

②⑦ 統計専門の教育に就て

Cochron 博士の講演要旨紹介

寄託

白石 一 誠

筆者は最近 W. G. Cochron 博士¹⁾ が 1945 年 7 月 Chicago に於ける米国数学会の年会の始めに於て講演された *Graduate Training in Statistics*²⁾ なる題目の論説の Reprint を入手することが出来た。

此を紹介すると共に若干の私見を述べて見たらと思ふ。

1. 先づ英米に於ける近代数理統計学発展の歴史を回想して見て、その發生の原動力をなしたものとして、「個人の熱心なる努力と探き洞察力とに依るのと、一方 better な方法を望む統計利用者側の要求とに依る」となつてゐる。その「個人」とは誰を指してゐるのであらうか。その人々を年代に依り挙げて見よう。

Karl Pearson は London に於て 1893 年より 1933 年の隠退する迄、研究、教育、応用の方面に於て沢山のものを生み出した。そして有能な若人を多数此の分野に吸収した。彼が応用数学の教授となつてから数年を経て、1911 年に応用統計学科の長と兼ねて優生学の教授となつた。彼の隠退

後応用統計学科長は息子の E. S. Pearson が継ぎ、
優生学の方は有名な数理統計学者 R. A. Fisher
が後継者となった。

Mahalanobis (印度のカルカッタの物理学
の教授) は 1927 年頃、統計研究所を創設し自費
で經營して行き若く印度の数理統計学者を養成し
て統計研究の一大中心となつたのである。

米国に於ても 1931 年コロンビア大学に於て、
Hotelling (卓越せる数理統計学者) が経済学部
の教授に任命された。此の結果経済学部に於ても
数理統計学の講義と研究とが盛んに行はれること
となつた。教学教室に於ては凡んど同じ頃から各
大学で数理統計学の講義が始められた。例へば、
1925 年に Michigan 大学の数理統計の準教授
に Carver が就任し、故 Rietz 博士が Iowa 州大
学の教授となつて偉大なる影響をその大学に與へ
たのである。その他数理統計学者が各大学で任命
された年を上げると、

1931 年	Cambridge 大学
1933 年	Princeton 大学
1937 年	Wisconsin 大学
1938 年	California 大学
1939 年	Iowa 州 大学

等々がある。

此等のどの場合も大体同じ振に勢力の大部分は

一當統計相談の仕事が高く評価してゐる農事試験所の方から求てゐる。例へば Cambridge 大学の統計の教科書は農学部で作られたものゝ一部数学の學士試験の爲めリッターから取つて来たものを追加してゐるといふ場合である。

現在では各大学共数学教室には統計学の講義が行はれてゐて、凡んど完全な数理統計学の課程を共にしてゐる大学院も大分出来て居る。

茲で博士は、統計學と教學者との關係を明かにして若き有能な教學者が、統計學を専攻して將來の發展に寄與してほしく望んでゐる。

即ち統計の同傾向の問題が各種の応用分野に於て生起する。その時応用統計學者は單にその問題の惹起した特別の立場で解決したがる傾向があつて他方面への応用等には無關心である。此が數學者は問題の核心を衝き応用分野とは無關係で追究する。従つて統計學の要訣を作り上げる、立派な本質的なものを作り上げる、そして新しい改良されたものとして応用分野に歸つて行く。そこで數學の方が偉大で有效であればある程統計學に利益がもたらされることにある。多くの統計の問題はその応用分野の人に取つて一寸手に負へないものであつても、既に高等數學の方法では解決のつてゐることも沢山あるのを述べてゐる。

2、次に統計家の仕事としてゐる職業又は將來統計家

を求めてゐる方面はどんな処か、或は又統計家の
従事する仕事の *style* は如何なるものであうかと
云ふことを述べてある。

統計の職業としては何処の国でも同じことで、
官公廳、会社、その他一般の社会機関、研究所、学
校等々あらゆる方面に亘つてゐる。併し米国の大
学では統計専攻の首席卒業者は若き数理統計学者
の補充源と見做してゐるさうである。Cochran 博
士の載へられた最近統計学の高等の課程を卒へた
ノブ人の就職分類を見るとメノスは *Universities*
や *Colleges* に行つて、研究、教育、統計相談の仕
事の準備をしてゐる。残りの 4 人は政府役人に、
他の 2 人は工業方面に入つたなどのことである。今
後此等の方面の需要は増加する傾向にあることも
指摘してゐる。又統計家の任務の定義はどんなも
のであうか。

National Roster pamphlet に映へてゐる定義は
此が米国の二つの指導的な統計学会が協力して
編纂してゐるから相当权威のあるものと思はれる。
即ち、「統計家とは確率論に主脚した歸納的推理を
用ひて量的知識を収集、四表化、解説する為の最
有効方法を展開し適用する人を含むのである」と。
此の定義に依ると統計家として二つの特質面があ
る。第一は、資料を収集、四表化、解説する技術
の専門家であること、第二は此の任務を遂行する

爲に歸納的推理を用ゐると云ふこと。
良林約に示すと、政策を樹てる必要上甜菜栽培に
関する知識を最小の費用にて準備する爲一見本の
甜菜栽培を敢上^げることを求められる。又昆虫
駆除劑のD.D.Tの効果を摸^索する実験計画の立て
方につらて意見を求められる。或は複雑な圖表化
に最良の要素や手續を向はれることもある。又D.
D.Tの実験結果から引き出される結論を明かにす
るかも知れない。歸納的推理の役割が肝要なので
ある。實際統計的方法が使用されるあらゆる場合
に試料から母集団に関する推理が行はれるのであ
る。例へば甜菜の例では望む知識は此の国の甜菜
栽培者全体に関するものであり、所謂有限母集団
である。試料抽出は單に時間と費用との節約の爲
使用されるわけである。D.D.Tの実験に於ては、
ある條件の下で將來使用される場合生起するもの
を予測するのが問題である。実験は未來に亘る試
料系列中の一つの表現として考へる。此は所謂
無限母集団と考へることか出来る。

此の採^り統計の理論はある母集団から抽出され
た標本(試料)の性質を主として取扱ひ、その標
本の知識から母集団に就ての推測を取扱うのであ
る。茲に統計家の歸納的推理の役目があるのであ
る。併し統計家であつても、仕事の上に採用され
る統計理論に至つては非常に広い幅がある。例へ

は一方の極端は統計数理専攻の研究者、他の一方の人は日常の行動のプログラムに彼の統計の基礎教養を使う、謂はば彼の仕事に統計的見解を反映するといふ位のものとである。

従つて統計の専門教育と云つても知識に就て幅のある人々を直接対象としては田舎な教育は一定の形式では定められないのである。係し教育上大切なることを述べて見ると次の項目が挙げられる。

(1) 概本論並にその支柱となるべき数学理論の完全なる教育演練

(2) 統計理論の応用要領を堅確に把握せしむる教育演練

(3) (主として統計相談に從事することを望む者に対して) 統計の使用される応用分野の基礎的知識の教育

3. そこで統計の専門教育(日本の新教育制度に於ては文、三、三、四の最後の四の処か又はその上の大学院に相当する処に於て行はれるべき教育と考へるのが至当であらう。)に於ける教授課程の中には大くとも次の四つの課程が必要であらう。

(1) 統計理論の教育課程

(2) 統計の支柱となる数学理論の教育課程

(3) 統計理論の応用要領の教育課程

(4) 統計の応用分野の基礎知識の教育課程

此の各々の課程に就いて稍く詳細に考察して見

よう。

1) 現在の米國の統計専門教育に於ても学生の統計學の素養と云ふものも全然前提としなから課程表が作られてゐる様である。即ち学生は数学科からも、経済學や生物學等の応用分野からもやつて来る。此の校者はその専門分野への統計の応用面は知つてゐる筈であるし、前者の數學をやうな学生は純粹數學より寧ろ應用數學に興味を惹かれ確率論の講義に多く出席した者に違ひないのである。此の素養の違ふ所に統計教育の困難さがある。併し統計教育の綜合的体制が確立されれば統計専門教育もすつきりした教育となり得ることか考へられる。現在過渡的狀態であることが指摘されてゐる。日本の現状もやはり過渡的狀態とは云へるが、統計専門の専攻も一つとして無く、統計教育の題目のみ叶はれても實質的進歩の無いことと比べて正に遅れてゐることを痛感するのは一人筆者のみではなからう。日本の統計教育の將來の見通しは此の米英兩國の現状が何年先に日本にやつて来るかと云ふことの推測と考へても死支へなからう。

又、統計理論の基礎課程として確率論、分布論、推定論、仮設検定論、とがある。その内で確率論は正しく第一番のものである、何故ならは此が全ての統計技術に注込んでゐるからである。

確率論の講義は離散的 (*discrete*) 並に連続的変数の場合の確率法則を述べ分布論へと繋がるのが普通である。分布論の代表的向題は次の通りである。

或る確率法則に従ふ確率変量 X_1, X_2, \dots, X_n が与へられてその総和函数 $f_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $i=1, 2, \dots, n \leq n$ の換へべき確率法則を求めることである。此の型の向題は応用方面に於て屡々起るもので、 X_i は 収集された *data* とすると f_i はそれから計算される統計量 (例へば平均値, 総数, 百分率等) を表はしてゐる。その基礎には母集団に就ての推定が存在して、統計量 f_i が母集団に対して供給する知識の型と分量とは明かに f_i の度数分布に依るものである。分布向題を解く為めに設立つ種々の方法がある。普通度数分布の表示として複雑な総和 (Σ の記号を沢山使つたもの) や、重複積分に依つて書かれる。従つて此の算法を施して適当に簡単な答を得ることが向題となる。積率母函数 (*m. f. f.*) が特性函数 (*characteristic function*) が或るフーリエの積分定理を使用して解答を乞へる。その他分布向題は多次元ユークリッド空間内の超立体の体積を求める計量的向題にも解決せられることがある。分布向題は積分や総和が簡単な式で表現出来ないと云ふ意味で解けてない

のが沢山ある。標本が非常に多い場合(2,3,4個位の観察の場合)には解け、又非常に標本が沢山になった極限の場合は解けるが、その中間の処の解が欠けてゐる。従つて分布論の講義での主要部分は大数の場合の各種のものと分布問題の近似解へ導く方法とを取扱つてゐる。勿論此の講義では、普通に出て来る二項分布、ポアソン分布、正規分布、 χ^2 -分布、Studentのt-分布、FisherのZ分布等々の性質に關して述べられてはなくてはならない。

次の推定論に於ては標本の知識から母集団の特性を推定する問題を取扱うのである。母集団の型と標本と推定すべき特性とが與へられて推定論は推定の最良法へ自働的に進む数学的規則を求めているのである。或る型の母集団に就いては此の規則が求まつてあるが一般には相当困難である。實際「最良の」方法とは如何なるものか不明でな。併し良い結果へとの実質的進歩がなされつつある。

次に統計的方法を應用する上に於て出發点として、母集団がある特定の型であるかどうか、又は二つ以上の母集団がある特性に於て同一であるかどうかを検査する必要がある。此が仮説検査論である。減料と仮説とが一致してゐるかを検査することの出来る計算法である。例

つてその検定には過誤を伴つてゐる。次に仮説検定論では種々の型の過誤を分拆して、過誤の危険を最小にして検定の結果へ導く数学的分別を見出すことを試みてゐるのである。以上の分布問題を解く方法、母集団の特性を推定する方法、統計的仮説を検定する方法以外に例へば最小二乗法 (Gauss) に依つて基礎定理が樹之された推定弁論の一技術) や多変量分拆 (一群の変量間の関係を取扱つたもの) 等々の教育も含まれてゐるはなからない。

- (2) 統計の支柱となる数学の教育は第一に微分積分学 (特に重積分や級数展開のこと等)、第二に代数学 (特に行列式、行列、一次形式、二次形式のこと等) を主要講義としなくてはならない。何故なら二つ共分布論その他の統計理論の支柱となつてゐるからである。然るが数学を専攻した学生は此等のことがよく分つてゐる筈であるから此等の学生は統計論の大部分が分かることとなる。

その他関係のある数学理論が仄山あつて、一既に云ふことは出来ないのであるが、博士は「最も有効なもの」として数値計算法 (補向法、補整法、数値積分法、定巻法、等を含んだもの) と函数論初等との講義の必要を述べてゐる。此等は統計表を作る理論として又は分布問題を解く方法として支柱となつてゐることは明かである。

猶次の段階としていくつかの科目を挙げると
組合せ確率(離散的分布問題に役立つ)
ベクトル解析(分布問題に役立つ)
点集合論、測度論(確率論の基礎理論として必要)

有限群論(最近実験計画法へ応用されること
が分った)

変分法(仮設検定論の一般的基礎である)
等々のものがある。此に依ると高等数学の相
当広い範囲に達まらなかつてゐるか、必ずしも教
学教室で教える様になくともよろしいと思は
れる。講義で要点紹介を行つたり、学生の自習
輪講等を指導したりしても宜しからう。係し上
述の科目だけで万事解決と云う意味では決して
ない。数学の進歩飛躍と共に又統計の向題の發
生に依つて支柱となる数学は変化して行くこと
は明かなことである。

(3) 応用要領の教育に關しては二つの型の教育課
程が要求される。第一は統計理論が経済学、心
理学、生物学、工学等の學問分野に、又抽出調
査、実験計画、工業の品質管理等の實際分野に
如何に適用されてゐるかを教育することである。
此の教育には応用分野の従事者でも統計応用要
領を把握しようとする人々も出席するのが普通
であらう。第二には学生自身で自己の統計知

識を引用して質問して来る手紙等に答えたり、統計の実務につらたり、計画を立案したり批判したりする所謂統計学演習の課程である。此の演習では学生が自分で提出された問題に適した理論を選んだり、必要ならば新理論を作り出したりしなくてはならぬから、仮令統計理論がよく解つてゐる学生でも相当困難なことが多いだらう。

- (4) 統計の応用分野の基礎的知識の教育の目標は学生に対して、その分野の人達と知識的の協力が出来て其処に發生した問題をその發生状態と対応する理論的状态に扱ふことが出来る位十分な素養を与へることにある。統計学者の内には種々の意見があつて、或る人々は数学や基礎理論の講義時間を犠牲にして応用要領や応用分野の教育に時間を余計費へることを主張してゐる。然し此等の論議も結局は学生次第によつて定められるのである。即ち高き知性と優秀な数学的才能を有し企てることは凡んど成しとげ得ると云ふ様な学生であるならば、基礎の統計理論と数学の勉強に集中するのが最良の策である。若い尚数学の勉強に集中する、後年応用方面に行くことになつたとしてもその間独学で応用の分野のことを学び取ることが出来るからである。此が将来の発展性に就てあまり予測する

こゝの出来なら普通の学生であるならば、如何であらう。此等の学生には理論統計学に必要な才能と応用統計学に必要な才能とはかなり違ふのであることを絶肝させるべきである。依つて教育中に於て理論と応用と何れに適し何れを選び何れに齟齬するかを分らせる機会を提供しなくてはならないのである。

4. 以上述べた教育課程を完備すれば、後論文作製の課程を補足すると米國に於ても立派な博士 (Ph.D) の称号が授けられると Cochran 博士が云つてゐる。日本に於てはこんな立派な教育課程を備へた統計専門の教育機関は現在の所望んでも得られな。併し此の理想を實現する如く努力することが必要である。協調精神の存在する処必ず調和の取れた統計専門教育機関が出生することを信じて疑はないのである。

茲考の爲英米の大学の調和の取れた形式を挙げて見よう。

Columbia 大学と Iowa 州大学では統計専門教育の課程表は關係各学部から選出された委員会の管理下に置かれてあつて講義は各々適当な学部で行はれてゐる。London 大学、北 Carolina 大学³⁾では独立した統計学部が存在してゐる。此の後者の形式ではとにかく統計学の講義全部の教師を専任講師としてでも持つてい

くはならぬこととなる。

註 1) Cochran 博士は現在北カロライナ大学統計大学院の副院長であり、Iowa 州大学の教授でもあることと思はれる。現在米国一流の数理統計学者で所謂「Cochran の突理」で分布論を学んだ者は誰しも知つてゐる筈である。「Cochran の突理」に就ては最近出版された「数理統計学概論」の小川氏担任、「標本論の基礎的知識」の項参照。

2) Cochran 博士の講演の主目標は若き有能な数学者がとんとん統計学の分野に入つて来ることと歓迎することにあるのであつたのであるが、幸にも博士の統計専門教育に関する明解な論議が含まれてあつたので此の部分を抽出して私見を加へたのが本紹介文である。

3) 北カロライナ大学統計大学院は昨年(1946年)7月に創立されたもので、実験統計学科と数理統計学科とかうなつてゐる。院長 Gertrude M. Cox、副院長は Cochran と Harold Hotelling である。詳細は別の機会に紹介するつもりである。