

JAERI - M  
85-013

二次元燃料ふるまい解析コードFEMAXI-IIIの  
高速演算ベクトル化による構造改善

1985年2月

柳澤 和章・山崎 隆\*・徳永 康男\*\*・石黒美佐子

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

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1985

---

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 ㈱原子力資料サービス

二次元燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III の  
高速演算ベクトル化による構造改善

日本原子力研究所東海研究所安全工学部  
柳澤和章・山崎 隆\*・徳永康男\*\*・石黒美佐子<sup>+</sup>

(1985年1月23日受理)

原研では二次元燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III をスカラ計算機用最適化コードとして開発してきたが、燃料の高燃焼度化及び負荷追従運転化といった最近の傾向はコードのより大きな高速化を要求しておりそれに対応した改善が必要となった。

改善の主たる目的はオリジナルコードに組みこまれたあるスカラ型サブルーチンをベクトル化し、高速ベクトル計算機で実行可能な構造にすることである。

FEMAXI-III の構造改善は成功裡に終了した。改善の効果を確かめるために引き続き実施した2回のベンチマーク試験から次のような結論を得た。

- (1) 第1回目のベンチマークテストでは、HBWR、BWR及びPWR条件下で比較的高い燃焼度まで照射した3本の燃料棒を準備した。ベクトル化したFEMAXIでは全てのケースについて消費した正味計算時間がオリジナルのものより約50%少なかった。
- (2) 第2回目のベンチマークテストでは燃焼度13~30MWd/kg Uの範囲まで照射し、スウェーデンR2炉で出力急昇試験を行った26本のPWR型燃料棒を準備した。この場合、コードは個々の燃料棒に対して計26回実行し、その結果からPCI破損しきい値のエンベロップを作る解析手段に用いた。同一の結果を得るのにそれぞれベクトル化したFEMAXI-IIIの総計算消費時間は18分であり、一方オリジナルのFEMAXI-IIIでは36分であった。
- (3) 構造改善によって得た効果はベクトル化されたFEMAXI-III中の力学的計算での時間節約が大きく利いていることがわかった。

---

+ 計算センター

\* カナザワコンピュータサービス (株)

\*\* 富士通 (株)

A STRUCTURAL MODIFICATION OF THE TWO DIMENSIONAL  
FUEL BEHAVIOUR ANALYSIS CODE FEMAXI-III WITH  
HIGH-SPEED VECTORIZED OPERATION

Kazuaki YANAGISAWA, Takashi YAMAZAKI<sup>\*</sup>, Yasuo TOKUNAGA<sup>\*\*</sup>  
and Misako ISHIGURO<sup>+</sup>

Department of Nuclear Safety Research  
Tokai Research Establishment, JAERI

( Received January 23, 1985 )

Though the two-dimensional fuel behaviour analysis code FEMAXI-III has been developed by JAERI in form of optimized scalar computer code, the call for more efficient code usage generally arized from the recent trends like high burn-up and load follow operation asks the code into further modification stage.

A principal aim of the modification is to transform the already implemented scalar type subroutines into vectorized forms to make the programme structure efficiently run on high-speed vector computers.

The effort of such structural modification has been finished on a fair way to success. The benchmarking two tests subsequently performed to examine the effect of the modification led us the following concluding remarks:

- (1) In the first benchmark test, comparatively high-burned three fuel rods that have been irradiated in HBWR, BWR, and PWR condition are prepared. With respect to all cases, a net computing time consumed in the vectorized FEMAXI is approximately 50% less than that consumed in the original one.
- (2) In the second benchmark test, a total of 26 PWR fuel rods that have been irradiated in the burn-up ranges of 13-30

---

+ Computer Center

\* Kanazawa Computer Service Co.

\*\* Fujitsu Ltd.

MWd/kgU and subsequently power ramped in R2 reactor, Sweden is prepared. In this case the code is purposed to be used for making an envelop of PCI-failure threshold through 26 times code runs. Before coming to the same conclusion, the vectorized FEMAXI-III consumed a net computing time 18 min., while the original FEMAXI-III consumed a computing time 36 min. respectively.

- (3) The effects obtained from such structural modification are found to be significantly attributed to saving a net computing time in a mechanical calculation in the vectorized FEMAXI-III code.

Keywords : Modification, Fuel Behaviour, FEMAXI-III, Vectorized Operation  
Two Dimensional, Scalar Computer Code, Reactor Safety

## 目 次

1. 燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III の概要 .....	1
2. FEMAXI-III コードベクトル化の目的 .....	1
3. FEMAXI-III コードベクトル化 .....	2
3.1 コードベクトル化の手順 .....	2
3.2 プログラムベクトル化の代表例 .....	2
4. 結 果 .....	3
4.1 個別効果試験の結果 .....	3
4.2 総合効果試験の結果 .....	3
5. 結 言 .....	4
謝 辞 .....	5
参考文献 .....	5
付録 I : FEMAXI-III オリジナルプログラムの特性分析から得られた情報 .....	10
付録 II : ベクトル化された FEMAXI-III から得られた Tool 情報 .....	25

CONTENTS

1. Outline of fuel behaviour analysis code FEMAXI-III .....	1
2. Purpose for vectorizing the FEMAXI-III .....	1
3. Procedure to vectorize the FEMAXI-III .....	2
3.1 Procedure to vectorize the code .....	2
3.2 Representative example for vectorized programme .....	2
4. Result .....	3
4.1 Result from separate effect test .....	3
4.2 Result from general effect test .....	3
5. Conclusion .....	4
Acknowledgments .....	5
References .....	5
Appendix I: Informations obtained from characteristic analysis on original FEMAXI programme .....	10
Appendix II: Tool informations obtained from vectorized FEMAXI-III .....	25

## 1. 燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III の概要

燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III (Fuel Element Modelling by AXI-symmetric Finite Element Method) は燃料棒の全設計寿命にわたって燃料温度, FP ガス放出, 変形(応力, 歪), ペレット-被覆相互作用 (PCI) を計算するいわゆる BE (Best Estimate) コードである。コードは大別して, 照射下燃料棒の熱的ふるまいを計算する部分と力学的ふるまいを計算する部分に分けられる。

熱的ふるまい部は径方向 1 次元軸対称問題としてペレット-被覆管のギャップ変化, FP ガス放出及びギャップ熱伝達へのフィードバックを考慮して, 温度分布や FP ガス圧力分布を解析する方法をとっている。この際, 燃料棒の軸方向は最大で 12 領域まで分割して計算できるようになっており, 熱的フィードバックが燃料棒全長に亘って収束するまで繰り返し計算を続行する。

力学的ふるまい部は Fig. 1 の幾何学的モデルで示すように, ペレット及び被覆管を有限個数の要素に分割し, 有限要素法 (FINITE ELEMENT METHOD) を半径-軸方向 ( $r-z$  方向) に適用して燃料棒の力学的相互作用を解析する方法をとっている。このとき, 計算の対称となるのは燃料ペレットの  $1/2$  長である。FEM 解析では次のような項目が考慮されている。

- (1) 燃料ペレットの熱膨張, 照射下スウェリング, 焼きしまり及びリロケーション
- (2) ペレットクラック, 弾塑性, クリープ及びペレット圧縮性
- (3) 被覆管の熱膨張, 弾塑性及びクリープ
- (4) ペレット-被覆管及びペレット端面での力学的相互作用

コードにはこの他下記のような種々のユニークな方法を導入している。

- (1) 精度の向上と要素数の削減を目的として Fig. 2 に示すような四角形 8 節点アイソパラメトリック要素を導入
- (2) 数値解の安定化のため, ペレットクラック, 弾塑性, 及びクリープ解析等に陰解法を導入
- (3) 領域の制限と計算時間の短縮のため, 連立方程式の一解法である Skyline 法を導入

これら一連の方法の導入により従来のコードより計算の短縮化と燃料ふるまい予測の精度の向上がはかられ, 比較的長期に亘る燃料棒の照射下のふるまい追跡が可能となった。

コード開発及び検証研究は 1978 年から開始され 5 年後の 1982 に完成・公開された [1]。

## 2. FEMAXI-III コードベクトル化の目的

現在 FEMAXI-III 公開化後数年を経ているが, この間コード計算に対するニーズに著しい変化が生じた。その中でも特に影響が大きかったのが, 『燃料の高燃焼度化及び負荷追従運転下での健全性の評価』に対するコード計算への諸要求であった。両者に対するコード計算では精度良く照射履歴をフォローすればする程計算時間が増加する。

従来例えば高燃焼度計算では非常に簡略化した照射履歴で実際の複雑な照射履歴のエンベロー



## 1. 燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III の概要

燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III (Fuel Element Modelling by AXI-symmetric Finite Element Method) は燃料棒の全設計寿命にわたって燃料温度, FP ガス放出, 変形(応力, 歪), ペレット-被覆相互作用 (PCI) を計算するいわゆる BE (Best Estimate) コードである。コードは大別して, 照射下燃料棒の熱的ふるまいを計算する部分と力学的ふるまいを計算する部分に分けられる。

熱的ふるまい部は径方向 1 次元軸対称問題としてペレット-被覆管のギャップ変化, FP ガス放出及びギャップ熱伝達へのフィードバックを考慮して, 温度分布や FP ガス圧力分布を解析する方法をとっている。この際, 燃料棒の軸方向は最大で 12 領域まで分割して計算できるようになっており, 熱的フィードバックが燃料棒全長に亘って収束するまで繰り返し計算を続行する。

力学的ふるまい部は Fig. 1 の幾何学的モデルで示すように, ペレット及び被覆管を有限個数の要素に分割し, 有限要素法 (FINITE ELEMENT METHOD) を半径-軸方向 ( $r-z$  方向) に適用して燃料棒の力学的相互作用を解析する方法をとっている。このとき, 計算の対称となるのは燃料ペレットの  $1/2$  長である。FEM 解析では次のような項目が考慮されている。

- (1) 燃料ペレットの熱膨張, 照射下スウェリング, 焼きしまり及びリロケーション
- (2) ペレットクラック, 弾塑性, クリープ及びペレット圧縮性
- (3) 被覆管の熱膨張, 弾塑性及びクリープ
- (4) ペレット-被覆管及びペレット端面での力学的相互作用

コードにはこの他下記のような種々のユニークな方法を導入している。

- (1) 精度の向上と要素数の削減を目的として Fig. 2 に示すような四角形 8 節点アイソパラメトリック要素を導入
- (2) 数値解の安定化のため, ペレットクラック, 弾塑性, 及びクリープ解析等に陰解法を導入
- (3) 領域の削限と計算時間の短縮のため, 連立方程式の一解法である Skyline 法を導入

これら一連の方法の導入により従来のコードより計算の短縮化と燃料ふるまい予測の精度の向上がはかられ, 比較的長期に亘る燃料棒の照射下のふるまい追跡が可能となった。

コード開発及び検証研究は 1978 年から開始され 5 年後の 1982 に完成・公開された [1]。

## 2. FEMAXI-III コードベクトル化の目的

現在 FEMAXI-III 公開化後数年を経ているが, この間コード計算に対するニーズに著しい変化が生じた。その中でも特に影響が大きかったのが, 『燃料の高燃焼度化及び負荷追従運転下での健全性の評価』に対するコード計算への諸要求であった。両者に対するコード計算では精度良く照射履歴をフォローすればする程計算時間が増加する。

従来例えば高燃焼度計算では非常に簡略化した照射履歴で実際の複雑な照射履歴のエンベロー

ブを作り、計算時間の短縮化を図る方法もとられたし、そうしても計算結果がある程度の誤差で有効となることが多々あった。しかしながら負荷追従運転下の燃料健全性の評価ではそのような簡略化は計算結果に重大な影響を及ぼすであろうことは明らかである。簡略化が不可能となれば、従来の逐次処理型計算機向きに最適化されたFEMAXI-IIIコード自身に計算時間短縮化を要求するのは不合理であり、より高速化された計算機の出現が望まれていた。一方、原研では数年前からスーパーコンピュータの原子力計算への適応性の調査が行われており〔2〕、費用及び計算速度の面から見て原子力分野の計算の大半はスーパーコンピュータによって処理される時代に移行することが予測された。また最近になってスーパーコンピュータとしてのベクトル計算機VP-100が実際に原研に導入され、それをを用いた高速計算も実質的に可能になった。

以上のような経緯により、逐次処理計算方式(スカラー方式)で計算を実施していたFEMAXI-IIIのベクトル化を行い計算精度をおとす事なく燃料の高燃焼度化及び負荷追従運転化に十分に対処できるようにすることとした。

### 3. FEMAXI-IIIコードのベクトル化

#### 3.1 コードベクトル化の手順

FEMAXI-IIIをベクトル化するのに用いた手順をTable 1に示す。最終的にベクトル化されたFEMAXI-III(以下FEMAXI-III Vと略記する)を作成するのに大別して6つのステップを踏んだ。各ステップではその都度開発された経時的プログラムがあり、これらをVS, VO~V3と呼んだ。VSはオリジナルスカラー型FEMAXI-III, VOはVSを倍精度化したもの, V1はVOプログラムの特性分析をしたのちに各サブルーチン毎にベクトル化と最適化を施したもの, V2は1要素のガウス点(Fig. 2に示す8節点要素中に4点あって、実際に応力ベクトル、歪ベクトル等を計測する積分点(詳細は文献(1, 3)を参照)を並列処理計算するもの、そしてV3は全要素を並列処理するもので、FEMAXI-III Vそのものである。

コードベクトル化に際してFORTRAN77 NPコンパイラ, ANALYSIS-77(4), FORTUNE(5), 及びTOP10(6)をツールとして用いたが、そこから得られたオリジナルプログラムに関するANALYSIS及びTOP10情報は付録Iに、ベクトル化されたプログラムに関するANALYSIS及びTOP10情報は付録IIに、それぞれまとめた。

#### 3.2 プログラムベクトル化の代表例

##### 1) ベクトル長の定義

従来の高速汎用機の主流は逐次型処理方式であるが、そこでの演算処理に何らかの並列性を持ちこんで演算処理を大幅に向上させる方式の1つがパイプライン・ベクトル方式である。この方式は多数のデータに対する同一演算を時分割的に1つの演算装置内で行うもので、従来の利用技術から継続的に発展したものである。

ブを作り、計算時間の短縮化を図る方法もとられたし、そうしても計算結果がある程度の誤差で有効となることが多々あった。しかしながら負荷追従運転下の燃料健全性の評価ではそのような簡略化は計算結果に重大な影響を及ぼすであろうことは明らかである。簡略化が不可能となれば、従来の逐次処理型計算機向きに最適化されたFEMAXI-IIIコード自身に計算時間短縮化を要求するのは不合理であり、より高速化された計算機の出現が望まれていた。一方、原研では数年前からスーパーコンピュータの原子力計算への適応性の調査が行われており〔2〕、費用及び計算速度の面から見て原子力分野の計算の大半はスーパーコンピュータによって処理される時代に移行することが予測された。また最近になってスーパーコンピュータとしてのベクトル計算機VP-100が実際に原研に導入され、それをを用いた高速計算も実質的に可能になった。

以上のような経緯により、逐次処理計算方式(スカラー方式)で計算を実施していたFEMAXI-IIIのベクトル化を行い計算精度をおとす事なく燃料の高燃焼度化及び負荷追従運転化に十分に対処できるようにすることとした。

### 3. FEMAXI-IIIコードのベクトル化

#### 3.1 コードベクトル化の手順

FEMAXI-IIIをベクトル化するのに用いた手順をTable 1に示す。最終的にベクトル化されたFEMAXI-III(以下FEMAXI-III Vと略記する)を作成するのに大別して6つのステップを踏んだ。各ステップではその都度開発された経時的プログラムがあり、これらをVS, VO~V3と呼んだ。VSはオリジナルスカラー型FEMAXI-III, VOはVSを倍精度化したもの, V1はVOプログラムの特性分析をしたのちに各サブルーチン毎にベクトル化と最適化を施したもの, V2は1要素のガウス点(Fig. 2に示す8節点要素中に4点あって、実際に応力ベクトル、歪ベクトル等を計測する積分点(詳細は文献(1, 3)を参照)を並列処理計算するもの、そしてV3は全要素を並列処理するもので、FEMAXI-III Vそのものである。

コードベクトル化に際してFORTRAN77 NPコンパイラ、ANALYSIS-77(4)、FORTUNE(5)、及びTOP10(6)をツールとして用いたが、そこから得られたオリジナルプログラムに関するANALYSIS及びTOP10情報は付録Iに、ベクトル化されたプログラムに関するANALYSIS及びTOP10情報は付録IIに、それぞれまとめた。

#### 3.2 プログラムベクトル化の代表例

##### 1) ベクトル長の定義

従来の高速汎用機の主流は逐次型処理方式であるが、そこでの演算処理に何らかの並列性を持ちこんで演算処理を大幅に向上させる方式の1つがパイプライン・ベクトル方式である。この方式は多数のデータに対する同一演算を時分割的に1つの演算装置内で行うもので、従来の利用技術から継続的に発展したものである。

パイプライン・ベクトル方式の計算機では、下記のようなFORTRAN DO ループ

```
DO 10 I = 1, N
  10 C(I) = C(I) - E * A(I) - F * B(I)
```

に見られるような配列についてその同一演算の繰り返しは、1組のベクトル命令で実行されるものとし、このときのNをベクトル長と定義する。

例えばFig. 2でオリジナルのプログラムではガウス点1点毎に逐時計算を実行するから、その計算でのベクトル長は1であるが、ガウス点(1要素内に4点存在)に関して並列処理をおこなったプログラム(V2)ではそのベクトル長は $4 \times 1 = 4$ になる。さらに全要素(18要素)に対して並列処理をおこなった最終プログラム(V3)ではそのベクトル長は $4 \times 18 = 72$ となる。

#### 2) FEMAXI-IIIプログラムのベクトル化の例

FEMAX-IIIプログラムでガウス点における応力・歪を計算する1つのサブルーチンに「ELMLP2」というのがあるが、これがベクトル化の前後でどのように変更されたか比較してTable 2に代表例として示す。

プログラムに内蔵されているサブルーチンに対して次々にベクトル化を施した結果、オリジナルサブルーチン142個に対して、約半分の66個のサブルーチンのベクトル化に成功した。

オリジナルプログラムは全体が領域節約の思想で構成されていたが、ベクトル化作業では領域節約をあまり考慮しなくても良かったのも1つの特徴であろう。

## 4. 結 果

オリジナルコードFEMAXI-IIIとベクトル化を実施したコードFEMAXI-III Vを用いて個別効果及び総合効果をみる試験をFACOM VP-100を用いて実施した。

### 4.1 個別効果試験の結果

個別効果試験とは任意に抽出した照射試験からの同一入力をオリジナルコードとベクトル化コードに与え同一計算結果を得るまでの実行時間を比較した試験である。計算対象として1) HB-WR照射試験(7), 2) スタツビック照射試験-BWR条件(8), 及び3) スタツビック照射試験-PWR条件(9)の3件につき高燃焼度域に於ける使用を意識して燃焼度が最大のもの(～30 MWd/kgU)を選択した。

個別効果試験の結果をTable 3に示す。表からわかるようにベクトル化されたコードによる計算時間はそれぞれのケースにつきオリジナルスカラー計算の約半分で済んでいる。

### 4.2 総合効果試験の結果

総合効果試験とはある一定目的の研究のためにFEMAXI-IIIを用い最終結論を得るために必

パイプライン・ベクトル方式の計算機では、下記のようなFORTRAN DO ループ

```
DO 10 I = 1, N
  10 C(I) = C(I) - E * A(I) - F * B(I)
```

に見られるような配列についてその同一演算の繰り返しは、1組のベクトル命令で実行されるものとし、このときのNをベクトル長と定義する。

例えばFig. 2でオリジナルのプログラムではガウス点1点毎に逐時計算を実行するから、その計算でのベクトル長は1であるが、ガウス点(1要素内に4点存在)に関して並列処理をおこなったプログラム(V2)ではそのベクトル長は $4 \times 1 = 4$ になる。さらに全要素(18要素)に対して並列処理をおこなった最終プログラム(V3)ではそのベクトル長は $4 \times 18 = 72$ となる。

## 2) FEMAXI-IIIプログラムのベクトル化の例

FEMAX-IIIプログラムでガウス点における応力・歪を計算する1つのサブルーチンに「ELMLP2」というのがあるが、これがベクトル化の前後でどのように変更されたか比較してTable 2に代表例として示す。

プログラムに内蔵されているサブルーチンに対して次々にベクトル化を施した結果、オリジナルサブルーチン142個に対して、約半分の66個のサブルーチンのベクトル化に成功した。

オリジナルプログラムは全体が領域節約の思想で構成されていたが、ベクトル化作業では領域節約をあまり考慮しなくても良かったのも1つの特徴であろう。

## 4. 結 果

オリジナルコードFEMAXI-IIIとベクトル化を実施したコードFEMAXI-III Vを用いて個別効果及び総合効果をみる試験をFACOM VP-100を用いて実施した。

### 4.1 個別効果試験の結果

個別効果試験とは任意に抽出した照射試験からの同一入力をオリジナルコードとベクトル化コードに与え同一計算結果を得るまでの実行時間を比較した試験である。計算対象として1) HB-WR照射試験(7), 2) スタツビック照射試験-BWR条件(8), 及び3) スタツビック照射試験-PWR条件(9)の3件につき高燃焼度域に於ける使用を意識して燃焼度が最大のもの( $\sim 30 \text{ MWd/kgU}$ )を選択した。

個別効果試験の結果をTable 3に示す。表からわかるようにベクトル化されたコードによる計算時間はそれぞれのケースにつきオリジナルスカラー計算の約半分で済んでいる。

### 4.2 総合効果試験の結果

総合効果試験とはある一定目的の研究のためにFEMAXI-IIIを用い最終結論を得るために必

要とした総合計算時間をみた試験である。ここではPCI破損限界しきい値研究のためFEMAXI-IIIを用いたコード解析〔10〕を計算対象とした。計算対象となったのは、スタツビック出力急昇試験計画中のPWR型(KWU/CE型)燃料棒であり、燃焼度は13~30MWd/kg Uの範囲にある。

従来用いていたスカラー計算機用のFEMAXI-IIIではFig. 3にみられるようなPCI破損/非破損のしきい値を得るのに36分の計算時間を要していたがベクトル化によって同一図を得るのに18分の計算時間で済むことがわかった。

FEMAXI-III計算は大別すると熱的ふるまいを計算する部分と力学的ふるまいを計算する部分とから構成されていることはすでにのべたが、ベクトル化の前後によって両者に必要な計算時間がどのようにかわったかをみたのがFig. 4である。これからベクトル化によってFEMAXIの力学的計算部分にかかる時間が大幅に短縮されたことがわかる。

## 5. 結 言

原研の有する燃料ふるまい解析コードEFMAXI-IIIはスカラ演算型最適化コードとして開発・公開されたが、最近の原子炉燃料をとりまく環境の変化—即ち高燃焼度化及び負荷追従運転化に対応してより演算性能を向上させる必要が生じた。このため並列処理で演算速度を大幅に向上させるベクトル演算が行えるような構造改善をオリジナルのサブルーチンに対して行ったのち、原研の有する高速ベクトル計算機VP-100で実行できるような努力をおこなった。

この構造改善は成功裡に終了した。改善の効果をみるために引き続いて実施した2回のベンチマーク試験から次のような結論を得た。

- (1) 第1回目のベンチマークテストではHBWR, BWR及びPWR条件下で比較的高燃焼度まで照射した3本の燃料棒を準備した。ベクトル化したFEMAXIは全てのケースについて消費した正味計算時間がオリジナルのものより約50%少なかった。
- (2) 第2回目のベンチマークテストでは燃焼度13~30MWd/kg Uの範囲まで照射し、スウェーデンR2炉で出力急昇試験にかけられた26本のPWR型燃料棒を準備した。この場合、コードは個々の燃料棒に対して計26回実行をおこない、その結果からPCI破損しきい値のエンベロープを作る解析手段を用いた。同一の結果を得るのにそれぞれベクトル化したFEMAXI-IIIの総計算消費時間は18分であり、一方オリジナルのFEMAXI-IIIは36分であった。
- (3) 構造改善によって得た効果はベクトル化されたFEMAXI-III中の力学的計算での時間節約が大きく利いていることがわかった。

要とした総合計算時間をみた試験である。ここではPCI破損限界しきい値研究のためFEMAXI-IIIを用いたコード解析〔10〕を計算対象とした。計算対象となったのは、スタツビック出力急昇試験計画中のPWR型(KWU/CE型)燃料棒であり、燃焼度は13~30MWd/kg Uの範囲にある。

従来用いていたスカラー計算機用のFEMAXI-IIIではFig. 3にみられるようなPCI破損/非破損のしきい値を得るのに36分の計算時間を要していたがベクトル化によって同一図を得るのに18分の計算時間で済むことがわかった。

FEMAXI-III計算は大別すると熱的ふるまいを計算する部分と力学的ふるまいを計算する部分とから構成されていることはすでにのべたが、ベクトル化の前後によって両者に必要な計算時間がどのようにかわったかをみたのがFig. 4である。これからベクトル化によってFEMAXIの力学的計算部分にかかる時間が大幅に短縮されたことがわかる。

## 5. 結 言

原研の有する燃料ふるまい解析コードEFMAXI-IIIはスカラ演算型最適化コードとして開発・公開されたが、最近の原子炉燃料をとりまく環境の変化—即ち高燃焼度化及び負荷追従運転化に対応してより演算性能を向上させる必要が生じた。このため並列処理で演算速度を大幅に向上させるベクトル演算が行えるような構造改善をオリジナルのサブルーチンに対して行ったのち、原研の有する高速ベクトル計算機VP-100で実行できるような努力をおこなった。

この構造改善は成功裡に終了した。改善の効果をみるために引き続いて実施した2回のベンチマーク試験から次のような結論を得た。

- (1) 第1回目のベンチマークテストではHBWR、BWR及びPWR条件下で比較的高燃焼度まで照射した3本の燃料棒を準備した。ベクトル化したFEMAXIは全てのケースについて消費した正味計算時間がオリジナルのものより約50%少なかった。
- (2) 第2回目のベンチマークテストでは燃焼度13~30MWd/kg Uの範囲まで照射し、スウェーデンR2炉で出力急昇試験にかけられた26本のPWR型燃料棒を準備した。この場合、コードは個々の燃料棒に対して計26回実行をおこない、その結果からPCI破損しきい値のエンベロープを作る解析手段を用いた。同一の結果を得るのにそれぞれベクトル化したFEMAXI-IIIの総計算消費時間は18分であり、一方オリジナルのFEMAXI-IIIは36分であった。
- (3) 構造改善によって得た効果はベクトル化されたFEMAXI-III中の力学的計算での時間節約が大きく利いていることがわかった。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり燃料安全第1研究室長市川達生及び計算センター室長代理浅井清の両氏に適切な助言と多大なる助力を頂きました。またFEMAXI-IIIコードの理解のためにCRC(株) 齊藤裕明氏から貴重な御教示を頂きました。スカラー及びベクトル化されたFEMAXI-IIIの実行及び結果の整理についてはカナザワコンピュータサービス(株)小田久子氏の御尽力を得ました。ここに感謝する次第です。

## 参 考 文 献

- (1) K. Ito, M. Ichikawa, T. Okubo and Y. Iwano, FEMAXI-III a computer code for fuel rod performance analysis, Nucl. Eng. and Design 76, 3 (1983)
- (2) 浅井清, 石黒美佐子, 松浦俊彦, スーパーコンピュータの原子力計算への適応性 25, 3 (1983) 164
- (3) B. Fraeijns de Veubeke, Displacement and equilibrium models in the finite element method, Chap. 9, Stress Analysis Zienkiewicz and G.S. Holister, Wiley (1965)
- (4) 原研計算センター computer 情報No.40 (1983)
- (5) 原研計算センター computer 情報No.38 (1982)
- (6) Private communication (1984)
- (7) M. Ichikawa, K. Yanagisawa and E. Kolstad, Studies on radial and axial deformation of fuel rods by inpile measurements, paper presented at the IAEA Specialists' Meeting on Pellet Cladding Interaction in Water Reactor Fuel, Oct, 1983, Seattle, Washington USA
- (8) 菊地章, 市川達生: インターランプ計画の研究成果, J. At. Energy Soc. Japan 23.7 (1981)
- (9) 菊地章: KWU/CE燃料棒のPCI/SCC挙動(オーバーランプ計画研究成果) JAERI-M 83-173 (1983)
- (10) 柳澤和章, 藤田操: 燃料ふるまい解析コード" FEMAXI-III "による出力急昇試験燃料棒の破損応力とFPガス放出率の評価, JAERI-M 83-228 (1984)



## 謝 辞

本研究の遂行にあたり燃料安全第1研究室長市川達生及び計算センター室長代理浅井清の両氏に適切な助言と多大なる助力を頂きました。またFEMAXI-IIIコードの理解のためにCRC(株)齊藤裕明氏から貴重な御教示を頂きました。スカラー及びベクトル化されたFEMAXI-IIIの実行及び結果の整理についてはカナザワコンピュータサービス(株)小田久子氏の御尽力を得ました。ここに感謝する次第です。

## 参 考 文 献

- (1) K. Ito, M. Ichikawa, T. Okubo and Y. Iwano, FEMAXI-III a computer code for fuel rod performance analysis, Nucl. Eng. and Design 76, 3 (1983)
- (2) 浅井清, 石黒美佐子, 松浦俊彦, スーパーコンピュータの原子力計算への適応性 25, 3 (1983) 164
- (3) B. Fraeijns de Veubeke, Displacement and equilibrium models in the finite element method, Chap. 9, Stress Analysis Zienkiewicz and G.S. Holister, Wiley (1965)
- (4) 原研計算センター computer 情報No.40 (1983)
- (5) 原研計算センター computer 情報No.38 (1982)
- (6) Private communication (1984)
- (7) M. Ichikawa, K. Yanagisawa and E. Kolstad, Studies on radial and axial deformation of fuel rods by inpile measurements, paper presented at the IAEA Specialists' Meeting on Pellet Cladding Interaction in Water Reactor Fuel, Oct, 1983, Seattle, Washigton USA
- (8) 菊地章, 市川達生: インターランプ計画の研究成果, J. At. Energy Soc. Japan 23.7 (1981)
- (9) 菊地章: KWU/CE燃料棒のPCI/SCC挙動(オーバーランプ計画研究成果) JAERI-M 83-173 (1983)
- (10) 柳澤和章, 藤田操: 燃料ふるまい解析コード" FEMAXI-III "による出力急昇試験燃料棒の破損応力とFPガス放出率の評価, JAERI-M 83-228 (1984)

Table 1 Procedure to vectorize the FEMAXI-III

Step	work	Code	tools used
1	Understanding of the original programme	VS	
2	Change COMMON sentence into INCLUDE file Compiler option, Autodouble	VO	SLC, VIVAPO
3	Characterisitic analysis on programme		ANALYSIS-77 FORTUNE TOP10 SPREAD 77
4	Optimization to individual subroutines have already implemented to	V1	FORTUNE TOP10
5	Parallel dealing to an element with four Gaussian points	V2	FORTUNE TOP10
6	Parallel dealing to all eighteen elements included in	V3	FORTUNE TOP10

Table 2 An example of procedure to vectorize  
the subroutine ELMLP2 in FEMAXI-III

ORIGINAL(Scalar)	MODIFIED(Vector)
DO 1 M=1, NELM	CALL LOCALI
CALL LOCALI	CALL GAULP2
DO 2 L=1, NGUS	DO 1 M=1, NELM
CALL GAULP2	CALL CLBDF
2 CONTINUE	1 CONTINUE
CALL CLBDF	CALL LOCALI
CALL LOCALI	
1 CONTINUE	

Table 3 Result of separate effect test on the vectorized  
FEMAXI-III code

Reactor	Programme					
	Original	Tentative			Vectorized	
	VS	V0	V1	V2	V3	V3/VS
HBWR	1 59 84	1 33 73	1 17 30	1 05 34	1 02 17	0.52
BWR	1 55 68	1 29 95	1 15 93	1 03 26	0 59 94	0.51
PWR	1 17 79	1 00 69	0 50 57	0 42 66	0 40 52	0.52

Figures in table should be read as 1 59 84=1 min. 59 sec 84

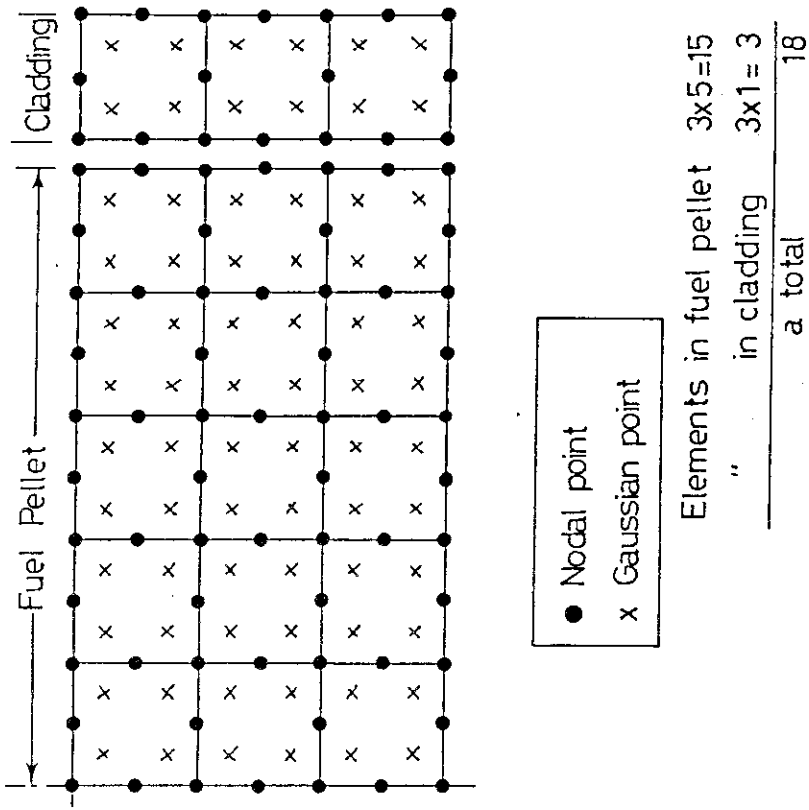


Figure 2 Element construction which has been used in FEMAXI calculation, where isoparametric type elements with rectangular eight nodal points are used.

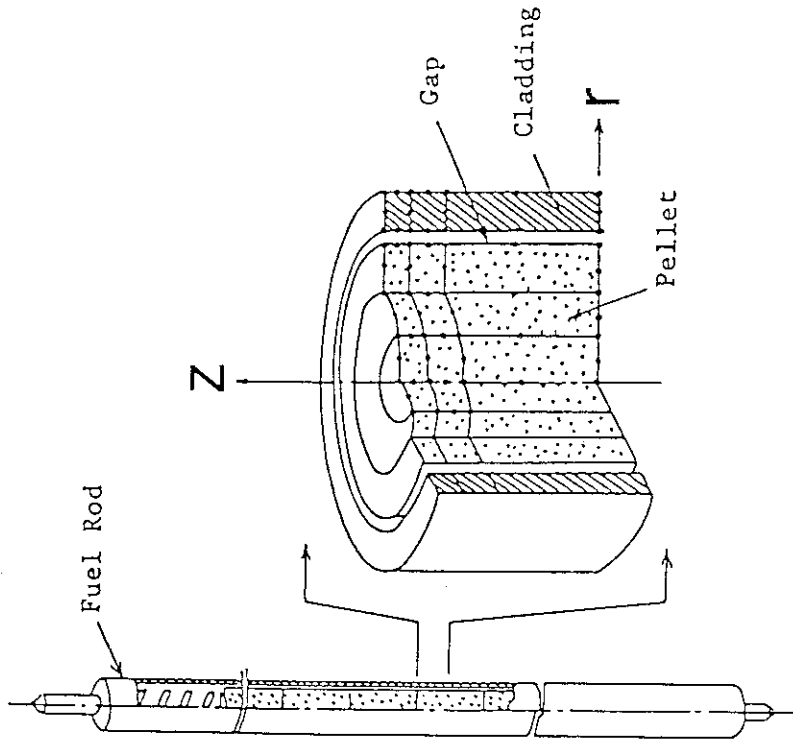


Figure 1 Geometrical representation of the FEMAXI-III calculational model composed of one-half length of fuel pellet with cladding which is taking an axial continuity into consideration together with boundary condition. Whereas calculation of F.P. gas release is carried out to overall rod length

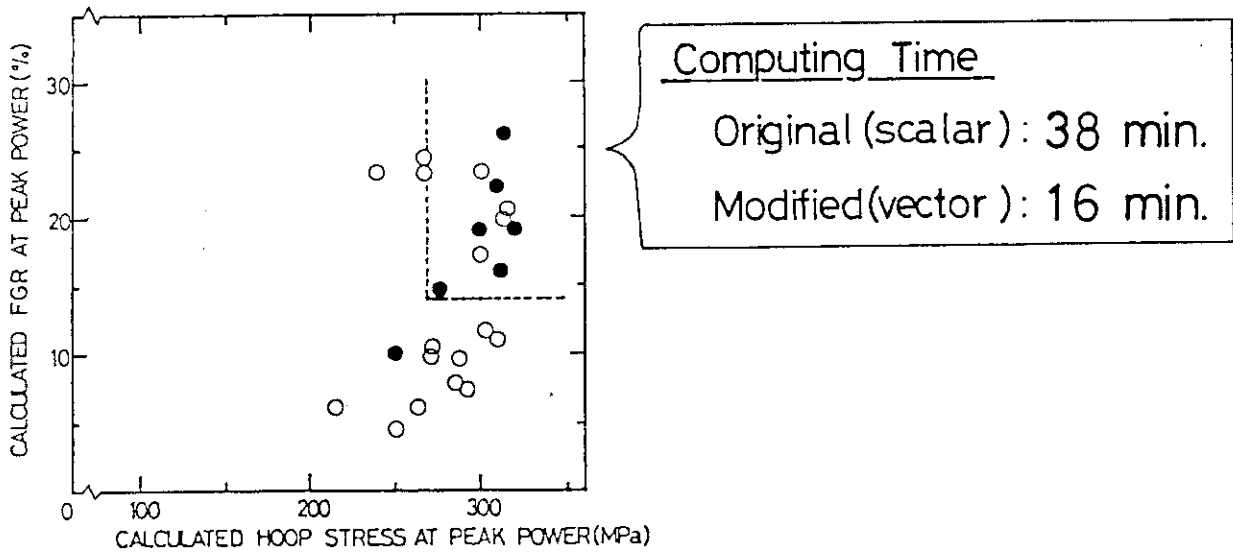


Figure 3 Calculated FGR(Fission Gas Release) vs. calculated hoop stress at ramp peak power with respect to KWU/CE rods used in Over-ramp experiments in which open circle represents intact while full circle does failure rod

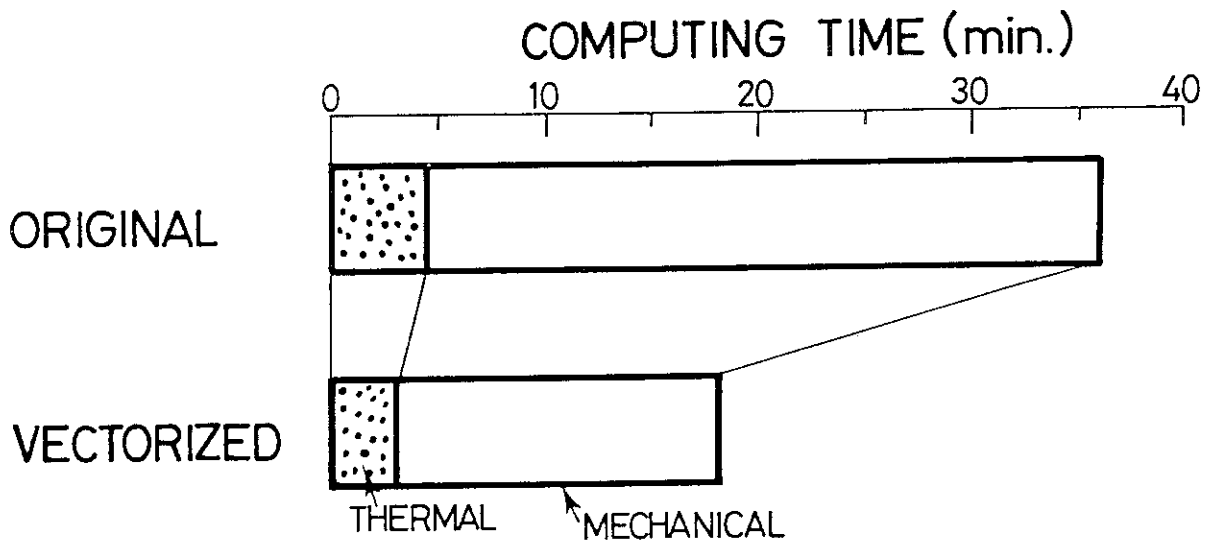


Figure 4 A comparison of computing time between original scalar FEMAXI-III and vectorized FEMAXI-III

付録 I FEMAXI-IIIオリジナルプログラムの特性分析から得られた  
情報

- I. 1 オリジナル (VS) プログラムから得られた ANALYSIS 情報
- I. 2 オリジナル (VS) プログラムから得られた TOP 10 情報



==== SUBPROGRAM NAME VS. COMMON BLOCK NAME ====	
I	1./ADDRESS/ I . . . . . X . . . . .
I	2./CHECK / I . . . . . X . . . . .
I	3./DAY / I . . . . . X . . . . .
I	4./DIMENS/ IX X . . . . . X . . . . .
I	5./FLMCN / I . . . . . X . . . . .
I	6./GAPPAR/ I . . . . . XXX. X . . . . .
I	7./GAUSS / I . . . . . X . . . . .
I	8./GAUSS / I . . . . . X . . . . .
I	9./HISOUT/ I . . . . . X . . . . .
I	10./LINE / I . . . . . X . . . . .
I	11./ONSET / I . . . . . X . . . . .
I	12./OPTPV / I . . . . . X . . . . .
I	13./OTHER / I . . . . . X . . . . .
I	14./OUTEL / IXX . . . . . X . . . . .
I	15./PARAME/ I . . . . . X . . . . .
I	16./PLOTS / I . . . . . X . . . . .
I	17./PLVOL / I . . . . . X . . . . .
I	18./PROPS / I X . . . . . X . . . . .
I	19./PROPSO/ I . . . . . X . . . . .
I	20./PROPT / I . . . . . X . . . . .
I	21./PTLINE/ IXXX X . . . . . X . . . . .
I	22./SIGOLD/ I . . . . . X . . . . .
I	23./TAUS / I . . . . . XXX. X . . . . .
I	24./TIMSTP/ I . . . . . X . . . . .
I	25./TITLE / I . . . . . X . . . . .



```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  ADDRESS
I  COMMON/ADDRESS/LPDI,LPDO,LPLE,LDZ,LGPI,LFDN,LFDI,LENR,LBU1,LBU2,LGAP,LTP1,
I  LTP2,LTC1,LTC2,LPG1,LPG2,LRG1,LRG2,LRG3,LRCX,LCF,LPFC,LGCS,LGCG,LGCR,LGCD,
I  LVGP,LVHL,LVFM,LCSO,LCCR,LSUV,LSUT,LSUS,LSUD,LSUR,LSUO,LSUV,LPP1,LPP2,
I  LSPG,LG2,LDG2,LF2,LPF2,LIST,LRLS,LDIH,LXCH,LTSM,LRSML,LCSM,LASI,LASR,LRLR,
I  LSP,LSMR,LXID,LID,LD
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  CHECK
I  COMMON/CHECK/ICHECK(10),ICK1
I  .....AAZERO BLOCKD GPSET MAIN PHIST FEMAX3 GAULP1
I  GAULP2 REPLG
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  DAY
I  COMMON/DAY/IDAY,IPH
I  .....BLOCKD INPHIS MAIN PHIST
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  DIMENS
I  COMMON/DIMENS/NOD2,NODE,NELM,NMAX,NMA,C,NCR,NCY,NMK,NMV,MAX,IS1,IS2,IS3,
I  MM,NN,KK
I  .....AAZERO BLOCKD ELMLP1 ELMLP2 FEMAX3
I  FPRES2 GAPELN GAULP1 GAULP2 INPGER
I  LOCALI MAIN MODIFY MODSET OUTELM
I  OUTNOD PAPLOT PRIOPT PROFIL REPLG
I  REPLN TIMER
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  FLMCN
I  COMMON/FLMCN/V,DE
I  .....BLOCKD MAIN SSTEMP
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  GAPPAR
I  COMMON/GAPPAR/CFU(11),CFV(11),DCFU(11),DCFV(11),DELGP(11),HH(11),RR(11),
I  SGN(11),ALB(11),ALG(11),VMU(11),ALC,GAPGX(11),AMU,NCNTB(5,11),ICNJ(11,4),
I  IALB(11,2),IALBO(11),IALBS(11),NSO(11),NMIN,NPAX,NCA,NCAJ,NPAR,KOUNT,IF,
I  KUMAX
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  GAUS
I  COMMON/GAUS/A(2),W(2),ZJAC(4,2,2),NGA(5)
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  GAUSS
I  COMMON/GAUSS/GNI(8,4),GNR(8,4),GNZ(8,4),GAREA(4),DP(4,4,4),SIGI1(4,4),
I  SIGI2(4,4),EPS1(4),EPS2(4),EPSH1(4,4),EPSH2(4,4),EPS3(4,4),EPSC2(4,4),
I  DEPSG0(4,4),DSIG0(4,4),DHSD2(4,4),EPS301(4,4),EPSG02(4,4),EPS1(4,4),
I  EPS2(4,4),SIGE1(4),SIGE2(4),SIGY1(4),SIGY2(4),EYNG(3,4),YEPE(4),X(16),
I  TUE(16),DUE(16),TEM1(4),TEM2(4),OTEM(4),ESM(16,16),F(16),NPRO(16),NFI(16),
I  KCME(3,4),IEPE(4,2),MAT,LGAUR,LGAUI
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  HISOUT
I  COMMON/HISOUT/TMDATA(52),WRD(7),FWR(24),IFWR(4),NRF(9),IG(4,2),NHIST,IPLT
I  .....AAZERO BLOCKD FEMAX3 GAPELN INPGER
I  MAIN OUTPT1 PHIST
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  LINE
I  COMMON/LINE/HL(12,6),SBPON(11,2),DSBPN(11),ARE5(11),IB1,IB2,ILINE(12,8),
I  IBELM(2,11,2),IS
I  .....AAZERO BLOCKD CLBDF COORDI DELTAN
I  ELMLP2 FEMAX3 FORCE FPRES2 GAPELN
I  GPSET INPGER LINSET MAIN MODSET
I  NCOUPL OUTPTO PAPLOT REPLN
I  PROBD1 PROBD1 REPLN
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  ONSET
I  COMMON/ONSET/IBUP
I  .....BLOCKD FGREL MAIN
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  OPTPV

```



```

I
I
I
+-----+
I  TITLE
I  COMMON/TITLE/MTITL(20)
I
+-----+
I  PAPLOT  PHIST  PRIOPT  PROBDF  PROBD1  I
I  PROBTY  RDTEMP  REPLG  REPLN  TIMEB  I
I  TIMER                                         I
+-----+
I  .....AAZERO  BLOCKD  FEMAX3  INPGR  MAIN  I
I  OUTPT1  RDTEMP                                         I
+-----+

```

(2) プログラム内で使用されているモジュール

```

+--- TREE -----+
I   F O R   R E F E R E N C E   I
+-----+
I * STANDS FOR THE LIBRARY ROUTINE.
I # STANDS FOR THE STATEMENT FUNCTION DEFINITION.
I % STANDS FOR THE ENTRY NAME.
I @ STANDS FOR THE EXTERNAL/INTRINSIC PROCEDURE NAME.
I === STANDS FOR THE ABBREVIATION OF TREE STRUCTURE.
+-----+

USER ROUTINE
=====
AAZERO(SUBROUTINE)  ADBU ( FUNCTION )
BOUNDF(SUBROUTINE) BURNUP(SUBROUTINE)
CHSOFT(SUBROUTINE) CLBDF (SUBROUTINE)
CPOIR ( FUNCTION )  CLAR (SUBROUTINE)
CRPHD2(SUBROUTINE) CRACK (SUBROUTINE)
CYIE2 (SUBROUTINE) CRPM11(SUBROUTINE)
ELMLP1(SUBROUTINE) DELTAN(SUBROUTINE)
FDIST( FUNCTION )  ELMLP2(SUBROUTINE)
FISRAT( FUNCTION ) FELMOD( FUNCTION )
FPRES2(SUBROUTINE) FLMCON( FUNCTION )
GAPMOD (SUBROUTINE) FTSOFT(SUBROUTINE)
HTCW ( FUNCTION )  GAULP1(SUBROUTINE)
INPGER(SUBROUTINE) ICLAR(SUBROUTINE)
INTPLT(SUBROUTINE) INPHIS(SUBROUTINE)
MAIN ( MAIN )      INVERS(SUBROUTINE)
OUTELM(SUBROUTINE) MODIFY(SUBROUTINE)
PAPLOT(SUBROUTINE) OUTEM (SUBROUTINE)
PRIHIS(SUBROUTINE) PDENS ( FUNCTION )
PROBDF(SUBROUTINE) PRINTO(SUBROUTINE)
PTEMP (SUBROUTINE) PROBD1(SUBROUTINE)
ROTEMP(SUBROUTINE) PTHCON( FUNCTION )
SEPLT(SUBROUTINE)  REPLG (SUBROUTINE)
STRESS(SUBROUTINE) SETPL1(SUBROUTINE)
TIMER (SUBROUTINE) TEMP1D(SUBROUTINE)
TIMEY (SUBROUTINE) TIMEY (SUBROUTINE)
URSNEL( FUNCTION ) URSNEL( FUNCTION )

ADT1 ( FUNCTION )   BDMAT (SUBROUTINE)
CALGAS(SUBROUTINE) CATHEX( FUNCTION )
CLAR (SUBROUTINE)  CMAT (SUBROUTINE)
CREEP1(SUBROUTINE) CREEP2(SUBROUTINE)
CRPM12(SUBROUTINE) CTHCON( FUNCTION )
DEVSIG(SUBROUTINE) DFX ( FUNCTION )
EQUISIG(SUBROUTINE) EQSCAL(SUBROUTINE)
FEMAX3(SUBROUTINE) FGPRO (SUBROUTINE)
FLOOD (SUBROUTINE) FLXDEP(SUBROUTINE)
FY ( FUNCTION )    FYIE ( FUNCTION )
GAULP2(SUBROUTINE) GPSSET(SUBROUTINE)
KEEP (SUBROUTINE) INIGAS(SUBROUTINE)
INPING(SUBROUTINE) INPR (SUBROUTINE)
IPACK ( FUNCTION ) JACK2 (SUBROUTINE)
MJDSET(SUBROUTINE) NCOUPL(SUBROUTINE)
LUTND (SUBROUTINE) OUTNOD(SUBROUTINE)
PHIST (SUBROUTINE) PJUMP (SUBROUTINE)
PRINT1(SUBROUTINE) PRINT2(SUBROUTINE)
PROPERTY(SUBROUTINE) PROFIL(SUBROUTINE)
FTHEX ( FUNCTION ) PX2 ( FUNCTION )
KAPLN (SUBROUTINE) RODGAS(SUBROUTINE)
REPL1(SUBROUTINE)  SETPL3(SUBROUTINE)
SETPL2(SUBROUTINE) THGAP (SUBROUTINE)
URSNEL( FUNCTION ) XIODD ( FUNCTION )

BLOCKD(BLOCK DATA)
CDIHEX( FUNCTION )
COLLECT(SUBROUTINE)
CRPEP2(SUBROUTINE)
CYIE ( FUNCTION )
DPST (SUBROUTINE)
ESMAT (SUBROUTINE)
FGREL (SUBROUTINE)
FORCE (SUBROUTINE)
GAPCON(SUBROUTINE)
GAPELM(SUBROUTINE)
HOTVOL(SUBROUTINE)
INISTR(SUBROUTINE)
INP2 (SUBROUTINE)
LOCALI(SUBROUTINE)
LOPTS02(SUBROUTINE)
OUTPT1(SUBROUTINE)
PLOT (SUBROUTINE)
PRIORITY(SUBROUTINE)
PSWELL( FUNCTION )
PY2 ( FUNCTION )
SBESO (SUBROUTINE)
SHAPE2(SUBROUTINE)
SSTEMP(SUBROUTINE)
TIMEB (SUBROUTINE)
YOUNG (SUBROUTINE)

```

(3) プログラムの構造

```

MAIN  -----INPING
      +---AAZERO-----CLEAR
      I          +---ICLEAR
      +---INPUT1-----*DABS
      I          +---PRINTO
      +---FEMAX3-----INPGER-----*DFLOAT
      I          +---INPR  -----*DFLOAT
      I          +---INPZ
      I          +---LINSET
      I          +---PLOTLN-----*MOD
      I          +---COORDI-----*DSQRT
      I          I          +---*MOD
      I          +---OUTNQD-----OUTND  -----*MOD
      I          +---DELTAN
      I          +---NCOUPL
      I          +---GPSSET
      I          +---MODSET-----*MINO
      I          +---FPRES2-----*MOD
      I          +---*MOD
      I          +---PRIOPT
      I          +---INPHIS-----*IABS
      I          +---*DFLOAT
      I          +---ADBU
      I          +---ADTM
      I          +---PRIHIS-----*MOD
      I          +---*DFLOAT
      +---PHIST  -----FISRAT
      I          +---*DABS
      +---*DABS
      +---RDTEMP-----PJUMP  -----CPOIR
      I          I          +---CELMOD
      I          I          +---CDTHX
      I          I          +---PTHEX  -----#PTHEX1
      I          +---INIGAS-----*DSQRT
      I          I          +---*DFLOAT
      I          +---BURNUP
      I          +---FLXDEP-----#DLEN
      I          I          +---FDISTF-----SBESO  -----*DSQRT
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---*DLOG
      I          I          +---FDIST  -----SBESO  -----*DSQRT
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---*DLOG
      I          I          +---SBES1  -----*DSQRT
      I          I          +---*DEXP
      I          I          +---*DLOG
      +---FGPRQ
      I          +---TEMP1D-----SSTEMP-----FLMCON-----*DEXP
      I          I          +---HTCW  -----TERP
      I          I          +---*DLOG
      I          I          +---CTHCON
      I          I          +---*DABS
      I          I          +---GAPCON-----#HMAY
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          +---PTHCON-----#POROS
      I          I          I          +---*TCON1
      I          I          I          +---*DEXP

```



```

MAIN  ----FEMAX3----ELMLP1----GAULP1----INIMAT----CMAT  ----FELMOD----#EMOD
      I              I              I              +---FPOIR
      I              I              I              +---YOUNG  ----*DSQRT
      I              I              I              +---CELMOD
      I              I              I              +---CPOIR
      I              I              +---CREEP1----EQISIG----*DSQRT
      I              I              I              +---DEVSIG
      I              I              I              +---CRPEQ2----*DEXP
      I              I              I              +---*DSQRT
      I              I              +---CRPM11----EQISIG----*DSQRT
      I              I              I              +---DEVSIG
      I              I              I              +---*DEXP
      I              I              I              +---*DABS
      I              I              I              +---*DLOG
      I              I              I              +---*DMAX1
      I              I              +---INVERS
      I              I              +---DPMAT  ----EQISIG----*DSQRT
      I              I              I              +---FHSOFT
      I              I              I              +---FTSOFT
      I              I              I              +---CHSOFT----CELMOD
      I              I              I              I              +---CYIE  ----*DEXP
      I              I              I              I              +---*DSQRT
      I              I              I              I              +---EQSCAL----FX
      I              I              I              I              +---DFX
      I              I              I              I              +---*DABS
      I              I              I              +---CTSFT----CELMOD
      I              I              I              I              +---CYIE  ----*DEXP
      I              I              I              I              +---*DSQRT
      I              I              I              I              +---EQSCAL----FX
      I              I              I              I              +---DFX
      I              I              I              I              +---*DABS
      I              I              I              I              +---*DLOG
      I              I              I              +---DEVSIG
      I              I              +---BDMAT
      I              I              +---ESMAT
      I              I              +---FLOAD
      I              +---COLECT
+---MODIFY----ICLEAR
      I              +---CLEAR
      I              +---*MINO
+---GAPELN----OPTSO2----*MAXO
      I              +---*DABS
      I              +---CLEAR
+---TIMER  ----*DMIN1
      I              +---TIMEG
      J              +---TIMEB
      J              +---TIMEY
+---ELMLP2----LOCAL1----CLEAR
      I              I              +---ICLEAR
      I              +---GAULP2----CLEAR
      I              I              +---BMAT
      I              I              +---STRESS
      I              I              +---EQISIG----*DSQRT
      I              I              +---DPST  ----EQISIG----*DSQRT
      I              I              I              +---DEVSIG
      I              I              I              +---FHSOFT
      I              I              I              +---FTSOFT
      I              I              I              +---CHSOFT----CELMOD
  
```

```

MAIN  ----FEMAX3----ELMLP2----GAULP2----DPST  ----CHSOFT----CYIE  ----*DEXP
      I              I              I              I              I              +--*DSQRT
      I              I              I              I              +--EQSCAL----FX
      I              I              I              I              +--DFX
      I              I              I              I              +--*DABS
      I              I              I              +--CTSOFT----CELMOD
      I              I              I              +--CYIE  ----*DEXP
      I              I              I              I              +--*DSQRT
      I              I              I              +--EQSCAL----FX
      I              I              I              I              +--DFX
      I              I              I              I              +--*DABS
      I              I              I              +--*DLOG
      I              I              +--CREEP2----EQISIG----*DSQRT
      I              I              I              +--DEVSIG
      I              I              I              +--CRPHD2----*DEXP
      I              I              I              I              +--*DSQRT
      I              I              I              +--CRPEP2----*DEXP
      I              I              I              +--*DSQRT
      I              I              +--CRPM12----EQISIG----*DSQRT
      I              I              I              +--DEVSIG
      I              I              I              +--*DEXP
      I              I              I              +--*DABS
      I              I              I              +--*DLOG
      I              I              I              +--*DMAX1
      I              I              +--CRACK
      I              I              +--PROBTY----FYIE
      I              I              I              +--CYIE2  ----CELMOD
      I              I              I              +--CYIE  ----*DEXP
      I              I              I              I              +--*DSQRT
      I              I              I              +--EQSCAL----FX
      I              I              I              +--DFX
      I              I              I              +--*DABS
      I              I              +--BOUNDF
      I              +--CLBDF
      +--PROBDF
      +--PROBD1
      +--*DSQRT
      +--REPLN  ----*DFLOAT
      +--OUTPTO----OUTNOD----OUTND  ----*MOD
      I              +--OUTELM----OUTEM
      +--PAPLOT----PLOT  ----*IDFIX
      I              I              +--*DABS
      I              +--SETPL1
      I              +--SETPL1----SETPL2
      I              +--SETPL3
      I              +--SETPL1
      +--EQISIG----*DSQRT
      +--REPLG  ----LGCALI----CLEAR
      I              I              +--ICLEAR
      I              +--CRACK
      I              +--EQISIG----*DSQRT
      +--OUTPT1----*MOD
  
```



(4) ステートメント情報

I THE CLASSIFICATION OF FORTRAN STATEMENTS I										
I	COMMENT	2026( 16.31 %)							WAIT	0( 0.0 %)
I	CONTINUATION	2862( 23.04 %)							INQUIRE	0( 0.0 %)
I	ASSIGNMENT	3148( 25.34 %)							COMPLEX	0( 0.0 %)
I	ASSIGN	0( 0.0 %)							LOGICAL	0( 0.0 %)
I	GO TO	238( 1.92 %)							INTEGER	0( 0.0 %)
I	ASSIGNED GO TO	0( 0.0 %)							CHARACTER	0( 0.0 %)
I	COMPUTED GO TO	7( 0.06 %)							DOUBLE PRECISION	0( 0.0 %)
I	ARITHMETIC IF	5( 0.04 %)							REAL	0( 0.0 %)
I	LOGICAL IF	759( 6.11 %)							EQUIVALENCE	0( 0.0 %)
I	ASSIGNMENT	231	PRINT	0					DATA	64( 0.52 %)
I	ASSIGN	0	PUNCH	0					NAMelist	1( 0.01 %)
I	GO TO	502	REWIND	0					IMPLICIT	143( 1.15 %)
I	ASSIGNED GO TO	0	FIND	0					PARAMETER	0( 0.0 %)
I	COMPUTED GO TO	0	WAIT	0					COMMON	280( 2.25 %)
I	ARITHMETIC IF	0	CALL	6					SAVE	0( 0.0 %)
I	OPEN	0	RETURN	9					DIMENSION	99( 0.80 %)
I	CLOSE	0	STOP	1					EXTERNAL	0( 0.0 %)
I	READ	0	PAUSE	0					INTRINSIC	0( 0.0 %)
I	WRITE	10	DECODE	0					DEFINE FILE	0( 0.0 %)
I	BACKSPACE	0	ENCODE	0					PROGRAM	0( 0.0 %)
I	ENDFILE	0	INQUIRE	0					BLOCKDATA	1( 0.01 %)
I	IF (...) THEN	0( 0.0 %)							FUNCTION	31( 0.25 %)
I	DO UNTIL(...)	562( 4.52 %)							SUBROUTINE	110( 0.89 %)
I	DO WHILE(...)	0( 0.0 %)							ENTRY	0( 0.0 %)
I	ELSE	0( 0.0 %)							CALL	203( 1.63 %)
I	ELSE IF	0( 0.0 %)							RETURN	153( 1.23 %)
I	END IF	0( 0.0 %)							STOP	18( 0.14 %)
I	FORMAT	261( 2.10 %)							PAUSE	0( 0.0 %)
I	OPEN	0( 0.0 %)							END	143( 1.15 %)
I	CLOSE	0( 0.0 %)							CONTINUE	983( 7.91 %)
I	READ	26( 0.21 %)							DECODE	0( 0.0 %)
I	WRITE	296( 2.38 %)							ENCODE	0( 0.0 %)
I	BACKSPACE	0( 0.0 %)							DEBUG	0( 0.0 %)
I	ENDFILE	0( 0.0 %)							AT	0( 0.0 %)
I	PRINT	0( 0.0 %)							DISPLAY	0( 0.0 %)
I	FUNCH	0( 0.0 %)							INIT	0( 0.0 %)
I	REWIND	4( 0.03 %)							TRACE	0( 0.0 %)
I	FIND	0( 0.0 %)							-- ROGUE --	0( 0.0 %)
I									NCHARACTER (JEF)	0( 0.0 %)

TOTAL STATEMENTS = 12423

II. 2 オリジナル(VS)プログラムから得られたTOP 10情報

I NO.	ROUTINE	UNITS	LINES	ERR.	EXECUTIONS	COST	X	O
I 0001	OPTSO2	1	228	0	984	300488212	18.1	I
I 0002	ESMAT	1	18	0	70992	275519952	16.6	I
I 0003	CLEAR	1	17	0	265604	133945444	8.1	I
I 0004	PTHCON	1	25	0	826173	102328218	6.2	I
I 0005	BDMAT	1	17	0	70992	92431584	5.6	I
I 0006	LOCAL1	1	687	0	73368	89326300	5.4	I
I 0007	YOUNG	1	23	0	1064880	71020176	4.3	I
I 0008	FLOAD	1	113	0	70992	7082792	4.3	I
I 0009	CRPM11	1	161	0	59160	48955892	3.0	I
I 0010	GTICON	1	65	0	68426	48626778	2.9	I
I 0011	STRESS	1	45	0	63720	45050040	2.7	I
I 0012	COLECT	1	28	0	17748	38501922	2.3	I
I 0013	BMAT	1	24	0	134712	37180512	2.2	I
I 0014	EQUISIG	1	13	0	300912	35507616	2.1	I
I 0015	PTEMP	1	98	0	14017	31618997	1.9	I
I 0016	INIMAT	1	154	0	189312	28637116	1.7	I
I 0017	CRPM2	1	131	0	52980	25073935	1.5	I
I 0018	GAULP1	1	147	0	70992	16032360	1.0	I
I 0019	GAPCON	1	90	0	68426	15531990	0.9	I
I 0020	INVERS	1	40	0	70992	13630464	0.8	I
I 0021	LPICK	1	15	0	482200	8197400	0.5	I
I 0022	URSWEI	1	13	0	109380	7679408	0.5	I
I 0023	DEVSIG	1	17	0	145332	7266600	0.4	I
I 0024	CRPEQ2	1	115	0	11832	7120524	0.4	I
I 0025	RTEMP	1	549	0	225	6388993	0.4	I
I 0026	BOUNDF	1	50	0	28224	6052480	0.4	I
I 0027	CREEP1	1	135	0	11832	5852244	0.4	I
I 0028	ELMLP1	1	102	0	966	5666388	0.3	I
I 0029	CRPH02	1	89	0	10596	5425212	0.3	I
I 0030	TNGAP	1	143	0	10717	5340637	0.3	I
I 0031	GAULP2	1	152	0	63720	4675118	0.3	I
I 0032	CMAT	1	32	0	189312	3987384	0.2	I
I 0033	RODGAS	1	96	0	3304	3897487	0.2	I
I 0034	CALGAS	1	99	0	3304	3538261	0.2	I
I 0035	FEMAX3	1	837	0	177410	3372120	0.2	I
I 0036	FELMOD	1	44	0	70992	3274554	0.2	I
I 0037	DPMAT	1	150	0	14017	3028887	0.2	I
I 0038	SSTEMP	1	128	0	10596	3019884	0.2	I
I 0039	CRPEP2	1	93	0	10596	2818336	0.2	I
I 0040	CREEP2	1	169	0	94060	2634240	0.2	I
I 0041	FX	1	15	0	123405	2591505	0.2	I
I 0042	PTHX	1	12	0	604	2537568	0.2	I
I 0043	PROFIL	1	73	0	38676	2158702	0.1	I
I 0044	ICLEAR	1	13	0	986	1987691	0.1	I
I 0045	GAPELN	1	344	0	9405	1853376	0.1	I
I 0046	CYIE	1	54	0	9405	1843947	0.1	I
I 0047	EQSCAL	1	44	0	47040	1795284	0.1	I
I 0048	FYIE	1	15	0	47040	1787520	0.1	I
I 0049	DFX	1	15	0	1575	1582875	0.1	I
I 0050	F6PRO	1	80	0	-67	1373674	0.1	I
I 0051	REPLG	1	104	0	3304	1166627	0.1	I
I 0052	FGREL	1	176	0	897703	879648	0.1	I
I 0053	PROBTY	1	132	0	28224	831554	0.1	I
I 0054	CLBDF	1	36	0	70992	736059	0.1	I
I 0055	REPLN	1	167	0	392		0.0	I
I 0056	OUTPT1	1	152	0	1		0.0	I

I 0057	CTHCOM	1	15	0	58956	707472	0.0	I
I 0058	CRACK	1	20	0	33540	655217	0.0	I
I 0059	PDENS	1	33	0	3529	543466	0.0	I
I 0060	FPOIR	1	31	0	177480	532440	0.0	I
I 0061	INPLT	1	58	0	6004	512910	0.0	I
I 0062	DPSI	1	132	0	63576	478040	0.0	I
I 0063	GAPMOD	1	100	0	10713	427132	0.0	I
I 0064	TIMEY	1	29	0	392	407149	0.0	I
I 0065	HQTVOL	1	52	0	3304	384061	0.0	I
I 0066	IKEEP	1	44	0	15750	379971	0.0	I
I 0067	SBESO	1	71	0	6300	365400	0.0	I
I 0068	MODIFY	1	143	0	984	352498	0.0	I
I 0069	CYIE2	1	21	0	9408	348096	0.0	I
I 0070	FORCE	1	65	0	986	324394	0.0	I
I 0071	NDDPGR	1	47	0	3304	313880	0.0	I
I 0072	PSWELT	1	14	0	11388	296088	0.0	I
I 0073	CELMOD	1	24	0	31961	287649	0.0	I
I 0074	ELMLP2	1	76	0	885	284061	0.0	I
I 0075	TEMP10	1	94	0	14017	280340	0.0	I
I 0076	FLXDEP	1	49	0	3150	253150	0.0	I
I 0077	FLMCON	1	12	0	3304	241192	0.0	I
I 0078	GPSSSET	1	83	0	66	167454	0.0	I
I 0079	INISTR	1	135	0	225	165322	0.0	I
I 0080	PSWELL	1	57	0	2250	159794	0.0	I
I 0081	PRINIS	1	86	0	1	152294	0.0	I
I 0082	CPOIR	1	23	0	22553	135318	0.0	I
I 0083	INPING	1	38	0	1	97850	0.0	I
I 0084	PHIST	1	199	0	494	95259	0.0	I
I 0085	TIMB	1	95	0	392	76006	0.0	I
I 0086	MAIN	1	387	0	1	70965	0.0	I
I 0087	PRIORT	1	277	0	1	61005	0.0	I
I 0088	CTHEX	1	11	0	11171	44684	0.0	I
I 0089	INPHIS	1	265	0	1	36566	0.0	I
I 0090	BURNUP	1	13	0	1575	36225	0.0	I
I 0091	OUTELM	1	68	0	1	35187	0.0	I
I 0092	PRINTO	1	109	0	1	35131	0.0	I
I 0093	PROBOF	1	56	0	392	34541	0.0	I
I 0094	OUTND	1	40	0	4	30396	0.0	I
I 0095	XI000	1	19	0	1800	28800	0.0	I
I 0096	OUTPTO	1	209	0	1	28681	0.0	I
I 0097	PRINT1	1	93	0	1	25240	0.0	I
I 0098	PY2	1	33	0	1728	21168	0.0	I
I 0099	PX2	1	33	0	1728	21168	0.0	I
I 0100	FDISTF	1	10	0	6300	18900	0.0	I
I 0101	SHARP2	1	36	0	18	18468	0.0	I
I 0102	JACK2	1	28	0	18	15786	0.0	I
I 0103	PL01LN	1	120	0	1	15019	0.0	I
I 0104	TIMER	1	23	0	392	12748	0.0	I
I 0105	TIMER	1	97	0	493	12250	0.0	I
I 0106	PRINT2	1	55	0	1	12037	0.0	I
I 0107	PROBD1	1	103	0	391	11478	0.0	I
I 0108	INPUT1	1	206	0	1	9575	0.0	I
I 0109	PLOT	1	66	0	1	9372	0.0	I
I 0110	P2	1	33	0	576	8712	0.0	I
I 0111	SETPLT	1	115	0	3	7512	0.0	I
I 0112	MODSET	1	135	0	1	6518	0.0	I
I 0113	FTSOFT	1	22	0	228	6384	0.0	I
I 0114	SETPL1	1	45	0	4	6100	0.0	I
I 0115	OUTNOD	1	48	0	2	6047	0.0	I
I 0116	FISRAT	1	16	0	225	5625	0.0	I
I 0117	PRINT3	1	25	0	1	3045	0.0	I
I 0118	SETPL2	1	31	0	36	3004	0.0	I

I 0119	OUTEM	1	122	0	30	2568	0.0	I	I
I 0120	PAPLOT	1	109	0	1	2255	0.0	I	I
I 0121	COORDI	1	116	0	1	2198	0.0	I	I
I 0122	INPGR	1	244	0	1	1818	0.0	I	I
I 0123	CATHEX	1	9	0	450	1800	0.0	I	I
I 0124	FPRES2	1	66	0	1	1534	0.0	I	I
I 0125	INIGAS	1	75	0	1	1359	0.0	I	I
I 0126	SEIPL3	1	31	0	12	1098	0.0	I	I
I 0127	PJUMP	1	64	0	8	920	0.0	I	I
I 0128	FHSOFT	1	14	0	228	912	0.0	I	I
I 0129	DELTAN	1	79	0	1	741	0.0	I	I
I 0130	ADTM	1	11	0	28	588	0.0	I	I
I 0131	LINSET	1	86	0	1	377	0.0	I	I
I 0132	INPR	1	63	0	1	248	0.0	I	I
I 0133	NCOUPL	1	47	0	1	111	0.0	I	I
I 0134	AZERO	1	162	0	2	56	0.0	I	I
I 0135	ADBU	1	11	0	2	32	0.0	I	I
I 0136	INPZ	1	16	0	1	27	0.0	I	I
I 0137	FDIST	1	18	0	0			I	I
I 0138	CTSOFT	1	51	0	0			I	I
I 0139	TERP	1	22	0	0			I	I
I 0140	MYCW	1	34	0	0			I	I
I 0141	CHSOFT	1	35	0	0			I	I
I 0142	SBESI	1	72	0	0			I	I
I			12814	0		1657625517			I

付録Ⅱ ベクトル化されたFEMAXI-Ⅲから得られたTool情報

Ⅱ. 1 ANALYSIS 情報

Ⅱ. 2 TOP 10 情報





```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  ADDRESS
I  COMMON/ADDRESS/LP00,LPE,LDZ,LGP1,LFDN,LFDI,LENR,LBU1,LBU2,LGAP,LTP1,
I  LTP2,LTC1,LTC2,LPG1,LPG2,LRG1,LRG2,LPTJ,LCSX,LCFL,PPFC,LGCS,LGGG,LGCR,LGCD,
I  LVGP,LVHL,LVFM,LCSO,LCCR,LSUV,LSUT,LSUS,LSUR,LSUO,LSUW,LPP1,LPP2,
I  LSPG,LG2,LDG2,LF2,LDF2,LIST,LRLS,LDIH,LICH,LTSM,LRSM,LCSM,LASI,LASR,LRLR,
I  LSPM,LSMR,LXID,LID,LD
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  CHECK
I  COMMON/CHECK/ICHECK(10),ICK1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  DAY
I  COMMON/DAY/IDAY,IPH
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  DIMENS
I  COMMON/DIMENS/MOD2,NODE,NELM,NMAX,NM,XC,NCR,NCY,NMK,NMY,MAX,IS1,IS2,IS3,
I  MM,NN,KK
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  FLMCN
I  COMMON/FLMCN/V,DE
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  GAPPAR
I  COMMON/GAPPAR/CFU(11),CFV(11),DCFU(11),DCFV(11),DELGP(11),HH(11),RR(11),
I  SGN(11),ALB(11),ALG(11),VMU(11),ALC,GAPGX(11),AMU,NCNTB(5,11),ICNJ(11,4),
I  IALB(11,2),IALBO(11),IALBS(11),NSU(11),NMIN,NPAX,NCA,NCAX,NPAR,KOUNT,IF,
I  KUMAX
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  GAUS
I  COMMON/GAUS/A(2),W(2),ZJAC(4,2,2),NGAUS
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  GAUSS
I  COMMON/GAUSS/GNI(8,4,N*),GMR(8,4,N*),GNZ(8,4,N*),GARE(4,N*),DP(4,4,4,N*),
I  SIGI(4,4,N*),SIGI2(4,4,N*),EPSP1(4,4,N*),EPSP2(4,4,N*),EPSH1(4,4,N*),EPSP2(4,
I  4,N*),EPSC1(4,4,N*),EPSC2(4,4,N*),LEPSGO(4,4,N*),OSIGGO(4,4,N*),DHSD2(4,
I  4,N*),EPSGO1(4,4,N*),EPSGO2(4,4,N*),EPSI(4,4,N*),EPS2(4,4,N*),SIGEI(4,N*),
I  SIGE2(4,N*),SIGY1(4,N*),SIGY2(4,N*),LYNG(3,4,N*),YEPE(4,N*),X(16,N*),
I  TUE(16,N*),DUE(16,N*),TEMI(4,N*),TEM2(4,N*),DTEM(4,N*),ESM(16,16,N*),F(16,
I  N*),NPRO(16,N*),NFI(16,N*),KCME(3,4,N*),IEPE(4,2,N*),MAT(N*),LGAUR,LGAUI
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  HISOUT
I  COMMON/HISOUT/TMDATA(52),WRD(7),FWR(24),IFWR(4),NRF(9),IG(4,2),NHIST,IPLT
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  LINE
I  COMMON/LINE/HL(12,6),SBPON(11,2),DSBPN(11),ARES(11),IB1,IB2,ILINE(12,8),
I  IBELM(2,11,2),I5
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  ONSET
I  COMMON/ONSET/IBUP
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  AAZERO FEMAX3 BLOCKD INPGER MAIN
I  MODSET
I  REPLG BLOCKD GAULP1 GAULP2
I  PRIOPT PHIST
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  BLOCKD INPHIS MAIN PHIST
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  ELMLP1 ELMLP2 FEMAX3 GAULP1
I  LOCALI REPLG REPLN BLOCKD
I  GAULP2 GAPELN INPGER MAIN MODIFY
I  FPRES2 OUTELM OUTNOD PAPLOT
I  MODSET PROFIL PRIOPT
I  TIMER
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  BLOCKD MAIN
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  FEMAX3 REPLN BLOCKD FORCE
I  GAPELN INPGER MAIN MODIFY
I  MODSET OUTPTO PAPLOT
I  PROBDF PROBD1 PROFIL TIMEB TIMER
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  SHAPE2 BLOCKD INPGER
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  BOUNDF CLBDF CREEP1 CREEP2
I  CRPEP2 CRPHD2 CRPM11 CRPM12
I  DPST ELMLP1 FLOAD GAULP1
I  GAULP2 LOCALI PROBTY REPLG STRESS
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  FEMAX3 ROTEMP BLOCKD GAPELN
I  INPGER MAIN OUTPT1 PHIST PRIOPT
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  BOUNDF CLBDF ELMLP2 FEMAX3
I  COORDI DELTAN FORCE FPRES2
I  GAPELN INPGER LINSET MAIN
I  MODSET NCOUPL OUTPTO PAPLOT
I  PRIOPT PROBD1 TIMEB TIMER
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
I  BLOCKD MAIN
I  FGREL BLOCKD

```





```

+-----+
I  TIMSTP
I  COMMON/TIMSTP/TIME,DTIME,PLHR,DPLHR,FAI,DFAI,FIS,DFIS,FAT,DFAT,DV,
I  ALHTEP,BUNEW,BUOLD,ALH,ALHG,ALHB,ALHY,ALHGP,DTM,ERR1,ERR2,ERR3,ERR4,ERR5,
I  NST,NHS,NDV,ITER,KEY,IWRITE,IOIV,ITEMP,ISHA,ITEND,ITIMG,ITIMY
I  .....AAZERO
I  CRPHD2
I  ELMPL1
I  PROBTY
I  GAPELN
I  PHIST
I  TIMER
I  CREEP1
I  CRPM11
I  FEMAX3
I  RDTMP
I  PRIOPT
I  CRPEP2
I  CRPM12
I  FLOAD
I  REPLG
I  MAIN
I  PROBDF
I  CRPEP2
I  DPMAT
I  GAULP1
I  REPLN
I  OUTPTO
I  PROBDF
I  CRPEP2
I  DPST
I  GAULP2
I  BLOCKD
I  PAPLOT
I  TIMEB
I  .....AAZERO
I  FEMAX3
I  OUTPT1
I  MAIN
I  RDTMP
I  BLOCKD
I  INPGER
+-----+
I  TITLE
I  COMMON/TITLE/MTITL(20)
I  .....AAZERO
I  MAIN
I  RDTMP
I  BLOCKD
I  INPGER
+-----+

```

(2) プログラム内で使用されているモジュール

```

+--- TREE -----+
| I   F O R   Y O U R   R E F E R E N C E   I |
+---+
| I * STANDS FOR THE LIBRARY ROUTINE.      I |
| I # STANDS FOR THE STATEMENT FUNCTION DEFINITION. I |
| I % STANDS FOR THE ENTRY NAME.          I |
| I @ STANDS FOR THE EXTERNAL/INTRINSIC PROCEDURE NAME. I |
| I === STANDS FOR THE ABBREVIATION OF TREE STRUCTURE. I |
+---+

USER ROUTINE
=====
AAZERO(SUBROUTINE)  BDMAT (SUBROUTINE)  B4AT (SUBROUTINE)  BOUNDF(SUBROUTINE)  CALGAS(SUBROUTINE)  CHSOFT(SUBROUTINE)
CLBDF(SUBROUTINE)  CMAT (SUBROUTINE)  CRACK (SUBROUTINE)  CREEP1(SUBROUTINE)  CREEP2(SUBROUTINE)  CRPEP2(SUBROUTINE)
CRPEQ2(SUBROUTINE)  CRPHD2(SUBROUTINE)  CRPM11(SUBROUTINE)  CRPM12(SUBROUTINE)  CTSOFT(SUBROUTINE)  CYIE ( FUNCTION )
CYIE2 (SUBROUTINE)  DPMAT (SUBROUTINE)  DPST (SUBROUTINE)  ELMLP1(SUBROUTINE)  ELMLP2(SUBROUTINE)  EQSCAL(SUBROUTINE)
ESMAT (SUBROUTINE)  FEMAX3(SUBROUTINE)  FGPRO (SUBROUTINE)  FGREL (SUBROUTINE)  FLOAD (SUBROUTINE)  GAPCON(SUBROUTINE)
GAULP1(SUBROUTINE)  GAULP2(SUBROUTINE)  G-HCON( FUNCTION )  HTCW ( FUNCTION )  INMAT(SUBROUTINE)  INVERS(SUBROUTINE)
LOCALI(SUBROUTINE)  LOCAL2(SUBROUTINE)  OPTSD2(SUBROUTINE)  PROB1(SUBROUTINE)  PSEWELL( FUNCTION )  PTEMP(SUBROUTINE)
REPLG (SUBROUTINE)  REPLN (SUBROUTINE)  THGAP (SUBROUTINE)  ADU ( FUNCTION )  ADTM ( FUNCTION )  ADTM2(SUBROUTINE)  SSTEMP(SUBROUTINE)
STRESS(SUBROUTINE)  COTHEX( FUNCTION )  DELTAN(SUBROUTINE)  CELMOD( FUNCTION )  CLEAR (SUBROUTINE)  COLECT(SUBROUTINE)
CPOIR ( FUNCTION )  FISRAT( FUNCTION )  FLXDEP(SUBROUTINE)  FORCE (SUBROUTINE)  FPRES2(SUBROUTINE)  FDIST( FUNCTION )
GAPMOD(SUBROUTINE)  GPMSET(SUBROUTINE)  HOTVOL(SUBROUTINE)  ICLEAR(SUBROUTINE)  IKEEP (SUBROUTINE)  GAPELN(SUBROUTINE)
INISTR(SUBROUTINE)  INPGR(SUBROUTINE)  INPGER(SUBROUTINE)  INPHIS(SUBROUTINE)  INPIMG(SUBROUTINE)  INPR (SUBROUTINE)  INIGAS(SUBROUTINE)
INPZ (SUBROUTINE)  INPZT(SUBROUTINE)  INTPLT(SUBROUTINE)  LINES(SUBROUTINE)  LINES1(SUBROUTINE)  INP1(SUBROUTINE)  INPUT1(SUBROUTINE)
NCOUPL(SUBROUTINE)  NODFGR(SUBROUTINE)  NODTPT1(SUBROUTINE)  NODTPT2(SUBROUTINE)  OUTEM (SUBROUTINE)  OUTFND (SUBROUTINE)  MOOSET(SUBROUTINE)
OUTPTO(SUBROUTINE)  OUTPT1(SUBROUTINE)  PAPLOT(SUBROUTINE)  PDENS ( FUNCTION )  OUTMOD(SUBROUTINE)  OUTNOD(SUBROUTINE)
PLOTLN(SUBROUTINE)  PLOTLN(SUBROUTINE)  PPLOT (SUBROUTINE)  PRIHIS(SUBROUTINE)  PRINTO(SUBROUTINE)  PHIST (SUBROUTINE)  PUMP (SUBROUTINE)
PRINT3(SUBROUTINE)  PRIOPT(SUBROUTINE)  PRIODF(SUBROUTINE)  PROB01(SUBROUTINE)  PROB02(SUBROUTINE)  PRINT1(SUBROUTINE)  PRINT2(SUBROUTINE)
PTHEX ( FUNCTION )  SBESO (SUBROUTINE)  SBES1 (SUBROUTINE)  SETPLT(SUBROUTINE)  SETPL1(SUBROUTINE)  SETPL2(SUBROUTINE)  PSWELT( FUNCTION )
SETPL3(SUBROUTINE)  TEMP1D(SUBROUTINE)  TEMP1D(SUBROUTINE)  TIMEFB (SUBROUTINE)  TIMEG (SUBROUTINE)  SETPL2(SUBROUTINE)  TIMEY (SUBROUTINE)

```

(3) プログラムの構造

```

MAIN  -----INPING
      +---AAZERO-----CLEAR
      I          +---ICLEAR
      +---INPUT1-----*DABS
      I          +---PRINTO
      +---FEMAX3-----SELEP2
      +---INPGER-----*DFLOAT
      I          +---INPR  -----*DFLOAT
      I          +---INPZ
      I          +---LINSET
      I          +---PLOTLN-----*MOD
      I          +---COORDI-----*DSQRT
      I          I          +---*MOD
      I          +---OUTNOD-----OUTND  -----*MOD
      I          +---DELTAN
      I          +---NCOUPL
      I          +---GPSSET
      I          +---MODSET-----*MINO
      I          +---FPRES2-----*MOD
      I          +---*MOD
      I          +---PRIOPT
      I          +---INPHIS-----*IABS
      I          +---*DFLOAT
      I          +---ADBU
      I          +---ADTM
      I          +---PRIHIS-----*MOD
      I          +---*DFLOAT
      +---PHIST  -----FISRAT
      I          +---*DABS
      +---*DABS
      +---RDTEMP-----PJUMP  -----CPOIR
      I          I          +---CELMOD
      I          I          +---COTHEX
      I          I          +---PTHEX  -----#PTHEX1
      I          +---INIGAS-----*DSQRT
      I          I          +---*DFLOAT
      I          +---BURNUP
      I          +---FLXDEP-----#DLEN
      I          I          +---FDISTF-----SBESO  -----*DSQRT
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---*DLOG
      I          I          +---FDIST  -----SBESO  -----*DSQRT
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---*DLOG
      I          I          +---SBES1  -----*DSQRT
      I          I          +---*DEXP
      I          I          +---*DLOG
      I          +---FGPRO  -----*DFLOAT
      I          +---TEMP1D-----SSTEMP-----HTCM
      I          I          +---*DEXP
      I          I          +---*DLOG
      I          I          +---*DABS
      I          I          +---GAPCON-----#HMAY
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---#POROS
      I          I          I          +---#TCON1
      I          I          I          +---#TCON2
      I          I          I          +---*DSQRT
  
```

```

MAIN  -----FEMAX3-----RDTEMP-----TEMP1D-----SSTEMP-----GAPCON-----GTHCON-----*DSQRT
      I          I          +---PTEMP -----#POROS
      I          I          +---#TCON1
      I          I          +---*DEXP
      I          I          +---#TCON2
      I          I          +---*REAL
      I          I          +---*DLOG
      I          I          +---*DABS
      I          +---*DABS
      I          +---THGAP -----#PTEX1
      I          I          +---PSWELT
      I          I          +---PDENS -----#USDEN
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          +---*DEXP
      I          +---GAPMOD
      I          +---NODFGR-----FGREL -----#F1
      I          I          +---*DEXP
      I          I          +---*DSQRT
      I          I          +---CALGAS-----IKEEP
      I          I          +---*INT
      I          I          +---*DFLOAT
      I          +---RODGAS-----*DFLOAT
      I          I          +---HOTVOL-----INTPLT
      I          I          +---PTEX -----#PTEX1
      I          +---INTPLT
      I          +---PRINT1-----PRINT2
      I          I          +---PRINT3-----*IDFIX
+---*DFLOAT
+---INISTR-----PDENS -----#USDEN
I          I          +---*DEXP
I          +---PSWELL-----*DEXP
I          +---*DFLOAT
I          +---PSWELT
I          +---PTEX -----#PTEX1
I          +---PJUMP -----CPOIR
I          I          +---CELMOD
I          I          +---CDTEX
I          I          +---PTEX -----#PTEX1
I          +---CDTEX
I          +---CATHEX
+---GPSSET
+---PROFIL
+---FORCE -----CLEAR
+---ELMLP1-----CLEAR
I          +---LOCALI
I          +---SHAPE2
I          +---GAULP1-----BMAT
I          I          +---INIMAT-----CMAT -----#EMOD
I          I          +---*DSQRT
I          I          +---*DSQRT
I          I          +---CRPM11-----DEVSIG
I          I          I          +---*DEXP
I          I          I          +---*DABS
I          I          I          +---*DLOG
I          I          I          +---*DMAX1
I          I          +---CREEP1-----DEVSIG
I          I          I          +---CRPEQ2-----*DEXP
I          I          I          +---*DSQRT

```

```

MAIN  -----FEMAX3-----ELMLP1-----GAULP1-----INVERS
      I          I          I      +---DPMAT  +---EQISIG-----*DSQRT
      I          I          I      +---CHSOFT-----CELMOD
      I          I          I          I          +---CYIE  -----*DEXP
      I          I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          I          I          +---EQSCAL-----*DABS
      I          I          I      +---CTSOFT-----CELMOD
      I          I          I          I          +---CYIE  -----*DEXP
      I          I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          I          I          +---EQSCAL-----*DABS
      I          I          I          I          I          +---*DLOG
      I          I          I      +---DEVSIG
      I          I          I      +---BDMAT
      I          I          I      +---ESMAT
      I          I          I      +---FLOAD
      I          +---COLECT
      +---MODIFY-----ICLEAR
      I          +---CLEAR
      I          +---*MINO
      +---GAPELN-----OPTSO2-----*MAXO
      I          +---*DABS
      I          +---CLEAR
      +---TIMER  +---*DMIN1
      I          +---TIMEG
      I          +---TIMEB
      I          +---TIMEY
      +---ELMLP2-----LOCALI
      I          +---GAULP2-----BMAT
      I          I          +---STRESS
      I          I          +---*DSQRT
      I          I          +---DPST  +---EQISIG-----*DSQRT
      I          I          I          +---DEVSIG
      I          I          I          +---CHSOFT-----CELMOD
      I          I          I          I          +---CYIE  -----*DEXP
      I          I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          I          I          +---EQSCAL-----*DABS
      I          I          I          I          +---CTSOFT-----CELMOD
      I          I          I          I          +---CYIE  -----*DEXP
      I          I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          I          I          +---EQSCAL-----*DABS
      I          I          I          I          I          +---*DLOG
      I          I          +---CRPM12-----EQISIG-----*DSQRT
      I          I          I          +---DEVSIG
      I          I          I          +---*DEXP
      I          I          I          +---*DABS
      I          I          I          +---*DLOG
      I          I          I          +---*DMAX1
      I          I          +---CREEP2-----EQISIG-----*DSQRT
      I          I          I          +---DEVSIG
      I          I          I          +---CRPHDC-----*DEXP
      I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          +---CRPEP2-----*DEXP
      I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          +---CRACK
      I          I          +---PROBTY-----CYIE2  -----CELMOD
      I          I          I          I          +---CYIE  -----*DEXP
      I          I          I          I          I          +---*DSQRT
      I          I          I          I          I          +---EQSCAL-----*DABS
  
```

```

MAIN  -----FEMAX3-----ELMLP2-----GAULP2-----PROBTY-----FYIE
      I          I          +---BOUNDF
      I          +---CLBDF
      +---PROBDF
      +---PROBD1
      +---*DSQRT
      +---REPLN  +---*DFLOAT
      +---OUTPTO-----OUTNOD-----OUTND  +---*MOD
      I          +---OUTELM-----OUTEM
      +---PAPLOT-----PLOT  +---*IDFIX
      I          I          +---*DABS
      I          +---SETPL1
      I          +---SETPLT-----SETPL2
      I          +---SETPL3
      I          +---SETPL1
      +---*DMIN1
      +---REPLG  +---LOCALI
      I          +---CRACK
      I          +---*DSQRT
      +---OUTPT1-----*MOD
  
```

(4) ステートメント情報

THE CLASSIFICATION OF FORTRAN STATEMENTS			
STATEMENT	CLASSIFICATION	PERCENTAGE	COUNT
COMMENT	2212( 16.77 %)	0( 0.0 %)	0
CONTINUATION	3041( 23.05 %)	0( 0.0 %)	0
ASSIGNMENT	3385( 25.66 %)	0( 0.0 %)	0
ASSIGN	0( 0.0 %)	0( 0.0 %)	0
GO TO	160( 1.21 %)	0( 0.0 %)	0
ASSIGNED GO TO	0( 0.0 %)	0( 0.0 %)	0
COMPUTED GO TO	4( 0.03 %)	0( 0.0 %)	0
ARITHMETIC IF	3( 0.02 %)	0( 0.0 %)	0
LOGICAL IF	546( 4.14 %)	0( 0.0 %)	0
ASSIGNMENT	207	0( 0.0 %)	0
ASSIGN	0	0( 0.0 %)	0
GO TO	317	0( 0.0 %)	0
REWIND	0	0( 0.0 %)	0
ASSIGNED GO TO	0	0( 0.0 %)	0
COMPUTED GO TO	0	0( 0.0 %)	0
ARITHMETIC IF	0	0( 0.0 %)	0
OPEN	0	0( 0.0 %)	0
CLOSE	0	0( 0.0 %)	0
READ	0	0( 0.0 %)	0
WRITE	9	0( 0.0 %)	0
BACKSPACE	0	0( 0.0 %)	0
ENDFILE	0	0( 0.0 %)	0
IF (... ) THEN	219( 1.66 %)	0( 0.0 %)	0
DO	654( 4.96 %)	0( 0.0 %)	0
UNTIL(...)	0	0( 0.0 %)	0
WHILE(...)	0	0( 0.0 %)	0
ELSE	129( 0.98 %)	0( 0.0 %)	0
ELSE IF	18( 0.14 %)	0( 0.0 %)	0
END IF	219( 1.66 %)	0( 0.0 %)	0
FORMAT	261( 1.98 %)	0( 0.0 %)	0
OPEN	0	0( 0.0 %)	0
CLOSE	0	0( 0.0 %)	0
READ	26( 0.20 %)	0( 0.0 %)	0
WRITE	297( 2.25 %)	0( 0.0 %)	0
BACKSPACE	0	0( 0.0 %)	0
ENDFILE	0	0( 0.0 %)	0
PRINT	0	0( 0.0 %)	0
PUNCH	0	0( 0.0 %)	0
REWIND	4( 0.03 %)	0( 0.0 %)	0
FIND	0	0( 0.0 %)	0
WAIT	0	0( 0.0 %)	0
INQUIRE	0	0( 0.0 %)	0
COMPLEX	0	0( 0.0 %)	0
LOGICAL	0	0( 0.0 %)	0
INTEGER	0	0( 0.0 %)	0
CHARACTER	0	0( 0.0 %)	0
DOUBLE PRECISION	0	0( 0.0 %)	0
REAL	0	0( 0.0 %)	0
EQUIVALENCE	0	0( 0.0 %)	0
DATA	94( 0.71 %)	0( 0.0 %)	0
NAMelist	1( 0.01 %)	0( 0.0 %)	0
IMPLICIT	126( 0.95 %)	0( 0.0 %)	0
PARAMETER	41( 0.31 %)	0( 0.0 %)	0
COMMON	283( 2.14 %)	0( 0.0 %)	0
SAVE	0	0( 0.0 %)	0
DIMENSION	104( 0.79 %)	0( 0.0 %)	0
EXTERNAL	0	0( 0.0 %)	0
INTRINSIC	0	0( 0.0 %)	0
DEFINE FILE	0	0( 0.0 %)	0
PROGRAM	0	0( 0.0 %)	0
BLOCKDATA	1( 0.01 %)	0( 0.0 %)	0
FUNCTION	17( 0.13 %)	0( 0.0 %)	0
SUBROUTINE	107( 0.81 %)	0( 0.0 %)	0
ENTRY	0	0( 0.0 %)	0
CALL	183( 1.39 %)	0( 0.0 %)	0
RETURN	136( 1.03 %)	0( 0.0 %)	0
STOP	17( 0.13 %)	0( 0.0 %)	0
PAUSE	0	0( 0.0 %)	0
END	126( 0.95 %)	0( 0.0 %)	0
CONTINUE	780( 5.91 %)	0( 0.0 %)	0
DECODE	0	0( 0.0 %)	0
ENCODE	0	0( 0.0 %)	0
DEBUG	0	0( 0.0 %)	0
AT	0	0( 0.0 %)	0
DISPLAY	0	0( 0.0 %)	0
INIT	0	0( 0.0 %)	0
TRACE	0	0( 0.0 %)	0
-- ROGUE --	0	0( 0.0 %)	0
NCHARACTER (JEF)	0	0( 0.0 %)	0

TOTAL STATEMENTS = 13194





I NO.	ROUTINE	UNITS	LINES	ERR.	EXECUTIONS	COST	%	O	1	2
I 0001	QTSO2	1	270	0	986	319362912	23.5	I	*****	*****
I 0002	ESMAT	1	143	0	986	213741136	15.8	I	*****	*****
I 0003	PIEMP	1	127	0	14017	124037564	9.1	I	*****	*****
I 0004	LOCALI	1	675	0	4076	63936672	4.7	I	*****	*****
I 0005	CMAT	1	98	0	17780	62743008	4.6	I	*****	*****
I 0006	BDMAT	1	35	0	986	60291928	4.4	I	*****	*****
I 0007	FLOAD	1	154	0	986	56352230	4.2	I	*****	*****
I 0008	GTCON	1	118	0	68426	45069602	3.3	I	*****	*****
I 0009	CRPM11	1	160	0	59100	41860448	3.1	I	*****	*****
I 0010	GAULPI	1	311	0	986	40167944	3.0	I	*****	*****
I 0011	STRESS	1	102	0	885	39192225	2.9	I	*****	*****
I 0012	COLLECT	1	28	0	17748	38501922	2.8	I	*****	*****
I 0013	BMAT	1	45	0	1871	76226302	2.7	I	*****	*****
I 0014	CRPM12	1	149	0	52980	24596223	1.8	I	*****	*****
I 0015	INIMAT	1	170	0	189312	22872166	1.7	I	*****	*****
I 0016	GAPCON	1	110	0	68426	19049534	1.4	I	*****	*****
I 0017	GAULP2	1	206	0	885	18472262	1.4	I	*****	*****
I 0018	THGAP	1	165	0	10713	13605078	1.0	I	*****	*****
I 0019	INVERS	1	59	0	986	12145548	0.9	I	*****	*****
I 0020	CALGAS	1	125	0	3304	11834001	0.9	I	*****	*****
I 0021	EJISIG	1	13	0	74400	8779200	0.6	I	*****	*****
I 0022	CLEAR	1	19	0	5450	7416282	0.5	I	*****	*****
I 0023	DEVSIG	1	17	0	145332	7266800	0.5	I	*****	*****
I 0024	DIEMP	1	567	0	225	6369855	0.5	I	*****	*****
I 0025	FEMAX3	1	982	0	1	5244075	0.4	I	*****	*****
I 0026	EOSCAL	1	60	0	9408	5221461	0.4	I	*****	*****
I 0027	CRPEP2	1	114	0	11808	5171964	0.4	I	*****	*****
I 0028	CREEP1	1	122	0	11832	3961992	0.3	I	*****	*****
I 0029	CRPHD2	1	98	0	10596	3676872	0.3	I	*****	*****
I 0030	RODGAS	1	104	0	3304	3553996	0.3	I	*****	*****
I 0031	SSTEMP	1	139	0	14017	3429109	0.3	I	*****	*****
I 0032	BOUNDF	1	79	0	7056	3085840	0.2	I	*****	*****
I 0033	REPLG	1	114	0	157	2660978	0.2	I	*****	*****
I 0034	PROFIL	1	73	0	404	2537568	0.2	I	*****	*****
I 0035	CREEP2	1	168	0	10596	2500856	0.2	I	*****	*****
I 0036	CRPEP2	1	103	0	10596	2458296	0.2	I	*****	*****
I 0037	GAPELN	1	344	0	986	1987689	0.1	I	*****	*****
I 0038	FYIE	1	15	0	47040	1795284	0.1	I	*****	*****
I 0039	CYIE	1	61	0	9408	1787160	0.1	I	*****	*****
I 0040	FGPRO	1	80	0	1575	1552950	0.1	I	*****	*****
I 0041	FGREL	1	173	0	3304	1153411	0.1	I	*****	*****
I 0042	PROBITY	1	139	0	28224	860071	0.1	I	*****	*****
I 0043	REPLN	1	185	0	392	779536	0.1	I	*****	*****
I 0044	OUTPT1	1	152	0	1	736061	0.1	I	*****	*****
I 0045	CLBDF	1	45	0	7056	575064	0.0	I	*****	*****
I 0046	PDENS	1	33	0	3529	543466	0.0	I	*****	*****
I 0047	INTPLT	1	58	0	6004	512910	0.0	I	*****	*****
I 0048	GAPMOD	1	100	0	10713	427132	0.0	I	*****	*****
I 0049	TIMEY	1	29	0	392	407149	0.0	I	*****	*****
I 0050	HOTVOL	1	52	0	3304	386061	0.0	I	*****	*****
I 0051	CRACK	1	33	0	33540	384523	0.0	I	*****	*****
I 0052	IKEEP	1	44	0	15750	379971	0.0	I	*****	*****
I 0053	SRESO	1	71	0	6300	365400	0.0	I	*****	*****
I 0054	MODIFY	1	143	0	986	352498	0.0	I	*****	*****
I 0055	CYIE2	1	20	0	9408	338688	0.0	I	*****	*****
I 0056	FORCE	1	65	0	986	324394	0.0	I	*****	*****



I 0057	NDFGR	1	47	0	3304	313880	0.0	I	I
I 0058	PSWELL	1	60	0	2250	304679	0.0	I	I
I 0059	PSWELL	1	14	0	11388	286088	0.0	I	I
I 0060	TEMP10	1	94	0	14017	280340	0.0	I	I
I 0061	FLXDEP	1	49	0	3150	255150	0.0	I	I
I 0062	GPSSET	1	83	0	66	167454	0.0	I	I
I 0063	INISTR	1	135	0	225	185322	0.0	I	I
I 0064	PRIHIS	1	86	0	1	152294	0.0	I	I
I 0065	PTHX	1	12	0	5562	116802	0.0	I	I
I 0066	INPING	1	38	0	1	97850	0.0	I	I
I 0067	PHIST	1	199	0	494	95259	0.0	I	I
I 0068	CELMOD	1	24	0	9416	84744	0.0	I	I
I 0069	TIMB	1	95	0	392	76006	0.0	I	I
I 0070	MAIN	1	387	0	1	70965	0.0	I	I
I 0071	DPMAT	1	144	0	114	61674	0.0	I	I
I 0072	PRIOPT	1	277	0	1	61005	0.0	I	I
I 0073	ELMLP1	1	101	0	986	56305	0.0	I	I
I 0074	ELMLP2	1	69	0	885	40169	0.0	I	I
I 0075	INPHIS	1	245	0	1	36564	0.0	I	I
I 0076	BURNUP	1	13	0	1575	38225	0.0	I	I
I 0077	OUTELM	1	68	0	1	55187	0.0	I	I
I 0078	PRINTO	1	109	0	1	35131	0.0	I	I
I 0079	PROBOF	1	56	0	392	34541	0.0	I	I
I 0080	SHAPE2	1	75	0	1	33147	0.0	I	I
I 0081	DPST	1	139	0	114	33060	0.0	I	I
I 0082	ICLEAR	1	13	0	1992	32832	0.0	I	I
I 0083	OUTHD	1	40	0	4	30396	0.0	I	I
I 0084	OUTPTO	1	209	0	1	28681	0.0	I	I
I 0085	PRINT1	1	93	0	1	25240	0.0	I	I
I 0086	FDISTF	1	10	0	6300	18900	0.0	I	I
I 0087	PLOTLM	1	120	0	1	15019	0.0	I	I
I 0088	YIMEG	1	23	0	392	12748	0.0	I	I
I 0089	TIMER	1	97	0	493	12250	0.0	I	I
I 0090	PRINT2	1	55	0	39	12037	0.0	I	I
I 0091	PROB01	1	103	0	1	11478	0.0	I	I
I 0092	INPUT1	1	206	0	1	9575	0.0	I	I
I 0093	PLOT	1	66	0	1	9372	0.0	I	I
I 0094	SETELT	1	113	0	3	7512	0.0	I	I
I 0095	MDSET	1	133	0	1	6518	0.0	I	I
I 0096	SETPL1	1	45	0	4	6100	0.0	I	I
I 0097	OUTHD	1	48	0	2	6047	0.0	I	I
I 0098	FISRAT	1	16	0	225	5625	0.0	I	I
I 0099	PRINT3	1	23	0	1	3045	0.0	I	I
I 0100	SETPL2	1	31	0	36	3004	0.0	I	I
I 0101	OUTEM	1	122	0	30	2568	0.0	I	I
I 0102	PAPLOT	1	109	0	1	2255	0.0	I	I
I 0103	COORD1	1	116	0	1	2198	0.0	I	I
I 0104	CDTHX	1	11	0	458	1832	0.0	I	I
I 0105	INPGER	1	244	0	1	1818	0.0	I	I
I 0106	CATHEX	1	9	0	450	1800	0.0	I	I
I 0107	FPRES2	1	66	0	1	1534	0.0	I	I
I 0108	INIGAS	1	75	0	1	1359	0.0	I	I
I 0109	SETPL3	1	31	0	12	1098	0.0	I	I
I 0110	PJUMP	1	64	0	8	920	0.0	I	I
I 0111	SELEP2	1	53	0	1	814	0.0	I	I
I 0112	DELTAN	1	79	0	1	741	0.0	I	I
I 0113	ADTM	1	11	0	28	588	0.0	I	I
I 0114	LINSET	1	86	0	1	377	0.0	I	I
I 0115	INPR	1	43	0	1	248	0.0	I	I
I 0116	NCOUPL	1	47	0	1	111	0.0	I	I
I 0117	AAZERO	1	170	0	2	56	0.0	I	I
I 0118	CPOIR	1	23	0	8	48	0.0	I	I

I 0119	A0BU	1	11	0	2	32	0.0	I
I 0120	INPZ	1	16	0	1	27	0.0	I
I 0121	CHSOFT	1	29	0	0			I
I 0122	SBES1	1	72	0	0			I
I 0123	CTSOFT	1	50	0	0			I
I 0124	HTCW	1	52	0	0			I
I 0125	FDIST	1	18	0	0			I
I			13580	0				I
						1356298713		I