

F 222
833

S000812



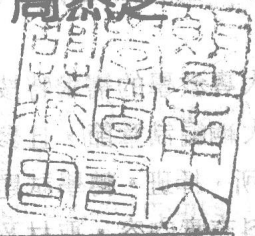
S9009916

統計學

(附作業演討)

葉金田
何丁舜

莊 晉 編著
周杰之



石 景 宜 先 生
惠 贈

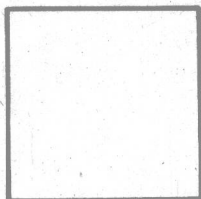
科教圖書出版社印行

總經銷 建宏書局有限公司

統計學

(附作業演討)

版權所有



翻印必究

行政院新聞局局版台業字第 1921 號

編著者：葉金田 莊晉 何丁舜 周杰之

出版者：科敎圖書出版社

社址：台北市漢口街一段八號三樓

電話：3148982

發行者：周杰之

印刷者：洽成製本股份有限公司

地址：台北市柳州街 59 號

電話：3069665

總經銷：建宏書局

地址：台北市重慶南路一段六十三號

電話：3818884 3314516

郵政劃撥：106910

特價 350 元

中華民國七十年二月初版

編者序言

在這科學昌明與進步飛躍的時代中，人類對於瞭解現在，預測未來，以解決實際問題的方法渴望益甚，因而統計學形成爲一種重要的工具科學，應用範圍日漸廣泛，無論在理論科學、應用科學、社會科學、企業管理、工業生產、生物醫學的研究等統計方法成爲必不可缺少的工具。在人們無時不接觸“統計”之結果，與運用統計方法和受統計決策影響的今日，使統計知識已有逐漸成爲現代國民人人必備的基本知識。

爲了提供統計知識的完整性，本書着重於介紹資料之蒐集、整理、分析、顯示、解釋，及應用等各項方法和技術，以便讀者能在不確定之情況下，從事推論和預測未來可能的演變，而作出最完善，最合理的決策。

本書爲了在大專教學的需求特按照教育部頒訂最新之大專統計學編輯原則與教學大綱編制章節，且參考中外有關書籍及歷屆高、普、特考試題，大學研究所，插班，轉學試題與各大專商學管理科系期中、期末考精選試題資料充實內容，取材及敘述均力求淺顯易懂，並在每一章節中都附有若干例題與習題俾使讀者實際應用各種方法。爲便於讀者自修參考特於篇後附列，全部作業詳細研討。因此針對升學、就業、升等等各類考試，亦作了妥善、完備的安排。

編著者才疏學淺，又於倉促中脫稿付梓，雖作慎審校閱，但疏漏謬誤之處在所難免，尙祈碩學先進不吝賜教指正爲盼。

編 著 者 謹識

民國七十年二月

參考書目

中文部份

- 1 商務書局：統計學辭典
- 2 幼獅書局：統計學辭典
- 3 歷屆高、普、特考試題各大學研究所、插班（轉學）、入學試題及各大專商學管理科系、期中、期末考試試題。

外文部份

4. Dixon, W. J. and Massey, F. J.: Introduction to Statistical Analysis, 1969.
5. Fisher, R. A.: The Design Experiments 1953.
6. Freund, J. E.: Modern Elementary Statistics, 1967.
7. Grant, E. L.: Statistical quality control 1952.
8. Hartley, H. O.: The Maximum F-ratio as a short-cut test for heterogeneity of variance, 1950.
9. Hoel, P. G.: Introduction to mathematical statistics, 1971.
10. Hogg, R. V.: Introduction to mathematical statistics, 1969.
11. Johnson, P. O.: Modern statistical methods, 1959.
12. Lacey, O. L.: Statistical Methods in Experimentation,

1960.

13. Moad, A. M. and Grayhill, F. A.: Introduction to the Theory of statistics, 1974.
14. Scheff'e, H.: The analysis of variance, 1959.
15. Wonnacott T. H. and Wonnacott R.J. : Introductory Statistics, 1972.
16. 佐藤良人：統計圖表繪製法與使用法。
17. 占部實：機率與統計。

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

英語學情錄：圖書部函

統計學

(附作業演討)

目 錄

第一章 緒論

1-1 統計學的意義	1
1-2 統計學之發展	2
1-3 統計方法之特質與功用	5

第二章 統計資料的蒐集、分類與列表

2-1 統計資料之種類及蒐集方法	8
2-2 靜態資料之調查	11
2-3 動態資料之登記	14
2-4 資料分類之方法	15

第三章 次數分配及統計圖表

3-1 次數分配表及累積次數分配表	20
3-2 各種統計圖表之製作方法	26

第四章 集中趨勢的測定

4-1 集中趨勢之意義及功用	52
4-2 算術平均數	54
4-3 中位數	62
4-4 衆數	67
4-5 幾何平均數 (又稱相乘平均數)	71
4-6 調和平均數	76

4—7 各種平均數間之關係與特性.....	79
-----------------------	----

第五章 離差之測定

5—1 離差之意義及功用.....	94
5—2 全距、四分位差及 10—90 百分位差.....	97
5—3 平均差.....	104
5—4 標準差.....	107
5—5 均互差.....	112
5—6 相對離差.....	115
5—7 各種離差之比較.....	119

第六章 動差與偏態及峯態

6—1 動差.....	127
6—2 偏態與峯態之意義.....	133
6—3 偏態.....	135
6—4 峯態.....	144

第七章 指數

7—1 指數之意義、性質及功用.....	152
7—2 簡單指數的計算.....	156
7—3 加權指數之計算.....	161
7—4 基期之選擇.....	168
7—5 指數公式優劣評定.....	170
7—6 指數之編製.....	174

第八章 時間數列之分析

8—1 時間數列之性質分析方法之原理.....	203
8—2 長期趨勢之分析.....	204

8-3	季節變動與循環變動之分析	213
-----	--------------	-----

第九章 相關原理與實用

9-1	相關的定義	225
9-2	相關係數	226
9-3	相關表的編製	232
9-4	由相關表計算樣本相關係數	234
9-5	散佈圖	237
9-6	迴歸直線	239
9-7	估計標準誤差	246

第十章 機率分配

10-1	機率之意義	253
10-2	條件機率	262
10-3	獨立事件，相依事件及相斥事件	266
10-4	連續與不連續機率分配	277
10-5	期望值	288
10-6	變異數	296
10-7	二項分配、常態分配及波厄尚分配	297
10-8	t 分配， x^2 分配， F 分配	308

第十一章 基本抽樣方法

11-1	抽樣理論	316
11-2	隨機抽樣	318
11-3	樣本統計量分配	321
11-4	樣本平均數分配	322
11-5	兩樣本平均數差的抽樣分配	328
11-6	大數法則與中央極限定理	332

第十二章 統計推定

12-1	統計推定的意義	336
12-2	優良點推定應具備之性質	337
12-3	點推定之方法	340
12-4	信賴區間推定	344
12-5	母羣體平均數的區間推定	345
12-6	變異數的區間推定	350
12-7	樣本抽出數的決定	352

第十三章 統計決策方法

13-1	統計假設	358
13-2	第一種和第二種錯誤	360
13-3	雙尾和單尾檢定	362
13-4	O C 曲線 (Operating Characteristic Curves)	363
13-5	最佳檢定法	365
13-6	常態母羣體平均數的檢定	368
13-7	非常態母羣體之平均數的檢定	374
13-8	樣本差的顯著性檢定	375
13-9	變異數的檢定	377

第十四章 變異數分析

14-1	變異數分析之意義與原理	386
14-2	一因子變異數分析法	388
14-3	集區設計與拉丁方格設計	397
14-4	二因子變異數分析	399

第十五章 統計在品質管制上的應用

第十六章 電子計算機在統計上的應用

作業演討

第二章	統計資料的蒐集、分類與列表	445
第三章	次數分配及統計圖表	454
第四章	集中趨勢的測定	488
第五章	離差之測定	521
第六章	動差與偏態及峯態	544
第七章	指 數	567
第八章	時間數列之分析	602
第九章	相關原理與實用	628
第十章	機率分配	653
第十一章	基本抽樣方法	693
第十二章	統計推定	712
第十三章	統計決策方法	735
第十四章	變異數分析	756

附 錄

表一	二項系數	783
表二	二項分配	784
表三	波厄尚分配	790
表四	標準常態分配	794
表五	卡方分配	796
表六	t 分配	798
表七	F 分配	799
表八	亂數表	805
表九	應用在組成管制圖之系數	807
表十	JIS Z 9002 計數規準型單次抽樣表	809

表十一	JIS Z 9002	810
表十二	MIL-STD-105D	810
表十三	減量檢驗單次抽樣(主抽樣表)	811
表十四	正常檢驗單次抽樣(主抽樣表)	812
表十五	嚴格檢驗單次抽樣(主抽樣表)	813
表十六	LPTD = 5.0 %	814
表十七	ADQL = 2.0 %	816
第十三章	統計決策方法	850
13-1	統計概論	850
13-2	第一種錯誤與第二種錯誤	852
13-3	變異和變異係數	853
13-4	U-圖與 P-圖	854
13-5	缺陷數目	855
13-6	缺陷數目與缺陷率	856
13-7	計量值與計數值	857
13-8	變異與變異係數	858
13-9	變異與變異係數	859
第十四章	變異數分析	860
14-1	變異數分析	860
14-2	變異數分析	861
14-3	變異數分析	862
14-4	變異數分析	863
第十五章	統計品質管理	864
第十六章	電子計算機在統計上的應用	865

第一章 緒論

自科學昌明以後，人們所研究之事項，不僅範圍廣泛，而其分類亦更形精細，然其所用的方法，則不乎兩種：其一為演繹法（*Deduction method*）即數學；另一為歸納法（*Induction method*）即統計學，但不論用演繹或歸納法，均需先將所欲研究之事項以數字表示之，故科學研究之主要過程，亦即將事項加以數量化之處置。

各種科學發展之先後，也可以其所應用之數學與統計學之多寡而加以測定。凡發展較早之科學，其基本原則均大致完成，故可根據此種原則，利用數學原理演繹出更多的新知識，但新興科學則只能以統計方法來推論其基本原則。

1-1 統計學的意義

統計學（*Statistics*）乃研究在遇到不能確定情況時如何選擇決策的科學，亦可說是一種由實驗資料去尋求結論之工具科學，其應用極廣，在科學研究上，商業經營上，以日常生活上皆有其應用；近數年來，應用統計學發展特速，凡乎所有社會科學與自然科學之領域莫不涉及，例如：台北市某年某月空氣污染的程度，台中市某年某月降雨量，高雄市某年某月車禍次數，……等等，此等數字記錄並非每次相同，此等現象具有不定性，此項數量皆係第一次觀測的記錄，稱為原始資料，（*Raw Data*）。統計學家可能對大量原始資料加以敘述，因資料很多，以致不會產生不可靠之結論，而我們用適當的方法來處理此等資料，並求對此現象有相當之了解，以便於吾人選定處理此類問題之決策。統計學即研究此等方法之科學。

統計科學所論者爲蒐集 (Collection) 整理 (Adjust) 與分析 (Analysis) 統計資料並解釋其結果之科學方法。所有關於統計方法之應用問題，可分爲兩大範圍：一爲描寫統計或敘述統計 (Descriptive statistics) 僅限於有關資料之蒐集與表列，以及各種數值之計算如平均數、離差、及指數等均屬之。一爲推測統計 (Inferential statistics) 或統計推論 (Statistical inference) 即是根據從母體 (即全部現象) 中抽出少數個體所組成之樣本，用有系統之方法去尋出一個結論來推斷母體之特性，以便選定處理有關問題之最佳決策。

敘述統計與推測統計之區別，如舉例說明：可更清楚，設有若干數值代表台北地區十年來八月份的總雨量，由此項數值計算而得之任何數值如平均雨量、或十年來最乾燥的八月，皆爲敘述統計的範圍，十年來以外的雨量概不加以估計。若該地區十年來八月份之雨量爲 1.5 吋，因此，可希望明年八月份之雨量爲 1.3 吋至 1.7 吋此時所論者即屬推測統計之範圍。

1-2 統計學之發展

自人類有史以來，敘述統計即已存在，早在公元前 3050 年，埃及國王因修金字塔，曾對全國人口財產加以調查，我國在夏禹治水劃全國爲九州，以定貢賦之數，已略具統計之雛形。此即爲原始統計學時代。

在 17 世紀中葉，當時德國有所謂國勢學派產生，由德人 Herman Conring (1606-1681) 首用統計觀念執教於希來特 (Helmstadt) 大學，而後由 Gottfried Achenwall (1719-1772) 繼之，將此種統計知識冶於一爐，而後運用矩陣統計方法對英、法、俄、荷、西、葡等國之土地、人口、兵力及生產等分別予以比較。藉作政治動向之指標，此實爲統計科學之鼻祖，故被稱爲統計之父。

當時又有丹麥人 Johann Peter Ancherson (1700-1765)，他主張使用數字分欄製表，以比較一切繁雜事象，是為統計製表之始。又於十七世紀中葉，英國有政治算術 (Political Arithmetic) 行於世。十八世紀瑞典開始有人口登記局之設立，奧國於 1754 年，美國於 1790 年，英、法於 1801 年亦先後舉辦全國人口調查。1796 年法國成立統計局，普魯士於 1805 年，奧國於 1829 年，美國於 1900 年亦先後分別設立。官署統計開始對於民衆大部份並不公開，其製表技術亦十分簡單，由下級機關填表送達上級機關後，不過彙集總計而已，故可稱為集計時期。

後有比人 Lambert Adolphe Jacques Quetelet (1796-1874) 十九世紀中葉，出任其中央統計委員會主席，對官署統計有重大影響，致使統計由國勢學說之境地轉變為一種社會科學。繼之有英人 Karl Pearson (1857-1936) 十九世紀末期至二十世紀初期，將機率函數 (Probability Function) 觀念應用於生物現象之群體 (Population) 研究，其主要者為常態分配 (Normal Distribution) 之次數函數 (Frequency Function)，所研究對象之群體為無限大，其變域亦為無限大。皮爾生氏富有創造能力，發表甚多之統計常數計算公式，其中尤以相關係數 (Coefficient of Correlation) 及克卡 (Chi-square) 兩式，迄今仍為統計學者所應用。尤其皮爾生曲線系 (The Family of Frequency Distributions developed by Karl Pearson)，在統計理論上留下不可磨滅之功績。

機率理論之研究 Chevalier de Mere 於十七世紀開其端。其後法人 James Bernoulli (1654-1705) 於二項分配 (Binomial Distribution)，Abraham De Moivre (1667-1754) 於常態分配，Simeon Denis Poisson (1781-1840) 於波厄尚分配 (Poisson Distribution) 等，皆由數學而拓入統計學之領域。同時統計曲線形態亦應用到解析幾何 (Analytic Geometry) 及高等數學。其他對極限觀念 (Conception of Limit)，最小二乘方 (

Least Squares) 等，均有廣泛之用途，統計學家 Francis Galton (1822-1911) 與 Arthur L. Bowley (1869-1933) 等在這方面亦均有很大貢獻，且使統計學之範圍乃得以相關論應用於遺傳之研究。Irving Fisher (1867-1946) 將指數 (Index) 應用於物價及貨幣價值，並予以公式代號示其性質，用數列之分解理論應用於經濟循環，其擴張情況與日俱增，終使僅以記述國家政治情形者，至此則物理學、氣象學、生物學、心理學、遺傳學、人類學、社會學、教育學、經濟學及醫學等，或依其探討原理或賴以表明現況，莫不以統計方法作為重要工具。

在這時期中，統計學者固於觀察愈多結果愈確之觀念，必須使觀察值或變量值之群體儘量擴張，方能獲致滿意之答案，因之被稱為大樣本時期，此即為記敘統計學時期。

英人 William Sealy Gosset (1876-1937) 於 1908 年提倡 Z 法，並謂於適當條件下，選取數十個變量值即可求得所需之統計常數。後經 Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) 利用隨機化 (Randomization) 思想，確定實驗設計 (Experimental Design) 之基礎，並將 Z 法之若干缺點加以補正，成為 t 分配 (t -distribution)，仍命名為學生氏 t (Student's t)，用以紀念 Gosset 在統計上之貢獻。Fisher 於其小樣本之理論體系中，曾提出很多新興之觀念，諸如自由度 (Degrees of Freedom)，統計值之認識 (Information)，期望值 (Expectation)，變異數分析 (Analysis of variance) 及無效假說 (Null Hypothesis) 等。在其思維中，認為凡有適當計劃之調查，觀測，試驗或研究所得之資料數字，亦即變量值 (Variate)，不論其個數多少，均係來自群體之樣本 (Sample)。若樣本之獲致係徹底採用隨機抽樣 (Random Sampling)，則據此而得之統計常數，其期望值 (Expected value) 必與群體之參數相等。因此可用常數推得參數之特性，使統計學在研究上，放棄大樣本之看法，建立小樣本之觀念，此為近代統計學之特徵，故

稱為小樣本時期。此即為推測統計學時期。

美人 A. Wald (1902-1950) 更進而依此等理論由統計決策函數之理論從更高之立場以 J. v. Neumann 與 O. Morgenstern 之對局理論為基礎，將之系統化。產品之品質管制方面則與 W. A. Shewhart 貢獻最著，近代數理統計學中之抽樣調查理論之進步則以 Neyman, F. Yates 貢獻較多。現代電子計算機之進步，對計算方面大有帮助益，為現代統計發展迅速原因之一。

現代之統計理論，由於俄人 A. N. Kolmogorov 之大著「機率理論之基礎，1933」問世，及數學家與統計學家之努力，因而日臻嚴密，其應用範圍日益擴大。如統計與數理經濟相結合的經濟計量，應用於作戰及企業管理計劃之作業研究等是。更由於 N. Wiener 之自動傳送學 (Cybernetics) 與 C. E. Shannon 之情報理論之進展，推測統計之數學基礎益廣，將來之發展大有突飛猛晉之趨向。

1-3 統計方法之特質與功用

統計方法係依據大量觀察 (Mass observation)，故不適用於個體之研究僅適用於群體之研究。群體雖係由個體所組成，但群體之特性不是由個體個別的研究所能了解。例如研究一班學生的統計學成績，每個學生是個體，全班學生是群體。個別學生的成績或高或低是個體的特性；全班學生成績的分配狀況，平均數，以及最高最低成績間之差，則是群體的特性。我們如不就全班學生的成績研究，就不能知道他們的平均成績、與各等級成績人數的多寡、以及最高成績與最低成績之差。

群體若包含所研究範圍內事物之全部個體，則稱為全體 (Population)，亦稱為母體；如僅包含一部分個體，則稱為樣本 (Sample)。舉凡事物的全體或母體，均其有特性，這種特性，即為其分配狀況或變動趨勢。我們為了省時省力，不可能在研究每一個問題