

JAERI-M  
84-147

箔実験におけるデータ処理コードシステム

1984年8月

小坪 龍男・大部 誠

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 Section, Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, - Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1984

---

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

箔実験におけるデータ処理コードシステム

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

小坂 龍男・大部 誠

(1984年7月25日受理)

箔照射による反応率測定を有効かつ効率的に進めるためのデータ処理コードシステムを開発した。本コードシステムは、大きく分けると、(1)測定条件の設定および $\gamma$ 線スペクトル集録コード、(2) $\gamma$ 線スペクトル解析コード、(3)反応率分布算出コード、(4)ユーティリティプログラムに分けられる。これらのコードの開発により、照射箔より発する $\gamma$ 線スペクトルの測定および解析を自動的に行い、反応率分布の結果まで一貫した処理を行なうことが可能となった。 $\gamma$ 線スペクトルの解析機能としてデータ平滑化、一次微分および二次微分によるピーク探索および非線形最小自乗法に基く関数フィッティングによるピーク面積および誤差等の算定機能を具えている。反応率算出コードでは、実験値を用いて核種毎の崩壊定数を決定し、時間補正および箔の重量補正を行ない反応率を求める。これらのコードは、使用言語に FORTRAN-77 を用い小型計算機 PDP-11/44 (Digital Equipment Corp.) 用に開発したものであり、最大プログラムメモリーサイズは、32K と制約を受けている。

本報告書は、本コードシステムの内容および使用方法について記したものである。

Data Processing Code System for Foil Experiments

Tatsuo KOAKUTSU and Makoto ŌBU

Department of Reactor Engineering

Tokai Research Establishment, JAERI

( Received July 25, 1984 )

A code system has been developed for an efficient measurement of reaction rates in foil irradiation experiments. The code system consists of four codes, namely of, (i) setting up experimental parameters and collecting  $\gamma$ -ray spectrum data, (ii) analysing  $\gamma$ -ray spectrum, (iii) calculating reaction rate distributions, and (iv) furnishing utility programs.

This code system provides a useful tool of data processing of irradiated foil to obtain the  $\gamma$ -ray spectrum and the reaction rate distribution. These procedures can be executed automatically. The routine for processing foil counting data covers the following functions : the data smoothing, the peak searching by means of the first and second derivative methods, and the determination of the photo peak area and its error with use of a functional fitted by a non-linear least squares method. The code for reaction rate calculation has the following functions : the determination of decay constants of each isotope by using decay data of foil counting and the calculation of reaction rates after correcting irradiation time and weight of a foil. These codes are written by FORTRAN-77 for mini-computer PDP-11/44 (DEC), of which the maximum program memory size is limited to 32k bytes.

Keywords : Reaction Rate, Foil,  $\gamma$ -ray Spectrum, Data Smoothing, Peak Searching, Non-linear Least Squares Method, Efficiency  
Data Processing Code System

## 目 次

1. 序 論 .....	1
2. 箔測定装置の概要 .....	2
3. コードシステムの構成および内容 .....	5
3.1 コードシステムの全容 .....	5
3.2 プログラムの解説 .....	5
3.2.1 “FOILINP” および “FOILMAN” .....	5
3.2.2 “GSFIT” および “FGSFIT” .....	6
3.2.3 “DECOR” および “FGSDIS” .....	7
3.2.4 ユーティリティプログラム .....	9
4. 使用法 .....	11
4.1 入力形式 .....	12
4.2 出力形式 .....	25
5. 適用例 .....	31
6. 結 語 .....	35
謝 辞 .....	35
参考文献 .....	35
付録 A  計算機システムの構成 .....	37
付録 B  磁気ディスクの初期化 .....	39

## Contents

1.	Introduction .....	1
2.	General description of foil measurement system .....	2
3.	Description of the code system .....	5
3.1	Calculational flow .....	5
3.2	Description of programs .....	5
3.2.1	"FOILINP" and "FOILMAN" .....	5
3.2.2	"GSEFIT" and "FGSEFIT" .....	6
3.2.3	"DECOR" and "FGSDIS" .....	7
3.2.4	Utility programs .....	9
4.	Instruction .....	11
4.1	Input format .....	12
4.2	Output format .....	25
5.	Sample application .....	31
6.	Conclusion .....	35
	Acknowledgement .....	35
	Reference .....	35
	Appendix A Configuration of computer system .....	37
	Appendix B Initialization of magnetic disk .....	39

## 1. 序 論

炉心内での反応率分布は、炉特性上非常に重要なものであり、原子炉の核計算における最も基本的な量である。炉心が大型かつ複雑になるに従って炉心内の詳細な反応率分布の情報が必要となる。従来より FCA では、測定の容易さやデータ処理が簡便であるという理由から小型核分裂計数管による測定が行なわれている。しかし、この方法では、捕獲反応率や炉心内での任意の位置での核分裂率の測定が不可能である。このため FCA では、箔照射により反応率測定を行なう装置を完成した。その必要性から照射する箔は、多量となるため、測定および解析が膨大な量となる。このため小型コンピューターコントロールの箔測定装置を製作し、あわせて効率良く測定を行ない一貫してデータを処理するコードシステムを完成した。

箔を利用した反応率測定とは、fission-foil を炉内で照射を行ない、その FP (核分裂生成物) から発せられる  $\gamma$  線を Ge 検出器で測定された  $\gamma$  線スペクトルの着目光電ピークを解析することにより、核分裂率および捕獲反応率を求めることである。反応率を求めるときに FP 核種毎の decay 補正を行なう必要があり、これは、測定誤差を可能な限り少なくするため 1 つのフォイルに対して最低 3 回程度の測定が必要となる。また照射する箔の種類により反応率が異なり着目光電ピークの計数率が非常に異なる。また同じ箔においても核分裂率の FP を捕える場合と捕獲反応率の FP を捕える場合でさえその計数値は、非常に異なる。そのため測定時間、測定開始時間および測定間隔は、箔の種類および照射位置により異ってくる。さらに FP の  $\gamma$  線の測定であるため限られた時間内ですべての測定を終了させなければならない。これらの要請に対してあらゆる測定条件の設定および集録が満足するよう十分検討を行ない使用コードを作成した。

集録された  $\gamma$  線スペクトルの解析においての着目光電ピークは、箔毎あるいは求める反応率により異なっている。そのため解析するピークは、箔の種類あるいは反応率の種類により異なる。また測定された  $\gamma$  線スペクトルのデータファイルは、多量であるので、解析ファイルの割付は、自動的に行ない、かつ自動的に解析するようになっている。 $\gamma$  線スペクトル解析に関しての解析プログラムは、すでにいくつか報告されている。<sup>1)~5)</sup> しかしこれらは、すべて中型計算機以上を必要とし測定とカップル可能な小型計算機を用いたプログラムは、ほとんど報告されていない。最近の実験では測定される箔の  $\gamma$  線スペクトルデータが多量となり、また測定器のエネルギー分解能が向上し、要求される波高分析器のチャンネル数が非常に増大した。その結果、解析のために大型計算機等へ人力で入力するのは、實際上不可能に近くなり、入力ミスをなくす必要からも一貫した処理システムが必要であった。なお、今回のコードシステムには、先に開発した“小型計算機による  $\gamma$  線スペクトル解析コード；GSFIT” (非線形最小自乗法に基く関数フィッティングコード)<sup>6)</sup> が主ルーチンとして組込まれている。

$\gamma$  線スペクトルコードによって解析された計数率から反応率分布への変換は、崩壊定数計算プログラムおよび冷却時間補正プログラムを使用して行なった。つまり崩壊定数計算プログラムは、解析された計数率を基に、非線形最小自乗フィッティングを行ない、実験値から核種毎の

崩壊定数を求める。また、冷却時間補正プログラムは、核種毎の崩壊定数を使用して、計数率を同一時間へ換算することによって反応率分布を求めるものである。

これら一貫したコードシステムの開発により多量の箔の多量の $\gamma$ 線スペクトルデータから炉内反応率分布を効率的に求めることが可能となった。本報告書は、ハード的な測定システムについては概要にとどめ、コードシステムについての内容および使用方法について述べる。あわせて FCA 炉心での適用を検討している。また本報告書は、文献 6) と対をなすものである。

## 2. 箔測定装置の概要

使用した箔測定装置は、Ge 検出器、サンプルチェンジャー、増幅器（スペクトロスコーピー・アンプ）、マルチチャンネル波高分析器（MCA）および小型計算機（PDP-11）で構成されている。この箔測定装置は、測定にさいし、サンプルチェンジャーおよび MCA の動作が全てプログラムの指示によって行われ、得られた測定データは同様にプログラムを介して PDP-11 で処理される。使用するコードシステムの機能を説明するにあたり、先ず、箔測定装置の概要について述べる。

箔測定装置のブロック図を Fig. 2.1 に示す。本装置は使用箔に主として濃縮ウラン箔、劣化ウラン箔などの核燃料物質箔を用いることを目的に設置された。そのため、核燃料物質の計量管理上および放射線安全管理上の理由から、サンプルチェンジャー、Ge 検出器とその附属機器は一括して管理区域内に設置し、その他の計測器類はこれより約 36 m 離れたコンピュータ・ルームに設置し、両者をケーブルで結ぶ配置になっている。サンプルチェンジャーの構造は、試料移動用チェーンの上に照射箔の入ったアクリル製の試料容器が配列してあり、このチェーンの移動によって試料を交換する方式になっている。ここで、Ge 検出器はその周囲が厚い遮蔽体で覆われているので、試料の交換は、先ず、チェーンにより試料を挿入位置（基準位置）まで移動し、次に腕のついたチャックで試料をつかみ、次いで遮蔽体上部のふたが開き、さらにチャックでつかんだ試料を遮蔽体内の Ge 検出器上に置く一連の動作により行う。このサンプルチェンジャーの試料収納能力は最大 150 箇である。Ge 検出器には直径 43 mm × 長さ 38 mm の同軸型 Ge 検出器（キャンベラ社製、Model 7229 P）を用いた。Ge 検出器の相対検出効率は 10 %（NBS  $^{60}\text{Co}$  校正線源使用、3" × 3" NaI (Tl) 検出器換算値）、また  $^{57}\text{Co}$  (122 keV) 線源および  $^{60}\text{Co}$  (1.332 MeV) 線源から得られたエネルギー分解能はそれぞれ、0.74 keV (FWHM) および 1.65 keV (FWHM) である。

検出器により検出された照射箔の $\gamma$ 線信号はスペクトロスコーピーアンプを通して MCA に送られ、 $\gamma$ 線スペクトル波高分析が行われる。使用した MCA は、プログラムの指示により制御できる、いわゆるソフトウェア仕様の標準品である。箔測定は MCA の始動により開始されるが、測定の設定条件である測定開始時刻、同終了時刻、測定の時間間隔と繰返し測定の周期、測定回数、箔の種類と重量などの必要な指示が PDP-11 の CRT 端末から入力される。同時に、MCA の作動と前述のサンプルチェンジャーの試料交換動作が互に連携して円滑に行えるようコードが作成されている。FCA XI-2 集合体内で照射した 93% 濃縮ウラン箔について



崩壊定数を求める。また、冷却時間補正プログラムは、核種毎の崩壊定数を使用して、計数率を同一時間へ換算することによって反応率分布を求めるものである。

これら一貫したコードシステムの開発により多量の箔の多量の $\gamma$ 線スペクトルデータから炉内反応率分布を効率的に求めることが可能となった。本報告書は、ハード的な測定システムについては概要にとどめ、コードシステムについての内容および使用方法について述べる。あわせて FCA 炉心での適用を検討している。また本報告書は、文献 6)と対をなすものである。

## 2. 箔測定装置の概要

使用した箔測定装置は、Ge検出器、サンプルチェンジャー、増幅器（スペクトロスコーピー・アンプ）、マルチチャンネル波高分析器（MCA）および小型計算機（PDP-11）で構成されている。この箔測定装置は、測定にさいし、サンプルチェンジャーおよび MCA の動作が全てプログラムの指示によって行われ、得られた測定データは同様にプログラムを介して PDP-11 で処理される。使用するコードシステムの機能を説明するにあたり、先ず、箔測定装置の概要について述べる。

箔測定装置のブロック図を Fig. 2.1 に示す。本装置は使用箔に主として濃縮ウラン箔、劣化ウラン箔などの核燃料物質箔を用いることを目的に設置された。そのため、核燃料物質の計量管理上および放射線安全管理上の理由から、サンプルチェンジャー、Ge検出器とその附属機器は一括して管理区域内に設置し、その他の計測器類はこれより約 36 m 離れたコンピュータ・ルームに設置し、両者をケーブルで結ぶ配置になっている。サンプルチェンジャーの構造は、試料移動用チェーンの上に照射箔の入ったアクリル製の試料容器が配列してあり、このチェーンの移動によって試料を交換する方式になっている。ここで、Ge検出器はその周囲が厚い遮蔽体で覆われているので、試料の交換は、先ず、チェーンにより試料を挿入位置（基準位置）まで移動し、次に腕のついたチャックで試料をつかみ、次いで遮蔽体上部のふたが開き、さらにチャックでつかんだ試料を遮蔽体内の Ge 検出器上に置く一連の動作により行う。このサンプルチェンジャーの試料収納能力は最大 150 箇である。Ge 検出器には直径 43 mm×長さ 38 mm の同軸型 Ge 検出器（キャンベラ社製、Model 7229P）を用いた。Ge 検出器の相対検出効率は 10%（NBS  $^{60}\text{Co}$  校正線源使用、3"×3" NaI (Tl) 検出器換算値）、また  $^{57}\text{Co}$  (122 keV) 線源および  $^{60}\text{Co}$  (1.332 MeV) 線源から得られたエネルギー分解能はそれぞれ、0.74 keV (FWHM) および 1.65 keV (FWHM) である。

検出器により検出された照射箔の $\gamma$ 線信号はスペクトロスコーピーアンプを通して MCA に送られ、 $\gamma$ 線スペクトル波高分析が行われる。使用した MCA は、プログラムの指示により制御できる、いわゆるソフトウェア仕様の標準品である。箔測定は MCA の始動により開始されるが、測定の設定条件である測定開始時刻、同終了時刻、測定の時間間隔と繰返し測定の周期、測定回数、箔の種類と重量などの必要な指示が PDP-11 の CRT 端末から入力される。同時に、MCA の作動と前述のサンプルチェンジャーの試料交換動作が互に連携して円滑に行えるようコードが作成されている。FCA XI-2 集合体内で照射した 93%濃縮ウラン箔について

30時間経過後の崩壊 $\gamma$ 線スペクトルの波高分析の結果をFig. 2.2に示す。この図において、 $^{235}\text{U}$ 核分裂反応率を得るためにピーク解析を行う着目ピーク $^{143}\text{Ce}$  (293.0 keV),  $^{131}\text{I}$  (364.5 keV),  $^{133}\text{I}$  (529.0 keV),  $^{97}\text{Zr}$  (Nb) (658.2 keV),  $^{132}\text{Te}$  (I) (667.5 keV) および  $^{97}\text{Zr}$  (745 keV) が示されている。ただし、 $^{97}\text{Zr}$  (Nb) の表示は核分裂生成物の親核種である  $^{97}\text{Zr}$  から壊変する娘核種の  $^{97}\text{Nb}$  のピークを表わす。また、 $^{238}\text{U}$  の捕獲反応率を得るためには、照射劣化ウラン箔から生じる  $^{239}\text{Np}$  の 106.1 keV, 209.8 keV, 228.2 keV および 277.6 keV の主要ピークに着目した。ただし、228.2 keV のピークについては核分裂生成物の無視し得ないピークが重なる可能性があることから、参考データとしてのみ求める。本コードシステムでは適用例として、以上の着目ピークの処理、解析を行う。

MCA から出力する崩壊 $\gamma$ 線スペクトルのデータは測定毎にPDP-11のディスクに集録される。これらのデータはピーク解析、半減期補正を行った後、編集されて反応率分布の結果が得られる。なお、本箔測定装置では、サンプルチェンジャーから離れたコンピュータ・ルームにいる実験者が試料箔の交換状況を観察するに便利のように、ビデオカメラとモニターテレビジョンを設けた。

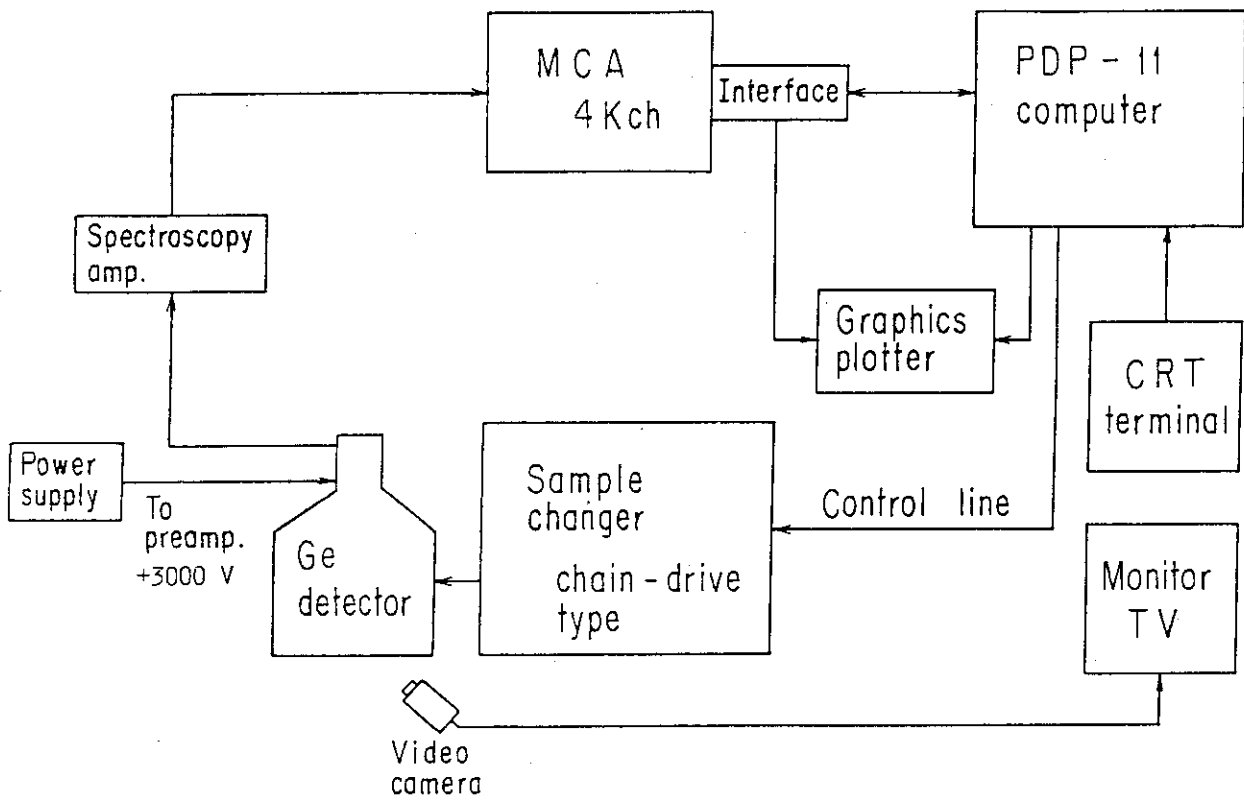


Fig. 2.1 Block diagram of foil measurement system

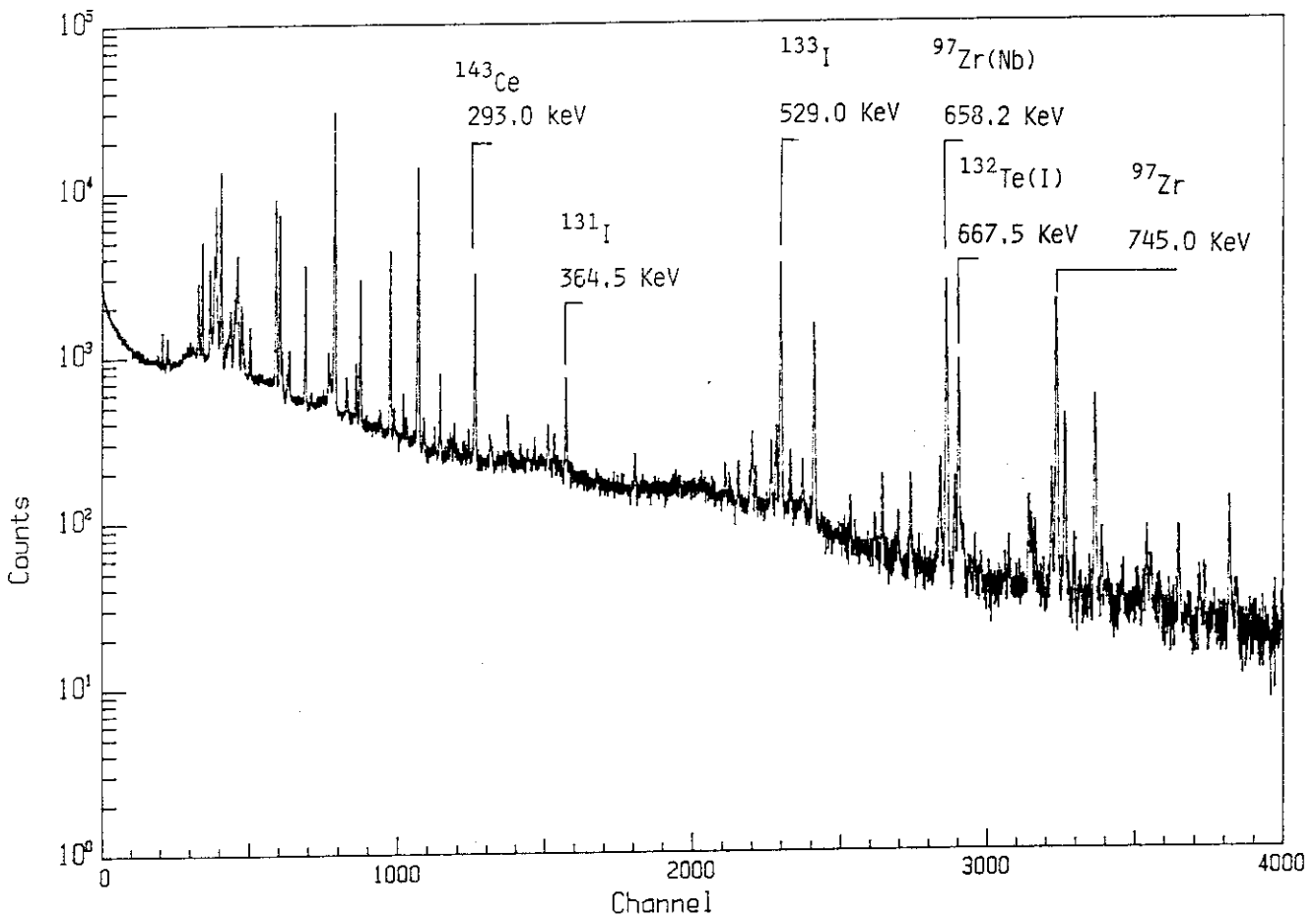


Fig. 2.2  $\gamma$ -ray spectrum of EU foil

### 3. コードシステムの構成および内容

#### 3.1 コードシステムの全容

本コードシステムは、前章で述べられた機器等を効率良くコントロールし、多量の箔の $\gamma$ 線スペクトルのデータの集録および解析を行ない、箔の照射位置での反応率を求め、炉内反応率分布を求めるものである。大きく分けると以下のように4つに分けられる。

すなわち

- (1) 測定条件の設定および $\gamma$ 線スペクトル集録コード
- (2)  $\gamma$ 線スペクトル解析コード
- (3) 反応率分布算出コード
- (4) プロッター、サンプルチェンジャー他ユーティリティプログラム

である。(1)の役割を持ったプログラムは、“FOILINP”および“FOILMAN”である。(2)は、“GSFIT”<sup>6)</sup>および“FGSFIT”であり、(3)では、“DECOR”および“FGSDIS”である。(4)のユーティリティプログラムは、“FLDUMP”および“FGSDMP”であり、プロッター用では、“GSPLOT”および“PLOT1D”であり、サンプルチェンジャー用は、“TSTSCH”である。コードシステムは以上11種類のプログラムで構成されており、各々のプログラムは、独立に起動可能である。フローチャートをFig. 3.1に示す。これらのコードは、使用言語にFORTRAN-77を用い最大プログラムメモリーサイズは、32k-byteの小型計算機を対象としている。

#### 3.2 プログラムの解説

##### 3.2.1 “FOILINP”および“FOILMAN”

(測定条件の入力および測定機器コントロールルーチン)

“FOILINP”は、測定条件の種々の設定を行なうプログラムであり、実際の測定は行なわれない。つまり実際の測定および集録を行なう“FOILMAN”のインプットファイルの作成とインプットされた時間等のチェックを行なう。すなわち本プログラムは箔の種類の違いによる測定時間、測定回数、測定開始時間および測定間隔等を決定し、“FOILMAN”のインプットファイルを作成する。

“FOILMAN”は、“FOILINP”で作成された測定条件に従って実際に $\gamma$ 線スペクトルの測定と集録を行なうプログラムである。サンプルチェンジャーおよびマルチチャンネルアナライザー(MCA)のコントロールを行ない測定条件を満足するように設定し $\gamma$ 線スペクトルのデータを集録する。使用上の注意として測定を行なう箔は、サンプルチェンジャー上に連続して置かれていなければならない。また“FOILMAN”では、FT86MP\*というライブラリーを使用している。

\* Camberra Industries, Inc

3.2.2 “GSFIT” および “FGSFIT”

( $\gamma$ 線スペクトルピーク解析ルーチン)

“GSFIT” および “FGSFIT” は, “FOILMAN” で測定された  $\gamma$ 線スペクトルのピーク解析を行なうプログラムである。“GSFIT” では測定された個々の  $\gamma$ 線スペクトルの解析を1ファイルのみ行なう。このプログラム使用の主な理由は, ピーク解析に用いられる最適な各種定数<sup>6)</sup>をサーベイするためである。一方 “FGSFIT” は, 箔の種類および求める反応率の違いによる解析に必要な着目核種の  $\gamma$ 線エネルギー (チャンネル数) あるいは, ピーク探索に用いる各種の定数等<sup>6)</sup>をファイルより自動的に与え “FOILMAN” で集録された多量の  $\gamma$ 線スペクトルのデータファイルのすべて, あるいは一部の解析を行なうことが可能である。これは, 特に本コードシステムのために作成されたものである。両プログラムとも入出力関係が異なるだけで解析法は, 同じである。すなわちデータ平滑化, 一次微分および二次微分によるピーク探索および非線形最小自乗法に基く関数フィッティングによるピーク面積, 誤差, ピーク中心チャンネル, ピーク中心チャンネル計数值および FWHM (半値巾) 等の算定機能を具えている。なおこの内容については文献6)に詳しく報告されているので主なものを以下に簡単に述べる。

関数フィッティング法において用いられるスペクトル形状関数 (モデル関数) を  $f(i, C_J)$  として, ピーク部分をガウス関数, またベース部分を一次式として下式のように与えた。

$$f(i, C_J) = C_1 + C_2(i - \ell) + \sum_n \left[ C_{3n} \exp \{ -C_{3n+1} (i - C_{3n+2})^2 \} \right] \dots\dots\dots (1)$$

- i : チャンネル
- $\ell$  : 解析領域の下限チャンネル
- n : 解析領域内に含まれるピーク数

ただし,  $C_J$  ( $j=1, 2, \dots$ ) は求めようとするパラメータである。解法は, 非線形最小自乗法によっている。すなわち(1)式により与えられるスペクトル形状関数には, ピーク中心チャンネル, FWHMなどの未知パラメーターが非線形に含まれているため  $C_J$  ( $j=1, 2, \dots$ ) は, 初期推定値  $C_J^0$  ( $j=1, 2, \dots$ ) を用いて逐次計算によって真のパラメーターに近づける方法で求めた。真のパラメーター値  $C_J$  は  $C_J^0$  に近いとして,  $f(i, C_J)$  を  $C_J^0$  のまわりにテイラー展開をし, その一次の項までをとって線形化近似を行なう。すなわち,

$$f(i, C_J) = f(i, C_J^0) + \frac{\partial f(i, C_J^0)}{\partial C_J} (C_J - C_J^0) \dots\dots\dots (2)$$

である。最小自乗法は, (1)式と実験値 ( $i$ チャンネルでの計数值)  $y_i$  との残差の自乗和を最小にする  $C_J$  を求めることに他ならない。すなわち

$$Q = \sum_{i=1}^h W_i \left[ f(i, C_J^0) - y_i + \sum_j \frac{\partial f(i, C_J^0)}{\partial C_J} \cdot \delta C_J \right]^2 \dots (3)$$

$$\delta C_J = C_J - C_J^0$$

なるQを最小にする条件  $\frac{\partial Q}{\partial (\delta C_j)} = 0$  を満足するように  $C_j$  を求めることである。すなわちJの数に等しい正規方程式が得られる。これらの連立方程式を解いて  $\delta C_j$  ( $j=1, 2, \dots$ ) を求め  $C_j^0 + \delta C_j$  を次のパラメーターとして  $C_j^0$  として与えて再び同じ計算を繰り返し  $\delta C_j$  が十分小さくなったところで計算を終了させる。本プログラムでの収束条件は、 $\delta C_{3n+1}$  が  $10^{-5}$  より小さくなることである。  $W_i$  は重み関数と呼ばれているが本プログラムでは1とした。以上によりピーク面積、正確なピーク中心チャンネル等を以下の式より求めている。

ピーク面積  $P_{An} = 1.772 \times \frac{\sqrt{C_{3n}}}{\sqrt{C_{3n+1}}} \dots\dots\dots (4)$

ピーク中心チャンネル  $P_e = C_{3n+2} \dots\dots\dots (5)$

FWHM (半値巾)  $FWHM = \sqrt{\frac{2.773}{C_{3n+1}}} \dots\dots\dots (6)$

ピーク計数值  $P_n = C_{3n} \dots\dots\dots (7)$

である。本コードでは、解析領域内に含まれるピーク数は、最大10ヶまで解析可能である。

“FGSFIT”での解析結果のファイルは、“DECOR”および“FGSDIS”で使用され最終的な反応率分布の結果に導かれる。またフィッティング関数等の検討のために“GSFIT”および“FGSFIT”での解析結果のファイルは、“PLOT1D”でフィッティング関数および実験値のプロットに使用される。

### 3.2.3 “DECOR”および“FGSDIS”

(崩壊定数決定および反応率分布導出ルーチン)

“DECOR”は、“FGSFIT”で解析された結果を用い、核種毎の崩壊定数を求めるプログラムである。つまり測定時間の計数率の関係より着目FP核種の実験値による崩壊定数および誤差を求めるプログラムである。解法を以下に示す。

計数率と時間と関係式を下式のように与えたとき

$$C_i = ae^{-\lambda t_i} \dots\dots\dots (8)$$

$t_i$  : 測定時刻

$C_i$  : 計数率

$\lambda$  : 崩壊定数

$$Q = \sum_i W_i (ae^{-\lambda t_i} - y_i)^2 \dots\dots\dots (9)$$

を最小にする  $\lambda$  および  $a$  を求めることである。

ここで  $w_i$  : 重み関数

$y_i$  :  $t_i$  での "FGSFIT" で求められた計数率 (実験値)。

解法は前項と同様に非線形最小自乗法を用いた。すなわち(8)式をテイラー展開し一次の項までとり、(9)式へ代入する。Qを最小にする条件は、Qを  $\delta a$ ,  $\delta \lambda$  について偏微分して0とおいたものである。つまり

$$\delta a \cdot \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial K} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial a} + \delta \lambda \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial K} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial \lambda} = - \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial K} \cdot R_i \quad \dots\dots (10)$$

ただし  $K = a, \lambda$

である。

すなわち下式のような正規方程式が得られる。

$$\begin{bmatrix} \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial a} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial a} \cdot w_i & \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial a} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial \lambda} \cdot w_i \\ \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial a} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial \lambda} \cdot w_i & \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial \lambda} \cdot \frac{\partial C_i}{\partial \lambda} \cdot w_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta a \\ \delta \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} - \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial a} \cdot R_i \cdot w_i \\ - \sum_i \frac{\partial C_i}{\partial \lambda} \cdot R_i \cdot w_i \end{bmatrix} \quad \dots\dots (11)$$

ただし  $\delta a = a - a^0, \delta \lambda = \lambda - \lambda^0$

$$R_i = a^0 e^{-\lambda^0 t_i} - y_i, \frac{\partial C_i}{\partial a} = e^{-\lambda^0 t_i}$$

$$\frac{\partial C_i}{\partial \lambda} = -a t_i e^{-\lambda^0 t_i}$$

以上の式を解いて先づ  $\delta a, \delta \lambda$  を求める。逆行列の解法は、掃き出し法による。次に  $a^0 + \delta a, \lambda^0 + \delta \lambda$  をそれぞれ次の  $a^0, \lambda^0$  として再び上の行列式を解く。この繰り返し計算を  $|\delta a|, |\delta \lambda|$  が収束条件より小さくなるまで行なって計算を終了し、崩壊定数  $\lambda$  および  $a$  を求めそれぞれの誤差を次式により求める。本プログラムでの収束条件は  $|\delta \lambda|$  が  $10^{-5}$  より小となることである。

$$\sigma_{\lambda}^2 = \frac{1}{n-2} \sum_i w_i (C_i(a, \lambda) - y_i)^2 \cdot F_{11}^{-1} \quad \dots\dots (12)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{n-2} \sum_i w_i (C_i(a, \lambda) - y_i)^2 \cdot F_{22}^{-1} \quad \dots\dots (13)$$

$F_{jj}^{-1}$  は逆行列の対角要素

(本プログラムでは、 $w_i = \frac{1}{2\sigma_i}$  とした。 $\sigma_i$  は、“FGSFIT” で解析された計数率に対する誤差である。)

“FGSDIS” は、“FGSFIT” で解析されたFP核種の着目光電ピークの計数率を、それらの $\gamma$ 線スペクトルデータが測定された時間(冷却時間)および“DECOR”で求めた崩壊定数を用いて、任意の時間に各ファイルの各核種について同一の冷却時間での計数率へ変換する。また箔の重量補正も合わせて行ない反応率分布を求める。式を以下に示す。

$$C_{Est.} = C_{Exp.} e^{-\lambda(t-t')} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$C_{Exp.}$  : “FGSFIT” より求められた計数率  
 $\lambda$  : “DECOR” より求められた崩壊定数  
 $t'$  : 冷却時間 (Estimate Time)

$$\frac{\sigma_{Est.}}{C_{Est.}} = \left\{ \left( \frac{\sigma_{Exp.}}{C_{Exp.}} \right)^2 + \left\{ e^{\lambda(t-t')} - 1 \right\}^2 \right\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$t$  : 冷却時間  
 $\sigma_{Exp.}$  :  $C_{Exp.}$  の誤差  
 $\sigma_\lambda$  :  $\lambda$  の誤差

$C_{Est.}, \sigma_{Est.}$  : 任意の時間での計数率およびその誤差

また反応率の絶対値を求める時には、照射直後( $t'=0$ )の計数率が必要となる。しかしこの場合は“DECOR”で求めた $a$ を使用する方が実験値を良く再現していると考えられる。

### 3.2.4 ユーティリティプログラム

“FLDUMP”および“FGSDMP”は、多量の箔の測定および解析を効率良く進めるために作られたものである。“FLDUMP”では、“FOILMAN”で集録されたすべての $\gamma$ 線スペクトルのデータファイルの測定日時、測定時間および作成されたファイル名の情報が得られ、テーブルを作成し出力する。“FGSDMP”では、“FGSFIT”で解析済のファイルのすべてあるいは一部の着目光電ピークの計数率、ピーク中心チャンネル、誤差およびFWHM等が得られ、テーブルを作成し出力する。

“GSPLOT”および“PLOT1D”ともプロッター用ユーティリティプログラムである。“GSPLOT”は、 $\gamma$ 線スペクトルデータのプロットが可能である。“PLOT1D”では、“GSFIT”および“FGSFIT”でピーク解析されたフィッティング関数と実験データおよびスムージングデータのプロットが出来る。また平滑化には、“GSFIT”のサブルーチン“SMOOTH”を使用している。<sup>6)</sup>これらは、実験値あるいは“GSFIT”および“FGSFIT”でピーク解析されたフィッティング関数等の検討に使用するものである。

“TSTSCH”は、サンプルチェンジャーを手動操作並に遠隔操作(コンピューターによる)を可能にするために作成されたものである。

サンプルチェンジャーの基本的な動作は全て操作可能である。また本プログラムは、“FOILMAN”を使用する前にサンプルチェンジャーを初期化するためにも使用される。



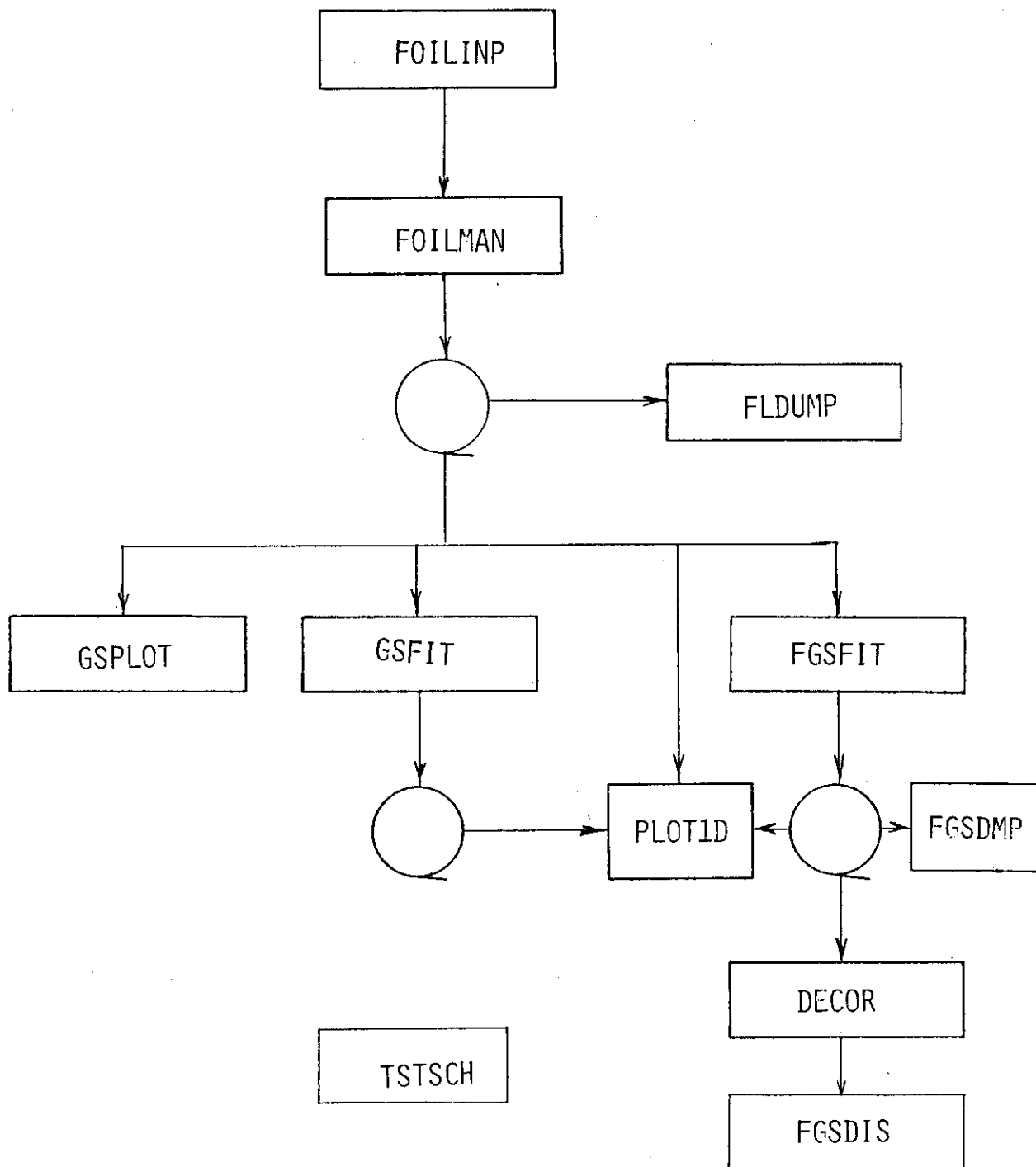


Fig. 3.1 Programs flow of foil measurement

## 4. 使用法

本コードシステムを効率良く運用するために使用する小型計算機の各装置へのデータおよびプログラム等の割付は以下に述べるように行なわれている。またこの小型計算機システムの構成を Appendix A に詳細に述べている。

本コードシステムを使用して測定および解析を行なうと多量の  $\gamma$  線スペクトルデータファイルおよびワークファイル等が作成される。作成された  $\gamma$  線スペクトルデータファイルは、1つのメディア上に作成される方が以後の処理を行なうのにより効率的である。このためデータ領域 ( $\gamma$  線スペクトルデータファイルあるいはワークファイル) は、大容量の記憶エリア (10.4 Mbyte) を持つディスクカートリッジである物理デバイス\* DL1 : に固定し、プログラムのロードモジュール (即実行可能なプログラム) は、フロッピーディスク (512 K byte) の No. 1 および No. 2 である物理デバイス DY0 : および DY1 : を使用する。また本計算機システムの Operating System (OS), プログラムソース, サブルーチンソースおよびライブラリー等は、ディスクカートリッジである物理デバイス DL0 : に固定した。すなわち本コードシステムのプログラムの起動は、以下のように行なう。

RUN DY0 : program-name   あるいは

RUN DY1 : program-name   とする。

ディスクカートリッジおよびフロッピーディスクを本システムで使用可能な状態に初期化 (Initialize) する必要がある。この OS で使用可能なファイル構造は Files-11\*\* と言われている。初期化の方法は Appendix B に示している。初期化を行なったメディアは 512 byte を 1 Block とし、ディレクトリー等のシステム OS 領域を確保して最終的に自由ブロック (ワークエリア) としてディスクカートリッジでは 20,480 ブロックおよびフロッピーディスクでは 988 ブロックとなる。これは 1つの  $\gamma$  線スペクトルデータファイル (4096 ch 使用) が 65 ブロックを使用するのでそれぞれ 315 ファイルおよび 15 ファイル集録可能となる。また本コードシステムのプログラムを使用するとワークファイルが作成されるがこのファイルに必要な最大ブロック数は 200 ブロックであるので常にデータ領域 (DL1 : ) には 200 ブロック以上のワークエリアを確保しなければならない。

入力の説明は、(1) FOILINP, (2) FGSFIT, (3) DECOR, (4) FGSDIS, (5) FLDUMP, (6) FGSDMP, (7) GSPLIT, (8) PLOT1D および (9) TSTSCH の 9 プログラムについて行ない、"GSFIT" は文献 6) に詳しく述べられているので省略している。また "FOILMAN" の入力はいらないので除いている。

出力は、(1) FOILINP, (2) FGSFIT, (3) DECOR, (4) FGSDIS, (5) FLDUMP および (6) FGSDMP について述べ、入力の項で述べられた入力の例にあわせて出力例

\* Appendix A 参照

\*\* Files-11 magnetic tapes conform to the American National Standard X 3.27-1978.

を示している。

#### 4.1 入力形式

前章で述べた種々のプログラムのインプットを以下に示す。インプットの方法としては、定数等の情報をファイルから行なう方法およびプログラムからの質問に答える対話形式の2方法をとっている。ファイルを作成するものについては、ファイルフォーマットおよびその意味等について述べる。対話形式では、サンプル例を示すとともに意味等を注釈の形でサンプル例の後に述べている。またこのインプットは、下線部で示し、他はプログラムからのメッセージである。入力の際のラインターミネーターとして常に Return Code を入力する。

##### (1) "FOILINP"

本プログラムのランに先立ち、測定されるべき箔の種類および重量等の情報を以下の形式に従ってファイル上に作成しなければならない。このファイルを基に"FOILMAN"では測定された $\gamma$ 線スペクトルデータのファイル名を付けていく訳である。また"FGSFIT", "FGSDIS"および"FLDUMP"でも使用されるファイルである。ファイル名は箔の種類、照射位置および照射炉心名等が判別出来るように配慮した。ファイルのサンプル例をTable 4.1.1に示す。

Line 1 (2A1, 2X, 5A1, F9.1)

Columns

1 ~ 2	IDF	箔の種類(2文字)…ファイル名の先頭2文字となる。 また"FGSFIT"で自動的に解析される場合定数がファイルより入力される。その場合のファイル名の先頭2文字を示す。つまりDU(箔)ならDUCONS. INPのファイルを定数として解析する。
5 ~ 9	POSITION	照射位置に関する情報
10 ~ 18	WEIGHT	箔の重量(mg単位)…"FGSDIS"で使用される。

⋮

Line N (2A1, 2X, 5A1, F9.1) 測定される箔の枚数はN枚となる。

次に"FOILINP"のランを行ない以下に示すようにプログラムと対話を行ないながら入力を行なう。

```

---- FOIL input date create ---- (注)
Input Sample NO. (Start to end) : 1, 26 ..... ①
Input MP buffer area (K-byte)   : 4 ..... ②
Input file-name of foil ID      : X12. TBL ..... ③
Input User Identification Card   : ..... ④
Input file type for data-file    : X12 ..... ⑤
Input ID (ex. EU) for preset time : EU ..... ⑥
Input EU: preset time           : 400 ..... ⑦
    
```

Input ID (ex. EU) for preset time	: <u>DU</u>	.....	⑧
Input DU: preset time	: <u>2000</u>	.....	⑨
Input ID (ex. EU) for preset time	:	.....	⑩
Elapsed time in 1-run (min.)	: 549:7	.....	⑪
Input NO. of loop to read data	: <u>5</u>	.....	⑫
Input Type of setting wait time			
P: period time, S: starting time	: <u>P</u>	.....	⑬
Input period time (min.)	: <u>0</u>	.....	⑭
*** Error not - wait period time	: 0:0	6:32 .....	⑮
Input period time (min.)	: <u>7</u>	.....	⑯
Input starting run NO. (file NO.)	: <u>1</u>	.....	⑰

### 注釈

- ①…サンプルチェンジャー上に箔がセットされている位置を開始と終了で示す。
- ②…マルチチャンネルアナライザーの $\gamma$ 線スペクトルデータのメモリ総量 通常4K-byte (4096ch)
- ③…前に述べた箔の種類等の情報が書かれているファイル名 X12.TBLとした。(Table 4.1.1にすでに示されている。)
- ④…データが集録される領域あるいはデバイス等を入力する。通常Return Code この場合デフォルトとしてディスク(DL1:)へ集録される。
- ⑤…データ・ファイル名のファイルタイプ 最大3文字
- ⑥, ⑦, ⑧, ⑨…箔の種類による測定時間の設定③でのファイルの先頭2文字で示されているすべての箔について入力を行なう。
- ⑩…⑥, ⑦, ⑧, ⑨の一連の作業のターミネータとしてReturn Codeを入力する。
- ⑪…⑥~⑨で設定された時間で, ④で指定されたすべての箔が1回の測定にかかる時間
- ⑫…測定回数 (Run 数)
- ⑬…測定方法 S: 測定開始時刻 (月日も含む) P: Run と Run との時間間隔
- ⑭…Run と Run の間隔を分で入力
- ⑮…0分と入力したが1 Run の終了状態より最初の箔の測定が可能となるには6分32秒経かる。すなわちErrorである。
- ⑯…⑭の再入力
- ⑰… $\gamma$ 線スペクトルデータファイルのファイル名が01より作られる。(Columns 3~4) すなわち②との入力の関係より作成されるファイル名は01より05までである。(XX01XXXX. X12~XX05XXXX. X12)

## (2) "FGSFIT"

プログラムのランに先立ち解析される箔の種類により解析に使用される種々の定数をファイル上に作成しなければならない。箔の種類により「〇〇CONS. INP」のファイル名の定数が自動的に使われる。つまりEU箔では「EUCONS. INP」, DU箔では「DUCONS. INP」というファイルである。インプットすべき各種の数値の意味およびそのフォーマットを以下に示す。Table 4.1.2および4.1.3にEUCONS. INPおよびDUCONS. INPのサンプル例が示されている。また数値の詳細な意味は文献6)に詳しく述べられている。

## Line 1 (5 I 10)

## Columns

1 ~ 10	K	not in use
11 ~ 20	I OPT	解析データ (実験値) output option OFF/ON - 0/1
21 ~ 30	I ST	全体の解析の開始チャンネル 通常 1 channel
31 ~ 40	I EN	終了チャンネル 最大 4000 channel まで
41 ~ 50	I SET	解析ピークの数 0 : 全ピーク解析

## Line 2 (4 I 10)

## Columns

1 ~ 10	I SM	スムージング オプション 0 : スムージング行なわない 1 : ガウスフィルター使用 (for future) 2 : 最小自乗法フィルター 通常 2
11 ~ 20	I ORD	スムージングのポイント数は $I ORD \times 2 + 1$ で与えられる。 I SM = 0 ; Dummy
21 ~ 30	J OPT	スムージングデータ Output option OFF/ON - 0/1
31 ~ 40	I REA	最大解析領域の指定

## Line 3 (6 I 10)

1 ~ 10	I P 2 C	二次微分のポイント数は、 $I P 2 C \times 2 + 1$ で与えられる。
11 ~ 20	I P 1 C	not in use
21 ~ 30	L V C T	計数値調整の数 (I CONT, DOWN)
31 ~ 40	I D I R	ガウス関数フィッティングに用いるデータ オプション 0/1 - Smooth data / Experimental data
41 ~ 50	K P	一次微分のポイント数は、 $K P \times 2 + 1$ で与えられる。

## Columns

51 ~ 60	I D M P G	収束状態 output option OFF/ON - 0/1
---------	-----------	------------------------------------

## Line 4 (F 12.4)

1 ~ 12	P 2 C O L	感度係数
--------	-----------	------

## Line 5 (4 (I 6, F 12.3))

1 ~ 6	I C O N T (1)	ピークサーチの時使用する。
-------	---------------	---------------

7 ~18 DOWN (1) 全解析領域内でのチャンネル当りの計数值  $T \text{ counts/ch}$   
 $\vdots$  であるとする、 $ICONT (I) \leq T \leq ICONT (I+1)$   
 ICONT (LVCT) であるなら、全計数值を DOWN (I) で除算を行なった  
 DOWN (LVCT) データでピークサーチを行なう。

Line 6 (6I10)

1 ~10 IREG (1) 解析するチャンネルの指定  
 $\vdots$   
 IREG (ISET)

次に本プログラムのランを行ない以下に示すようにプログラムと対話を行ないながら入力を行なう。

---- FGS-FIT ---- (注)  
 Input file name of foil ID : X12. TBL ..... ①  
 Input User Ident. Card : ..... ②  
 Input file-type : X12 ..... ③  
 Input foil number of analysis : 26 ..... ④  
 Input start, end of fun number : 1, 5 ..... ⑤  
 Input final dump file-name : X12. DMP ..... ⑥

注釈

- ①…箔の種類等の情報が書かれているファイル名、すでにTable 4.1.1 に示されている。
- ②…通常 Return Code (Appendix A参照のこと)
- ③… $\gamma$ 線スペクトルデータファイルのファイル名タイプ 最大3文字
- ④…解析される箔の総数 ここではX12.TBLのすべての箔(26枚)について解析を行なう。
- ⑤…Run 番号で開始および終了をコンマ(,)で区切って入力する。
- ⑥…解析結果が書かれるファイル名, “FGSDIS”, “DECOR”, “FGSDMP” および “PLOT1D” で使用出来るフォーマットになっている。

(3) “DECOR”

ランに先立ち崩壊定数を求めようとする核種のテーブルを以下の形式に従ってファイル上に作成しなければならない。またサンプル例としてTable 4.1.4 に示されている。

Line 1 (36A2)

Columns

1 ~72 TITLE タイトル名を72文字以内で示す。

Line 2 (9A1, X, 8A1, 2X, 8A1, 2X, 10A2)

Columns

1 ~ 9 DATE 照射日をDD-MMM-YYで表わす。  
 11~18 STIME 照射開始時間 HH:MM:SSで表わす。  
 21~28 ETIME 照射終了時間 HH:MM:SSで表わす。  
 31~50 POWER 照射出力他のコメント文

Line 3 (2I10)

1~10 NFOILID 箔の種類の数  
 11~20 NISO 核種の数

Line 4 (18(2A1, 2X))

1~2 FOILID(1) NFOILIDだけ続く箔の種類

Line 5 (5A2, F6.1, I6, F7.3) NISOの数だけ続く

1~10 ISO(1) 核種の種類  
 11~16 EKISO(1)  $\gamma$ 線エネルギー (keV)  
 17~22 ECISO(1)  $\gamma$ 線エネルギー (ch)  
 23~29 TDISO(1) Table of Isotope<sup>7)</sup>からの半減期

次に対話形式のインプットを以下に示す。

(注)

Input file name of Isotopes	:	<u>ISOTOP. TBL</u>	.....	①
Input "FGSFIT" Dump file	:	<u>X12. DMP</u>	.....	②
Output file name	:	<u>DECAY. DMP</u>	.....	③
143 - Ce		293.00 - KeV		
Analysis data file name	:	? <u>EU<u>0001</u>J. X12</u>	.....	④
NO. of selected data for analysis	:	? <u>0</u>	.....	⑤
131 - I		364.50 - KeV		
Analysis data file name	:	? <u>   </u>	.....	⑥
NO. of selected data for analysis	:	? <u>0</u>	.....	
133 - I		529.00 - KeV		
Analysis data file name	:	? <u>   </u>	.....	
NO. of selected data for analysis	:	? <u>4</u>	.....	⑦
Run NO. of selected data	:	? <u>1, 2, 3, 4</u>	.....	⑧
97 - Zr (Nb)		658.20 - KeV		
Analysis data file name	:	? <u>   </u>	.....	
NO. of selected data for analysis	:	? <u>0</u>	.....	
132 - Te (I)		667.50 - KeV		
Analysis data file name	:	? <u>   </u>	.....	
NO. of selected data for analysis	:	? <u>0</u>	.....	
97 - Zr		745.00 - KeV		
Analysis data file name	:	? <u>   </u>	.....	
NO. of selected data for analysis	:	? <u>0</u>	.....	
NO. of estimate data	:	? <u>2</u>	.....	⑨
1 - th estimate (hour)	:	? <u>20</u>	.....	⑩
2 - th estimate (hour)	:	? <u>30</u>	.....	⑪

注釈

- ①…前に述べたように崩壊定数を求める核種の書かれているファイル名
- ②…“FGSFIT”の解析結果のファイル名
- ③…“FGSDIS”で使用可能な形にフォーマットされた“DECOR”の結果のファイル名  
ここではDECAY.DMPとした。
- ④… $^{143}\text{Ce}$  (①のファイルより読み込まれる) に使用する“FGSFIT”が解析された箔の名前等の情報
- ⑤…測定されたものすべてのRunを使用する場合；0(ゼロ)
- ⑥…Return Codeを入力すると前の入力④の箔について行なう。
- ⑦…入力された数だけのRun回数で使用する。
- ⑧…⑦に対応するラン数をコンマ(,)で区切って入力する。
- ⑨…計数率をEstimateする個数
- ⑩, ⑪…⑨に対応する時間(照射直後からの時間)

(4) “FGSDIS”

“FGSDIS”のランに先立ち次の3種類のファイルが必要である。すなわち

- a) “FGSFIT”の解析結果のファイル(X12.DMP)
- b) “DECOR”で求められた崩壊定数のファイル(DECAY.DMP)
- c) 箔の種類等を書いたファイル(箔の重量を使用)(X12.TBL)

であり、すべて前に述べられている。( )内は前に述べられているサンプルファイル名である。対話形式のインプットを以下に示す。

			(注)
Input Isotope file - name	:	<u>DECAY.DMP</u>	①
Input FOIL-NAME/WEIGHT file - name	:	<u>X12.TBL</u>	②
Input NO. of reading-roop	:	<u>26</u>	③
Input FGSFIT-dump file - name	:	<u>X12.DMP</u>	④
Run NO. = 1 EU Estimation Time (Hour)	:	<u>20</u>	⑤
File name of normalized factor	:	<u>EU010001J.X12</u>	⑥
Run NO. = 2 EU Estimation Time (Hour)	:	<u>20</u>	
File name of normalized factor	:	<u>EU020001J.X12</u>	
Run NO. = 3 EU Estimation Time (Hour)	:	<u>20</u>	
File name of normalized factor	:	<u>EU030001J.X12</u>	
Run NO. = 4 EU Estimation Time (Hour)	:	<u>20</u>	
File name of normalized factor	:	<u>EU040001J.X12</u>	
Run NO. = 5 EU Estimation Time (Hour)	:	<u>20</u>	
File name of normalized factor	:	<u>EU050001J.X12</u>	



## 注釈

- ①… b)でのファイル名
- ②… c)でのファイル名
- ③…②での入力に対応する箔の枚数
- ④… a)でのファイル名
- ⑤… Estimate 時間 (Run 1)について
- ⑥…⑤で Estimate された計数率に対して, 相対分布の規格データファイル

## (5) “ FLDUMP ”

使用されるファイルは箔の種類等の情報が書かれているファイルであり, すでに述べられているのでここでは省略する。対話形式のインプットを以下に示す。

```

---- FOIL TABLE ----
INPUT FILE NAME OF FOIL ID.   : X12.TBL
INPUT USER ID. CARD           :
INPUT FILE -TYPE               : X12
INPUT NO. of exp.              : 5
INPUT START NO. OF FILE        : 1
INPUT NO. OF FILE FOR 1 - RUN  : 26
INPUT DUMP type (1/2)          : 2

```

(注)

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

## 注釈

- ①…サンプル例としてTable 4.1.1にすでに示されている。
- ②…通常 Return Code
- ③…ファイル名のタイプ 最大3文字
- ④…測定されたRUN回数
- ⑤…RUNの開始番号
- ⑥…1 RUNで測定された箔の枚数
- ⑦…タイプ1, 2があり, タイプ1ではRUN毎の測定順による $\gamma$ 線スペクトルデータファイル名等の出力である。タイプ2では同じ箔による出力である。

## (6) “ FGSDMP ”

“ FGSFIT ”で解析された結果のファイルを使用する。対話形式のインプットを以下に示す。

```

<< Fitting file dump program >>
Input file name ?   X12.DMP

```

(注)

①

## 注釈

- ①… “ FGSFIT ”で解析された結果のファイル名

(7) "GSPLOT"

インプットを以下に示す。

< GSPLOT >		(注)
Input file name	<u>EU010001J. X12</u>	①
X-axis min & max	<u>0, 4000</u>	②
Y-axis min & max	<u>1, 100000</u>	③
Y-axis log/linear = 1/0	<u>1</u>	④
Dot marking NO. (NO = 0)	<u>0</u>	⑤
Drawing select (0, 1)	<u>1</u>	⑥

注釈

- ①…プロットする $\gamma$ 線スペクトルデータのファイル名
- ②…X軸 (チャンネル数)
- ③…Y軸 (計数)
- ④…対数が常数 (Y軸のみ)
- ⑤…マーキングの形 (0 ; マーキングなし 1 ; 以上はTable 4.1.5に示されている。)
- ⑥…0 ;  $\gamma$ 線スペクトルデータをポイント表示のみ

(8) "PLOT1D"

本プログラムのランに先立ち, "FOILMAN"で測定された $\gamma$ 線スペクトルデータおよび "FGSFIT"あるいは"GSFIT"で解析したフィッティング関数をプログラム"TRANS"を利用してフォーマット等を合わせる必要がある。まず"TRANS"へのインプットを以下に示す。

---- Data transfer program ----		(注)
Input 1 ; experimental data		
2 ; fitted function	? <u>1</u> .....	①
Input file name	? <u>EU010001J. X12</u> .....	②
Input 0 ; non smoothing		
1 ; gaussian smoothing		
2 ; min-max smoothing		
3 ; mathematical smoothing	? <u>0</u> .....	③
Input writing file name	? <u>EX. DMP</u> .....	④
Input title (66-strings)	? <u>Exp. data</u> .....	⑤
Writing rang (start to end)	? <u>2840, 2940</u> .....	⑥
---- Data transfer program ----		
Input 1 ; experimental data		
2 ; fitted function	? <u>2</u> .....	⑦
Input FGSFIT dump file	? <u>X12. DMP</u> .....	⑧
Input select file-name in dump	? <u>EU010001J. X12</u> .....	⑨

```

Input START, END, INCREASE   ? 2850, 2880, 0.1 ..... ⑩
Input writing file name       ? ZR.DMP ..... ⑪
Input title (66 - strings)   ? ..... ⑫
---- Data transfer program ----
Input 1 ; experimental data
      2 ; fitted function     ? 0 ..... ⑬
Data transfer normal end
    
```

注釈

- ①…データの種類
- ②…使用する $\gamma$ 線スペクトルデータファイルの名前
- ③…実験データの場合のみで平滑化のオプションルーチンを持っている。文献6)のサブルーチン "SMOOTH" を使用している。
- ④…"PLOT1D" で使用される"TRANS" のoutput ファイル名
- ⑤…タイトル (最大66文字)
- ⑥… $\gamma$ 線スペクトルデータのチャンネル数の開始と終了を示す。(④のファイルに書かれるチャンネル数)
- ⑦…データの種類 (①と同様)
- ⑧…"FGSFIT" の解析結果のファイル名
- ⑨…⑧の中での使用する $\gamma$ 線スペクトルデータのファイル名
- ⑩…⑨での開始, 終了および増分のチャンネル数。通常増分は0.1で十分である。
- ⑪…⑨, ⑩によって作られたファイル名の指定
- ⑫…タイトル無しの場合 (Return Code)
- ⑬…データの種類の質問において0 (ゼロ) を入力すると本プログラムの終了となる。

次に "PLOT1D" のインプットを以下に示す。

```

<<PLOT1D>> (注)
X - axis min & max      ? 2840, 2940 ..... ①
Y - axis min & max      ? 0, 3000 ..... ②
Main title (66 - string.) ? Zr (Nb) & Te (I) ..... ③
Y - axis log/linear = 1 / 0 ? 0 ..... ④
Input file - name       ? EX. DMP ..... ⑤
Input (X) plotting rang ? 2840, 2940 ..... ⑥
Dot marking NO. (NO=0)  ? 1 ..... ⑦
Drawing select (0, 1)   ? 0 ..... ⑧
sub title               ? EX. Data ..... ⑨
Pen NO.                 ? 1 ..... ⑩
    
```

```

---- Input data list ----
Data file name      : EX. DMP
Data type           : 1
X - axis range (min) : 2340
                   (max) : 2940
    
```

Marking option : 1  
 Drawing option : 0  
 Sub title : Ex. Data  
 Pen No. : 1  
 If O. K., then return, or input "NO"

Input file - name ? ZR. DMP ..... ⑪  
 Input (X) plottins rans ? 2852, 2873  
 Dot marking No. (NO...O) ? 0  
 Drawing select (0.1) ? 1  
 sub title ? Zr (Nb)  
 Pen NO. ? 2

--- Input data list ---

Data file name : ZR. DMP  
 Data tupe : 2  
 X-axis ranse (min) : 2852  
 (max) : 2873  
 Marking option : 0  
 Drawins option : 1  
 Sub title : Zr (Nb)  
 Pen No. : 2

If O. K., then return, or input "NO"

Input file - name ? TE. DMP  
 Input (X) plottins rang ? 2898, 2916  
 Dot marking NO. (NO...0) ? 0  
 Drawing select (0,1) ? 1  
 Sub title ? Te (I)  
 Pen NO. ? 2

--- Input data list ---

Data file name : TE. DMP  
 Data type : 2  
 X-axis ranse (min) : 2898  
 (max) : 2916  
 Marking option : 0  
 Drawing option : 1  
 Sub title : Te (I)  
 Pen NO. : 2

If O. K., then return, or input "NO"

Input file - name ? \_\_\_\_\_

PLOT1D normal end

..... ⑫

注釈

- ①, ②, ③, ④…プロットのフレームデータの入力
- ⑤…インプットファイル (1ファイル)
- ⑥…⑤で示されたファイルのプロット (領域①で与えられた領域内である必要がある。) 範囲
- ⑦…マーキングの形 (前“TRANS”の説明参照)
- ⑧…データのポイントのみ表示 (= 0) あるいは, 直線で結ぶ (= 1) のオプション
- ⑨…“TRANS”で作成されたファイル名 (プロットするファイル)
- ⑩…ペンの番号 (ペンは2本使用可能)
- ⑪…プロットされる領域の指定
- ⑫…本プログラムの終了 (Return Code)

(9) “TSTSCH”

```

SAMPLE CHANGER PROGRAM V1,00A (注)
1, INIT 2, SET 3, CHANGE 4, RETURN 5, ADVANCE ; 1 ..... ①
SAMPLE CHANGER STATUS = 1 ..... ②
1, INIT 2, SET 3, CHANGE 4, RETURN 5, ADVANCE ; 1
SAMPLE CHANGER STATUS = 0 ..... ③
1, INIT 2, SET 3, CHANGE 4, RETURN 5, ADVANCE ; 0 ..... ④
END TSTSCH
    
```

注釈

- ①…サンプルチェンジャーの各動作を数字で入力
- ②…サンプルチェンジャーの①の入力に応答するステータス検出 1 ; 失敗
- ③…②と同様 0 ; 成功
- ④…本プログラムの終了0 (ゼロ) を入力する。

Table 4.1.1 The file of foil identification

file name : X12.TBL

Line	DU	EU	Value
1	DU 0001 J	EU 0001 J	123.5 mG
2	DU 0002 J	EU 0002 J	139.5
3	DU 0003 J	EU 0003 J	157.8
4	DU 0004 J	EU 0004 J	108.7
5	DU 0005 J	EU 0005 J	130.5
6	DU 0006 J	EU 0006 J	139.8
7	DU 0007 J	EU 0007 J	116.7
8	DU 0008 J	EU 0008 J	129.5
9	DU 0009 J	EU 0009 J	136.1
10	DU 0010 J	EU 0010 J	122.1
11	DU 0011 J	EU 0011 J	138.3
12	DU 0012 J	EU 0012 J	154.8
13	DU 0013 J	EU 0013 J	148.5

Table 4.1.2 Input format of analysis constants for EU foil

file name : EUCONS.INP

Line	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	0	1200	4000	6			
2	2	2	0	5				
3	4	1	4	0	2	0		
4	3.000							
5	0	1.000	100	3.000	150	5.000	300	10.000
6	1261	1574	2300			3238		
7	447	453	505					

Total cards = 7

Table 4.1.3 Input format of analysis constants for DU foil

file name : DUCONS.INP

Line	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	0	300	4000	9			
2	2	2	0	5				
3	4	1	4	0	2	0		
4	2.0000							
5	0	1.000	300	3.000	450	5.000	800	10.000
6	440	895	976	1193	1261	2300		
7	2863	2905	3237					

Total cards = 7

Table 4.1.4 Input format of foil identification

Dump file name : ISOTOP. TBL

1            2            3            4            5            6            7            8  
 ---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0

Line

```

1 : FCA XI-2 Reaction Rate By EU FOIL
2 : 23-FEB-84 14:43:00 --17:43:00 Power 120-wstt. h
3 :           1           6
4 : EU
5 : 143-Ce      293.0 1261 33.0
6 : 131-I       364.5 1574 193.2
7 : 133-I       529.0 2300 20.8
8 : 97-Zr(Nb)   658.2 2863 16.9
9 : 132-Te(I)   667.5 2905 78.0
10: 97-Zr       745.0 3238 16.9
    
```

1            2            3            4            5            6            7            8  
 ---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0---5---0

Table 4.1.5 Plot marking symbols

Centered Symbols				Non-Centered Symbols					
0	□	8	ℕ	15	∩	22	≈	29	Σ
1	○	9	Υ	16	∪	23	~	30	±
2	△	10	⊗	17	∩	24	≦	31	≠
3	+	11	*	18	∪	25	≧	32	→
4	×	12	⊗	19	—	26	≠	33	↑
5	◇	13		20	≡	27	△	34	←
6	⊕	14	☆	21	≅	28	∏	35	↓
7	⊗								

4.2 出力形式

出力は(1)FOILINP, (2)FGSFIT, (3)DECOR, (4)FGSDIS, (5)FLDUMPおよび(6)FGSDMPについて入力の前で述べられた例にあわせて出力例を示している。

(1)“FOILINP”における入力として前述 Table 4.1.1 および前項での“FOILINP”の入力を行なった結果として Table 4.2.1 が出力される。つまり“FOILMAN”を起動することにより出力例の様に測定および集録が行なわれる。(2)“FGSFIT”は結果として、 $\gamma$ 線スペクトルのピーク中心チャンネル, FWHM(半値巾), ピーク面積および誤差等が得られる。結果のアウトプットは非常に大量となるのでここでは1ファイルでの1解析領域についての出力例を Table 4.2.2 に示す。(3)“DECOR”での出力例としてDU箱の<sup>239</sup>Npより発せられる $\gamma$ 線エネルギー209.7keVをDU010001J.X12~DU050001J.X12を使用して解析した結果を Table 4.2.3 に示す。(4)“FGSDIS”は本コードシステムの最終目的である反応率分布および誤差をRUN毎に出力する。すなわち規格箱を1000とした各箱による反応率分布が得られる。Table 4.2.4にFU箱による反応率分布の出力例を示す。(5)“FLDUMP”および(6)“FGSDMP”の出力例としてそれぞれ Table 4.2.5, 4.2.6 および 4.2.7 に示す。

Table 4.2.1 Output of “FOILINP”

```

FFFFF      OOO      III      L
F          O   O      I       L
FFFFF      O   O      I       L
F          O   O      I       L
F          OOO      III      LLLL
    
```

Data file-name information ; UFD :  
 Type : X12

NO.				NO.			
1	DU	0001 J	2000.0000	14	EU	0001 J	400.0000
2	DU	0002 J	2000.0000	15	EU	0002 J	400.0000
3	DU	0003 J	2000.0000	16	EU	0003 J	400.0000
4	DU	0004 J	2000.0000	17	EU	0004 J	400.0000
5	DU	0005 J	2000.0000	18	EU	0005 J	400.0000
6	DU	0006 J	2000.0000	19	EU	0006 J	400.0000
7	DU	0007 J	2000.0000	20	EU	0007 J	400.0000
8	DU	0008 J	2000.0000	21	EU	0008 J	400.0000
9	DU	0009 J	2000.0000	22	EU	0009 J	400.0000
10	DU	0010 J	2000.0000	23	EU	0010 J	400.0000
11	DU	0011 J	2000.0000	24	EU	0011 J	400.0000
12	DU	0012 J	2000.0000	25	EU	0012 J	400.0000
13	DU	0013 J	2000.0000	26	EU	0013 J	400.0000

Period-time type

= "P" : set period time (min) : P

= "S" : set starting time (hour)

NO. of detected loop (NO. of running) 5

Period time (if, nessesary) : 7.00



Table 4.2.2 Output of "FGSFIT" results

```

**** fitting function calculate ****
DATE & TIME: 27-FER-84 16:00:47 Starting ---> End 865 902
NO. TIME C 1 C 2 C 3 C 4 C 5 C 6 C 7 C 8
0 16:00:47 36.0000000 0.0000000 86.0000000 0.0916694 876.6083374
7 16:01:15 52.1582222 -0.4231807 76.7035675 0.1131450 876.6275024
761.0144043 0.1627717 894.8872070

```

End of iteration iteration counts = 7 iteration time = 0: 0:32  
 delta limited line = 1.00000E-05

\*\*\*\* The area under peak & its error \*\*\*\*

Start ---> end point ; 865 902  
 NO. of peak ; 2

NO.	Peak Channel	Peak counts	FWHM	Total counts	error counts	Noise Total & Noise counts (error)
1	876.628	76.704	4.9506	104.075	29.2522	785.925 1190.000 34.4964
					8.5371%	
2	891.895	761.014	4.1275	3342.468	27.7036	545.532 3888.000 62.3538
					1.8655%	

Table 4.2.3 Output of "DECOR" for <sup>239</sup>Np (209.8kev)

```

----- Data Estimation -----
TITLE; FCA XI-2 Reaction Rate By DU Foil
Constance a      : 22902.287
      Error      : 208.666
Constance Ramda  : 0.012
      Error      : 0.0002
Half life (day)  : 2.33
      error (day) : 0.045
Sum of Error     : 0.73493E+00

Data NO.  Cooling time  Counts  Weight (I)  Estim(Y)  Delta
    1      17.82      18300.0000  142.7400   18369     -69
    2      27.78      16375.0000  134.2750   16238      36
    3      37.72      14345.0000  124.8015   14358     -13
    4      47.64      12600.0000  117.1800   12699     -99
    5      57.55      11284.0000  111.7116   11233      50
  
```

\*\*\* Estimate \*\*\*

Data NO. = 2

```

    1      20.0000      17880
    2      30.0000      15798
  
```

Table 4.2.5 Output of "FLDUMP" at type 1

```

FFFFF  OOO  I L      TTTTT  AA  BBBB  L      EEEEE
F      O  O I L      T      A  A  B  B  L      E
FFFFF  O  O I L      T  AAAAAA BBBB  L      EEEE
F      O  O I L      T  A      A  B  B  L      E
F      OOO  I LLLLL  T  A      A  BBBB  LLLLL  EEEEE
  
```

File name : EU 0001 J. X12

Start = DATE : 24-FEB-84 TIME : 19:02:47

END = DATE : 26-FEB-84 TIME : 10:45:06

NO.	File name	Measurement Date & Time	Preset Time (sec.)
1	EU010001 J. X12	24-FEB-81 19:02:47	400.00
2	EU020001 J. X12	25-FEB-81 04:59:58	400.00
3	EU030001 J. X12	25-FEB-81 14:55:52	400.00
4	EU040001 J. X12	26-FEB-81 00:50:50	400.00
5	EU050001 J. X12	26-FEB-81 10:45:06	400.00

Table 4.2.4 Output of "FGSDIS" for EU foil  
FCA XI-2 Reaction Rate By EU Foil

Run No. =	Isotope-name	Energy (KeV)	Half life	143-Ce	151-I	153-I	529-I	588-I	97-Tc(Rb)	132-Ie(Y)	97-Zr		
				-KeV	-KeV	-KeV	-KeV	-KeV	-KeV	-KeV	-KeV		
				-Ch	-Ch	-Ch	-Ch	-Ch	-Ch	-Ch	-Ch		
				33.00-Hour	20.80-Hour	20.80-Hour	16.90-Hour	16.90-Hour	78.00-Hour	78.00-Hour	16.90-Hour		
NO. File-name	Cooling Time	Counts	Error	Counts	Error	Counts	Error	Counts	Error	Counts	Error		
Pre-set Time (Estimation)													
1 EU010001J.X12	25.39-h	13780.	0.96%	2837.	2.73%	19433.	0.75%	15824.	0.82%	4750.	1.61%	12580.	0.92%
400.0(s)	20.00-h	15431.	2888.	2888.	2888.	2888.	2888.	19736.	1000.	4983.	15690.	1000.	
140.4(mG)		1000.		1000.		1000.		1000.		1000.			
2 EU010002J.X12	25.54-h	13037.	0.98%	2592.	2.76%	18227.	0.78%	15281.	0.83%	4543.	1.63%	11730.	0.96%
400.0(s)	20.00-h	14648.	2736.	2736.	2736.	2736.	2736.	19183.	19183.	4772.	14474.	934.	1.53%
138.7(mG)		961.	1.37%	959.	3.88%	945.	1.08%	984.	1.17%	969.	2.31%	934.	1.53%
3 EU010003J.X12	25.70-h	11412.	1.05%	2315.	3.04%	16246.	0.82%	13310.	0.89%	4065.	1.74%	10536.	1.02%
400.0(s)	20.00-h	12867.	2363.	2363.	2363.	2363.	2363.	16818.	16818.	4276.	13313.	921.	1.37%
129.3(mG)		905.	1.42%	889.	4.08%	908.	1.12%	925.	1.21%	932.	2.37%	921.	1.37%
4 EU010004J.X12	25.86-h	11023.	1.07%	2236.	3.01%	15463.	0.85%	12915.	0.91%	3920.	1.78%	10003.	1.03%
400.0(s)	20.00-h	12467.	2284.	2284.	2284.	2284.	2284.	16426.	16426.	4130.	12722.	857.	1.58%
132.8(mG)		854.	1.43%	836.	4.06%	846.	1.13%	880.	1.22%	876.	2.40%	857.	1.58%
5 EU010005J.X12	26.02-h	10330.	1.10%	2325.	2.86%	14659.	0.87%	12096.	0.93%	3881.	1.76%	9257.	1.07%
400.0(s)	20.00-h	11722.	2376.	2376.	2376.	2376.	2376.	15484.	15484.	4094.	11849.	802.	1.41%
132.2(mG)		807.	1.46%	874.	3.95%	810.	1.15%	833.	1.24%	872.	2.38%	802.	1.41%
6 EU010006J.X12	26.18-h	9844.	1.14%	2007.	3.15%	14386.	0.87%	11367.	0.97%	3632.	1.82%	9112.	1.07%
400.0(s)	20.00-h	11208.	2052.	2052.	2052.	2052.	2052.	14646.	14646.	3837.	11740.	770.	1.41%
136.5(mG)		747.	1.49%	731.	4.17%	774.	1.15%	763.	1.27%	792.	2.43%	770.	1.41%
7 EU010007J.X12	26.34-h	8266.	1.24%	1627.	3.58%	11762.	0.87%	9481.	1.06%	3101.	1.97%	7261.	1.21%
400.0(s)	20.00-h	9442.	1664.	1664.	1664.	1664.	1664.	13294.	13294.	3280.	9416.	686.	1.52%
122.9(mG)		699.	1.56%	658.	4.50%	706.	1.23%	712.	1.34%	752.	2.54%	686.	1.52%
8 EU010008J.X12	26.49-h	8230.	1.24%	1791.	3.35%	11507.	0.98%	9388.	1.06%	2911.	2.05%	7366.	1.20%
400.0(s)	20.00-h	9490.	1833.	1833.	1833.	1833.	1833.	12253.	12253.	3084.	9613.	618.	1.51%
139.1(mG)		621.	1.56%	641.	4.32%	614.	1.23%	627.	1.34%	625.	2.60%	618.	1.51%
9 EU010009J.X12	26.65-h	7596.	1.28%	1414.	3.86%	10708.	1.01%	8374.	1.13%	2641.	2.17%	6880.	1.24%
400.0(s)	20.00-h	8733.	1448.	1448.	1448.	1448.	1448.	10999.	10999.	2801.	9038.	546.	1.54%
148.0(mG)		537.	1.60%	476.	4.73%	540.	1.26%	529.	1.40%	533.	2.70%	546.	1.54%
10 EU010010J.X12	26.81-h	6330.	1.42%	1225.	4.91%	8823.	1.12%	7245.	1.21%	2301.	3.30%	3753.	1.35%
400.0(s)	20.00-h	7302.	1255.	1255.	1255.	1255.	1255.	9578.	9578.	2444.	7606.	469.	1.64%
145.0(mG)		458.	1.71%	421.	5.61%	456.	1.35%	470.	1.46%	475.	2.80%	469.	1.64%
11 EU010011J.X12	26.96-h	4841.	1.61%	927.	4.72%	6830.	1.27%	5494.	1.38%	1739.	3.43%	4244.	1.58%
400.0(s)	20.00-h	5604.	971.	971.	971.	971.	971.	7310.	7310.	3849.	5646.	371.	1.82%
136.3(mG)		374.	1.88%	339.	5.45%	378.	1.48%	382.	1.51%	382.	3.98%	371.	1.82%
12 EU010012J.X12	27.12-h	3027.	2.06%	649.	7.22%	4315.	1.60%	3539.	1.72%	1113.	3.28%	2602.	1.93%
400.0(s)	20.00-h	3515.	665.	665.	665.	665.	665.	4739.	4739.	1185.	3753.	279.	2.14%
120.5(mG)		755.	2.27%	728.	7.72%	771.	1.77%	780.	1.90%	277.	3.66%	279.	2.14%
13 EU010013J.X12	27.27-h	2011.	2.57%	405.	8.95%	2843.	1.76%	2266.	2.14%	666.	4.39%	1894.	2.34%
400.0(s)	20.00-h	2343.	415.	415.	415.	415.	415.	3054.	3054.	710.	2553.	179.	2.51%
177.7(mG)		137.	2.74%	158.	7.46%	170.	2.10%	170.	2.29%	157.	4.67%	179.	2.51%

Table 4.2.6 Output of "FLDUMP" at type 2

```

FFFF 000 I L      TTTT  AA  BBBB L  EEEEE
F    0  0 I L      T    A  A  B  B L  E
FFFF 0  0 I L      T    AAAAA BBBB I  EEEE
F    0  0 I L      T    A  A  B  B L  E
F    000 I LLLL   T    A  A BBBB LLLL EEEEE
    
```

```

Run NO. = 1      Start = DATE : 24-FEB-84 TIME : 11:15:33
                END   = DATE : 24-FEB-84 TIME : 20:56:00
    
```

NO.	File name	Measurement Date & Time	Presnt Time (sec.)
1	DU010001J.X12	24-FEB-84 11:15:33	2000.00
2	DU010002J.X12	24-FEB-84 11:51:31	2000.00
3	DU010003J.X12	24-FEB-84 12:27:34	2000.00
4	DU010004J.X12	24-FEB-84 13:03:30	2000.00
5	DU010005J.X12	24-FEB-84 13:39:35	2000.00
6	DU010006J.X12	24-FEB-84 14:15:36	2000.00
7	DU010007J.X12	24-FEB-84 14:51:37	2000.00
8	DU010008J.X12	24-FEB-84 15:27:33	2000.00
9	DU010009J.X12	24-FEB-84 16:03:29	2000.00
10	DU010010J.X12	24-FEB-84 16:39:25	2000.00
11	DU010011J.X12	24-FEB-84 17:15:17	2000.00
12	DU010012J.X12	24-FEB-84 17:51:07	2000.00
13	DU010013J.X12	24-FEB-84 18:26:50	2000.00
14	EU010001J.X12	24-FEB-84 19:02:47	400.00
15	EU010002J.X12	24-FEB-84 19:12:21	400.00
16	EU010003J.X12	24-FEB-84 19:21:54	400.00
17	EU010004J.X12	24-FEB-84 19:31:26	400.00
18	EU010005J.X12	24-FEB-84 19:40:54	400.00
19	EU010006J.X12	24-FEB-84 19:50:27	400.00
20	EU010007J.X12	24-FEB-84 19:59:50	400.00
21	EU010008J.X12	24-FEB-84 20:09:14	400.00
22	EU010009J.X12	24-FEB-84 20:18:39	400.00
23	EU010010J.X12	24-FEB-84 20:28:04	400.00
24	EU010011J.X12	24-FEB-84 20:37:26	400.00
25	EU010012J.X12	24-FEB-84 20:46:45	400.00
26	EU010013J.X12	24-FEB-84 20:56:00	400.00

Table 4.2.7 Output of "FGSDMP"

File name : E0010001.J.X12  
 File title : 411 410 10 10 400.00 19:02:47 19:10:04 24-FFB-84

```

<< Gaussian Fitting >>
** Analysis Area ** Peak CH. ** Total counts ** Error *** Peak Counts *** FWHM **** Noise *** Total counts ** Error ***
1252 -- 1270 1261.5 13780.4 102.0 2889. 4.4826 3604.6 17395.0 131.85
1566 -- 1580 1574.0 2832.6 73.3 551. 4.8284 3134.4 5967.0 77.25
2257 -- 2311 2268.7 1075.4 54.8 180. 5.6097 2134.6 3210.0 56.66
2285.7 1355.9 52.4 232. 5.4844 2039.1 3395.0 58.27
2300.4 19633.0 54.4 3437. 5.3686 2069.0 21702.0 147.32
2852 -- 2873 2863.6 15824.3 93.4 2659. 5.5927 1096.7 16921.0 130.08
2898 -- 2916 2905.5 4750.5 55.0 804. 5.5528 1074.5 5825.0 76.32
3213 -- 3249 3221.1 795.7 57.0 131. 5.7107 753.3 1549.0 39.36
3238.1 12580.3 53.4 2023. 5.8432 811.7 13392.0 115.72
*****
    
```

## 5. 適用例

FCA XI-2 炉心でEU 箔およびDU 箔を重ねてそれぞれ軸方向に等間隔 (2 inch) に13 枚照射を行ない、箔測定装置および本コードシステムを使用して測定、集録および解析を行なった。測定条件および解析条件を以下のように設定した。

測定条件………箔の種類等の情報はX12.TBL (Table 4.1.1) 使用した。

- (1) 測定時間 DU 箔 2000 S, EU 箔 400 S
- (2) 測定方法 period time (P=7) 連続測定
- (3) 測定回数 5 回

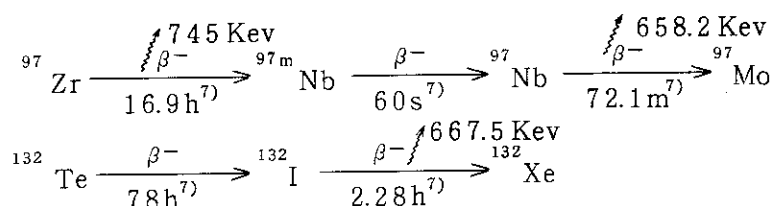
(1), (2), (3)の条件は前章での使用法の説明での内の“FOILINP” 入力を使用した。

解析条件

- (1) “FGSFIT” でのDU 箔の定数はTable 4.1.3 を使用し、EU 箔の定数はTable 4.1.2 を使用した。
- (2) “DECOR” で崩壊定数を求めるためにEU 箔のfission 核種では、炉中心で照射を行なった箔の $\gamma$ 線スペクトルデータRun 1~5 までを使用した。つまりファイル名としてEU010001J.X12~EU050001J.X12を使用した。同様にDU 箔のcapture 核種 ( $^{239}\text{Np}$  よりの $\gamma$ 線) においても炉中心で照射を行なった箔を使用した。つまりDU010001J.X12~DU050001J.X12である。

測定された $\gamma$ 線スペクトルデータのサンプル例はFig. 2.2に示されており、これは“GSPLOT” でプロットしたものである。“FGSFIT” で解析されたフィッティング関数と実験データを“PLOT1D” を用いプロットしたものの比較をFig. 5.1に示す。同図に示されているように“FGSFIT” で解析されたピーク面積および誤差は、非常に良く実験値を再現している<sup>6)</sup>。またここで示されている着目核種は、Zr (Nb) および $^{132}\text{Te}$  ( $^{132}\text{I}$ ) であり、 $\gamma$ 線エネルギーは、それぞれ658.2 Kev および667.5 Kev である。

“DECOR” で求めた半減期とTable of Isotope<sup>7)</sup> から得られた半減期との比較をTable 5.1 および5.2 に示す。この比較においてのTable of Isotope の値は、実際の着目エネルギーをもつ半減期核種からのものでなく依存される (長半減期のもの) 単核種の値を用いている。たとえば下図のような例では、



\* 今回の $\gamma$ 線スペクトルデータのファイル名は照射位置が簡単であるためZ方向 (軸方向) の情報のみをファイル名の7~8カラム目に表示した。

着目エネルギーは 658.2 Kev および 667.5 Kev であり、それぞれ  $^{97}\text{Nb}$  および  $^{132}\text{I}$  より発せられる  $\gamma$  線である。しかし半減期は、着目核種の半減期に依存するのではなく前の核種の長半減期に依存する。そのため比較としての値は、長半減期のものを用いた。半減期を求めた測定時間は、25h~65h の冷却時間であるため半減期の非常に長い  $^{131}\text{I}$  (193h) および  $^{132}\text{Te}$  ( $^{132}\text{I}$ , 78h) の半減期を正確に求めることは不可能に近い。しかし半減期の長いものは、同一時間(冷却時間)に補正を行なう時にその影響は少なく、“DECOR”で求められた崩壊定数を用いて“FGSDIS”で相対分布を求めるには、十分であると言える。またその影響は、違いの大きな  $^{131}\text{I}$  を用いて 0.4% 以内である。しかし絶対測定を行なう場合は照射直後(冷却時間=0)での計数率を知らねばならないので、その影響は大きい。そのため半減期を正確に押えるためには、半減期の 2~3 倍までの測定を行なわなければならない。

“FGSDIS”で求められた反応率分布のプロット結果を Fig. 5.2 および 5.3 に示す。これらのプロットに使用したプログラムは、計算値と実験値の相互比較のためにこの小型計算機用に作成したものである。本プログラムは、実験値と同位置での計算値を与えると自動的に AKIMA<sup>8)</sup> の内挿法により内挿を行ないなめらかな曲線を描くサブルーチンを内蔵している。計算値は、R-Z 拡散コードを用い、群定数セットは JFS-3-J2 を用いて計算したものである。XI-2 炉心では、小型核分裂計数管を使用しても測定( $^{235}\text{U}(n, f)$ )されている。今回の箱の測定での反応率分布では、この小型計数管の分布と良く一致していた。

今回の適用例は  $\gamma$  線スペクトルデータファイルが 130 ファイル(照射箱 26 枚  $\times$  5 Run)とそれ程大量でなく、測定も比較的簡単であったため本コードシステムを利用した処理は非常に効率的に行なわれたと言える。しかし実験により非常に複雑な測定が必要となる場合がある。つまり照射箱により測定項目の異なる場合である。たとえば反応率分布を求める箱と Cell Averaging factor を求める箱である。1 回の照射でこれらの箱の照射が行なわれたとすると測定方法は、反応率分布を求める箱については 1 Run 中での測定は時間を切らずに測定を行なった方が効率的である。また Cell Averaging factor のためのものについては Run と Run の時間間隔をなくして連続的に 3~4 回の測定を行なう必要がある。このような測定を行なうとき“FOILINP”での反応率分布用箱の待つ時間を S (Start time) に設定し、その待ち時間の間に Cell Averaging factor 用箱の測定を行なうように設定すると、非常に効率のよい有効なデータが得られる。すなわち“FOILMAN”を 2 つ同時に RUN させる訳である。このようなことを、本プログラムコードを使用することにより、可能となっている。また効率のよい解析コードの使用法として  $\gamma$  線スペクトルデータファイルの任意のファイルについて“GSFIT”<sup>6)</sup>を用いて解析を行なって解析のための種々の定数を決定し、それらの定数を用いて“FGSFIT”で解析を行なうとよい。

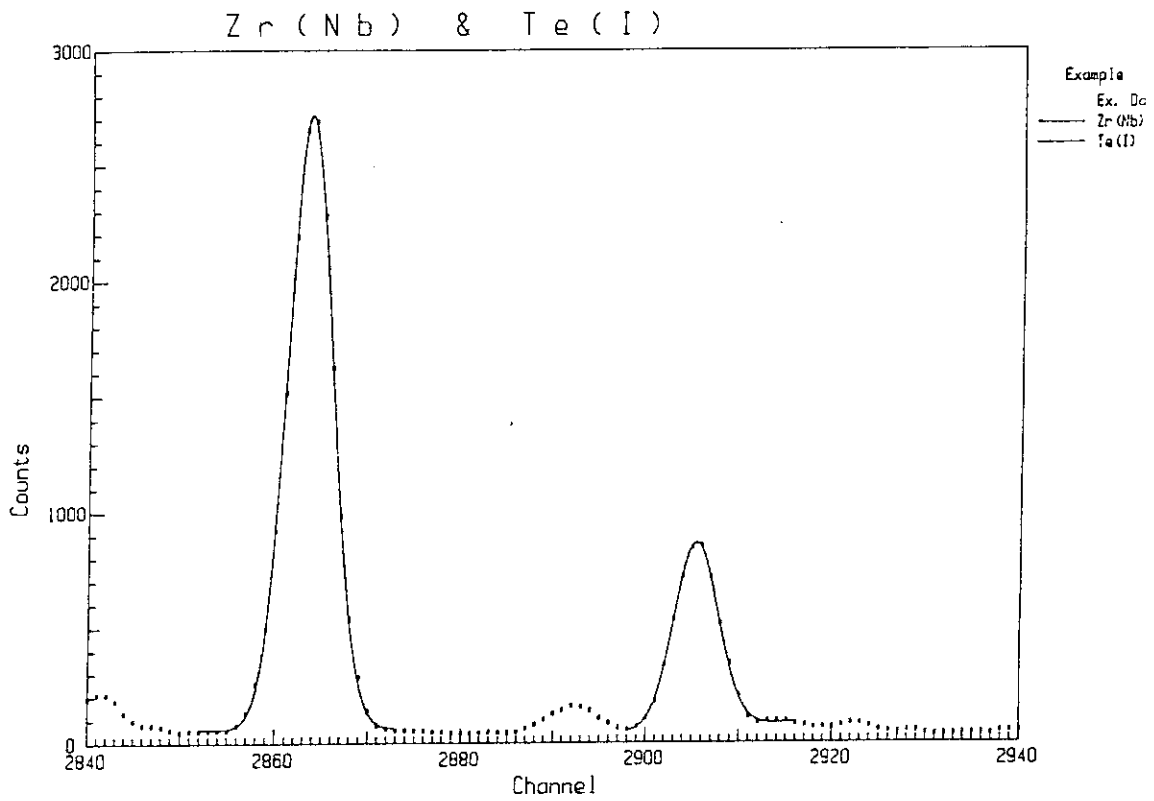


Fig. 5.1 Comparison of the experimental data with fitted results for Zr (Nb) and Te ( $^{132}\text{I}$ )

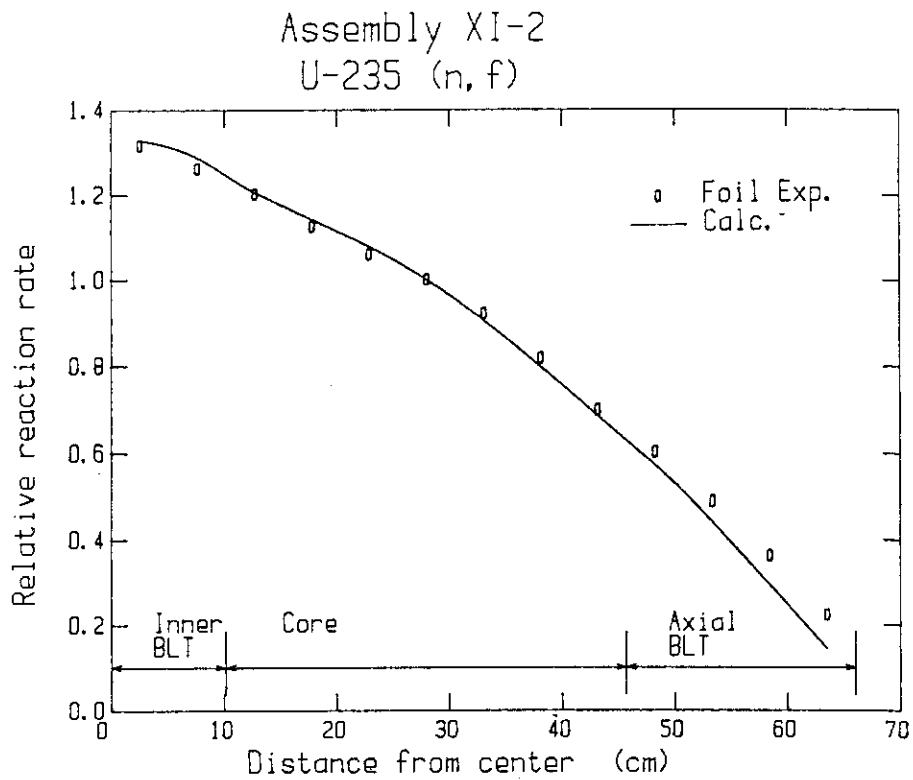


Fig. 5.2 Axial fission rate distribution for  $^{235}\text{U}$  (n, f)



Assembly XI-2  
U-238 (n,r)

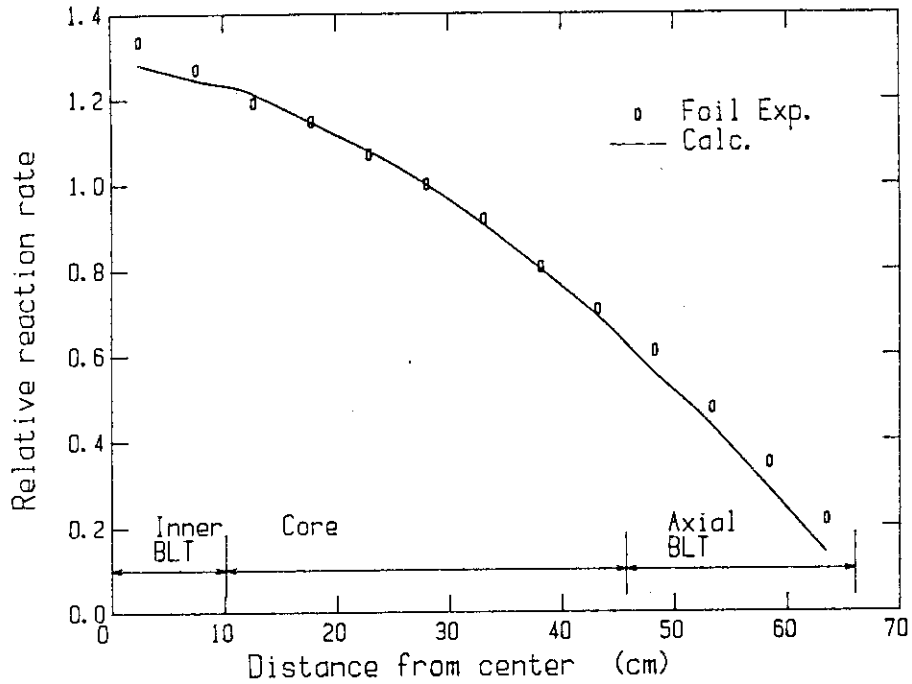


Fig.5.3 Axial capture rate distribution for <sup>238</sup>U (n,r)

Table 5.1 Comparison half life of the experimental data with  
Table of Isotope<sup>7)</sup> for fission isotopes.

Isotope	Energy (Kev)	Table of Isotope T 1/2	measured T 1/2
<sup>143</sup> Ce	2 9 3. 0	3 3. 0 ± 0. 2 (h)	3 3. 2 ± 0. 4
<sup>131</sup> I	3 6 4. 5	1 9 2. 9 6 (h)	2 7 2 ± 1 3 2
<sup>133</sup> I	5 2 9. 0	2 0. 9 ± 0. 1 (h)	2 0. 7 ± 0. 4
<sup>97</sup> Zr(Nb)	6 5 8. 2	1 6. 9 0 ± 0. 0 5 (h)	1 0. 1 ± 0. 3
<sup>132</sup> Te(I)	6 6 7. 5	1 6. 9 0 ± 0. 0 5 (h)	1 7. 0 ± 0. 2
<sup>97</sup> Zr	7 4 5. 0	7 8. 2 ± 0. 8 (h)	8 7. 5 ± 7. 5

Table 5.2 Comparison half life of the experimental data with  
Table of Isotope<sup>7)</sup> for capture isotope.

Isotope	Energy (Kev)	Table of Isotope T 1/2	measured T 1/2
<sup>239</sup> Np	1 0 6. 1	2. 3 4 6 ± 0. 0 0 4 (d)	2. 3 7 1 ± 0. 0 0 7
<sup>239</sup> Np	2 0 9. 7	2. 3 4 6 ± 0. 0 0 4 (d)	2. 3 7 1 ± 0. 0 1 3
<sup>239</sup> Np	2 2 8. 1	2. 3 4 6 ± 0. 0 0 4 (d)	2. 3 5 8 ± 0. 0 1 1
<sup>239</sup> Np	2 7 7. 6	2. 3 4 6 ± 0. 0 0 4 (d)	2. 3 5 2 ± 0. 0 1 1

## 6. 結 語

本コードシステムは前章に述べられているように項目の異なる複雑な測定でも可能であり、今後のFCAでの実験に十分対応出来ると言える。 $\gamma$ 線スペクトルの解析は着目光電ピークの面積および誤差等の算出に関数フィッティング法を用い、非線形解法でパラメータを求めている訳であるが、これは着目光電ピーク近傍のFPの影響を定量的に示し、ピーク面積および誤差を十分に信頼のおけるものとした<sup>6)</sup>。崩壊定数は従来 Table of Isotope からの半減期を用いて行なっていたが、今回“DECOR”等の開発により実験値から算出される定数で補正することにより、実験装置の持っている Systematic Error を十分に表わすことが可能となり、反応率の信頼性の向上につながったものといえる。

またこのコードシステムの大きな特徴は小型の容量の計算機を用いて、照射箔から発せられる $\gamma$ 線スペクトルの測定および解析を行ない、炉内反応率および分布測定まで一貫した処理を行なえることにある。すなわち多量の照射箔(150枚まで)をサンプルチェンジャー上にセットすれば、オンライン状態で全ての処理を行ない $\gamma$ 線スペクトルの測定から炉内反応率および分布までの解析を行なうものである。これらの開発により箔実験が測定からデータの導出まで容易に行なえるようになった事で、今後実験の利用範囲が増すことが予測される。その対応策として多項目の実験に対応できるように入力データファイルを整備する。あるいは測定のルーチン化をさらに促進するため対話量を整理して操作を簡便化する等が考えられる。また本システムで小型核分裂計数管測定のデータ解析も行なえるようにして箔解析と並列解析、相互比較ができるよう検討中である。

## 謝 辞

本コードシステムを作成するにあたり種々の御協力を頂いた(株)カナザワ・コンピューターサービス軍司康義氏に感謝致します。また箔測定にあたり高速炉物理研究室飯島進氏および炉物理施設管理室大野秋男氏に感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 笹本宣雄他：“Ge(Li) 検出器によるガンマ線スペクトル解析法”  
JAERI-M-5556(1974)
- 2) Putnam M. et al：“A Nonlinear Least-square Program for the Determination of Parameters of Photopeaks by the Use of a Modified-Gaussian Function,”  
IDO-17016(1965)
- 3) Routti J. T. and Prussin S. G.：“Photopeak Method for the Computer Analysis of Gamma-Ray Spectra from Semiconductor Detectors,” Nucl. Instr.

## 6. 結 語

本コードシステムは前章に述べられているように項目の異なる複雑な測定でも可能であり、今後のFCAでの実験に十分対応出来ると言える。 $\gamma$ 線スペクトルの解析は着目光電ピークの面積および誤差等の算出に関数フィッティング法を用い、非線形解法でパラメータを求めている訳であるが、これは着目光電ピーク近傍のFPの影響を定量的に示し、ピーク面積および誤差を十分に信頼のおけるものとした<sup>6)</sup>。崩壊定数は従来 Table of Isotope<sup>7)</sup>からの半減期を用いて行なっていたが、今回“DECOR”等の開発により実験値から算出される定数で補正することにより、実験装置の持っているSystematic Errorを十分に表わすことが可能となり、反応率の信頼性の向上につながったものといえる。

またこのコードシステムの大きな特徴は小型の容量の計算機を用いて、照射箔から発せられる $\gamma$ 線スペクトルの測定および解析を行ない、炉内反応率および分布測定まで一貫した処理を行なえることにある。すなわち多量の照射箔(150枚まで)をサンプルチェンジャー上にセットすれば、オンライン状態で全ての処理を行ない $\gamma$ 線スペクトルの測定から炉内反応率および分布までの解析を行なうものである。これらの開発により箔実験が測定からデータの導出まで容易に行なえるようになった事で、今後実験の利用範囲が増すことが予測される。その対応策として多項目の実験に対応できるように入力データファイルを整備する。あるいは測定のルーチン化をさらに促進するため対話量を整理して操作を簡便化する等が考えられる。また本システムで小型核分裂計数管測定のデータ解析も行なえるようにして箔解析と並列解析、相互比較ができるよう検討中である。

## 謝 辞

本コードシステムを作成するにあたり種々の御協力を頂いた(株)カナザワ・コンピューターサービス軍司康義氏に感謝致します。また箔測定にあたり高速炉物理研究室飯島進氏および炉物理施設管理室大野秋男氏に感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 笹本宣雄他：“Ge(L<sub>1</sub>)検出器によるガンマ線スペクトル解析法”  
JAERI-M-5556(1974)
- 2) Putnam M. et al：“A Nonlinear Least-square Program for the Determination of Parameters of Photopeaks by the Use of a Modified-Gaussian Function,”  
IDO-17016(1965)
- 3) Routti J. T. and Prussin S. G.：“Photopeak Method for the Computer Analysis of Gamma-Ray Spectra from Semiconductor Detectors,” Nucl. Instr.

## 6. 結 語

本コードシステムは前章に述べられているように項目の異なる複雑な測定でも可能であり、今後のFCAでの実験に十分対応出来ると言える。 $\gamma$ 線スペクトルの解析は着目光電ピークの面積および誤差等の算出に関数フィッティング法を用い、非線形解法でパラメータを求めている訳であるが、これは着目光電ピーク近傍のFPの影響を定量的に示し、ピーク面積および誤差を十分に信頼のおけるものとした<sup>6)</sup>。崩壊定数は従来 Table of Isotope からの半減期を用いて行なっていたが、今回“DECOR”等の開発により実験値から算出される定数で補正することにより、実験装置の持っている Systematic Error を十分に表わすことが可能となり、反応率の信頼性の向上につながったものといえる。

またこのコードシステムの大きな特徴は小型の容量の計算機を用いて、照射箔から発せられる $\gamma$ 線スペクトルの測定および解析を行ない、炉内反応率および分布測定まで一貫した処理を行なえることにある。すなわち多量の照射箔(150枚まで)をサンプルチェンジャー上にセットすれば、オンライン状態で全ての処理を行ない $\gamma$ 線スペクトルの測定から炉内反応率および分布までの解析を行なうものである。これらの開発により箔実験が測定からデータの導出まで容易に行なえるようになった事で、今後実験の利用範囲が増すことが予測される。その対応策として多項目の実験に対応できるように入力データファイルを整備する。あるいは測定のルーチン化をさらに促進するために対話量を整理して操作を簡便化する等が考えられる。また本システムで小型核分裂計数管測定のデータ解析も行なえるようにして箔解析と並列解析、相互比較ができるよう検討中である。

## 謝 辞

本コードシステムを作成するにあたり種々の御協力を頂いた(株)カナザワ・コンピューターサービス軍司康義氏に感謝致します。また箔測定にあたり高速炉物理研究室飯島進氏および炉物理施設管理室大野秋男氏に感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 笹本宣雄他：“Ge(L<sub>1</sub>)検出器によるガンマ線スペクトル解析法”  
JAERI-M-5556(1974)
- 2) Putnam M. et al：“A Nonlinear Least-square Program for the Determination of Parameters of Photopeaks by the Use of a Modified-Gaussian Function,”  
IDO-17016(1965)
- 3) Routti J. T. and Prussin S. G.：“Photopeak Method for the Computer Analysis of Gamma-Ray Spectra from Semiconductor Detectors,” Nucl. Instr.

- and Meth. 72 (1969)
- 4) Robinson D. C. : " A Computer Program for the Determination of Accurate Gamma Ray Line Intensities from Germanium Spectra, " AERE-R 6144 (1969)
  - 5) 馬場澄子他 : " Ge (L<sub>1</sub>) 検出器による  $\gamma$  線スペクトルの解析コード BOB 70 " JAERI-1216 (1971)
  - 6) 小坪龍男 : " 小型計算機による  $\gamma$  線スペクトル解析コード GSFIT " JAERI-M 84-104 (1984)
  - 7) Lederer C.M. and Shirley U. S. : " Table of Isotopes " , 7th edi.
  - 8) 伊勢武治他 : " 内挿法の数値解法プログラム " JAERI-M 7419 (1977)

## 付録 A : 計算機システムの構成

箔測定装置に使用する計算機システムの構成を以下に述べる。計算機は PDP-11/44<sup>\*</sup> であり、アウトプット用にプリンター 1 台、ターミナルとして CRT ディスプレーが 2 台、データ等のストレージ用としてディスクカートリッジ 2 台およびフロッピーディスク 2 枚が使用可能となっている。Operating System (OS) マルチオペレーションをサポートする RSX-11M<sup>\*</sup> である。構成図を Fig. A 1 に示す。Physical device name (物理デバイス) とは各装置に対してコンピューターが認識できる名前であり、ファイルおよびプログラム等の割付を行なう時にはこの名前を用いる。システムデフォルトはシステム起動する場合のデフォルト値であり、システムファイル(OS)が含まれているデバイスおよびシステムからのメッセージの出力先である。ユーザーデフォルトとは本コードシステムを使用してγ線スペクトルデータファイルあるいは、その他のワークファイルを作成する場合のデフォルト値である。また入力の中で“Input User Identification Card”と聞いてくるところがある。これは、データファイル等を書き込むための物理デバイスの指定を行なうためのものである。つまり通常 Return Code の入力を行なうと user default である、DL 1 : にデータファイルが作成される。フロッピーディスクの No. 1 にファイルを作成したい場合には DY 0 : と入力する。

本計算機システムは、マルチオペレーションを採用しているため本コードシステム使用あるいは、プログラムのデバッグ等の前にまずログインしなければならない。ログインは、ターミナルおよびコンソールターミナルより行なうことが出来る。以下にログインの方法を述べる。

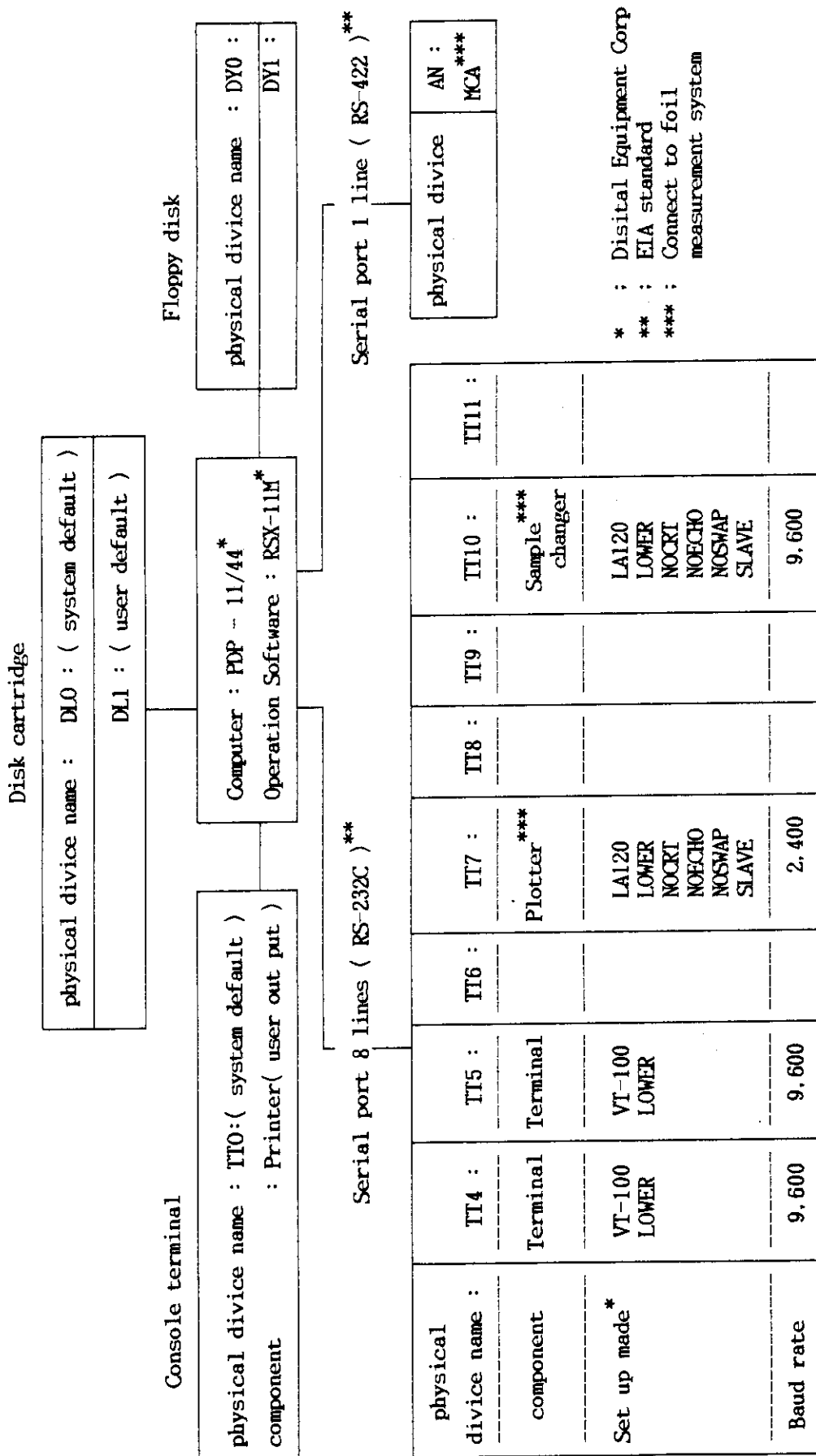
```
> LOGIN
> Account or name : 1, 17
> Password : 3667
```

下線部がターミナルよりの入力するものであり、他はシステムからのメッセージである。またパスワードでの入力はエコーバックされないので注意すること。

---

\* Digital Equipment Corp.

Fig.A 1 Configuration of computer system for FCA



## 付録 B : 磁気ディスクの初期化

本コンピュータシステムで使用するためにディスクカートリッジおよびフロッピーディスク等の磁気メディアを Files - 11<sup>\*</sup> 構造に初期化を行なわなければならない。初期化の方法は、FMT<sup>\*\*</sup> (Disk Volume Formatter), BAD<sup>\*\*</sup> (Bad Block Locator Utility) および INI<sup>\*\*</sup> (Initialize) 等のコマンドを用いて行なう。本オペレーティングシステム (RSX-11M) ではこのようなコマンド群を1つのファイルとして登録し、簡単な操作でそれらを連続的に実行することができるように作られているので初期化のためのコマンド群を1つのファイルとして作成した。これらのプログラムファイルは物理デバイス DL0 : に作成されている。ディスクカートリッジのためのものには INITDL1, フロッピーディスクのものには INITDY0 とファイル名を付けた。普通のプログラムの RUN と違いこれらのファイルには、特別な起動法をもっているので例としてディスクカートリッジの初期化についての手順を述べる。まず初期化するディスクカートリッジを DL1 : に設置する。次にターミナルより @DL0:INITDL1 としてプログラム名 INITDL1 の RUN を行なう。以上のように行なうとファイルに書かれているコマンド群が次々に実行され初期化を行なうことができる。注意として、初期化するボリュームはディスマウントされていること。以下に INITDL1 のリストを示す。

```
DL0:INITDL1 List
THIS Program initialize disk cartridge
      DL1 INITIALIZE VOLUME SET
ENARLE SURSTITUTION
SETS CLI <CLI>
IF <CLI>ER "MCR", GOTO 100
SET TERMINAL MCR
  100:
ALL DL1:
MOU/FOR DL1:USER
INS $FMT
FMT DL1:/WLT=1
REM FMT
INS $BAD
BAD DL1:
REM BAD
```

---

\* Conform to the American National Standard × 3.27-1978.

\*\* Utility program for RSX-11M by Digital Equipment Corp.



```
INS $INI
INI DL1:USER
REM INI
DMO DL1:
DEA DL1:
MOU DL1:/OVR/PUB
PIP TI:=DL1:(O,O)/LI
DMO DL1:/DEV
  IF CLI EQ "MCR". GOTO 10
SET /DCL=TI:
10:          EXIT
```