

ADコンバータとマイクロコンピュータを用いた 星食のデジタル記録

佐々木稔・松本邦雄・奥村雅之

下里水路観測所

Digital Recording of Occultation by the Moon using
an AD converter and a Microcomputer

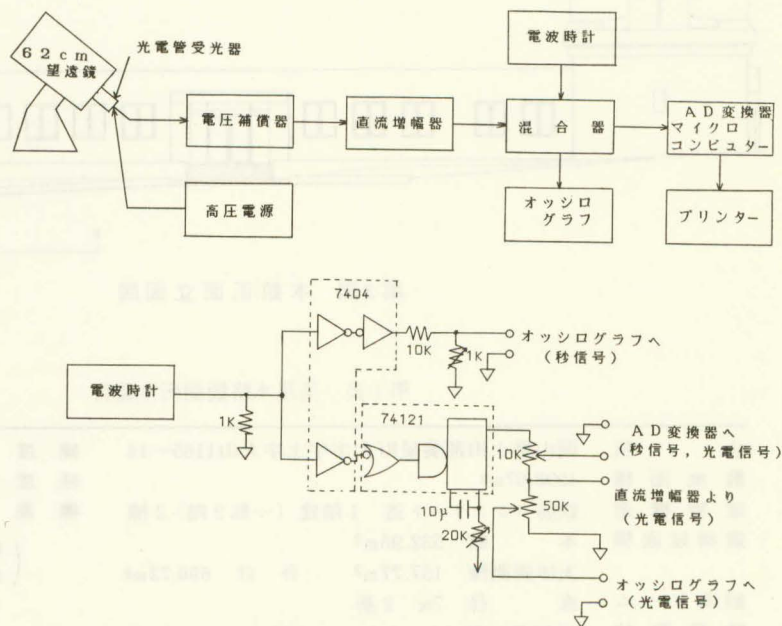
Minoru Sasaki, Kunio Matsumoto and Masayuki Okumura
Simosato Hydrographic Observatory

1. まえがき

白浜, 下里, 美星の3水路観測所において, 光電および眼視による星食観測を実施しているが, 現行の光電星食記録にペン書きオシログラフを用いる方法では, 時間分解能は100分の1秒程度が限界となっている。米国テキサス大学や東京大学では, アナログ/デジタル変換器(ADコンバータ)をマイクロコンピュータに結合して, 1000分の1秒以下の分解能で星食観測を記録する試みがなされている。下里水路観測所では, 口径62cmの天体望遠鏡の制御用マイクロコンピュータにADコンバータを付加して, 光電星食観測の1万点のサンプリングを最小時間分解能35マイクロ秒で記録できる高分解能デジタル記録システムを製作し, これを星食のルーチン観測に用いたので報告する。

2. 記録装置

使用したマイクロコンピュータは, CPUとしてZ80Aを採用しているPDS-ⅢA(国際データ機器)で, 48KBのメモリ, フロッピーディスク2台, 望遠鏡およびデジタル時計とのインターフェースを備えている。周辺機器としては, CRTターミナルとプリンタがある。このマイクロコンピュータの空きスロットに, 16チャンネル用ADコンバータ, H



第1図 機器構成及び混合器の回路

-19-14, (分解
能12ビット, 国際デ

ータ機器)を付加した。
ジャンパ線により, 入
力電圧レンジの±10
V, ±5V, ±2.5V,
0-10V, 0-5V
の選択, サンプルホー
ルド, ステータスチェ
ック, 出力コード切換
えなどが行える。

光電管からの信号は,
増幅後, ペンオシロに
記録すると共に分岐し,
デジタル時計からの
秒信号と合成してこの
コンバータの同一チャ
ネルに入力している。
この方法には, サンプ
リング数を多量に確保

できること, 最小時間分解能を小さくできること, 録時精度を保
てることなどの利点がある。機器構成および混合器の回路は, 第
1図のとおり。

3. プログラミング

PDS-ⅢAは, OSとしてCP/M(デジタルリサーチ)
を採用している。ADコンバータの駆動は, アセンブラで行って
おり, そのリストを第1表に示す。DVNを80Hと定義して,
OUT DVNによりADコンバータのスタート, IN DVN
+1で上位8ビット中の4ビット, IN DVN+2で下位8ビ
ットの入力を行い, 2万バイト, 1万点のサンプリングを行って
いる。Wait ループでは, サンプリングタイムを調整している。
メモリ内に格納されたデータは, 第2表のBASICのPEEK

(I)でI番地の1バイトを読み込み, プロットできる。速度は遅いがADコンバータをBASICで直接駆動
することもできる。この場合には, OUT &H80, &H80で前者のポート番号&H80に後者の&H80
を出力してAD変換を開始し, X=INP(&H81)で上位ビット, INP(&H82)で下位ビットを
読む。メモリ内の全データは, SAVE n B:DATAにより, ファイル名DATAとして100番地から
nページ(n×256バイト)分まとめてダイレクトメモリアクセスでB側のフロッピーディスクに移され

第1表 ADコンバータ駆動アセンブラ
リスト

0100		ORG	100H
0080 =	DVN	EQU	80H
3000 =	ADR	EQU	3000H
0100 210030		LXI	H,ADR
0103 0664		MVI	B,64H
0105 0E64		MVI	C,64H
0107 3E80		MVI	A,DVN
0109 D380		OUT	DVN
010B D382		OUT	DVN+2
010D DB80	LOOP:	IN	DVN
010F E640		ANI	40H
0111 CA0D01		JZ	LOOP
0114 DB81		IN	DVN+1
0116 77		MOV	M,A
0117 23		INX	H
0118 DB82		IN	DVN+2
011A 77		MOV	M,A
011B 23		INX	H
011C 1699		MVI	D,99H
011E 15	WAIT:	DCR	D
011F C21E01		JNZ	WAIT
0122 D381		OUT	DVN+1
0124 0D		DCR	C
0125 C20D01		JNZ	LOOP
0128 0E64		MVI	C,64H
012A 05		DCR	B
012B C20D01		JNZ	LOOP
012E C30000		JMP	0H
0131		END	

第2表 プロット用BASICプログラ
ムリスト

```

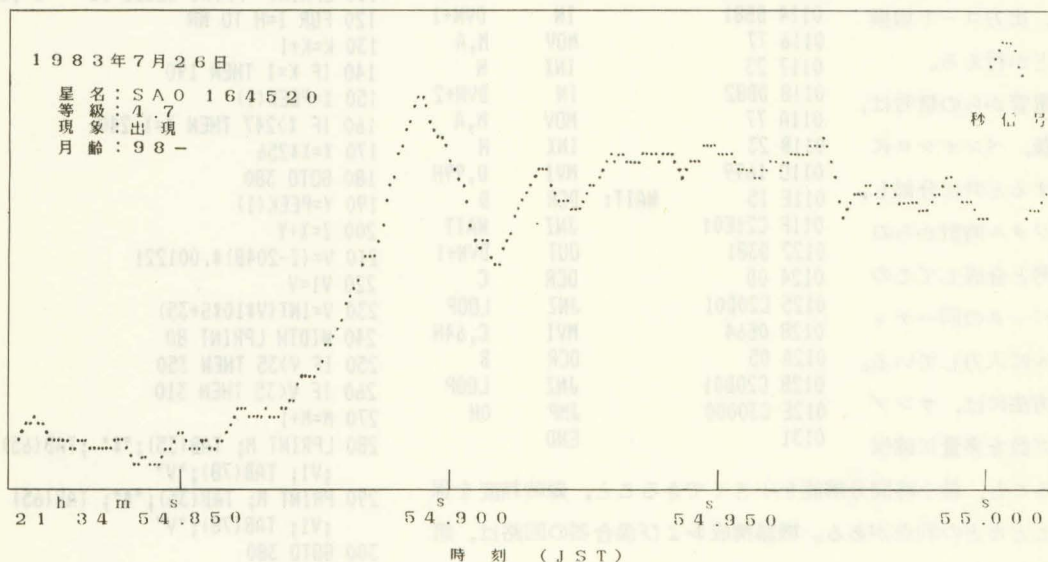
10 PRINT CHR$(27)"J"
20 M=0
30 K=-1
40 INPUT "START No. =";N
50 N=N-1
60 M=M+N
70 H=N*2+12288
80 INPUT "END No. =";NN
90 NN=NN*2+12288-1
100 INPUT "Print scale (0 to n) "
    ;S
110 LPRINT "Print scale is  x";S
120 FOR I=H TO NN
130 K=K+1
140 IF K=1 THEN 190
150 X=PEEK(I)
160 IF X>247 THEN X=X-240
170 X=X*256
180 GOTO 380
190 Y=PEEK(I)
200 Z=X+Y
210 V=(Z-2048)*.001221
220 V1=V
230 V=INT(V*10*S+35)
240 WIDTH LPRINT 80
250 IF V>35 THEN 350
260 IF V<35 THEN 310
270 M=M+1
280 LPRINT M; TAB(35);"*";TAB(65)
    ;V1; TAB(78);"V"
290 PRINT M; TAB(35);"*"; TAB(65)
    ;V1; TAB(78);"V"
300 GOTO 380
310 M=M+1
320 LPRINT M; TAB(V);"*";TAB(35)
    ;"I"; TAB(65);V1; TAB(78);"V"
330 PRINT M; TAB(V);"*";TAB(35)
    ;"I"; TAB(65);V1; TAB(78);"V"
340 GOTO 380
350 M=M+1
360 LPRINT M; TAB(35);"I";TAB(V)
    ;"*"; TAB(65);V1; TAB(78);"V"
370 PRINT M; TAB(35);"I";TAB(V)
    ;"*"; TAB(65);V1; TAB(78);"V"
380 IF K=1 THEN K=-1
390 NEXT I
400 INPUT "Plot again [Y/N] "
    ;A$
410 IF A$="Y" THEN 10
999 END

```

る。これは、デバッガ(DDT)を用いて、DDT A:DATAでフロッピーディスクからもとのメモリへ戻すことができる。

4. 観測結果

AD変換は、星食観測の予報時刻の直前にCRTターミナルのキーを押すことにより始まる。時間分解能35マイクロ秒の場合は0.35秒、通常の570マイクロ秒ステップの場合には5.7秒で終了する。第2図には月齢98%、4.7等星の出現例を示す。この記録は、白色光の場合の月縁による回折パターンをよく表わしており、透過波長域を狭くすると波形形状が顕著になることが知られている。この回折パターンから現象星の直径が推定でき、また、この波長と月の運動から現象点の月縁の傾斜角を求めることができる。



第2図 AD変換記録例

第3表 ペン書き及びAD変換による観測の比較

月	J S T	分	月 齢	現象	等 級	AD精度 秒	S/N	ペン精度 秒	S/N	時間差(ペン-AD) 秒	
7	23	19	46	98	D	5.7	±0.031	1.7	±0.03	1.8	+0.002
7	26	21	35	98	R	4.7	±0.001	7.1	±0.01	13.2	+0.002
7	27	1	52	97	R	4.8	±0.001	2.4	±0.02	2.8	-0.002
7	30	2	40	81	R	4.7	±0.005	5.8	±0.01	6.8	+0.001
8	6	3	12	13	R	4.3	±0.002	0.8	±0.01	2.1	-0.003
8	6	4	29	13	R	6.9	±0.004	2.1	±0.01	3.5	-0.001
8	13	4	12	18	D	8.2	±0.010	1.1	±0.01	2.1	-0.004
8	18	19	14	78	D	6.1	±0.004	4.0	±0.01	6.6	+0.002
8	29	3	3	77	R	6.7	±0.007	2.0	±0.01	2.3	+0.001

星食現象の時刻は、光の回折理論から平均波高の4分の1の高さに達する時刻とされるが、これは、同図右側のような、現象を挟む2つの秒信号から算出される。第3表には、8月末までに観測した記録について、AD変換とペン書きによる場合の比較を掲げる。AD変換による光電星食記録は、ペンオシロの波形より正確、かつ早い周期で記録できており、ルーチン化が可能となっている。今後は、光学フィルタを用いると共に、より速い周波数帯域の増幅器を用いて、波形形状の顕著な回折パターンの記録を取り、現象星の直径、月縁の傾斜角を求めたいと考えている。このための、データ処理の手法の開発も逐次行ってゆきたい。

参考文献

- Nather, R.E., Evans, D.S., 1970 : *Astronomical Jour.*, **75**, pp.575-600.
 Evans, D.S., 1977 : *Sky and Telescope*, **54**, No 3, pp. 164-167, and No 4, pp. 289-292.
 田中 済 1981 : 天文と気象 11月号, 52-53ページ。
 Zaks, R., 1981 : 標準CP/Mハンドブック(村頼 康治訳), アスキー出版, 334ページ。
 国際データ機器 1982 : H-19-14 モジュール説明書, 14ページ。