

# 高校における統計教育の問題点

統計数理研究所 村上 征 勝

(1996年8月 受付)

## 1. はじめに

学校教育の中での統計教育の危機が叫ばれて久しい。しかし、現在でも多くの統計研究者は事態の深刻さに気がついていないように思えるし、またそのこと自体が統計教育の危機的状況の一つの現れであるともいえよう。

学校教育の中では、特に高校と大学における統計教育は深刻な局面に至っている。大学に関しては村上(1995a)を見ていただくとして、ここでは高校における統計教育の問題点について考えてみる。

高校の授業に大きな影響を与える要因は二つある。一つは文部省の学習指導要領で、いま一つは大学入試である。大学入試との関係は後述するとして、まず高校における統計教育の危機を、学習指導要領に示された確率・統計に関する教育内容の変遷との関係からながめてみる。なおこの小論は村上(1995b)を修正加筆したものである。

## 2. 学習指導要領にみる確率・統計の教育内容

学校教育法施行規則の第4章高等学校第57条の2に、「高等学校の教育課程については、この章に定めるもののほか、教育課程の基準として文部大臣が別に公示する高等学校学習指導要領によるものとする」とある。つまり、教育課程の基準として文部省の示す学習指導要領に基づき教科書が作成され、また高校における授業内容・時間などが定まる。このことを考えると、学習指導要領が高校での確率・統計の教育に与える影響の大きさは容易に想像できる。

新制の高等学校が発足したのは昭和23年であるが、それに先立つ昭和22年に、小、中学校用学習指導要領一般編の補遺として高等学校教育課程の基準が提示された。その後、昭和26年に第一回の改訂があり、以後昭和30年、昭和35年、昭和45年、昭和53年、平成元年とこれまでに計6回の改訂が行われてきた。現在は平成元年改訂の学習指導要領に基づく教科書が、平成6年度より学年進行に従って使用されている。

学習指導要領の改訂に伴い高校の数学の科目の中における確率・統計関係の教育内容がどのように変化したか、その変遷をまとめてみたのが表1である(正田・茂木編(1993)、文部省(1989))。

まず、すべての生徒に習得させる必修科目の中での確率・統計の項目の取り扱いに関して述べる。昭和30年の改訂は、数学は体系的な性格が反映できるように科目内容を整備し、数学を特に必要とする方面に進む生徒にはより深い学習ができ、それ以外の生徒には、それぞれに応じた単位数でまとまりのある学習が可能ないように幅を持って編成できるようにしたのが特徴である。この改訂では必修科目の数学Iの中に資料の整理、代表値、標準偏差、相関関係、相関係数という統計の項目が含まれていた。しかしながら以後の改訂では必修科目の中に統計関係の項目は見あたらない。

表1. 高校における確率・統計教育内容の変遷.

改訂年	科目	確率・統計に関する内容
昭和22年	解析Ⅰ 解析Ⅱ 幾何	初等代数 微分積分 平面幾何、立体幾何、解析幾何
昭和26年	(選)一般数学(5)  (選)解析Ⅰ(5) (選)解析Ⅱ(5) (選)幾何(5)	測定値について、その代表値の信頼度やその制限の意味を理解し、またこれを計算に用いる
昭和30年	(必)数学Ⅰ(6 or 9) (選)数学Ⅱ(3) (選)数学Ⅲ(3 or 5)  (選)応用数学(3 or 5)	統計(資料の整理、代表値、標準偏差、相関関係、相関係数)  順列と組み合わせ(順列組み合わせ、二項定理)、 確率と統計(確率の意味、確率の乗法定理、加法定理、二項分布、 推測統計)
昭和35年	(必)数学Ⅰ(5) (選)数学ⅡA(4) (選)数学ⅡB(5) (選)数学Ⅲ(5) (選)応用数学(6)  (注)従来の数学Ⅰにあった統計の部分を中学へ移す	確率と統計 順列と組み合わせ 確率と統計 確率と統計
昭和45年	(必)数学一般(6) 数学Ⅰ(6) ※どちらか (選)数学ⅡA(4) (選)数学ⅡB(5) (選)数学Ⅲ(5) (選)応用数学(6)  (注)数学ⅡAの中に計算機、応用数学の中に計算機と数値計算、 オペレーションリサーチが入る	不確実な事象のとらえ方 確率  確率と統計 (二項定理) 確率統計(確率分布、統計的な推測) 確率分布、確率と統計の応用
昭和53年	(必)数学Ⅰ(4) (選)数学Ⅱ(3) (選)代数幾何(3) (選)基礎解析(3) (選)微分積分(3) (選)確率・統計(3)  (注)数学Ⅱの中に電子計算機と流れ図	確率と統計  資料の整理、場合の数、確率、確率分布、統計的な推測
平成元年	数学Ⅰ(4)  数学Ⅱ(3) 数学Ⅲ(3) 数学A(2) 数学B(2)  数学C(2)  (注)数学Bに算法とコンピュータ 数学Cは応用数理の観点に立ち、コンピュータを活用する内容を中心に構成	個数の処理(場合の数[順列・組み合わせ])、 確率(確率とその基本的な法則、独立な試行と確率、期待値)  確率分布(確率の計算、確率分布[確率変数と確率分布、 二項分布]) 統計処理(統計資料の整理[代表値と散布度、相関]、 統計的な推測[母集団と標本、正規分布、統計的推測の考え])

\*(必)は必修科目、(選)は選択科目、( )内は単位

一方確率の項目については、数学教育の現代化路線が敷かれた昭和45年の改訂で必修科目の中に、不確実な事象のとらえかた、確率が初めて含まれた。また最も新しい平成元年の改訂でも、個数の処理、確率が含まれている。平成元年の改訂は

- ① 数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深めること
- ② 事象を数学的に考察し処理する能力を高めること
- ③ 数学的な見方や考え方のよさを認識させること

が基本方針であり、この改訂で全生徒が履修する数学Ⅰの中に確率に関する項目が取り入れられたことは喜ばしいことである。しかしながら、これまでの6回の学習指導要領の改訂の中で必修として取り入れられたのは、統計に関してはわずかに1回、確率に関しては2回のみであり、統計と確率の二つが同時に必修科目の中に含まれたことは一度もない。

次に選択科目の中での確率・統計の項目の取り扱いであるが、昭和26年の改訂を除いては、内容に多少の差はあるにせよ、確率と統計の項目は一応含まれている。たとえば平成元年の改

訂では、数学 B の中に“確率分布(確率の計算, 確率分布 [確率変数と確率分布, 二項分布])”が、また数学 C の中に“統計処理(統計資料の整理 [代表値と散布度, 相関], 統計的推測 [母集団と標本, 正規分布, 統計的推測の考え])”が含まれている。しかしながら、数学 B, 数学 C は選択科目であるため、片桐 (1994, 1995) の全国の高校 667 校を対象とした調査によると、数学 B を必修とする高校はこのうち 38%, 数学 C を必修とする高校は 21% しかない。その上数学 B, 数学 C は生徒の興味, 関心, 能力, 適性, 進路等に応じて内容を適宜選択して履修させることができる (例えば数学 C は“行列と線形計算”, “いろいろな曲線”, “数値計算”, “統計処理”の 4 つの大項目から成るが、これらの中から二つの項目を選択して履修させる) とされている科目である。従って、仮に数学 B, 数学 C が選択されたとしても、それが必ずしも確率や統計を学習することにはつながらない。

実際、平成 6 年の旺文社テストセンターの 400 の高校を対象にした数学履修調査によると、“確率分布”が含まれる数学 B を履修させたとしても、その中の 4 つの大項目 [ベクトル, 複素数と複素数平面, 確率分布, 算法とコンピュータ] の中で、“確率分布”の履修指数は文系で 45%, 理系 57% であり、これは“ベクトル”(文系 88%, 理系 95%), “複素数と複素数平面”(文系 86%, 理系 95%) の半分程度にしかすぎない。また“統計処理”が含まれる数学 C の場合には、4 つの大項目 [行列と線形計算, いろいろな曲線, 数値計算, 統計処理] の中での、“統計処理”の履修指数は文系で 7%, 理系で 25% で、これは“行列と線形計算”(文系 48%, 理系 92%), “いろいろな曲線”(文系 43%, 理系 89%) の 4 分の 1 程度である (Midzuno and Ukita (1995))。従って、選択科目の中に確率・統計の項目が含まれているとはいっても、実際に高校で確率・統計、特に統計を学習する生徒はごく少数ということになる。

更に、近年の社会の情報化の影響を受け、昭和 45 年の改訂から、数学の科目の中にコンピュータ関連の項目が入ってきているが、統計に関する教育内容もコンピュータ重視の流れの影響を受け始めている。というのは、平成元年の改訂では、“統計処理”が含まれている数学 C はコンピュータを活用して履修すること、統計処理の内容はコンピュータと関連づけて取り扱うようにする」となっている (文部省 (1989))。限られた授業時間を考えると、これは内容の面での統計教育の後退につながるのではないだろうか。

### 3. 大学入試における確率・統計の扱い

大学への進学率が高まるにつれ、入試に多く出る科目とそうでない科目では高校の授業での熱の入れ方も当然異なると考えられる。そこで大学入試での確率統計の取り扱いについて調べてみる。

大学の入試において、どの程度確率・統計の問題が出題されているか、昭和 59 年度と平成 7 年度の入試問題について調べてみた結果が表 2 である。昭和 59 年度の入試では、183 大学の約 1083 題の数学の入試問題の中で、確率と統計の問題は合わせて 120 問 (11.1%) であり、この中での統計の問題 (度数分布・確率分布, 推定・検定) は、わずか 13 問 (1.2%) にすぎない。また平成 7 年度の場合には『平成 7 年度全国大学数学入試問題詳解』及びその続編 (聖文社編集部 編 (1995a, 1995b)) によると、148 大学の約 1140 題中、確率と統計の問題は 142 問 (12.5%) で、統計の問題は 14 問 (1.2%) である。確率・統計を合わせた出題率はこの 11 年間では変わっておらず、確率・統計が相変わらず大学入試で重要視されていないことがわかる。

大学入試で重要視されていないということは、当然のことながら高校での授業に大きな影響を与えることになる。昭和 59 年に村上正康等が行った「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 他 (1985)) では、当時数学 III に含まれていた統計の項目を高校で教え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ていないことを挙げてい

表2. 大学入試における確率・統計の出題数.

出題領域		昭和59年 出題数 (183大学 1083問)	平成7年 出題数 (148大学 1140問)	
確率	場合の数	23 (2.1%)	15 (1.3%)	
	場合の数	7	7	
	順列	6	} 8	
	組み合わせ	10		
	確率	84 (7.8%)	113 (9.9%)	
	確率	58	63	
	行列・漸化式	4	20	
	期待値	22	30	
	統計	度数分布・確率分布	12 (1.1%)	14 (1.2%)
		代表値・標準偏差	3	7
確率分布		6	7	
二項分布		2	0	
正規分布		1	0	
統計的推測		1 (0.1%)	0 (0.0%)	
推定		1	0	
検定		0	0	
計		120 (11.1%)	142 (12.5%)	

た。前述のように大学入試における統計の問題の出題率の低さは相変わらず続いている。したがって今日もそのことが高校での統計の授業に大きな影響を与えていると考えられる。

また近年受験者の増加が著しい大学入試センター試験では、昭和53年の改訂の学習指導要領に沿って数学I、数学IIから問題が出題されているが、数学IIの中に“確率と統計”の項目があるため確率・統計の問題も出題されている。

平成5年度は（順列と組み合わせ・確率）として

- (1) 格子状の道について最短経路の場合の数を求める問題
- (2) (1)の分岐点での確率を与え、ある点から別の点へ到達する方法のうちで条件を満たす確率を求める問題

また、平成6年度は

3個の玉を袋から取り出し、それぞれの条件を満たす場合の確率を求める問題

が出題されている。

これらの問題はいずれも基本的、標準的な問題と評価されているが、センター試験の後に実施された、東京都内の国公立の高校卒業予定の生徒を対象とした「センター試験で解答した問題の組み合わせを聞いた調査」の結果では、数学IIの場合「代数・幾何」と「基礎解析」を選んだ生徒は平成5年度55.1%、平成6年度64.5%、「代数・幾何」と「確率・統計」を選んだ生徒は平成5年度20.7%、平成6年度22.8%、「基礎解析」と「確率・統計」を選んだ生徒は平成5年度14.8%、平成6年度12.7%であり、基本的・標準的な問題との評価の割には、確率・統計を選んだ生徒は少ないという数値が出ている（大学入試センター（1993, 1994））。

ところで、平成9年度の入試からは平成元年改訂の学習指導要領に基づいて出題されるが、

そうなると状況はより厳しくなると予想される。それは前節で述べたように“確率分布”が含まれる数学 B, “統計処理”が含まれる数学 C が選択科目である上に、さらに各高校で数学 B, 数学 C に含まれるそれぞれ四つの項目の中から二つを選択できることになっているため、出題方法に工夫がなされない限り、特に統計の問題が出題される可能性は少なくなると考えられるからである。

高校の学習指導要領が大学入試に影響を与え、大学入試が高校の確率・統計の授業に影響を与えるという構図となっている。

#### 4. 大学の統計研究者の責任

学習指導要領にみる確率・統計の教育内容の変遷と、大学入試における確率・統計の扱われ方について調べた結果から導かれる結論は、高校における統計教育は危機的状況にあるということである。

しかし、このような状況に陥った責任を高校の先生に帰することはできない。このような危機を招いた責任の大半は、大学で統計学の授業を持っている研究者にある。前述のように、高校の授業に大きな影響を与えるのは、学習指導要領と大学入試である。

学習指導要領は文部省の教育課程審議会及び協力者会議で作成される。ところで、それらの会議で主導的な役割を担っているのは大学の研究者である。これまで、これらの会議に大学の統計の専門家が参加したということを知ることがない。もし、教育課程審議会や協力者会議に統計の専門家が参加しなかったとすると、高校における統計教育の内容は統計の専門家抜きで決まってきたことになる。このこと自体深刻な問題として受けとめるべきである。しかしながらより深刻なのは、新制の高等学校が発足して半世紀になろうとする今日まで、統計の専門家の参加なしに学習指導要領が作成されてきたことに関し、統計学会をはじめとする統計関連の諸学会が疑問や不安を抱かず、何ら行動を取ってこなかったことにある。これまでの学習指導要領における確率統計、特に統計に関する扱いの不充分さは、統計を専門とする者が、高校における統計の教育に無関心であった結果の反映といえなくもない。しかし、学習指導要領の改訂に影響を及ぼすには、個人の力では限界があり、どうしても学会というような公の組織の働きかけが必要である。次回以降の学習指導要領の改訂において、統計関係者の意見が反映されるよう、統計学会をはじめとする統計関連の諸学会が、高校における統計教育のあるべき姿について文部省に提言し、教育課程審議会、あるいは協力者会議に統計の専門家が委員として参加できるよう真剣に検討する必要がある。

次に大学入試の影響についてであるが、「大学入試には出題されなくても、統計的なものの考え方は非常に重要なので高校の授業では確率・統計を取り上げるべきである」というような理想論をいくら主張しても、受験戦争が続く限り大学入試での確率・統計の出題率の低さが高校での授業に影響するのは避けようがない。したがって、大学入試における確率・統計の出題率を高めるよう、各大学で統計の授業を持っている研究者が努力する必要がある。

前述の指導要領の改訂とは異なり、大学入試での出題率を上げることは各研究者の個人的な努力に負うところが大きい。確かに、高校での指導内容の範囲内で適切な統計の入試問題を作成するのはかなり難しいのは事実であり、このことが出題率が低い大きな原因になっていることは否定できない。しかし、だからといって手をこまねいては、高校での統計教育はますます悲観的なものにならざるを得ない。

いずれにしても、大学で統計学を教えている先生をはじめとする統計の専門家のこれまでの努力不足が、高校での統計教育の危機を招いたことは確かである。統計関連の各学会もまた、統計研究者個人も高校における統計教育の現状を深刻に受けとめ、危機回避へ向け努力するこ

とが今必要とされている。

本稿をまとめるにあたり査読者から貴重なコメントをいただいた。深く感謝致します。なお、この研究は文部省科学研究費補助金による総合研究(A)07308023, 統計数理研究所共同研究(5-共研A-18, 6-共研A-9, 7-共研A-13, 8-共研A-15)及び統計数理研究所特定研究「21世紀へ向けての統計理論創造のための研究」の一部として行われた。

### 参 考 文 献

- 大学入試センター (1993). 平成5年度大学入試センター試験—実施結果と試験問題に関する意見・評価—。
- 大学入試センター (1994). 平成6年度大学入試センター試験—実施結果と試験問題に関する意見・評価—。
- 片桐重延 (1994). 数学科における新学習指導要領への対応(1)—高等学校を中心にして—, 日本私学教育研究所紀要, **29**(2), 123-153.
- 片桐重延 (1995). 数学科における新学習指導要領への対応(2)—高等学校を中心にして—, 日本私学教育研究所紀要, **30**(2), 173-200.
- Midzuno, H. and Ukita, Y. (1995). Development of statistical education in Japanese high school, Proceedings of the 50th Session of the International Statistical Institute.
- 村上征勝 (1995a). 大学における統計学の教育・研究環境とその問題点, 統計数理, **43**(2), 367-375.
- 村上征勝 (1995b). 高校における統計教育内容の変遷, 第9回日本計算機統計学会シンポジウム報告集, 111-114.
- 村上正康 他 (1985). 千葉県の高등학교における確率・統計の教育に関する調査, 日本数学教育学会誌.
- 文部省 (1989). 『高等学校学習指導要領解説 数学編理数編』, 東京.
- 聖文社編集部 編 (1995a). 『平成7年度全国大学数学入試問題詳解』, 聖文社, 東京.
- 聖文社編集部 編 (1995b). 『平成7年度全国大学数学入試問題詳解統編』, 聖文社, 東京.
- 正田 實, 茂木 勇 編 (1993). 『改訂高等学校学習指導要領の展開数学科編』, 明治図書, 東京.

## Problems in Education in the Field of Statistics at the High School Level

Masakatsu Murakami  
(The Institute of Statistical Mathematics)

Education in the field of statistics at high school level is now in a serious crisis.

There are two factors which influence education at the high school level. One is the curriculum guideline for education at the high school level (Koto-gakko gakusyu shido yoryo) compiled by Ministry of Education, Science and Culture. The other is the entrance examinations for universities.

In this short paper, first we investigate changes in the guideline for high school and the frequency of questions on statistics in the university-entrance examinations, then discuss how to improve education in the field of statistics at the high school level.