

J A E R I - M
92-189

Tokamak Simulation Code の使用手引き

1992年12月

中村 幸治・西野 徹*・常松 俊秀・杉原 正芳

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

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

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

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1992

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 日立高速印刷株式会社

Tokamak Simulation Code の使用手引き

日本原子力研究所那珂研究所炉心プラズマ研究部
中村 幸治・西野 徹*・常松 俊秀*・杉原 正芳*

(1992年11月6日受理)

変形可能な軸対称トロイダルプラズマの時間発展をシミュレートする Tokamak Simulation Code の使用手引きをまとめた。原研の計算機システムで本コードを用いるため、TSC コードと大容量データベース管理システム GAEA とリンクさせた。この手引きは、GAEA システムの下で入出力データを処理する方法を中心に述べたもので、軸対称運動を与えるモデル方程式、コードの概要、最適な収束解を得る方法などが詳細に説明されている。

那珂研究所：〒311-01 茨城県那珂郡那珂町大字向山801-1

+ ITER 開発室

* カナザワコンピュータサービス(株)

User's Manual of Tokamak Simulation Code

Yukiharu NAKAMURA, Tooru NISHINO^{*}, Toshihide TSUNEMATSU⁺
and Masayoshi SUGIHARA⁺

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

(Received November 6, 1992)

User's manual for use of Tokamak Simulation Code (TSC), which simulates the time-evolutional process of deformable motion of axisymmetric toroidal plasma, is summarized. For the use at JAERI computer system, the TSC is linked with the data management system GAEA. This manual is focused on the procedure for the input and output by using the GAEA system. Model equations to give axisymmetric motion, outline of code system, optimal method to get the well converged solution are also described.

Keywords : Tokamak Simulation Code, Deformable Plasma, Positional Instability, User's Manual

+ Department of ITER Project

* Kanazawa Computer Service Co. Ltd.

目 次

1. まえがき	1
2. モデル方程式	2
3. Tokamak Simulation Code の概要	5
4. 計算例および仮想パラメータの最適化法	6
4.1 計算例	6
4.2 仮想パラメータの最適化法	8
5. Tokamak Simulation Code の使用法	10
5.1 TSCGAEA の利用手順	10
5.2 入力の方法	21
6. まとめ	32
謝 辞	32
参考文献	33
付録 1 入力データの説明	34
付録 2 図形出力の方法	66

Contents

1. Introduction	1
2. Model Equation	2
3. Description of Tokamak Simulation Code	5
4. Example Run and Method to Optimize Artificial Input Parameters	6
4.1 Example Run	6
4.2 Method to Optimize Artificial Input Parameters	8
5. Method to Use Tokamak Simulation Code	10
5.1 Procedure to Use TSCGAEA	10
5.2 Input Method	21
6. Summary	32
Acknowledgements	32
References	33
Appendix 1 Description of Input Data	34
Appendix 2 Method to Obtain Graphics	66

1. まえがき

近年の核融合研究の進展をうけ、トカマクではダイバータプラズマが主流になっており、JT-60 や JET では、このダイバータにより閉じ込めを改善することが期待されている。トカマクは軸対称性が基本であるためポロイダルダイバータが有効であると考えられているが、このとき、プラズマは軸対称な MHD モードである位置不安定性を生じ易い非円形断面の形状にならざるを得ない。また、将来の核融合炉ではプラズマ電流を増やすとともに β 値を高くすることが有利であるが、高 β の非円形プラズマでは、位置不安定性の制御が課題である [1]。位置不安定なトカマクではその制御に失敗すると真空容器などに巨大な電磁力が働くため [2]、外部磁場の磁場構造を最適にするなど慎重な検討が必要である。

位置不安定性の研究の多くはプラズマ断面の変形を許さない剛体モデルによっているが [3-5]、非円形度の高いプラズマを離散的に置かれた制御コイルによるフィードバック制御や局所的に配置したシェルを用いて安定化する場合には、断面変形を伴う位置不安定性が問題となる。たとえば、大型トカマク装置の一つである JET では高 β プラズマを得るのに適した非円形断面プラズマの実験が行なわれているが、位置不安定なプラズマを如何に最適に制御するか、実験技術上の課題である。実際、プラズマの変形効果を考慮したより現実的な物理モデルを用いて、真空容器や外部磁場コイルによる受動的および能動的フィードバック安定化の問題を取り扱った研究がある [6, 7]。Perrone 等 [6] は非円形度の高い JET プラズマに対して、橿円度が大きくなると垂直方向変位の位置不安定性の成長率が大きくなること、真空容器により成長率が渦電流の減衰時間にまで抑えられるものの完全に安定化するためにはフィードバック制御が必要であること、プラズマ変位の固有モードには大きな変形が現われており、フィードバック制御系の設計にはこの変形の効果を考慮しておく必要のあることを指摘している。また、Jardin 等 [7] は、PBX-M トカマクでの極端に非円形なプラズマに対して、変形可能な条件下での位置不安定性を Tokamak Simulation Code を用いて調べている。

Tokamak Simulation Code (TSC コード) [8] はトカマク放電の制御上の要求を調べるために、プリンストンプラズマ物理研究所で開発されたもので、断面変形を許す軸対称なプラズマ運動をシミュレートすることができる。軸対称外部コイルにはフィードバック制御系を含めることができ、また軸対称なコイルで模擬した渦電流効果を考慮することもできる汎用のシミュレーションコードである。このため、開発元のプリンストンにおいても PBX-M トカマクや TFTR のプラズマ制御解析に用いられているのをはじめ、ITER の概念設計においてプラズマ放電の立ち上げシナリオや位置不安定性の安定化の検討などに広く用いられている。

本報告は、TSC コードを使用する上で必要なノウハウを手引きとしてまとめたもの

である。次の節では、変形可能な軸対称トロイダルプラズマの運動を与えるモデルを説明する。3節では、TSCコードの体系と計算の基本機能を述べる。4節では、TSCコードを用いた計算例として、著者等が行なったITERトカマクの位置不安定性のシミュレーションの結果を示す。また、TSCコードを使用する際に必要な任意パラメータを如何に最適に設定するか、基本的な考え方を述べる。コードの起動方法、保存データファイルの定義やTSCコードの環境設定さらに図形出力の仕方などは、5節で述べる。実際の使用にあたって、頻繁に参照の必要があると思われる、入力データの説明、出力の説明さらに本コードのデータベースを系統的に管理するGAEAシステム[9]を用いた図形出力の仕方などは、それぞれの例を通じて付録にまとめている。

2. モデル方程式 [6]

トロイダル角を ϕ とする軸対称トロイダル配位を考える。このとき、磁場は、単位角当たりのポロイダル磁束 Ψ とトロイダル磁場関数 g を用いて、

$$\mathbf{B} = \nabla\phi \times \nabla\Psi + g\nabla\phi , \quad (1)$$

で与えられる。完全な静止平衡の場合、2次元の関数であるトロイダル磁場関数 g の等 g 面は等ポロイダル磁束面に一致する。 $\Psi = \Psi_c$ (一定)内の領域の全トロイダル磁束 Φ はこの領域全体にわたる積分により次のように与えられる：

$$\Phi \equiv \frac{1}{2\pi} \int_{\Psi_c} \mathrm{d}\tau \mathbf{B} \cdot \nabla\phi = \int_{\Psi_c} \mathrm{d}x \mathrm{d}z \frac{g(x,z)}{x} . \quad (2)$$

ここで、 (x, ϕ, z) は通常の円柱座標系を与える。

プラズマ流体の流れ関数を A 、トロイダル成分を ω 、そしてポテンシャルを Ω とすると、プラズマの運動量密度 $\mathbf{m} = M n \mathbf{v}$ は、

$$\mathbf{m} = \nabla\phi \times \nabla A + \omega \nabla\phi + \nabla\Omega , \quad (3)$$

と表現される。

ここでは、外部起電力によるポロイダル磁場コイルの電流変化やプラズマ抵抗による散逸、および磁場を横切る拡散などによって支配される時間スケールの現象に興味があり、これを与える抵抗性MHD方程式に対して正確な解を求める必要がある。この時間スケール(通常のトカマクでは、10 msec以上を考えればよい)は、プラズマの

である。次の節では、変形可能な軸対称トロイダルプラズマの運動を与えるモデルを説明する。3節では、TSCコードの体系と計算の基本機能を述べる。4節では、TSCコードを用いた計算例として、著者等が行なったITERトカマクの位置不安定性のシミュレーションの結果を示す。また、TSCコードを使用する際に必要な任意パラメータを如何に最適に設定するか、基本的な考え方を述べる。コードの起動方法、保存データファイルの定義やTSCコードの環境設定さらに図形出力の仕方などは、5節で述べる。実際の使用にあたって、頻繁に参照の必要があると思われる、入力データの説明、出力の説明さらに本コードのデータベースを系統的に管理するGAEAシステム[9]を用いた図形出力の仕方などは、それぞれの例を通じて付録にまとめている。

2. モデル方程式 [6]

トロイダル角を ϕ とする軸対称トロイダル配位を考える。このとき、磁場は、単位角当たりのポロイダル磁束 Ψ とトロイダル磁場関数 g を用いて、

$$\mathbf{B} = \nabla\phi \times \nabla\Psi + g\nabla\phi , \quad (1)$$

で与えられる。完全な静止平衡の場合、2次元の関数であるトロイダル磁場関数 g の等 g 面は等ポロイダル磁束面に一致する。 $\Psi = \Psi_c$ (一定)内の領域の全トロイダル磁束 Φ はこの領域全体にわたる積分により次のように与えられる：

$$\Phi \equiv \frac{1}{2\pi} \int_{\Psi_c} \mathrm{d}\tau \mathbf{B} \cdot \nabla\phi = \int_{\Psi_c} \mathrm{d}x \mathrm{d}z \frac{g(x,z)}{x} . \quad (2)$$

ここで、 (x, ϕ, z) は通常の円柱座標系を与える。

プラズマ流体の流れ関数を A 、トロイダル成分を ω 、そしてポテンシャルを Ω とすると、プラズマの運動量密度 $\mathbf{m} = M_n \mathbf{v}$ は、

$$\mathbf{m} = \nabla\phi \times \nabla A + \omega \nabla\phi + \nabla\Omega , \quad (3)$$

と表現される。

ここでは、外部起電力によるポロイダル磁場コイルの電流変化やプラズマ抵抗による散逸、および磁場を横切る拡散などによって支配される時間スケールの現象に興味があり、これを与える抵抗性MHD方程式に対して正確な解を求める必要がある。この時間スケール(通常のトカマクでは、10 msec以上を考えればよい)は、プラズマの

密度や温度を磁力線に沿って平坦化するに要する時間スケールに比べると非常に長いため、密度や温度を磁気面上で一定として取り扱うことができる。また、問題とする現象の時間スケールは、力の非平衡を平坦化するに要する Alfvén 時間（数 μsec 程度）と比較しても長いため、 $\nabla p = \mathbf{j} \times \mathbf{B}$ の静止平衡条件がほぼ成り立っていると仮定できる。力の釣り合いがほぼ成り立つことを前提に、運動方程式を

$$\frac{\partial \mathbf{m}}{\partial t} + \mathbf{F}_v(\mathbf{m}) = \mathbf{j} \times \mathbf{B} - \nabla p , \quad (4)$$

と書く。 $\mathbf{F}_v(\mathbf{m})$ はプラズマの粘性とみなすことができる。(4)式はプラズマの時間発展を与えるが、左辺はいわば人為的に与えたもので物理的実体を持たず、時間発展を進める程度に十分大きく、また右辺の各項と比較して十分に小さいことが必要である。また、TSC コードでは、プラズマのまわりの真空領域はプラズマと比較すれば高抵抗で圧力勾配のない希薄なプラズマで満たされているものとする。

運動方程式を次のようにスカラー形式に書き換える：

$$\frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 \Omega + \nabla \cdot \left[\frac{\Delta^* \Psi}{\mu_0 x^2} \nabla \Psi + \frac{g}{\mu_0 x^2} \nabla g + \nabla p - v_2 \nabla (\nabla^2 \Omega) \right] = 0 , \quad (5a)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \Delta^* A + x^2 \nabla \cdot \left[\frac{\Delta^* \Psi}{\mu_0 x^2} \nabla \Psi \times \nabla \phi + \frac{g}{\mu_0 x^2} \nabla g \times \nabla \phi - \frac{v_1}{x^2} \nabla (\Delta^* A) \right] = 0 , \quad (5b)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \omega + \mu_0^{-1} \nabla \phi \times \nabla g \cdot \nabla \Psi - v_1 \Delta^* \omega = 0 . \quad (5c)$$

ここで、 $\Delta^* = x^2 \nabla \cdot x^{-2} \nabla$ は通常のトロイダル橍円作用素である。定常状態を考えると、(5a) - (5c) 式は Grad-Shafranov 平衡方程式：

$$\Delta^* \Psi + \mu_0 x^2 \frac{d}{d\Psi} p(\Psi) + \frac{1}{2} \frac{d}{d\Psi} g^2(\Psi) = 0 , \quad (6)$$

に完全に一致する。

次に、ファラデー則およびオーム則を用いてポロイダル磁束関数 Ψ とトロイダル磁場関数 g の時間発展を与える。 \mathbf{R} を非理想項とすると、オーム則は、

$$\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B} = \mathbf{R} , \quad (7)$$

である。したがって、

$$\frac{\partial}{\partial t} \Psi + \frac{1}{\rho_0} (\nabla \phi \times \nabla A \cdot \nabla \Psi + \nabla \Omega \cdot \nabla \Psi) = x^2 \nabla \phi \cdot \mathbf{R} , \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} g + x^2 \nabla \cdot \left[\frac{g}{\rho_0 x^2} (\nabla \phi \times \nabla A + \nabla \Omega) - \frac{\omega}{\rho_0 x^2} \nabla \phi \times \nabla \Psi - \nabla \phi \times \mathbf{R} \right] = 0 . \quad (9)$$

ここで、 $\rho_0 = n_0 M$ は質量密度で定数である。たとえば、 $\eta = 0.51 \times 10^{-4} Z(\ln \Lambda) T_e^{-3/2}$ を Spitzer 抵抗とすると、 $\mathbf{R} = \eta \mathbf{j}$ である。 T_e は電子温度で eV 単位である。これにより、(8) 式、(9) 式の中の散逸項はそれぞれ、

$$x^2 \nabla \phi \cdot \mathbf{R}_c = \frac{\eta_{||}}{\mu_0} \Delta^* \Psi , \quad (10)$$

$$\nabla \phi \times \mathbf{R}_c = \frac{\eta_{||}}{\mu_0 x^2} \nabla g , \quad (11)$$

で与えられる。

計算領域の境界で与える境界条件は、プラズマの流体に対しては、

$$\nabla \cdot \mathbf{m} = 0 , \quad \mathbf{m} \cdot \mathbf{n} = 0 , \quad (12)$$

である。トロイダル磁場関数 g およびポロイダル磁束関数 Ψ に対する境界条件は、

$$g(\mathbf{x}_b) = g_0 = \frac{\mu_0 I_{TF}}{2\pi} , \quad (13)$$

$$\Psi(\mathbf{x}_b, t) = \frac{\mu_0}{2\pi} \int_p G(\mathbf{x}_b, \mathbf{x}) J_\phi(\mathbf{x}_b, t) d^2x + \sum_{i=1}^N \frac{\mu_0}{2\pi} G(\mathbf{x}_b, \mathbf{x}_i) I_i , \quad (14)$$

である。 I_{TF} はトロイダル磁場コイルの全電流であり、 $G(\mathbf{x}_b, \mathbf{x})$ は Grad-Shafranov 演算子の Green 関数である。外部コイルに対するポロイダル磁束の発展方程式は、次の回路方程式：

$$\frac{\partial}{\partial t} \Psi = \mu_0^{-1} \eta \Delta^* \Psi + \frac{1}{2\pi} V(t) , \quad (15)$$

で与えられる。 $V(t)$ は外部電源により与えられる起電力で既知である。

3. Tokamak Simulation Code の概要

TSC コードの基本機能は、変形可能な軸対称トロイダルプラズマの運動をフィードバック制御ループを含めた外部回路を連成させて解くことである。このとき、磁気面平均で定まる粒子やエネルギー輸送を求めることもできる。軸対称ではあるが真空容器などの外部構造体の渦電流効果を取り入れることもできるため、軸対称な位置不安定性の抵抗性シェルによる安定化の検討や、プラズマ放電の立ち上げシナリオの検討など、トカマク装置の設計や実験で用いられるに意味のあるシミュレーションコードといえる。

原研に導入することになった原版の TSC コードには、この他、不純物によるエネルギー損失を求めるかなり大きなルーチンや、具体的な PID 制御回路モデルが含まれていたが、コアメモリーを節約するために導入の際に削除した。これらの機能はソースプログラムを見るかぎり、TSC コードの主ルーチンと繋がっていなかったり、未完であった。また、制御回路モデルは DIII-D や TFTR トカマクを対象とした特殊なもので、JT-60 や ITER トカマクなどに本 TSC コードを適用するには新たに作成する必要があると思われる。

TSC コードは、2 次元の磁束関数や流体の 2 次元速度ベクトル場などを中心とする龐大な数値データを作る。このため、データの管理や検索に問題があることが想定されたため、大容量数値データ用高速入出力システム GAEA システムの配下で TSC コードのソースプログラム管理、得られた数値データの管理を一元化することとした。図形処理も GAEA システム配下で行なう。ユーザーはこのことを意識する必要はないが、データベースファイルの登録、ロードモジュールの作成、ランの発行、さらに図形処理に至る TSC コードの実行は全て GAEA システムによることになる。5 節で、その方法を述べる。原研に導入した GAEA 配下で利用可能な Tokamak Simulation Code を、本報告では、TSCGAEA と略称する。

TSC コードのシミュレーション手順は、(1) 初期平衡の求解とこれに続く (2) 軸対称時間発展である。TSCGAEA の資源は、

J0000.TKGAEA.TSCV3.FORT77	: TSC ソースプログラム
J0000.TKGAEA.TSCV3.INCLUDE	: TSC インクルードファイル
J0000.TKGAEA.TSCV3LIB.FORT77	: TSC ライブラリー (INPT, SAVEIT, TSCLIB)
J0000.TKGAEA.TSCV3LIB.LOAD	: TSC ライブラリのロードモジュール
J0000.TSCV3L1.DATABASE	: GAEA 利用のデータベース
J0000.TSCV3.CNTL	: GAEA 利用の JCL
J0000.TSCV3.GRDATA	: GAEA 利用の図形定義データファイル

である。また TSC コードは、FACOM の SSL-II に相当する科学技術計算ルーチンとして、NAG Fortran ライブライバー NAG-FLIB を用いている。NAG-FLIB の資源は以下の通りである。

J0000.NAGFLIB.ASM	: アセンブルソースプログラム
J0000.NAGFLIB.DOCUMENT	: 各副プログラム説明書
J0000.NAGFLIB.EXDATA	: 例題テストデータ
J0000.NAGFLIB.EXLIST	: 例題テスト結果
J0000.NAGFLIB.EXTEXT	: 例題ソースプログラム
J0000.NAGFLIB.FORT77	: NAG-FLIB Fortran ソースプログラム
J0000.NAGFLIB.INSMAN	: 導入マニュアル
J0000.NAGFLIB.USERMAN	: 利用マニュアル
J0000.NAGFLIB.LOAD	: FACOM 用ロードモジュールライブライバーで、メンバーは 1685 個存在する。

実際に TSC で利用している NAG-FLIB のメンバーは、F02BJF、F03AAF、F04AAF の 3 つで、これらは一次呼び出しの副プログラムであり、下位に多くの NAG-FLIB 副プログラムが用いられている。

4. 計算例および仮想パラメータの最適化法

4.1 計算例

ここでは、楕円度がほぼ 2 の極端な非円形プラズマである ITER トカマクを例にとり、抵抗性シェルによる安定化作用を受ける変形可能なプラズマの位置不安定性を TSC コードにより数値シミュレーションする。

真空容器や安定化のためのシェルは軸対称なポロイダル磁場コイルと仮定する。また、実際の真空容器はプラズマ全体を取り囲むが、真空容器断面のトーラス外側の部分はプラズマから遠く離れているため無視する。安定化のための抵抗性シェルはその時定数がほぼ 50 msec であり、非円形プラズマをトーラスの外側から内側へ押さえ込むように配置する。TSC コードでは初期条件として或る静止平衡を与え、この時間発展を追跡するが、ここではプラズマ電流 $I_p = 20$ MA、楕円度 1.95、電流分布は $I_i = 1.09$ とした。プラズマ電流は時間発展の間一定に保った。図 1 に $t = 58.4$ msec 経過後のプラズマ配位を示す。図 2 に磁気軸 z 座標の時間変化を示す。これより、位置不安定性が成長時間 21 msec でほぼ線形の成長をしていることがわかる。この値は、安定化のための抵抗性シェルの時定数 50 msec と比較するとほぼ半分である。その理由としては、実効的なシェルの時定数がプラズマが存在するために、50 msec より小さく

である。また TSC コードは、FACOM の SSL-II に相当する科学技術計算ルーチンとして、NAG Fortran ライブラリー NAG-FLIB を用いている。NAG-FLIB の資源は以下の通りである。

J0000.NAGFLIB.ASM	: アセンブラソースプログラム
J0000.NAGFLIB.DOCUMENT	: 各副プログラム説明書
J0000.NAGFLIB.EXDATA	: 例題テストデータ
J0000.NAGFLIB.EXLIST	: 例題テスト結果
J0000.NAGFLIB.EXTEXT	: 例題ソースプログラム
J0000.NAGFLIB.FORT77	: NAG-FLIB Fortran ソースプログラム
J0000.NAGFLIB.INSMAN	: 導入マニュアル
J0000.NAGFLIB.USERMAN	: 利用マニュアル
J0000.NAGFLIB.LOAD	: FACOM 用ロードモジュールライブラリ で、メンバーは 1685 個存在する。

実際に TSC で利用している NAG-FLIB のメンバーは、F02BJF、F03AAF、F04AAF の 3 つで、これらは一次呼び出しの副プログラムであり、下位に多くの NAG-FLIB 副プログラムが用いられている。

4. 計算例および仮想パラメータの最適化法

4.1 計算例

ここでは、楕円度がほぼ 2 の極端な非円形プラズマである ITER トカマクを例にとり、抵抗性シェルによる安定化作用を受ける変形可能なプラズマの位置不安定性を TSC コードにより数値シミュレーションする。

真空容器や安定化のためのシェルは軸対称なポロイダル磁場コイルと仮定する。また、実際の真空容器はプラズマ全体を取り囲むが、真空容器断面のトーラス外側の部分はプラズマから遠く離れているため無視する。安定化のための抵抗性シェルはその時定数がほぼ 50 msec であり、非円形プラズマをトーラスの外側から内側へ押さえ込むように配置する。TSC コードでは初期条件として或る静止平衡を与え、この時間発展を追跡するが、ここではプラズマ電流 $I_p = 20 \text{ MA}$ 、楕円度 1.95、電流分布は $I_i = 1.09$ とした。プラズマ電流は時間発展の間一定に保った。図 1 に $t = 58.4 \text{ msec}$ 経過後のプラズマ配位を示す。図 2 に磁気軸 z 座標の時間変化を示す。これより、位置不安定性が成長時間 21 msec でほぼ線形の成長をしていることがわかる。この値は、安定化のための抵抗性シェルの時定数 50 msec と比較するとほぼ半分である。その理由としては、実効的なシェルの時定数がプラズマが存在するために、50 msec より小さく

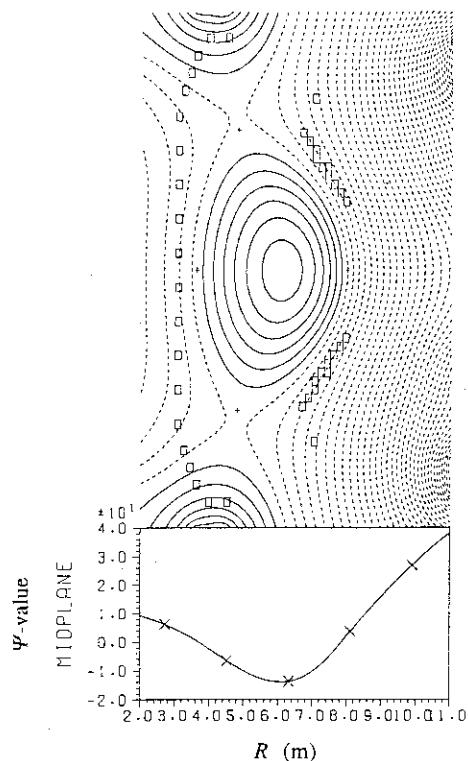


図 1 トーラス赤道面下側に 1 cm の磁気軸オフセットを与えた後、58.4 msec 経過した垂直移動中のプラズマ配位。

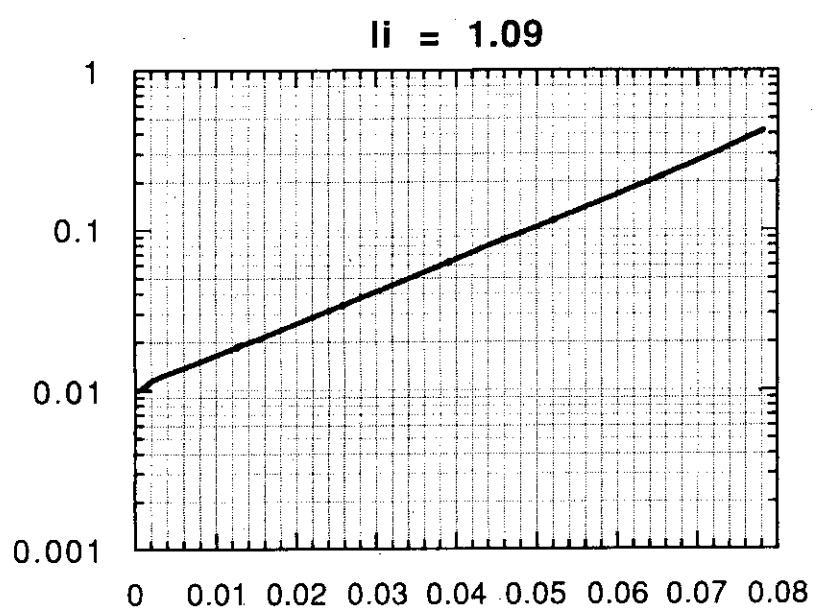


図 2 トーラス赤道面からの磁気軸の時間発展変位。

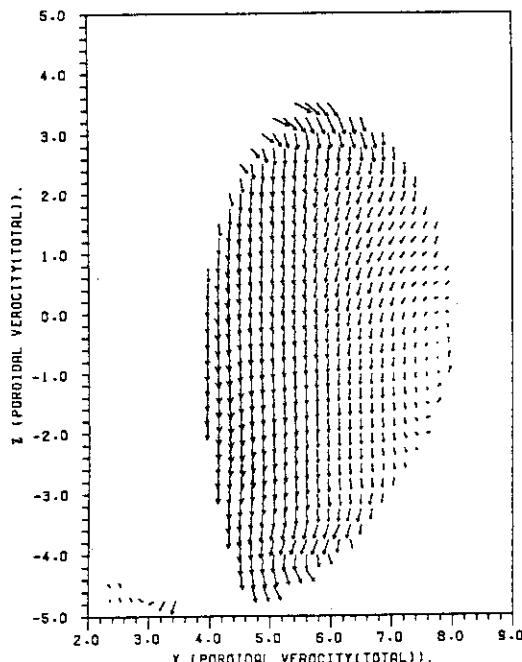


図 3 $t = 58.4 \text{ msec}$ 後のプラズマ流体のポロイダル面内速度ベクトル場。

なると考えられること、後に述べるように、プラズマ断面の変形が生じていることなどが考えられる。図 3 にプラズマ流体の速度ベクトルを示す。安定化を期待した抵抗性シェルに近い部分では速度ベクトルは小さく、これより遠い断面内側部分では大きな速度ベクトルを示している。このように、局所的に配置された抵抗性シェルをもつ非円形度の高いトカマクでは、位置不安定性は決して剛体運動をせず変形を伴うことがわかる [10]。

4.2 仮想パラメータの最適化法

TSC コードでは、物理モデル上の或るいは数値計算上のいくつかの任意パラメータを設定しなければならない。これらは、プラズマの質量、計算境界の配置、計算格子間隔、粘性率、プラズマの電気抵抗や真空領域の温度であり、TSC コードで得られた物理結果は、これらの任意パラメータ値には依存しないことが必要である。たとえば、或る抵抗性シェルによる安定化効果を受けるプラズマの垂直方向の位置不安定性の成長率は、基本的にはこれらの任意パラメータに依存せず、抵抗性シェルの L/R 時間程度の成長率を与えると考えるのが妥当である。

まず、計算境界の配置や計算格子間隔の設定の仕方が、物理結果に関係しないことは説明の必要がないであろう。これらはそれぞれ、通常、プラズマ小半径程度プラズマ境界から離れていればよく、また、計算格子点を 100 程度取ればよいようである。

TSC コードでは、プラズマに与える粘性は、数値不安定を抑制するためのいわば人為的なものである。このため、設定した粘性が大き過ぎると物理的実体を持たないプラズマ流体の流れの減衰が生じる。シミュレーションの時間変化よりもゆっくりとした粘性による減衰時間に設定するのが望ましい。真空領域の温度については、この領域で顕著な電流の流れがないことを仮定していることから、周辺プラズマの温度に比べ十分低いことが必要である。設定するプラズマ質量は実効的な Alfvén 時間を与えるが、TSC コードを用いたシミュレーションはもともと厖大な計算処理時間を必要とするため、プラズマ質量を増加させ、シミュレーションを加速する方法がとられる。実際にには、この増加係数 FFAC として 1000 程度が採用される。この値は、Alfvén 時間が μsec のオーダーであるのに対し、抵抗性シェルの L/R 時間が $\text{msec} \sim 10 \text{ msec}$ のオーダーであることが多いことに対応している。

以上が任意パラメータを最適化する際の基本的な考え方であるが、これら任意パラメータの選び方に物理結果が依存しないことを、常に、確認することが必要である。図 4 に任意パラメータの最適化法を示す。プラズマ質量、計算境界のプラズマからの距離、格子間隔、粘性、真空領域およびプラズマの抵抗をそれぞれ 2 倍にした場合、たとえば成長率などの物理量がこれらに依存せず、外部の抵抗性シェルの電気抵抗のみに一次的に依存するのが妥当である。

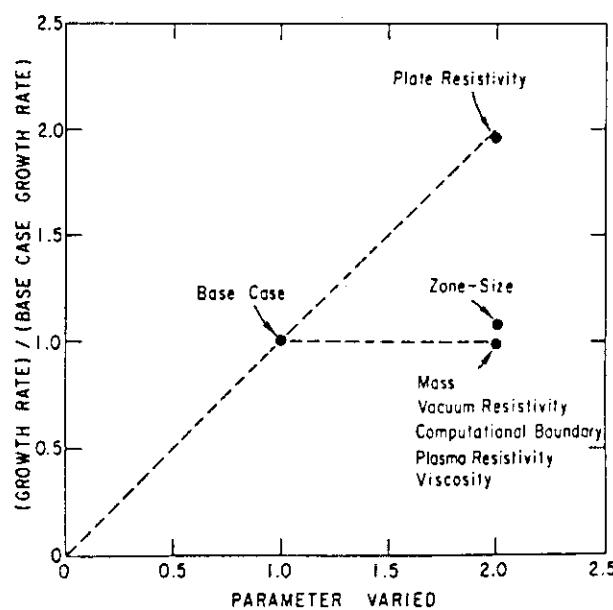


図 4 任意パラメータの最適化法： 外部の抵抗性シェルの電気抵抗、プラズマ質量、計算境界のプラズマからの距離、格子間隔、粘性、真空領域およびプラズマの抵抗をそれぞれ 2 倍にしても、物理量である成長率がこれらに依存せず、シェルの抵抗のみにするのが妥当である（文献 [8] から転載）。

5. Tokamak Simulation Code の使用法

TSCGAEA の使用に際して、ユーザーは GAEA システム用のコマンドプロシジャーの定義、TSC コードの実行により作成されるファイルを出力し保存するためのデータベースファイルの作成などを予め行なわなければならない。ここでははじめに、 GAEA システム配下で TSC コードを使用するために必要な手続きを述べる。入力データの詳しい説明は付録 1 に示すが、 TSC コードを使用する典型的な問題の例を最後に取り上げる。そこでは、 5.2.1 抵抗性シェルの下での垂直方向位置不安定性のシミュレーション、 5.2.2 抵抗性シェルの L/R 時間の評価、 5.2.3 热崩壊に伴うプラズマ位置変動のシミュレーション、 5.2.4 放電の立ち上げ過程のシミュレーションの各場合毎に、入力データの与え方を説明する。これと付録 1 の説明を参照することにより、 TSC コードによるシミュレーションが身近なものとなるであろう。

5.1 TSCGAEA の利用手順

(1) セッションの開設

LOGON TSS J1234/PSWORD S(4096) サイズの指定

(2) GAEA コマンドプロシジャーの定義

READY

GASET

```
ALLOC DA('SYS9.DMYPROC' 'J4321.GAEA.TSSMAC.CLIST' TSSMAC.CLIST 'SYS9.
CMDPROC') SHR REUSE F(SYSPROC)
```

(3) GAEA データベースの初期化

TSC コード実行による作成されたファイルを出力するためのデータベースファイルの作成を予め行なっておく必要がある。以下にデータベースファイルの作成方法を示す。

READY

GAEAINIT TSCV3L1 NEW UNIT(XXXXXX) SP(2000) <CR> *-1

<<< START GAEAINIT COMMAND (V02/L01) 09/30/87 >>>

INITIAL DISK INFORMATION

DISK #	=	3
BLKSIZE(W/B)	=	5869 / 23476
MAXIMUM WORDS	=	2048000

```

TRK LENGTH      = 47968
>>INITIAL==>TYPEIN YOUR NAME (A16,NOT BLANK)==>XX.YYYYYYYY<CR> *-2
>>INITIAL==>TYPEIN PASSWORD(A8 ,NOT BLANK)==>ZZZZZZZZ<CR> *-3
    BLKSIZ      | BLOCK SIZE OF DATASET      = 23476
    MAXBLK     | MAXIMUM BLOCK NUMBER      = 350
    ACCESS      | ACCESS METHOD (U/L/E)      = U
    TOP        | SIZE   USING   MAX
    CD-TABLE   |       1      45
    DB-TABLE   |      46     718     1      1
    RN-TABLE   |      764     75      0     100  (0.0%)
    RB-TABLE   |     8264     48      0      72  (0.0%)
    GD-TABLE   |    11739      8      0    2200  (0.0%)
    VD-TABLE   |   29346      5      0    1173  (0.0%)
    MD-TABLE   |   35215     23      0    9696  (0.0%)
    DT-TABLE   |  258237          0  223022  (0.0%)
    DA-TABLE   | 481259   5869      0     266  (0.0%)
LOCK KEY = 0. SHARED MEN = 20. MAXIMUM MASS TAPE = 20.
VERSION/LEVEL(01/01) DATE:XX-YY-ZZ  USER=J1234
<<< FINISH GAEAINIT COMMAND (V02/L01) 09/30/87 >>>
READY

```

- * -1 : データベースファイル名を入力する。UNIT名は各ユーザー永久ファイルのUNIT名を指定する。
- * -2 : 原研ユーザーIDに登録してあるユーザー名を入力する。
- * -3 : データベースファイルに対してのパスワードを入力する。ただし、ユーザーIDに対して設定しているパスワードと同様である必要はない。パスワードはラン名の削除時に必要なため記憶しておくこと。

これにより、2000 KW の大きさのJ1234.TSCV3L.DATABASEなるファイルが新たに作成された。修飾子 DATABASEはGAEAシステム内で、自動発行される。なお、すでにデータベースファイルが存在し、これを初期化するには、.GAEAINITのNEWオプション指定をOLD指定とすればよい。

続く、GAEAGRD処理のために、初期化後、次の操作をする。

-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU > -----	
OPTION ==> <u>3</u>	(V03/L01, MAR. 31, '91)
1 BROWSE	-READ GAEA GRAPH DEFINED DATA (BROWSE)
2 GAEAGRD	-DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT (GRDEFINE)
3 GAEAUTY	-EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS (UTILITY)
4 GAEAEDIT	-SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT (EDIT)
5 GAEAPREP	-EXECUTE PRE-PROCESSING (PREP)
6 GAEAGO	-EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM (GO)

7 GAEASTR - STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA (STORE)
 X EXIT - TERMINATE GAEA SYSTEM

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>
 DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT => J3340
 LIBRARY => TSCV3L1
 TYPE => DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

=====> TSCV3.GRDDATA

(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)

=====> @@.GAEAPLOT.DATA

<< START GAEAUTY COMMAND (V04/L01) 03/25/91 >>

> MANAGE <CR>
 > > JUSER <CR>
 SEQ. USER ID DISK UNIT PASSWORD -----JUSER CARD -----
 GAEA100303-I NO USER ID REGISTERD.
 >>JUSER==TYPE IN USER ID=> **JXXXX** <CR>
 >>JUSER==TYPE IN UNIT=> **DXXXXX** <CR> * -1
 >>JUSER==TYPE IN PASSWORD=> **AAAA** <CR> * -2
 >>JUSER==TYPE IN JUSER CONTENTS (MAX 40 BYTES)=> **1234567,AA.BB,00XX.0X**
 SEQ. USER ID DISK UNIT PASSWORD
 1 JXXXX DXXXXX AAAA 12345678,AA.BB,00XX.0X
 >>JUSER==TYPE IN USER ID=> <CR>
 >> END <CR>
 > END <CR>

* -1 : ここで入力するパスワードは大型計算機(M-780)利用時のパスワードを入力すること。

* -2 : DISK ユニットに関しては、各ユーザーに対して永久ファイルを確保可能な VOLUME 通番が指定されているため、コマンド "CTABLE" 等により確認のこと。

(4) ユーザー ID の登録

ユーザー登録の為には TSCGAEA メニューの "3, GAEAUTY" を選択する。

-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU > -----

OPTION ==> **3** (V03/L01, MAR. 31, '91)

1 BROWSE - READ GAEA GRAPH DEFINED DATA (BROWSE)

2 GAEAGRD	- DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT (GRDEFINE)
3 GAEAUTY	- EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS (UTILITY)
4 GAEAEDIT	- SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT (EDIT)
5 GAEAPREP	- EXECUTE PRE-PROCESSING (PREP)
6 GAEAGO	- EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM (GO)
7 GAEASTR	- STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA (STORE)
X EXIT	- TERMINATE GAEA SYSTEM

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>

DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT => J3340
 LIBRARY => TSCV3L1 *-1
 TYPE => DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

=====> TSCV3.GRDDATA *-2

(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)

=====> @@.GAEAPLOT.DATA *-3

* -1 : データベースの作成の所で作成したデータベースファイル名を入力する。

* -2 : グラフィックデータ出力用データファイル(作成済みでなければならぬ)
 い)

* -3 : DSCAN 出力用グラフィクデータ WORKFILE 名(ここで新たに作成する)

(5) プリプロセス処理(ロードモジュールの作成、 GAEA ソースの作成)

-- バッチ処理の場合 --

.GAEA G で GAEAPREP を選択し、プリプロセスする。ラン名を TSCV3L01 とすると、 TSCV3L1.TSCV3L01.FORT77、INCLUDE、LOAD の 3 つのデータセットがこのプリプロセス処理により作成される。

-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU >-----

OPTION ==> 5

(V03/L01, MAR. 31, '91)

1 BROWSE	- READ GAEA GRAPH DEFINED DATA (BROWSE)
2 GAEAGRD	- DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT (GRDEFINE)
3 GAEAUTY	- EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS (UTILITY)
4 GAEAEDIT	- SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT (EDIT)
5 GAEAPREP	- EXECUTE PRE-PROCESSING (PREP)
6 GAEAGO	- EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM (GO)
7 GAEASTR	- STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA (STORE)
X EXIT	- TERMINATE GAEA SYSTEM

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>

DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT => JXXXX

LIBRARY => TSCV3L1

TYPE => DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

=====> TSCV3.GRDDATA

(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)

=====> @@.GAEAPLOT.DATA

<<< START GAEAPREP COMMAND (V03/L02) 02/01/89 >>>

>BATCH TSCV3.CNTL(PREPFULL) OTHER DEL <CR> *-1

KEQ56228I DATA SET JXXXX.TSCV3.LOAD NOT IN CATALOG

KEQ56701I MISSING DATA SET NAME++

KEQ56701I MISSING DATA SET NAME TO BE ALLOCATED

JZL002I STOP 1

====BATCH JOB START.

XXXX FXXXX123 JOB ACCEPTED CN(01)

DATA SET JXXXX.TSCV3L1.DATABASE ALREADY IN USE,TRY LATER+ *-2

DATA SET IS ALLOCDATE TO ANTHER JOB OR USER

***** DATABASE ALLOCATION ERROR.

====> DSN=JXXXX.TSCV3L1.DATABASE

PLEASE TRY AGAIN

ENTRY (A) JXXXX.@@.FT01.GAEAPREP DELETE

ENTRY (A) JXXXX.@@.FT02.GAEAPREP DELETE

ENTRY (A) JXXXX.@@.FT10.GAEAPREP DELETE

ENTRY (A) JXXXX.@@.FT11.GAEAPREP DELETE

ENTRY (A) JXXXX.@@.FT12.GAEAPREP DELETE

CATALOG ERROR+

LASTCC=8

** VSAM CATALOG RETURN CODE IS 8

CATALOG ERROR+

LASTCC=8

** VSAM CATALOG RETURN CODE IS 8

CATALOG ERROR+

LASTCC=8

** VSAM CATALOG RETURN CODE IS 8

>END <CR>

<<< FINISH GAEAPREP COMMAND (V03L02) 02/01/89 >>>

* -1 : データベースへの TSC コードに関する "ソース&ロードモジュール&プログラム情報(ラン名)" の登録を行なうための JCLを以下に示す。

```
TWCEI(0402030005)OPN
//TSC EXEC GAEAPREP,SO=JXXXX.TSCV3.FORT77,
// LM=JXXXX.TSCV3.LOAD,UNIT=YYYYYY,
// INC=JXXXX.TSCV3.INCLUDE,NAME=TSCGAEA,
// LIB2=J3340.NAGFLIB.LOAD,LIB1=JXXXX.TSCV3LIB.LOAD,
// FPARM=(AE,VP,ALC,NONUM,NOVS,NOVMSG,OPT(3))
//* ELM=(TSC),FPARM=(ALC,NONUM)
++
//
```

* -2 : ここに示したエラーメッセージは通常出力されない。但し、このメッセージが出力されても問題はない。

これにより、ロードモジュール、GAEA ソースファイルが新たに作成された。内容修飾子 TSCV2L01 はソースプログラム中のラン名であり、自動的に附加される。

(6) ランの発行

GAEA MENU でオプション 6 (GAEAGO) を選択する。

```
-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU >-----
OPTION ===> 6                                (V03/L01, MAR. 31, '91)

-----  

1 BROWSE      - READ GAEA GRAPH DEFINED DATA  (BROWSE )  

2 GAEAGRD     - DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT  (GRDEFINE)  

3 GAEAUTY     - EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS  (UTILITY )  

4 GAEAEDIT    - SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT  (EDIT )  

5 GAEAPREP    - EXECUTE PRE-PROCESSING  (PREP )  

6 GAEAGO       - EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM  (GO )  

7 GAEASTR     - STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA  (STORE )  

X EXIT        - TERMINATE GAEA SYSTEM  

-----
```

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>

DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT	=> JXXXX
LIBRARY	=> TSCV3L1
TYPE	=> DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

```
=====> TSCV3.GRDDATA
(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)
=====> @@.GAEAPLOT.DATA
```

```
<<< START GAEAGO COMMAND (V03/L02) 03/25/91>>>
>BATCH TSCV3.CNTL(TSCGO) <CR> *-1
GAEA050512-I THIS GAEAGO STEP HAS 'PUT' DATA. RUN-NO ( 0000001 )
KEQ56247I FILE RINA NOT FREED , IS NOT ALLOCATED
JZL0002I STOP 1
==== BATCH JOB START.
    1234 FXXXX123 JOB ACCEPTED   CN(01)
>END <CR>
```

* -1 : TSC コード実行を行なうための JCL を以下に示す。

```
TWCEI (06 02 03 00 02) OPN CLASS(1)
//GAEAGO EXEC GAEAGO,RUNNAME=TSCV3L02,UNIT=TSSWK,
//  KSP1=20,KSP2=10,MSP1=100,MSP2=30,
//  CARD=(FT05F001,J4781.TSCV3.DATA(COST0001))
//SUBSYS DD SUBSYS=(VPCS,'SIZE=(00000K,00M)')
//FT22F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),
//  SPACE=(TRK,(300,100),RLSE)
//FT33F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),
//  SPACE=(TRK,(300,100),RLSE)
//* CPUTIME LISTING
//FT66F001 DD SYSOUT=*,  

//  DCB=(LRECL=137,BLKSIZE=5480,RECFM=FB)
//FT06F001 DD SYSOUT=*,  

//  DCB=(LRECL=137,BLKSIZE=5480,RECFM=FB)
//FT59F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(10,10)),
//  DCB=(LRECL=137,BLKSIZE=5480,RECFM=FB)
//FT11F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(10,10)),
//  DCB=(LRECL=137,BLKSIZE=5480,RECFM=FB)
//FT17F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//FT18F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//FT23F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//FT24F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//FT27F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//FT14F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//*FT15F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(OLD,DELETE)
//FT16F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50))
//FT58F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(10,10)),
//  DCB=(LRECL=137,BLKSIZE=5480,RECFM=FB)
//FT99F001 DD UNIT=TSSWK,DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(10,10)),
//  DCB=(LRECL=137,BLKSIZE=5480,RECFM=FB)

++
```

//

これにより、たとえば TSCV3L1.TSCV3L01.R0000001.MASSDATA と KEYDATA が作成される。

(7) 実行データのデータベースへの登録

GAEA MENU でオプション 7 (GAEASTR) を選択し、プログラムの今回の実行結果をデータベースへ登録する。

-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU >-----
OPTION ==> 7 (V03/L01, MAR. 31, '91)

- | | |
|------------|--|
| 1 BROWSE | - READ GAEA GRAPH DEFINED DATA (BROWSE) |
| 2 GAEAGRD | - DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT (GRDEFINE) |
| 3 GAEAUTY | - EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS (UTILITY) |
| 4 GAEAEDIT | - SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT (EDIT) |
| 5 GAEAPREP | - EXECUTE PRE-PROCESSING (PREP) |
| 6 GAEAGO | - EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM (GO) |
| 7 GAEASTR | - STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA (STORE) |
| X EXIT | - TERMINATE GAEA SYSTEM |

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>
DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT => JXXXX
LIBRARY => TSCV3L1
TYPE => DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

=====> TSCV3.GRDDATA

(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)

=====> @@.GAEAPLOT.DATA

<<< START GAEASTR COMMAND (V03/L01) 03/25/91>>>

> ST <CR>

LISTING NOT STORED JOB NAME. NO. OF JOBS IS n

NO RUNNAME RUN-NO.

1 TSCV3L01 n

> ADD <CR> *-1

GAEA070123-I STORE STARTED. JOB NAME =====> TSCV3L01.000000n

GAEA070123-I STORE. GROUP NAME (PARAMET), LOOP NO (1).

GAEA070123-I STORE. GROUP NAME (EXTCOILK), LOOP NO (1).

GAEA070123-I STORE. GROUP NAME (WIREK), LOOP NO (1).

GAEA070123-I STORE. GROUP NAME (TIMESCAL), LOOP NO (1).

```

GAEA070123-I STORE.      GROUP NAME (SCALUNIT ), LOOP NO ( 1).
.
GAEA070123-I STORE.      GROUP NAME (EXCOILM ), LOOP NO ( 1).
GAEA070123-I DID NOT STORE. GROUP NAME (LIMITERM).
GAEA070123-I STORE.      GROUP NAME (OBSERVM ), LOOP NO ( 1).
.
GAEA070123-I STORE.      GROUP NAME (COILGRP7 ), LOOP NO ( 1).
GAEA070123-I STORE.      GROUP NAME (COILGRP8 ), LOOP NO ( 1).
GAEA070123-I STORE FINISHED. JOB NAME =====> TCSV3L01.000000n
KQC0550I ENTRY (A) JXXXX.TCSV3L1.TCSV3L01.R000000n.KEYDATA DELETE
>END <CR>
<<< FINISHI GAEASTR COMMAND (V03/L01) 03/25/91 >>>

```

* -1 : ここで示した様に "ADD" とすると、DATABASE に登録されていない KEYDATA ファイル全てが一度に登録される。また、各々の KEYDATA ファイルを個々に "STORE" したい場合は以下のようにする。

```

>ADD ラン名。ラン NO. 例えば
>ADD TCSV3L01.1 <CR>

```

注意 : 第一回目のジョブ(ラン #1 に対応)のみは、GO と STORE は対で行なう必要がある。それ以後は、GO、GO、STORE、GO、GO、...、GO、STORE、... と行なってもよい。

これにより、現在登録予定のジョブが終了していたら、自動的に保存される。同時に、たとえば、TCSV3L1.TCSV3L01.R0000001.KEYDATA の KEY DATA ファイルが、GAEA システムにより自動的に削除される。

異常終了等により MASS-DATA & KEY-DATA の登録を解除したい場合、以下のように消去する。まず、GAEA MENU で 7 (GAEASTR) オプションを選択する。

```

<<< START GAEASTR COMMAND (V03/L01) 03/25/91>>>
>DEL <CR>
----- DELETE JOB NAME LISTING. -----
SEQ. JOB NAME (RUN-NAME . RUN-NO.
    1      TCSV3L01.0000001
-----NO. OF DELETE JOBS = 1. -----
>>DELETE== TYPE IN DELETE OR CANCEL (DEL/CAN) =>DEL <CR>
KQC0550I ENTRY (A) JXXXX.TCSV3L1.TCSV3L01.R0000001.MASSDATA DELETED
KQC0550I ENTRY (A) JXXXX.TCSV3L1.TCSV3L01.R0000001.KEYDATA DELETED
GAEA070119-I ==== JOB TCSV3L01.0000001 WAS DELETED.
>END <CR>
<<< FINISHI GAEASTR COMMAND (V03/L01) 03/25/91 >>>

```

(8) 意味のないソースプログラムを用いたり、何らかの理由により、GAEA ソース、ロードモジュールを消去したい場合

GAEA MENU でオプション 3 (GAEAUTY) を選択する。

-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU >-----	
OPTION ===>	(V03/L01, MAR. 31, '91)
1 BROWSE	- READ GAEA GRAPH DEFINED DATA (BROWSE)
2 GAEAGRD	- DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT (GRDEFINE)
3 GAEAUTY	- EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS (UTILITY)
4 GAEAEDIT	- SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT (EDIT)
5 GAEAPREP	- EXECUTE PRE-PROCESSING (PREP)
6 GAEAGO	- EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM (GO)
7 GAEASTR	- STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA (STORE)
X EXIT	- TERMINATE GAEA SYSTEM

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>

DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT => JXXXX
 LIBRARY => TSCV3L1
 TYPE => DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

=====> TSCV3.GRDDATA

(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)

=====> @@.GAEAPLOT.DATA

<<< START GAEAUTY COMMAND (V04/L02) 03/25/91>>>

```
> DEL TSCV3L01 <CR> *-1
> DELETE==TYPE IN PASSWORD (A8) => PASSWORD <CR> *--2
    THIS RUN NAME HAS 0 RUN #(S).
> DELETE == TYPE IN DELTE OK OR NOT (OK/NOT) => OK <CR>
KQC0550I ENTRY (A) JXXXX.TSCV3L1.TSCV3L01.LOAD DELETE
    GAEA100704-I DATASET JXXXX.TSCV3L1.TSCV3L01.LOAD WAS DELETED.
KQC0550I ENTRY (A) JXXXX.TSCV3L1.TSCV3L01.FORT77 DELETE
    GAEA100704-I DATASET JXXXX.TSCV3L1.TSCV3L01.FORT77 WAS DELETED.
KQC0550I ENTRY (A) JXXXX.TSCV3L1.TSCV3L01.INCLUDE DELETE
    GAEA100704-I DATASET JXXXX.TSCV3L1.TSCV3L01.INCLUDE WAS DELETED.
    GAEA100712-I THIS RUN NAME (TSCV3L01) NOW DELETED.
> END <CR>
<<< FINISH GAEAUTY COMMAND (V04/L02) 03/25/91>>>
```

* -1 : ラン名の削除、FORTRAN ソース、インクルードファイル、ロードモジュールファイルの削除を行なうことができる。なお、同じラン名の MASS-DATA が存在する場合には同様に削除出来る。また、未 STORE

の JOB が有る場合には、"DELETE" することはできない。

* -2 : ここで入力する PASSWORD は、DATABASE-FILE を作成するときに設定したものであり、ユーザー ID に設定してある PASSWORD ではない。

DATABASE-FILE の再利用

```

READY
.GAEAINIT TSCV3L1 OLD SP(2000) <CR> *-1
<<< START GAEAINIT COMMAND (V02L01) 09/30/87 >>>
INITIAL DISK INFORMATION
DISK # = 3
BLKSIZE(W/B) = 5869/ 23476
MAXIMUM WORDS = 2048000
TRK LENGTH = 47968
MAXIMUM TRACKS = 175
>>INITIAL == TYPEIN YOUR NAME (A16,NOT BLANK) => AB.ABCDEFG <CR>
>>INITIAL == TYPEIN PASSWORD (A8 ,NOT BLANK) => PASSWORD <CR>
BLKSIZ ! BLOCK SIZE OF DATASET = 23476
MAXBLK ! MAXIMUM BLOCK NUMBER = 350
ACCESS ! ACCESS METHOD (U/L/E ) = U
          TOP      SIZE      USING      MAX
CD-TABLE !       1        45
DB-TABLE !      46       718        1        1
RN-TABLE !     764        75        0      100  (0.0%)
RB-TABLE !    8264        48        0       72  (0.0%)
GD-TABLE !   11739        8        0      2200  (0.0%)
VD-TABLE !   29346        5        0      1173  (0.0%)
MD-TABLE !   35215       23        0      9696  (0.0%)
DT-TABLE !  258237
DA-TABLE !  481259       5869        0      266  (0.0%)
LOCK KEY = 0. SHARED MEN = 20. MAXIMUM MASS TAPE = 20.
VERSION/LEVEL (01/01) DATE:XX-YY-ZZ  USER=XXXX
<<< FINISH GAEAINIT COMMAND (V02/L01),09/30/87 >>>
READY

```

* -1 : 新規に DATABASE ファイルを作成する場合と違って、パラメータを "NEW" から "OLD" に変更するだけでよく、UNIT パラメータの指定は不要である。

これにより、データベースファイルを除く全ての GAEA 用ファイルが消去された。同じデータベースファイルを利用したい場合、(3) のように OLD 指定により初期化する。また、ラン名を指定すると、作成された Source、Include、Load module、Mass data 、および残っている Key data を消去する。

(9) 図形定義データファイルの作成

レコードサイズが 80 バイトの PO ファイルの図形定義データファイルを、予め作成しておく。.GAEA G で GAEAGRD を選択し、その中で、Frame、Graph、Comment、Describ データなどを設定する。詳しくは、付録を参照のこと。

(10) 図形の出力

.GAEA G で GAEAGRD を選択し、Frame メンバーに対して NLP コマンドで図形を得ることができる。詳しくは、付録を参照のこと。

5.2 入力の方法

ここでは、TSC コードを使用する典型的な問題の例を取り上げ、各場合毎に、入力データの与え方を説明する。入力データの詳しい説明は付録 1 に示す。

5.2.1 抵抗性シェルの下での垂直方向位置不安定性のシミュレーション

(a) 初期平衡の準備

はじめに、TYPE19 および TYPE20 CARD を用いてフィードバック系を定義し、これにより対称面からずれた平衡配位を求める。このとき、NCYCLE = 0 とする。対称面からの磁気軸のずれはプラズマの特性長と比べ十分小さくなければならない。たとえば、ITER プラズマの場合、初期平衡のずれは 1.0 cm 程度が適当である。成長率の評価にあたり、この初期平衡のずれの大きさに成長率が依存しないことを簡単に確認することができる。上下対称な磁束観測点を用いると、TYPE19 CARD に非ゼロの磁束オフセット(FBCON)を与えることで、垂直方向にずれたプラズマ平衡を得ることができる。FBCON の値を如何に与えればよいかは不明であるが、FBCON = 1.0 程度が適当である。たとえば、これにより解が収束すれば、ずれ ZMAG が近似的に FBCON に比例する。ZMAG が大き過ぎれば、FBCON の値を適当に小さくすればよい（もし、ZMAG が FBCON に比例しないならば、フィードバック制御ゲイン FBFAC が小さいと考えられる）。

(b) 磁気軸の時間発展

磁気軸の時間発展は、ZMAG - time の図でプロットされる。この他に、設けた観測点の磁束変化を通じて、垂直移動するプラズマ配位の時間変化の様子を知ることもできる。このとき、正確な配位を観測するためにはできるだけ多くの観測点を設けた方がよい。

(c) mass enhancement factor FFAC に関するスケーリングテスト

mass enhancement factor FFAC はもともと人為的に与えられるため、これを最適化する必要がある。すなわち、位置不安定性の成長率が物理的な意味を持つためには、

FFAC の値に対して成長率が収束する必要がある。たとえば、抵抗性シェルがない場合やあってもプラズマから遠く離れていたりすると、安定化効果を持たず、不安定性は Alfvén 時間のスケールで急速に発展する。この時間スケールでは慣性の効果は運動に影響し、如何に FFAC が 1 に近くても TSC コードで得た成長率は与えた FFAC の値に依存する。真の成長率を得るためにには、TSC の結果を FFAC 分修正する必要がある。抵抗性シェルが存在し、プラズマの垂直方向の運動を抑える効果が働いた場合、 $FFAC = 1$ に外挿し真の成長率を求める。典型的な FFAC の値は、1000、500、および 100 程度である。

5.2.2 抵抗性シェルの L/R 時間の評価

抵抗性シェルとして真空容器を考える(これは、TYPE10 CARD を用いて TSC コードに定義できる)。このとき、GROUP NUMBER および抵抗値 RSWIRES が与えられる(RSWIRES を負にした場合、 $2\pi X$ が自動的に掛かる)。L/R 時間を求めるためには、真空容器の GROUP NUMBER を N とすると、LRSWTCH = N と置き時間追跡する。入力データの記述にあるように、LRSWTCH がゼロでない場合、グループ N のコイル電流は $\text{sgn}[\text{ZCOIL}(j)] * \text{ACOEF}(12) / \text{RSWIRES}(j)$ に初期化される。プラズマを無視しシミュレーションを進めると、コイル電流はその L/R 時間に従い減少する。L/R 時間は磁束観測点の時間変化から分かる。

5.2.3 熱崩壊に伴うプラズマ位置変動のシミュレーション

急激な β 変動に起因する主半径方向運動を模擬するには、次の 2 つの方法がある。

(a) 輸送過程を解かず、プラズマ圧力を入力で指定する方法

目的とするベータと位置を有する平衡を求める。たとえば、上下対称配位とすると、垂直方向の領域 NZ の半分だけによく、ISYM = 0 とする(垂直方向のフィードバック制御を用いたより実際的な場合に相当する計算では、これにより垂直方向と水平方向の不安定性の結合を分離したことになる)。TYPE17 CARD を用いて、プラズマ中心圧力を或る短い時間内に減少させ、ISURF = 0 と置き、主半径方向の運動を追跡する。

(b) 熱崩壊を輸送過程により求める方法

ISURF = 1 と置き、平衡を求めた後時間発展を追跡する。初期平衡は、オーム加熱と輸送が釣り合った定常状態として与えられる。TYPE26 CARD を用い熱伝導係数を或る指定した値に増大させる(たとえば、1000 倍程度)。続いて、時間追跡するとベータと温度の減少が始まる。プラズマの主半径方向の運動を観るためにには、NPLOTOBS = 1 とし、観測点の磁束を評価すればよい。もちろん、FFAC についての収束がうまく行っていることを確かめること。

5.2.4 放電の立ち上げ過程のシミュレーション

$t=0$ で 150 kA のプラズマ電流を与え、これを $t=70 \text{ sec}$ まで立ち上げるシミュレー

ションを行なう。ただし、プラズマは上下対称とする。表1の入力データ例を参照のこと。

CARD 00:

CARD 11: $t = 70.0 \text{ sec}$ で計算を打ち切るため、 $\text{ACOEF}(29) = 70.0$ に設定する。

CARD 01: 主半径方向の計算点を 31 点とする ($\text{NX} = 31$)。上下方向の計算点を 32 点とする ($\text{NZ} = 32$)。上下対称な配位とする ($\text{ISYM} = 1$)。計算速度を上げるために、格子サイズができるだけ大きくした方がよい (NX, NZ を小さくすることに対応する)。今の場合、非常にゆっくりとした立ち上げを仮定しているため、真空容器などのシェル効果を無視している。TSC コードでは、シェル位置は必ず格子点上に再配置されるため、真空容器を考慮する必要のある場合、 NX や NZ を大きくとる必要がある。

CARD 02: 最小の時間刻み (DTMINS) と最大の時間刻み (DTMAXS) は計算速度と関係する。格子間隔を小さくするとともに、mass enhancement factor FFAC を大きくするのが望ましい。 $\text{IDENS} = 1$ とすることにより、粒子輸送を解かずシミュレーションすることができる。このとき、分布の形は一定に保たれる。また、中心の密度は TYPE 12 CARD の規格化定数 DCGS、および、TYPE 24 CARD の時間依存定数 RNORM の値に従い変化する。 $\text{IPRES} = 0$ とすることにより、エネルギー輸送を解く。 $\text{IFUNC} = 2$ と置くと、初期平衡の計算時に Ψ に依存した分布の関数形を或る特定の形に指定する。

CARD 03: $\text{XLIM}, \dots, \text{XLIM2}$ はプラズマが存在し得る領域を与えるため、この領域が十分大きいことが必要である。FFAC は mass enhancement factor である。ここでは最終的に、CARD 35 により FFAC の値が設定されている。初期には、 $\text{FFAC} = 8.0\text{E}3$ であり、 $t = 70.0 \text{ sec}$ では、 $\text{FFAC} = 8.0\text{E}6$ である。FFAC の値が大き過ぎると、数値不安定が生じ、小さ過ぎるとシミュレーション速度が低下する傾向を持つ。 $\text{ICIRC} = 0$ としているため、外部ポロイダルコイルには制御系からの電圧が印加されない。

CARD 04: 輸送を解く ($\text{ISURF} = 1$)。このとき、 $\text{ITRMOD} = 2$ としているため、Coppi/Tang の輸送モデルが使用される。より楽観的な輸送モデルとするためには、デフォルト値が 0.09 である $\text{ACOEF}(121)$ の輸送係数を減少させればよい。より厳しい輸送モデルとするためには、この値を増やせばよい。

CARD 05: リミターの位置を指定する。今の場合、水平面上にリミタ一点を一つ設けているが、複数のリミタ一点を指定できる。

CARD 06: IDIV = 1 と置くと、プラズマ境界を与えるヌル点を探す。磁気軸とセパラトリクス間の 99.9 % の磁束を含むプラズマの最外郭磁気面は、PSIRAT = .999 で指定される。X1SEP, ..., Z2SEP は、プラズマ領域を制限するヌル点を探す際の計算領域を指定する。

CARD 09: 計算領域の外側にあるポロイダル磁場コイルの位置、グループ番号、ターン数、コイル抵抗を与える。抵抗値は、基準値である ABS(RSWIRES) * 2π * XCOIL に設定される。電圧制御のフィードバック制御系が用いられていたり、コイル電圧に対する要求に興味がある場合、真の抵抗値を改めて入力し直す必要がある。

CARD 11: ACOEF(11) = 0 とすると、計算領域の境界上でその内部に磁場を作らない仮想のループ電圧を与えない。このとき、プラズマ電流を制御するために、実際のポロイダル磁場コイル系にはフィードバックの機能が与えられる（本入力データ最後の TYPE19 および TYPE20 CARD を見よ）。

CARD 11: ACOEF(17) = 0 により、プレプログラム指定時刻の間は一次補間の値がとられる。

CARD 11: ACOEF(23) = 1.E-7 や ACOEF(24) = 1.E-6 は、初期平衡の収束判定値である。これらの値はデフォルト値と一致しているため、この場合、与える必要はない。

CARD 11: ACOEF(27) = 0.10 は ORK RIDGE の分布モデルを用いた場合の (IFUNC = 2) 初期ポロイダルベータ値である。IFUNC = 2 以外の場合、これを指定する必要はない。

CARD 11: ACOEF(46) = 6.0 とすることで、閉じ込め時間 - t のプロット図の y 軸の最大値を指定できる。今の場合、6.0 sec である。

CARD 11: ACOEF(48) = ACOEF(49) = 20 と指定すると、プラズマおよび真空領域でプロットされる等高線の数がそれぞれ 20 となる。デフォルト値はそれぞれ 20 であるため、このとき指定の必要はない。

CARD 11: ACOEF(90) = ACOEF(91) = ACOEF(92) = 1.0 とと指定すると、運動方程式の人為的な駆動項が 1.0 であることを意味する。これらの値を増やすと、良好な結果を得る場合がしばしばある。

CARD 11: ACOEF(9) = 40 は、数値的な粘性係数であり、そのデフォルト値は 20 である。値の最適化のために、粘性係数に対する収束チェックを実施することが望ましい。

CARD 11: ACOEF(121) = .09 は Coppi/Tang 輸送モデルにおける異常係数であり、そのデフォルト値である。

CARD 12: TEVV = -1.0 とした場合、初期の真空領域温度は 1.0 eV となる。負の値として入力されているため、TSC コード内部で FFAC に対応する時間スケールと適合する TEVV の値に自動的に調整される。このため、TYPE12 CARD を用いて負の TEVV を与えたシミュレーションの結果、真空領域に顕著な電流が発生した場合、FFAC を小さくする必要がある。TEVV を或る値に設定したい場合、TYPE12 CARD の TEVV を正の値として入力する。また、TYPE34 CARD を用いて、TEVV の時刻歴変化を希望とする波形に設定することができる。QSAW = 1.05 とすることで、 $q = 1.05$ 面内での抵抗を平坦化できる。これにより、磁気軸上の安全係数をほぼ 1.0 に保つことができる。ZEFF = 6.0 のため、実効電荷数は 6.0 である。実効電荷数は TYPE35 CARD を用いて与えることもできる（この場合、TYPE35 CARD が優先される）。今の場合、TYPE35 CARD の ZEFF は $t = 0$ の 6.0 から $t = 10.0$ の 2.0 まで変化し、その後は 2.0 に保たれている。立ち上げ初期のプラズマは不純物で汚染されていると考えられる。実効電荷数を変化させることで、この状況を模擬することができる。IALPHA = 1 のスイッチは輸送の α 粒子加熱を与える。IALPHA = 0 をとした場合、 α 粒子加熱はない。

CARD 13: ALPHAG と ALPHAP で、トロイダル磁場関数およびプラズマ圧力の分布形状を与える。初期平衡の反復回数は、NEQMAX で与える。NEQMAX < 0 の値を与えた場合、当該反復回数を越えるとただちに時間発展計算に入る。XPLAS は交差全磁束を評価する対称面上の位置である。GZERO は XPLAS*BTOR を意味する。この時間変化を与える場合、TYPE27 CARD を用いてこれのプレプログラム波形を指定することができる。常に、TYPE27 CARD が優先される。QZERO は初期平衡の磁気軸上の円筒の q 値である。

CARD 14: 時間発展計算を開始するプレプログラム時刻点を指定するのは、ISTART である。通常は、ISTART = 1 である。

CARD 17: 本 CARD は初期平衡のプラズマ中心圧力 (MKS 単位系) の予想値である。今の場合、ISURF = 1 で、輸送方程式を解くことになるため、 $t = 0$ での値だけが必要である。もし、ISTRAT が 1 でないなら、本 CARD 上の対応する位置に値を指定する必要がある。

CARD 18: 本 CARD により、プレプログラム値を与える時刻 (sec) を指定する。とくに、プラズマの立ち上げの場合、プラズマの変化が激しい初期には多くの指定時刻が必要である。たとえば、プラズマ小半径をフィードバック制御し、このときの安全

係数を時刻とともに単調に低下させたい場合、詳しい指定が必要である。

CARD 15： プレプログラムされたポロイダル磁場コイルグループ毎の電流 (kA) である。

CARD 16： プレプログラムされたプラズマ電流 (kA) の期待値である。

CARD 24： プラズマ密度の時間変化である (TYPE12 CARD 上の DCGS、および、TYPE02 上の IDENS を見よ)。

CARD 23： ICRF や NBI などの追加加熱がある場合、本 CARD を用いる。

CARD 27： TYPE13 CARD の説明を見よ。

CARD 35： TYPE03 CARD の説明を見よ。

CARD 36： TYPE12 CARD の説明を見よ。

CARD 08： 主半径および垂直位置のフィードバック制御のための磁束観測点の指定を行なう。ここでは、次の TYPE19 CARD のように、対称面上に多くの観測点が与えられている。これらは、各時刻毎の主半径位置の制御のために用いられる。

CARD 19： フィードバック系 #1 の定義を与える。ここでは、コイルグループ 7 が比例制御ゲイン $FBFAC = -1.5E6$ として与えられている ($FBFAC$ の符号が前もって明らかでない場合、一度実行し、その出力の当該 "gain" の部分を見よ。通常、指定されるべきゲインは系の安定性を確保するためにほぼ -1 のオーダーであるが、これに近い値が出力されているはずである。この出力値を用いて再実行を試みよ)。最初の TYPE19 CARD において、先頭の入力値が 1000. の TYPE19 CARD が 4 枚存在する (TSC 入力データの記述の部分の脚注を参照せよ)。これらの CARD は、フィードバック制御に用いられる時刻毎に異なる観測点の対を指定している。たとえば、対 #1 は $t = 0 \text{ sec}$ で使用され、対 #10 は $t = 0.1 \text{ sec}$ で、#11 は $t = 0.2 \text{ sec}$ で使用される。各時間の間では一次補間がとられる。対応する TYPE08 CARD を見れば、今の場合、プラズマの左端を固定したまま、プラズマ小半径が太くなっていく様子がみられるはずである。

CARD 20： フィードバック系 #1 が $t = 0$ で働き始め、シミュレーション終了まで働き続けていることを示している ($TFBOFF = 1.0E3 > 70 \text{ sec}$)。

残る TYPE19 と 20 CARD は OH フィードバック系を定義する。

OHMIC HEATING CARD: オーム加熱のフィードバック系を定義するためには、ボロイダル磁場コイル電流の如何なる組み合わせが純オーム加熱磁場を生成するかを知っておく必要がある。とくに、この問題は、ハイブリッドコイル系となっているトカマクでは、各コイルが或る純オーム加熱磁場と同時に垂直磁場を形成するため複雑である。TSC コードでは、純オーム加熱磁場を分離することができない(平衡計算から与えられるべきで、TYPE19 CARD の最終カラムの値がこれに当たる)。TYPE20 CARD は、フィードバック制御の開始と終了時刻を各コイルグループ毎に定義している。IPEXT = 4.0 の指定により、本フィードバック制御系がプラズマ電流に対するものであることを意味する。

表 1 入力データ例

```

C JAERI: SAMPLE INPUT FILE FOR FULL DISCHARGE OF ITER RAMPUP
C** --CONVCHK-- : PROVIDED BY NEIL FOR TSC CODE CONVERSION (12/15/89)
C> THIS MODELS A 70 SEC CURRENT RAMP, AND USES A COIL SET EMPLOYED
C> BY TOM KAISER AT LIVERMORE IN APRIL OF 1998.
C> TRY MANY JOBS FOR TRAINING TSC USAGE]
C> ***** SET PARAMETER VALUE AS PPSI=401, POBS=30 *****
C***** ****
CC..*...0....*...1....*...2....*...3....*...4....*...5....*...6....*...7
CC..CONTROL
CC     IRST1   IRST2   IPEST   NCYCLE   NSKIPR   NSKIPL   IMOVIE
00      0.      1.      0.    15000.    1000.    1000.      0.
CC..RESTART FILE OPTION AND DUMP TIMMING
CC     =1..SEPARATE FILE ; =0..SAME FILE
CC           CYCLE # TO BE WRITTEN IN FILE
90      1.0      5000.
CC..STOP TIME
11      29.      1.      70.
CC..DIMENSIONS
CC     NX      NZ      ALX      ALZ      ISYM      CCON      IDATA
01      31.      32.     8.50     6.05      1.0      2.90      0.
CC..TIME STEP
CC     DTMINS   DTMAXS   DTFAC   LRSWITCH IDENS   IPRES   IFUNC
02      10.     1.E5     .50      0.0      1.0      0.0      2.0
CC..NUMERICAL
CC     XLIM      ZLIM      XLIM2     FFAC      NDIV      ICIRC      ISVD
03      3.0      5.7     8.3     2.E3     30.      0.0      0.0
CC..SURF AVE
CC     ISURF     NPSI     NSKIPSF   TFMULT   ALPHAR   BETAR   ITREMOD
04      1.0      400.     40.      50.      0.5      1.0      2.0

```

CC..LIMITER

CC XLIMA(1) ZLIMA(1) XLIMA(2) ZLIMA(2) XLIMA(3) ZLIMA(3)
 05 3.45 0.0

CC..DIVERTOR

CC IDIV PSIRAT X1SEP X2SEP ZISEP Z2SEP
 06 1.0 .999 3.50 8.30 2.0 5.50

CC..EXTERNAL COILS

CC	N	XCOIL(N)	IGROUPC(N)	RSCOILS(N)
CC		ZCOIL(N)	ATURNSC(N)	AINDC(N)

09	1.	1.58	0.2375	1.0	1.0	-1.0
09	2.	1.58	0.7125	1.0	1.0	-1.0
09	3.	1.58	1.1875	1.0	1.0	-1.0
09	4.	1.58	1.6625	1.0	1.0	-1.0
09	5.	1.58	2.1375	2.0	1.0	-1.0
09	6.	1.58	2.6125	2.0	1.0	-1.0
09	7.	1.58	3.0875	2.0	1.0	-1.0
09	8.	1.58	3.5625	2.0	1.0	-1.0
09	9.	1.58	4.0375	3.0	1.0	-1.0
09	10.	1.58	4.5125	3.0	1.0	-1.0
09	11.	1.58	4.9875	3.0	1.0	-1.0
09	12.	1.58	5.4625	3.0	1.0	-1.0
09	13.	1.58	5.9375	4.0	1.0	-1.0
09	14.	1.58	6.4125	4.0	1.0	-1.0
09	15.	1.58	6.8875	4.0	1.0	-1.0
09	16.	1.58	7.3625	4.0	1.0	-1.0
09	17.	4.00	8.20	5.0	1.0	-1.0
09	18.	11.5	6.00	6.0	1.0	-1.0
09	19.	11.5	3.00	7.0	1.0	-1.0

CC..ACOEF ARAY

CC	ICO	NCO	ACOEF(ICO)	ACOEF(ICO+2)	ACOEF
CC			ACOEF(ICO+1)	ACOEF(ICO+3)	

CC..NUMERICAL VISCOSITY COEFFICIENT

11 9.0 1.0 4.0E1

CC..TURN OFF AUTOMATIC PLASMA CURRENT CONTROL

11 11. 1. 0.0

CC..TIME-POINT INTERPOLATION

11 17. 1. 0.0

CC..INCREMENT ADDED TO ZSEP FOR USE IN ZLIM

11 19. 1. .01

CC..EQUILIBRIUM CONVERGENCE CRITERIA

11 23. 2. 1.E-7 1.E-6

CC..BETAJ

11 27. 1. .100

CC..MAX TAU-E PLOT SCALE

11 46. 1. 6.0

CC..NUMBER OF CONTOURS

11 48. 2. 20. 20.

CC..RELAXATION FACTORS FOR INITIAL EQUILIBRIUM CALCULATION

11 50. 2. 5.E-1 5.E-1

CC..DRAG TERMS

11 90. 3. 1. 1. 1.

CC..AUX. HEATED TRANSPORT COEF. FOR COPPI-TANG TRANSPORT MODEL(ITRMOD=2)

11 121. 1. .09

CC..TRANSPORT

CC	TEVV	DCGS	QSOW	ZEFF	IALPHA	IBALSW	ITEMP
12	-1.	1.0	1.05	6.0	1.0	0.0	0.0

CC..INITIAL CONDITION-1

CC	ALPHAG	ALPHAP	NEQMAX	XPLAS	ZPLAS	GZERO	QZERO
13	1.979	0.709	-500.	5.8	0.0	28.998	8.00

CC..INITIAL CONDITION-2

CC	ISTART	XZERIC	AXIC	ZZERIC	BZIC
14	1.0	4.20	0.3	0.0	0.3

CC..PLASMA CENTRAL PRESSURE

CC	PPRES(1)	PPRES(2)	PPRES(3)	PPRES(4)	PPRES(5)	PPRES(6)
17	1.0E4					

CC..TIMING

CC	TPRO(1)	TPRO(2)	TPRO(3)	TPRO(4)	TPRO(5)	TPRO(6)
18	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
18	1.0	2.0	3.0	6.0	10.0	15.0
18	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
18	50.0	60.0	70.0			

CC..PREPROGRAMMED COIL GROUP CURRENTS (KA)

CC	IGROUP	GCUR(1)	GCUR(2)	GCUR(3)	GCUR(4)	GCUR(5)	GCUR(6)
15	PF1 1.0	4.409E3	4.364E3	4.292E3	4.214E3	4.143E3	4.083E3
15	PF1 1.0	3.971E3	3.557E3	3.125E3	2.460E3	1.486E3	5.912E2
15	PF1 1.0	-3.517E2	-1.129E3	-1.775E3	-2.449E3	-3.120E3	-3.791E3
15	PF1 1.0	-4.482E3	-5.885E3	-7.185E3			
15	PF2 2.0	4.416E3	4.369E3	4.288E3	4.200E3	4.122E3	4.056E3
15	PF2 2.0	3.956E3	3.524E3	3.071E3	2.474E3	1.575E3	8.406E2
15	PF2 2.0	4.801E1	-5.436E2	-9.755E2	-1.442E3	-1.905E3	-2.368E3
15	PF2 2.0	-2.855E3	-3.855E3	-4.826E3			
15	PF3 3.0	4.444E3	4.431E3	4.415E3	4.399E3	4.383E3	4.368E3
15	PF3 3.0	4.314E3	4.185E3	4.055E3	3.724E3	3.275E3	2.746E3
15	PF3 3.0	2.210E3	1.693E3	1.185E3	6.773E2	1.684E2	-3.398E2
15	PF3 3.0	-8.507E2	-1.872E3	-2.764E3			
15	PF4 4.0	4.699E3	4.592E3	4.399E3	4.189E3	4.002E3	3.848E3
15	PF4 4.0	3.682E3	2.744E3	1.747E3	7.789E2	-7.904E2	-1.720E3
15	PF4 4.0	-2.802E3	-3.354E3	-3.482E3	-3.703E3	-3.912E3	-4.125E3
15	PF4 4.0	-4.398E3	-5.020E3	-5.837E3			
15	PF5 5.0	5.465E3	5.468E3	5.463E3	5.458E3	5.453E3	5.452E3
15	PF5 5.0	5.496E3	5.532E3	5.565E3	5.827E3	6.154E3	6.648E3
15	PF5 5.0	7.130E3	7.655E3	8.215E3	8.768E3	9.322E3	9.877E3
15	PF5 5.0	1.042E4	1.151E4	1.243E4			
15	PF6 6.0	1.233E3	1.211E3	1.183E3	1.153E3	1.126E3	1.101E3

15 PF6 6.0 1.016E3 8.043E2 5.885E2 8.351E1 -6.082E2 -1.399E3
 15 PF6 6.0 -2.204E3 -2.968E3 -3.704E3 -4.446E3 -5.186E3 -5.928E3
 15 PF6 6.0 -6.673E3 -8.167E3 -9.479E3
 15 PF7 7.0 -2.950E2 -2.840E2 -3.171E2 -3.902E2 -4.856E2 -5.691E2
 15 PF7 7.0 -5.894E2 -6.540E2 -6.731E2 -1.181E3 -1.299E3 -1.747E3
 15 PF7 7.0 -1.948E3 -1.906E3 -2.126E3 -2.230E3 -2.306E3 -2.394E3
 15 PF7 7.0 -2.495E3 -2.689E3 -2.906E3

CC..PLASMA CURRENT (KA)

CC PCUR(1) PCUR(2) PCUR(3) PCUR(4) PCUR(5) PCUR(6)
 16 150.0 250.0 350.0 450.0 550.0 650.0
 16 766.0 1383.0 2000.0 3290.0 5000.0 7000.0
 16 9000.0 10300.0 11600.0 12900.0 14200.0 15500.0
 16 16800.0 19400.0 22000.0

CC..DENSITY

CC RNORM(1) RNORM(2) RNORM(3) RNORM(4) RNORM(5) RNORM(6)
 24 0.5 0.6 0.7 0.8 0.85 0.9
 24 1.2 1.6 1.8 2.0 2.5 3.0
 24 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0
 24 5.0 6.0 7.0

CC..NEUTRAL BEAM

CC BEAMP(1) BEAMP(2) BEAMP(3) BEAMP(4) BEAMP(5) BEAMP(6)
 23 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 23 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 23 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
 23 0.0 0.0 0.0
 25 0.0 1.118 1.0 0. 0. 0.

CC..TOROIDAL FIELD ; R0*BT

CC GZEROV GZEROV GZEROV GZEROV GZEROV GZEROV
 21 29.0 29.0 29.0 29.0 29.0 29.0
 21 29.0 29.0 29.0 29.0 29.0 29.0
 21 29.0 29.0 29.0 29.0 29.0 29.0
 21 29.0 29.0 29.0

CC..TEVV (SEE TYPE 12 CARD)

CC..VARIABLE FFAC

CC FFACO(1) FFACO(2) FFACO(3) FFACO(4) FFACO(5) FFACO(6)
 35 8.0E3 12.0E3 16.E3 2.0E4 2.4E4 2.8E4
 35 4.0E4 12.0E4 2.0E5 4.0E5 11.6E5 17.6E5
 35 23.2E5 28.8E5 34.4E5 4.0E6 4.4E6 5.2E6
 35 5.6E6 6.8E6 8.0E6

CC..VARIABLE ZEFF

CC ZEFFV(1) ZEFFV(2) ZEFFV(3) ZEFFV(4) ZEFFV(5) ZEFFV(6)
 36 6.0 5.96 5.92 5.88 5.84 5.8
 36 5.6 5.2 4.8 3.6 2.0 2.0
 36 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0
 36 2.0 2.0 2.0

CC..OBS PAIRS ; RADIAL CONTROL, MINOR RADIUS (DIPOLE): FB SYSTEM #1,
 CC COIL GORUP 7:

CC	J	XOBS(1)	XOBS(2)	XOBS(3)	XOBS(4)	NPLOTOBS(J)
08	1.0	3.50	0.0	4.60	0.0	0.0
08	2.0	3.50	0.0	5.00	0.0	0.0
08	3.0	3.50	0.0	6.88	0.0	0.0
08	4.0	3.50	0.0	7.18	0.0	0.0
08	5.0	3.50	0.0	7.58	0.0	0.0
08	6.0	3.50	0.0	7.68	0.0	0.0
08	7.0	3.50	0.0	7.78	0.0	0.0
08	8.0	3.50	0.0	7.93	0.0	0.0
08	9.0	3.50	0.0	7.95	0.0	0.0
08	10.0	3.50	0.0	4.68	0.0	0.0
08	11.0	3.50	0.0	4.76	0.0	0.0
08	12.0	3.50	0.0	4.84	0.0	0.0
08	13.0	3.50	0.0	4.92	0.0	0.0
08	14.0	3.50	0.0	5.36	0.0	0.0
08	15.0	3.50	0.0	6.12	0.0	0.0

CC..FEEDBACK-1

CC	L	NRFB(L)	FBFAC(L)	IDELAY(L)
CC		NFEEDO(L)	FBCON(L)	FBFACI(L)
19	1.0	7.0	1.	-1.5E6
19	1000.	1.0	10.0	11.0
19	1000.	14.0	15.0	3.0
19	1000.	7.0	8.0	9.0
19	1000.	9.0	9.0	9.0

CC..FEEDBACK-2

CC	L	TFBONS(L)	FBFAC1(L)	IPEXT(L)
CC		TFBOFS(L)	FBFACD(L)	
20	1.	0.	1.0E3	0.
20				1.0

CC..OH FEEDBACK, SYSTEMS #2-7, COIL GROUPS 1-6

19	2.0	1.0	0.0	0.	0.	0.	3.119E0
20	2.0	0.0	1.0E3	0.	0.	4.0	
19	3.0	2.0	0.0	0.	0.	0.	3.780E0
20	3.0	0.0	1.0E3	0.	0.	4.0	
19	4.0	3.0	0.0	0.	0.	0.	0.299E0
20	4.0	0.0	1.0E3	0.	0.	4.0	
19	5.0	4.0	0.0	0.	0.	0.	1.000E1
20	5.0	0.0	1.0E3	0.	0.	4.0	
19	6.0	5.0	0.0	0.	0.	0.	0.824E0
20	6.0	0.0	1.0E3	0.	0.	4.0	
19	7.0	6.0	0.0	0.	0.	0.	0.708E0
20	7.0	0.0	1.0E3	0.	0.	4.0	

6. まとめ

近年の主流である非円形のプラズマでは位置不安定性が生じ易く、これを如何に制御するかが重要課題となるといわれている [11, 12]。とくに、上下移動モードの位置不安定性が問題となる将来の核融合炉では、抵抗性シェルとともに外部磁場コイルによる能動的なフィードバック制御が必要となる [13, 14]。

このとき、プラズマ断面形状の変形モードが問題となるが、これに対して、TSC コードが有力な解析手段になると考えられる。Jardin 等 [7] は、PBX-M トカマクでの極端に非円形なプラズマに対して、変形可能な条件下での位置不安定性を TSC コードを用いて調べている。そこでも、位置不安定性にはプラズマの変形が伴っており、変形に対応する余分な自由度のため、剛体運動の下では有効であった位置検出用の磁束ループがフィードバック制御の如何にかかわらず有効に働くことを指摘している。この問題に対しては、プラズマの変形モードを漏れなく検出することができる十分な数と 1 次独立性をもった磁束ループが必要となることが最近指摘され始めているが [15]、具体的な構造配置、最適な制御系の設計や電源容量の最適化を考慮した制御法の開発は今後の課題であり、プラズマ放電の立ち上げシナリオの検討も含めて TSC コードが広く用いられることを期待したい。

謝辞

原研那珂研究所における Tokamak Simulation Code の使用を認めていただいた、プリンストンプラズマ物理研究所の S.C. Jardin、N. Pomphrey 両博士にお礼を申し上げる。とくに、N. Pomphrey 氏には使用上のノウハウや適切なコメントを数多くいただいた。FACR ソルバーの高速解法について多くのご教示をいただいた、プラズマ理論研究室 徳田伸二氏に心からのお礼を申し上げる。

6. まとめ

近年の主流である非円形のプラズマでは位置不安定性が生じ易く、これを如何に制御するかが重要課題となるといわれている [11, 12]。とくに、上下移動モードの位置不安定性が問題となる将来の核融合炉では、抵抗性シェルとともに外部磁場コイルによる能動的なフィードバック制御が必要となる [13, 14]。

このとき、プラズマ断面形状の変形モードが問題となるが、これに対して、TSC コードが有力な解析手段になると考えられる。Jardin 等 [7] は、PBX-M トカマクでの極端に非円形なプラズマに対して、変形可能な条件下での位置不安定性を TSC コードを用いて調べている。そこでも、位置不安定性にはプラズマの変形が伴っており、変形に対応する余分な自由度のため、剛体運動の下では有効であった位置検出用の磁束ループがフィードバック制御の如何にかかわらず有効に働くことを指摘している。この問題に対しては、プラズマの変形モードを漏れなく検出することができる十分な数と 1 次独立性をもった磁束ループが必要となることが最近指摘され始めているが [15]、具体的な構造配置、最適な制御系の設計や電源容量の最適化を考慮した制御法の開発は今後の課題であり、プラズマ放電の立ち上げシナリオの検討も含めて TSC コードが広く用いられることを期待したい。

謝辞

原研那珂研究所における Tokamak Simulation Code の使用を認めていただいた、プリンストンプラズマ物理研究所の S.C. Jardin、N. Pomphrey 両博士にお礼を申し上げる。とくに、N. Pomphrey 氏には使用上のノウハウや適切なコメントを数多くいただいた。FACR ソルバーの高速解法について多くのご教示をいただいた、プラズマ理論研究室 徳田伸二氏に心からのお礼を申し上げる。

参考文献

- [1] D. Lortz, Plasma Phys. Contr. Fusion **32** (1990) 117.
G. Laval, R. Pellat and J.S. Soule, Phys. Fluids **17** (1974) 835.
- [2] T.H. Jensen and M.S. Chu, Phys. Fluids B **1** (1989) 1545.
- [3] Y. Nakamura, Jpn. J. Appl. Phys. **25** (1986) 1575.
- [4] S. Seki, H. Momota and R. Itatani, J. Phys. Soc. Jpn. **36** (1974) 1667.
- [5] A. Fukuyama, S. Seki, H. Momota and R. Itatani, Jpn. J. Appl. Phys. **14** (1975) 871.
- [6] M.R. Perrone and J.A. Wesson, Nucl. Fusion **21** (1981) 871.
- [7] S.C. Jardin, J. DeLucia, M. Okabayashi, N. Pomphrey, M. Reusch, S. Kaye and H. Takahashi, Nucl. Fusion **27** (1987) 569.
- [8] S.C. Jardin, N. Pomphrey and J. DeLucia, J. Comput. Phys. **66** (1986) 481.
- [9] S. Tokuda, T. Tsunematsu and T. Takeda, Comp. Phys. Commun. **44** (1987) 21.
- [10] M. Azumi, M. Hasegawa, A. Kameari, K. Kurihara, Y. Nakamura, S. Nishio, Y. Shimomura, K. Shinya, M. Sugihara, M. Yamane and R. Yoshino, Japan Atomic Energy Research Institute Report JAERI-M 92-041 (1992).
- [11] D. Pfirsch and H. Tasso, Nucl. Fusion **11** (1971) 259.
- [12] S.W. Haney and J.P. Freidberg, Phys. Fluids B **1** (1989) 1637.
- [13] S.C. Jardin, D.A. Larrabee, Nucl. Fusion **22** (1982) 1095.
- [14] E. Rebhan and A. Salat, Nucl. Fusion **18** (1978) 1431.
- [15] N. Pomphrey, S.C. Jardin and D.J. Ward, Nucl. Fusion **29** (1989) 465.

付録 1 入力データの説明

ここでは、表 A.1 TSC コード Input Card の入力変数テーブル、および、表 A.2 入力変数の説明、を用いて各入力変数毎に、その意味、与え方を説明する。

表 A.1 TSC コード Input Card の入力変数テーブル

*	NAME CARD	TSC INPUT : PUBLIC VERSION TSCPUBF7 :	DIRECTORY 431.PUBLIC	Apr., 1989	51	61	71
		11	21	31	41		
00	CONTROL	IRST1	IPEST	NCYCLE	NSKPLR	IMOVIE	
01	DIMENSIONS	NX	ALX	ALZ	ISYM	IDATA	
02	TIME STEP	DTMINS	DTFAC	LRSWTCH	IDENS	IPRES	
03	NUMERICAL	XLIM	XLIM2	FFAC	NDIV	ICIRC	
04	SURF AVE	ISURF	NSKPSF	TFMULT	ALPHAR	BETAR	
05	LIMITER	XLIMA(I)	ZLIMA(I)	XLIMA(I+1)	ZLIMA(I+2)	ZLIMA(I+2)	
06	DIVERTOR	PSIRAT	X1SEP	X2SEP	Z2SEP		
07	WALL	HMP	FRACTA	ILTE	—	NTHE	
08	OBS PARS	J	XOBS(2J-1)	XOBS(2J)	ZOBS(2J)	NPLOTOBS	
09	EXT COILS	N	XCOLL(N)	IGROUPC(N)	ATURNSC(N)	RSCOILS(N)	AINDC(N)
10	INT COILS	M	XWIRE(M)	IGROUPW(M)	ATURNSW(M)	RSWIRES(M)	CWICS(M)
11	ACOEF ARRAY	ICO	NCO	ACOEF(ICO)	ACOEF(ICO+1)	...	(ICO+N)
12	TRANSPORT	TEVV	DCGS	QSAW	ZEFF	IBALSW	ITEMP
13	INIT COND-1	ALPHAG	ALPHAP	NEQMAX	XPLAS	GZERO	QZERO

(Continued from the preceding page)

14	INIT COND-2	ISTART	XZERIC	AXIC	ZZERIC	BZIC	...	...
15	COIL GROUPS	IGROUP	GCUR(1)	...	...	...	...	...
16	PLASMA CURR	-	PCUR(1)	...	...	...	...	...
17	PLASMA PRESS	-	PPRES(1)	...	...	...	...	...
18	TIMING	-	TPRO(1)	...	...	...	...	...
19	FEEDBACK-1	L	NRFB(L)	NFEEDO(L)	FBFAC(L)	FBCON(L)	IDELAY(L)	GCUR(6)
20	FEEDBACK-2	L	TFBONS(L)	TFBOFS(L)	FBFAC1(L)	FBFACDL(L)	IPEXT(L)	PCUR(6)
21	CONTOUR PLOT	ICPLET	ICPLGF	ICPLWF	ICPLPR	ICPLBV	ICPLUV	PPRES(6)
22	VECTOR PLOT	IVPLBP	IVPLVI	IVPLER	IVPLJP	IVPLVC	IVPLVT	TPRO(6)
23	AUX HEAT	-	BEAMP(1)	...	...	...	...	FBFAC(6)
24	DENSITY	-	RNORM(1)	...	...	...	...	GZEROV(6)
25	DEP PROF	ABEAM	DBEAM	EBEAMKEY	AMBEAM	FRACPAR	IBOOTST	VLOOPV(6)
26	ANOM TRANS	-	FBCHIA(1)	...	...	...	...	TPEST(6)
27	TOR FIELD	-	GZEROV(1)	...	...	...	...	XMAGO(6)
28	LOOP VOLT	-	VLOOPV(1)	...	...	...	...	ZMAGO(6)
29	PEST OUTPUT	-	TPEST(1)	...	...	...	...	FPLATE(N)
30	MAG AXIS(X)	-	XMAGO(1)	...	...	...	...	ENGRUP1
31	MAG AXIS(Z)	-	ZMAGO(1)	...	...	...	...	TEVVO(1)
32	DIV PLATE	N	XLPLATE(N)	ZLPLATE(N)	XRPLATE(N)	ZRPLATE(N)	FPLATE(N)	FFACO(1)
33	COIL GRP-2	IGROUP	RESGS	ENGRUP1	...	...	...	...
34	TEVV(t)	-	TEVVO(1)	...	...	...	...	...
35	FFAC(t)	-	FFACO(1)	...	...	...	...	...
36	ZEFF(t)	-	ZEFFV(1)	...	...	...	...	...
37	VOLT GROUP	IGROUP	GVOLT(1)	...	...	...	...	GVOLT(6)
38	LHDEP	LLHCD	VILIM	FREPLH	AION	ZION	CPROF	CCICS(N)
39	EXT COIL-2	N	DXCOIL(N)	DZCOIL(N)	FCU(N)	FSS(N)	TEMPC(N)	NOPLOT(7)
40	NOPLOT	-	NOPLOT(1)	...	...	...	...	IRIPMOD
41	RIPLLE	IRIPPL	NTFCOIL	RIPMAX	RTHCOIL	NPITCH	RIPMULT	

(Continued from the preceding page)

42	R0(t)	...	RZERV(1)	...	...	...
43	A0(t)	...	AZERV(1)	...	...	...
44	E(t)	...	EZERV(1)	...	...	...
45	D(t)	...	DZERV(1)	...	...	...
46	LH HEATING	...	PLHAMP(1)	...	...	...
47	DENS EXP-1	...	ALPHARV(1)	...	...	...
48	DENS EXP-2	...	BETARV(1)	...	...	...
49	MULTIPOLE	N	MULTN(N)	ROMULT(N)	IGROUPM(N)	ATURNSM(N)
50	CD	...	FRACPAR(1)	...	...	...

THE FOLLOWING PARAMETERS MUST BE SET ON LINES 214-224:

PENX-MUST BE GREATER THAN NX+2 (ZONES IN X-DIRECTION)

PENZ-MUST BE GREATER THAN NZ+2 (ZONES IN Z-DIRECTION)

PNCOIL-MUST BE GREATER THAN TOTAL NUMBER OF COILS (TYPE 09 PLUS TYPE 10 CARDS)

POBS-MUST BE GREATER THAN TWICE THE NUMBER OF TYPE 08 CARDS

PNGROUP-MUST BE GREATER THAN THE NUMBER OF TYPE 15 CARDS

PNLIM-MUST BE GREATER THAN THE TOTAL NUMBER OF LIMITER POINTS SPECIFIED ON TYPE 05 CARDS

PTPTS-MUST BE GREATER THAN THE TOTAL NUMBER OF TIME POINTS SPECIFIED ON TYPE 18 CARD

PPSI-MUST BE GREATER THAN NPSI+1. IF NPSI=0, MUST BE GREATER THAN NX+1
PNFEED-MUST BE GREATER THAN MAXIMUM FEEDBACK DELAY IDELAYPNTHE-MUST BE GREATER THAN NTHE IF IWALL, EQ. 1 OR IBALSW. GT. 0
PSPDA-MAX NUMBER OF TIME POINTS READ WHEN IDATA=1, 2

PNPLAT-MAX NUMBER OF DIVERTOR PLATES (TYPE 32 CARDS)

PNSEG-NUMBER OF SUBDIVISIONS IN DIVERTOR PLATE FOR HEAT CALCULATION

表 A.2 入力変数の説明

	11 TYPE 00 CONTROL	21 IRST1	31 IPEST	41 NCYCLE	51 NSKIPR	61 NSKIPL	71 IMOVIE
IRST1 = 0.0				START RUN BEGINNING AT TIME t = TPRO (ISTART)			
= 1.0				RESTART RUN WHICH READS FILE SPRSINA			
= 2.0				START RUN WHICH READ INITIAL EQUILIBRIUM FROM FILE EQFLINA			
IRST2 = 0.0				DONT WRITE RESTART FILE			
= 1.0				DO WRITE RESTART FILE AT END OF RUN (CYCLE NCYCLE)			
IPEST = 0.0				DONT WRITE PEST FILE			
= 1.0				DO WRITE PEST FILE EQDSKA AT END OF RUN (CYCLE NCYCLE), AND AT TIMES SPECIFIED ON TYPE 29 CARD. THIS FILE CAN BE READ BY J-SOLVER CODE WITH IFUNC2 = 4. SEE APPENDIX D.			
NCYCLE				LAST CYCLE TO BE COMPUTED. IF NCYCLE = 0, ONLY THE INITIAL EQUILIBRIUM IS COMPUTED.			
NSKIPR				NUMBER OF CYCLES BETWEEN PRINT CYCLES			
NSKIPL				NUMBER OF CYCLES BETWEEN PLOT CYCLES			
IMOVIE = 0.0				REGULAR GRAPHICS			
= 1.0				B/W MOVIE WITH PLASMA CURRENTS PLOTTED			
= 3.0				COLOR MOVIE WITH PLASMA CURRENTS PLOTTED			
= 6.0				COLOR MOVIE OF PF CONTOURS AND PLASMA CURRENT WITH FIXED FLUX INCREMENTS			
= 7.0				COLOR MOVIE OF HEAT FLUX DISTRIBUTION ON THE DIVERTOR PLATE			

NOTE 1 : THE FIRST INPUT CARD IS ONLY FOR TITLE AND DOES NOT HAVE A TYPE NUMBER.
THE SECOND INPUT CARD MUST BE THE TYPE 00 CARD.

NOTE 2 : ALL INPUT CARDS EXCEPT THE TITLE CARD ARE THE SAME FORMAT : (I2, 8X,
10E10.0) EXCEPT FOR THE CARD TYPE, WHICH IS RIGHT JUSTIFIED IN COL. 1-2,
ALL NUMBERS MUST CONTAIN A DECIMAL POINT. THE LAST INPUT CARD MUST
BE A TYPE 99 CARD.

NOTE 3 : A RESTART JOB WITH (IRST1 = 1.0) NORMALLY REQUIRES ONLY 3 INPUT CARDS :
TITLE, TYPE 00, AND TYPE 99.

NOTE 4 : ALL JOBS WRITE A EQUILIBRIUM FILE EQFLOUA UPON TERMINATION. A START
JOB WITH IRST1 = 2 CAN HAVE ISYM = 0 (TYPE01 CARD) EVEN IF THE JOB WHICH
CREATED THE EQUILIBRIUM FILE HAD ISYM = 1, AS LONG AS THE ZONE SIZE IS

THE SAME. (SEE NOTE ON TYPE 02 CARD).

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 01	NX	NZ	ALX	ALZ	ISYM	CCON	IDATA
DIMENSIONS							
NX							
	NUMBER OF ZONE VERTICES IN X DIRECTION, (NX-1) ZONES MUST HAVE NX \leq PNX-2						
NZ							
	NUMBER OF ZONE VERTICES IN Z DIRECTION, (NZ-1) ZONES. THIS SHOULD BE AN ODD NUMBER IF ISYM = 0. MUST HAVE NZ \leq PNZ-2						
ALX							
	MAJOR RADIUS OF OUTSIDE COMPUTATIONAL GRID BOUNDARY (METERS)						
ALZ							
	1/2 HEIGHT OF COMPUTATIONAL GRID BOUNDARY (METERS)						
ISYM= 0.0							
= 1.0							
	NO SYMMETRY ABOUT MIDPLANE						
	SYMMETRY ABOUT MIDPLANE						
CCON							
	MAJOR RADIUS OF INSIDE COMPUTATIONAL GRID GOUNDARY (METERS)						
IDATA = 0.0							
= 1.0							
= 2.0							
= 3.0							
= 4.0							
= 5.0							
	" " " " " " " "						
	(NEW FORMAT)						

NOTE : A PROBLEM WITH ISYM = 0 AND NZ = NZ0 WILL HAVE THE SAME ZONE SIZE AS A PROBLEM WITH ISYM = 1 AND NZ = (NZ0 - 1)/2 + 1.

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 02	DTMINS	DTMAXS	DTFAC	LRSWTCH	IDENS	IPRES	IFUNC
TIME STEP & SWITCHES							
DTMINS							
	MIN TIME STEP ALLOWED (μ SEC). INITIAL TIME STEP IS 2*DTMINS						
DTMAXS							
	MAX TIME STEP ALLOWED (μ SEC)						
DTFAC							
	TIME STEP SAFETY FACTOR. NORMAL VALUE IS 0.5. TIME STEP USED IS THE MINIMUM VALUE OF THE THREE TIME STEP CRITERION DESCRIBED						

IN APPENDIX A, WITH ADDITIONAL CONSTRAINT THAT Δt INCREASE BY MOST 20% EVERY 10 CYCLES, AND BE LESS THAN DTMAXS.

LRSWTCH= 0.0 = N.0	NORMAL RUN SPECIAL COILS ONLY TEST RUN WHERE COIL CURRENTS IN GROUP N ARE INITIALIZED TO: CCOILS(N) = SGN[ZCOIL(N)]*ACOEF(12)/RSWIRES(N)
IDENS= 0.0 = 1.0	REGULAR CALCULATION OF DENSITY TRANSPORT (NOT RECOMMENDED) FORCES THE DENSITY TO EQUAL $R(\psi, t) = UDSR*RNORM(t)*\{1 - [(\psi - \psi_{min})/(\psi_{lim} - \psi_{min})]^{**BETAR}\}^{**ALPHAR}$ WHERE ALPHAR, BETAR INPUT ON TYPE 04 OR TYPE 47, 48 CARDS
IPRES= 0.0 = 1.0	REGULAR CALCULATION OF ENERGY TRANSPORT FORCES THE PRESSURE TO EQUAL ONE OF THE FOLLOWING ANALYTICAL FORMS: FOR IFUNC = 1, 3, 4, 5 $P(\psi, t) = PO(t)^* \{ [(\psi_{lim} - \psi)/(\psi_{lim} - \psi_{min})]^{**ALPHAP} + ACOEF(110)*(ALPHAP/(ALPHAP+1))^*[(\psi_{lim} - \psi)/(\psi_{lim} - \psi_{min})]^{***(ALPHAP+1)}$ FOR IFUNC=2 $\frac{dP}{d\psi} = P_0 \left(\frac{e^{-(ALPHAP)\psi} - e^{-(ALPHAP)}}{e^{-(ALPHAP)} - 1} \right)$ WHERE $\psi = (\psi - \psi_{min})/(\psi_{lim} - \psi_{min})$, AND ALPHAP IS INPUT ON TYPE 13 CARD PO(t) IS DETERMINED BY CARD TYPE (17). RATIO OF ELECTRON TO ION PRESSURE GIVEN BY ACOEF(2). PRESSURE EQUILIBRATION TIME IS GIVEN BY EQRATE, ACOEF(4).
IFUNC-	SWITCH TO CHOOSE WHICH FUNCTIONAL FORMS TO USE FOR PRESSURE AND TOROIDAL FIELD FUNCTIONS AS DESCRIBED ABOVE AND ON TYPE 13 CARD. PRESENTLY AVAILABLE VALUES ARE AS FOLLOWS: IFUNC=1 TOKAMAK PROFILES (PRINCETON) IFUNC=2 TOKAMAK PROFILES (ORNL) IFUNC=3 RFP PROFILES (LANL) IFUNC=4 SPHEROMAK PROFILES (PRINCETON) IFUNC=5 "OHMIC" PROFILES STATIONARY ON RESISTIVE TIME SCALE

TYPE 03	11	21	31	41	51	61	71
XLIM	ZLIM	XLIM2	FFAC	NDIV	ICIRC	ISVD	
NUMERICAL							

XLIM AN INTERNAL BOUNDARY IS DEFINED INSIDE THE GRID SO THAT THE PLASMA CAN ONLY OCCUPY THE REGION

ZLIM XLM < X < XLIM2
 XLIM2 | Z | < ZLIM

THE REGION OUTSIDE THIS IS TREATED AS VACUUM ALWAYS, i. e. NO PLASMA CAN EXIST THERE.

FFAC FACTOR BY WHICH ALFVEN WAVES ARE ARTIFICIALLY SLOWED DOWN. ION MASS IS INCREASED BY FACTOR FFAC**2 . TIME STEP FOR FAST WAVE AND ALFVEN WAVE ARE PROPORTIONAL TO THIS.

NDIV NUMBER OF SUB-CYCLES IN DIFFUSION PART OF POLOIDAL FLUX EQUATION AND IN FAST WAVE EQUATION TIME STEP FOR FAST WAVE AND RESISTIVE DIFFUSION ARE PROPORTIONAL TO THIS.

ICIRC 0 - DONT SOLVE CIRCUIT EQUATIONS FOR EXTERNAL COILS
 1 - DO "

ISVD 0 - DONT PERFORM SVD ANALYSIS TO OBTAIN X-POINT
 1 - DO

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 04	ISURF	NPSI	NSKIPSF	TFMULT	ALPHAR	BETAR	ITRMOD
SURFACE AVE							

ISURF = 0.0 NO SURFACE AVERAGING
 = 1.0 SURFACE AVERAGED TRANSPORT

NPSI - NO OF PSI SURFACES FOR TRANSPORT CALCULATION

NSKIPSF - NUMBER OF CYCLES SKIPPED BETWEEN SURFACE AVERAGE CALCULATION

TFMULT - MULTIPLIER DEFINING TOROIDAL FLUX DOMAIN USED IN SURFACE AVERAGE CALCULATIONS
 I. E. MAXIMUM POSSIBLE TOROIDAL FLUX DOMAIN IS TFMULT TIMES INITIAL TOROIDAL FLUX

ALPHAR - EXPONENT FOR PRESCRIBED DENSITY FUNCTION (SEE TYPE 02 CARD). WILL BE OVERWRITTEN IF TYPE 47 CARD INCLUDED.

BETAR - EXPONENT FOR PRESCRIBED DENSITY FUNCTION (SEE TYPE 02 CARD). WILL BE OVERWRITTEN IF TYPE 48 CARD INCLUDED.

ITRMOD - SWITCH SELECTING TRANSPORT MODEL.
 = 1.0, THE NEO-ALCATOR MODEL, WHERE

$$\begin{aligned} \text{CHI-E} &= \text{ACOEF}(35) \times 1.E19/\text{Ne (MKS)} \\ \text{CHI-I} &= \text{ACOEF}(37) \quad " \\ \text{D} &= \text{ACOEF}(39) \quad " \end{aligned}$$

IF ACOEF(107) IS GREATER THAN ZERO, THESE COEFFICIENTS ARE ENHANCED ACCORDING TO THE KAYE-GOLDSTONE FORMULA

$$\text{ACOEF}(35)^* = \text{SQRT}[\text{ACOEF}(35)^*2 + \text{CHIAUXS}]$$

WHERE

$$\text{CHIAUXS} = [(\text{ACOEF}(107)*\text{NE}(0)*300.)/\text{Ip}]^{**2} * \text{PTOT}$$

WHERE Ip IS PLASMA CURRENT IN AMPS AND PTOT IS TOTAL POWER IN WATTS.

= 2.0

COPPI/TANG TRANSPORT MODEL

NEED TO INPUT ON TYPE 11 CARDS

ACOEF (121) - 0.09	AUX HEATED TRANSPORT COEFF
ACOEF (122) - 1.0	OHMIC HEATED TRANSPORT COEFF
ACOEF (123) - 0.5	CONSTANT IN FORM FACTOR
ACOEF (126) - 0.2	RATIO OF χ_i to χ_e

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 05	XLIMA(I)	ZLIMA(I)	XLIMA(I+1)	ZLIMA(I+1)	XLIMA(I+2)	ZLIMA(I+2)
LIMITER POINTS						

UP TO 3 LIMITER POINTS CAN BE DEFINED ON EACH TYPE 5 CARD. THE MINIMUM VALUE OF THE POLOIDAL FLUX AMONGST ALL LIMITER POINTS, PSILIM, DEFINES THE PLASMA BOUNDARY PSI = PSILIM.

XLIMA(I) AND ZLIMA(I) ARE THE X AND Z COORDINATE OF LIMITER I.

IF XLIMA(I) = 0 FOR ANY I, THAT FIELD AND THE REST OF THE CARD ARE IGNORED.

NOTE : IF ISYM = 1 AND ZLIMA(I) < 0 FOR SOME I, THIS LIMITER POINT WILL BE AUTOMATICALLY DISCARDED AND THE REMAINING LIMITER POINTS WILL BE RENUMBERED BE CONSECUTIVE.

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 06	IDIV	PSIRAT	X1SEP	X2SEP	Z1SEP	Z2SEP
DIVERTOR						

IDIV = 0.0 CODE DOES NOT CHECK FOR MAGNETIC DIVERTOR
 = 1.0 CODE WILL ATTEMPT TO LOCATE MAGNETIC SEPARATRIX AND USE THIS AS THE LIMITER IF THE VALUE OF PSI AT THE SEPARATRIX IS LESS THAN PSILIM FROM THE LIMITER POINTS.

PSIRAT ACTUAL VALUE OF PSI USED TO LIMIT PLASMA FROM SEPARATRIX IS

PSILIM = PSIRAT* (PSISEP - PSIMIN) + PSIMIN
 WHERE PSISEP IS ACTUAL POLOIDAL FLUX AT SEPARATRIX AND
 PSIMIN IS FLUX AT MAGNETIC AXIS. NORMAL VALUE IS PSIRAT = 0.95.

X1SEP THE SEPARATRIX IS ONLY SEARCHED FOR IN THE REGION

X2SEP X1SEP < X < X2SEP

X1SEP X1SEP < | Z | < X2SEP

Z2SEP

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 07	IIMP	FRACOX	FRACCA	ILTE	...	NTHE	IWALL
WALL AND IMPURITIES							

IIMP = 0	NO IMPURITY RADIATION
= 1	IMPURITY CONSTANT FRACTION OF BACKGROUND DENSITY
= 2	IMPURITY TRANSPORT

FRACOX FRACTION OF OXYGEN FOR IIMP = 1

FRACCA FRACTION OF CARBON FOR IIMP = 1

ILTE = 0	LOCAL THERMAL EQUILIBRIUM ASSUMED
= 1	NON LOCAL THERMAL EQUILIBRIUM

NTHE -	NUMBER OF THETA ZONES USED IN CONTOURING PLASMA FOR PARALLEL IMPURITY DIFFUSION, AND ALSO IN BALLOONING MODE CALCULATION
--------	--

IWALL = 0.0	IF NO WALL INTERACTION
= 1.0	FOR WALL INTERACTION

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 08	J	XOBS(2J-1)	ZOBS(2J-1)	XOBS(2J)	ZOBS(2J)	NPLOTOBS	
OBS PAIRS							

J -	NUMBER OF OBSERVATION PAIR WHERE POLOIDAL FLUX DIFFERENCE IS TO BE RECORDED (AND PLOTTED OPTIONAL), AND POSSIBLY USED FOR FEEDBACK CONTROL (TYPE 19 CARDS)
-----	--

XOBS(2J-1) X, Z COORDINATES OF FIRST POINT IN PAIR

ZOBS(2J-1)

"

XOBS(2J)

X, Z COORDINATES OF SECOND POINT IN PAIR

ZOBS(2J)

"

NPLOTOBS = 0.0

= 1.0

DON'T PLOT TIME HISTORY'S

DO PLOT TIME HISTORY OF FLUXES AND FLUX DIFFERENCE AT
OBSERVATION PAIR

NOTE 1 : IF ISYM = 1 AND ZOBS(J) < 0 FOR SOME J, THIS OBSERVATION POINT WILL BE AUTOMATICALLY DISCARDED AND THE REMAINING OBSERVATION POINT WILL BE RENUMBERED TO BE CONSECUTIVE. THE VALUES OF NFEEDO ON THE TYPE 19 (FEEDBACK) CARDS WILL AUTOMATICALLY BE CHANGED ALSO TO REFLECT THIS RENUMBERING.

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 09	N	XCOIL(N)	ZCOIL(N)	IGROUPC(N)	ATURNSC(N)	RSCOILS(N)	AINDC(N)
EXTERNAL COILS							

EACH TYPE 09 CARD DEFINES THE PROPERTIES OF A SINGLE COIL
EXTERNAL TO THE COMPUTATIONAL GRID.

N EXTERNAL COIL NUMBER (THIS MUST BE A UNIQUE IDENTIFYING NUMBER BETWEEN 1 AND PNCOIL)

XCOIL(N) X, Z COORDINATES OF CENTER OF EXTERNAL COIL.

ZCOIL(N) (COORDINATES MUST LIE OUTSIDE OF COMPUTATION GRID.)

IGROUPC(N) - GROUP NUMBER OF COIL N. REFERS TO TYPE 15 CARD WITH SAME GROUP NUMBER.

ATURNSC(N) - NUMBER OF TURNS FOR COIL N. THIS IS A POSITIVE OR NEGATIVE NUMBER, NOT NECESSARILY AN INTEGER. THE PREPROGRAMMED CURRENT FOR COIL N WILL BE THE PRODUCT OF ATURNSC(N) AND THE CURRENT IN IGROUPC(N) AS SPECIFIED BY THE APPROPRIATE TYPE 15 CARD

RSCOILS(N) - RESISTANCE OF COIL N (OHMS). FOR MULTITURN COILS, THIS IS THE ONE - TURN EQUIVALENT RESISTANCE.

AINDC(N) - SELF INDUCTANCE OF COIL N, ASSUMING A SINGLE TURN. IF A TYPE 39

CARD IS INCLUDED, THIS WILL BE OVERRIDDEN WITH AN INDUCTANCE CALCULATED FROM GEOMETRY.

NOTE 1 : IF ISYM = 1 AND ZCOIL(N) < 0 FOR SOME N, THIS COIL WILL BE AUTOMATICALLY DISCARDED AND THE REMAINING COILS WILL BE RENUMBERED TO BE CONSECUTIVE.

NOTE 2 : AN EXTERNAL COIL CAN BELONG TO MORE THAN ONE COIL GROUP FOR FEEDBACK SYSTEMS. TO SPECIFY THE SECOND GROUP, FOLLOW THE TYPE 09 CARD WITH A NO THERE TYPE 09 CARD OF THE FORM:

09 10NN. ATURN (N, 1) ATURN (N, 2) ... ATURN (N, 6)

THIS WILL CAUSE COIL N TO ALSO BELONG TO COIL GROUP NN WITH VARIABLE NUMBER OF TURNS ATURN (N, I) AT TIME TPRO (I) AS SPECIFIED BY THE TYPE 18 CARD. UP TO FOUR ADDITIONAL SYSTEM CAN BE SPECIFIED BY USING 10NN., 20NN., 30NN., 40NN., IN THE FIRST FIELD.

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 10	M	XWIRE(M)	ZWIRE(M)	IGROUPW(M)	ATURNSW(M)	RSWIRES(M)	CWICS(M)
INT COILS							

EACH TYPE 10 CARD DEFINES THE PROPERTIES OF A SINGLE COIL INTERIOR TO THE COMPUTATIONAL GRID, DENOTED A WIRE.

M	WIRE NUMBER (THIS MUST BE A UNIQUE IDENTIFYING NUMBER BETWEEN 1 AND PNCOIL)
XWIRE(M)	X, Z COORDINATES OF CENTER OF WIRE. COORDINATES MUST LIE INSIDE
ZWIRE(M)	COMPUTATION GRID. ACTUAL POSITION WILL BE MOVED TO NEAREST GRID POINT.
IGROUPW(M)	THE ABSOLUTE VALUE, ABS[IGROUP(M)] IS THE GROUP NUMBER, REFERS TO TYPE 15 CARD WITH SAME GROUP NUMBER. IF IGROUPW(M) < 0, THIS IS A SWITCH INDICATING THAT THE WIRE IS TO OCCUPY FOUR ADJACENT CELLS (RATHER THAN 1) AND TO HAVE THE RELATIVE NO OF TURNS IN THE FOUR CELLS AREA WEIGHTED SO THAT THE CURRENT CENTROID WILL BE AT [XWIRE (M), ZWIRE (M)]
ATURNSW(M) -	NUMBER OF TURNS FOR WIRE M. THIS IS A POSITIVE OR NEGATIVE NUMBER, NOT NECESSARILY AN INTEGER. PREPROGRAMMED CURRENT FOR WIRE M WILL BE THE PRODUCT OF NTURNSW(M) AND THE CURRENT IN IGROUP(M) AS SPECIFIED BY THE APPROPRIATE TYPE 15 CARD.

RSWIRES(M) RESISTANCE OF WIRE M (OHMS). IF NEGATIVE, RESISTANCE IS MAJOR RADIUS XWIRE(M) TIMES ABSOLUTE VALUE OF RSWIRE(M). FOR A MULTITURN COIL, THIS IS A ONE TURN EQUIVALENT RESISTANCE.

CWICS(M) INITIAL INDUCED CURRENT IN WIRE M. (KA)

NOTE 1: IF ISYM = 1 AND ZWIRE(M) < 0 FOR SOME M, THIS WIRE WILL BE AUTOMATICALLY DISCARDED AND THE REMAINING WIRES WILL BE RENUMBERED TO BE CONSECUTIVE.

NOTE 2: AN INTERNAL COIL CAN BELONG TO MORE THAN ONE COIL GROUP FOR FEEDBACK SYSTEMS. TO SPECIFY THE SECOND GROUP, FOLLOW THE TYPE 10 CARD WITH ANOTHER TYPE 10 CARD OF THE FORM:

10 10NN. ATURN(M, 1) (M, 2) (M, 3) (M, 4) (M, 5) ATURN(M, 6)
THIS WILL CAUSE COIL M TO ALSO BELONG TO COIL GROUP NN WITH VARIABLE NO. OF TURNS ATURN (M, I) AT TIME TPRO(I) AS SPECIFIED BY THE TYPE 18 CARD. UP TO FOUR ADDITIONAL SYSTEMS CAN BE SPECIFIED BY USING 10NN., 20NN., 30NN., 40NN., IN THE FIRST FIELD.

NOTE 3: IF IGROUPW(M) < 0, THREE NEW COILS WILL BE GENERATED AND THE PARAMETER PNCOIL MUST BE LARGE ENOUGH TO ACCOMODATE THESE.

NOTE 4: RESISTIVITY OF COPPER 1.724E-8 OHM-M
RESISTIVITY OF AL 2.824E-8 OHM-M

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 11	ICO	NCO	ACOEF(ICO)	ACOEF(ICO+1)	...	ACOEF(ICO+NCO-1)	
ACOEF							

ICO - FIRST INDEX OF ACOEF ARRAY SPECIFIED ON THIS CARD

NCO ELEMENTS ON THIS CARD

ACOEF(I) VALUE OF ACOEF I. THE FOLLOWING ACOEF ARRAY ELEMENTS ARE PRESENTLY DEFINED

ACOEF(1) IF 1.0, SPECIAL FOR PBX. IF 2.0, CALL FEDTSC

(2) RATIO OF INITIAL ELECTRON/ION PRESSURE(0.5)

(3) TIME INTERVAL OVER WHICH FEEDBACK SYSTEMS ARE TURNED ON.

(4) RELAXATION FACTOR FOR PRESSURE WHEN IPRESS = 1 (100).

(5) IF 1.0, TIME HISTORY PLOTS START NEW AT RESTART TIME (0.0)

(6) PARALLEL DIFFUSION MULTIPLIER FOR ISURF = 0, IPRES = 0 (10.)

- (7) MIX BETWEEN DUFORT FRANKEL AND FTCS IN FLUX DIFFUSION (0.5)
- (8) IMPLICIT PARAMETER FOR SURFACE AVERAGED TIME ADVANCEMENT (1.0)
- (9) NUMERICAL VISCOSITY COEFFICIENT (20.)
- (10) RATIO OF INCOMPRESSIBLE TO COMPRESSIBLE VISCOSITY. (0.2)
- (11) PROPORTIONALITY CONSTANT IN PLASMA CURRENT FEEDBACK. (1.0)
- (12) INITIAL VOLTAGE IN WIRES FOR LRSWTCH > 0 (1.0)
- (13) IFLUX SWITCH FOR POLOIDAL FLUX BOUNDARY CONDITION (4.0)
0.0 CONSTANT, 1.0 FIRST ORDER, 2.0 SECOND ORDER, 3.0 FULL
INTEGRAL (4.0) VON-HAGENOW'S VIRTUAL CASING METHOD
- (14) MAX SCALE FOR SURFVOLT PLOT (10.)
- (15) MIN OH LOOP VOLTAGE (-100.)
- (16) MAX OH LOOP VOLTAGE (+100.)
- (17) ICUBE, CUBIC TIME POINT INTERPOLATION IF ACOEF(17) = 1.0 (1.0)
- (18) MULTIPLIER IN FRONT OF PSIDOT ON BOUNDARY (0.0)
- (19) ZLIM = ZSEP(1) + ACOEF(19), ZSEP(2) - ACOEF(19) (0.0)
- (20) SWITCH FOR UCOR (0.0)
- (21) ERROR CRITERION FOR AMACH (1.0)
- (22) ERROR CRITERION EKIN (100.)
- (23) EPSIMIN ... CONVERGENCE CRITERION ON PSI FOR EQUILIBRIUM (1.E-7)
- (24) EZCURF ... CONVERGENCE CRITERION ON Z FOR EQUILIBRIUM (1.E-6)
- (25) DELG EQUILIBRIUM PARAMETER USED FOR IFUNC = 3 (1.0)
- (26) GPRFP EQUILIBRIUM PARAMETER USED FOR IFUNC = 3 (1.0)
- (27) BETAJ EQUILIBRIUM PARAMETER USED FOR IFUNC = 2 (1.0)
- (28) BYPASS INITIAL FILIMENT GROWTH RATE CALCULATION IF NONZERO

- (0.0)
- (29) TIME IN SECONDS AT WHICH CALCULATION STOPS (1000.)
- (30) IWAYNE ... SWITCH TO WRITE SPECIAL DISRUPTION FILE AND PRODUCE VOLTAGE PLOTS AT FLUX LOOPS
- (31) TJPHI ... TIME WHEN TO START WRITING
- (32) DTJPHI ... TIME INCREMENT FOR WRITING
- (33) TMOVIE
- (34) DTMovie
- (35, 37, 39) ANOMALOUS TRANSPORT COEFFICIENTS CHIE, CHII, D (1.0, 1.0, 0.2)
- (41) RESGAP ... COEFICIENT OF RESISTIVITY FOR GAP IN CONDUCTORS
(0.5) MAKE 0.0 FOR NO GAP. EFFECT OF GAP IS TO CONSTRAIN ZERO NET CURRENT IN COIL GROUPS WITH IGROUP < 0 ON TYPE 15 CARD.
- (42) MIN X FOR PROFILE PLOTS (0)
- (43) MAX X FOR PROFILE PLOTS (0)
- (44) IRFP ... SET TO 1.0 FOR REVERSED FIELD PINCH
- (45) NUMBER OF ZONES TO SEARCH OVER FOR X-POINT (2.0)
- (46) MAX FOR TAU-E PLOT (SEC) (2.0)
- (47) MAX POWER FOR PROBLEM WITH BURN CONTROL (USED TO REGULATE HEATING) (1.E12)
- (48, 49) NUMBER OF CONTOURS DRAWN IN PLASMA AND VACUUM (20., 20.)
- (50, 51) RELAXATION FACTORS FOR INITIAL EQUILIBRIUM CALCULATION
(0.5, 0.5)
- (52) VAC VESSEL POLOIDAL INDUCTANCE
- (53) VAC VESSEL POLOIDAL RESISTANCE
- (54) CURRENT FEEDBACK COEFF FOR BURN CONTROL (0.0)
- (55) REFLECTIVITY COEFF FOR CYCLOTRON RADIATION (0.9)

- (56) HYPER HEATING MULTIPLIER
- (57) t - BEGIN FOR HYPER (0.0)
- (58) t - END FOR HYPER (1.E6)
- (59) EPSHYP ... CONVERGENCE CRITERIA IN HYPER (1.E-6)
- (60) NLOOPM ... MAX ITERATIONS IN HYPER (4000)
- (61) IF NONZERO, ZMAG TIME HISTORY PLOTTED EVEN FOR ISYM = 1 (0.0)
- (62) RATIO OF TOROIDAL TO COMPRESSIBLE VISCOSITY (1.0)
- (63) (0.667)
- (64) HYPERRESISTIVITY COEFFICIENT (0.0)
- (65) " FRACTION (0.1)
- (66) " EXPONENT (4.0)
- (67) HYPERRESISTIVITY ITERATION DAMPING - FACTOR (1.2)
- (68) HYPERRESISTIVITY ITERATION SAFETY FACTOR (1.0)
- (70) RELAXATION FOR RESISTIVITY WHEN LRSWTCH .NE. 0 (0.0001)
- (71) MAX TEMP FOR RESISTIVITY CALCULATION (1.E6)
- (72) BYPASS WRITING INPUT ON PLOT FILE IF .GT. 0
- (74) SPECIAL LIMITER ADJUSTMENT SWITCH (0.0)
- (75) NUMBER OF CYCLES COIL RESISTIVITY IS ENHANCED TO LET PERTURBATION IN (0.0)
- (76) SWITCH FOR SETTING FBFAC (I1) TO FBFAC (I2) TO ZERO AFTER EQUILIBRIUM CALCULATION (0.0)
- (77) I1
- (78) I2
- (80) GROUP # OF SUPERIMPOSED OSCILLATION
- (81) AMPLITUDE OF OSCILLATION (KA)

- (82) PERIOD (SEC) OF OSCILLATION
- (83) 2nd GROUP NO
- (84) 2nd AMPLITUDE
- (85) 3rd GROUP NO
- (86) 3rd AMPLITUDE
- (87) 4th GROUP NO
- (88) 4th AMPLITUDE
- (90) DRAG TERMS IN EQ. OF MOTION (0.1)
- (91) DRAG TERMS IN EQ. OF MOTION (0.1)
- (92) DRAG TERMS IN EQ. OF MOTION (0.1)
- (93) CONFINEMENT TIME FOR HE - ASH (1.0)
- (95) TDISRUPT ... TIME AT WHICH DISRUPTION OCCURS AND QSAW CHANGES (1.0E6)
- (96) QSAW2 ... VALUE OF QSAW AFTER DISRUPTION (2.0)
- (97) HALO RATIO (0.0)
- (98) TEMP OF HALO (1.0)
- (101) IQTEST ... SEE NOTE 1
- (102) VTEST ... SEE NOTE 1
- (106) MULTIPLIER OF AJLH FOR LOWER HYBRID (1.0)
- (107) ANOMALOUS AUX HEATING TRANSPORT COEFF (1.0)
- (108) (1.E6)
- (109) NO TRAPPED PARTICLES WHEN ACOEF (109) = 1.0 (0.0)
- (110) COEFFICIENT IN PRESSURE FUNCTION (0.0). (SEE TYPE 02 CARD)
- (111) FEEDBACK CONSTANT FOR PLASMA DENSITY WHEN IDATA = 1 (0.0)

(112)	FEEDBACK CONSTANT FOR ZEFF WHEN IDATA = 1 (0.0)
(120)	FRACTION OF ETA (LSAW) TO USE IN SAWTOOTH MODEL (0.0)
(121)	-AUX HEATED TRANSPORT COEFF FOR ITR = 2 (0.09)
(122)	-OHMIC TRANSPORT COEFF FOR ITR = 2 (1.0)
(123)	FACTOR ADDED TO QCYLIN FOR ITR = 2 (0.5)
(124)	- χ ENHANCEMENT INSIDE Q = 1 SURFACE (1.0)
(125)	-FEEDBACK CONSTANT FOR x WHEN IDATA = 1 (0.0)
(126)	RATIO OF χ_i TO χ_e (1.0)
(127)	FEEDBACK COEFF FOR χ TIME DERIVATIVE TERM (0.0)
(128)	MIN VALUE FOR FBCHI (IDATA = 1) (0.5)
(129)	MAX VALUE FOR FBCHI (IDATA = 1) (2.0)
(130)-(298)	SPECIAL COEFFICIENTS FOR THYRISTOR VOLTAGE SOURCE MODEL
ACOEF(209) = 1	IDATA ≠ 3 APPVOLT DIII-D
= 1	IDATA = 3 APPVOLTO MARCUS
= 2	APPVOLT2 PBX, CIT, ASDEX

Note 1: program will terminate normally if

IQTEST. EQ. -1. AND. Ip (A)	< VTTEST
〃 1 〃 〃	> 〃
〃 -2 〃 〃 Z_{MA} (m)	< 〃
〃 2 〃 〃	> 〃
〃 -3 〃 I_p (A/S)	< 〃
〃 3 〃 〃	> 〃
〃 -4 〃 X_{MA} (m)	< 〃
〃 4 〃 〃	> 〃
〃 -5 〃 q_{95}	< 〃
〃 5 〃 〃	> 〃
〃 -6 〃 κ	< 〃
〃 6 〃 〃	> 〃
〃 -7 〃 δ	< 〃
〃 7 〃 〃	> 〃

Special coefficients for current feedback :

Coils inside grid :

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| ACOEF(290) =1 : | Lausanne feedback model |
| =2 : | Standard PID - model |

PID - model:

- | | |
|----------------------|--|
| ACOEF(291) = NSTART: | first coefficient for feedback |
| ACOEF(292) = NFB: | total number of feedback systems |
| ACOEF(293) = NWPRNT: | print cycle (coil currents and voltages) |

Having specified "NSTART" and "NFB", the subsequent coefficients have to be specified according to :

- | | | |
|----------------------|----------------|------------------------|
| ACOEF (J) = IGROUPW: | NSTART | < J < NSTART + NFB-1 |
| = VGAINP: | NSTART + NFB | < J < NSTART + 2*NFB-1 |
| = VGAIND: | NSTART + 2*NFB | < J < NSTART + 3*NFB-1 |
| = VGAINI: | NSTART + 3*NFB | < J < NSTART + 4*NFB-1 |
| = TFBEIN: | NSTART + 4*NFB | < J < NSTART + 5*NFB-1 |
| = TFBAUS: | NSTART + 5*NFB | < J < NSTART + 6*NFB-1 |
| = VOLTMAX: | NSTART + 6*NFB | < J < NSTART + 7*NFB-1 |
| = TRAMP: | NSTART + 7*NFB | < J < NSTART + 8*NFB-1 |

where:

- | | |
|----------|---|
| IGROUPW: | coil group for feedback |
| VGAINP: | proportional feedback constants (V/A) |
| VGAIND: | differential (Vs/A) |
| VGAINI: | integral (V/As) |
| TFBEIN: | time when feedback system is switched on (s) |
| TFBAUS: | time when feedback system is switched off (s) |
| VOLTMAX: | maximum voltage (V) |
| TRAMP: | ramp time (s) |

Coils outside grid :

Feedback on external coil group currents is applied, if :

$$\text{ICIRC} = 1 \text{ and } \text{ACOEF (294)} > 129.$$

ACOEF - array:

- | | |
|-----------------------|---|
| ACOEF(294) = NSTART : | first coefficient for feedback |
| ACOEF(295) = NFB: | total number of coil group for feedback |
| ACOEF(295) =1: | standard pid - feedback model |
| = else: | inductance matrix |

- | | | |
|----------------------|----------------|------------------------|
| ACOEF (J) = IGROUPC: | NSTART | < J < NSTART + NFB-1 |
| = GAINPEG: | NSTART + NFB | < J < NSTART + 2*NFB-1 |
| = GAINDEG: | NSTART + 2*NFB | < J < NSTART + 3*NFB-1 |
| = GAINIEG: | NSTART + 3*NFB | < J < NSTART + 4*NFB-1 |

= TEINEG:	NSTART + 4*NFB	< J < NSTART + 5*NFB-1
= TAUSEG:	NSTART + 5*NFB	< J < NSTART + 6*NFB-1
= VMINEG:	NSTART + 6*NFB	< J < NSTART + 7*NFB-1
= VMAXEG:	NSTART + 7*NFB	< J < NSTART + 8*NFB-1

where:

IGROUPC:	external coil group for feedback
GAINPEG:	proportional feedback constants (V/A)(else : (mu/s))
GAINDEG:	differential (Vs/A) (else : (mu))
GAINIEG:	interral (V/As) (else : (mu/s**2))
TEINEG:	time when feedback system is switched on (s)
TAUSEG:	time when feedback system is switched off (s)
VMINEG:	maximum voltage (kV)
VMAXEG:	maximum voltage (kV)

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 12	TEVV	DCGS	QSAW	ZEFF	IALPHA	IBALSW
TRANSPORT						

TEVV - TEMPERATURE OF THE VACUUM REGION FOR USE IN RESISTIVITY CALCULATION. (SEE NOTE)

DCGS REFERENCE NUMBER DENSITY IN UNITS OF $10^{13}/\text{cm}^3$. ACTUAL CENTRAL DENSITY FOR IDENS = 1 IS PRODUCT OF DCGS AND RNORM ON TYPE 24 CARD.

QSAW THE RESISTIVITY IS ENHANCED IN THE CENTER OF THE PLASMA ISURF = 1 AND THE LOCAL SAFETY FACTOR SATISFIES Q < QSAW

ZEFF ' Z ' EFFECTIVE USED IN RESISTIVITY CALCULATION.

IALPHA SWITCH FOR α -PARTICLE HEATING. IF IALPHA = 1 THE α -PARTICLE HEATING CORRESPONDING TO 50% D/T MIXTURE IS INCLUDED IN ENERGY EQUATION

IBALSW SWITCH FOR BALLOON CALCULATION
 0.0 - NO BALLOONING CALCULATION
 1.0 - BALLOONING CALCULATION PERFORMED EVERY NSKIPSF CYCLES,
 ON EVERY FLUX SURFACE, AND RESULTS PRESENTED AS A
 STABILITY PLOT AT END OF CALCULATION
 2.0 - SAME AS 1.0, WITH THE ADDITION THAT THE THERMAL
 CONDUCTIVITY IS INCREASED BY A FACTOR OF 10. ON ALL SURFACES
 FOUND TO BE UNSTABLE.

ITEMP IF ITEMPI = 1, THE TEMPERATURE IN THE EXTERNAL COILS WILL BE CALCULATED AS A FUNCTION OF TIME. IN THIS CASE, TYPE 39 CARDS

MUST BE INCLUDED TO PROVIDE ADDITIONAL COIL INFORMATION.

NOTE : IF TEVV IS NEGATIVE, (-TEVV) IS USED INITIALLY, THEN TEVV IS ADJUSTED TO GIVE THE MAXIMUM VALUE WHICH IS NUMERICALLY STABLE. IF TYPE 34 CARD IS INCLUDED, THIS OVERRIDES VALUE SPECIFIED HERE.

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 13	ALPHAG	ALPHAP	NEQMAX	XPLAS	ZPLAS	GZERO
INITIAL CONDITIONS						

ALPHAG INITIAL TOROIDAL FIELD IS GIVEN BY $g\nabla\phi$ WHERE

FOR IFUNC = 1:

$$g^2 = GZERO^{**2} + 2 * [GP1 * FF1(\psi) + GP2 * FF2(\psi)]$$

WHERE

$$FF1(\psi) = -ARG(\psi)^{**}ALPHAG$$

$$FF2(\psi) = -4.0 * ARG(\psi)^{**}ALPHAG * [1 - ARG(\psi)]$$

$$ARG(\psi) = (\psi_{im} - \psi) / (\psi_{im} - \psi_{min})$$

AND GP1 AND GP2 ARE DETERMINED SO THAT CENTRAL q VALUE IS QZERO AND TOTAL PLASMA CURRENT IS GCUR(1)

FOR IFUNC = 2:

$$\frac{1}{2} \frac{dg^2}{d\psi} = (XPLAS)^{**2} * PO * (1/BETAJ - 1) * \left[\frac{e^{-(ALPHAG)\psi} - e^{-(ALPHAG)}}{e^{-(ALPHAG)} - 1} \right]$$

WHERE $\psi = (\psi - \psi_{min}) / (\psi_{im} - \psi_{min})$, BETAJ = ACOEF(27), AND PO HERE AND IN THE PRESSURE EQUATION ARE INITIALIZED BY THE TYPE 17 CARD, BUT ARE ITERATED (RENORMALIZED) SO THE TOTAL PLASMA CURRENT IS PCUR(1). $g = g^{ZERO}$ AT $\psi = \psi_{im}$

FOR IFUNC = 3:

$$g = GPRFP * [1 + (DELG - 1) * ARG(\psi)^{**}ALPHAG]$$

WHERE DELG = ACOEF(25), GRPEP = ACOEF(26) IS ITERATED (RENORMALIZED) SO THE TOTAL PLASMA CURRENT IS GCUR(1)

FOR IFUNC = 4:

$$g^2 = GZERO^{**2} + 2 * GP1 * FF1(\psi)$$

AND GP1 DETERMINED SO TOTAL PLASMA CURRENT IS GCUR(1)

FOR IFUNC = 5:

$$\frac{1}{2} \frac{dg^2}{d\psi} = \frac{GP1 / 2\pi\eta + (p' + \langle J_{CD} \rangle / R^2)}{\langle B^2 \rangle / \langle B_T^2 \rangle}$$

ALPHAP PRESSURE EXPONENT FOR EQUILIBRIUM CALCULATION (SEE TYPE 02 CARD)

NEQMAX MAX NO. EQUILIBRIUM ITERATIONS ALLOWED. NORMAL VALUE IS 200. IF NEQMAX IS NEGATIVE, ABS VALUE IS USED AND A SWITCH IS SET TO NOT SET AN ERROR FLAG IF CONVERGENCE IS NOT OBTAINED IN ABS(NEQMAX) ITERATIONS.

XPLAS - INITIAL GUESS FOR X COORDINATE OF MAGNETIC AXIS
 ZPLAS - INITIAL GUESS FOR Z COORDINATE OF MAGNETIC AXIS
 GZERO - VACUUM TOROIDAL FIELD GIVEN BY GZERO $\nabla\phi$
 QZERO - INITIAL VALUE OF SAFETY FACTOR AT MAGNETIC AXIS FOR IFUNC = 1.

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 14	ISTART	XZERIC	AXIC	ZZERIC	BZIC		
INIT COND - 2							

ISTART THIS INDICATES AT WHICH TIME POINT AS SPECIFIED ON THE TYPE 18 CARD THE CALCULATION IS TO BEGIN. NORMAL VALUE IS 1.

XZERIC
 AXIC
 ZZERIC
 BZIC
 IF THESE ARE NONZERO, THE INITIAL EQUILIBRIUM ITERATION WILL BE INITIALIZED WITH THE PLASMA CURRENT DISTRIBUTED OVER A RECTANGLE CENTERED AT XZERIC AND ZZERIC, AND WITH HALF WIDTH AXIC AND HALF HEIGHT BZIC

NOTE THAT IF XZERIC, AXIC, ZZERIC, BZIC ARE SPECIFIED, THEN INITIAL PLASMA POSITION XPLAS AND ZPLAS ON TYPE 13 CARD ARE OVERWRITTEN.

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 15	IGROUP	GCUR(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	GCUR(6)
COIL GROUPS							
TYPE 16	-	PCUR(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	PCUR(6)
PLASMA CURRENT							
TYPE 17	-	PPRES(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	PPRES(6)
PLASMA PRESSURE							
TYPE 18	-	TPRO(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	TPRO(6)
TIMING							
TYPE 23	-	BEAMP(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	BEAMP(6)
NEUTRAL BEAM							
TYPE 24	-	RNORM(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	RNORM(6)
DENSITY							

TYPE 26	-	FBCHIA(1) (2)	(3)	(4)	(5)	FBCHIA(6)
ANOM TRANSPORT						
TYPE 27	-	GZEROV(1) (2)	(3)	(4)	(5)	GZEROV(6)
TOROIDAL FIELD						
TYPE 28	-	VLOOPV(1) (2)	(3)	(4)	(5)	VLOOPV(6)
LOOP VOLTAGE						
GCUR(I)		PREPROGRAMMED CURRENT (KA) FOR COIL GROUP IGROUP AT TIME = TPRO(I)				
PCUR(I)		PREPROGRAMMED CURRENT (KA) FOR PLASMA CURRENT AT TIME = TPRO(I)				
PPRES(I)		PREPROGRAMMED PRESSURE (MKS) FOR IPRES = 1 AT TIME = TPRO(I)				
TPRO(I)		TIME (IN SECONDS) CORRESPONDING TO GCUR(I), PCUR(I), ETC. INTERMEDIATE VALUES ARE LINEARLY INTERPOLATED FOR ICUBE = 0, CUBIC INTERPOLATION FOR ICUBE = 1				
BEAMP(I)		AMPLITUDE OF NEUTRAL BEAM SOURCE (MW) AT TIME = TPRO (I). DEPOSITION PROFILE GIVEN BY TYPE 25 CARD				
RNORM(I)		NORMALIZED CENTRAL DENSITY FOR IDENS = 1 AT TIME = TPRO(I). ACTUAL DENSITY IS RNORM(I)*DCGS.				
FBCHIA(I)		FACTOR BY WHICH THERMAL CONDUCTIVITY IS ENHANCED AT TIME = TPRO(I)				
GZEROV(I)		VARIABLE VACUUM TOROIDAL FIELD FUNCTION GZERO				
VLOOPV(I)		PREPROGRAMMED LOOP VOLTAGE FOR OH SYSTEM				

NOTE 1 : MORE THAN 6 TIME POINTS CAN BE ACCOMMODATED BY INCLUDING MULTIPLE
TYPE [15, 16, 17, 18, 23, 24, 26, 27, 28] CARDS

NOTE 2 : IN GENERAL, A LOOP VOLTAGE DETERMINED BY FEEDBACK WILL BE
SUPERIMPOSED ON VLOOPV(I). THE "AUTOMATIC" PLASMA CURRENT CONTROL
FEEDBACK IS PROPORTIONAL TO ACOEF(11). THE MAX AND MIN LOOP VOLTAGES
(SUM OF PREPROGRAMMED AND FEEDBACK) ARE LIMITED BY ACOEF(15) (MIN) AND
ACOEF(16) (MAX). CURRENTS IN PASSIVE CONDUCTORS ARE INITIALIZED WHEN
VLOOPV(ISTART) > 0 AND ACOEF(41) = 0.

NOTE 3 : IF IGROUP < 0 ON TYPE 15 CARD, THEN ABS(IGROUP) IS USED, AND THIS COIL GROUP
HAS ZERO NET CURRENT CONSTRAINT APPLIED IF ACOEF(41) > 0. IF RESGS(IGROUP)
IS NON - ZERO, THEN THIS RESISTANCE IS USED FOR GROUP RESISTANCE.

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 19	L	NRFB(L)	NFEEDO(L)	FBFAC(L)	FBCON(L)	IDELAY(L)
FEEDBACK - 1						

L NUMBER OF FEEDBACK SYSTEM

NRFB(L) - IF NRFB(L) > 0, INDICATES COIL GROUP NUMBER FOR FEEDBACK

- IF NRFB (L) = 0, INDICATES FEEDBACK ON PLASMA CURRENT

NFEEDO(L) - OBSERVATION PAIR NUMBER (TYPE 8) USED IN FEEDBACK SYSTEM

FBFAC(L) THIS IS PROPORTIONALITY FACTOR BETWEEN COIL GROUP CURRENT DESIRED AND FLUX DIFFERENCE. UNITS ARE (AMPS / WEBER / RADIAN) FOR EXTERNAL COILS, THIS CURRENT IS CHANGED INSTANTANEOUSLY. FOR INTERNAL COILS, A VOLTAGE IS APPLIED (PROPORTIONAL TO THE WIRE RESISTIVITY) SO THAT THE DESIRED CURRENT WILL BE OBTAINED AFTER THE COIL L/R TIME. IF IPEXT(L) = 4 ON CORRESPONDING TYPE 20 CARD, FBFAC(L) IS PROPORTIONALITY FACTOR BETWEEN COIL GROUP CURRENT DESIRED AND DIFFERENCE BETWEEN PLASMA CUREENT AND PLASMA CUREENT DESIRED.

FBCON(L) - FLUX OFFSET, FBFAC(L) MULTIPLIES [PSI1 - PSI2 - FBCON(L)*FAC]

IDELAY(L) - IF THIS IS GREATER THAN ZERO, A TIME DELAY OF IDELAY(L) TIME STEPS IS INTRODUCED INTO THE CALCULATIONS. NOTE THAT THE PARAMETER PNFEED MUST BE GREATER THAN THE MAXIMUM IDELAY(L).

FBFACI(L) - THIS IS THE TIME INTEGRAL FEEDBACK PROPORTIONALITY TERM. IT IS THE SAME AS FBFAC(L) EXCEPT IT MULTIPLIES THE TIME INTEGRAL OF THE FLUX OR CURRENT DIFFERENCE. MAY BE SUPSRIMPOSED WITH FBFAC.

NOTE : IF THE FIRST FIELD ON THE TYPE 19 CARD IS EQUAL TO 1000.0, THIS CARD DEFINES TIME VARYING OBSERVATION POINTS FOR THE FEEDBACK SYSTEM DEFINED BY THE PRECEEDING TYPE 19 CARD. THE FORMAT IS SIMILAR TO THAT OF THE TYPE[15, 16, 17, 18, 23, 24] CARDS :

19 1000.0 NFEEDV(1, L) (2, L) (3, L) (4, L) (5, L) NFEEDV(6, L)

NFEEDV(I, L) - OBSERVATION PAIR NUMBER(TYPE 08) USED IN FEEDBACK SYSTEM L AT TIME POINT I (TYPE 18). MULTIPLE CARDS CAN BE INCLUDED TO DEFINE MORE THAN 6 POINTS.

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 20	L	TFBONS(L)	TFBOFS(L)	FBFAC1(L)	FBFACD(L)	IPEXT(L)	
FEEDBACK - 2							
L		NUMBER OF FEEDBACK SYSTEM (SAME AS THAT ON CORRESPONDING TYPE 19 CARD)					
TFBONS(L)			TIME WHEN FEEDBACK SYSTEM L IS TURNED ON (SEC)				
TFBOFS(L)			TIME WHEN FEEDBACK SYSTEM L IS TURNED OFF				
FBFAC1(L)			IF > 0, FAC MULTIPLYING FBCON IS PROPORTIONAL TO THE (PLASMA CURRENT) / (FINAL PLASMA CURRENT)				
FBFACD(L)			THIS IS THE TIME DERIVATIVE FEEDBACK PROPORTIONALITY TERM. IT IS THE SAME AS FBFAC(L) AND FBFACI(L) EXCEPT IT MULTIPLIES THE TIME DERIVATIVE OF THE FLUX OR CURRENT DIFFERENCE. IT MAY BE SUPERIMPOSED WITH FBFAC AND FBFACI.				
IPEXT(L)			SIGNIFIES WHICH FLUX TO USE FROM THE OBSERVATION COILS 1 TOTAL POLOIDAL FLUX PER RADIAN 2 FLUX FROM COILS ONLY 3 FLUX FROM PLASMA ONLY 4 FEEDBACK SIGNAL IS PROPORTINAL TO (PLASMA CURRENT - PREPROGRAMMED VALUE). FOR THIS OPTION, FBFAC AND FBFACI ARE IN DIMENNSIONLESS UNITS. 5 FEEDBACK SIGNAL IS PROPORTINAL TO (XMAG - XMAG0(t)), WHERE XMAG0(t) IS DEFINED ON THE TYPE 30 CARD ... SEE NOTE 4 6 FEEDBACK SIGNAL IS PROPORTINAL TO (ZMAG - ZMAG0(t)), WHERE ZMAG0(t) IS DEFINED ON THE TYPE 31 CARD ... SEE NOTE 4 7-10 FEEDBACK IS PROPORTINAL TO EPS1C - EPS10 11-14 FEEDBACK PROPORTINAL TO RO-RZERW, AO-AZERW, EO-EZERW, DO-DZERW ON TYPE 42-45 CARDS 10NN -FEEDBACK PROPORTINAL TO CURRENT IN WIRE NW 21-24 SPECIAL OPTION FOR RFP, PROPORTINAL TO COS θ - COS 4θ				

- NOTE 1 : IF TFBONS OR TFBOFS ARE NEGATIVE, THEN THEIR ABSOLUTE VALUE REFERS TO
THE CYCLE NUMBER FOR WHICH THE FEEDBACK IS TURNED ON OR OFF.
- NOTE 2 : IF CONTROLLING PLASMA CURRENT BY USING IPEXT(L)=4, THE AUTOMATIC
PLASMA CURRENT CONTROL SHOULD BE TURNED OFF BY SETTING ACOEF(11)=0.
- NOTE 3: IF IPEXT(L) = 7, 8, 9, 10, THE SWITCH ISVD MUST BE SET TO 1.0 ON TYPE 03 CARD
- NOTE 4: FEEDBACK SIGNAL MULTIPLIED BY (Ip/MA) FOR IPEXT(5) OR IPEXT(6)

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 21	ICPLET	ICPLGF	ICPLWF	ICPLPR	ICPLBV	ICPLUV
CONTOUR PLOTS						

IF ANY OF THESE SWITCHES ARE SET TO 1.0, THE FOLLOWING CONTOUR PLOTS ARE PRODUCED
EVERY NSKIPL CYCLES

ICPLET -	RESISTIVITY ARRAY ETAY IF (IRFP = 1) ETA*J
ICPLGF -	TOROIDAL FIELD FUNCTION G
ICPLWF -	TOROIDAL VELOCITY W IF (IRFP = 1) J*B/B**2
ICPLPR -	PRESSURE P
ICPLEV -	CURL OF VELOCITY FIELD b ≡ Δ*A IF (IRFP = 1) HYPER/J
ICPLBV -	DIVERGENCE OF VELOCITY FIELD V ≡ ∇²Ω IF (IRFP = 1) (ETA*J + HYPER)/(STA*J)
ICPLXP -	CLOSE-UP OF POLOIDAL FLUX NEAR X-POINT REGION

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 22	IVPLBP	IVPLVI	IVPLFR	IVPLJP	IVPLVC	IVPLVT
VECTOR PLOT						

IF ANY OF THESE SWITCHES ARE SET TO 1.0, THE FOLLOWING VECTOR PLOTS ARE PRODUCED
EVERY NSKIPL CYCLES

IVPLBP -	POLOIDAL MAGNETIC FIELD
IVPLVI -	INCOMPRESSIBLE VELOCITY FIELD
IVPLFR -	FORCES
IVPLJP	POLOIDAL CURRENT
IVPLVC -	COMPRESSIBLE VELOCITY FIELD
IVPLVT -	TOTAL VELOCITY FIELD

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 25	ABEAM	DBEAM	NEBEAM	EBeamKEV	AMBEAM	FRACPAR
DEPOSITION PROFILE						

ABEAM THESE SPECIFY THE SPATIAL EXTERNAL HEAT SOURCE DEPOSITION PROFILE WHICH IS MULTIPLIED BY THE BEAM AMPLITUDE PARAMETER ON THE TYPE 23 CARD. THE SPATIAL FORM FACTOR IS

$$FF = F1 * F2 / \text{SUM}$$

$$F1 = DBEAM^{**2} / [(AR - ABEAM)^{**2} + DBEAM^{**2}]$$

$$F2 = (1 - AR^{**2})^{**} NEBEAM$$

WITH

$$AR = (\psi - \psi_{\min}) / (\psi_{\max} - \psi_{\min})$$

AND SUM IS THE NORMALIZATION FACTOR.

EBeamKEV - ENERGY OF NEUTRAL BEAM IONS IN KEV

AMBEAM - MASS OF NETURAL BEAM PARTICLES IN AMU

FRACPAR - FRACTION OF BEAM PARTICLES WHICH ARE ORIENTED PARALLEL TO THE TOROIDAL FIELD, $-1 < \text{FRACPAR} < 1$

IBOOTST - IF IBOOTST = 1, BOOTSTRAP CURRENT IS INCLUDE IN CALCULATION.

11	21	31	41	51	61	71
TYPE 29	TPEST(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	TPEST(6)
PEST OUTPUT						

TYPE 30 XMAG(1) (2) (3) (4) (5) XMAGO(6)
MAG AXIS(X)

TYPE 31 ZMAG(1) (2) (3) (4) (5) ZMAGO(6)
MAG AXIS(Z)

TPEST(I) I th TIME AT WHICH REST OUTPUT IS TO BE WRITTEN ONTO FILE
EQDSKA FOR IPEST = 1

XMAGO(I) X-MAGETIC AXIS POSITION CORRESPONDING TO TIME TPRO(I) FOR USE IN FEEDBACK SYSTEM (TYPE 19, 20) WITH IPEXT = 5

ZMAGO(I) Z-MAGNETIC AXIS POSITION CORRESPONDING TO TIME TPRO(I) FOR USE IN FEEDBACK SYSTEM (TYPR 19, 20) WITH IPEXT = 6

11	21	31	41	51	61	71
----	----	----	----	----	----	----

TYPE 32 N XLPLATE(N) ZLPLATE(N) XRPLATE(N) ZRPLATE(N,1) FPLAET(N,1) FPLATE(N,2)
DIVERTOR PLATE

N	NUMBER OF DIVERTOR PLATE
XLPLATE(N)	X-COORDINATE OF LEFTMOST SIDE OF DIVERTOR PLATE N
ZLPLATE(N)	Z-COORDINATE OF LEFTMOST SIDE OF DIVERTOR PLATE N
XRPLATE(N)	X-COORDINATE OF RIGHTMOST SIDE OF DIVERTOR PLATE N
ZRPLATE(N)	Z-COORDINATE OF RIGHTMOST SIDE OF DIVERTOR PLATE N
FPLATE(N,1)	FRACTION OF CHARGED PARTICLE HEAT FLUX DEPOSITED ON
FPLATE(N,2)	DIVERTOR PLATE N. OUTSIDE STRIKE POINT IS 1, INSIDE IS 2.

THE PLATE WILL BE DIVIDED INTO PNSEG BINS, AND THE HEAT FLUX IN EACH BIN WILL BE CALCULATED AND PLOTTED. ONE SIDED EXPONENTIAL DISTRIBUTIONS ARE USED, BASED ON MIDPLANE SCRAPEOFF DISTANCE OF 0.6 CM.

NOTE : A STRAIGHT LINE BETWEEN THE COORDINATES SPECIFIED HERE IS THE DEFAULT. IF THIS CARD IS FOLLOWED BY OTHER TYPE 32 CARDS WITH 1000. IN COLUMN 11, THE INDIVIDUAL PNSEG + 1, X-Z COORDINATES ARE INPUT 3 PER CARD. THE FORMAT FOR THESE IS

32	1000.	X(I)	Z(I)	X(I+1)	Z(I+1)	X(I+2)	Z(I+2)
----	-------	------	------	--------	--------	--------	--------

11 21 31 41 51 61 71
TYPE 33 IGROUP RESGS(IGROUP) ENGRUPI
COIL GROUP-2

IGROUP	GROUP NUMBER (SAME AS TYPE 15 CARD)
RESGS	RESISTANCE OF GAP IN COIL. THIS WILL OVERRIDE THE GAP RESITANCE COMPUTED FROM ACOEF (41) WHEN IGROUP IS NEGATIVE

11	21	31	41	51	61	71
----	----	----	----	----	----	----

TYPE 34 TEVVO(1) (2) (3) (4) (5) TEVVO(6)
VARIABLE TEVV

TYPE 35	FFACO(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	FFAC(6)
---------	----------	-----	-----	-----	-----	---------

VARIABLE FFAC

TYPE 36	ZEFFV(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	ZEFFV(6)
---------	----------	-----	-----	-----	-----	----------

VARIABLE ZEFF

TEVVO(I) VACUUM TEMPERATURE TEVV AT TIME POINT I

FFACO(I) MASS ENHANCEMENT FFAC AT TIME POINT I

ZEFFV(I) RESISTIVITY ENHANCEMENT ZEFF AT TIME POINT I

NOTE : INCLUSION OF THESE CARDS WILL OVERRIDE OTHER INPUT OF THESE VARIABLES

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 37	IGROUP	GVOLT(I)	...	...	...	...	GVOLT(6)
VOLTAGE GROUP							

GVOLT(I) IS PREPROGRAMMED VOLTAGE (KV) FOR COIL GROUP IGROUP AT TIME = TPRO(I).

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 38	ILHCD	VILIM	FREQLH	AION	ZION	C PROF	

ILHCD - 0 NO LHCD CALCULATION, NO HOT CONDUCTIVITY CORRECTION
- 1 LHCD CALCULATED, HOT CONDUCTIVITY CONTRIBUTION ADDED

VILIM LOWER VELOCITY LIMIT FOR THE LHCD SPECTRUM NORMALIZED AS LOCAL THERMAL VELOCITY

FREQLH FREQ IN GHZ OF THE LH WAVE

AION RATIO OF MASSES M/M_H FOR THE DOMINANT ION SPECIES (1 FOR HYDROGEN)

ZION ATOMIC # OF THE DOMINANT ION SPECIES

C PROF	OPTION TO CALCULATE THE RF CURRENT PROFILE					
= 0	RF CURRENT PROFILE CALCULATED FOR THE FISCH FORMULA (DEPEND ON POWRE)					
= 1	RF CURRENT PROFILE CALCULATED INDEPENDENTLY OF POWER FOR CARDS 54 - 58					

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 39 N		DXCOIL(N)	DZCOIL(N)	FCU(N)	FSS(N)	TEMPC(N)	CCICS(N)
EXT COILS-2							

ICO EXTERNAL COIL NUMBER (SAME AS ON TYPE 09 CARD)

DXCOIL RADIAL THICKNESS OF COIL IN METERS

DZCOIL VERTICAL THICKNESS OF COIL IN METERS

FCU FRACTION OF COIL VOLUME WHICH IS COPPER

FSS FRACTION OF COIL VOLUME WHICH IS STAINLESS STEEL

TEMPC INITIAL TEMPERATURE OF COIL IN $^{\circ}$ K

CCICS INITIAL INDUCED CURRENT IN COIL (KA)

	11	21	31	41	51	61	71
TYPE 40	NOPL(1)	NOPL(2)					
<u>PLOT OUTPUT REDUCTION :</u>							

PLOTS ARE SUPPRESSED, IF THE FOLLOWING NUMBERS ARE ASSIGNED TO THE NOPL(ARRAY) ON TYPE(40) CARDS.

<u>NOPL</u>	<u>DESCRIPTION</u>
1	GRID, COILS, AND LIMITERS (USEN IN SETUP(PRSET))
2	SWITCH AND TIME STEP INFO (USEN IN SETUP(PRSET))
3	FILAMENT GROWTH RATE MODEL (USEN IN SETUP(PRSET))
4	INITIAL COIL AND WIRE INFO (USEN IN SETUP(PRSET))
5	COIL CURRENTS, CYCLE = # (USEN IN OUTPL)
6	CURRENT AND FLUX (USEN IN OUTPL)
7	(UNUSED)
8	SPECIAL X-POINT PLOT (USEN IN XPTPLT(OUTPL))
9	HEAT FLUX, PLATE # CYCLE # (USEN IN DPLPLT(OUTPL))
10	PROFILE PLOTS (EG: Q-PROF VS POLOIDAL FLUX, ETC.) (USEN IN TSC(PLOTIT))
11	SURFACE PROFILES, CYCLE = # (USEN IN SURFPLOT, SURFPLT2 (OUTPL))
12	SUMMARY PLOT (USEN IN TSC(SUMPLOT))
13	FLUX MEASUREMENTS OF OBSERVATION PAIR (USEN IN SAVEIT (PLOTOBS))
14	SPECIAL DIVERTOR PLOTS (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
15	GROUP # CURRENT AND VOLTAGE (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))

16 CURRENT GROUPS, ACTUAL AND PREPRO (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 17 GROUP VOLTAGE . . ACTUAL & PREPRO (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 18 GROUP POWER . . ACTUAL (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 19 GROUP ENERGY . . ACTUAL (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 20 TOTAL POWER AND ENERGY (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 21 COIL TEMP (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 22 CURRENTS(KA) (USEN IN PLOTIT2(SAVEIT))
 23 TIMING INFORMATION (USEN IN TSC)
 51 AMACH AND EKIN VS TIME
 52 IPLIM AND ZMAG VS TIME
 XMAG VS TIME AND ZMAG
 53 XMAG AN CUR VS TIME
 54 DELP, TP AND PMIN, TPI VS TIME
 55 DIAMAG AND SURFVOLT VS TIME
 56 QZERO AND QEDGE VS TIME
 57 DT AND BEAT VS TIME
 58 <N> / NMUR VS TIME AND 1/Q NR/B
 DENSITY AND INT ENER VS TIME
 59 LI/2 VS TIME AND LI VS Q
 60 TAUE-KG AND TAUE(MS) VS TIME
 61 TI(0) AND TE/TE-AV VS TIME
 62 CHIOHMS AND HFLUX-MW VS TIME
 63 R0 AND MINORRAD VS TIME
 64 DELT-TRI AND ELLIP VS TIME
 65 XSEP AND ZSEP VS TIME
 66 RESV-SEC AND VSEC-TOT VS TIME
 67 LOOPV-OH AND VSEC-OH VS TIME
 68 PTOT(MW) AND PSEPCAL VS TIME
 POWER FLOW IN SYSTEM
 FFAC AND TEEV VS TIME
 NPSIT AND RESID VS TIME
 69 NULLAPOL AND DIPOLE VS TIME
 70 QUADRUPL AND HEXAPOLE VS TIME
 71 OCTAPOLE AND DECAPOLE VS TIME

NOTE : TO CANCLE THE SUPPRESSION OF A CERTAIN PLOT, RESTART THE JOB AND READ IN
A NEGATIVE NUMBER (EG: -9)

EXAMPLE : 40 NOPLOT + 10. 2. +23. -9. 15. 12. 7.

TYPE 41	11 IRIPPL	21 NTFCOIL	31 RIPMAX	41 RTFCOIL	51 NPITCH	61 RIPMULT	71 IRIPMOD
TF RIPPLE							

IRIPPLE = 0

DOES NOT CALCULATE RIPPLE LOSSES

= 1

DOES CALCULATE RIPPLE LOSSES.

WARNING : MAY BE EXPENSIVE FOR TIME DEPENDENT CALCULATION

NTFCOIL - NUMBER OF TF COILS

RIPMAX - RIPPLE MAGNITUDE AT RADIUS OF TF COIL

RTFCOIL - RADIUS OF TF COIL

NPITCH - NUMBER OF PITCH ANGLES FOR INTEGRATION

RIPMULT - RIPPLE MULTIPLIER

IRIPMOD = 1. CIT 2.1 METER DESIGN (V.CHRISTENSON)

= 2. TFTR MODEL

= 3. MODEL RIPMAX*(R/RTFCOIL)**NTFCOIL

TYPE 42	—	11	21	31	41	51	61	71
R0(t)			RZERV(1)	...	...	...	...	RZERV(6)

TYPE 43	—		AZERV(1)	...	...	...	...	AZERV(6)
A0(t)								

TYPE 44	—		EZERV(1)	...	...	...	...	EZERV(6)
E(t)								

TYPE 45	—		DZERV(1)	...	...	...	...	DZERV(6)
D(t)								

TYPE 46	—		PLHAMP(1)	...	...	...	...	PLHAMP(6)
LH HEATING								

TYPE 47	—		ALPHARV(1)	...	...	...	...	ALPHARV(6)
DENS EXP-1								

TYPE 48	—		BETARV(1)	...	...	...	...	BETARV(6)
DENS EXP-2								

TYPE 50	—		FRACPAR(1)	...	...	...	...	FRACPAR(6)
CD								
R0(t)			PREPROGRAMMED MAJOR RADIUS FOR IPEXT = 11					

A0(t)		PREPROGRAMMED MINOR RADIUS FOR IPEXT = 12					
-------	--	---	--	--	--	--	--

E(t)	PREPROGRAMMED ELLIPTICITY FOR IPEXT = 13
D(t)	PREPROGRAMMED TRIANGULARITY FOR IPEXT = 14
PLHAMP(I)	LOWER HYBRID HEATING POWER AT TIME TPR0(I) (MW)
ALPHARV(I)	DENSITY EXPONENT ALPHAR AT TIME TPR0(I)
BERARV(I)	DENSITY EXPONENT BETARV AT TIME TPR0(I)
FRACPAR(I)	FRACTION OF NETURAL BEAMS ORIENTED TANGENTIAL AT TIME TPR0(I)

11 21 31 41 51 61 71
 TYPE 49 N MULTN(N) ROMULT(N) IGROUPL(N)
 MULTIPOLAR MOMENTS

N MUKTIPOLE COIL NUMBER (THIS MUST BE A UNIQUE IDENTIFYING
NUMBER BETWEEN 1 AND PNCOIL)

MULTN(N)	MULTIPOLE FIELD TYPE
0.0	EVEN NULLAPOLE
1.0	ODD NULLAPOLE
2.0	EVEN DIPOLE
3.0	ODD DIPOLE
4.0	EVEN QUADRAPOLE
5.0	ODD QUADRAPOLE
6.0	EVEN HEXAPOLE
7.0	ODD HEXAPOLE
8.0	EVEN OCTAPOLE
9.0	ODD OCTAPOLE
10.0	EVEN DECAPOLE

ROMULT(N) MAJOR RADIUS ABOUT WHICH MULTIPOLAR FIELDS ARE EXPANDED

IGROUPM(N) GROUP NUMBER OF MULTIPOLAR COIL N. REFERS TYPE 15 CARD WITH
SAME GROUP NUMBER

ATURNSM(N) NUMBER OF TURNS FOR MULTIPOLAR COIL N. THIS IS A POSITIVE OR NEGATIVE NUMBER, NOT NECESSARILY AN INTEGER. THE PREPROGRAMMED CURRENT FOR MULTIPOLAR COIL N WILL BE THE PRODUCT OF ATURNSC(N) AND THE CURRENT IN IGROUP(N) AS SPECIFIED BY THE APPROPRIATE TYPE 15 CARD.

付録2 図形出力の方法

図形出力の方法には、バッチ処理によるものと、GAEA の PFD メニューを用いて行なうものとがある。

(a) バッチ処理による図形処理

バッチによる図形処理を行なう JCL 例を図 A.1 に示す。バッチでの図形出力は、2つのジョブステップで構成されている。最初のステップで NLP コマンドにより図形データを作成し、次の S ステップで図形を出力する。2つのジョブでこの処理を実行する場合は、受け渡すデータセット (&&PLOTDT) を保存ファイルにして利用すればよい。また、常に受け渡すデータセットを、保存ファイルとして利用すると、2つ目のジョブステップの実行中に IO 回数オーバー、CPU タイムオーバーで正常数量しない場合でも、2つ目のジョブステップを新たなジョブとして、実行することにより目的の図形が得られる。

以下に、JCL について説明する。とくに、IO 回数の資源パラメータは大きな値を指定したほうがよい。

1) 第一ジョブステップ

- EXEC 文のパラメータ

JNNNN	: 利用者のユーザ ID
JNNNN.-NAME.-DATABASE	: GAEA データベース名
TSSWK	: 作業用ディスクのユニット名
NONE	: 固定
• FT03F001	: GAEA データベース
• FT15F001	: GAEAGRD の図形定義データ
• FT17F001	: 次のジョブステップへ受け渡す図形データ (&&PLOTDT)
• FT05F001	: 図形出力のコマンド
• その他は、JCL 例のように固定したものでよい。	

2) 第二ジョブステップ

- FT17F001 : 前のジョブステップからの図形データ (&&PLOTDT)
- その他は、JCL 例のように固定したものでよい。

3) コマンド仕様

コマンド説明において、<> は省略が可能を、/ は選択を各々示す。大文字はその文字を、小文字は何らかの文字に置き換えて指定することを示す。

コマンドには、NLPOUT、END および * があり、NLPOUT は図形出力を指定し、END はコマンドの終了を指定し、* がコメント行を指定する。

- (1) NLPOUT fmember <rname> <RNO(rnos rnoe rnoi)> <LNO(lnos lnoe lnoi)>
<INDP(Y/N)>
fmember : 図形出力する frame のメンバー名 (図形定義データのメンバー)

rname : 動的ラン名の指定
 RNO : ループ出力のラン番号の指定
 rnos : ループ出力のラン番号の指定のラン番号の始値
 rmoe : ループ出力のラン番号の指定のラン番号の終値
 rnoi : ループ出力のラン番号の指定のラン番号の増分値
 LNO : ループ出力のループ番号の指定
 lnos : ループ出力のループ番号の指定のループ番号の始値
 lnoe : ループ出力のループ番号の指定のループ番号の終値
 lnoi : ループ出力のループ番号の指定のループ番号の増分値
 INDP(Y/N) : ループ出力時の独立変数のループ指定

Yのとき、独立変数もループする。

Nのとき、独立変数はループしない。

- その他は、JCL例のように固定したものでよい。

(2) END

(3) * 第一カラムが*のとき。

```

TWCEI(0301030005) OPN GRP
//***** MAKE NLP DATA *****
//MAKNLP EXEC PGM=MAKNLPL,
//MAKNLP EXEC PGM=MAKNLP,
// PARM='J4781,J4781.TCSV3L1.DATABASE,TSSWK,NONE'
//STEPLIB DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEA.LOAD
//CMDIN DD DUMMY
//CMDOUT DD DUMMY
//FT06F001 DD SYSPRINT=
//FT17F001 DD DISP=(NEW,PASS),SPACE=(TRK,(50,50),RLSE),UNIT=TSSWK,
// DSN=&&PLOTDT
//FT02F001 DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEAMSG.DATA(SYSDATA),LABEL=(,,IN)
//FT13F001 DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEAMSG.DATA(ERRMSG),LABEL=(,,IN)
//FT14F001 DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEAMSG.DATA(HELPMSG),LABEL=(,,IN)
//FT19F001 DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEAMSG.DATA(LAYOUTD),LABEL=(,,IN)
//FT22F001 DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEAMSG.DATA(LMDDATA),LABEL=(,,IN)
//FT03F001 DD DISP=SHR,DSN=J4781.TCSV3L1.DATABASE
//FT20F001 DD DISP=(NEW,DELETE),SPACE=(TRK,(50,50),RLSE),UNIT=TSSWK,
// DCB=(LRECL=55,BLKSIZE=3300,RECFM=FB)
//FT05F001 DD *
NLPOUT #VPLOT2 TCSV3L01 RNO(2 2 1) LNO(11,11,11) INDP(N)
NLPOUT CPLTPAJ TCSV3L01 RNO(2 2 1) LNO(11,11,1) INDP(N)
NLPOUT SV48481 TCSV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
NLPOUT SV48482 TCSV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
NLPOUT SV48483 TCSV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
NLPOUT SV49601 TCSV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)

```

```

NLPOUT SV619W1 TSCV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
NLPOUT SV619W2 TSCV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
NLPOUT SV61991 TSCV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
NLPOUT SV61992 TSCV3L01 RNO(2 2 1) LNO(1,1,1) INDP(N)
END
/*
//FT15F001 DD DISP=SHR,DSN=J4781.TSCV3.GRDDATA
***** OUTPUT GRAPHICS *****
//NLPOUT EXEC PGM=GAEANLP,PARM='NONE,SAME',COND=(4,LT)
//STEPLIB DD DISP=SHR,DSN=J3331.K.GAEA.LOAD
//FT06F001 DD SYSOUT=*
/* EXPAND GRNLP
//MPTMST DD DISP=SHR,DSN=SYS1.KPATNLIB
//GDFILE DD OUTLIM=60000,SYOUT=*
//FT57F001 DD DISP=(OLD,DELETE),DSN=&&PLOTD,UNIT=TSSWK
//FT66F001 DD DUMMY
++
//

```

図 A.1 バッチジョブによる図形出力のための JCL 例

(b) GAEA の PFD メニューを用いる図形処理

ここでは、 GAEA の PFD メニューを用いて図形を得る方法について述べる。はじめに、 GAEA 環境をオープンする。

```

READY
.GAEA <CR>

```

このコマンドを入力することにより TSCGAEA の PFD メニューが起動する。次に、このメニューにより、 GAEA を選択する (OPTION ==> の所で G を選択する)。

```

----- < GAEA PRIMARY OPTION MENU > -----
OPTION ==> G <CR>                                TIME - 12:05
-----  

0 ATTRIBUTES   - DEFINE GAEA ATTRIBUTES      TERMINAL - F9526  

1 BROWSE        - READ SOURCE DATA OR OUTPUT LISTINGS PF KEYS - 24  

2 EDIT          - CREATE OR CHANGE SOURCE DATA  

3 UTILITY       - PERFORM PFD UTILITY FUNCTIONS  

6 TSS           - EXECUTE TSS COMMAND OR CLIST UNDER GAEA  

G GAEA          - EXECUTE GAEA COMMANDS(EDIT/PLOT/UTY/PREP/GO/STR)  

X EXIT          - TERMINATE GAEA USING LOG/LIST DEFAULTS  

-----  

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

```

1

-----< GAEA SYSTEM SECONDARY OPTION MENU > -----

OPTION==> 2 <CR> (V03/L01, MAR. 31, '91)

1 BROWSE	- READ GAEA GRAPH DEFINED DATA (BROWSE)
2 GAEAGRD	- DEFINE GRAPH, DRAW MASSDATA PLOT (GRDEFINE)
3 GAEAUTY	- EXECUTE GAEA UTILITY FUNCTIONS (UTILITY)
4 GAEAEDIT	- SEARCH KEYDATA AND DRAW PLOT (EDIT)
5 GAEAPREP	- EXECUTE PRE-PROCESSING (PREP)
6 GAEAGO	- EXECUTE USER PROGRAM UNDER GAEA SYSTEM (GO)
7 GAEASTR	- STORE DATABASE FROM USER RUNNING DATA (STORE)
X EXIT	- TERMINATE GAEA SYSTEM

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEA SYSTEM

|| CAUTION || <<< DID YOU LOGON WITH 2048 KB MEMORY? >>>
DO YOU WANT TO USE THE LARGE VERSION? => NO (YES:4096KB VERSION)

(1) DATABASE DATASET

PROJECT => JXXXXX

LIBRARY => TSCV3L1

TYPE => DATABASE

(2) GRAPHIC DEFINE DATASET (PO)

===== > TSCV3.GRDDATA

(3) GRAPHIC WORKING DATASET (PS) (TSSWK DATASET)

===== > @@.GAEAPLOT.DATA

三

EDIT -----< GAEAGR'D PRIMARY MENU >----- WELCOME GAEAGR'D SYSTEM.

COMMAND ==> F <CR>

COMMAND PARAMETER(S)	FUNCTION
FRAME (MEMBER)	- EDIT GAEA FRAME DATA
COMMENT (MEMBER)	- EDIT GAEA COMMENT DATA
GRAPH (MEMBER)	- EDIT GAEA GRAPH DATA
DESCRIB (MEMBER)	- EDIT GAEA DESCRIB DATA
DELETE F/C/G/D MEMBER	- DELETE MEMBER (CAN'T USE BROWSE)
COPY F/C/G/D SOURCE-MEM TERGET-MEM	- COPY MEMBER (CAN'T USE BROWSE)
X	- TERMINATE GAEAGRD

PRESS END KEY TO TERMINATE GAEAGRD SYSTEM

MESSAGE INFORMATION.

SHORT MESSAGE (BRIEF) IS SHOWED AT THE END OF FIRST LINE.

LONG " (DETAIL) " AT THE THIRD LINE.

IF ENTER PF01 KEY AND THE ERROR HAS A DETAIL MESSAGE, THEN IT IS SHOWED.
(IF PF01 KEY IS DEFINED HELP KEY.)



ここでは メンバー名 "CPLTPAJ" を選択したときの例を示す。

```
EDIT -- FRAME MEMBER SELECTION MENU ----- LINE 000001 COL 001 080
COMMAND => <CR> SCROLL ===> PAGE
MEMBER ----- MEMBER COMMENT -3----*---4 VRS YY/MM/DD HH:MM:SS
#PLTOB0 OBSERVATION POINT FLUX,VOLT (TIME PLOT) 01191-11-25 18:55:44
#PLTOB3 FLUX AND FIT FLUX FOR PLTOBS 00291-11-25 18:45:22
#SAVIM3 BETA,TE0I,TETI,DELT,ELIP 00991-11-28 15:33:15
#SAVIM4 TSC FOR SAVEIT (MODIFIED) FRAME NO.4 00791-11-28 15:37:17
#SAVIT0 COIL CURRENTS (TIME PLOT) 00491-11-28 15:39:52
#SAVIT1 AMACH,EKIN,ZMAG,XMAG,CUR (TIME PLOT) 00591-11-13 12:00:12
#SAVIT2 PMNTPI,DIAMAG,SFVOLT,Q,DT (TIME PLOT) 00791-11-28 15:51:19
#SAVIT3 DIAMAG,SFVOLT,Q (TIME PLOT) 00691-11-22 12:37:30
#SAVIT4 QCYLIN,DT,BETA-AV (TIME PLOT) 00691-11-22 12:40:29
#SAVIT5 BETA,TE0 (TIME PLOT) 00691-11-22 12:46:43
#SAVIT6 R0,MINRAD,DLTRED,DLTR95,DLTR90,ELIPED. 00591-11-22 12:49:38
#SAVIT7 ELLIP,XSEP,ZSEP (TIME PLOT) 00891-11-22 12:52:50
#SETUPO GRID AND COILS. OVERLAY PLOT. 00691-11-22 12:57:53
#SRPLTL PEARY,TEIARY,QGARY,REIHARY,SIGHOT (SRPLT) 00991-11-25 15:17:31
#SRPLT1 PSIT2,THARY,AHARY,ALHHAR (SRPLT2) 00791-11-25 15:33:55
#VPLOT1 VECTOR FIELD ON POLOIDAL PLANE 00591-11-28 17:02:27
#VPLOT2 TSC USER DATA FOR VPLOT FRAME 2. 00691-11-28 17:03:25
#XPTPLT SEPARATRIX PSI (CONTOUR PLOT) 00591-11-28 16:12:04
CPLTOTL CPLOT CONTOUR (RES,DEL,PRES,OME,VEL,GFC) 00891-11-25 14:29:24
S CPLTPAJ AJPHI,PSI (CONTOUR AND MID-PLANE 1D) 00891-11-25 14:29:41
```



EDIT -- FRAME -- MEMBER (CPLTPAJ)

COMMAND ==> DRAW もしくは NLP <CR>

MEMBER COMMENT => AJPHI,PSI (CONTOUR AND MID-PLANE 1D)

TYPE => HOL (HOL/VER) LOOP => YES (YES/NO) INDP. VAR => NO (YES/NO)

COMMENT MEMBER => TIMINFZ DYNAMIC RNAME => **TSCV3L01** LAYOUT TYPE => A601

SEQ	MEMBER	X-ORG	Y-ORG	X-WID	Y-WID	RUN NUMBER	LOOP NUMBER
A	AJPHI	20.0	120.0	52.0	100.0	6,6,1	11,11,1
B	MIDPAJP	20.0	0.0	52.0	100.0	6,6,1	11,11,1
C	PSI	120.0	120.0	52.0	100.0	6,6,1	11,11,1

|D |	MIDPPSI	|120.0	|0.0	|52.0	|100.0	|6,6,1	|11,11,1	|
|E |								|
|F |								|

< SUB COMMANDS INFORMATIONS >

DRAW DRAW GRAPH ON TSS NLP DRAW GRAPH ON NLP SAVE SAVE DATA
 CANCEL CANCEL THIS EDIT CREATE CREATE NEW MEMBER COMMENT EDIT COMMENT DATA
 GRAPH EDIT GRAPH DATA COPY COPY DATA TYPE SET X,Y POINTS
 DELETE DELETE MEMBER X EXECUTE TSS CMD. BLANK
 DESCRIB EDIT DATA DESCRIP BROWSE BROWSE MASS DATA LIST LIST MASS DATA

注意：ここで、"DRAW" もしくは "NLP" を行ない、エラーが無いことを確認する。



GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XAJPHI(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZAJPHI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L2/AJPHIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER AJPHI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L1/XPHIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L2/PHIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPAJP GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XPSI(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZPSI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L2/PSIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER PSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L6/XPSIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L2/PSIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPPSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XAJPHI(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZAJPHI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L5/AJPHIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER AJPHI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L1/XPHIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L5/PHIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPAJP GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XPSI(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZPSI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L5/PSIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER PSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L6/XPSIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L5/PSIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPPSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XAJPHI(51).

GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZAJPHI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L8/AJPHIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER AJPHI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L1/XPHIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L8/PHIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPAJP GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XPSI(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZPSI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L8/PSIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER PSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L6/XPSIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L8/PSIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPPSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XAJPHI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L11/AJPHIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER AJPHI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L1/XPHIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L11/PHIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPAJP GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/XPSI(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIXZM.R2.L1/ZPSI(61).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L11/PSIG(51,61).
 GAEA190017-I MEMBER PSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (CONTOUR)
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L6/XPSIM(51).
 GAEA190018-I NOW TOOK MASS TSCV3L01.PSIJPHIM.R2.L11/PSIM(51).
 GAEA190017-I MEMBER MIDPPSI GRAPHIC DATA HAS BEEN OUTPUT. (ONEDIM)

↓

以上の作業を行ない "TSC-GAEA" を終了する (READY 画面へ) と以下に示すような入力要求が出てくるので順次入力を行なう (変更が不要の場合はブランク入力でよい)。

```

NAW YOU HAD 4 NLP OUTPUT FRAME (S).
>NLPOUT === TYPE IN JOB PARAM I (02)      => <CR>
>NLPOUT === TYPE IN JOB PARAM T (02)      => <CR>
>NLPOUT === TYPE IN JOB PARAM W (02)      => <CR>
>NLPOUT === TYPE IN OTHER PARM(<16)       => <CR>
>NLPOUT === TYPE IN NLP SYSOUT (*)        => <CR>
>NLPOUT === TYPE IN YOUR PASSWORD(8)       => <CR>

INPUT (RESOURCE) => I(02) T(03) W(01)
(SYSOUT)      => *
(PASSWORD)    => PASSWORD
>NLPOUT == TYPE IN INPUT OK OR NOT => OK <CR>

```

JCL FILE NAME IS 'JXXXX.@@GAEA.DXXYYDD.T123456.CNTL'.

以上の入力を行なうと自動的に JOB を発行し、NLP への図形出力が行なわれる。
出力されるものには、図形&図形出力ログの 2 つがある。以下に図形出力ログを示す。

1== FRAME 01 ==

0 FRAME MEMBER (CPLTPAJ)

FIGURE A GRAPH MEMBER (AJPHI)

CONTOUR LINES ORIGIN(20.0,120.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XAJPHI TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Y = ZAJPHI TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Z = AJPHIG TSCV3L01	PSIJPHIM	2	2

FIGURE B GRAPH MEMBER (MIDPAJP)

ONE DIMENSION LINE ORIGIN(20.0, 0.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPHIM TSCV3L01	PSIJPHIM	2	1
Y = PHIM TSCV3L01	PSIJPHIM	2	2

FIGURE C GRAPH MEMBER (PSI)

CONTOUR LINES ORIGIN(120.0,120.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPSI TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Y = ZPSI TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Z = PSIG TSCV3L01	PSIJPHIM	2	2

FIGURE D GRAPH MEMBER (MIDPPSI)

ONE DIMENSION LINE ORIGIN(120.0, 0.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPSIM TSCV3L01	PSIJPHIM	2	6
Y = PSIM TSCV3L01	PSIJPHIM	2	2

1== FRAME 02 ==

0 FRAME MEMBER (CPLTPAJ)

•

•

•

•

ONE DIMENSION LINE ORIGIN(120.0, 0.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPSIM TSCV3L01	PSIJPHIM	2	6
Y = PSIM TSCV3L01	PSIJPHIM	2	8

1== FRAME 04 ==

0 FRAME MEMBER (CPLTPAJ)

FIGURE A GRAPH MEMBER (AJPHI)

CONTOUR LINES ORIGIN(20.0,120.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XAJPHI	TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Y = ZAJPHI	TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Z = AJPHIG	TSCV3L01	PSIJPHIM	2	11

FIGURE B GRAPH MEMBER (MIDPAJP)

ONE DIMENSION LINE ORIGIN(20.0, 0.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPHIM	TSCV3L01	PSIJPHIM	2	1
Y = PHIM	TSCV3L01	PSIJPHIM	2	11

FIGURE C GRAPH MEMBER (PSI)

CONTOUR LINES ORIGIN(120.0,120.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPSI	TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Y = ZPSI	TSCV3L01	PSIXZM	2	1
Z = PSIG	TSCV3L01	PSIJPHIM	2	11

FIGURE D GRAPH MEMBER (MIDPPSI)

ONE DIMENSION LINE ORIGIN(120.0, 0.0)

SYMBOL VARIABLE RUN NAME GROUP RUN NO. LOOP NO.

X = XPSIM	TSCV3L01	PSIJPHIM	2	6
Y = PSIM	TSCV3L01	PSIJPHIM	2	11

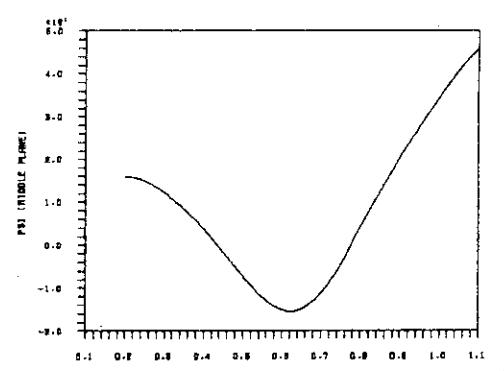
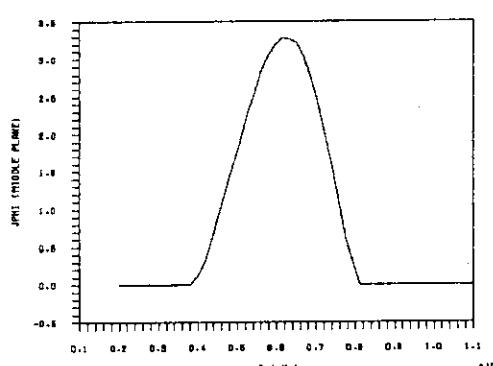
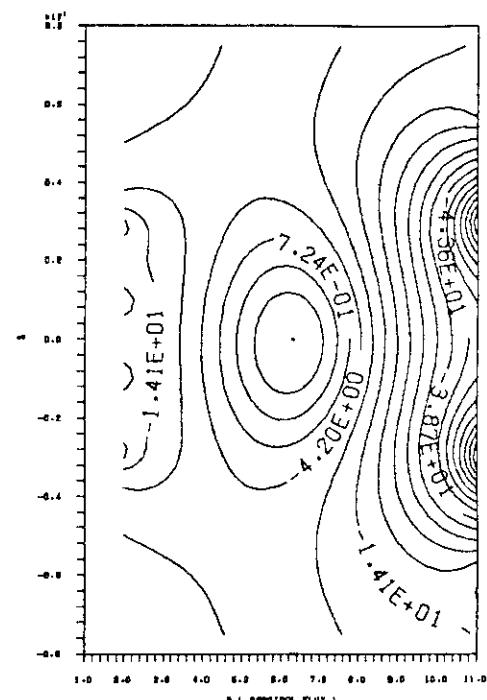
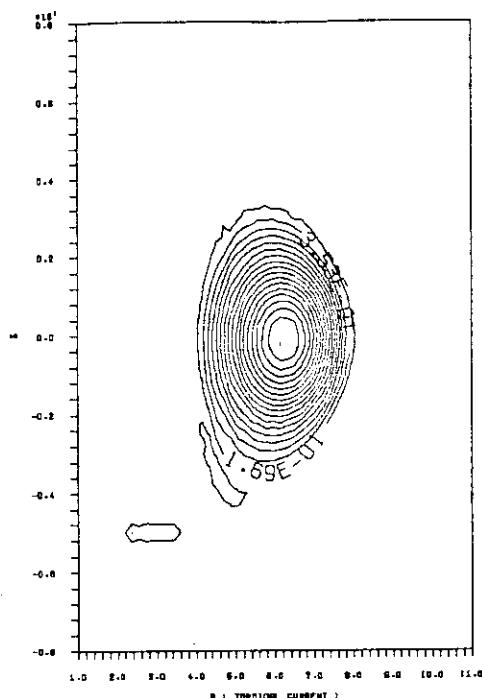
***** ARGUS WORK AREA USING INFORMATION *****

LIMIT SIZE =250000 (WORD)

USE SIZE = 7725 (WORD)

図 A.2 に、ここで行なった GAEA の PFD メニューによる処理図形 (図形定義メニュー "CPLTPAJ") を示す。

TIME : 0.536544E-01 (SEC)
 KCYCLE : 5000
 RUN NO. : 2
 LOOP NO. : 11



図A.2 GAEA PFD メニューによる図形出力の例