

統計學

胡 坤 德 編著

華泰書局印行

統計學

胡 坤 德 編著

原 版

華泰書局印行

版權所有 * 不准翻印

統計學

編著：胡 坤 德
發行者：吳 茂 根
發行者：華 泰 書 局

台北市金華街181~1號

電話：三九三六六三三・三四一六六三三

總經銷：華泰圖書文物公司

台北市金華街181~1號

郵政劃撥一〇六五四六號

印刷者：瑞明彩色印刷有限公司

登記證：局版台業字第1201號

中華民國七十年八月

初版

定價：320元

序

統計學爲現代人應具備的基礎學識之一。它使一般人得以靈活地使用數據資料，瞭解數據資料代表的適當意義，並得以藉部分資料探悉全般狀況，更進而由過去與目前的資料得以預測未來情況。它與邏輯學同列爲現代人研判事理，明辨是非，思考方法的二大工具。但邏輯學依據演繹原則，是由大見小之工夫，而統計學則是依據科學歸納原則，乃是由小見大的工夫，是故應用於工商各業決策之依據，社會科學與自然科學的數據資料之歸納結論，統計學更能發揮其宏大之效果。

統計學之重要性已爲一般人所普遍認識，可是學習統計學者，每苦於數學架構之威嚇，或繁多公式之困惑，而陷於不知如何應用之迷境。筆者於大專院校講授統計學迄今已屆滿八年，苦心積慮者，無非是如何解除學習者不知如何應用斯學之困惑，盡力以言詞解說觀念，闡釋統計學之應用。堪告慰者，受課學生多能獲益。爲廣爲發揚統計之應用，遂不辭淺陋，將歷年之教學心得與實務工作經驗，編寫成本書，對養我育我之國家，稍盡棉薄之力。

本書文字，力求簡潔，對於繁雜艱深之理論部分，或酌予刪減，或改以觀念闡述，但是對於實用問題之描述，則不厭其詳。細讀之後必能體會其中三昧。

本書章節仿照 *Neter*，*Wasserman* 與 *Whitmore* 合寫之 *Applied Statistics*。內容除符合部定統計學教材內容大綱外，更容納最新趨

勢之統計應用方法，是以適合大學各院系修習統計學之用，並適合從事各行業應用統計方法者進修之用。

本書編排雖力求完整嚴密，但錯誤仍恐難免，尚祈各方先進不吝指正，不勝感激。

胡 坤 德 識於台中大度山
中華民國六十九年九月

目錄

第一章 統計資料之搜集

1-1	統計資料·····	1
1-2	統計資料之來源·····	3
1-3	調查與實驗·····	4
1-4	變數特徵值之搜集方法·····	6
1-5	統計資料之計測錯誤與其他錯誤·····	11

第二章 統計資料之整理

2-1	定性分配·····	17
2-2	次數分配·····	20
2-3	次數分配表編製要領·····	21
2-4	次數分配圖·····	24
2-5	累積次數分配·····	27
2-6	多元統計資料之分類·····	30

第三章 統計資料特徵值之計算

3-1	集中趨勢量數·····	39
3-2	差異趨勢量數·····	55
3-3	偏態係數·····	61
3-4	峯度係數·····	64

3-5	母體資料之各種特徵數.....	66
-----	-----------------	----

第 四 章 基本機率觀念

4-1	隨機試行、樣本空間與事件.....	77
4-2	機率與其基本公設.....	81
4-3	機率分配.....	85
4-4	基本機率定理.....	88
4-5	統計獨立.....	90
4-6	無限樣本空間.....	94

第 五 章 隨機變數

5-1	基本觀念.....	103
5-2	機率函數.....	104
5-3	聯合、邊際與條件機率函數.....	109
5-4	隨機變數之統計獨立.....	111
5-5	隨機變數之函數.....	112
5-6	期望值.....	113
5-7	變 方.....	115
5-8	標準化隨機變數.....	117
5-9	變 積.....	118
5-10	隨機變數之和與差.....	120

第 六 章 常用之機率分配

6-1	二項機率分配.....	131
6-2	<i>Poisson</i> 機率分配.....	136
6-3	均勻機率分配.....	140

6-4	常態機率分配	144
6-5	指數機率分配	149
第 七 章 與常態分配有關之三種機率分配		
7-1	卡方分配	157
7-2	t 分配	160
7-3	F 分配	163
7-4	Z, t, χ^2 與 F 間之關係	166
第 八 章 統計抽樣		
8-1	母 體	171
8-2	普查與樣本	174
8-3	有限母體之簡單隨機抽樣法	177
8-4	無限母體之簡單隨機抽樣法	180
8-5	樣本統計量	180
8-6	模擬法	181
第 九 章 $\bar{X}$ 的抽樣分配		
9-1	舉例說明 $\bar{X}$ 之抽樣分配	187
9-2	$\bar{X}$ 之抽樣分配	192
9-3	使用中央極限定理求有關 $\bar{X}$ 之機率近似值	197
第 十 章 $\bar{P}$ 的抽樣分配		
10-1	母體比率	203
10-2	樣本統計量	204
10-3	無限母體的抽樣	204

10-4	有限母體的抽樣.....	211
第十一章 母體平均數之估計		
11-1	點估計.....	219
11-2	優良點估計式之評判標準.....	221
11-3	尋求點估計式的方法.....	224
11-4	母體平均數之區間估計.....	228
11-5	樣本數之規劃.....	233
11-6	小樣本時 μ 之信賴區間.....	235
11-7	母體總數之信賴區間.....	237
11-8	μ 之單邊信賴區間.....	237
第十二章 母體平均數之檢定		
12-1	統計檢定.....	245
12-2	統計決策規則.....	249
12-3	母體平均數的假設檢定.....	259
12-4	α 與 β 風險控制下，樣本數之求法.....	265
第十三章 比率、變方、二平均數差、二比率差及變方比之推測		
13-1	母體比率之推測.....	275
13-2	母體變方之推測.....	284
13-3	二個母體之比較研究.....	287
13-4	獨立樣本二母體平均數差之推測.....	289
13-5	配對樣本二母體平均數差之推測.....	295
13-6	二母體比率差之推測.....	298
13-7	二母體變方比之推測.....	302

第十四章 抽樣方法

14-1	抽樣方法之效率	315
14-2	分層隨機抽樣法	315
14-3	集團抽樣法	320
14-4	系統抽樣法	323
14-5	允收抽樣	324
14-6	管制圖	327

第十五章 無母數方法

15-1	單個母體之研究	335
15-2	獨立樣本二母體之比較研究	342
15-3	配對樣本二母體之比較研究	348
15-4	隨機性之檢定	354

第十六章 配合度之檢定

16-1	配合度之檢定	367
16-2	卡方檢定法	368
16-3	信賴帶與累積機率函數之檢定	375

第十七章 多項母體

17-1	多項母體之性質	385
17-2	多項機率分配	386
17-3	關於一個 P_i 之推測	387
17-4	關於 P_i / P_j 之推測	389
17-5	關於所有 P_i 之推測	391

目 錄

17-6	二元多項母體.....	393
17-7	數個多項母體之比較.....	400
第 十 八 章 簡單直線迴歸		
18-1	二變數間之關係.....	411
18-2	簡單直線迴歸模式.....	414
18-3	α 與 β 之點估計.....	419
18-4	平均反應值之點估計.....	423
18-5	簡單直線迴歸之變方分析.....	428
18-6	簡單確定係數與相關係數.....	436
18-7	電腦輸出表.....	440
第 十 九 章 簡單直線迴歸之推測		
19-1	斜率 β 之推測.....	449
19-2	截距 α 之推測.....	454
19-3	估計式 A 與 B 之變積.....	456
19-4	斜率 $\beta = 0$ 之 F 檢定.....	458
19-5	平均反應值 $E(Y_0)$ 之信賴區間.....	461
19-6	個別反應值 Y_0 之預測.....	464
19-7	迴歸模式適當與否之評估.....	469
19-8	在實務上應用迴歸分析應注意事項.....	475
19-9	電腦輸出表.....	477
第 二 十 章 複迴歸		
20-1	複迴歸模式.....	485
20-2	複迴歸模式之基本結果.....	488

20-3	複迴歸模式之統計推測	495
20-4	特殊迴歸模式	502
20-5	指標變數	508
20-6	自變數間相關性	512

第二十一章 變方分析

21-1	基本觀念	525
21-2	變方分析模式	529
21-3	各種處理別平均數相等與否之檢定	531
21-4	F 檢定之迴歸法	537
21-5	處理別作用力之分析	540
21-6	電腦輸出表	543
21-7	殘值分析	544
21-8	實驗設計	548

第二十二章 指數

22-1	價比與環比	555
22-2	綜合式加權物價指數	557
22-3	價比平均式加權物價指數	561
22-4	基期的轉換	563
22-5	編製物價指數時應注意之問題	565
22-6	物價指數應用實例	567
22-7	物量指數	570
22-8	我國五種重要指數介紹	571

第二十三章 時間數列

23-1	時間數列·····	593
23-2	平滑術·····	594
23-3	傳統之時間數列模式·····	600
23-4	長期趨勢·····	604
23-5	季節變動·····	614
23-6	循環變動·····	624

附 錄

A 統計資料

表 1	二項分配數值表
表 2	<i>Poisson</i> 分配數值表
表 3	標準常態分配數值表
表 4	卡方分配數值表
表 5	隨機標準常態數值表
表 6	<i>t</i> 分配數值表
表 7	<i>F</i> 分配數值表
表 8	隨機號碼表
表 9	中位數之信賴區間與信賴係數
表 10	<i>K - S</i> 統計量 $D(n)$ 之百分位數

第一章 統計資料之搜集

1-1 統計資料

茲將“統計資料”一詞定義如下。

定義 1.1 藉以取得某些結論之一大群數據或事實情況，稱為統計資料。

統計資料是統計學的基本材料。在所要引用的統計資料未整理成有條理、有系統的狀態之前，是很難着手進行統計分析的。針對某項研究目的，將搜集到手的統計資料，整理成表式，以備引用者，是為統計表。

在我們日常生活裏，隨時見得到統計資料。每天打開報紙，在經濟版，可以見到前一天公開上市股票交易行情統計表，各國幣值兌換率表，在其他消息版上，見到大學聯招各校各系錄取新生人數、分數等資料。下面舉二張用來研究經濟與管理問題的統計表，表 1.1 陳示世界上 20 個國家的出生率，表 1.2 陳示美國十家公司 1978 年的營業額與企業別等資料，這類表都可以電腦輸出印刷。

表 1.1 1974 年二十國人口出生率（千分比）

國 家 別	出生率	國 家 別	出生率
澳 洲	18.4	義 大 利	15.7
奧 地 利	12.9	日 本	18.6

保加利亞	12.7	葡萄牙	19.3
加拿大	17.2	西班牙	19.6
丹麥	15.4	瑞典	13.5
薩爾瓦多	14.1	瑞士	13.1
芬蘭	39.7	蘇俄	18.0
法國	13.3	英國	13.3
希臘	16.1	美國	15.0

表 1.2 美國十家公司 1978 年營業額與行業別

公司名稱	營業額（百萬元）	行 業 別
AFL	175.3	製 藥 業
INC	485.5	化 學 業
ACC	243.9	化 學 業
WPL	1081.2	電 器 業
PEC	656.6	食 品 業
RET	819.2	電 器 業
HWP	851.2	製 紙 業
CII	434.0	紡 織 業
MPL	107.8	肉類罐頭業
FLC	209.1	食 品 業

每一張統計表都是在陳示一些數據資料或事實情況。易言之，每一張統計表都包含統計表內各成分所關心之變數的觀測值。比如在表 1.1，二十個國家名稱是為這張統計表的“成分”，而所關心的變數特徵值為各國的出生率。在表 1.2，十家公司為這張統計表的成分，

所關心的變數特徵值為各公司 1978 年的營業額與行業別。另者，在表 1.1 中，各國出生率有所不同，因此把出生率視為這張統計表的變數。由於其值為數值資料，故亦稱為計量變數。在表 1.2 的變數有二種，一為營業額，另一為行業別，前者亦屬計量變數，而後者則稱為定性變數，因為行業別非數值資料。上述數個名詞，正式定義於後。

定義 1.2 有數種不同的可能結果之特徵值，稱為變數。其可能結果以數量表示者，稱為計量變數。變數之各結果非以數量表示，而係以其特性或性質表示者，稱為定性變數。

如果把可能的數字值歸入非數值的組別，則計量變數轉化成定性變數。有時候為便於寫報告，說明分析手邊的統計資料，就會這麼做。例如，零售店的蛋稱其重量，原是計量變數，也有可能按特大號、大號、中號、小號以分類，則每個蛋的重量成為定性變數。

統計表亦可依其各成分所含特徵值的多寡以分類。例如，表 1.1 只包含出生率一種變數，因此稱為單元統計表，或單類統計表。表 1.2 包含有營業額與行業別二種變數，因此稱為二元統計表，或二類統計表。統計表各成分含有二種以上的變數者，稱為多元統計表。

1-2 統計資料之來源

統計學不只是探討如何把搜集到手的統計資料加以組織與分析，同時要問這些資料從那裏來的？至於如何搜集資料，亦應研究之。欲解決一項問題，解決這項問題所需要的統計資料，從那裏取得？應用這些資料，應注意些什麼事項？說明於後。

1-2-1 內部來源與外部來源

一般公司行號有關工作資料或會計資料，都當做例行性應加紀錄的項目，這些便是內部來源的統計資料。有些時候，統計資料是取自政府機關、同業公會或統計顧問公司所提供者，這些稱為外部來源。

如果從政府報告或其他資料獲悉類似產品愛用者的分佈情形，則是外部來源。

1-2.2 資料來源之使用應注意事項

應用任何來源的統計資料時，使用者務必徹底瞭解這些資料的性質與缺點。所謂缺點，包括不完全或不適當的方法、搜集、紀錄與整理資料，以及轉錄、省略所造成的錯誤。使用者並應注意到這些資料是否與所要研究的問題，名詞之定義相符合？同時注意到引用的統計資料包括的起迄時間，其時效性如何？

1-3 調查與實驗

為研究某項問題，如果沒有現存的統計資料可引用時，只好親自去搜集了。搜集統計資料兩種主要方法是調查與實驗。

1-3.1 調查

企業界，經濟問題與社會科學，搜集統計資料常用的方法，便是調查。

定義 1.3 對於影響於所關心之變數的各種因素，無法加以控制之下進行資料之搜集，這種搜集統計資料的情形，稱為調查。

假設我們所關心的變數，是某一家工廠全體工人的生產效率。茲搜集上週每一位工人生產量的資料，同時取得每一位工人的年齡，教育程度等資料，這些資料是為調查資料。利用這些資料，我們可以研究教育程度與生產力的關係，用於瞭解這種因素究竟影響生產力的程度有多大。在上述說明中，足以影響變數的因素，我們並非在控制下以搜集資料的，因此視為調查資料。其他調查資料的例子有：

- 1 同時搜集各家庭戶長的教育程度、年齡、所得與參加音樂會的次數。
- 2 上個年度批購物的單位成本與批購量。