

Excel VBA(オープンソース)による地球科学データの処理 - (1) 水化学データの図化を例にして -

茂野 博¹⁾

1. はじめに

日本でも1995年頃からパーソナルコンピュータが一般に普及して、様々なデータ処理に市販の表計算ソフトウェア(Spreadsheet; 以下表計算ソフトと略記)が幅広く利用されるようになった。表計算ソフトの歴史にも紆余曲折があるが、現在世界的にMicrosoft社のExcel(主にOffice製品の一環で)が最も広く使用されている。このExcelには、BASIC言語を基礎としたVisual Basic for Applications(以下VBAと略記)という独自の強力なプログラム開発環境(「マクロ」の利用の基盤をなす)が付随しており、これを活用することによって様々な処理の高度化・自動化が可能である。

VBAについては、プログラム開発環境で近年一般化した「オブジェクト指向」が進んでおり、初心者には取り掛かりが難しい。しかし、Excelが現在非常に広く普及しているため、幅広いプログラム開発-利用環境としてVBAの利用価値が高くなり、VBAによって様々な分野でプログラムが開発されるとともに、その「オープンソース」が公開されるようになってきた(例えば、臼田ほか(2003)、岩井ほか(2005))。なお、その背景にはソフトの多くがグラフィカル・ユーザ・インタフェース(GUI)を持つようになり、その開発環境が非常に複雑化・高度化・多様化したために、科学・工学分野などの専門家の多く(本職のプログラマではない)にはプログラム作成が難しくなった(特にMicrosoft社のVisual Basic v.6(以下VB6と略記)の販売停止以降)という事情もある。VBAは、GUIを持つインタープリター形式の統合開発環境(IDE)であるため、ある程度習熟すればプログラムの作成-実行-改良が容易となり、高い生産性を持つことができる。

地球科学とその関連分野においても、すでに各種のデータ処理の目的でExcelが幅広く使用されている。しかし、現状ではVBAの利用は限られているようである。地質調査総合センター(2007)は、様々な電子地球科学情報の簡易統合的な処理の普及化の目的で、「九州-大分-豊肥地域の地熱データ処理集」を出版した。今回、その中の地熱流体化学の部分(特にキー図と地図上へキサ図の作成)について、VB6で作成されているプログラムをExcel VBAによって簡易的に書き直し、その有効性を検討した。本説では、その概要を紹介する。

現在Excelは、基本ソフトとしてMicrosoft社のWindows系、Apple社のMac OS系の両方で使用が可能である。しかし、Excelには様々なバージョンがあり、VBAの利用が多くの場合に可能であるが、現状ではMac OS X用の最新版のExcel 2008では利用できないことに注意する必要がある。

本説では、Microsoft社のWindows XPを基本ソフトとして、Excel 2002のVBAを使用した場合が具体例となっている。他の異なった環境でいくつかのバージョン(Excel 97~Excel 2007)のVBAで試用してみたが、特に大きな問題は生じなかった。なお、誌面の制約もあり、本説では表計算ソフトについての基本的な説明などは行わない。すでにExcelの利用が可能な環境があり、基礎的な使用方法が理解されていることを前提としている。

2. Excel VBAを利用した作図方法

Excelでは表計算シート上のデータからの作図方法として、(0)メニュー(グラフウィザード)に予め用意されている多様な2次元~3次元のグラフ(折れ線グラ

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード: 表計算ソフト, Excel, VBA, 地球科学データ, プログラミング, オープンソース, 流体化学, 図化処理, キー図, ヘキサ図

フ、円グラフ、散布図など)の様式を利用することが一般的である。しかし、この他にVBAを利用したより高度・多様な作図方法として、(1)シート上のセルの塗色を利用する方法、(2)シート上にシェイプ(各種の図形・文字など)を配置・調整する方法、(3)ユーザフォームを利用する方法(VB6のように)がある。ここでは、比較的分かり易く特殊性の高い図の作成が可能な(2)の方法を用いる。なお、この方法ではベクトル形式の図が作成されるという利点もある。

Excel VBAを説明した本は、最近非常に様々なものが出版されているが、例えば草薙・青山(2000)、C&R研究所(2005a, 2005b)などが挙げられる。ハンドブック的なものとしては、大庭・常見(2007)などがある。また、インターネット-WWW上にも様々な情報があり(残念ながら玉石混淆であり、詳しい情報は英語のみの場合がある)、Microsoft社も専用サイトで情報提供を行っている。

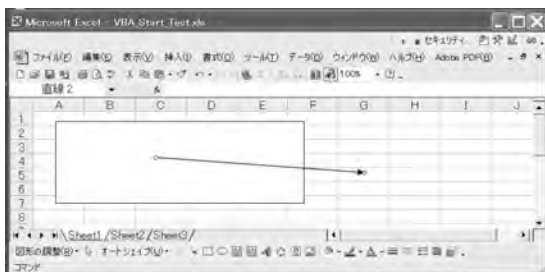
なお、Excelのバージョン、使用するパーソナルコンピュータの基本ソフト・各種仕様などによって、Excel VBAの使用方法、結果などに違いが生じる場合があることに注意して頂きたい。特に、最新版のExcel 2007ではメニューシステムが大きく変化しており、主メニューバーに「開発」を出現させてVBAを利用可能とする必要がある。また、従来「.xls」であったファイルの拡張子が「.xlsm」となり、Excel 2007以外での使用に制約がある。

2.1 マクロの使用法(例題1)

マクロは、利用者がExcel上で行った一連の処理をVBAに記憶させる(自動的にプログラムを作成することにより(前段作業)、その後これ呼び出して(Excelにプログラムの実行を命令する)、上記の一連の処理を自動的に実行(後段作業)ものである。歴史的・本来的に「マクロ」は、小命令の組合せを一体化した大きな命令を意味する(アセンブリ言語など)。

ここでは、マクロの使用法を上記(2)の方法の簡単な作図例で説明する。以下の(1)～(8)の手順でExcelを操作してほしい(ファイル名をVBA_Start_Test.xlsとして保存)。

(1)まず、Excelを立ち上げて新しい空白のブックを作成し、そのsheet1を使用する。図形描画のメニューバーが見えない場合は、マウスで主メニューバーから「表示(V)」の「ツールバー(T)」を選択し、「図形描画」



第1図 Excelの図形(シェイプ)描画機能を用いてシート上に描いた図(作業をVBAマクロに記録)(例題1(1/2))。

をクリックする。これによって、図形描画のメニューバーがExcelのウインドウ(下方あるいは左方)に現れる。(2)主メニューバーから「ツール(T)」の「マクロ(M)」を選択し、「●新しいマクロの記録(R)」をクリックする。マクロの記録の小ウインドウが開くので下部の「OK」ボタンをクリックする。この時、操作の非常に小さなウインドウが開く場合があるが、取りあえず無視する。

(3-1)例題として図形描画のメニューバーから「□」をクリックし、sheet1内の適当な場所(ポインタが「+」になっている)でマウスボタンを押したままドラッグし、マウスボタンを離す。これで、四角形(周囲に操作の把手付)ができる。

(3-2)同様に例題として、図形描画のメニューバーから「→(斜め下向き)」をクリックし、sheet1内の適当な場所でマウスボタンを押したままドラッグし、マウスボタンを離す。これで、矢印(同様の操作の把手付)ができる(第1図の状態)。

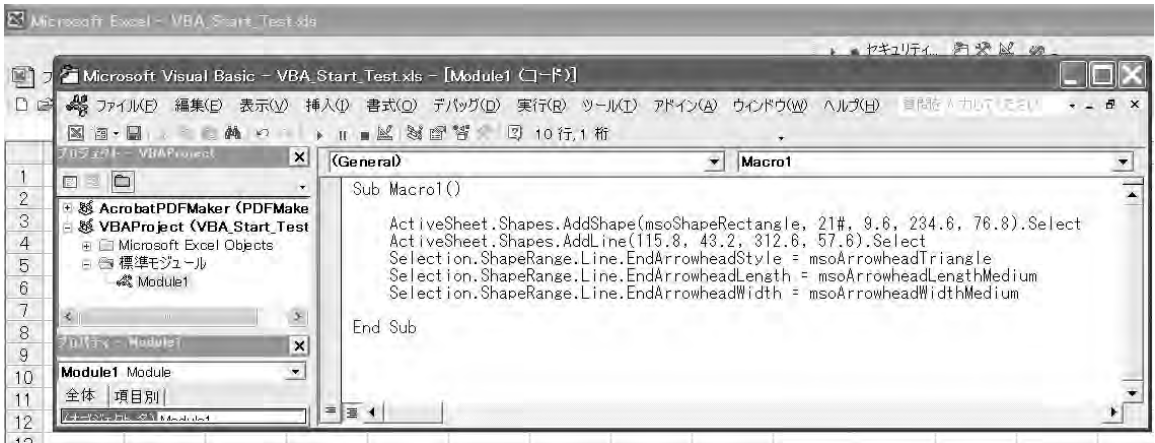
(4)再度、主メニューバーから「ツール(T)」の「マクロ(M)」を選択し、今度は「■記録終了(R)」をクリックする。これで、前段作業((2)～(4))は終わりである。

(5)確認実験のために、sheet1内に(3-1)～(3-2)で作成した四角形と矢印を選択し、削除する。

(6)後段作業として、主メニューバーから「ツール(T)」の「マクロ(M)」を選択し、今度は「▲マクロ(M)」をクリックする。マクロの操作小ウインドウが開くので「Macro1」を選択し、「実行(R)」ボタンをクリックする。

(7)上記(6)によって、(3-1)～(3-2)で作成した四角形と矢印がsheet1内の同じ位置に描画される。

(8)上記の前段作業((2)～(4))で自動的に作成されたVBAプログラム(マクロ)は、主メニューバーから



第2図 第1図の作図によって自動記録されたマクロのVBAプログラム(ソースコード)(例題1(2/2)). 本来のBASIC言語では簡単なLine命令を使用する描画部分が, VBAではオブジェクト化された(複雑な)コードとなっていることに注意.

「ツール(T)」の「マクロ(M)」を選択し, 今度は「Visual Basic Editor(V)」をクリックすることによって, 別のウインドウ(Microsoft Visual Basicのタイトルバー付)を開いてソースコードを見ることが出来る(標準モジュールの「Module1」となっている). 第2図にそれを示す.

2.2 作図プログラムの作成法(例題2)

複雑な作図処理は, 2.1 で述べた方法では難しく, プログラムを直接Visual Basic Editorに書き込むことが必要になる. ここでは, 直線で正六角形を作成し, それを漸次拡大-回転させて「G」字型に配置して, アンモナイト風の図形を作成する例(ファイル名: VBA_Ammonite_Test.xls)を示す.

- (1) 新規Excelブックを開き, sheet1を使用する. 主メニューバーから「ツール(T)」の「マクロ(M)」を選択し, 「Visual Basic Editor(V)」をクリックする. これによって開かれる別のウインドウ(Microsoft Visual Basicのタイトルバー付)の主メニューバーから「挿入(I)」の「標準モジュール(M)」を選択し, Module1のウインドウを開く.
- (2) このウインドウ内に, 第3図のプログラムを書き込み保存する.
- (3) Excelのウインドウに帰り, 主メニューバーから「ツール(T)」の「マクロ(M)」を選択し, 「▲マクロ(M)」をクリックする. マクロの操作用小ウインドウが開くので「Ammonite(Macro1)」を選択し, 「実行(R)」ボタ

```
Sub Ammonite()
    '六角形を使って「G」字型を描くプログラム
    Worksheets("sheet1").Select
    ActiveWindow.Zoom = 25
    'Sheet1に描く
    '表の拡大-縮小率 25 %

    Pi = 3.1416 * 2 / 360
    MScale = 2# / Sqr(3#)
    '作図の魔法数
    X0 = 1500
    Y0 = 1500
    R0 = 20
    '作図の中心X座標
    '作図の中心Y座標
    '辺長(半径)の初期値

    For J = 0 To 26
        For I = 0 To 5
            '27個の六角形を中心から描く
            '個々の六角形を描く
            XX = X0 - R0 * Cos(60 * Pi * I + 30 * Pi * J) * MScale * J
            YY = Y0 - R0 * Sin(60 * Pi * I + 30 * Pi * J) * MScale * J
            With ActiveSheet.Shapes.AddLine(X0, Y0, XX, YY).Line
                .ForeColor, RGB = RGB(255, 0, 0)
                .Weight = 16
            End With
            '線の色指定(赤)
            '線の太さ指定
        Next I
    Next J

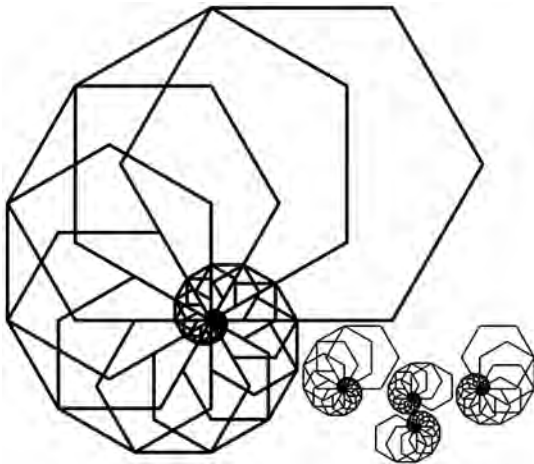
    ActiveSheet.Shapes.SelectAll
    Selection.Copy
    '図の全体をクリップボードにコピー
    '(この後Deleteキーを押せば消去される)

End Sub
```

第3図 第4図の作成とコピーのためにVisual Basic Editorに書き込んだVBAプログラム(ソースコード)(例題2(1/2)).

- ンをクリックする.
- (4) 上記(2)のプログラム(手書きのマクロ)に従って多数の直線からなる図がsheet1内に作成され, さらにクリップボード上にコピーされている.
- (5) 画像処理ソフト(本説の例では, Adobe社のPhotoshop v.5.5を使用)を開き, 新規ファイルを作成してクリップボードの画像を貼り付ける(ペースト)(第4図).

Excelのシート上に作成されたシェイプ図は, 表計算ソフトの制約(行列配置されているセルのサイズ調



第4図 第3図のVBAプログラムの実行によってExcelのシート上に作成した図(例題2(2/2))。正六角形を漸次拡大-回転して「G」字型に配置した(アンモナイト風)。右下に、第3図のプログラムを発展させて作成した「GSJ」の図形列を添付した。

整との関係)によって画面(モニター)上で縦横の縮尺を調整することが難しく、またExcelの印刷機能では思い通りの縮尺で印刷することが難しい。上記(5)の作業は、この影響を除くためのもので、様々な画像処理の追加も可能となる。

第3図のプログラムは様々な発展可能性を持っている(ソースコードの「」で始まる日本語注釈を参照)。第4図の右下には、上記の「G」字型を発展させて「GSJ」の図形列を作った例(ファイル名: VBA_Ammonite_GSJ.xls)を添付した。

3. 水化学データの図化処理例

水化学データの図化処理については、例えば茂野(2004)、地質調査総合センター(2007)により地熱流

体(地熱水、温泉水など)を例に整理されている。本説では、特に重要性が高いキー図(Piper diagram)とヘキサ図(Stiff diagram)について、Excel VBAプログラムによる作図例を紹介する。作図方法は、基本的に上記2.2と同様である。

3.1 キー図の作成(例題3)

本図は、各試料水の主要溶存成分(陰・陽イオン)の濃度関係(比率)を分かり易く3つの図の組合せで表現することによって、各水の生成環境や水相互間の関係を明らかにするものである。今回、地質調査総合センター(2007)の3.2.2 Piper_Diaフォルダ中のVB6によるソースプログラム(Piper_Dia.vbpなど)を参考に、Excel VBAによる簡易プログラムを作成した。

まず、テストデータとして地質調査総合センター(2002)の九州地方の温泉化学データファイル(HSDKYU.txt)から20万分の1地勢図「大分」(標準地域1次メッシュ番号4931)の範囲内の試料(79個)を選び、新規Excelブック(ファイル名: VBA_Piper_Dia_Test.xls)のsheet1に簡単な定型フォーマットを用いて、主要な化学成分を中心にデータを整理した(第5図)。

キー図の作図は同ブックのsheet2上に行ない、プログラムを2つに分割した。

一つ目は、キー図の枠線と端化学成分名を表示するもので、Piper_Dia_Frameというプログラムにした(第6図)。作業の流れや作図パラメータなどは、第6図の日本語注釈部分に示されている。

二つ目は、各試料の化学データをプロットするもので、Piper_Dia_Dataというプログラムにした(第7図)。作業の流れや作図パラメータなどは、同様に第7図の日本語注釈部分に示されており、プログラムの簡単な修正で温度・pHによる記号の大小・色の調整、試料番号の削除などが可能となっている。

両プログラムを順に実行することによって作成した

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Sample fluid geochemistry data from the Kyushu district Japan (after Geological Survey of Japan (2002) HSDKYU.txt data file) (Avoid using comma in CSV files)														
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	No.	Name	Longitude	Latitude	Temp (deg pH)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	SiO2 (mg/L)	Original No.	
4															
5	1	古城	131.1285	32.94	26	8	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	KYL429
6	2	手野	131.1351	32.9714	36	8	1.8	21.9	462	180	11.6	9.24	2.3	82.2	KYL430
7	3	中通	131.1102	32.9531	35	8	17.446	53.247	184.91	82.53	1.572	13.863	7.137	59.19	KYL431
8	4	内牧	131.0431	32.9753	46	7	166	982	331	323	47.8	134	103	75.1	KYL433
9	5	坊中	131.0799	32.9224	19	6	82.772	498.92	15.26	59.293	20.521	107.817	56.044	72.85	KYL434

第5図 事例として使用した「大分」地域の水化学データのExcelシート。地質調査総合センター(2002)の温泉化学データファイル(HSDKYU.txt)を編集し、表の先頭部分のみを示した。

```

Sub Piper_Dia_Frame()
    'キー図 (Piper Diagram) を作成するプログラム (枠線の描画)

    Dim Ax(20) As String: Dim XAx(20) As Integer: Dim YAx(20) As Integer: Dim LAx(20) As Integer '端成分
    Worksheets("sheet2").Select: ActiveWindow.Zoom = 25 '% 'Sheet2に描画 (拡大率 25%) -----
    XSCL = 3#: YSCL = XSCL * 1# 'X, Y 描画スケール -----

    '1. 端成分の座標計算 (3つの図) -----
    '端成分の座標 (CL-SO4-SO2 (陰イオン三角)図) -----
    BXA = (330 + 120 * 1.2) * XSCL: BYA = 280 * YSCL
    AXA = 120 * XSCL + BXA: AYA = 207.84 * YSCL + BYA
    CXA = -120 * XSCL + BXA: CYA = 207.84 * YSCL + BYA
    '端成分の座標 (NA+K-CA-MG (陽イオン三角)図) -----
    BXC = (330 - 120 * 1.2) * XSCL: BYC = 280 * YSCL
    AXC = 120 * XSCL + BXC: AYC = 207.84 * YSCL + BYC
    CXC = -120 * XSCL + BXC: CYC = 207.84 * YSCL + BYC
    '端成分の座標 (キ- (菱形)図) -----
    X0K = 330 * XSCL: Y0K = (280 - 40) * YSCL
    X1K = 120 * XSCL + X0K: Y1K = 0 * YSCL + Y0K
    X2K = 0 * XSCL + X0K: Y2K = -207.84 * YSCL + Y0K
    X3K = -120 * XSCL + X0K: Y3K = 0 * YSCL + Y0K
    X4K = 0 * XSCL + X0K: Y4K = 207.84 * YSCL + Y0K

    '2. 端成分の名称ほかのパラメータ指定 -----
    Ax(1) = "CL": XAx(1) = AXA - 4 * XSCL: YAx(1) = AYA + 4 * YSCL: LAx(1) = 2
    Ax(2) = "SO4": XAx(2) = BXA - 16 * XSCL: YAx(2) = BYA - 22 * YSCL: LAx(2) = 3
    Ax(3) = "CO2": XAx(3) = CXA - 12 * XSCL: YAx(3) = CYA + 4 * YSCL: LAx(3) = 3
    Ax(4) = "NA+K": XAx(4) = AXC - 28 * XSCL: YAx(4) = AYC + 4 * YSCL: LAx(4) = 4
    Ax(5) = "MG": XAx(5) = BXC - 10 * XSCL: YAx(5) = BYC - 22 * YSCL: LAx(5) = 3
    Ax(6) = "CA": XAx(6) = CXC - 12 * XSCL: YAx(6) = CYC + 4 * YSCL: LAx(6) = 2
    Ax(7) = "NA+K": XAx(7) = X1K + 0 * XSCL: YAx(7) = Y1K - 32 * YSCL: LAx(7) = 4
    Ax(8) = "CA+MG": XAx(8) = X2K * 12 * XSCL: YAx(8) = Y2K - 8 * YSCL: LAx(8) = 5
    Ax(9) = "CL+SO4": XAx(9) = X2K - 72 * XSCL: YAx(9) = Y2K - 8 * YSCL: LAx(9) = 6
    Ax(10) = "CO2": XAx(10) = Y3K - 64 * XSCL: YAx(10) = Y3K - 32 * YSCL: LAx(10) = 3

    '3. 端成分の名称の描画 (3つの図) -----
    For K = 10 To 1 Step -1
        ActiveSheet.Shapes.AddTextbox(msoTextOrientationHorizontal, XAx(K), YAx(K), LAx(K) * 50, 64).Select
        Selection.ShapeRange.Line.Visible = msoFalse: Selection.ShapeRange.Fill.Transparency = 1#
        Selection.Characters.Text = Ax(K)
        With Selection.Characters(Start:=1, Length:=LAx(K)).Font
            .Name = "MS_Pゴシック"
            .FontStyle = "標準"
            .Size = 48
        End With
    Next K

    '4. 枠線の描画 (3つの図) -----
    LineStep = 20 '20%毎に線を引く
    For L = 0 To 100 Step LineStep 'CL-SO4-SO2 (陰イオン三角)図の描画 -----
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(AXA - L * 1.2 * XSCL, AYA - L * 2.078 * YSCL, '前行から続く ( _ が継続行の記号)
        CXA + L * 1.2 * XSCL, CYA - L * 2.078 * YSCL).Select
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(BXA - L * 1.2 * XSCL, BYA + L * 2.078 * YSCL, AXA - L * 2.4 * XSCL, AYA).Select
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(CXA + L * 2.4 * XSCL, CYA, BXA + L * 1.2 * XSCL, BYA + L * 2.078 * YSCL).Select
    Next L
    For L = 0 To 100 Step LineStep 'NA+K-CA-MG (陽イオン三角)図の描画 -----
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(AXC - L * 1.2 * XSCL, AYC - L * 2.078 * YSCL, '前行から続く ( _ が継続行の記号)
        CXC + L * 1.2 * XSCL, CYC - L * 2.078 * YSCL).Select
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(BXC - L * 1.2 * XSCL, BYC + L * 2.078 * YSCL, AXC - L * 2.4 * XSCL, AYC).Select
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(CXC + L * 2.4 * XSCL, CYC, BXC + L * 1.2 * XSCL, BYC + L * 2.078 * YSCL).Select
    Next L
    For L = 0 To 100 Step LineStep 'キ- (菱形) 図の描画 -----
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(X1K + (X2K - X1K) * L * 0.01, Y1K + (Y2K - Y1K) * L * 0.01,
        X4K + (X3K - X4K) * L * 0.01, Y4K + (Y3K - Y4K) * L * 0.01).Select '前行から続く ( _ が継続行の記号)
        ActiveSheet.Shapes.AddLine(X1K + (X4K - X1K) * L * 0.01, Y1K + (Y4K - Y1K) * L * 0.01,
        X2K + (X3K - X2K) * L * 0.01, Y2K + (Y3K - Y2K) * L * 0.01).Select '前行から続く ( _ が継続行の記号)
    Next L
End Sub

```

第6図 キー図(第8図)の3図の枠線作成のためにVisual Basic Editorに書き込んだVBAプログラム(ソースコード)(例題 3(1/3)).

```

Sub Piper_Dia_Data(      'キー図 (Piper Diagram) を作成するプログラム (試料点のプロット)

Dim SNO(1000) As Double:   Dim TEMP(1000) As Double:   Dim PH(1000) As Double
Dim NCL(1000) As Double:  Dim NSO4(1000) As Double:  Dim NSCO2(1000) As Double
Dim NNAK(1000) As Double: Dim NCA(1000) As Double:   Dim NMG(1000) As Double
Dim ANI3(1000) As Double: Dim CAT3(1000) As Double
Dim XX3(3, 1000) As Long: Dim YY3(3, 1000) As Long

Worksheets("sheet1").Select:   NoSample = 1000      '1. Sheet1からデータの読み込み =====
For K = 1 To NoSample
    SNO(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 1).Value      '試料番号
    TEMP(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 5).Value     'Temp
    PH(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 6).Value       'PH
    NCL(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 7).Value / 35.5 'CL (mg/L => meq/L)
    NSO4(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 8).Value / 96.1 * 2 'SO4
    NSCO2(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 9).Value / 81 + 0 / 60! * 2 'Total CO2
    ANI3(K) = NCL(K) + NSO4(K) + NSCO2(K):          'If (ANI3(K) <= 0) Then GoTo 888      'トラブル予防処理
    NCL(K) = NCL(K) / ANI3(K) * 100                 'CL meq/L %
    NSO4(K) = NSO4(K) / ANI3(K) * 100               'SO4 meq/L %
    NSCO2(K) = NSCO2(K) / ANI3(K) * 100            'SC02 meq/L %
    NNAK(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 10).Value / 23! + ActiveSheet.Cells(K + 4, 11).Value / 39.1 'NA+K
    NCA(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 12).Value / 40.1 * 2 'CA
    NMG(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 13).Value / 24.3 * 2 'MG
    CAT3(K) = NNAK(K) + NCA(K) + NMG(K):           'If (CAT3(K) <= 0) Then GoTo 888      'トラブル予防処理
    NNAK(K) = NNAK(K) / CAT3(K) * 100              'NA+K meq/L %
    NCA(K) = NCA(K) / CAT3(K) * 100                'CA meq/L %
    NMG(K) = NMG(K) / CAT3(K) * 100                'MG meq/L %
888
Next K

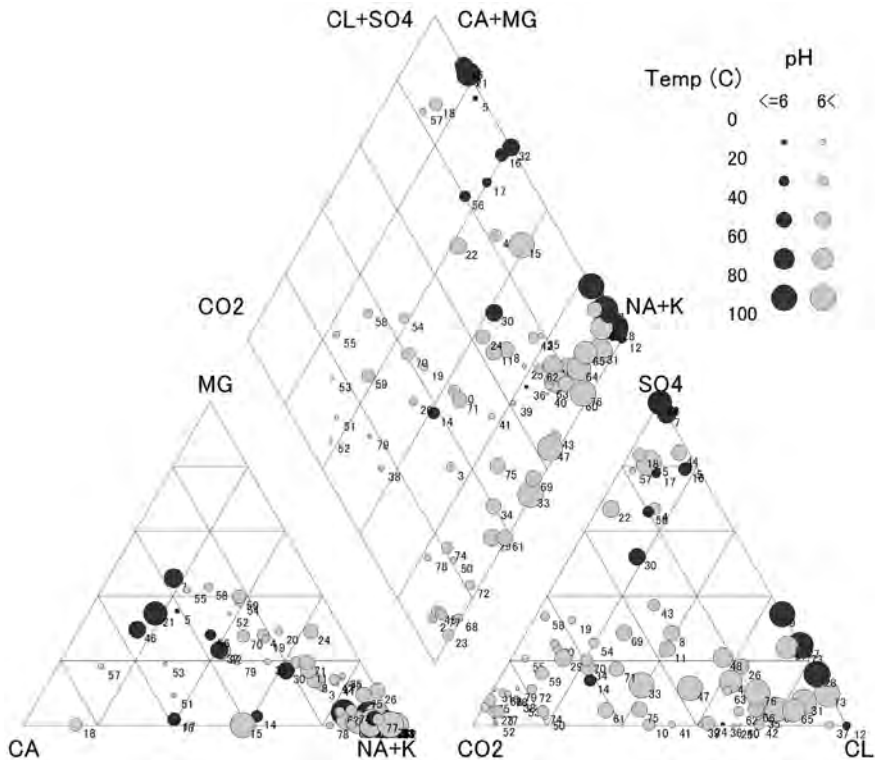
Worksheets("sheet2").Select:   ActiveWindow.Zoom = 25      '2. Sheet2に描画 (拡大率 25%) =====
XSCAL = 3#:                    YSCAL = XSCAL * 1#          'X, Y 描画スケール -----
CXA = (330 + 120 * 1.2 - 120) * XSCAL:   CXC = (330 - 120 * 1.2 - 120) * XSCAL
CYA = (207.84 + 280) * YSCAL:            CYC = (207.84 + 280) * YSCAL
XK0 = 330 * XSCAL:                    YK0 = (280 - 40) * YSCAL
X1K = 120 * XSCAL + XK0:   X2K = 0 * XSCAL + XK0:       X3K = -120 * XSCAL + XK0:   X4K = 0 * XSCAL + XK0
Y1K = 0 * YSCAL + YK0:   Y2K = -207.84 * YSCAL + YK0: Y3K = 0 * YSCAL + YK0:   Y4K = 207.84 * YSCAL + YK0

For K = 1 To NoSample
    If (ANI3(K) <= 0) Then GoTo 999:                'If (CAT3(K) <= 0) Then GoTo 999      'トラブル予防処理
    DX = NCL(K) / 100 * 240                         'CL=SO4-SC02 (陰イオン三角)図へプロットのための計算 -----
    DY = -NSO4(K) / 100 * 207.84
    XX3(1, K) = (-DY / 1.732 + DX) * XSCAL + CXA
    YY3(1, K) = DY * YSCAL + CYA
    DX = NNAK(K) / 100 * 240                         'NA+K-CA-MG (陽イオン三角)図へプロットのための計算 -----
    DY = -NMG(K) / 100 * 207.84
    XX3(2, K) = (-DY / 1.732 + DX) * XSCAL + CXC
    YY3(2, K) = DY * YSCAL + CYC
    DX = NSCO2(K) / 100 * (X1K - X4K)                'キー (菱形) 図へプロットのための計算 -----
    DY = (NCA(K) + NMG(K)) / 100 * (Y1K - Y2K)
    EX = DY / 1.732
    EY = DX * 1.732
    XX3(3, K) = X1K - DX - EX
    YY3(3, K) = Y1K - DY + EY
    For KK = 1 To 3
        '各つの図へのデータのプロット (記号の大きさは温度, 色はpHに対応) -----
        RR = TEMP(K) * 0.5
        ActiveSheet.Shapes.AddShape(msoShapeOval, XX3(KK, K) - RR * 0.5, YY3(KK, K) - RR * 0.5, RR, RR).Select
        If (PH(K) <= 0) Then Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.RGB = RGB(127, 127, 127)
        If (PH(K) > 0) Then Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.RGB = RGB(50, 50, 50)
        If (PH(K) > 6) Then Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.RGB = RGB(200, 200, 200)
        'プロットデータへの試料番号の添付 -----
        ActiveSheet.Shapes.AddTextbox(msoTextOrientationHorizontal, XX3(KK, K) + 10, YY3(KK, K),
            100, 50).Select
        Selection.ShapeRange.Line.Visible = msoFalse:   Selection.ShapeRange.Fill.Transparency = 1#
        Selection.Characters.Text = SNO(K)
        With Selection.Characters(Start:=1, Length:=4).Font
            .Name = "MS_Pゴシック"
            .FontStyle = "標準"
            .Size = 24
        End With
    Next KK
999
Next K

End Sub

```

第7図 キー図 (第8図) の3図のデータプロットのために Visual Basic Editor に書き込んだ VBA プログラム (ソースコード) (例題3 (2/3)).



第8図 第6図・第7図のVBAプログラムの連続実行によってExcelのシート上に作成した「大分」地域の温泉化学データのキー図(例題3(3/3))。凡例は、別のVBAプログラムにより作成し、画像処理ソフトを利用して重畳化した、詳しくは本文参照。

キー図を、2.の場合と同様にコピーし画像処理ソフトに貼付け調整を加えて第8図に示す。なお、第8図には凡例が示されているが、それを作成するVBAプログラム(Piper_Dia_Legend)については本説では省略した。

他の地域の水化学データをsheet1の簡易フォーマットに入れることによって、同様のキー図を作成することが可能である。また、2つのプログラムのコードに手を加えることにより、様々な改良が可能となる。なお、作成図のコピーや削除には、第3図のプログラムの最後の部分を利用すればよい。

3.2 ヘキサ図の作成(例題4)

本図は、試料水の主要溶存成分(陰・陽イオン)の濃度を六角形で表現するものである。多数の試料水のヘキサ図を地図上に表示することによって、試料間の化学的-成因的な関係を空間的に分かり易く見ることができる。今回、地質調査総合センター(2007)の

3.2.7 Stiff_Mapフォルダ中のVB6によるソースプログラム(Stiff_Map.vbpなど)を参考に、Excel VBAによる簡易プログラムを作成した。

まず、新規Excelブック(ファイル名: VBA_Stiff_Dia_Test.xls)のsheet1に、3.1で作成したsheet1全体(20万分の1地勢図「大分」地域の温泉水試料データ一式)をコピー&ペーストした。同ブックのsheet2内に、VBAプログラムによって各試料のヘキサ図を地域範囲の白地図上に作図した。

プログラムは、Stiff_Mapという名称にした(第9図)。作業の流れや作図パラメータなどは、第9図の日本語注釈部分に示されている。作成された枠線のみの白地図(経度-緯度の直交座標系)の大きさは、概略的に72dpiで20万分の1地勢図に重なるように調整されている。プログラムの簡単な修正でヘキサ図の大きさ・色調の調整、温泉地名の削除のほか、地図の範囲・縮尺の指定などが可能となっている。

プログラムの実行によって作成したヘキサ図を、2.

```

Sub Stiff_Map_Dia()      '地図枠中にヘキサ図 (Stiff Diagram) を描くプログラム

Dim NName(1000) As String: Dim TEMP(1000) As Double: Dim PH(1000) As Double
Dim NCL(1000) As Double: Dim NSO4(1000) As Double: Dim NSCO2(1000) As Double
Dim NNAK(1000) As Double: Dim NCA(1000) As Double: Dim NMG(1000) As Double
Dim ANI3(1000) As Double: Dim CAT3(1000) As Double
Dim XLon(1000) As Double: Dim XLat(1000) As Double
Dim XX(10, 1000) As Integer: Dim YY(10, 1000) As Integer

Worksheets("sheet1").Select: NoSample = 1000 '1. Sheet1からデータの読み込み =====
For K = 1 To NoSample
    NName(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 2).Value '温泉地名
    XLon(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 3).Value '経度
    XLat(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 4).Value '緯度
    TEMP(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 5).Value 'Temp
    PH(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 6).Value 'PH
    NCL(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 7).Value / 35.5 'CL (mg/L -> meq/L)
    NSO4(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 8).Value / 96.1 * 2 'SO4
    NSCO2(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 9).Value / 81# + 0 / 60! * 2 'Total CO2
    NNAK(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 10).Value / 23# + ActiveSheet.Cells(K + 4, 11).Value / 39.1 'NA+K
    NCA(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 12).Value / 40.1 * 2 'CA
    NMG(K) = ActiveSheet.Cells(K + 4, 13).Value / 24.3 * 2 'MG
    ANI3(K) = NCL(K) + NSO4(K) + NSCO2(K): CAT3(K) = NNAK(K) + NCA(K) + NMG(K)
Next K

Worksheets("sheet2").Select: ActiveWindow.Zoom = 50 '25 '2. Sheet2に描画 (拡大率 50%) =====
XSCL = 995#: '地図縮尺調整 (国土地理院の1/200,000地形図に合わせる (72 dpi))
YSCL = XSCL * 1.22 '経線長 / 緯線長比の調整 (緯度35.Nで1.22)
Lon0 = 131#: DLon = 1# '描画地図の経度範囲 (左辺と右辺 - 左辺間; 度表示)
Lat0 = 32.6667: DLat = 0.6667 '描画地図の緯度範囲 (下辺と上端 - 下辺間; 度表示)
X0 = 100 '表上の地図枠線の左位置 (ポイント)
Y0 = 1000 '表上の地図枠線の下位置 (ポイント) (注意: XSCL, YSCL, DLatの増大によって調整が必要)
dx = 1 'ヘキサ図のXスケールパラメータ
dy = 25 'ヘキサ図のYスケールパラメータ

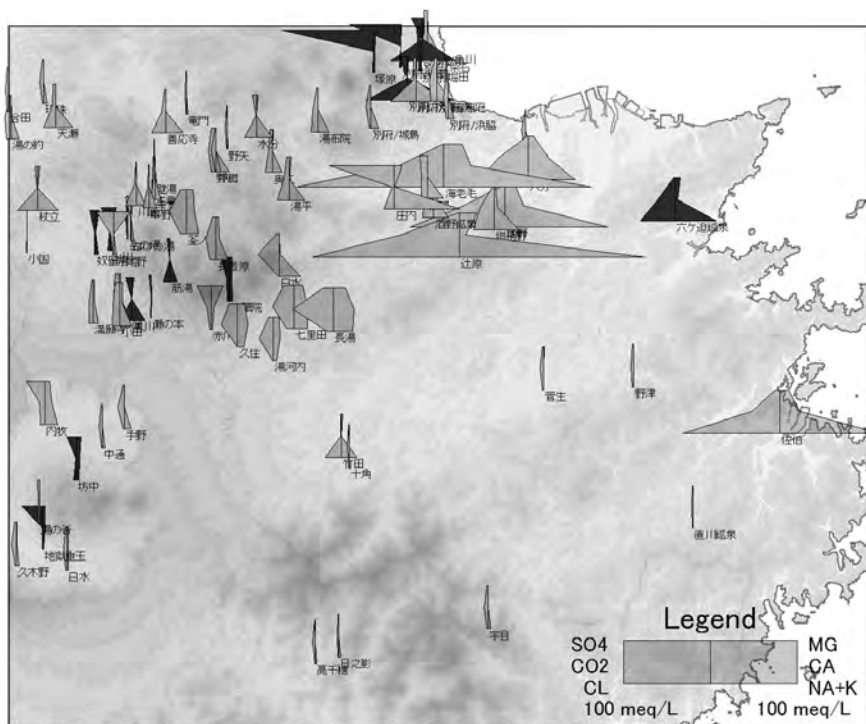
With ActiveSheet.Shapes.BuildFreeform(msoEditingCorner, X0, Y0) '地図枠線の描画 -----
    .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, X0 + Int(DLon * XSCL), Y0
    .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, X0 + Int(DLon * XSCL), Y0 - Int(DLat * YSCL)
    .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, X0, Y0 - Int(DLat * YSCL)
    .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, X0, Y0
    .ConvertToShape.Select
End With

For K = 1 To NoSample '各試料のヘキサ図の描画と温泉地名の添付 -----
    If (ANI3(K) <= 0) Then GoTo 999: If (CAT3(K) <= 0) Then GoTo 999 'トラブル予防処理
    XX(1, K) = Int((XLon(K) - Lon0) * XSCL) + X0: YY(1, K) = -Int((XLat(K) - Lat0) * YSCL) + Y0
    XX(2, K) = Int(XX(1, K) - NSO4(K) * dx): YY(2, K) = Int(YY(1, K) - 1 * dy)
    XX(3, K) = Int(XX(1, K) - NSCO2(K) * dx): YY(3, K) = Int(YY(1, K) + 0 * dy)
    XX(4, K) = Int(XX(1, K) - NCL(K) * dx): YY(4, K) = Int(YY(1, K) + 1 * dy)
    XX(5, K) = Int(XX(1, K) + NNAK(K) * dx): YY(5, K) = Int(YY(1, K) + 1 * dy)
    XX(6, K) = Int(XX(1, K) + NMG(K) * dx): YY(6, K) = Int(YY(1, K) + 0 * dy)
    XX(7, K) = Int(XX(1, K) + NCA(K) * dx): YY(7, K) = Int(YY(1, K) - 1 * dy)
    With ActiveSheet.Shapes.BuildFreeform(msoEditingCorner, XX(2, K), YY(2, K))
        .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, XX(3, K), YY(3, K)
        .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, XX(4, K), YY(4, K)
        .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, XX(5, K), YY(5, K)
        .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, XX(6, K), YY(6, K)
        .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, XX(7, K), YY(7, K)
        .AddNodes msoSegmentLine, msoEditingAuto, XX(2, K), YY(2, K)
        .ConvertToShape.Select
    End With
    If (PH(K) <= 0) Then Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.RGB = RGB(127, 127, 127)
    If (PH(K) > 0) Then Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.RGB = RGB(50, 50, 50)
    If (PH(K) > 6) Then Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.RGB = RGB(200, 200, 200)
    Selection.ShapeRange.Fill.Solid
    ActiveSheet.Shapes.AddLine(XX(1, K), YY(1, K) - 1 * dy, XX(1, K), YY(1, K) + 1 * dy).Select
    ActiveSheet.Shapes.AddTextbox(msoTextOrientationHorizontal, XX(1, K), YY(1, K) + 1 * dy,
        200, 20).Select '前行から続く ( _ が継続行の記号)
    Selection.ShapeRange.Line.Visible = msoFalse: Selection.ShapeRange.Fill.Transparency = 1#
    Selection.Characters.Text = NName(K)
    With Selection.Characters(Start:=1, Length:=8).Font
        .Name = "MS_Pゴシック"
        .FontStyle = "標準"
        .Size = 12
    End With
999
Next K

End Sub

```

第9図 ヘキサ図 (第10図; 地図上表示) の作成のためにVisual Basic Editorに書き込んだVBAプログラム(ソースコード) (例題4(1/2)).



第10図 第9図のVBAプログラムの実行によってExcelのシート上に作成した「大分」地域の温泉化学データのヘキサ図(例題4(2/2)). 凡例(濃灰色の試料は $\text{pH} \leq 6$, 薄灰色の試料は $\text{pH} > 6$)は, 別のVBAプログラムにより作成し, 画像処理ソフトを利用して地形図と重合化した, 詳しくは本文参照.

の場合と同様にコピーし画像処理ソフトに貼付けて調整したものを第10図に示す. 第10図には, 地質調査総合センター(2007)からコピーした「大分」地域の地形図画像(Elev50_Map+L_Oita.jpg; 経度-緯度直交座標系による)を重合した. なお, 第10図には凡例が示されているが, それを作成するVBAプログラム(Stiff_Dia_Legend)については本説では省略した.

他の地域の水化学データを, sheet1の簡易フォーマットに入れることによって, 同様のヘキサ図を作成することが可能である. プログラムのコードに手を加えることによって, 様々な調整・改良が可能となる. なお, 作成図のコピーや削除には, 第3図のプログラムの最後の部分を利用すればよい.

4. おわりに

本説では, 電子地球科学情報を利用した地熱資源の評価の研究の一環として行ったExcel VBAを利用

したデータ処理手法の検討について, その一部の概要を出来るだけ分かり易く紹介した. 本説が, 水化学分野の簡易的なデータ処理に利用頂ければ幸いである. さらに, 本説の「オープンソース」プログラムが, 他の地球科学分野におけるExcel VBAを利用したプログラム作成にも参考となれば幸いである.

プログラミングは, 数学-科学(算数-理科)の教育においても, 論理的な思考能力を高めるとともに, モデル化-数値シミュレーションを通じて現象をよりよく理解する目的で有効性が高い. しかし, 2000年以降の情報技術の高度化と商業化の中でプログラミング環境が激変し, 逆にプログラミング(HTMLによるWWWホームページの作成などを除く)の愛好者が減少していることは残念である(従来専門~日曜プログラマー向けの月刊誌の多くが, 休刊・廃刊に至っている). 本説が, 教育的な分野でも貢献の機会があれば幸いである.

Excelについては, 前述したように長所があり普及

度が高く、さらに最新版 (Windows 版の Excel 2007 と Mac OS X 版の Excel 2008) では、より大規模なデータ処理が可能となった (行列の制約が従来の最大 256 列×65,536 行から約 16,000 列×約 1,000,000 行へ拡大)。しかし、Excel VBA については以下のような問題点があり注意を要する。

(1) Excel VBA は「オブジェクト指向」が進んでおり (従ってクラス、メンバー、プロパティ、メソッドなどの概念と実装が複雑で)、初心者にはプログラム作成が必ずしも容易でない。このため、適切な教科書 (例えば、草薙・青山 (2000)) を用いた基礎的な学習が必要である。

(2) Excel VBA は表計算ソフトに付随する開発環境であり、独立したプログラム開発言語-環境に比較して自由度、演算速度などに制約がある。特に、大規模なプログラムの作成-利用では、問題の発生が危惧される。

(3) Excel には様々なバージョンがあり、バージョンによって VBA の仕様も一部異なる (基本的な部分については継承性がある)。また、文法に沿った VBA プログラムでも、基本ソフトやハードウェア環境によって不可解な挙動を示す場合が認められる。

(4) Excel VBA (特に新しいバージョン) の公式な詳細リファレンスの入手が困難である。Excel VBA について出版物、WWW のサイトなどで情報は多いが、必要な点を調べるには時間を要する。

(5) Excel VBA は Microsoft 社独自の製品である。このため、将来的に大きな仕様変更などの可能性 (VB6 から Visual Basic.NET 環境への変化と同様) がある。上述したように現状では、Mac OS X 用の最新版の Excel 2008 では VBA が使用できない (今後のバージョンで復活するような情報あり)。

(6) Excel VBA は非常に強力な (潜在) 能力を持っており、基本ソフトや他のアプリケーションソフトの操作も可能となっている。このため、悪意のある Excel フ

ァイルの作成も可能で、被害者のみならず加害者となる可能性があることに注意する必要がある (このセキュリティの問題については、Excel のバージョンによって取られている対策仕様が異なっており、利用者は確認を要する)。

謝辞: 本説の原稿について、地圏資源環境研究部門・地熱資源研究グループの佐々木宗建氏から貴重なコメントを頂いた。記して感謝します。

文 献

- 地質調査総合センター (2002): 東北・九州地熱資源図 (CD-ROM 版)。数値地質図, GT-1.
- 地質調査総合センター (2007): 九州-大分-豊肥地域の地熱データ処理集「地理情報システム (GIS) を利用した地熱資源の評価の研究 (2001-2005 年度)」のまとめと簡易統合的処理データ・プログラム集 (CD-ROM)。数値地質図, GT-3.
- C&R 研究所 (2005a・2005b): Excel VBA ゲーム大作戦 1・2 (各 CD-ROM 付)。エクスメディア, 288p・195p.
- 岩井 裕・大村高弘・小林健一・富村寿夫・羽田光明・平澤茂樹・吉田英生 (2005): エクセルとマウスでできる熱流体のシミュレーション (CD-ROM 付)。丸善, 149p.
- 草薙信照・青山千彰 (2000): Excel VBA による Windows プログラミング。サイエンス社, 240p.
- 大庭敦子・常見美保 (2007): Excel VBA 逆引き大全 600 の極意。秀和システム, 790p.
- 茂野 博 (2004): 地熱流体化学データの簡易データベース化と統合解析-GIS を利用した地熱資源評価研究の一環として「豊肥」地域を例に。地質ニュース, no.594, 58-69.
- 白田昭司・伊藤 敏・井上祥史 (2003): Excel で学ぶ理工系シミュレーション入門 (CD-ROM 付)。CQ 出版社, 183p.

付記: 本説で紹介した VBA プログラムを含む Excel ファイル群を、今後電子公開化の予定です。関心のある方は、WWW ホームページ (<http://staff/aist.go.jp/hiroshi-shigeno/>) をご覧下さい。

SHIGENO Hiroshi (2008): Processing earth-sciences data using Excel VBA in an "open source" manner: (1) A case study on making diagrams for water chemistry data.

<受付: 2008年6月20日>