

——— 研究ノート ———

風向風速計測システムの試作と改善

青森職業訓練短期大学校 成 田 敏 明

Improvement of the wind velocity and the direction of the wind measuring system

Toshiaki Narita

要 約 本学の位置する津軽地方は、冬期間地吹雪のためそこに住む人々に直接、間接的に種々の影響を与えている。この風力エネルギーを風車によりエネルギー変換を行うことにより、補助エネルギー源として、融雪、暖房等に有効利用することが考えられる。このため、その風の賦存量（風力エネルギー量）を調査するパーソナルコンピュータ PC-8801による風向風速計測システムを試作してきたが、種々の改良すべき点が生じたので、今回その問題点と改良方法を検討した。その結果、安定した計測システムを開発することができたので、本報でその詳細について述べる。

I 緒 言

地球に降り注がれる太陽の年間総エネルギーは全人類が使用する年間総エネルギー量の2～3万倍に相当するといわれる⁽¹⁾。地球に降り注がれた太陽エネルギーは光、熱、水力、波力、風力等の自然エネルギーとなる。自然エネルギーの中で風力は古くから帆掛け船、オランダ風車、地中海のセイルウイング風車等生活に密接に結びついており、日本に於いても戦前は灌がい揚水に使用されていた⁽²⁾。最近ではハワイ島へ250KW 発電システム37台が輸出されて好調に可動中である。またヨーロッパ、アメリカに於いても数十 KW から MW クラスの風力発電システムが研究開発され、中でもカリフォルニアのウィンドファームの施設が有名である⁽³⁾⁽⁴⁾。

本学の位置する津軽半島は冬期間季節風のため地吹雪となり、そこに住む人々の生活に種々の影響を与えている。筆者は、その風力エネルギーを風車により機械エネルギーに変換し、例えば融雪、暖房、揚水等の補助エネルギー源として有効に活用すべく風力の賦存量（風力エネルギー量）を調査する風向風速計測システムを試作してきた。しかし、種々の改良すべき点が生じ、今回その改良を行い、良好な計測データが得られたので報告する。

II システムの構成と改善点

本システムは図1に示すように風車を除く風向風速計風速デジタル表示板、計測制御用のコンピュータ（PC-8801）、データ格納用ディスク装置、入出力I/Oボードおよび計測回路で構成される。

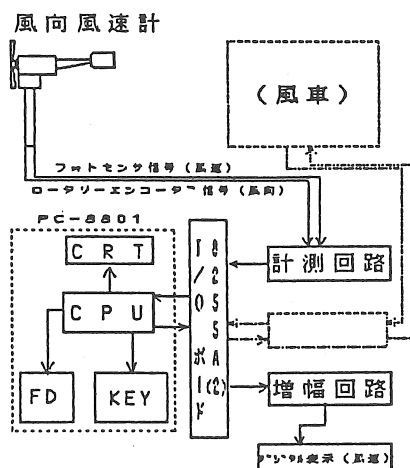


図1 風向風速計測システム略図

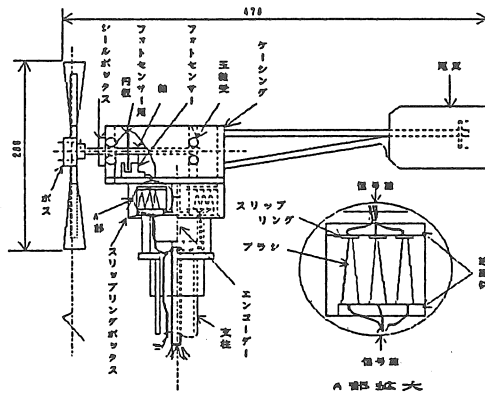


図 2 風向風速計略図

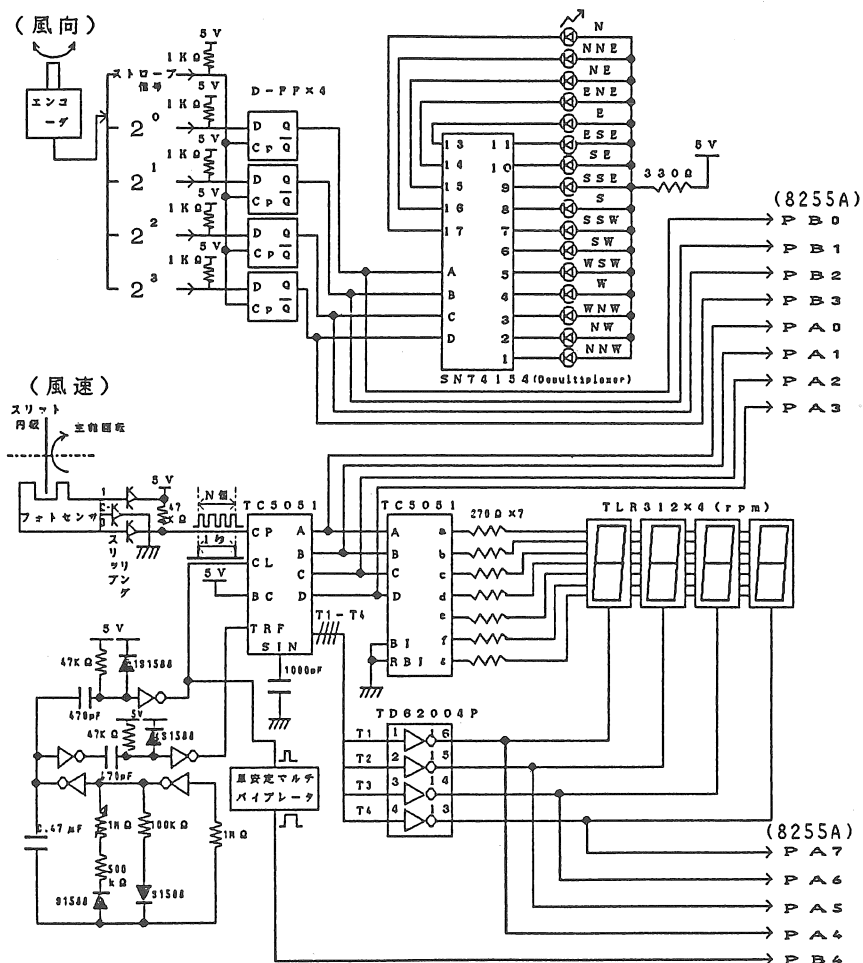


図 3 インターフェイスの電子回路図

風向風速計本体は図2のように風力を回転運動に変換する4枚翼、主軸回転数検出用の軸に直結されたスリット円板とフォトセンサ、風向を示す尾翼と風向検出用のロータリーエンコーダ（アブソリュート式）および風向指示による信号線の切断を防止し、回転部分の信号（フォトセンサのパルス信号）を伝えるスリップリングとブラシとからなる。主軸回転数 $N(\text{rpm})$ は、図3のように周囲に60個のスリットのある円板がフォトセンサを通過することにより発生する1秒間のパルス数で決定される。主軸回転数 N とスリットおよび1秒間のパルス数の関係は、1秒間のパルス数を N とすると $60(\text{sec}) \times N$ が1分間におけるパルス数と考えることができるその値を60スリット（主軸1回転）で割ることにより $N(\text{rpm})$ となる。また風向は、ロータリーエンコーダからの信号をD-FFによりラッチし4入力16出力のDemultiplexerによりそれぞれ入出力I/Oボード（8255A）を介し16方位を16進数に割りつけを行い計測される。ロータリーエンコーダの分割数は32であるがこれをD-FFのクロック信号としているため回転方向のちがいに約 6° の差が生じる。

前回試作したシステム⁽⁵⁾の問題点として①風洞実験による風向風速計の主軸回転数 N と風速 $V(\text{m/s})$ の直線性の確認②ソフトウェアの高信頼性化の2項目が挙げられる。

1. 風洞実験による風向風速計の主軸回転数 N と風速 V の直線性の確認

風洞実験は図4に示すようにゲッチング式回流型風洞により行った。風速 V はピトー管により計測し主軸回転数は計測回路を使用した。また風向風速計翼面の設

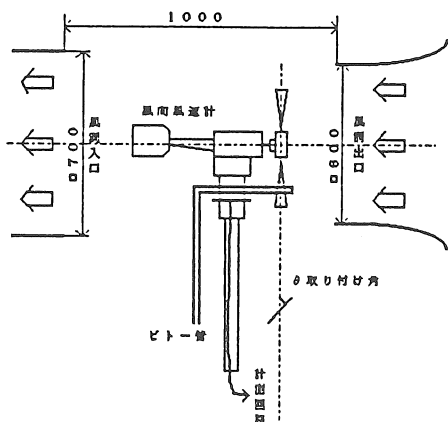


図4 風洞実験装置と風向風速計

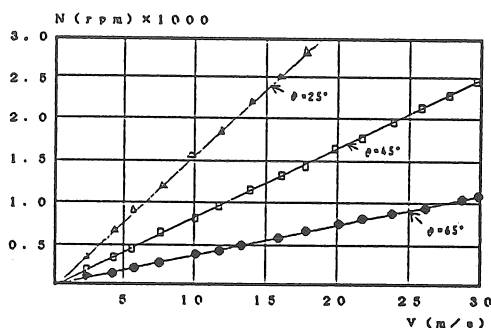


図5 主軸回転数と風速

置位置は一樣流であることが確認されている。風速 V の直角面となす翼取り付け角 θ をパラメータとして実験した結果風向風速計の主軸回転数 N と風速 V は図5のようになり、直線性を示す。また θ が小さいときは回転数が大きく θ が大きくなると、回転数が小さくなる。本システムではフォトセンサの最大応答周波数3000(pps)より $\theta = 45^\circ$ としその時の主軸回転数 N と風速 V の関係式は $V = (N + 29.0) / 82.0$ で表される。

2. ソフトウェアの高信頼性化

計測時間はすべてソフトウェアで行っていたが、計測回路で作っている1秒との誤差のため不確定なデータが計測されることがあった。そこで1秒の検出は図3に示すように1秒パルス発振回路で行い1分および1時間経過はソフトウェアで計測することにより安定したデータが得られた。改良したソフトウェアは図6にフローチャート、図7にそのプログラムを示す。メインプログラムは、BASIC言語で行い風向・風速のディスプレイ表示、機械語プログラムの格納、タイマ設定、データ処理およびファイル管理を行い、またサブルーチンとして3つの機械語プログラムを使用する。SUBm1は図3に示す単安定マルチバイブレータを介した1秒間パルスの検出により計測を開始し、風向は16進数データ、また主軸回転数は各桁検出後BCD（2進10進）データとしてBASICとの受渡しを行うため図8に示すRAM（E400番地からE42F番地）に一時格納される。SUBm2は一時格納されたデータと次に計測したデータとの比較、演算を行いそれぞれ1分間の最大回転数と回転数および風向頻度をRAMに格納する。これらのデータは、1分経過するとBASICの配列へ格納され1時間経過でフロッピーディスクにデータファイルされる。SUBm3は1分あるいは1時間経過により図8に示すRAMデータ格納領域をクリアする。

Ⅲ 計測データ

風向風速計を本学 2 号棟屋上より 2 (m) の高さ (地上約 12m) に設置し 1 時間および 24 時間の計測を試みた、図 9 は 1 時間の平均風速と最大風速の変化を示し最大風速が平均風速の約 1.5 倍大きく同様の傾向を示す。図 10 は平均風速と 1 分毎の最大風速を 1 時間の平均をとって

示したものである。円グラフは、1 時間および 24 時間とも最大頻度の風向を 100 とした風向頻度⁽⁷⁾である。このように本システムではファイルされたデータを図 11 のプログラム例によって処理することにより風車の設計資料として使用でき、しかも設計制作された風車の効率を求める際にも有用なシステムを提供し得るものと考えられる。

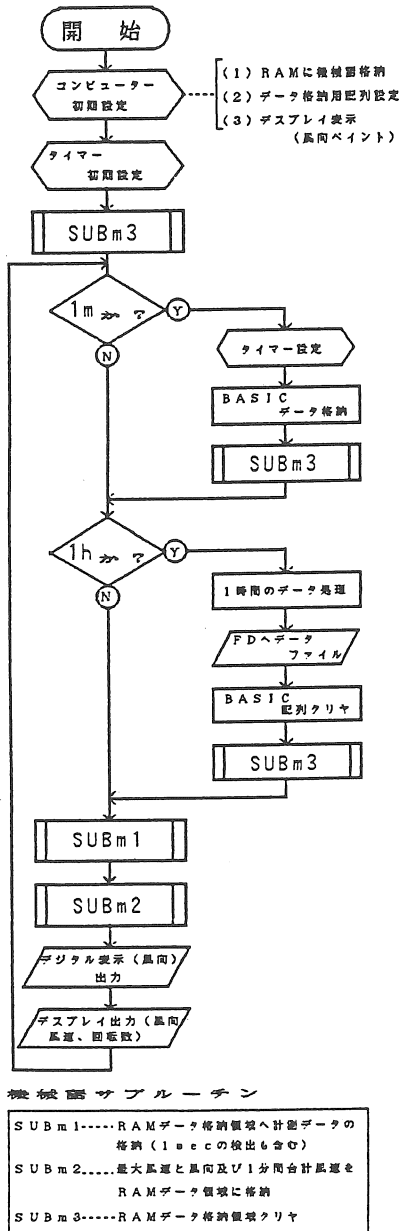


図 6 フローチャート

アドレス					
E 4 0 0 E 4 1 0 E 4 2 0					
00	回数	10^3	1分間最大回数	10^3	(NNV)
01	数	10^2	格納領域	10^2	(NV)
02	時格納領域	10^1	格納領域	10^1	(NVV)
03	格納領域	10^0	格納領域	10^0	(V)
04	風向データ一時格納		風向データ		一分間風向頻度 (VSV)
05	未使用		計測回数		(SV)
06					(SSV)
07					(S)
08	回数	10^5	未使用		(SSE)
09	回数	10^4	未使用		(SE)
0A	1分間合計	10^3			(ESE)
0B	格納領域	10^2			(E)
0C	格納領域	10^1			(ENE)
0D	格納領域	10^0			(NE)
0E	未使用				(NNE)
0F	未使用				(N)

図 8 データ格納領域 (RAM)

図7 計測プログラム

```

10 ' *****
20 ' *
30 ' *
40 ' *          フウコウ フウソク ノ ケイソク プログラム !
50 ' *
60 ' *
70 ' *****ケイソク プログラム*****
80 '----- フウソク フウコウ ケイソク -----
90 CLS 3:CONSOLE 0,25,0,1:WIDTH 80,25:DIM A(10)
100 CLEAR ,&HDIFF
110 DEF USR0=&HE000:DEF USR1=&HE170:DEF USR2=&HE250
120 FOR J=0 TO 604
130     READ AS
140     POKE &HE000+J,VAL("&H"+AS)
150 NEXT J
160 '----- マシンコード -----
170 DATA 3E,92,D3,83,DB,81,E6,10,FE,10,C2,04,E0,00,00,00
180 DATA 00,00,00,DB,80,E6,10,FE,10,C2,13,E0,CD,60,E1,DB
190 DATA 80,E6,0F,91,C2,1C,E0,79,32,00,E4,00,00,00,00
200 DATA CD,50,E1,00,00,00,DB,80,E6,20,FE,20,C2,36,E0,CD
210 DATA 60,E1,DB,80,E6,0F,91,C2,3F,E0,79,32,01,E4,00,00
220 DATA 00,00,00,CD,50,E1,00,00,00,DB,80,E6,40,FE,40,C2
230 DATA 59,E0,CD,60,E1,DB,80,E6,0F,91,C2,62,E0,79,32,02
240 DATA E4,00,00,00,00,00,CD,50,E1,DB,80,E6,80,FE,80,C2
250 DATA 79,E0,CD,60,E1,DB,80,E6,0F,91,C2,82,E0,79,32,03
260 DATA E4,00,00,00,06,FF,05,C2,96,E0,00,00,00,00,00
270 DATA 3A,00,E4,5F,DB,80,E6,10,FE,10,C2,A4,E0,00,00,00
280 DATA DB,80,E6,0F,93,C2,13,E0,7B,32,00,E4,F6,30,32,D3
290 DATA F4,CD,50,E1,00,00,00,3A,01,E4,5F,DB,80,E6,20,FE
300 DATA 20,C2,CB,E0,00,00,00,DB,80,E6,0F,93,C2,13,E0,7B
310 DATA 32,01,E4,F6,30,32,D4,F4,CD,50,E1,00,00,00,3A,02
320 DATA E4,5F,DB,80,E6,40,FE,40,C2,F2,E0,00,00,00,DB,80
330 DATA E6,0F,93,C2,13,E0,7B,32,02,E4,F6,30,32,D5,F4,CD
340 DATA 50,E1,00,00,00,00,3A,03,E4,5F,DB,80,E6,80,FE,80,C2
350 DATA 19,E1,00,00,00,DB,80,E6,0F,93,C2,13,E0,7B,32,03
360 DATA E4,F6,30,32,D6,F4,00,00,00,DB,81,E6,0F,32,04,E4
370 DATA C9,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00
380 DATA 06,01,05,C2,52,E1,C9,00,00,00,00,00,00,00,00
390 DATA DB,80,E6,0F,4F,C9,00,00,00,00,00,00,00,00,00
400 DATA 3A,03,E4,21,0D,E4,86,FE,0A,DA,82,E1,D4,40,E2,C3
410 DATA 83,E1,77,3A,02,E4,21,0C,E4,86,FE,0A,DA,95,E1,D4
420 DATA 40,E2,C3,96,E1,77,3A,01,E4,21,0B,E4,86,FE,0A,DA
430 DATA A8,E1,D4,40,E2,C3,A9,E1,77,3A,00,E4,21,0A,E4,86
440 DATA FE,0A,DA,BB,E1,D4,40,E2,C3,BC,E1,77,21,15,E4,34
450 DATA 00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,21,20,E4,00,3A
460 DATA 04,E4,E6,0F,85,6F,34,00,00,3A,10,E4,21,00,E4,BE
470 DATA CA,E9,E1,DA,19,E2,C3,16,E2,3A,11,E4,21,01,E4,BE
480 DATA CA,F9,E1,DA,19,E2,C3,16,E2,3A,12,E4,21,02,E4,BE
490 DATA CA,09,E2,DA,19,E2,C3,16,E2,3A,13,E4,21,03,E4,BE
500 DATA CA,16,E2,DA,19,E2,C9,00,00,3A,00,E4,32,10,E4,3A
510 DATA 01,E4,32,11,E4,3A,02,E4,32,12,E4,3A,03,E4,32,13
520 DATA E4,00,3A,04,E4,32,14,E4,C3,16,E2,00,00,00,00,00
530 DATA D6,0A,77,2B,34,7E,FE,0A,D2,40,E2,C9,00,00,00,00
540 DATA 21,00,E4,36,00,23,7D,FE,30,C2,53,E2,C9
550 '----- フウコウ ハイレフ データ -----
560 DIM WDS(16)
570 WDS(0)="NNW" :WDS(1)="NW" :WDS(2)="WNW" :WDS(3)="W" :WDS(4)="WSW"
580 WDS(5)="SW" :WDS(6)="SSW" :WDS(7)="S" :WDS(8)="SSE" :WDS(9)="SE"
590 WDS(10)="ESE" :WDS(11)="E" :WDS(12)="ENE" :WDS(13)="NE" :WDS(14)="NNE"
600 WDS(15)="N" :WDS(16)=" "
610 '----- フウコウ PAINT 1-----
620 L=0:LL=0:R=26:XC=450:YC=36:DIM X(15):DIM Y(15)
630 FOR I=1 TO 16
640     TH1=I*22.5+90
650     TH=TH1*3.14159/180:L=L+LL

```

```

660 X(L)=XC+COS(TH)*2*R:Y(L)=YC-SIN(TH)*R
670 CIRCLE (X(L),Y(L)),3,7:PAINT (X(L),Y(L)),7,
680 LL=1
690 NEXT I
700 CIRCLE (XC,YC),3,1:PAINT (XC,YC),1
710 CIRCLE (450,23),3,7:PAINT (450,23),7
720 LOCATE 56,0:PRINT WDS(15):'LOCATE 58,0:'print Wds(14)
730 LOCATE 61,1:PRINT WDS(13):'LOCATE 63,2:'print Wds(12)
740 LOCATE 64,4:PRINT WDS(11):'LOCATE 63,6:'print Wds(10)
750 LOCATE 61,7:PRINT WDS(9) : 'LOCATE 58,8:'print Wds(8)
760 LOCATE 56,8:PRINT WDS(7) : 'LOCATE 52,8:'print Wds(6)
770 LOCATE 49,7:PRINT WDS(5) : 'LOCATE 47,6:'print Wds(4)
780 LOCATE 48,4:PRINT WDS(3) : 'LOCATE 47,2:'print Wds(2)
790 LOCATE 50,1:PRINT WDS(1) : 'LOCATE 52,0:'print Wds(0)
800 LOCATE 0,0
810 '----- フウコウ ケイソク PAINT 2-----
820 XD=6:YD=6
830 BYTE=((XD+7)*8)*YD*3+4
840 FACT=BYTE*2+1
850 DIM G%(FACT):DIM GB%(FACT)
860 GET (XC-3,YC-3)-(XC+3,YC+3),GB%
870 GET (447,20)-(453,26),G%
880 LOCATE 20,2:PRINT "カイテンスウ= rpm"
890 '----- タイマ- ショキセツテイ -----
900 TTs=LEFTs(TIMES,2):TT=VAL(TTs)
910 MMs=MIDS(TIMES,4,2):MM=VAL(MMs)
920 '----- メイン フロ -----
930 DIM WA(60):DIM WM(60):DIM WBM(60):DIM WB(15):DIM WB1(15)
940 K1=0:K3=0
950 OUT SH37,&H80
960 A=USR2(2)
970 IF MM=59 THEN MM=-1
980 IF TT=23 THEN TT=-1
990 GOSUB 1080
1000 IF MM=MM+1 THEN GOSUB 1190
1010 A=USR0(0)
1020 A=USR1(1)
1030 GOSUB 1720
1040 GOTO 970
1050 END
1060 '***** カイテンスウ ト フウコウ ヒョウシ" SUB *****
1070 '----- カイテンスウ ト ヒョウシ"-----
1080 '----- タイマ- SET -----
1090 TTTs=LEFTs(TIMES,2):TTT=VAL(TTTs)
1100 MMNs=MIDS(TIMES,4,2):MMN=VAL(MMNs)
1110 '----- フウコウ ヒョウシ"-----
1120 PUT@ (X(D)-3,Y(D)-3),G%,PSET
1130 D=PEEK(&HE404):D=INT(D)
1140 LOCATE 20,4:PRINT USING"フウコウ=& &";WDS(D)
1150 '----- フウコウ PAINT -----
1160 PUT@ (X(D)-3,Y(D)-3),GB%,PSET
1170 RETURN
1180 '***** 1mlin ハイレス テ-ク カクノウ SUB *****
1190 '----- ハイキン フウソク テ-ク カクノウ -----
1200 K=0:WAS=""
1210 TTs=LEFTs(TIMES,2):TT=VAL(TTs)
1220 MMs=MIDS(TIMES,4,2):MM=VAL(MMs)
1230 FOR I=0 TO 5
1240 WA=PEEK(&HE408+I)
1250 WBS=STRs(WA)
1260 WAS=WAS+WBS
1270 NEXT I
1280 WB=VAL(WAS):PRINT WB
1290 K1=K1+1
1300 WA1=PEEK(&HE415):WA(K1)=INT(WB/WA1)

```

```

1310 '----- 1 min maxフウソク データ カクノウ -----
1320 WMS=""
1330 FOR I=0 TO 3
1340     WM=PEEK(&HE410+I)
1350     WNS=STRS(WM)
1360     WMS=WMS+WNS
1370 NEXT I
1380 WN=VAL(WMS)
1390 K3=K3+1:WM(K3)=WN
1400 WBM(K3)=PEEK(&HE414)
1410 '----- 1 min フウコウ カイスウ ケイソク -----
1420 FOR I=0 TO 15
1430     WB(I)=PEEK(&HE420+I)
1440     WB1(I)=WB1(I)+WB(I)
1450 NEXT I
1460 A=USR2(2)
1470 RETURN
1480 '***** 1 h データ ファイル SUB *****
1490 '===ファイル ノ サクセイ シュウリョウコ REMヲ ツケル===
1500 'OPEN "2:WV-WDdata" FOR OUTPUT AS #1
1510 'CLOSE #1
1520 '----- データ ノ ツイカ -----
1530 YYS=DATES:HHS=TIMES
1540 OPEN "2:WV-WDdata" FOR APPEND AS #1
1550 PRINT #1,K3;"",":YYS";":":HHS
1560 FOR I=1 TO K3
1570     PRINT #1,WA(I);":":WM(I);":":WBM(I)
1580 NEXT I
1590 FOR I=0 TO 15
1600     PRINT #1,WB1(I)
1610 NEXT I
1620 CLOSE #1
1630 '----- 1 h ハイレッツ データ クリヤ -----
1640 FOR I=1 TO 60
1650     WA(I)=0:WM(I)=0:WBM(I)=0
1660 NEXT I
1670 FOR I=0 TO 15
1680     WB(I)=0:WB1(I)=0
1690 NEXT I
1700 K1=0:K3=0
1710 RETURN
1720 '*****ヒョウシハシ SUB*****
1730 WCs=""
1740 FOR I=0 TO 3
1750     WC=PEEK(&HE400+I)
1760     WES=STRS(WC)
1770     WCs=WCs+WES
1780 NEXT I
1790 WC=VAL(WCs)
1800 PRINT WC
1810 WC=(WC+29)/82
1820 WC=INT(10*WC):IF WC<15 THEN WC=0
1830 WCs=STRS(WC)
1840 IF WC>=100 THEN GOTO 1920
1850 WC1S=RIGHTS(WCs,1)
1860 WC1=VAL(WC1S)
1870 WC2S=MIDS(WCs,2,1)
1880 WC2=VAL(WC2S)
1890 WC3S=LEFTS(WCs,1)
1900 WC3=VAL(WC3S)
1910 GOTO 1980
1920 WC1S=RIGHTS(WCs,1)
1930 WC1=VAL(WC1S)
1940 WC2S=MIDS(WCs,3,1)
1950 WC2=VAL(WC2S)
1960 WC3S=MIDS(WCs,2,1)
1970 WC3=VAL(WC3S)

```

```

1980 '-----ヒョウシ"ハ"ン シュツリョク-----
1990 OUT &H86,WC1
2000 OUT &H85,WC2
2010 OUT &H84,WC3
2020 WC=WC/10
2030 LOCATE 21,6:PRINT USING "フウソク=###.##m/s";WC
2040 PRINT WC3;WC2;WC1
2050 RETURN

```

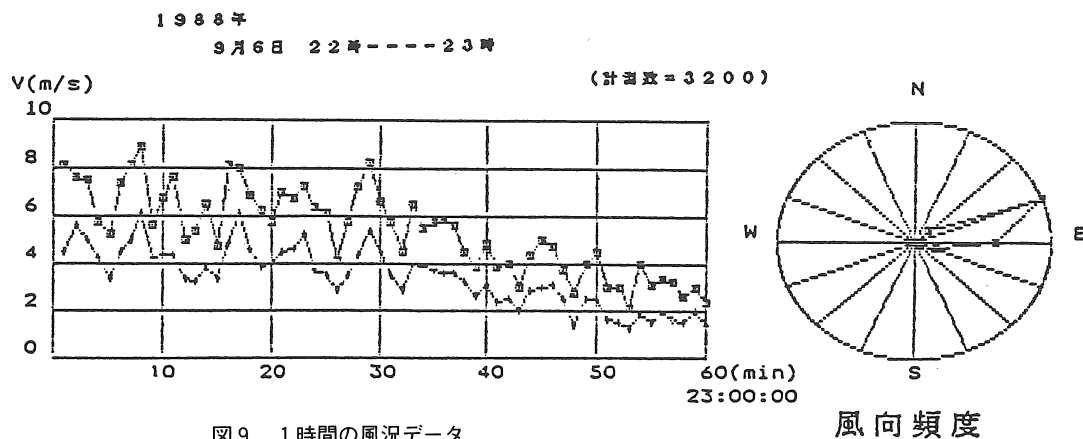


図9 1時間の風況データ

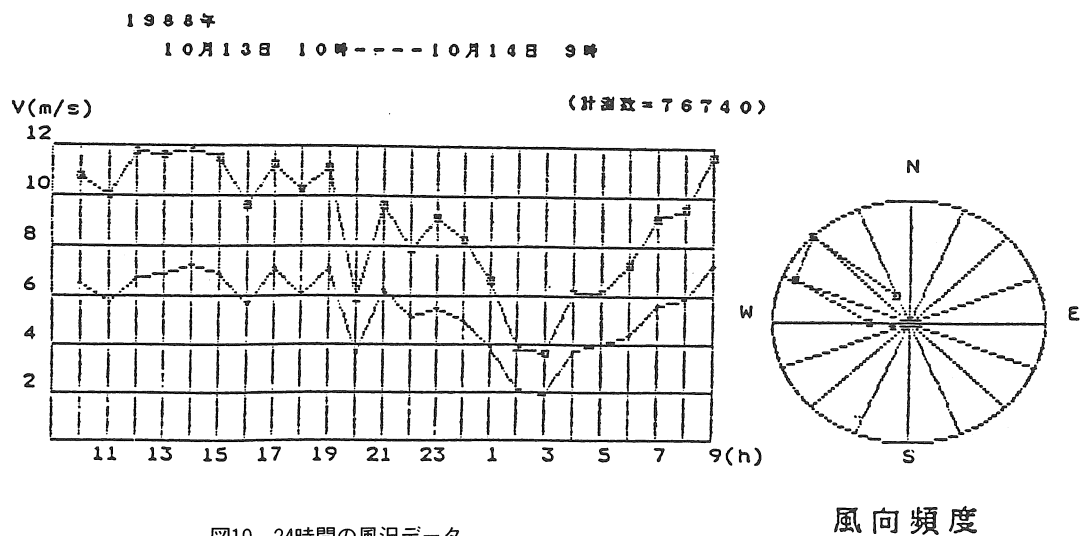


図10 24時間の風況データ

図 1 1 データ処理プログラム

```

10 '*****
20 '*'
30 '*'
40 '* データ ノ クラフ ショリ プログラム !'
50 '*'
60 '*'
70 '*****
80 '//////////データ ノ クラフ ショリ//////////
90 PRINT "*MENU*"
100 PRINT "1 1h "
110 PRINT "2 24h "
120 PRINT "0 END "
130 INPUT Z
140 IF Z=0 THEN CLS 3:END
150 IF Z<0 OR Z>3 THEN 90
160 CLS 3
170 ON Z GOSUB 190,580
180 GOTO 90
190 '-----1h ノ クラフ ショリ-----
200 PRINT "クラフ ニシタイ 8時ヲINPUT"
210 INPUT "年 月 日";YYYS
220 INPUT "時 分 秒";TTTS
230 PRINT "ヨリ1時カン"
240 GOSUB 330
250 GOTO 1080
260 INPUT "ツツ ケマスカ(Y/N)";AS
270 IF AS<>"Y" THEN 320 ELSE 280
280 ERASE WA,WM,WBM,WB1
290 ERASE FX,FY
300 CLS 3
310 RETURN
320 CLS 3:END
330 '-----1h FILE OPEN SUB-----
340 DIM WA(60),WM(60),WBM(60),WB1(15)
350 OPEN "2:KV-WDdata" FOR INPUT AS #1
360 IF EOF(1) THEN 560
370 INPUT #1,K3,YYs,TTs
380 IF YYs=YYs AND TTs=TTs THEN 490
390 FOR I=1 TO K3
400 INPUT #1,WA,WM,WBM
410 NEXT I
420 FOR I=0 TO 15
430 IF EOF(1) THEN 560
440 INPUT #1,WB1
450 NEXT I
460 GOTO 360
470 IF EOF(1) THEN 560
480 INPUT #1,K3,YYs,TTs
490 FOR I=1 TO K3
500 INPUT #1,WA(I),WM(I),WBM(I)
510 NEXT I
520 FOR I=0 TO 15
530 IF EOF(1) THEN 560
540 INPUT #1,WB1(I)
550 NEXT I
560 CLOSE #1
570 RETURN
580 '-----24h ノ データ ショリ-----
590 PRINT "クラフ ニシタイ 8時ヲINPUT"
600 INPUT "年 月 日";YYYS
610 INPUT "時 分 秒";TTTS
620 PRINT "ヨリ 24時カン"
630 GOSUB 720
640 GOTO 1080

```

```

650 INPUT "ツツ ケマスカ(Y/N)";BS
660 IF BS<"Y" THEN 710 ELSE 670
670 ERASE WWA,WWM,WWB1
680 ERASE FX,FY
690 CLS 3
700 RETURN
710 CLS 3:END
720 '-----24 h FILE OPEN SUB-----
730 DIM WWA(24),WWM(24),WWB1(15):L=0
740 OPEN "2:WV-WDdata"FOR INPUT AS #1
750 DIM WA(60),WM(60),WBM(60),WB1(15)
760 IF EOF(1) THEN 1060
770 INPUT #1,K3,YYS,TTs
780 IF YYS=YYS AND TTs=TTs THEN 880
790 IF L>=1 THEN 830
800 FOR I=1 TO K3
810 INPUT #1,WA,WM,WBM
820 NEXT I
830 FOR I=0 TO 15
840 IF EOF(1) THEN 1060
850 INPUT #1,WB1
860 NEXT I
870 GOTO 760
880 WAA=0:WMM=0
890 FOR I=1 TO K3
900 IF EOF(1) THEN 1060
910 INPUT #1,WA(I),WM(I),WBM(I)
920 WAA=WAA+WA(I):WMM=WMM+WM(I)
930 NEXT I
940 FOR I=0 TO 15
950 IF EOF(1) THEN 1060
960 INPUT #1,WB1(I)
970 NEXT I
980 L=L+1
990 WWA(L)=WAA/K3:WWM(L)=WMM/K3
1000 FOR I=0 TO 15
1010 WWB1(I)=WWB1(I)+WB1(I)
1020 NEXT I
1030 ERASE WA,WM,WBM,WB1
1040 IF L=24 THEN 1060
1050 GOTO 750
1060 CLOSE #1
1070 RETURN
1080 '=====ツツケマス SUB=====
1090 SCREEN 0,0,0,1:CONSOLE 0,25,0,1:CLS 3:WIDTH 80,25
1100 IF Z=1 THEN A=5:B=6
1110 IF Z=2 THEN A=23:B=24
1120 GX1=24:GX2=402:GY1=28:GY2=172:W=5
1130 LINE (GX1,GY1)-(GX2,GY2),W,B
1140 FOR I=1 TO A
1150 X=(GX2-GX1)/B
1160 LINE (I*X+GX1,GY1)-(I*X+GX1,GY2),W
1170 NEXT I
1180 FOR I=1 TO 8
1190 YY=(GY2-GY1)/9
1200 LINE (GX1,I*YY+GY1)-(GX2,I*YY+GY1),W
1210 NEXT I
1220 '=====ツツケマス ヒント=====
1230 R=40:XC=522:YC=132
1240 FOR I=1 TO 16
1250 TH1=I*22.5+90
1260 TH=TH1*3.1415926#/180
1270 XL=XC+COS(TH)*2*R
1280 YL=YC-SIN(TH)*R
1290 LINE (XC,YC)-(XL,YL),W
1300 NEXT I
1310 CIRCLE (XC,YC),R*2,W

```

```

1320 '=====モシ=====
1330 IF Z=1 THEN 1350
1340 IF Z=2 THEN 1420
1350 FOR I=1 TO 6
1360     LOCATE 8*I+1,22:PRINT I*10
1370 NEXT I
1380 LOCATE 24,1:PRINT"マテノクヲフ"
1390 LOCATE 52,22:PRINT"(m/s)"
1400 LOCATE 15,23:PRINT"1時カンノサイクイフウソクトハイキンフウソク"
1410 GOTO 1540
1420 FOR I=0 TO 4
1430     LOCATE 2+4*I,22:PRINT I*2
1440 NEXT I
1450 FOR I=5 TO 12
1460     LOCATE 1+4*I,22:PRINT I*2
1470 NEXT I
1480 LOCATE 24,1:PRINT"カラ"
1490 LOCATE 27,1:PRINT"";YYs;"
1500 LOCATE 37,1:PRINT"";Tts;"
1510 LOCATE 24,1:PRINT"マテノクヲフ"
1520 LOCATE 15,23:PRINT"24時カンノサイクイフウソクトハイキンフウソク"
1530 LOCATE 52,22:PRINT"(h)"
1540 FOR I=1 TO 10
1550     LOCATE 0,1+2*I:PRINT 20-2*I
1560 NEXT I
1570 LOCATE 5,1:PRINT"";YYys;"
1580 LOCATE 15,1:PRINT"";TTts;"
1590 LOCATE 0,2:PRINT"V(m/s)"
1600 LOCATE 65,10:PRINT"N"
1610 LOCATE 65,22:PRINT"S"
1620 LOCATE 53,16:PRINT"W"
1630 LOCATE 77,16:PRINT"E"
1640 LOCATE 63,23:PRINT"フウコウヒント":LOCATE 0,0
1650 IF Z=1 THEN 1670
1660 IF Z=2 THEN 2050
1670 '*****1hノテ-タノクヲフショリ*****
1680 A=0
1690 FOR I=1 TO K3
1700 V=(WA(I)+29)/82:VG=V*8:VX=X*I/10+GX1:VY=GY2-VG
1710 IF A=0 THEN VX1=VX:VY1=VY
1720     CIRCLE(VX,VY),2,4
1730     LINE(VX,VY)-(VX1,VY1),4
1740 VM=(WM(I)+29)/82:VMG=VM*8:VMY=GY2-VMG
1750 IF A=0 THEN VMX1=VX:VMY1=VMY
1760     CIRCLE(VX,VMY),2,2
1770     LINE(VX,VMY)-(VX1,VMY1),2
1780 VX1=VX:VY1=VY
1790 VMY1=VMY
1800 A=1
1810 NEXT I
1820 '=====フウコウヒント=====
1830 Q=0:DIM FX(15),FY(15):L=0:LL=0:MM=0
1840 FOR I=0 TO 15
1850     IF Q<WB1(I) THEN Q=WB1(I):D=I
1860     MM=MM+WB1(I)
1870 NEXT I
1880 IF 0=Q THEN 2040
1890 FOR I=1 TO 16
1900     L=L+LL
1910     E=WB1(L)/Q*40
1920     TH1=I*22.5+90:TH=TH1*3.1415926#/130
1930     FX(L)=XC+COS(TH)*E*2
1940     FY(L)=YC-SIN(TH)*E
1950     LL=1
1960 NEXT I

```

```

1970 CIRCLE (FX(15),FY(15)),2,6
1980 FOR I=0 TO 14
1990   CIRCLE (FX(I),FY(I)),2,6
2000   LINE (FX(I),FY(I))-(FX(I+1),FY(I+1)),6
2010 NEXT I
2020 LINE (FX(0),FY(0))-(FX(15),FY(15)),6
2030 LOCATE 38,2:PRINT "(タイツクスウ=";MM;")":LOCATE 0,0
2040 GOTO 260
2050 '*****24h ノ データ ノ クラフ ショリ*****
2060 A=0
2070 FOR I=1 TO 24
2080 V=(WWA(I)+29)/82:VG=V*8:VX=X*I+GX1:VY=GY2-VG
2090 IF A=0 THEN VX1=VX:VY1=VY
2100   CIRCLE (VX,VY),2,4
2110   LINE (VX,VY)-(VX1,VY1),4
2120 VM=(WWM(I)+29)/82:VMG=VM*8:VMY=GY2-VMG
2130 IF A=0 THEN VMX1=VX:VMY1=VMY
2140   CIRCLE (VX,VMY),2,2
2150   LINE (VX,VMY)-(VX1,VMY1),2
2160 VX1=VX:VY1=VY
2170 VMY1=VMY
2180 A=1
2190 NEXT I
2200 '=====フウコウヒント =====
2210 Q=0:DIN FX(15),FY(15):L=0:LL=0:MM=0
2220 FOR I=0 TO 15
2230   IF Q<WWB1(I) THEN Q=WWB1(I):D=I
2240   MM=MM+WWB1(I)
2250 NEXT I
2260 IF 0=Q THEN 2420
2270 FOR I=1 TO 16
2280 L=L+LL
2290 E=WWB1(L)/Q*40
2300 TH1=I*22.5+90:TH=TH1*3.1415926#/180
2310   FX(L)=XC+COS(TH)*E*2
2320   FY(L)=YC-SIN(TH)*E
2330 LL=1
2340 NEXT I
2350 CIRCLE (FX(15),FY(15)),2,6
2360 FOR I=0 TO 14
2370   CIRCLE (FX(I),FY(I)),2,6
2380   LINE (FX(I),FY(I))-(FX(I+1),FY(I+1)),6
2390 NEXT I
2400 LINE (FX(0),FY(0))-(FX(15),FY(15)),6
2410 LOCATE 38,2:PRINT "(タイツクスウ=";MM;")":LOCATE 0,0
2420 GOTO 650

```

Ⅳ まとめ

(1)計測回路の1秒と計測プログラムの改善により安定した計測データが得られた。(2)風向風速計の主軸回転数 N (rpm) は風速30(m/s) までの風速に対して比例し直線性が高い。(3)データ処理プログラムにより計測データの確認ができた。

(注)

- (1) 崎川、鈴木：エネルギーとその資源、三共出版社、1982年、P44-45
- (2) 本間：風力エネルギー読本、オーム社、昭55、P20
- (3) 牛山：三菱重工250KW 風車見学記、日本風力エネルギー協会誌、昭61、P20-21
- (4) 高田：ハワイにおける風力エネルギー利用システムについて、第9回風力エネルギー利用シンポジウム、昭62年11月、P85
- (5) 成田：風向風速及びデジタル表示システムの作成、実践教育、Vol.3、No2、1988
- (6) 三原：LED ディスレイ用 IC の使い方、トランジスタ技術、昭61年9月、P343
- (7) 気象学では、全観測回数に対する任意の方向における観測回数の百分率に比例したものを風配図と言う、ここでは円を越えないよう配慮したため風向頻度とした。

