

JAERI-M
85-092

JRR-3 改造炉中性子導管詳細設計
(I) 中性子導管収率解析プログラム
NEUGTの開発 (マニュアル)

1985年7月

原見 太幹・植村 睦*・海老沢 徹**

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

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

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1985

編集兼発行	日本原子力研究所
印刷	日立高速印刷株式会社

JRR-3改造炉中性子導管詳細設計
(I) 中性子導管収率解析プログラムNEUGTの開発
(マニュアル)

日本原子力研究所東海研究所研究炉管理部
原見 太幹・植村 睦^{*}・海老沢 徹^{**}

(1985年6月11日受理)

JRR-3改造炉において、中性子と散乱実験等に供するため、熱中性子用導管2本及び冷中性子用導管3本を設置し、実験利用棟へ中性子を導く計画にしている。

本報告は、導管設計を行うため、中性子導管の中性子収率を計算できるよう開発したプログラムNEUGT、NEUGT入力データ図形表示プログラムPLOPINEおよびNEUGT解析結果プロットプログラムNEUPLOTについて述べたものである。

NEUGTは中性子導管の中性子収率および入口スペクトル(マックスウェル分布)を仮定して出口のスペクトルを計算する。また、導管に接合誤差が生じた場合も解析できる。

本文では、NEUGTプログラムの内容、入力データのマニュアルを記し、いくつかの解析例は付録のPLOPINEおよびNEUPLOTの説明の中で示す。

プログラムはすべてFORTRAN 77で記述されている。

* コンピュータサービス(株)

** 京大原子炉実験所

Detailed Design of Neutron Guide Tubes at the Upgraded JRR-3 (I)

(I) Development of Neutron Guide Tube Transmission Analysis Program,
NEUGT (Manual)

Taikan HARAMI, Mutsumi UEMURA* and Tohru EBISAWA**

Department of Research Reactor Operation
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received June 11, 1985)

JRR-3, currently a heavy water moderated and cooled 10 MW reactor, is to be upgraded to a light water moderated and cooled, heavy water reflected 20 MW reactor.

Two guide tubes for thermal neutron and three for cold will be installed in the reactor to transport thermal and cold neutrons from the reactor hall to the experiment hall.

This describes the neutron guide tube transmission analysis program, NEUGT, which was developed to assess the design of the neutron guide tubes. The input data plotting program, PLOPINE and the output data plotting program, NEUPLOT are presented in the appendix.

The NEUGT program not only calculates a neutron transmission and neutron spectra, assuming the Maxwellian spectra at the entrance of a guide tube, but also analyses the effect of abutment errors.

This reports the description and the input data manual of the program in the text. Examples of analysis are given in the appendixes. The program is written in the FORTRAN 77 language for FACOM 380.

Keywords : JRR-3, Guide Tube, NEUGT, PLOPINE, NEUPLOT, Abutment Error
Manual, Neutron, Design

*) Computer Services Cooperation

***) Kyoto University Research Reactor Institute

目 次

1. はじめに	1
2. NEUGT プログラムの説明	3
2.1 概 要	3
2.2 導管の形状と座標系	4
2.3 導管入口の中性子入射	7
2.4 導管要素内の中性子伝播	8
2.5 導管要素間の中性子伝播	9
2.6 反 射 率	12
2.7 接合誤差	14
2.8 中性子収率	15
2.9 中性子スペクトル	15
2.10 プログラムフローチャート	15
3. 入力データマニュアル	20
3.1 入力データマニュアル	20
3.2 入力データ例	28
3.3 NEUGT 実行用 JCL の例	28
4. 結 言	29
謝 辞	29
参考文献	29
付 録 1. NEUGT プログラム出力結果の見方	30
付 録 2. NEUGT プログラムエラーメッセージ集	40
付 録 3. 入力データ図形出力プログラム PLOPINE	46
付 録 4. 解析結果プロットプログラム NEUPLOT	61

Contents

1. Introduction	1
2. Description of the NEUGT Program	3
2.1 General	3
2.2 Structure and Coordinate System of a Tube Element	4
2.3 Neutron Initialization at a Guide Tube Entrance	7
2.4 Neutron Propagation in a Guide Tube Element	8
2.5 Neutron Propagation between Guide Tube Elements	9
2.6 Reflectivity	12
2.7 Abutment Error	14
2.8 Neutron Transmission	15
2.9 Neutron Spectra	15
2.10 Flow Chart of the Program	15
3. NEUGT Manual	20
3.1 Input Data Manual	20
3.2 Example of Input Data	28
3.3 Example of JCL for the NEUGT Execution	28
4. Concluding Remarks	29
Acknowledgments	29
References	29
Appendix 1. Description of the NEUGT Output	30
Appendix 2. Description of the NEUGT Error Message	40
Appendix 3. Description of the Input Data Plotting Program, PLOPINE	46
Appendix 4. Description of the Analytical Output Plotting Program, NEUPLOT	61

1. はじめに

本報告は、中性子導管の設計解析を行うため開発したプログラム NEUGT, NEUGT 入力データ図形表示プログラム PLOPINE および NEUGT 解析結果プロットプログラム NEUPLOT の説明を行なうものである。これら 3 つのプログラムの概要を示すと、

(1) 中性子導管設計解析用プログラム NEUGT

NEUGT は中性子導管の中性子収率および入口スペクトル(マックスウェル分布)を仮定して出口の中性子スペクトルを計算するもので、導管に接合誤差が生じた場合も解析できる。

NEUGT では 1 つの導管に最高 10ヶ所まで 6 種類の接合誤差を生じたケースを解析できる。

(2) NEUGT 入力データ図形表示プログラム PLOPINE

PLOPINE は、NEUGT の入力データをもとにして、中性子導管の概略図を描き、接合誤差の生じた場所・種類を Tektronix 画面上に表示するものである。

(3) NEUGT 解析結果プロットプログラム NEUPLOT

NEUPLOT は、NEUGT の解析結果である波長に対する中性子収率および中性子スペクトルを図に表示するものである。

図 1.1 にこれら 3 つのプログラムの関係を示す。

以下本文で NEUGT プログラムの内容、入力データマニュアルについて記す。付録に NEUGT 出力結果の見方、エラーメッセージ集を示し、プログラム PLOPINE, NEUPLOT を説明する。また、いくつかの解析例は、各プログラムの使用方法において示す。

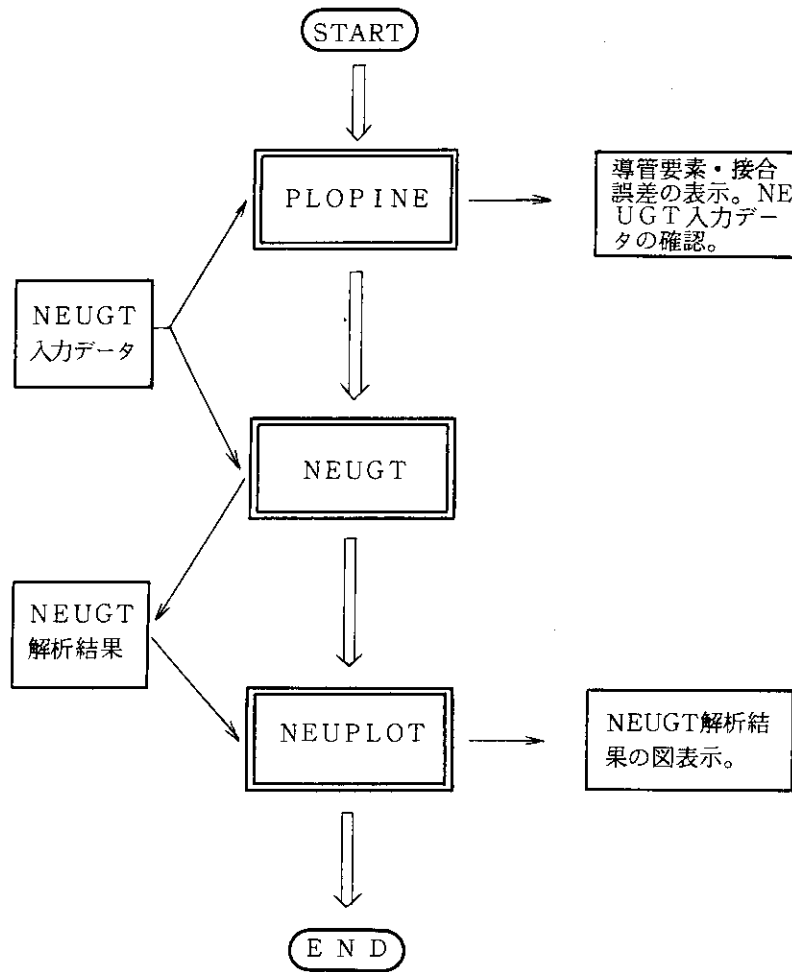


図 1.1 NEUGT, PLOPINE, NEUPLOT プログラムの関係

2. NEUGT プログラムの説明

2.1 概 要

NEUGT (Neutron Guide Tube Transmission Analysis Program) は中性子導管の中性子収率および入口スペクトル(マックスウェル分布)を仮定して出口スペクトルを計算するもので、導管に接合誤差が生じた場合も解析できる。

NEUGT では、1つの導管に最高10ヶ所まで6種類の接合誤差を解析でき、また同時に最高10本の導管について解析できる。

NEUGT では大きく3つの計算モードを選択できる。(表2.1)

Mode 1 : NEUGT (詳細計算用)

接合誤差のある中性子導管の解析が可能である。接合誤差の有無にかかわらず、すべての導管要素間において、中性子のもれと伝播を3次元的に計算を行う。

Mode 2 : NEUGT (簡易計算)

接合誤差のある中性子導管の解析が可能である。接合誤差のある導管要素の前後の要素間でのみ、中性子のもれと伝播を3次元的に計算を行う。

Mode 3 : TBT

接合誤差のない中性子導管の解析のみ可能である。Mode 1とMode 2は、今回新たに開発したもので、Mode 3はすでに京大炉で開発されたものである。¹⁾

表 2.1 計算モードの選択

IOPT	0	1	2	3
計 算 モ ー ド	—	NEUGT (詳細計算)	NEUGT (簡易計算)	TBT
入力データチェック	○	○	○	○
接合誤差のない計算	×	○	○	○
接合誤差のある計算	×	○	○	×
接合誤差のある要素 の前後での中性子の もれと伝播	×	○	○	×
接合誤差のない要素 間の中性子のもれと 伝播	×	○	×	×

注) IOPT = 3 の場合、接合誤差のある要素の数 NSET = 0 (カード(5)) である。

2.2 導管の形状と座標系

(1) 導管の形状

中性子導管は、断面が矩形の短い直導管を連ねたものとする。全体の形状は、JRR-3 改造炉で設計されているように、大別して炉心から見て「最初の直管部」「曲管部」並びに「後半の直管部」の3部分に分けることができる。(図 2.1)

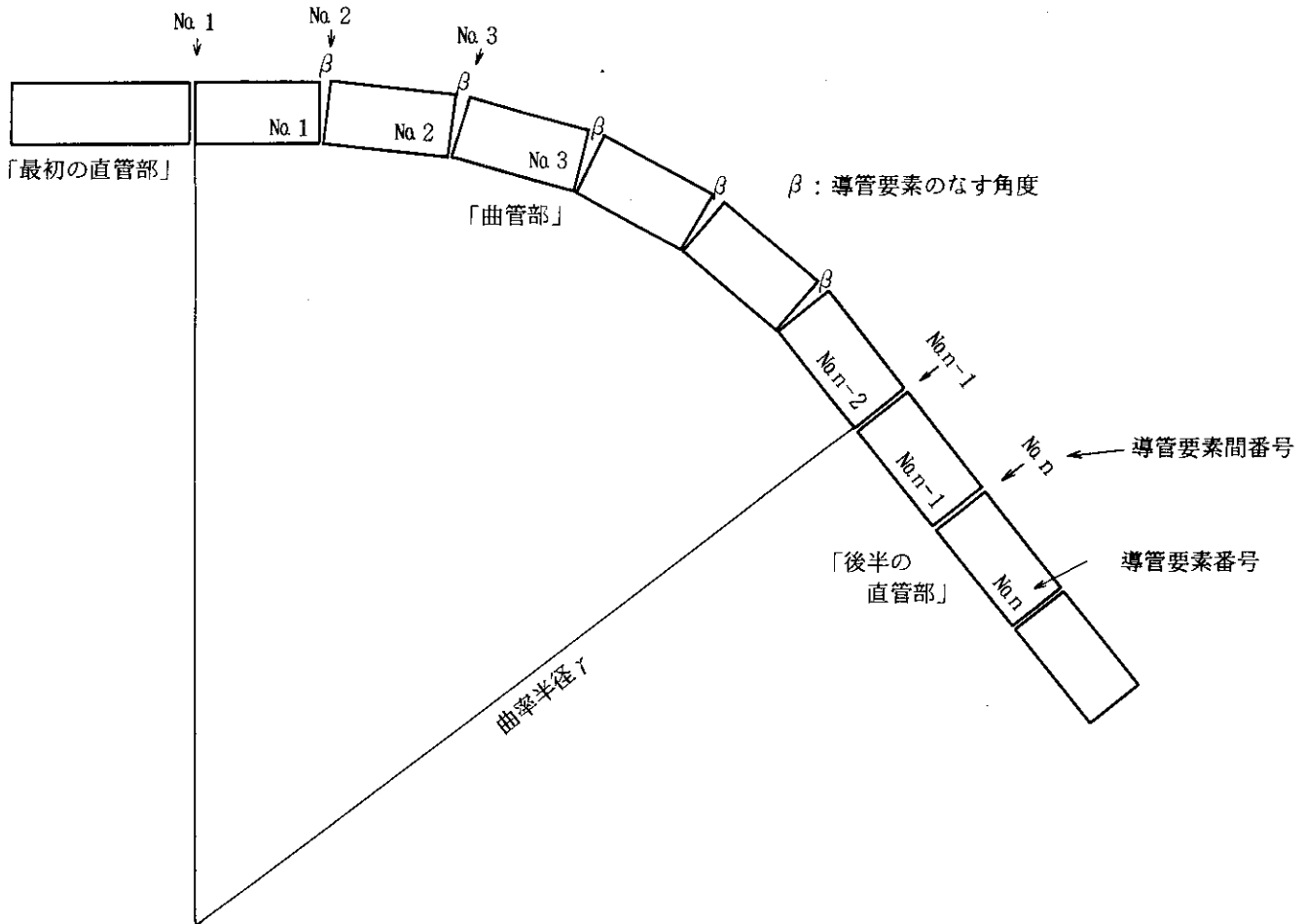


図 2.1 中性子導管の概略図

「曲管部」と「後半の直管部」は、同じ長さの導管要素を並べたものであるが、「最初の直管部」は導管要素 1 個であり、その長さは、他と異なってもよい。

曲率半径 r (cm), 導管要素のなす角度 β (rad) は次の式で設計される。

$$r = 2 \times \frac{l_a \times (\lambda_{crit})^2}{\lambda^*} \quad (2.1)$$

$$\beta = \frac{l_b}{r} \quad (2.2)$$

l_a	: 導管要素の幅	(cm)
l_b	: 導管要素の長さ	(cm)
λ^*	: 特性波長	(Å)

$$\lambda_{crit} : \lambda_{crit} = \sqrt{\frac{\pi}{N b_{coh}}} \times 10^{+8} \quad (\text{Å})$$

N	: 単位体積当りの原子核の数	(n/cm ³)
b_{coh}	: コヒーレントな散乱半径	(cm)

(2) 導管要素の番号

「曲管部」の最初の要素から順に1から番号をつけるものとする。また、導管要素間の番号については、 $N_a n-1$ と $N_a n$ の導管要素の間を $N_a n$ の導管要素間とする。(図2.1)

(3) 導管要素内の座標系

導管要素内の座標は、導管要素の入口の中心を原点とし、中性子の進む方向を z 軸とする。また、曲率の中心と反射側を x 軸，上方向を y 軸とする(図2.2)。

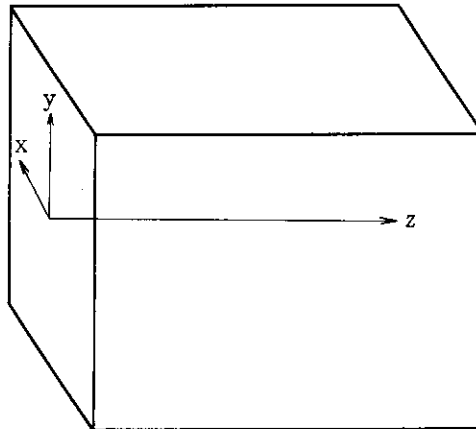


図2.2 導管要素内の座標系

(4) 導管要素間の座標系

$N_a n$ の導管要素間の座標は、 $N_a n-1$ の導管要素の出口の中心を原点とし、中性子の進む方向を z 軸とする。また、曲率の中心と反対側を x 軸，上方向を y 軸とする。(図2.3)

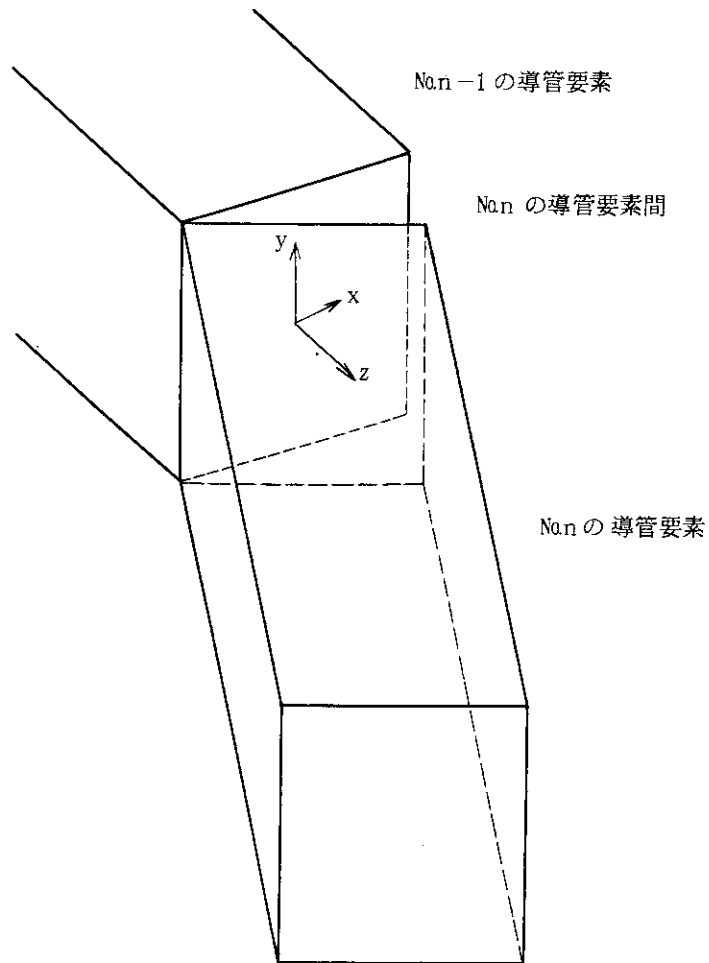


図 2.3 導間要素間の座標系

2.3 導管入口の中性子入射

(1) 入口入射位置

中性子の入射位置は、 n_x 個の等間隔な x 座標と n_y 個の等間隔な y 座標を組み合わせた $n_x \times n_y$ ヶ所である。(図 2.4)

中性子の入射位置の点座標を (x_i, y_i) とすると、次式で表わされる。

$$x_i = x_{int} - (i - 1) \times dx \quad (2.3)$$

$$y_j = y_{int} - (j - 1) \times dy \quad (2.4)$$

ただし、 $1 \leq i \leq n_x, 1 \leq j \leq n_y$

- x_{int} : 入口中性子の x 座標 (初期値)。 (cm)
- y_{int} : 入口中性子の y 座標 (初期値)。 (cm)
- dx : 入口中性子の x 座標の間隔。 (cm)
- dy : 入口中性子の y 座標の間隔。 (cm)

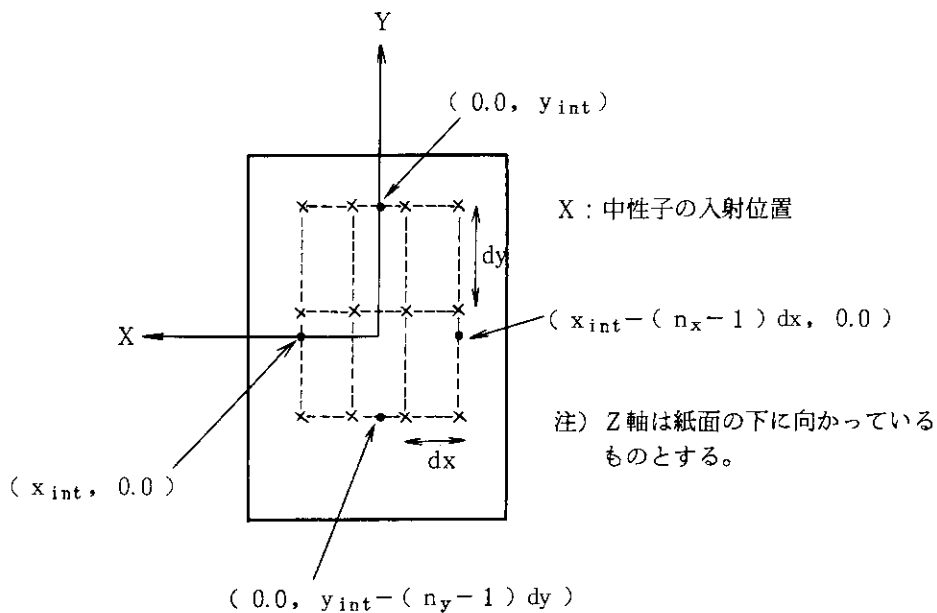


図 2.4 中性子導管の入口での中性子の入射位置

(2) 入口入射角度

中性子導管の入口での中性子は、前節で定めた入射位置の各箇所から、 xz 方向に n_{ang} 個の等間隔な角度で、 yz 方向に n_{ang} 個の等間隔な角度で入射する。

従って、入射位置の1箇所からは $n_{ang} \times n_{ang}$ 個の中性子が入射する。

最大入射角度を θ_{crit} (rad) (図 2.5) とすると、 θ_{crit} は波長 λ (Å) に依存する値であり、

$$\theta_{crit} = 1.73 \times 10^{-3} \times \lambda \quad (2.5)$$

角度メッシュ巾を $\Delta\theta$ (rad) とすると,

$$\Delta\theta = \frac{2 \times \theta_{crit}}{n_{ang} - 1} \quad (\text{rad}) \quad (2.6)$$

中性子のある入射位置での xz 面内で z 軸に対する角度を θ_{xi} , yz 面内で z 軸に対する角度を θ_{yj} とすると, それらは次式で表わされる。

$$\theta_{xi} = \theta_{crit} - (i-1) \times \Delta\theta \quad (2.7)$$

$$\theta_{yj} = \theta_{crit} - (j-1) \times \Delta\theta \quad (2.8)$$

ただし, $1 \leq i \leq n_{ang}$, $1 \leq j \leq n_{ang}$

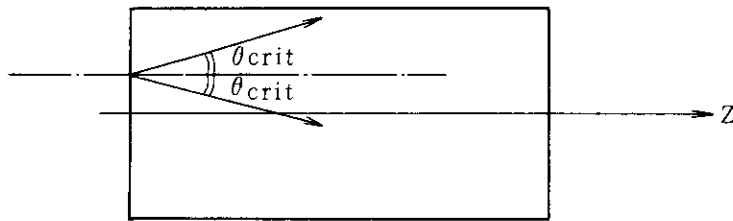


図 2.5 中性子導管の入口での中性子の入射角度

2.4 導管要素内の中性子伝播

導管要素内の座標系は, 2.2 の(3)で示した。導管要素入口での中性子の位置を (x_i, y_i) , また入射角度の x 成分を θ_x , y 成分を θ_y とする。

導管要素内の中性子の軌跡の x 座標に注目し, 導管要素内の x 方向反射面での衝突回数を N_x とする。

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \theta_x \\ x &= x_i + \ell_b \cdot \tan \theta_x \\ N_x &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

とおくと,

- (1) $-\frac{1}{2} \ell_a \leq x \leq \frac{1}{2} \ell_a$ の時, 導管要素出口での中性子の位置, 角度, 衝突回数は, (2.9)

で与えられる。

- (2) $\frac{1}{2} \ell_a < x$ の時, 中性子は, x の正の側の反射面で衝突し,

$$\left. \begin{aligned} x &\rightarrow \ell_a - x \\ N_x &\rightarrow N_x + 1 \\ \theta_x &\rightarrow -\theta_x \end{aligned} \right\} \quad (2.10)$$

と変化する。

(3) $x < -\frac{1}{2} \ell_a$ の時、中性子は、 x の負の側の反射面で衝突し、

$$\left. \begin{aligned} x &\rightarrow -\ell_a - x \\ N_x &\rightarrow N_x + 1 \\ \theta_x &\rightarrow -\theta_x \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

と変化する。

中性子軌跡の y 座標についても同様の計算を行い、各導管要素出口での中性子の位置 y 、角度 θ_y 、衝突回数 N_y を求めることができる。

同一要素内で 2 回以上衝突する場合、(2.9)~(2.11) を繰り返し計算する。

導管要素入口での中性子強度を I_{in} とし、要素出口での中性子強度を I_{out} とすると、

$$I_{out} = I_{in} \times (R_{ef})^{N_x + N_y} \quad (2.12)$$

ここに R_{ef} は反射率である。 R_{ef} は反射面の材質、厚さ、中性子の波長、中性子の反射面への入射角で決まる。反射率については、2.6 で述べる。

中性子が導管要素内で反射を繰り返し、中性子強度がある限界値 EPSY (入力値) 以下になった場合、中性子が消失するとする。

2.5 導管要素間の中性子伝播

導管要素間での中性子の伝播の取扱い方は表 2.1 で示したように計算モードで異なる。導管要素間での中性子の伝播の一般的取扱いは、接合誤差の生じた導管要素の取扱いと同じである。図 2.1 に示したように、接合誤差が生じない時でも要素間が β の角度をなすから、要素間での中性子の軌跡、消失を解析する必要がある。この計算も含めたのが NEUGT の詳細計算である (IOPT=2)。接合誤差が生じた時のみ要素間での中性子の軌跡、消失を考慮したのが NEUGT の簡易計算 (IOPT=3) である。要素間の間隙を無視したのが IOPT=4 の TBT プログラムである。

(1) 導管要素間での中性子の軌跡

ここでは、要素間での中性子の軌跡を求める方法を述べておく。接合誤差が生じた要素間の間隙における中性子の軌跡を一般的に計算できるようにするのが目的である。

導管要素 N_n の出口位置 Q_1 から出た中性子が、次の要素 N_{n+1} の入口矩形 $P_1 P_2 P_3 P_4$ 内に飛び込むかどうかを判定し、矩形 $P_1 P_2 P_3 P_4$ に入った場合、その入口位置 R を求める (図 2.6)。

導管要素 N_n の出口中心を座標の原点とする。中性子の進む方向に z 軸をとる。点 Q_1 の座標を $(dx, dy, 0)$ とする。中性子の軌跡上に点 Q_2 をとり、 $\angle FQ_1 B = \theta_x$ 、 $\angle CQ_1 B = \theta_y$ とする。 θ_x 、 θ_y は要素 N_n の出口における中性子進行方向を示す。ここに $\overline{Q_1 Q_2} = 1$ とする。

図 2.6 より

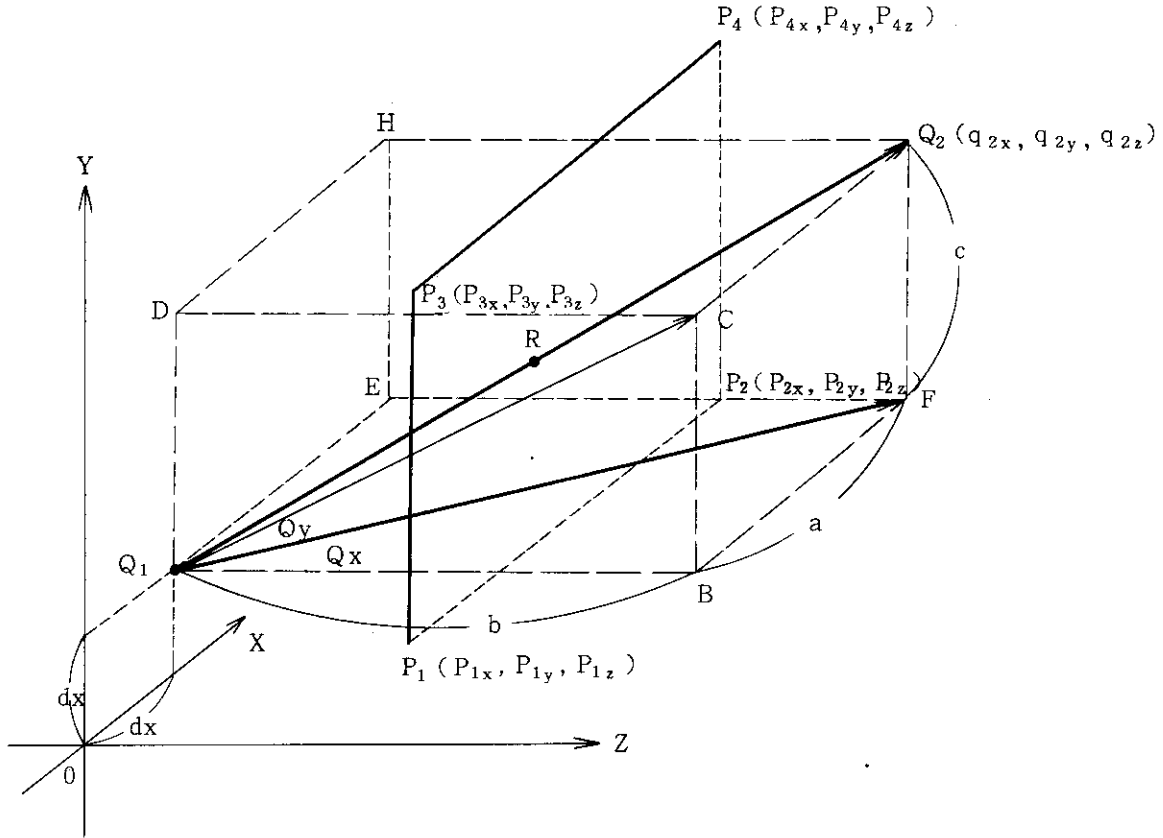


図 2.6 中性子の軌跡

$$\left. \begin{aligned} q_{2x} &= a + dx \\ q_{2y} &= c + dy \\ q_{2z} &= b \end{aligned} \right\} \quad (2.13)$$

ここに

$$\left. \begin{aligned} a &= q_{2z} \cdot \tan \theta_x \\ c &= q_{2z} \cdot \tan \theta_y \\ q_{2z} &= \sqrt{\frac{(1 - \sin^2 \theta_x)(1 - \sin^2 \theta_y)}{1 - \sin^2 \theta_x \cdot \sin^2 \theta_y}} \end{aligned} \right\} \quad (2.14)$$

次に3点 $P_1 (P_{1x}, P_{1y}, P_{1z})$, $P_2 (P_{2x}, P_{2y}, P_{2z})$, $P_3 (P_{3x}, P_{3y}, P_{3z})$ を通る矩形平面と直線 $Q_1 Q_2$ の交点 $R (r_x, r_y, r_z)$ を求める。

点 P_1, P_2, P_3, Q_1, Q_2 の導管要素 N_n の出口中心に対する位置ベクトルを $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \vec{Q}_1, \vec{Q}_2$ とすると、平面 $P_1 P_2 P_3 P_4$ の点 R は

$$\vec{R} = \vec{P}_1 + (\vec{P}_2 - \vec{P}_1) u + (\vec{P}_3 - \vec{P}_1) v \quad (2.15)$$

\vec{R} は直線 $Q_1 Q_2$ 上の点であるから

$$\vec{R} = \vec{Q}_1 + (\vec{Q}_2 - \vec{Q}_1) t \quad (2.16)$$

と表わすことができる。

この平面 $P_1 P_2 P_3 P_4$ と直線 $Q_1 Q_2$ の交点 R が平面 $P_1 P_2 P_3 P_4$ 内であれば、中性子は次の導管要素 N_{n+1} に入る。その条件は、

$$0 \leq u, v \leq 1 \quad (2.17)$$

である。

(2.15)(2.16) より

$$(\vec{P}_2 - \vec{P}_1) u + (\vec{P}_3 - \vec{P}_1) v + (\vec{Q}_1 - \vec{Q}_2) t = \vec{Q}_1 - \vec{P}_1 \quad (2.18)$$

この式から u, v, t を求める。

$$A = \begin{vmatrix} p_{2x} - p_{1x} & p_{3x} - p_{1x} & q_{1x} - q_{2x} \\ p_{2y} - p_{1y} & p_{3y} - p_{1y} & q_{1y} - q_{2y} \\ p_{2z} - p_{1z} & p_{3z} - p_{1z} & q_{1z} - q_{2z} \end{vmatrix} \quad (2.19)$$

とおくと、

(i) $A = 0$ の場合

平面 $P_1 P_2 P_3 P_4$ と直線 $Q_1 Q_2$ は平行になり交点はない。

(ii) $A \neq 0$ の場合

$$\begin{cases} u = \frac{1}{A} \begin{vmatrix} q_{1x} - p_{1x} & p_{3x} - p_{1x} & q_{1x} - q_{2x} \\ q_{1y} - p_{1y} & p_{3y} - p_{1y} & q_{1y} - q_{2y} \\ q_{1z} - p_{1z} & p_{3z} - p_{1z} & q_{1z} - q_{2z} \end{vmatrix} \\ v = \frac{1}{A} \begin{vmatrix} p_{2x} - p_{1x} & q_{1x} - p_{1x} & q_{1x} - q_{2x} \\ p_{2y} - p_{1y} & q_{1y} - p_{1y} & q_{1y} - q_{2y} \\ p_{2z} - p_{1z} & q_{1z} - p_{1z} & q_{1z} - q_{2z} \end{vmatrix} \end{cases} \quad (2.20)$$

ここで

(a) $u, v < 0$ 又は $1 < u, v$ の場合

交点 R は平面 $P_1 P_2 P_3 P_4$ 内にはない。

(b) $0 \leq u, v \leq 1$ の場合

交点 $R (r_x, r_y, r_z)$ は、次式で与えられる。

$$\begin{cases} r_x = q_{1x} + (q_{2x} - q_{1x}) t \\ r_y = q_{1y} + (q_{2y} - q_{1y}) t \\ r_z = q_{1z} + (q_{2z} - q_{1z}) t \end{cases} \quad (2.21)$$

導管要素 N_{n+1} の座標系に対する R の座標 (x_{n+1}, y_{n+1}) は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= \overline{p_1 p_2} (u - 0.5) \\ y_{n+1} &= \overline{p_1 p_3} (v - 0.5) \end{aligned} \quad (2.22)$$

ただし導管要素間の中性子軌跡を無視した場合，導管要素No. n 出口での中性子の座標 (x_n, y_n) と導管要素No. n + 1 入口での中性子の座標 (x_{n+1}, y_{n+1}) の間には

$$\begin{aligned}x_{n+1} &= x_n \\y_{n+1} &= y_n\end{aligned}$$

の関係が成立つ。

(2) 導管要素入口での中性子入射角度

導管要素 No. n 出口の中性子出射角度を (θ_x^n, θ_y^n) ，導管要素 No. n + 1 における入口入射角度を $(\theta_x^{n+1}, \theta_y^{n+1})$ とすると，一般に

$$\begin{aligned}\theta_x^{n+1} &= \theta_x^n + \alpha_x^n + \beta - \alpha_x^{n+1} \\ \theta_y^{n+1} &= \theta_y^n\end{aligned}\tag{2.23}$$

ここに β は図 2.1 に示した要素間のなす角であり， $\alpha_x^n, \alpha_x^{n+1}$ は要素 n, n + 1 における回転を伴う接合誤差の大きさである。

2.6 反射率

NEUGT プログラムでは，次の 3 つの反射率を選択できる。

(1) 入力データを使用する場合

この場合

$$\left| \frac{\lambda}{\sin \theta} \right| < \lambda_{\text{erit}}\tag{2.24}$$

の条件を満たす場合，反射せず中性子は消失するとする。

ここに

- λ : 波長 (Å)
 θ : 反射面への入射角度

(2) Ni 薄膜厚さを入力して，NEUGT 内蔵の式によって反射率を計算する場合

d を Ni 薄膜厚さ (Å)，Ref を反射率とし，Ni ガラスの散乱ポテンシャルを V_1, V_2 とする。入射中性子のエネルギー-反射表面垂直成分を E とすると，

(i) $E < V_2$ の場合

$$\text{Ref} = 1.0$$

(ii) $V_2 \leq E < V_1$ の場合

$$\text{Ref} = 1 - \frac{C_1}{C_1 + C_3 \times C_4} \quad (2.25)$$

ここに

$$P_x = \sqrt{E}$$

$$P_{x1} = \sqrt{V_1 - E}$$

$$P_{x2} = \sqrt{E - V_2}$$

$$C_1 = 16.0 \times P_x \times P_{x2} \times (P_{x1})^2$$

$$C_2 = 4.0 \times (P_x + P_{x2})^2 \times (P_{x1})^2$$

$$C_3 = \{ (P_{x1})^2 + (P_x)^2 \} \times \{ (P_{x1})^2 + (P_{x2})^2 \}$$

$$C_4 = \exp(2\pi d P_{x1} \times 10^{-8}) - \exp(-2\pi d P_{x1} \times 10^{-8})$$

(iii) $V_1 \leq E$ の場合

$$\text{Ref} = 1 - \frac{C_1}{C_2 + C_3 \times C_4} \quad (2.26)$$

ここに

$$P_{x1} = \sqrt{E - V_1}$$

$$P_{x2} = \sqrt{E - V_2}$$

$$C_1 = 4.0 \times P_x \times P_{x2} \times (P_{x1})^2$$

$$C_2 = (P_{x1})^2 \times (P_x + P_{x2})^2$$

$$C_3 = \{ (P_x)^2 - (P_{x1})^2 \} \times \{ (P_{x2})^2 - (P_{x1})^2 \}$$

$$C_4 = \{ \sin(\pi d \times (P_{x1})^2 \times 10^{-8}) \}^2$$

(3) Ni 薄膜厚さを無限大とした内蔵式を使用する場合

$$\text{AWL} = \frac{\lambda}{\sin \theta}, \quad \text{CRWL} = \lambda_{\text{crit}} \quad \text{とすると}$$

(i) $\text{AWL} \leq \text{CRWL}$ の場合

$$\left. \begin{aligned} x &= \sqrt{1 - \text{AWL}^2 \cdot \frac{1}{\text{CRWL}^2}} \\ \text{Ref} &= \left(\frac{1-x}{1+x} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad (2.27)$$

(ii) $\text{AWL} > \text{CRWL}$ の場合

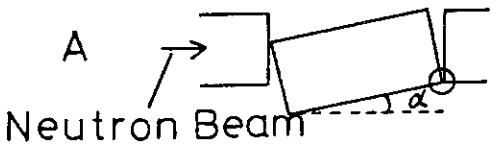
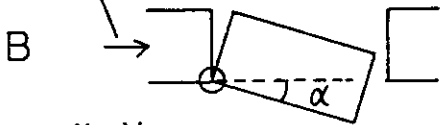
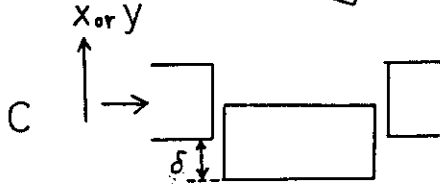
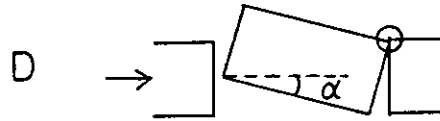
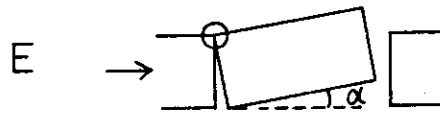
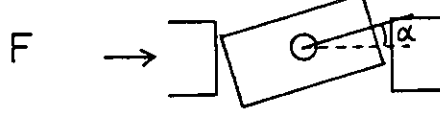
$$\text{Ref} = 1.0$$

2.7 接合誤差

NEUGT プログラムでは図 2.1 の「曲管部」および「後半の直管部」の任意の導管要素に接合誤差を生じさせることができる。

接合誤差は、1本の導管に最高10ヶ所生じさせることができ、接合誤差の種類として表 2.2 に示す6つを指定することができる。

表 2.2 NEUGT で指定できる接合誤差の種類

Sort of Abuttment Error	Magnitude
 <p>A</p> <p>Neutron Beam</p>	Rotation α (deg)
 <p>B</p>	Rotation α (deg)
 <p>C</p> <p>x or y</p> <p>δ</p>	Parallel Movement δ (cm)
 <p>D</p>	Rotation α (deg)
 <p>E</p>	Rotation α (deg)
 <p>F</p>	Rotation α (deg)

note : \odot shows a rotation axis.

: α is positive in a counterclockwise rotation. and negative in a clockwise rotation.

: δ is positive along a positive x or y axis.

NEUGT では接合誤差に関する入力データとして、各導管において誤差の生じた要素番号、誤差の生じる方向（xz平面内かyz平面内か）、接合誤差の種類（A～F）、接合誤差の大きさ（回転角度、平行移動量）を入力する。

NEUGT 内では、以下に示す接合誤差の指定に関する入力データチェックを行い、また、No. n の導管要素出口と No. n + 1 要素入口の重ならないことをチェックする。

(1) 接合誤差の指定に関する注意

接合誤差の指定を行なう場合、次の様な点に注意しなくてはならない。

- (a) 1つの導管要素には1方向1種類の接合誤差しか生じない。
- (b) 前後の導管要素と重なる様な接合誤差は生じない。
- (c) yz平面上では、接合誤差の種類は(C)のみである。
- (d) 後半の直管部にある導管要素において生じる接合誤差の種類は(C)のみである。
- (e) 接合誤差は、xz平面上あるいはyz平面上でしか生じない。

2.8 中性子収率

2.3で導管入口で指定した1本1本の中性子ビームに対し、各導管要素内、導管要素間の軌跡を求める。入口入射位置、入射角度の全メッシュ数は、各波長の中性子に対し

$$N = n_x \times n_y \times n_{ang}^2 \quad (2.28)$$

である。各メッシュ点から入射する中性子が導管出口に達する割合を I_j とすると波長 λ の中性子収率 T_λ は

$$T_\lambda = \frac{\sum_{j=1}^N I_j}{N} \quad (2.29)$$

と表わされる。

2.9 中性子スペクトル

導管入口スペクトルを Maxwell 分布 $\phi_{in(\lambda)}$ で仮定すると、波長 λ の中性子収率 T_λ より、導管出口スペクトル S_λ は次式で求められる。

$$S_\lambda = \phi_{in(\lambda)} \cdot T_\lambda \quad (2.30)$$

$$\phi_{in(\lambda)} = 2 \left(\frac{h^2}{2mkT} \right)^2 \frac{1}{\lambda^5} \exp \left(- \frac{h^2}{2mkT} \frac{1}{\lambda^2} \right) \quad (2.31)$$

T は中性子が動きまわる媒質の温度である。

2.10 プログラムフローチャート

プログラムツリーおよび各サブルーチンの簡単な説明を図 2.7 に示す。

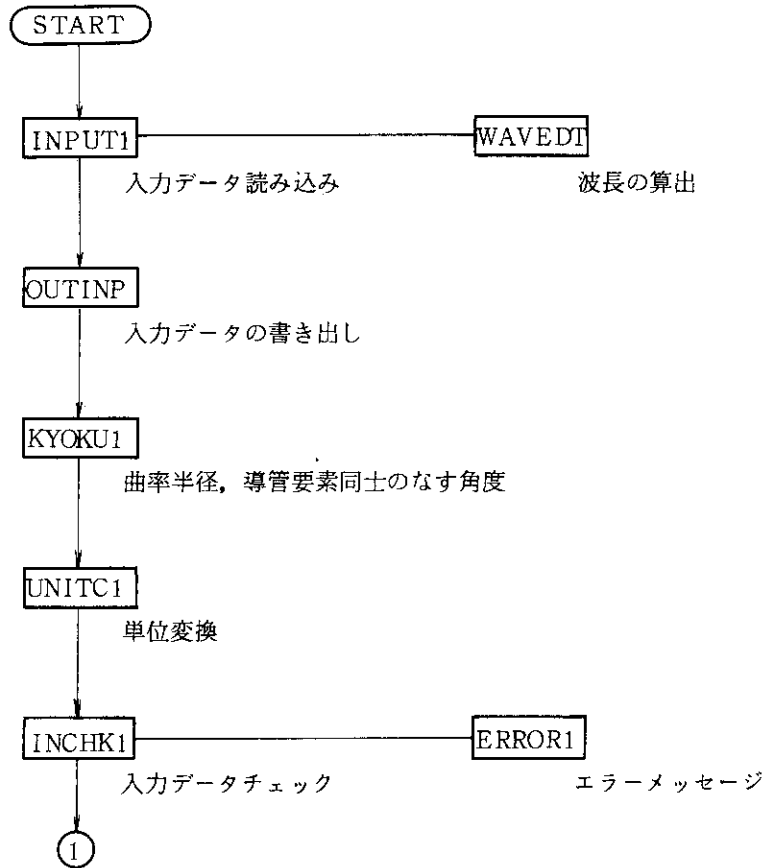


図 2.7 プログラムフローチャート (その 1)

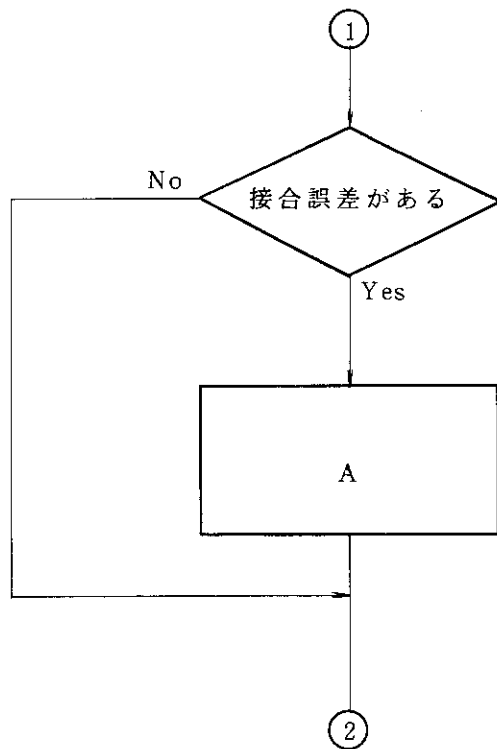


図 2.7 プログラムフローチャート (その 2)

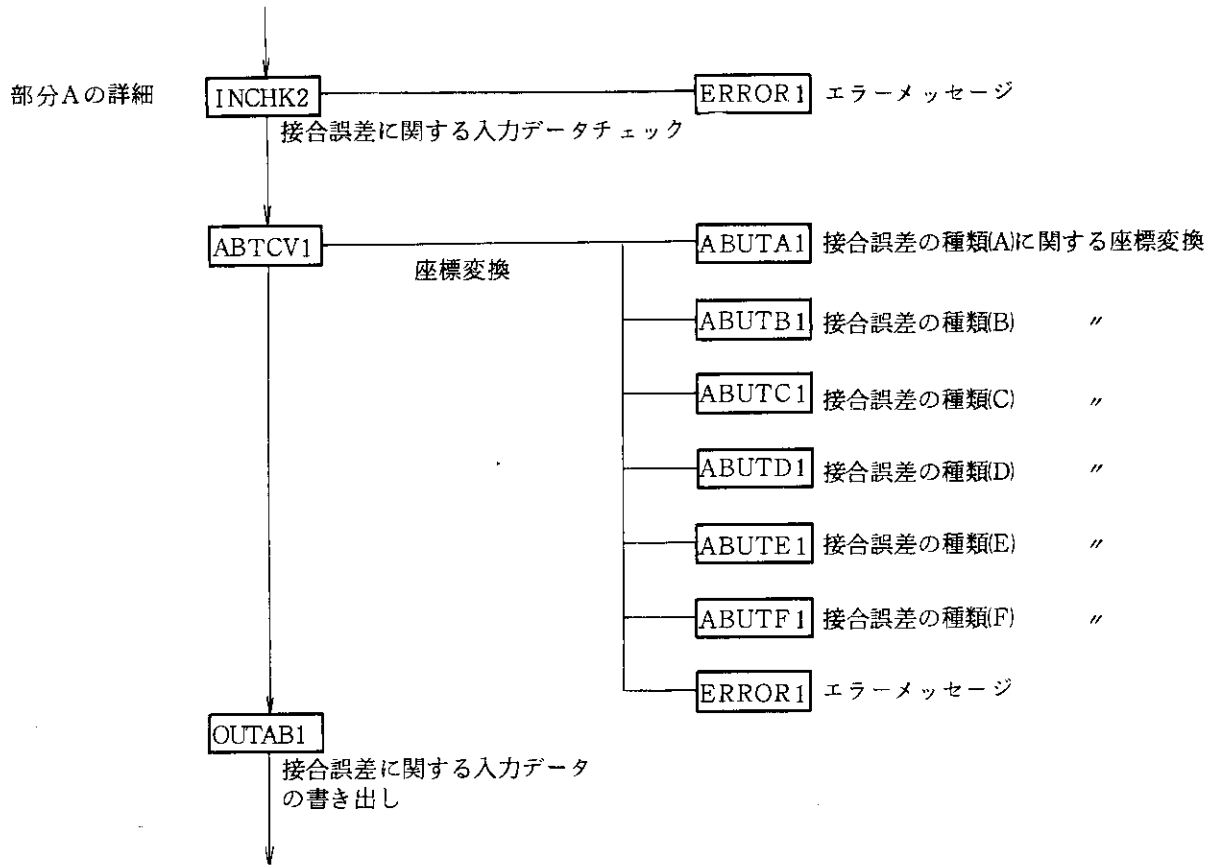


図 2.7 プログラムフローチャート (その 3)

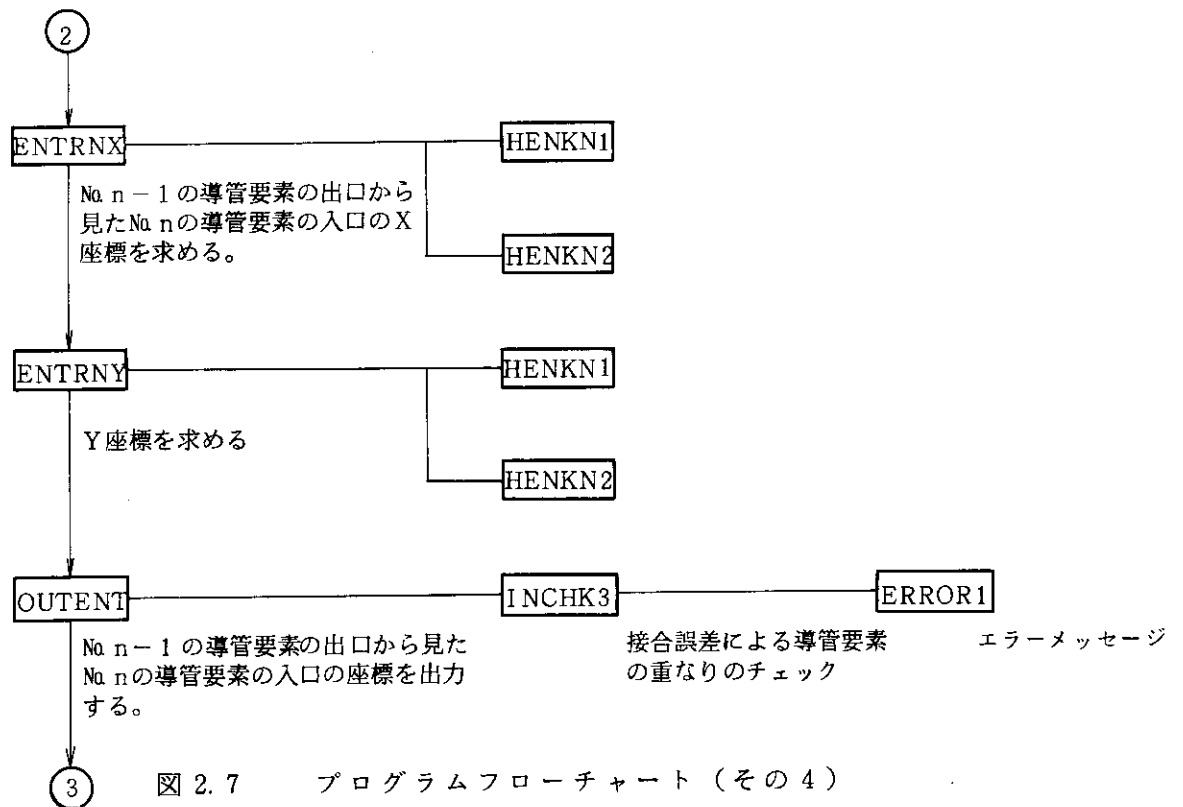
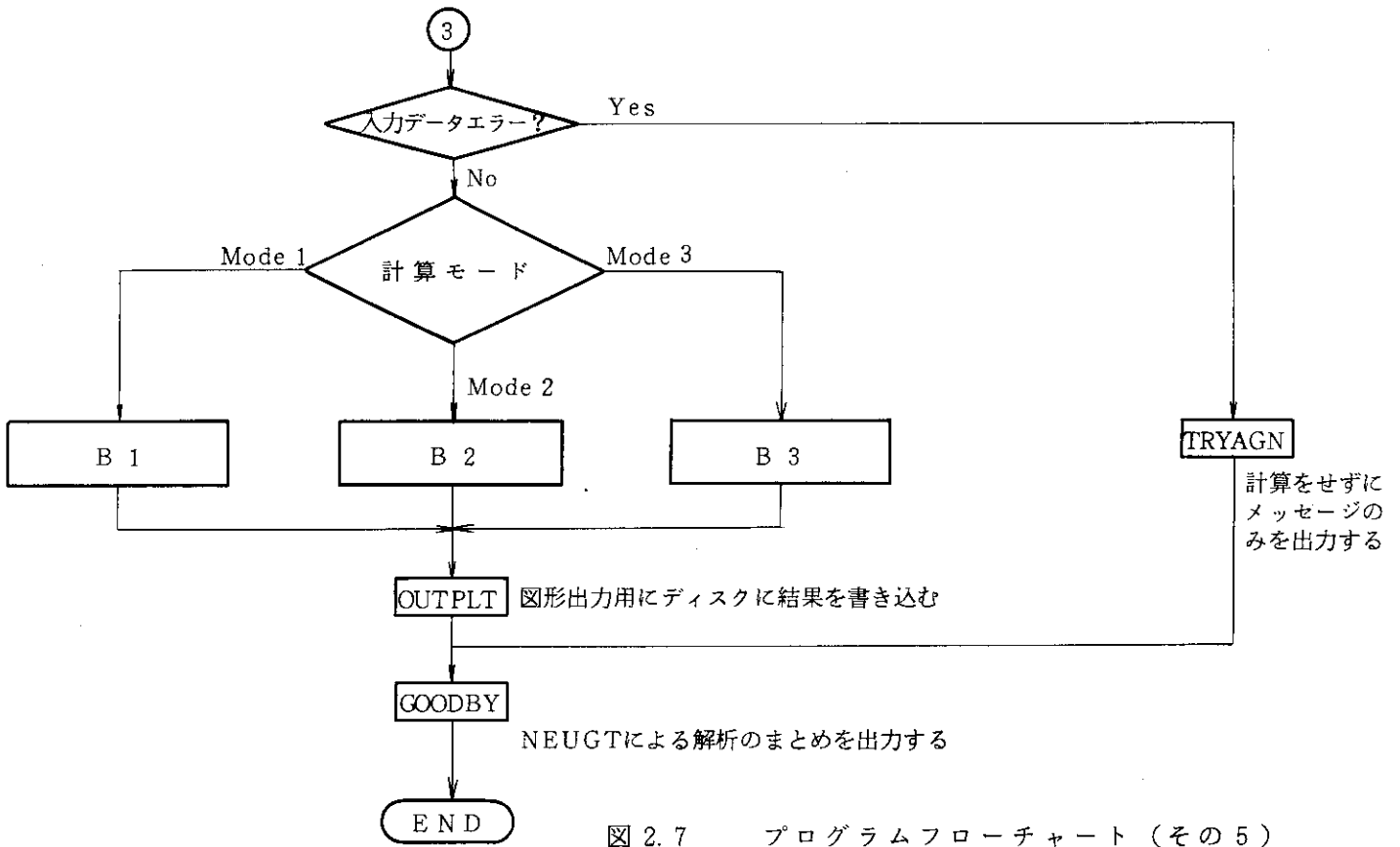
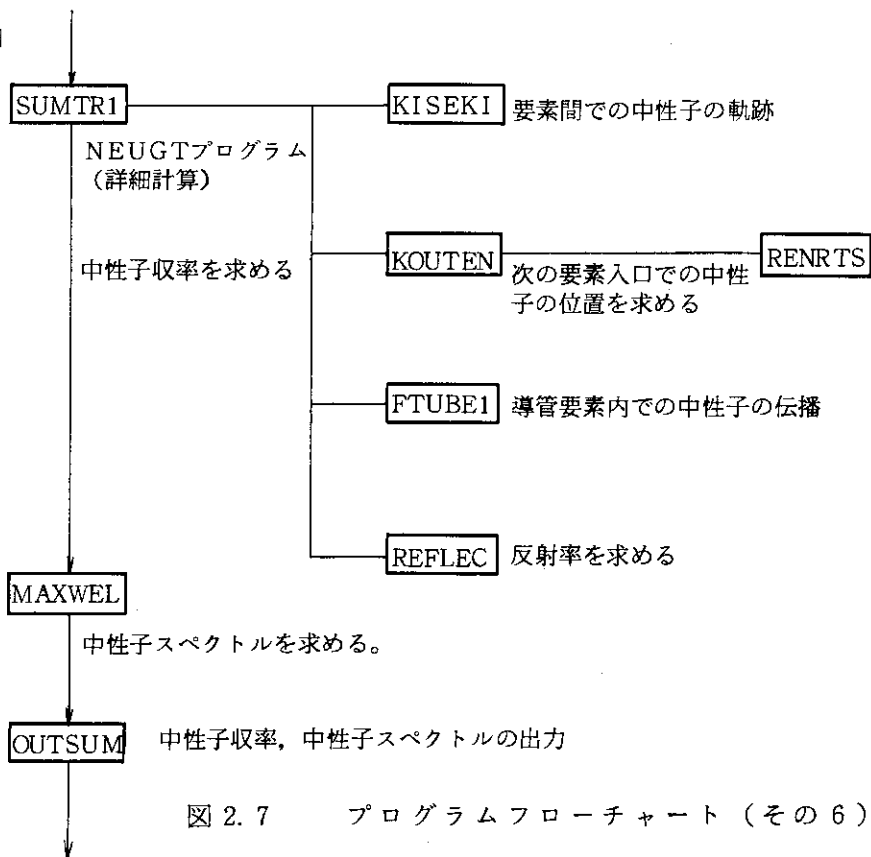


図 2.7 プログラムフローチャート (その 4)



部分 B 1 の詳細



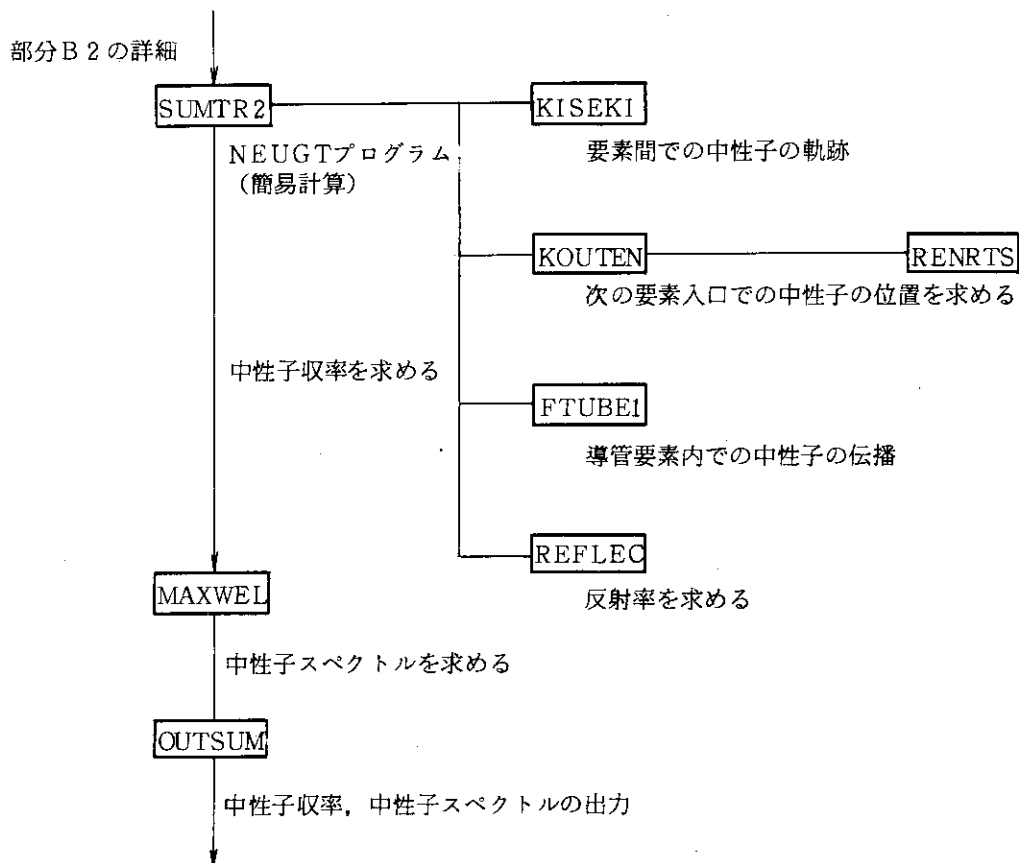


図 2.7 プログラムフローチャート (その7)

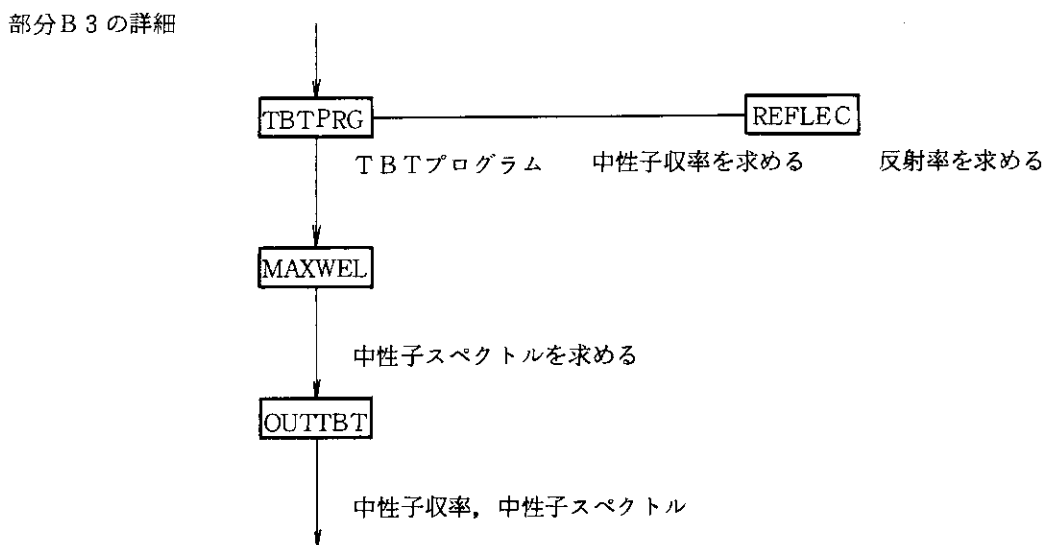


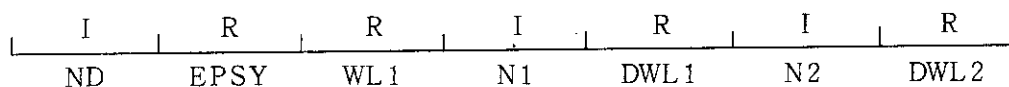
図 2.7 プログラムフローチャート (その8)

3. 入力データマニュアル

3.1 入力データマニュアル

NEUGT プログラムの入力データマニュアルを以下に示す。

カード(1)



- ND : 解析ケース数 (中性子導管数)。 ($1 \leq ND \leq 10$)
- EPSY : 中性子強度の限界値。
中性子強度が EPSY 以下の場合, 中性子は消失する。
- WL1 : 波長の初期値。
- N1 : 波長の初期値 WL1 (Å) に波長 DWL1 (Å) ずつ N1 回増分する。 ($0 \leq N1$)
- DWL1 : 波長の増分値。
- N2 : 波長 $WL1 + N1 \times DWL1$ (Å) にさらに波長 DWL2 (Å) ずつ N2 回増分する。
($0 \leq N2$)
- DWL2 : 波長の増分値。

カード(1)の補足

(i) 総波長数

$$N1 + N2 + 1 \text{ 個}$$

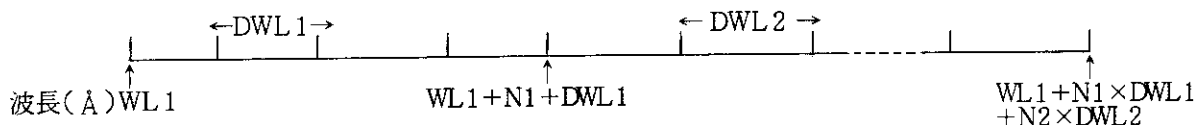
(ii) 最小波長・最大波長

最小波長 $WL1$ (Å)

最大波長 $WL1 + N1 \times DWL1 + N2 \times DWL2$ (Å)

(iii) 波長幅

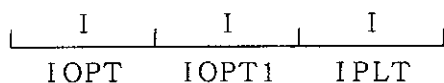
	波 長 範 囲	波 長 幅
WL1	(Å) から $WL1 + N1 \times DWL1$	(Å) \rightarrow $DWL1$ (Å)
$WL1 + N1 + DWL1$ (Å)	から $WL1 + N1 \times DWL1 + N2 \times DWL2$ (Å)	\rightarrow $DWL2$ (Å)



(iv) $N1 = 0, N2 = 0$ を指定すれば, 波長は WL1 (Å) 1 本のみとなる。

カード(2)~(6)を ND 回繰り返す。

カード(2)



IOPT : 計算モードの選択。

- = 0 入力データのチェック。
- = 1 NEUGT プログラム (詳細計算) の選択。
- = -1 NEUGT プログラム (詳細計算) の選択。
(デバッグ用のチェックリストも出力する。)
- = 2 NEUGT プログラム (簡易計算) の選択。
- = -2 NEUGT プログラム (簡易計算) の選択。
(デバッグ用のチェックリストも出力する。)
- = 3 TBT プログラムの選択。
- = -3 TBT プログラムの選択。
(デバッグ用のチェックリストも出力する。)

※ 表 3.1 を参照のこと。

表 3.1 計算モードの選択

IOPT	0	1	2	3
計算モード	-	NEUGT (詳細計算)	NEUGT (簡易計算)	TBT
入力データチェック	○	○	○	○
接合誤差のない計算	×	○	○	○
接合誤差のある計算	×	○	○	×
接合誤差のある要素 の前後での中性子の もれと伝播	×	○	○	×
接合誤差のない要素 間の中性子のもれと 伝播	×	○	×	×

注) IOPT = 3 の場合, 接合誤差のある要素の数 NSET = 0 (カード(5)) である。

IOPT1 : 反射率の選択。

- = 1 入力データ (カード(4) RFLCT に反射率を入力する) を使用。
- = 2 反射率は, Ni 膜厚さを考慮した NEUGT プログラム内蔵式によって計算される。
ただし, この場合カード(4) RFLCT には Ni 膜の厚さ(Å)を入力する必要がある。
- = 3 反射率は, Ni 膜厚さを無限大と考えた NEUGT プログラム内蔵式によって計算される。
この場合, カード(4) RFLCT にはダミーデータを入力しておく必要がある。

表 3.2 反射率の選択

IOPT1	1	2	3
反 射 率	入力データを使用	内蔵式を使用	内蔵式を使用
必要な入力データ	カード(4)RFLCT 反射率を入力	カード(4)RFLCT Ni膜厚さ(Å)を入力	カード(4)RFLCT ダミーデータを入力

IPLT : 図形出力のモード選択。

NEUGT プログラムの計算結果のプロットプログラム NEUPLOT用に、ディスクあるいはテープに計算結果を書き込むかどうかを選択する。

= 0 計算結果をディスクに書き込まない。

= 1 計算結果をディスクに書き込む。

計算結果の出力先は FT04F001 である。

表 3.3 図形出力のモード選択

IPLT	0	1
	図形出力しない	図形出力する

カード(3)

R	R	I	R	R	I	I
SENX	DENX	NENX	SENY	DENY	NENY	NAG

SENX : 入口中性子の x 座標 (初期値) [cm]

$$\left(-\frac{1}{2} \text{WBT} < \text{SENX} < \frac{1}{2} \text{WBT}\right)$$

DENX : 入口中性子の x 座標 (初期値) SENX (cm) から DENX (cm) [cm]
ずつ NENX - 1 回まで入口中性子の x 座標が減少する。

NENX : 入口中性子の x 方向の数。 [-]

$$(1 \leq \text{NENX})$$

SENY : 入口中性子の y 座標 (初期値)。

$$\left(-\frac{1}{2} \text{HBT} < \text{SENY} < \frac{1}{2} \text{HBT}\right)$$

DENY : 入口中性子の y 座標 (初期値) SENY (cm) から DENY (cm) [cm]
ずつ NENY - 1 回まで入口中性子の y 座標が減少する。

NENY : 入口中性子の y 方向の数。 [-]

$$(1 \leq \text{NENY})$$

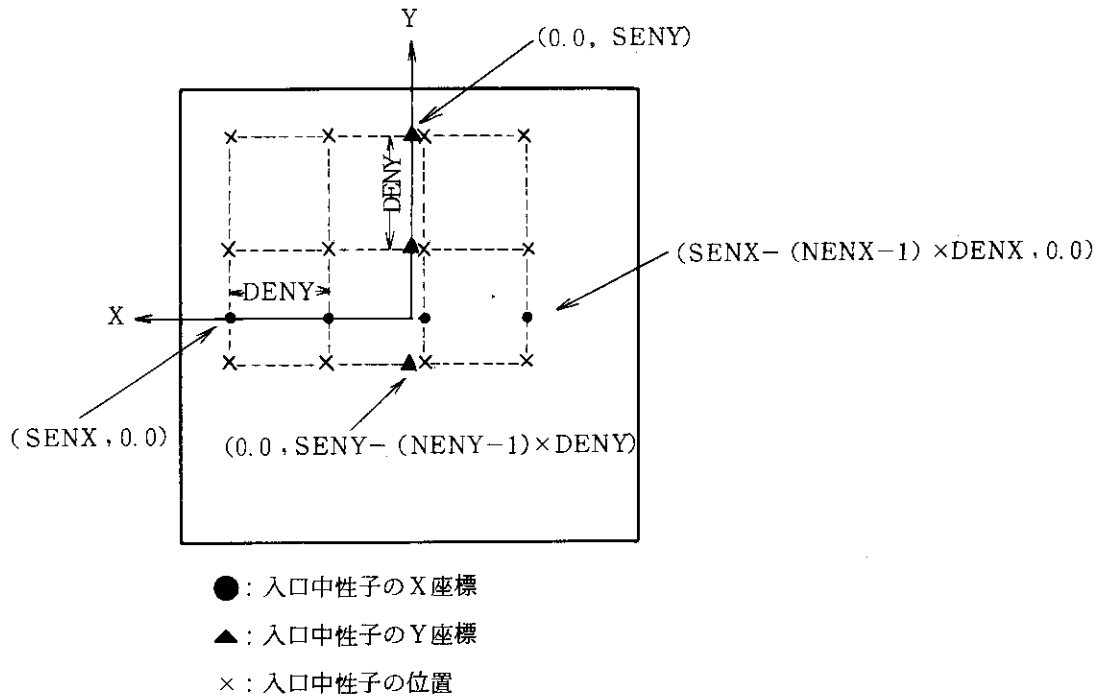
NAG : 入口中性子の角度を振る数。 (2 ≤ NAG) [-]

注) TBT プログラム (IOPT = 1) を選択する場合は、NAG は偶数値にすること。

カード(3)の補足

(i) 入口中性子の位置および角度について

a. 位置について

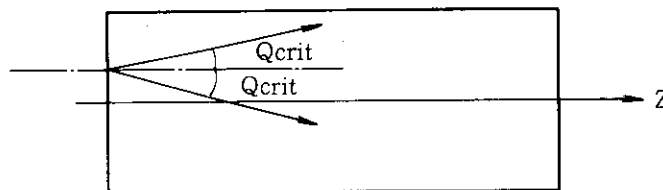


b. 位置の限界

$$-\frac{1}{2}WBT < SENX - (NENX - 1) \times DENX < \frac{1}{2}WBT$$

$$-\frac{1}{2}HBT < SENY - (NENY - 1) \times DENY < \frac{1}{2}HBT$$

c. 角度について



角度の初期値 θ_{crit} は

$$\theta_{crit} = 1.73 \times 10^{-3} \times (\text{波長 } \text{\AA}) \quad [\text{rad}]$$

角度の減分 $\Delta\theta$ は

$$\Delta\theta = \frac{2 \times \theta_{crit}}{NAG - 1} \quad [\text{rad}]$$

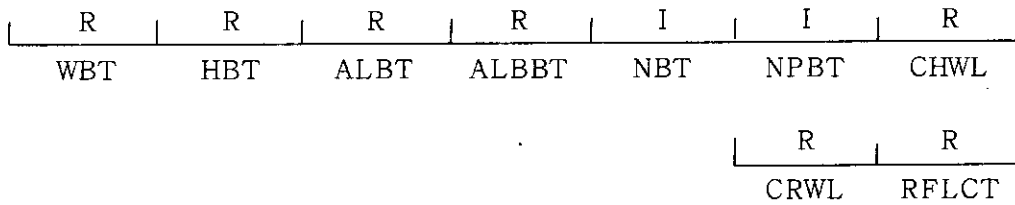
入口中性子は、角度の初期値 $\theta_{crit(rad)}$ から $\Delta\theta(rad)$ ずつ NAG-1 回まで、即ち $-\theta_{crit(rad)}$ まで角度が振られる。

角度を振る数は x 方向に NAG 個、y 方向に NAG 個である。

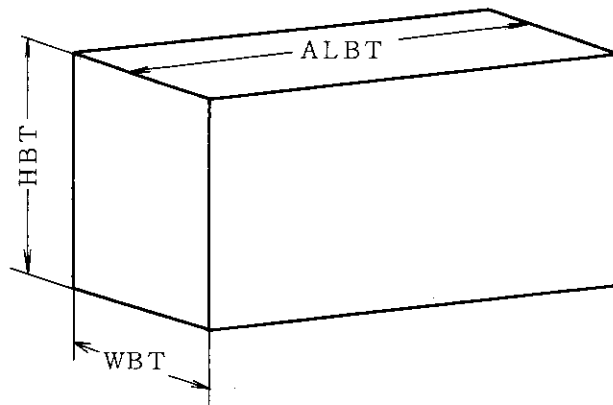
(ii) 入口中性子の総数

$$NENX \times NENY \times NAG \times NAG$$

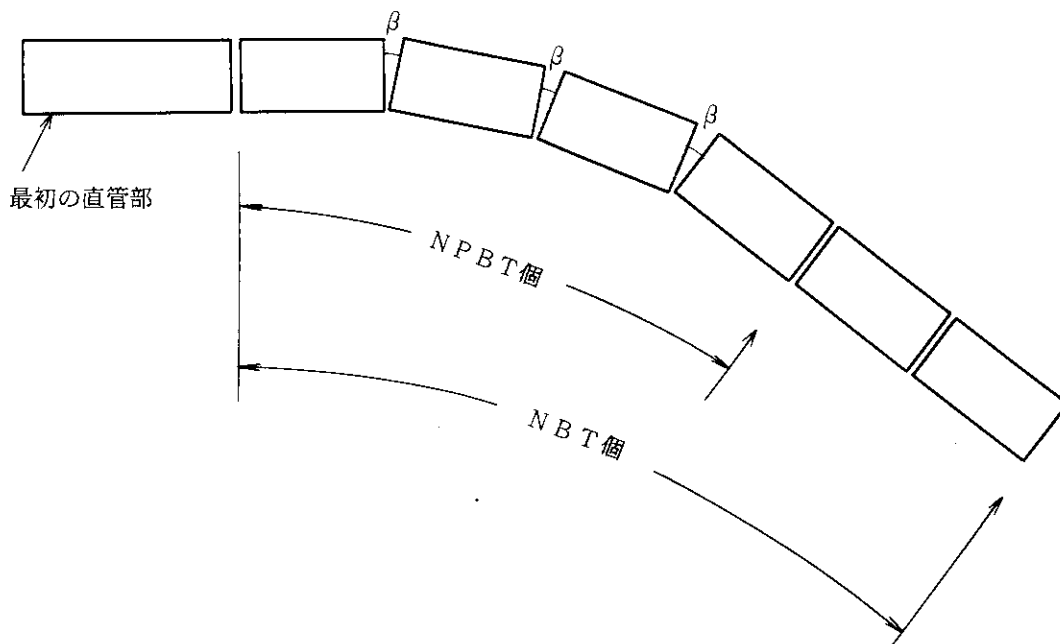
カード(4)



- WBT : 中性子導管要素の幅。 [cm]
- HBT : 中性子導管要素の高さ。 [cm]
- ALBT : 中性子導管要素の長さ。 [cm]
 (最初の直管部を除く)



- ALBBT: 中性子導管の最初の直管部の長さ [cm]
- NBT : 中性子導管要素の総数。 [-]
 ただし、中性子導管の最初の直管部を含まない。
 ($1 \leq NBT \leq 100$)
- NPBT : 曲管部にある導管要素数。 [-]
 ($1 \leq NPBT \leq NBT$)



CHWL : 特性波長 λ^* [A]

CRWL : 臨界波長に関するデータ。 [A]

$$CRWL = \sqrt{\frac{\pi}{N b_{coh}}} \times 10^{+8} \quad [A]$$

ただし、

N : 単位体積当りの原子核の数 [n/cm³]

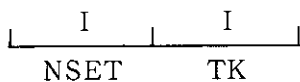
b_{coh} : コヒーレントな散乱半径 [cm]

RFLCT : 反射率またはNi膜の厚さまたはダミーデータを入力する。

- ① IOPT1 = 1 の場合 (カード(2))
= 反射率 [-]
- ② IOPT1 = 2 の場合 (カード(2))
= Ni膜の厚さ [A]
- ③ IOPT1 = 3 の場合 (カード(2))
= ダミーデータ

※ カード(2) IOPT1の説明および表 3.2を参照。

カード(5)



NSET : 接合誤差が生じる導管要素の数。 [-]

($0 \leq NSET \leq 10$)

= 0 接合誤差のない場合。

計算モードの選択 IOPT = 3 (カード(2)) の場合は、必ず NSET = 0 である。

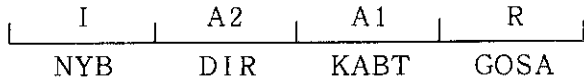
> 0 接合誤差のある場合。

TK : 中性子入口温度。 [k]

カード(6)をNSET回くり返す。

ただし、NSET = 0 の場合はカード(6)は不要。

カード(6)



NYB : 接合誤差が生じる導管要素の番号。 [-]

($1 \leq NYB \leq NBT \leq 100$)

導管要素の番号とは、中性子導管の最初の曲管部の導管要素から数えた番号とする。

DIR : 接合誤差の生じる方向。 [-]

= $\nabla XZ \nabla$ x z 平面上に接合誤差が生じる場合。

= $\nabla YZ \nabla$ y z 平面上に接合誤差が生じる場合。

注) XZ, YZ は必ず $\nabla \nabla$ でくくること。

KABT : 接合誤差の種類(A)~(F) *。 [-]

= $\nabla A \nabla \sim \nabla F \nabla$

注) A~F は必ず $\nabla \nabla$ でくくること。

* 表3.4参照のこと。

GOSA : 接合誤差の大きさ *

① 接合誤差の種類が(A), (B), (D), (E), (F)の場合

= 回転角度

[deg]

回転角度は、左回りの場合が正である。

② 接合誤差の種類が(C)の場合

= 平行移動量

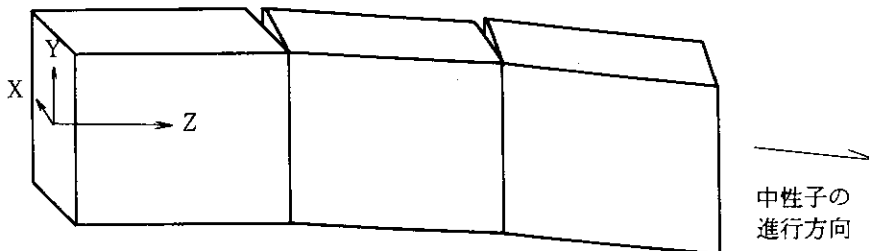
[cm]

平行移動が x 軸の正方向, y 軸の正方向の場合, 平行移動量は正である。

* 表3.4参照のこと。

カード(6)の補足

(i) 導管要素の座標系

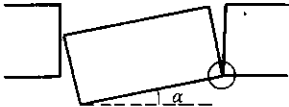
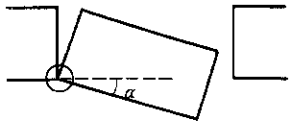
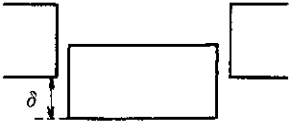
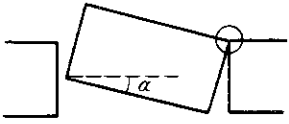
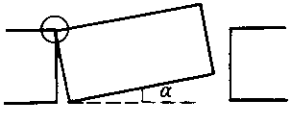
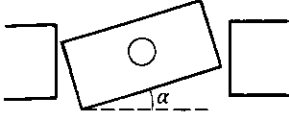


(ii) 接合誤差の指定方法

a. 1つの導管要素には1方向1種類の接合誤差しか生じない。

- b. 前後の導管要素と重なる様な接合誤差は生じない。
- c. y z 平面上では接合誤差の種類は(C)のみである。
- d. 後半の直管部にある導管要素において生じる接合誤差の種類は(C)のみである。

表 3.4 接合誤差の指定方法

接合誤差の種類	誤差の大きさ
(A) 	回転角度 α [deg]
(B) 	回転角度 α [deg]
(C) 	平行移動量 δ [cm]
(D) 	回転角度 α [deg]
(E) 	回転角度 α [deg]
(F) 	回転角度 α [deg]

注(1) ⊙印は回転軸である。

注(2) 回転角度 α は、左回りの場合が正である。

注(3) 平行移動量 δ は、平行移動が x 軸の正方向、y 軸の正方向の場合、正である。

3.2 入力データ例

入力データの一例を示しておく。

NEUGT プログラムの入力データ例

```

4      1.00E-4      0.20      2      0.30      4      1.0
1 1 0
1.200  1.0      4      10.0      4.0      4      1
2.000  20.0    85.00    200.    21    18    2.00    900.0    1.0
0 293.0
2 1 0
.500    .5      2      0.2    0.1    2      2
2.000  20.0    85.00    200.    21    18    2.00    578.0    1.0
2 293.0
5 'XY' 'C' 0.2
10 'YZ' 'C' 0.1
2 2 1
.500    .5      2      0.2    0.1    2      2
2.000  20.0    85.00    200.    21    18    2.00    578.0    1000.0
2 293.0
5 'XZ' 'C' 0.2
10 'YZ' 'C' 0.1
2 3 0
.500    .5      2      0.2    0.1    2      2
2.000  20.0    85.00    200.    21    18    2.00    578.0    1.0
2 293.0
5 'XZ' 'C' 0.2
10 'YZ' 'C' 0.1

```

3.3 NEUGT 実行用 JCL の例

以下に NEUGT 実行用 JCL の例を示す。

NEUGT プログラム JCL 例

```

000100 //JCLG JOB
000200 //      EXEC      JCLG
000300 //SYSIN DD DATA,DLM='++'
000400 // USER 94997285,MU.UEMURA,0515.03
000500      T.3 C.0 I.2 W.1
000600      SRP
000700      OPTP PASSWORD=SYYJ
000800 //UND EXEC FORT77,
000900 //*      SO='J7285.NEUGT',Q='.FORT',A='ELM(*)',SOURCE,LC(62)
001000 //      SO='J7285.NEUGT',Q='.FORT',A='ELM(*)'
001100 //DOI EXEC LKED77
001200 //TRE EXEC GO
001300 //SYSIN DD DSN=J7285.TEST1.DATA(TEST),DISP=SHR
001400 // EXPAND DISKTN,DDN=FT04F001,DSN=J7285.TEST,UNIT=TSSWK
001500 ++
001600 //

```

4. 結 言

本報告において、中性子導管の中性子収率を計算するために開発したプログラム NEUGT の説明を行った。

NEUGT プログラムの検証計算は別途報告する。²⁾

謝 辞

本報告を作成するに当り、原子炉安全工学部部長（前研究炉管理部長）佐藤一男氏，主任研究員大西信秋氏，研究炉開発室利用グループリーダー高橋秀武氏，鈴木正年氏，川端祐司氏および他関係諸氏に深く感謝する。

参考文献

- (1) 京大原子炉実験所原子炉設備部門「KUR 中性子導管」（1974）。
- (2) 原見太幹，川端祐司「JRR-3 改造炉中性子導管詳細設計，(Ⅱ)中性子導管の基本的特性と NEUGT の検証計算」JAERI - M 85-093 （1985）。

4. 結 言

本報告において、中性子導管の中性子収率を計算するために開発したプログラム NEUGT の説明を行った。

NEUGT プログラムの検証計算は別途報告する。²⁾

謝 辞

本報告を作成するに当り、原子炉安全工学部部長（前研究炉管理部長）佐藤一男氏，主任研究員大西信秋氏，研究炉開発室利用グループリーダー高橋秀武氏，鈴木正年氏，川端祐司氏および他関係諸氏に深く感謝する。

参考文献

- (1) 京大原子炉実験所原子炉設備部門「KUR 中性子導管」（1974）。
- (2) 原見太幹，川端祐司「JRR-3 改造炉中性子導管詳細設計，(II)中性子導管の基本的特性と NEUGT の検証計算」JAERI - M 85-093 （1985）。

4. 結 言

本報告において、中性子導管の中性子収率を計算するために開発したプログラム NEUGT の説明を行った。

NEUGT プログラムの検証計算は別途報告する。²⁾

謝 辞

本報告を作成するに当り、原子炉安全工学部部長（前研究炉管理部長）佐藤一男氏，主任研究員大西信秋氏，研究炉開発室利用グループリーダー高橋秀武氏，鈴木正年氏，川端祐司氏および他関係諸氏に深く感謝する。

参考文献

- (1) 京大原子炉実験所原子炉設備部門「KUR 中性子導管」（1974）。
- (2) 原見太幹，川端祐司「JRR-3 改造炉中性子導管詳細設計，(Ⅱ)中性子導管の基本的特性と NEUGT の検証計算」JAERI - M 85-093 （1985）。

付録 1. NEUGT プログラム出力結果の見方

1.1 概 要

NEUGT プログラムの出力結果の説明を例をもって行う。入力データは、3.3の入力データ例と同じである。

1.2 出力結果の見方

以下、出力結果例に説明を加えた。

SORPによって出力結果を見る場合は、結果リストの最後のページ(Last Information of the Results)を最初に見て、入力データに異常がなかったことを先に確認することが望ましい。

入力データの表示(2)

**** INPUT DATA INFORMATION NO.2 **** DATA OF TUDE NO. 3

```

( 1 ) BENT TUBE INFORMATION
WIDTH                2.000 CM                → WBT
HEIGHT              20.000 CM                → HBT
LENGTH OF THE ELEMENT 85.000 CM                → ALBT
LENGTH OF THE STRAIGHT TUBE 200.000 CM            → ALBBT
TOTAL NUMBERS OF THE ELEMENTS 21
NOS. OF THE ELEMENTS AT THE BENT TUBE 18          → NPBTT
                                                    → NBT
                                                    → NPBT

REFLECTIVITY = 2 → IOPT1
= 1 : INPUT DATA
= 2 : CALCULATION (DEPENDS ON THE THICKNESS OF THE NI LAYER ON THE GLASS MIRROR)
= 3 : CALCULATION (INFINITE THICKNESS OF THE NI LAYER)
THICKNESS OF THE NI LAYER 1000.000 A → RFLCT
                                                    → IOPT1 = 1, 3 の場合は次ページ参照のこと。

( 2 ) WAVE LENGTH DATA
CHARACTERISTIC WAVE LENGTH 2.000 A → CHWL
CRITICAL WAVE LENGTH 578.000 → CRWL

( 3 ) MAXWELL DISTRIBUTION DATA
ENTRY TEMPERARURE 293.000 K → TK

( 4 ) NEWTRON POSITION AND DIRECTION DATA AT ENTRANCE
ENTRY POSITION(X) / 0.500 CM / 0.500 CM / 2 / → SENX, DENX, NENX
ENTRY POSITION(Y) / 0.200 CM / 0.100 CM / 2 / → SENY, DENY, NENY
NOS. OF THE ANGLE MESHES = 2 → NAG

( 5 ) ADJUTMENT ERROR DATA
NOS. OF THE ADJUTMENT ERROR = 2 → NSET
ELEM. NO.   DIREC TION   TYPE   ERROR (CM)
1           5           C      0.200000D+00
2           10          C      0.100000D+00
                                                    → NYB, DIR, KABT, GOSA

( 6 ) CALCULATION METHOD = 2 → IOPT
= 0 : JUST CHECK OF INPUT DATA
= 1 : NEUGT PROGRAM (DETAILED CALCULATION)
= -1 : WITH CALCULATION CHECK LIST
= 2 : NEUGT PROGRAM (SIMPLIFIED CALCULATION)
= -2 : WITH CALCULATION CHECK LIST
= 3 : TBT PROGRAM
= -3 : WITH CALCULATION CHECK LIST

( 7 ) CURVATURE OF BENT TUBE INFORMATION
RADIUS OF CURVATURE 0.334080+06 CM
ANGLE BETWEEN THE ELEMENTS 0.254430-03 RAD
                                                    → 曲率半径 [ cm ]
                                                    → 曲管部の導管要素同士のなす角度 [ rad ]
    
```


REFLECTIVITY = 1 → IOPT1
 = 1 : INPUT DATA
 ----->
 = 2 : CALCULATION (DEPENDS ON THE THICKNESS OF THE NI LAYER ON THE GLASS MIRROR) → RFLCT
 = 3 : CALCULATION (INFINITE THICKNESS OF THE NI LAYER)

REFLECTIVITY = 3 → IOPT1
 = 1 : INPUT DATA
 = 2 : CALCULATION (DEPENDS ON THE THICKNESS OF THE NI LAYER ON THE GLASS MIRROR)
 = 3 : CALCULATION (INFINITE THICKNESS OF THE NI LAYER)

IOPT=3 の場合，解析に不必要なため RFLCT の値は表示されない。

***** INPUT DATA INFORMATION NO.2 **** DATA OF TUBE NO. 3

UNIT OF ANGLE IS RADIAN

(5) ABUTMENT ERROR DATA
 NOS. OF THE ABUTMENT ERROR 2

ELEM. NO.	DIRECTION	TYPE	ANGLE (RAD)	ERROR (CM)
1	XZ	C	0.0	0.200000+00
2	YZ	C	0.0	0.100000+00

1 ページ前の(5)に等しいが，このページでは角度の単位がラジアンである。
 接合誤差がない，即ち NSET=0 の場合，このページは表示されない。

***** ABUTMENT ERROR DATA INFORMATION ***** DATA OF TUBE NO. 3

入力データの表示(3)

NOS. OF ELEMENT WITH ABUTMENT ERROR = 2 → NSET

ELEM. NO.	DIRECTION	TYPE	ERROR (1)			X DIRECTION			Y DIRECTION			ANGLE (RAD)
			(RAD)	(CM)	(CM)	DDA (CM)	DDB (CM)	ANGLE (RAD)	DDA (CM)	DDB (CM)	ANGLE (RAD)	
5	XZ	C	0.0	0.2000D+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	YZ	C	0.0	0.1000D+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	↓	NYB										
	↓	DIR		GOSA								
				(ただし, 単位は cm								
				および rad)								
				KABT								

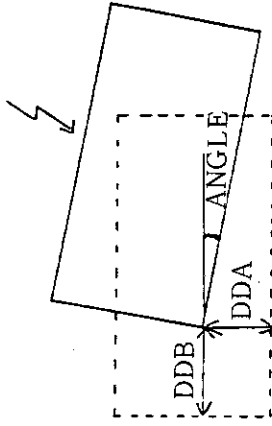
入力データ

入力データの接合誤差を下に示す方法で変換した値

x z 平面上にて接合誤差が生じる場合

y z 平面上にて接合誤差が生じる場合

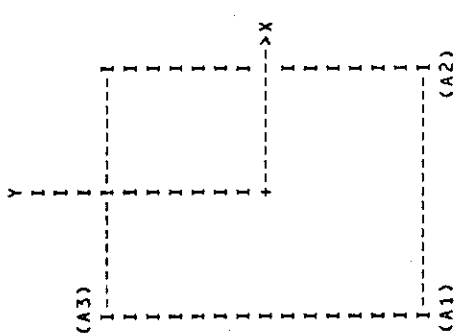
接合誤差の生じた導管要素



正常な位置の導管要素

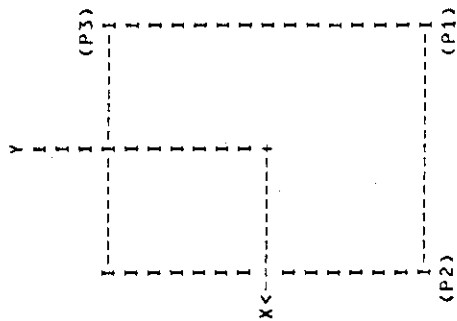
***** THE EXIT OF THE ELEMENT NO.N AND THE ENTRANCE OF THE ELEMENT NO.N+1 ***** PAGE (1)

THE EXIT OF THE ELEMENT NO.N



A1 (-1.00 -10.00 0.0)
 A2 (1.00 -10.00 0.0)
 A3 (-1.00 10.00 0.0)

THE ENTRANCE OF THE ELEMENT NO.N+1



P1 (P1X, P1Y, P1Z)
 P2 (P2X, P2Y, P2Z)
 P3 (P3X, P3Y, P3Z)

WHERE,
 P3X = P1X
 P3Z = P1Z
 P2Y = P1Y

導管要素No.n とNo.n+1の間からそれぞれの導管要素を見た時の導管の座標。
 座標の原点は、導管要素No.nの出口の中心である。

導管要素No.nの出口の座標

導管要素No.n+1の入口の座標

次ページに示す。

***** POSITION OF THE EACH ELEMENT OF TUBE NO. 3 ***** PAGE (2)

JUN NO.	ELEM NO.	P2 (P2X, P2Y, P2Z) (CM)	P3 (P3X, P3Y, P3Z) (CM)	P1 (P1X, P1Y, P1Z) (CM)	P2X (CM)	P2Y (CM)	P2Z (CM)	P3X (CM)	P3Y (CM)	P3Z (CM)
1	1	1.000000D+00	-1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
1	1	1.000000D+00	-1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
2	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
2	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
3	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
3	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
4	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
4	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
5	1	1.200000D+00	-1.000000D+01	5.597395D-04	-8.000000D-01	1.000000D+01	5.088541D-05	-8.000000D-01	1.000000D+01	5.088541D-05
5	1	1.200000D+00	-1.000000D+01	5.597395D-04	-8.000000D-01	1.000000D+01	5.088541D-05	-8.000000D-01	1.000000D+01	5.088541D-05
6	1	7.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.200000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.200000D+00	1.000000D+01	0.0
6	1	7.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.200000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.200000D+00	1.000000D+01	0.0
7	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
7	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
8	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
8	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
9	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
9	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
10	1	9.999999D-01	-9.900000D+00	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.010000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.010000D+01	0.0
10	1	9.999999D-01	-9.900000D+00	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.010000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.010000D+01	0.0
11	1	9.999999D-01	-1.010000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	9.900000D+00	0.0	-1.000000D+00	9.900000D+00	0.0
11	1	9.999999D-01	-1.010000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	9.900000D+00	0.0	-1.000000D+00	9.900000D+00	0.0
12	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
12	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
13	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
13	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
14	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
14	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
15	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0
15	1	9.999999D-01	-1.000000D+01	5.088541D-04	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0	-1.000000D+00	1.000000D+01	0.0

前の導管要素の出口の中心から
次の要素の入口を見た時の、次の
要素の入口の座標。

解析結果の表紙

(入力データに異常があった場合)

```

????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????

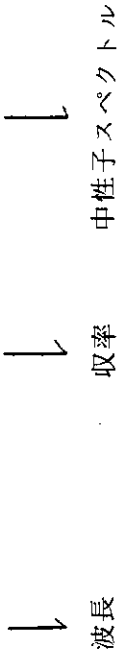
```

NO RESULTS BECAUSE OF YOUR INPUT DATA ERROR
 AT TUBE NO. 1
 I HOPE YOU WILL TRY AGAIN.

***** THE RESULTS OF THE NEUGT PROGRAM ***** TUBE NO. 3 PAGE (1)
 (SIMPLIFIED CALCULATION)

++ REFLECTIVITY VS. WAVE LENGTH ++

NO.	WAVE LENGTH DISTRIBUTION (A)	TRANSMISSION (-)	EXIT SPECTRUM (-)	解析結果
1	0.20000	0.0	0.0	
2	0.50000	0.00148366	0.234990-05	
3	0.80000	0.00210362	0.853660-03	
4	1.80000	0.32688590	0.133590+00	
5	2.80000	0.08670505	0.699460-02	
6	3.80000	0.31135516	0.658970-02	
7	4.80000	0.00495454	0.354560-04	



+++ LAST INFORMATION OF THE RESULTS +++

TUBE NO. CALCULATION MODE NORMAL END ? REFLECTIVITY OPTION NO. PLOT OPTION NO.
 (IOPT NO.) (IOPT1 NO.) (IPLT NO.)

解析のまとめ

1	1		1	0
2	2	ERROR	1	0
3	2	YES	2	1
4	2	YES	3	0

TAKE IT EASY. GOOD LUCK !!

IOPT IOPT1 IPLT

YES : 正常終了の場合。

ERROR : 入力データに異常があった場合。解析は行なわれない。
 また、この場合には IPLT = 1 であっても解析結果の
 ディスクへの書き込みは行なわれない。

付録 2. NEUGT プログラムエラーメッセージ集

2.1 概 要

NEUGT プログラムを実行させた結果、入力データに異常があった場合に、出力されるエラーメッセージをその内容と対処についてまとめた。

ここに示すエラーメッセージが出力された場合、NEUGT プログラムの計算は行なわれず、入力データのチェックしか行なわない。

エラーメッセージについては、その内容から大きく4つに分類した。

1. 計算モードおよび反射率モードに関するもの
2. 入口中性子に関するもの
3. 導管要素数に関するもの
4. 接合誤差に関するもの

以後の節でそれぞれのエラーメッセージについて説明する。

エラーメッセージはNEUGT プログラム内では、次のサブルーチンで発する。

- INCHK1
- INCHK2
- INCHK3
- ABTCV1

また、エラーメッセージを出力するものと同時に、エラー発生サブルーチン名も、次に示す形で出力する。

```
*****
* ERROR OCCURS AT SUBROUTINE < INCHK1 > *
* YOU HAD BETTER TRY AGAIN !!! *
*****
```

```
*****
* ERROR OCCURS AT SUBROUTINE < INCHK2 > *
* YOU HAD BETTER TRY AGAIN !!! *
*****
```

```
*****
* ERROR OCCURS AT SUBROUTINE < INCHK3 > *
* YOU HAD BETTER TRY AGAIN !!! *
*****
```

```
*****
* ERROR OCCURS AT SUBROUTINE < ABTCV1 > *
* YOU HAD BETTER TRY AGAIN !!! *
*****
```


2.2 計算モードおよび反射率の選択に関するエラーメッセージ

```

***** INPUT ERROR MESSAGE *****
NOS. OF THE ELEMENTS WITH ABUTMENT ERROR 1
CALCULATION METHOD ( IOPT = ) 3
NO ABUTMENT ERRORS WHEN IOPT = 3 OR -3

```

エラー発生サブルーチン → INCHK1

エラー内容

計算モード IOPT = 3 あるいは -3 の場合であるのに、接合誤差を生じる場合の計算をさせようとしている。

エラー対処

計算モード IOPT = 3 あるいは -3 の場合は、接合誤差を生じる場合の計算をさせることはできない。

IOPT = 3 の場合, NSET = 0

```

***** INPUT ERROR MESSAGE *****
SELECTION NO. OF THE REFLECTIVITY 2
CRITICAL WAVE LENGTH 0.90000D+03
CRITICAL WAVE LENGTH (INPUT DATA) MUST BE LESS THAN 917.

```

エラー発生サブルーチン → INCHK1

エラー内容

反射率の選択番号 IOPT1 = 2 の場合に、入力した臨界波長データ CRWL が 917.0 を超えている。

エラー対処

反射率のモード選択番号 IOPT1 = 2 の場合に、入力する臨界波長データ CRWL を 917(Å) 以下にすること。

IOPT1 = 2 の場合, $CRWL \leq 917.0$

2.3 導管入口中性子に関するエラーメッセージ

```

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

THE ENTRANCE POSITIONS OF THE NEUTRON ARE
LOCATED  0.120000+01 TO -0.180000+01 ( X DIRECTION )
THE ENTRANCE POSITION MUST BE GREATER THAN
-0.100000+01 AND LESS THAN  0.100000+01

```

エラー発生サブルーチン → INCHK1

エラー内容

入口中性子の x 座標が導管要素の入口の大きさの範囲を超えている。

エラー対処

$$-\frac{1}{2} \text{WBT} < \text{SENX} < \frac{1}{2} \text{WBT}$$

$$-\frac{1}{2} \text{WBT} < \text{SENX} - (\text{NENX} - 1) \times \text{DENX} < \frac{1}{2} \text{WBT}$$

```

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

THE ENTRANCE POSITIONS OF THE NEUTRON ARE
LOCATED  0.100000+02 TO -0.200000+01 ( Y DIRECTION )
THE ENTRANCE POSITION MUST BE GREATER THAN
-0.100000+02 AND LESS THAN  0.100000+02

```

エラー発生サブルーチン → INCHK1

エラー内容

入口中性子の y 座標が導管要素の入口の大きさの範囲を超えている。

エラー対処

$$-\frac{1}{2} \text{HBT} < \text{SENY} < \frac{1}{2} \text{HBT}$$

$$-\frac{1}{2} \text{HBT} < \text{SENY} - (\text{NENY} - 1) \times \text{DENY} < \frac{1}{2} \text{HBT}$$

```

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

NOS. OF THE ANGLE MESHES          1
NOS. OF THE ANGLE MESHES MUST BE GREATER THAN 2.

```

エラー発生サブルーチン → INCHK1

エラー内容

入口中性子の角度を振る数が1以下である。

エラー対処

入口中性子の角度を振る数は2以上でなくてはならない。

$$NAG \geq 2$$

2.4 接合誤差に関するエラーメッセージ

```
***** INPUT ERROR MESSAGE *****
TOTAL NOS. OF THE ELEMENTS.      17
NOS. OF THE ELEMENTS AT THE BENT TUBE.  18
NOS. OF THE ELEMENTS ARE INCORRECT.
```

エラー発生サブルーチン → INCHK1

エラー内容

曲管部の導管要素数が総導管要素数を超過している。

エラー対処

曲管部の導管要素数は総導管要素数以下でなくてはならない。

$$NPBT \leq NBT$$

2.5 導管要素数に関するエラーメッセージ

```
***** INPUT ERROR MESSAGE *****
INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
AT TUBE NO. = 3 ELEMENT NO. = 3
DIRECTION = XZ ERROR TYPE = G
TYPE OF ABUTMENT ERROR IS INCORRECT.
```

エラー発生サブルーチン → INCHK2

エラー内容

接合誤差の種類が(A)~(F)以外である。

エラー対処

接合誤差の種類は、(A)~(F)のみである。

```
***** INPUT ERROR MESSAGE *****
INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
AT TUBE NO. = 3 ELEMENT NO. = 2
DIRECTION = XY ERROR TYPE = C
DIRECTION OF ABUTMENT ERROR IS INCORRECT.
```

エラー発生サブルーチン → INCHK2

エラー内容

接合誤差の生じる方向が▼XY▼になっている。

エラー対処

接合誤差の生じる方向は▼XZ▼あるいは▼YZ▼のみである。

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
 AT TUBE NO. = 3 ELEMENT NO. = 19
 DIRECTION = YZ ERROR TYPE = A
 ABUTMENT ERROR TYPE BESIDES (C) DOES NOT
 OCCUR IN STRAIGHT TUBE .

エラー発生サブルーチン → INCHK2

エラー内容

直管部の導管要素において、接合誤差の種類が(C)以外である。

エラー対処

直管部の導管要素では、接合誤差の種類は(C)のみとする。

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
 AT TUBE NO. = 3 ELEMENT NO. = 7
 MORE THAN TWO ABUTMENT ERROR AT ONE ELEMENT.

エラー発生サブルーチン → INCHK2

エラー内容

1つの導管要素に2つ以上の接合誤差を生じさせた。

エラー対処

1つの導管要素には1方向1種類の接合誤差の指定しかできない。

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
 AT TUBE NO. = 3 ELEMENT NO. = 4
 DIRECTION = YZ ERROR TYPE = A
 ABUTMENT ERROR TYPE BESIDES (C) DOES NOT
 OCCUR IN YZ DIRECTION .

エラー発生サブルーチン → INCHK2

エラー内容

YZ平面上での接合誤差の種類として(C)以外を指定している。

エラー対処

YZ平面上では、接合誤差の種類は(C)のみしか生じない。

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
 AT TUBE NO. = 3 ELEMENT NO. = 23
 DIRECTION = YZ ERROR TYPE = C
 ELEMENT NO. WITH ABUTMENT ERROR IS GREATER
 THAN TOTAL NOS. OF ELEMENT.

エラー発生サブルーチン → INCHK2

エラー内容

接合誤差の指定を行なった導管要素の番号が、総導管要素数よりも大きい。

エラー対処

接合誤差の生じる導管要素の番号は、総導管要素数以下でなくてはならない。

$$NYB \leq NBT$$

```

***** INPUT ERROR MESSAGE *****

INCORRECT INPUT ABOUT ABUTMENT ERROR.
  AT TUBE NO. = 1 JUNCTION NO. = 5
  ( P1Z / P1X ) = 9.171740D-05 / -1.148353D+00
  ( P2Z / P2X ) = -2.890086D-03 / 8.516448D-01
NEIGHBORING TWO ELEMENTS ARE OVERLAPPING,
OR ARRANGED IN AN IMPOSSIBLE WAY.
P2Z < 0.0 .AND. P2X < 0.5*WBT OR HBT
    
```

エラー発生サブルーチン → INCHK3

エラー内容

隣り合う導管要素が重なっている。

エラー対処

隣り合う導管要素が重ならない様に、接合誤差の大きさを調整しなければならない。

付録3. 入力データ図形出力プログラム PLOPINE

3.1 概要

PLOPINE (Plotting Program of the Input Data of the NEUGT Program) プログラムは NEUGT プログラムの入力データをもとにして、中性子導管の概略図を描き、接合誤差の生じた場所、種類を TEKTRONIX 画面上に表示するものである。

3.2 機能

PLOPINE は次に示す 2 つの機能を持つ。

- (1) NEUGT の入力データを参照できる。

```

6 0.0001000 2.00000 1 0.20000 1 0.20000
2 1 1
0.93000 0.20000 10 0.05000 1.00000 11 10
2.000 20.000 85.000 200.000100 42 2.000 578.000 1.000
7 293.000
1 XZ A 0.0200000
10 XZ B -0.0200000
60 XZ D 0.0200000
72 XZ E 0.0010000
13 YZ C -0.0400000
8 YZ C 0.0300000
4 XZ F -0.0000500

```

図 3.1 入力データ例

- (2) NEUGT の入力データをもとに、中性子導管及び接合誤差の種類・位置を図示する。

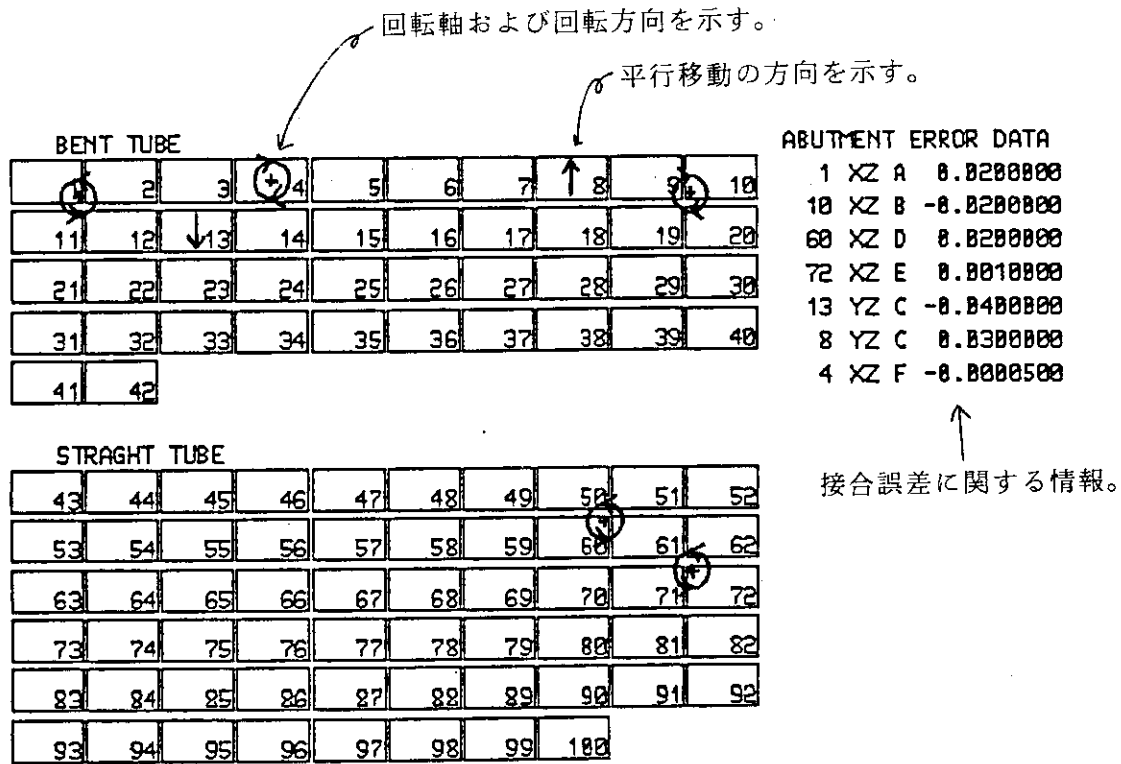


FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO.= 1)

導管番号(解析ケース番号)

図 3.2 入力データ図形出力例

3.3 プログラム

PLOPINEプログラムのフローチャートを図 3.3 に示す。

PLOPINEプログラムのプログラムツリーを図 3.4 に示す。PLOPINEはTEKTRONIX4112用に作成されたもので、4112 型以外の TEKTRONIX を使用する場合、Main Program内の

```
CALL GRSTRT (4112,1)
```

のmmmの部分機種に応じて変更すればよい。

3.4 入力データ

PLOPINEの入力データ、即ちNEUGTの入力データをFT05F001から読み込む。

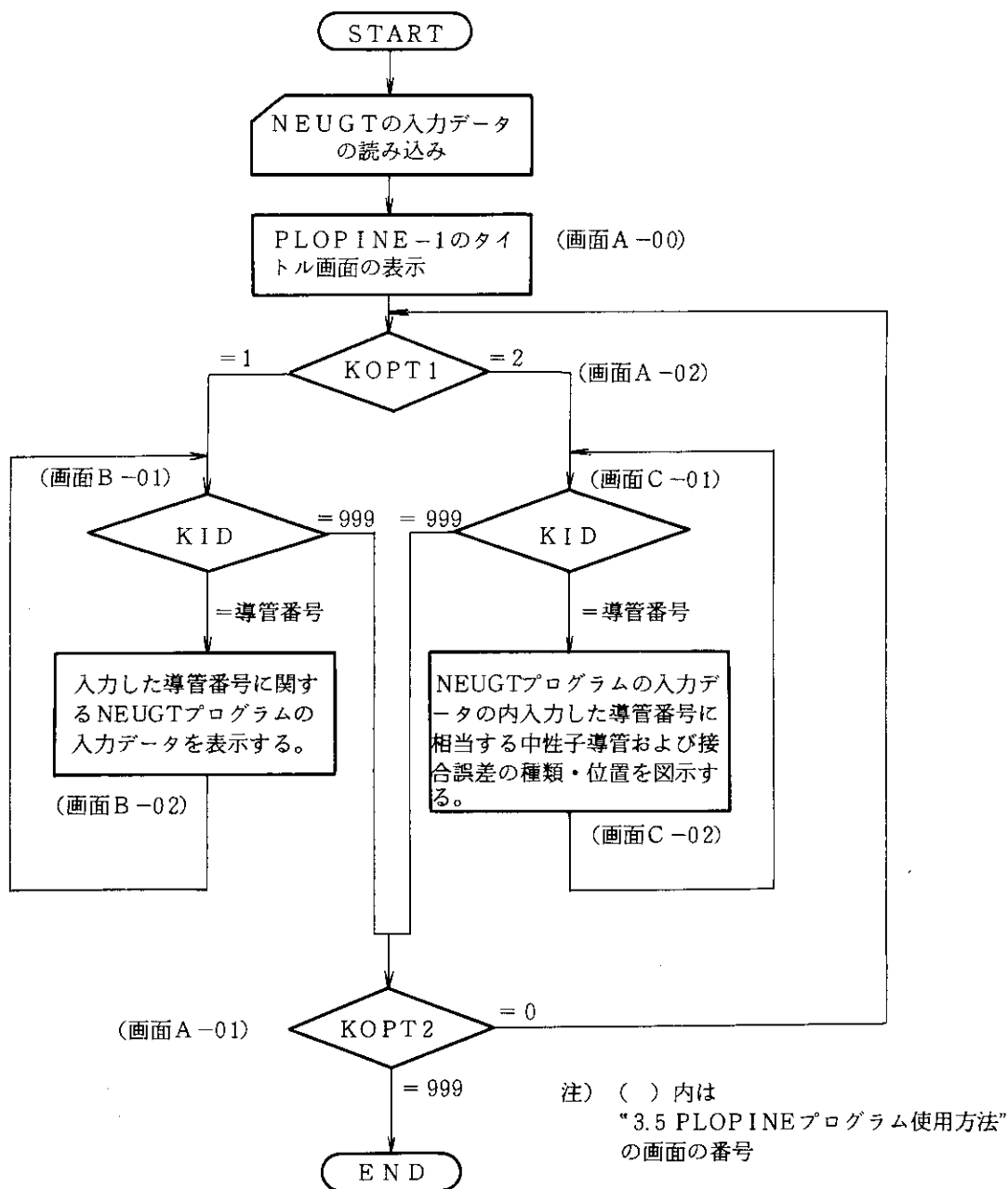


図 3.3 フローチャート

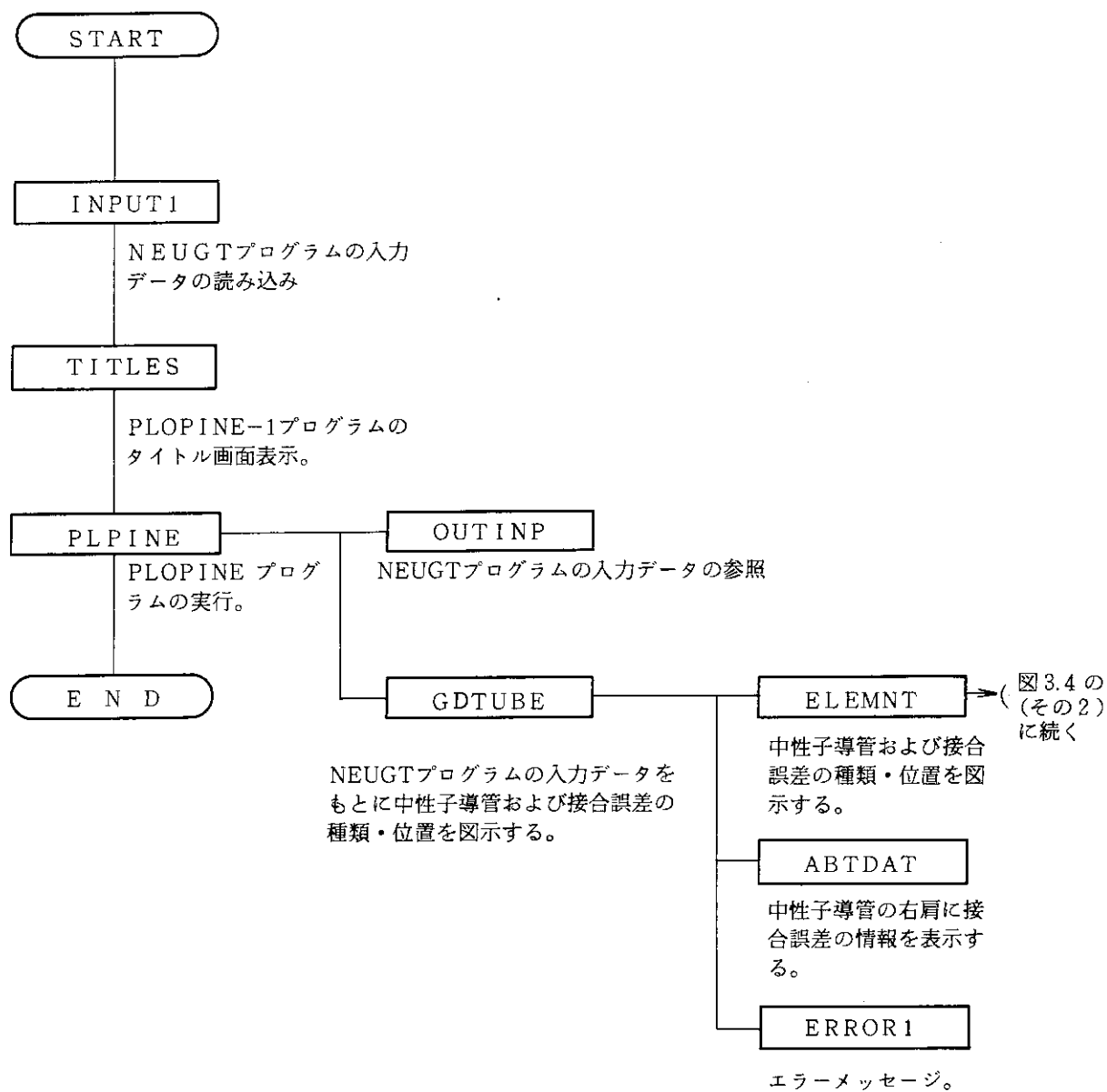


図 3.4 プログラムツリー (その1)

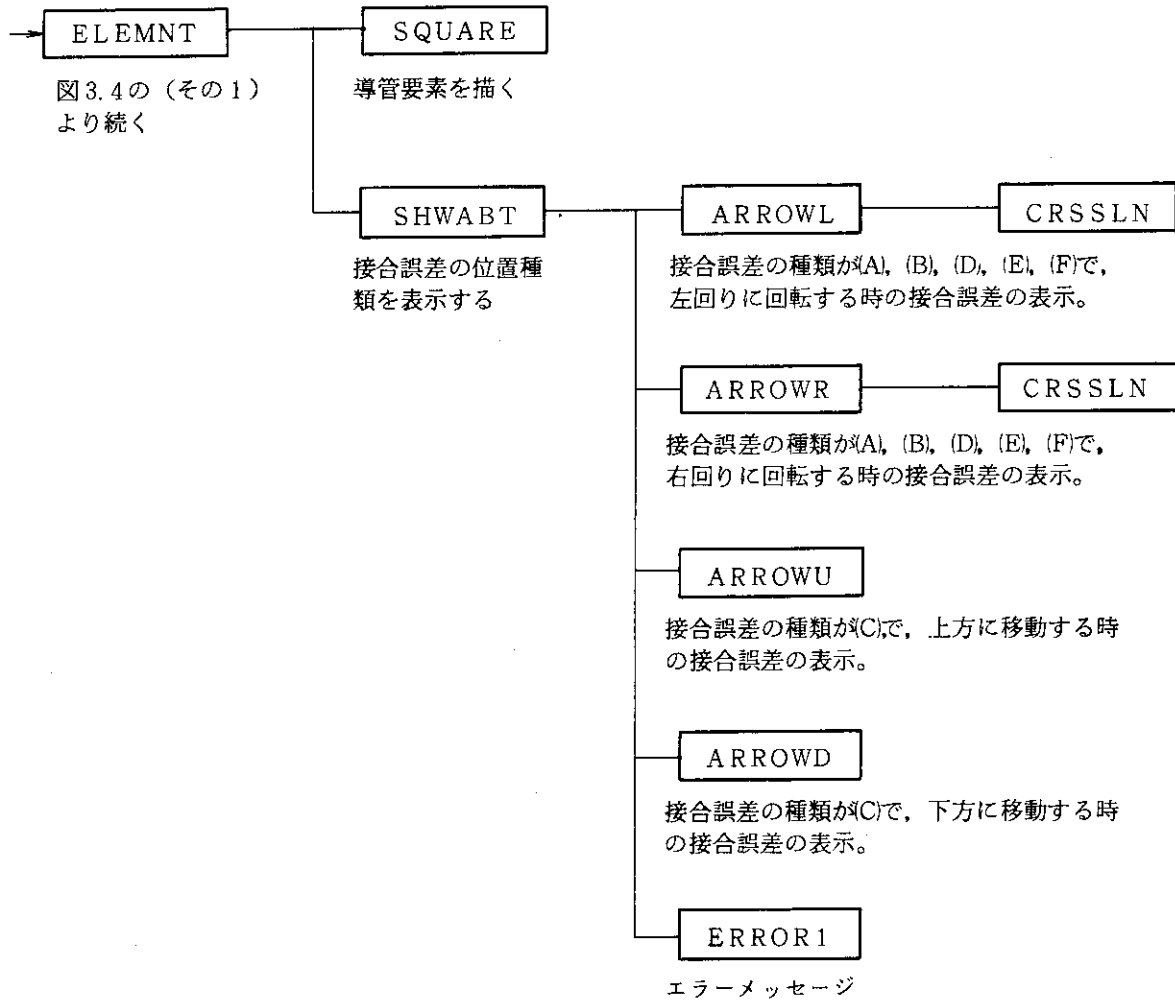


図3.4 プログラムツリー(その2)

3.5 PLOPINEプログラムの使用方法

入力データ例，図 3.5 を用いて PLOPINEプログラムの使用例・表示例を示す。

```

*****
** S          **
*****

      6      1.00E-4      2.0      1      0.2      1      0.2
2 1 1
  .980  .2  10      0.05  1.0  11      10
  2.00 20.0 85.00  200. 100  42  2.00  578.0  1.0
    7  293.0
    1 'XZ' 'A' 0.02
   10 'XZ' 'B' -0.02
   60 'XZ' 'D' 0.02
   72 'XZ' 'E' 0.001
   13 'YZ' 'C' -0.04
    8 'YZ' 'C' 0.03
    4 'XZ' 'F' -0.00005
2 1 1
  .980  .2  10      0.05  1.0  11      10
  2.00 20.0 85.00  200.  67  0  2.00  578.0  1.0
    0  293.0
2 1 1
  .980  .2  10      0.05  1.0  11      10
  2.00 12.0 85.00  200.  44  44  4.00  578.0  1.0
    0  20.0
2 1 1
  .980  .2  10      0.05  1.0  11      10
  2.00 12.0 85.00  200.  52  55  4.00  578.0  1.0
    0  20.0
2 1 1
  .980  .2  10      0.05  1.0  11      10
  2.00 12.0 85.00  200.  15  11  4.00  578.0  1.0
    3  20.0
    1 'YZ' 'H' 0.02
   13 'YZ' 'C' -0.04
    4 'XZ' 'F' 0.00005
2 1 1
  .980  .2  10      0.05  1.0  11      10
  2.00 12.0 85.00  200.   1  1  6.00  578.0  1.0
    1  20.0
    1 'XZ' 'F' -0.00005

```

図 3.5 NEUGT プログラムの入力データ

(1) 入力データ

入力データのデータセット名，メンバー名を仮に次のようにしたとする。

データセット名 JXXXX.PINEDT.DATA

メンバー名 S

(2) ロードモジュールの作成

PLOPINEソースプログラムを

データセット名 JXXXX.PINE.FORT

メンバー名 A

とする。オブジェクトモジュール"@.OBJ"を作成し，続いてロードモジュール"PLPINE LOAD"を作成する。

. FORT77 _ PINE _ ELM(A) _ OBJ (@)

の所で全メンバーの時は*を用いる。

LINK _ @ _ LOAD (PLPINE) _ LIB ('SYS9. IGL. LOAD') _ F

(3) 実行の方法

(a) 入力データの ALLOCATION

ALLOC _ DA (PINEDT. DATA(S)) _ F (FT05F001) _ SHR

(b) PLOPINEの実行

CALL _ PLPINE

PLPINEの実行後の画面を順次示す。

画面A-00 (図 3.3 参照)

```
*** PLOPINE    PROGRAM ***  
  
PLOTTING PROGRAM OF THE INPUT DATA OF THE NEUGT PROGRAM  
  
MODE 1 : NEUGT INPUT DATA  
MODE 2 : FIG. OF THE NEUTRON GUIDE TUBE
```

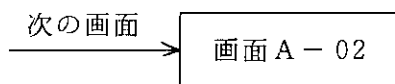
PLOPINE プログラムのタイトル画面である。

画面A-01

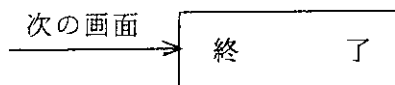
```
INPUT->0:TRY AGAIN, INPUT->999:THE END, -->
```

入力値 内 容

0 : PLOPINEプログラムの実行を再び行なう。



999 : PLOPINE-1プログラムの実行を終了する。

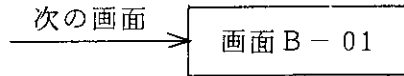


画面 A - 02

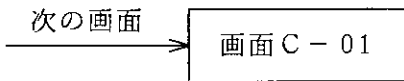
INPUT->1:NEUGT INPUT DATA, INPUT->2:FIG. OF THE NEUTRON GUIDE TUBE, -->

入力値 内 容

1 : NEUGT プログラムの入力データを参照可能なモードへ進む。



2 : NEUGT プログラムの入力データをもとに中性子導管および接合誤差の種類・位置を図示するモードへ進む。



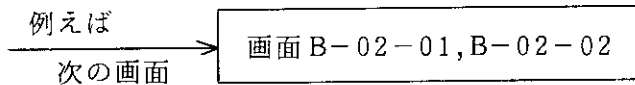
画面 B - 01

INPUT TUBE NO. OR IF STOP, INPUT 999 -->

入力値

導管番号 : 入力した導管番号に関する NEUGT プログラムの入力データを表示する。

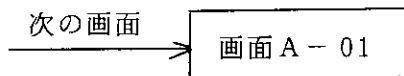
(解析ケース番号)



例えば

[= 1 → 画面 B-02-01]
[= 6 → B-02-02]

999 :



画面B-02-01

```

6 0.0001000 2.00000 1 0.20000 1 0.20000
2 1 1
0.98000 0.20000 10 0.05000 1.00000 11 10
2.000 20.000 85.000 200.000100 42 2.000 578.000 1.000
7 293.000
1 XZ A 0.0200000
10 XZ B -0.0200000
60 XZ D 0.0200000
72 XZ E 0.0010000
13 YZ C -0.0400000
8 YZ C 0.0300000
4 XZ F -0.0000500
    
```

次の画面 → 画面B-01

画面B-02-02

```

6 0.0001000 2.00000 1 0.20000 1 0.20000
2 1 1
0.98000 0.20000 10 0.05000 1.00000 11 10
2.000 12.000 85.000 200.000 1 1 6.000 578.000 1.000
1 20.000
1 XZ F -0.0000500
    
```

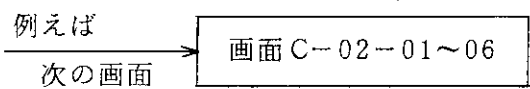
次の画面 → 画面B-01

画面 C - 01

INPUT TUBE NO. OR IF STOP, INPUT 999 -->

入力値

導管番号 : NEUGT プログラムの入力データの内, 入力した導管番号に相当する中性子
(解析ケース番号) 導管および接合誤差の種類・位置を図示する。



例えば

- | | | |
|-----|---|----------------|
| = 1 | → | 画面 C - 02 - 01 |
| = 2 | → | C - 02 - 02 |
| = 3 | → | C - 02 - 03 |
| = 4 | → | C - 02 - 04 |
| = 5 | → | C - 02 - 05 |
| = 6 | → | C - 02 - 06 |

999 :



画面 C - 02 - 01

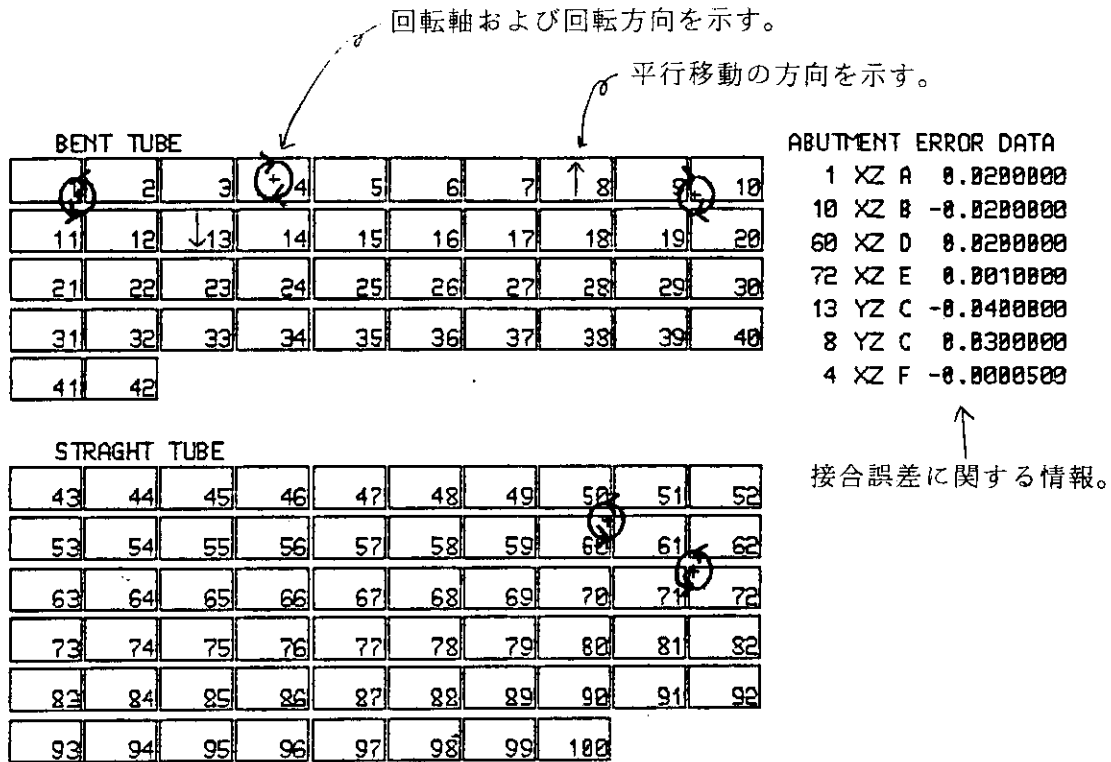
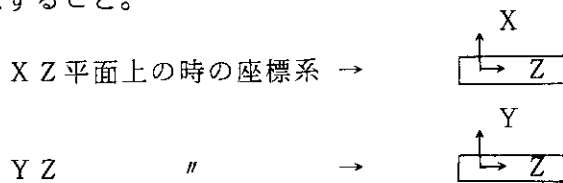


FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO. = 1)

↑
導管番号 (解析ケース番号)

次の画面 → 画面 C - 01

注) XZ 平面上の接合誤差も YZ 平面上の接合誤差も同一図面上に表示されていることに注意すること。



画面 C - 02 - 02

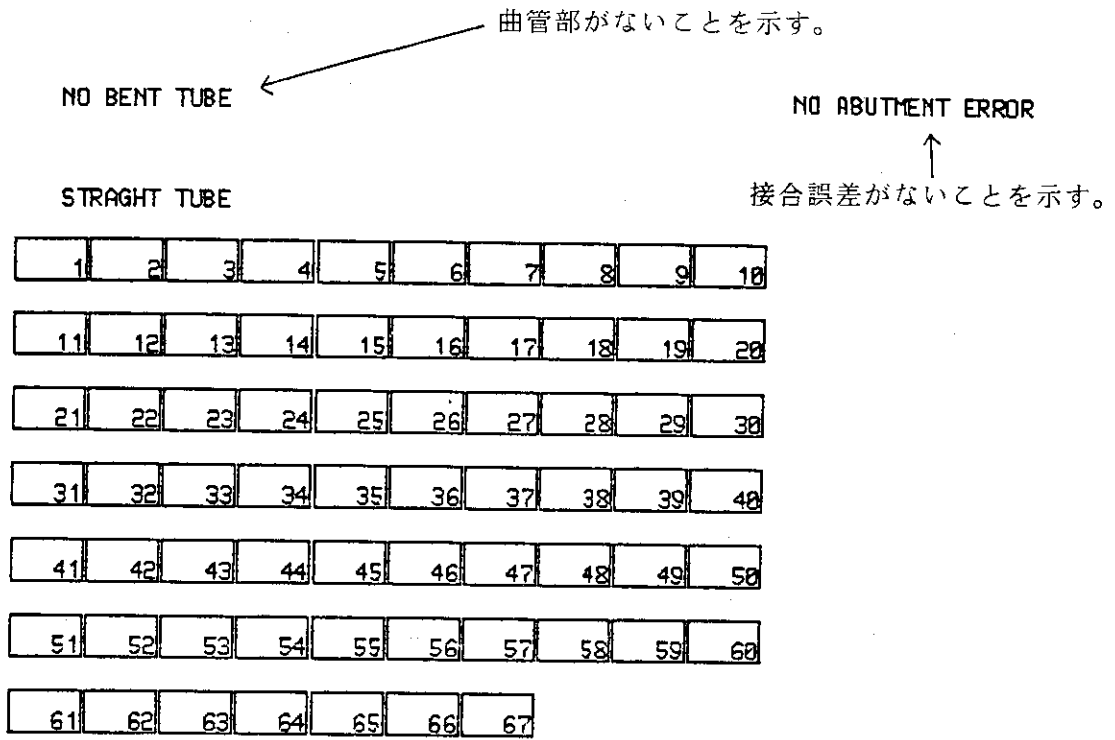


FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO.= 2)

次の画面 → 画面 C - 01

画面 C - 02 - 03

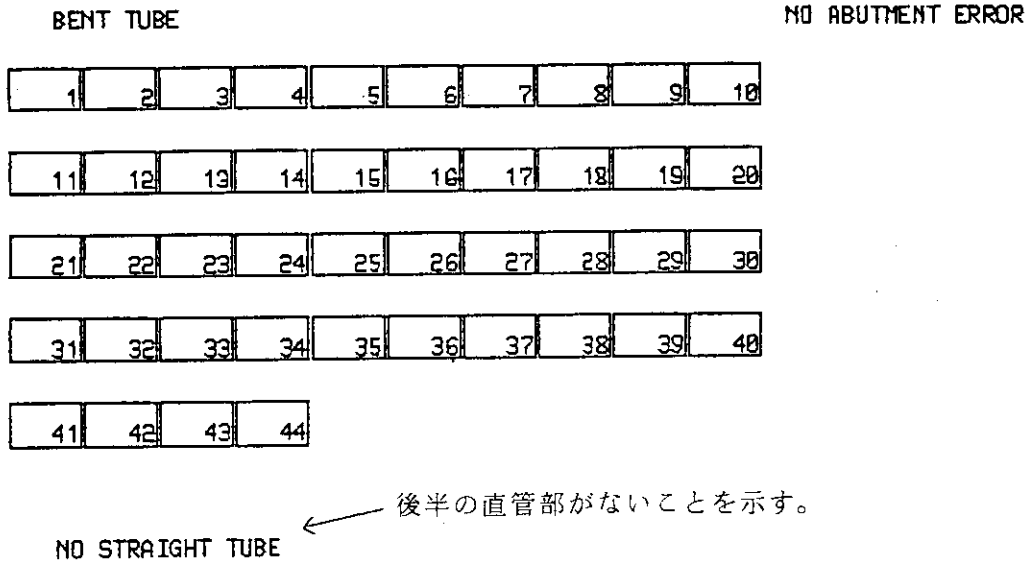


FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO. = 3)



画面 C - 02 - 04

エラーメッセージ：曲管部の導管要素数が総導管要素数を
上回っている場合に生じる。
導管要素の図は表示しない。

ERROR : MINUS STRAIGHT TUBE NOS.

FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO. = 4)



画面 C - 02 - 05

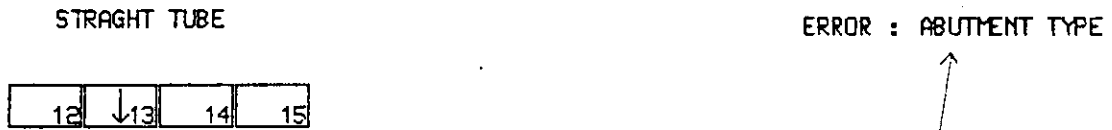
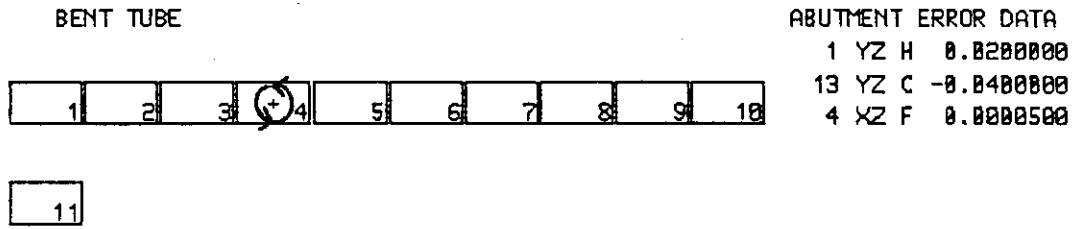


FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO.= 5)

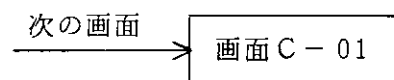
エラーメッセージ：接合誤差の種類が (A)~(F)以外である。



画面 C - 02 - 06



FIG. NEUTRON GUIDE TUBE (TUBE NO.= 6)



付録 4. 解析結果プロットプログラム NEUPLOT

4.1 概 要

NEUPLOT (NEUGT Plotting Program) プログラムは、中性子導管の中性子収率解析プログラム NEUGT の計算結果である中性子収率、導管入口中性子スペクトルをマックスウェル型で仮定した時の出口スペクトルを図に表わすため開発したものである。

NEUPLOTは、次の2つの図をペアで表示する。

- (1) 波長(\AA)に対する中性子収率を表わす図
- (2) 波長(\AA)に対する中性子スペクトルを表わす図

4.2 プログラム

NEUPLOTのフローチャートを図 4.1 に示し、プログラムツリーを図 4.2 に示す。このプログラムは、CALCOMP によって記述されている。

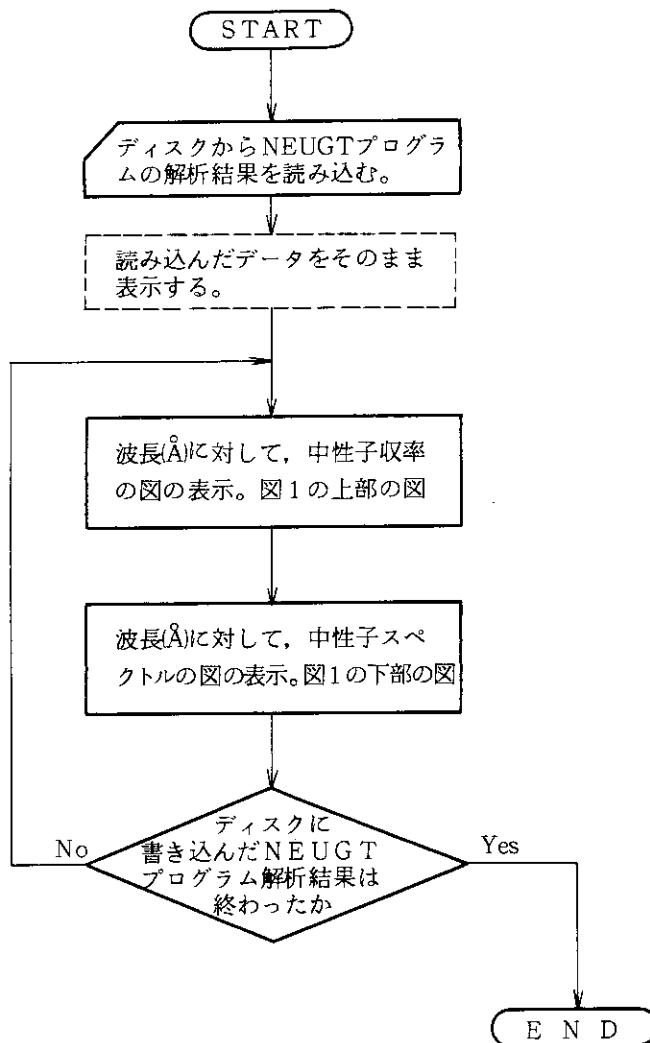


図 4.1 フローチャート

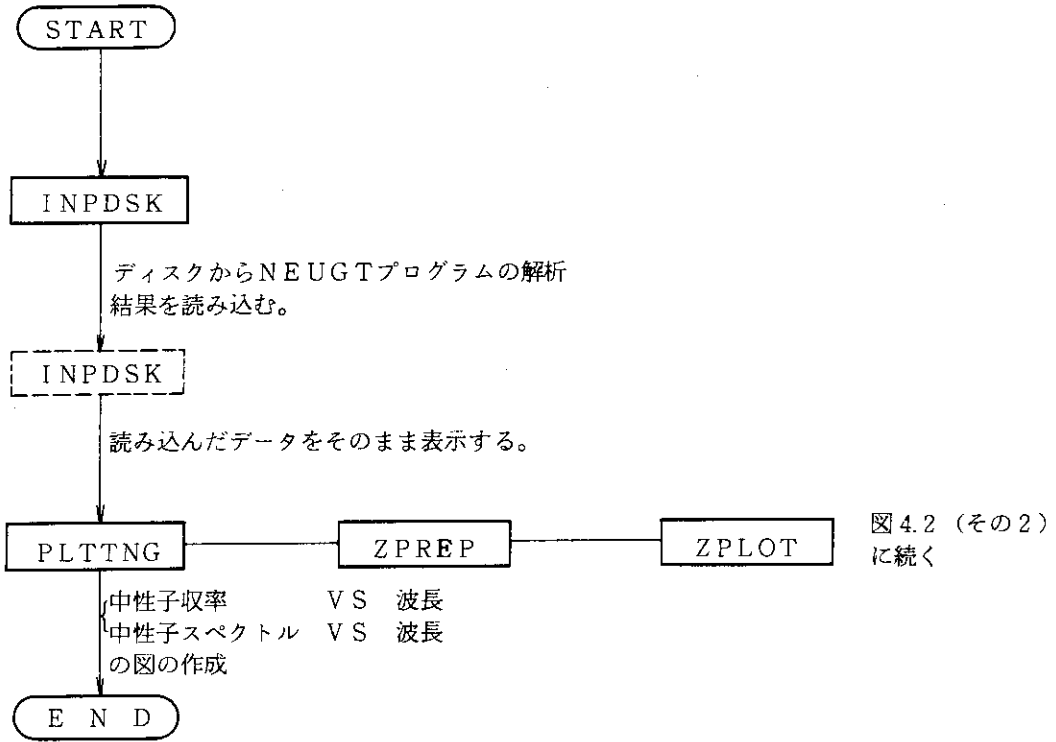


図 4.2 プログラムツリー (その1)

図4.2の(その1)
より続く

```

ZPLOT -----ZMISC -----ZIPS
I          +---ZFACTR
I          +---ZZPLT
I          +---ZZSYMBL
I
+---ZAX1  -----#ZIPX  -----XZPLT
I          +---#ZIPXG -----XZPLT
I          +---#ZIPXF -----XZPLT
I          +---ZZSYMBL  +---ZZNUMBR
I          +---ZZNUMBR
I
+---ZAX2  -----#ZIPX  -----XZPLT
I          +---#ZIPXG -----XZPLT
I          +---#ZIPXL -----XZPLT
I          +---ZZNUMBR
I
+---ZAX3  -----#ZIPX  -----XZPLT
I          +---#ZIPXG -----XZPLT
I          +---#ZIPXF -----XZPLT
I          I          +---ZZNUMBR
I          +---#ZIPXE -----XZPLT
I          +---ZZNUMBR
I          +---ZZSYMBL
I
+---ZAY1  -----#ZIPY  -----XZPLT
I          +---#ZIPYG -----XZPLT
I          +---#ZIPYF -----XZPLT
I          +---ZZSYMBL  +---ZZNUMBR
I          +---ZZNUMBR
I
+---ZAY2  -----#ZIPY  -----XZPLT
I          +---#ZIPYG -----XZPLT
I          +---#ZIPYL -----XZPLT
I          +---ZZNUMBR
I
+---ZAY3  -----#ZIPY  -----XZPLT
I          +---#ZIPYG -----XZPLT
I          +---#ZIPYF -----XZPLT
I          I          +---ZZNUMBR
I          +---#ZIPYE -----XZPLT
I          +---ZZNUMBR
I          +---ZZSYMBL
I
+---ZLINE -----ZZSYMBL
          +---ZZSMOT
          +---ZZPLT
          +---ZZDASH
    
```

: ENTRY NAME IN THE ZIPS SUBROUTINE
Z : ENTRY NAME IN THE ZFACTR SUBROUTINE

図4.2 プログラムツリー(その2)

4.3 入力データ

NEUPLOTの入力データ，即ち NEUGT の出力データは FT07F001 から読み込まれる。

4.4 使用方法

この節で説明する解析例として，NEUGT の入力データを図 4.3 に，NEUGT 解析結果を図 4.4 (その 1～4) に示す。解析結果のデータセット名を

データセット名 JXXXX. OUT. DATA

```

3 1 1
  3 1.00E-4 1.0 1 1.0 8 1.0
0.45 0.1 10 3.6 0.4 19 10
  1.0 7.4 90.0 1.0 10 10 2.85 578.0 0.99
  0 293.0
3 1 1
  3 1.00E-4 1.0 1 1.0 8 1.0
0.45 0.1 10 3.6 0.4 19 10
  1.0 7.4 90.0 1.0 10 10 2.85 578.0 0.99
  1 293.0
  9 'XZ' 'C' 0.3
2 1 1
  3 1.00E-4 1.0 1 1.0 8 1.0
0.45 0.1 10 3.6 0.4 19 10
  1.0 7.4 90.0 1.0 10 10 2.85 578.0 0.99
  1 293.0
  9 'XZ' 'C' 0.3
    
```

図 4.3 NEUGT プログラム入力データ


```

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX RESULTS OF TBT PROGRAM XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX TUBE NO. 1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

***** THE RESULTS OF THE TBT PROGRAM ***** TUBE NO. 1 PAGE (1)

++ REFLECTIVITY VS. WAVE LENGTH ++

NO.	WAVE LENGTH DISTRIBUTION (A)	TRANSMISSION (-)	EXIT SPECTRUM (-)
1	1.00000	0.05700730	0.468850-01
2	2.00000	0.26263116	0.766370-01
3	3.00000	0.72204217	0.435110-01
4	4.00000	0.76453128	0.127970-01
5	5.00000	0.70249203	0.414450-02
6	6.00000	0.82531518	0.203580-02
7	7.00000	0.81950991	0.957870-03
8	8.00000	0.78489574	0.477900-03
9	9.00000	0.76956010	0.262790-03
10	10.00000	0.77134301	0.156720-03

図 4.4 NEUGT プログラム解析結果 (その 1)

```

????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
?????????? NO RESULTS ??????????
????????????????????????????????????????????????????????
?????????????????? TUBE NO. 2 ??????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????
????????????????????????????????????????????????????????

```

NO RESULTS BECAUSE OF YOUR INPUT DATA ERROR
 AT TUBE NO. 2
 I HOPE YOU WILL TRY AGAIN.

図 4.4 NEUGT プログラム解析結果 (その 2)

```

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX RESULTS OF NEUGT PROGRAM XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX ( SIMPLIFIED CALCULATION) XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX TUBE NO. 3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

***** THE RESULTS OF THE NEUGT PROGRAM ***** TUBE NO. 3 PAGE (1
 (SIMPLIFIED CALCULATION)

++ REFLECTIVITY VS. WAVE LENGTH ++

NO.	WAVE LENGTH DISTRIBUTION (A)	TRANSMISSION (-)	EXIT SPECTRUM (-)
1	1.00000	0.02897529	0.23831D-01
2	2.00000	0.18480115	0.53926D-01
3	3.00000	0.41994944	0.25306D-01
4	4.00000	0.41670488	0.69752D-02
5	5.00000	0.39481206	0.23293D-02
6	6.00000	0.42884752	0.10578D-02
7	7.00000	0.39316839	0.45955D-03
8	8.00000	0.30918095	0.18825D-03
9	9.00000	0.42024114	0.14351D-03
10	10.00000	0.40604643	0.82502D-04

図 4.4 NEUGT プログラム解析結果 (その 3)

+++ LAST INFORMATION OF THE RESULTS +++

TUBE NO.	CALCULATION MODE (IOPT NO.)	NORMAL END ? YES OR NO.	REFLECTIVITY OPTION NO. (IOPT1 NO.)	PLOT OPTION NO. (IFLT NO.)
1	3	YES	1	1
2	3	ERROR	1	1
3	2	YES	1	1

TAKE IT EASY. GOOD LUCK !!

図 4.4 NEUGT プログラム解析結果 (その 4)

(1) ロードモジュールの作成

NEUPLOTソースプログラムを

```

データセット名   JXXXX. NEUPLT. FORT
メンバー名       A

```

とする。オブジェクトモジュール"@. OBJ"の作成は

```
.FORT77┘NEUPLT┘ELM(A)┘OBJ(@)
```

で行う。全メンバーの時は、Aの代わりに*を用いる。

ロードモジュールを作成する時、

① TEKTRONIX画面上に表示する場合

ロードモジュールを" TSSPLT. LOAD"と作成するとすると、

```

LINK┘@┘LOAD(TUUPLT)┘
      LIB(▼SYS9. GGS. LOAD▼┘▼SYS9. PTS. LOAD▼)┘F

```

② レーザープリンタに出力する場合

ロードモジュール" NLPPLT. LOAD"を作成するとすると、

```

LINK┘@┘LOAD(NLPPLT)┘
      LIB(▼SYS9. GGS. LOAD▼┘▼SYS9. PNL. LOAD▼)┘F

```

(2) 実行

① 入力データのALLOCATION

```
ALLOC┘DA(OUT. DATA)┘F(FT07F001)┘SHR
```

② NEUPLOTの実行

① TEKTRONIX画面上に表示する場合

```

.PTSIO
CALL┘TSSPLT

```

注) .PTSIOを忘れると次のようなエラーが生じるので注意すること。

```

CALL TSSPLT
TEMPNAME ASSUMED AS MEMBERNAME
***** PTS IS OPENED ***** PLEASE KEY-IN PARAMETERS. FORMAT TTHHH(A2
,3A4) ---- TT .. TERMINAL TYPE ---- TT=XX OR 14 ..... T-4014 TT=0
6 ..... T-4006 ----- IF NOCOPY, DO NOT KEYIN HHHH.
-- HHHH PRMS USED FOR COPY.-- COPY ... HARD COPY. NOFR ... COPY WITHO
UT FRAME. BTCH .. COPY TO CDM DIRECTLY.JZL219I-S 00091 (SEQUENTIAL INPUT) DD STA
TEMENT IS MISSING ON UNIT 85. FORTRAN S
EQUENCE NUMBER IS 1.
ERROR OCCURS AT TPLOTS ISN 00091 LOC 60178410 OFFSET 000B10
TPLOTS AT LOC 00177900 CALLED FROM LOC 601731C4 IN PLOTS AT ISN 02766
PLOTS AT LOC 001730B8 CALLED FROM LOC 40160146 IN ZPREP AT ISN 01290000
ZPREP AT LOC 0015F490 CALLED FROM LOC 4015819A IN PLTTNG AT ISN 00560001
PLTTNG AT LOC 001576A8 CALLED FROM LOC 60156CA6 IN MAIN AT ISN 92009
MAIN AT LOC 40156B7A CALLED FROM (0.5)
JZL900I-U ERROR NUMBER 219 IS DETECTED OVER THE MAXIMUM ERROR COUNT.
ERROR SUMMARY (FORTRAN77)
ERROR NUMBER ERROR COUNT
219 001
READY
    
```

- ④ レーザープリンタに出力する場合
- ②-1 ALLOC □ F (MPTMST) □ DA ('SYS1. KPATNLIB') □ SHR □ REU
- ②-2 ALLOC □ F (GDFILE) □ SYSOUT(H) □ DEST (LOCAL) □ NOH □ REU
- CALL □ NLPPLT

注) LOGOFFあるいは、上②-1,②-2の命令を行わない限り、プリンタに出力されないので、注意すること。

(3) 表示結果

TEKTRONIX 画面上に図を表示する場合について説明する。

前節で説明したように次の順で命令を行うと図 4.5 の画面が現われる。

```

ALLOC □ DA (OUT. DATA) □ F (FT05F001) □ SHR
.PTSIO
CALL □ TSSPLT
    
```

図 4.5 表示後、RETURN キーを押すたびに図 4.5 と交互に図 4.6, 図 4.7, 図 4.8, 図 4.9 が順に表示される。図に示した解析例は、図 4.6 と図 4.7 は導管番号 1 について、図 4.8 と図 4.9 は導管番号 3 についてである。

図 4.3 の入力データからわかるように、3つの導管について図形出力オプション (IPLT=1) が選択されている。しかし、図 4.4 の(その4)からわかるように導管番号 2 については、NEUGT 実行時に入力データエラーが生じている。このように、図形出力オプションを選択しても、入力データエラーが生じるとNEUPLOTは図形表示しない。

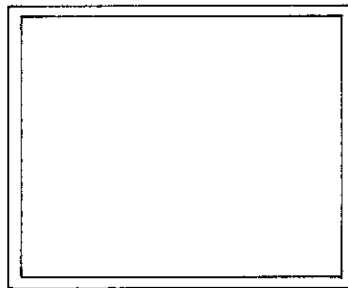


図 4.5 TEKTRONIX 画面

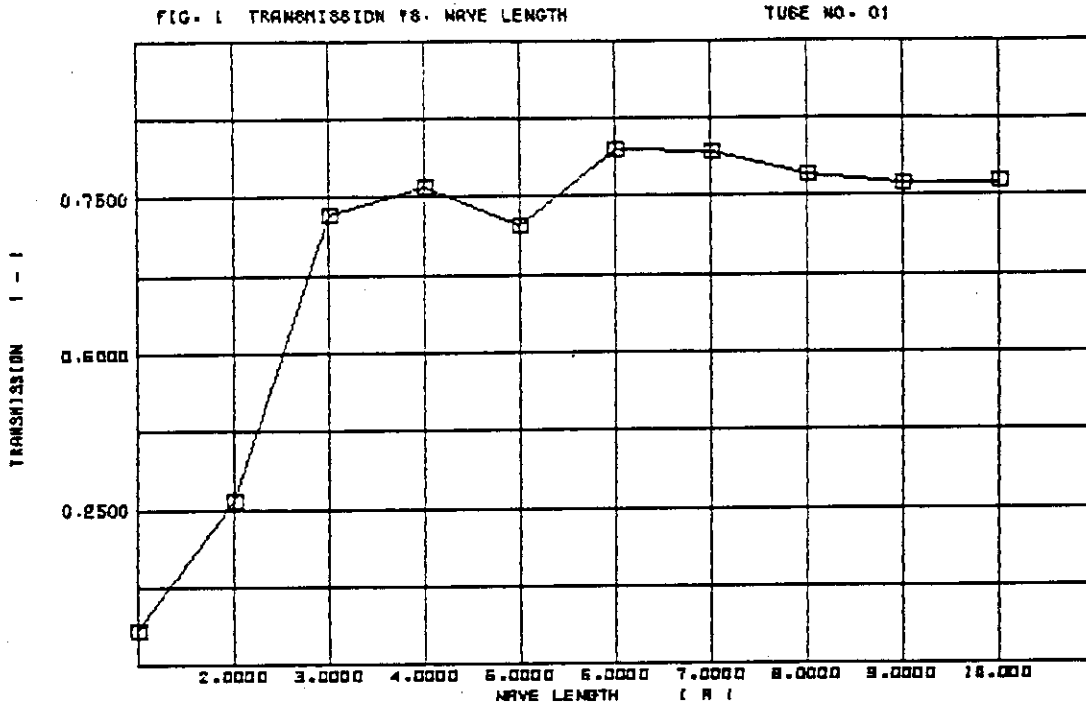


図 4.6 NEUPLOTプログラム表示結果

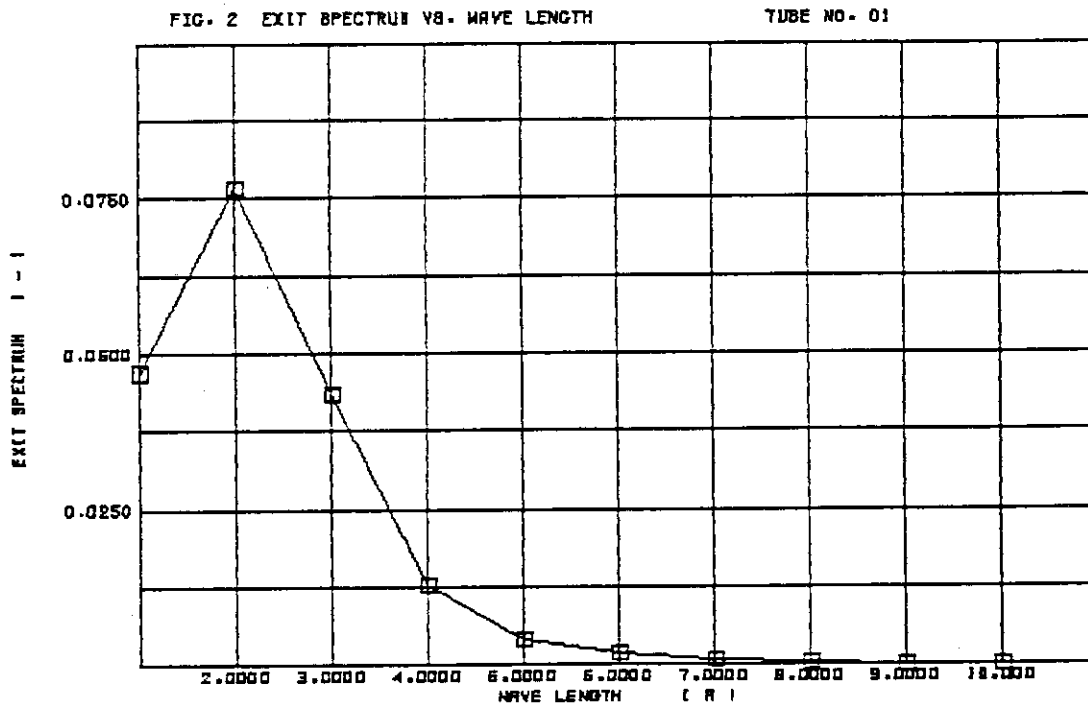


図 4.7 NEUPLOTプログラム表示結果

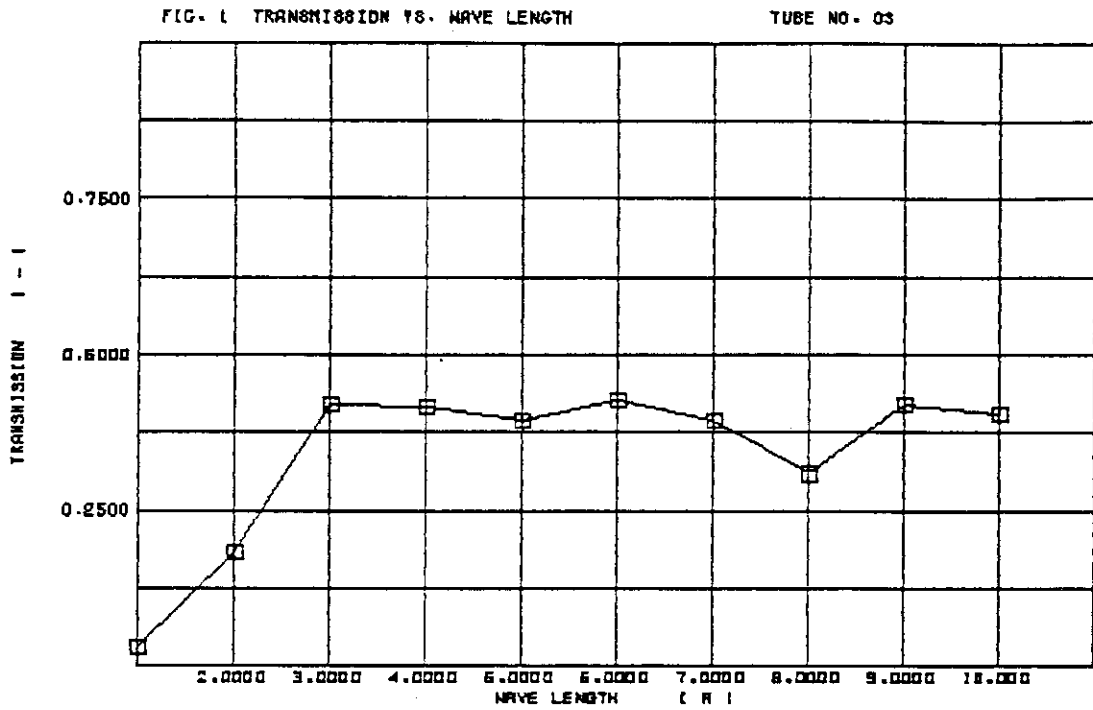


図 4.8 NEUPLOTプログラム表示結果

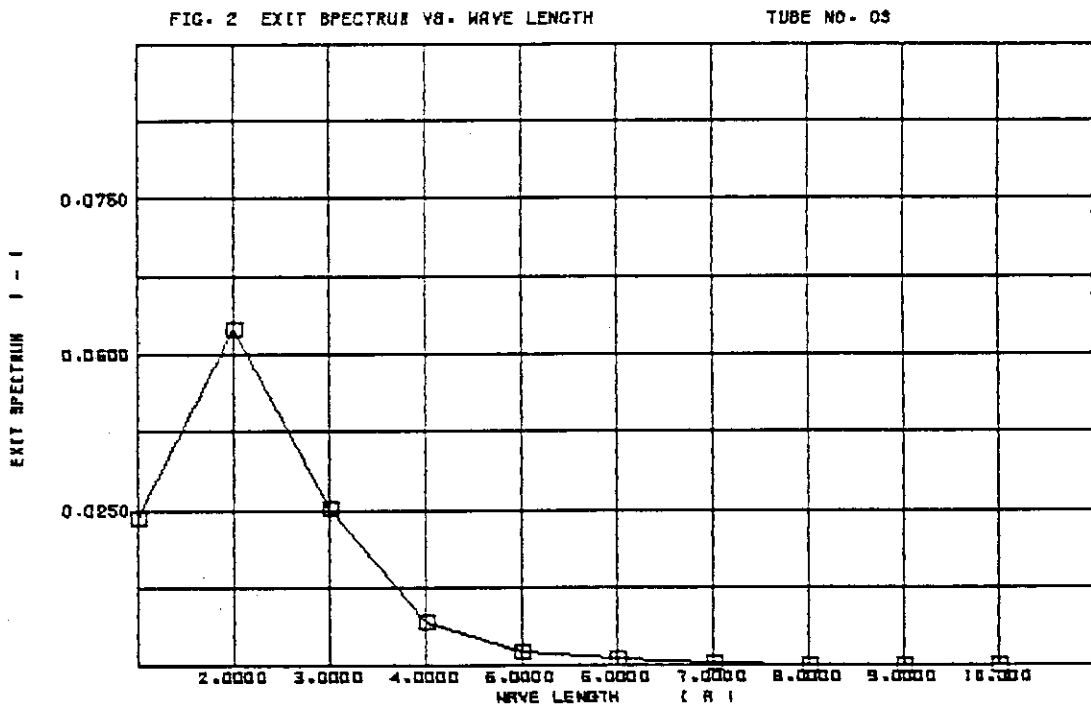


図 4.9 NEUPLOTプログラム表示結果