

大學叢書

教育統計學

王書林著

商務印書館發行

大學叢書
教育統計學

王書林著

商務印書館發行

中華民國二十六年十二月初版

◆ (34024.1平)

大學叢書
(教本) 教育統計學一冊

平裝每冊實價國幣貳元

外埠酌加運費匯費

著者 王書林
南京中央大學

發行人 王雲五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版權所
翻印必究

(本書校對者 鮑嘉祥 徐昌權)

自序

著者在中大金大，均曾擔任教育統計學，於課餘爲同學編有詳細大綱，是書即大綱之擴充也。參考書籍甚多，不及備載，最重要者爲

G. Udny Yule, An Introduction to the Theory of Statistics

Karl. J. Holzinger, Statistical Methods For Students in
Education

稿成，吾妻希英女士與吾妹素聰女士分爲抄錄，費時不少，余深致謝。

書林 二十六年四月一日

目 錄

自序

圖之目錄

第一章 緒論	1
1. 統計學之教育的功用	1
2. 教育測量之困難	1
3. 正確的量表之要素與統計學之應用	3
4. 歷史與定義	4
5. 本書之範圍	6
第二章 事實之蒐集與分類	9
6. 材料之類別	9
7. 抽樣	9
8. 測量之單位	12
9. 統計數列	12
10. 事實之歸類——次數分配	13
第三章 百分位數與四分位數	27
11. 點量數之意義	27
12. 百分位數	27
13. 四分位數	36

第四章 中位數均數與衆數	38
14. 中心量數之意義	38
15. 中心量數之功用	40
16. 中心量數之條件	40
17. 中心量數之種類與要素	41
18. 中成績與中位數	42
19. 算術均數	45
20. 衆數	57
21. 中心量數之比較	60
第五章 幾何均數與調和均數	63
22. 幾何均數	63
23. 調和均數	70
第六章 四分位差與中位差	76
24. 離中趨勢之意義	76
25. 四分位差	77
26. 中位差	78
第七章 標準差	91
27. 標準差之求法	91
28. 距離量數之比較	106
29. 三種距離量數之關係	107
第八章 標準差之應用	109

30. 標準差之相對化——差異係數	109
31. 偏態性之測量	111
32. 比較量數	113
第九章 二項展開式與機率	121
33. 機率理論之簡單的解說	121
34. 二項展開式	126
35. 二項展開式之均數與標準差	131
36. 二項展開式之實驗的證明	134
37. 二項分配之應用	136
第十章 常態曲線	139
38. 常態曲線公式之引伸	139
39. 常態曲線之配合	147
40. 常態曲線與二項展開結果之比較	150
41. 常態曲線圖之面積	150
42. 常態性之試驗	151
43. 常態曲線之應用	156
第十一章 抽樣之信度	160
44. 信度之意義	160
45. 均數的抽樣公式之解駁	161
46. 均數的機誤公式之引伸	162
47. 其他公式	170

48. 兩數相差之機誤公式	172
第十二章 直線相關	177
49. 相關之意義與種類	177
50. 積差相關係數	180
51. 求相關係數之方法	183
52. 特性方程與特性線	197
53. 相關係數之詮釋	209
54. 在測驗上之應用	212
55. 反應差誤之公式	218
第十三章 非直線相關	225
56. 相關比	225
57. 相關比之簡捷的公式	229
58. 賀麟閣相關比計算表	231
59. 直線性之試驗	234
第十四章 其他相關方法	236
60. 等級相關法	236
61. 各種數列之組合	241
62. 質量相關	243
63. 質的數列和無秩序的數列之相關比	250
64. 二項數列相關係數	254
65. 相聯係數和綜合係數	256

66. 餘弦法和異號法	257
67. 相依係數	258
第十五章 分析與多數相關	265
68. 分析相關之意義與公式	265
69. 以對數計算分析相關之法	267
70. 三個變量之分析特性方程	274
71. 四個變量之分析特性方程	279
72. 分析特性方程在測驗上之應用	280
73. 分析特性方程在應用時之限制	281
74. 多數相關	282

公式與符號表

又附表十二個

英漢名詞對照表

中西人名對照表

圖 之 目 錄

一	直方圖	19
二	多邊圖	20
三	直方圖與多邊圖之比較(一)	21
四	直方圖與多邊圖之比較(二)	21
五	直方圖與多邊圖之比較(三)	22
六	多邊圖之條勻	24
七	理想的對稱分配圖	25
八	理想的略偏的分配圖	25
九	理想的極偏的分配圖	26
一〇	理想的U字形圖	26
一一	遞加次數曲線	32
一二	百分曲線(一)	34
一三	百分曲線(二)	35
一四	取於中位數之差數	43
一五	取於均數之差數	46
一六	理想的略偏的分配圖中, 中, 衆, 三數之地位	58
一七	尖頂的分配圖	61
一八	表示均數相同差異度不同的兩個分配圖	76
一九	表示差數之變動情形(一)	79

二〇	表示差數之變動情形(二).....	79
二一	門羅加法機器(一).....	98
二二	門羅加法機器(二).....	99
二三	託蒲斯標準差圖	101
二四	常態曲線上各種距離量數之比較	107
二五	$P = Q = .5$ 之曲線圖	130
二六	$P = \frac{1}{8} Q = \frac{5}{8}$ 之曲線圖	131
二七	y_0 與曲線圖面積之關係	144
二八	標準差與曲線圖面積之關係 (一)	145
二九	標準差與曲線圖面積之關係 (二)	145
三〇	常態曲線圖	148
三一	兩個測驗分數之分布圖	178
三二	表示每生費用與州政府供給學校總費用之百分數的關係 (仿自賀麟閣)	179
三三	完全直線相關	180
三四	完全非曲線相關	180
三五	表示相關係數之極端差異	180
三六	表示四個象限之積差	181
三七	奧替斯相關圖	191
三八	各排的均數	198
三九	說明相關係數與特性方程之關係 (仿自優爾)	199
四〇	夫妻年齡之相關	208

四一	父子體高之相關	208
四二	非直線相關之一個極端的例子	225
四三	表示相關比	227
四四	物理材料之特性線 (仿自賀麟閣)	248

教育統計學

第一章 緒論

1. 統計學之教育的功用

近年來教育上科學的運動時常應用到數量的方法，學校行政和教育的理論及實施中各種問題亦常以實驗的和統計的方法來研究之。

學校調查之繼續不斷的需要使統計學成為研究教育者之必備的基礎的知識。調查中之問題，如經費之支配，預算之編製，學校會計等，均需要材料之留心的蒐集與合宜的統計方法之應用。

在教育的問題之中與統計學有最密切的關係者為標準測驗。在近代教育科學中，智力與教育測驗漸取舊式考試方法而代之；但是測驗與量表之編造理論以及其結果之解釋均以統計方法為基礎。研究測驗者必須對於統計學有深邃的了解。

2. 教育測量之困難

通常論科學，分為物質科學，生物科學，與社會科學。這種分法雖根據於不同的研究對象，而考其研究結果之準確性，也不相同。自然現象是比較固定的；生物及社會現象則因觀察與測量之錯誤較大，與所包括的因子又較多，所以難得到準確的結果。教育測量有五種特殊的困難，為自然現象所沒有的。（一）單位缺乏或不完善；（二）測量的事實缺乏

固定性；(三)測量的事實異常繁複；(四)現象不能直接測量；(五)抽樣之不準確。茲約略說明於下。

(一)單位缺乏 譬如我們要測量十歲兒童之算術能力，開始就要遇到一個困難的問題，即是什麼是測量的單位。雖然，我們可以編製了許多算術問題考試兒童，但是每個問題之難度不相等，答對一，三，五，三個問題者之能力並不等於答對二，四，六，三個問題者之能力。

(二)事實常變與因子複雜 教育上事實千變萬化，彼此雜陳。譬如我們測量一個兒童之智力，去年得智商 90，今年則得 100，其中原因異常繁雜。量表之不準確，智力生長之發生變化，環境之變動，甚至主試者之不同，考試時兒童之健康，均可使結果有別。

(三)間接測量 譬如智力測驗，我們所測量的雖是兒童之反應，但是根據此反應以推測其先天的智力。我們說某兒童有智齡三歲，因為他答對如「你姓什麼」等問題，但是這種問題，無疑地是學習得來的。先天的能力不能直接去測量，祇可從其所表現的作業中估定，易言之，應用間接測量法。不過間接測量法沒有直接測量法之顯見與固定，一不留心，即失了真義。用鉛筆測量三歲的中國鄉村兒童，就失了效用，因為中國鄉村中兒童有許多是沒有看見過鉛筆。雖然，這個問題是推孟(Terman)修正比納(Binet) 西蒙(Simon)智力量表三歲組測驗中之一個。

(四)抽樣困難 標準測驗中之抽樣是雙方的，試題之抽樣和被試者之抽樣。舊式考試方法之一弊端就是抽樣之不適當，不能代表教材全部。新法考試僅能使題數增加，而抽樣仍不能免。至於被試者之抽樣是否適當是標準測驗之最根本問題。當比納 1908 年智力量表發表後，比

利時有二位學者的康來 (Decroly) 與的甘 (Degand) 以之考試許多兒童,其結果平均起來,較比納的兒童之智力分數都高一年半。惟他們所考試的學校的兒童家境甚好,比納之兒童大多是窮苦的。抽樣不同,結果自然不同。

3. 正確的量表之要素與統計學之應用

教育的事實之繁複以及測量之困難既如上述,而研究教育者必須取得一種工具,使往常僅能爲質的形容的事實,可以得到數字的說明。這種工具就是統計學。茲約略舉例以說明之。

(一)參照點 無論那種測量都須有一個參照點。參照點在物質測量中大都是一個「恰好一點沒有」之點或零點,如零尺零斤等。但是有時是人爲的,大家同意以某一點爲起點,並非絕對的零點,如經度的參照點是 Greenwich,緯度的參照點是赤道等。在心理或教育測量中,某種能力之絕對的零點殊不易得,我國現在所用之 T 量表,是以某歲兒童(通常爲十二歲)之平均能力爲參照點。平均能力之求得,須用統計學之中心量數。

(二)單位 測量輕重以斤磅等爲單位,測量長短以尺吋等爲單位。作者在拙著心理與教育測量一書中曾說明被測量的現象應具三種條件,即存在性,同一性與相等距離的可能性。所謂相等距離就是單位,就是第一單位與第二單位間的距離等於第二單位與第三單位間的距離。各單位之間距離不相等,則單位之意義不甚明瞭。在教育測量上相等距離之求得較諸參照點之規定更難。統計學中表示離中趨勢之數量雖在相當的條件之下可以採用,但是限制仍然很多。

(三)效度與信度 教育上的事實,千態萬狀,變化無常。經一次測量後,決不能絕對正確,毫無差誤。差誤有兩種,常性差誤與變性差誤,均使量表喪失或降低其效度和信度。研究測驗者常用統計的方法,以(a)求其所得的數量之信度,(b)求其量表之效度與信度並如何增加之,(c)消除其他不純的因子。

4. 歷史與定義

以統計的方法研究教育上之各種問題,是謂教育統計學。故教育統計之於教育,猶之算學之於物理,化學;以研究教育為目的,而以統計學為工具。所以教育統計學在統計學上之地位與商業統計學等同,乃應用統計學之一種;故我人欲知教育統計學之歷史與定義須研究統計學。

(一)歷史 統計學之肇源甚古。在昔文明各邦莫不以之調查一國之財富與人口,以為施政之本。故英文之統計學為 Statistics,一說其字形似發源於拉丁文中 Status 一字,意為一種政治情形(A political state)。一說其字實由意大利大政治家 Statista 一字推衍而來。無論如何,與政治有密切之關係,此統計學鼻祖阿痕發爾(Achenwall)之所以常稱統計學為國家著明事件之結晶體。迨至十七世紀中葉,工商業漸興,各種問題徒憑理論不能解決,學者遂有藉數量為補助之工具,於是統計學之用途益廣。

然當時所謂統計,範圍廣汎,與現在所謂統計不同。材料之整理與蒐集之方法均無一定之程式,大數之觀察亦無一定之公式。及刻特雷(Quetelet, 1796—1874)氏出,巨數之恆性的學理始闡明,為統計學之一最要的貢獻。承刻特雷之後如恩革爾(Engel),羅美林(Rumalin),克尼

斯 (Knies), 瓦格涅 (Wagner), 布羅克 (Block) 諸人皆能於統計方術之改良有極大之貢獻。如馬愛春 (Meitzen), 戈爾登 (Golton), 皮而生 (Pearson), 厄治衛司 (Edgeworth), 桑戴克 (Thorndike), 斯皮門 (Spearman), 優爾 (Yule), 愛兒特頓 (Elderton), 瑟帕德 (Sheppard), 包力 (Bowley) 諸人, 皆能一方對於純粹的統計學有所貢獻, 而一方又能應用之於其他科學。

至於應用統計的方法於教育問題之上, 其功實始於戈爾登 (1822—1911), 而皮而生, 斯皮門, 卡推爾 (Cattell), 桑戴克 又努力於後。戈氏 精於遺傳學, 且長於數學及其他種科學, 其研究人種智力及體力之遺傳, 均以統計為工具。迴歸線之原理即為氏所發明者。繼氏而起者為其弟子皮而生 氏, 氏對於統計學本身之貢獻最多, 我人今日所用統計學中之各種重要公式, 出於氏之發明者甚多。其最要者為積差相關法。美國 之以統計的方法研究教育的問題者, 首推卡推爾 氏。氏曾留學歐洲隨馮德 (Wundt) 學, 並深受戈爾登 之影響。故回美 後即着手以統計的方法研究心理的問題而涉及教育。次推桑戴克 氏。氏為詹姆士 (James) 之弟子, 並隨卡推爾 學, 掌教育心理學教鞭於美 之哥倫比亞大學。氏長於心理學與統計學, 故極力提倡以此二學為工具而使教育科學化。氏於 1904 年著有心理與社會測量 (Mental and Social Measurement) 一書, 可稱為教育統計學之第一本書, 說明統計的方法與測驗編造之原則。此後美國 遂漸有研究教育統計學之學者, 如刻黎 (Kelley), 羅格 (Rugg), 奧替斯 (Otis), 賀麟閣 (Holzinger), 託蒲斯 (Toops), 孫斯東 (Thurstone) 諸人, 皆著有專書並頗負名望者。