

JAERI-M

6673

GSMOOT

グラフィック・ディスプレイによる実験データの  
平滑化のための汎用サブルーチン

1976年8月

中村康弘・小沼吉男

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

## GSMOOT

### グラフィック・ディスプレイによる実験データの 平滑化のための汎用サブルーチン

日本原子力研究所東海研究所計算センター

中村康弘・小沼吉男

(1976年7月22日受理)

グラフィック・ディスプレイを用いて実験データを平滑化するために汎用サブルーチン GSMOOTを開発した。これは、実験データがグラフでCRT面に表示され、かつ、そのデータが配列で与えられると、利用者にライトペンによる実験データの平滑化を可能にさせ、また、平滑化された実験データを配列で利用者に提供できる。本報告では、このGSMOOTサブルーチンの機能と使い方について詳しく述べた。

GSMOOT:

Universal Subroutine for Smoothing Experimental Data  
in Graphic Display

Yasuhiro NAKAMURA and Yoshio ONUMA

Computing Center, Tokai, JAERI

(Received July 22, 1976)

The universal subroutine GSMOOT has been developed for smoothing experimental data in graphic display. When the data in array are displayed in graph on the CRT, it enables smoothing the data by lightpen and receiving the smoothed data in array. Functions and usage of the subroutine are described in detail.

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 実験データの平滑化 .....	1
2.1 グラフィック・ディスプレイによる平滑化 .....	1
2.2 平滑化の詳細 .....	2
3. 平滑化処理の過程 .....	4
3.1 利用者プログラムによる前処理 .....	4
3.2 GSMOOTによる平滑化処理の過程 .....	4
3.3 利用者プログラムによる後処理 .....	5
4. サブルーチンの呼出し方 .....	6
4.1 呼出し形式 .....	6
4.2 引数の意味 .....	6
4.3 注意事項 .....	7
5. 使用例 .....	7
5.1 メイン・プログラムの例 .....	7
5.2 平滑化の例 .....	11
6. おわりに .....	13
参考文献 .....	13

## 1 はじめに

実験装置で得られた実験データの中には、時々ノイズ(雑音)が混じっている場合がある。このノイズを自動的に取り除くのは、従来あまり簡単ではなかった。ところが、実験の解析者には実験データをグラフ化などすることによって、どの部分にノイズが入っているかがわかる場合が多い。

そこで、実験データに含まれるノイズを取り除いて実験データを平滑化するために、電子計算機と解析者との対話によるデータ処理を可能にさせるグラフィック・ディスプレイ装置 FACOM 6233A<sup>(1),(2)</sup>の利用を考えた。

まず、実験データをファイルなどからコア・メモリに読み込み、それをグラフィック・ディスプレイの CRT (Cathode Ray Tube) 面にグラフ表示する。グラフ表示によって実験データの解析者にはどの部分がノイズであるかがわかる。つぎに、ノイズの部分をライトペンで描いたスムージング・カーブによって修正する。このようにして修正された実験データのグラフにまだ満足できない場合は、スムージング・カーブを消去して再びライトペンによる修正をやり直すことができる。かくして、ライトペンによるノイズ部分の修正によって実験データの平滑化が可能となる。

このようなライトペンを用いた実験データの平滑化は、グラフィック・プログラム GSMFIT<sup>(3)</sup> や ARCADIA<sup>(4)</sup> ですでに行われている。筆者らは、この方法を一般化し、ノイズの除去のみならず、広く実験データの平滑化に使用できるようにするために汎用のグラフィック・サブルーチン GSMOOT<sup>(5)</sup>を開発した。GSMOOTは PGS<sup>(5)</sup>と簡易 GSP<sup>(5)</sup>を用いて FORTRAN 語で書かれており、PGSLIB/BASIC<sup>(5)</sup>の一つの重要な命令となっている。そして、このサブルーチンは FACOM 230-75 の FORTRAN-C/D および FORTRAN-H の両方で使用でき、現在、グラフィック・プログラム GROSA-II<sup>(6)</sup>で利用されている。

以下、実験データの平滑化、平滑化処理の過程、サブルーチンの呼出し方、および使用例の順で、このサブルーチンの機能と使い方について、具体的な使用例と共に述べる。

## 2 実験データの平滑化

### 2.1 グラフィック・ディスプレイによる平滑化

実験の結果得られた実験データには、時々ノイズのデータが混じっていることがある。この実験データを紙の上に鉛筆でグラフ化すれば、実験データの解析者にはどの部分がノイズであり、それをどのように修正すれば実験データを平滑化できるかはわかっている場合が多い。

したがって、解析者はノイズのない平滑化されたスムージング・カーブを、元の実験データのグラフを描いたのと同じ紙の上に鉛筆で描くことができる。このスムージング・カーブによって与えられる平滑化された実験データを計算処理に利用する場合は、個々の値を求める必要がある。しかしながら、紙の上でそのスムージング・カーブから平滑化された実験デー

## 1 はじめに

実験装置で得られた実験データの中には、時々ノイズ（雑音）が混じっている場合がある。このノイズを自動的に取り除くのは、従来あまり簡単ではなかった。ところが、実験の解析者には実験データをグラフ化などすることによって、どの部分にノイズが入っているかがわかる場合が多い。

そこで、実験データに含まれるノイズを取り除いて実験データを平滑化するために、電子計算機と解析者との対話によるデータ処理を可能にさせるグラフィック・ディスプレイ装置 FACOM 6233A<sup>(1),(2)</sup>の利用を考えた。

まず、実験データをファイルなどからコア・メモリに読み込み、それをグラフィック・ディスプレイの CRT (Cathode Ray Tube) 面にグラフ表示する。グラフ表示によって実験データの解析者にはどの部分がノイズであるかがわかる。つぎに、ノイズの部分を書きペンで描いたスムージング・カーブによって修正する。このようにして修正された実験データのグラフにまだ満足できない場合は、スムージング・カーブを消去して再び書きペンによる修正をやり直すことができる。かくして、書きペンによるノイズ部分の修正によって実験データの平滑化が可能となる。

このような書きペンを用いた実験データの平滑化は、グラフィック・プログラム GSMFIT<sup>(3)</sup> や ARCADIA<sup>(4)</sup> ですでに行われている。筆者らは、この方法を一般化し、ノイズの除去のみならず、広く実験データの平滑化に使用できるようにするために汎用のグラフィック・サブルーチン GSMOOT<sup>(5)</sup> を開発した。GSMOOT は PGS<sup>(5)</sup> と簡易 GSP<sup>(5)</sup> を用いて FORTRAN 語で書かれており、PGSLIB/BASIC<sup>(5)</sup> の一つの重要な命令となっている。そして、このサブルーチンは FACOM 230-75 の FORTRAN-C/D および FORTRAN-H の両方で使用でき、現在、グラフィック・プログラム GROSA-II<sup>(6)</sup> で利用されている。

以下、実験データの平滑化、平滑化処理の過程、サブルーチンの呼出し方、および使用例の順で、このサブルーチンの機能と使い方について、具体的な使用例と共に述べる。

## 2 実験データの平滑化

### 2.1 グラフィック・ディスプレイによる平滑化

実験の結果得られた実験データには、時々ノイズのデータが混じっていることがある。この実験データを紙の上に鉛筆でグラフ化すれば、実験データの解析者にはどの部分がノイズであり、それをどのように修正すれば実験データを平滑化できるかはわかっている場合が多い。

したがって、解析者はノイズのない平滑化されたスムージング・カーブを、元の実験データのグラフを描いたのと同じ紙の上に鉛筆で描くことができる。このスムージング・カーブによって与えられる平滑化された実験データを計算処理に利用する場合は、個々の値を求める必要がある。しかしながら、紙の上でそのスムージング・カーブから平滑化された実験デー

タの個々の値を逆に求めることは、実験データの数が多くなると、もはや人間には面倒となり、事実上不可能となる。

このような紙と鉛筆による実験データの平滑化処理は、グラフィック・ディスプレイの CRT 面とライトペンによってより有効に代行できる。グラフィック・ディスプレイの場合、その CRT 面によって実験データのグラフを表示でき、また、ライトペンによってスムージング・カーブを CRT 面に描くことができる。さらに、ライトペンによって描かれたスムージング・カーブの座標データは自動的に計算機に入力されるので、解析者はスムージング・カーブから直ちに平滑化された実験データの個々の値を求めることができる。

ライトペンによって描かれたスムージング・カーブは、ちょうど紙の上に鉛筆で描いたスムージング・カーブを消しゴムで消して再び新しいスムージング・カーブを描くことができるのと同じように、消去して再び新しいスムージング・カーブを描くことができる。したがって、このような操作を繰り返し行うことによって、解析者は満足のゆく実験データの平滑化を行うことができる。

## 2.2 平滑化の詳細

グラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化で、机上における紙と鉛筆による方法と大きく異なる点は、すでに上の 2.1 でも述べたように、ライトペンによって描かれたスムージング・カーブから平滑化された実験データの個々の値が自動的に求められることである。これは、ライトペンとトラッキング・シンボルによるトラッキング機能<sup>(2)</sup>によって可能となっている。トラッキング・シンボルは十字形をしたシンボルで、それは CRT 面に表示されるとライトペンの動きに追従する。すなわち、ライトペンのスイッチをオンにして、ライトペンをトラッキング・シンボルに近づけると、トラッキング・シンボルはライトペンの動きに沿って移動する。しかも、トラッキング・シンボルがライトペンの動きに追従しているとき、ある間隔で計算機に割込みが入り、そのときのトラッキング・シンボルの中心座標が計算機に入力される。したがって、これらの座標データを基にして、ライトペンの動いた軌跡をスムージング・カーブとして表示したり、また、このスムージング・カーブによって修正され、平滑化された実験データの個々の値を求めることができる。

さて、ライトペンによって描かれたスムージング・カーブの座標データから、平滑化された実験データの個々の値を求めてみよう。そこで、 $n$  個からなる修正前の実験データの値を

$$(x_i, y_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n)$$

とし、ライトペンによって平滑化された  $n$  個の実験データの値を

$$(x_i, y_i') \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

とする。CRT 面に表示された修正前の実験データのグラフは Fig 2.1 の(1)で示す。(1)のグラフは GSCALE<sup>(5)</sup> 命令によってスケールされ、GLINE 命令によって描かれたものとする。スケール結果得られる  $x$  の最小値と増分値、および  $y$  の最小値と増分値は、それぞれ  $\min x$  と  $\text{del } \Delta x$  および  $\min y$  と  $\text{del } \Delta y$  とおく。ライトペンによって描かれたスムージング・カーブは Fig 2.1 の(2)で示す。修正は、Fig 2.1 に示すように、修正範囲内にある実験データに対してのみ行われるものとする。



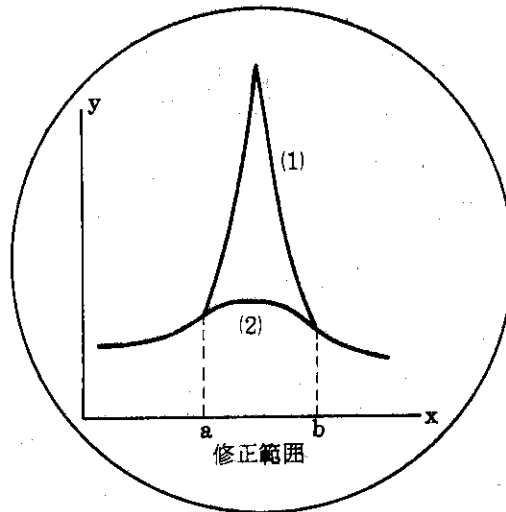


Fig. 2.1 実験データの平滑化

以上の仮定から、修正範囲外の $x_i$ に対しては

$$(1) \quad y_i' = y_i$$

である。

修正範囲内にあるスムージング・カーブについて、トラッキングによって得られる $n$ 個の座標データを

$$(X_{ij}, Y_{ij}) \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

とおく。ここで、これらの座標データは修正前の実験データをグラフ表示したときと同じ座標系でのものとする。 $x$ 座標 $x_{ij}$ からつぎの式で計算される $X'_{ij}$

$$X'_{ij} = X_{ij} \times \text{deltax} + \text{min } x \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

の各々は、

$$x_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

のどれかに一致するか、または一致しないかのどちらかである。もし、ある $X'_{ij}$ がどの $x_i$ にも一致しないときは、 $X'_{ij}$ に最も近い $x_i$ で近似する。このとき、 $x_i$ に対する $y_i$ は、 $X_{ij}$ に対する $Y_{ij}$ を用いて、つぎの式で計算される $y_i'$ で修正される。

$$(3) \quad y_i' = Y_{ij} \times \text{deltay} + \text{min } y$$

つぎに、座標データ

$$(X_{ij}, Y_{ij}) \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

の隣合う任意の2点を $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_2)$ としたとき $(X_1 \leq X_2)$ 、 $X_1$ と $X_2$ の間につきFig. 2.2に示すように、いくつかの $x_i$ がある場合を考える。このとき、 $x_i$ に対する $y_i$ は、 $X_1, X_2, Y_1, Y_2$ を用いて、つぎのような式で計算される $y_i'$ で修正される。すなわち、 $X_1$ と $X_2$ の間は点 $(X_1, Y_1)$ と点 $(X_2, Y_2)$ を結ぶ直線で修正される。

$$(4) \quad y_i' = A \times x_i + B$$

ここで

$$(5) \quad A = (Y_1' - Y_2') / (X_1' - X_2') \quad (6) \quad B = (Y_2' \times X_1' - Y_1' \times X_2') / (X_1' - X_2')$$

$$(7) \quad X_i' = X_1 \times \text{deltax} + \text{min } x, \quad Y_i' = Y_1 \times \text{deltay} + \text{min } y \quad (i = 1, 2)$$

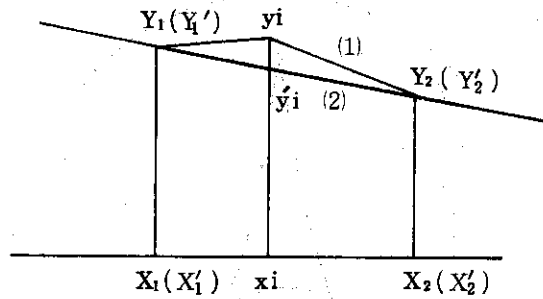


Fig. 2.2 平滑化の詳細

### 3 平滑化処理の過程

前章で述べたグラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化の方法は、汎用グラフィック・サブルーチンとしての GSMOOT<sup>(5)</sup>の中に具体化されている。GSMOOTは、平滑化すべき実験データのグラフがCRT面に表示され、かつ、そのデータが配列で与えられると、利用者がライトペンで描いたスムーズイング・カーブによって、実験データの平滑化を可能にさせる。また、平滑化された実験データを別の配列に格納し、利用者のプログラムに提供する。したがって、利用者は平滑化された実験データを計算処理に利用できる。

ここでは、GSMOOTを呼出す時、利用者のプログラムによって前もって行われねばならない幾つかの前処理、GSMOOTによる平滑化処理の過程、および平滑化された実験データに対する利用者プログラムによる後処理について述べる。

#### 3.1 利用者プログラムによる前処理

GSMOOTが呼出されてライトペンによる平滑化処理が実行される前に、利用者によってつぎのような前処理が行われる必要がある。

- (1) 平滑化すべき実験データをファイルなどから読込んで配列に格納する。
- (2) (1)の実験データを、GSCALE (またはSCALE) 命令によってスケーリングを行い、GLINE (またはLINE) 命令によってCRT面にグラフ表示する。
- (3) 平滑化処理制御用のライト・ボタン、およびその他平滑化処理に必要なライト・ボタンをCRT面に表示する。
- (4) トラッキング・シンボルをCRT面に表示する。
- (5) (3)の平滑化処理制御用のライト・ボタンをピックしたときに、GSMOOTが呼出されるようにする。

#### 3.2 GSMOOTによる平滑化処理の過程

GSMOOTが呼出されるとライトペンによる平滑化処理はつぎのような順序で行われる。

- (1) 利用者によって表示されたトラッキング・シンボルが一旦消去される。そして、ライトペ

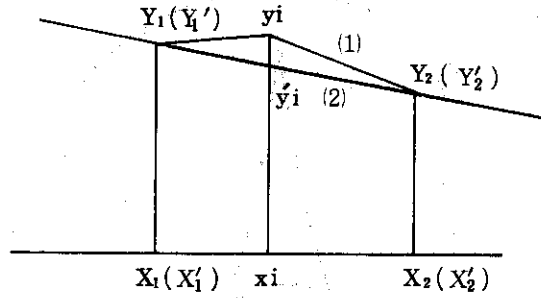


Fig. 2.2 平滑化の詳細

### 3 平滑化処理の過程

前章で述べたグラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化の方法は、汎用グラフィック・サブルーチンとしての GSMOOT<sup>(5)</sup>の中に具体化されている。GSMOOTは、平滑化すべき実験データのグラフがCRT面に表示され、かつ、そのデータが配列で与えられると、利用者がライトペンで描いたスムージング・カーブによって、実験データの平滑化を可能にさせる。また、平滑化された実験データを別の配列に格納し、利用者のプログラムに提供する。したがって、利用者は平滑化された実験データを計算処理に利用できる。

ここでは、GSMOOTを呼出す時、利用者のプログラムによって前もって行われねばならない幾つかの前処理、GSMOOTによる平滑化処理の過程、および平滑化された実験データに対する利用者プログラムによる後処理について述べる。

#### 3.1 利用者プログラムによる前処理

GSMOOTが呼出されてライトペンによる平滑化処理が実行される前に、利用者によってつぎのような前処理が行われる必要がある。

- (1) 平滑化すべき実験データをファイルなどから読込んで配列に格納する。
- (2) (1)の実験データを、GSCALE (またはSCALE) 命令によってスケージングを行い、GLINE (またはLINE) 命令によってCRT面にグラフ表示する。
- (3) 平滑化処理制御用のライト・ボタン、およびその他平滑化処理に必要なライト・ボタンをCRT面に表示する。
- (4) トラッキング・シンボルをCRT面に表示する。
- (5) (3)の平滑化処理制御用のライト・ボタンをピックしたときに、GSMOOTが呼出されるようにする。

#### 3.2 GSMOOTによる平滑化処理の過程

GSMOOTが呼出されるとライトペンによる平滑化処理はつぎのような順序で行われる。

- (1) 利用者によって表示されたトラッキング・シンボルが一旦消去される。そして、ライトペ

- ンにトラッキング・シンボルが追従するとき、最小1 mm間隔で座標データが取れるようにトラッキング・シンボルの移動量がセットし直され、CRT面の前と同じ位置にトラッキング・シンボルが再表示される。
- (2) 前にGSMOOTが呼出されたときに、ライトペンによって描かれたスムーズイング・カーブが表示されていれば、CRT面から消去される。
- (3) プログラムが待ち状態に入り、利用者はライトペンによってスムーズイング・カーブを描き始めることができる。(ここで、利用者が平滑化処理制御用のライト・ボタンをピックすると、プログラムの制御はGSMOOTから利用者プログラムに戻る。)
- (a) 利用者はライトペンのスイッチをオンにしてライトペンをトラッキング・シンボルに近づける。
- (b) つぎに、トラッキング・シンボルをライトペンに追従させながら、描くべきスムーズイング・カーブの始点にトラッキング・シンボルを移し、そこでライトペンのスイッチをオフにする。
- (c) (b)によって始点が決まり、その座標データが計算機に読込まれる。
- (d) (c)で与えられた座標データから、2.2の式(3)により、始点に最も近い実験データが修正され、配列に格納される。
- (e) 始点にビームが表示される。
- (4) プログラムが再び待ち状態に入り、利用者はライトペンによって連続的にスムーズイング・カーブを描くことができる。そして、このスムーズイング・カーブによって実験データは修正され、平滑化される。
- (a) ライトペンのスイッチをオンにして、始点にあるトラッキング・シンボルを描くべきスムーズイング・カーブに沿って移動させる。スムーズイング・カーブの終点でライトペンのスイッチをオフにするとトラッキングは終る。
- (b) (a)におけるトラッキングの際、得られた各座標点が直線で結ばれ、スムーズイング・カーブとして表示される。
- (c) (a)で得られた各座標点のデータから、2.2の式(3)、または式(4)により、各座標点に対応する実験データ、または各座標点に近い実験データが修正され、配列に格納される。
- (5) トラッキングが終ると、スムーズイング・カーブが表示されたまま、プログラムの制御は利用者のプログラムに戻る。

### 3.3 利用者プログラムによる後処理

GSMOOTによって平滑化された実験データは配列に格納されて利用者のプログラムに提供される。また、元の実験データも破壊されることなく配列に残されている。さらに、ライトペンによって描かれたスムーズイング・カーブはCRT面に表示されたままになっている。

そこで、利用者は、これらのデータやスムーズイング・カーブに対して利用者の望む処理を行うことができる。たとえば、再度GSMOOTを呼出して平滑化のやり直しを行ったり、ある修正範囲に限ってのみ平滑化を行ったり、平滑化された実験データのグラフを強い輝度で表示

したり、また、別種のソフトウェアによって平滑化をさらに行うなどである。スムージング・カーブについては不要であれば消去しても差支えない。(ただし、そのときは4.2で後述される変数 ISMTHについて、ISMTH=0とセットしておく必要がある。)

## 4 サブルーチンの呼出し方

ここでは、GSMOOT サブルーチンの呼出し形式、引数の意味、および呼出しの際の注意事項について述べる<sup>(5)</sup>。

### 4.1 呼出し形式

GSMOOT サブルーチンの FORTRAN からの呼出し形式はつぎの通りである。

```
CALL GSMOOT( xdata , ydata , YSMOOT, ndata, ISMTH, nam1sc,
             nam2sc, nam1lb, nam2lb )
```

### 4.2 引数の意味

上記の呼出し形式における各引数の意味について述べる。

(1) xdata, ydata

平滑化すべき実験データの x 方向、および y 方向のデータが格納されている配列で、それぞれ実数型の配列名で指定する。

(2) YSMOOT

ライトペンによって平滑化された実験データ ( y 方向 ) が格納される配列で、実数型の配列名で指定する。

(3) ndata

配列 xdata, および ydata に格納されている実験データの個数で、整数型の定数、または変数で指定する。

(4) ISMTH

スムージング・カーブが表示されているか否かの情報が格納される変数で、整数型の変数名で指定する。すなわち、ISMTH=1 の場合は、スムージング・カーブが表示されていることを意味し、ISMTH=0 の場合は、スムージング・カーブが表示されていないことを意味する。

(5) nam1sc, nam2sc

スムージング・カーブに付ける図形単位名で、整数型の定数または変数で ( 文字データも可能 ) 指定する。

(6) nam1lb, nam2lb

平滑化処理制御用のライト・ボタンに付ける図形単位名で、整数型の定数または変数 ( 文字データも可能 ) で指定する。

したり、また、別種のソフトウェアによって平滑化をさらに行うなどである。スムージング・カーブについては不要であれば消去しても差支えない。(ただし、そのときは4.2で後述される変数 ISMTHについて、ISMTH=0とセットしておく必要がある。)

## 4 サブルーチンの呼出し方

ここでは、GSMOOT サブルーチンの呼出し形式、引数の意味、および呼出しの際の注意事項について述べる<sup>(5)</sup>。

### 4.1 呼出し形式

GSMOOT サブルーチンの FORTRAN からの呼出し形式はつぎの通りである。

```
CALL GSMOOT( xdata , ydata , YSMOOT, ndata, ISMTH, nam1sc,
             nam2sc, nam1lb, nam2lb )
```

### 4.2 引数の意味

上記の呼出し形式における各引数の意味について述べる。

(1) xdata, ydata

平滑化すべき実験データの x 方向、および y 方向のデータが格納されている配列で、それぞれ実数型の配列名で指定する。

(2) YSMOOT

ライトペンによって平滑化された実験データ ( y 方向 ) が格納される配列で、実数型の配列名で指定する。

(3) ndata

配列 xdata, および ydata に格納されている実験データの個数で、整数型の定数、または変数で指定する。

(4) ISMTH

スムージング・カーブが表示されているか否かの情報が格納される変数で、整数型の変数名で指定する。すなわち、ISMTH=1 の場合は、スムージング・カーブが表示されていることを意味し、ISMTH=0 の場合は、スムージング・カーブが表示されていないことを意味する。

(5) nam1sc, nam2sc

スムージング・カーブに付ける図形単位名で、整数型の定数または変数で ( 文字データも可能 ) 指定する。

(6) nam1lb, nam2lb

平滑化処理制御用のライト・ボタンに付ける図形単位名で、整数型の定数または変数 ( 文字データも可能 ) で指定する。

### 4.3 注意事項

GSMOOT サブルーチンの呼出しの際、特に注意すべき事項について述べる。

- (1) 3.1 で述べた前処理は、呼出しに先立って行われていなければならない。
- (2) 配列 xdata, および ydata の大きさは、それぞれ ndata + 2 以上でなければならない。さらに、xdata(ndata+1) と xdata(ndata+2) には、それぞれ xdata の最小値と増分値、また ydata(ndata+1) と ydata(ndata+2) には、それぞれ ydata の最小値と増分値が前もって格納されていなければならない。
- (3) YSMOOT と ISMTH は、定数でなく変数でなければならない。
- (4) ndata は 1000 以下でなければならない。したがって、実験データの個数が 1000 を越える場合は、1000 以下の単位で分割して処理する必要がある。

## 5 使用例

ここでは、GSMOOT サブルーチンの使用例について述べる。

### 5.1 メイン・プログラムの例

まず、つぎの Table 5.1 は実験データの平滑化を行うために GSMOOT を呼出しているメイン・プログラムの一例である。

このプログラムの各ステートメントの意味をプログラムの左側にある ISN ( Internal Statement Number ) の順に従って説明するとつぎのようになる。

- 1 : 実験データ ( x 方向と y 方向 ), および平滑化された実験データ ( y 方向 ) が格納される配列を確保する。
- 2 : ディスプレイ語列 ( グラフィック・ディスプレイに対する命令の集合 ) が格納される配列を確保する。この配列を別名ディスプレイ語列出力領域 GDOA ( Graphic Data Output Area ) と呼ぶ。
- 3 : グラフィック・ディスプレイをオープンし、使用可能状態にする。直ちに PGS ボタンとメッセージが CRT 面に表示される。なお、GDOA の大きさは 1024 以下でなければならない。
- 4 : 実験データをファイルなどからコア・メモリに読込む。利用者は平滑化すべき実験データに対応して、適宜データ入力ルーチン DINPUT を作成すればよい。
- 5 : ISMTH = 0 とセットすることにより、スムージング・カーブが表示されていないことを示す ( ISMTH = 1 はスムージング・カーブが表示されていることを示す )。この変数は ISN32 における GSMOOT の呼出しの際、その引数として使用される。
- 6 : ISMGP = 0 とセットすることにより平滑化された実験データのグラフが表示されていないことを示す ( ISMGP = 1 は平滑化された実験データのグラフが表示されていることを示す )。この変数は ISN34 の IF 文の中で使用される。

### 4.3 注意事項

GSMOOTサブルーチンの呼出しの際、特に注意すべき事項について述べる。

- (1) 3.1で述べた前処理は、呼出しに先立って行われていなければならない。
- (2) 配列 xdata, および ydata の大きさは、それぞれ ndata + 2 以上でなければならない。さらに、xdata(ndata+1) と xdata(ndata+2) には、それぞれ xdata の最小値と増分値、また ydata(ndata+1) と ydata(ndata+2) には、それぞれ ydata の最小値と増分値が前もって格納されていなければならない。
- (3) YSMOOT と ISMTH は、定数でなく変数でなければならない。
- (4) ndata は 1000 以下でなければならない。したがって、実験データの個数が 1000 を越える場合は、1000 以下の単位で分割して処理する必要がある。

## 5 使用例

ここでは、GSMOOTサブルーチンの使用例について述べる。

### 5.1 メイン・プログラムの例

まず、つぎの Table 5.1 は実験データの平滑化を行うために GSMOOT を呼出しているメイン・プログラムの一例である。

このプログラムの各ステートメントの意味をプログラムの左側にある ISN ( Internal Statement Number ) の順に従って説明するとつぎのようになる。

- 1 : 実験データ ( x 方向と y 方向 ), および平滑化された実験データ ( y 方向 ) が格納される配列を確保する。
- 2 : ディスプレイ語列 ( グラフィック・ディスプレイに対する命令の集合 ) が格納される配列を確保する。この配列を別名ディスプレイ語列出力領域 GDOA ( Graphic Data Output Area ) と呼ぶ。
- 3 : グラフィック・ディスプレイをオープンし、使用可能状態にする。直ちに PGS ボタンとメッセージが CRT 面に表示される。なお、GDOA の大きさは 1024 以下でなければならない。
- 4 : 実験データをファイルなどからコア・メモリに読込む。利用者は平滑化すべき実験データに対応して、適宜データ入力ルーチン DINPUT を作成すればよい。
- 5 : ISMTH = 0 とセットすることにより、スムージング・カーブが表示されていないことを示す ( ISMTH = 1 はスムージング・カーブが表示されていることを示す )。この変数は ISN32 における GSMOOT の呼出しの際、その引数として使用される。
- 6 : ISMGP = 0 とセットすることにより平滑化された実験データのグラフが表示されていないことを示す ( ISMGP = 1 は平滑化された実験データのグラフが表示されていることを示す )。この変数は ISN34 の IF 文の中で使用される。



Table 5.1 GSMOOT サブルーチンを呼出して実験データの平滑化を行う  
メイン・プログラムのリスト

FACOM 230-75 (V7) FORTRAN-D -750715- V06-L05 76-06-28 PAGE 1

\* SOURCE STATEMENT \*

```

C      EXPERIMENTAL DATA SMOOTHING PROGRAM
C      USING GSMOOT SUBROUTINE
C      THIS PROGRAM HAS BEEN WRITTEN IN PGSLIB
C      BY Y.NAKAMURA
C      COMPUTING CENTER,TOKAI,JAERI
1     DIMENSION XDATA(1002),YDATA(1002),YSMOOT(1002)
2     DIMENSION BUFF(1024)
C
C      OPEN GRAPHIC DISPLAY
3     CALL PLOTS(BUFF,1024)
C
C      READ EXPERIMENTAL DATA
4     100 CALL DINPUT(XDATA,YDATA,NDATA)
5     ISMTH=0
6     ISMGP=0
C
C      SCALE THE DATA AND DISPLAY AXES
7     CALL SCALE(XDATA,250.0,NDATA,1,10.0)
8     CALL SCALE(YDATA,250.0,NDATA,1,10.0)
C
9     CALL AXIS(0.0,0.0,'XDATA',-5,250.0,0.0,XDATA(NDATA+1),XDATA(NDATA+
10    12),10.0)
10    CALL AXIS(0.0,0.0,'YDATA', 5,250.0,90.,YDATA(NDATA+1),YDATA(NDATA+
11    12),10.0)
11    CALL PLOT(0.0,0.0,444)
C
C      DISPLAY THE DATA IN GRAPH
12   CALL LINE(XDATA,YDATA,NDATA,1,0.0)
13   CALL PLOT(0.0,0.0,444)
C
C      DISPLAY SMOOTHING CONTROL BUTTONS
14   CALL PLOT('SD','B1',333)
15   CALL SYMBOL(300.0,90.0,7.0,'SMOOTH DATA',0.0,13)
16   CALL PLOT('DD','B2',333)
17   CALL SYMBOL(300.0,70.0,7.0,'DISPLAY DATA',0.0,13)
18   CALL PLOT('CN','B3',333)
19   CALL SYMBOL(300.0,50.0,7.0,'CONTINUE NEXT',0.0,13)
20   CALL PLOT('TH','B4',333)
21   CALL SYMBOL(300.0,30.0,7.0,'TAKE HARDCOPY',0.0,13)
22   CALL PLOT('SS','B5',333)
23   CALL SYMBOL(300.0,10.0,7.0,'STOP SYSTEM',0.0,13)
C
24   CALL PLOT(0.0,0.0,777)
25   CALL PLOT(0.0,0.0,888)
C
C      DISPLAY TRACKING SYMBOL
26   CALL GEGTRK(0.0,270.0,1.0)
C
C      THIS PROGRAM WAITS AND ACCEPTS VARIOUS BUTTONS
27   200 CALL GETIDE(11,12)
28   CALL GJUMP(*250,11,12,*300,*400,*500,*600,*700)
29   GO TO 200
30   250 CALL GLIST('SD','B1','DD','B2','CN','B3','TH','B4','SS','B5')
C
C      SMOOTH THE DATA BY LIGHTPEN
31   300 CONTINUE
32   CALL GSMOOT(XDATA,YDATA,YSMOOT,NDATA,ISMTH,'SM','CV','SD','B1')
33   GO TO 200
C
C      DISPLAY THE SMOOTHED DATA WITH 'VBR'
34   400 IF (ISMGP) 420,440,420
35   420 CALL PLOT('SM','DA',666)
36   ISMGP=0
37   440 CALL PLOT('SM','DA',333)
38   CALL LINE(XDATA,YSMOOT,NDATA,1,0.0)
39   CALL PLOT(0.0,0.0,444)
40   CALL GALTER('SM','DA','VBR')
41   ISMGP=1
42   GO TO 200
C
C      CONTINUE NEXT
43   500 CALL PLOT(0.0,0.0,666)
44   GO TO 100
C
C      TAKE HARDCOPY OF THE CRT
45   600 CALL GHCOPY
46   GO TO 200
C
C      STOP SYSTEM AND CLOSE GRAPHIC DISPLAY
47   700 CALL PLOT(0.0,0.0,999)
48   STOP
49   END

```

- 7 : x方向の実験データのスケーリングを行い、その最小値と増分値を得る。
- 8 : y方向の実験データのスケーリングを行い、その最小値と増分値を得る。
- 9 : ISN 7で得られた最小値と増分値を基にして、x方向の座標軸を描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 10 : ISN 8で得られた最小値と増分値を基にして、y方向の座標軸を描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 11 : ISN 9~10で作成された座標軸に関するディスプレイ語列を、GDOAからグラフィック・ディスプレイのバッファ・メモリに転送し、CRT面に座標軸を表示する。
- 12 : 実験データの各点を直線で結んだグラフを描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 13 : ISN 12で作成されたグラフに関するディスプレイ語列をバッファ・メモリに転送し、CRT面に実験データのグラフを表示する。
- 14 : ISN 15で作られる、平滑化処理制御用のライト・ボタンSMOOTH DATAのディスプレイ語列に図形単位名(SD, B1)を付ける。
- 15 : ライト・ボタンSMOOTH DATAを描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 16 : ISN 17で作られる、平滑化された実験データのグラフ表示用のライト・ボタンDISPLAY DATAのディスプレイ語列に図形単位名(DD, B2)を付ける。
- 17 : ライト・ボタンDISPLAY DATAを描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 18 : ISN 19で作られる、プログラム再実行用のライト・ボタンCONTINUE NEXTのディスプレイ語列に図形単位名(CN, B3)を付ける。
- 19 : ライト・ボタンCONTINUE NEXTを描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 20 : ISN 21で作られる、ハード・コピー用のライト・ボタンTAKE HARDCOPYのディスプレイ語列に図形単位名(TH, B4)を付ける。
- 21 : ライト・ボタンTAKE HARDCOPYを描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 22 : ISN 23で作られる、プログラム実行終了用のライト・ボタンSTOP SYSTEMのディスプレイ語列に図形単位名(SS, B5)を付ける。
- 23 : ライト・ボタンSTOP SYSTEMを描くためのディスプレイ語列を作成しGDOAに格納する。
- 24 : ISN 14~23で作成されたライト・ボタンに関するディスプレイ語列を、GDOAからバッファ・メモリに転送し、CRT面にライト・ボタンを表示する。ライト・ボタンの表示後プログラムは待ち状態に入り、利用者はPGSボタンによって、日付、使用者名、タイトル、および説明文などのコメントを文字キーボードから入力してCRT面に表示できる。ENDボタンがピックされるとプログラムは待ち状態を

脱し、つぎに進む。

- 25 : プログラムは再び待ち状態に入り、利用者はPGSボタンによってCRT面のハード・コピーをCOM, またはプロッタに出力できる。  
NOCOPYボタンがピックされるとプログラムは待ち状態を脱し、つぎに進む。
- 26 : トラッキング・シンボルをCRT面に表示する。このトラッキング・シンボルは、ISN29におけるライトペンによる実験データの平滑化の際使用される。
- 27 : プログラムは再び待ち状態に入り、利用者は、ISN14~24でCRT面に表示されたライト・ボタンをピックできる。利用者によってピックされたライト・ボタンに対する図形単位名は変数(I1, I2)に格納される。
- 28~29 : ISN27で得られた図形単位名(I1, I2)が、ISN30のGLIST命令で与えられている図形単位名(SD, B1), (DD, B2), (CN, B3), (TH, B4), (SS, B5)のどれかと一致すると、プログラムは図形単位名に対応してGJUMP命令で与えられている文番号に分岐する。例えば、図形単位名が(SD, B1)であれば、分番号300に分岐する。もし、どれとも一致しない場合は、文番号200に分岐する。
- 30 : ライトペンによってピックされるべきライト・ボタンの図形単位名を指定する。これらの図形単位名はISN28のGJUMP命令で参照される。
- 31~33 : ライト・ボタンSMOOTH DATAがピックされたときの処理を行う。すなわち、GSMOOTHサブルーチンと呼出すことにより、利用者はライトペンによってスムージング・カーブを描くことができる。また、このスムージング・カーブによって実験データは平滑化される。さらに、サブルーチンからメイン・プログラムに戻ると、プログラムは文番号200に分岐する。
- 34~42 : ライト・ボタンDISPLAY DATAがピックされたときの処理を行う。すなわち、まず、前に表示された、平滑化された実験データのグラフがCRT面に表示されていればCRT面から消去される。つぎに、再び図形単位名(SM, DA)を付け、新しく平滑化された実験データのグラフをCRT面に表示する。さらに、このグラフを強い輝度で表示し、元の実験データのグラフと区別がつくようにする。また、平滑化された実験データのグラフが表示されていることを示すためにISMGP=1とセットし、文番号200に分岐する。なお、ISN40のGALTERはグラフィック・ディスプレイの表示に関する特性を変更する命令で、簡易GSP<sup>(5)</sup>に属するものである。
- 43~44 : ライト・ボタンCONTINUE NEXTがピックされたときの処理を行う。すなわち、まず、CRT面を一旦消去する。消去後直ちにPGSボタンとメッセージがCRT面に再表示される。つぎに、文番号100に分岐し、また新しい実験データに関する平滑化処理を再開できる。
- 45~46 : ライト・ボタンTAKE HARDCOPYがピックされたときの処理を行う。すなわち、まず、利用者はCRT面のハード・コピーをCOM, またはプロッタに出力できる。つぎに、プログラムは文番号200に分岐する。なお、ISN45のGHC

OPY はCRT面のハード・コピーをCOM, またはプロッタに出力できる命令で, 汎用GSP<sup>(5)</sup>に属するものである。

47~49 : ライト・ボタンSTOP SYSTEMがピックされたときの処理を行う。すなわち, まず, グラフィック・ディスプレイをクローズし, 使用不能状態にする。つぎに, プログラムの実行を終了する。

## 5.2 平滑化の例

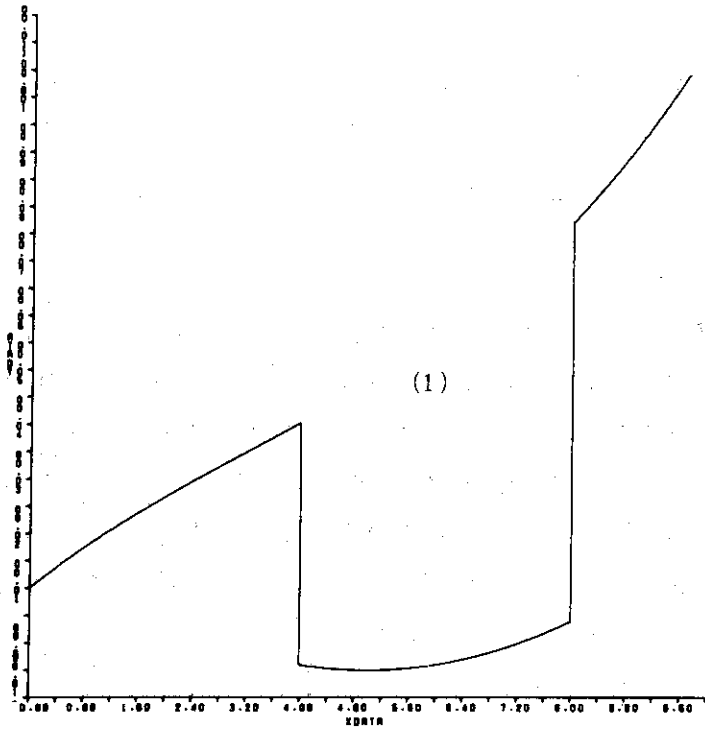
つぎに, このプログラムを用い, 実際に実験データの平滑化を実行したときのジョブ制御文<sup>(2)</sup>のリストをTable 5.2に示す。また, 平滑化処理におけるCRT面のハード・コピーをCOMに出力しプリントしたものをFig 5.1とFig 5.2に示す。Fig 5.1で, (1)は平滑化前の実験データのグラフ, (2)は平滑化処理に関するライト・ボタン, (3)はPGSボタンである。Fig 5.2は, ライトペンによって描かれたスムージング・カーブにより平滑化された実験データのグラフである。なお, Fig 5.1の平滑化前の実験データはプログラムによりテスト用に作成されたものであり, 実験によって得られたデータではない。

Table 5.2 ジョブ制御文のリスト

```

FACOM 230-60/75    MONITOR6/7    SYSTEM=V04/L17    BATCH=V04/L01    JOB CONTROL LANGUAGE LIST
.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
1  *NC      1603,                                     /
                                                w.0/PAGE 40
                                                P.0/PCH  0
                                                //
                                                GDP/
                                                C35/

2 VM *GJOB      1411803,NAKAMURA.Y.341.U2           /GRAPHICS
3 VM *DFORT
4 VM *DLIEDRUN GRFD=ON,PGSLIB=CALL,GDSP=ON,GDBG=ON
5 VM *GCOM35
6 VM *DISK FOR
7  *JEND
    
```



KEY

END

VLG

LAG

SML

VSM

(3)

SMOOTH DATA

DISPLAY DATA

CONTINUE NEXT

TAKE HARDCOPY

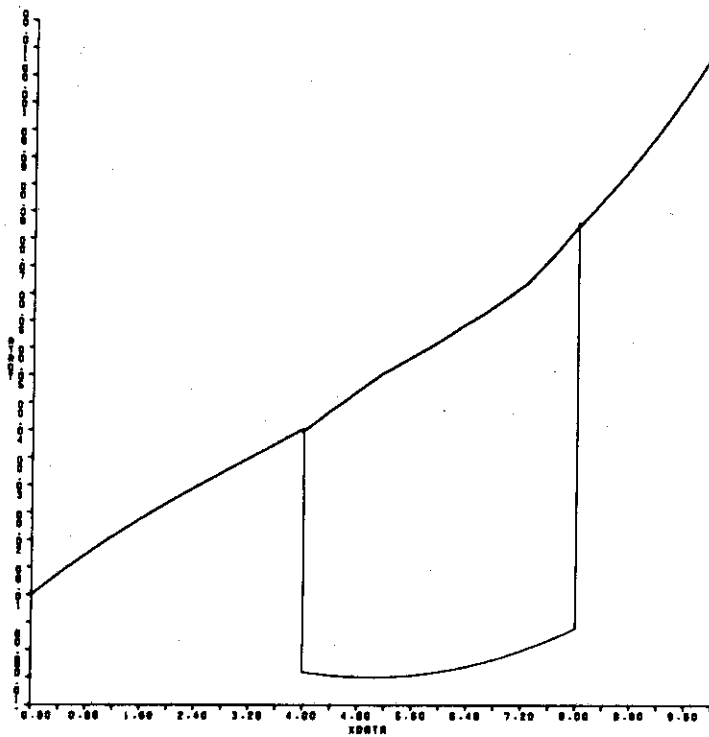
STOP SYSTEM

(2)

HARDCOPY NOCOPY

(3)

Fig. 5.1 平滑化前の実験データのグラフ, 平滑化処理に関するライト・ボタン, およびPGS ボタン



SMOOTH DATA

DISPLAY DATA

CONTINUE NEXT

TAKE HARDCOPY

STOP SYSTEM

Fig. 5.2 平滑化された実験データのグラフ (太線の部分)

## 6 おわりに

以上、グラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化のための汎用サブルーチン GSMOOTの機能と使い方について詳しく述べてきた。実験データの解析者は、第5章で述べた使用例を参考にして、GSMOOTを呼出すメイン・プログラムを作成することにより、グラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化を行うことができる。

グラフィック・ディスプレイを用いた実験データの平滑化処理は、解析者の考えが直接反映でき、かつ、やり直しが自由にきく特長がある。この方法の欠点は、ライトペンによってスムーズ・カーブを描く際、操作する人の手の振れにより滑らかな曲線が描けない場合があることである。

## 参 考 文 献

- (1) 富士通(株) : FACOMディスプレイ装置Ⅲ(2)グラフィック・ディスプレイ装置FACOM 6233A, 1972
- (2) 中村康弘, 小沼吉男 : グラフィック・ディスプレイのプログラミング, JAERI-M6619 1976
- (3) 小沼吉男, 笹本宣雄, 田坂完二, 中村康弘 : グラフィック・ディスプレイを使ったγ線スペクトルの平滑化, 昭和48年日本原子力学会年会(炉物理・炉工学)要旨集, 1973
- (4) Kuroi, H., Nakamura, Y., Onuma, Y., Koyama, K., Tone, T. and Hirota, J. : ARCADIA: A Comprehensive Semi-automated System for Cross Section Evaluation Utilizing Integral Measurements, JAERI 1241, 1976
- (5) 中村康弘, 小沼吉男 : PGSLIB/BASIC : グラフィック・プログラミングのための基本ソフトウェア, JAERI-M 6023, 1975
- (6) 中村康弘, 小沼吉男, 生田目健, 鈴木紀男 : GROSA-II : グラフィック・ディスプレイを用いたROSA-IIのための対話型データ解析システム, JAERI-M 6237, 1975

## 6 おわりに

以上、グラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化のための汎用サブルーチン GSMOOTの機能と使い方について詳しく述べてきた。実験データの解析者は、第5章で述べた使用例を参考にして、GSMOOTを呼出すメイン・プログラムを作成することにより、グラフィック・ディスプレイによる実験データの平滑化を行うことができる。

グラフィック・ディスプレイを用いた実験データの平滑化処理は、解析者の考えが直接反映でき、かつ、やり直しが自由にきく特長がある。この方法の欠点は、ライトペンによってスムージング・カーブを描く際、操作する人の手の振れにより滑らかな曲線が描けない場合があることである。

## 参 考 文 献

- (1) 富士通(株) : FACOMディスプレイ装置Ⅲ(2)グラフィック・ディスプレイ装置FACOM 6233A, 1972
- (2) 中村康弘, 小沼吉男 : グラフィック・ディスプレイのプログラミング, JAERI-M6619 1976
- (3) 小沼吉男, 笹本宣雄, 田坂完二, 中村康弘 : グラフィック・ディスプレイを使った $\gamma$ 線スペクトルの平滑化, 昭和48年日本原子力学会年会(炉物理・炉工学)要旨集, 1973
- (4) Kuroi, H., Nakamura, Y., Onuma, Y., Koyama, K., Tone, T. and Hirota, J. : ARCADIA: A Comprehensive Semi-automated System for Cross Section Evaluation Utilizing Integral Measurements, JAERI 1241, 1976
- (5) 中村康弘, 小沼吉男 : PGSLIB/BASIC : グラフィック・プログラミングのための基本ソフトウェア, JAERI-M 6023, 1975
- (6) 中村康弘, 小沼吉男, 生田目健, 鈴木紀男 : GROSA-II : グラフィック・ディスプレイを用いたROSA-IIのための対話型データ解析システム, JAERI-M 6237, 1975