

短大・文科系学生のための統計教育（1）

表計算ソフトの利用とグラフの選択

垣花 京子

Statistic Education for Junior College/ Non Science Majored Students
-Selection of Graph in a Spreadsheet-

Kyoko KAKIHANA

概要

表計算ソフトが普及したことにより、グラフを作成する能力より、適切なグラフを選択できる能力が必要になっている。どのグラフを使用するかを決定するにあたっては、表にまとめられたデータの種類や形式を考えなくてはならない。与えられた表からグラフを選択する事に関する調査の結果、表のデータを直接使って描く棒グラフや円グラフの選択はほとんどできているが、表のデータを操作したり、データが持つ意味やデータから予測できることを考えながらグラフを選択しなければならない場合のグラフ選択は困難であることが分かった。高校卒業までにそのような学習が行われていないことも1つの原因と思われる。今後短大や大学の統計教育でも「表の中のデータの意味を理解することと同時に視覚的に表示する目的や意義を理解しながらグラフ選択ができるように指導する」必要があることが明らかになった。

キーワード：統計教育、グラフの理解、表計算ソフト、短大生、文科系学生

1. 背景

現在は日々の生活の中で、非常に多くの量的データが与えられ、視覚的に表現され、それをもとに現象の解釈や理解する能力が求められている。1700年代の後半にWilliam Playfairが絵グラフ、ラインプロット、棒グラフ、円グラフ、ヒストグラムなど現在用いら

れる統計的グラフの利用をはじめたといわれている。アメリカでは統計やデータ解析は1990年代に学校数学の主要な要素として持ち上がってきた(NCTM, 1989, 2000)。日本では、高校までの数学教育の中で統計はほとんど教えられていない。特に、グラフの指導は、小学校で行われた後、中学校以降は関数の指導の中で行われるだけである。

グラフの理解についてはグラフを読んだり、解釈したりすることに焦点をあてた研究が多いが、Friel S. N. et al. (2001) はグラフの構成、創造あるいはグラフの選択もグラフの理解では重要であると述べている。また、海老澤ら(2000)は授業経験から、表計算ソフトを使ってグラフを作成する活動が学生は積極的に取り組むが、実際は、正しい適切なグラフ選択が出きる学生が少ないことを指摘している。筆者自身も、学生に「自分で収集したデータについて、その情報をできるだけ分かりやすく、グラフ表示しなさい。」という課題を表計算ソフトの利用で行った。その結果、あまりにも不適切なグラフを選択していることに驚かされた。表計算ソフトでグラフを簡単に描ける環境ができ、今後、高校に情報科の授業が実施される状況で、筆者は、表形式の情報からグラフを選択することについての指導の必要性を強く感じている。

2. 本研究の目的

- (1)表形式とグラフの関係を検討し、分類する。
- (2)適切なグラフの選択について検討し、その指導法を開発する。

3. 研究方法

- (1)表とグラフについて文献を調べ、表とグラフの関係を明確にする。
- (2)初等中等教育でのグラフに関する指導について調べる。
- (3)グラフの選択に関する生徒の理解の実態調査をアンケートにより行い、表からグラフ選択を行う場合の困難な点を明確にする。

3. 表とグラフ

3.1 統計データを整理するための表の形

表は一般に、データや考えを整理し表示するために使われる。また、グラフ表示するための中継点としての情報のまとめとしても利用される(Friel S. N. et al,ibid.)。そこで、まず、表をどう構成するかを決めなくてはならない。Mosenthal B.とKirsch S. (1989a, 1989b, 1989c)はドキュメントの理解のために日常使われているリスト(表)を分類している。ここでは、これらの論文を元に、統計のテキストや表計算ソフトについての解説書などに使われている統計データをまとめるための表形式を分類する。表を4種類に分類した。

単純表(Simple list)：一組の数値データとそのデータの特徴を表しているラベルから成り立つ統計データの1組の生のデータによって作られることが多い。一番上にラベルを書き、下に数値データを並べる場合と、一番左側にラベルを書き、その右側に数値データを並べる場合がある。

結合表(Combined list)：2つ以上の単純表をあわせたもので、ラベルと数値データが1組の単純表が決まるともう一方の表の情報の並び順序はそれぞれデータに対応するように整理したものになっている。例えば、下表は年齢と血圧の2つの単純表を並べたものであるが、年齢の72のデータは血圧の162に対応し、他の149などとは関係がないことを表している。

年齢	血圧	猫の寿命
34	120	12.9
38	114	13.2
44	140	14.1
44	136	13.9
49	147	12.8
55	140	13.1
57	152	13.2
60	157	
63	149	
72	162	

結合表
(Combined list)

単純表
(simple list)

Mosenthal B.とKirsch S. (1990c) は、下の図の血液型と人数のような定性的データの単純表と数値データの結合した表も結合表と考えているが、本論文ではグラフとの関係をつけるために次の2次元表の列が1つのものとする。

2次元表 (Intersecting list) : 1組の項目の列と行があり、それぞれの交点にデータがある。項目全体をあらわすラベルがついていることもある。下右側の年代別メディア別利用者数の表ではメディアを表す“新聞、雑誌、ラジオ、テレビ”と年を表す“1990年、1991年...1996年”という2組の項目から成り立ち、3417は1993年と雑誌の交点にあるので、1993年の雑誌の利用者数が3417であることを表している。この場合“新聞、雑誌、ラジオ、テレビ”に例えばラベル“メディア”とつけ、“1990年、1991年...1996年”に“年”とつけてある場合もある。

複合表 (Nested list) : Mosenthal B.とKirsch S. (1990c) が、2次元表が入れ子になっている表 (nested list) と呼んでいる表で、2組の項目からなり、1組の項目がさらに分けてラベルがつけられている。交点に数値データが並べられている表をさす。

3.2 グラフと表の関係

表形式に表された情報は、視覚的に表現するためにグラフ表示が行われる。表計算ソフトを使ってグラフを表示する場合は、まず表を作成する。Friel S. N. et al. (2001) も述べているようにグラフ表示をするために情報を整理するためのツールとして表を利用することにもっと注目する必要がある。統計データは一般に定量的データと定性的データに分類される。定性的データは「性別」、「電気製品名リスト」などカテゴリーに分類され区別されるものであり、適当な数字をあてはめてコード化されていることが多い。しかし、これらは数字で表わされていても計算をすることはできない。グラフに表示するためには、カテゴリーごとに集計をし直し、定量的なデータの表を作り直さなければならない。本論文では、Mosenthal and Kirsch (1990a, 1990b) が述べている表とグラフの関係を参考に、基本のグラフに限り、表とグラフ関係を次ページの図のようにまとめた。表計算ソフトではここで取り上げたグラフを変形して、複合した形、3次元に表現されたものなども用意されている。

血液型	人数
A型	108
B型	50
O型	78
A B型	28

	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年
新聞	13592	13445	12172	11087	1111	11657	12379
雑誌	3741	3866	3692	3417	3473	3743	4073
ラジオ	2335	2406	2350	2113	2029	2082	2181
テレビ	16046	16793	16526	15891	16435	17553	19162

2次元表 (Intersecting list)

年度	98年度				99年度			
	第1期	第2期	第3期	第4期	第1期	第2期	第3期	第4期
エアコン	15.3	35.5	5.3	5.5	15.5	50.3	12.5	10.3
ビデオ	19.5	20.5	21.5	30.5	45.7	50.3	46.5	45.6
ワープロ	25.5	20.2	10.0	15.0	54.8	40.3	10.0	8.0
パソコン	13.0	15.0	18.0	20.0	27.4	30.5	48.6	50.3

複合表 (Nested list)

棒グラフ

- ・ 2次元表の1列の表の場合、各行の項目ごとに、数値データを棒の長さで表わし、相対的な大きさを強調する。小学校の低学年では、データが整数（個数）で表されている表を棒の代わりに絵やマークを使って表す。
- ・ 2次元の表の行/列の項目を1つのグループとし、その数値データを棒の長さであらわす。基準にする行と列を交換すると、強調される対象が変わる
- ・ 複合表も入れ子の項目をx軸に取り、棒グラフで表現できる。
- ・ 棒グラフは値をそのまま視覚的に見るのに適している。

円グラフ

- ・ 2次元表の列または行が1つからなる表は、数値データを割合に直して円グラフにする。表計算ソフトでは、自動的に割合に変換して円グラフを作成してくれる。

- ・ 1つの円グラフは、2次元表1列/1行の数値データを割合で表すので、列/行の数値データが2つ以上の時は、列/行の分だけグラフを作らなければならない。
- ・ データの割合を視覚的に見るのに適している。

折れ線グラフ

- ・ 2次元の1列の表の場合、1組の項目が昇順または降順にデータが与えられている場合折れ線グラフが使われる。特に、時間的な変化で表されているとき（時系列データ）に折れ線グラフが使われる。2列以上の表の場合は、列の数だけ折れ線が引かれる。
- ・ 折れ線グラフで表せる表のデータは、棒グラフでも表せるが、棒グラフは関数関係を伝えるためには用いられない（Folletti, 1980）
- ・ 関数関係や時系列データの傾向を見るのに適している。

表からグラフへ

	単純表	結合表	2次元表	複合表
表の特徴とグラフ表示のための操作	一般に、グラフ表示するために、データを並べ直したり、データを区間に区切って、集計し直す必要がある。	1行ごとに1組のデータとして扱うが、それぞれを単純表と考えた処理も可能	グラフ選択は、視覚的に強調したい内容に大きく依存する。	ピボット集計をしたり、大きな項目ごとに1つの表と考え、2次元表に作り直すとか色々なグラフ表示ができる。
棒グラフ	表の上から順に番号をつける。（数値を棒に表現し比較する）	1つの単純表が昇順に並んでいるときは使える。	一行の項目をグループにした場合と、列の項目をグループにした場合強調されるものが変わる。	大きな項目を1つのグループとして棒グラフを作る。
ヒストグラム	区間を区切って集計すれば使える	適切でない	区間を区切って集計されているもの	適切でない
散布図	適切でない	それぞれをx、y軸にとる	1組の項目列を左から順番と考えて、1行ずつ対応させた散布図。	2つの列のデータを取り出して作ることは可能
円グラフ	区間を区切って集計すれば使える	適切でない	割合に変換する数だけグラフが必要	1つの列又は行を取り出して作ることは可能
折れ線グラフ	表の上から順に番号をつける。（数値を点に表現しつつなく）	1つの単純表が昇順に並んでいるときは使える。	時系列データの場合、行の分だけ折れ線が出る。	時系列データの場合

ヒストグラム（柱状グラフ）

- ・ヒストグラムを利用するのは、単純表で与えられた数値データを取りうる範囲をいくつかに分け、区間ごとにその範囲の値を取るものの個数を数えてまとめた表（度数分布表）をグラフ化する。
- ・各区間内では変数が一様に分布しているものとし、度数を長方形の面積に比例するように表す。
- ・区間の決め方でグラフの様子が非常に変わる。適切な区間を決めるとデータの散らばり具合をみる事ができる。
- ・データの分布状態を見るのに適している

散布図

- ・結合表（単純表を2つあわせた表）を表すために使われる。
- ・2つのデータの関係（相関関係）とデータの散らばり具合を見るのに適している。散布図から傾向直線を求めたり、関数関係を推測するために使われる。
- ・学校教育では中学校から関数関係の導入の時に利用されている。

4. 初等中等教育でのグラフの指導

小学校では、与えられたデータの値そのものを絵を使って、その数だけ並べる絵グラフから始まり、棒グラフ、折れ線グラフが指導され、割合の学習とともに5年生で帯グラフや円グラフが現れる。6年生では「資料の捉え方」という単元で度数を求めたり、ヒストグラムの学習をする。しかし、新指導要領では6年生からも中学校からも統計に関する単元はなくなる。高校ではグラフということは改めて取り上げられず、新指導要領で、数学基礎で、「資料の整理」や「資料の傾向の把握」という単元で色々な表やグラフを使って資料を整理することが指導される。数学Bでは度数分布表や相関図が取り上げられているが、数学Bは選択科目であり、どの程度指導さ

高校までのグラフ指導と統計教育

学 年	旧学習指導要領	新学習指導要領
2年	絵グラフ	絵グラフ
3年	棒グラフ	棒グラフ
2年	折れ線グラフ	折れ線グラフ
5年	帯グラフ・円グラフ 算術平均	帯グラフ・円グラフ 算術平均
6年	比例関係のグラフ その他：柱状グラフ、 ダイヤグラフ、階段状 グラフ 資料の捉え方の深まり、 散らばり、具合、度数 分布	比例関係のグラフ：中 学校での関数のグラフ へ通じる 統計内容は削除
中学	1次関数、2次関数の グラフ 2年：資料の傾向 度数分布の意味お ヒストグラムの見方 相対度数の意味 平均値や範囲の意味 相関図と相関表の見方 3年：確率、母集団と 標本	関数のグラフ 統計関係は削除
高校	数学：確率 数学B：確率分散 数学C：統計処理：統 計資料の整理 / と統計 的な推測	数学基礎：身近な統計、 ア塩両の整理、イ資料 の傾向把握 数学B：統計とコンピ ュータ ア資料の整理：度数分 布表、相関図 イ資料の分析 代表値、分散、標準偏 差、相関係数

高等学校学習指導要領解説、平成11年12月
文部省：平成15年から年次進行により実施

れるかは未定である。

米国でのグラフの学習について1つの例としてあげられている、次頁の表によると、絵グラフから少し抽象化し、ラインプロットを学び、棒グラフを2年生までに学習することになっている。さらに、3 - 5年生では棒グラフも複合された形のものや、ヒストグラムに入る前に幹葉図を学習している、さらに割合の学習とともに、円グラフを学んでいる。6 - 9年生では、円グラフ、ヒストグラム、箱ひげ図、折れ線グラフと豊富になっている。

米国でのグラフ指導 (Friel S. N. et all (2000)より)

k - 2年生	3 - 5年生	6 - 9年生
物を使ったグラフ	棒グラフ	円グラフ
絵グラフ	幹葉図	ヒストグラム
ラインプロット	円グラフ	箱ひげ図
棒グラフ		折れ線グラフ

5. 表とグラフに関するアンケート

5.1 グラフの名前の理解の調査結果

アンケートを、以下のように行った

(1)名前の確認調査

対象：短大生1年生85名

時期：前期(表計算ソフト履修前)

内容：①グラフの名前をどのくらい知っているか。②グラフのアイコンと名前の対応がついてか。

結果

①棒グラフ(97%)、折れ線グラフ(98%)

円グラフ(95%)について知らない学生はいないと考えてよい。

②散布図(49%)は聞いたことや見たことはあるが自分で描くことができるほど知らないことが分かる。

③箱ひげ図(11%)、幹葉図(17%)は学習していないこともあり、ほとんどの学生は知らないことが伺える。

④グラフの名前とアイコンの対応は以下の表の通りほとんどの人ができている。

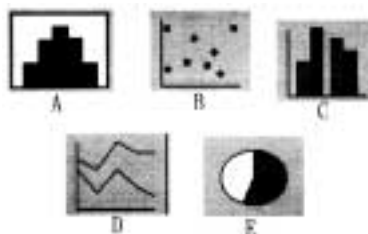
⑤ヒストグラムと棒グラフの区別ができない人が5名いる。

グラフの名前を知っていますか？

(%)	棒グラフ	折れ線グラフ	円グラフ	帯グラフ	ヒストグラム	散布図	箱ひげ図	幹葉図
自分で描くことができる	68	66	66	47	4	7	1	1
見たことがある	29	32	29	32	11	20	5	4
名前だけ知っている	1	1	2	14	21	22	5	12
知らない	1	1	1	5	66	48	88	85

アイコンの選択

	棒グラフ	折れ線グラフ	円グラフ	ヒストグラム	散布図
A	5	1	0	76	2
B	0	0	1	2	81
C	83	0	0	5	0
D	0	87	0	1	0
E	0	0	87	0	1



5.2 グラフの選択調査

表を与え、グラフのアイコンを選択するアンケートを以下のように行った。

対象：短大1年生：44名

時期：後期（表計算ソフト履修後）

内容：①表のデータをみて適切なグラフの選択ができるか？②軸に何のデータを使うか。③グラフ表示で何が強調されるか。

それぞれの表に対する選択状態は下の表である。

- ① 1列からなる2次元表の血液型別人口の場合、80%（35名）の人が円グラフを選択している。強調されていることについて、割合と正確に答えている人は円グラフと答えた人のうち68%であった。ヒストグラムと答えている学生もあり、5.1のアンケートの結果からもいえるが棒グラフとヒストグラムの区別がついてない学生がいることが分かる。
- ② 2の県別人口密度表からのグラフ選択は棒グラフとヒストグラムに2分されていて、両者の違いが分からない人がいることがこの例からも分かる。
- ③ 3、4の表が1つの項目が年代になっているので、折れ線グラフを選択している人が多い。3は2年分のデータでも、折れ線グラフを選択している人が多い。
- ④ 5、6の単純表（データが並んでいる表）

の扱いは、そのままデータを棒グラフで、順番に棒で表すか、区間を決め、度数を数え直して、ヒストグラムや棒グラフにするのが適当であるが、散布図を選んでいる人が、各々15、14人いることから、散布図についての理解が不足している学生が多いことが分かる。

- ⑤ 7、8の結合表に関して、散布図と答えている人はそれぞれ40%、31%であり、中学校での相関図の理解不足か、散布図を知らないと答えている人が多いことから、相関図と別のものと考えていることも考えられる。この例からも散布図について理解されていないことが伺われる。

6 . 結果と考察

Friel S. N. et al. (2001) が指摘しているように、グラフ指導が表のデータを構成したり、表を使って説明する学習にどのように関係付けられてきたかは明確ではないが、グラフ指導に関しては、学校教育の中では、伝統的に、いろいろな種類のグラフを作るように指示され、なぜそのグラフを作るかの分析にほとんど注意を払われていない。また、Lehrer and Romberg (1996) が述べているように、教科書のグラフの例はしばしば前もって処理されすぎている。そのため、生のデータを使って、自分自身でグラフの選択をする機会が少な

表からグラフの選択の結果

表の種類	1 2次元表 1列の場合	2 2次元表	3 2次元表 2年分のデータ	4 2次元表 時系列データ	5 単純表	6 単純表	7 結合表	8 結合表
	血液型人口	県別人口密度	消費財普及率	広告費の移り 変わり	猫の寿命	30人のボール 投げ	勉強時間と 数学	年齢と血圧
ヒストグラム	5	13	0	0	20	20	9	10
散布図	0	8	0	1	15	14	17	13
棒グラフ	2	12	24	4	3	4	11	8
折れ線グラフ	0	0	16	36	1	1	6	10
円グラフ	35	9	2	3	5	3	1	0

い。アンケートの結果から、表のデータを直接使って描く棒グラフや円グラフの選択はほとんどできているが、表のデータを操作したり、データが持つ意味やデータから予測できることを考えながらグラフを選択しなければならない場合のグラフ選択は困難であることが分かった。また、中等教育の中で、自分自身で集めたデータを整理して、表を作ったり、グラフ化するための指導はされていないことが伺える。統計処理の指導は指導要領の中に組みこまれていて、中学や高校で受けている学生もいるが、ほとんどグラフと表に注目した指導は受けていないようである。今後、表計算ソフトの指導や統計教育の中で、情報をどの形式の表で表すのが適切かを指導したり、表の情報をグラフ化する前に、情報がどの形式の表で作られているかを明確に捕らえられるように指導することが重要である。さらにグラフの種類により、強調される情報が変わることを理解し、適切なグラフの選択ができるように指導していく必要があるだろうことが示唆された。また、短大や大学の統計教育でも、表の中のデータの意味を理解することと同時に視覚的に表示する目的や意義を理解しながらグラフ選択をすることを指導する必要があるだろう。今回の調査はプロトタイプとして、学生のグラフ選択に関する動向を調べるためにアンケートを行ったが、指導法の開発までにはいたらなかった。しかし、その必要性が明確になった。今後、さらに詳しく調査し、コンピュータ環境で表を作成したり、グラフ化することが容易になっているので、表の作成、さらに、グラフ選択を行うことに関する指導法を開発し、グラフ理解をど

のように支援するかを明確にする必要がある。

参考文献

- Friel S. N. et al. (2001). Making Sense of Graphs : Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications, *Journal for Research in Mathematics Education*, vol.32, No.2, pp.124-158.
- Mosenthal P. B. & Kirsch I.S. (1989a), Building documents by combining simple lists, *Journal of Reading*, 32, 132-135
- Mosenthal P. B. & Kirsch I.S. (1989b), Intersecting lists, *Journal of Reading*, 32, 210-213
- Mosenthal P. B. & Kirsch I.S. (1989c), Nested list, *Journal of Reading*, 32, 294-297
- Mosenthal P. B. & Kirsch I.S. (1990a), Understanding graphs and charts, PartI, *Journal of Reading*, 33, 371-373
- Mosenthal P. B. & Kirsch I.S. (1990b), Understanding graphs and charts, PartII, *Journal of Reading*, 33, 454-457
- 海老澤成亨、菅野宏 (1999) 大学における文系学生の情報基礎教育に関する一考察 (その3)、東京家政学院筑波女子大学紀要第3集、pp.103-110
- 小倉俊悦、林脩他 (2000)、30時間でマスター Excel2000、実教出版
- ケリー B.著、清水克彦監訳 (1997) 統計編、グラフ電卓で探る数学の世界、現代数学者
- 文部省 (1992) 高等学校数学指導資料、指導計画の作成と学習指導の工夫平成4年5月
- 文部省：高校数学学習指導要領：<http://www.monbu.go.jp/series/00000052/fsugaku.html>
- 文部省：高校数学学習指導要領：<http://www.monbu.go.jp/series/00000052/tmokuji.html>