

## 看護系学校における統計学の授業（2）

佐伯 卓也

岩手大学名誉教授

概要：前の研究（佐伯，2006）では看護系学校の基礎科目としての統計学の授業プログラムの例を授業の実践例をもとにして示した。今回の研究では幾つかの有効な指導技術の同定を試みた。さらにここでは新しく意識的に試みた分割表（クロス集計表）のパターンからの自由度の導入や、さらにはフィッシャーの直接確率計算法で用いる計算を階乗の数表で試みた。

キーワード：統計学，医療統計学，看護学校，授業実践，指導技術

### 1. はしがき

2004(平成16)年度から、山形市内の看護系学校の統計学（医療統計学）を担当して来た（佐伯，2006）。その間授業の経験を重ねるに従い、指導事項の項目別に有効な指導の方法を発見し検証していくことになる。例えば相関係数の比較をするとき、数学としての理論では $z$ 変換が必要になる。しかし $z$ 変換の指導は学生の実態には合わない。そこで $z$ 変換の代わりに「 $z$ 変換の表」の代用で切り抜けていくとか、ある項目の機械的な丸暗記にたよる等の方法がより効果的な適切な方法だったりするので、内容の丸暗記の実践例を紹介していく。丸暗記というと数学の指導法としては邪道かも知れないが、効果的と思われる方法を指導技術と考えれば許される方法として概念化する必要を感じず。このような背景でこれらの幾つかを指導技術として類型化を試みた。

今回の研究では従来あまり意識して考えることをしなかった方法の中から有効な指導技術として発見し意識して同定することを試みた。その中には2005年度に新しく試みた分割表（クロス集計表）のパターンからの自由度が求められるとか、さらにはテキストにある階乗の表の積極的な利用等の試みが実現された。

また、今回の研究の対象になった学生は前回と同じで山形市内の看護学校2校の学生である。ここで一言述べたいことがある。前回の拙論（佐伯，2006）でも触れたが、筆者のかつて経験した一般大学の数学関係の学生の受講態度に比べ、桁違いに熱心で、今までの大学の数学の授業では経験したことのない強い印象と迫力を感じることである。この原因の究明も今後解決する必要な課題であろう。

もちろん今回も電卓としてカシオfx-370ES-Nを学生全員に所持させて授業をした。

## 2. 問題の所在

2005（平成17）年度の使用テキストは金森・本田（金森雅夫・本田 靖（2005）『統計学』，系統看護学講座基礎4，医学書院，東京）である。記述を簡単にするためこの本を今後は「テキスト」と略記することにする。

テキストp. 60に正規分布曲線の方程式が記されてある：

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (-\infty < x < \infty)$$

手持ちのワープロのため、テキストの表現とは異なって恐縮だが、exp は指数関数を表すとする。この方程式は普通の正規分布曲線を表している。ところでこの式を高校卒レベルの看護学校の学生には式の意味を理解させるように説明するのは難しい。この方程式のイメージとこの方程式が表すグラフ（釣鐘状のグラフ）を感覚的に覚えて貰う方法にたよっている。ちなみに高校の数学の教科書でも正規分布曲線の方程式とそのグラフには数学的な説明の無いまま掲載されている。それもここで述べた程度でそれ以上詳しく説明するのは程度を越えるので高校の水準では無理なことと考えられる。

これと扱いの似た例として「中心極限定理」がある。テキストではp. 64に記してあり、その確認のためのコラムが書かれている。しかしこの例のままでは看護学校の学生にとってはレベルが高く納得的な指導は難しい。筆者は立川先生の本（立川，1992）にあるように、標準誤差として学生に機械的に暗記させた。ところがこれが思いのほか有効であった。

$$\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

こういう諸経験をもとにして、テキストや数学の指導と常道からややそれてはいるが、有効と思われる指導技術を求めて試行錯誤的に研究を進めて行くことにした。

## 3. 授業に効果的な指導技術を求めて

### (3.1) 機械的暗記が有効な例

前節の一部でも機械的暗記が有効な例を記した。その外の例を記す。

まず、第一に取り上げるのは術語の暗唱である。いくら看護学校の学生用の統計学といっても、その内容は高校の水準ではない。例えば「帰無仮説」とか「有意水準」のような術語の指導が問題になる。この時はあたかも英語の単語帳のようなものをつくらせて、それをつねに携行してそのような術語をつねに暗唱することを薦めた。この方法は筆者が理学部数学教室時代に、先輩の薦めもあって、例えば位相数学を学習するとき、そこで出てく

る「開集合」「近傍系」等の定義はこのような暗唱法で学習した経験に基づいている。

第二に取り上げたいのは、検定作業の方法の暗唱である。この過程の中で検定作業の中での自由度の概念も履修させようとする試みである。筆者はこの過程を「検定作業の法則」とかりに名付けている。数値例として、テキスト p. 88の問題例を引用している。

#### 「検定作業の法則」

$$t_0 = 3.49 \text{ (計算値)} \quad t = 2.145 \text{ (数表値)}$$

この2つの数値を比べて、大きさを比較する。そのとき、

$t_0 > t$  のときは帰無仮説は棄却される

$t_0 \leq t$  のときは帰無仮説は棄却されない(両者に関係はない)

したがって、上の例は、検定は  $t_0 > t$  で「帰無仮説は棄却される」と判定する。

また、この過程で必ず対応する数表がある。その数表から数値を選ぶとき自由度がかかわるので、必ず自由度を確認すること。

と板書して示した。

### (3.2) 特殊な用紙等が必要となる場面設定

初めて医療統計を学ぶ学生にとっては高校数学ではあまり深くは学習していない内容に行き当たる。その一つとして、片対数方眼紙(高校では半対数方眼紙として載っている教科書もある)と言われる方眼紙の例がある。この方眼紙は縦軸は対数目盛り、横軸は普通目盛りの方眼紙のことである。これを学生に指導する時、指導のための足掛かりがある。そのためにはテキストの例から

「A町の人口(8000人)の近年の人口増加と日本全体(人口1億2千万人)の人口増加を年次別に比較して1枚の用紙に図示せよ。」

を選んだ。ところが、この2数はその大きさが違い過ぎて1枚のグラフに描くのが難しい。ところが、横軸はそのまま普通の尺度の目盛りで、縦軸を対数目盛りにすると

$$\text{A町の人口 } 8000 \text{人} \quad \log_{10} 8000 \approx 3.9031$$

$$\text{日本の人口 } 120000000 \text{人} \quad \log_{10} 120000000 \approx 8.0792$$

となり、縦座標の目盛りが圧縮されて一枚のグラフ用紙に記入が可能となると説明して納得させている。

もう一つの例として正規確率紙がある。それは、横軸が等間隔であり縦軸は(身長等)の累積相対度数 $\times 100$ を目盛ったグラフ用紙である。この用紙も市販されていて、容易に入手可能なので、これ以上の説明は略す。要点は、正規確率紙を用いてデータをプロットしていくと、正規分布の時はグラフは直線になり、さらに、直線に近ければ近いほどそのデータは正規分布に近い、と判断してよいことが指導のポイントになっている。

### (3.3) 回帰直線の導入の別方法

普通の統計の本では回帰直線を導入する時は最小2乗法が用いられ、これが正統な方法である。しかし、この方法は説明を試みたことがあるが、学生にとって難しい。そこで筆者は、学生が相関係数を学習しているので、相関係数を用いての導入を試みてうまくいったので、それを次ぎに記すことにする。この方法は立川先生も触れている（立川、1992）。

2つの変量 $X_i$ 、 $Y_i$ があるとする。 $X_i$ の標準偏差を $\sigma_x$ 、 $Y_i$ の標準偏差を $\sigma_y$ 、求めるべき $Y$ の $X$ への回帰係数を $a$ 、2変量の相関係数を $r$ とする。 $X$ 、 $Y$ をそれぞれ $X_i$ 、 $Y_i$ の平均値とする。回帰係数 $a$ は

$$a = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}, \quad b = Y - a X$$

で定義して、これから回帰直線

$$Y = a X + b$$

が定義できる。ここで $a$ は $Y$ の $X$ への回帰係数、この直線を $Y$ の $X$ への回帰直線という。実際の授業では、さらに、 $X$ の $Y$ への回帰係数、 $X$ の $Y$ への回帰直線も定義して学生に示し、その上、両者の交点を求めているが、ここではその記述は略す。

以上が相関係数から回帰直線を求める方法で、筆者が実際に学生に行った説明である。

## 4. 学生の予想外に興味を引いた事項

### (4.1) 分割表（クロス集計表）の自由度

例えば、テキストに次のような分割表（クロス集計表）がある。これに付随する演習問題は期待度数（期待値）を求めるとなっている（佐伯、2006）。この分割表の中で枠の線

表1 事例に基づく分割表（テキストp.39）

	スープを飲んだ (+)	スープを飲まなかった (-)	合計
病状あり (+)	45 (31.3)	2 (15.7)	47
病状なし (-)	5 (18.7)	23 (9.3)	28
合計	50	25	75

の交わる個数、この表では○印がついた1個が、そのまま、この課題の自由度の数値になる。このことは、立川先生（1992）の本にも載っている。

さらに、表1の分割表をより一般化した例は立川先生の本に見受けられるから、そのままp.123から引用して、表2として示しておく。この表では○印の数は3個あるので、自

由度の値は3となる。なお、この表は筆者の前著（佐伯，2006）では○印なしで示している。理由はその時点で、特に○印をつける必要がなかったからである。

表2 観測値と期待値

	79%以下	80%～89%	90%～99%	100%以上	合計
栄養可	245 (252)	228 (233)	177 (174)	219 (209)	869
栄養不良	31 (24)	27 (22)	13 (16)	10 (20)	81
合計	276	255	190	229	950

#### (4.2) n! (階乗) の表の利用

テキストに出てくる例としてはフィッシャーの直接確率計算法と言われる項目がある。この中では、例えば、次のような階乗を含んだ計算がある。次の実例では

$$\frac{30!12!28!14!}{18!10!12!2!4!} = \frac{3.6524 \times 10^{32} \times 4.7900 \times 10^8 \times 3.0488 \times 10^{29} \times 8.7178 \times 10^{10}}{6.4023 \times 10^{15} \times 3628800 \times 4.7900 \times 10^8 \times 2 \times 1.4050 \times 10^{51}} = 0.10799$$

として計算出来る。ここで 30!12!28!14! 等はテキストの最後のページにある階乗の数表を利用させるスタイルで学生に実施した。結果は学生が予想以上に興味を持って取り組んでいたように見える。

## 5. 結語

前回の拙論以来、看護学校という場での医療統計学の授業の回数を重ねるに従い筆者にとって看護学校での統計学の位置付けとか学生の受け止め方とかが、どうにか見え始めて来たと感じるようになった。しかし、その高度な理念とか指導の在り方とかについて論じるには、経験が不足している上、文献等の研究蓄積が不十分と考えている。そこで、この小論では今後の看護学校での統計学の授業研究を続けるための手掛かりになるとの期待をこめて、暫定的なメモの形で記したものである。

参 考 文 献

- 金森雅夫 (2005) 『統計学』, 系統看護学講座基礎4, 医学書院, 東京
- 肥田野直・瀬谷正敏・大川信明 (1961) 『心理教育統計学』, 培風館, 東京
- 佐伯卓也 (2005a) “東京考へ方研究社”の数学教授法について, 東北数学教育学会年報, 36, 35-42
- 佐伯卓也 (2005b) 初学者のための数学教育の一つの原点 —— 「考へ方研究社」, 情報リテラシー教育研究報告集, 91-92
- 佐伯卓也 (2006) 看護系学校における統計学の授業, 東北数学教育学会年報, 37, 3-8
- 立川 清 (1956) 『例解統計学 —— 入門より推計学初歩まで』, 第一出版, 東京
- 立川 清 (1992) 『栄養・保健・医療関係者のための例解統計学』, 第一出版, 東京

On a Teaching of Statistics in Nurses' Training Schools (Second Report)

SAEKI, Takuya

Professor Emeritus, Iwate University

(Abstracted)

In my previous paper, I reported about the medical statistics in two nurses' training schools in Yamagata-Shi city. In this time, I have tried to identify some useful guiding methods. Moreover, I have tried to introduce degrees of freedom from patterns of the cross-table and to use factorials in the Fisher's direct calculaing methods in probability.