

コンピュータを用いた電導度滴定

—硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応—

中村 隆 信

硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応をステンレス簡易電極とADコンバータを用いて簡便に調べる方法について述べた。ADコンバータにはMB4052を使用し、パソコンのプリンタ端子に接続して、中和反応を観察しながら同時に反応にかかわるイオンの数が考察できるように、装置とプログラムを工夫した。

[キーワード] 中学校 理科 中和反応 コンピュータ ADコンバータ

1 はじめに

中和反応をBTB溶液など指示薬を用いて調べると、中和点は測定できるが、中和の過程でイオンの数が変化の様子を調べることができない。中和反応が起こっている水溶液の中にステンレス電極を入れ、水溶液中を流れる電流値の変化を調べ、さらにコンピュータ処理を行うことによりグラフ化などイオンの数の変化の様子が理解しやすい形で実験することができる。

2 硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応における電導度滴定

2-1 準備

1. 2%硫酸, 0.5%水酸化バリウム水溶液, BTB溶液, ステンレス電極(極板間1cm, 極板面積1cm), トールピーカー(200ml), 駒込ピペット1ml, パソコン(PC9801), ADコンバータ(MB4052), 抵抗(100Ω)

2-2 方法

- (1) 右の図1のように実験装置を組み立てる。
- (2) N88BASICを起動させる。
 1. パソコンの電源を入れる。
 2. システムディスクを入れる。
 3. リセットボタンを押す。
- (3) 計測プログラムを読み込む。
 4. How many files?と聞いてくるのでリターンキーを押す。
 5. f・1(load)を押すと、load"と表示さ

れる。

6. "mA-mLM.MB4"と入力し、リターンキーを押す。
 - (4) ADコンバータを接続する。
 7. MB4052型ADコンバータをパソコンのプリンタ端子に接続されているプリンタケーブルに接続する。
 8. ADコンバータの入力端子(黄:CH0+)に100Ωの抵抗を接続し、抵抗の他端をグラウンド(黒:アース)に接続する。
- ディスプレイ

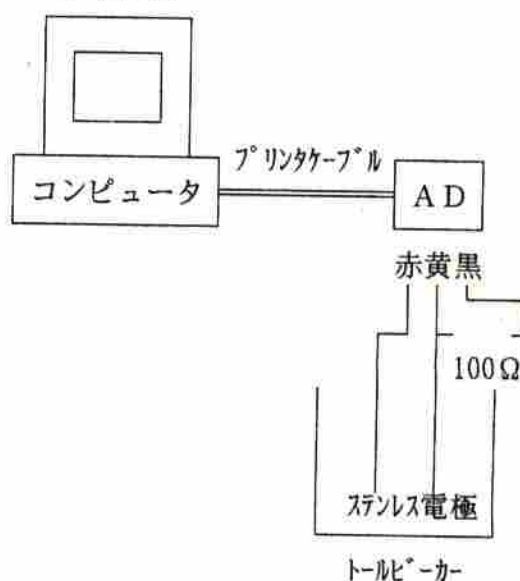


図1 電導度滴定計測装置の組立

9. ステンレス電極の両電極をそれぞれADコンバータの入力端子(黄:CH0+), 供給電

源の出力端子(赤:5V)に接続する。

- (5) 計測を実行する。
 10. f・5(run)を押す。(測定準備)
 11. MEASURE[1], DATA READ[2], OVER READ[3], END[4]? と表示されるので, MEASURE[1]を選択する。「1」を入力する。(測定開始)
 12. H:5V L:1.25V ? と表示されるので, 5Vレンジを選択する。[H]を選択する。
- (6) 中和反応を行う。
 13. トールピーカーに水酸化バリウム水溶液50mlとBTB溶液数滴を入れ, ステンレス電極を水溶液中に浸す。V=?ときいてくるので, 加えた硫酸の体積 0 を入力する。
 14. 水酸化バリウム水溶液に駒込ピペットで硫酸を1ml加え, よくかき混ぜた後, 加えた硫酸の体積 1 を入力する。
 15. 中和反応が終わるまで14の操作を繰り返す。
- (7) データを保存する。
 16. 測定を中断するときはストップキーを押す。
 17. 保存しますか。DATA SAVE Y/N と表示される。保存するときは, 「Y」を入力する。
 18. ファイル名(半角6文字と拡張子3文字以内)を入力し, リターンキーを押す。
- (8) データを再生する。
 19. MEASURE[1], DATA READ[2], OVER READ[3], END[4]? と表示されるので, DATA READ[2]を選択する。「2」を入力する。
 20. FILE NAME ? と表示されるので, 再生したいデータファイル名をディスプレイから選び, 入力し, リターンキーを押す。
- (9) 結果をプリントする。
 21. プリンタに電源を入れ, 給紙して, オンライン状態にしてから, COPYキーを押す。
- (10) 結果を重ね合わせる。
 22. MEASURE[1], DATA READ[2], OVER READ[3], END[4]? の表示の中から OVER READ[3]を選択する。「3」を入力する。
 23. FILE NAME ? をきてくるので, 保存してあるデータファイルの名前を入力する。
 24. グラフの色は順次青から赤, 紫, 黄緑, 水,

黄, 白で表示されるが, ソフト上で色の指定を変えることができる。

2-3 結果

- (1) はじめは硫酸を加えるに従い, 水溶液中を流れる電流の値は小さくなる。
- (2) 中和点ではほとんど電流は流れない。
- (3) 中和点を過ぎると電流値は徐々に上がる。
- (4) 硫酸の濃度が 1/2, 1/3 になると, 中和に要する硫酸の体積は2倍, 3倍になる。
- (5) ディスプレーに表示されるグラフは次のようになる。

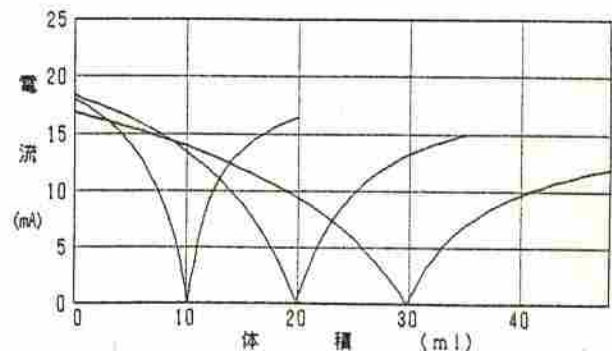


図2 加えた硫酸の体積と水溶液の電導度
(6) BTB溶液による色の変化が電流値の変化と対応しており, 中和反応とイオンの数の変化の関係が理解しやすい。

3 計測に用いたADコンバータ

3-1 ADコンバータIC(MB4052)

MB4052(富士通)は入力4チャンネル, 8ビット, 作動電圧8~18VのADコンバータで, パソコンのプリンタ端子に接続することにより, データを実験と同時に取り込むことができる。取り込み速度は最大100 μ Sである。

3-2 パソコンとの接続

パソコンとの接続はプリンタ端子を通して行い, 1. PSTBはレンジセレクト 2, 3. DATAはチャンネルセレクト 4. DATAはチップセレクト 5. DATAはクロック 11. BUSYはデータインに用いる。

3-3 計測プログラム

N88BASICにおけるプリンタ端子の制御には, 次の1/Oポートアドレスが使用される。

1. PSTB-46 2~9. DATA-40 11. BUSY-42

```

4  計測のためのプログラム (N88-BASIC)
100 'SAVE "mA-mLM.MB4", A
110 STOP ON :ON STOP GOSUB *END.
120 CONSOLE 0, 25, 0.1 :SCREEN 3, 0
130 DIM T(1000), Y(1000), P(1000), Q(1000),
R(1000)
140 CLS 3
150 LOCATE 0, 2:INPUT "MEASURE[1] DATA R
EAD[2] OVER READ[3] END[4]";BUNKI$
160 IF BUNKI$="1" THEN CLS 3 :GOSUB *SCALE :GOTO 820
170 IF BUNKI$="2" THEN 1700
180 IF BUNKI$="3" THEN 1850
190 IF BUNKI$="4" THEN 2060
200 GOTO 150
210 *SCALE
220 LINE(80, 50)-(560, 300), 7, B
230 FOR M=1 TO 4
240 PUT@ (70+M*100, 305), KANJI(&H30+M), , 7
, 0
250 NEXT
260 FOR M=0 TO 4
270 PUT@ (80+M*100, 305), KANJI(&H30), , 7, 0
280 NEXT
290 FOR B=80 TO 560 STEP 100
300 LINE(B, 50)-(B, 300), 7, , &H5555:NEXT
310 PUT@ (30, 100), KANJI(&H4545), , 5, 0
320 PUT@ (30, 160), KANJI(&H4E2E), , 5, 0
330 PUT@ (25, 220), KANJI(&H28), , 5, 0
340 PUT@ (31, 220), KANJI(&H6D), , 5, 0
350 PUT@ (39, 220), KANJI(&H41), , 5, 0
360 PUT@ (45, 220), KANJI(&H29), , 5, 0
370 PUT@ (230, 325), KANJI(&H424E), , 7, 0
380 PUT@ (313, 325), KANJI(&H4051), , 7, 0
390 PUT@ (390, 325), KANJI(&H28), , 7, 0
400 PUT@ (400, 325), KANJI(&H236D), , 7, 0
410 PUT@ (415, 325), KANJI(&H236C), , 7, 0
420 PUT@ (430, 325), KANJI(&H29), , 7, 0
430 INPUT" SCALE H:5.0 L:1.25 ":RS
440 IF RS="H" THEN 460 ELSE 450
450 RE=14 :GOTO 470
460 RE=15 :GOTO 610
470 OUT &H46, &HE
480 FOR L=60 TO 300 STEP 20
490 LINE(80, L)-(560, L), 5, , &HAAAA:NEXT
500 FOR N=0 TO 6
510 PUT@ (65, 293-N*40), KANJI(&H30+N), , 5,
0
520 NEXT
530 FOR N=0 TO 9
540 PUT@ (580, 293-N*20), KANJI(&H30+N), , 5
, 0
550 NEXT
560 FOR NN=0 TO 2
570 PUT@ (570, 93-NN*20), KANJI(&H31), , 5, 0
580 PUT@ (580, 93-NN*20), KANJI(&H30+NN), ,
5, 0
590 NEXT
600 GOTO 800
610 OUT &H46, &HF
620 FOR L=50 TO 300 STEP 50
630 LINE(80, L)-(560, L), 5, , &HAAAA:NEXT
640 FOR N=1 TO 2
650 PUT@ (55, 293-N*100), KANJI(&H30+N), , 5
, 0
660 PUT@ (55, 243-N*100), KANJI(&H30+N), , 5
, 0
670 NEXT
680 FOR N=0 TO 2
690 PUT@ (65, 293-N*100), KANJI(&H30), , 5, 0
700 NEXT
710 FOR N=1 TO 3
720 PUT@ (65, 343-N*100), KANJI(&H35), , 5, 0
730 NEXT
740 FOR N=1 TO 5
750 PUT@ (567, 293-N*50), KANJI(&H30+N), , 5
, 0
760 NEXT
770 FOR N=0 TO 5
780 PUT@ (577, 293-N*50), KANJI(&H30), , 5, 0
790 NEXT
800 RETURN
810 T=80
820 V=0
830 VV=0
840 K=1
850 *DISP
860 IF T=560 THEN GOSUB *SAVE.
870 STOP ON :ON STOP GOSUB *SAVE.
880 INPUT " V=";V
890 T=T
900 VV=VV+V
910 T=80+VV*10
920 'CHANNEL SELECT
930 CLS 1
940 CH=0
950 GOSUB *MEAS
960 DM=DM/2
970 LOCATE 5, 22:PRINT DM
980 CH=1
990 GOSUB *MEAS
1000 DM=DM/2
1010 LOCATE 25, 22:PRINT DM
1020 CH=2
1030 GOSUB *MEAS
1040 LOCATE 45, 22:PRINT DM
1050 CH=3
1060 GOSUB *MEAS

```

```

1070 LOCATE 65,22:PRINT DM
1080 T(K)=T :Y(K)=Y :P(K)=P :Q(K)=Q :R(K
)=R
1090 K=K+1
1100 GOTO *DISP
1110 'MEASUREMENT
1120 *MEAS
1130 DMM=0
1140 W=0
1150 DM=0
1160 OUT &H40,&H4
1170 OUT &H40,&H0+CH
1180 FOR I=1 TO 10
1190 OUT &H40,&H0+CH
1200 OUT &H40,&H8
1210 D=INP(&H42) AND &H4
1220 IF I=1 OR I=10 THEN 1240
1230 IF D>0 THEN 1240 ELSE DM=DM+2^(9-I)
1240 NEXT
1250 DMM=DMM+DM
1260 W=W+1
1270 IF W<10 THEN 1150
1280 'PLOTING GRAPH LINE
1290 DM=DMM/W
1300 DM=DM*1.25/255
1310 X=300-DM*200
1320 IF RE=15 THEN DM=DM*4
1330 IF CH=0 THEN Y=X :GOTO 1370
1340 IF CH=1 THEN P=X :GOTO 1390
1350 IF CH=2 THEN Q=X :GOTO 1410
1360 IF CH=3 THEN R=X :GOTO 1430
1370 IF T=80 THEN TO=T:YO=Y
1380 GOTO 1450
1390 IF T=80 THEN PO=P
1400 GOTO 1480
1410 IF T=80 THEN QO=Q
1420 GOTO 1510
1430 IF T=80 THEN RO=R
1440 GOTO 1540
1450 LINE(TO, YO)-(T, Y), 6
1460 YO=Y
1470 RETURN
1480 LINE(TO, PO)-(T, P), 1
1490 PO=P
1500 RETURN
1510 LINE(TO, QO)-(T, Q), 4
1520 QO=Q
1530 RETURN
1540 LINE(TO, RO)-(T, R), 3
1550 RO=R
1560 RETURN
1570 *SAVE.
1580 LOCATE 0,1 :INPUT "DATA SAVE Y /
N ";YNS
1590 IF YNS = "Y" OR YNS = "y" THEN 1610
1600 IF YNS = "N" OR YNS = "n" THEN CLS
3 :GOTO 140
1610 LOCATE 0,20 :FILES
1620 LOCATE 0,2 :INPUT "FILE NAME";DFNS
1630 OPEN DFNS FOR OUTPUT AS#1
1640 FOR S=1 TO K-1
1650 PRINT #1 , T(S), Y(S), P(S), Q(S), R(S)
1660 NEXT S
1670 CLOSE
1680 GOTO 140
1690 'DATA READ
1700 CLS 3:FILES
1710 INPUT "FILE NAME":DFNS
1720 GOSUB *SCALE
1730 OPEN DFNS FOR INPUT AS #1
1740 IF EOF(1) THEN 1830
1750 INPUT #1 , T, Y, P, Q, R
1760 IF T=80 THEN TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO
=R
1770 LINE(TO, YO)-(T, Y), 6
1780 LINE(TO, PO)-(T, P), 1
1790 LINE(TO, QO)-(T, Q), 4
1800 LINE(TO, RO)-(T, R), 3
1810 TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO=R
1820 GOTO 1740
1830 CLOSE :CLS
1840 GOTO 150
1850 'DATA OVER READ
1860 CLS 3
1870 STOP ON :ON STOP GOSUB *END.
1880 C=0
1890 GOSUB *SCALE
1900 INPUT "FILE NAME":DFNS
1910 C=C+1
1920 OPEN DFNS FOR INPUT AS #1
1930 IF EOF(1) THEN 2020
1940 INPUT #1 , T, Y, P, Q, R
1950 IF T=80 THEN TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:R
O=R
1960 LINE(TO, YO)-(T, Y), C
1970 LINE(TO, PO)-(T, P), C
1980 LINE(TO, QO)-(T, Q), C
1990 LINE(TO, RO)-(T, R), C
2000 TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO=R
2010 GOTO 1930
2020 CLOSE
2030 GOTO 1900
2040 *END.
2050 CLS 3
2060 OUT &H46,&HF
2070 END
(なかむら たかのぶ 化学研究室長)

```