

熟練者と非熟練者の表計算ソフトウェアの操作手順

栗木 一博^{*1}・荒井 龍也^{*1}・鈴木 敏明^{*2}・吉中 淳^{*3}・長田 敦^{*4}

The operating procedure of the spreadsheet of An expert and an unskilled operator

Kazuhiro Awaki, Tatsuya Arai, Toshiaki Suzuki, Atsushi Yoshinaka, Atsushi Osada

This research aimed to find the difference in operating procedure of expert spreadsheet users compared to unskilled users. The subjects of the study were 3 expert teachers of data processing classes and 17 unskilled users. The DEMATEL method was used for comparison. It was found the unskilled users were overly concerned about the appearance of the spreadsheet; frequently re-inputting data and re-arranging the table. In contrast, expert users input the data, then use functions to do the calculation before finally working on the appearance of the spreadsheet. It is important that these findings about efficient use of spreadsheets are incorporated into class teaching.

Key words : spread sheet, operating procedure, DEMATEL method

1. はじめに

表計算ソフトウェアは情報処理ツールとして幅広い機能を持っている。栗木ら(1996)²⁾はこの表計算ソフトウェアの操作の困難度が情報処理関連科目の受講者にどのように認知されているかについて調査を実施した。その結果、困難度は「基本操作」、「メニューツリー構造」、「表装飾」、「関数操作」の4つに類型化されるという結果が得られた。これは、受講者の困難度の認知と講義において用いられていた表計算ソフト Lotus123 の操作方法の構造と関連が深い事を示している。

現在、本学で使用されている表計算アプリケーションソフトウェアは Windows 上で作動する Microsoft Excel (以下 Excel と記述) である。このソフトウェアは GUI (Graphical

User Interface) を用いた操作が基本となっており、前掲の調査の際に使用されていたメニューツリーからコマンドを選択する方式で操作される Lotus123 とは操作方法が異なる。Excel ではマウスを使用した操作が可能となっており、ユーザーはコマンドをキーボードから入力するという操作の煩雑さから解放された。このことによって、授業内容そのものが表計算ソフトウェアの使い方を学習することよりもそれを使って何をするのかということに重点が移ってきた。本学において開講されている情報処理関連科目には「教育工学 A」、情報リテラシー教育としての「教養演習」、さらに進んだ情報処理技能習得のための「情報処理」がある(1999 年度時点でのカリキュラム)。「情報処理」では情報の処理、加工支援ツールとしての表計算ソフトウェアの利用に重点が置かれている

*1 仙台大学体育学部

*2 東北大学アドミッションズ・オフィス

*3 東北大学大学院

*4 仙台大学非常勤講師 (情報処理関連科目担当)

表 1 「情報処理」講義内容

単元	ね ら い	内 容
1	授業内容および本学の情報処理システムについて	スポーツ科学学習におけるツールとしてのコンピュータの効用、「情報処理」履修の意義、授業の構成と全体の流れ、および本学の情報処理システムの概要について説明する。
2	日本語入力	ワードプロセッサを利用して日本語入力・編集方法を解説、実習する。
3	表計算ソフトの基礎 (1)	集計ツールとしての表計算ソフトの概要、入力・修正の方法、ファイルの操作方法、などワークシートの作成・操作の基礎知識について説明する。
4	表計算ソフトの基礎 (2)	作成したワークシートをもとにさまざまなグラフを描く方法を説明する。数式を関数で表現し、それをグラフで表す方法について説明する。
5	表計算ソフトの基礎 (3)	データベースを使いこなすために、フィールドとレコードの概念、ソートの方法、などについて説明する。
6	複数シートの集計	ブックとシートの概念を説明し、複数のシートの集計方法について実習する。
7	関数ウィザードの利用	連続データの入力、便利なオートフィルの操作方法、関数ウィザードにある検索関数や統計関数などの操作方法について実習する。
8	データベース関数の利用法 (1)	データベース関数の基礎となるデータベース集、計算フィールド、条件表の概念のについて理解する。
9	データベース関数の利用法 (2)	データベース関数を用いてさまざまなデータの処理方法を実習する。また、日付・曜日を求める関数など関数のさらに進んだ使い方を学ぶ。
10	ユーザ定義関数の作成 (1)	ユーザ定義関数の利用方法と作成方法の基礎を学ぶ。モジュールシートやオブジェクトブラウザの操作方法を実習する。
11	ユーザ定義関数の作成 (2)	ユーザ定義関数を自作する。簡単な数値計算のプログラムや乱数を利用してシミュレーションなどを行う。
12	統計への応用 (1)	分析ツールにある相関や回帰分析ツールを用いて簡単な統計計算を行う。この結果をグラフ化する方法についても実習する。
13	統計への応用 (2)	ユーザー定義関数で作成したシミュレーションツールを利用して、度数分布表を作成する。
評価の目安と方法		講義の終わりに課題を課し、それを評価の対象とする。

が、その中で基本的な操作方法に関する内容はごく一部であり、より課題志向的な内容で構成されている。表 1 に示したシラバスからもわかる通り、表計算の操作方法に関する基本的な講義は第 3 回から第 5 回の 3 回で終了しており、その後はそれらの機能を用いての応用的な操作方法の習得に重点がおかれている。

このような授業形態においては、学生の作業が中心に進められることになる。その際、学習の進捗を決定づけるのは学生の問題解決能力であることはもちろんだが、その前段階として必ず実施しなければならない作表、グラフの作成

などの作業時間に著しい差が見られる。この原因を明らかにするための資料を得ることが本研究の目的である。

本研究ではこの作業時間の違いの原因が作業手順の効率によるものではないかという考えに立ち、熟練者と未熟練者との作業手順の詳細な比較を行った結果を報告する。調査対象として、研究の焦点となる作業効率の違いを際立たせるために極端に能力の異なる対象を用いた。熟練者は日頃、教育・研究のツールとして表計算ソフトウェアを使用している教員とし、未熟練者は前述の「情報処理」を受講し、情報

処理ツールとしての表計算ソフトウェアの使い方がある程度理解している学生とした。

2. 方法

1) 測定尺度：あるプロ野球選手の5シーズン分の打撃成績を安打数が多い順に並べた表(以下この表を①)から打率を算出、それを加えた表を作成し、毎年度の打率の推移をグラフ化する(以下この図表を②)という課題を用いた。表計算の題材を資料1に添付した。調査対象者には「①をもとに②を作成する場合を想定し、操作の順番を答えて下さい」という質問を行った。①の表を元に②の表を作成するためには「罫線を引く」(表を見やすくするための操作)、「番地を使った計算」(打数と安打数から打率を算出するための操作)、「項目、表題等の文字入力」,「数値の入力」,「コピー」(算出した打率を2年目以降に複写する操作)、「書式の設定」(小数点以下の桁数を指定するなどの操作)、「フォント、ポイントの設定」(文字を目立たせて表を見やすくするための操作)、「ソート」(安打数によって昇順に並べられているデータを時系列に並べ替えるための操作)、「グラフの作成」,「グラフの大きさ、位置の変更」,「列幅の変更」,「貼り付け」(コピーしたデータをコピー先に貼り付ける操作)、「関数を使った計算」(通算成績を算出するために必要とされる操作)などの操作が必要となり、これら考えられる操作を表にして、その表の右側にある四角の中に操作が現れた順番をつけることで操作手順を回答させた。また、ある操作が複数回必要な場合はその操作が登場するたびに順番を回答させた(資料2参照)。この際、実際操作は行わず、操作を頭の中でイメージすることによって回答させた。

2) 手続き：調査対象者は未熟練者として「情報処理」受講者17名、熟練者として情報処理関連科目担当教員3名であった。1998年1月7日から10日の4日間で実施された集中講義終了時に調査を実施した。先述の通り、熟練者

は講義だけではなく日頃、教育・研究などのツールとして表計算ソフトを使用しており、その操作のレベルはきわめて高度である。これに対して、未熟練者は基本的な操作、応用は身に付けたものの、表計算ソフトの操作に習熟しているとはまだ言い難い水準にある。

3) 分析の手順：まず、操作手順を行と列に操作手順を配置し、回答から得られた順位を行列表現にした。これを視覚化するためにDEMATEL法²⁾を用いた。具体的な手順として、最初に得られた回答の熟練者、未熟練者おのおののグループの調査者全員の合計節点行列を作成し、これをもとに直接影響行列を作成した。次に直接影響行列から関連度と影響度を算出し、それを2次元平面上にプロットした。最後に節点行列をもとにグラフ上の点を矢印で結んだ。このグラフでは、操作手順の最初から最後に向けてY軸(縦軸)の上から下へ向けて並ぶ。これは、他の接点へ向いている矢印の数が多いほど上のほうへ位置することになる。たとえば「文字入力」はすべての作業に先立って行われるため、「文字入力」接点から他のすべての接点へ矢印が向いているということになる。また、X軸(横軸)は方向にかかわらずその接点が他の接点とどの程度関連しているかを示す指標となる。

3. 結果と考察

DEMATEL法によって得られた熟練者のグラフを図1に、未熟練者のグラフは図2に示した。ただし、グラフが煩雑になることを防ぐためにある程度関連のあると考えられる点はまとめることにした。

このグラフによれば、熟練者は「文字入力」→「数値入力」→「編集・関数の使用」→「表の装飾」→「グラフの設定・作成」という明確な作業の流れが見て取れる。これに対して、未熟練者は「文字入力」→「数値入力」は熟練者と同じものの、その後の作業に関しては「編集」と

熟練者と非熟練者の表計算ソフトウェアの操作手順

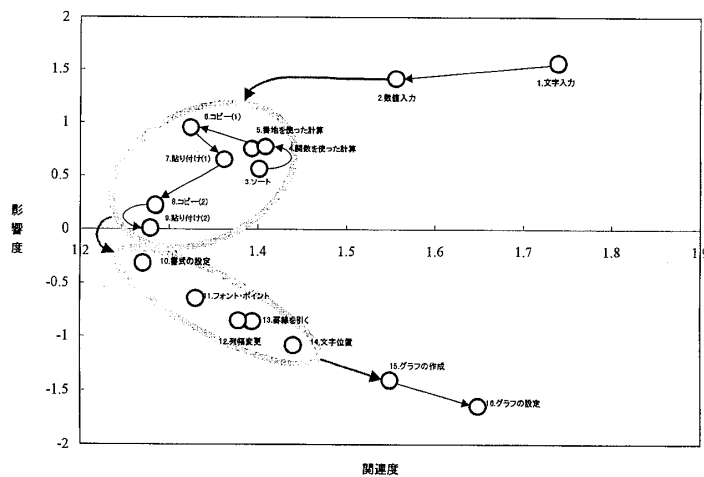


図1 熟練者の操作手順を表わしたグラフ

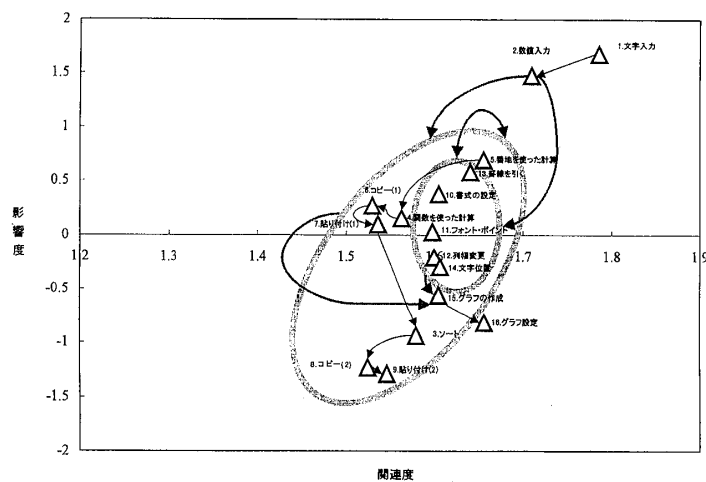


図2 未熟練者の操作手順を表わしたグラフ

「表の装飾」とに流れが分岐する傾向にあった。影響度（2次元平面上のY軸に対応する数値で、作業の流れつまりその項目から他の項目へ向けられた矢印の多さを表わしている）と関連度（2次元平面上のX軸に対応する数値で、項目間に存在する関係の大きさを示す指標となる）の観点から分析すると、熟練者の場合、影響度では「文字入力」から「グラフの設定」までの流れが上下に重なり合わずに進んでいる。また、「編集作業」、「装飾作業」の関連度が低い。これらは被験者が一致して手順を明確に把握していることを示している。これに対して、未熟練者では「文字入力」、「数値入力」以外は熟練

者のグラフと比較して各項目が中心に集まる傾向にあり、作業の流れが被験者によって一致していないことがわかる。さらに個々のデータを詳細に分析すると、未熟練者のほうはどちらかといえば「文字入力」、「数値入力」後の手順に「表の装飾」と「編集」とが混在する形となっていることがわかる。

この結果はある目的を持って表計算ソフトウェアを操作するときこの操作に未習熟の段階では、手順が明確にされていないままに作業を開始し、常にディスプレイ上に現れた表を意識しながら作業を進めていることを示している。

これは、熟練者が目標に達するまでの作業の流れとして把握しているのに対して、未熟練者は一つ一つの操作結果のイメージと目標となる表との照合を行いながら作業を進めていることに起因しているものと推察される。

今後、基本的な操作方法の習得を目標とした授業と課題志向性の強い授業といった、授業の内容の違いによるこれらの操作方法の違いが、どのように生じるかについても調査を進めていく予定である。

4. 要約

本研究は、熟練者と非熟練者との表計算ソフトウェアの操作手順の違いを明らかにすることを目的とした。熟練者は情報処理の授業を担当する教員3名、非熟練者は情報処理の受講者17名であった。比較のためにDEMATEL法が用いられた。

その結果、非熟練者は画面上の見栄えを気にし、表の装飾等の作業を頻繁に繰り返すのに対し、熟練者は文字入力、関数を用いた計算等を順にこなし、最終的に表の整形を行うという傾向が見られた。効率的な作業の進め方についての内容を授業の中に盛り込む必要があると考えられる。

5. 引用・参考文献

- 1) 赤木新介：1992「システム工学—エンジニアリングシステムの解析と計画—」共立出版株式会社
- 2) 栗木一博・荒井龍也・鈴木敏明・吉中淳・長田敦：1996「体育系大学における情報処理教育(6)—表計算ソフト授業内容の検討—」仙台大学紀要第27集 155-161

注)

DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) は、スイスのバッテル・ジュネーブ研究所において1973年から1974年にかけて開発された

システム分析手法であり、複雑な「問題構造体」の分析を目的に開発されたものである。ここではまず簡単のために2値行列(0または1によって表現された行列)によってシステム機能表現する方法であるISM (Interpretive Structural Modeling) 法を紹介し、その後DEMATEL法の説明をする。

いくつかの項目を挙げ(本研究の場合は表計算ソフトウェアの操作手順)、その項目間の因果関係を2値行列によって表現する。つまり、ある特定の関係にある間には1、関係がないものに関しては0を当てはめる。

行列サイズ N とすると、一般には $N-1$ よりも小さい自然数 m に対し、

$$A^m=0 \quad (6-1)$$

となる(演算はブール演算による)。一方、 I を単位行列として、行列 $(A+I)$ を用いると、

$$(A+I)^m=\sum_{r=0}^m C_r A^{m-r} I^r \quad (6-2)$$

のように表現することができる。 $(A+I)$ は隣接行列である。一般にブール演算では、スカラー値 α に対し、 $\alpha A=A$ の関係が成り立つので、式(6-2)は次のようになる。

$$(A+I)^m=\sum_{r=0}^m C_r A^{m-r} I^r=A^m+A^{m-1}+\cdots+A+I \quad (6-3)$$

ここで、可達行列 T を定義する。

$$T\equiv(A+I)^m=A^{m-1}+\cdots+A+I=(A+I)^{m-1}$$

この可達行列に対して、行列 D と列和 R を計算し、さらに各項目ごとに $(D-R)$ と $(D+R)$ の値を求める。これをもとにしてグラフを作成する。横軸は $(D+R)$ 、縦軸は $(D-R)$ である。このグラフは項目間の階層関係の表示だけでなく、項目間の量的な影響の強さも表している。すなわち、 D はある項目が他の項目に与える影響の和、 R は他の項目から受ける影響の和であるから、縦軸は「差し引き他の項目に影響を与える度合い」であり、横軸は影響の授受は問わず「項目間に存在する影響の大きさ」である。

以上のISMによる準備をもとに、DEMATEL法の説明を行う。DEMATEL法は2値関係ではなく、項目間の関係の強弱をランクづけしその値をもとに行列を作る。すなわち項目間の関係を a_{ij} としたとき、本研究では操作手順がこの項目に当てはまることになる。 a_{ij} は正規化しておく。すなわち、

$$x_{ij}=a_{ij}/\lambda, \quad \lambda=\max_i \sum_{j=1}^N a_{ij} \quad (6-4)$$

とする。当然、 $0 \leq x_{ij} \leq 1$ である。ここで、正規化された行列 X をもとに、間接的な影響関係を求めるために、

ISM と類似の計算を行う。パスの長さ n の影響関係を Xn と定義すると、これは n 個のパスを直列につないだときの影響の度合いを示すと考えられる。したがって n が大きくなるほど影響が弱まり、ついに 0 に近づくことが予想される。そこで、(6-3) にならって次のように表現する。

$$T_x = \sum_{k=1}^m X^k + I, \quad X^m \doteq 0 \quad (n \rightarrow m)$$

$$\therefore T_x - I = \sum_{k=1}^m X^k$$

これによって得られた行列から先の例にならって、 $(D+R)$ と $(D-R)$ を算出する。

(「システム工学 — エンジニアリングシステムの解析と計画」赤木新介著 共立出版株式会社
1992 年より一部抜粋)
(平成 12 年 6 月 30 日受付, 平成 12 年 7 月 27 日受理)

資料 1

①

年度	試合	打数	得点	安打	二塁打	三塁打	本塁打	塁打	打点	盗塁	四球	死球	三振	併殺打
93年度	57	184	27	41	9	0	11	83	27	1	17	2	50	1
95年度	131	501	76	142	31	1	22	241	80	9	62	2	93	12
97年度	135	484	93	144	18	0	37	273	103	9	100	6	84	5
94年度	130	503	70	148	23	4	20	239	66	6	57	4	101	12
96年度	130	487	97	153	34	1	38	303	99	7	71	4	98	5

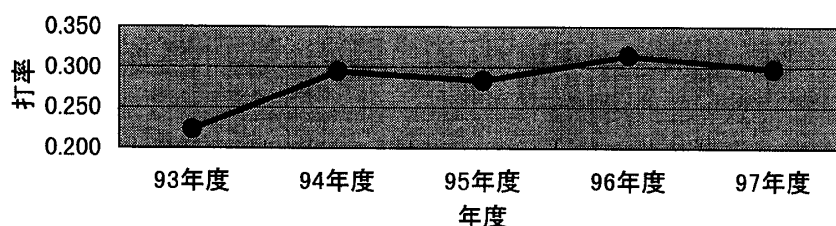


②

松井秀喜選手の年度別打撃成績

年度	試合	打数	得点	安打	二塁打	三塁打	本塁打	塁打	打点	盗塁	四球	死球	三振	併殺打	打率
93年度	57	184	27	41	9	0	11	83	27	1	17	2	50	1	0.223
94年度	130	503	70	148	23	4	20	239	66	6	57	4	101	12	0.294
95年度	131	501	76	142	31	1	22	241	80	9	62	2	93	12	0.283
96年度	130	487	97	153	34	1	38	303	99	7	71	4	98	5	0.314
97年度	135	484	93	144	18	0	37	273	103	9	100	6	84	5	0.298
通算成績	583	2159	363	628	115	6	128	1139	375	32	307	18	426	35	0.291

松井秀喜選手の年度別打率



資料 2

下の図表をご覧ください。あなたが Excel を使って、①のようなメモをもとに、②のような図表を作成する場面を想定してください。その時のあなたの Excel の操作手順はどのようなものですか。考えられる操作を下に書き出してみました。下の注意点をよく読んで、それぞれの操作の右隣にある□の中に操作の順番を番号で記入してください。なお、これには正解があるわけではありません。自分の思った通りに回答してください。もちろん、成績に関係することはありませんので、安心して回答してください。

注意点

1. □が 5 個あります。これは、その操作が複数回必要な場合、その操作を行った順番をその都度、記入するためのものです。もちろん、その操作が一度だけの場合は 2 個目以降の□は空欄となります。
2. 「文字の入力」は表題、表の項目などの入力で一括して行うものとします。「数値の入力」もこれに準じます。
3. グラフの表題の入力、グラフの形式の選択などは、すべて「グラフの作成」に含まれます。また、横の二重線、外枠などはすべて「罫線を引く」に含まれます。
4. 打率の計算は 安打÷打数 です。
5. 使用しない操作がある場合は□は空欄とします。
6. 実際にコンピュータを操作しないでください。頭の中でコンピュータの操作をイメージして回答するものとします。

回答欄

罫線を引く	□□□□□	ソート（データの並べ替え）	□□□□□
番地を使った計算（=D3+D5 など）	□□□□□	グラフの作成	□□□□□
項目、表題等文字の入力	□□□□□	グラフの大きさ、位置の調整	□□□□□
数値の入力	□□□□□	列幅の変更	□□□□□
コピー	□□□□□	文字位置の中央揃え	□□□□□
書式の設定（小数点以下の桁数を指定するなど）	□□□□□	貼り付け	□□□□□
フォント、ポイント（文字の形、大きさ）の変更	□□□□□	関数を使った計算（=AVERAGE()など）	□□□□□