

## マルチチャンネルアナライザエミュレータ用 ユーティリティソフトの開発

川崎医療短期大学 放射線技術科

板谷 道信 北山 彰 村中 明 西村 明久 西下 創一

(平成2年8月27日受理)

### Development of Utility Softs for Multi-Channel Analyzer Emulator

Michinobu ITAYA, Akira KITAYAMA, Akira MURANAKA,  
Akihisa NISHIMURA and Soichi NISHISHITA

*Department of Radiological Technology, Kawasaki College of Allied Health Professions  
Kurashiki, Okayama 701-01, Japan  
(Received on Aug. 27, 1990)*

**Key words** : 半導体検出器, MCA エミュレータ, スペクトルデータファイル, ユーティリティソフト

### 概 要

放射線スペクトロスコープは放射線技術科の学生にとって是非理解しておかなければならない概念である。放射線技術科では $\gamma$ 線の測定を中心にハードウェアとソフトウェアが構成されたGe半導体検出器とマルチチャンネルアナライザが利用できるようになり、学生実験に活用している。しかし、X線の連続スペクトル分析等に应用した場合、既存のソフトウェアのみでは十分に対応できない点が指摘された。そこで、マルチチャンネルアナライザで取り扱うスペクトルデータのファイル構造を解析し、使用者の分析目的に合致した独自のユーティリティの開発を試み、十分実用に供せることが確認できたので報告する。

### はじめに

1989年3月に私学振興財団の補助金で半導体検出器一式が放射線技術科に導入された。X $\cdot$  $\gamma$ 線スペクトロスコープを目的とし、半導体検出器・マルチチャンネルアナライザ(以下MCA)・コントローラとしての16ビットパーソナルコンピュータ(以下パソコン)1台・学生がスペクトル分析するためのパソコン5台で構成されている。このシステムでは、主として $\gamma$ 線のスペクトル分析を目的としてハードウェアとソフトウェアが構成されており、X線の連続スペクトルを分析するには、既存のソフトウェアのみでは十分な対応ができず改善の余地がある。そこで、今回実際にX線スペクトロスコープを行いながら必要最少限のソフトウェアの開発を試みた。

購入したソフトウェアはスペクトルデータをMS-DOSのデータファイルとして保存し、拡張子がCHNのバイナリデータファイル(以下バイナリファイル)と、拡張子がTXTのテキストデータファイル(以下テキストファイル)の2種類の形式がある。各ファイルの内部構造は独自の解析と機器の納入元であるセイコー・イメージアンドジー社(以下セイコー社)の資料<sup>1)</sup>より明かとなり、必要に応じプログラムを開発できる見通しがついた。

そこで、今回はC言語でX線スペクトル分析用を中心に10本のプログラムを開発したので報告する。

### 機器の構成

今回購入したX $\cdot$  $\gamma$ 線半導体検出器一式は特に学生教育用で、通常1台のパソコンで複数の

半導体検出器及び MCA を制御する方式に対し、6 台のパソコンで 1 台の半導体検出器及び MCA を制御する方式である。

複数のコンピュータを LAN で結ぶ場合、専用のインターフェース、RS-232C、GP-IB を用いる 3 つの方式があるが、今回は GP-IB 方式を採用した。

図 1 にシステム構成図を示す。

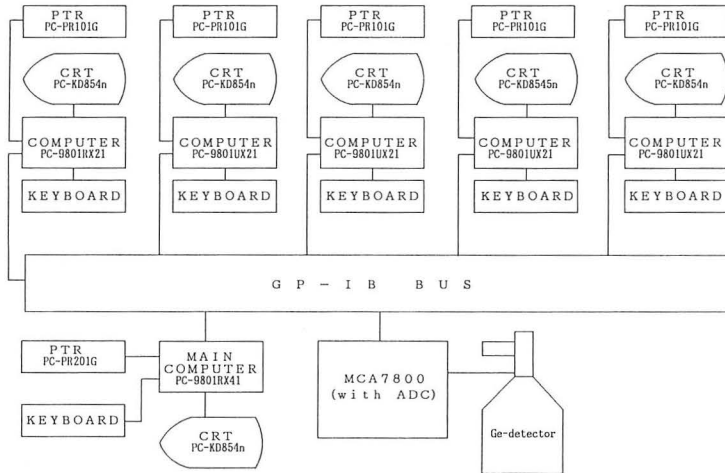
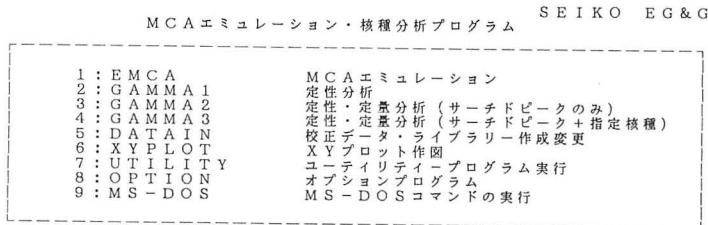


図 1 半導体検出器システム構成図

### MCA エミュレータソフトの構成

エミュレータソフト（以下エミュレータ）は MCA と MCA コントローラの機能をパソコン上に実現したもので、一般的な仕様の Ver. 1.4 GP-IB と本学向けの特別仕様 Ver. 1.7 GS に分かれる<sup>2),3)</sup>。いずれも基本的には、図 2 のプログラム構成で、詳細についてはそれぞれサブプログラムとしてメニュー方式で選択できる。



キー入力 [ 終了:ESC, 選択:RET, ↑, ↓, 1 - 9 ] : 1

図 2 MCA エミュレータソフト一覧

### データファイルの構成

基本的にはエミュレータを起動し、放射線スペクトルの収集を行い、データファイルにスペクトルデータを保存し、各種の分析などを行う手順となる。

その際、データファイルの保存形式は、先に述べたようにバイナリファイルとテキストファイルの 2 種類がある。

バイナリファイルは測定データをバイナリ形

式で保存し、MCA のチャンネル数に対応して一定のデータサイズを持つ。エミュレータでは、基本的にこの形式のファイルを取り扱う。この形式のファイルの構造は MS-DOS の DUMP コマンドで調べることができる。独自の解析結果とセイコー社のスペクトルデータファイル構造解説書で、図 3 に示す構造が明かとなった。

テキストファイルは測定データをテキストファイル形式で保存し、MCA の各チャンネル数や測定データを内容として含み同一のバイナリ

## 1. バイナリデータファイルのレコード構造

バイト	内容	バイト数
0	インフォメーション	3 2
3 2	カウントデータ	4 × size
3 2 + 4 × size	コメント	6 4
9 6 + 4 × size		

size : スペクトルチャンネル数

## 2. インフォメーションレコードの構造

バイト	内容
0 - 1	通常 -1
2 - 3	MCA No (1-4)
4 - 5	MCA セグメント (1-8)
6 - 7	データ収集年月日の秒
8 - 11	リアルタイム (2.0m秒単位)
1 2 - 1 5	ライブタイム (2.0m秒単位)
1 6 - 2 7	データ収集年月日時分
2 8 - 2 9	スタートチャンネル 通常 0
3 0 - 3 1	スペクトルチャンネル数

図 3 バイナリデータファイルの構造

```

34行 行
1 SPECTRUM DATE TIME LIVE REAL<CR><LF>
2 XXXXXXXXXXXX YY/MM/DD HH:MM:SS XXXXXXXX XXXXXXXX<CR><LF>
   X<Y>#ID 子-収集年月日時分秒 子1771L 97871L
3 <CR><LF>
4 PHA NO. XX SEGMENT NO. XX SIZE XXXX<CR><LF>
5 コメント 1 -----<CR><LF>
6 コメント 2 -----<CR><LF>
7 0>XXXXXX データ様式 7桁×16 16チャンネルデータ/ライン <CR><LF>
8 16>XXXXXX 同上 <CR><LF>
最終行 4080>XXXXXX 同上 <CR><LF>

```

図 4 テキストデータファイルの構造

ファイルより大きめなデータサイズを持つ。この形式のファイルの具体的な構造は MS-DOS の TYPE コマンドで調べることができる。図 4 に構造を示す。

以上、2種類のデータファイルの構造が明らかになり、スペクトルデータのバイナリファイルとテキストファイルの相互変換と、スペクトルデータファイルよりカウントを取り出し各種の処理を行うことが可能となった。

## 使用言語

今回使用したパソコンは NEC の9801シリーズで、この機種で使用実績のあるポーランド社の TURBO C Ver. 2.0 コンパイラと TURBO DEBUGGER Ver. 1.0 デバッガを使用した<sup>4),5)</sup>。

## プログラムの基本部分

## 1. CHN 形式から TXT 形式への変換

1チャンネルのカウントは4バイトの unsigned

long 型としてファイルに格納されている。従って、これを各チャンネルごとに変換すればよい。C 言語でバイナリファイルの4バイトカウントを7桁の整数値に変換する部分をリスト1に示す。

## 2. TXT 形式から CHN 形式への変換

テキストファイルの7桁のカウントを4バイトの unsigned long 型としてバイナリファイルに格納すればよい。C 言語でテキストファイルの7桁のカウントを4バイトの数値に変換する関数をリスト2に示す。

## 3. MS-DOS との関係

今回作成したユーティリティソフトは、基本的に MS-DOS の標準入出力とリダイレクト機能を使用している。また、各プログラムの使用方法は、コマンド名のみを入力すると、表示するようにした。

```

/*****
 *
 * printout count data
 *
 * convert 4 byte binary count
 * data to text count data
 *
 *****/

if(((j-OFFSET)%64)==0) printf("%n%4d",16*adr++);
{
  cdata =buf[j+3]*16777216L + buf[j+2]*65536L + buf[j+1]*256L + buf[j];
  printf("%7li", cdata);
}
printf("%n");
}

```

## リスト1 バイナリファイルからテキストファイルへ変換するプログラム(部分)

```

/*****
 *
 * trans_ll() function
 *
 * convert text count data
 * to 4 byte binary count data
 *
 *****/

void trans_ll(n1)
int n1;
{
  unsigned long n;
  n=atoi(ds);
  buf[n1]=n;
  buf[n1+1]=n/256L;
  buf[n1+2]=n/65536L;
  buf[n1+3]=n/16777216L;
}

```

## リスト2 テキストファイルからバイナリファイルへ変換する関数

## 各プログラムの解説

表1にユーティリティソフトの一覧を示し、以下に、各プログラムの解説を行う。

## 1. CHNTOTXT. EXE

このプログラムはスペクトルデータのバイナ

リファイルをテキストファイルに変換するプログラムである。図3から明らかなように、プログラムの処理手順としては、インフォメーションレコードを解析し、測定年月日等のテキスト形式への変換、バイナリ形式のカウントをテキスト形式へ変換、最後にスペクトルコメントをテキスト形式に変換するということになる。

表1 開発したユーティリティソフト一覧

プログラム名	サイズ	作成年月日	時間
CHNTOTXT EXE	29911	90-07-03	5:25
TXT 2 CHN EXE	51096	90-07-03	6:08
HISTO EXE	64244	90-07-03	5:31
HISTOSUM EXE	63338	90-07-03	14:42
ENRGY EXE	66004	90-07-03	5:50
ENESUM EXE	65996	90-07-03	5:54
FLUENCE EXE	63630	90-07-03	5:59
DIFFER EXE	64386	90-06-30	6:23
LSC EXE	21652	90-07-11	8:19
LSC 2 TXT EXE	17935	90-07-13	8:55

## 2. TXT 2 CHN. EXE

このプログラムはスペクトルデータのテキストファイルをバイナリファイルに変換するプログラムで CHNTOTXT. EXE と逆の機能を持っている。図4から明らかなように、プログラムの処理手順としてはファイルの先頭部にある測定年月日などをバイナリファイルのインフォメーションレコードへ変換格納し、各チャンネルの7桁のカウントをバイナリ形式の4バイトのカウントに変換し、最後にスペクトルコメントをバイナリファイルの最後に64バイト分に変換格納するというになっている。

## 3. HISTO. EXE

このプログラムはバイナリファイルを読み込んで、測定年月日などの表示を最初に行い、各チャンネルのカウントの表示、10チャンネルと100チャンネルごとのカウントの合計、最後に全チャンネルのカウントの総合計をテキスト形式で表示する。

## 4. HISTOSUM. EXE

このプログラムは HISTO. EXE と同様にバイナリファイルを読み込んで、測定年月日などの表示を最初に行い、10チャンネルごとのカウントの合計及び100チャンネルごとの合計を、最後に全チャンネルのカウントの総合計をテキス

ト形式で表示する。各チャンネルのカウントが不用で全体の傾向を見たいときに有用である。

## 5. ENERGY. EXE

予め MCA のチャンネルがエネルギー校正をされていれば、入射放射線の平均エネルギーを求めることができる。このプログラムは0チャンネルを0 [keV]、エネルギー校正するチャンネルを1つとそのチャンネルのエネルギーを [keV] 単位で入力し、入射放射線の平均エネルギーを求めるものである。使用するファイルはバイナリファイルのものに限る。出力は、最初に測定年月日等を、次に各チャンネルごとにカウントとエネルギーの積を表示し、最後にエネルギー校正に使用したチャンネルとエネルギー、平均エネルギー等を表示する。

## 6. ENESUM. EXE

このプログラムは前述の ENERGY. EXE と同様に0チャンネルを0 [keV]、エネルギー校正するチャンネルを1つとそのチャンネルのエネルギーを [keV] 単位で入力し、入射放射線の平均エネルギーを求めるものである。使用するファイルはバイナリファイルのものに限る。出力は、最初に測定年月日等を、次に10チャンネルと100チャンネルごとのカウントとエネルギーの積の合計を表示し、最後にまとめとしてエネルギー校正に使用したチャンネルとエネルギー、平均エネルギー等を表示する。

## 7. FLUENCE. EXE

このプログラムは0チャンネルを0 [keV]、エネルギー校正するチャンネルを1つとそのチャンネルのエネルギーを [keV] 単位で入力し、各チャンネルのカウントとエネルギーの積を改めて整数のカウントとして、MCA に転送するもので、エネルギーフルエンスをスペクトルとして表示するものである。

## 8. DIFFER. EXE

このプログラムは同一チャンネル数で測定された2つのスペクトルの差を求め、その差のスペクトルを MCA で表示させるものである。関心領域としてチャンネルを設定した後、標準出力や出力データファイルに減算結果を出力する。その際に、関心領域以外のチャンネルと減算結果が負のチャンネルは、MCA が負のカウントを扱えないため強制的にカウントを0に置き換

えている。このプログラムは例えば X 線撮影系において、増感紙の有無による 2 つの X 線スペクトルから増感紙に吸収された X 線スペクトルを求めたり、付加フィルタの有無から付加フィルタに吸収された X 線スペクトルを求めたりするのに使用できる。

図 5 にこのプログラムの使用例を示す。

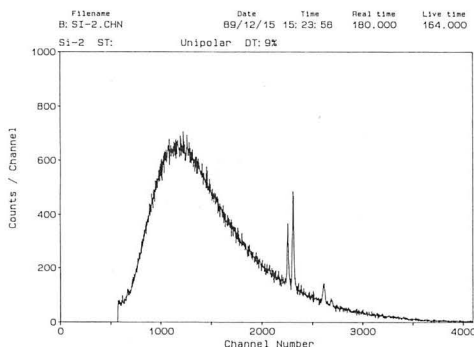


図 5-1 X 線スペクトル (増感紙なし)

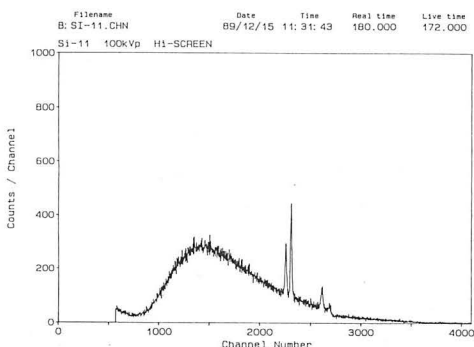


図 5-2 X 線スペクトル (増感紙あり)

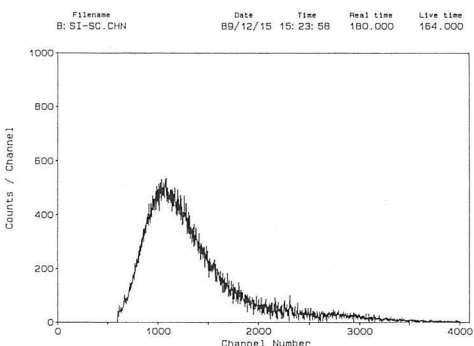


図 5-3 増感紙で吸収された X 線スペクトル(図 5-1 から図 5-2 を減算したスペクトル)

## 9. LSC. EXE

本来半導体検出器と MCA は X・ $\gamma$  線のスペクトルを得るためのものであるが、最近の放射線測定器は出力に RS-232C や GP-IB のインターフェースを装備したものが多く、川崎医科大学 RI センターに設置のアロカ社製シンチレーションカウンタ LSC-3100 (以下 LSC) が RS-232C インターフェースを装備しており、出力データファイルの構造も公表されているので、このスペクトルを RS-232C 経由でテキストファイルとして取り出すプログラムを作成した<sup>5),6)</sup>。LSC の出力モードは、各サンプルの測定結果を出力するものと、各サンプルの測定結果とスペクトルデータを出力するものがある。今回は、後者の出力モードに対応させた。

## 10. LSC 2 TXT. EXE

前述の LSC. EXE プログラムで収集した  $\beta$  線スペクトルを MCA エミュレータのテキストファイルに変換するプログラムである。基本的には CHNTO. EXE と同じく、プログラムの処理手順としては、測定年月日等の変換、カウントをテキスト形式に変換、最後にスペクトルのコメントを変換するということになる。コメントは半角文字 60 字以内という制限があり、 $\beta$  線測定結果を全てコメントに変換できないので、ポストデータを中心に必要最少限内のデータをコメントに変換した。

## 検討と考察

以下の事項が今後の検討課題として考えられる。

### 1. メニュー方式の検討

今回は、MS-DOS の基本的な知識を持つ者がプログラムを使用するという前提でプログラムを開発した。また、プログラム開発の期間を短縮するために標準入出力いわゆるリダイレクトの機能を使用している。今後は利用者の操作性を考慮し、メニュー方式によるユーティリティソフトの利用が望ましい。

### 2. 入力パラメータの検査

先に述べたように、開発にあまり時間的余裕がなく、プログラムはコマンドラインに心要なパラメータをセットし使用するようになっている。この場合問題となるのは、誤ったパラメータの

使用に対するプログラムの誤動作をいかになくするかである。これについては入力パラメータの検査を厳重にし、どのプログラムの使用方法も一定の様式を採用すれば良い。これについては、メニュー方式の検討と併せて考えたい。

### 3. バイナリファイルの容量の差について

今回バイナリファイルの変換で判明したことは、セイコー社のファイル構造解説書の説明によるファイル容量と MCA で作成される実際のファイル容量が一致していないことである。現在のところ今回作成したプログラムで不都合は発生していないが、MCA エミュレータが作成するバイナリファイルの最後にまだ別の情報が残っている可能性があるため、今後検討を加えたい。

### 4. DIFFER.EXE の8192チャンネル対応について

このプログラムは4096チャンネルのスペクトルデータどうしの減算までは対応しているが、メモリサイズとプログラミング上の問題で8192チャンネルには対応していない。今後アルゴリズムの変更とプログラミング技法でこの障害を取り除きたい。

### 5. チャンネル0と1へのライブタイムとリアルタイムの割付について

今回スペクトルデータの解析で、チャンネル0とチャンネル1にはそれぞれライブタイムとリアルタイムが格納されていることがわかった。 $\gamma$ 線スペクトルのように主として単一スペクトルの分析では問題にならないが、X線のような連続スペクトルの分析では、問題となる。そこで今回作成のユーティリティソフトでは原則としてチャンネル0とチャンネル1は強制的にカウントを0にしている。

### 6. RS-232C で他の放射線計測機器からのスペクトルデータの取り込みについて

先に述べたように放射線測定機器には、外部のコンピュータにデータを送り出すために、RS-232C インターフェースなどを装備したものが多く、これらの測定器からの放射線スペクトルを MCA に取り込んで処理できれば、非常に有用である。今回はパソコンを用いて LSC より  $\beta$ 線スペクトルを収集し MCA で表示を可能に

したが、本来 LSC は一度に多くのサンプルを測定するので、その中から必要とするサンプルのスペクトルデータのみを取り出すプログラムが必要となる。これは、今後考慮したい。

今後他の放射線機器についても、このようなデータ収集のためのプログラムを作成し、MCA の応用範囲を広げて行きたい。しかし、機器でそのデータの形式が異なり個別に対応していく必要がある。

### 7. スペクトルデータ編集の可能性について

今回ユーティリティソフトを開発し判明したことは、MCA およびエミュレータが使用しているデータファイルの構造が解明できたことで、エミュレータが対応していない処理を、利用者が独自のプログラムを作成して、行うことができるという点である。一例として、得られたスペクトルデータの部分的な処理つまりカウントの強制的な変更やスムージング処理、スプライン関数の応用、などがあげられる。これらの処理を行うため MCA エミュレータの画面を模した独自のスペクトル編集プログラムの開発が考えられる。これについては、今後検討したい。

## 結 語

上記項目を検討の上、今後もユーティリティソフトを開発し利用者の便宜を計りたい。

## 文 献

- 1) セイコー・イージーアンドジー株式会社：スペクトルデータファイル ファイル構造解説書 Ver. 1.0
- 2) セイコー・イージーアンドジー株式会社：MCA エミュレーションプログラム取扱説明書 Ver. 1.0, 平成元年2月22日
- 3) セイコー・イージーアンドジー株式会社：MCA 7800 取扱説明書
- 4) 河西朝雄：TURBO C 初級プログラミング (上), 技術評論社, 昭和62年10月15日 初版
- 5) 河西朝雄：TURBO C 初級プログラミング (下), 技術評論社, 昭和63年2月15日 初版
- 6) アロカ株式会社：液体シンチレーションシステム LSC-3100 取扱説明書
- 7) 磯部俊夫：C 言語と RS-232C/GP-IB, 工学図書, 平成元年3月1日 第2版