

吳冬友、楊玉坤◎著

基礎統計學

STATISTICS

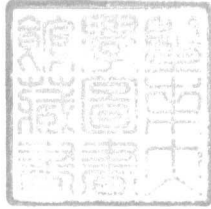
本書特色

■ 簡明扼要 ■ 兼顧廣度及深度 ■ 注重實務的應用

C8
200816

基礎統計學

吳冬友 楊玉坤 著



五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

基礎統計學／吳冬友，楊玉坤著。

—初版。—臺北市：五南，2004 [民93]

面；公分

參考書目：面

含索引

ISBN 978-957-11-3682-0 (平裝)

1. 統計學

510

93013297



1H28

基礎統計學

作(譯)者 — 吳冬友 楊玉坤

發行人 — 楊榮川

主編 — 張毓芬

責任編輯 — 楊如萍

封面設計 — 童安安

出版者 — 五南圖書出版股份有限公司

地址：106台北市大安區和平東路二段339號4樓

電話：(02)2705-5066 傳真：(02)2706-6100

網址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市市區中山路6號

電話：(04)2223-0891 傳真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號

電話：(07)2358-702 傳真：(07)2350-236

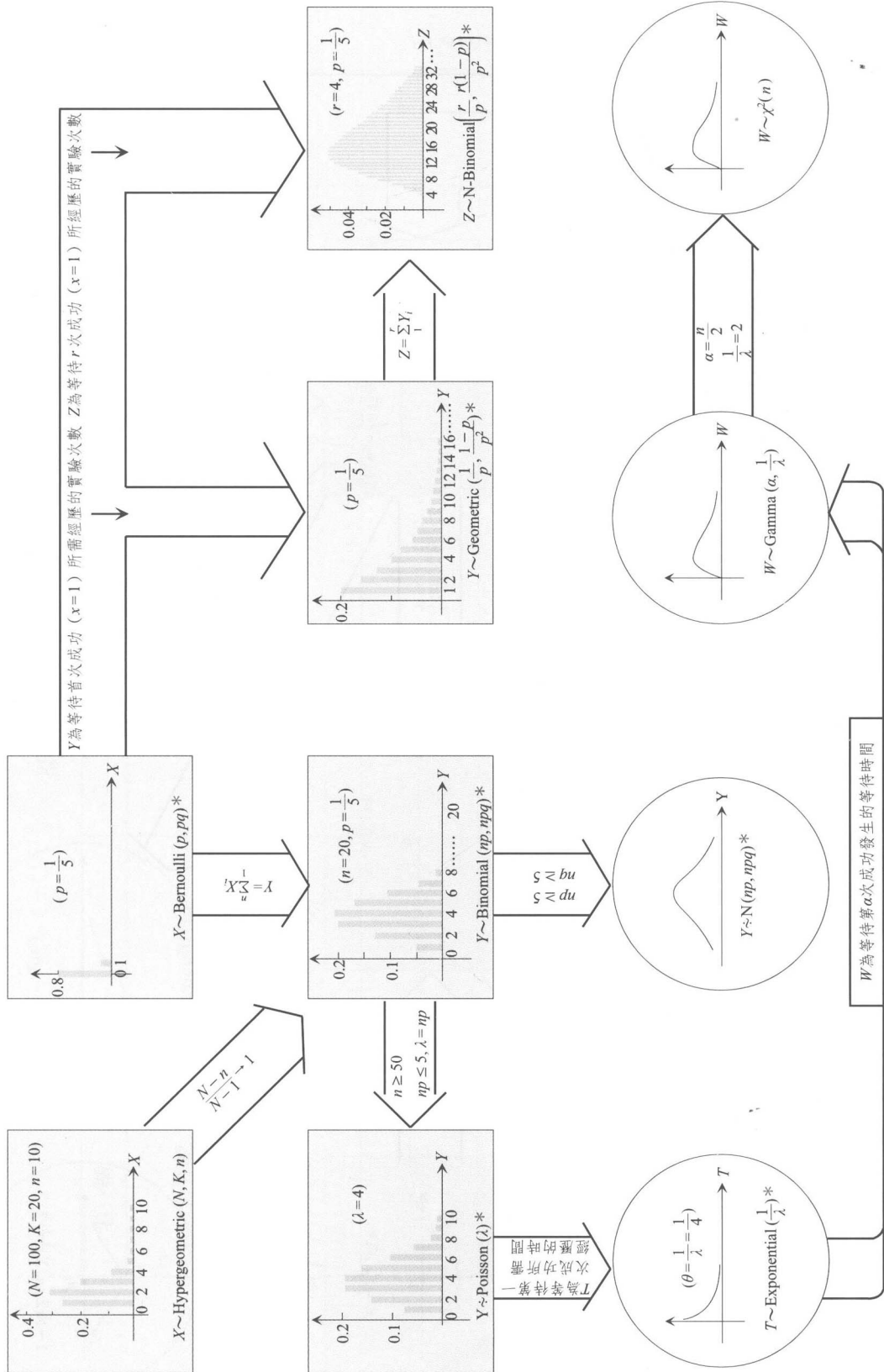
法律顧問 得力商務律師事務所 張澤平律師

出版日期 2005年10月初版一刷

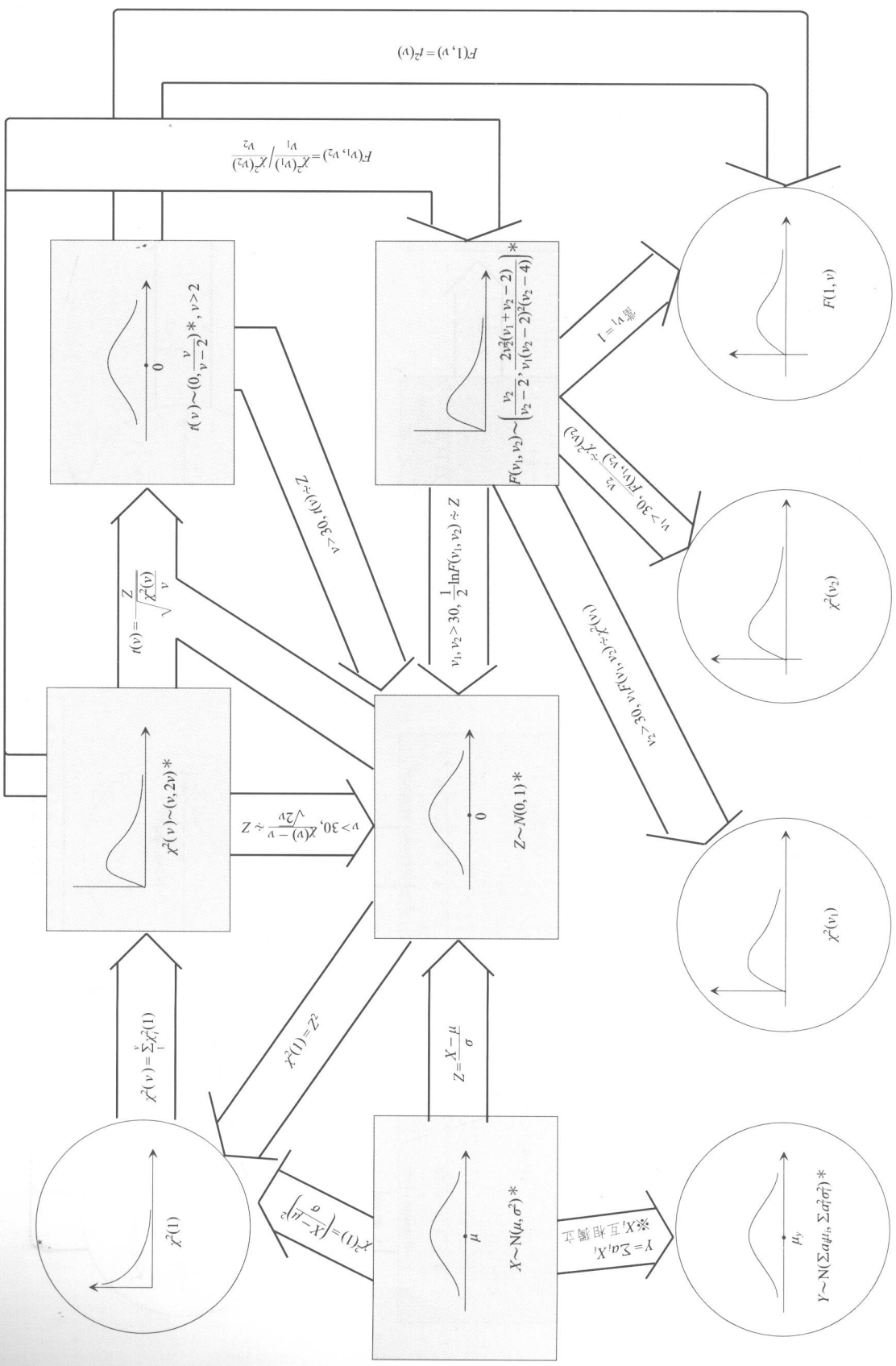
2007年3月初版二刷

定價 新臺幣550元

間斷型機率分配間的關係



連續型機率分配間的關係



*：括弧中為該分配之期望值與變異數

問斷型機率分配

名 稱		機率函數	期望值	變異數
伯努力分配	$X \sim \text{Bernoulli}(p)$	$f(x) = p^x (1-p)^{1-x}, x=0, 1$	p	$p(1-p)$
二項分配	$X \sim \text{Binomial}(n, p)$	$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}, x=0, 1, \dots, n$	np	$np(1-p)$
卜瓦松分配	$X \sim \text{Poisson}(\lambda)$	$f(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}, x=0, 1, 2, \dots$	λ	λ
幾何分配	$X \sim \text{Geometric}(p)$	$f(x) = (1-p)^{x-1} p, x=1, 2, \dots$	$\frac{1}{p}$	$\frac{(1-p)}{p^2}$
負二項分配	$X \sim \text{Negative-Binomial}(r, p)$	$f(x) = \binom{x-1}{r-1} p^r (1-p)^{x-r}, x=r, r+1, \dots$	$\frac{r}{p}$	$\frac{r(1-p)}{p^2}$
超幾何分配	$X \sim \text{Hypergeometric}(N, K, n)$	$f(x) = \frac{\binom{K}{x} \binom{N-K}{n-x}}{\binom{N}{n}}, x=0, 1, \dots, k$	$n \left(\frac{K}{N} \right)$	$n \left(\frac{K}{N} \right) \left(1 - \frac{K}{N} \right) \frac{(N-n)}{(N-1)}$

連續型機率分配

名稱	機率密度函數	期望值	變異數
均勻分配 $X \sim U(a, b)$	$f(x) = \frac{1}{b-a}, a \leq x \leq b$	$\frac{a+b}{2}$	$\frac{(b-a)^2}{12}$
常態分配 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty < x < \infty$	μ	σ^2
指數分配 $X \sim \text{Exponential}(\beta)$	$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\frac{x}{\beta}}, x > 0$	β	β^2
伽馬分配 $X \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta)$	$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, x > 0$	$\alpha\beta$	$\alpha\beta^2$
卡方分配 $\chi^2(v)$	$f(x) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{v}{2}} x^{\frac{v}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}$	v	$2v$
t 分配 $X \sim t(n-1)$	$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{(n-1)\pi}} \left(1 + \frac{x^2}{n-1}\right)^{-\left(\frac{n}{2}\right)}$	0	$\frac{n-1}{n-3}$
F 分配 $X \sim F(v_1, v_2)$	$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{v_1+v_2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v_1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{v_2}{2}\right)} \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\frac{v_1}{2}} x^{\frac{v_1}{2}-1} \left(1 + \frac{v_1}{v_2}x\right)^{-\frac{(v_1+v_2)}{2}}$	$\frac{v_2}{v_2-2}$	$\frac{2v_2^2(v_1+v_2-2)}{v_1(v_2-2)^2(v_2-4)}$

序

我們所寫的《統計學》承蒙老師及同學們的愛護，現已發行第三版。有些老師基於(一)教學時數的有限；(二)內容精簡的需求，向我們提出了簡明版的建議。基於此，我們以現有的《統計學》架構下，另外編寫了這本《基礎統計學》。

這本《基礎統計學》的特色有：

(一)簡明扼要：保留《統計學》中，從收集資料、計算到結論的陳述，仍然以圖表或流程圖的方式呈現，但是刪除了較艱深的統計理論。

(二)兼顧廣度與淺度：在內容上，刪除了《統計學》中涉及矩陣運算的多元迴歸分析，仍保留了所有其它單元，但在章節內容上則以淺顯易懂為改寫原則。

(三)注重實務的應用：仍保留統計學中強調如何將統計學應用於日常決策的特色，書中的例題與習題，其所涵蓋範圍有市場行銷、財務分析、生產管理、社會治安、環境衛生、教學實驗…等主題。

以上的刪減與修編，針對希望「多一點應用；少一點理論」的初學者及上課時數不夠的教師，提供一個更好的選擇。

感謝五南圖書業務部同仁、副總編輯張毓芬為本書的編寫所提供的寶貴建議、責任編輯陳舒榆及校稿群的細心校對。

吳冬友

楊玉坤

2005年7月

目 錄

第 1 章	緒 論	1
1.1	統計學	1
1.2	統計學的內容	1
第 2 章	收集資料	7
2.1	母群體與樣本	7
2.2	資料型態	9
2.3	資料來源及抽樣方式	10
第 3 章	敘述統計之一	15
3.1	單變數——質的資料	16
3.2	單變數——量的資料	21
3.3	雙變數資料	33
第 4 章	敘述統計之二	43
4.1	資料的中心值	43
4.2	資料的分散度	48
4.3	資料的百分位數	54
4.4	標準差的應用	58
第 5 章	機率導論	65
5.1	機率專有名詞	65
5.2	事件的機率值	68
5.3	複合事件——事件的運算	72
5.4	複合事件的機率運算法則——加法法則	75
5.5	聯合機率、條件機率與獨立事件	81

5.6	乘法法則與樹型圖	90
第 6 章	隨機變數及機率分配	101
6.1	隨機變數	101
6.2	間斷隨機變數的機率分配	103
6.3	間斷隨機變數的期望值及變異數	110
6.4	連續隨機變數的機率分配	116
6.5	連續隨機變數的期望值及變異數	119
6.6	期望值與變異數的計算公式	120
第 7 章	幾個常用的隨機變數及其機率分配	129
7.1	伯努力試驗	129
7.2	二項分配	133
7.3	卜瓦松分配	139
7.4	常態分配	145
第 8 章	抽樣分配	159
8.1	$\bar{X}$ 的統計性質	161
8.2	中央極限定理	162
第 9 章	估計(一)	167
9.1	母群體平均數 μ 的估計之一	170
9.2	t 分配	175
9.3	母群體平均數 μ 的估計之二	179
9.4	母群體平均數 μ 的估計之三	182
9.5	母群體比例值 p 的估計	184
9.6	χ^2 分配	187
9.7	母群體變異數 σ^2 的估計	190
第 10 章	估計(二)	197
10.1	兩個母群體平均數差的估計之一	197

10.2	兩個母群體平均數差的估計之二	199
10.3	兩個母群體平均數差的估計之三	202
10.4	兩個母群體比例差的估計	204
10.5	F 分配	206
10.6	兩個獨立常態母群體變異數比值 $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ 之估計	210
第 11 章	統計假設檢定(一)	217
11.1	檢定的基本觀念	217
11.2	母群體平均數 μ 的檢定之一	233
11.3	母群體平均數 μ 的檢定之二	237
11.4	母群體平均數 μ 的檢定之三	240
11.5	母群體比例值 p 的檢定	243
11.6	母群體變異數 σ^2 的檢定	245
第 12 章	統計假設檢定(二)	253
12.1	兩個母群體平均數差的檢定之一	253
12.2	兩個母群體平均數差的檢定之二	256
12.3	兩個母群體平均數差的檢定之三	260
12.4	兩個母群體比例差的檢定	263
12.5	兩個母群體變異數比值的檢定	267
第 13 章	變異數分析	277
13.1	變異數分析的基本觀念	277
13.2	單因子實驗設計(一維變異數分析)	280
13.3	雙因子設計	291
第 14 章	簡單迴歸與相關	307
14.1	基本假設	308
14.2	參數估計	312
14.3	統計性質	317

14.4	檢定	321
14.5	相關分析	322
第 15 章	卡方檢定	331
15.1	多項分配參數結構檢定	331
15.2	獨立性檢定	335
第 16 章	無母數檢定方法	347
16.1	單一母群體中心值的無母數檢定	348
16.2	兩個母群體是否相同的無母數檢定方法	353
16.3	多個母群體是否相同的無母數檢定方法	358
16.4	兩變項是否相關的無母數檢定方法	362
附 錄 一		371
一、 Σ 運算法則		372
二、階乘與組合公式		375
三、二項式定理及多項式定理		376
附 錄 二		379
表 A-1	標準常態表	380
表 A-2	t 分配機率表	381
表 A-3	χ^2 分配機率表	382
表 A-4	F 分配機率表	384
表 A-5	二項分配機率表	392
表 A-6	卜瓦松分配機率表	402
表 A-7	亂數表	407
參考書目		409
索 引		411

1

緒論

1.1 統計學

統計 (statistics) 一詞源自於拉丁文 *status*，它的原始意義是「狀態 (state)」。自古以來，統計一直被視為是以資料或圖表描述一個國家的經濟、人口、社會……等資料。時至今日，各國政府、研究機構及工商企業組織都有專責機構從事收集、整理的統計工作，其範圍涵蓋了經濟、教育、財務、金融、社會福利、醫療保健、警政治安、環境污染……等統計資訊。例如，我國行政院主計處統計局定期發佈各種統計資訊 (www.dgbas.gov.tw)，表 1-1 為行政院主計處定期發佈的重要社會經社指標 (資料來源：www.dgbas.gov.tw/dgbas03/bs4/econdexa.xls)。

1.2 統計學的內容

一般而言，統計學的內容可區分為三類：(1)敘述統計 (descriptive statistics)；(2)機率及抽樣 (probability and sampling)；(3)推論統計 (inferential statistics)。

敘述統計指的是將大量資料以數據、圖、表呈現的技巧與方法；例

表 1-1 重要經社指標 (90 年 6 月 18 日)

	82 年	83 年	84 年	85 年	86 年	87 年	88 年	89 年	90 年	
一、經濟指標										
經濟成長	1. 經濟成長率 (%)	7.0	7.1	6.42	6.10	6.68	4.57	5.42	5.98	預測 4.02
	2. GNP (億美元)	2,286	2,482	2,691	2,836	2,933	2,692	2,905	3,144	預測 3,140
	3. 每人 GNP (美元)	10,964	11,802	12,686	13,260	13,592	12,360	13,235	14,216	預測 14,082
	4. 國民儲蓄率 (%)	28.8	27.6	27.0	26.7	26.4	26.0	26.1	25.2	預測 26.1
物價	1. 消費者物價年增率	2.9	4.1	3.7	3.1	0.9	1.7	0.2	1.3	5 月 -0.2
	2. 躉售物價年增率	2.5	2.2	7.4	-1.0	-0.5	0.6	-4.5	1.8	5 月 -1.2
	3. 進口物價年增率 (按新臺幣計價)	4.7	5.1	10.2	-2.5	-1.4	0.7	-4.1	4.6	5 月 0.6
	4. 出口物價年增率 (按新臺幣計價)	5.2	0.6	6.9	1.7	2.1	5.6	-8.5	-0.9	5 月 0.4
生產	1. 工業生產年增率 (%)	3.9	6.6	4.7	2.0	7.4	2.6	7.7	7.4	4 月 -5.9
	2. 製造業生產年增率 (%)	2.5	5.7	5.2	2.9	8.7	2.4	8.1	8.0	4 月 -6.3
	重工業	7.2	8.4	9.6	4.8	13.1	4.6	11.1	11.1	4 月 -5.0
	輕工業	-4.3	1.4	-2.7	-0.8	-0.7	-3.1	0.4	-1.0	4 月 -10.2
	3. 申請建照面積年增率 (%)	-5.2	-15.6	-25.4	-17.5	21.5	-6.5	-13.2	-5.8	4 月 -37.8
	4. 核發使用執照面積年增率 (%)	28.8	22.3	-5.0	-17.3	-15.9	0.6	6.6	-15.1	4 月 -25.6
	5. 停歇業工廠家數 (家) **	4,664	6,917	5,992	5,339	2,904	6,788	3,982	4,995	4 月 482
	6. 新增工廠家數 (家) **	6,718	7,115	6,905	5,414	6,039	5,726	5,846	5,689	4 月 109
產	7. 農業結構 (%)	3.6	3.5	3.5	3.2	2.6	2.5	2.6	2.0	第 II 季預測 2.0
	工業	39.4	37.7	36.4	35.7	35.3	34.5	33.2	32.4	第 II 季預測 31.2
	服務業	57.0	58.8	60.1	61.1	62.1	63.0	64.2	65.6	第 II 季預測 66.8
	8. 中小企業比重 (%)									
	家數 (佔營利事業家數)	96.5	96.3	98.0	98.0	97.8	97.8	97.7	98.1	
	就業員工 (佔總就業員工)	78.7	79.2	79.8	78.6	78.4	78.2	78.3	78.1	
	受雇員工 (佔總受雇員工)	69.0	69.9	70.8	69.2	69.3	69.2	69.3	69.0	
	營業額 (佔營利事業營業額)	34.0	32.2	36.0	34.3	32.1	30.4	28.4	29.0	
出口 (佔總出口)	54.8	52.6	50.7	49.8	48.8	46.6	21.1	29.0		

消 費	1. 民間消費成長率 (%)	8.1	8.5	5.6	6.5	7.3	6.5	5.4	5.6	預測	3.4
	2. 出國人數增加率 (%)	10.4	1.9	9.4	10.1	7.9	-4.0	10.9	11.7	4 月	0.4
	3. 自用小客車掛牌數增加率 (%)	-	9.1	-4.0	-11.8	0.2	-2.7	-12.7	-0.5	5 月	-10.0
	4. 上市公司股市交易值增加率 (%)	53.1	107.7	-46.0	27.2	188.5	-20.5	-1.1	4.2	5 月	-55.9
投 資	1. 固定投資成長率 (%)	12.0	7.4	7.3	1.7	10.7	8.0	1.8	7.8	預測	1.6
	2. 民間固定投資成長率 (%)	16.7	10.3	11.4	3.4	18.6	11.8	-0.7	13.7	預測	-1.2
	3. 核准僑外投資年增率 (%)	-17.0	34.4	79.4	-15.9	72.7	-12.4	13.2	79.8	4 月	-12.0
	4. 資本設備進口增加率 (%)	1.1	4.7	24.0	8.8	18.5	11.9	20.3	34.3	4 月	-15.4
貿 易	1. 海關進口年增率 (%)	7.0	10.8	21.3	-1.1	11.8	-8.5	5.8	26.5	5 月	-29.6
	2. 海關出口年增率 (%)	4.4	9.4	20.0	3.8	5.3	-9.4	10.0	22.0	5 月	-22.6
	3. 出 (入) 超 (億美元)	80.3	77.0	81.1	135.7	76.6	59.2	109.0	83.6	5 月	12.2
	4. 外銷訂單年增率 (%)	6.1	10.1	20.1	4.8	4.1	-4.0	7.3	20.4	4 月	-6.6
	5. 匯率 (美元兌台幣)	26.63	26.24	27.3	27.5	32.6	32.2	31.4	31.4	6 月 18 日	34.379
財 政 (年度)	1. 中央政府歲出總額佔 GNP (%)	19.6	16.6	16.6	15.1	15.9	13.2	14.3	~89.12	90.1-90.12	16.6
	含省府							17.7			
	2. 中央政府赤字總額佔 GNP (%)	4.8	2.3	2.9	1.7	2.4	-1.2	-0.5	~89.12	90.1-90.12	2.8
	含省府							-0.2			
	佔歲出總額 (%)	24.4	14.0	17.4	11.3	15.2	-9.3	-3.4	~89.12	90.1-90.12	17.2
	3. 中央債務餘額年增率 (%)	40.9	14.5	21.1	11.1	13.2	0.0	-3.4	~89.12	90.1-90.12	12.0
	含省府							60.7			
金 融	4. 中央債務餘額佔 GNP (%)	13.9	14.6	16.2	16.6	17.3	16.0	14.6	~89.12	90.1-90.12	26.8
	5. 全國賦稅收入年增率 (%)	8.0	7.8	9.3	-2.8	6.1	9.9	-3.2	1.7	4 月	29.7
	6. 賦稅收入佔 GNP 比 (%)	18.2	17.9	18	16.1	15.7	16.0	14.7	~89.12	13.3	
	7. 中央政府總預算歲出執行率 (%)	-	-	-	95.3	96.1	96.6	97.3	~89.12	96.4	
	1. 外匯存底 (億美元)	835.7	924.5	903.1	880.4	835.0	903.4	1,062	1,067	5 月	1,106
	2. 重貼現率 (%)	5.50	5.50	5.5	5.0	5.3	4.8	月 2 日 4.5	月 29 日 4.7	90年5月17日	3,750
	3. 金融機構逾放比率 (%) (期底)	-	-	3.00	4.15	4.18	4.93	5.67	6.20		
融	4. 退票金額比率 (%)	0.39	0.42	0.52	0.44	0.32	0.36	0.49	0.48	4 月	0.43
	5. 政府外債餘額 (臺幣億元) (6 月底)	74.5	62.8	55.8	39.2	24.8	18.8	10.6	8.0		(79.2.10 12,495 最高; 79.10.1 2,560 最低)
	6. 集中市場增加權股價指數 (平均)	4,215	6,253	5,544	6,004	8,411	7,714	7,427	7,847	5 月	5,157
	(期底)	6,071	7,125	5,174	6,934	8,187	6,418	8,449	4,739	6 月 18 日	5,071

	7.上市公司股票交易日平均值(億元)	312	658	355	448	1,302	1,093	1,101	1,126	5月	509
*	8.貨幣保險額 M2 年增率(%)	16.4	16.3	11.6	9.2	8.3	8.8	8.3	7.0	4月	5.0
勞	1.勞參率(%)	58.8	59.0	58.7	58.4	58.3	58.0	57.9	57.7	4月	56.8
	2.就業人數(萬人)	875	894	905	907	918	929	939	949	4月	935
	3.就業結構(%)：農業	11.5	10.9	10.5	10.1	9.6	8.9	8.3	7.8	4月	7.5
	工業	39.1	39.2	38.7	37.5	38.2	37.9	37.2	37.2	4月	36.4
	服務業	49.4	49.9	50.8	52.4	52.2	53.2	54.5	55.0	4月	56.1
動	4.失業人數(萬人)	12.8	14.2	16.5	24.2	25.6	25.7	28.3	29.3	4月	38.5
	5.失業率(%)	1.45	1.56	1.79	2.60	2.72	2.69	2.92	2.99	4月	3.96
	6.製造業勞動生產力年增率(%)	3.3	3.5	7.4	5.4	6.96	4.42	7.05	6.12	3月	4.3
	二、社會指標										
治 安	1.刑案增加率(%)	1.0	-13.6	40.1	6.3	-6.5	1.9	-11.1	14.2	4月	25.2
	2.暴力犯案件數	7,110	7,688	16,489	16,827	13,648	12,877	####	####	4月	1,032
	3.刑案破獲率(%)	67.2	64.7	53.7	58.2	56.8	57.9	65.6	59.2	4月	54.4
傷 亡	1.道路交通事故死亡人數(人)	2,349	3,094	3,065	2,990	2,735	2,507	2,303	3,388	4月	278
	2.火災死亡人數(人)	377	330	294	275	226	306	230	262	4月	22
	3.天然災害死亡人數(人)	10	190	65	1,084	185	117	####	350	4月	0
	4.意外死亡人數(人)	13,270	13,219	12,983	12,422	11,297	10,973	####	####		
社 福	1.中低收入老人生活津貼(億元)	-	17.9	109.9	155.7	105.9	89.8	99.9	104.3		
	受益人數(萬人)(期底)	-	8.8	31.5	27.3	15.7	19.2	19.1	20.5	3月	13.9
	2.老農津貼(億元)	-	-	56.3	124.3	142.1	157.4	243.3	231.9	4月	19.4
	受益人數(萬人)(期底)	-	-	31.5	36.6	42.6	44.2	58.8	63.6	4月	64.3
	3.身心障礙者人數(萬人)(期底)				45.7	50.0	57.1	64.9	71.1	3月	72.4
	福利受益金額(億元)	21.5	30.8	30.3	38.8	46.1	60.8	89.7			
福 境	4.所得分配差距倍數(倍)	5.42	5.38	5.34	5.38	5.41	5.51	5.50			
	5.社會福利支出(億元)(年度)	1,458	1,585	2,318	2,900	2,950	2,828	2,805			
	6.臺閩地區社會保險人數(萬人)(期底)	1,224	1,261	1,912	2,004	2,049	2,076	2,109	2,140		
											82年5.42：83年5.38：84年5.50
環 境	1.垃圾焚化廠(座)	1	2	5	5	5	6	9	14	1月	15
	2.垃圾焚化廠日處理量(公噸)	900	1,800	5,550	5,550	5,550	5,850	9,450	####	1月	16,200

82 年 5.42 : 83 年 5.38 : 84 年 5.34

教 育	1. 政府教育經費 (億元)	3,325	3,501	3,669	4,076	4,209	4,307	4,531	
	2. 高等教育學生人數 (萬人)	68.9	72.0	75.1	79.6	81.8	89.2	98.4	110
	3. 國小平均每班學生人數 (人)	38.9	37.6	35.5	34.2	33.1	31.9	31.5	30.8
	4. 研發經費佔 GDP 比 (%)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	
生 活	1. 0 歲者平均壽命 (平均壽命) (歲)	74.3	74.5	74.5	74.6	74.6	74.8	75	
	2. 自用住宅普及率 (%)	81.9	82.5	83.6	84.6	84.6	84.6	84.9	
	3. 自來水普及率 (%)	86.2	87.5	88.0	88.8	89.5	90.0	90.3	10 月 90.4

註：1.*係財政部金融局全體金融機構 (含本國銀行、外銀在華分行、信託投資公司、基層金融機構等國內營業單位、OBU 及國外分行) 逾放比率。

2. 財政資料依最新預算法更新，歲出資料 (總預算及特別預算合計) 不含債務還本。總預算歲出執行率係決審數佔總預算比率。

3.**工廠家數由於資料庫系統轉換，程式設計繁瑣耗時，致本年年資料彙整進度延誤。