

中性子スペクトルおよび等価線量率解析用  
直交展開コード ACOF

---

1967 年 8 月

---

日本原子力研究所

Japan Atomic Energy Research Institute

日本原子力研究所は、研究成果、調査結果の報告のため、つぎの3種の研究報告書を、それぞれの通しナンバーを付して、不定期に公刊しております。

- |         |                                  |                 |
|---------|----------------------------------|-----------------|
| 1. 研究報告 | まとまった研究の成果あるいはその一部における重要な結果の報告   | JAERI 1001-3999 |
| 2. 調査報告 | 総説、展望、紹介などを含め、研究の成果 調査の結果をまとめたもの | JAERI 4001-5999 |
| 3. 資料   | 研究成果の普及、開発状況の紹介、施設共同利用の手引など      | JAERI 6001-6999 |

このうち既刊分については「JAERI レポード一覧」にタイトル・要旨をまとめて掲載し、また新刊レポートは「原研びおりお」でその都度紹介しています。これらの研究報告書に関する頒布、版權、複写のお問合せは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あてお申し越しください。

---

Japan Atomic Energy Research Institute publishes the nonperiodical reports with the following classification numbers:

1. **JAERI** 1001-3999 Research reports,
2. **JAERI** 4001-5999 Survey reports and reviews,
3. **JAERI** 6001-6999 Information and Guiding Booklets.

Any inquiries concerning distribution copyright and reprint of the above reports should be directed to the Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

## 中性子スペクトルおよび等価線量率解析用 直交展開コード ACOF

### 要 旨

本コードは直交関数展開法により中性子スペクトルおよび等価線量率を求めるための IBM 7044 コードである。直交関数系は基底関数と密度関数を入力し、それをシュミットの方法で規格直交化するか、または普通の直交関数（三角関数、ベッセル関数、ラゲールの多項式等）をサブルーチンに用意することによって得られる。

本コードは中性子だけでなく  $\gamma$ -線のスペクトルおよび等価線量率の計算に用いることができ、さらに類似の問題である放射性物質の空間分布の計算にも使用することができる。

計算所要時間は検出器 10 個、エネルギーメッシュ点 33 で約 1 分である。

1967 年 4 月

日本原子力研究所 東海研究所  
保健物理安全管理部

龍 福 廣

## Orthonormal expansion code ACOF for analysis of neutron spectra and dose equivalent rates

### Summary

The code ACOF is an IBM 7044 code to obtain neutron spectra and dose equivalent rates by orthonormal expansion methods. An orthonormal set of function is obtained by selecting base functions and a density function to be orthonormalized by the Schmidt method or by preparing conventional orthogonal functions (FOURIER, BESSEL function, and LAGUERRE polynomials) in the subroutine.

This code can be used for the analysis of spectra and dose equivalent rates not only of neutrons but also of photons, and further applied to such an analogous problem as calculation of the spatial distribution of radioactive substance. The time spent in calculation is about one minute, in the case where ten detectors and thirty three energy mesh points are treated.

April 1967

Hiroshi RYUFUKU  
Division of Health Physics and Safety  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute

## 目 次

|                      |   |
|----------------------|---|
| 1. 序 論               | 1 |
| 2. 理 論               | 1 |
| 2.1 中性子スペクトルの解析      | 1 |
| 2.2 中性子等価線量率の計算      | 1 |
| 2.3 感度の一次独立性         | 2 |
| 2.4 スペクトルの修正         | 2 |
| 3. コードの説明            | 3 |
| 3.1 計算の過程            | 3 |
| 3.2 サブプログラム          | 3 |
| 4. 入力と出力             | 5 |
| 4.1 入力データ            | 5 |
| 4.2 入力形式             | 5 |
| 4.3 出力データ            | 6 |
| 5. 計 算 例             | 7 |
| 附録 A. 入力データの例        |   |
| 附録 B. 出力データの例        |   |
| 附録 C. FORTRAN ソースリスト |   |

## Contents

|  |   |
|--|---|
| 1. Introduction                                  | 1 |
| 2. Theory  | 1 |
| 2.1 Analysis of neutron spectra                  | 1 |
| 2.2 Calculation of neutron dose equivalent rates | 1 |
| 2.3 Linear independence of sensitivities         | 2 |
| 2.4 Modification of spectra                      | 2 |
| 3. Description of the code                       | 3 |
| 3.1 Flow of calculation                          | 3 |
| 3.2 Subprograms                                  | 3 |
| 4. Input and output                              | 5 |
| 4.1 Input data                                   | 5 |
| 4.2 Input format                                 | 5 |
| 4.3 Output data                                  | 6 |
| 5. Example                                       | 7 |
| Appendix A. Example of input data                |   |
| Appendix B. Example of output data               |   |
| Appendix C. FORTRAN source list                  |   |

## 1. 序 論

中性子エネルギーの変化に対し、検出器の感度が互いに異なる変化を示し、ある検出器の感度が残りの検出器の感度の一次結合として表わせない（一次独立）ならば、これらの検出器の計数率から中性子スペクトルまたは等価線量率を直交展開法を用いて求めることができる。<sup>1)2)3)</sup> ここで述べる方法は中性子に対してだけでなくγ線等に対しても同様に用いることができ、さらに類似の問題として放射性物質の空間分布の計算<sup>4)</sup>等にも応用することができる。

正規直交関数系としては、普通の直交関数（三角関数、ベッセル関数、ラゲールの多項式等）だけでなく、任意の基底関数をシュミットの方法で規格直交化して用いる

ことができる。基底関数として検出器の感度または「期待されるスペクトル」等を用いることが考えられる。<sup>1)</sup>

等価線量率は実または共役中性子束法で求められる。<sup>2)</sup> 共役中性子束法では、単位中性子束密度当りの等価線量率（以後「線量関数」と呼ぶ）を直交展開法で近似するとき、密度関数の選び方で出てくる結果が異なる。それゆえ、本コードでは任意の密度関数を入力できるようにしてある。

直交展開法においては、感度の一次独立性が重要である。本コードでは、これを定量的に定義して算出するので、一次独立性の良し悪しの評価の基準として用いることができる。

## 2. 理 論

### 2.1 中性子スペクトルの解析

われわれは  $m$  通りの中性子束を同時に取り扱う。  $i$  番目の中性子束を  $\phi_i(x)$  で表わす。また感度が互いに一次独立である検出器を  $n$  個用いる。  $i$  番目の検出器の感度を  $g_i(x)$  で表わす。変数  $x$  は中性子エネルギーあるいはレサージ等にとることができる。さらに、  $j$  番目の中性子束による  $i$  番目の検出器の計数率を  $r_{ij}$  で表わす。次のマトリックスを導入すると便利である。

$$\Phi(x) = \begin{pmatrix} \phi_1(x) \\ \phi_2(x) \\ \dots \\ \phi_m(x) \end{pmatrix}, \quad G(x) = \begin{pmatrix} g_1(x) \\ g_2(x) \\ \dots \\ g_n(x) \end{pmatrix}, \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix} \quad (1)$$

このとき、次の式が成り立つ。

$$R = \int_a^b G(x) \cdot \tilde{\Phi}(x) dx, \quad (2)$$

ここで、  $a$  と  $b$  は定数で区間  $(a, b)$  以外では被積分関数は恒等的にゼロになるとする。  $a, c$  は以後省略する。またマトリックス  $M$  の転置マトリックスを  $\tilde{M}$  で表わす。われわれの目的は  $R$  が与えられたとき、式 (2) を解いて  $\Phi(x)$  を求めることである。

任意の正規直交関数系を列ベクトル  $U(x)$  ( $n$  個の正規直交関数  $\{u_i(x)\}$  を成分にもつ) で表わせば、規格直交性は

$$(U, U) = 1 \quad (3)$$

と書ける。ただし、左辺は  $U(x)$  自身の内積を表し、右辺は単位マトリックスを表わす。一般に  $S(x)$  と  $T(x)$  の内積を

$$(S, T) = \int S(x) \cdot \tilde{T}(x) \rho(x) dx \quad (4)$$

と定義する。ただし、  $\rho(x)$  は密度関数である。

さて、  $\Phi(x)$  を直交関数系  $U(x)$  で展開する。

$$\Phi(x) \approx B \cdot U(x) \quad (5)$$

ここで、  $B$  は  $m$  行  $n$  列のマトリックスである。式 (5) を (2) へ代入して次式を得る。

$$R \approx Q \cdot \tilde{B}, \quad (6)$$

ここで、

$$Q = \int G(x) \cdot \tilde{U}(x) dx \quad (7)$$

$Q$  は正則と仮定して、式 (1) より

$$B \approx (Q^{-1} \cdot R) \quad (8)$$

を得る。ただし、マトリックス  $M$  の逆マトリックスを  $M^{-1}$  で表わす。式 (5) と (8) より中性子束が求められる。

### 2.2 中性子等価線量率の計算

中性子の等価線量率は

$$D = \int h(x) \tilde{\Phi}(x) dx \quad (9)$$

で計算される。ここに  $h(x)$  は単位中性子束密度当りの

等価線量率 (線量関数) である。  $D$  は行ベクトルである。

$$D = (d_1 \ d_2 \ \dots \ d_m) \quad (10)$$

ただし、  $d_i$  は  $i$  番目の中性子束による等価線量率である。

a) 実中性子束法

さて、2.1 で求めた  $\Phi(x)$  を式 (9) へ代入して、等価線量率を求めることができる。式 (5)、(8) と (9) より

$$D \approx H_r \cdot Q^{-1} \cdot R \quad (11)$$

を得る。ただし、  $H_r$  は行ベクトルで、

$$H_r = \int h(x) \tilde{U}(x) dx \quad (12)$$

である。この方法では、実中性子束  $\Phi(x)$  を計算してから式 (9) で等価線量率  $D$  を求めるので、これを実中性子束法と呼ぶ。

b) 共役中性子束法

等価線量率  $D$  を求めるのに、近似式

$$h(x) \approx \Phi^\dagger \cdot \tilde{G}(x) \quad (13)$$

を  $\Phi^\dagger$  について解いて

$$D \approx \Phi^\dagger \cdot R \quad (14)$$

とすることができる。ここに  $\Phi^\dagger$  は  $n$  個の成分をもつ行ベクトルである。

式 (13) は式 (2) に対する共役方程式、また  $\Phi^\dagger$  は  $\Phi(x)$  の共役関数と考えられるので<sup>2)</sup>、この方法を共役中性子束と呼ぶ。

さて、式 (13) を解くのに、直交関数系  $U(x)$  を用いて次のように展開する。

$$h(x) \approx h'(x) = H_a \cdot U(x) \quad (15)$$

$$G(x) \approx G'(x) = A \cdot U(x) \quad (16)$$

ここで、

$$H_a = (h, U) \quad (17)$$

$$A = (G, U) \quad (18)$$

このとき

$$h'(x) = \Phi^\dagger \cdot G'(x) \quad (19)$$

が成り立つ。ここで、  $\Phi^\dagger$  は展開係数 (行ベクトル) である。式 (13) と (19) を比較して

$$\Phi^\dagger \approx \Phi'^\dagger \quad (20)$$

式 (15)、(16) および (19) より

$$H_a \approx \Phi'^\dagger \cdot A \quad (21)$$

$$\Phi^\dagger \approx \Phi'^\dagger = H_a \cdot A^{-1} \quad (22)$$

ただし  $A$  は正則と仮定する。式 (14) より等価線量率

は

$$D_a \approx H_a \cdot A^{-1} \cdot R \quad (23)$$

として求められる。

密度関数  $\rho(x)=1$  のとき式 (17) と (12) は等しくなるので、式 (23) と (11) は一致する。

### 2.3 感度の一次独立性

2.1 と 2.2 で述べたようにマトリックス  $Q$  と  $A$  の正則性が仮定されたが、これは結局検出器の感度の一次独立性を仮定したことになる。一般に感度は実験誤差をもっているの、われわれはいかなる条件をもってその一次独立性が満足されているといえるかを考えなければならぬ。いま  $i$  番目の検出器の感度の、残りの検出器の感度でなる超平面に対する、法線成分

$$N_i(x) = g_i(x) - (g_i, S) S(x)$$

を考えよう。ただし  $S(x)$  は  $\{g_j(x)\} (j \neq i)$  より得られる正規直交関数系で  $(n-1)$  成分の列ベクトルである。 $i$  番目の検出器の感度の実験誤差を  $\epsilon_i$  とすれば、われわれは

$$\left\{ \frac{(N_i, N_i)}{(g_i, g_i)} \right\}^{1/2} \gg \epsilon_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

をもって感度の一次独立性が満足されていると考えてよいだろう。 $(N_i, N_i)/(g_i, g_i)$  を「直交比」と呼ぶことにする。

### 2.4 スペクトルの修正

本コードを放射線管理における二検出器法に応用するとき、実際の中性子スペクトルがエネルギーの低い方に偏っているときは、この方法によって得られる近似スペクトルはエネルギーの高い方で負になることがある。線量関数はエネルギーが高いとき大きな値をとるので、このような場合、得られる等価線量率は負になる。この欠陥をさけるため、次のようなスペクトルの修正をおこなう。すなわち、エネルギーの高い方を下限  $a$  として

$$\int_a^x \Phi(x) dx < 0 \quad \text{のとき} \quad \Phi(x) = 0.$$

この修正によって、等価線量率は 10 MeV ~ 0.625 eV までの範囲で非常によい近似で得られることが計算の結果わかっている。

### 3. コードの説明

#### 3.1 計算の過程

計算の過程を Fig. 1 に示す. このコードでは, 正規直交関数系は入力データとして用意した任意の基底関数を規格直交化するか, またはサブルーチンとして用意した普通の正規直交関数 (三角関数, ベッセル関数, ラゲールの多項式等) を用いることによって得られる.

任意の密度関数を用い, 直交展開法によって実または共役中性子束を求め, 中性子等価線量率を計算する.

最後に, 検出器の感度の一次独立性の評価のための計算をおこなう.

#### 3.2 サブプログラム

##### 1. SUBROUTINE CONFCS (RHO, DX, U, NT, NX, LNT, LNX)

普通の正規直交関数 (フーリエ関数, ベッセル関数, ラゲールの多項式等) を式のまま用意するため用いる.

RHO = 密度関数

DX =  $x$  のメッシュ間隔

U = 正規直交関数

NT = 正規直交関数の数

NX =  $x$  のメッシュ点の数

LNT = NT の最大値 (アジアスタブル・ディメンジョンに用いる)

LNX = NX の最大値 (アジアスタブル・ディメンジョンに用いる)

##### 2. SUBROUTINE ONFS (G, RHO, DX, U, NT, NX)

シュミットの方法で基底関数を規格直交化する.

G = 基底関数

RHO = 密度関数

DX =  $x$  のメッシュ間隔

U = 正規直交関数

NT = 正規直交関数の数

NX =  $x$  のメッシュ点の数

##### 3. FUNCTION DET (W, N)

行列式の値を計算する.

W = マトリックス

N = 次元

##### 4. SUBROUTINE MATINV (V, WINV, N)

逆マトリックスを計算する.

V = マトリックス

WINV = 逆マトリックス

N = マトリックスの次元

##### 5. FUNCTION SIGMA (M, N, F, DK, L)

シンプソン公式により定積分を計算する.

M = 下限のメッシュ点の番号

N = 上限のメッシュ点の番号

F = 被積分関数

DK = メッシュ間隔

L = F のディメンジョン (アジアスタブル・ディメンジョン)

##### 6. MATRIX MULTIPLICATION

###### a) SUBROUTINE MATMPL (A, B, C, N, M, L, LN, LM, LL)

マトリックス A とマトリックス B の積

$C_{ij} = \sum_k A_{ik} B_{kj}$  を計算する.

N = A の行の数

M = A の列の数 = B の行の数

L = B の列の数

LN, LM, LL = N, M, L の最大値

(アジアスタブル・ディメンジョン)

###### b) SUBROUTINE VECMAT (A, B, C, M, L, LM, LL)

ベクトル A とマトリックス B の積

$(C_j = \sum_k A_k B_{kj})$  を計算する.

M, L, LM, LL については a) と同じ.

###### c) SUBROUTINE MATVEC (A, B, C, N, M, LN, LM)

マトリックス A とベクトル B の積

$(C_i = \sum_k A_{ik} B_k)$  を計算する.

N, M, LN, LM については a) と同じ.

###### d) FUNCTION VECVEC (A, B, M, LM)

ベクトル A とベクトル B の積

$(\text{VECVEC} = \sum_k A_k B_k)$  を計算する.

M, LM については a) と同じ.

##### 7. SCALAR PRODUCT

###### a) SUBROUTINE SPVV (F, G, RHO, DK, S, N, M, L, LN, LM, LL)

ベクトル  $F(x)$  とベクトル  $G(x)$  とのスカラ積

$$S_{ij} = \int F_i(x) G_j(x) \text{RHO}(x) dx$$

を計算する.

RHO = 密度関数

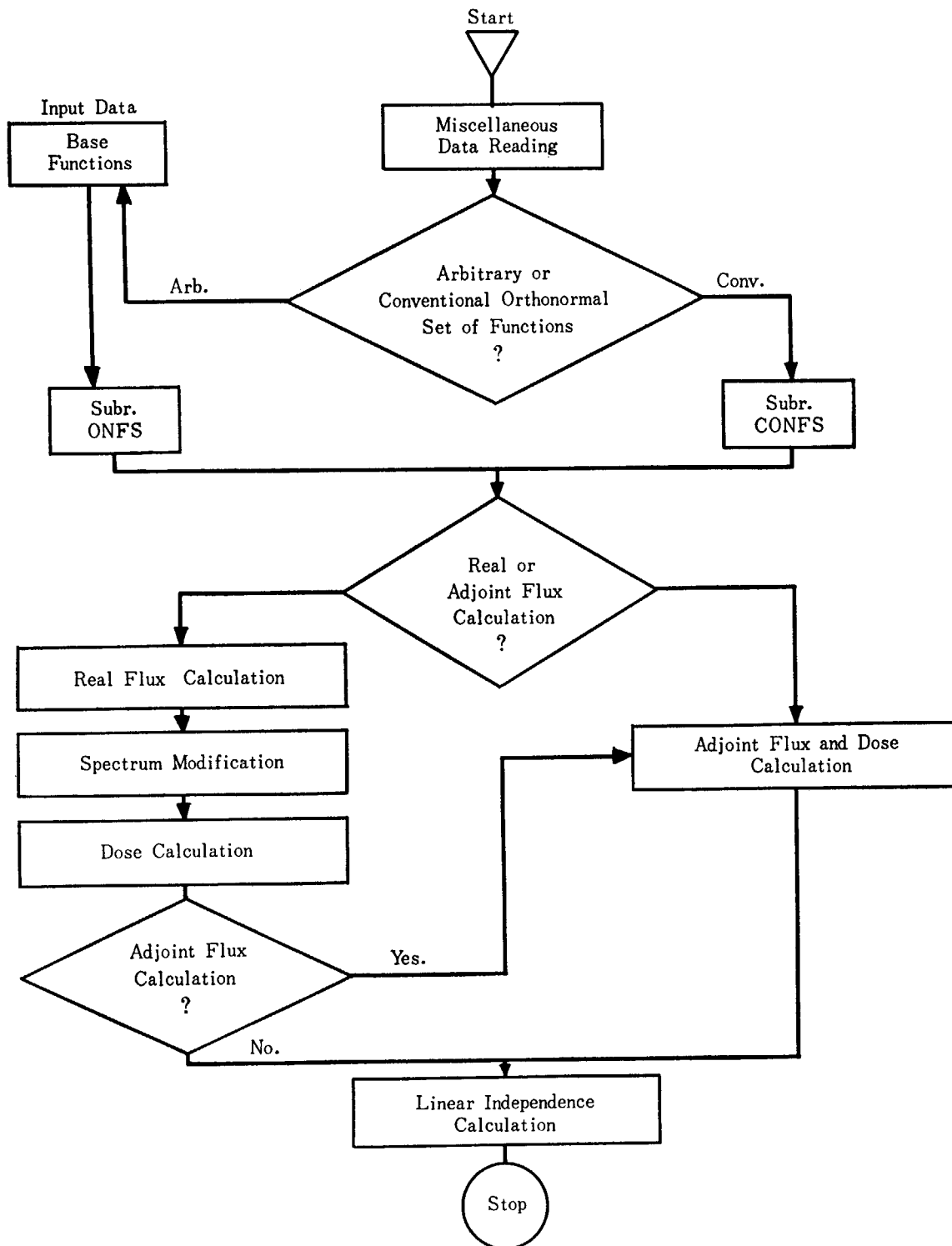


Fig. 1 Flow chart of the ACOF code.



- N, M=ベクトル F, G の成分の数  
 L =x のメッシュ点の数  
 LN, LM, LL=N, M, L の最大値 (アジアスタブル・ディメンジョンに用いる)
- b) SUBROUTINE SPVS (F, G, RHO, DK, S, N, L, LN, LL)  
 ベクトル  $F(x)$  とスカラー  $G(x)$  とのスカラー積  

$$S_i = \int F_i(x)G(x)RHO(x)dx$$
  
 を計算する.  
 N, L, LN, LL については a) と同じ.
- c) SUBROUTINE SPSV (F, G, RHO, DK, S, M, L, LM, LL)  
 スカラー  $F(x)$  とベクトル  $G(x)$  とのスカラー積  

$$S_j = \int F(x)G_j(x)RHO(x)dx$$
  
 を計算する.  
 N, L, LM, LL については a) と同じ.
- d) FUNCTION SPSS (F, G, RHO, DK, L, LL)  
 スカラー  $F(x)$  とスカラー  $G(x)$  とのスカラー積  

$$SPSS = \int F(x)G(x)RHO(x)dx$$
  
 を計算する.  
 L, LL については a) と同じ.
8. SUBROUTINE TRAMAT (A, B, L, M, LL, LM)

- マトリックス A の転置マトリックス ( $B_{ij} = A_{ji}$ ) を計算する.  
 L, M=A の行, 列の数  
 LL, LM=L, M の最大値 (アジアスタブル・ディメンジョンに用いる)
9. SUBROUTINE MODIFY (F, X, NT, NX)  
 関数  $F_n(x)$  を次のように修正する:  

$$\int_0^x F_n(x)dx < 0$$
 ならば  $F_n(x) = 0$   
 F=NT 次のベクトルで, メッシュ点 X (不等間隔でよい) ごとに値が定まっている.  
 NX=X のメッシュ点の数
10. FUNCTION SDX (A, B, F, X, NX)  
 定積分  

$$\int_A^B F(x)dx$$
  
 を計算する.  
 F=メッシュ点 X (不等間隔でよい) ごとに値が定まっている.  
 NX=X のメッシュ点の数
11. FUNCTION CONFUN (X, F, XD, NX)  
 メッシュ点 XD (不等間隔でよい) ごとに値が定まっている関数 F について, メッシュ点間の任意の点 X における F の値を 2 次関数による内挿で決める.  
 NX=XD のメッシュ点の数

## 4. 入力と出力

### 4.1 入力データ

|      |   |
|------|---|
| NAME | 問題番号, 日付, 名前, テーマ, 条件等  |
| NT   | 検出器の数 ≤ 10  |
| NX   | x のメッシュ点の数 ≤ 51 の奇数   |
| DX   | x のメッシュ間隔   |
| XL   | x の下限   |
| IFR  | $\left\{ \begin{array}{l} =1 \text{ 中性子束を入力して試験的に計算するとき} \\ =2 \text{ 実測した計数率を入力して計算するとき} \end{array} \right.$                      |
| IAC  | $\left\{ \begin{array}{l} =1 \text{ 任意の基底関数を入力して規格直交化により正規直交関数系を得るとき} \\ =2 \text{ サブルーチンに用意した普通の正規直交関数を用いるとき} \end{array} \right.$ |
| IRA  | $\left\{ \begin{array}{l} =1 \text{ 実中性子束法} \\ =2 \text{ 共役中性子束法} \\ =3 \text{ 実中性子束法と共役中性子法} \end{array} \right.$                  |
| MD   | $\left\{ \begin{array}{l} =1 \text{ スペクトル修正をする} \\ =0 \text{ " しない} \end{array} \right.$  |

|      |   |
|------|---|
| NF   | 測定ケースの数または入力した中性子束の数                              |
| IU   | 中性子束を群に分けるときの境のメッシュ点 (両端を含める) 奇数.                 |
| IMAX | 中性子束の群の数に 1 を加えた数 ≤ 11                            |
| G    | 検出器の感度 (cpm/n/cm <sup>2</sup> ·sec)               |
| H    | 単位中性子束密度当りの等価線量率 (mren/hr/n/cm <sup>2</sup> ·sec) |
| F    | IFR=1 のとき入力する中性子束密度 (n/cm <sup>2</sup> ·sec)      |
| R    | IFR=2 のとき入力する各検出器の計数率 (cpm)                       |
| RHO  | 密度関数, 任意に選んでよい. IAC=2 のとき不必要                      |
| V    | 基底関数, 任意に選んでよい. IAC=2 のとき不必要                      |

### 4.2 入力形式

入力は TABLE 1 に示す形式でおこなう. 実例を附録 A に示す.

TABLE 1 Input data format

| カードタイプ   | Col. No. | Format | Name    | Comment   |
|----------|----------|--------|---------|---|
| カード I    | 1-72     | 12A6   | NAME    | 任意の英数字  |
| カード II   | 1-12     | I 12   | NT      | 整数 $\leq 10$  |
|          | 13-24    | I 12   | NX      | 整数 $\leq 51$  |
|          | 25-36    | E12.3  | DX      | $\times. \times \times \times E \pm \times \times$ または $\times. \times \times \times E \pm \times *$  |
|          | 37-48    | F12.4  | XL      | $\times \times. \times \times \times *$   |
| カード III  | 1-12     | I 12   | IFR     | 1 または 2   |
|          | 13-24    | I 12   | IAC     | 1 または 2   |
|          | 25-36    | I 12   | IRA     | 1, 2 または 3  |
|          | 37-48    | I 12   | MD      | 0 または 1   |
| カード IV   | 1-12     | I 12   | NF      | 整数 $\leq 10$  |
| カード V    | 1-12     | I 12   | IMAX    | 整数 $\leq 11$  |
|          | 13-72    | 5 I 12 | IU (I)  | 奇数<br>IMAX $>5$ のときはカードを改めて続ける。   |
| カード VI   | 1-72     | 6E12.3 | G(N, K) | $\times. \times \times \times E \pm \times \times$ または $\times. \times \times \times E \pm \times *$<br>G(1, 1), G(1, 2), ..., G(1, NX) の順に続け, 必要なときはカードを改める. 次にカードを改めて G(2, 1), G(2, 2), ..., G(2, NX) と続ける. 以下同様, カード VI は $([NX/6]+1) \times NT$ 枚必要. ただし [ ] は整数部を示す. |
| カード VII  | 1-72     | 6E12.3 | H(K)    | $\times. \times \times \times E \pm \times \times$ または $\times. \times \times \times E \pm \times *$<br>カード VII は $[NX/6]+1$ 枚必要  |
| カード VIII | 1-72     | 6E12.3 | F(J, K) | $\times. \times \times \times E \pm \times \times$ または $\times. \times \times \times E \pm \times *$<br>カード VI 参照. カード VIII は $([NX/6]+1) \times NF$ 枚必要. IFR=2 のとき不必要  |
| カード IX   | 1-72     | 6F12.3 | R(N, J) | $\times \times \times \times. \times \times \times *$<br>R(1, 1), R(2, 1), ..., R(NT, 1) の順で並べる. 必要なときはカードを改める. 次にカードを改めて R(1, 2), R(2, 2), ..., R(NT, 2) の順で並べる. 以下同様, カード IX は $([NT/6]+1) \times NF$ 枚必要. IFR=1 のときは不必要  |
| カード X    | 1-72     | 6E12.3 | RHO(K)  | $\times. \times \times \times E \pm \times \times$ または $\times. \times \times \times E \pm \times *$<br>カード X は $[NX/6]+1$ 枚必要  |
| カード XI   | 1-72     | 6E12.3 | V(N, K) | $\times. \times \times \times E \pm \times \times$ または $\times. \times \times \times E \pm \times *$<br>カード VI 参照.  |

\* 小数点の位置は任意である. また, E は省略してもよい.

### 4.3 出力データ

次にあげるものが出力としてプリントされる. 実例を附録 B に示す.

1) 問題番号, 日付, 名前, テーマ, 条件等

#### \$1. INPUT DATA

- 2) 検出器数,  $x$  のメッシュ点数, メッシュ間隔,  $x$  の下限
- 3) IFR, IAC, IRA
- 4) 線量関数 (単位中性子束当りの等価線量率), 検出器の感度
- 5) 入力した中性子束とそれによる等価線量率 (IFR

=1 のとき)

- 6) 群中性子束
  - 7) 計数率 (IFR=1 のときは入力した中性子束から計算される)
  - 8) 規格直交化すべき基底関数
- #### \$2. ORTHONORMAL FUNCTION AND ORTHONORMALITY CHECK
- 9) 基底関数より組み立てられた正規直交関数  $U(x)$
  - 10) 検出器の感度より組み立てられた正規直交関数  $P(x)$
  - 11) 9) の関数の正規直交性のチェック
  - 12)  $G(x) = CP(x)$  により再計算された感度. C は  $NT \times NT$  マトリックス

- |  |  |
|--|--|
| 13) マトリックス C   | 22) 群中性子束  |
| 14) Cの逆マトリックス CI   | 23) 等価線量率Dの計数率に対する展開係数<br>( $D=C_2 \cdot R$ )      |
| 15) 逆マトリックスのチェック $C_*CI=E$                               | § 4. ADJOINT FLUX CALCULATION<br>(IRA=2 または 3 のとき) |
| § 3. REAL FLUX CALCULATION<br>(IRA=1 または 3 のとき)          | 24) 近似的感度  |
| 16) $W = \int P(x) \cdot \tilde{U}(x) dx$                | 25) 線量関数 $H(x)$ の直交展開係数                            |
| 17) 中性子束 $F(x)$ の直交展開 ( $F(x)=BU(x)$ ) の係<br>数Bの転置マトリックス | 26) 共役中性子束   |
| 18) マトリックス B   | 27) 近似的線量関数のその元の値からのずれ (%)                         |
| 19) 計算された中性子束と等価線量率                                      | 28) 中性子等価線量率                                       |
| 20) 近似度 (直交展開で近似された中性子のノルム<br>の自乗)                       | § 5. INDEPENDENCE OF SENSITIVITY                   |
| 21) 群中性子束 GF の計数率Rに対する展開係数 $C_1$<br>( $GF=C_1 \cdot R$ ) | 29) 各検出器の感度の残りの検出器の感度から成る<br>超平面への投影               |
|  | 30) 直交比 (2.3 参照)                                   |

## 5. 計 算 例

参考文献 1), 2), 3), 4) を見られたい。

### REFERENCES

- |   |  |
|---|--|
| 1) H. RYUFUKU: <i>Japan. J. appl. Phys.</i> , 5 (1966), 903.                                  | 4) Y. YAMAOKA, H. KURODA and H. TATSUTA: <i>A Trial<br/>Production of Plutonium-Contaminated-Wound Counters</i> ,<br>Proceeding of the First Congress of the IRPA in<br>Rome, 5-10 September 1966. |
| 2) H. RYUFUKU: <i>Japan. J. appl. Phys.</i> , 5 (1966), 910.                                  |  |
| 3) H. RYUFUKU, H. TATSUTA and T. SHIROTANI: <i>Japan.<br/>J. appl. Phys.</i> , 5 (1966), 914. |  |

## 謝 辞

本コードの作成にあたり、石黒美佐子および稲見泰生  
両氏 (計算センター)、また本報告の作成にあたり中山  
隆博士 (計算センター) および立田初己氏 (線量計測課)

の御指導を受けた。ここに厚く感謝の意を表すもので  
ある。



7044 INPUT DATA FORM I

| 氏名       |          | 日付        | プログラム名    |           | JOB NO.      |          | カード色指定 |   | PUNCH |   |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------|--------|---|-------|---|
| 所属       |          | 電話        | 研究テーマ番号   |           | JOB DECKNAME |          | 備考     |   | 73-80 |   |
| 1        | 2        | 3         | 4         | 5         | 6            | 7        | 8      | 9 | 0     | 1 |
| 7.500E-1 | 8.130E-1 | 8.750E-1  | 9.380E-1  | 1.000E-0  | 3.050E-0     | F6       | 3      |   |       |   |
| 6.500E-1 | 7.000E-0 | 1.100E+1  | 9.900E-0  | 5.400E-0  | 3.050E-0     | F7       | 1      |   |       |   |
| 1.800E-0 | 1.100E-0 | 6.800E-1  | 3.800E-1  | 2.000E-1  | 1.000E-1     | F7       | 2      |   |       |   |
| 5.000E-2 | 0.000E-0 | 0.000E-0  | 0.000E-0  | 0.000E-0  | 4.000E-0     | F7       | 3      |   |       |   |
| 0.000E-0 | 4.000E-0 | 6.000E-0  | 5.300E-0  | 4.000E-0  | 4.000E-0     | F8       | 1      |   |       |   |
| 5.200E-0 | 6.200E-0 | 6.600E-0  | 6.700E-0  | 6.500E-0  | 6.050E-0     | F8       | 2      |   |       |   |
| 5.200E-0 | 4.100E-0 | 3.000E-0  | 1.600E-0  | 6.500E-1  | 6.050E-0     | F8       | 3      |   |       |   |
| 0.000E-0 | 6.000E-0 | 5.100E-0  | 3.050E-0  | 2.050E-0  | 2.000E-0     | F9       | 1      |   |       |   |
| 2.000E-0 | 2.000E-0 | 2.000E-0  | 2.000E-0  | 2.000E-0  | 2.000E-0     | F9       | 2      |   |       |   |
| 2.000E-0 | 2.000E-0 | 2.000E-0  | 2.000E-0  | 2.000E-0  | 2.000E-0     | F9       | 3      |   |       |   |
| 0.000E-0 | 1.850E-0 | 3.000E-0  | 2.000E-0  | 1.420E-0  | 9.800E-1     | F10      | 1      |   |       |   |
| 7.600E-1 | 6.800E-1 | 6.700E-1  | 6.600E-1  | 6.500E-1  | 6.200E-1     | F10      | 2      |   |       |   |
| 6.200E-1 | 5.400E-1 | 5.000E-1  | 4.800E-1  | 4.600E-1  | 4.600E-1     | F10      | 3      |   |       |   |
| 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0     | 1.E-0     | 1.E-0     | 1.E-0        | 1.E-0RH0 | 1      |   |       |   |
| 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0     | 1.E-0     | 1.E-0     | 1.E-0        | 1.E-0RH0 | 2      |   |       |   |
| 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0     | 1.E-0     | 1.E-0     | 1.E-0        | 1.E-0RH0 | 3      |   |       |   |
| 3.000E-0 | 2.740E+1 | 3.480E-0  | 1.480E-0  | 2.320E-1  | 3.130E-2     | V1       | 1      |   |       |   |
| 4.030E-3 | 5.110E-4 | 6.440E-5  | 8.100E-6  | 1.020E-6  | 1.280E-7     | V1       | 2      |   |       |   |
| 1.610E-8 | 2.030E-9 | 2.550E-10 | 3.200E-11 | 4.030E-12 | 4.030E-12    | V1       | 3      |   |       |   |
| 9.620E-3 | 3.530E-1 | 4.050E-1  | 1.510E-1  | 3.870E-2  | 8.750E-3     | V2       | 1      |   |       |   |

D-1

\*73-80: DATA ID.: 73-80: SEQUENTIAL NUMBER

7044 INPUT DATA FORM I

| 氏名       |          | 日付       | プログラム名   |           | JOB NO.      |    | カード色指定 |   | PUNCH |   |
|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|----|--------|---|-------|---|
| 所属       |          | 電話       | 研究テーマ番号  |           | JOB DECKNAME |    | 備考     |   | 73-80 |   |
| 1        | 2        | 3        | 4        | 5         | 6            | 7  | 8      | 9 | 0     | 1 |
| 1.890E-3 | 4.030E-4 | 8.540E-5 | 1.800E-5 | 3.810E-6  | 8.050E-7     | V2 | 2      |   |       |   |
| 1.700E-7 | 3.590E-8 | 7.580E-9 | 1.600E-9 | 3.380E-10 | 1.E-0        | V2 | 3      |   |       |   |
| 0.E-0    | 0.E-0    | 0.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0     | 1.E-0        | V3 | 1      |   |       |   |
| 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0     | 1.E-0        | V3 | 2      |   |       |   |
| 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0    | 1.E-0     | 1.E-0        | V3 | 3      |   |       |   |
| 0.000E-0 | 5.000E-2 | 2.500E-1 | 1.000E-0 | 3.000E-0  | 1.450E-0     | V4 | 1      |   |       |   |
| 6.500E-1 | 2.700E-1 | 7.500E-2 | 0.E-0    | 0.E-0     | 0.E-0        | V4 | 2      |   |       |   |
| 0.E-0    | 0.E-0    | 0.E-0    | 0.E-0    | 0.E-0     | 0.E-0        | V4 | 3      |   |       |   |
| 0.000E-0 | 6.520E-2 | 1.250E-1 | 1.880E-1 | 2.500E-1  | 3.130E-1     | V5 | 1      |   |       |   |
| 3.750E-1 | 4.380E-1 | 5.000E-1 | 5.630E-1 | 6.250E-1  | 6.880E-1     | V5 | 2      |   |       |   |
| 7.500E-1 | 8.130E-1 | 8.750E-1 | 9.380E-1 | 1.000E-0  | 1.000E-0     | V5 | 3      |   |       |   |

D-1

\*73-80: DATA ID.: 73-80: SEQUENTIAL NUMBER

# 附録 B 出力データの例

REAL AND ADJOINT FLUX CALCULATION BY ARBITRARY ORTHONORMAL FUNCTIONS

PROB.1 APR.15.1966 T.YAMADA 14.0 8.5 6.5 4.5 BARE 5-FLUX RHO=1

## §1. INPUT DATA

NO. DETECTOR = 5      NO. MESH POINT = 17      INTERVAL OF MESH = 1.0367750E 00      LOWER LIM.=      0.0000

IFR= 1      IAC= 1      IRA= 3

## H-FUNCTION AND DETECTOR SENSITIVITY

| MESH POINT | H         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.0000     | 1.450E-01 | 1.220E 01 | 8.500E 00 | 6.600E 00 | 4.000E 00 | 1.060E-03 |
| 1.0368     | 1.400E-01 | 1.700E 01 | 1.650E 01 | 1.600E 01 | 1.250E 01 | 1.890E-03 |
| 2.0735     | 1.210E-01 | 1.320E 01 | 2.350E 01 | 2.500E 01 | 2.200E 01 | 3.000E-03 |
| 3.1103     | 8.000E-02 | 6.800E 00 | 2.150E 01 | 2.800E 01 | 2.900E 01 | 5.100E-03 |
| 4.1471     | 3.950E-02 | 4.100E 00 | 1.560E 01 | 2.420E 01 | 2.700E 01 | 8.600E-03 |
| 5.1839     | 1.950E-02 | 3.200E 00 | 1.200E 01 | 2.000E 01 | 2.600E 01 | 1.420E-02 |
| 6.2206     | 9.300E-03 | 2.700E 00 | 1.020E 01 | 1.670E 01 | 2.100E 01 | 2.400E-02 |
| 7.2574     | 5.000E-03 | 2.450E 00 | 9.600E 00 | 1.520E 01 | 1.980E 01 | 4.050E-02 |
| 8.2942     | 4.300E-03 | 2.200E 00 | 9.200E 00 | 1.520E 01 | 1.980E 01 | 6.800E-02 |
| 9.3310     | 4.300E-03 | 2.000E 00 | 9.000E 00 | 1.510E 01 | 2.000E 01 | 1.120E-01 |
| 10.3677    | 4.300E-03 | 1.890E 00 | 8.900E 00 | 1.500E 01 | 2.050E 01 | 1.900E-01 |
| 11.4045    | 4.300E-03 | 1.770E 00 | 8.700E 00 | 1.480E 01 | 2.100E 01 | 3.200E-01 |
| 12.4413    | 4.300E-03 | 1.680E 00 | 8.300E 00 | 1.450E 01 | 2.150E 01 | 5.400E-01 |
| 13.4781    | 4.300E-03 | 1.600E 00 | 8.100E 00 | 1.420E 01 | 2.200E 01 | 9.100E-01 |
| 14.5148    | 4.300E-03 | 1.600E 00 | 7.800E 00 | 1.390E 01 | 2.220E 01 | 1.510E 00 |
| 15.5516    | 4.300E-03 | 1.570E 00 | 7.500E 00 | 1.350E 01 | 2.270E 01 | 2.550E 00 |
| 16.5884    | 4.300E-03 | 1.520E 00 | 7.200E 00 | 1.300E 01 | 2.300E 01 | 4.350E 00 |

## INPUT FLUX AND DOSE

| MESH    | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.0000  | 3.000E 00 | 9.620E-03 | 0.        | 1.000E-02 | 0.        | 0.        | 6.500E-01 | 0.        | 0.        | 0.        |
| 1.0368  | 2.740E 01 | 3.530E-01 | 0.        | 1.500E-02 | 3.100E 00 | 5.500E-01 | 7.000E 00 | 4.000E 00 | 4.000E 00 | 1.850E 00 |
| 2.0735  | 3.480E 00 | 4.050E-01 | 0.        | 2.200E-02 | 5.800E 00 | 1.200E 00 | 1.100E 01 | 6.000E 00 | 6.000E 00 | 3.000E 00 |
| 3.1103  | 1.480E 00 | 1.510E-01 | 1.000E 00 | 3.200E-02 | 8.000E 00 | 1.750E 00 | 9.900E 00 | 5.300E 00 | 5.100E 00 | 2.000E 00 |
| 4.1471  | 2.320E-01 | 3.870E-02 | 1.000E 00 | 4.300E-02 | 9.400E 00 | 2.380E 00 | 5.400E 00 | 4.000E 00 | 3.050E 00 | 1.420E 00 |
| 5.1839  | 3.130E-02 | 8.750E-03 | 1.000E 00 | 5.500E-02 | 1.000E 01 | 3.050E 00 | 3.050E 00 | 4.000E 00 | 2.050E 00 | 9.800E-01 |
| 6.2206  | 4.030E-03 | 1.890E-03 | 1.000E 00 | 6.800E-02 | 9.300E 00 | 3.700E 00 | 1.800E 00 | 5.200E 00 | 2.000E 00 | 7.600E-01 |
| 7.2574  | 5.110E-04 | 4.030E-04 | 1.000E 00 | 8.400E-02 | 8.200E 00 | 4.400E 00 | 1.100E 00 | 6.200E 00 | 2.000E 00 | 6.800E-01 |
| 8.2942  | 6.440E-05 | 8.540E-05 | 1.000E 00 | 9.700E-02 | 7.100E 00 | 5.200E 00 | 6.800E-01 | 6.600E 00 | 2.000E 00 | 6.700E-01 |
| 9.3310  | 8.100E-06 | 1.800E-05 | 1.000E 00 | 1.000E-01 | 6.100E 00 | 6.000E 00 | 3.800E-01 | 6.700E 00 | 2.000E 00 | 6.600E-01 |
| 10.3677 | 1.020E-06 | 3.810E-06 | 1.000E 00 | 9.200E-02 | 5.100E 00 | 6.850E 00 | 2.000E-01 | 6.500E 00 | 2.000E 00 | 6.500E-01 |
| 11.4045 | 1.280E-07 | 8.050E-07 | 1.000E 00 | 7.700E-02 | 4.150E 00 | 7.850E 00 | 1.000E-01 | 6.050E 00 | 2.000E 00 | 6.200E-01 |
| 12.4413 | 1.610E-08 | 1.700E-07 | 1.000E 00 | 6.200E-02 | 3.200E 00 | 9.150E 00 | 5.000E-02 | 5.200E 00 | 2.000E 00 | 5.400E-01 |
| 13.4781 | 2.030E-09 | 3.590E-08 | 1.000E 00 | 4.000E-02 | 2.300E 00 | 9.600E 00 | 0.        | 4.100E 00 | 2.000E 00 | 5.400E-01 |
| 14.5148 | 2.550E-10 | 7.580E-09 | 1.000E 00 | 3.000E-02 | 1.500E 00 | 9.200E 00 | 0.        | 3.000E 00 | 2.000E 00 | 5.000E-01 |
| 15.5516 | 3.200E-11 | 1.600E-09 | 1.000E 00 | 1.500E-02 | 7.500E-01 | 7.250E 00 | 0.        | 1.600E 00 | 2.000E 00 | 4.800E-01 |
| 16.5884 | 4.030E-12 | 3.380E-10 | 1.000E 00 | 1.000E-02 | 0.        | 0.        | 0.        | 6.500E-01 | 2.000E 00 | 4.600E-01 |

DOSE      5.915E 00      1.207E-01      2.153E-01      1.469E-02      2.742E 00      8.746E-01      3.657E 00      2.329E 00      2.079E 00      9.265E-01

## GROUP FLUX

| MESH    | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 6.2206  | 4.357E 01 | 1.019E 00 | 3.802E 00 | 2.129E-01 | 4.289E 01 | 1.115E 01 | 3.976E 01 | 2.709E 01 | 2.236E 01 | 9.995E 00 |
| 16.5884 | 2.156E-03 | 1.298E-03 | 1.037E 01 | 6.580E-01 | 4.462E 01 | 7.081E 01 | 3.449E 00 | 5.082E 01 | 2.074E 01 | 6.228E 00 |

## INPUT COUNT RATE

| DET. NO. | CASE NO.1 | 2       | 3        | 4       | 5         | 6         | 7        | 8         | 9        | 10       |
|----------|-----------|---------|----------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| 1        | 703.0226  | 13.6041 | 37.1235  | 2.6367  | 373.5369  | 192.7852  | 399.1908 | 332.3873  | 255.3266 | 110.6873 |
| 2        | 737.3489  | 19.7279 | 149.5721 | 9.1487  | 1106.6052 | 773.7922  | 782.3597 | 922.8265  | 592.1229 | 238.6635 |
| 3        | 735.0945  | 21.5933 | 240.2553 | 14.4184 | 1637.1160 | 1275.2616 | 967.8101 | 1359.6440 | 811.5944 | 316.9573 |
| 4        | 595.2974  | 19.3775 | 318.2899 | 18.5832 | 1951.6943 | 1776.2374 | 970.4898 | 1672.0173 | 942.4630 | 353.0709 |
| 5        | 0.0924    | 0.0033  | 8.5839   | 0.2463  | 13.0227   | 56.5933   | 0.4745   | 22.3201   | 17.2199  | 4.4129   |

## INPUT FUNCTION TO BE ORTHONORMALIZED

| MESH    | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.0000  | 3.000E 00 | 9.620E-03 | 0.        | 0.        | 0.        |
| 1.0368  | 2.740E 01 | 3.530E-01 | 0.        | 5.000E-02 | 6.520E-02 |
| 2.0735  | 3.480E 00 | 4.050E-01 | 0.        | 2.500E-01 | 1.250E-01 |
| 3.1103  | 1.480E 00 | 1.510E-01 | 1.000E 00 | 1.000E 00 | 1.880E-01 |
| 4.1471  | 2.320E-01 | 3.870E-02 | 1.000E 00 | 3.000E 00 | 2.500E-01 |
| 5.1839  | 3.130E-02 | 8.750E-03 | 1.000E 00 | 1.450E 00 | 3.130E-01 |
| 6.2206  | 4.030E-03 | 1.890E-03 | 1.000E 00 | 6.500E-01 | 3.750E-01 |
| 7.2574  | 5.110E-04 | 4.030E-04 | 1.000E 00 | 2.700E-01 | 4.380E-01 |
| 8.2942  | 6.440E-05 | 8.540E-05 | 1.000E 00 | 7.500E-02 | 5.000E-01 |
| 9.3310  | 8.100E-06 | 1.800E-05 | 1.000E 00 | 0.        | 5.630E-01 |
| 10.3677 | 1.020E-06 | 3.810E-06 | 1.000E 00 | 0.        | 6.250E-01 |
| 11.4045 | 1.280E-07 | 8.050E-07 | 1.000E 00 | 0.        | 6.880E-01 |
| 12.4413 | 1.610E-08 | 1.700E-07 | 1.000E 00 | 0.        | 7.500E-01 |
| 13.4781 | 2.030E-09 | 3.590E-08 | 1.000E 00 | 0.        | 8.130E-01 |
| 14.5148 | 2.550E-10 | 7.580E-09 | 1.000E 00 | 0.        | 8.750E-01 |
| 15.5516 | 3.200E-11 | 1.600E-09 | 1.000E 00 | 0.        | 9.380E-01 |
| 16.5884 | 4.030E-12 | 3.380E-10 | 1.000E 00 | 0.        | 1.000E 00 |

82. ORTHONORMAL FUNCTION AND ORTHONORMALITY CHECK

ORTHONORMAL FUNCTIONS OBTAINED FROM INPUT FUNCTIONS

| MESH    | RHO       | 1         | 2          | 3          | 4          | 5          |
|---------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 0.0000  | 1.000E 00 | 9.248E-02 | -9.545E-02 | 1.491E-02  | 2.039E-02  | -1.173E-02 |
| 1.0368  | 1.000E 00 | 8.446E-01 | -8.584E-02 | -8.536E-04 | 1.117E-03  | 3.924E-03  |
| 2.0735  | 1.000E 00 | 1.073E-01 | 1.057E 00  | -1.863E-01 | -1.877E-01 | 2.534E-01  |
| 3.1103  | 1.000E 00 | 4.562E-02 | 3.864E-01  | 2.015E-01  | 1.104E-01  | -3.936E-01 |
| 4.1471  | 1.000E 00 | 7.152E-03 | 1.051E-01  | 2.512E-01  | 9.099E-01  | 3.877E-01  |
| 5.1839  | 1.000E 00 | 9.648E-04 | 2.464E-02  | 2.654E-01  | 3.692E-01  | -4.603E-02 |
| 6.2206  | 1.000E 00 | 1.242E-04 | 5.436E-03  | 2.688E-01  | 8.417E-02  | -2.263E-01 |
| 7.2574  | 1.000E 00 | 1.575E-05 | 1.173E-03  | 2.695E-01  | -5.246E-02 | -2.619E-01 |
| 8.2942  | 1.000E 00 | 1.985E-06 | 2.505E-04  | 2.697E-01  | -1.229E-01 | -2.359E-01 |
| 9.3310  | 1.000E 00 | 2.497E-07 | 5.302E-05  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | -1.674E-01 |
| 10.3677 | 1.000E 00 | 3.144E-08 | 1.125E-05  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | -7.487E-02 |
| 11.4045 | 1.000E 00 | 3.946E-09 | 2.381E-06  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | 1.918E-02  |
| 12.4413 | 1.000E 00 | 4.963E-10 | 5.032E-07  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | 1.117E-01  |
| 13.4781 | 1.000E 00 | 6.258E-11 | 1.063E-07  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | 2.058E-01  |
| 14.5148 | 1.000E 00 | 7.861E-12 | 2.246E-08  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | 2.983E-01  |
| 15.5516 | 1.000E 00 | 9.864E-13 | 4.741E-09  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | 3.924E-01  |
| 16.5884 | 1.000E 00 | 1.242E-13 | 1.002E-09  | 2.697E-01  | -1.500E-01 | 4.849E-01  |

ORTHONORMAL FUNCTIONS OBTAINED FROM SENSITIVITY

| MESH    | RHO       | 1         | 2          | 3          | 4          | 5          |
|---------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 0.0000  | 1.000E 00 | 4.606E-01 | -3.824E-01 | 2.596E-01  | 3.258E-02  | -9.343E-02 |
| 1.0368  | 1.000E 00 | 6.418E-01 | -3.699E-01 | 1.971E-01  | -4.622E-02 | 1.527E-02  |
| 2.0735  | 1.000E 00 | 4.984E-01 | 8.694E-02  | -6.092E-01 | 2.870E-01  | -8.262E-02 |
| 3.1103  | 1.000E 00 | 2.567E-01 | 3.736E-01  | -4.702E-01 | -2.345E-02 | 8.503E-02  |
| 4.1471  | 1.000E 00 | 1.548E-01 | 3.176E-01  | 6.073E-02  | -4.855E-01 | 3.597E-01  |
| 5.1839  | 1.000E 00 | 1.208E-01 | 2.417E-01  | 2.265E-01  | -4.174E-01 | 1.925E-01  |
| 6.2206  | 1.000E 00 | 1.019E-01 | 2.066E-01  | 1.525E-01  | -1.803E-01 | -4.366E-02 |
| 7.2574  | 1.000E 00 | 9.250E-02 | 1.995E-01  | 6.847E-02  | 7.649E-03  | -2.223E-01 |
| 8.2942  | 1.000E 00 | 8.306E-02 | 1.994E-01  | 1.299E-01  | -8.704E-02 | -1.248E-01 |
| 9.3310  | 1.000E 00 | 7.551E-02 | 2.036E-01  | 1.400E-01  | -7.286E-02 | -1.333E-01 |
| 10.3677 | 1.000E 00 | 7.136E-02 | 2.062E-01  | 1.377E-01  | 1.599E-03  | -1.997E-01 |
| 11.4045 | 1.000E 00 | 6.683E-02 | 2.059E-01  | 1.437E-01  | 8.233E-02  | -2.546E-01 |
| 12.4413 | 1.000E 00 | 6.343E-02 | 1.969E-01  | 1.842E-01  | 1.406E-01  | -2.573E-01 |
| 13.4781 | 1.000E 00 | 6.041E-02 | 1.944E-01  | 1.818E-01  | 2.519E-01  | -2.313E-01 |
| 14.5148 | 1.000E 00 | 6.041E-02 | 1.839E-01  | 2.099E-01  | 2.946E-01  | -1.814E-02 |
| 15.5516 | 1.000E 00 | 5.928E-02 | 1.750E-01  | 2.222E-01  | 4.092E-01  | 3.178E-01  |
| 16.5884 | 1.000E 00 | 5.739E-02 | 1.673E-01  | 2.197E-01  | 5.321E-01  | 1.020E 00  |

ORTHONORMALITY CHECK

|             |             |             |             |             |  |  |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|--|
| 0.99999999  | 0.00000000  | -0.00000000 | 0.00000000  | 0.00000001  |  |  |
| 0.00000000  | 0.99999998  | 0.00000001  | 0.00000000  | -0.00000000 |  |  |
| -0.00000000 | 0.00000001  | 0.99999999  | -0.00000000 | 0.00000009  |  |  |
| 0.00000000  | 0.00000000  | -0.00000000 | 1.00000000  | -0.00000001 |  |  |
| 0.00000001  | -0.00000000 | 0.00000009  | -0.00000001 | 0.99999999  |  |  |

RECALCULATED SENSITIVITY

| MESH    | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.0000  | 1.220E 01 | 8.500E 00 | 6.600E 00 | 4.000E 00 | 1.060E-03 |
| 1.0368  | 1.700E 01 | 1.650E 01 | 1.400E 01 | 1.250E 01 | 1.890E-03 |
| 2.0735  | 1.320E 01 | 2.350E 01 | 2.500E 01 | 2.200E 01 | 3.000E-03 |
| 3.1103  | 6.800E 00 | 2.150E 01 | 2.800E 01 | 2.900E 01 | 5.100E-03 |
| 4.1471  | 4.100E 00 | 1.560E 01 | 2.420E 01 | 2.700E 01 | 8.601E-03 |
| 5.1839  | 3.200E 00 | 1.200E 01 | 2.000E 01 | 2.400E 01 | 1.420E-02 |
| 6.2206  | 2.700E 00 | 1.020E 01 | 1.670E 01 | 2.100E 01 | 2.400E-02 |
| 7.2574  | 2.450E 00 | 9.600E 00 | 1.520E 01 | 1.980E 01 | 4.050E-02 |
| 8.2942  | 2.200E 00 | 9.200E 00 | 1.520E 01 | 1.980E 01 | 6.800E-02 |
| 9.3310  | 2.000E 00 | 9.000E 00 | 1.510E 01 | 2.000E 01 | 1.120E-01 |
| 10.3677 | 1.890E 00 | 8.900E 00 | 1.500E 01 | 2.050E 01 | 1.900E-01 |
| 11.4045 | 1.770E 00 | 8.700E 00 | 1.480E 01 | 2.100E 01 | 3.200E-01 |
| 12.4413 | 1.680E 00 | 8.300E 00 | 1.450E 01 | 2.150E 01 | 5.400E-01 |
| 13.4781 | 1.600E 00 | 8.100E 00 | 1.420E 01 | 2.200E 01 | 9.100E-01 |
| 14.5148 | 1.600E 00 | 7.800E 00 | 1.390E 01 | 2.220E 01 | 1.510E 00 |
| 15.5516 | 1.570E 00 | 7.500E 00 | 1.350E 01 | 2.270E 01 | 2.550E 00 |
| 16.5884 | 1.520E 00 | 7.200E 00 | 1.300E 01 | 2.300E 01 | 4.350E 00 |

MATRIX C

|            |            |            |             |             |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 2.6487E 01 | 7.4506E-09 | 1.6913E-06 | -1.2666E-06 | 5.1095E-07  |
| 4.2171E 01 | 2.8568E 01 | 4.1723E-06 | -1.9073E-06 | -3.5763E-07 |
| 5.1167E 01 | 4.9749E 01 | 7.9191E 00 | -8.8215E-06 | 8.1062E-06  |
| 5.2704E 01 | 6.7521E 01 | 2.0360E 01 | 7.9035E 00  | 2.7895E-05  |
| 5.2731E-01 | 1.5604E 00 | 1.7465E 00 | 2.9272E 00  | 2.0758E 00  |

INVERSE MATRIX OF C

|             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3.7755E-02  | 3.1860E-08  | -3.1749E-08 | 1.0166E-08  | -1.1112E-08 |
| -5.5732E-02 | 3.5004E-02  | 1.1118E-08  | -8.7925E-09 | 2.2433E-08  |
| 1.0618E-01  | -2.1390E-01 | 1.2628E-01  | 3.1313E-07  | -5.6225E-07 |
| -4.9165E-02 | 2.6744E-01  | -3.2530E-01 | 1.2653E-01  | -3.6939E-07 |
| 1.2297E-02  | -2.1842E-01 | 3.5247E-01  | -1.7842E-01 | 4.8173E-01  |

CHECK OF INVERSE MATRIX C\*C1=E

|             |             |             |            |             |
|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 1.00000000  | 0.00000000  | -0.00000000 | 0.00000000 | -0.00000000 |
| 0.00000003  | 0.99999998  | -0.00000000 | 0.00000000 | -0.00000000 |
| 0.00000005  | -0.00000002 | 0.99999999  | 0.00000000 | -0.00000000 |
| 0.00000003  | -0.00000004 | -0.00000003 | 1.00000000 | -0.00000009 |
| -0.00000001 | 0.00000000  | -0.00000002 | 0.00000000 | 1.00000000  |

## §3. REAL FLUX CALCULATION

## MATRIX W

|             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 8.1820E-01  | 4.2569E-01  | 2.8847E-01  | 5.2389E-02  | -2.3062E-02 |
| -4.1216E-01 | 3.5204E-01  | 8.0044E-01  | 1.1507E-01  | -7.6774E-02 |
| 1.6420E-01  | -7.1522E-01 | 4.9627E-01  | -5.3104E-02 | 3.1200E-01  |
| -3.6098E-02 | 1.5131E-01  | 5.3441E-02  | -7.7461E-01 | 4.7208E-01  |
| 1.6110E-02  | 1.8481E-02  | -5.3134E-02 | 4.3054E-01  | 4.1993E-01  |

## TRANSPOSE MATRIX CF B

|             |            |             |             |             |             |             |             |            |             |
|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 3.2440E 01  | 4.5222E-01 | 6.9453E-02  | 4.1149E-02  | 5.8396E 00  | 1.6911E 00  | 9.1336E 00  | 6.4560E 00  | 5.2830E 00 | 2.5272E 00  |
| -3.0831E-06 | 3.3737E-01 | 6.4655E-01  | -5.7030E-03 | 6.5932E 00  | -4.0851E-01 | 1.4505E 01  | 4.7427E 00  | 7.3171E 00 | 3.1574E 00  |
| 9.2108E-07  | 1.3952E-08 | 3.7076E 00  | 2.3319E-01  | 2.0572E 01  | 2.2606E 01  | 3.9018E 00  | 1.8058E 01  | 7.5673E 00 | 2.5350E 00  |
| 4.6510E-06  | 5.2681E-07 | -9.2387E-07 | -3.6058E-02 | 6.8523E 00  | -1.0007E 01 | 5.3758E 00  | -3.1309E 00 | 3.9693E-01 | 5.5634E-01  |
| -6.9062E-06 | 4.6683E-08 | -2.4438E-06 | -1.2705E-01 | -9.7544E 00 | -3.1211E 00 | -7.1162E-01 | -8.7974E 00 | 5.6005E-02 | -2.9205E-01 |

## MATRIX B

|            |             |            |             |             |
|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 3.2440E 01 | -3.0831E-06 | 9.2108E-07 | 4.6510E-06  | -6.9062E-06 |
| 4.5222E-01 | 3.3737E-01  | 1.3952E-08 | 5.2681E-07  | 4.6683E-08  |
| 6.9453E-02 | 6.4655E-01  | 3.7076E 00 | -9.2387E-07 | -2.4438E-06 |
| 4.1149E-02 | -5.7030E-03 | 2.3319E-01 | -3.6058E-02 | -1.2705E-01 |
| 5.8396E 00 | 6.5932E 00  | 2.0572E 01 | 6.8523E 00  | -9.7544E 00 |
| 1.6911E 00 | -4.0851E-01 | 2.2606E 01 | -1.0007E 01 | -3.1211E 00 |
| 9.1336E 00 | 1.4505E 01  | 3.9018E 00 | 5.3758E 00  | -7.1162E-01 |
| 6.4560E 00 | 4.7427E 00  | 1.8058E 01 | -3.1309E 00 | -8.7974E 00 |
| 5.2830E 00 | 7.3171E 00  | 7.5673E 00 | 3.9693E-01  | 5.6005E-02  |
| 2.5272E 00 | 3.1574E 00  | 2.5350E 00 | 5.5634E-01  | -2.9205E-01 |

## CALCULATED FLUX AND DOSE

| MESH    | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         |
|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0.0000  | 3.000E 00  | 9.620E-03  | 9.598E-08  | 8.582E-03  | 4.717E-01  | 3.650E-01  | -3.636E-01 | 4.530E-01  | -8.953E-02 | -1.507E-02 |
| 1.0988  | 2.740E 01  | 3.530E-01  | 1.214E-08  | 3.451E-02  | 4.318E 00  | 1.421E 00  | 6.469E 00  | 4.992E 00  | 3.828E 00  | 1.861E 00  |
| 2.0735  | 3.480E 00  | 4.050E-01  | -1.481E-06 | -7.046E-02 | 3.963E-03  | -3.374E 00 | 1.439E 01  | 6.987E-01  | 6.829E 00  | 2.957E 00  |
| 7.1103  | 1.490E 00  | 1.510E-01  | 1.000E 00  | 9.268E-02  | 1.155E 01  | 4.598E 00  | 7.682E 00  | 8.882E 00  | 4.615E 00  | 2.022E 00  |
| 4.1471  | 2.920E-01  | 3.870E-02  | 1.000E 00  | -2.378E-02 | 8.356E 00  | -4.666E 00 | 7.186E 00  | -1.178E 00 | 3.091E 00  | 1.380E 00  |
| 5.1839  | 3.130E-02  | 8.750E-03  | 1.000E 00  | 5.433E-02  | 8.606E 00  | 2.441E 00  | 3.419E 00  | 4.165E 00  | 2.338E 00  | 9.718E-01  |
| 6.2206  | 4.032E-03  | 1.890E-03  | 1.000E 00  | 8.836E-02  | 8.350E 00  | 5.938E 00  | 1.742E 00  | 6.607E 00  | 2.095E 00  | 8.117E-01  |
| 7.2574  | 5.128E-04  | 4.030E-04  | 1.000E 00  | 9.801E-02  | 7.747E 00  | 7.434E 00  | 9.731E-01  | 7.341E 00  | 2.013E 00  | 7.342E-01  |
| 8.2942  | 6.571E-05  | 8.533E-05  | 1.000E 00  | 9.728E-02  | 7.008E 00  | 8.062E 00  | 5.630E-01  | 7.331E 00  | 1.981E 00  | 6.849E-01  |
| 9.3310  | 8.807E-06  | 1.792E-05  | 1.000E 00  | 8.957E-02  | 6.154E 00  | 8.121E 00  | 3.657E-01  | 6.813E 00  | 1.972E 00  | 6.493E-01  |
| 10.3677 | 1.088E-06  | 7.731E-06  | 1.000E 00  | 7.782E-02  | 5.251E 00  | 7.832E 00  | 2.993E-01  | 5.999E 00  | 1.977E 00  | 6.221E-01  |
| 11.4045 | -4.538E-07 | 7.306E-07  | 1.000E 00  | 6.587E-02  | 4.333E 00  | 7.538E 00  | 2.322E-01  | 5.172E 00  | 1.983E 00  | 5.947E-01  |
| 12.4413 | -1.205E-06 | 9.994E-08  | 1.000E 00  | 5.411E-02  | 3.431E 00  | 7.250E 00  | 1.664E-01  | 4.357E 00  | 1.988E 00  | 5.676E-01  |
| 13.4781 | -1.868E-06 | -2.977E-08 | 1.000E 00  | 4.216E-02  | 2.513E 00  | 6.956E 00  | 9.942E-02  | 3.530E 00  | 1.993E 00  | 5.402E-01  |
| 14.5148 | -2.509E-06 | -5.377E-08 | 1.000E 00  | 3.040E-02  | 1.610E 00  | 6.667E 00  | 3.356E-02  | 2.716E 00  | 1.998E 00  | 5.131E-01  |
| 15.5516 | -3.159E-06 | -5.535E-08 | 1.000E 00  | 1.845E-02  | 6.930E-01  | 6.374E 00  | -3.337E-02 | 1.888E 00  | 2.003E 00  | 4.857E-01  |
| 16.5884 | -3.798E-06 | -5.230E-08 | 1.000E 00  | 6.693E-03  | -2.098E-01 | 6.085E 00  | -9.923E-02 | 1.074E 00  | 2.009E 00  | 4.586E-01  |
| DOSE    | 5.915E 00  | 1.207E-01  | 2.153E-01  | 1.559E-02  | 2.837E 00  | 8.174E-01  | 3.600E 00  | 2.369E 00  | 2.067E 00  | 9.258E-01  |

## APPROXIMATION RATE

|           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.000E 00 | 1.000E 00 | 1.000E 00 | 8.678E-01 | 9.512E-01 | 9.245E-01 | 9.714E-01 | 9.364E-01 | 9.955E-01 | 9.996E-01 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

## COEFFICIENT C1 (GF=C1\*R)

| MESH    | 1         | 2          | 3          | 4          | 5          |
|---------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 6.2206  | 5.081E-02 | -3.014E-01 | 5.207E-01  | -2.564E-01 | 4.112E-01  |
| 16.5884 | 1.707E-02 | 3.089E-01  | -6.338E-01 | 3.800E-01  | -5.986E-01 |

## GROUP FLUX

| MESH    | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 6.2206  | 4.357E 01 | 1.019E 00 | 3.802E 00 | 2.193E-01 | 4.267E 01 | 8.314E 00 | 3.968E 01 | 2.705E 01 | 2.245E 01 | 9.984E 00 |
| 16.5884 | 2.153E-03 | 1.297E-03 | 1.037E 01 | 6.464E-01 | 4.441E 01 | 7.511E 01 | 3.565E 00 | 5.096E 01 | 2.068E 01 | 6.242E 00 |

## COEFFICIENT C2 (D=C2\*R)

|            | 1          | 2          | 3           | 4          | 5 |
|------------|------------|------------|-------------|------------|---|
| 6.1942E-03 | 6.1284E-04 | 5.0337E-03 | -4.3612E-03 | 8.3018E-03 |   |

## §4. ADJOINT FLUX CALCULATION

## APPROXIMATE SENSITIVITY

| MESH    | 1         | 2         | 3          | 4          | 5          |
|---------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0.0000  | 1.077E 00 | 1.003E-01 | -4.936E-02 | -2.231E-01 | -2.276E-02 |
| 1.0368  | 1.733E 01 | 1.676E 01 | 1.020E 01  | 1.263E 01  | 8.977E-03  |
| 2.0735  | 1.240E 01 | 2.367E 01 | 2.493E 01  | 2.212E 01  | 4.874E-01  |
| 3.1103  | 7.279E 00 | 2.077E 01 | 2.769E 01  | 2.852E 01  | -7.199E-01 |
| 4.1471  | 4.286E 00 | 1.568E 01 | 2.468E 01  | 2.808E 01  | 4.701E-01  |
| 5.1839  | 2.867E 00 | 1.218E 01 | 1.944E 01  | 2.306E 01  | 2.672E-02  |
| 6.2206  | 2.373E 00 | 1.075E 01 | 1.716E 01  | 2.197E 01  | -8.742E-02 |
| 7.2574  | 2.160E 00 | 1.002E 01 | 1.605E 01  | 2.040E 01  | -8.583E-03 |
| 8.2942  | 2.037E 00 | 9.525E 00 | 1.540E 01  | 2.024E 01  | 1.499E-01  |
| 9.3310  | 1.955E 00 | 9.155E 00 | 1.501E 01  | 2.040E 01  | 3.666E-01  |
| 10.3677 | 1.898E 00 | 8.861E 00 | 1.477E 01  | 2.074E 01  | 6.134E-01  |
| 11.4045 | 1.841E 00 | 8.563E 00 | 1.454E 01  | 2.109E 01  | 8.642E-01  |
| 12.4413 | 1.784E 00 | 8.270E 00 | 1.430E 01  | 2.143E 01  | 1.111E 00  |
| 13.4781 | 1.727E 00 | 7.973E 00 | 1.406E 01  | 2.178E 01  | 1.362E 00  |
| 14.5148 | 1.670E 00 | 7.680E 00 | 1.383E 01  | 2.212E 01  | 1.609E 00  |
| 15.5516 | 1.613E 00 | 7.382E 00 | 1.359E 01  | 2.246E 01  | 1.859E 00  |
| 16.5884 | 1.556E 00 | 7.089E 00 | 1.336E 01  | 2.280E 01  | 2.106E 00  |



## EXPANSION COEFFICIENT OF H(X) \*\* 5 \*\*

1.8234E-01<sup>1</sup> 1.1329E-01<sup>2</sup> 3.4908E-02<sup>3</sup> 2.7230E-02<sup>4</sup> -1.2395E-02<sup>5</sup>

## CALCULATED ADJOINT FLUX

6.1942E-03 6.1284E-04 5.0387E-03 -4.3612E-03 8.3018E-03

## APPROXIMATE H(X) AND RATIO TO TRUE ONE

MESH TRUE H(X) APPR. H(X) ERROR(O/O)

|         |           |            |        |
|---------|-----------|------------|--------|
| 0.0000  | 1.450E-01 | 7.270E-03  | -95.0  |
| 1.0368  | 1.400E-01 | 1.442E-01  | 3.0    |
| 2.0735  | 1.210E-01 | 1.245E-01  | 2.9    |
| 3.1103  | 8.000E-02 | 6.702E-02  | -16.2  |
| 4.1471  | 3.950E-02 | 4.196E-02  | 6.2    |
| 5.1839  | 1.950E-02 | 2.286E-02  | 17.2   |
| 6.2206  | 9.300E-03 | 1.512E-02  | 62.6   |
| 7.2574  | 5.000E-03 | 1.136E-02  | 127.2  |
| 8.2942  | 4.300E-03 | 9.015E-03  | 109.8  |
| 9.3310  | 4.300E-03 | 7.411E-03  | 72.3   |
| 10.3677 | 4.300E-03 | 6.259E-03  | 45.6   |
| 11.4045 | 4.300E-03 | 5.093E-03  | 18.4   |
| 12.4413 | 4.300E-03 | 3.945E-03  | -8.3   |
| 13.4781 | 4.300E-03 | 2.779E-03  | -35.4  |
| 14.5148 | 4.300E-03 | 1.632E-03  | -62.0  |
| 15.5516 | 4.300E-03 | 4.664E-04  | -89.2  |
| 16.5884 | 4.300E-03 | -6.808E-04 | -115.8 |

## CALCULATED DCSE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 5.9150E 00 1.2068E-01 2.1534E-01 1.5590E-02 2.8373E 00 8.1740E-01 3.6001E 00 2.3686E 00 2.0665E 00 9.2577E-01  
 \$5. INDEPENDENCY OF SENSITIVITY

## MAXIMUM PERMISSIBLE ERROR OF SENSITIVITY

|         |           |           |           |           |            |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0.0000  | 8.743E 00 | 8.745E 00 | 6.644E 00 | 3.565E 00 | 1.950E-01  |
| 1.0368  | 1.329E 01 | 1.693E 01 | 1.582E 01 | 1.268E 01 | -2.982E-02 |
| 2.0735  | 1.678E 01 | 2.213E 01 | 2.581E 01 | 2.093E 01 | 1.745E-01  |
| 3.1103  | 1.000E 01 | 2.096E 01 | 2.809E 01 | 2.938E 01 | -1.714E-01 |
| 4.1471  | 2.854E 00 | 1.685E 01 | 2.301E 01 | 2.963E 01 | -7.380E-01 |
| 5.1839  | 1.131E 00 | 1.316E 01 | 1.906E 01 | 2.582E 01 | -3.854E-01 |
| 6.2206  | 1.793E 00 | 1.058E 01 | 1.645E 01 | 2.131E 01 | 1.146E-01  |
| 7.2574  | 2.639E 00 | 9.346E 00 | 1.549E 01 | 1.895E 01 | 5.020E-01  |
| 8.2942  | 1.734E 00 | 9.304E 00 | 1.520E 01 | 1.956E 01 | 3.271E-01  |
| 9.3310  | 1.548E 00 | 9.083E 00 | 1.512E 01 | 1.970E 01 | 3.887E-01  |
| 10.3677 | 1.711E 00 | 8.776E 00 | 1.522E 01 | 1.975E 01 | 6.045E-01  |
| 11.4045 | 1.818E 00 | 8.385E 00 | 1.520E 01 | 1.983E 01 | 8.484E-01  |
| 12.4413 | 1.631E 00 | 7.943E 00 | 1.496E 01 | 2.017E 01 | 1.074E 00  |
| 13.4781 | 1.844E 00 | 7.598E 00 | 1.477E 01 | 2.047E 01 | 1.390E 00  |
| 14.5148 | 1.621E 00 | 7.545E 00 | 1.421E 01 | 2.135E 01 | 1.548E 00  |
| 15.5516 | 1.578E 00 | 7.516E 00 | 1.347E 01 | 2.280E 01 | 1.890E 00  |
| 16.5884 | 1.381E 00 | 7.928E 00 | 1.213E 01 | 2.540E 01 | 2.232E 00  |

## ORTHOGONALITY RATE

0.0776 0.0023 0.0008 0.0027 0.2312

--- END ---

END-OF-DATA ENCOUNTERED ON SYSTEM INPUT FILE.

## 附 録 C FORTRAN ソースリスト

```

$HJOP ACOF-4 MAP
$HFTC ACO1
C
C (( ACOF )) FEB.17.1966 H.RYUFUKU
C
C CCDE FOR OBTAINING NEUTRON SPECTRUM BY EXPANDING IT WITH ARBITRARY AND CON-
C VENTIONAL ORTHONORMAL FUNCTION SYSTEM.
C
C DIMENSION NAME(12),G(10,51),X(51),RHO1(51),RHC(51),V(10,51),U(10,5
1 1),T(10,10),C(10,10),GA(10,51),W(10,10),CI(10,10),WI(10,10),Q(
2 10,10),FA(10,51),H(51),ST(10),FD(10),HA(51),F(10,51),R(10,10),
3 B(10,10),BT(10,10),DT(10),DF(10),DH(10),E(10,10),ER(51),P(10,5
4 1),A(10,10),AT(10,10),GF(10,10),FF(10,10),PHI(10,51),FP(10,10)
5 ,IU(11),Y(10),S(51),GAMF(10,10),GAM(10,10),HR(10),C1(10,10),C2
6 (10),PHI1(10,10),ST1(51),A1(10,51)
COMMON XL
1000 READ(5,101) NAME
WRITE(6,200) NAME
200 FORMAT(1H1,30X, 40H REAL AND ADJACENT FLUX CALCULATION BY AR,
1 30H ARBITRARY ORTHONORMAL FUNCTIONS /32X, 20H-----
2 50H-----
3 12A6)
C
C $1. INPUT DATA
C
C 101 FORMAT(12A6)
102 FORMAT(12I12,E12.3,F12.4)
103 FORMAT(6I12)
104 FORMAT(6E12.3)
105 FORMAT(6F12.3)
106 FORMAT(112)
READ(5,102) NT,NX,DX,XL
READ(5,103) IFR,IAC,IRA ,MD
READ(5,104) NF
READ(5,103) IMAX,(IU(I),I=1,IMAX)
DO 151 N=1,NT
151 READ(5,104) (G(N,K),K=1,NX)
READ(5,104) (H(K),K=1,NX)
DO 159 K=1,NX
159 RHO1(K)=1.
X(1)=XL
DO 164 K=2,NX
164 X(K)=X(K-1)+DX
DO 401 I=1,IMAX
K=IU(I)
401 Y(I)=X(K)
IMM=IMAX-1
WRITE(6,201)
WRITE(6,202) NT,NX,DX,XL
WRITE(6,203) IFR,IAC,IRA
WRITE(6,204) (N,N=1,NT)
DO 163 K=1,NX
163 WRITE(6,205) X(K),H(K),(G(N,K),N=1,NT)
GO TO (152,153),IFR
152 DO 165 J=1,NF
165 READ(5,104) (F(J,K),K=1,NX)
CALL SPSV(G,F,RHO1,CX,DT,NF,NX,10,51)
CALL SPVV(G,F,RHO1,DX,R,NT,NF,NX,10,10,51)
DO 411 J=1,NF
DO 412 K=1,NX
412 S(K)=F(J,K)
DO 411 I=1,IMM
411 GF(I,J)=SIGMA(IU(I),IL(I+1),S,DX,51)
WRITE(6,206) (N,N=1,NF)
DO 166 K=1,NX
166 WRITE(6,205) X(K),(F(J,K),N=1,NF)
WRITE(6,208) (DT(J),J=1,NF)
WRITE(6,501) (N,N=1,NF)
DO 413 I=1,IMM
413 WRITE(6,205) Y(I+1),(GF(I,J),J=1,NF)
GO TO 154
153 DO 167 J=1,NF
167 READ(5,105) (R(N,J),N=1,NT)
154 WRITE(6,209) (N,N=2,NF)
DO 168 N=1,NT
168 WRITE(6,210) N,(R(N,J),J=1,NF)
201 FORMAT(/// 20H $1. INPUT DATA )
202 FORMAT(/// 15H NO. DETECTOR =,I3, 5X,17H NO. MESH POINT =,I3, 5X,
1 10H INTERVAL OF MESH =,1PE14.7, 5X,12H LOWER LIM.=,F12.4)
203 FORMAT(/// 5H IFR=,I3,10X,5H IAC=,I3,10X,5H IRA=,I3)
204 FORMAT(/// 40H H-FUNCTION AND DETECTOR SENSITIVITY ///
1 20H MESH POINT H ,9I10/)
205 FORMAT(F10.4,1P10E11.3)
206 FORMAT(1H1,20H INPUT FLUX AND DUSE/// 5H MESH ,10I11//)
208 FORMAT(/ 10H CASE ,1P10E11.3)
209 FORMAT(1H1,17H INPUT COUNT RATE //10H DET.NO. *,11H CASE NO.1 ,
1 9I11)
210 FORMAT(1I0,1CF11.4)
C
C $2. ORTHONORMAL FUNCTION
C
C GO TO (155,156),IAC
155 READ(5,104) (RHO(K),K=1,NX)
DO 157 N=1,NT
157 READ(5,104) (V(N,K),K=1,NX)
CALL CNFS(V,RHO,DX,U,NT,NX)
WRITE(6,211) (N,N=1,NT)
DO 169 K=1,NX
169 WRITE(6,205) X(K),(V(N,K),N=1,NT)
GO TO 158
156 CALL CNFS(RHO,DX,U,NT,NX,10,51)
158 WRITE(6,212)
CALL SPVV(U,U,RHO,DX,T,NT,NT,NX,10,10,51)
CALL CNFS(G,RHO,DX,P ,NT,NX)
CALL SPVV(G,P,RHO,DX,C,NT,NT,NX,10,10,51)
CALL MATPLIC,P,G,NT,NT,NX,10,10,51)
CALL MATINV(C,CI,NT)
CALL MATPLIC,CI,E,NT,NT,NT,10,10,10)
WRITE(6,213) (N,N=1,NT)
DO 170 K=1,NX

```

```

170 WRITE(6,205) X(K),RHO(K),(U(I,K),I=1,NT) 1 26 6
WRITE(6,234) (N,N=1,NT) 2 26 6
DO 163 K=1,NX 3 26 6
163 WRITE(6,205) X(K),RHO(K),(P(IN,K),N=1,NT) 4 26 6
WRITE(6,214) 26 7
DO 171 I=1,NT 26 8
171 WRITE(6,215) (T(I,J),J=1,NT) 26 9
WRITE(6,216) (N,N=1,NT) 2610
DO 172 K=1,NX 2611
172 WRITE(6,205) X(K),(G(N,K),N=1,NT) 2612
WRITE(6,217) 2613
DO 173 I=1,NT 2614
173 WRITE(6,218) (C(I,J),J=1,NT) 2615
WRITE(6,219) 2616
DO 174 I=1,NT 2617
174 WRITE(6,219) (CI(I,J),J=1,NT) 2618
WRITE(6,220) 2619
DO 175 I=1,NT 2620
175 WRITE(6,215) (E(I,J),J=1,NT) 2621
CALL SPVV(P,U,RHO1,DX,W,NT,NT,NX,10,10,51)
DO TC (160,161,16C),IRA 2R 1
211 FORMAT(/// 40H INPUT FUNCTION TO BE ORTHONORMALIZED //5H MESH,
1 10I11//)
212 FORMAT(1H1,50H $2. ORTHONORMAL FUNCTION AND ORTHONORMALITY CHECK ) 23 3
213 FORMAT(/// 52H ORTHONORMAL FUNCTIONS OBTAINED FROM INPUT FUNCTIONS 1 2622
1/5H MESH,6X,4H RHC,9I11) 2 2622
214 FORMAT(/// 21H ORTHONORMALITY CHECK//)
215 FORMAT(10F12,C) 2624
216 FORMAT(1H1,30H RECALCULATED SENSITIVITY //5H MESH,10I11//) 2625
217 FORMAT(/// 10H MATRIX C //) 2626
218 FORMAT(1P10E12,C) 2627
219 FORMAT(/// 20H INVERSE MATRIX OF C//) 2628
220 FORMAT(/// 31H CHECK OF INVERSE MATRIX C*CI=E//) 2629
234 FORMAT(/// 50H ORTHONORMAL FUNCTIONS OBTAINED FROM SENSITIVITY //
1 5H MESH,6X,4H RHC,9I11)
C 28 2
C 28 3
C 28 4
C 29
160 CALL MATINV(W,NT)
CALL MATMPL(W1,C1,Q,NT,NT,NT,10,10,10)
CALL MATMPL(Q,R,BT,NT,NT,NT,AF,10,10,10)
CALL TRAMAT(BT,B,NT,NF,10,10)
CALL MATMPL(C,U,FA,NF,NT,NX,10,10,51)
IF(MD.EQ.1.AND.CE.NE.2) CALL MODIFY(FA,X,NF,NX)
CALL SPSV(H,FA,RHC1,DX,DF,NF,NX,10,51)
WRITE(6,221) 33 3
WRITE(6,222) 33 4
DO 176 I=1,NT 33 5
176 WRITE(6,218) (W(I,J),J=1,NT) 33 6
WRITE(6,223) 33 7
DO 177 I=1,NT 33 8
177 WRITE(6,218) (BT(I,J),J=1,NF) 33 9
WRITE(6,224) 3310
DO 178 I=1,NF 3311
178 WRITE(6,218) (B(I,J),J=1,NT) 3312
WRITE(6,225) (N,N=1,NF) 3313
DO 179 K=1,NX 3314
179 WRITE(6,205) X(K),(FA(N,K),N=1,NF) 3315
WRITE(6,208) (DF(I),I=1,NF) 3316
CALL SPVV(F,F,RHC,DX,FF,NF,NF,NX,10,10,51)
DO 300 N=1,NF
DO 300 K=1,NX
300 PHI(N,K)=F(N,K)/SQRT(FF(N,N))
CALL SPVV(PHI,U,RHO,DX,FP,NF,NT,NX,10,10,51)
CALL TRAMAT(FP,PHI,NF,NT,10,10)
CALL MATMPL(FP,PHI,FF,NF,NT,NF,10,10,10)
WRITE(6,301) (FF(N,N),N=1,NF)
301 FORMAT(/// 19H APPROXIMATION RATE//(10X,1P10E11.3)) 3317
221 FORMAT(1H1,30P $3. REAL FLUX CALCULATION ) 3318
222 FORMAT(/// 10H MATRIX W //) 3319
223 FORMAT(/// 22H TRANSPOSE MATRIX OF B//) 3319
224 FORMAT(/// 10H MATRIX B //) 3320
225 FORMAT(1H1,25H CALCULATED FLUX AND DOSE//5H MESH,10I11//) 3321
DO 402 N=1,NT
DO 402 I=1,IMM
DO 403 J=1,NX
403 S(J)=U(N,J)
402 GAMT(N,I)=SIGMA(IL(I),IU(I+1),S,DX,51)
CALL TRAMAT(GAMT,GAM,NT,IMM,10,10)
CALL MATMPL(GAM,C1,IMM,NT,NT,10,10,10)
CALL MATMPL(C1,R,GF,IMM,NT,NF,10,10,10)
CALL SPSV(H,U,RHC1,DX,HR,NT,NX,10,51)
CALL VECMAT(HR,C2,NT,NT,10,10)
WRITE(6,500) (N,N=1,NT)
500 FORMAT(/// 25H COEFFICIENT C1 (GF=C1*R)//5H MESH,10I11)
DO 502 I=1,IMM
502 WRITE(6,205) Y(I+1),(C1(I,J),J=1,NT)
WRITE(6,501) (N,N=1,NF)
501 FORMAT(/// 10H GOLD FLUX//5H MESH,10I11)
DO 503 I=1,IMM
503 WRITE(6,205) Y(I+1),(GF(I,J),J=1,NF)
WRITE(6,504) (N,N=1,NT)
504 FORMAT(/// 24H COEFFICIENT C2 (D=C2*R)//10I12)
WRITE(6,218) (C2(I),I=1,NT)
IF(IRA.EQ.1) GO TO 162 3322
C 3323
C 3324
C 3325
$4. ADJOINT FLUX CALCULATION
161 CALL SPSV(H,U,RHC,DX,ST,NT,NX,10,51)
CALL SPVV(G,U,RHC,DX,A,NT,NT,NX,10,10,51)
CALL MATMPL(A,U,GA,NT,NT,NX,10,10,51)
CALL MATINV(A,A1,NT)
CALL VECMAT(ST,A1,FC,NT,NT,10,10)
CALL VECMAT(FC,GA,HA,NT,NX,10,51)
DO 181 K=1,NX 36 2
HAH=HA(K)/HI(K) 36 3
181 EK(K)=100.*(HAH-1.) 36 4
CALL VECMAT(FC,R,CH,NT,NF,10,10)
WRITE(6,226) 1 37 2
WRITE(6,223) (N,N=1,NT) 2 37 2
DO 182 K=1,NX 3 37 2
182 WRITE(6,205) X(K),(GA(N,K),N=1,NT) 4 37 2
WRITE(6,227) (N,N=1,NT) 37 3
WRITE(6,218) (ST(I),I=1,NT) 37 4
WRITE(6,228) 37 5
WRITE(6,218) (FD(I),I=1,NT) 37 6
WRITE(6,229) 37 7
DO 180 K=1,NX 37 8

```

```

180 WRITE(6,230) X(K),H(K),HA(K),ER(K)
WRITE(6,231) (N,N=1,NF)
WRITE(6,218) (DH(I),I=1,NF)
GO TO 162
226 FORMAT(1H1,30H $4. ADJOINT FLUX CALCULATION )
227 FORMAT(/// 40H EXPANSION COEFFICIENT OF H(X) ** S ** ///10I12//)
228 FORMAT(/// 24H CALCULATED ADJOINT FLUX//)
229 FORMAT(1H1,40H APPROXIMATE H(X) AND RATIO TO TRUE ONE ///4X,4HMESH
1 ,11H TRUE H(X) ,11H APPR. H(X) , 11H ERROR(0/0)//)
230 FORMAT(F1C.4,1PZ11.3,OPF11.1 )
231 FORMAT(/// 20H CALCULATED DOSE // 10I12//)
232 FORMAT(/// 30H APPROXIMATE SENSITIVITY ///5H MESH,10I11//)
41
C
C
C
$5. INDEPENDENCY OF SENSITIVITY
162 WRITE(6,314)
314 FORMAT(1H1,32H $5. INDEPENDENCY OF SENSITIVITY)
DO 310 N=1,NT
M=0
DO 324 I=1,NT
IF(I.EQ.N) GO TO 324
M=M+1
DO 312 K=1,NX
312 PH1(M,K)=G(I,K)
324 CONTINUE
CALL GNFS(PHI,RHO,DX,P,NT-1,NX)
DO 313 K=1,NX
313 ST1(K)=G(N,K)
CALL SPSV(ST1,P,RHO,DX,FD,NT-1,NX,10,51)
CALL VECMAT(FD,P,FA,NT-1,NX,10,51)
DO 323 K=1,NX
323 A1(N,K)=HA(K)
CF(N)=SPSS(ST1,ST1,RHO,DX,NX,51)
CH(N)=SPSS(HA,HA,RHO,DX,NX,51)
CT(N)=1.-CH(N)/DF(N)
310 CONTINUE
WRITE(6,316)
316 FORMAT(/// 41H MAXIMUM PERMISSIBLE ERROR OF SENSITIVITY/)
DO 320 K=1,NX
320 WRITE(6,205) X(K),(A1(N,K),N=1,NT)
WRITE(6,321) (CT(N),N=1,NT)
321 FORMAT(/// 20H ORTHOGONALITY RATE //(10X,10F11.4))
WRITE(6,232)
232 FORMAT(///40X,14H ---* END *---)
39
40
END
$IBFTC AC02
C (( CONVENTIONAL ORTHONORMAL FUNCTION SYSTEM )) FEB.19.1966 H.RYUFUKU
SUBROUTINE GCNFS(RHO,DX,U,NT,NX,LNT,LNX)
DIMENSION U(LNT,LNX),RHO(LNX)
COMMON XL
REAL L
NXM=NX-1
XU=DX*FLOAT(NXM)+XL
L=(XU-XL)/2.
DO 1 K=1,NX
1 U(I,K)=1./SQRT(2.*L)
I=0
DO 2 I=2,NT
J=I-1
N=N+MOD(J,2)
M=MOD(I,2)
FN=FLOAT(N)
FM=FLOAT(M)
X=XL-DX
DO 2 K=1,NX
X=X+DX
Y=3.14*(X-L-XL)/L
2 U(I,K)=SIN(FN*Y+1.14*FM/2.)/SQRT(L)
DO 3 K=1,NX
3 RHO(K)=1.
RETURN
END
$IBFTC CNF2
C SUBPROGRAM NO.102 (TO BE USED WITH NO.6B AND NO.7C,NO.7D)
C (( ORTHONORMAL FUNCTION SYSTEM )) FEB.9.1966 H.RYUFUKU
SUBROUTINE ONFS(G,RHO,DX,U,NT,NX)
DATA LNT,LNX/10,51/
DIMENSION G(10,51),U(10,51),V(51),S(10),H(51)
DO 1 I=1,NT
DO 2 K=1,NX
2 H(K)=G(I,K)
IF(I.EQ.1) GO TO 3
CALL SPSV(H,U,RHO,DX,S,I-1,NX,LNT,LNX)
CALL VECMAT(S,U,V,I-1,NX,LNT,LNX)
DO 4 K=1,NX
4 H(K)=H(K)-V(K)
3 HS=SPSS(H,H,RHO,DX,NX,LNX)
DO 1 K=1,NX
1 U(I,K)=H(K)/SQRT(HS)
RETURN
END
$IBFTC HRC1
C SUBPROGRAM NO.1
C (( DETERMINANT )) DEC.22.1965 H.RYUFUKU
FUNCTION DET(M,N)
DIMENSION C(1C,1C),w(10,10)
DO 1C I=1,N
DO 1C J=1,N
1C E(I,J)=W(I,J)
DET=E(1,1)
IF(N.EQ.1) GO TO 1
N=N-1
DO 2 M=1,NP
MP=M+1
DO 3 L=MP,H
E(M,L)=E(M,L)/E(M,M)
DO 3 K=MP,N
3 E(K,L)=E(K,L)-E(K,M)*E(M,L)
MP2=M+2
IF(MP2.GT.N) GO TO 2
DO 1 K=MP2,N
IF(ABS(E(MP,K)).GT.ABS(E(MP,MP))) GO TO 5
GO TO 4

```

```

5 DO 6 J=MP,N
  PLACE=E(J,MP)
  E(J,MP)=-E(J,K)
6 E(J,K)=PLACE
4 CONTINUE
DO 7 K=MP,NM
DO 7 J=MP,NM
7 IF(ABS(E(J,K)).LT.1.E-13) E(J,K)=C.
2 RET=DET*E(MP,MP)
1 RETURN
END
$IBFTC HR02
SUBPROGRAM NO.2 (TO BE USED WITH NO.1)
C (( MATRIX INVERSION )) DEC.22.1965 H.RYUFUKU
SUBROUTINE MATINV(V,WINV,N)
DIMENSION W(10,10),WINV(10,10),ADJW(10,10),V(10,10),U(10,10)
WMULT=1.
PFLOAT=1./FLOAT(N)
DO 11 I=1,N
11 WMULT=WMULT*(Abs(V(I,I)))**PFLOAT
12 DO 13 I=1,N
DO 13 J=1,N
13 W(I,J)=V(I,J)/WMULT
DETW=DET(W,N)

DO 9 I=1,N
DO 9 K=1,N
DO 2 J=1,N
JM=J-1
IF(J-I) 1,2,3
1 DO 4 M=1,N
MM=M-1
I=(M-K) 14,1,5
14 U(J,M)=W(J,M)
GO TO 4
5 U(J,MM)=W(J,M)
4 CONTINUE
GO TO 2
3 DO 20 M=1,N
MM=M-1
IF(M-K) 6,20,7
6 U(JM,M)=W(J,M)
GO TO 20
7 U(JM,MM)=W(J,M)
20 CONTINUE
2 CONTINUE
ADJW(I,K)=(-1.)*(K+I)*DET(U,N-1)
9 WINV(K,I)=(ADJW(I,K)/DETW)/WMULT
RETURN
END
$IBFTC HR03
SUBPROGRAM NO.3
C (( DISCRETE DEFINITE INTEGRATION )) DEC.22.1965 H.RYUFUKU
FUNCTION SIGMA(M,N,F,CK,L)
DIMENSION F(L)
DP3=DK/3.
NM=N-1
MP=M+1
SF=0.
DO 1 K=MP,NM,2
1 SF=SF+F(K-1)+4.*F(K)+F(K+1)
SIGMA=SF*DP3
RETURN
END
$IBFTC HR6A
SUBPROGRAM NO.6
C (( MATRIX MULTIPLICATION C=AB )) DEC.23.1965 H.RYUFUKU
SUBROUTINE MATMPL(A,B,C,N,M,L,LM,LL)
DIMENSION A(LN,LM),B(LM,LL),C(LN,LL)
DO 1 I=1,N
DO 1 J=1,LL
C(I,J)=0.
DO 1 K=1,M
1 C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)
RETURN
END
$IBFTC HR6B
SUBROUTINE VECMAT(A,B,C,M,L,LM,LL)
DIMENSION A(LM),B(LM,LL),C(LL)
DO 4 J=1,LL
C(J)=0.
DO 4 K=1,M
4 C(J)=C(J)+A(K)*B(K,J)
RETURN
END
$IBFTC HR6C
SUBROUTINE MATVEC(A,B,C,N,M,LN,LM)
DIMENSION A(LN,LM),B(LM),C(LN)
DO 6 I=1,N
C(I)=0.
DO 6 K=1,M
6 C(I)=C(I)+A(I,K)*B(K)
RETURN
END
$IBFTC HR6D
FUNCTION VECVEC(A,B,M,LM)
DIMENSION A(LM),B(LM)
C=0.
DO 8 K=1,M
8 C=C+A(K)*B(K)
VECVEC=C
RETURN
END
$IBFTC HR7A
SUBPROGRAM NO.7
C (( SCALAR PRODUCT )) DEC.23.1965 H.RYUFUKU
SUBROUTINE SPV(F,G,RHO,DK,S,N,M,L,LN,LM,LL)
DIMENSION F(LN,LL),G(LM,LL),RHO(LL),S(LN,LM)
CP3=DK/3.
LM=L-1
DO 1 I=1,N
DO 1 J=1,M
S(I,J)=0.
DO 1 K=2,LM+2
1 S(I,J)=S(I,J)+F(I,K-1)*G(J,K-1)*RHO(K-1)+4.*F(I,K)*G(J,K)*RHO(K)
+ F(I,K+1)*G(J,K+1)*RHO(K+1)*DP3
RETURN
END

```

```

$IBFTC HR7B
SUBROUTINE SPVS(F,G,RHO,DK,S,N,L,LM,LL)
DIMENSION F(LN,LL),G(LL),RHO(LL),S(LN)
DP3=DK/3.
LM1=L-1
DO 1 I=1,N
S(I)=0.
DO 1 K=2,LM1,2
1 S(I)=S(I)+(F(I,K-1)*G(K-1)*RHO(K-1)+4.*F(I,K)*G(K)*RHO(K)
+ F(I,K+1)*G(K+1)*RHO(K+1))*DP3
RETURN
END

$IBFTC HR7C
SUBROUTINE SPV(F,G,RHO,DK,S,M,L,LM,LL)
DIMENSION F(LL),G(LM,LL),RHO(LL),S(LM)
DP3=DK/3.
LM1=L-1
DO 1 J=1,M
S(J)=0.
DO 1 K=2,LM1,2
1 S(J)=S(J)+(F(K-1)*G(J,K-1)*RHO(K-1)+4.*F(K)*G(J,K)*RHO(K)
+ F(K+1)*G(J,K+1)*RHO(K+1))*DP3
RETURN
END

$IBFTC HR7D
FUNCTION SPSS(F,G,RHO,DK,L,LL)
DIMENSION F(LL),G(LL),RHO(LL)
DP3=DK/3.
LM1=L-1
SPSS=0.
DO 1 K=2,LM1,2
1 SPSS=SPSS+(F(K-1)*G(K-1)*RHO(K-1)+4.*F(K)*G(K)*RHO(K)
+ F(K+1)*G(K+1)*RHO(K+1))*DP3
RETURN
END

$IBFTC HR13
C SUBPROGRAM NO.13
C (( TRANSPOSE MATRIX )) FEB.6.1966 H.RYUFUKU
SUBROUTINE TRMAT(A,D,L,M,LL,LM)
DIMENSION A(LL,LM),B(LM,LL)
DO 1 I=1,L
DO 1 J=1,M
1 B(J,I)=A(I,J)
RETURN
END

$IBFTC MCD1
SUBROUTINE MCDIFY(F,X,NT,AX)
DIMENSION F(10,51),X(51),H(51)
DO 3 N=1,NT
DO 5 K=1,NX
5 H(K)=F(N,K)
S=0.
DO 1 K=2,NX
S=S+SCX(X(K-1),X(K),H,X,NX)
IF(S) 2,2,3
2 F(N,K-1)=0.
1 CONTINUE
3 CONTINUE
RETURN
END

$IBFTC SCX1
FUNCTION SCX(A,B,F,X,NX)
DIMENSION F(51),X(51)
S=0.
DO 1 I=1,NX
IF(X(I).LE.A) GO TO 1
IF(X(I-1).LT.A.AND.X(I).GT.A.AND.X(I).LE.B) GO TO 2
IF(X(I-1).GE.A.AND.X(I).LE.B) GO TO 3
IF(X(I-1).LT.B.AND.X(I).GT.B.AND.X(I-1).GE.A) GO TO 4
IF(X(I-1).GE.B) GO TO 1
IF(X(I-1).LT.A.AND.X(I).GT.B) GO TO 5
2 C=(X(I)-A)/6.
X2=(X(I)+A)/2.
S=S+(CONFUN(A,F,X,NX)+4.*CONFUN(X2,F,X,NX)+F(I))*D
GO TO 1
3 C=(X(I)-X(I-1))/6.
X2=(X(I)+X(I-1))/2.
S=S+(F(I-1)+4.*CONFUN(X2,F,X,NX)+F(I))*D
GO TO 1
4 C=(B-X(I-1))/6.
X2=(B+X(I-1))/2.
S=S+(F(I-1)+4.*CONFUN(X2,F,X,NX)+CONFUN(B,F,X,NX))*D
GO TO 1
5 C=(B-A)/6.
X2=(B+A)/2.
S=S+(CONFUN(A,F,X,NX)+4.*CONFUN(X2,F,X,NX)+CONFUN(B,F,X,NX))*D
GO TO 6
1 CONTINUE
6 SCX=S
RETURN
END

$IBFTC HR08
SUBPROGRAM NO.8 (TO BE USED WITH NO.8I,NO.8J AND NO.8K)
C (( CONVERTOR FROM DISCRETE FUNCTION TO CONTINUOUS ONE ))
C FEB.5.1966 H.RYUFUKU
FUNCTION CONFUN(X,F,XD,NX)
DIMENSION F(51),XC(51),P(3,3),A(3),Y(3),E(3,3)
NXK=NX-1
DO 1 I=2,NXK,2
1 IF(X.GE.XC(I-1).AND.X.LE.XC(I+1)) GO TO 2
WRITE(6,4)
4 FORMAT(//) 514 ERROREOUS X IS USED IN FUNCTION CONFUN(X,F,XD,NX.)
2 DO 3 J=1,3
M=J+1-2
Y(J)=F(M)
P(J,1)=1.
P(J,2)=XD(M)
3 P(J,3)=XC(M)**2
DO 4 K=1,4
DO 5 I=1,3
DO 5 J=1,3
L=K-1
E(I,J)=P(I,J)
5 IF(J.LE.L) E(I,J)=Y(I)
CET=E(1,1)*E(2,2)*E(3,3)+E(2,1)*E(3,2)*E(1,3)+E(3,1)*E(2,3)*E(1,2)
1 -E(1,3)*E(2,2)*E(3,1)-E(1,2)*E(2,1)*E(3,3)-E(1,1)*E(2,3)*E(2,3)
IF(X.EQ.1) C=CET
6 IF(X.NE.1) A(L)=CET/D
CONFUN=A(3)*X**2+A(2)*X+A(1)
RETURN
END

```