

千葉県の高등학교における確率・統計
の教育に関する調査

村上正康ほか5名

A Survey on Teaching Probability and Statistics in High Schools
in Chiba Prefecture

M. MURAKAMI, et al.

1985

千葉県の高等学校における確率・統計の教育に関する調査

村上正康* ほか5名**

助手段として、確率実験や統計実験を授業の中でどの程度実施し、またどんな種類のものを行っているのかを調べる。さらにマイコンの利用による数学教育の実施についても調査する。

本調査の実施概要を以下に簡単に述べる。

- (1) 調査の対象 千葉県下全高等学校の数学教員全員 公立139校、私立39校、工業専門学校1校、計179校、総延人数1067人(昭和58年度千葉県教職員名簿に記載の全員)
- (2) 調査の方法 郵送による無記名全数調査 実際は、各高等学校の数学科主任宛に当該校の数学教員の人数分の調査票と返信用封筒を一括して送付し、個々の教師への配布を主任に依頼した。ただし、記入済みの調査票の返送は各教師の投函による。
- (3) 調査の実施時期 昭和59年1月
- (4) 回答者数 726人(回収率68%)

2. 調査結果について(単純集計)

以下では、各項目ごとに回答結果を単純集計し、集計結果を表またはグラフによって表した後、適当なコメントを与える。

Q1. あなたが現在勤務されている高校について、お答え下さい。

q1-1. どんな学科がありますか、あるものすべてに○印をつけて下さい。

1. 普通科	2. 工業科	3. 商業科	4. 農業科
5. 水産科	6. 家庭科	7. 衛生看護科	
8. 理数科	9. 体育科	0. その他	

集計結果:

表-1 普通科をもつ高校の割合

普通科をもつ高校	655(90.2%)
普通科をもたない高校	71(9.8%)

ここでの%は普通科をもつ高校に勤務する教師の割合を示している。これは普通科に在学している生徒の割合にほぼ等しいと考えてよいだろう。千葉県の高校には質問で掲げた学科以外に情報処理科、園芸科、畜産科、事

1. 調査のねらい

「確率・統計」は戦後いちはやく高等学校の数学のカリキュラムの中に取り入れられ、今日まで約30年永きにわたって、高等学校の数学の一部として教育されてきた。この間、今回を含め、学習指導要領の改訂が実施されたが、確率・統計の授業内容に関する限り、本質的な変化はあまりなかったといえるだろう。今回の改訂を踏まえて新たに登場した「確率・統計」の教科書をみても、確率を重視する従来の線は一向に変わらず、統計部分の軽視とその説明不足は相変わらずである。一方において、現場の数学教師の声として、推定・検定などの統計的推測の教えにくさがさややかかれていくが、その根本的原因は果たしてどの辺にあるのだろうか。学習指導要領なのか、教科書なのか、教師の側か、それともまったく別な原因によるものであろうか。

さて私たち研究グループは、数年来高等学校における統計教育に対して多大な関心をもってきたが、昨年度文部省科学研究費の交付を受ける機会を得たので、グループで協議の結果、千葉県の全高等学校の数学教員全員を対象に、確率・統計の教育に関する実態調査を実施することにした。この調査で明らかにしたいと考えるおもな点は、つぎの四つである。

- (1) 旧課程の数学の授業で、確率・統計の内容はどの範囲まで教えられていたのか、全範囲、つまり数IIIの検定のところまでを教えていない理由は何か。
- (2) 確率・統計の中から10個項目を選び、現場の教師からみたらこれら項目の教えやすさの程度を調査する。その結果を、教えられる側に対する別の調査結果(これは、本年4月に59年度千葉大学新入生に対して実施したもので、彼らが高等学校で習った確率・統計の同じ10項目について、その理解度を調べた)と比較する。
- (3) 高等学校において確率・統計、とくに統計を教えることの難しさがどこにあるのか、教師自身の意見を聞く。
- (4) 確率・統計の概念や考え方を理解するための補

* 千葉大学

** 同 鹿野正美・田原正章・安田正美・中神潤一・青柳雅計

務科、経理科などがある。

大学進学率に関する質問として、

q1-2. 昭和57年度の進学率(短期大学以上)は、何%ですか。

集計結果:

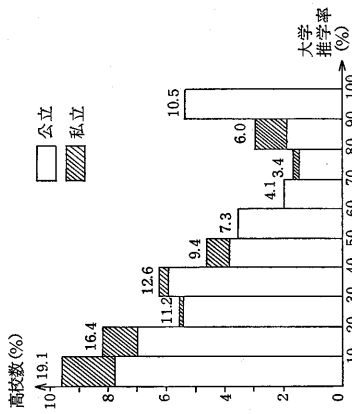


図-1 大学進学率 (q1-2)

図-1 をみると、いわゆる進学校とそうでない学校に、公立私立とも明確に分かれている。平均進学率を計算すると、39.2%であり、一方、学校基本調査による資料では、昭和57年度の千葉県進学率は男25.3%、女28.7%で、アンケートから得られた進学率よりかなり低くなっている。これは浪人の大学合格者数を考慮していないことによるものと想定され、図-1は浪人の合格者を加えた進学状況を示していると思われる。

つぎは、教員としての経験年数と、大学での統計学の講義を受けたかどうかの設問である。

Q2. あなたご自身について、お答え下さい。

q2-1. 高校教師としての経験年数は、何年ですか。

1. 5年未満 2. 5年以上 15年未満 3. 15年以上 25年未満 4. 25年以上

集計結果:

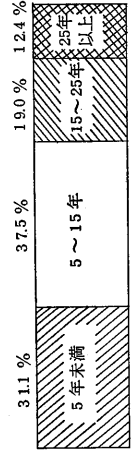


図-2 高校教師としての経験年数 (q2-1)

図-2 をみると、5年未満の若い教師が多いことがわかり、経験年数15年未満が実に全体の2/3以上を占めている。これは人口急増地域としての千葉県の特色と考えてよい。

q2-2. 大学(旧制の方は新制大学に準ずる学校)で、統計の講義を受けたことがありますか。

1. ある 2. ない

集計結果:

表-2 大学での統計の受講の有無 (q2-2)

1: ある	645 (88.8%)
2: ない	62 (8.5%)
無回答	19 (2.6%)

表-2 をみると、ほとんどの教師が大学で統計の講義を受講している。これは新しい教育職員免許法が施行されてから30数年が経過し、この間、教育職科目の中に統計が必修科目(2単位)として含まれていたことによるものと思われる。

つぎは科目の教育経験について質問をした。

Q3. あなたはこれまで次の科目を、教えたことがありますか。

	ある	ない
(a) 数学一般	1	2
(b) 数学I	1	2
(c) 数学II	1	2
(d) 数学IIA	1	2
(e) 数学III	1	2

集計結果:

表-3 科目の教育経験の有無 (Q3)

	1: ある	2: ない
(a) 数学一般	54 (7.4%)	672 (92.6%)
(b) 数学I	714 (98.3%)	12 (1.7%)
(c) 数学II	609 (83.9%)	117 (15.1%)
(d) 数学IIA	250 (34.4%)	476 (65.6%)
(e) 数学III	477 (65.7%)	249 (34.3%)

これからみると、全体の約2/3の教師が数IIIを教えている。しかしその割合が、数I、数IIに比べて少ないのは若い教師が多いことと文系の学科では数IIIを教えないためであろう。

SQ3-1は、Q3で数IIIまたは数IIAを教えていると答えた人が、確率・統計の部分をごとまで教えているかをみる設問である。

SQ3-1. 数学IIIまたは数学IIAでは、統計の部分はどの範囲まで教えていますか、該当する次のどれか1つの項目の番号に○印をつけて下さい。

(a) 統計の部分は教えていない..... 1

割合は今後の新課程に対する場合、入試科目の変更により若干異なる状況が生じる。さらに項目(c)、(d)に対する結果は統計に対する印象が現れていると思われる。なお項目(e)については、教材や内容の記述などに関する多くの意見が記入されていた。詳しくは付録-2を参照されたい。

つぎは、基本的な項目についての教えやすさをみたものである。

Q4. 次に示す確率・統計の項目の、教えやすさはどうか、他の数学の部分と比較して、あなたの授業経験からお答え下さい。

1: 教えやすい 2: 普通 3: 教えるにくい

4: 教えたことがない

	1	2	3	4
(a) 順列・組合せ	1	2	3	4
(b) 確率の意味	1	2	3	4
(c) 条件付き確率	1	2	3	4
(d) 確率変数	1	2	3	4
(e) 確率変数の期待値	1	2	3	4
(f) 二項分布	1	2	3	4
(g) 正規分布	1	2	3	4
(h) ランダム・サンプリング	1	2	3	4
(任意抽出・無作為抽出)	1	2	3	4
(i) 推定	1	2	3	4
(j) 検定	1	2	3	4

集計結果:

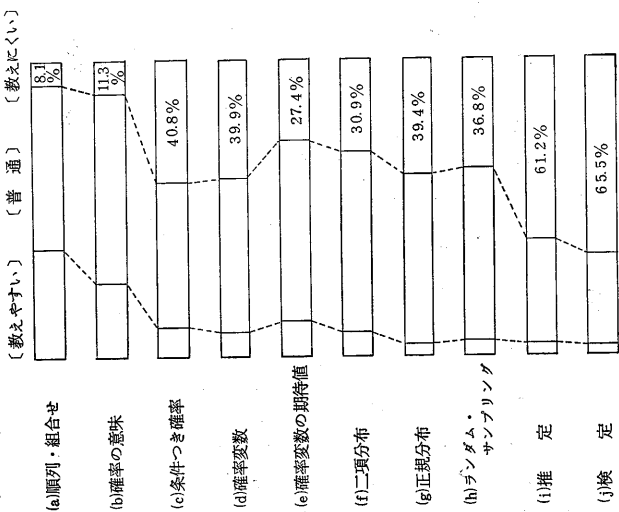


図-5 確率・統計の項目の教えやすさ [千葉県高校教員] (Q4)

(b) 統計の部分は確率分布まで教え、統計的推測は教えない..... 2

(c) 統計の部分を全部教えている..... 3

集計結果:

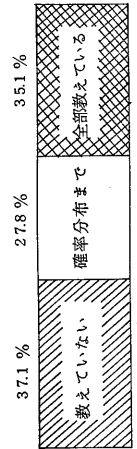


図-3 教えている確率・統計の範囲 (SQ3-1)

統計の部分は1/3以上の教師が全部を教えている。しかし一方では、統計が数IIIの単元の中に含まれているにもかかわらず、1/3強の教師が統計をまったく教えていない。この結果はゆゆしき問題であり、高校教育において統計教育が根づかない一つの原因であると考えられる。

SQ3-2は、統計の部分の教えていないと答えた人について、なぜ教えないのか、その理由をたずねた。

SQ3-2. その主な理由は何でしょうか、次に示す各項目ごとにお答え下さい。

	はい	いいえ
(a) 時間が足りないから	1	2
(b) 大学の入学試験にあまり関係がないから	1	2
(c) 難しく教えるにから	1	2
(d) 生徒が興味を示さないから	1	2
(e) その他	1	2

集計結果:

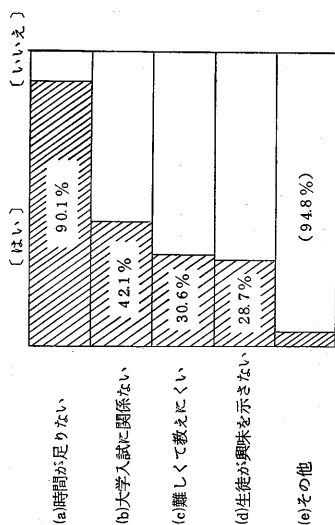


図-4 統計の部分を教えていない理由 (SQ3-2)

教えない理由として、時間が足りないためと答えた教師が圧倒的に多い。これはカリキュラムの関係で統計の部分は3年次の3学期に教えることになっているが、学期末の行事などで3学期がまるまる使えないためである。項目(b)の大学入試に関する、しないという回答

図-5のグラフをみると、教えやすさについて三つのグループ：(a)と(b)のグループ、(c)から(h)までのグループ、(i)と(j)のグループ、すなわち、確率、確率分布、統計的推測の三つに明確に分かれ、その順に教えにくくなっていく。確率の中でも「期待値」「二項分布」は比較的教えやすく、確率の計算は理解されているといえる。しかし「条件付き確率」のように多少新しい概念が入ってくることで、教えにくくなっていく。学生側から見た理解のしやすさは果たしてどうであろうか。われわれは昭和59年度千葉大学新入生を対象とした調査を行っている。その結果との比較をしてみることしよう。

(a) 順列・組合せ	(理解できた)	(理解できなかつた)
	83%	17%
(b) 確率の意味		
(c) 条件付き確率		26.8%
(d) 確立変数		
(e) 確立変数の期待値		28.8%
(f) 二項分布		36.7%
(g) 正規分布		44.0%
(h) ランダム・サンプリング		42.2%
(i) 推定		59.1%
(j) 検定		62.2%

図-6 確率・統計の項目の理解度 [千葉大学新入生]
明らかに学生の理解度とはきりし対応がわかっていない。すなわち教師が教えにくく答えた項目は学生もあまり理解していないのである。「順列・組合せ」を除く9項目については学生の約1/3以上が理解できなかったと答えており、これは一般の高校生全体で考えればもっと低くなると思われる。

さてこういふ教えにくさの原因はどのような点にあるのか、Q5で個別に問うた。

Q5. 統計は教えにくいと言われていますが、あなたはその原因がどこにあると思いますか、次に示す各項目ごとにお答え下さい。
1: はい 2: いいえ
(a) 数学と異質なものである…… 1 2

- (b) 論理に飛躍があつて教えにくい 1 2
- (c) 概念がとらえにくく…… 1 2
- (d) 適当な参考書がない…… 1 2
- (e) その他……(自由記入)

集計結果:

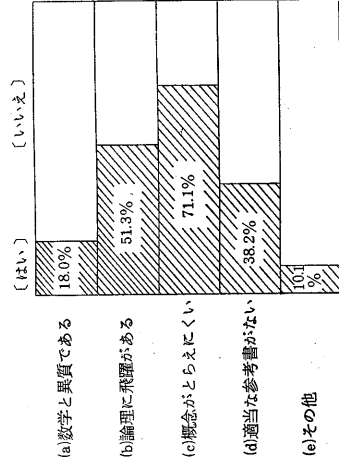


図-7 統計的推測の部分の教えにくさの原因 (Q5)

ほとんどの教師は、統計が数学と異質であるとは考えていない。このことは統計を数学の一部として受け入れる素地が高校の教師にできていることをうかがわせる。しかしながら、教科書の統計部分の叙述には論理に飛躍があり、概念がとらえにくいという声や、適当な参考書がないとの指摘は、統計教育に関心をもちつづべての人々に対して、大きな警鐘を与えるものといえるだろう。高校では最近新しい教育機器の導入が盛んであるといわれているが、その実態はどのような状況であろうか。そこで、これらの実験が実際の授業で行われているかについて質問した。

Q6. 数学の授業で、次に示す各項目ごとにお答え下さい。
(a) 乱数サイや乱数表による統計実験…… 1 2
(b) 実際に入手したデータを用いての統計計算…… 1 2
(c) マイコンによる統計実験…… 1 2
(d) マイコンによる数学教育…… 1 2

確率実験、統計実験は授業の中で、われわれが予想していた以上に多く取り上げられていた。またマイコンなども数学教育に少しずつ活用され出している。今後は新しい教育補助手段としてますます利用されるであろうし、乱数を発生させるのシミュレーション、生徒に興味ある実験データの解析など、統計教育のネックとなつて

Q8は、新課程における「確率・統計」の授業を予定しているか否かの質問である。

Q8. あなたの高校では、新課程の「確率・統計」の授業を予定していますか。
1: いる 2: いない

集計結果:

表-5 新課程の「確率・統計」の授業の予定 (Q8)	
1: 予定している	508 (70.0%)
2: 予定していない	182 (25.1%)
無回答	36 (5.0%)

新課程の確率・統計の授業は大多数の高校で予定されているが、今後時間がたてば高校側の対応も変化する可能性が十分考えられる。

3. 調査結果について (クロス集計)

単純集計とは別の観点から調査結果を論ずるためにクロス集計を行い、単純集計からは読み取れない事実について検討してみる。最初に一例を挙げながら、クロス集計に対しての統計的方法である χ^2 検定の説明を行ってみよう。

たとえば、q2-1 (高校教師としての経験年数) と SQ3-1 (統計の部分を変える範囲) との関係を見るために、これら二つの項目についてのクロス集計を行い、分割表を作成すると、表-6 のようになる。

表-6 q2-1×SQ3-1のクロス集計

	まったく教 えていない	確率分布 まで	推測まで	計
5年未満 (57%)	55 (20%)	19 (23%)	22 (23%)	96 (100%)
5-15年 (44%)	106 (25%)	59 (25%)	75 (31%)	240 (100%)
15-25年 (26%)	33 (26%)	41 (33%)	52 (41%)	126 (100%)
25年以上 (13%)	11 (13%)	34 (39%)	42 (48%)	87 (100%)
計	205	153	191	549

ところで一般に、 $m \times n$ 分割表を用いて、帰無仮説 H_0 : 二つの分類項目は独立である。という独立性の検定を行うには、統計量

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

が、近似的に自由度 $(m-1) \times (n-1)$ の χ^2 分布にしたがうことを用いられよ。ただし o_{ij} と e_{ij} は、分割表の i 行 j 列の「マス」の観測度数と期待度数である。

この例の場合に χ^2 統計量の値を計算すると、

$$\chi^2 = \frac{(55-35.85)^2}{35.85} + \dots + \frac{(42-30.27)^2}{30.27} = 50.5$$

となり、自由度は $(4-1) \times (3-1) = 6$ となる。ところで自由度 6 の χ^2 分布の上側 5% 点は、 χ^2 分布表より $\chi^2(0.05; 6) = 12.6$ で

$$\chi^2 = 50.5 > 12.6 = \chi^2(0.05; 6)$$

が成り立つから、この場合の結果は統計的に有意となる。したがって、二つの分類項目 q 2-1 と SQ 3-1 が独立であるとの帰無仮説 H_0 は、5% の有意水準で棄却される。実際分割表をみると、教師としての経験年数が増加するにつれ、教える範囲が広がっていくという顕著な傾向のあることがわかる。われわれの中には当初、若い教師ほど統計的推測の部分まで教えているのではないかとの予想もあったが、調査の結果はまったく逆になった。この原因はいろいろ考えられるが、一つには教える時間の制約が挙げられよう。すなわち経験のある教師ほど時間配分に慣れおり、統計的推測の部分まで教える余裕があるのではないかと解釈できる。

このように、クロス集計をして二つの分類項目の独立性の検定を行えば、単純集計だけからはわからなかった重要な知見の得られる可能性がある。以下に、興味があると考えられる項目の組み合わせについて、同種の解析を適用した結果を検討してみよう。

3.1. Q1 (高校のタイプ) とのクロス集計

まず、q 1-1 (普通科をもっていか否か) と他の項目との関連について調べてみる。 χ^2 統計量の値が大きかったのは、q 1-2 (進学率) と Q 8 (「確率・統計」の授業の予定の有無) であった。q 1-2 との関連については、普通科をもたない高校の性格から考えて、その進学率が低いのは常識的であろうが、Q 8 との関連についてはとくに注意する必要がある。新課程の「確率・統計」はない、いわゆる実業高校では、新課程の「確率・統計」の授業が予定されていない傾向がある。これは、上述の q 1-2 との関係を考え合わせると、実業高校の生徒は「統計」だけでなく、「確率」についてもまったく学ぶことなく社会に出てしまふ可能性の高いことを意味している。なぜなら、旧課程では必修の「数 I」の中に含まれていた「確率」が、新課程では「確率・統計」と一本化され、選択になっているからである。今後「確率・統計」的な思考形態をもちあわせることは、極めて重要なことと考えられ、実際、このことは近年の社会的要請となりつつある。このような時期に、上記のような傾向のあることは大きな問題ではなからうか。

つぎに、q 1-1 と SQ 3-1 (教える範囲) の関連につ

いては、 $\chi^2 = 6.0 = \chi^2(0.05; 2)$ であり、普通科をもつ高校ほど教える範囲の広い傾向のあることが読み取れる。q 1-1 と Q 6 (授業における実験) の関連については、Q 6 の (a) ~ (d) のいずれの項目に関しても χ^2 の値は極めて小さかった。当初、実業高校の方が実験や実習をよくやっていると予想していたが、結果はそうではなかった。普通科の有無にかかわらず、実験結果はあまり行われていないようである。これは SQ 3-2 の単純集計の結果などを考え合わせると、時間不足が最大の原因ではないかと考えられる。

さてつぎに、q 1-2 (進学率) と他の項目との関連について検討してみよう。 χ^2 値が極めて大きかったのは Q 8 (「確率・統計」の授業の予定の有無) と SQ 3-1 (教える範囲) であった。Q 8 との関連についてはすでに述べたように、今後に大きな課題を提示しているといえよう。また SQ 3-1 との関連についても、一部上述したように、進学率の高い高校ほど教える範囲が広い顕著な傾向が読み取れる。これは高校の授業内容に関しても、大学入試がかなり意識されていることを意味している。したがって、大学入試が高校教育に与える影響は極めて大きく、この意味でも大学の教官は、高校教育に対する理解を深める必要がある。最近行われた小学生に対する学力統一テストの結果などによると、数学の思考力の低下がみられるが、すべての教師はそれぞれの立場に立って、児童・生徒の真の学力向上を改めて考え直す責任があるのではなからうか。

3.2. Q2 (教師の属性) とのクロス集計

まず、q 2-1 (高校教師としての経験年数) と他の項目との関連について調べてみよう。この項目は、SQ 3-1 (教える範囲)、Q 4 (確率・統計の教えやすさ)、Q 6 (授業における実験) などのほとんどの項目と極めて高い関連性がみられる。SQ 3-1 との関連については本節冒頭の例でみたように、経験を積んだ教師がより広い範囲まで教えている傾向がみられる。また Q 4 の各用語について、経験年数の短い教師の方がより教えるに感じているようである。さらに Q 6 に関しては、経験年数が長いと乱数サイヤや実験データを用いた実習を行っているが、マイコンを用いた統計教育や数学教育は極めて少なく、経験年数との関連についてはみることができなかった。以上のことから総合的に判断すると、経験年数が長くなるにつれ時間的にも授業内容的にも余裕が生まれてくるということがわかる。しかし、SQ 3-1、SQ 3-2、Q 4 などの単純集計の結果を考慮すれば、統計の部分、とくに統計的推測の部分は圧倒的に多数の教師が教えるに苦しさを感じており、その上絶対的に授業時間が不足のため、

ともすれば統計的推測の部分が割愛されがちである。われわれはこの現実を注視し、早急にその解決を試みなければならぬ。このためには数学のカリキュラムにおける「確率・統計」の位置づけをはっきりさせること、さらには始めなければならないが、現時点では新課程が開始されて日が浅いため、もう少し様子を見た方がよいのかもしれない。しかし一方では、統計の内容自体について一層の検討が必要であろう。経験の浅い若い教師が、時間的不足だけでなく内容的にも教えるに苦しさを感じているのは、その情熱が十分生かしきれないことや、今後の中堅層教師の育成という観点から大問題と考える。われわれは Q 5 の単純集計の項でも述べたように、今後良い教科書や参考書の作成などに向けてとどしどし意見を提出していく責任があると強く感じている。

つぎに、q 2-2 (大学での統計の受講の有無) と、SQ 3-1 (教える範囲)、Q 4 (確率・統計) の項目の教えやすさ) との関連について検討すると、ほとんどの項目について関連性は検出できなかった。これは統計を受講しなかった教師は、q 2-1 とのクロス集計の結果から経験年数が長い教師に多く、したがって上でみたように、統計の教育についても経験があるため相互に打ち消し合ったものと考えられる。

3.3. SQ3-1 (教える範囲) とのクロス集計

まず、SQ 3-2 (統計の部分を教えない理由) との関連について調べてみる。SQ 3-1 と SQ 3-2 の各項目 (a) ~ (d) との独立性の検定を行ったところ、(a) (時間不足) と (b) (大学入試に関係なし) については 1% 有意、(c) (難しく教えるに) と (d) (生徒の興味なし) については 5% 有意であった。とくに (a) については、統計の部分をまったく教えないグループほど、その理由として時間不足を挙げると顕著な傾向がある。また (b) ~ (d) に挙げた事項はいずれも統計の部分を教えない理由となっていることもわかる。

つぎに、Q 5 (統計が教えるに) の各項目との関連について調べてみると、(a) (数学と異質なものを除き、いずれも 5% 有意であった。(a) に関しては、研究者の間でよくいわれる「統計と数学とは異質なものである」ということが、高校で統計の部分を教えない理由にはなっていないことを示している注目すべきである。これは、高校の教師がたとえ「統計と数学の異質性」を感じていても「高校の数学の範囲にある事柄については教えるべきである」との責任感をもって、統計の部分を教えない理由はもつと別のところにあることを意味していると考えられる。したがってわれわれは、より一層高校における「確率・統計」教育の理念につ

ての検討を行い、その障害となる原因を除去すべく努力しなければならぬと考える。項目 (b), (c), (d) に関しては、確率分布まで教え進むにつれて、論理的飛躍性が強く意識され、良い参考書の必要性を感じる顕著な傾向のあることがわかる。これはとりもなおさず、学習指導要領も含めた教科書や参考書の根本的構想と内容の説明の貧困さを物語っていると考えられる。以上の検討の結果、ここでも時間不足の解消とそれを考慮した優れた教科書、参考書が緊急につくられることの必要性が明確に浮き彫りにされる。

3.4. Q4 (統計の項目の教えやすさ) とのクロス集計

Q 4 の (a) ~ (j) の各項目間の関連をみるため、つぎの表 7 に示した項目間についてクロス集計を行った。ここで表中の数字は χ^2 統計量の値を表し、== 印のついたものは観測度数が小さく χ^2 近似が良くないことを示す。

この表から判断すると、すべての項目に極めて高い関連のあることがわかった。とくに、(i) (推定) と (j) (検定) の教えやすさについては、独立性の検定を行うまでもなく、分割表の上で両方の度数がほぼ一致していることが読み取れる。(a) ~ (j) の項目は確率、確率分布、統計的推測の用語と順番に並べられているが、 χ^2 統計量の値から判断すると、全体的にみれば離れている用語間の関連性が多少なりとも小さいことがわかる。ところで (a) (順列・組合せ) は確率の概念がまったく入っておらず、旧教 I の中で必修として扱われており、数学の用語として定着していると思われる。さらに単純集計の結果から 9 割以上が教えやすいためは普通と答えている。そこでこれを数学の用語の代表と考え、他の「確率・統計」の用語の教えやすさとの比較を行うと表 7 の第 1 行に示されたようになる。確率、確率分布、統計的推測となるにつれて概して χ^2 統計量の値は小さくなり、この用語と「確率・統計」の用語の教えやすさの関連性は小さくなる傾向が若干みられるものの、両者の間にはなお非常に強い相関がある。したがって「確率・統計」の部分に特殊な教えにくさがあるというよりは、元来「確率・統計」の概念、内容自体が難解と考えられていると判断すべきであろう。

さてここで確率分布の二つの用語 (f) (二項分布) と (g) (正規分布) との関連について考えてみよう。これらの項目間の関連性は極めて強く、これから判断する限りでは連続型の分布特有の教えにくさが表面に出ていない。高校の段階で連続型の分布の概念を理解させることは難しいと思われ、これが調査結果に現れていないのは、調査精度を考慮しても、このことが高校の教師に

表-7 Q4×Q4 のクロス集計

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
(a)	..	9.42	6.90	2.86	2.58	1.86	1.59	1.05	---	---
(b)	8.02	..	..	..	..	..	..	..
(c)
(d)	1.170	5.59	4.82	..	..	..
(e)
(f)	10.69	..	---	---
(g)	---	---
(h)
(i)
(j)

(a)順列・組合せ (b)確率の意味 (c)条件付確率 (d)期待値 (e)二項分布
 (f)ランダムサンプリング (g)推定 (h)検定 (i)ただし、---は本文参照のこと。

十分理解されていないからとは解釈できないうらみか、事実、Q5 (統計の教えにくさの原因) の(e) (その他) の欄で教師自身の理解不足がいくつか挙げられている。このことから推察すると、まず高校の教育者に「統計」の概念、内容などが十分理解されるように徹底すること、指導要領の改訂はもちろんのこと、高校の教師向けの良いい手引書、参考書の作成が重要であると考え、教師がその概念、内容を十分理解すれば、限られた授業時間の中でも生徒に対する優れた教育が期待できるのではなからうか。

4. 結 語

今回の調査は、千葉県高等学校の教師が平素、確率・統計に対してどのような問題点を感じているかを中心に設定したものである。われわれは調査結果を、各項目ごとの単純集計 (第2章) といくつものクロス集計 (第3章) にまとめ、解析を行った。これらの結果を総合的に考察することによって、現状の問題点や、高等学校における確率・統計教育の改善が叫ばれながらも遅々として改善されなかつた理由のいくつかを指摘することができた。

1. 教員における統計的推測の部分が軽視されがちな点がある。数IIIの授業を担当した教師の1/3強が統計部分を教えていないことが判明した。その理由として、ほとんどの教師が時間的制約を挙げているが、現実には数学の単元として統計が組み込まれているにもかかわらず、時間不足であるという現状は、授業カリキュラム上の大問題である。また年齢の高い教師に較べて、比較的若い教師が統計部分を教えていない (第4章参照) ことは、統計の授業にはある程度経験が必要なのではあるまいかと想像される。

2. 統計的推測は教えにくい、確率・統計の項目別に検討すると、確率分布や統計的推測の部分は、順列・組合せや確率の意味に比べて教えにくい、とくに、推測の部分は2/3以上の教師が教えにくいと思っていた。その理由としては、たとえば確率分布における連続と離散の相違がはつきりと認識されていない (第4章参照) ように、内容の概念が難しいこと、叙述に関して論理に飛躍があること、などが指摘される。教科書の説明も「...が知られている」としか書かれていないのでは教師が困ってしまう。これらは概念をわかりやすく説明することや、定理の証明は省略してもその背景を詳しく説明することなどの工夫によって克服できるものであり、確率・統計について良い参考書や良い教科書の必要性を示している。

3. 大学入学試験の影響が大きい。教員で統計部分を教えていない理由の一つとして、40%以上の教師が大学入試に出題されないことを挙げていた。いわゆる進学校のみに限定すれば、入試の影響はさらに大きくなるであらう。入試における確率・統計の取り扱いについては、大学側に問題があり、出題に当たった大学教官は確率・統計の良い問題の作成に努力しなければならない。

4. 新課程では25%以上の高校が、確率・統計の部の授業を予定していない。旧課程では数Iに確率の初歩があり、高校生は必修という形で全員、確率を履修して卒業していった。しかし新課程では、いままでの数Iの確率は、「確率・統計」として一本化されてしまい、したがって全高生生の約1/4が確率を習わないまま卒業することになる。この傾向は実業高校などにおいては、いっそう顕著に現れるであろう。情報化社会と呼ばれる今日、確率・統計のもつ重要性は社会全般に強調されるべきであり、このことは、新課程の重大な欠陥といわざるを得ない。

付録-1 アンケート調査用紙

石原 孝行 ・ 石原 高十の論文「統計の教育に関する調査」

千葉大学教務部
統計学研究室

昭和59年1月

以下の質問で○をつける場合は、1, 2, 3 などの数字を○で囲んで下さい。
 また数字や文字を記入する場合は、□の中に書き込んで下さい。

Q 1. あなたが現在勤務されている高校について、お答え下さい。

Q 1-1. どんな学科がありますか、あるものすべてに○印をつけて下さい。

- | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 普通科 | 工業科 | 商業科 | 農業科 | 水産科 | 家庭科 |
| 7 | 8 | 9 | 0 | その他 | |
| 衛生看護科 | 理数科 | 体育科 | □ % | | |

Q 1-2. 昭和57年度の進学率 (短期大学以上) は、何%ですか、□ %

Q 2. あなたご自身について、お答え下さい。

Q 2-1. 高校教師としての経験年数は、何年ですか。

- | | | | |
|------|------------|-------------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5年未満 | 5年以上~15年未満 | 15年以上~25年未満 | 25年以上 |

Q 2-2. 大学 (旧制の方は新制大学に準ずる学校) で、統計の講義を受けたことがありますか。

- | | |
|----|----|
| 1 | 2 |
| ある | ない |

Q 3. あなたはこれまで次の科目を、教えたことがありますか。

- | | | | | | |
|-----------|----|---|---|----|----|
| (a) 数学一般 | .. | 1 | 2 | ある | ない |
| (b) 数学I | .. | 1 | 2 | ある | ない |
| (c) 数学II | .. | 1 | 2 | ある | ない |
| (d) 数学III | .. | 1 | 2 | ある | ない |
| (e) 数学IV | .. | 1 | 2 | ある | ない |
- (SQ3-1へ)

以上、今回の調査結果でわかった問題点を述べたが、一方では、われわれを書き留めた材料もあつた。たとえ、とかく確率・統計という、高校の数学にはなじみにくいと考えがちであつたが、調査結果の数字は必ずしもそうではなく、82%の教師が、数学の一部として異質なしに受け入れていた (第3章参照)。また、今回の調査を通じて、高校の先生方は確率・統計の教育に概して熱心であつた。たとえば、確率・統計の授業を担当した20%以上は、授業の中になんらかの形で実験 (サイコロ投げ、乱数、マイコンによるシミュレーションなど) を取り入れており (第3章および付録-3参照)、

われらは確率・統計の教育に対する先生方の熱意の現れである。

最後に、今回の調査に際して、終始ご協力いただいた千葉県高等学校教育研究会「数学部会」の須長吉一先生、青木政国先生には心から感謝申し上げます。また調査表の作成にも加わって頂き、高校の実状などについていろいろと教えていただいた県立若松高校の石橋洋夫先生に対して厚く御礼申し上げます。なお千葉大学理学部学生、博田弘之・村田政和・竹内英樹・小栗三繁の諸君には調査結果の集計と計算を手伝ってもらつた。ここに記して謝意を述べます。

Q 3の(d) 数学Ⅱ Aまたは(e) 数学Ⅲで、「1:ある」に○印をつけた方だけ、お答え下さい。

SQ 3-1. 数学Ⅲまたは数学Ⅱ Aでは、統計の部分はどの範囲まで教えていますか、該当する次のどれか1つの項目の番号に、○印をつけて下さい。

- (a) 統計の部分は教えない。
(b) 統計の部分は確率分布まで教え、統計的推測は教えない。
(c) 統計の部分を全部教えている。

SQ 3-2. その主な理由は何でしょうか、次に示す各項目ごとにお答え下さい。

- (a) 時間が足りないから。
(b) 大学の入学試験にあまり関係がないから。
(c) 難しく教えるににくいから。
(d) 生徒が興味を示さないから。
(e) その他

これより以下の質問には、すべての方がお答え下さい。]

Q 4. 次に示す確率・統計の項目の、教えやすさはどうでしょうか、他の数学の部分と比較して、あなたの授業経験からお答え下さい。

Table with 5 columns: 教えやすい, 普通, 教えるににくい, 教えない, 番号. Rows include (a) 順列・組合せ, (b) 確率の意味, (c) 条件つき確率, (d) 確率変数, (e) 確率変数の期待値, (f) 二項分布, (g) 正規分布, (h) ランダム・サンプリング, (i) 任意抽出, 無作為抽出, (j) 推定, 検定.

付録-2 SQ3-2 (e) その他の理由として挙げられたもの:

教材について ◆実際に推定、検定などの演習をみっちりやらせないと身につかないが、時間が足りない。 ◆計算が面倒だったり、実際のデータがない(ほとんどの架空のもの)などの障害がある。 ◆教材研究が足りない。 ◆身近な例題、応用が高校生にとって少ない。 ◆具体例を多くあげないと(時間が必要)理解できない。 ◆高校の教科書では、統計の具体的実例集が少ない。 ◆興味ある教材が不足(現実の生活に即した問題が少ない)。 ◆教員が興味づけが難しい。 ◆時間がかかる項目が多い。 ◆教科書がよくない。 ◆時間が足りない。 ◆人為的な要素が多すぎる。 ◆興味を感じさせるデータの入手が難しい。 ◆また(筆算では)データの処理に時間がかかる(計算機が必要)。 ◆身近な資料に乏しく、演習できない。 ◆内容の記述について ◆"知られている"の項が多

Q 5. 統計は教えるににくいと言われていますが、あなたはその原因がどこにあると思いますか、次に示す各項目ごとにお答え下さい。

- (a) 数学と異質なものである。
(b) 論理に飛躍があって教えるににくい。
(c) 概念がとらえ難い。
(d) 適当な参考書がない。
(e) その他

Q 6. 数学の授業で、次のような実験をされたことがありますか、次に示す各項目ごとにお答え下さい。

- (a) 乱数サイや乱数表による統計実験。
(b) 実際に入手したデータを用いての統計計算。
(c) マイコンによる統計実験。
(d) マイコンによる数学教育。

[Q 6の(c) または(d) で、「1:ある」に○印をつけた方だけ、お答え下さい。] SQ 6-1. それはどんな内容のものか、具体的に書いて下さい。

Blank box for writing the answer to SQ 6-1.

Q 7. 確率は、旧課程では数学Ⅰに含まれていましたが、新課程では「確率・統計」に一括してまとめられています。これについてのあなたのお考えはどうですか、該当する次のどれか1つの項目の番号に、○印をつけて下さい。

- (a) 確率は、新課程でも数学Ⅰに含まれた方がよい。
(b) 確率は、「確率・統計」としてまとめられた方がよい。
(c) わからない。
(d) その他

Q 8. あなたの高校では、新課程の「確率・統計」の授業を予定していますか、

- 1 いる
2 いない

大至急お手をかりたいです。

師にとっても煩雑な感じがする。◆統計実験を経験していない。◆高校での統計が生徒にとって難しい。◆横み上げが難しいと受けとられる。◆他の分野のほうが生徒が一生懸命やる。◆入試に出ないから、生徒がのらな。◆大学の入試制度。◆高校生には必要なし、大学で学べばよい。◆生徒がついてこれない(能力的に)。

付録-3 Q6 での回答に記入された確率、統計の実験

内容:

◆図のようになピンにぶつかかりながら球が落ちてくる。ピンに当たって、右左にわかかれる確率をかえられるようにして下側の器に球がたまつてゆく様子を観察する。BASIC を教える中から、数学的な考え方、アルゴリズムを身につけてゆくことができる。あわせてコンピュータに対する迷信や偏見をとりのぞくことができた。3年生の文科系の数学の時間にマイコン(シミュレーション) MZ-1200 8 台使用)を用いて授業をした(2学期より週3時間)。◆貨幣投げ、サイコロの出方、標本を抽出し、それらの平均の分布。◆一年理数科の希望者について実施、マイコンの基本操作、数学的準備、プログラムの説明、関数のグラフ、一次変換の部分を目録にしている。3年次には統計部分もやるつもりでいる。◆流れ図を作らせ、プログラムを作らせ実際に動かさせて

みる。◆二つのサイコロを投げる実験で、マイコンの RND 関数を使い、250 回、1000 回、5000 回、30000 回投げたときの 36 通りの目の出方のばらつきを表示したプリンタ用紙を生徒に見せた。◆教 I の授業で、実際の計算とマイコンによるシミュレーションとの結果を比較してみた。(例は、サイコロ、ポーカーのワロンベアが出る確率のシミュレーション)。◆乱数を用いた単純シミュレーション(プログラミン)として現在校にて)。

二項分布の正規分布近似列 (OUTPUT のプリント配布、高校ではなく看護学校で)。◆与えられた関数グラフをマイコンで描き、プリンターに出力し、これをコピー印刷して、授業の教材としました。◆乱数発生-正規分布の実例、簡単な CAI による練習。◆マイコンではないが、FACOM 230-15 を用いて、乗積合同法による乱数発生、モンテカルロ法による π の計算。◆関数値を具体的な値を代入することによってシミュレーションしてみた。◆乱数発生によるサイコロのシミュレーション。◆相対度数の安定性、標本平均の分布。◆三角関数のグラフ、空間ベクトル。◆教 III の文系の文系のグラフを使ってプログラムを作らせている。◆2次関数のグラフ、分布関数のグラフの平行移動。