

## 講演会報告

# 国際的視点からみた統計教育の諸問題<sup>1</sup>

Victoria University of Wellington David Vere-Jones

統計数理研究所 清水良一 (訳)

**Abstract:** This paper reviews some issues facing school and university education in statistics in different countries around the world. The introduction gives a brief account of the writer's experiences with the statistical education programmes in New Zealand and later with the International Statistical Institute. The paper then proceeds to a discussion of factors influencing the development of statistical education, first at school level, and then at university level. In the final section a more personal view is presented of what a university programme in statistics might hope to achieve, not just for specialists, but for graduates across the whole range of university disciplines. The importance of strengthening the statistical profession as a whole is emphasized. The writer concludes by noting that university statistics departments can provide important centres for developing the statistical profession, and questioning whether, for a country as large and technically sophisticated as Japan, just one such centre can be enough. (D. Vere-Jones)

## 1. はじめに

私の意図は世界の統計教育の発展に影響を与えている諸要因を、まず学校のレベルで、ついで大学その他の研究機関でのレベルで概観することです。内容的には統計教育のある側面についてやや詳しく論じた拙著 Vere-Jones (1995) に負うところが大きいのですが、この論文の最後の部分ではその論説を引用し合わせてニュージーランドという小国にあって統計教育に責任を負わされた立場から経験したことをお話しして、今この日本で起っている統計教育との関わりの中で問題提起をしてみたいと存じます。

初めに自己紹介を兼ねて私自身が統計教育と関わった経緯に触れておきます。私が教育に関心を持つようになったのは2人の先達の影響があったからだと思っています。一人は私がビクトリア大学数学科の学生だったころの恩師 J. T. Campbell 教授です。彼は大変尊敬されていたすぐれた先生で、学生すべてに深い関心を持っていました。特に当時4年次に進級していた数少ない数学科の女子学生がよい成績を上げていたのをことの他喜んでいて、大学で職を得るよう頑張らせました。その結果、数学科は理学部の中でも女性スタッフの比率がもっとも高い学

<sup>1</sup> 原題 Statistical Education: an International Perspective. 平成8年1月26日 日本学術会議・統計学研究連絡委員会が主催し、統計数理研究所及び応用統計学会、日本計算機統計学会、日本計量生物学会、日本行動計量学会、日本統計学会の5学会が後援して行われた「統計教育に関する講演会」で報告されたもの。

科の一つになりました。現在でもそうです。私は教師として彼の例を心に留めておきたいと思います。

私に強い影響を与えたもう一人の先生は B. V. Gnedenko 教授です。彼は私が学位取得後の一年をモスクワでの研究に没頭したときの指導教官でした。言うまでもなく、著名な確率論の研究者ですが、彼自身は A. Ya. Khinchin 教授の高弟の一人と考えていたようです。この Khinchin 教授は詩歌と数学にすぐれた、革命後の第一級の教育者でした。この先生についての詳細は Khinchin (1968) をご覧下さい。この二人の例は、数学教育は数学の研究に劣るものではなく、むしろ両者は互いに補い合うものであり、数学者にとってごく自然な興味の対象として真剣に考えるべきものなのだとすることを強く感じさせてくれました。

私が最初に教育論争に参加したのは 1977 年に日本訪問から帰って間もなくのことです。ニュージーランドの高等学校 2, 3 年次の数学の試験問題作成に携わってみたいかと誘われたのです。私は教育について上述のような意見を持っていましたから、経験不足と言う心配はあったもののこのような申し出を断ることは出来ず、結局、向こう 10 年間は新しい試験細目について合意を得るための努力をする覚悟を決めたのです。ここでの主要な論点の一つは数学教育の中で統計をどう扱うのかということでした。結果は私としては多少の驚きでしたが、適度に実用的な統計学に重きを置いた数学の試験問題を作るような方向の勧告を出すことになったのです。多くの妥協の産物がそうであるように、これはいかにも欠陥の多いものでそれ自身が改革の目標となってしまいました。この辺りの詳細は Vere-Jones (1985) をご覧下さい。

この時期には私はまた Bernoulli Society の東アジア・太平洋地区委員会を作ろうという統計教育とは別の企画にも巻き込まれることになりました。Bernoulli Society は ISI (国際統計協会) の下部組織で、確率論と統計理論に関心をもつ研究者の集まりですが、地区委員会作りについては幾分かの進歩があったとはいうものの、私たちの努力は結局失敗に終わってしまいました。政治的あるいは財政的といったいろいろな原因があったのですが、多分どれよりも大きな(と当時私が考えた)要因は、統計の実務家たちが彼らの業務の学術的意義について控え目であり過ぎたことです。いずれにしても私はこれらの努力がまた息を吹き返してくれることを願っています。

しばらくして 1987 年に私は Joe Gani の後任として ISI 統計教育委員会の委員長を引き受けることになりました。この委員会は統計教育のために ISI が果たすべき主要な責務は何かを点検するために第 2 次大戦後間もなく設置されたものです。その当時は、統計教育といえば主に官庁、とくに発展途上国のその統計担当者の教育訓練を意味していました。この目的のために ISI は UNESCO からの資金援助を受け、カルカッタのインド統計研究所が運営する ISEC (国際統計教育センター) に代表される国際訓練センターの仕事を助け、円卓会議その他の会合を定期的に開催し、不定期な出版物を出したりしました。

私が委員会に関係する様になる頃にはその守備範囲は広がり、また力点は学校や高等教育機関での統計教育に移っていました。Joe Gani 委員長の精力的なリーダーシップのもとで同委員会は ICOTS (統計教育に関する国際会議) を発足させ、定期的なニュースレターを発行し、さらにそれぞれの国々で統計教育を前進させるべく闘っている教師たちの交流を助ける等重要な役割を果たしてきました。

自然なことの成り行きで次のステップは統計教育に関する国際学会の創設でありました。この動きは 1990 年にニュージーランドで開催された ICOTS の第 3 回会議の期間中に精力的に討議され、次の ISI 総会で正式に取り上げられました。私自身は当初多少は懸念していたのですが、結局はいま IASE (国際統計教育協会) と呼ばれているこの学会の創設に関わらざるを得ないはめになってしまい、1992 年に選挙によって正式の会長が決まるまでの間、会長代行を努めることになりました。1993 年幸いにしてアメリカのすぐれた統計学者であり、また教育者でも

ある David Moore 教授が初代会長に選出され、私は彼に一切の仕事を引き継いでもらいました。つい数ヶ月前に彼は会長の座を Anne Hawkins 博士に譲っています。Hawkins 博士はちょうど Nottingham にある王立統計協会の統計教育センター長に就任したばかりでした。

これらの経験は主として行政的なことであり、私自身を統計教育者にするには殆ど役立っていません。しかし、お陰で私はいろいろな異なった国々での統計教育の発展を垣間見る機会を得ました。今日私がお話しするのはこれらの、あるいは ICOTS 3 の会議録 (Vere-Jones (1991)) を編集している間に経験したことから引出された展望といったようなものです。

## 2. 学校教育における統計

統計教育は小学校から始めるべきだという主張には十分な根拠があります。統計を学ぶことによって数に関する感覚を研ぎ、各種の図表を使って物事を説明する経験を積み、あるいは実生活の中で電卓や計算機に慣れるのも理由のうちです。学生たちは毎日の環境の中で統計的な事実や推論がどの様に使われているかを感得し、政治やビジネスの場で有効な意志決定を行うのに統計的な情報が如何に重要であるかを少しでも知る必要があります。最後に確率論や統計的推論の考え方に潜む本質的な美しさだけでなく、工学、医学、社会科学を含む多くの分野で統計的方法と統計的推論が重要な役割を果たしていることを指摘しておいてよいでしょう。

もちろん学校教育の中で使う統計という言葉の意味ははっきりさせておく必要があります。小学校の段階では異なった形式の計算や、いろいろな種類の図表を使った発表を経験させ、‘ばらつき’の影響について目を向けさせるための手段を強化するなどの必要があります。私の経験ではこうした考え方は小学校の先生方には容易に受け入れられるものです。別に新しい学科目を増やそうといった訳ではありません。ふだん先生方がやっていることに（例えば樹葉図のようなものを使うといった）統計的手法を取入れることによって、さもないれば見過ごされてしまう、あるいはせいぜい不十分な説明で終わってしまうかも知れない側面を浮き彫りにすることが出来るではないかということなのです。

学校教育の次の段階——年齢でいえばおよそ 12~13 歳から学校を卒業するまで——では問題ははるかに複雑になります。いろいろな要因が絡んできて改革を図ろうとする動きに対して意見の対立がより厳しくなるという訳です。中等教育のカリキュラムの中に統計を導入するという基本的な議論そのものは小学校の場合以上ではないにしても少なくとも同程度には合意が得られ易いものです。問題はどの授業科目の中の何を变えればよいかという点に集中して来ます。

ある意味では、いま求められているのは出来るだけ多くの生徒たちに‘ばらつき’が重要となる場面に対処する正しい直観力を与えることです。しかし、現在の学校教育をこのままにしておけば多くの生徒たちは確率や統計的側面（データの意味づけなど）については大変間違った観念をもったまま卒業してしまうことでしょう。このような実態は誰の目にも明らかでしたから、子供たちがどのようにして‘ばらつき’という概念を獲得していくか、そしてそれがどこでどうおかしくなっていくのかについて特別研究が組まれることになりました。この問題に関するオピニオンリーダーは、確率論的推論の重要性を強調する立場からたくさんの著書を書いている E. Fischbein (イスラエル) と、現在 IASE ともリンクされていて統計教育問題を研究している国際ネットワークの主宰者である Joan Garfield (米国) です。精選された詳しい文献リストについては Karpadina and Borovcnik (1991) を見て下さい。

確率と統計は伝統的に数学教育の一環あるいはそれを補うものとして教えられてきました。私はこの方向に正面切って反対する積りはありませんが、数学教育の使命は代数学、幾何学及び解析学の確固たる基礎固めにあるのであって、統計学や計算などを含めるのは数学教育において本質的なこの機能に水をさすことになろうという強い主張があることは指摘しておいてよ

いでしょう。また一方では、数学者が統計を含む教科の実際ので常識的な性格を歪めてしまって、うその抽象化と形式化をやってしまうという不満をもらす統計学者がいることも事実です。確率と統計は計算と共に一般科学あるいはむしろ一般教養の中に残しておくのが一番いいというのが彼らの言い分なのです。

確率論や統計学の考え方を数学科目の中にとじ込めておいては、この考え方を必要としている地理学、生物学、経済学など他の授業科目で活用することが出来ないし、先生たちはせっかくの統計的な素材を数学的な形式主義で片付けることを強要されることになるでしょう。そうすると避けられない問題が起こってきます。学習の対象が相互に関連づけるものをとらない、ただの方法の寄せ集めで出来上がっているという印象を与えないためには、統計的な話題の種々相を学校教育全体の中で調整しなければなりません。問題は誰がそれをするのかです。これについては Mary Rouncefield (1991) が英国での大変興味ある経験を語っています。

しかしながら、いまの私には統計学が主として数学科目以外のところで教えられるべきであると確信を持って主張することは出来ません。計算法やコンピュータグラフィックスの発展に伴い、数学教育自身がこれに適合するよう変革せざるを得なくなっていると私が感じていることがその理由の一つです。こうした改革の中では数学の基本原則だけでなく、データの処理とかグラフ表示などの方法が必要になって来ますから、統計学の役割は重要な筈です。

本格的な教育改革ではいつも問題になることですが、統計学を学校教育の中に取り入れることについての論議にも社会や政治や組織の動きが予想以上に深い影響を及ぼしているように思われます。この論争の根底にあるものの一つは私が Vere-Jones (1995) の中で‘数学の民主化’と呼んだものです。これまで、数学は社会的エリートを選別するという隠れた目的をもった試験制度の中の重要な科目であったし、いまでもその傾向は残っています。しかし、統計学はこれとは大分違って大衆に力を与えるという意味合いの数学教育を目指しています。

この意味で数学教育のいまの改革の精神は大衆教育の立場からのものであり、‘新数学’のそれとは大分違うものです。私は新数学は現代の数学者がエリートの立場に立ったままで、学校における数学教育を19世紀の足かせから開放しようとする努力であると見ています。これに対して欧米のすべて、また多くのアジア諸国でいま進んでいる数学教育の改革は大衆教育計画の中で意味をもつカリキュラムの作成を目指しています。新数学の立場からの改革の諸提案はこの点では賛否両論があったといえるでしょう。統計学はいささか古風に過ぎるかも知れませんが実際のなものであり、一般市民が社会生活に適応していくのに有用なものです。

統計学ほど伝統的な男性上位の数学的教科の状況を打ち破る役割を果たしている明確な社会的底流は他にはありません。ニュージーランドにおける私たちの経験では統計学を中心に据えた新しい潮流の論文紹介が極めて効果的であり、これによって数学関係の学科目を取る女子学生の数が増加しています。その割合が毎年増えている訳ではありませんが長期に涉って考えるとその効果は全体として数学というもののイメージを和らげるのに役立っていると考えられます。ここでは幾つかの要因が絡んできます。統計学は伝統的に生物学、社会科学に役立っています。これらの学科はわが国ではもともと女子学生が多いのです。統計学には同時代の人たちから政治的というより、その愛国心の強さから‘情熱的な統計学者’と呼ばれたフローレンス・ナイチンゲール以来のすばらしい伝統があるのです。それはまた、女性に相応しい数学的な分野での専門的な職業を提供してくれます。このことは特に東南アジアでいえることです。これらの国々では男子は官庁統計の分野から、もっと影響力を行使出来て給料も高い分野へ移っていく傾向が強いのです。このことは決して官庁統計の分野が軽視されていることではありません。むしろその役割の重要性は政治の舞台がオープンになるに従ってますます大きくなってきています。

もう一つの論点は統計学という教科は競争試験を課すには適していないということです。論

理的で問題を解くという側面ばかりが出て来てしまい、実用性とか常識といった面を取り入れた試験問題は作りにくいのです。これに反して統計学はグループを作って共同作業をやるというような授業には向いています。実際、ニュージーランドで導入した新しい試みは最終学年で‘統計と数学’というコースを設けたのですが、いろいろと問題はあったにせよ、一応の成功を取めたものと評価しています。

さて、より民主的に構想されたカリキュラムと伝統的な競争試験という2つの要因をどうバランスさせたらよいのかということが問題になりますが、これはそれぞれの国が抱えている特有の環境に依存して決まってくるでしょう。

英国ではシェフィールドの統計学教育センターのグループが作成した統計学の試験問題集があります。これはOレベル、Aレベルの選択が出来るなど多様な対応が出来るようになっていきます。また、地理学と生物学での試験問題の中にも統計に関するものがたくさん作られています。しかしながら、これらの発展にもかかわらず、これまでの数学の試験のパターンを完全に打ち破ることは成功していません。ニュージーランドやその他の国々と同様、英国でもいま標準化された単元の年間の進捗評価を伴う急進的でやや政治的色彩を帯びた計画が進行しており、事態はなかなか複雑になって来ています。

米国では数年前に充足した Quantitative Literacy Project が主導権をもっています。これはとくに統計に重点を置いていて、カリキュラムと教材の開発には American Statistical Association が全面的に協力しています。これとは別の大きな計画が American Association for the Advancement of Science によって始められています。しかし、米国の場合は学校の諸プログラムが地方自治体ばかりでなく、事実上地域社会のレベルで決定されるなど地方分権が非常に進んでいるので、このような改革について全国的な合意を得るのは極めて困難な状況です。徹底した教育改革実現に欠かすことの出来ない教師の研修、再研修も米国においては大きな問題として浮かび上ってきています。

英国以外のヨーロッパ諸国での発展は一樣ではないように思えます。スカンジナビア諸国、とくにスウェーデンでは統計教育を強力に推し進め成功しています。フランスはこれと反対で、相変わらず伝統的な数学的な試験問題が幅を利かせています。進歩は遅々として進まず、この国の女性統計学者の欲求不満の原因になっています。ドイツは独特な‘ストカスティク’という概念を推し進め、統計よりも確率の方を強調しています。しかし、それがどの程度学校教育に影響しているか私にははっきりしたことは分かりません。イタリアでは主観確率、ベイズの考え方が支配的ですが、ド・フィネッティ以来の伝統であろうと私は想像しています。

ヨーロッパ諸国における困難さはかなり厳しいとはいうものの、発展途上の国々の場合に比べればその困難さも霞んでしまうほどのものでしかありません。これらの諸国では大学教育を受けることによって得られる利益は一般にかなり大きいものであって、中国ですらエリートの役割を依然として温存しているのです。伝統的な数学の試験が幅を利かせていて、統計の側がこれを改革するための有効な手段をもたないというのはその一つの現れです。女性の権利とか女性の高等教育への参加も大きく遅れています。そのため、彼らが教育計画に影響を与えることも少なく、またカリキュラムを決める際に社会的、政治的な関わりが依然として重要視されています。数学の様に政治的に中立と思われる分野においてさえもそうなのです。実際には統計学の側が、容易にまた明確に説明出来るような正確な情報をもとにして政治的にかなり強い発言をしています。これは抑圧的な体制のもとでは必ずしも歓迎はされません。

統計学を教育科目の一つとして取り入れることが難しいという共通の認識が IASE 設立の大きなきっかけになりました。IASE は体験を話し合い、戦略を分担し相互扶助を行うための有用なフォーラムの場を提供しています。いろいろな国々での統計教育の発展に関する更に詳しい情報は4回に渉る ICOTS 会議、イタリアの Perugia で行われた IASE の開会式などの報告書

に見ることが出来ます。これらはすべて ISI 事務局<sup>2</sup>から手に入れることが可能です。IASE を構成する団体の中には高等教育機関で統計コースを担当している教師たちの集団があります。ここでも困難さを互いに分担しあい、体験や教育戦略について意見を交換しあってきたということが組織作りの動機になっています。次節では彼らの体験談から得た私の印象についても述べたいと思います。

### 3. 高校卒業後の統計教育

私がここで高校卒業後といているのは大学だけでなく、広く医学、工学、農学工学等に関する教育機関、教員養成機関を指しています。このレベルの巨大で雑多な研究教育機関の中の統計教育はやはり様々なものがあります。現代の学問、専門領域あるいは職業の中でなんらかの形で統計的方法を使わないものは少ないといってよいでしょう。このような広範な分野の学生たちに統計学を教えるということは、それ自身たくさんの部や課をもつ一つの会社の事業のようなものです。学生の専攻分野が数理系の場合に比べて、人文社会系の場合には教育学的な意見の対立はより激しいものになるでしょう。ICOTS の活動的なセッションの多くはビジネス、医学、工学あるいは工芸分野などに特有の統計教育の問題を扱っています。この種の教育に携わる人たちの多くは自分自身は統計教育どころか数学関連の教育さえ受けてはいないので、これが統計教育に関する会議が歓迎される理由の一つになっています。ここに来る先生たちは自分のやり方や教材を伝統的な方法と比較し、他の人たちがやっていることを学ぶことが出来るからです。計算機を使った統計教育のセッションについても同様のことがいえます。

私が広い領域における統計教育に言及したのは大学で、それも数理科学の一般領域の中で教えられている統計学が相当に特殊化されたものであることを実感することは有益であると考えからです。私はしかし、これら特殊化されたものが統計の一般的領域からはみ出たものとして棄て去るべきではないと思います。むしろ、数学の他の分科のいずれにもまして統計学は‘科学に奉仕するもの’としての役割を引き受けています。良き奉仕者はそれが奉仕するものと調和していかなければならないのです。大事なことは、異なった環境の中で統計学を教える人たちが連絡を取りあい、各教科の統一性を損なうことなく、相互にあるいは妥当な統計的手法の原理との間で摩擦を引き起こすことのないような形で教える努力をすることです。ここでは統計家自身が教育経験を分かちあい、専門的な基準が維持されるよう努力することに比べたら、教育環境はそれ程重要なことではありません。

大学という舞台に限定しても、さらに数学よりのコースだけに限ってみても統計教育のやり方は多様です。国によっても違ふし、同じ国の中でも大学によっていろいろな試みがなされています。統計学と数学的学科の内に本拠地をもたないオペレーションズ・リサーチとでは共通な部分も相当にあるにも関わらず両者を組合わせた場合、その多様性はさらに増加します。多様性を生み出す主要因の幾つかを上げてみましょう。(i) 統計学科、あるいはこれと類似の名称をもったものの所属する学部は様々です：教養部、理学部、商学部、社会学部、その他ビジネス関連の学部など、(ii) 統計学科と数学科との関係が様々です：数学科の中の一講座になっているもの、統計と数学で一学科を構成しているもの、数理系学科の一講座となっているもの、理学部以外（経済学部や経営学部）の中で独立した一学科となっているもの、(iii) 専門家のための限られた分野にのみ責任をもつもの、専門家養成と共通科目としての教育の両方を担当するもの、あるいは共通科目として教育だけを担当するもの、あるいは統計学修了の資格を与えるものなど、(iv) 教育機能以外に他学部・学科の教官たちのための統計相談を義務づ

<sup>2</sup> ISI Permanent Office, 428, Princess Beatrixlaan, AZ 2270, Voorburg, the Netherlands.

けられているもの、そうでないもの、あるいはさらに大学以外の人たちとの契約研究や統計相談を行うものなど。

これらの違いのかなりの部分は、大学の歴史的事情、関係する人たちの性格、あるいは大学がもつ特殊な機能や重点項目、あるいは大学の規模といった比較的小さな偶発的な原因が積み重なって生じたものであると思います。しかし、Vere-Jones (1995) で私は現在の差異や困難点に一つの見方を示してくれると思われる歴史的要因を2つ上げておきました。ここで簡単に繰り返しておきましょう。

その一つはフランス革命後にナポレオンによって始められた諸改革です。これらは教育機関を学術を主とするものと技芸的なものを主とするものに分けたことが一つの特徴です。この区別はフランス革命によって影響を受けたかあるいは少なくとも教育体制のモデルをフランスに求めた諸国に進められました。フランスやドイツはもとより、かつてのソ連邦また中国や日本などです。これらの諸国では確率論の教育は学術研究機関の数理科学分野の中に容易にその居場所を求めることが出来ました。統計学の方は工学、経済学などあるいは農学といった特殊な技術と結びついて技術系の教育機関の中で教えられることになりました。個々の統計研究者の中には差別の感覚は無かったものの統計関連の諸分野全体としての共通の認識は欠けるという難点がありました。

もう一つの要因は英国や英連邦諸国やインドなどで起こったことです。これらの国々ではナポレオン改革の影響を受けることなく、学術的及び技術的諸学科が同じ教育機関の中で教えられる傾向にありました。経験主義的な英国の伝統が統計学の発展を色づけていますが、解析学や確率論についてはそれほどではありません。英国の諸大学では主な制約は優等学位でした。これを取るためには、通常2年次に特定の分野で専攻を決めなければならないのです。数学という科目はこのシステムの中では由緒あるものの一つであって、統計学の問題はこれが数学の一分科として優等学位として認知され得るのかどうか、あるいは数学以外の一科目として認知されるべきかどうかということでした。

以上二つの流れをきちんと辿るのは難しいことです。そこで、私は別の観点から歴史を見ることにしました。確率論と統計学は私の知り得た限りでは18世紀末から多分19世紀初め頃まででは数学の一分科として受け入れられていたようです。しかし、19世紀中葉以降世紀末までは衰退していました。統計学の方は社会的、政治的、あるいは歴史的現象への応用に関して泥沼の論争に明け暮れていましたし、確率論の方はその基礎付けをめぐって空しい努力が続けられていました。成功するのは20世紀に入ってからのことです。19世紀中葉から世紀末までは決定論的な数学が花開いた時でした。物理現象など他の方法ではうまく記述できないような現象の分野で数学が成功を収めていたのです。

本当の理由が何であるにせよ、数学教育を含めて現代の大学の一般的な形と伝統が形成されたのもこの時期であったという事実は統計教育の発展にとって大事な点です。英国の大学では確率論と統計学はこの伝統の形成に乗り遅れてしまいました。大学院レベルはともかく学部での数学教育の基礎固めは確率論・統計学抜きでなされたのです。どんな組織でもそうですが一旦動き出したら軌道修正はなかなか難しいものです。オペレーションズ・リサーチなどの有用性が認められてようやく事情が変化を始めたのは、第2次大戦後のことですがそれも決して滑らかにという訳にはいきませんでした。

英国の大学の統計学科に関する限り、いまの時点では一貫した形態というものを見出すことは困難です。いくつかの大学では独立した学科をもち、独立した優等学位を与えています。もっと一般的には他の学科との共同で学位を与えるか、統計学のグループが数学関係の学科や学部所属の数学者、あるいはビジネスや経済学分野と連合しているものもあります。基本的な問題は学生をどう集めるか、とくに大学院レベルではどうするかということです。物理学など古く

から人気のある学科のみでなく、計算機科学、経済学、またごく最近では財務関係の学科が数学に強い学生を欲しがっています。こういう学生は数が比較的少ないですから、統計学科では学生定員を充足させることが難しくなり、ひいてはスタッフの増員の根拠が求めにくくなってきています。

英連邦諸国の大学では、米国の多くの大学の学位制度やこれに近いものに移行しつつあり、英国に比べて柔軟に対応する余地があるようです。オーストラリアとニュージーランドの多くの大学では独立した統計学科をもちそれらはしばしば数理科学部の中に置かれているか、あるいは数学と統計学とを合わせて一つの学科を構成しています。これらの組織のすべてが安定している訳ではありません。学生や資金の不足によって統計学グループの人たちがかつては別々の組織に在籍していた数学者たちと一緒にすることもあり得ることで、

米国では、とくに大きな州立大学では確率論研究者は数学者と一緒にやっていたという傾向です(これは多分、大戦中あるいはそれ以前の多数のヨーロッパからの移民による影響でしょう)が、統計学の方は数学とは別の学科を作ってきました。学士号の大部分は教養的なものですから統計学については第1、第2あるいはさらに上級のコースさえとる学生がいます。単位取得を希望する学生が多くなればより専門的な統計コースの教育はかなり低下します。その結果、教養及び専門課程での広い分野の統計教育だけでなく、大学内の他学部に対する統計相談、民間へのサービス、契約研究の実施など幅広い機能をもった大きな学部に膨れ上がることになります。同じ様な状態は英国や英連邦諸国でも見られますが米国に比べればその程度は少ないでしょう。その他大きなビジネス・スクールも大抵は統計部門を持っていますし、多くの工学部や経済学部はオペレーションズ・リサーチの研究グループを抱えています。米国の規模の小さい大学については詳しいことは分かりませんが、組織の上で相当に広い幅があることは間違いありません。

最後にアジア諸国のことに触れておきましょう。私の印象ではインドを別にして、また香港やマレーシアもやや例外に属すると思いますが、他の国々では英国式よりむしろヨーロッパ大陸に近いといえるでしょう。確率論と統計学はより理論的な側面が数学の一部として教えられています。もっと応用的なものは主として経済、工学、医学部などで教えられています。このような状況がもたらす主要な弊害はいろいろな違った研究分野の背後にある基礎技術の共通性のみを強調して、こぢんまりと纏まった統計コースを発達させてしまうことです。私はまた、官僚的な姿勢の残滓が応用コースの発展を成功させるのに悪い影響を及ぼしているのではないかと疑っています。理論と実際との乖離、職業としてのあるいは一つの専門分野としての統計学という感覚の喪失といった危険もあります。これら直接的な問題だけではなく、それと眼には見えないような深いところでアジアの教育パターンの中にその由来と性格が極めてヨーロッパ的な——いや英国的でさえある——教科目を無理やり植込もうとする問題があるのです。

#### 4. 結 語

大学の学習科目は広範囲に涉っています。その中で統計教育を進めるのに最良のプログラムを作る一般的で簡単な方法などはありません。たくさんの異なったシステムを用意している国がよい統計研究者を育てています。また、独立した統計学科をもつ大学でも持たない大学でもそれぞれよい研究者を出してはいるのです。

どのようなシステムにもせよ大切なことは多分、社会の需要に応じていろいろな異なったレベルの統計学的訓練を受けた学生をどこまで供給出来るかということでしょう。需要——あるいは少なくとも潜在的な需要——もまた国によってずいぶん違いがあります。しかし、議論を進め



るためのたたき台として次のリストを作ってみました。学生が在学中に身につけることを期待される統計学の水準に関するものです。

- (i) 基本的な統計的意識——変動性についての知識、その測定と帰結 (100%)。
- (ii) 基本的な確率と統計についての知識、標準的な場面でのルーチ的な手法に関する知識 (25%)。
- (iii) 基本原理に関する知識、一般的な接近法、統計パッケージを含めた計算に関する知識、いくつかの精選された手法を十分に使いこなせる力、他の手法及び分野に関してのある程度の知識 (2.5%)。
- (iv) 統計パッケージを含む基本的な手法と原理についての十分な知識、特定分野での専門的知識、新しい課題に対して適切な手法とモデルを選ぶ能力 (0.25%)。
- (v) 新しいモデルや手法に関して研究者レベルで仕事をする能力 (0.025%)。

括弧の中の数値はニュージーランドでの経験に基づいて示唆したものであり、確率と統計に関して達成することを期待される学生数の比率です。これらの数値は何ら確かな根拠があつて提示したものではありません。日本ではどうでしょうか。目標値をどのあたりにおいたら良いか、また、みなさんの大学のプログラムがこの種の目標をどの程度達成出来ているか考えてみる価値はあるのではないのでしょうか。それを助ける意味でこれらの数字についてもう少し説明しておきましょう。

第1の段階は入門コースに当たるもので、すべての大学卒業生は統計と確率の考え方に多少は慣れて置くべきだという私の個人的意見を反映したものです。私は以前、自分の大学の学生を対象に簡単な実態調査をしたことがあります。その結果から、私は70%~80%の学生が学士号を得るまでの3年間に何らかの形で統計データに触れているものと推定しています。データはある場合にはサービスとして関与したもの、ある場合には統計の考え方の入門として教材の中に含まれていたものです。どの学部にしても、統計学者が形式的にこしらえて提供するコースを学生たちに無理やり受けさせるのは実際的ではありません。「むしろ、大学内の異なった学部・学科で統計を教えている人たちを組織して、教育体験を分かちあうことを奨励し、彼らの提案を調整する努力をし、難しい課題の議論や統計ソフトウェアあるいはハードウェアなどの選択に際しては統計学の専門家の助言を受けるよう指導させるなどの方がはるかに实际的であろう」。これが私の得た結論でした。私はまた、統計の専門家は統計的手法を多用している学位論文については、その統計的根拠を吟味するよう心掛けるのがよいと思っています。私自身の大学でこれが十分出来ているとは思わないのですが、それによってその論文が重大な結論の誤りを冒すことを未然に防ぎ、ひいては大学の名誉に傷が付くことのないように心掛ける必要があると思います。

第2の段階では概ね数学関連ではない学部学生がかねらの専攻分野に特有の統計的手法について知識を必要とする場合に対応しています。この種の卒業生は2つの極端などちらかの方向に行ってしまう危険があることを十分に警戒しなければなりません。一つは個人的なものと思想的なものをごちゃ混ぜにしたものを根拠にして、統計的方法に全く反対する立場に立つことです。もう一つはこれと逆に統計学を基礎付けている数学に何か神秘的なものを感じてこれを無批判に信仰してしまう場合です。理想をいえば学生諸君がこの両極端に走ることがなく、バランスのとれた考え方を身につけること、彼らの直面している課題に適合した特定の手法を適切に選択し、その限界を認識した上で使うこと、さらに必要なら質問を発して助言を求めることなどを心掛けて欲しいということでしょうか。

第3~5段階は必要な数学的背景を持った統計学専攻の学生に関係しています。比率は急速に減少していますが、高度の専門家に対する需要には限界がある訳ですからこれは当然でしょ

う。しかしながら、数学、統計学及び計算機に関する技能をもっている学生にはよりよい就職の機会がある筈です。とくに、経済学や財政学などの知識があれば尚更です。この種の学生を育てるためのプログラムは学部・学科の枠を越えたものにしなければなりません。このことは大学の中で統計学者をどこに配置すべきかという問題の核心に触れることになります。統計学は学科横断的な教科目です。それをどこに位置付けるかについては一般的な解答はありません。ところで、私の国では統計的な考え方について十分な理解をもたないビジネス学科の学生の方が、この分野でよい訓練を受け、理解をもっている理系の学生より就職に有利であるという理由でたくさん生産されています。私はこのようなわが国の体制を遺憾に思っています。

第4段階は大雑把にいて統計学修士に相当するものです。ここではこれまでの僅か数年の間に多くの政府機関及び民間の地域グループから統計的な研究（オペレーションズ・リサーチを含む）を契約によって行いたいという希望が急速に高まっていることだけをコメントしておきたいと思います。これは最近ニュージーランドで起こった構造改革の影響と思われる。改革は政治・経済的な圧力に反応して起ったもので、研究と発展の大部分を支えてきた企業内研究グループの多くが解体に追込まれたのです。修士課程の学生は、この種の大学以外のグループへの援助を提供しようとするわれわれに協力して、急速に優れた統計的及びグラフィックスのソフトウェアを修得して行きました。彼らはわれわれ学術スタッフとの共同作業に極めて有用な存在であることを証明したのです。大学院修了後、一部は民間のコンサルティング会社に入り、他の一部は大学との関係を保っています。

最後の段階は統計学及びオペレーションズ・リサーチ関連の専門家として独立し、統計的方法とその応用を発展させるべき、ごく限られた人たちに対応しています。この種の学生に対してはかなり高い水準の（実解析などの）数学的素養がやはり本質的です。主として記述的ないし計算機に依存するコースを基礎にするような統計的分野に進もうとする学生にとってこれはとても難しいことだと思います。

私の個人的な考えはこれまでに述べ尽くしました。これを要約する意味で2つの点を繰り返しておきましょう。一つは現状の分析と将来の発展の方向を見定めるのに歴史的及び社会的環境に注意を払わなければならないということです。私の印象は例えば、日本の大学のシステムは英国よりもむしろヨーロッパ大陸からの影響をより強く受けています。その意味で、英連邦に属する遠い国の小さな大学に所属する私の経験から述べた意見がどれほど価値があるのか私には余り自信がありません。何が重要かというもう一つのテーマは大学の構造それ自体ではなく、大学のシステムが全体として現在急速に発展している社会の要求に適合するよう変革する力を持ち合わせているかどうかということです。私は統計的な考え方が社会の中で重要な役割を果たしているものと信じています。統計学という教科目の主張が適切に表現されることを保証するには、統計の社会そのものが強力なことが必要です。ISIの最近の倫理規定の制定、あるいは英国では統計家の専門職登録の制度の制定などがあって、この種の発展が見られます。教育の最前線ではIASEの誕生、英国および米国での統計教育センターの設置などの動きがありました。

統計学に関する強い伝統に乏しいアジア諸国の多くにおける問題の一つは個々の統計学者の孤独な闘いです。少なくともいくつかの大学に統計学を専門とする学部・学科を設置すべきだとする最強の論拠は、統計学界を結集する拠点を作ることにあるのだとは言えないでしょうか。そこに行けば単に理論的な問題にとどまらず実際的な問題に対して質の高い助言が得られるような、そしてまた、統計教育におけるイニシアティブが実行されるようなそんな拠点です。東京にある統計数理研究所がこの種のリーダーシップを持っていますが、日本のように技術的に高度に発達した国ではこのようなセンターが唯一つで十分であるとはとても考えられないことです。

## 参 考 文 献

- Karpadia, R. and Borovcnik, M. (eds.) (1991). *Chance Encounters: Probability in Education*, Vol. 12, Mathematics Education Library, Kluwer, Dordrecht.
- Khinchin, A. Ya. (1968). *Essay in Mathematical Education* (translated by D. Vere-Jones and W. Cochrane, with a commentary on Soviet mathematical education), English University Press.
- Rouncefield, M. (1991). From cooperation to coordination—the school's statistics coordinator, *ICOTS* 3, Vol. 1, 277-284.
- Vere-Jones, D. (1985). On recent changes in the mathematics curriculum in New Zealand upper secondary schools, *Mathematics Education* (eds. T. Hida and A. Shimizu), Fifteenth Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Nagoya.
- Vere-Jones, D. (ed.) (1991). *Proceedings of the 3rd International Conference on Teaching Statistics (ICOTS 3)*, (assisted by B. P. Dawkins and S. Carline), ISI, Voorburg, the Netherlands.
- Vere-Jones, D. (1995). The coming of age of statistical education, *ISI Review*, 63, 3-23.

## 訳者あとがき

私は1974年の10月からの約一年間、英国シェフィールド大学で研究する機会を得た。Joe Gani 教授の好意で実現したのだが、同教授は私と入れ替わりに CSIRO (オーストラリア) の Math. Stat. Division の責任者としてシェフィールドを去ってしまい、私は彼の使っていた広い部屋をあてがわれた。滞在中に何人かの visitors があり、その度にこの広い部屋を共有した。Vere-Jones 教授もその一人であった。約3ヶ月間、彼はシェフィールドと UMIST (マンチェスター) の間を行き来しながら精力的に仕事を楽しんでいたようである。

彼は地震学に関心をもつ統計学者であると自己紹介し、統計数理研究所の赤池弘次氏に会いたいのので紹介して欲しいと私に依頼した。AIC が誕生してまだ間もない頃である。当時第5研究部長であり、私の直接の上司でもあった赤池氏あてに私が手紙を書いたところ、早速 Vere-Jones 氏を招へいすべく学術振興会に申請して下さったのだった。申請が認められ統計数理研究所の客員として初来日したのは1976年の寒い時期のことである。夫人と3人の子供たち全員を引き連れての来日であった。4ヶ月という短い期間だったが、上の2人の子供はどうしても区立の小学校に入学させたいという。随分思い切ったことをするとは思ったが、当時の日本ではこれを受け入れる区立小学校の方がむしろ勇気を要したことであろう。実際、いくつかの学校を回ってお願いしてみたが次々と断られた。「国際理解のためにとってもいいことだから」といって喜んで受け入れてくれたのは千代田区立の麴町小学校である。子供たちはバスで通学し、いくつかの困難はあったもののこれらをどうにか切り抜けて区立小学校生徒としての「義務」を果たしただけでなく、それを十分に楽しみもしたようである。帰国後もしばらくは学級同士の交際が続いていたことを思えば Vere-Jones 氏夫妻の試みと麴町小学校の目論みは成功したといつてよい。この講演の最初の所で Vere-Jones 氏は学位取得後の1年を Gnedenko 教授の所で過ごした話をしているが、彼はモスクワでの最後のセミナーをロシア語でやってのけたという。英語によるコミュニケーションが十分に可能だった環境での話である。語学の能力だけでなく、滞在先の文化を吸収しその中に溶け込もうとする彼の姿勢がそうさせたのであろう。日本語での講演を聞いたことはないが、彼は日本語も相当程度に理解するのである。

Vere-Jones 教授の統計教育との関わりはこの講演の中で生き生きと語られている。特に「数学教育は数学の研究に劣るものではなく、むしろ両者は互いに補い合うものであり、数学者にとってごく自然な興味の対象として真剣に考えるべきものなのだということを強く感じさせてくれました」という述懐は上述したような彼の生きかたを思えば飾り気のない本心であること

がよく理解出来る。彼は日本においても巧まずして優れた教育者であることを証明して見せてくれた。若い研究者を相手に点過程論の連続セミナーを企画・実行したのだが、彼の講義はかなり難解だったと思う。彼の話す英語は、今回の講演もそうだったが、決して平易なものとは言い難い。しかし、このセミナーを通して、またその後の不断の接触によって日本の中でよい研究者を育てるという実績を作ったのである。彼の努力はさらに続く。統計数理研究所との関係だけに限定しても、欧文誌アナルズの編集委員として、控え目な表現によってではあるが積極的な意見を寄せてくれているし、また、平成8年8月には彼の提案がきっかけで統計数理研究所と彼の所属する Institute of Statistics and Operations Research, Victoria University of Wellington, New Zealand と研究交流の特別提携に関する覚書を交わした。こうした彼の諸活動の中で彼が意識的に教育者としてふるまったとは思えないが、私は彼の考え方の中に「根底にあるものは人間相互の理解であり、相互のコミュニケーションを通じた人間教育である。統計教育の制度の確立、方法や教育技術の研究はそれを実現させるための重要な方便である」という統計教育における首尾一貫した姿勢を見るのである。

他の学問分野における教育問題と同様、いろいろなレベルでの統計教育は重要な（というよりむしろ深刻な）問題である。わが国においてもいろいろな議論が続けられており、国際的な場で発言する研究者も少なくない。こうした中で David Vere-Jones 教授は平成7年度の後半に東京工業大学大学院・情報科学研究科の外国人客員として来日された。ホストであった藤井光昭教授が統計学研連の委員長であったことから同研連の主催で統計教育に関する同教授の講演会が企画され、これを統計数理研究所及び応用統計学会、日本計算機統計学会、日本計量生物学会、日本行動計量学会、日本統計学会の5学会が後援した。ここに訳出した論説 Statistical Education: an International Perspective は講演会の時に配布されたものである。自国で深い経験を積まれただけでなく広く世界各国の事情にも詳しい教授の講演は大変興味深いものであった。彼のメッセージを多くの関係者の方々にお伝えしたいと思い、藤井教授と相談の上和訳して「統計数理」に掲載することにした次第である。格調の高い英語を読みやすい日本語にするのはなかなか困難であった。訳文の不適切、あるいは誤訳があるのではないかと恐れるが、少しでも関心をもって頂ければ幸いである。

終わりにこの講演を企画・推進された藤井光昭教授及び統計学関連諸学会に敬意を表したい。