



Title	計算機AICOM-C3による海洋観測値の整理
Author(s)	秋葉, 芳雄; AKIBA, Yoshio
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 22(1), 47-57
Issue Date	1971-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24218
Type	departmental bulletin paper
File Information	22(1)_P47-57.pdf



計算機 AICOM-C 3 による海洋観測値の整理

秋葉 芳雄*

Program for Oceanographic Computation and Data Processing on the Electronic Digital Computer AICOM-C 3

Yoshio AKIBA

Abstract

Interpolation and dynamic computation of oceanographic data can be made by means of the small electronic computer AICOM-C3 (memory capacity 4K) in place of the classical graphical method. Interpolated values by Lagrange's method are checked and inadequate values are replaced by linear interpolated values in this program. Illustration of the vertical distribution of oceanographic variables and construction of T-S diagram are also possible by the computer. The computer programs needed for the processing of oceanographic data are described.

1. 緒 言

北大水産学部に導入された電子計算機 AICOM-C3 はメモリー容量が 4K 語の小型計算機であり、またフオートラン・オペレーティングにかなりのメモリーを使用しているので計算能力は限定されているが、海洋観測の資料整理を内挿値計算、力学計算の二回にわけて行なうことができる。また AICOM のプリンターに計算機出力をじかに曲線グラフとして描かせることができ、観測値のプロット、T-S ダイアグラムの作図などが可能である。現在 AICOM-C3 程度の計算機は卓上型の小型化されたものが普及しつつあり、観測船は最小限この程度の計算機を持ち海洋観測値の現場での処理、解析を行なうことが必要であろう。

2. 内挿値計算

観測値より標準層の値を求める内挿値計算は先に FACOM で行なったと同様、ラグランジュ 3 点法を改良した変形ラグランジュ 3 点法を使用した。すなわちラグランジュ 3 点法で内挿値を計算し、誤差の大きく出た層は計算機の判断により再計算を行ない訂正値を印字させた。各観測点の資料は連続して計算できる。この計算結果は浮動小数点表示で印字されるが AICOM のフオートランでは浮動小数点表示の入力の読みこみができるから、これを印字と同時にテープに穿孔させればそのテープは次の力学計算の入力として使用でき、内挿値をタイプする必要はない。またこのテープは T-S ダイアグラムなどの作図の入力として使用できる。計算プログラムは次のとおりである。表 1 は観測資料、表 2 の A は表 1 の計算結果の力学計算用の入力テープのための出力、B は内挿値計算のみ行なう場合の出力の形式である。

* 北海道大学水産学部海洋学気象学講座
(Laboratory of Oceanography and Meteorology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Interpolation program

```

; DIMENSION DS(23), DB(23), TORS(23)
; ACCEPT 1, N
1; FORMAT(I)
; DO 10 I=1, 23
; ACCEPT 2, DS(I)
2; FORMAT(E)
10; CONTINUE
; DO 30 J=1, N
; ACCEPT 1, M
; MM=M-1
; TYPE 6, MM
6; FORMAT(I,/ )
; DO 11 I=1, M
; ACCEPT 2, DB(I)
11; CONTINUE
; DO 40 K=1, 2
; DO 12 I=1, M
; ACCEPT 2, TORS(I)
12; CONTINUE
; TYPE 5, TORS(1)
5; FORMAT(E,/ )
; MS=M-2
; DO 20 I=2, MS
; IF(DS(I)-DB(I)) 3, 3, 4
3; TYPE 5, TORS(I)
; GO TO 20
4; IP1=I+1
; IP2=I+2
; IM1=I-1
; PAI 1=(DS(I)-DB(IM1))*(DS(I)-DB(I))*(DS(I)-DB(IP1))
; D11=(DS(I)-DB(IM1))*(DB(IM1)-DB(I))*(DB(IM1)-DB(IP1))
; D12=(DB(I)-DB(IM1))*(DS(I)-DB(I))*(DB(I)-DB(IP1))
; D13=(DB(IP1)-DB(IM1))*(DB(IP1)-DB(I))*(DS(I)-DB(IP1))
; S1=TORS(IM1)/D11+TORS(I)/D12+TORS(IP1)/D13
; P123=PAI1*S1
; PAI2=(DS(I)-DB(I))*(DS(I)-DB(IP1))*(DS(I)-DB(IP2))
; D22=(DS(I)-DB(I))*(DB(I)-DB(IP1))*(DB(I)-DB(IP2))
; D23=(DB(IP1)-DB(I))*(DS(I)-DB(IP1))*(DB(IP1)-DB(IP2))
; D24=(DB(IP2)-DB(I))*(DB(IP2)-DB(IP1))*(DS(I)-DB(IP2))
; S2=TORS(I)/D22+TORS(IP1)/D23+TORS(IP2)/D24
; P234=PAI2*S2
; P=(P123+P234)/2.
; PERR=(P123-P234)/3.
; ERR=PERR*PERR
; ER=SQTF (ERR)
; IF(ER-0.04) 17, 17, 18
17; TYPE 5, P
; GO TO 20
18; ALIN=TORS(I)+(TORS(IP1)-TORS(I))*(DS(I)-DB(I))/(DB(IP1)-DB(I))
; TYPE 5, ALIN
20; CONTINUE
; IM1=M-2

```

```

; I=M-1
; IP1=M
; PA11=(DS(I)-DB(IM1))*(DS(I)-DB(I))*(DS(I)-DB(IP1))
; D11=(DS(I)-DB(IM1))*(DB(IM1)-DB(I))*(DB(IM1)-DB(IP1))
; D12=(DB(I)-DB(IM1))*(DS(I)-DB(I))*(DB(I)-DB(IP1))
; D13=(DB(IP1)-DB(IM1))*(DB(IP1)-DB(I))*(DS(I)-DB(IP1))
; S1=TORS(IM1)/D11+TORS(I)/D12+TORS(IP1)/D13
; P123=PA11*S1
; TYPE 5, P123
40; CONTINUE
30; CONTINUE
; STOP
; END

```

Table 1. Observed values

Depth (m)	T (°C)	S (‰)	Depth (m)	T (°C)	S (‰)
0	28.2	34.22	241	10.49	34.58
9	28.00	34.23	289	9.44	34.61
19	28.01	34.24	372	8.50	34.61
29	28.08	34.34	466	7.65	34.59
48	28.21	34.50	561	6.90	34.55
72	28.19	34.71	656	6.25	34.54
96	21.48	34.77	750	5.63	34.54
121	18.84	34.77	940	4.91	34.55
145	16.49	34.70	1129	3.96	34.58
193	12.83	34.57	1403	3.04	34.60

Table 2. Two type outputs of interpolation

Type A	Type B		
	STATION+1	INTERPOLATED	CORRECTED
2, +19	DEPTH		
+0.282000E+2	+0.100000E+2	+0.279941E+2	
+0.279941E+2	+0.200000E+2	+0.280156E+2	
+0.280156E+2	+0.300000E+2	+0.280884E+2	
+0.280884E+2	+0.500000E+2	+0.283400E+2*	+0.282083E+2
+0.282083E+2	+0.750000E+2	+0.274223E+2*	+0.273512E+2
+0.273512E+2	+0.100000E+3	+0.209018E+2*	+0.210576E+2
+0.210576E+2	+0.125000E+3	+0.184300E+2	
+0.184300E+2	+0.150000E+3	+0.160456E+2	
+0.160456E+2	+0.200000E+3	+0.124074E+2	
+0.124074E+2	+0.250000E+3	+0.102298E+2	
+0.102298E+2	+0.300000E+3	+0.927842E+1	
+0.927842E+1	+0.400000E+3	+0.822928E+1	
+0.822928E+1	+0.500000E+3	+0.736953E+1	
+0.736953E+1	+0.600000E+3	+0.661339E+1	
+0.661339E+1	+0.700000E+3	+0.604103E+1	
+0.604103E+1	+0.800000E+3	+0.559420E+1	
+0.559420E+1	+0.100000E+4	+0.459635E+1	
+0.459635E+1	+0.120000E+4	+0.366965E+1*	
+0.366965E+1	DEPTH	INTERPOLATED	CORRECTED
+0.342200E+2	+0.100000E+2	+0.342290E+2	
+0.342290E+2			

+0.342482E+2	+0.200000E+2	+0.342482E+2
+0.343488E+2	+0.300000E+2	+0.343488E+2
+0.345202E+2	+0.500000E+2	+0.345202E+2
+0.347231E+2	+0.750000E+2	+0.347231E+2
+0.347746E+2	+0.100000E+3	+0.347746E+2
+0.347606E+2	+0.125000E+3	+0.347606E+2
+0.346828E+2	+0.150000E+3	+0.346828E+2
+0.345664E+2	+0.200000E+3	+0.345664E+2
+0.345857E+2	+0.250000E+3	+0.345857E+2
+0.346123E+2	+0.300000E+3	+0.346123E+2
+0.346061E+2	+0.400000E+3	+0.346061E+2
+0.345751E+2	+0.500000E+3	+0.345751E+2
+0.345434E+2	+0.600000E+3	+0.345434E+2
+0.345391E+2	+0.700000E+3	+0.345391E+2
+0.345409E+2	+0.800000E+3	+0.345409E+2
+0.345591E+2	+0.100000E+4	+0.345591E+2
+0.345878E+2	+0.120000E+4	+0.345878E+2

3. 力学計算

水温、塩分の内挿値が計算されれば、これを入力とし σ_t (sigma-t), δ_T (thermosteric anomaly), δ (specific volume anomaly), AD (dynamic depth anomaly) の計算を1つのプログラムで行なうことができる。4K 語の AICOM ではこの計算が限界で、プログラム中メモリー SAL(I) を SVA(I) の代りに二度使用しているのはオーバー・フローを避けるためである。また AICOM では出力は浮動小数点表示であるが、この E 型の出力を印字と同時にテープに打ちだし、このテープをアッセンブラのフォーマット変換テープを用いて固定小数点表示に変換できる。表3は表2の内挿値による力学計算の結果である。また表4は表3をフォーマット変換テープを用いて水産学部の海洋調査漁業試験要報の形式に変換したものである。これを写真印刷すれば写しまちがいなどを避けることができる。

Dynamic computation program

```

; DIMENSION DS(20), TEMP (20), SAL (20)
; ACCEPT 1, N
1; FORMAT (I)
; DO 10 I=1, 20
; ACCEPT 2, DS(I)
2; FORMAT(E)
10; CONTINUE
; DO 70 J=1, N
; ACCEPT 1, M
; DO 11 I=1, M
; ACCEPT 2, TEMP(I)
11; CONTINUE
; DO 12 I=1, M
; ACCEPT 2, SAL(I)
12; CONTINUE
; TYPE 14
14; FORMAT (/,/,," DEPTH      TEMPERATURE      SALINITY"
           " SIGMA-T      DELTA-T")
; DO 15 I=1, M
; F1=(TEMP(I)-3.98)*TEMP(I)-3.98)*(TEMP(I)+283.)
; F1=F1/-503.57/(TEMP(I)+67.26)

```

```

; F2=TEMP(I)*TEMP(I)*TEMP(I)*0.0000010843-TEMP(I)*TEMP(I)'
;   *0.000098185+TEMP(I)*0.0047867
; F3=TEMP(I)*TEMP(I)*TEMP(I)*0.00000001667-TEMP(I)*TEMP(I)'
;   *0.0000008164+TEMP(I)*0.00001803
; FS=SAL(I)**3*0.00000676786136-SAL(I)**2*0.000482491+SAL(I)*0.814876577
; SGMT=F1+(FS+0.03895414)*(1.-F2+F3*(FS-0.22584586))
; DDS=DS(I)/10000.
; DDDS=4886./(1.+DS(I)*0.0000183)
; BK=(FS-28.1324)/10.
; TEM2=TEMP(I)*TEMP(I)
; A1=DS(I)*0.0001*(105.5+TEMP(I)*9.5-TEM2*0.158-DS(I)*TEMP(I)*0.00015)
; A2=227.+TEMP(I)*28.33-TEM2*0.551+TEMP(I)*TEM2*0.0004
; BT=32.4-TEMP(I)*0.87+TEM2*0.02
; B1=BK*(147.3-TEMP(I)*2.72+TEM2*0.04-DS(I)*BT*0.0001)
; B2=BK*BK*(4.5-TEMP(I)*0.1-DS(I)*0.0001*(1.8-TEMP(I)*0.06))
; ASTP=(1.-DDS*(DDDS+A1-A2-B1+B2)/100000.)/(1.+SGMT*0.001)
; A35P=(1.-DDS*(DDDS+DS(I)*0.0105909-228.862)/100000.)*0.972643
; DELT=0.02736-SGMT*0.001/(1.+SGMT*0.001)
; TYPE 20, DS(I), TEMP(I), SAL(I), SGMT, DELT
; SAL(I)=ASTP-A35P
15; CONTINUE
20; FORMAT( /,E," ",E," ",E," ",E," ",E)
; TYPE 30
30; FORMAT( /," DEPTH          SVA          D-DY")
; DDY2=0.
; TYPE 50, DS(I), SAL(I), DDY2
; DO 25 I=2, M
; IM1=I-1
; DP=DS(I)-DS(IM1)
; DDY1=(SAL(I)+SAL(IM1))*DP/2.
; DDY2=DDY2+DDY1
; TYPE 50, DS(I), SAL(I), DDY2
25; CONTINUE
50; FORMAT( /, E," ",E," ",E)
70; CONTINUE
; STOP
; END

```

Table 3. Output of dynamic computation

DEPTH	TEMPERATURE	SALINITY	SIGMA-T	DELTA-T
+0.000000E+0	+0.282000E+2	+0.342200E+2	+0.217647E+2	+0.605890E-2
+0.100000E+2	+0.279940E+2	+0.342290E+2	+0.218387E+2	+0.598795E-2
+0.200000E+2	+0.280155E+2	+0.342481E+2	+0.218461E+2	+0.598089E-2
+0.300000E+2	+0.280884E+2	+0.343488E+2	+0.218979E+2	+0.593133E-2
+0.500000E+2	+0.282083E+2	+0.345202E+2	+0.219873E+2	+0.584572E-2
+0.750000E+2	+0.273512E+2	+0.347231E+2	+0.224182E+2	+0.543330E-2
+0.100000E+3	+0.210576E+2	+0.347746E+2	+0.243265E+2	+0.361116E-2
+0.125000E+3	+0.184300E+2	+0.347606E+2	+0.250010E+2	+0.296875E-2
+0.150000E+3	+0.160456E+2	+0.346828E+2	+0.255119E+2	+0.248275E-2
+0.200000E+3	+0.124074E+2	+0.345664E+2	+0.261930E+2	+0.183552E-2
+0.250000E+3	+0.102298E+2	+0.345857E+2	+0.266086E+2	+0.144097E-2
+0.300000E+3	+0.927842E+1	+0.346123E+2	+0.267895E+2	+0.126940E-2
+0.400000E+3	+0.822928E+1	+0.346061E+2	+0.269503E+2	+0.111687E-2

+0.50000E+3	+0.736953E+1	+0.345751E+2	+0.270530E+2	+0.101958E-2
+0.60000E+3	+0.661339E+1	+0.345434E+2	+0.271329E+2	+0.943802E-3
+0.70000E+3	+0.604103E+1	+0.345391E+2	+0.272046E+2	+0.875830E-3
+0.80000E+3	+0.559420E+1	+0.345409E+2	+0.272621E+2	+0.821374E-3
+0.10000E+4	+0.459635E+1	+0.345591E+2	+0.273932E+2	+0.697113E-3
+0.12000E+4	+0.366965E+1	+0.345878E+2	+0.275138E+2	+0.582866E-3
DEPTH	SVA	D-DY		
+0.00000E+0	+0.605678E-2	+0.000000E+0		
+0.10000E+2	+0.598883E-2	+0.602281E-1		
+0.20000E+2	+0.598550E-2	+0.120099E+0		
+0.30000E+2	+0.593853E-2	+0.179720E+0		
+0.50000E+2	+0.586009E-2	+0.297706E+0		
+0.75000E+2	+0.545644E-2	+0.439163E+0		
+0.10000E+3	+0.364160E-2	+0.552889E+0		
+0.125000E+3	+0.300574E-2	+0.635980E+0		
+0.150000E+3	+0.252390E-2	+0.705101E+0		
+0.200000E+3	+0.188231E-2	+0.815256E+0		
+0.250000E+3	+0.149202E-2	+0.899614E+0		
+0.300000E+3	+0.132679E-2	+0.970085E+0		
+0.400000E+3	+0.118565E-2	+0.109570E+1		
+0.500000E+3	+0.109815E-2	+0.120989E+1		
+0.600000E+3	+0.102973E-3	+0.131629E+1		
+0.700000E+3	+0.967264E-3	+0.141614E+1		
+0.800000E+3	+0.919342E-3	+0.151047E+1		
+0.100000E+4	+0.798463E-3	+0.168225E+1		
+0.120000E+4	+0.679970E-3	+0.183009E+1		

Table 4. Format transformation of table 3

INTERPOLATED				CALCULATED	
DEPTH	TEMP	SAL	SIG-T	D-T	D-DY
0	28.20	34.22	21.76	605	0.000
10	28.00	34.23	21.83	598	0.060
20	28.01	34.25	21.84	597	0.120
30	28.08	34.35	21.90	592	0.179
50	28.21	34.52	21.98	584	0.297
75	27.35	34.72	22.41	543	0.439
100	21.06	34.77	24.32	361	0.552
125	18.43	34.76	25.00	296	0.636
150	16.04	34.68	25.51	248	0.705
200	12.40	34.57	26.19	183	0.815
250	10.23	34.59	26.61	143	0.899
300	9.27	34.61	26.78	126	0.969
400	8.22	34.61	26.95	111	1.095
500	7.37	34.58	27.05	101	1.209
600	6.61	34.54	27.13	94	1.315
700	6.04	34.54	27.20	87	1.681
800	5.59	34.54	27.26	82	1.828
1000	4.60	34.56	27.39	69	1.415
1200	3.67	34.59	27.51	58	1.509

4. 計算機による作図

グラフを描くには X-Yプロッタを用いる方法があるが、軽便迅速な方法として計算機出力をじかに曲線グラフとして描かせることができる。AICOM を使用して海洋観測資料の図示をいくつか試みた。

1) 観測値のプロット

観測点における水温、塩分、酸素の観測値の鉛直断面図を計算機で描いてみると図 1, 2, 3 のようになる。プログラムは水温の場合を示すと次のとおりである。入力には観測深度と水温値である。ただしこの図では紙面の都合で深度は 10m 単位に丸められ、また各成分の精度は横軸の範囲の取り方によって当然変わってくる。たとえば図 1 の水温の精度は 0.2°C である。これらの作図は海況の解析に使用できるが同時に観測値のチェックにも利用できる。この外の化学成分についても同様のプロットが可能である。

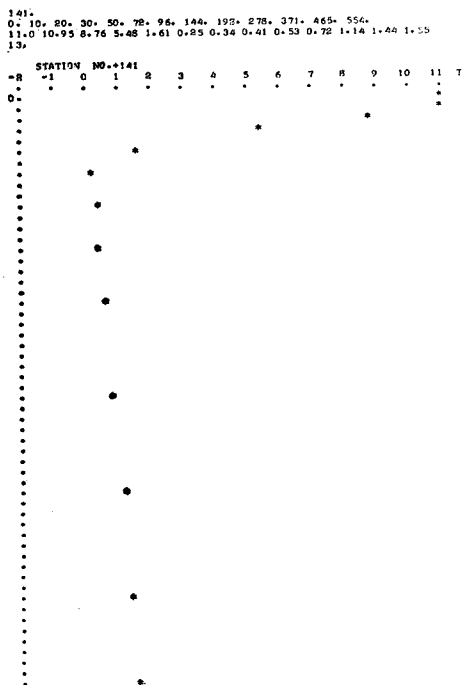


Fig. 1. Plotting of observed temperature by computer

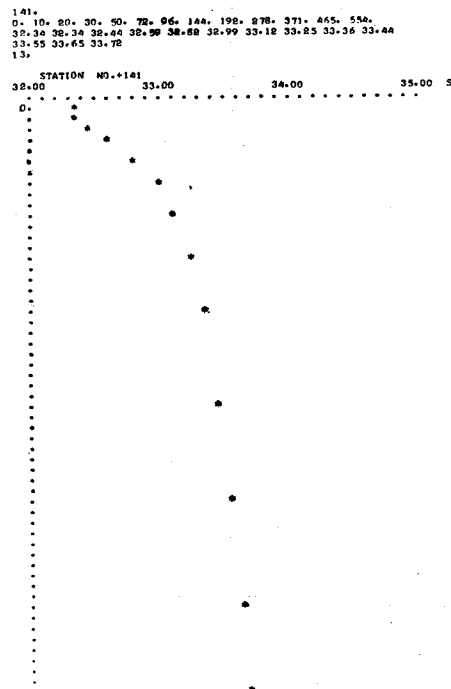


Fig. 2. Plotting of observed salinity by computer

Vertical section program

```

; DIMENSION DB(17), LD(17), LDD(17), TEMP (17), LT(17)
; ACCEPT 1, M
1; FORMAT(I)
; ACCEPT 1, N
; TYPE 25, N
25; FORMAT(//," STATION NO.",I)
; DO 10 I=1, M

```

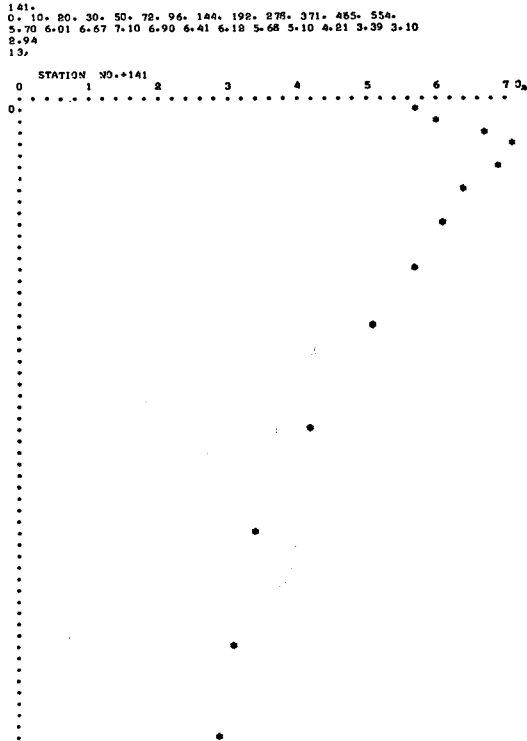


Fig. 3. Plotting of observed oxygen by computer

```

; ACCEPT 2, DB(I)
2; FORMAT(E)
10; CONTINUE
; DO 11 I=1, M
; ACCEPT 2, TEMP (I)
11; CONTINUE
; TYPE 20
20; FORMAT (/ , "-2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7"
" 8 9 10 11 T")
; TYPE 21
21; FORMAT( / , " . . . . . . . . ."
" . . . ." )

; DO 12 I=1, M
; D=DB(I)/10.+0.5
; LD(I)=D
12; CONTINUE
; DO 14 I=2, M
; LD(I)=0
; IM1=I-1
; LDD(I)=LD(I)-LD(IM1)
14; CONTINUE
; DO 15 I=1, M
; T=TEMP(I)*5.+10.+0.5-1.
    
```

```

; LT(I)=T
15; CONTINUE
; TYPE 16
16; FORMAT(/, "0.")
; L=LT(1)
; DO 31 I=1, L
; TYPE 50
50; FORMAT(" ")
31; CONTINUE
; TYPE 51
51; FORMAT("*")
; DO 17 I=2, M
; LDD=LDD(I)
; DO 32 J=1, LDD
; TYPE 52
52; FORMAT(/, ".")
32; CONTINUE
; LL=LT(I)
; DO 33 J=1, LL
33; CONTINUE
; TYPE 51
17; CONTINUE
; TYPE 53
53; FORMAT(//)
; STOP
; END

```

2) 水温, 塩分の断面図

内挿値が計算されれば, それを利用して水温, 塩分の鉛直断面図を同時に描き, 解析に利用できる。図4はその一例で親潮系の水塊をプロットしたものである。プログラムは省略する。

3) T-S ダイアグラム

水塊の分析に用いられる T-S ダイアグラムを計算機で描かせることは利用価値が大きいと思われる。図5, 6は黒潮系と親潮系の水塊の T-S ダイアグラムを描いたものである。プログラムは次のとおりである。

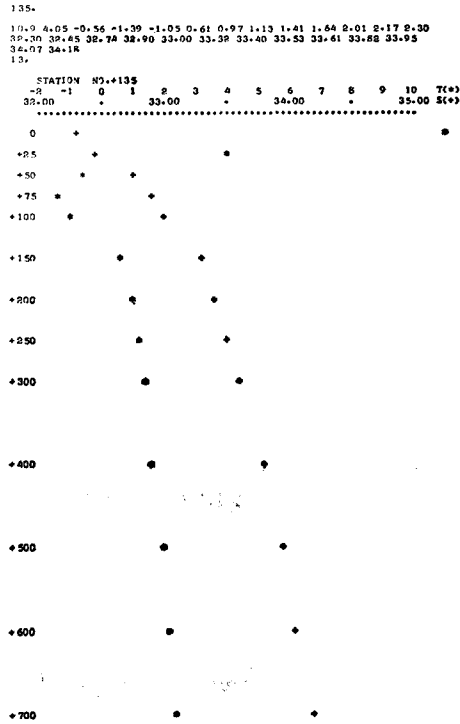


Fig. 4. Vertical distribution of temperature and salinity

T-S diagram program

```

; DIMENSION TEMP(15), T(15), LT(15), SAL(15), S(15), LS(15)
; ACCEPT I, M
1; FORMAT(I)
; TYPE 26

```

25.5 24.81 21.01 19.94 19.42 18.80 17.70 16.40 14.22 11.92 9.44
 7.08 4.64 3.64 2.88
 34.53 34.39 34.79 34.84 34.84 34.84 34.86 34.74 34.57 34.42 34.27
 34.20 34.05 34.36 34.47
 15;

10.9 4.05 2.30 2.17 2.01 1.64 1.41 0.97 0.61 -0.58 -1.05 -1.29
 32.30 32.45 34.15 34.07 33.93 33.68 33.61 33.40 33.38 32.74
 32.00 32.90
 12;

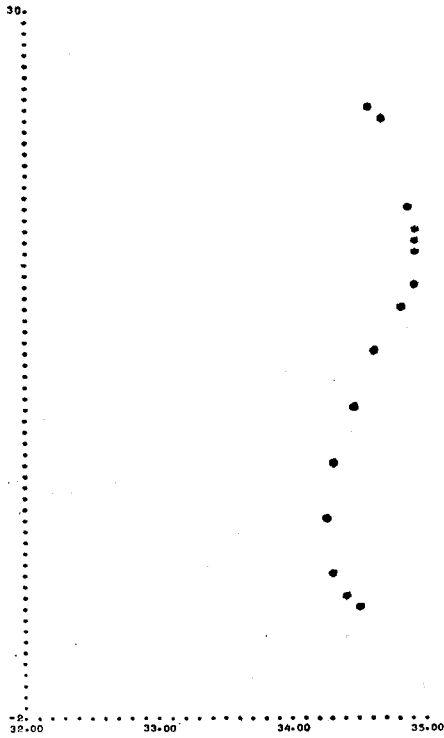


Fig. 5. T-S diagram (Kuroshio)

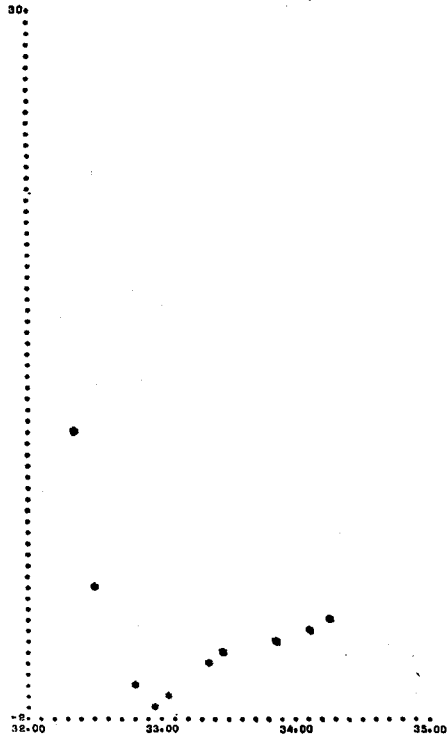


Fig. 6. T-S diagram (Oyashio)

```

26; FORMAT (///, "30.")
; DO 10 I=1, M
; ACCEPT 2, TEMP (I)
2; FORMAT(E)
10; CONTINUE
; DO 11 I=1, M
; ACCEPT 2, SAL(I)
11; CONTINUE
; DO 12 I=1, M
; T(I)=(30.-TEMP(I)+0.2)*2.
; LT(I)=T(I)
; S(I)=(SAL(I)*10.-320.+0.2)*2.
; LS(I)=S(I)
12; CONTINUE
; LT=LT(1)
; LS=LS(1)
; DO 15 J=1, LT
; TYPE 16
16; FORMAT(/, " .")
15; CONTINUE
    
```

```

; DO 17 K=1, LS
; TYPE 18
18; FORMAT (" ")
17; CONTINUE
; TYPE 13
13; FORMAT ("*")
; MM=M-1
; DO 14 I=1, MM
; IP1=I+1
; LT=LT(IP1)-LT(I)
; LS=LS(IP1)
; IF(LT) 14, 14, 28
28; DO 19 J=1, LT
; TYPE 16
19; CONTINUE
; DO 20 K=1, LS
; TYPE 18
20; CONTINUE
; TYPE 13
14; CONTINUE
; LTL=64-LT(M)-1
; IF (LTL) 31, 31, 30
30; DO 21 I=1, LTL
; TYPE 16
21; CONTINUE
31; TYPE 22
22; FORMAT (/, "-2.")
; TYPE 23
23; FORMAT("....."
".....")
; TYPE 24
24; FORMAT (/, "32.00          33.00          34.00"
"          35.00")
; TYPE 25
25; FORMAT (///)
; STOP
; END.

```

5. 要約と謝辞

水産学部の小型電子計算機 AICOM-C3 を用いて海洋観測値の整理を試みた。従来のグラフによる方法に比べてきわめて短時間に多数の観測資料を処理できる。また AICOM を用いて観測資料の図示を行なうことができ、T-S ダイアグラムなどを描いてみた。現在の AICOM ではメモリー容量が小さくプログラムは分割せざるをえないが、メモリーをふやすか、より大型の計算機が導入されればこれらは同時に行なうことができる。計算機の大型化が望まれる。

終りに観測値の整理に関して御助言をいただいた竹内能忠教授、プログラム作成に御協力いただいた川島利兵衛教授、坂本有隣助手、天下井清助手に深く感謝いたします。

文 献

秋葉芳雄 (1971). 海洋観測値の計算機処理について. 北大水産彙報 21(4), 299-304.