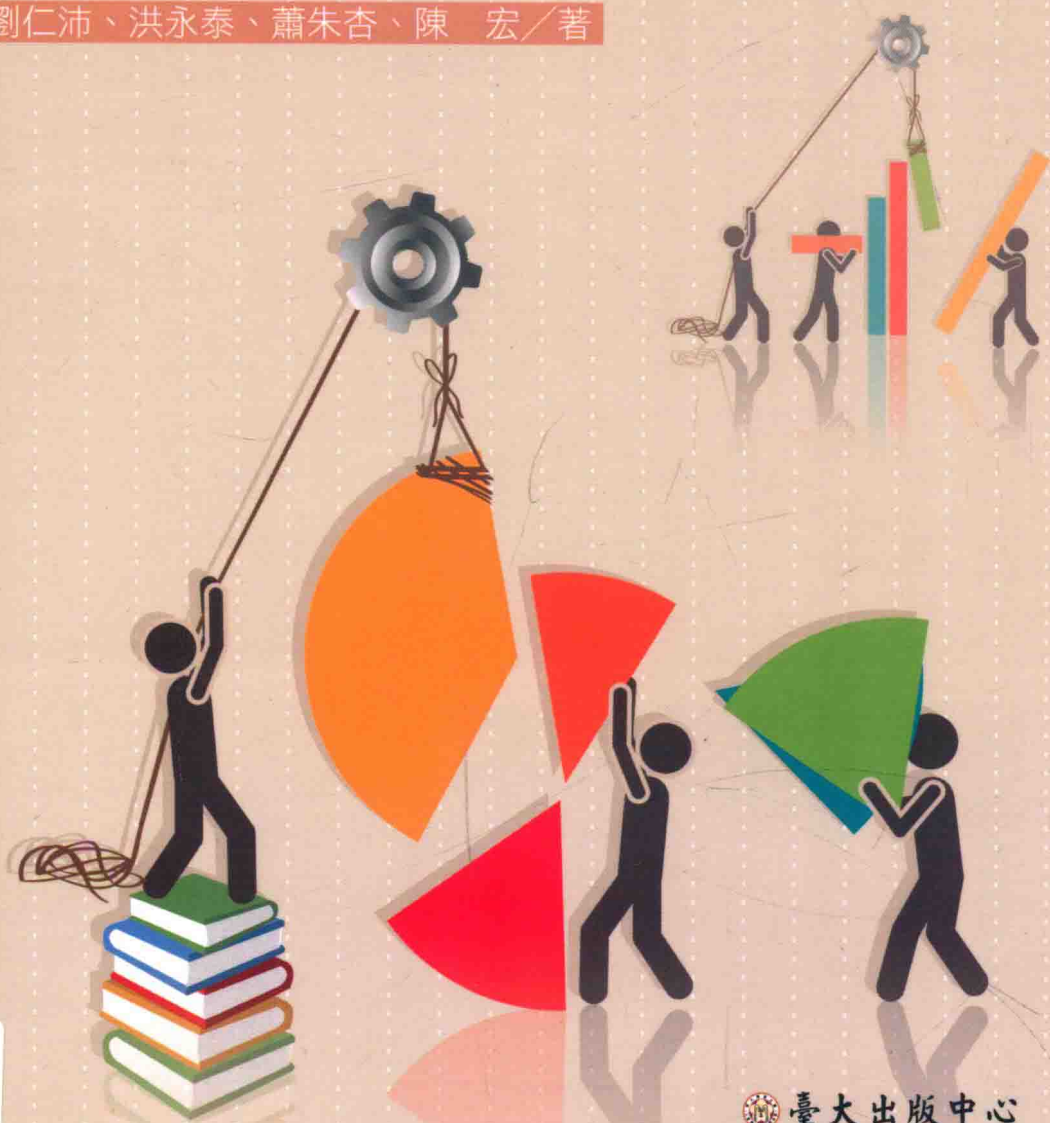


增訂版

統計與生活

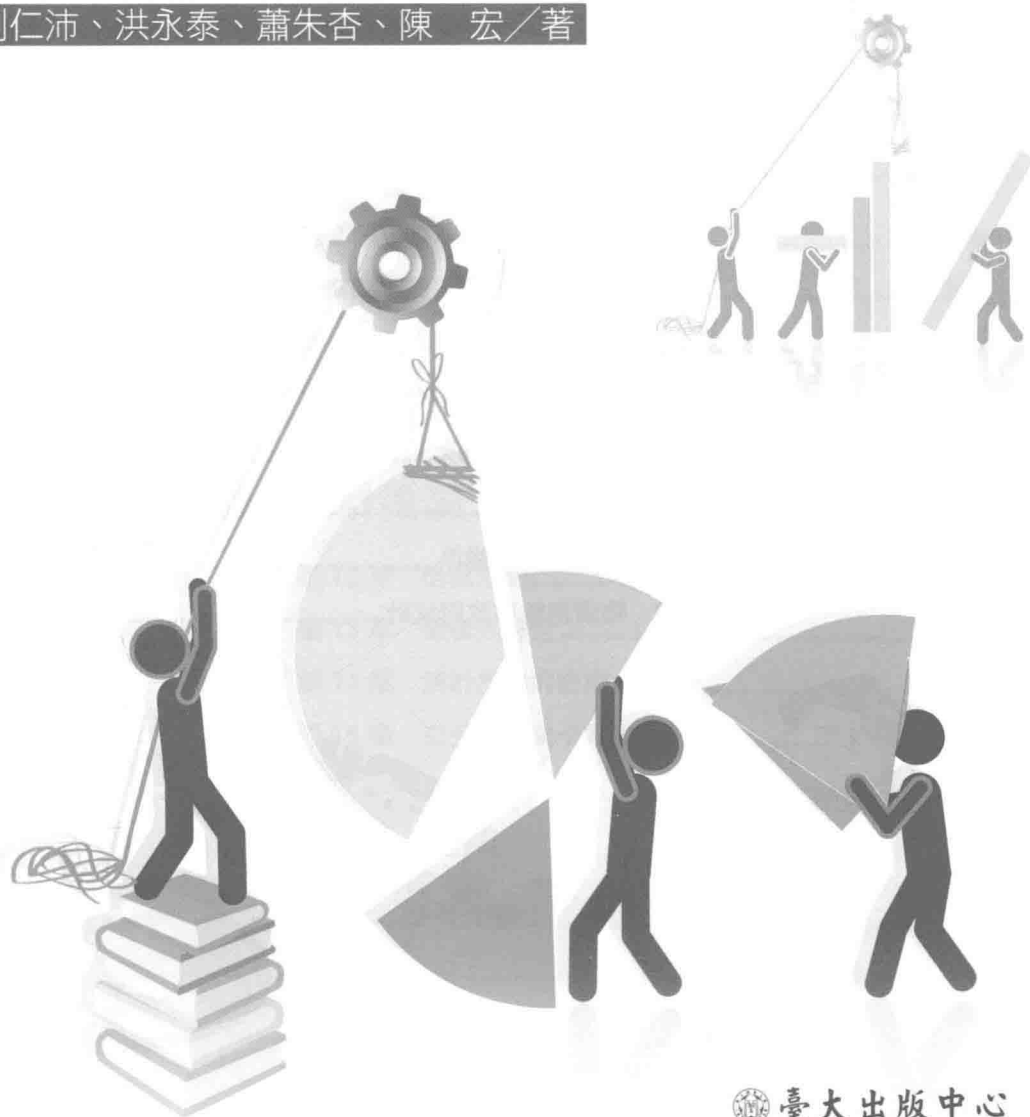
劉仁沛、洪永泰、蕭朱杏、陳宏／著



增訂版

統計與生活

劉仁沛、洪永泰、蕭朱杏、陳宏／著



國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

統計與生活 . 增訂版 / 劉仁沛等著 . -- 二版 . -- 臺北市 :
臺大出版中心出版 : 臺大發行, 2015.08
面 : 公分
ISBN 978-986-350-086-5 (平裝)

1. 統計學

510

104011584

統計與生活 (增訂版)

作 者 劉仁沛、洪永泰、蕭朱杏、陳宏

總 監 項 潔

責任編輯 吳育燐

文字編輯 陳聖文

封面設計 陳宛琳

內文編排 蕭志文

插 畫 小衣

發 行 人 楊泮池

發 行 所 國立臺灣大學

出 版 者 國立臺灣大學出版中心

法律顧問 賴文智律師

印 製 辰皓國際出版製作有限公司

出版年月 2010 年 3 月初版

2015 年 8 月二版

定 價 新臺幣 400 元整

展 售 處 國立臺灣大學出版中心

臺北市 10617 羅斯福路四段 1 號

電話 : (02) 2365-9286

傳真 : (02) 2363-6905

臺北市 10087 思源街 18 號澄思樓 1 樓

電話 : (02) 3366-3991~3 分機 18

傳真 : (02) 3366-9986

<http://www.press.ntu.edu.tw>

E-mail: ntuprs@ntu.edu.tw

國家書店松江門市

臺北市 10485 松江路 209 號 1 樓

電話 : (02) 2518-0207

國家網路書店

<http://www.govbooks.com.tw>

ISBN 978-986-350-086-5

GPN 1010401052

著作權所有 · 翻印必究

目 錄

增訂版 序言	004
推薦 序	007
序 言	009

第壹部 數據來源.....015

第 1 章 資料哪裡來	016
第 2 章 抽樣資料	040
第 3 章 實驗設計資料	060

第貳部 數據整理.....079

第 4 章 資料之圖表展示	080
第 5 章 資料之敘述	103
第 6 章 兩個變數之關係	132
第 7 章 物價指數和政府統計	154





第參部 機率觀念.....189

第 8 章 機率..... 190

第 9 章 機率模型..... 213

第 10 章 模擬..... 239

第 11 章 期望值..... 256

第肆部 統計推論.....277

第 12 章 信賴區間..... 278

第 13 章 顯著性檢定..... 304

第 14 章 統計推論的應用..... 328

第 15 章 交叉列表與卡方檢定..... 345

附 錄.....373

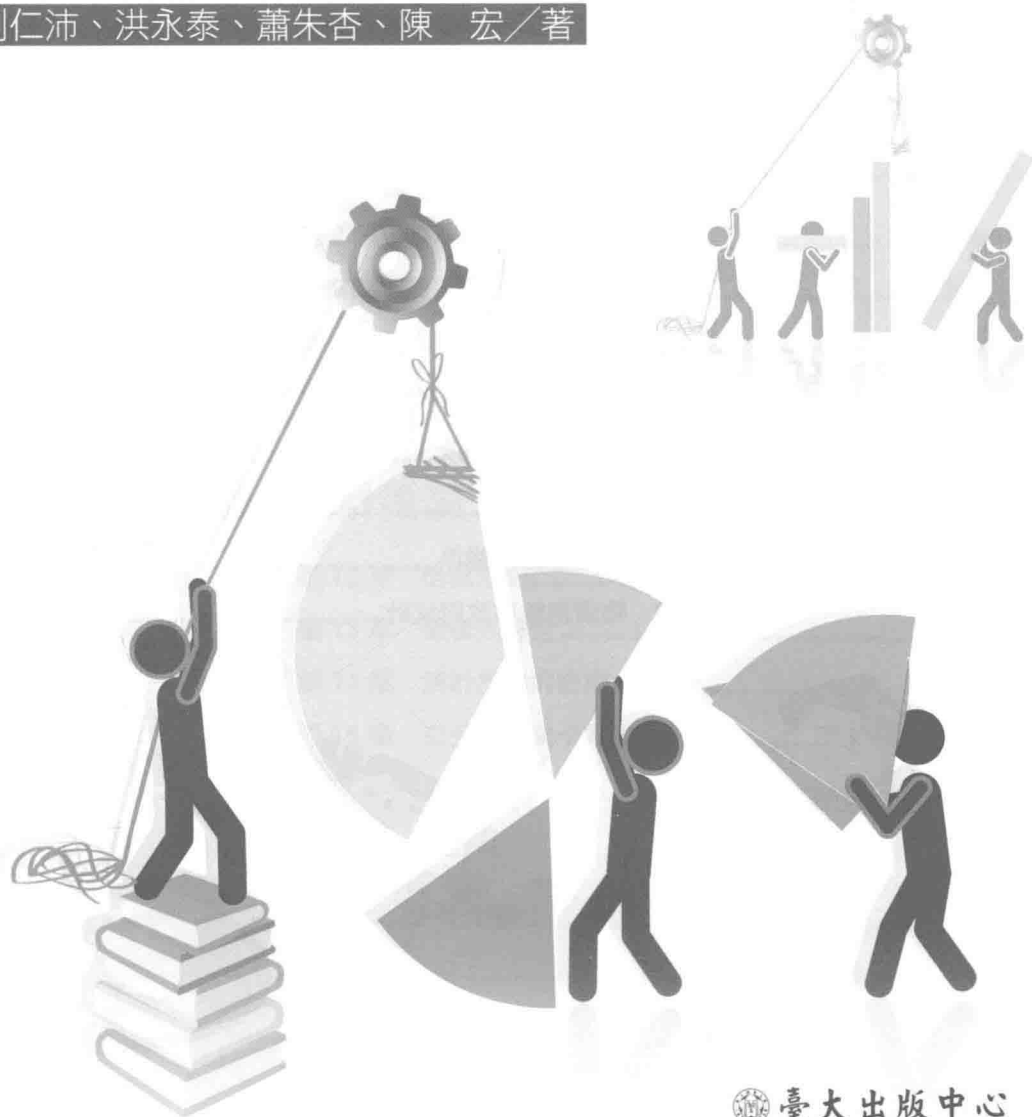
附錄 1. 參考文獻..... 374

附錄 2. 索引..... 378

增訂版

統計與生活

劉仁沛、洪永泰、蕭朱杏、陳宏／著



目 錄

增訂版 序言	004
推薦 序	007
序 言	009

第壹部 數據來源.....015

第 1 章 資料哪裡來	016
第 2 章 抽樣資料	040
第 3 章 實驗設計資料	060

第貳部 數據整理.....079

第 4 章 資料之圖表展示	080
第 5 章 資料之敘述	103
第 6 章 兩個變數之關係	132
第 7 章 物價指數和政府統計	154





第參部 機率觀念.....189

第 8 章 機率..... 190

第 9 章 機率模型..... 213

第 10 章 模擬..... 239

第 11 章 期望值..... 256

第肆部 統計推論.....277

第 12 章 信賴區間..... 278

第 13 章 顯著性檢定..... 304

第 14 章 統計推論的應用..... 328

第 15 章 交叉列表與卡方檢定..... 345

附 錄.....373

附錄 1. 參考文獻..... 374

附錄 2. 索引..... 378

統計觀念與統計數字的意義不但在各行業間及各學門上是不可缺少的工具，更是一般國民所必備的素養之一。鑒於統計之重要性，國立臺灣大學前教務長兼共同教育中心主任，現任行政院衛生福利部部長蔣丙煌教授於 2007 年委託臺灣大學「統計教學中心」開授「A6：量化分析與數學素養」領域的「統計與生活」通識課程。「統計與生活」開授初期採用美國出版公司所發行的統計教材為教科書，使用後發現所使用的例子、數據與習題均為國外的經驗，而與國內學生生長環境與日常生活的實例與問題並無任何交集，導致教學品質及學生學習效益無法達到預期成果。所以當時任課教師劉仁沛教授、洪永泰教授、蕭朱杏教授、陳宏教授決定以臺灣與華人地區的實際例證與數據為基礎、使用正體中文編著華人第一本統計通識課程的教科書，達到學生輕鬆有效率學習統計的目標。在蔣丙煌前教務長大力支持及鼓勵下，「統計與生活」第一版於 2010 年 3 月順利出版。

本書出版後廣受好評，並有許多國內大學亦採用本書為其統計通識課程教科書，而臺大「統計與生活」自 2007 年第一學期開授以來已有 2,559 位同學修習本課程，另外有 33 位曾任本課程討論課助教。同學及助教均對本書提出不少建議，再加上本書出版亦滿五年。在這五年中，統計有許多新的發展，如大數據（Big Data），食物安全及伊波拉病毒等問題的出現。另外，教學方法在這五年中亦發生革命性的改變，如翻轉教室及深碗學習。為了因應這些變化及增進本課程的教學深度及廣度，除了將「統計與生活」課程納入臺灣大學開放性課程（NTU Open Course Ware）外，亦將改編《統計與生活》教科書，出版增訂的第二版。

《統計與生活》第二版保留第一版的風格，不使用枯燥無味且艱深的統計數學用語，而以口語與人性化的方式撰寫臺灣的數據與國人切身的統計議題，生動地解釋正確的統計觀念，並用清晰及易懂的圖表呈現日常生活與國人息息相關的

統計議題，所以本書不但是一本可作為統計通識課程的教科書，更是一本絕佳適合一般大眾的統計科普書籍。

本書第二版的架構亦與第一版相同，分為數據來源、數據整理、機率觀念與統計推論四大部分，在內容部分除了更正第一版小部分文字上的錯誤外，亦加入大數據與社群及網路資料的介紹，數據蒐集、分析及解讀上的倫理問題與國人兒童男女生長曲線的介紹等新的內容。另外，也更新許多實例及數據。因為本書主要任務為統計通識課程的教科書，所改第二版也增加及擴編習題及討論議題以達到深碗學習的目的。

本書的架構設計是配合國內目前每學期 16 週上課週數規劃（期中考週、期末考週除外）。每一部分可供四週上課的教材。我們亦建議採用本書上課時，可不用講授理論、定理與公式的推導，盡量使用本書的例子與數據介紹統計正確的觀念及使用統計數字說故事。課程安排為三學分，包括兩小時的課堂講演與一小時小組討論。因為「統計與生活」通識課程採用 200 人大班教學，20 人小組討論的教學模式，所以小組教學助理擔任非常重要的任務。每一週的討論課程均要選擇與上課內容有關的討論議題探討生活相關的統計問題，並可將學生分成 3~5 人小組，對討論議題的想法寫成期中／期末報告並做成海報，成績由同學互評及教師評分，並選出最優秀的 5~10 組上臺報告。如此可藉由同儕間腦力激盪，互相討論觀摩與學習及課程教師與教學助理指導下能充分認識統計在日常生活的重要性及相關性。

「統計與生活」通識課程的開設及《統計與生活》教科書第二版的出版首先要感謝臺大前教務長蔣丙煌教授及現任教務長莊榮輝教授的支持與指導。同時也要感謝「統計教學中心」成員劉畢琳小姐協助本書第二版的編修及校對等各項事務，更感謝曾經修習「統計與生活」通識課程的同學們及擔任課程的教學助理所提供的寶貴建議與實例。我們亦要特別感謝下列教學助理提供第二版新的習題與

討論議題：流行病學與預防醫學研究所王彥雯、宋豐仔、高瑋怡、陳建瑋、黃紫渲、賴穎婕，農藝所林昭京、陳建郎、劉素萍及蕭雅純共十位助教（按筆畫順序排列）。

劉仁沛

統計學位學程，農藝系暨流病所教授

洪永泰

政治系退休教授

蕭朱杏

公衛系暨流病所教授

陳 宏

數學系暨流病所教授

2015 年 3 月

本校從 93 學年度開始推動通識教育改革計畫，並於 96 學年度起實施通識教育新制，改革的重點包括通識課程由四大領域調整為八大領域，強調各學系依人文與科學互選之精神，為學生訂定應修習之通識課程領域，以提供學生完整的知識體系，奠定終身學習的良好基礎，以因應新世紀全球化的挑戰。通識教育新制將通識課程分為八大領域：「文學與藝術」、「歷史思維」、「世界文明」、「哲學與道德思考」、「公民意識與社會分析」、「量化分析與數學素養」、「物質科學」、「生命科學」。其中，「量化分析與數學素養領域」是一個全新的領域，該領域課程極為不足。所幸，當時本校統計教學中心主任劉仁沛教授，非常爽快地答應協助，立即規劃開設了一門新課程——「統計與生活」。開課一年後，又協同授課教師洪永泰、蕭朱杏及陳宏三位教授，於一年內完成了這本通識課程教科書「統計與生活」，為國內的創舉。

一般而言，教專業課程較為容易，教通識課程比較困難。編撰教科書亦復如是。「統計與生活」是寫給非理工專業學生的通識教材，內容要有足夠的知識承載量，但是又不能太生硬，編撰難度頗高。然而，本書恰恰是一本好的通識教科書的典範。本書的舉例相當的生活化，貼近學生的生活環境，例如第 4 章以過去修習「統計與生活」課程的修課學生年級分布、學院分布等統計數據，來介紹統計圖表的展示方式及其中可能隱藏的誤用情況；或是使用政府的各項統計資料，讓學生或讀者了解這些統計數據所代表的涵義，以及帶領學生思考這些統計數據的參考價值，以及這些數據的應用對個人、社會甚至是國家的意義。這本書的出版，有助於落實本校通識課程「量化分析與數學素養領域」的理念，培養學生對於量化推理與數學思考方法的了解，以作為各種學科的學習基礎，以及了解生活上常用的統計等分析工具的理論基礎，並培養學生欣賞數學內涵中以簡馭繁的精神和結構完美的特質。

最後，我要特別感謝劉仁沛教授、洪永泰教授、蕭朱杏教授、陳宏教授以及臺大統計教學中心與臺大出版中心參與編輯工作的所有同仁，由於他們的熱情付出，對於品質的要求，與驚人的工作效率，才能在這麼短的時間內，完成這一本文字、圖表、插圖都相當豐富、有質感的書籍。我相信這本書絕不只是一本通識課程的教科書，更是一本能夠引領一般讀者認識統計的重要觀念、了解統計與生活的密切性，以及思考統計應用所能產生之影響力的重要書籍。

國立臺灣大學教務長兼共同教育中心主任

蔣丙煌

2009 年 12 月 23 日

序 言

臺灣大學通識課程原分為「人文學（G1）」、「社會科學（G2）」、「物質科學（G3）」、「生命科學（G4）」四大領域，而為提昇通識課程之多元選擇機會與教學品質，自 96 學年度起，臺灣大學通識課程改為「文學與藝術（A1）」、「歷史思維（A2）」、「世界文明（A3）」、「哲學與道德思考（A4）」、「公民意識與社會分析（A5）」、「量化分析與數學素養（A6）」、「物質科學（A7）」、「生命科學（A8）」八大領域。自 20 世紀初始，統計在科學界引發的革命，早已擴及到我們的日常生活中，如降雨機率、颱風襲臺的機率、國民平均壽命、股價指數、物價指數、三聚氰胺濃度的檢測、炸油酸價的測定等，已是再常見不過的字眼。統計，不僅是各行業與學門上不可或缺的工具，更是我們面對生活及處理問題的重要觀點。鑒於統計之重要性，臺灣大學教務長兼共同教育中心主任蔣丙煌教授，於民國 96 年初委由統計教學中心開授「統計與生活」通識課程。

「統計與生活」通識課程屬於「量化分析與數學素養」領域，主要目的為提供文學院與法律學院學生對統計學的基本認識，並結合日常生活的相關議題，期待學生了解量化推理與數學的思考方法，以作為各種學科的學習基礎，以及了解生活上常用的統計等分析工具之理論基礎，並培養學生欣賞數學內涵中以簡馭繁的精神和結構完美的特質。

「統計與生活」通識課程不講理論、定理或統計公式的推導，而要介紹統計正確的觀念，進而用統計數字說故事。此通識課程由四個學院不同領域，學識淵博且實務與人生經驗豐富的統計專業正教授——農藝系與流病所劉仁沛教授、政治系洪永泰教授、公衛系與流病所蕭朱杏教授、數學系與流病所陳宏教授共同授課，講授包含四個主題：數據來源、數據整理、機率觀念與統計推論。課程安排為三個學分（包含二小時課堂講演與一小時小組討論），與學生分享統計之觀念

與實務經驗，課後還有教學助理帶領的討論課，讓同學利用小組討論的方式，探討生活中所面對的統計問題。藉由同儕間腦力激盪與經驗豐富的統計教學助理指引，讓同學在大學通識教育之中，能充分認識統計在生活中扮演的角色，並以統計的觀點來看待生活中的事務。「統計與生活」課程開設之後，廣受學生歡迎並在臺大 PTT 課程版獲得良好之評價與推薦。

「統計與生活」通識課程開設之初，使用美國的統計通識教材作為教科書。雖然原文書條理清楚，並有中文翻譯本，但書中舉用國外的例子、數據、例題與習題，非國人所熟悉之話題，對於初接觸統計的學生來說，沒有切身的實例或圍繞生活的問題來舉證，書中的理論讀來猶如隔靴搔癢。經統計教學中心工作小組成員討論後，決定由統計教學中心編撰華人第一本統計通識課程的教科書，以四位授課教師的教學內容為主體，輔以臺灣及華人地區的實際問題數據與例證，以讓學生輕鬆有效率的學習統計為目標，編寫本書。

本書所談及之統計理論不超出一般統計科普書籍的範圍，所舉之例子則遍及人文、法律、社科、生物、醫學、公衛、行政與其他科學領域等與生活息息相關之實例及議題。因此，本書之使用不限於文學院與法律學院通識課程。亦適用其他相關領域之教學，並作為一般讀者增進統計常識之科普書籍。

在參考許多國外統計通識課程教科書之架構，如莫爾與諾斯所著的 *Statistics: Concepts and Controversies* (Moore and Notz, 2006) 後，本書內容一共分為四部，依序為數據來源、數據整理、機率觀念與統計推論。此四部實為統計學四大主要組成，彼此間兼具順序性與關聯性。須知統計學的運用一切以由研究對象母體，即「數據來源」進行隨機抽樣而得之樣本資料為研究基礎。有了樣本資料後，為了能有系統地呈現出資料所帶有的有用訊息，這時候，就必須將所蒐集的資料做適當整理，並將其中所蘊含訊息利用量化和視覺化（例如圖示法）的方式表現出來。這就是第二部所要談的「數據整理」。

至於第三、第四部的「機率觀念」與「統計推論」則為深一層的統計學理論與運用。當我們所蒐集的資料為隨機樣本時，這些資料就具備了數學與機率學的性質。透過這些性質，再配合上統計學的理論與手法，我們就可以由這些自母體隨機抽樣而來的少數樣本對母體的特性進行推論，例如天氣的預測、藥物有不有效等等。更特別的是，這些推論都有數學理論支持，並有非常高的可信度。這些就是我們要在第三、第四部所介紹的重點。

針對這四部中各章節中所要介紹的內容與觀念，略做簡介與說明如下：

第一部 數據來源：包括資料哪裡來、抽樣資料、實驗設計資料等三章。主要在介紹統計的基本觀念，包括資料的類型、來源與基本衡量方法。同時介紹如何抽出足以代表母體之樣本，以及實驗設計的重要性與考量。

第二部 數據整理：包括資料之圖表展示、資料之敘述、兩個變數之關係、物價指數和政府統計等四章。主要在介紹如何透過圖與表以視覺化及表格化的方式呈現資料的輪廓與全貌。同時也介紹不同的中心與離散測量數，以數值的方式更精準地表現出資料所代表的資訊。另外，除了說明如何表現兩個變數間關係之統計方法外，也介紹生活中常見的統計數字，包括物價指數和政府統計等，讓讀者了解統計與生活的密切相關性。

第三部 機率觀念：包括機率、機率模型、模擬、期望值等四章。本部開始引入機率的觀念，作為第四部統計推論的前導章節。主要在介紹何謂機率與若干常見的機率模型，並說明如何透過模擬來對未知事件進行了解。最後則介紹期望值的概念與其在實務上應用的例子。

第四部 統計推論：包括信賴區間、顯著性檢定、統計推論的應用、交叉列表與卡方檢定等四章。本部為統計學的重點部分。主要在介紹如何利用少數樣本與機率觀念的結合所發展出的方法來推論母體的特性。由於利用統計方法所進行之統計推論有其數學理論基礎，因此推論之結果比純憑經驗的臆測更具可靠性與公信力。本部除了統計推論方法的說明外，也介紹對不同類型資料如類別變數資料的推論方法，以及進行統計推論應有之觀念與注意事項。

本書儘量避免枯燥無味且艱深的統計或數學用語，而以口語及人性化之形式撰寫及本土的資料與國人切身的議題，生動地解釋正確的統計觀念，並使用清晰易懂的圖表，呈現日常生活中各種與統計相關之議題。本書每章均附有 15 至 20 題的習題，協同學了解及複習各章節的內容，因「統計與生活」通識課程最重要的部分是討論課，所以本書每章均附有 2 至 3 個建議討論議題。我們深信本書的架構內容、撰寫方式、編排、討論議題與習題能循序漸進地讓同學認識，統計由數據到推論的完整流程。希望藉由此書，提供學生一條了解統計的捷徑，也讓臺大及臺灣的通識教育更臻完善。

本書共分四大部，其內容係配合一般大專院校每學期共有十六週上課週數（期中、期末考除外）之原則所規劃。因此，建議任課老師教學時，每一部之講授週數以四週為原則。如遇假日等因素而致上課週數不足十六週時，則第四部可酌於減少授課章數。關於每週上課時數，則建議每週兩個小時由任課老師依據本書內容進行兩小時講演。並另外有一小時的討論課，由課程助教帶領學生依照每章所附之討論議題進行討論。俾使學生能藉由討論課的互動討論與腦力激盪中，更深刻地了解授課內容，以及統計與生活之密切相關性。