

計量經濟學

Econometrics

G. S. Maddala 著

吳惠林 譯

計 量 經 濟 學

目 錄

前 言	(1)
第一部 緒 論	(3)
第 一 章 資料、變數和模型	(3)
1- 1 資料	(3)
1- 2 關係	(5)
1- 3 變數	(6)
1- 4 函數形式	(11)
第二部 機率與統計推論導論	(11)
第 二 章 機率	(11)
2- 1 機率的定義	(11)
2- 2 聯合機率、條件機率以及獨立	(12)
2- 3 主觀的機率	(14)
2- 4 貝氏定理	(16)
第 三 章 隨機變數和機率分配	(23)
3- 1 隨機變數	(23)
3- 2 機率分配	(23)
3- 3 累加分配函數	(25)
3- 4 聯合機率密度函數	(25)
3- 5 機率分配的特性	(27)
3- 6 動差	(29)
3- 7 條件期待值與變異數	(29)
3- 8 聯合分配的動差	(30)

3- 9	某些通常使用的機率分配	(31)
第 四 章	古典的統計推論	(41)
4- 1	緒論	(41)
4- 2	估計式的特性	(42)
4- 3	點估計的方法	(44)
4- 4	區間估計	(47)
4- 5	假設檢定	(48)
4- 6	檢定的不偏性、一致性、以及有效性	(49)
4- 7	概度比 (LR) 檢定	(50)
4- 8	信任區間和假設檢定間的關係	(51)
4- 9	顯著水準的某些評判	(52)
4-10	配適度檢定	(53)
4-11	列聯表中的獨立之檢定	(54)
4-12	獨立檢定的結合	(55)
第 五 章	貝氏推論和決策理論	(59)
5- 1	貝氏推論導論	(59)
5- 2	統計的決策理論	(63)
5- 3	損失函數使用說明	(66)
5- 4	風險函數使用說明	(67)
第三部	計量經濟方法導論	(71)
第 六 章	敘述測度	(71)
6- 1	集中趨勢和離散度的測度	(71)
6- 2	由分組資料而來的推論陷阱	(76)
6- 3	相關係數	(79)
第 七 章	簡單直線迴歸	(85)
7- 1	緒論	(85)
7- 2	直線迴歸模型中的統計推論	(91)

7- 3	預測.....	(94)
7- 4	最小平方與最大概似 (ML) 法.....	(96)
7- 5	殘差分析.....	(97)
7- 6	簡單最小平方方法的修正.....	(105)
7- 7	結構移動分析.....	(112)
7- 8	迴歸的另一種解釋.....	(115)
7- 9	最小平方迴歸中, y 為已知下預測 x : 費勒方法.....	(120)
第 八 章	複迴歸	(125)
8- 1	緒論.....	(125)
8- 2	沒有常數項的迴歸.....	(128)
8- 3	偏相關和複相關.....	(129)
8- 4	簡單相關、偏相關、以及複相關係數間的關係.....	(131)
8- 5	複迴歸模型中的統計推論.....	(132)
8- 6	說明.....	(135)
8- 7	貝塔係數.....	(142)
8- 8	預測.....	(143)
8- 9	自由度和校正判定係數 $\bar{R}^2$	(144)
8-10	迴歸分析中 t 和 F 比率間的關係.....	(146)
8-11	複迴歸中變數的選擇.....	(149)
8-12	報導結果時應注意之點.....	(153)
第 九 章	複迴歸中的虛擬變數、落後變數, 以及非直線式	(161)
9- 1	緒論.....	(161)
9- 2	虛擬變數.....	(161)
9- 3	落後應變數.....	(172)
9- 4	機遇性解釋變數.....	(181)
9- 5	相關變數的遺漏和不相干變數的計入.....	(191)
9- 6	替代變數.....	(193)
9- 7	有限制範圍的應變數和虛擬應變數.....	(199)

9- 8	非直線最適法	(210)
9- 9	非直線最小平方	(215)
9-10	最大概似法	(217)
第 十 章	複迴歸中更深入的某些課題	(227)
10- 1	線型重合	(227)
10- 2	線型重合解答	(235)
10- 3	直線限制的檢定	(241)
10- 4	遺漏觀察點	(251)
10- 5	綜合	(259)
第十一章	聯立方程式模型導論	(275)
11- 1	聯合應變數及認定	(275)
11- 2	齊質直線限制下的認定	(282)
11- 3	互變異數限制下的認定	(284)
11- 4	某些更深入的認定問題	(286)
11- 5	估計的方法	(290)
11- 6	工具變數法	(292)
11- 7	常態化	(295)
11- 8	一個說明的例子——克萊因模型 1	(298)
11- 9	最小平方偏誤	(305)
第四部	進一層討論選擇性課題	(323)
第十二章	不等變異性與自我相關	(323)
12- 1	緒論	(323)
12- 2	不等變異性	(325)
12- 3	不等變異性與平減指數的使用	(333)
12- 4	不等變異性與分組資料	(337)
12- 5	自我相關誤差	(345)
12- 6	殘差為 AR (1) 時的估計程序	(349)

12- 7	序列相關檢定.....	(357)
12- 8	序列相關的成因.....	(367)
第十三章	變數誤差與非常態誤差.....	(369)
13- 1	變數誤差.....	(369)
13- 2	古典方法.....	(369)
13- 3	函數關係與結構關係.....	(371)
13- 4	工具變數法.....	(374)
13- 5	其他的方法：重複觀察與更多的方程式.....	(379)
13- 6	相關誤差.....	(381)
13- 7	預測.....	(382)
13- 8	變數誤差與遺漏變數.....	(384)
13- 9	非常態誤差.....	(385)
13-10	最小平方的他種方式.....	(389)
13-11	資料轉換.....	(398)
13-12	邊界生產函數：一個非常態誤差的例子.....	(401)
第十四章	互變異數分析與綜合橫剖面 and 時間序列資料.....	(405)
14- 1	變異數與互變異數分析.....	(405)
14- 2	綜合橫剖面 and 時間序列資料.....	(407)
14- 3	變異數成分模型.....	(412)
14- 4	表面上不相干的迴歸模型.....	(418)
14- 5	聯立方程式模型.....	(420)
14- 6	某些其他綜合.....	(420)
第十五章	趨勢，季節變動，以及預測.....	(423)
15- 1	趨勢.....	(423)
15- 2	消除趨勢的方法.....	(424)
15- 3	季節變動.....	(427)
15- 4	季節資料迴歸分析.....	(430)
15- 5	預測.....	(433)

15- 6	測量預測的正確度	(435)
15- 7	由過去的觀察值來預測	(440)
15- 8	Box-Jenkins 方法	(442)
第十六章	分期遞延模型	(449)
16- 1	有限分期遞延	(449)
16- 2	無限分期遞延	(454)
16- 3	一個說明性例子	(469)
16- 4	序列相關問題	(470)
16- 5	分期遞延模型中的季節性	(473)
16- 6	分期遞延模型的歷時統計	(474)
16- 7	平均遞延的求算	(478)
16- 8	分期遞延中的弱參數設定	(479)
16- 9	Shiller 的方法和背脊估計式	(485)
16-10	自由形式的遞延	(493)
第十七章	變動參數模型	(497)
17- 1	情況 1：已知解釋參數中變動的變數	(497)
17- 2	情況 2：Hildreth 和 Houck 模型	(499)
17- 3	情況 3：轉換迴歸模型	(501)
17- 4	情況 4：適應迴歸模型	(505)
17- 5	情況 5：機遇收斂參數模型	(508)
17- 6	情況 6：KALMAN-FILTER 模型	(510)
17- 7	情況 7：純隨機係數模型	(511)
17- 8	為什麼與何時使用變動參數模型	(514)
第十八章	計量經濟學中的貝氏方法	(517)
18- 1	某些機率分配	(518)
18- 2	簡單迴歸模型的貝氏分析	(526)
18- 3	擴散事前的情況	(530)
18- 4	複迴歸模型的貝氏分析	(531)

18- 5	具自我相關誤差迴歸模型的貝氏分析.....	(536)
18- 6	方程式體系中的貝氏推論.....	(538)
18- 7	聯立方程式模型的貝氏分析.....	(543)
18- 8	其他的模型與結論.....	(549)
附 錄		(557)
A	矩陣代數.....	(577)
B	以矩陣符號表示的直線模型.....	(577)
C	聯立方程式模型.....	(603)
D	習題.....	(635)
E	統計表.....	(653)

前 言

許多大學生以及政府和企業界的應用計量經濟學家都表示過，現今多數計量經濟學書本都集中於理論和有限的課題裏。因此，爲了不同的目標，他們必須查看不同的書本。他們覺得需要有一本包含實證而且內容廣泛的書本。本書的撰寫正合這些人的心意。本書全部係於 1974~75 年完成，尚未能得到實際教學經驗的利益；否則，本教本可能以不同的形式表現。

雖然我由許多計量經濟學家的著作中已學得很多（要對他們全體致謝得需很長的前言），本書的實際萌芽還是受到 Art Goldberger, Zvi Griliches，以及 Marc Nerlove 等人的影響。我跟他們是以文章作第一次主要的接觸。我的同伴 Jagues Dréze（自拜讀其1962年先鋒式的文章後）和 Arnold Zellner 也使我確信，每位計量經濟學的學生都需要明白貝氏方法（Bayesian approach）。然而，這些人都沒讀過本書的任何部份，當然不必爲本書的任何缺點受到責難。

我亦應對縱覽全書並提出某些修正的我的學生 David Grether，Kajal Lahiri，和 Forrest Nelson 致謝。同時也感謝羅徹斯特（Rochester）大學的 Ken Gaver 和 Walter Oi 讀完本書草稿。他們也不必爲本書的任何錯誤負責。

本書以大學程度開始而以研究所水準結束，全書係循序漸進，由大學程度部份慢慢的深入，因而全書適合研究所學生以及政府和企業界的應用計量經濟學家使用。

本書第二部〔機率和統計推論導論〕也許太短，不過，若要詳細介紹則會使本書篇幅過長。我曾想全部予以刪除，但最後還是認爲，即使嫌草率，只作複習還是有用處的。

全書有一個目標，即盡量將代數減至最少。某些純理論家也許認爲本書某些部份不够嚴謹，不過，這却是我有意如此。定理的證

明全放在附錄裏，矩陣也只在最後一章和附錄中出現。本書的幾個地方介紹了最大概似法，由於矩陣的第二次導來式若明顯出現只會使本書混亂而已，故（漸進）標準誤差的導出沒有出現。讀者可以依據 9.10 節求出每種情況的必要第一次和第二次導來式。

最後一章關於計量經濟學中的貝氏推論，對某些「貝氏專家」來說似乎無法令他們滿意。我將它加在書中的目的係強調古典和貝氏方法間的相似性，甚且，它亦能給予那些不想花費時間研讀這方面專書者一個概略介紹。同樣的，某些讀者也許發現第九章關於有限和質的變數的討論極為簡短。再次我也只希望顯示給讀者這方面的主要問題而已。由於此領域甚廣，若對所有問題都作完整評述將使本書長得不可思議。

附錄 A, B, 以及 C 幾乎已包括了許多大學中計量經濟學的研究所課程中矩陣的所有材料。附錄 D 的習題係取自芝加哥（Chicago），弗羅里達（Florida），羅徹斯特，史丹福（Stanford），以及耶魯（Yale）大學的考試題。

我也得向羅徹斯特大學的 Marjorie Adams, Martha Colburn, Carroll Cornwall, Susan Groth, 以及 Janet Wood 等人致謝，感謝他們細心的打出本文初稿。

最後，我也要感謝內人 Kameswari，我的女兒 Tara，以及我的兒子 Vivek，由於他（她）們的鼓勵，我才能完成此書。

G. S. Maddala

第一部 緒 論

第一章 資料、變數和模型

計量經濟學係應用統計方法處理經濟資料的一門學問。而某些涉及經濟資料和經濟關係的特殊問題，必須分門別類的探討。本書將在論及經濟模型和經濟資料時來說明這些問題。在未進行討論這些問題之前，我們必須先摘要討論與經濟有關的特殊問題。這些問題能分成下列四種：

1. 資料
2. 關係
3. 變數
4. 函數形式

1—1 資 料

經濟中我們所觀察的資料有兩種：橫剖面（cross-section）資料和時間序列（time-series）資料。橫剖面資料係我們在某一時點，對個別單位所觀察得到的資料，如消費者所得資料和一組家庭的食物支出，教師的薪水和特徵資料，勞動力參與率的資料，或工人的工資及特徵等。這些資料通常由樣本調查而來。因而在使用這些資料之前，必須先查看調查的方式。另一種常用的橫剖面資料係州或地區的橫剖面資料。有許多需要函數，生產函數，以及成本函數的研究皆係對整州的總體觀察。事實上也有國家間的橫剖面資料，此時的個別觀察係不同國家的總計。這也許將橫剖面的定義引伸得過遠了。

時間序列資料係我們在一段期間所作的觀察，如：國民生產毛額（GNP）的季資料，或產業的生產或就業月資料。經濟學包含了很多與其他方面有關的時間序列資料。然而，這些時間序列資料却

往往太短，而且多數序列有共同升降的現象。因而在因果關係上產生嚴重問題。計量經濟學的理論發展，多數集中於處理時間序列資料的方法，而我們往往會發現這些複雜技術只應用於很少的資料而已。有時我們試圖增加觀察點，如利用月序列而不用季序列。但這又會產生特別的問題，而且甚至於月序列往往係由季序列所插補而來。另一種用來增加觀察點的方法是綜合橫剖面 and 時間序列的資料。如：若我們擁有某些公司在某些年的銷售、利潤，以及投資的資料，或擁有某幾州在某些年的汽油消費量，汽車數目，人口，所得等等資料皆是。

1—2 關 係

經濟學上所研究的關係有三種：

1. 簡單方程式
2. 複方程式
3. 聯立方程式

在簡單方程式關係中，有一個「應」變數或「被決定」變數，其由一個或多個「自」變數或「決定性」變數所決定；如：當我們說消費由所得 Y ，財富 W ，以及利率 r 所決定時，則我們即能將之寫成 $C=f(Y, W, r)$ ，此地的 C 係應變數，而 Y, W, r 則係自變數。若我們考慮一個所得，財富，以及利率皆為已知的家庭，則此種關係能用來決定對應於這些自變數變動時，家庭的消費 C 之如何變動。同樣地，當我們說需要量由價格決定時，可以寫成 $Q=f(P)$ ，此處的 Q 係應變數，而 P 則係自變數。若我們處理一個個別顧客面對一個已知價格的問題，則此條方程式能用以決定，當市場價格 P 變動時，他的購買量 Q 如何變動。

在複方程式關係中，我們擁有一組方程式。如：令 C_A, C_D, C_{ND} ，以及 C_S 各表示消費者對汽車，其他耐久財，非耐久財，以及勞務的支出。每一種皆可以為所得和財富的函數，而它們受這些

變數的影響方式可能有所不同。因此，除了研究總消費者支出和所得及財富間的關係外，我們能由研究 C_A , C_D , C_{ND} , 以及 C_S 和所得及財富間的關係得到更多的資料。現今我們擁有四條方程式，有時可以將每條方程式分開來視為一條簡單的方程式關係，但有時却必須將它們作整體看待。

在聯立方程式關係中，兩個或更多的變數由一群決定變數「同時」決定。在上面的例子中，雖然對個別家庭來說 Y 係「已知」，但對整個經濟體系來說，我們却不能視 Y 為「已知」。我們必須將 C 和 Y 兩者視為由某些政策變數和技術及社會條件同時決定。同樣地，價格對個別消費者來說可視為「已知」，但若將市場當成一個整體，我們必須視價格和數量係由需要和供給條件以及其他變數所同時決定的。在此情況下，我們得到下列的兩條方程式體系：

$$Q=f(P, X) \quad \text{需要關係}$$

$$Q=g(P, Z) \quad \text{供給關係}$$

在決定變數 X 和 Z 已知下，這兩條方程式共同決定 Q 和 P 。 X 可能係所得，而 Z 可能是天氣。聯立方程式關係也是複方程式關係，但有一項主要的差別，即聯立方程式關係中的變數間有著交互關係存在。當我們在下列章節中討論這些問題時，這些差異將愈為明顯。

1—3 變 數

在計量經濟學中，應變數和自變數的一般術語各為「內生」(endogenous) 和「外生」(exogenous) 變數。內生變數由經濟體系內部所決定，而外生變數係由體系外決定。廣義來說，幾乎所有的變數皆為內生變數，外生變數只是那些天氣，颱風等等。然而，在任何問題中，這只是概似現象而已。當研究家計對石油的需要時，由於家計無法控制所得和價格，故將其視為外生變數，而視需要

量為內生變數。同樣地，為了某些目的，我們將政府支出和稅收看成外生變數。然而，當我們將觀察期間拉長時，這些變數亦將變成內生變數。一般來說，加總的水準愈大，則不管在時間過程或個別橫剖面單位，將有更多的外生變數被當成內生變數。

內生變數能再進一步被分類成目標及非目標變數。目標變數係我們想去左右的，而非目標變數却是那些我們不去關心者；如：就業和價格水準是目標變數。同樣地，外生變數亦被分類成工具和非工具變數。所謂工具變數即外生變數被特別巧妙處理來達成某些目標的變數。政府支出，租稅，以及補貼皆係工具變數的例子。

1—4 函數形式

經濟理論可以告訴我們，需要量是價格的函數，但卻沒說明關係的函數式；其關係式可能為下列方式：

直線：	$Q = \alpha + \beta P$
對數直線：	$\log Q = \alpha + \beta \log P$
或半對數：	$\log Q = \alpha + \beta P$
或：	$Q = \alpha + \beta \log P$?

決定何種式子係以觀察資料為基礎， Q 和 P 的觀察值繪成圖後即能看出其關係。若觀察點如圖 1—1 所示，則知與直線關係近似。若如圖 1—2 所示，則需一條曲線來說明資料的關係，此時，我們能描 $\log Q$ 對應於 $\log P$ ， $\log Q$ 對應於 P ，以及 $\log P$ 對應於 Q 的點，而看何者較為接近直線。然而，這只是我們必須去做的最簡單說明而已，通常並非上述簡單函數式可以奏功的。如：考慮另一種新方式，通常可以觀察到如圖 1—3 所說明的現象。起先的速率很慢，而後加速，最後再變為平坦。此時，能夠說明此種資料的函數被稱作「羅吉斯函數」(logistic function)，其式子為：

$$P = \frac{c}{1 + ae^{-bt}} \quad (a > 0, b > 0, c > 0)$$

圖1-1 直線關係

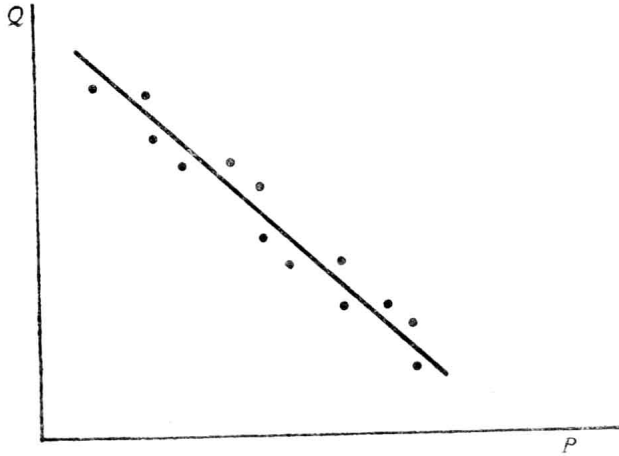


圖1-2 曲線關係

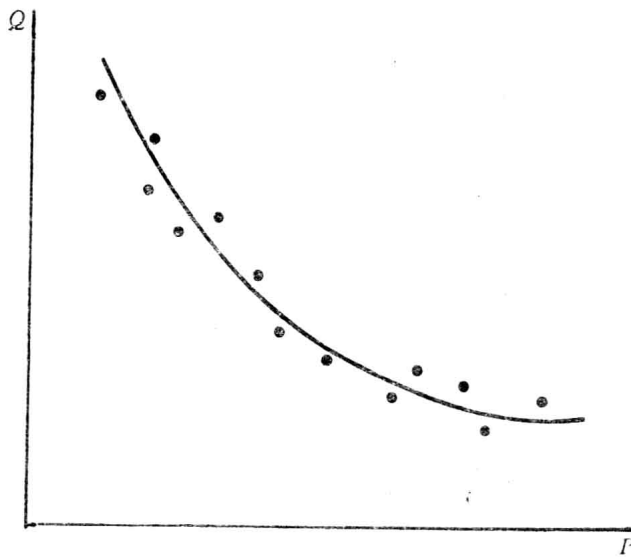
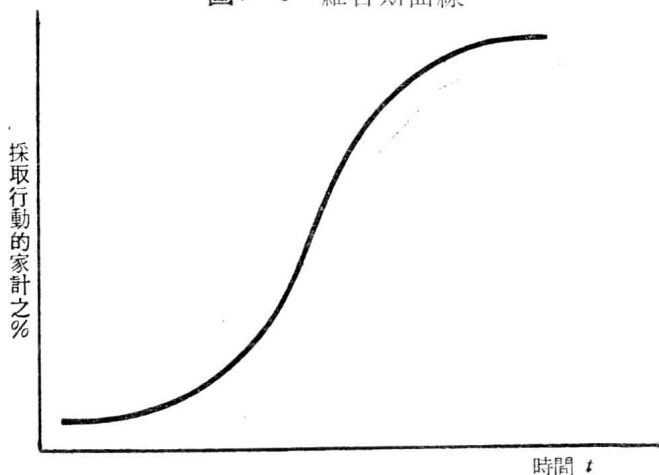


圖1—3 羅吉斯曲線



此地， P 係在時間 t 採取行動的家計之比例， c 為此比例的上限。當 $t \rightarrow \infty$ ，則 $P \rightarrow c$ ， b 值愈高，則 P 趨近上限 c 的速率也愈高。

注意上面提過的每個因素(資料、方程式、變數，以及函數式)，可知必得依靠經濟理論，但理論無法提供更多的指導方向，且亦不能作為本書所提出的計量經濟方法的一般應用。通常發現過多的技術應用到太少的資料上（「較多的藝術和較少事實」）。我們必須保持兩者的平衡，而且應了解，有限的資料只能使有限的問題得到合理的解答。

首先我們應該查驗的是所用資料的本質和來源。我們所獲得的結果往往毫無意義，而可能純粹是所得到的基本資料之結果。特別是使用開發中國家的資料更甚，這些國家的某些序列係使用某些相關序列來建立的。如果我們够精明的話，我們的分析將告訴我們資料產生的方式。如：若國內投資是由進口資本財得到，則此兩種關係的研究會使我們作出錯誤的因果判斷。通常，許多開發中國家都只有少數的基本資料，像外貿統計就是最可靠而直接可用的；其他