大阪公立大学
Osaka Metropolitan University
学術情報リポジトリ

パーソナルコンピューターを利用したアナログデータの記録装置の製作(自然科学系)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2009-08-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 岸田, 健一, 勝木, 保雄, 笹部, 哲生 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00010853

大阪府立看護大学医療技術短期大学部紀要，Vol. 5, 1999
Bulletin of Osaka Prefectural College of Health Sciences

創　案

パーソナルコンピューターを利用したアナログデータの記録装置の製作

岸田健一[1)]，勝木保雄[2)]，笹部哲生[3)]

([1)] 大阪府立看護大学看護学部看護学科，[2)] 大阪大学医学部共同研究実習センター，[3)] 大阪府立羽曳野病院眼科)

An Inexpensive Data Recording System Using a Personal Computer

Kenichi Kishida[1)], Yasuo Katsuki[2)] and Tetsuo Sasabe[3)]

([1)] Laboratory of Biochemistry and Pharmacology, Osaka Prefectural College of Nursing, [2)] Central Laboratory, Osaka University Medical School, and [3)] Department of Ophthalmology, Osaka Prefectural Habikino Hospital)

Key words: data recording; A/D converter; amplifier; personal computer; BASIC

はじめに

現在，多くの機器の出力データがデジタル化され，フロッピーディスクなどに保存できるようになっている。しかし，機器によっては独自のフォーマットで保存されている場合も多い。また，古い機器ではアナログ出力のみという場合がある。さらに，研究によっては，当該データ以外のデータを重ね合わせて検討したい場合も多いし，データを加工してみたいこともあるであろう。そのため，研究者によっては，いろいろ工夫を試みたり，場合によってはあきらめた場合もあるかとは思う。

私たちは放射性同位元素で標識した薬物の代謝物を高速液体クロマトグラフ（以下，HPLC と略す）で分析する仕事をしている。紫外部吸収データをとりながら溶出液の放射能を測定し，紫外部の吸光度と放射能との比較をしている。オンラインの液体シンチレーションカウンターは高価である。私たちは，HPLC の溶出液をフラクションコレクターで分画して放射能を液体シンチレーション法で測定している。つまり，1 つの試料を紫外部吸収モニターと液体シンチレーションカウンターとの 2 つの分析装置で見ている。

HPLC に接続する専用データレコーダー（例えば島津製クロマトパック）は検出器からの信号を記録し，ピークの面積計算などをする非常に優れた装置である。しかし，私たちが持っている装置にはフロッピーディスクへの出力装置がついていない。その装置をつける工事費はパソコン 2 台分の費用がかかる。市販の汎用データレコーダーはパソコン 1 台分の購入費用がかかる。貧乏な研究室にとって記録装置は安価であるにこしたことはない。このような事情で私たちは，HPLC の紫外部吸収データとフラクションコレクターのイベント信号とを 1 つのファイルにしてパソコンに記録し，さらに，液体シンチレーションカウンターの出力データもパソコンに記録して，2 つのデータファイルをパソコン上でマージしてグラフ化させるシステムを作って研究に用いている。この方法は他の分析にも応用できると思われるので公開することにした。

設計と製作

1. 装置の構成とその設計に当たって留意したこと

ここで紹介するシステムは，アンプと A/D 変換ボードを装着したパソコン，パソコンの駆動とデータ処理を行うプログラムよりなる（図 1)。

(1) 古い機械のペンレコーダーへの出力は大概フルスケール 10 mV である。また，HPLC の検出器の出力にはフルスケール＋1 V を備えているものが多い。そこで，直流電圧＋10 mV および＋1 V（フルスケール）の信号を記録できるようにした。さらに，機器からの信号に負のオフセット電圧が上乗せされている場合があるので，ある程度負電位も測定できるようにした。

(2) われわれの実験データは有効数字 3 桁のレベルである。有効数字 3 桁の分解能（10ビット以上）が得られ

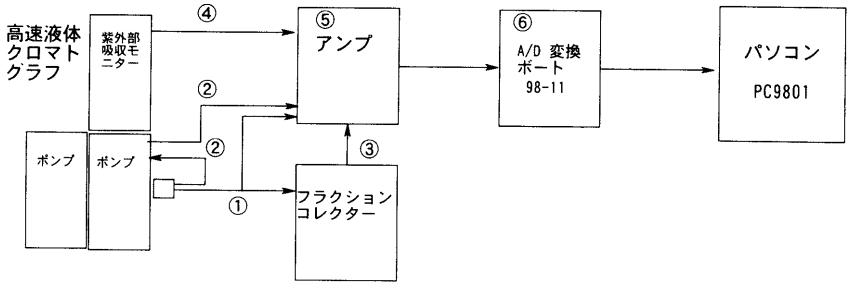

図1 信号の流れ

①イソクラティックモードの場合，インジェクションバルブのレバー操作によりアンプは測定を開始し，同時にフラクションコレクターはスタートする。

②グラディエントモードの場合，インジェクションバルブのレバー操作によりポンプはグラディエントプログラムを実行する。そしてポンプはアンプに測定開始信号（負論理出力）を送る。フラクションコレクターは同時にスタートする。

③フラクションコレクターは分画操作をする度にアンプに信号を送る。

④紫外部吸収モニターは，常時，測定した信号をアンプに送っている。

⑤アンプはフルスケール＋5 V 入力の場合はそのまま，+50 mV 入力の場合は 100 倍増幅して信号を 98-11 に送る。スタート開始信号やフラクションコレクターの信号も 98-11 に送る。

⑥ 98-11 は受け取ったデータを A/D 変換してパソコンに送る。

る A/D 変換器を使用することにした。

(3) 多目的の使用に耐えるよう，データの記録チャンネル数を 4 チャンネルとし，それら以外に制御信号（フラクションコレクターのイベントシグナルなど）の記録と測定開始の信号の受領用とに 2 チャンネルを設けることにした。

(4) リアルタイムでクロマトグラムをモニターに表示しデータの確認をすると共に，必要に応じて記録を中断してもそれまでのデータを保存できるようにした。

(5) データの出力は，パソコンでの操作を楽にさせるため，テキストファイル形式とした。これによって，汎用表計算ソフトである Lotus1-2-3 や Excel で処理ができるようになる。

(6) プログラムは BASIC で書き，必要に応じて書き換えられるようにした。なお，PC9801VM には N88BASIC の ROM がついているが，これを使用せず MS-DOS 版の N88BASIC を使った。MS-DOS や Windows で動く表計算ソフトの利用を考えるとこの方が都合がよい。

(7) 経費削減のため旧型のパソコンを利用することにした。

2. 使用した部品

(1) パソコンは PC9801VM（メモリ 640 kB）（日本電気，東京）である

(2) A/D 変換ボードは 98-11（オザック社，京都府城陽市）*1) である。日本電気製 PC9801 シリーズの C-BUS に適合する 8 チャンネル 13 ビットの A/D 変換ボードであり，東芝製の A/D 変換 IC である TC5092 を使用している。入力電圧は 0～＋5 V である。この A/D 変換ボードは 8 チャンネルのものであるが，その内の 6 チャンネルを使い，残り 2 チャンネルは予備においておいた。

(3) アンプ部分に使用した IC は TL084（演算増幅器，オペアンプと通称する），TL430（定電圧回路），SN74-LS123（パルス幅の調節）である。いずれも Texas Instruments 社製もしくはその互換製品である *2)。

3. アンプの回路

(1) チャンネル 1～4

98-11 の入力範囲は 0～＋5 V である。チャンネル 1 と 2 とには約 100 倍の増幅回路を，チャンネル 3 と 4 とにはバッファー回路をつけた。それぞれのアンプにバイアス電圧をかけることにより，－5 mV～＋45 mV，－0.5 V～＋4.5 V の記録が可能となるようにした（図 2）。

使用したオペアンプは TL084 である。TL084 は 1 つのパッケージに 4 つのオペアンプが組み込まれている。4 つの内の 2 つずつで反転増幅回路 2 段構成とし，バイアスは 2 段目のオペアンプにかけた。われわれはこのアンプ部分を別ケースに組み込んだが，これを A/D 変換ボードのユニバーサルスペースに乗せることもできる。

---

*1) 98-11 の仕様および使用説明書はインターネットでダウンロードできる。URL は http://web.kyoto-inet.or.jp/people/tosh-ozac/products/9811.html である。

*2) 各 IC の仕様，応用例はインターネットでダウンロードできる。
TL084：http://www.ti.com/sc/docs/products/analog/tl084.html
TL430：http://www.ti.com/sc/docs/products/analog/tl430.html
SN74LS123：http://www.ti.com/sc/docs/products/logic/sn74ls123.html

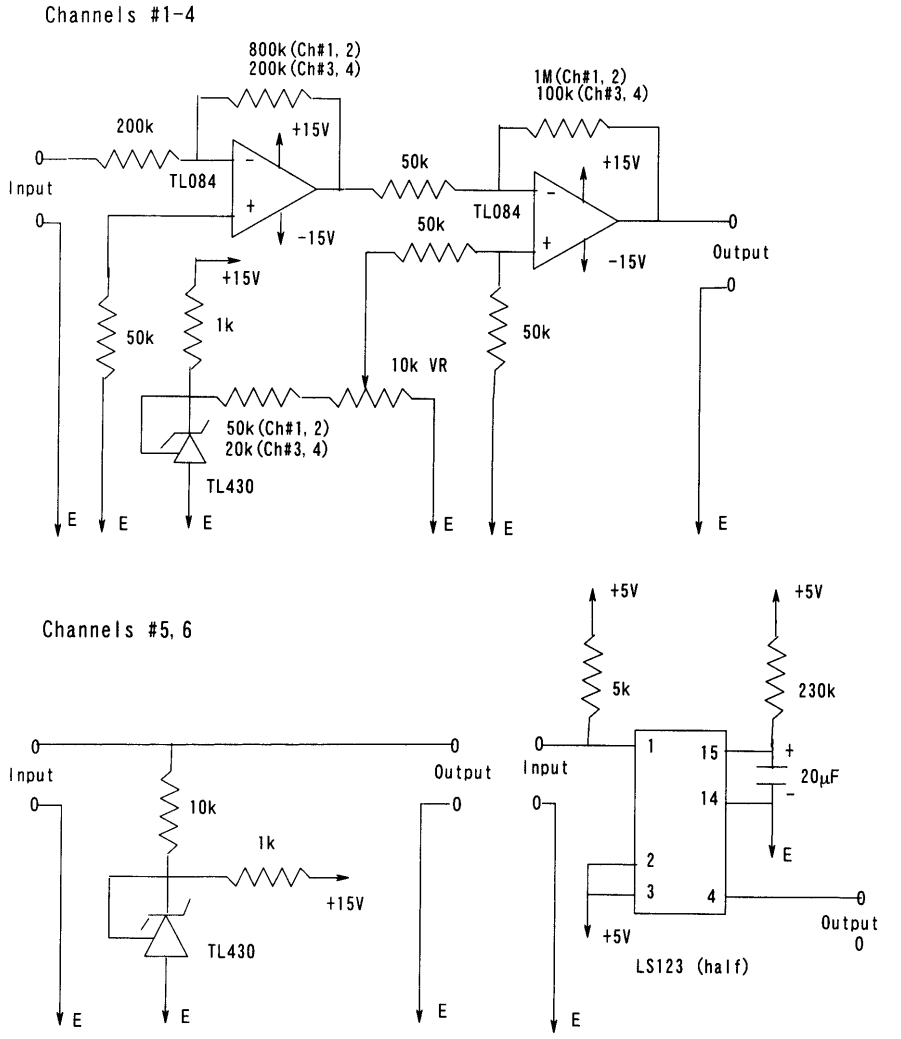

図2 アンプの回路図
SN74LS123は98-11状に組み込んだ。TL430のブロックの出力はLS123のブロックの入力に直結される。

バイアス電圧は，定電圧ICのTL430から分圧して得た。回路定数は大まかに設定し，標準電圧を負荷したときの出力値をもとに，ソフト側で増幅率を正確に決めた。

(2) チャンネル5〜6

チャンネル5はフラクションコレクターのイベントシグナルの検出に，チャンネル6は測定開始信号の受け取りに用いた。この2つの回路にはTL084を接続せずに，この入力端子に約+5Vの電圧を常時かけた。

われわれが使用しているフラクションコレクターはイベント信号をon-off動作のスイッチの「閉」信号としているので，これをチャンネル5につなぐと，試験管を送った時にショートし電圧が下がるので，この下がった電圧を検出した。そして，さらに，この電圧低下を単安定マルチバイブレーターであるSN74LS123で1.5秒程度のパルス幅に拡張することにした。サンプリング間隔(1秒)より大きくしたので，この電圧低下を確実に記録することができる。SN74LS123の14番と15番端子に接続している抵抗とコンデンサーの値を変えることによりパルス幅は変更できる。このパルス幅拡張回路は98-11ボード上のユニバーサルエリアに組み，A/D変換入力の直前に直列につないだ。このパルス幅拡張回路をアンプに組み込まなかったのはこのSN74LS123が+5V駆動のためパソコン側から電源をとる必要があったからである。この後継機では+15V電源でも駆動できるMC14538B (Motorola社) を用い，アンプに組み込んだ。SN74LS123とMC14538Bとの間に機能面での差は無い。

製作したアンプおよびA/D変換器の性能

今回制作した装置の性能を示すテストデータなどを表1に示す。

機器との接続 (図1)

(1) アンプとHPLCとの接続

HPLCのインジェクションバルブ (Rheodyne社製の

試料導入バルブ）に常時「開」のマイクロスイッチがついており，これをチャンネル6に接続する。そのため常時+5 Vの電圧がA/D変換器にかかっていることになる。試料の注入でレバーを回すとマイクロスイッチが「閉」になり，ショート状態になってA/D変換器には電圧がかからなくなる。イソクラティックモード（分析を最初から最後まで1種類の溶媒のみで行う方法）で運転する時はこのマイクロスイッチをチャンネル6につないで，電圧低下を検知することによって測定開始信号の受け取りとした。グラディエントモード（2種類以上の溶媒を組み合わせ，その組成比を変えながら分析する方法）で運転する時は，このインジェクションバルブのマイクロスイッチをポンプのグラディエント端子につなぐ。ポンプにはグラディエントプログラム開始シグナルの出力として，負論理信号を取り出すことができる。この場合もショート信号となるので，この負論理出力をチャンネル6につなぐことができる。

現在，われわれが使用しているHPLCのインジェクションバルブ（Rheodyne 7125i）にはマイクロスイッチが2個ついている。その内の1個を上述のようにデータの記録の開始シグナルとして使い，もう1個をフラクションコレクター（Gilson社）のスタートに使っている。新しいインジェクションバルブ（Rheodyne 7725i）にはマイクロスイッチが1個しかついていないので，それを使っているHPLCでは，そのスイッチをフラクションコレクターのスタート用に使って，データの記録開始をキーボードのリターンキーを押して行うようにプログラムを書き換えている。

表1　性能

項目	内容	
入力電圧	チャンネル1，2	+0 mV～+50 mV　（ただし，トリマーの調整により，-5 mV～+45 mVの測定が可能となる）
	チャンネル3，4	+0 V～ +5 V　（ただし，トリマーの調整により，-0 5 V～+4 5 Vの測定が可能となる）
出力電圧	チャンネル1，2	入力電圧を100倍増幅して出力する。
	チャンネル3，4	入力電圧の値を出力する。
出力電圧の校正	基準となる電源を入力に負荷して測定し，ソフト上で零点とスパンの校正を行う。	
分解能	13ビット中1ビットを正負の判別に使うため12ビットの分解能	
零点の変化（＊）	チャンネル1，2	10秒間の測定で最大+1 9 mV
	チャンネル3，4	10秒間の測定で最大+1 5 mV
零点のドリフト（＊）	チャンネル1，2	測定開始10秒後より10秒間の出力電圧の平均値は+1 4 mVであり，測定開始後3590秒後より10秒間の出力電圧の平均値は+2 9 mVであった。
	チャンネル3，4	測定開始10秒後より10秒間の出力電圧の平均値は+2 8 mVであり，測定開始後3590秒後より10秒後の出力電圧の平均値は3 0 mVであった。
電源	AC　100V	

（＊）電源投入30分後に入力をショートさせて測定した。

(2)　アンプとフラクションコレクターとの接続

HPLCの溶出液はフラクションコレクターを用いて約10秒間隔で逐次試験管に分画している。なお，この分画時間はフラクションコレクター側の設定で任意に決めることができる。フラクションコレクターのイベントシグナルはチャンネル6が受け取る。パルス幅拡張回路によってパルス幅をサンプリング間隔より広げているので信号は確実に記録することができる。

ソフトウエア

1.　データ記録用プログラム（プログラムリスト1）

プログラムリスト1のプログラムは現在われわれがHPLCの記録に使っているものである。4つのデータ取得用のチャンネルのうち，1つだけを使用している。残りの3つのチャンネルが関係する部分はREM行（プログラム上では'sleepと表示している）にして動作しないようにしてある。

(1)　データのサンプリング

98-11にはサンプルプログラムが添付されており，データ取得のブロックはそれを利用した（①）。A/D変換時間はCPUのクロックが5 MHzの時，8.2ミリ秒である。

(2)　サンプリングのタイミング

われわれの場合，HPLCの紫外部吸収データを記録するのが目的であるので，サンプリング間隔は1秒で十分である。そこで，BASICの関数であるTIME$を用いてタイミングをとった（②）。低流速の液体クロマトグラフ（オープンカラム）の溶出液を紫外部吸収モニターで記録したい場合には，この部分を書き換えて1分あるいはそれ以上の間隔でデータをとるようにするとよい。

(3)　記録の対象

記録するのは，サンプリングの時刻（秒単位），その時刻の紫外部吸収，フラクションコレクターのイベントシグナルである。

紫外部吸収の記録に当たって，HPLCの紫外部吸収モニターの+1 V出力（フルスケール）をそのままアンプのチャンネル4（+5 V入力用）に接続した（③）。

フラクションコレクターの分画時間の設定はフラクションコレクター側で行う。しかし，試験管送りに要する時間が必ずしも一定とは限らないので，試験管の送りがあったことの記録と，それが何回目の送りであるかとを記録する必要がある。送りがあったことの記録は電圧の変化で記録し（④），その変化の回数を積算した（⑤）。

プログラムリスト１　その１

```
10   '***********************************************************************
20   ' プログラム名          ADCONVIS.BAS
40   ' 機能  AD 変換ボード (9811) を使用した電圧値読み込み
50   '          Base. 1 DATA/sec , Time Scan  (1996/12/17)
60   '***********************************************************************
70   ' sleep DIM RD01%(5000), RD02%(5000), RD03%(5000)
72   DIM RD04%(5000), RD05%(5000),RD07%(5000)
80   C1= 870:C2= 860:C3=1705:C4=1698                                  '⑧
90   K1=8.25206E-03:K2=.0083201:K3=.269246:K4=.288031                '⑧
100   ON STOP GOSUB *OWARI                                           '⑨
110   ADADR=&HD0  ' AD 変換ボードの I/O ポートアドレス
120   REM  ADCHAN=1    'データ取り込みチャンネル番号   (0 ～ 7)
130   CLS: PRINT "このプログラムは、１秒間隔でＡＤ変換を行います。
140   PRINT"ドライブＤ（５吋ＦＤＤ）をバックアップ記録に使います。" : PRINT" "
160   PRINT" "
162   PRINT" －－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－"
164   PRINT"     パソコンの電源が入ってからプリアンプの電源をいれて下さい。"
166   PRINT"－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－"
168   PRINT" "
244   PRINT"アンプ、フラクションコレクターの電源スイッチを入れなさい。"
250   INPUT"   リターンキーを押すと、次に進みます。";OK$
260   IF OK$=""  THEN 270 ELSE 250
270   GOSUB *B2INIT
280   INPUT"試料名を入力しなさい。"; SAMPLE$
282   PRINT"               試料名 ＝ "; SAMPLE$
290   INPUT"カラム名・装置名を入力しなさい"; INFOS$
292   PRINT"                          カラム名・装置名 ＝ "; INFOS$
294   INPUT"移動相プログラムを入力しなさい。";MOBILE$
296   PRINT"                                   移動相 ＝ ";MOBILE$
300   INPUT"測定時間を入力しなさい。（分）"; ETIM
302   PRINT"                  測定時間 ＝ ";ETIM;" 分"
310   ' sleep INPUT" １ｃｈのラベルを入力しなさい。"; WVLNGTH1$
320   ' sleep INPUT" ２ｃｈのラベルを入力しなさい。"; WVLNGTH2$
330   ' sleep INPUT" ３ｃｈのラベルを入力しなさい。"; WVLNGTH3$
340   INPUT"４ｃｈのラベル（測定波長）を入力しなさい。"; WVLNGTH4$
350   INPUT"５ｃｈのラベル（ＦＣ）を入力しなさい。"; WVLNGTH5$
360   INPUT "データを格納するドライブ名を入力しなさい。";DFLND$
370   INPUT "データを格納するファイル名を入力しなさい。";CFLN$
380   DFLN$=DFLND$+":"+CFLN$+".DAT" : BDFLN$="A:"+CFLN$+".DAT"
390   PRINT "            格納するドライブ／ファイル名 ＝ ", DFLN$
400   INPUT"               これでいいですか？  （Ｙ／Ｎ）";OKZ$
410   IF OKZ$="Y" GOTO 420 : IF OKZ$="y" GOTO 420 ELSE 360
420   '
430   ETIS=ETIM*60 : SCREEN 3: WINDOW ( 0, -6000 )-(ETIS, 1000)
440   ET8=ETIS*.8:ET9=ETIS*.9
450   ' sleep LINE(ET8,-5000)-(ET9,-5000),5
455   ' sleep LINE (ET8,-4750)-(ET9,-4750),2
460   ' sleep LINE(ET8,-4500)-(ET9,-4500),3
465   LINE (ET8,-4250)-(ET9,-4250),4
470   ' sleep LOCATE 72,3:PRINT "1ch";
475   ' sleep LOCATE 72,4:PRINT "2ch";
480   ' sleep LOCATE 72,5:PRINT "3ch";
485   LOCATE 72,7:PRINT,WVLNGTH4$;
490   CTIM=1 : TJ$=TIME$
500   STOP ON
510   WINDOW (0,-1500)-(ETIS,200):LINE (0,0)-(ETIS,0),,,&HCCCC
520   ' sleep ADCHAN=1:GOSUB *ADREAD : RD01%(0)=ADDATA-C1
530   ' sleep ADCHAN=2:GOSUB *ADREAD : RD02%(0)=ADDATA-C2
540   WINDOW(0,-4500)-(ETIS,600)
550   ' sleep ADCHAN=3:GOSUB *ADREAD : RD03%(0)=ADDATA-C3
560   ADCHAN=4:GOSUB *ADREAD : RD04%(0)=ADDATA-C4
580   CLS
590   ADCHAN=6:GOSUB *ADREAD : RD06%=ADDATA
600   IF RD06%<1000 THEN 612 ELSE 590             'レオダイン・レバー待機中
610   '
612   FRAC=1
620   WHILE ( CTIM <= ETIS )
630   ' sleep ADCHAN=1:GOSUB *ADREAD : RD01%(CTIM)=ADDATA-C1
640   ' sleep ADCHAN=2:GOSUB *ADREAD : RD02%(CTIM)=ADDATA-C2
650   ' sleep ADCHAN=3:GOSUB *ADREAD : RD03%(CTIM)=ADDATA-C3
660   ADCHAN=4:GOSUB *ADREAD : RD04%(CTIM)=ADDATA-C4
③
670   ADCHAN=5:GOSUB *ADREAD : RD05%(CTIM)=ADDATA
```

（続く）

プログラムリスト1　その2

```
④
680   TX$=TIME$:IF TX$=TJ$ THEN GOTO 680 ELSE TJ$=TX$                    '②
682   XCTIM=CTIM : XACTIM=CTIM/60-0.5: XACTIM%=CINT(XACTIM)
: XBCTIM=XACTIM%*60
684   XCCTIM=XCTIM-XBCTIM
686   LOCATE 0,1: PRINT"SAMPLE=",SAMPLE$
688   LOCATE 0,2: PRINT"FILE=",DFLN$
690   LOCATE 0,6 : PRINT USING"##### min";XACTIM%;
692   PRINT USING"##### sec";XCCTIM;
700   BTIM=CTIM-1:RD07%(CTIM)=0
701   IF RD05%(CTIM)<5000 THEN 702 ELSE 705
702   IF RD05%(BTIM)>5000 THEN 703 ELSE 705                              '④
703    FRAC=FRAC+1:RD07%(CTIM)=FRAC                                      '⑤
704   PRINT"      FRACTIONATION # =";FRAC
705   '
710   WINDOW(0,-1500)-(ETIS,200)
720   ' sleep LINE (BTIM,-RD01%(BTIM))-(CTIM,-RD01%(CTIM)),5
730   ' sleep LINE (BTIM,-RD02%(BTIM))-(CTIM,-RD02%(CTIM)),2
740   WINDOW(0,-4500)-(ETIS,600)
750   ' sleep LINE (BTIM,-RD03%(BTIM))-(CTIM,-RD03%(CTIM)),3
760   LINE (BTIM,-RD04%(BTIM))-(CTIM,-RD04%(CTIM)),4                     '③
770   CTIM=CTIM+1
780   WEND
790   STOP OFF
800   BEEP :LOCATE 0,10: PRINT "終わりました。":RD07%(0)=1
810   INPUT" メモを入力しなさい。";MEMORU$                               '⑥
820   PRINT" これからディスクに書き込みます。ファイル名は";
822   PRINT DFLN$,"です。ドライブDにもバックアップ・ファイルを作製します。"
830   '
840   OPEN DFLN$ FOR OUTPUT AS #1
850   PRINT #1, "Date = ",DATE$
860   PRINT #1, "Time = ",TIME$, "              Carried out on ADCONV35.BAS"
870   PRINT #1, "Sample = ", SAMPLE$
880   PRINT #1, "Column/machine = ",INFOS$
881   PRINT #1, "Mobile phase =",MOBILE$
890   'sleep  PRINT #1, "Channel 1 = ",WVLNGTH1$
900   'sleep  PRINT #1, "Channel 2 = ",WVLNGTH2$
910   'sleep  PRINT #1, "Channel 3 = ",WVLNGTH3$
920   PRINT #1, "Channel 4 = ",WVLNGTH4$
930   PRINT #1, "Channel 5 = ",WVLNGTH5$
931   PRINT #1,"Memorandum =  ", MEMORU$
932   ' sleep PRINT #1,USING" @ @ @ @ @ "Second",WVLNGTH1$,WVLNGTH2$,
WVLNGTH3$,WVLNGTH4$,WVLNGTH5$
934   PRINT #1, "Second","UV","FC signal","FC #"
940   FOR I=0 TO ETIS
950   ' sleep PRINT #1, USING " ####  ####.##  ####.##  #####.#  #####.#  #######";I,RD01%
(I)*K1,RD02%(I)*K2,RD03%(I)*K3,RD04%(I)*K4,RD05%(I)          '⑦
951   PRINT #1, USING " ####  #####.#  #####.#  ####";I,RD04%(I)*K4,RD05%(I),RD07%(I)
960   NEXT I
980   CLOSE
1000   OPEN BDFLN$ FOR OUTPUT AS #2
1010   PRINT #2, "Date = ",DATE$
1020   PRINT #2, "Time = ",TIME$
1030   PRINT #2, "Sample = ", SAMPLE$
1040   PRINT #2, "Column/Machine = ",INFOS$
1042   PRINT #2, "Mobile phase =",MOBILE$
1050   'sleep  PRINT #2, "Channel 1 = ";WVLNGTH1$
1060   'sleep  PRINT #2, "Channel 2 = ";WVLNGTH2$
1070   'sleep  PRINT #2, "Channel 3 = ";WVLNGTH3$
1080   PRINT #2, "Channel 4 = ";WVLNGTH4$
1090   PRINT #2, "Channel 5 = ";WVLNGTH5$
1091   PRINT #2,"Memorandum =  ", MEMORU$
1092   PRINT #2, "                                  Carried out on ADCONV08.BAS"
1095 'sleep PRINT #2,
 "Second",WVLNGTH1$,WVLNGTH2$,WVLNGTH3$,WVLNGTH4$,WVLNGTH5$
1100   FOR I=0 TO ETIS
1110   PRINT #2,USING" ####";I;
1111   'sleep  PRINT #2,USING" ####.##";RD01%(I)*K1;
1112   'sleep  PRINT #2,USING" ####.##";RD02%(I)*K2;
1113   'sleep  PRINT #2,USING" #####.#";RD03%(I)*K3;
1114   PRINT #2,USING" #####.#";RD04%(I)*K4;
1115   PRINT #2,USING" #####.#  ####";RD05%(I),RD07%(I)
1120   NEXT I
```

(続く)

プログラムリスト1　その3

```
1140    CLOSE
1142    PRINT"終わりました。次の測定の準備に入ることができます。"
1144    PRINT "レオダインのレバーを元に戻しなさい。"
1150    END
1160  '************************************************** FINISH
1170    *OWARI
1180    BEEP:LOCATE 0,10: PRINT USING "記録を中断します。####.## 分経過したところで
す。";CTIM/60
1190    ETIS=CTIM
1200    RETURN
1210 '************************************************** INITIALIZE
1220 *B2INIT
1230 CONSOLE ,,0:SCREEN 3:CLS 3
1240 '
1250 LSB = 5 / 8192' １ＬＳＢの電圧値
1260 '
1270 '************************************************** SET 8255       '①
1280 '
1290 '８２５５の設定　ＰＯＲＴ　Ａ.... 出力
1300 '                          Ｂ.... 入力
1310 '                          Ｃ上位.. 入力
1320 '                          Ｃ下位.. 入力
1330 '
1340 '
1350 OUT ADADR+&HF , &H8B
1360 RETURN
1370 '
1380 '************************************************** ADC READ
1390 '
1400 'チャンネルセレクト／測定開始
1410 '
1420 *ADREAD
1430    OUT ADADR, ADCHAN
1440 '
1450 'EOC CHECK LOOP
1460 '
1470 *LOOP1
1480    E = INP( ADADR+&HE ) AND &H80
1490    IF E <> &H80 THEN GOTO *LOOP1
1500 '
1510 'DATA READ
1520 '
1530    ADDATA = INP( ADADR ) * 32
1540    ADDATA = ADDATA + (( INP(ADADR+&H4 ) AND &H1F ))
1550    OUT ADADR,0
1560    FOR J=0 TO 1    :NEXT J
1570 RETURN
```

(4)　電圧の較正

出力値の較正を行うために，標準の電圧（約＋1 V と約＋10 mV）を乾電池と抵抗とを組み合わせて得た。アンプの入力をショートさせた時を 0 V（0 mV）とし，標準の電圧を負荷したときの出力値を，プログラムの C1～C4（零点），K1～K4（スパン）の値を試行錯誤的に変えて，あらかじめテスター（デジボル）で測定しておいた値にあわせた（⑧）。なお，われわれの使用目的では，試料注入のシリンジの精度によって正確さが決まるのでデジボルの精度で問題ないが，より正確な値を必要とする測定系に使う場合にはそれ相応の基準電源発生装置が必要となる。

(5)　メモ書き

データのサンプリング以外にも，いろいろなメモ書きも行い，電子化した実験ノートともいえるようにした（⑥）。

(6)　出力

ファイルの出力は，スペースで区切られた文字列（テキストファイル）とした（⑦）。

(7)　クロマトグラフィーの中断

中断しても，それまでのデータはファイルに保存されるようにした（⑨）。

(8)　記録可能時間

MS-DOS は 640 kB というメモリの上限がある。特に古いパソコンを使う場合はメモリの増設が困難であるので，この条件下でデータを記録する必要がある。このプログラムを使用する場合（4 チャンネル分の測定をする場合），配列データ領域の設定などにもよるが，概算で最

長1時間20分の測定が可能である。

2. 紫外部吸収のデータのファイルに液体シンチレーションカウンターの出力ファイルをマージさせるプログラム (プログラムリスト2)

われわれの場合，紫外部吸収は1秒間隔でサンプリングしている。しかし，放射能のデータはフラクションコレクターで約10秒 (あるいは任意の) 間隔で分画し液体シンチレーションカウンターで計測した試料に対するものである。紫外部吸収のファイル内にあるフラクションコレクターよりのイベントシグナルに従って，液体シンチレーションカウンターより出力したファイル (①) のデータを紫外部吸収のファイル (②) に書き加えるようにした。このプログラムでは，グラフの表示を考えて分単位の時間軸 (③) を作製し，さらに，紫外部吸収モニターのセルを試料が通過する時刻とその試料がフラクションコレクターの分画試験管に入る時刻との差を補正する項 (④) を加えた。このプログラムによって出力されるファイルを次項に従ってグラフ化することができる。

3. グラフの作製

われわれの場合，紫外部吸収と液体シンチレーションデータとを1つのグラフとして描画する。前項で得たファイルはPlots32やExcel，Lotus1-2-3などのソフトで描画可能となる。図3はPlots32で作製したグラフの

プログラムリスト2　その1

```
10  ' ***********************************************************************
20  '     Program name:   RACTIVAD.BAS
30  '                          Written by Ken Kishida   on April 1, 1999 .
40  '   This program merges the output file from Wallac scintillation counter into the
42  '     ADCONV3x file.  In addition it creates minute scale.      The output file from this
50  '   program can be read by PLOTS32.
60  '
70  '   CAUTION:
80  '       Prior to the use, check the scintillation data file using a editor program and make
82  '     sure its format so that this program can read the data correctly.
110 '***********************************************************************
120 '
130 '
140 DIM X(1000,7),Y(100,10)
160 INPUT"    Input the name of the RI data file";FLRI$                    '①
170 INPUT"Input the number of the vials counted";NV
180 INPUT"        Input the number of data columns";NC
190 INPUT"                    What column do you read";NCR
200 '
220 OPEN FLRI$ FOR INPUT AS #1                          '①液シンのファイルを開く
231 INPUT #1,MOJI1$
232 INPUT #1,MOJI2$
233 INPUT #1,MOJI3$
234 INPUT #1,MOJI4$
235 INPUT #1,MOJI5$
236 INPUT #1,MOJI6$
237 INPUT #1,MOJI7$
238 INPUT #1,MOJI8$
240 FOR I=1 TO NV
242 PRINT "I=",I
250 FOR J=1 TO NC
260 INPUT #1,Y(I,J)                                     '液シンのデータを読み込む
262 PRINT "J=",J
270 NEXT J
280 NEXT I
282 CLOSE
283 PRINT MOJI1$
284 PRINT MOJI2$
285 PRINT MOJI3$
286 PRINT MOJI4$
287 PRINT MOJI5$
288 PRINT MOJI6$
289 PRINT MOJI7$
290 PRINT MOJI8$
291 PRINT X(1,1)
292 PRINT X(1,2)
293 PRINT X(1,3)
294 PRINT X(1,4)
295 PRINT X(1,5)
296 PRINT X(1,6)
297 PRINT X(2,1)
298 '
```

(続く)

例である。

Plots32 は川浦久雄氏によって作製されたグラフ作成ソフトである。フリーウエアとしてインターネット上で公開されている*3)。非常によくできたソフトで重宝している。このような立派なソフトを無料で公開している作者の慧眼に敬服する。

プログラムリスト２　その２

```
300  PRINT"Change disk with that of HPLC data"
302  INPUT"Input the name of the UV data file"; FLN$          '②
304  INPUT"          Input monitored time in sec";TI
310  KK=1
320  OPEN FLN$ FOR INPUT AS #1                                  '②ＵＶデータを開く
330 INPUT #1, A1$                                              '１０行まではコメント行
340 INPUT #1, A2$
350 INPUT #1, A3$
360 INPUT #1, A4$
370 INPUT #1, A5$
380 INPUT #1, A6$
390 INPUT #1, A7$
400 INPUT #1, A8$
410 'INPUT #1, A9$
430 FOR I=0 TO TI                                              '②ＵＶデータを読み込む
440 FOR J=1 TO 4
450 INPUT #1, X(I,J):NEXT J
460 X(I,5)=X(I,4)
470 X(I,4)=X(I,3)
480 X(I,3)=X(I,2)
490 X(I,2)=X(I,1)/60                                           '③秒より分を算出する
500 IF X(I,5)<>0 THEN 508 ELSE 540   'X(I,5)=0 はイベントマークが入っていない分
508 PRINT "For"; X(I,1);"sec   ";
510 PRINT"   Counted data for vial #"; X(I,5);
520 PRINT Y(KK,NCR):RX=Y(KK,NCR):KK=KK+1                       '液シンのデータを入力する
530 X(I,6)=RX: GOTO 550
540 X(I,6)=RX
550 NEXT I
560 CLOSE #1
561 '
562 'Correction for the pipeline length delay
563 '
564 INPUT"Input delay time for the pipeline length (in sec)";DELAY    '④時間補正
565 FOR I=1 TO TI-DELAY
567 X(I,7)=X(I+DELAY,6)
568 NEXT I
569 FOR I=TI-DELAY+1 TO TI:X(I,7)=X(TI,4):NEXT I
570 '
572 PRINT"Insert a disk for output of .LCR file"
574 INPUT"Press RETURN KEY when ready";KKK$
576 IF KKK$="" THEN 580
578 '
580 ZZZ=LEN(FLN$)                                              'ファイル名の拡張子を LCR に変える
590 ZZZ=ZZZ-4
600 ZZY$=LEFT$(FLN$,ZZZ)
610 ZZX$=ZZY$+".LCR"
612 '
620 OPEN ZZX$ FOR OUTPUT AS #2                                 '新しいファイルを作り書き込む
630 PRINT #2, A1$
640 PRINT #2, A2$
650 PRINT #2, A3$;"    ,    ";"RI data was added at ";TIME$
660 PRINT #2, A4$;"    ,    ";"                          on ";DATE$
670 PRINT #2, A5$
680 PRINT #2, A6$
690 PRINT #2, A7$
700 PRINT #2, A8$
710 'PRINT #2, A9$
720 FOR I=0 TO TI
730 PRINT #2, USING"####   ##.###   #####.#   #######.##    #######.#   ######.##"; X(I,1),X
(I,2),X(I,3),X(I,6),X(I,4),X(I,5)
740 NEXT I
742 PRINT #2, USING"Pipeline delay= ### sec";DELAY
750 CLOSE #2
760 PRINT"The process has been successfully executed."
770 END
```

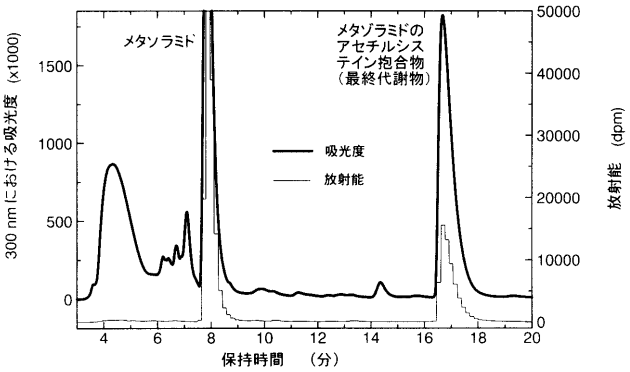

図 3 Plots32 による作図例
メタゾラミド（標識量 5 kBq，キャリア 7 mg）を SD 系ラットに投与して 10 時間蓄尿した。その尿を分析した結果である。

お わ り に

現在，看護学部生化学研究室ではこの装置を 3 台とそのプロトタイプで他社製の A/D 変換ボードを使った装置 1 台と，合計 4 台を保有している。使用してみて，S/N 比も良好で，特に問題は感じていない。強いていえば，パソコンの図体が大きいことであろう。当初，ノートパソコンの RS232C 端子を介してデータをとる装置を考えたが，名機といわれ一世を風靡した PC-9801VM が次々とゴミ捨て場に捨てられていくのを見てその利用を思い立った。PC-9801VM 以外に，PC-9801BX，PC-9821BP でもこの装置が動作することを確認をしている。なお，AT 互換機の場合は，それに対応する A/D 変換ボードを使用し，それに対応する BASIC プログラムに書き換えるとよい。

今回製作した装置の利点は，データを重ね合わせて比較をしたり，後で自由にグラフの形を変えることもできることであろう。論文に発表するときなど便利である。データを Excel に読ませれば，煩雑な操作が必要であるが定量（面積計算）も可能である。

制作費が気になるところであろうが，1 セット分として，A/D 変換ボードとコネクター付きケーブルが 33000 円で，その他に，IC，ターミナル，ケース，15V 電源など併せて総額で 50000 円を少し上回る程度であった。人件費は算入していない。器用な人は自作できる。もちろん，PC-9801VM は無料で譲り受けた。

*3) URL は，http://www.forest.impress.co.jp/graph.html # plots である。

(受付日 1999 年 5 月 11 日, 受理日 1999 年 5 月 26 日)