.72 0. ) u=63
474 like 45 but trcl=(38.6 -7.72 0. ) u=63
475 like 85 but trcl=(46.32 -7.72 0. ) u=63
476 like 85 but trcl=(54.04 -7.72 0. ) u=63
477 like 409 but trcl=(61.76 -7.72 0. ) u=63
c
478 like 409 but trcl=(61.76 -15.44 0. ) u=63
479 like 85 but trcl=(54.04 -15.44 0. ) u=63
480 like 411 but trcl=(46.32 -15.44 0. ) u=63
481 like 96 but trcl=(38.6 -15.44 0. ) u=63
482 like 45 but trcl=(30.88 -15.44 0. ) u=63
483 like 177 but trcl=(23.16 -15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
484 like 46 but trcl=(15.44 -15.44 0. ) u=63
485 like 134 but trcl=(7.72 -15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
487 like 134 but trcl=(-7.72 -15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
488 like 46 but trcl=(-15.44 -15.44 0. ) u=63
489 like 177 but trcl=(-23.16 -15.44 0. 0 1 0 1 0 0 0 0 1 ) u=63
490 like 96 but trcl=(-30.88 -15.44 0. ) u=63
491 like 45 but trcl=(-38.6 -15.44 0. ) u=63
492 like 85 but trcl=(-46.32 -15.44 0. ) u=63
493 like 85 but trcl=(-54.04 -15.44 0. ) u=63
c
494 3 9.9852e-2 #462 #463 #464 #465 #466 #467 #468 #469 #470 #471 #472

```

```

#473 #474 #475 #476 #477 #478 #479 #480 #481 #482 #484 #485
#487 #488 #489 #490 #491 #492 #493 #483 imp:n=1 u=63
c
c
c
c ---- u=64 -----
c
c B -> Q 11 -> 12
c
500 0 191 -192 215 -214 219 -218 imp:n=1 fill=64 u=50
c
501 like 85 but trcl=(-54.04 -23.16 0. ) u=64
502 like 85 but trcl=(-46.32 -23.16 0. ) u=64
503 like 404 but trcl=(-38.6 -23.16 0. ) u=64
504 like 45 but trcl=(-30.88 -23.16 0. ) u=64
505 like 624 but trcl=(-15.44 -23.16 0. ) u=64
506 like 91 but trcl=(-7.72 -23.16 0. )
507 like 624 but trcl=(0. -23.16 0. ) u=64
508 like 91 but trcl=(7.72 -23.16 0. )
509 like 624 but trcl=(15.44 -23.16 0. ) u=64
510 like 45 but trcl=(23.16 -23.16 0. ) u=64
511 like 86 but trcl=(30.88 -23.16 0. ) u=64
512 like 622 but trcl=(38.6 -23.16 0. ) u=64
513 like 85 but trcl=(46.32 -23.16 0. ) u=64
514 like 85 but trcl=(54.04 -23.16 0. ) u=64
515 like 409 but trcl=(61.76 -23.16 0. ) u=64
c
516 like 409 but trcl=(61.76 -30.88 0. ) u=64
517 like 85 but trcl=(54.04 -30.88 0. ) u=64
518 like 411 but trcl=(46.32 -30.88 0. ) u=64
519 like 404 but trcl=(38.6 -30.88 0. ) u=64
520 like 413 but trcl=(30.88 -30.88 0. ) u=64
521 like 442 but trcl=(23.16 -30.88 0. ) u=64
522 like 624 but trcl=(7.72 -30.88 0. ) u=64
523 like 91 but trcl=(0. -30.88 0. )
524 like 624 but trcl=(-7.72 -30.88 0. ) u=64
525 like 91 but trcl=(-15.44 -30.88 0. ) u=64
526 like 624 but trcl=(-23.16 -30.88 0. ) u=64
527 like 441 but trcl=(-30.88 -30.88 0. ) u=64
528 like 404 but trcl=(-38.6 -30.88 0. ) u=64
529 like 85 but trcl=(-46.32 -30.88 0. ) u=64
530 like 85 but trcl=(-54.04 -30.88 0. ) u=64
c
531 3 9.9852e-2 #501 #502 #503 #504 #505 #506 #507 #508 #509 #510 #511 #512
#513 #514 #515 #516 #517 #518 #519 #520 #521 #522 #523 #524 #525 #526
#527 #528 #529 #530 #91 #113 imp:n=1 u=64
c
c
c
c ----- u=65 -----
c
c B -> Q 13 -> 14
c
540 0 191 -192 193 -215 219 -218 imp:n=1 fill=65 u=50
c
541 like 85 but trcl=(-54.04 -38.6 0. ) u=65
542 like 85 but trcl=(-46.32 -38.6 0. ) u=65
543 like 85 but trcl=(-38.6 -38.6 0. ) u=65
544 like 441 but trcl=(-30.88 -38.6 0. ) u=65
545 like 411 but trcl=(-23.16 -38.6 0. ) u=65
546 like 411 but trcl=(-15.44 -38.6 0. ) u=65
547 like 411 but trcl=(-7.72 -38.6 0. ) u=65
548 like 411 but trcl=(0. -38.6 0. ) u=65
549 like 411 but trcl=(7.72 -38.6 0. ) u=65
550 like 411 but trcl=(15.44 -38.6 0. ) u=65
551 like 411 but trcl=(23.16 -38.6 0. ) u=65

```

```

552 like 411 but trcl=(30.88 -38.6 0. ) u=65
553 like 45 but trcl=(38.6 -38.6 0. ) u=65
554 like 85 but trcl=(46.32 -38.6 0. ) u=65
555 like 85 but trcl=(54.04 -38.6 0. ) u=65
556 like 409 but trcl=(61.76 -38.6 0. ) u=65
c
557 like 411 but trcl=(61.76 -46.32 0. ) u=65
558 like 85 but trcl=(54.04 -46.32 0. ) u=65
559 like 411 but trcl=(46.32 -46.32 0. ) u=65
560 like 85 but trcl=(38.6 -46.32 0. ) u=65
561 like 85 but trcl=(30.88 -46.32 0. ) u=65
562 like 85 but trcl=(23.16 -46.32 0. ) u=65
563 like 85 but trcl=(15.44 -46.32 0. ) u=65
564 like 85 but trcl=(7.72 -46.32 0. ) u=65
565 like 411 but trcl=(0. -46.32 0. ) u=65
566 like 85 but trcl=(-7.72 -46.32 0. ) u=65
567 like 85 but trcl=(-15.44 -46.32 0. ) u=65
568 like 85 but trcl=(-23.16 -46.32 0. ) u=65
569 like 113 but trcl=(-30.88 -46.32 0. ) u=65
570 like 85 but trcl=(-38.6 -46.32 0. ) u=65
571 like 85 but trcl=(-46.32 -46.32 0. ) u=65
572 like 85 but trcl=(-54.04 -46.32 0. ) u=65
c
573 3 9.9852e-2 #541 #542 #543 #544 #545 #546 #547 #548 #549 #550 #551 #552
      #553 #554 #555 #556 #557 #558 #559 #560 #561 #562 #563 #564 #565 #566
      #567 #568 #569 #570 #571 #572 imp:n=1 u=65
c
c
c
c ----- u=66 -----
c
c N -> Q 1 -> 4
c
580 0 200 -192 194 -197 219 -218 imp:n=1 fill=66 u=50
c
581 like 85 but trcl=(38.6 54.04 0. ) u=66
582 like 85 but trcl=(46.32 54.04 0. ) u=66
583 like 410 but trcl=(54.04 54.04 0. ) u=66
584 like 85 but trcl=(61.76 54.04 0. ) u=66
c
585 like 409 but trcl=(38.6 46.32 0. ) u=66
586 like 411 but trcl=(46.32 46.32 0. ) u=66
587 like 85 but trcl=(54.04 46.32 0. ) u=66
588 like 85 but trcl=(61.76 46.32 0. ) u=66
c
589 like 411 but trcl=(38.6 38.6 0. ) u=66
590 like 85 but trcl=(46.32 38.6 0. ) u=66
591 like 85 but trcl=(54.04 38.6 0. ) u=66
592 like 409 but trcl=(61.76 38.6 0. ) u=66
c
593 like 413 but trcl=(38.6 30.88 0. ) u=66
594 like 85 but trcl=(46.32 30.88 0. ) u=66
595 like 85 but trcl=(54.04 30.88 0. ) u=66
596 like 409 but trcl=(61.76 30.88 0. ) u=66
c
597 3 9.9852e-2 #581 #582 #583 #584 #585 #586 #587 #588 #589 #590 #591 #592
      #593 #594 #595 #596 imp:n=1 u=66
c
c
c
c ---- u=67 ----
c
c B-E 1-4
c
598 0 191 -199 194 -197 219 -218 imp:n=1 fill=67 u=50
630 like 85 but trcl=(-54.04 54.04 0. ) u=67

```



```

631 like 85 but trcl=(-46.32 54.04 0. ) u=67
632 like 85 but trcl=(-38.6 54.04 0. ) u=67
633 like 85 but trcl=(-30.88 54.04 0. ) u=67
634 like 409 but trcl=(-30.88 46.32 0. ) u=67
635 like 85 but trcl=(-38.6 46.32 0. ) u=67
636 like 85 but trcl=(-46.32 46.32 0. ) u=67
637 like 85 but trcl=(-54.04 46.32 0. ) u=67
638 like 85 but trcl=(-54.04 38.6 0. ) u=67
639 like 85 but trcl=(-46.32 38.6 0. ) u=67
640 like 85 but trcl=(-38.6 38.6 0. ) u=67
641 like 409 but trcl=(-30.88 38.6 0. ) u=67
c 642 like 420 ---> like 45 **** miss no tame
c 642 like 410 but trcl=(-30.88 30.88 0. ) u=67
642 like 45 but trcl=(-30.88 30.88 0. ) u=67
643 like 45 but trcl=(-38.6 30.88 0. ) u=67
644 like 85 but trcl=(-46.32 30.88 0. ) u=67
645 like 85 but trcl=(-54.04 30.88 0. ) u=67
646 3 9.9852e-2 #630 #631 #632 #633 #634 #635 #636 #637 #638 #639 #640 #641
    #642 #643 #644 #645 imp:n=1 u=67

c
c
c
c ----- u=68 -----
c
c F -> M 1 -> 4
c
600 0 199 -200 194 -198 219 -218 imp:n=1 fill=68 u=50
c
601 like 85 but trcl=(-23.16 57.24 0. ) u=68
602 like 85 but trcl=(-15.44 57.24 0. ) u=68
603 like 85 but trcl=(-7.72 57.24 0. ) u=68
604 like 85 but trcl=(0. 57.24 0. ) u=68
605 like 85 but trcl=(7.72 57.24 0. ) u=68
606 like 85 but trcl=(15.44 57.24 0. ) u=68
607 like 85 but trcl=(23.16 57.24 0. ) u=68
608 like 85 but trcl=(30.88 57.24 0. ) u=68
c
609 like 85 but trcl=(30.88 49.52 0. ) u=68
610 like 615 but trcl=(23.16 49.52 0. ) u=68
611 like 615 but trcl=(15.44 49.52 0. ) u=68
612 like 85 but trcl=(7.72 49.52 0. ) u=68
613 like 410 but trcl=(0. 49.52 0. ) u=68
614 like 622 but trcl=(-7.72 49.52 0. ) u=68
c 615 like ** but trcl=(-15.44 49.52 0. ) u=68
616 like 85 but trcl=(-23.16 49.52 0. ) u=68
c
617 like 413 but trcl=(-23.16 41.8 0. ) u=68
618 like 442 but trcl=(0. 41.8 0. ) u=68
c 619 like ** but trcl=(7.72 41.8 0. ) u=68
620 like 442 but trcl=(30.88 41.8 0. ) u=68
c
621 like 615 but trcl=(-23.16 34.08 0. ) u=68
c 622 like ** but trcl=(0. 34.08 0. ) u=68
623 like 622 but trcl=(7.72 34.08 0. ) u=68
c 624 like ** but trcl=(30.88 34.08 0. ) u=68
c
625 3 9.9852e-2 #601 #602 #603 #604 #605 #606 #607 #608 #609 #610 #611 #612
    #613 #614 #615 #616 #617 #618 #619 #620 #621 #622 #623 #624
    #369 #382 #388 imp:n=1 u=68

c
c
c
c
c ***** grid plate *****
c

```

```

c --- Be Al muku U=31 750 ----
c          750 0 -241 imp:n=1 u=31 fill=40 u=31 trcl=(61.76 54.04 0 )
750 0 -241 imp:n=1 u=31 fill=40 u=31 trcl=(38.6 30.88 0 )
751 2 6.0299e-2 -146 imp:n=1 u=40
901 7 8.4304e-2 147 imp:n=1 u=40
752 3 9.9852e-2 #751 #901 imp:n=1 u=40
c
c --- fuel U=33 838 ---
838 0 -241 imp:n=1 fill=39 u=33 trcl=(-23.16 -7.72 0 )
920 2 6.0299e-2 265 -289 imp:n=1 u=39
921 7 8.4304e-2 147 imp:n=1 u=39
922 3 9.9852e-2 #920 #921 imp:n=1 u=39
c
c --- Be 1-kou U=35 851 ---
851 0 -241 imp:n=1 fill=38 u=35 trcl=(-23.16 23.16 0. )
923 2 6.0299e-2 264 -146 imp:n=1 u=38
924 7 8.4304e-2 147 imp:n=1 u=38
925 3 9.9852e-2 #923 #924 imp:n=1 u=38
c
c --- Al 1-kou U=35 865 ---
865 0 -241 imp:n=1 fill=37 trcl=(-15.44 15.44 0. ) u=35
926 2 6.0299e-2 266 -262 imp:n=1 u=37
927 7 8.4304e-2 147 imp:n=1 u=37
928 3 9.9852e-2 #926 #927 imp:n=1 u=37
c
c --- Al 4-kou U=35 869 ---
869 0 -241 imp:n=1 fill=36 trcl=(-7.72 7.72 0. ) u=35
929 2 6.0299e-2 268 -262 imp:n=1 u=36
930 7 8.4304e-2 147 imp:n=1 u=36
931 3 9.9852e-2 #929 #930 imp:n=1 u=36
c
c
799 7 8.4304e-2 #801 #802 #803 #804 #805 #806 #807 #808 #809 #810 #811 #812
#813 #814 #815 #750 #902 imp:n=1 u=31
902 3 9.9852e-2 243 -242 #801 #802 #803 #804 #805 #806 #807 #808 #809 #810
#811 #812 #813 #814 #815 #750 imp:n=1 u=31
800 0 200 -192 194 -197 220 -219 imp:n=1 fill=31 u=50
801 like 750 but trcl=(54.04 54.04 0 )
802 like 750 but trcl=(46.32 54.04 0 )
803 like 750 but trcl=(38.6 54.04 0 )
804 like 750 but trcl=(38.6 46.32 0 )
805 like 750 but trcl=(46.32 46.32 0 )
806 like 750 but trcl=(54.04 46.32 0 )
807 like 750 but trcl=(61.76 46.32 0 )
808 like 750 but trcl=(61.76 38.6 0 )
809 like 750 but trcl=(54.04 38.6 0 )
810 like 750 but trcl=(46.32 38.6 0 )
811 like 750 but trcl=(38.6 38.6 0 )
c          812 like 750 but trcl=(38.6 30.88 0 )
812 like 750 but trcl=(61.76 54.04 0 )
813 like 750 but trcl=(46.32 30.88 0 )
814 like 750 but trcl=(54.04 30.88 0 )
815 like 750 but trcl=(61.76 30.88 0 )
c
816 like 800 but trcl=(0 -30.88 0. )
817 like 800 but trcl=(0 -61.76 0. )
c          818 like 800 but trcl=(-30.88 -61.76 0. )
c          819 like 800 but trcl=(-61.76 -77.2 0. )
820 like 800 but trcl=(-92.64 -61.76 0. )
821 like 800 but trcl=(-92.64 -30.88 0. )
822 like 800 but trcl=(-92.64 0. 0. )
c
823 like 800 but trcl=(-61.76 3.2 0.)
824 like 800 but trcl=(-30.88 3.2 0.)
c
825 0 191 -199 193 -221 220 -219 imp:n=1 fill=32 u=50

```

```

826 like 750 but trcl=(-54.04 -38.6 0. ) u=32
827 like 750 but trcl=(-46.32 -38.6 0. ) u=32
828 like 750 but trcl=(-38.6 -38.6 0. ) u=32
829 like 750 but trcl=(-30.88 -38.6 0. ) u=32
830 like 750 but trcl=(-30.88 -46.32 0. ) u=32
831 like 750 but trcl=(-38.6 -46.32 0. ) u=32
832 like 750 but trcl=(-46.32 -46.32 0. ) u=32
833 like 750 but trcl=(-54.04 -46.32 0. ) u=32
834 7 8.4304e-2 #826 #827 #828 #829 #830 #831 #832 #833 #903 imp:n=1 u=32
903 3 9.9852e-2 243 -242 #826 #827 #828 #829 #830 #831 #832
      #833 imp:n=1 u=32
c
835 like 825 but trcl=(61.76 0. 0. )
836 like 825 but trcl=(92.64 0. 0. )
c      818 like 825 but trcl=(61.76 15.44 0. )
819 like 825 but trcl=(30.88 0. 0. )
c
837 0 199 -200 221 -3 220 -219 #961 imp:n=1 fill=33 u=50
c
c
839 like 838 but trcl=(-15.44 -7.72 0 ) u=33
840 like 869 but trcl=(-7.72 -7.72 0 ) u=33
841 like 838 but trcl=(0. -7.72 0 ) u=33
842 like 838 but trcl=(-23.16 -15.44 0 ) u=33
843 like 865 but trcl=(-15.44 -15.44 0 ) u=33
844 like 838 but trcl=(-7.72 -15.44 0 ) u=33
c
910 like 869 but trcl=(7.72 -7.72 0. ) u=33
911 like 838 but trcl=(15.44 -7.72 0. ) u=33
912 like 838 but trcl=(23.16 -7.72 0. ) u=33
913 like 851 but trcl=(30.88 -7.72 0. ) u=33
c
914 like 838 but trcl=(7.72 -15.44 0. ) u=33
915 like 865 but trcl=(15.44 -15.44 0. ) u=33
916 like 838 but trcl=(23.16 -15.44 0. ) u=33
917 like 750 but trcl=(30.88 -15.44 0. ) u=33
c
932 like 851 but trcl=(-23.16 -23.16 0. ) u=33
933 like 750 but trcl=(-15.44 -23.16 0. ) u=33
934 like 851 but trcl=(-7.72 -23.16 0. ) u=33
935 like 750 but trcl=(0. -23.16 0. ) u=33
936 like 851 but trcl=(7.72 -23.16 0. ) u=33
937 like 750 but trcl=(15.44 -23.16 0. ) u=33
938 like 750 but trcl=(23.16 -23.16 0. ) u=33
939 like 865 but trcl=(30.88 -23.16 0. ) u=33
940 like 750 but trcl=(30.88 -30.88 0. ) u=33
941 like 750 but trcl=(23.16 -30.88 0. ) u=33
942 like 851 but trcl=(15.44 -30.88 0. ) u=33
943 like 750 but trcl=(7.72 -30.88 0. ) u=33
944 like 851 but trcl=(0. -30.88 0. ) u=33
945 like 750 but trcl=(-7.72 -30.88 0. ) u=33
946 like 851 but trcl=(-15.44 -30.88 0. ) u=33
947 like 750 but trcl=(-23.16 -30.88 0. ) u=33
c
c
c
c
848 7 8.4304e-2 #838 #839 #840 #841 #842 #842 #843 #844 #910 #911 #912 #913
      #914 #915 #916 #917 #932 #933 #934 #935 #936 #937 #938 #939 #940
      #941 #942 #943 #944 #945 #946 #947 #904 imp:n=1 u=33
904 3 9.9852e-2 243 -242 #838 #839 #840 #841 #842 #842 #843 #910 #911 #912
      #913 #914 #915 #916 #917 #932 #933 #934 #935 #936 #937 #938 #939
      #940 #941 #942 #943 #944 #945 #946 #947 #844 imp:n=1 u=33
c
c
850 0 199 -200 3 -201 220 -219 #232 #960 #269 #314 imp:n=1 fill=35 u=50

```

```

c      851 like 750 but trcl=(-23.16 23.16 0. ) u=35
852 like 750 but trcl=(-15.44 23.16 0. ) u=35
853 like 851 but trcl=(-7.72 23.16 0. ) u=35
854 like 750 but trcl=(0.      23.16 0. ) u=35
855 like 851 but trcl=( 7.72 23.16 0. ) u=35
856 like 750 but trcl=(15.44 23.16 0. ) u=35
857 like 851 but trcl=(23.16 23.16 0. ) u=35
858 like 750 but trcl=(30.88 23.16 0. ) u=35
859 like 750 but trcl=(30.88 15.44 0. ) u=35
860 like 838 but trcl=(23.16 15.44 0. ) u=35
861 like 865 but trcl=(15.44 15.44 0. ) u=35
862 like 838 but trcl=( 7.72 15.44 0. ) u=35
864 like 838 but trcl=(-7.72 15.44 0. ) u=35
866 like 838 but trcl=(-23.16 15.44 0. ) u=35
867 like 838 but trcl=(-23.16 7.72 0. ) u=35
868 like 838 but trcl=(-15.44 7.72 0. ) u=35
870 like 838 but trcl=(0.      7.72 0. ) u=35
871 like 869 but trcl=( 7.72 7.72 0. ) u=35
872 like 838 but trcl=(15.44 7.72 0. ) u=35
873 like 838 but trcl=(23.16 7.72 0. ) u=35
874 like 865 but trcl=(30.88 7.72 0. ) u=35
875 like 851 but trcl=(30.88 0. 0. ) u=35
876 like 838 but trcl=(23.16 0. 0. ) u=35
877 like 838 but trcl=( 7.72 0. 0. ) u=35
879 like 838 but trcl=(-7.72 0. 0. ) u=35
880 like 838 but trcl=(-23.16 0. 0. ) u=35
c
955 7 8.4304e-2 #851 #852 #853 #854 #855 #856 #857 #858 #859 #860 #861 #862
    #864 #865 #866 #867 #868 #869 #870 #871 #872 #873 #874 #875 #876
    #877 #879 #880 #905 imp:n=1 u=35
905 3 9.9852e-2 243 -242 #851 #852 #853 #854 #855 #856 #857 #858 #859 #860
    #861 #862 #864 #865 #866 #867 #868 #869 #870 #871 #872 #873 #874 #875
    #876 #877 #879 #880 imp:n=1 u=35
c
c      ***** gamma shielding plate in grid plate region U=70 *****
980 0 270 -271 272 -273 220 -219 imp:n=1 fill=70 u=50
981 2 6.0299e-2 274 -275 216 -212 imp:n=1 u=70
982 3 9.9852e-2 243 -242 #981 imp:n=1 u=70
983 7 8.4304e-2 #981 #982 imp:n=1 u=70
c
c      ***** Reg no c d bubun *****
984 4 4.6304e-2 290 -52 218 -291 trcl=(30.88 0. 0. ) imp:n=1 u=50
c
c
c      ***** matome *****
c
700 0 501 -502 503 -504 505 -506 imp:n=1 fill=50
701 3 9.9852e-2 #401 #431 #461 #500 #540 #580 #598 #600
    #800 #816 #817 #819 #820 #821 #822 #823 #824 #825 #835 #836 #837
    #850 #232 #960 #961 #269 #314 #980 #984 imp:n=1 u=50
702 0 #700 imp:n=0

2    px  3.86
3    py -3.86
5    pz -37.5
6    pz  37.5
7    px -3.81
8    px  3.81
9    py -3.81
10   py  3.81
11   px -3.33
12   px  3.33
14   py  0.0635
15   px -2.975
16   px  2.975
17   py -0.025

```

18	py	0.025		
19	px	-3.725		
20	px	3.725		
21	py	-3.725		
22	py	3.725		
23	cz	2.1		
24	cz	2.0		
25	cz	1.8		
26	cz	0.8		
27	c/z	1.75	1.75	1.6
28	c/z	1.75	1.75	1.5
29	c/z	-1.75	1.75	1.35
30	c/z	-1.75	1.75	1.25
31	c/z	-1.75	1.75	1.05
32	c/z	-1.75	1.75	1.0
33	c/z	-1.75	1.75	0.85
34	c/z	-1.75	1.75	0.8
35	c/z	-1.75	1.75	1.6
36	c/z	-1.75	1.75	1.5
37	c/z	1.75	1.75	1.35
38	c/z	1.75	1.75	1.25
39	c/z	1.75	1.75	1.05
40	c/z	1.75	1.75	1.0
41	c/z	1.75	1.75	0.85
42	c/z	1.75	1.75	0.8
43	cz	1.835		
44	cz	2.135		
45	cz	2.85		
46	cz	3.15		
47	cz	3.3		
48	cz	0.85		
49	cz	1.05		
50	cz	1.25		
51	cz	1.35		
52	cz	1.5		
53	cz	1.62		
54	cz	1.0		
55	cz	1.65		
56	cz	1.92		
57	px	-3.77		
58	px	3.77		
59	py	-3.77		
60	py	3.77		
61	cz	2.15		
62	cz	2.525		
63	cz	3.025		
64	cz	3.21		
65	cz	3.45		
66	cz	3.5		
67	cz	1.9		
68	cz	1.27		
69	cz	1.17		
70	py	0.3429		
71	py	3.7211		
72	py	-3.7211		
73	cz	1.60		
74	px	-3.775		
75	px	3.775		
76	py	-3.775		
77	py	3.775		
78	px	-3.31		
79	px	3.31		
80	py	-3.31		
81	py	3.31		
82	px	-3.175		
83	px	3.175		

84	py	-3.175
85	py	3.175
86	py	-2.9585
87	py	2.9585
88	px	-2.675
89	px	2.675
90	py	-2.8315
91	py	-2.5725
92	px	-2.42
93	px	2.42
94	py	-2.92
95	py	-2.87
102	py	-2.68
103	py	2.68
104	px	-2.0
105	px	2.0
106	py	-2.0
107	py	2.0
108	px	-2.655
109	px	2.655
110	py	-2.655
111	py	2.655
112	px	-3.155
113	px	3.155
114	py	-3.155
115	py	3.155
122	cz	4.27
123	cz	4.595
124	cz	4.7
125	cz	4.9
126	cz	5.415
127	cz	5.715
128	cz	6.3
129	cz	6.6
130	cz	6.85
131	cz	7.3
132	cz	7.4
133	px	-7.65
134	px	7.65
135	py	-7.65
136	py	7.65
137	cz	5.89
138	cz	6.37
139	cz	6.67
140	cz	7.1
141	cz	7.35
142	pz	39.9
143	pz	41.5
145	cz	0.615
146	cz	2.935
147	cz	3.175
148	px	-3.775
149	px	3.775
150	py	-3.775
151	py	3.775
152	cz	1.72
153	cz	0.365
154	px	-3.825
155	px	3.825
156	py	-3.825
157	py	3.825
191	px	-57.9
192	px	65.62
193	py	-50.18
194	py	27.02
195	pz	-39.0

```

196 pz 39.0
197 py 57.9
198 py 61.1
199 px -27.02
200 px 34.74
201 py 30.22
209 px -26.92
210 px 34.64
212 py 30.12
213 py 11.58
214 py -19.3
215 py -34.74
216 py 27.12
217 pz -42.5
218 pz 42.5
219 pz -45.5
220 pz -68.72
221 py -34.74
222 py -19.3
227 pz 127.5
230 pz -31.0
231 pz -32.6
232 pz -33.6
233 pz 52.4
234 pz -36.1
235 pz -37.6
236 pz -35.2
237 pz 44.1
238 pz -120.5
239 pz -114.1
240 pz -112.6
241 cz 3.75
242 pz -48.0
243 pz -65.72
244 pz -43.46
245 pz -43.5
246 pz -45.1
247 pz -46.0
248 pz -47.5
249 pz -122.52
250 pz -124.02
251 pz -126.3
c ***** SH-1,2 position change point (99.0mm) ***
252 pz -31.56
253 pz -32.60
254 pz -33.60
255 pz 52.40
256 pz -36.10
257 pz -37.60
258 pz -35.20
259 pz -114.10
260 pz -112.60
261 pz -116.50
c *****
262 cz 2.8
263 cz 2.225
264 cz 0.615
265 cz 2.225
266 cz 0.625
267 cz 2.885
268 cz 2.3
269 pz -126.42
c ccccccccccccccccccc
270 px -27.02
271 px 34.74
272 py 27.02

```

273 py 30.22  
 274 px -10.14  
 275 px 17.86  
 c cccccccccccccccccccc

c \*\*\*\*\* H-5 L-5 capsule \*\*\*\*\*

276 c/z 0. 0.85 0.3  
 283 c/z 0.67 0.53 0.3  
 284 c/z 0.83 -0.19 0.3  
 285 c/z 0.37 -0.77 0.3  
 286 c/z -0.37 -0.77 0.3  
 287 c/z -0.83 -0.19 0.3  
 288 c/z -0.57 0.53 0.3  
 277 cz 1.2  
 278 cz 1.25  
 279 cz 1.275  
 280 cz 1.575  
 281 cz 1.6  
 282 cz 1.7  
 289 cz 2.775  
 290 cz 1.4  
 291 pz 127.5

c \*\*\*\*\*

300 py -0.02258  
 301 py 0.02258  
 302 py -0.02016  
 303 py 0.02016  
 501 px -107.9  
 502 px 115.62  
 503 py -100.05  
 504 py 111.1  
 505 pz -170.5  
 506 pz 177.5

kcode 5000 1 10 510

c \*\*\*\*\*  
 ksrc 0.4064 7.72 0. 0.8128 7.72 0. 2.4384 7.72 0.  
 1.2129 7.72 0. 1.6256 7.72 0. 2.032 7.72 0.  
 2.8448 7.72 0. 3.2512 7.72 0. 3.6576 7.72 0.  
 -0.4064 7.72 0. -0.8128 7.72 0. -0.8128 7.72 0.  
 -1.2129 7.72 0. -1.6256 7.72 0. -2.032 7.72 0.  
 -2.8448 7.72 0. -3.2512 7.72 0. -3.6576 7.72 0.  
 0. 7.72 0.  
 0.4064 -7.72 0. 0.8128 -7.72 0. 2.4384 -7.72 0.  
 1.2129 -7.72 0. 1.6256 -7.72 0. 2.032 -7.72 0.  
 2.8448 -7.72 0. 3.2512 -7.72 0. 3.6576 -7.72 0.  
 -0.4064 -7.72 0. -0.8128 -7.72 0. -0.8128 -7.72 0.  
 -1.2129 -7.72 0. -1.6256 -7.72 0. -2.032 -7.72 0.  
 -2.8448 -7.72 0. -3.2512 -7.72 0. -3.6576 -7.72 0.  
 0. -7.72 0.  
 8.1264 0. 0. 8.5328 0. 0. 10.1584 0. 0.  
 8.9329 0. 0. 9.3456 0. 0. 9.752 0. 0.  
 10.5648 0. 0. 10.9712 0. 0. 11.3776 0. 0.  
 7.3136 0. 0. 6.9072 0. 0. 5.2816 0. 0.  
 6.5071 0. 0. 6.0944 0. 0. 5.688 0. 0.  
 4.8752 0. 0. 4.4688 0. 0. 4.0624 0. 0.  
 7.72 0. 0.  
 8.1264 15.44 0. 8.5328 15.44 0. 10.1584 15.44 0.  
 8.9329 15.44 0. 9.3456 15.44 0. 9.752 15.44 0.  
 10.5648 15.44 0. 10.9712 15.44 0. 11.3776 15.44 0.  
 7.3136 15.44 0. 6.9072 15.44 0. 5.2816 15.44 0.  
 6.5071 15.44 0. 6.0944 15.44 0. 5.688 15.44 0.  
 4.8752 15.44 0. 4.4688 15.44 0. 4.0624 15.44 0.  
 7.72 15.44 0.



8.1264 -15.44 0.	8.5328 -15.44 0.	10.1584 -15.44 0.
8.9329 -15.44 0.	9.3456 -15.44 0.	9.752 -15.44 0.
10.5648 -15.44 0.	10.9712 -15.44 0.	11.3776 -15.44 0.
7.3136 -15.44 0.	6.9072 -15.44 0.	5.2816 -15.44 0.
6.5071 -15.44 0.	6.0944 -15.44 0.	5.688 -15.44 0.
4.8752 -15.44 0.	4.4688 -15.44 0.	4.0624 -15.44 0.
7.72 -15.44 0.		
15.8464 -7.72 0.	16.2528 -7.72 0.	17.8784 -7.72 0.
16.6529 -7.72 0.	17.0656 -7.72 0.	17.472 -7.72 0.
18.2824 -7.72 0.	18.6912 -7.72 0.	19.0976 -7.72 0.
15.0336 -7.72 0.	14.6272 -7.72 0.	13.0016 -7.72 0.
14.2271 -7.72 0.	13.8144 -7.72 0.	13.408 -7.72 0.
12.5952 -7.72 0.	12.1888 -7.72 0.	11.7824 -7.72 0.
15.44 -7.72 0.		
15.8464 7.72 0.	16.2528 7.72 0.	17.8784 7.72 0.
16.6529 7.72 0.	17.0656 7.72 0.	17.472 7.72 0.
18.2824 7.72 0.	18.6912 7.72 0.	19.0976 7.72 0.
15.0336 7.72 0.	14.6272 7.72 0.	13.0016 7.72 0.
14.2271 7.72 0.	13.8144 7.72 0.	13.408 7.72 0.
12.5952 7.72 0.	12.1888 7.72 0.	11.7824 7.72 0.
15.44 7.72 0.		
23.5664 7.72 0.	23.9728 7.72 0.	25.5984 7.72 0.
24.3729 7.72 0.	24.7856 7.72 0.	25.1926 7.72 0.
26.0024 7.72 0.	26.4112 7.72 0.	26.8176 7.72 0.
22.7536 7.72 0.	22.3472 7.72 0.	20.7216 7.72 0.
21.9471 7.72 0.	21.5344 7.72 0.	21.128 7.72 0.
20.3152 7.72 0.	19.9088 7.72 0.	19.5024 7.72 0.
23.16 7.72 0.		
23.5664 -7.72 0.	23.9728 -7.72 0.	25.5984 -7.72 0.
24.3729 -7.72 0.	24.7856 -7.72 0.	25.1926 -7.72 0.
26.0024 -7.72 0.	26.4112 -7.72 0.	26.8176 -7.72 0.
22.7536 -7.72 0.	22.3472 -7.72 0.	20.7216 -7.72 0.
21.9471 -7.72 0.	21.5344 -7.72 0.	21.128 -7.72 0.
20.3152 -7.72 0.	19.9088 -7.72 0.	19.5024 -7.72 0.
23.16 -7.72 0.		
23.5664 15.44 0.	23.9728 15.44 0.	25.5984 15.44 0.
24.3729 15.44 0.	24.7856 15.44 0.	25.1926 15.44 0.
26.0024 15.44 0.	26.4112 15.44 0.	26.8176 15.44 0.
22.7536 15.44 0.	22.3472 15.44 0.	20.7216 15.44 0.
21.9471 15.44 0.	21.5344 15.44 0.	21.128 15.44 0.
20.3152 15.44 0.	19.9088 15.44 0.	19.5024 15.44 0.
23.16 15.44 0.		
23.5664 -15.44 0.	23.9728 -15.44 0.	25.5984 -15.44 0.
24.3729 -15.44 0.	24.7856 -15.44 0.	25.1926 -15.44 0.
26.0024 -15.44 0.	26.4112 -15.44 0.	26.8176 -15.44 0.
22.7536 -15.44 0.	22.3472 -15.44 0.	20.7216 -15.44 0.
21.9471 -15.44 0.	21.5344 -15.44 0.	21.128 -15.44 0.
20.3152 -15.44 0.	19.9088 -15.44 0.	19.5024 -15.44 0.
23.16 -15.44 0.		
23.5664 0. 0.	23.9728 0. 0.	25.5984 0. 0.
24.3729 0. 0.	24.7856 0. 0.	25.1926 0. 0.
26.0024 0. 0.	26.4112 0. 0.	26.8176 0. 0.
22.7536 0. 0.	22.3472 0. 0.	20.7216 0. 0.
21.9471 0. 0.	21.5344 0. 0.	21.128 0. 0.
20.3152 0. 0.	19.9088 0. 0.	19.5024 0. 0.
23.16 0. 0.		
-8.1264 0. 0.	-8.5328 0. 0.	-10.1584 0. 0.
-8.9329 0. 0.	-9.3456 0. 0.	-9.752 0. 0.
-10.5648 0. 0.	-10.9712 0. 0.	-11.3776 0. 0.
-7.3136 0. 0.	-6.9072 0. 0.	-5.2816 0. 0.
-6.5071 0. 0.	-6.0944 0. 0.	-5.688 0. 0.
-4.8752 0. 0.	-4.4688 0. 0.	-4.0624 0. 0.
-7.72 0. 0.		
-8.1264 15.44 0.	-8.5328 15.44 0.	-10.1584 15.44 0.
-8.9329 15.44 0.	-9.3456 15.44 0.	-9.752 15.44 0.
-10.5648 15.44 0.	-10.9712 15.44 0.	-11.3776 15.44 0.

-7.3136	15.44	0.	-6.9072	15.44	0.	-5.2816	15.44	0.
-6.5071	15.44	0.	-6.0944	15.44	0.	-5.688	15.44	0.
-4.8752	15.44	0.	-4.4688	15.44	0.	-4.0624	15.44	0.
-7.72	15.44	0.						
-8.1264	-15.44	0.	-8.5328	-15.44	0.	-10.1584	-15.44	0.
-8.9329	-15.44	0.	-9.3456	-15.44	0.	-9.752	-15.44	0.
-10.5648	-15.44	0.	-10.9712	-15.44	0.	-11.3776	-15.44	0.
-7.3136	-15.44	0.	-6.9072	-15.44	0.	-5.2816	-15.44	0.
-6.5071	-15.44	0.	-6.0944	-15.44	0.	-5.688	-15.44	0.
-4.8752	-15.44	0.	-4.4688	-15.44	0.	-4.0624	-15.44	0.
-7.72	-15.44	0.						
-15.8464	-7.72	0.	-16.2528	-7.72	0.	-17.8784	-7.72	0.
-16.6529	-7.72	0.	-17.0656	-7.72	0.	-17.472	-7.72	0.
-18.2824	-7.72	0.	-18.6912	-7.72	0.	-19.0976	-7.72	0.
-15.0336	-7.72	0.	-14.6272	-7.72	0.	-13.0016	-7.72	0.
-14.2271	-7.72	0.	-13.8144	-7.72	0.	-13.408	-7.72	0.
-12.5952	-7.72	0.	-12.1888	-7.72	0.	-11.7824	-7.72	0.
-15.44	-7.72	0.						
-15.8464	7.72	0.	-16.2528	7.72	0.	-17.8784	7.72	0.
-16.6529	7.72	0.	-17.0656	7.72	0.	-17.472	7.72	0.
-18.2824	7.72	0.	-18.6912	7.72	0.	-19.0976	7.72	0.
-15.0336	7.72	0.	-14.6272	7.72	0.	-13.0016	7.72	0.
-14.2271	7.72	0.	-13.8144	7.72	0.	-13.408	7.72	0.
-12.5952	7.72	0.	-12.1888	7.72	0.	-11.7824	7.72	0.
-15.44	7.72	0.						
-23.5664	7.72	0.	-23.9728	7.72	0.	-25.5984	7.72	0.
-24.3729	7.72	0.	-24.7856	7.72	0.	-25.1926	7.72	0.
-26.0024	7.72	0.	-26.4112	7.72	0.	-26.8176	7.72	0.
-22.7536	7.72	0.	-22.3472	7.72	0.	-20.7216	7.72	0.
-21.9471	7.72	0.	-21.5344	7.72	0.	-21.128	7.72	0.
-20.3152	7.72	0.	-19.9088	7.72	0.	-19.5024	7.72	0.
-23.16	7.72	0.						
-23.5664	-7.72	0.	-23.9728	-7.72	0.	-25.5984	-7.72	0.
-24.3729	-7.72	0.	-24.7856	-7.72	0.	-25.1926	-7.72	0.
-26.0024	-7.72	0.	-26.4112	-7.72	0.	-26.8176	-7.72	0.
-22.7536	-7.72	0.	-22.3472	-7.72	0.	-20.7216	-7.72	0.
-21.9471	-7.72	0.	-21.5344	-7.72	0.	-21.128	-7.72	0.
-20.3152	-7.72	0.	-19.9088	-7.72	0.	-19.5024	-7.72	0.
-23.16	-7.72	0.						
-23.5664	15.44	0.	-23.9728	15.44	0.	-25.5984	15.44	0.
-24.3729	15.44	0.	-24.7856	15.44	0.	-25.1926	15.44	0.
-26.0024	15.44	0.	-26.4112	15.44	0.	-26.8176	15.44	0.
-22.7536	15.44	0.	-22.3472	15.44	0.	-20.7216	15.44	0.
-21.9471	15.44	0.	-21.5344	15.44	0.	-21.128	15.44	0.
-20.3152	15.44	0.	-19.9088	15.44	0.	-19.5024	15.44	0.
-23.16	15.44	0.						
-23.5664	-15.44	0.	-23.9728	-15.44	0.	-25.5984	-15.44	0.
-24.3729	-15.44	0.	-24.7856	-15.44	0.	-25.1926	-15.44	0.
-26.0024	-15.44	0.	-26.4112	-15.44	0.	-26.8176	-15.44	0.
-22.7536	-15.44	0.	-22.3472	-15.44	0.	-20.7216	-15.44	0.
-21.9471	-15.44	0.	-21.5344	-15.44	0.	-21.128	-15.44	0.
-20.3152	-15.44	0.	-19.9088	-15.44	0.	-19.5024	-15.44	0.
-23.16	-15.44	0.						
-23.5664	0.	0.	-23.9728	0.	0.	-25.5984	0.	0.
-24.3729	0.	0.	-24.7856	0.	0.	-25.1926	0.	0.
-26.0024	0.	0.	-26.4112	0.	0.	-26.8176	0.	0.
-22.7536	0.	0.	-22.3472	0.	0.	-20.7216	0.	0.
-21.9471	0.	0.	-21.5344	0.	0.	-21.128	0.	0.
-20.3152	0.	0.	-19.9088	0.	0.	-19.5024	0.	0.
-23.16	0.	0.						
c	*****	follower						
-2.895	0.	-85.	-2.509	0.	-85.	-2.123	0.	-85.
-1.71	0.	-85.	-1.351	0.	-85.	-0.965	0.	-85.
-0.576	0.	-85.	0.193	0.	-85.	0.579	0.	-85.
0.965	0.	-85.	1.351	0.	-85.	1.737	0.	-85.
2.123	0.	-85.	2.509	0.	-85.	2.895	0.	-85.

```

-0.193 0. -85.
-2.895 7.72 0. -2.509 7.72 0. -2.123 7.72 0.
-1.71 7.72 0. -1.351 7.72 0. -0.965 7.72 0.
-0.576 7.72 0. 0.193 7.72 0. 0.579 7.72 0.
0.965 7.72 0. 1.351 7.72 0. 1.737 7.72 0.
2.123 7.72 0. 2.509 7.72 0. 2.895 7.72 0.
-0.193 7.72 0.
-2.895 -7.72 0. -2.509 -7.72 0. -2.123 -7.72 0.
-1.71 -7.72 0. -1.351 -7.72 0. -0.965 -7.72 0.
-0.576 -7.72 0. 0.193 -7.72 0. 0.579 -7.72 0.
0.965 -7.72 0. 1.351 -7.72 0. 1.737 -7.72 0.
2.123 -7.72 0. 2.509 -7.72 0. 2.895 -7.72 0.
-0.193 -7.72 0.
-18.335 0. -42.82 -17.949 0. -42.82 -17.563 0. -42.82
-17.15 0. -42.82 -16.791 0. -42.82 -16.405 0. -42.82
-16.016 0. -42.82 -15.247 0. -42.82 -14.861 0. -42.82
-14.475 0. -42.82 -14.089 0. -42.82 -13.703 0. -42.82
-13.317 0. -42.82 -12.931 0. -42.82 -12.545 0. -42.82
-15.274 0. -42.82
18.335 0. -42.82 17.949 0. -42.82 17.563 0. -42.82
17.15 0. -42.82 16.791 0. -42.82 16.405 0. -42.82
16.016 0. -42.82 15.247 0. -42.82 14.861 0. -42.82
14.475 0. -42.82 14.089 0. -42.82 13.703 0. -42.82
13.317 0. -42.82 12.931 0. -42.82 12.545 0. -42.82
15.274 0. -42.82
prdmp 0 0 0 5
c m1 092235 3.1638e-2 092238 3.8668e-2 013027 9.2969e-1
c ***** MEU A ND=5.4243e-2 *****
m1 092235 3.4662e-2 092238 4.1830e-2 013027 9.2351e-1
m2 013027 1.
m3 001001 6.6667e-1 008016 3.3333e-1
mt3 lwtr.01
m4 048000 1.
m5 004009 1.
c mt5 be.01t
m6 008016 1.
m7 026000 6.9868e-1 028000 9.2519e-2 024000 2.0880e-1
c m8 005010 1.9800e-1 005011 8.0200e-1
c m9 029000 1.
c ***** MEU B ND=5.2346e-2 *****
m10 092235 3.2339e-2 092238 3.9164e-2 013027 9.2850e-1
c ***** Follower ND=5.3948e-2 *****
m11 092235 3.3532e-2 092238 4.0984e-2 013027 9.2548e-1
c ***** 8.13 g/cm3 100 TD B-SUS *****
c ND=9.3291e-2
m12 026000 0.63137 028000 0.083606 024000 0.18869
005010 0.01547 005011 0.062269 025055 0.0093998
014000 0.0091935
c
m13 026000 6.8961e-1 028000 1.3170e-1 024000 1.7869e-1
m14 026000 2.1001e-1 028000 4.6946e-1 024000 2.5940e-1 042000 6.1120e-2
c ***** MEU C ND=5.0443e-2 *****
m15 092235 2.9959e-2 092238 3.6164e-2 013027 9.3388e-1

```