

表計算ソフトの基礎知識にたいする 一教材とその実践

清水道夫*

One Teaching Material for the Basic Knowledge of Spread Sheet and Practice of It.

Michio SHIMIZU*

Abstract: This paper presents a teaching material for the education of computer literacy, which we devised, carried into practice and evaluated. We developed an instructional technique of showing fundamental process by using the logical function. By putting this scheme into practice we studied the thinking process of the learners and evaluated our method. Our method turned out to be effective in teaching computer literacy as well as in making it clearer than ever what kinds of problems the learners had and what kinds of mistakes they were liable to make.

Key words: Spread Sheet, Teaching Material, Basic Knowledge, Logical Expression, Computer Literacy

1 はじめに

パソコン・ソフトの充実とともに、道具としての表計算の重要性はますます高まってきている。我々は、短期大学において数年にわたる表計算ソフトの演習を行ってきた(文献1)が、文科系の女子短大生にたいしては、操作法を中心とした演習では、習得レベルがなかなか高まらない悩みがある。そこで、表計算を習得する上での困難なことがらを探ったところ、それは学習者側の問題とソフト自体の使い勝手の問題に分れることがわか

った(文献2, 3)。ソフト自体の問題とは、たとえば印刷の使いにくさなどが上げられ、これは、MS-DOSからウィンドウズに移行することで、かなりの部分が解決された。しかし、学習者側の問題として、たとえば、式や関数の表現力の不足などがあり、これはソフトが相当改良されても依然として解決できない問題である。

そこで、表計算に必要な基礎知識および論理的表現に関するある教材を作成した。これは、表計算の演習と平行してそれに必要な基礎知識を学ぶとともに、初学者が新しいことがらにたいしてどのように理解し回答するかを詳しく調べるものである。1994年度の情報教育の授業の中で、一連の設問にたいする紙上での調査を行い、その解答な

*〒380 長野市三輪8-49-7 長野県短期大学

*Nagano Prefectural College, 49-7 Miwa 8-chome, Nagano 380, Japan.

いしは回答からさまざまな情報を得た。これらの情報は、教養学科におけるリテラシー教育のありかたを再考する基礎資料になるものである。

2 教材と授業の基本設計

パソコン・リテラシーの演習をサポートする教材を作成するにあたり、次の5つのことがらを考慮した。

- (1) 初学者を対象とする
- (2) コンピュータ・ソフトの基礎知識を多く含む
- (3) 論理的な表現の自由度が高い
- (4) 表計算上で実践的な意味を持つ
- (5) 基礎から応用に至る一連のストーリーを持つ

以上の条件を満たすものとして、表計算でよく用いられる論理関数@IFのバリエーションを扱うことにした。その教材は、

STEP 1：基礎問題

STEP 2：入れ子表現

STEP 3：応用問題

の3段階からなり、あとで詳しく見るようにそれぞれがつながりを持っている。

これを、講義科目である情報基礎理論（教養学科1年後期、必修）のなかで扱う。授業はFig. 1のように6週にわたって行われる。関連事項の事前の説明は、STEP 1に必要な知識についてのみ行い、STEP 2とSTEP 3では、前段階での知識および理解をもとに紙上の設問に対して回答させる。ただし、段階ごとに、回答結果をふまえて正答の確認または復習を十分に行う。

3 基礎問題

これに関する授業は、第1週と第2週に行った。

第1週：

- (1) 基礎知識の説明
- (2) 設問1にたいする回答
- (3) 理解度の自己評価
- (4) 質問の欄にわからないことがらを書く

第2週：

- (5) 設問2にたいする回答
- (6) 設問1と設問2の正答を示す

3.1 基礎知識

本教材の基礎知識は、データ、式、@IFの3つに大きく分けられる。関連する主な項目を以下に示すが、これらは、表計算に限らず、コンピュータ・ソフトの基礎知識とも呼べるものである。

- ・データ：セル番地、数値、文字列、式、空、接頭辞
- ・式：算術式、論理式、文字列式、比較演算子、論理演算子、演算子の優先順位
- ・@IF：書式、条件（論理式）、引数

表計算の基礎知識として第1に重要なものは、データの種類を区別できることである。表計算の演習に入る時点までに日本語ワープロは習得しているが、データはテキストデータだけを対象としていた。表計算では、セル番地、数値、文字列、

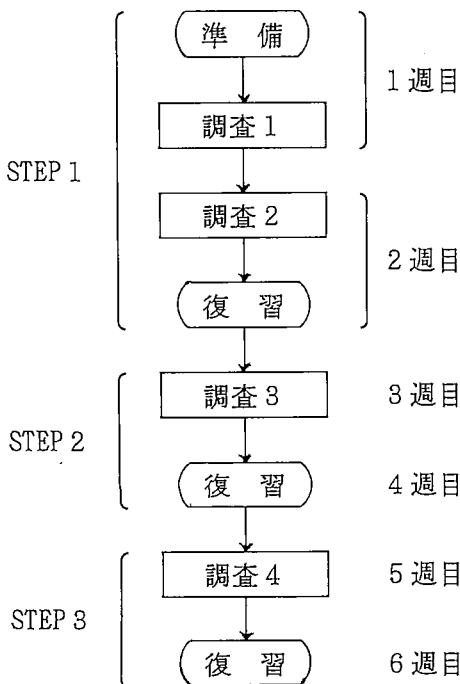


Fig. 1. Flow Chart

式などのデータによって扱いの異なること、そして、コンピュータは、データの先頭の文字によって種類を区別することを理解する必要がある。

式には、算術式、論理式、文字列式があるが、ここでとくに問題になるのは、論理式である。論理が真か偽か、論理演算子 (AND や OR) など、@IF の条件を表現するのに使われる。式の中では、文字列をデータとして扱うとき、" " で囲むこと、長さ 0 の文字列は空であることなどに注意する。

論理関数 @IF はあらかじめ組み込まれている @関数のひとつで、その書式は、@IF (条件、引数 1、引数 2) である。二者択一の判断をするもので、条件が真のとき引数 1 を出力し、偽のとき引数 2 を出力する。条件は論理式そのものであり、条件、引数ともに表現の自由度が大きく、多くの構成要素を組み込むことができる。そして、実際に @SUM 関数と並んで最も多く利用されている関数である (文献 6)。したがって、基礎知識を統合的に最大限実現できるモデルとして、@IF を取り上げた。

3.2 授業と調査結果

第 1 週には、まず上記基礎知識の内容を B 4 用紙 2 枚程度にまとめた解説書を各学生に配布した。そして、60 分ほどかけて一通り説明した。つぎに、「設問 1」、「3 段階評価」、「質問のための空欄」の 3 部からなる調査用紙を配布し、解説書を見ながら 30 分ほどで解答ないしは回答をしてもらう。紙面の都合で調査用紙の全てを具体的に示すことはできないが、その概略を説明する。

設問 1 は、式を与えてその結果を問うものである。たとえば、

@IF(A2>=29# AND # A3>60, 1, "")

のような式を、20 問提示して、その出力結果を書いてもらう。設問 1 には、上記の基礎知識をすべて盛り込んでいるわけではないが、前年度 (1993 年) の予備調査 (文献 4、5) によって、間違え

やすいことがらとして抽出されたもの (空、セル番地、数字と数値の区別など) をランダムに含むように配慮してある。

設問 1 の回答から、およその理解の様子は読みとれるが、それを集計して正答率から理解度を評価したり、間違いの要因を特定するのは無理がある。それは、@IF が二者択一であるから、どちらの引数を書いたとしても正答率は $1/2$ であることや、一つの式は、演算子や、データなどいくつかの要素が組み合わせられてできていること、などによる。

そこでつぎに、基礎知識の中で設問 1 で扱ったことがらにたいする理解の程度を、3 段階で自己評価してもらった。Fig. 2 は、基礎知識の構成要素とそれに対する理解の評価を集計したものである。回答者は 41 名 (クラス 44 名中 3 名欠席) である。この時点ではせいぜい 3 段階の評価が適当と思われる。これをみると、要素別の差が大きいことがわかる。とくに、演算子の意味はわかるが、@IF の書式はわかりづらいことを示している。

質問の欄には、その日の一連の授業および調査で、わからないこと、もしくは、あいまいのことを書いてもらった。質問数の多いものから 5 つ書くと、

1. データの区別
2. @IF の意味
3. @IF の引数
4. 空の扱い
5. 文字の演算

であり、予備調査 (文献 4、5) の結果ともほぼ同じであった。またそれらは、3 段階評価の結果から推測されることがらともおおむね一致している。なお、@IF をどんなときに何のために使うのかという質問が多かったが、つぎのような留意すべき質問もあった。

・文字列には ' なる接頭辞をつければいいのに、

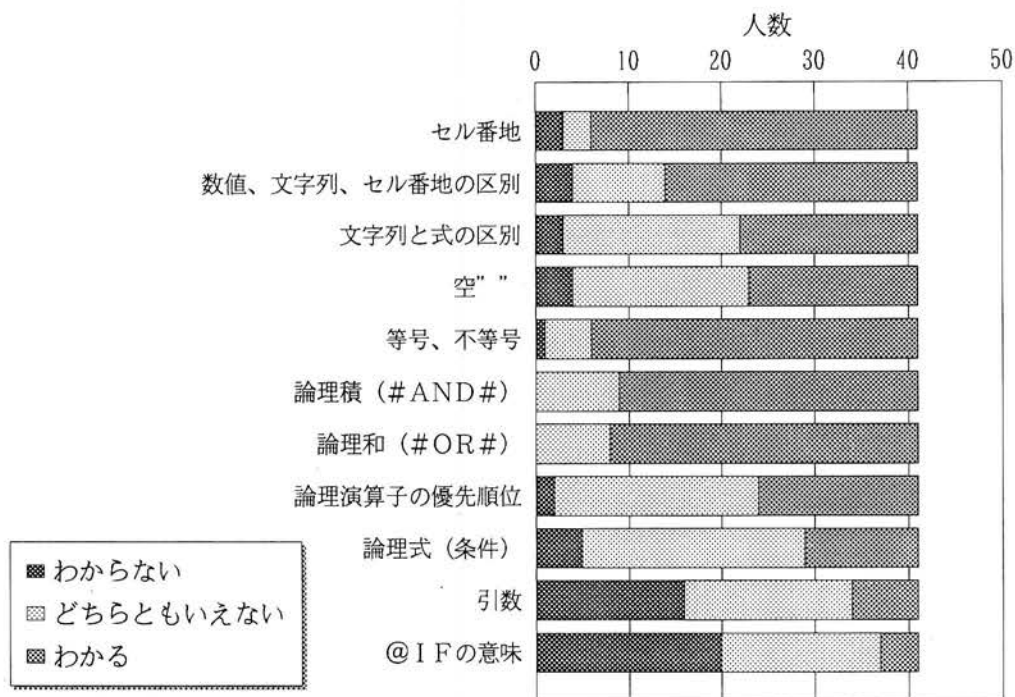


Fig. 2. Understanding-Evaluation for Basic Knowledge

式の中で” ”で囲むのはなぜか。

- @IF は式か文字列か。@をつけるのはなぜか。
- 算術式で文字列を加えると0が加えられるのに、文字同士を比較すると0と0を比較しても同じにならないのはなぜか。

第2週は、与えられた文を式で表現する設問を提示した。たとえば、「A2とA3の合計が100以上であれば合格と出力し、そうでなければ不合格と出力する」のような文を16問与えて、それを式で表現させる。これは、基礎知識をさらに確かなものにすることをねらっている。回答者数42のうち、全問正答の者は21名であった。そのあと、設問1と設問2の正答を示し、質問事項にたいする説明を行った。

4 入れ子表現

これに関する授業は第3週と第4週に行った。第3週：調査用紙を配布し、回答させる

第4週：回答結果をふまえて正答を示す

4.1 調査用紙

@IFの入れ子表現とは、引数に@IF自身が組み込まれているもので、ある種の再帰表現といえる。@IFは基本的に二者択一であるため、3つ以上の場合分けを1つの式で表すには、入れ子表現が必要になる。Fig. 3に入れ子表現に関する調査用紙を示す。この調査の目的は、@IFを一通り学習した初学者が、入れ子表現にはじめて出会ったとき、それをどう理解し、どう発展させるかを調べることにある。

設問の[1]と[2]は、3通りに場合分けする問題である。[1]は式からことばに変換し、[2]はことばから式に変換する。両者を比較することで、解答のヒントが得られるようにくふうしてある。設問の[3]は、4通りに場合分けする問題であり、ことばから式に変換するだけであるが、[1]と[2]から発展させられるかどうか

- 【1】データがセルのA 1からA 9にあるとき、つぎの式を【2】のようなことばになおし、式の結果を書く。
 なおA 2はレポートの点数で0から50までの値をとり、
 A 3は試験の点数で0から100までの値をとる。
 (1) @IF(A3>=60, @IF(A3>=80, "優", "良", "不可")
 (2) (1)の出力結果
 (3) @IF(A2+A3<75, @IF(A3<=60, A5, A4), A4)
 (4) (2)の出力結果

A	
1	
2	26
3	72
4	合格
5	不合格
6	優
7	良
8	可
9	不可

- 【2】次の文を論理関数@IFを用いて表現せよ。
 「A 3が50点以下のとき不合格, 51点から75点を良, 76
 点以上を優と出力する」
 (5) 最初に50点と比較する式を書く
 (6) 最初に75点と比較する式を書く

- 【3】次の文を論理関数@IFを用いて表現せよ。
 「A 3が50点以下のときA 9, 51点から60点はA 8, 61
 点から80点はA 7, 81点以上はA 6を出力する」
 (7) 最初に50点と比較する式を書く
 (8) 最初に60点と比較する式を書く
 (9) 最初に80点と比較する式を書く

Fig. 3. Questionnaire for Nested Expressions

かを見ている。

一般に、@ I Fの出力をn通りに場合分けするとき、入れ子表現が何通りあるかを考えてみると、括弧の構造の違いを考えたとき b_{n-1} 通りあり(文献7)、演算子の向きの違い(<か>=かまたは<=か>か)を考えたとき 2^{n-1} 通りある。ここに、 b_{n-1} はカタラン数と呼ばれ、 $b_n = \frac{2n}{n+1} C_n$ である。したがって、 $n=3$ と $n=4$ にたいしては、括弧の構造の違いによってそれぞれ2通りと5通りあり、演算子の向きによってそれぞれ4通りと8通りある。したがって、解答の種類がこれだけあることに注意する。

4.2 調査結果

この調査の回答者は42名で、回答時間は45分であった。STEP 1で配布した資料を見ながら回答する。調査結果を正答数で示し(Fig. 4), 回答の主な特徴を考察する。ここでは、わずかなミスは誤答に含めないことにする。

・(1)と(3)は同様の問題であるが、正答数には差がみられる。(1)と(3)の違いは、(3)の条件に算術式があり、2つのセルの内容を参照すること、引数がセル番地であること、3通りに場合分けしているが出力は2通りであること、の3点である。なお、(4)にセル番地をそのまま書いた者が数名いた。

・3通りの場合分けの(5)と(6)に比べて、4通りの場合分けの(7), (8), (9)の正答数は少ないが、42名中18名が正答したことはむしろ驚きである。(7)の正答者と(9)の正答者はまったく同一で、(8)の正答者はそれとは2名だけ異なっていた。(7)と(9)の括弧の構造は3重になるが、(8)は2重になる。

・(3)と(4)を別にすれば、(2), (1), (5), (6), (7), (8), (9)の順序を考えたとき、正答についてはそれぞれの順序性係数(文献8)が1に非常に近い。つまり、(1)を正答している者は、(2)を正答しており、(5)を正答している者は、(1)を正答している。

・全問正答の者は14名で、解答総数378(42名×

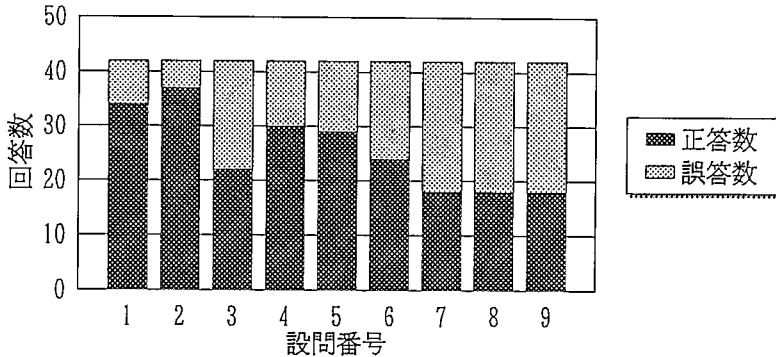


Fig. 4. Results of Examination

9問)のうち、正答総数は230(60.8%)で、誤答総数は148(39.2%)であった。

5 応用問題

これに関する授業は第5週と第6週に行った。

第5週：調査用紙を配布し、回答する

第6週：回答結果をふまえて正答を示す

5.1 調査用紙

Fig. 5は@IFの応用問題の調査用紙である。レポートと試験の点数の合計から成績をつけ、成績の評価ごとに人数をカウントするという、実際的な処理モデルを扱っている。データはB列とC列にあり、セルのD2からI19およびJ列の奇数行(1を除く)には、集計のための式が書き込まれている。設問は、E列からI列に書き込まれている式を問うものであり、今までの学習に基づき、実際的な場面でどのような解答をするかを見ている。とくに、E列は、STEP2の入れ子表現の応用である。なお、授業では、D列とJ列に書き込まれている@SUMの表現も問うているが、ここでは問題にしない。

5.2 調査結果

この調査の回答者は40名であった。Fig. 6は回答のパターンを分類したものである。セルのF2とI2の式は同型であり、G2とH2も同型である。このように、同型の式を区別する必要がな

いと判断されたので、E2とF2とG2の3式だけを評価する。そして、各式ごとに正答○と誤答×とその中間△の3通りに評価している。中間とは、わずかなミスをおかした場合をいう。

図の①から⑦は、以下に示すような正答のパターンである。

- ①@IF(D2<=65,"不可",@IF(D2<=85,"可",@IF(D2<=100,"良","優")))
- ②@IF(D2<=65,I1,@IF(D2<=85,H1,@IF(D2<=100,G1,F1)))
- ③@IF(E2="優",1,"")
- ④@IF(D2>=100,1,"")
- ⑤@IF(E2="良",1,"")
- ⑥@IF(D2>=86,@IF(D2<=100,1,""),")")
- ⑦@IF(D2>=86#AND#D2<=100,1,"")

正答の主な特徴を検討する。

- ・セルE2では4通りの場合分けをしているから、セルF2の式は、それを利用した③が望ましいと思われるが、④のようにD2の内容で判定する解答も多かった。

- ・セルG2の式も、⑤が自然な発想に思えるが、D2を用いた者の方が多く、そのとき、⑥のように入れ子表現にした者と、⑦のように論理和ANDを用いた者に分かれた。引数の場合分けは2通りであるから、入れ子表現にする必要はなく、⑥よりも⑦がベターであると思われる。⑥では、

下記の表は、ある科目の成績をつけるための成績表です。受講者は18名で、レポートと試験の合計で成績をつけます。65点以下を不可、66点から85点を可、86点から100点を良、101点以上を優とし、成績ごとの総数を集計しています。@IFを使って、5個のセルE2、F2、G2、H2、I2に書き込まれている式を書きましょう。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	番号	レポート	試験	合計	成績	優	良	可	不可	平均点
2	1	18	72	90	良		1			レポート
3	2	21	84	105	優	1				21.39
4	3	23	92	115	優	1				試験
5	4	24	37	61	不可				1	63.33
6	5	16	85	101	優	1				合計
7	6	17	71	88	良		1			84.5
8	7	20	54	74	可			1		
9	8	21	77	98	良		1			総数
10	9	42	52	94	良		1			優
11	10	18	70	88	良		1			4
12	11	17	91	108	優	1				良
13	12	23	29	52	不可				1	7
14	13	27	67	94	良		1			可
15	14	25	44	69	可			1		3
16	15	16	33	49	不可				1	不可
17	16	20	41	61	不可				1	4
18	17	18	56	74	可			1		合格者
19	18	19	81	100	良		1			14

Fig. 5. Questionnaire for Practical Application

範囲の下限と上限を指定する条件の表現に入れ子を用いている。

図の {1} から {5} は、わずかなミスをおかした回答のパターンである。

{1} @IF(D2<=65, 不可, @IF(D2<=85, 可, @IF(D2<=100, 良, 優))) のように""をつけなかった。

{2} 演算子を=<や≤のように書くなど、記号上のミス。

{3} @IF(E2=優, 1, "") のように""をつけなかった。

{4} @IF(D2=>100, 1, "") のような記号上のミス。

{5} @IF(E2=良, 1, "") のように""をつけなかった。

これを見ると、特に、式の中で文字データを扱うときの注意が払われていない傾向がみられた。

なお、40名の回答者のうち、3式とも正答の者

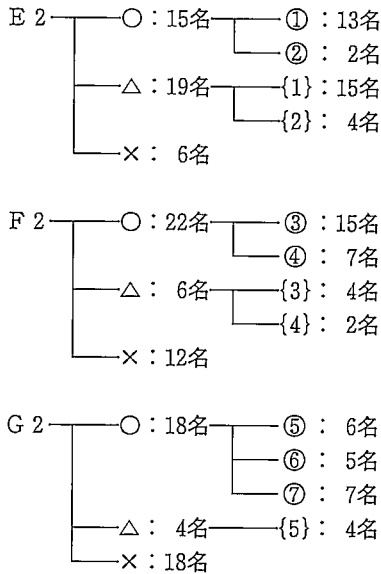


Fig. 6. Classified Patten of Answers

は9名で、誤答の者は5名であった。また、3式とも○か△の者は22名であった。

6 む す び

表計算の演習をサポートするための教材を作成し、それを用いた授業を行った。その過程で得られた回答を考察することによって、リテラシーとして習得が望ましい基礎知識にたいし、初学者がどの程度の理解を示すのか、そしてどこが間違えやすいのかが、いくつかの点で具体的に明らかになった。それらを総合的に判断すると、次の2点が結論になる。

- (1) 文系の女子短大では、操作法とは別に、基礎知識についてなんらかの授業が必要である。
 - (2) 理解の程度が学生によってかなり差がある。習得の遅い学生に対しては、ドリル的な練習も必要と思われる。
- なお、関連する3点のことがらをコメントして

おく。

・文法的には誤答ではないが、コンピュータの処理能率の視点からみると、冗長な表現ともいえる回答がある。これに対しては、どのように扱うかは検討課題である。

・基礎知識として必要なことがらで、今回は扱えなかったことがらもある。セルの絶対番地や相対番地もその一つである。それらは、@IFに関する基礎問題から応用問題に至る一連の流れの中に盛り込むことができなかつたためである。

・今回の授業では調査用紙を用いたが、これをパソコンのワークシート上で行えば、正誤の確認を学生自身で行うことになる。それは、自然にCAIとしての意味を持って来るとと思われる。

参考文献

- 1) 清水, 香山: “文系女子短大におけるパソコン・リテラシー教育の企画・実践・評価, 一長野県短期大学の事例一”, CAI学会誌, 10(2), pp. 52-62 (1993).
- 2) 香山, 清水: “表計算ソフト習得上の問題点の分析”, CAI学会誌, 10(2), pp. 63-70 (1993).
- 3) 香山, 清水: “習得過程にある学生の表計算にたいするイメージ”, CAI学会第18回全国大会講演論文集, pp. 275-278 (1993).
- 4) 清水道夫: “表計算ソフトの論理的部分にたいする授業方法とその評価”, 日本教育工学会研究報告集 (JET94-5), pp. 31-38 (1994).
- 5) 清水道夫: “表計算の論理的表現にたいする思考・理解の特徴”, 教育工学関連学協会連合第4回連合大会, pp. 623-624 (1994).
- 6) 片貝システム研究所: “LOTUS123事例集”, アスキー, (1987).
- 7) 清水達雄: “数学セミナー増刊 (括弧の問題)”, 日本評論社, (1984).
- 8) 清水康敬編著: “情報通信時代の教育”, 電子情報通信学会, (1992).