

~CABLE 2006 教育訓練課程~

# 生物統計課程

台大衛生政策與管理研究所

江宜珍

2006.08

## 生物統計課程教學 <課程綱要>

by 宜珍 2006

日期	講義編號	課程內容	課程宗旨	補充講義
8/10(四)	一之 1	生物統計學基本原理介紹與抽樣	簡介生物統計學的基本原理、邏輯與應用，變項類型以及抽樣技巧	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 研究典範</li> <li>➢ 常用之「變項形式 vs. 統計分析方法」對照表</li> <li>➢ 亂數表</li> <li>➢ Z 表</li> <li>➢ t 表</li> <li>➢ 結果呈現方式範例(一): 單變項描述</li> <li>➢ 結果呈現方式範例(二): 雙變項分析</li> <li>➢ 結果呈現方式範例(三): 多變項分析</li> <li>➢ 因素分析</li> <li>➢ 總複習</li> </ul>
	一之 2	單變項描述性統計	著重於「描述性統計」, 瞭解各種變項類型所適用的單變項分析方法	
	一之 3	雙變項統計分析(一): Z-檢定、t-檢定、變異數檢定	瞭解一組、兩組或多組母群體或樣本間, 「等距或等比變項」的統計檢定方法, 即檢定「一個類別變項」與「一個等距或等比變項」間的關係	
	一之 4	雙變項統計分析(二): 卡方檢定、卡方趨勢檢定	瞭解「兩個類別變項」或「一個類別變項」與「一個序位變項」間的統計檢定方法	
	一之 5	雙變項統計分析(三): 皮爾森相關	瞭解「兩個等距或等比變項」間的統計檢定方法	
8/11(五)	二之 1	多變項統計分析(一): 複迴歸	瞭解以「等距或等比變項」為依變項之多變項統計分析方法	
	二之 2	多變項統計分析(二): 邏輯斯複迴歸	瞭解以「類別變項」為依變項之多變項統計分析方法	
	二之 3	信度及效度	瞭解量表之信度與效度的統計分析方法	

~CABLE 2006 教育訓練課程~

# 生物統計 (一)

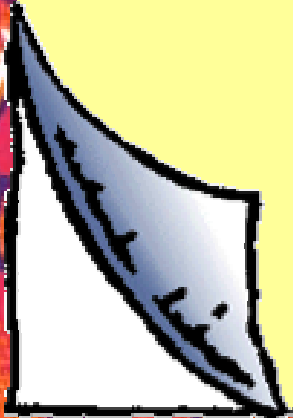
台大衛生政策與管理研究所

江宜珍

2006.08.10

# 生物統計教學(一之1)

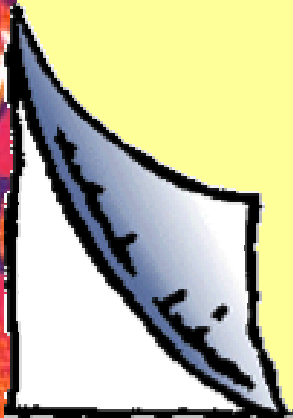
## 生物統計學基本原理介紹與抽樣



# 課程宗旨

- 🧐 瞭解生物統計學的基本原理、邏輯與應用
- 🧐 簡介變項種類
- 🧐 瞭解抽樣之目的及方法

# 生物統計學之基本原理



# 統計學的基本概念

## 🧐 統計學(Statistics)

- 🧐 對觀察或測量到的資料，如何加以處理分析
- 🧐 分析後的結果如何加以利用，以協助研究者或實務者做判斷及推論

## 🧐 數理統計、商用統計... vs. 生物統計

- 🧐 生物統計學(Biostatistics)特指應用於醫學研究、健康問題、或其他健康相關領域的統計分析方法，意即處理或分析的對象是有關生物的議題或現象

# 統計分析的目的

- 👉 描述資料、瞭解現況
- 👉 以樣本資料推論母群體的情況
- 👉 探討相關因素或影響因素
- 👉 以現有資料預測未來

# 統計學的分類

## 🤔 依功能來分

### 🐻 敘述統計學(Descriptive Statistics)

😄 又稱「描述性統計」

😄 描述觀察到的現象

### 🐻 推論統計學(Inferential Statistics)

😄 又稱「分析性統計」

😄 假設→檢定→推論

# 研究一定要做統計分析？

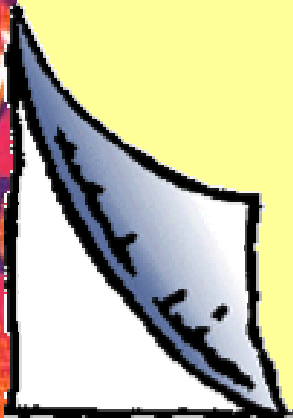
🧐 三大研究典範(見補充講義「研究典範」)

🧐 實證典範

🧐 詮釋典範

🧐 批判典範

# 變項之種類與測量



# 什麼叫做變項？

- 🤔 資料的獲得必須靠觀察或經由測量而來
- 🤔 資料中的「單一項目」稱為變項(variable)
  - 🤔 Ex. 性別、身高、體重...
- 🤔 所謂「變」項，必然是整體資料在該項目上有「變異、差異或不同」
  - 🤔 常見的錯誤
    - 😬 欲探討子宮頸癌的危險因子，卻放入「性別」當變項
    - 😬 欲探討國中生的吸菸原因，卻放入「教育程度」當變項
    - 😬 欲探討氣切患者的存活情形，卻放入「有無氣切」當變項

# 變項種類

🧐 依其觀察或測量的特性，可分為下列三大類

🧐 類別變項(nominal variable)

🧐 序位變項(ordinal variable)

→以上二者常被合稱為「非連續變項(discrete variable)

🧐 等距變項(interval variable)及比例變項(ratio variable)

→以上二者常被合稱為「連續變項(continuous variable)」

# 類別變項

- 👉 將對象「分類」所獲得的變項(ex.性別、種族、疾病種類)
- 👉 編號(或數值)不具真正的數值意義，即沒有「 $2 > 1$ 」或「2是1的兩倍」等關係，因為編號的給予完全是「任意或武斷的」
- 👉 通常以各種類的「頻率(frequency)」來描述
- 👉 常見的錯誤
  - 👉 以最大值、最小值、平均值等來描述
  - 👉 被當成序位變項或連續變項來分析

# 序位變項

- 👉 此種類型的變項旨在表示某項測量或觀察對象的「等級」或「強度序位」(ex. 喜好程度、滿意度、嚴重度)
- 👉 編號(或數值)只代表序位，即「 $3 > 2 > 1$ 」，但不能說「3是1的三倍」；只知道程度或強度的不同，而不知道其中的差別(或間隔)有多大
- 👉 反過來排列，其所代表的意義不變(只是序位的方向相反)
- 👉 通常以各序位的「頻率」來描述；亦有以「平均值」來描述(但較不具意義)；或有將數個序位變項以「加總計分」的方式，來形成一個總體程度的趨勢及方向性
- 👉 常見的錯誤
  - 👉 以最大值、最小值等來描述
  - 👉 被當成連續變項來分析

# 等距變項

- 👉 「等距」意指每個數值的間隔相等，即「1與2的差別」和「101與102的差別」相同，亦即每個單位都是一樣大小(ex.溫度)
- 👉 通常此種變項所具有的訊息最豐富、最詳細
- 👉 通常以最大值、最小值、平均值、標準差等數值來描述
- 👉 常見的錯誤
  - 👉 計算倍數、各數值的頻率

# 比例變項

🤔 又稱為「等比變項」，為等距變項中，具有絕對的「0」(真正的0)的變項！(ex. 身高幾公分、體重幾公斤、收入、生病次數、住院人數)，意即包含了「沒有」者，因此可以計算倍數

🤔 「溫度」則不是！因為0 是武斷給予的，所以不能說0 是「沒有溫度」，且40 也非20 的兩倍熱

🤔 通常以最大值、最小值、平均值、標準差等數值來描述

🤔 常見的錯誤

🤔 計算各數值的頻率

# 各變項種類間的關係

- 👉 等距變項及比例變項是最高級的變項，所提供的資訊最多，序位變項次之，類別變項更次之；意即等距變項及比例變項可轉換為序位變項及類別變項、序位變項可轉換為類別變項，但反之則不行

## 👉 Ex. 體重

- 😬 以「公斤」來計算→為等距變項且為比例變項
- 😬 若改以「蹺蹺板」或「排序方式」來測量→為序位變項
- 😬 若僅區分為「輕」、「重」兩類→為類別變項

- 👉 較高級的變項雖可使用較低級變項的統計方法，但會損失許多原本提供的豐富訊息，因此仍不建議使用，除非必要；但較低級的變項絕不可以使用較高級變項的統計方法！！否則就是大錯特錯！

# 連續變項 vs. 非連續變項<sup>(1)</sup>

🤔 許多生統書籍，常僅將變項種類區分為連續和非連續變項兩大類，但不建議如此分類！

## 😊 連續變項(continuous variable)

🤔 測量(度量)的單位可以無限的加以細分，使測量出的變項是「連續性」(ex. 身高幾公分，可測量到小數點n位數，而使中間的測量單位具有「無限分割」的特質)

## 😊 非連續變項(discrete variable)

🤔 又稱為「間斷變項」

🤔 測量(度量)的單位無法無限的加以細分，使測量出的變項是「非連續性」(ex. 人數：住院病患有幾名男性及幾名女性，則無法測量到10.2個人；次數：一年生病幾次)。

# 連續變項 vs. 非連續變項 (2)

## 🤔 常見的混淆

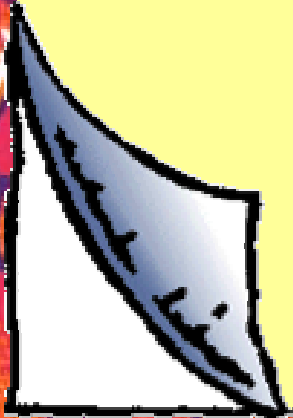
🐼 通常所稱之「非連續性」其實只是在原始資料獲取(測量)時是非連續性的，但分析時就可以成為連續性的(若變項種類為等距或比例變項時)(ex.可算平均住院人次、就醫次數等)。因此此分類方式對於瞭解資料特性和選擇統計方法的幫助不大！

🐼 如有些生統教科書主張，只有連續性資料才能用等距變項的統計方法，而非連續性資料則用類別變項的統計方法。若變項原本就是類別或序位變項，則不但是非連續性，也非等距，當然不能用等距變項的統計方法；但若變項原本是等距或比例變項，僅因測量時歸為非連續性，則被認為不該使用等距變項的統計方法實為謬誤！

# 正確選擇統計方法！

- 🤔 處理不同種類的變項資料時，應選用適當的統計方法(見補充講義「變項形式 vs. 統計分析方法對照表」，或楊志良「生物統計學新論」p.14)
- 🤔 「判別變項種類」為統計分析的第一步！！否則常會做出極為荒謬的描述、統計分析推論及結論而不自知

# 母群體、樣本及抽樣



# 母群體 vs. 樣本

## 👤 母群體(Population)

- 👤 意指所欲觀察的研究對象全體(ex.台灣地區成人)
- 👤 在統計學裡，所有用來敘述母群體的指標，均稱為「母數(parameter)」(ex.母群體個數為N)

## 👤 樣本(Sample)

- 👤 為母群體的縮影，注重代表性及適當大小，好的樣本才可幫助我們回推母群體的情況
- 👤 在統計學裡，所有用來敘述樣本的指標，均稱為「統計值(statistics)」(ex.樣本數為n)

# 為什麼要抽樣？

👉 為什麼不直接觀察母群體？或進行普查？

👉 有時母群體是假設存在的、無限大的、難以界定或難以獲知的

👉 經費有限

👉 時間有限

👉 研究通常具有時效性

👎 因普查而將研究的調查時間延長，可能會失去時效性

👉 希望能提高資料的準確性

👎 越大樣本的調查需動員更多的人力、物力、溝通與聯繫管道等，則可能增加犯錯或造成偏誤的可能

👉 可增加資料的豐富性

👎 若需考慮時效性、經費、時間等因素，普查僅能問較粗淺的問題，但若抽樣調查，則可問得深入些

👉 希望減少耗損(ex. 電燈泡壽命的品質管制檢驗)

👉 抽樣是一門很大的學問！且深深影響著資料的品質及推論母群體的代表性問題！

# 抽樣方法

## 🧐 機率抽樣

- 🧐 在完整定義的母群體中，每個個體具有一個大於0的中選機會，且中選的機會是隨機(random)的
- 🧐 Ex. 單純隨機抽樣、等距抽樣或系統抽樣、分層隨機抽樣、集束抽樣、多步驟抽樣等

## 🧐 非機率抽樣

- 🧐 在完整定義的母群體中，每個個體的中選機會不均等，常有未納入抽樣架構中之個體(即中選機會為0)，且中選的機會是非隨機的
- 🧐 研究者通常最重視的不是樣本代表性
- 🧐 Ex. 偶遇樣本或便利抽樣、立意取樣、自願樣本、配額選樣、滾雪球取樣等

# 單純隨機抽樣

- 🍀 需將母群體中的每個個體編上號碼，常以擲骰子、擲銅板、亂數表的方式抽出樣本
- 🍀 理論上很好，但實際應用的不多，僅適用於「母群體很小」的時候
- 🍀 亂數表(見楊志良「生物統計學新論」p.29，或補充講義「亂數表」)
  - 🍀 0~9任何一個數字在任何位置出現的機會都是均等
  - 🍀 每個數字的出現都是「獨立」的，即每個數字並不會影響到其他數字出現在其他的位置
  - 🍀 需事先決定要從哪一行、哪一列的數字開始，順序為何(直的、橫的或斜的)，根據母群體的個數，決定要選幾位數(ex.母群體為300名，則需一次看3位數，記錄下每個被選中的號碼，若號碼超過母群體個數則放棄此數字)

# 等距抽樣

- 👉 又稱為「系統抽樣」
- 👉 將母群體排成列(但不一定要編號)，每間隔一個數字抽一個樣本，需事先決定共要抽多少樣本，以母群體個數/樣本數 =  $K$ (若 $K$ 不是整數，則可四捨五入取整數)，則需每間隔 $K$ 個抽一個，再運用亂數表自 $1$ 至 $K$ 選出一個亂數 $R$ ，則會抽到 $R, R+K, R+2K, \dots, R+(n-1)K$
- 👉 需注意我們所要觀察的變項，其變化週期是否有某種規律存在，若此抽樣距離與此規律相等，則此樣本雖為隨機樣本，但統計值可能與母數相距甚遠而產生偏差，因此需避免此現象產生！！
- 👉 實際上很常運用此方法！

# 分層隨機抽樣

- 👉 又稱為「比率抽樣」
- 👉 在某些情況下，我們除了要推論母群體外，對「次母群體」的資料也有興趣想瞭解，因此可將母群體分層取樣，以確保每個次母群體(每個階層)都有足夠的樣本數；也就是將母群體依照某些特徵分類(ex.性別、居住地區)，然後在各層之內進行獨立的隨機抽樣
- 👉 各層的平均數差異越大，分層的效果越好！因此要把握著「同層之內同質性取其最大、異層之間異質性取其最大」的原則
- 👉 但若要推論母群體時，因次母群體的抽出比率通常不均等，所以要「加權」計算！

# 集束抽樣

- 🧐 將母群體分割成許多小集群，則以集群為單位隨機抽出樣本，被抽中的集群內的所有成員均為樣本(ex.學校的班級、戶政單位的鄰等)
- 🧐 雖可節省時間、人力和經費，但非不得已不要使用，因為抽樣所造成的誤差可能很大、風險很高，若被抽中的集群代表性不佳或有極端的情形產生，則研究結果可能會被抽中的集群所展現的情形而決定，而非母群體真正的現況

# 多步驟抽樣<sup>(1)</sup>

- 👉 在母群體很大時，通常會使用多步驟抽樣
- 👉 每一步驟所使用的抽樣方法可以不同，ex. 在抽學校時採簡單隨機抽樣、抽班級時採系統抽樣、被抽中之班級全班學生均為樣本(則為集束抽樣)，只要確保在每一步驟所使用的方法，都是機率抽樣即可！

# 多步驟抽樣(2)

🧐 多階段比例抽樣(Probability Proportional to size, 簡稱PPS抽樣)

🧐 為目前常被使用在規模較大(母群體很大)的抽樣方法

🧐 Ex.調查對象為台灣地區7~12歲的小孩，第一階段先抽出鄉鎮市區，第二階段再自中選之鄉鎮市區抽出村里，第三階段再自中選之村里抽出家戶或直接抽人

🧐 因為在抽樣過程中，每一階段各單位的中選機率和該單位的大小成比例，也就是單位越大的中選機率越高，因此此方法所得之樣本可說是母群體的最佳縮影！

# 便利取樣

- 🤔 又稱為「偶遇樣本」
- 🤔 就是碰到誰就選誰的抽樣方式(ex.街頭訪問、醫院病患)

# 立意取樣

- 🧐 由專家主觀判斷，立意選定他們認為「具有代表性」的樣本來觀察
- 🧐 Ex. 人類學家或社會學家選定幾個村莊來代表鄉村地區、交通專家選定幾個重要路口來計算交通流量、教育學家選定幾個學校班級的學生來代表所有的學生等

# 自願樣本

- 👉 自動願意參與研究的人就是樣本
- 👉 通常用於需進行人體試驗之研究議題
- 👉 自願者通常具有某些特質，因此要避免以此研究結果推論母群體！

# 配額選樣

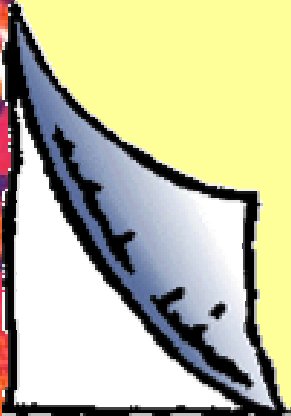
- 👉 依照母群體的人口特徵，按比例分配樣本數，在配額內進行非機率抽樣，ex.把母群體依特徵分類後，依據各類別的百分比(配額)，在每類中立意選樣至額滿為止
- 👉 此法為所有的非機率抽樣中，最接近機率抽樣的方法
- 👉 若在配額內進行隨機取樣，則為分層取樣(為機率抽樣)！

# 滾雪球取樣

- 👉 通常沒有母群體名單，且樣本很難接觸或不願曝光(ex.性工作者、AIDS 患者)，因此通常用於探索性研究，研究一個完全未知的領域
- 👉 先找到一個受訪者，再由此受訪者所提供的資訊找到其他受訪者，一個滾一個找尋受訪者
- 👉 重質不重量

生物統計教學(一之2)

單變項描述性統計  
(Descriptive Statistics)



# 課程宗旨

- 🤔 著重於描述性統計，瞭解各種變項類型所適用的單變項分析方法
- 🤔 單變項描述之結果呈現方式

# 使用目的及時機

## 🧐 瞭解資料的分佈情形

🧐 有助於瞭解資料的樣貌

🧐 提供選擇後續統計分析方法的依據

🧐 對重要變項做基本的描述

## 🧐 Check data, clean data

🧐 極端值(outlier)

🧐 除錯：不合邏輯的值

→有許多方法可供選擇，但要選對方法！！

# 等距 & 比例變項

🧐 「等距」意指每個數值的間隔相等，即「1與2的差別」和「101與102的差別」相同，亦即每個單位都是一樣大小(ex.身高、體重、收入、生病次數、住院人數、溫度)

🧐 「比例變項」又稱為「等比變項」，為等距變項中，具有絕對的「0」(真正的0)的變項！(ex.身高、體重、收入、生病次數、住院人數)，意即包含了「沒有」者，因此可以計算倍數

🧐 「溫度」則不是！因為0 是武斷給予的，所以不能說0 是「沒有溫度」，且40 也非20 的兩倍熱

🧐 通常此種變項所具有的訊息最豐富、最詳細  
→最高級的變項，亦可轉換成其他級的變項

# 等距變項的描述<sub>1</sub>

## 🧐 資料的集中趨勢

🧐 又稱為資料的「趨中性」、「中央趨勢」

🧐 目的是找出最具代表性的數值來代表全部個體

## 🧐 資料的離散趨勢

🧐 又稱為資料的「變異性」

🧐 目的是瞭解資料的離散程度為何

# 等距變項的描述<sub>2</sub> — 集中趨勢

## 🐼 平均值(Mean)

🐼 母全體 
$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

樣本 
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

🐼 特色：每個個體的數值均包括在內、每個個體的數值所佔份量(對平均值的影響)均等

🐼 缺點：易受極端值影響，若資料有許多極端值時，以平均值代表全體的集中趨勢會有問題

## 🐼 中位數(Median)

🐼 又稱為「中間值」

🐼 即將全部個體的數值，由最小排至最大，位於最中間的那個數值就是中位數(若為樣本數為偶數，則將中間兩個個體的數值相加 ÷ 2)

🐼 優點：不會受極端值影響，若資料有許多極端值時，以中位數較能代表全體數值的集中趨勢

# 等距變項的描述<sub>3</sub> — 離散趨勢

🧐 最大值(Maximum)、最小值(Minimum)

🧐 差距(range)=最大值 - 最小值

ex. A組資料最大值為95、最小值為5，則差距為90

B組資料最大值為60、最小值為40，則差距為20

→A組資料的變異性 > B組資料的變異性

🧐 但僅以差距來描述資料的變異性並非理想，因為只以最大值及最小值兩個數值來決定，若兩個資料的差距相等，不等於變異性(離散情形)相同

# 等距變項的描述<sub>4</sub> — 離散趨勢

## 🧐 變異數(Variance)

🧐 母全體的變異數  $\sigma^2 = \frac{\sum(X - \mu)^2}{N}$

樣本的變異數  $S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n-1)}$

因為母群的變異情形大，  
樣本的變異情形小，所以  
要調整樣本的標準差使其  
可代表母群

→ 即每個數值減平均值後，以平方的方式去除負值(否則會正負相消)，再將全部平方值相加，除以個案數

## 🧐 標準差(Standard Deviation)

🧐 即變異數開平方根  $\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum(X - \mu)^2}{N}}$ ;  $S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$

# 等距變項的描述<sub>5</sub> — 離散趨勢

🧐 變異係數(Coefficient of variance , C.V.)

🧐 以「標準差」除以「平均值」，通常會以%表示

即  $\frac{\sigma}{\mu}$  或  $\frac{S}{\bar{X}}$

🧐 目的在比較兩種不同變項的變異情形，以此方法可以去除因變項「測量單位」不同的情形，即是比較各變項的標準差是平均值的多少%，CV值越大表示該變項的變異性(離散情形)越大

ex.想知道全班同學的「身高」變異較大還是「體重」變異較大

# 序位或類別變項的描述

👉 頻率(frequency)

👉 每個數值的出現次數

👉 眾數(Mode)

👉 又稱為流行值

👉 在資料中出現頻率最多的數值，即最多個案為此數值

# 畫圖

👉 次數分佈圖：通常以變項為x軸、次數(人數)為y軸

👉 等距變項

👉 連續性的直方圖(histogram, 或稱長條圖)

- 需先將等距變項分組，依據每個組距中出現的次數畫圖
- 可檢視是否呈現「常態分佈」
- 可在圖中標出最大值、最小值、中位數、眾數

👉 枝葉圖(stem-and-leaf plot)

- 可檢視是否呈現「常態分佈」
- 可在圖中標出最大值、最小值、中位數、眾數

👉 盒狀圖(box plot)

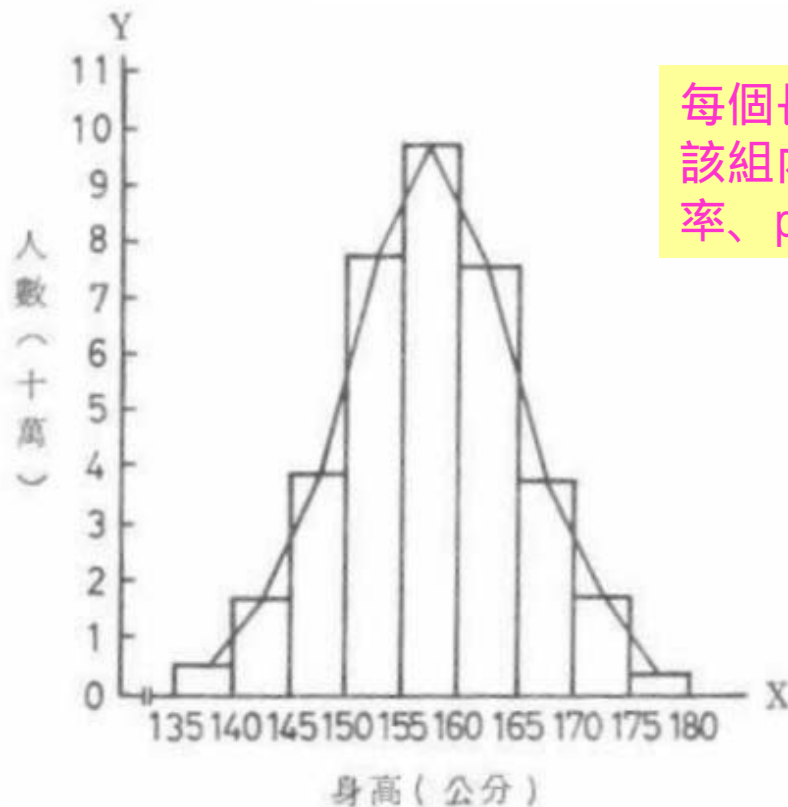
- 可在圖中標出最大值、最小值、中位數、上四分位數、下四分位數、極端值(outlier)

👉 序位或類別變項

👉 棒狀圖(bar chart, bar graph)

- 因為變項非為連續變項，所以 x軸所列的變項次序可以交換，但不可將 x軸的變項連接起來

# 連續性的直方圖



缺點：由分組  
代替各點數值  
可能與真實面貌有異

圖 4-1 台灣地區正常成年女子身高次數分佈假想圖

# 枝葉圖

FIGURE 2.7 Stem-and-leaf plot for the birthweight data (oz) in Table 2.7

枝(stem)：十位數以上的數字

葉(leaf)：個位數的數字

累積個數

中位數所在的組別

Stem-and-leaf of birthwgt N = 100  
Leaf Unit = 1.0

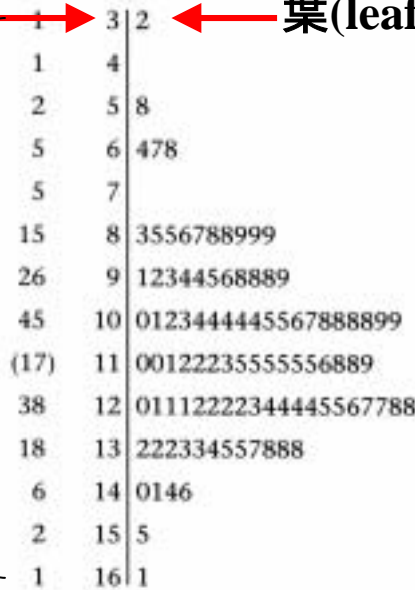
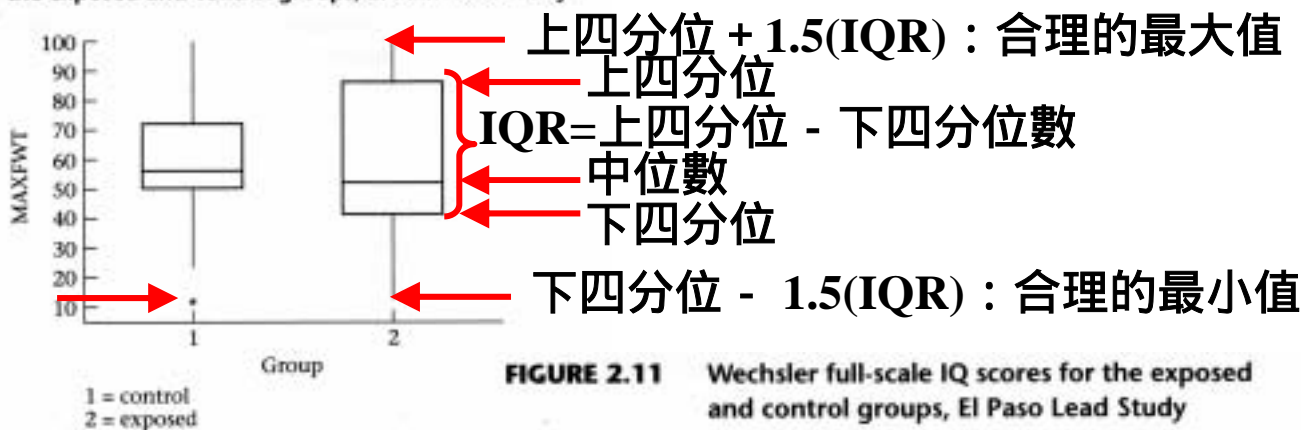


TABLE 2.7 Sample of birthweights (oz) from 100 consecutive deliveries

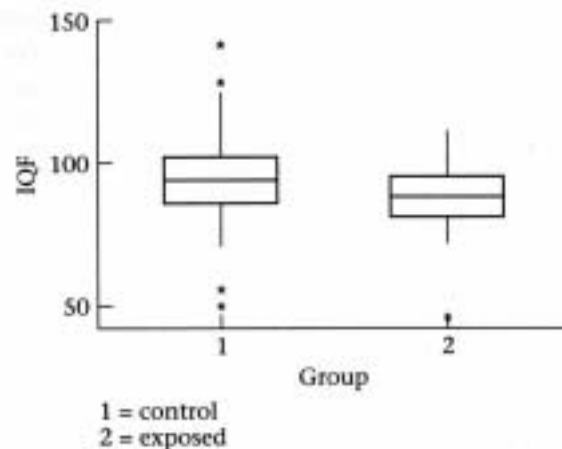
58	118	92	108	132	32	140	138	96	161
120	86	115	118	95	83	112	128	127	124
123	134	94	67	124	155	105	100	112	141
104	132	98	146	132	93	85	94	116	113
121	68	107	122	126	88	89	108	115	85
111	121	124	104	125	102	122	137	110	101
91	122	138	99	115	104	98	89	119	109
104	115	138	105	144	87	88	103	108	109
128	106	125	108	98	133	104	122	124	110
133	115	127	135	89	121	112	135	115	64

# 盒狀圖

**FIGURE 2.10** Number of finger-wrist taps in the dominant hand for the exposed and control groups, El Paso Lead Study



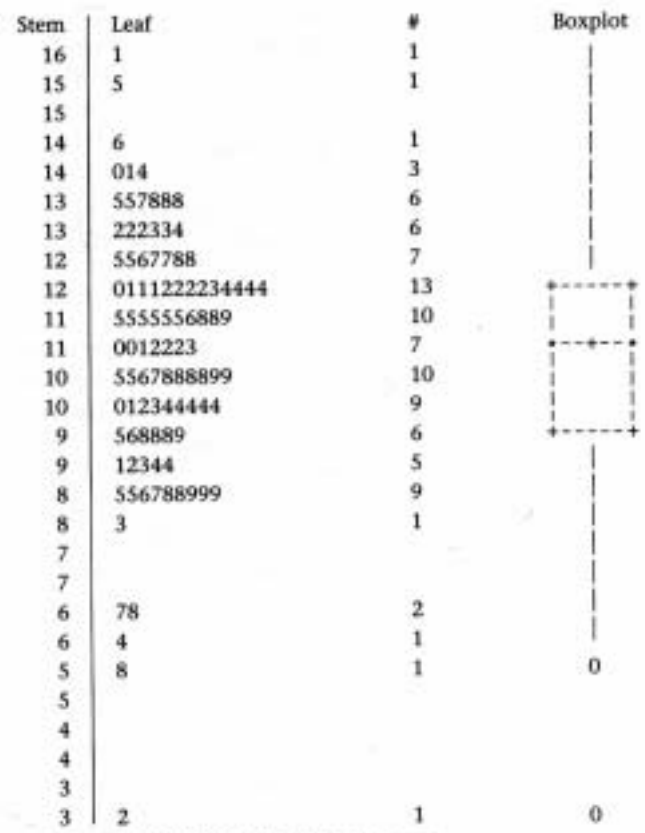
**FIGURE 2.11** Wechsler full-scale IQ scores for the exposed and control groups, El Paso Lead Study



分佈若為對稱，上、下四分位數與中位數的距離應相等

# 枝葉圖 & 盒狀圖

**FIGURE 2.9** Stem-and-leaf and box plots for the birthweight data (oz) in Table 2.7 as generated by the SAS UNIVARIATE procedure



Multiply Stem.Leaf by 10\*\*+1 100



# 棒狀圖

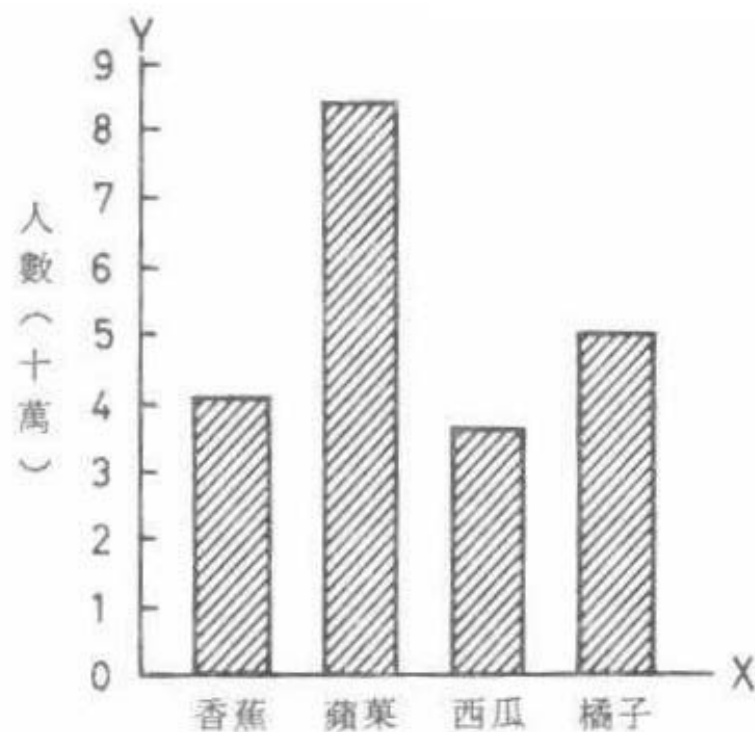


圖 4-2 成年女子最喜歡的水果分佈假想圖

# 常態分佈<sub>1</sub>

- 🧐 等距變項的分佈多呈現「常態分佈(Normal Distribution)」
  - 🧐 越接近平均值，個案數越多or頻率越高
  - 🧐 越遠離平均值，個案數越少or頻率越低
  - 🧐 曲線分佈圖呈現鐘型對稱(Gaussian shape, symmetric)，即「 $>$  平均值」和「 $<$  平均值」的個案數各佔50%
  - 🧐 平均值、中位數、眾數為同一數值

# 常態分佈<sub>2</sub>

- 由「平均值」決定曲線的中央位置，「標準差」來決定平均值兩旁曲線的伸展及變異情形

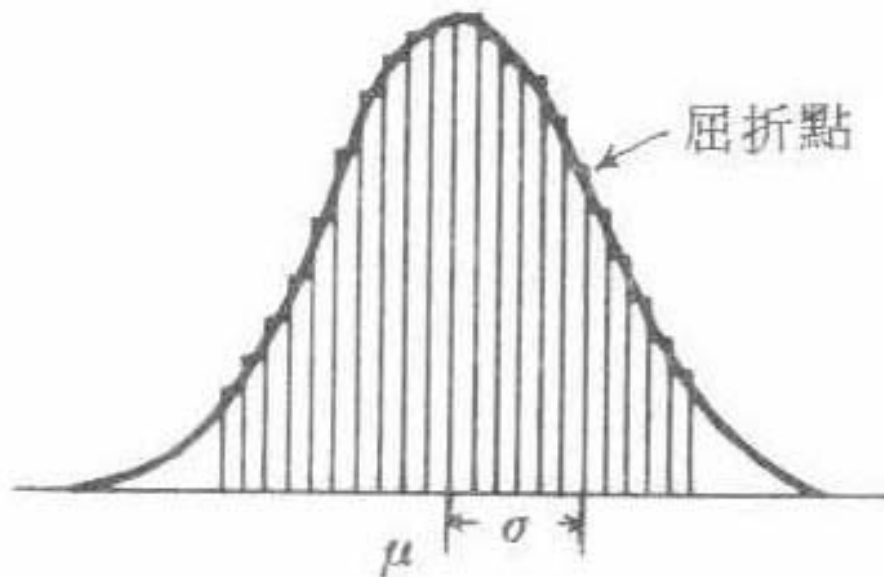


圖 4-4

**mean = median = mode**

# 非常態分佈<sub>1</sub>— 偏右分佈(positively skewed)

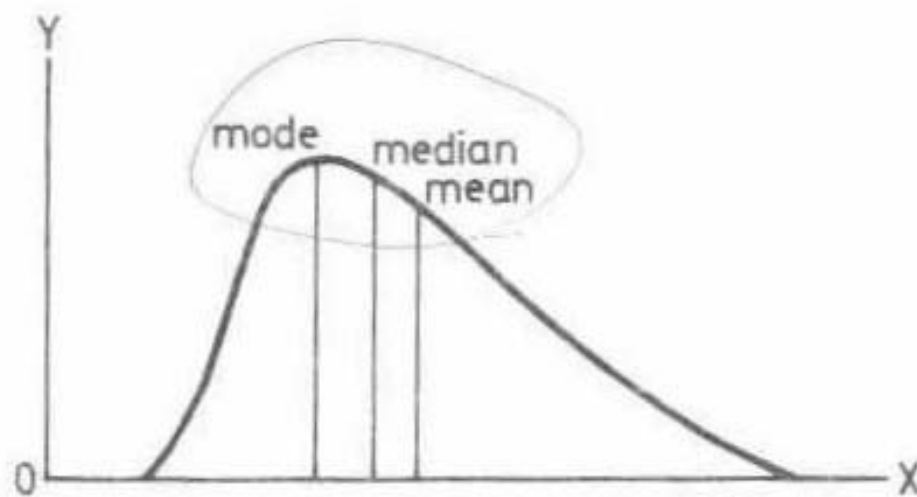


圖 4-6 偏右分佈

**mean > median > mode**

# 非常態分佈<sub>2</sub>— 偏左分佈(negatively skewed)

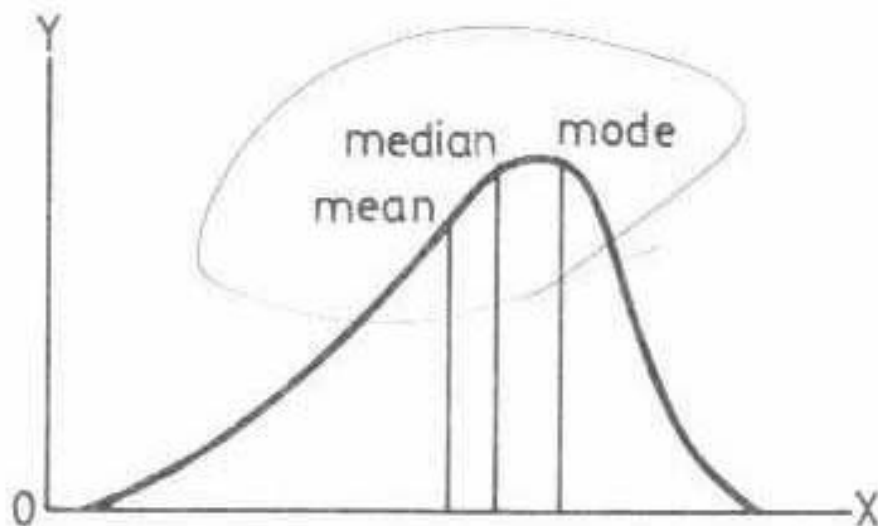
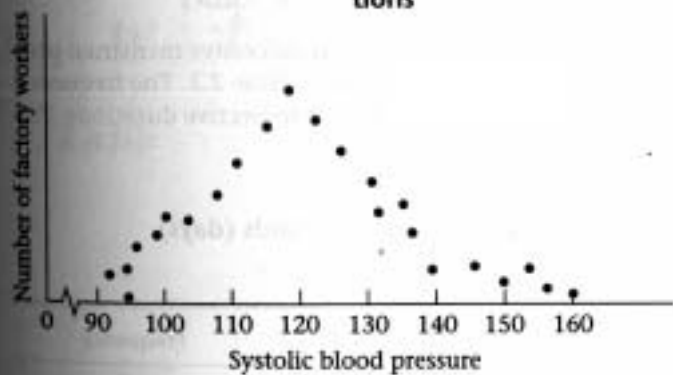


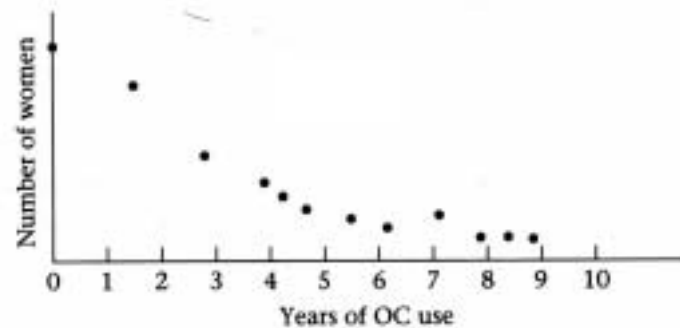
圖 4-5 偏左分佈

$$\text{mean} < \text{median} < \text{mode}$$

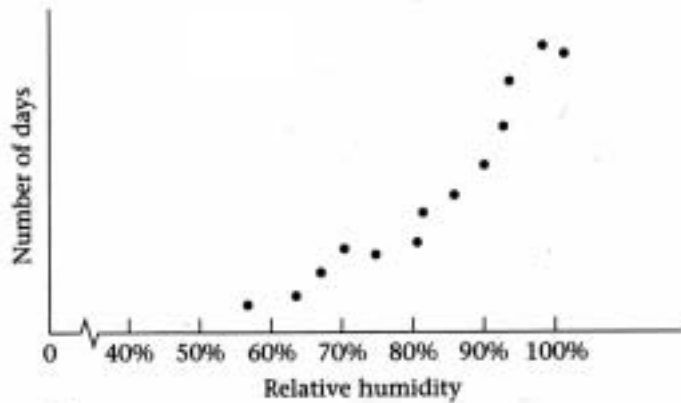
**FIGURE 2.3** Graphic displays of (a) symmetric, (b) positively skewed, and (c) negatively skewed distributions



(a)



(b)



(c)

# 非常態分佈<sub>3</sub>—

## 雙峰分佈(bimodal distribution)

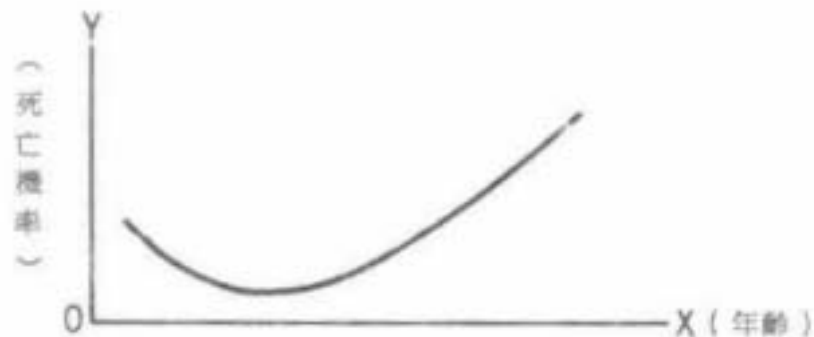


圖 4-8 雙峯分佈，雙峯即為最大及最小值

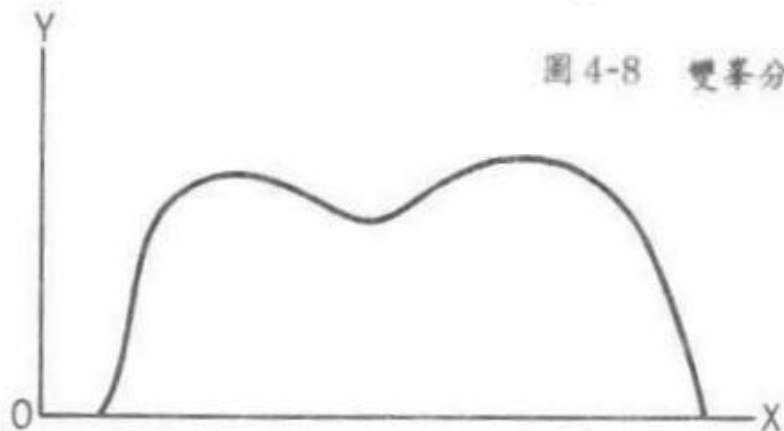
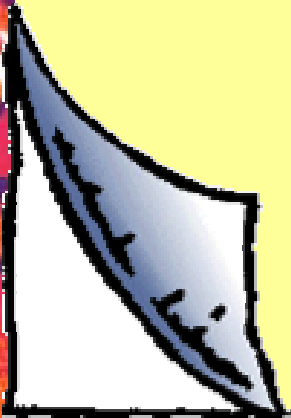


圖 4-7 雙峯分佈，雙峯在最大及最小值之間

生物統計教學(一之3)

雙變項統計分析(一)

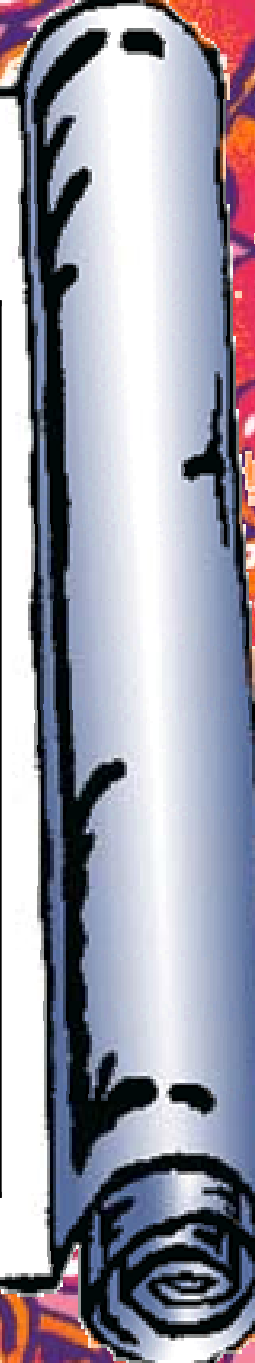


# 課程宗旨

- 🧐 瞭解一組、兩組或多組母群體或樣本間，等距變項(或等比變項)的統計檢定方法
  - 🧐 即「類別變項」vs.「等距變項(或等比變項)」的雙變項統計分析方法
- 🧐 均假設此等距變項(或等比變項)呈“常態分佈”，且均為“母數分析”(而非“無母數分析”)

# 統計方法

	一組樣本 vs. 母群體	<u>兩組</u> <u>獨立樣本</u>	<u>兩組</u> <u>相依樣本</u>	多組 獨立樣本
檢定 方法	Z-test	t-test	Paired t-test	ANOVA
事後 檢定	無	無	無	有
例子 (以雙尾 為例)	糖尿病病人的 血壓平均值是 否與正常人相 同	糖尿病病人的 血壓平均值是 否與肺結核病 人相同	經藥物治療 後，糖尿病病 人的血壓平均 值“後測值”是 否與“前測值” 相同	糖尿病、肺結 核、胃潰瘍、 的血壓平均值 是否相同



# Z-test vs. t-test

🧐 若已知母群體的標準差，則使用Z-test

🧐 Z值：某組樣本的平均值，距離母群體平均值幾個母群體平均值之標準差

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

🧐 通常母群體的標準差都是未知的，所以會以樣本的標準差去推估母群體的標準差，則會使用t-test

🧐 t值：某組樣本的平均值，距離另一樣本的平均值，幾個樣本平均值間之標準差(又稱「標準誤」或「抽樣誤差」)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

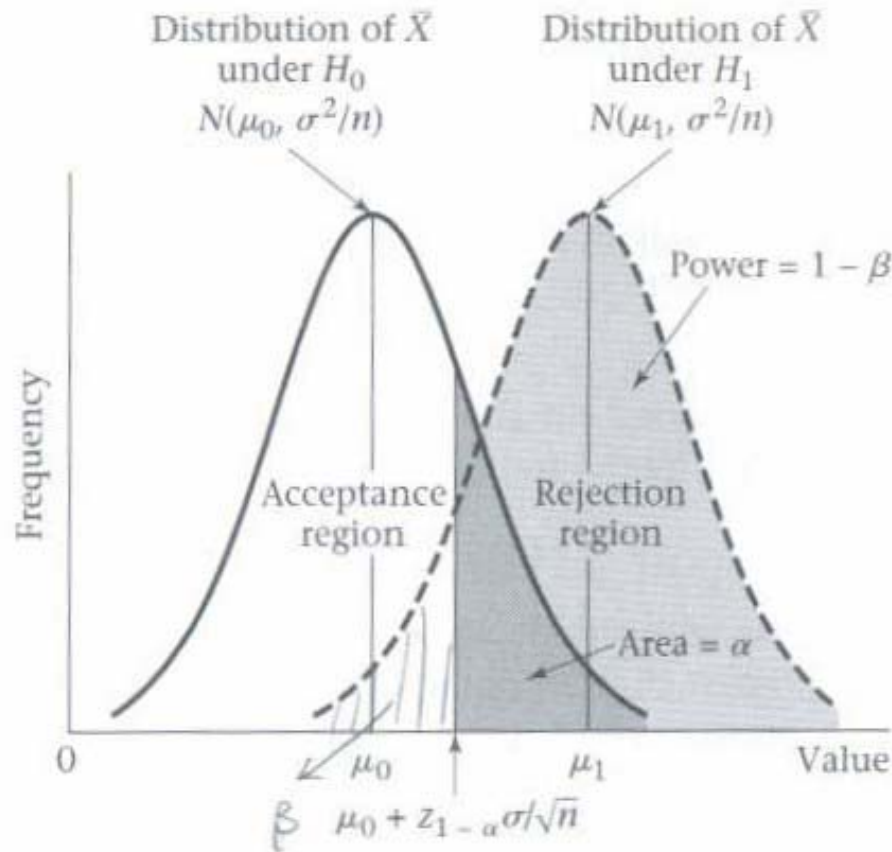
🧐 t分佈會受自由度(n-1)影響，若樣本數越大，則t分佈越接近Z分佈，在n > 120時，t與Z幾乎一樣

# 單尾檢定 vs. 雙尾檢定

	單尾檢定 (較少用, 較易拒絕 $H_0$ )		雙尾檢定 (較常用, 較保守, 較不易拒絕 $H_0$ )
$H_0$ (虛無假設) (希望能推翻 虛無假設)	👉 $\mu_1 < \mu_2$ (第一組的平均值小於第二組)	👉 $\mu_1 > \mu_2$ (第一組的平均值大於第二組)	👉 $\mu_1 = \mu_2$ (兩組的平均值沒有「差異」)
$H_1$ (對立假設) (為我們心中 真正的假設)	👉 $\mu_1 > \mu_2$	👉 $\mu_1 < \mu_2$	👉 $\mu_1 \neq \mu_2$ (即包含 $\mu_1 > \mu_2$ 和 $\mu_1 < \mu_2$ )

# 單尾檢定

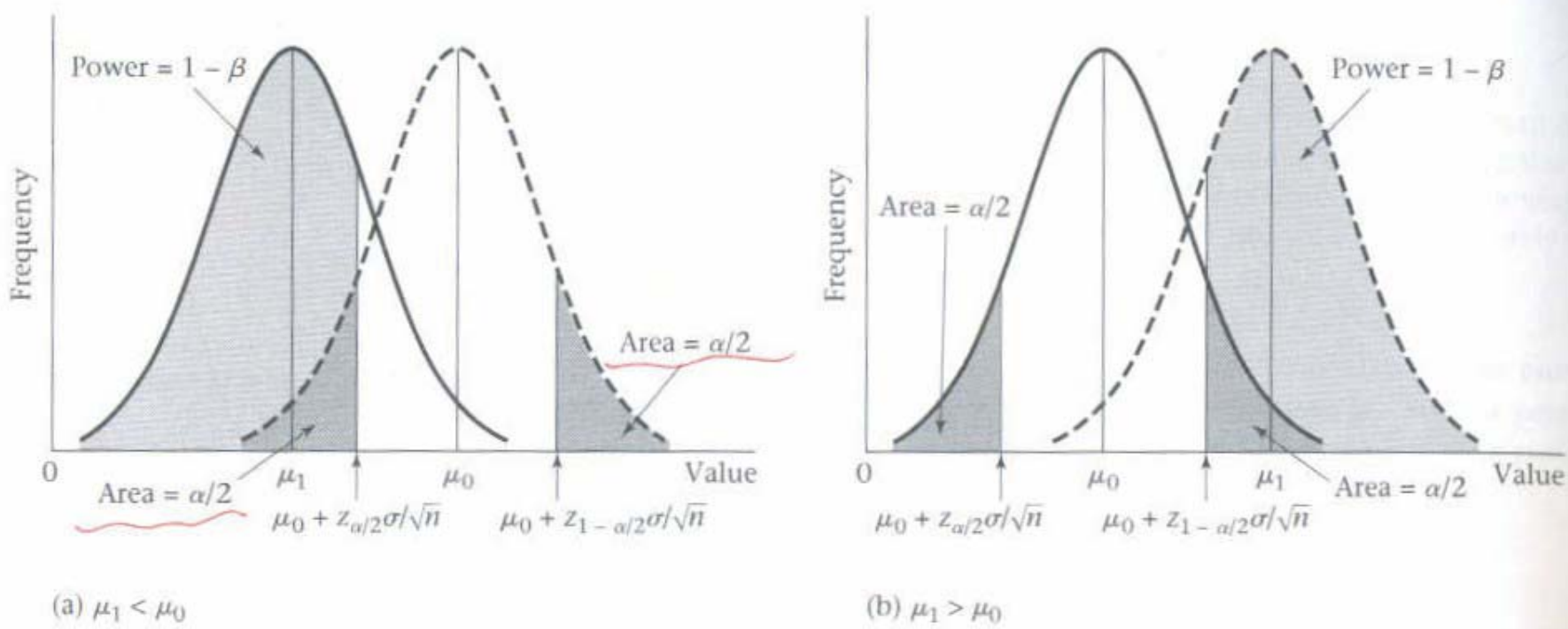
**FIGURE 7.6** Illustration of power for the one-sample test for the mean of a normal distribution with known variance ( $\mu_1 > \mu_0$ )



# 雙尾檢定



**FIGURE 7.8** Illustration of power for a two-sided test for the mean of a normal distribution with known variance



# p-value vs. $\alpha$ -value

- 🧐 p : 意指“ $H_0$ 成立的機率或可能性”  
: 意指“能接受 $H_0$ 成立的機率或可能性的最低底線”，即為檢視標準
- 🧐 通常會設  $\alpha = 0.05$  (即5%)  
若  $p < \alpha$  , 即  $p < 0.05$  , 則拒絕 $H_0$ 。(即推翻虛無假設)
  - 🧐 若太難達到顯著差異，或此研究可採較為不保守的檢視標準，則可設  $\alpha = 0.10$  , 即10%
  - 🧐 若太容易達到顯著差異，或此研究需採較為保守的檢視標準，則可設  $\alpha = 0.01$  , 即1%

# Z分佈

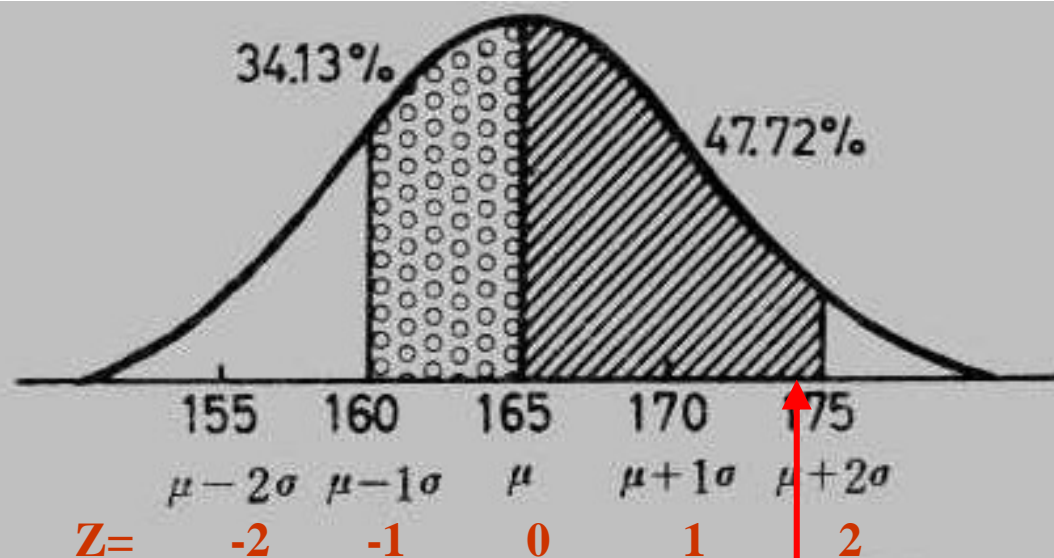


圖 4-12 160公分至 175公分身高者佔全部役男百分比

**Z= 1.96~-1.96時，陰影面積佔全部的95%**

# 對於標準差的假設

- 🤔 若樣本來自同一母群體，則應假設其標準差相同
- 🤔 若樣本來自不同母群體，則應假設其標準差不同

# 兩組相依樣本

👤 意指兩組樣本的個體是有關聯的

👤 常用Paired t-test分析的情況

👤 同一個人的兩個部位，可以一個做實驗組、一個做對照組(或稱控制組)

👤 同一個人，先做A測試，過一段時間再做B測試，比較兩種方法有無差異

👤 同卵雙胞胎，隨機分派一個做實驗組、一個做對照組

👤 以“前測 實驗 後測”的方法，對同一人進行調查，比較前後測值有無改變

# 因果假設

🧐 此類方法通常有因果假設

🧐 即存在自變項和依變項的關係

🧐 類別變項(組別)為因、等距變項(或等比變項)為果

🧐 但有時也會有例外，若只是想要比較兩組人的某變項平均值，也可以是“等距變項(或等比變項)為因、類別變項(組別)為果”

🧐 Ex. 欲比較有無罹患肺癌病人的血壓平均值是否有差異

# 點估計 vs. 區間估計

🧐 在呈現分析結果時，通常會給予“點估計”及“區間估計”兩種數值，供讀者參考

🧐 平均值、 $\mu_1$ 、 $\mu_1 - \mu_2$  等數值均為點估計值

🧐 95%信賴區間 (95% Confidence Interval簡稱95% C.I.)

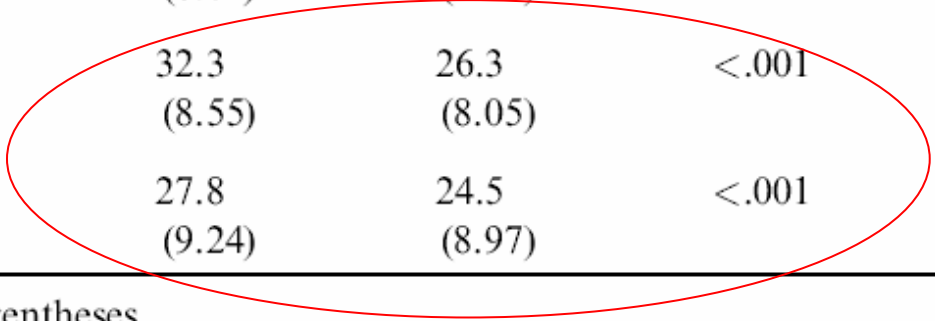
🧐 意指我們有95%的信心或可能性，所求得的點估計值會落在此範圍內

🧐 Ex.  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ，若 $\mu_1 - \mu_2$ 的95% C.I. 值包含“0”，則表示 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ 的假設有成立可能，即無法推翻 $H_0$

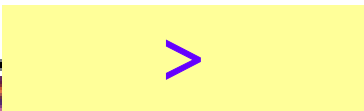


Table 3  
Means and standard deviations for the four Humor Styles Questionnaire scales for all participants, and for males and females separately (470 males, 725 females)

	Total sample	<i>t</i> test		
		Males	Females	Signif.
Affiliative humor	46.4 (7.17)	47.3 (6.82)	46.0 (7.22)	<.01
Self-enhancing humor	37.3 (8.33)	37.9 (8.02)	36.8 (8.50)	<.05
Aggressive humor	28.5 (8.79)	32.3 (8.55)	26.3 (8.05)	<.001
Self-defeating humor	25.9 (9.22)	27.8 (9.24)	24.5 (8.97)	<.001



*Note.* Standard deviations are shown in parentheses.



# ANOVA<sub>1</sub>

🧐 變異數分析，即Analysis of Variance的縮寫

🧐 N-way ANOVA

🧐 N：共有幾個類別變項(ex. 欲檢視性別、種族)

🧐 本堂課所指的雙變項分析，則指“One-way ANOVA”，即一個類別變項(且為多組別) vs. 等距變項(或等比變項)

🧐 與Z-test、t-test之異同

🧐 目的均為比較以一個類別變項分組之等距變項平均值的差異

🧐 前兩者以“平均數”進行分析；ANOVA則為透過“變異數”分析來檢定各組平均值是否有差異

# ANOVA<sub>2</sub>

- 👉  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$   
 $H_1$ : 至少有2組以上的母群體平均值不相等
- 👉 Assumption: 各組變異數相等, 因此在進行ANOVA時, 需先檢定各組的變異數是否相等(F-test)

# ANOVA<sub>3</sub>

## 🧠 總變異量的分解 (TSS=WSS+BSS)

🧠 WSS(組內差異、組內變異量, Within Sum of Square)

😬 各組內每個個體值與該組平均值差別的平方和

😬 自由度=  $n-k$ ,  $k$ 為組別個數

🧠 BSS(組間差異、組間變異量, Between Sum of Square)

😬 各組平均值與總平均值差別的平方和

😬 自由度=  $k-1$

🧠 TSS(總變異量, Total Sum of Square)

😬 各組內每個個體值與總平均值差別的平方和

😬 自由度=  $n-1 = (n-k)+(k-1)$

# ANOVA<sub>4</sub>

## 🤔 F-test

🤖  $F = MBSS / MWSS$

😓  $MBSS = BSS / (k - 1)$   
(組間平均變異數, Mean Between Sum of Square)

😓  $MWSS = WSS / (n - k)$   
(組內平均變異數, Mean Within Sum of Square)

🤖 若組間差異 > 組內差異, 且  $p < 0.05$ , 則表示各組的平均值有顯著差異



# 事後檢定

- 👉 因為ANOVA檢定只能知道各組的平均值是否有差異，即只要有任兩組的平均值有差異就會呈現顯著，所以要進行事後檢定，瞭解到底是哪些組(兩兩比較)的平均值有差異
- 👉 最常用Scheffe's(薛費事後檢定)、Bonferroni、LSD(最小顯著差異法，Least Significant Difference method)三種，前兩者較嚴格

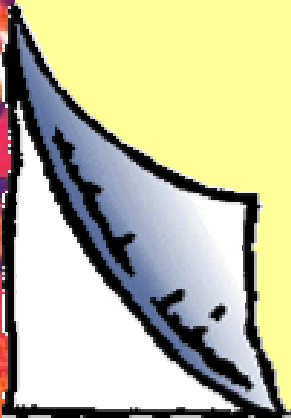
👉 Scheffe's:  $t > \sqrt{(k-1)F_{k-1, n-k, 1-\alpha}}$

👉 Bonferroni:  $\alpha^* = \frac{\alpha}{C_2^k}$

👉 LSD:  $t < t_{n-k, 1-\frac{\alpha}{2}}$

生物統計教學(一之4)

雙變項統計分析(二)



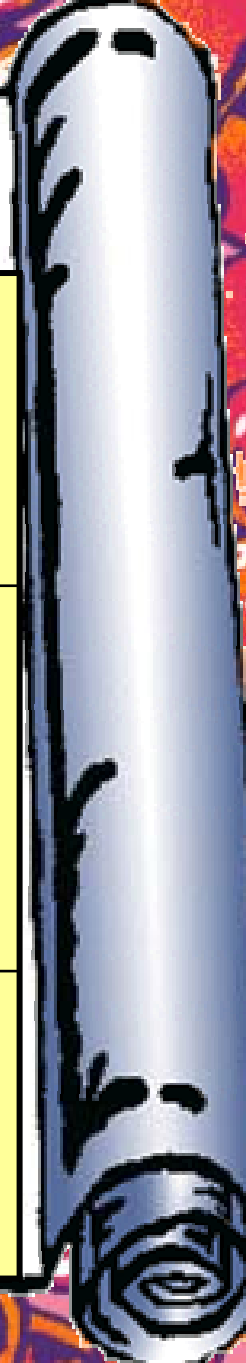
# 課程宗旨

🧐 瞭解比率變項、兩個類別變項、一個類別與一個序位變項間的統計檢定方法

🧐 二類類別變項(binomial variable)」，又稱「比率變項(proportional variable)」，即為僅有兩類的類別變項，且此兩類為互斥事件(ex. 性別、生死、銅板正面或反面)，也就是發生這兩類的機率加起來為1( $p+q=1=100\%$ )，非A即B

# 統計方法

檢定方法	<u>Proportional Z-test</u>	<u>Chi-Square test</u>	<u>Fisher's Exact test</u>	<u>McNemar's test</u>	<u>Chi-Square test for trend</u>
適用時機	為互斥事件的二類類別變項	檢定兩個類別變項(二類, 即 $R \times C$ table) 是否有顯著相關	若大多數細格數(cells) 內的數值預期值 $< 5$ 。通常為樣本數很小。	多用於檢定介入或實驗是否具有成效(相依樣本)	檢定一個類別變項與一個序位變項間的關係
例子	成年人與國中生的B肝帶原比率有無顯著差異	有無注射疫苗與有無得病是否有關	攝取鹽份多的人, 是否與其發生心血管疾病有關	經過衛教課程後, 有運動習慣的人是否變多	平均每日吸菸量越大的人, 得肺癌的機率是否較高



# Proportional Z-test<sub>1</sub>

👉 以一個樣本的  $\tilde{p}$  來推估母群體的  $p$  的信賴區間

👉 從高中生隨機抽取一個樣本，發現B肝帶原的比率為17%，則推估全體高中生的B肝帶原比率為多少？

👉 一個樣本的  $\tilde{p}$  是否與已知母群體的  $p$  有差異？

👉  $H_0: p_1=p_0$  ;  $Z = \frac{\tilde{p} - p_0}{\sigma_{\tilde{p}}} = \frac{\tilde{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 \times q_0}{n}}}$

👉 在男、女性各佔50%的人口中，因機車肇事死亡共120人中，男性有80人、女性有40人，男性因機車肇事而死亡的比率是否高於女性？

👉 為什麼不是查t表？因為比率變項，即使p與q變動很大，對  $\sigma_{\tilde{p}}$  影響仍小，因此從樣本中所獲得之  $\sigma_{\tilde{p}}$  仍為母數

# Proportional Z-test<sub>2</sub>

- 👉 以兩個樣本的  $\tilde{p}_1, \tilde{p}_2$  來推估兩個母群體比率的差別 ( $p_1 - p_2$ ) 的信賴區間
  - 👉 因為通常無法得知兩個母群體的比率，因此會抽兩個樣本分別代表此兩個母群體，進而比較其比率的差異的可能範圍值
  - 👉 從都市及山地高中生中各隨機抽取一個樣本，發現B肝帶原的比率為17%及30%，則都市與山地高中生的B肝帶原比率差別的95%信賴區間為何？
- 👉 以兩個樣本的  $\tilde{p}_1, \tilde{p}_2$ ，檢定兩個母群體的比率 ( $p_1$  和  $p_2$ ) 是否有差異？
  - 👉  $H_0: p_1 = p_2 = p_0$  ; 
$$Z = \frac{(\tilde{p}_1 - \tilde{p}_2) - \mu_{(p_1 - p_2)}}{\sigma_{(\tilde{p}_1 - \tilde{p}_2)}}$$
  - 👉 從都市及山地高中生中各隨機抽取一個樣本，發現B肝帶原的比率為17%及30%，則山地高中生的B肝帶原比率是否高於都市高中生？

# Chi-Square test<sub>1</sub>

- 🤔 又稱卡方檢定
- 🤔 探究兩個類別變項(皆為兩類以上)是否具有「關聯性(association)」
- 🤔 若某個個體在A類別變項的分類上屬於某一項，是否在B類別變項的分類上也特別傾向於屬於某一項
- 🤔 ex. 探討「有沒有打流感疫苗」跟「有沒有得流行性感冒」有無關係，重點在瞭解是不是「有打流感疫苗的人」比較屬於「沒有得流行性感冒的人」

# Chi-Square test<sub>2</sub>

🤔  $H_0$ :  $X_1$ 與 $X_2$ 沒有相關；

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

觀察值(Observed, 以O表示)

預期值(Expected, 以E表示)

🤖 若沒有相關的假設成立，則觀察值與預期值間的差別是隨機引起的，則不應相差太大；若相差太大，則此差別因隨機而引起的機率很低

		打流感疫苗		Total
		有	無	
流感	有	10 (26.67)	70 (53.33)	80
	無	90 (73.33)	130 (146.67)	220
Total		100	200	300

$$E_{11} = 100 \times \frac{80}{300} = 26.67$$

$$E_{12} = 100 \times \frac{220}{300} = 73.33$$

若無相關，則有沒有打流感疫苗與得不得流感沒有關係，即有無打流感疫苗的患病機率皆為 80/300

# Fisher's Exact test

- 若O比E大，則累加比觀察值更大的機率(右邊尾巴的面積)；若O比E小，則累加比觀察值更小的機率(左邊尾巴的面積)(注意：用最小的觀察值計算)
- 此法為答案最正確的方法，但計算複雜

		攝取鹽份		Total
		多	少	
心血管疾病	有	2 (2.92)	23 (53.33)	25
	無	5 (4.08)	30 (146.67)	35
Total		7	53	60

		X <sub>1</sub>		Total
		a	b	
X <sub>2</sub>	c	a	b	a+b
	d	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	n=a+b+c+d

$$P_{(a,b,c,d)} = \frac{C_a^{a+b} \times C_c^{c+d}}{C_{a+c}^n} = \frac{\frac{(a+b)!}{a!b!} \times \frac{(c+d)!}{c!d!}}{\frac{n!}{(a+c)!(b+d)!}}$$

$$= \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!}$$

則累加O<sub>11</sub>為2、1、0的機率的總和

# McNemar's test

🤪 只管b跟c，不管a跟d  
 $H_0: p=1/2$ ，即 $E_{12}=E_{21}=(b+c)/2$

		$X_1$		Total
		無	有	
$X_2$	無	a	b	a+b
	有	c	d	c+d
Total		a+c	b+d	n=a+b+c+d

$$\chi^2 = \frac{\left[ \left| b - \frac{b+c}{2} \right| - \frac{1}{2} \right]^2}{\frac{(b+c)}{4}}$$
$$= \frac{(|b-c|-1)^2}{(b+c)}$$

Ex. 有無介入 vs. 有無改善

用A方法或B方法治療 vs. 死活

(意即若「有無介入」與「改變與否」無關，則從「無→有」或「有→無」的可能性應均為1/2，即by chance)

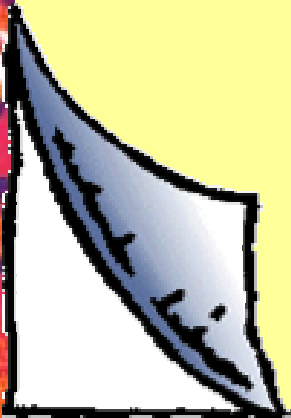
# Chi-Square test for trend

🧐 Ex. 平均每日吸菸量越大的人，得肺癌的機率是否較高

🧐 二類類別變項(得肺癌) vs. 序位變項(將平均每日吸菸量依多寡依序分組)  
(即為  $2 \times k$  table)

生物統計教學(一之5)

雙變項統計分析(三)



# 課程宗旨

- 🧐 瞭解兩個等距或等比變項間的統計檢定方法
  - 🧐 相關(pearson correlation)
  - 🧐 簡單直線迴歸(simple linear regression)

# 統計方法

## 🧐 相關(pearson correlation)

🧐 沒有因果假設，目的在看兩個等距或等比變項的變化是否有強烈的關係，即  $x_1$  越高時  $x_2$  是否也越高

## 🧐 簡單直線迴歸(simple linear regression)

🧐 有因果假設，目的在看以  $x$  為自變項預測依變項  $y$  時， $x$  每增加一個測量單位時， $y$  增加幾個測量單位

→ 均可用 散佈圖(Scatter plot) 來看

# 散佈圖—相關



圖 12-5  $r = +1$

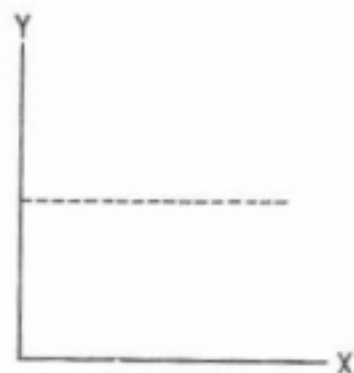


圖 12-7  $r = 0$

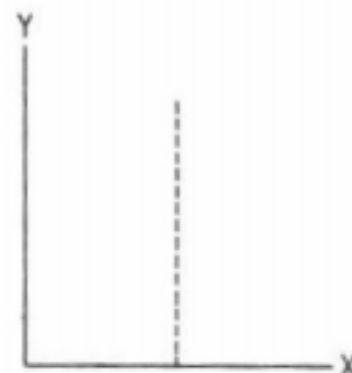


圖 12-8  $r = 0$

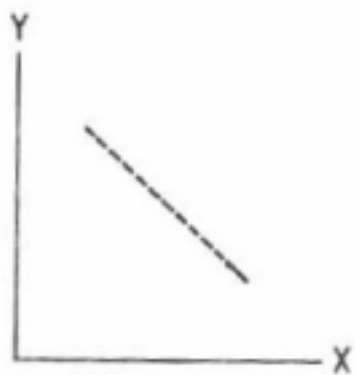


圖 12-6  $r = -1$

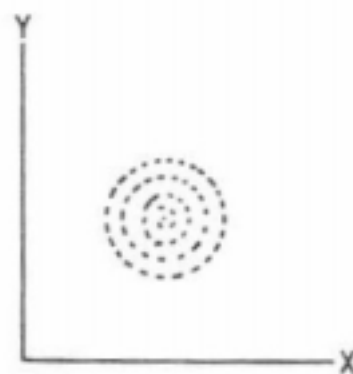
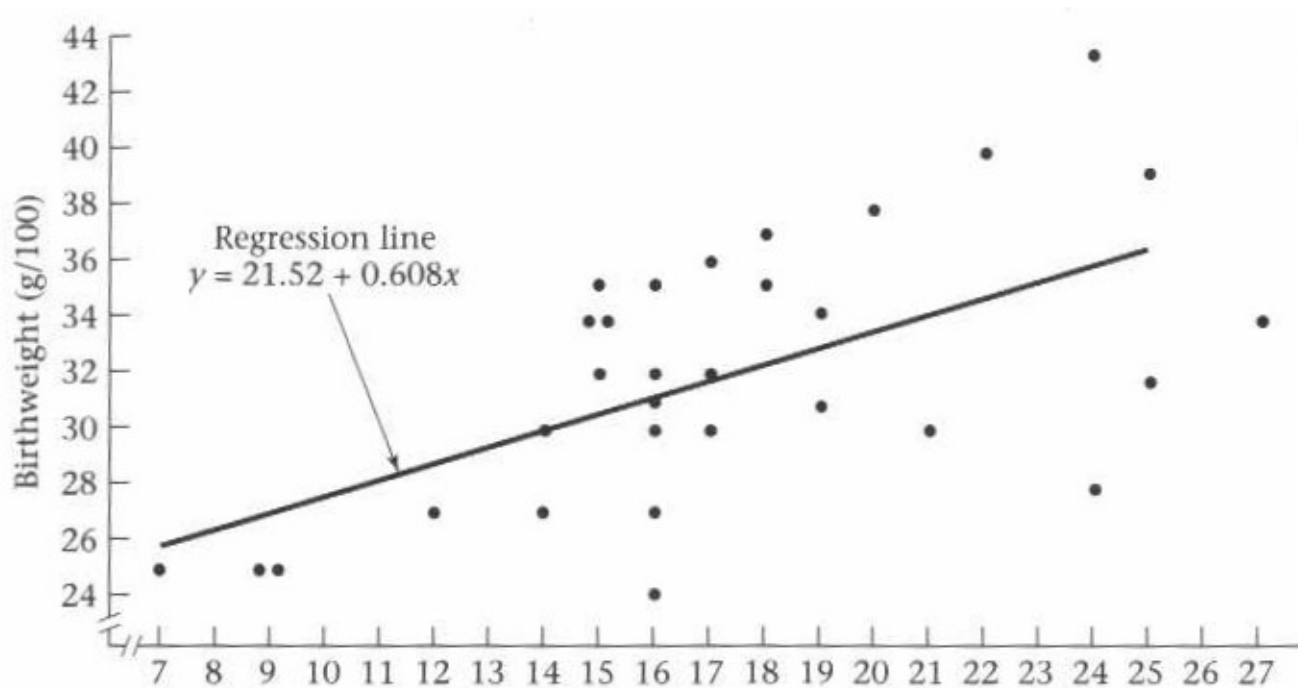


圖 12-9  $r = 0$

# 散佈圖—簡單直線迴歸

- 🧐 公式為  $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1$  ;  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \varepsilon_i$   
 $\beta_0$  為截距、 $\beta_1$  為斜率、 $\varepsilon_i$  為每個人的殘差  
上述公式構成一直線，即為迴歸線



# 迴歸係數與相關係數的關係<sub>1</sub>

迴歸係數( )	相關係數( r )
意指x每增加一個單位，y增加 個單位	指此種預測的準確度多高
有單位	沒有單位
正負號表示，x每增加一個單位，y增加或減少 個單位，數值的絕對值越大代表斜率越大	數值介於-1~1，正負號表示兩變項為正相關或負相關，絕對值越大代表相關越大，0代表無相關
兩者的正負號一定相同	
兩者的數值沒有一定的關係，即 大r不一定大	

# 迴歸係數與相關係數的關係<sub>2</sub>



圖 12-10  $b$  值大,  $r$  值小

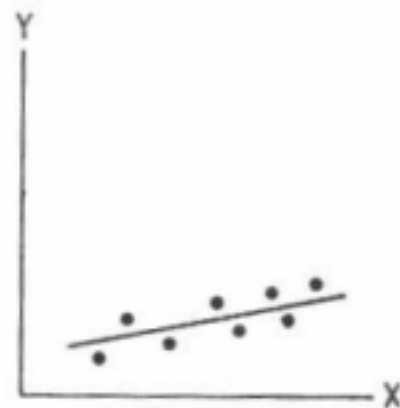


圖 12-11  $b$  值小,  $r$  值大

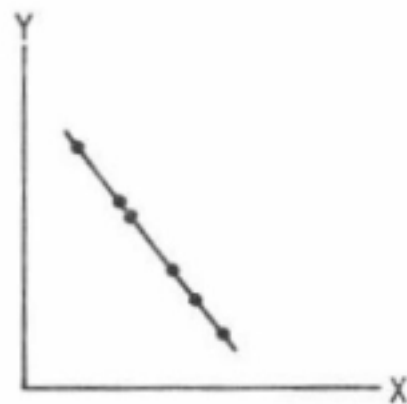
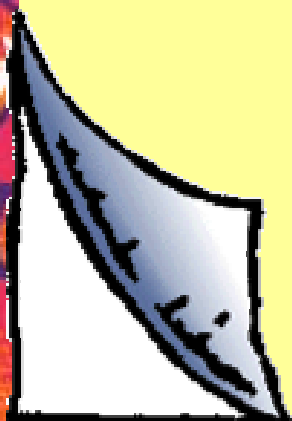
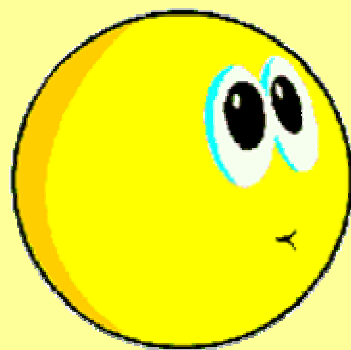


圖 12-12  $b$  值與  $r$  值之絕對值均大, 但均為負值

~謝謝大家的耐心聆聽嚕~



~CABLE 2006 教育訓練課程~

## 生物統計 (二)

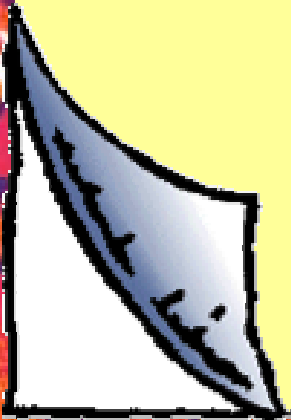
台大衛生政策與管理研究所

江宜珍

2006.08.11

生物統計教學(二之1)

多變項統計分析(一)



# 課程宗旨

- 🧐 瞭解以「等距或等比變項」為「依變項」之「多變項」統計分析方法
- 🧐 複迴歸(multiple linear regression)

# 多變項統計方法的重要性

- 🧐 現實生活中，許多因素常伴隨一起發生，很難獨立檢視兩變項之間的關係，需將其他可能造成影響或干擾的變項加以控制後，才能釐清兩變項真正的關係為何
- 🐼 在實驗性研究中，或許可藉由隨機分派或配對等方式控制許多可能影響我們真正有興趣要知道的x與y2的關係，但可能仍有其他未知因素未被發現而沒控制，造成研究結果的偏誤
- 🐼 在非實驗性研究中，通常無法以隨機分派或配對的方式來除去眾多干擾因素，因此必須利用多變項統計分析

# 簡單直線迴歸與複迴歸

- 🧐 均需符合下列assumption才可用此方法分析
  - 🧐 依變項(y)需為符合常態分佈的等距或等比變項
  - 🧐 需為獨立樣本
  - 🧐 殘差值( )應呈現常態分佈  
(mean=0 ; variance=  $\sigma^2$ )
- 🧐 簡單直線迴歸是複迴歸的一個特例：前者自變項只有1個，後者自變項>1個

# 複迴歸公式

🧐  $y$  為觀察值、 $\hat{y}$  為預期值

🧐 若有 $k$ 個自變項，則公式為

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k$$

🧐 每一個 $y$ 的觀察值為

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

🧐 若每個預期值  $\hat{y}$  與其原有之觀察值  $y$  均相等，則相關為100%；若差別很小，則相關很高；若差別很大，則相關很低

# 複迴歸—自變項(x)

## 👉 等距變項

👉 直接放入模式中

👉 解釋方式：x每增加一個單位時，y增加 個單位

## 👉 類別變項

👉 在放入模式前需先設一組「虛擬變項(dummy variable)」設其中一個類別為參考組(reference group)，通常設個案數最多的那一組為參考組，其他組的均為相對於此參考組對y的影響，因此一個有k組類別的變項，會設k-1個虛擬變項(需注意SAS中虛擬變項的預設法)

👉 解釋方式：x為B(或C、D...)類時相對於A類，y相差 個單位

## 👉 序位變項

👉 同類別變項的方式處理，通常設最大或最小的那一組為比較組

👉 解釋方式：看此序位變項之各虛擬變項的各個 值是否呈現一個趨勢的現象，則可綜合解釋(ex.如  $\beta > 0$ 時，表示x的序位越大時y越大)

# 虛擬變項的設法

🤔 Reference 設法：較常用

🐼 Ex. 四元類別變項(變項值有四個種類)需設3個虛擬變項

代表類別 \ 虛擬變項	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
1(參考組)	0	0	0
2	1	0	0
3	0	1	0
4	0	0	1

🤔 Contrast (Effect)設法：為SAS default

🐼 參考組設為 -1、 -1、 -1

# 何謂控制？

## 🤖 淨迴歸係數

🤖  $x_1$  為控制(固定)了其他  $x$  後， $x_1$  與  $y$  的淨迴歸

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k$$

$$\hat{y}_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k$$

$$\hat{y}_2 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k$$

假設  $y_1$  與  $y_2$  只差在性別 ( $x_1$ )

$$\begin{aligned} \text{則 } \hat{y}_1 - \hat{y}_2 &= (\beta_0 + \beta_1 \times 1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k) - \\ &\quad (\beta_0 + \beta_1 \times 0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k) \\ &= \beta_1 \end{aligned}$$

# 模式篩選

🧐 全模式(Full Model)

🧐 模式篩選(Model selection)：目的在以最少個自變項，以解釋依變項最大的變異量。需注意若有虛擬變項存在，應同進同出

🧐 以理論篩選

🧐 階層迴歸

🧐 以統計篩選

🧐 向後剔除法、遞減法(Backward selection)

🧐 遞增法(Forward selection)

🧐 逐步增刪法(Stepwise selection)

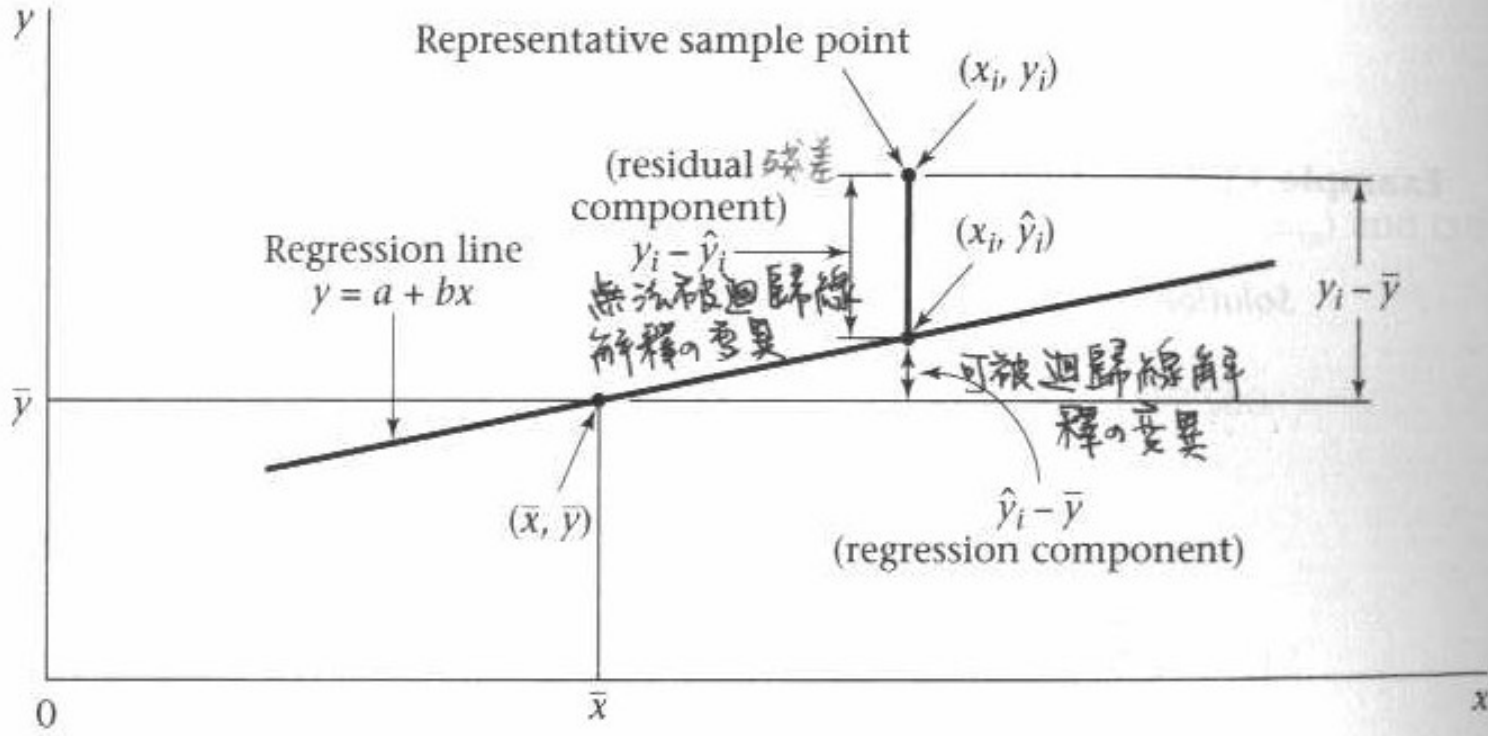
# 模式適合度

🧐 判定係數( $r^2$  , 亦常寫為 $R^2$ )

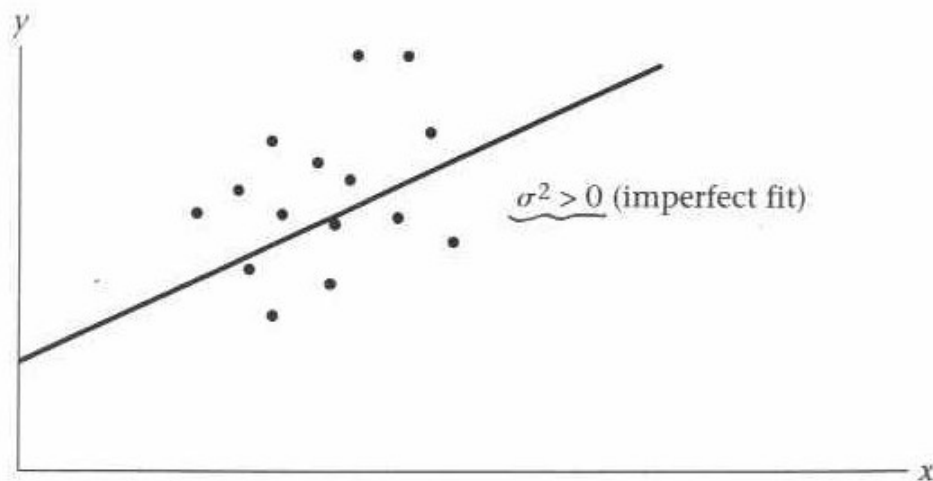
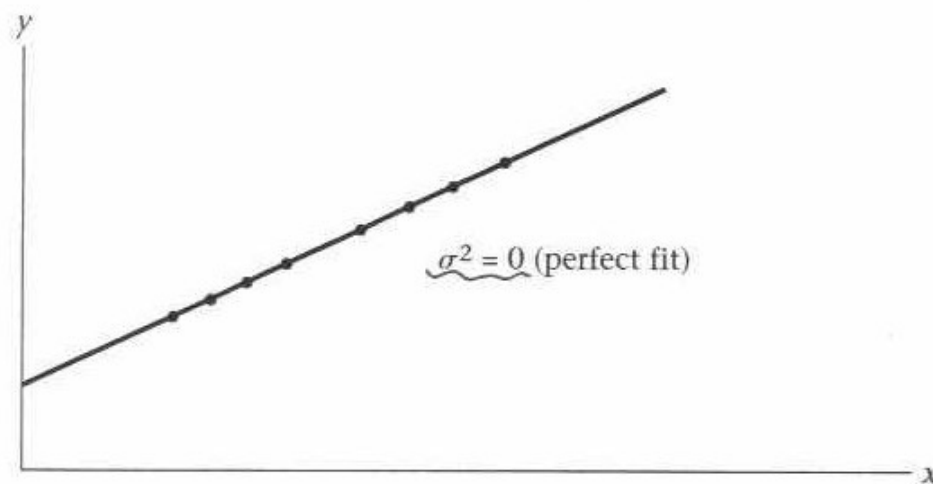
🧐 因為 $-1 \leq r \leq 1$  , 因此 $0 \leq r^2 \leq 1$  , 代表 $y$ 的總變異量中有多少%是由  $x$  的變化所解釋(可解釋變異量) , 其餘部分為無法由  $x$  所解釋的變異量

$$r^2 = \frac{\text{可解釋變異量}}{\text{總變異量}}$$

**FIGURE 11.5** Goodness of fit of a regression line



**FIGURE 11.2** The effect of  $\sigma^2$  on the goodness of fit of a regression line

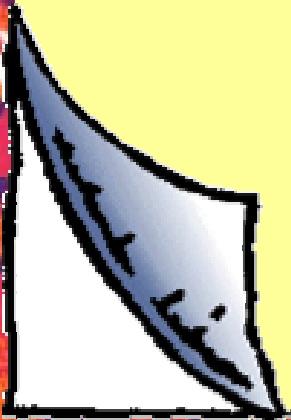


# 依變項形式轉換

- 🤔 在複迴歸分析中，很重要的是要注意依變項是否為「等距或等比變項」，且呈「常態分佈」，若不是，但又希望能使用複迴歸分析，則可將依變項之變項種類「轉換(transformation)」成常態分佈的形式，但在解釋模式時，要記得處理回原來的測量形式
  - 😬 偏右分佈→取對數或開平方根
  - 😬 偏左分佈→取平方數
- 🤔 若真無法讓依變項符合常態分佈，則建議將其重新分成類別或序位變項，並使用適用於前兩類依變項形式之多變項統計分析方法

生物統計教學(二之2)

多變項統計分析(二)



# 課程宗旨

- 🧐 瞭解以「類別變項或序位變項」為「依變項」之「多變項」統計分析方法
  - 🧐 邏輯斯複迴歸(logistic regression, logit model)
  - 🧐 多元邏輯斯複迴歸(multicategory logistic regression, polytomous logistic regression, polychotomous logit model)
  - 🧐 比例勝算模式(proportional odds logit model)

# 邏輯斯複迴歸

🧠 均需符合下列assumption才可用此方法分析

🧠 依變項(y)需為二元類別變項  
非A即B,  $P(A)+P(B)=1$

🧠 需為獨立樣本

# 公式

$$\log\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k$$

$$= \log\left(\frac{P_{y=1}}{1 - P_{y=1}}\right)$$

$$= \log(\text{odds}) \rightarrow \text{勝算} : y=1 \text{ 的機率} / y=0 \text{ 的機率}$$

$$= \text{logit}(P_{y=1})$$

$$\Rightarrow P_{y=1} = \frac{1}{1 + \exp^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k)}}$$

# 自變項(x)

## 🧐 等距變項

🧐 直接放入模式中

🧐 解釋方式： $x_1$ 每增加一個單位時，危險性(勝算比)增加 $e^{-1}$

## 🧐 類別變項

🧐 在放入模式前需先設一組「虛擬變項(dummy variable)」設其中一個類別為參考組(reference group)，通常設個案數最多的那一組為參考組，其他組的均為相對於此參考組對y的影響，因此一個有k組類別的變項，會設k-1個虛擬變項

🧐 解釋方式： $x$ 為B(或C、D...)類時相對於A類，危險性(勝算比)為 $e^{-1}$ 倍

## 🧐 序位變項

🧐 同類別變項的方式處理，通常設最大或最小的那一組為比較組

🧐 解釋方式：看此序位變項之各虛擬變項的各個值是否呈現一個趨勢的現象，則可綜合解釋(ex.如  $\beta > 0$ 時，表示x的序位越大時y為1的可能性或危險性越大)

# 何謂控制？

$$\log\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k$$

假設  $y_1$  與  $y_2$  只差在性別 ( $x_1$ )

$$\text{則} \left[ \log\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}} \mid x=1\right) \right] - \left[ \log\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}} \mid x=0\right) \right] = \log\left(\frac{\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}} \mid x=1}{\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}} \mid x=0}\right)$$

$$= \log\left(\frac{\text{odds}_{x=1}}{\text{odds}_{x=0}}\right) = \log(\text{odds ratio})$$

$$= (\beta_0 + \beta_1 \times 1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k) -$$
$$(\beta_0 + \beta_1 \times 0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k)$$

$$= \beta_1$$

$$\Rightarrow \text{OR} = \text{odds ratio} = e^{\beta_1}$$

當 **OR=1** (  $=0$  ) 時  
無顯著差異

Proportion  
Having  
Satellites

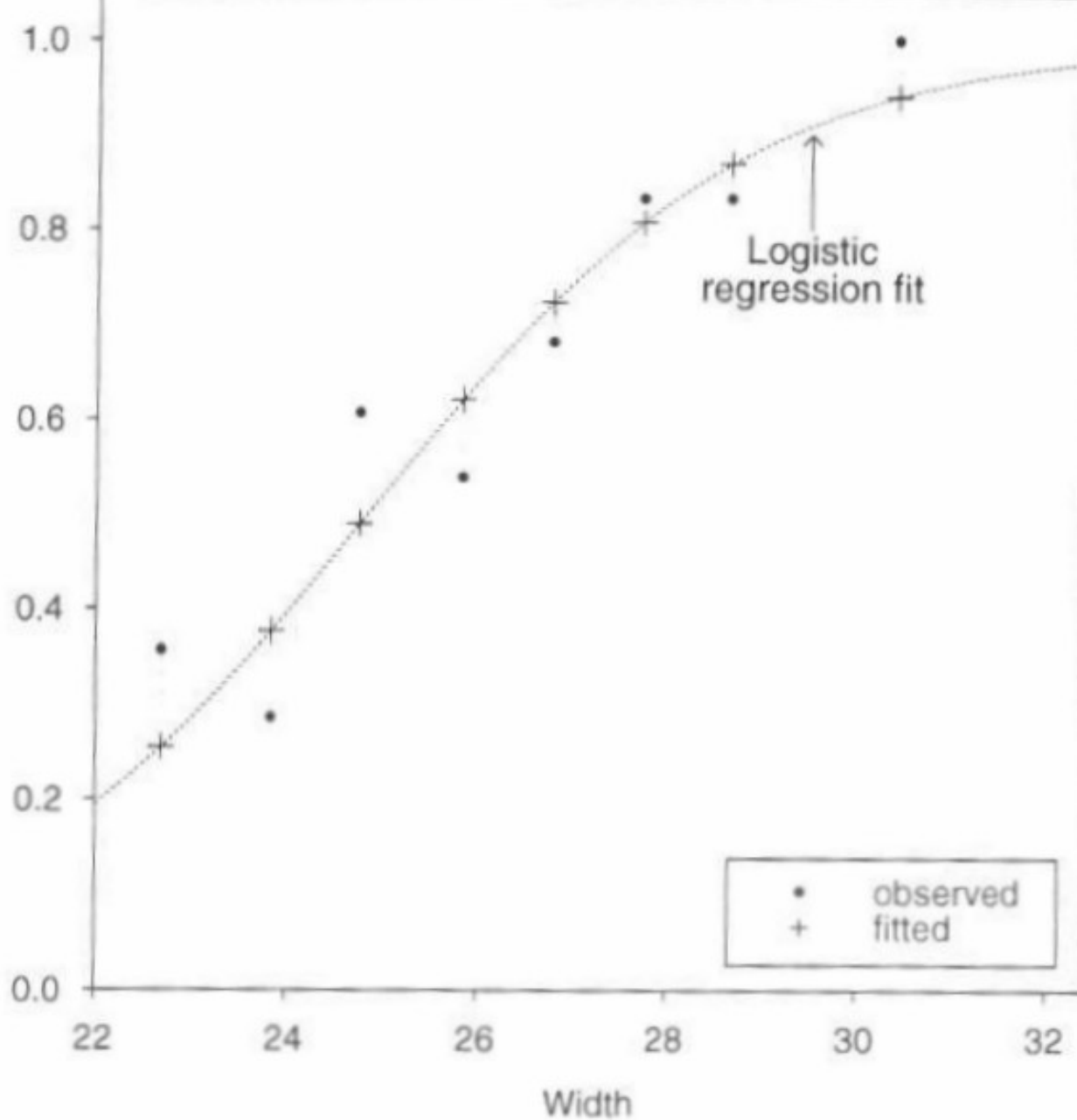


Figure 5.3 Observed and fitted proportions of satellites by width of female crab.

Predicted  
Probability

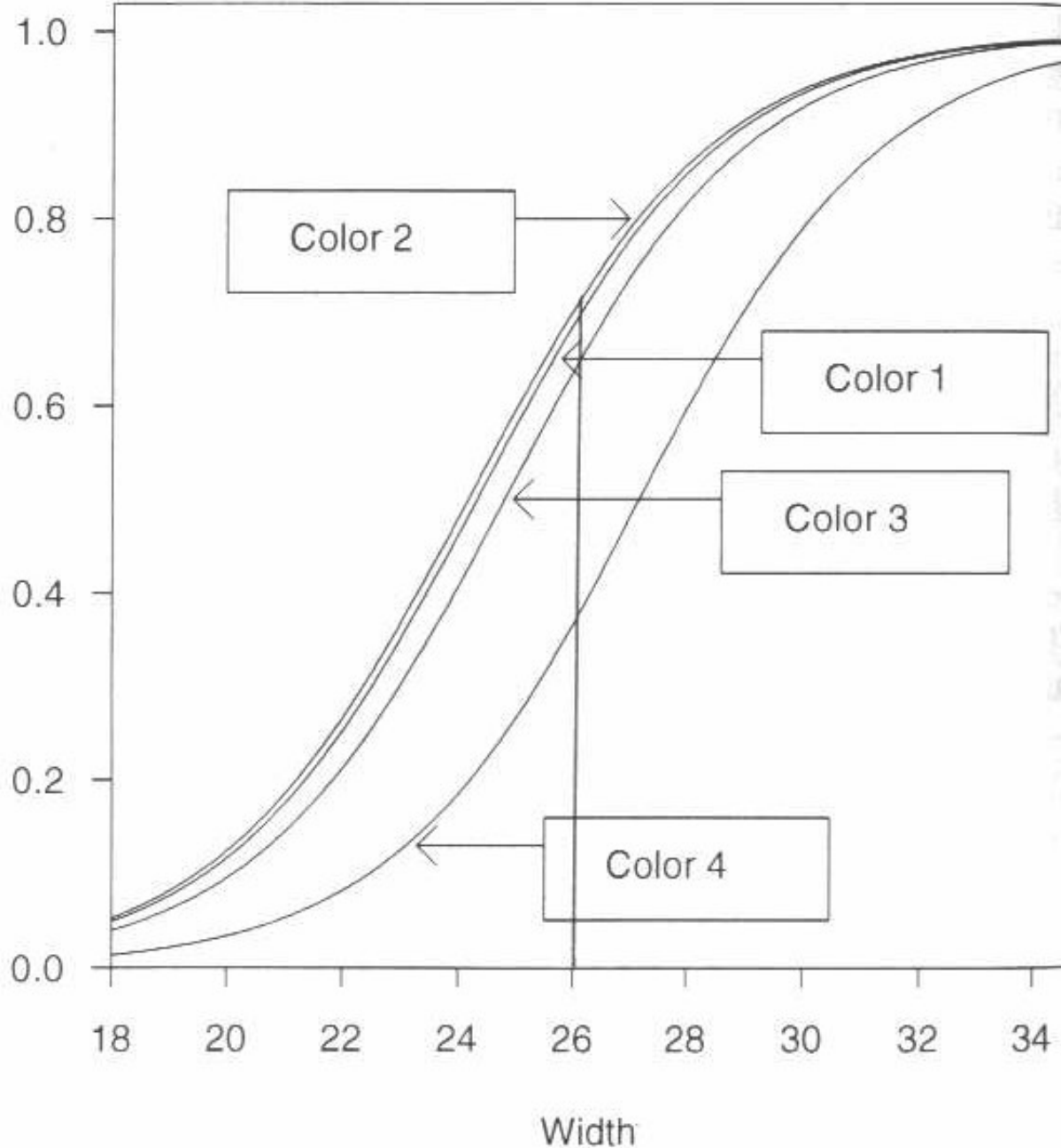


Figure 5.4 Logistic regression model using width and color predictors.

# 模式篩選

🧠 全模式(Full Model)

🧠 模式篩選(Model selection)：目的在以最少個自變項，以解釋依變項最大的變異量。需注意若有虛擬變項存在，應同進同出

🧠 以理論篩選

🧠 階層迴歸

🧠 以統計篩選

🧠 向後剔除法、遞減法(Backward selection)

🧠 遞增法(Forward selection)

🧠 逐步增刪法(Stepwise selection)

# 模式適合度

- 🧐 Concordant pairs(預期值與觀察值一致性的對數)的比率(%)越高，則模式適合度越佳
- 🧐 C值，越大越好
  - 🧐 ROC curve下的面積
- 🧐 Hosmer-Lemeshow chi-square test，不顯著則佳
  - 🧐 近似df=2時的chi-square distribution
  - 🧐 根據預期機率(estimated probability)的百分位(percentile)，將觀察機率分成10組(使每一組的樣本數大約相等)，將每組中觀察機率與預期機率的不一致(discrepancy)加總計算而得
- 🧐 Pseudo R<sup>2</sup>，越大越好

# 多元邏輯斯複迴歸

👉 適用於依變項(y)為

👉 多元類別變項

👉 序位變項

👉 通常可分為兩種估計模式

👉 baseline-category logit model

👉 令某一組當參考組，其他組與此參考組比較

👉 proportional odds model,  
cumulative logit model

👉 每組均與剩餘其他組之和相比

# baseline-category logit model

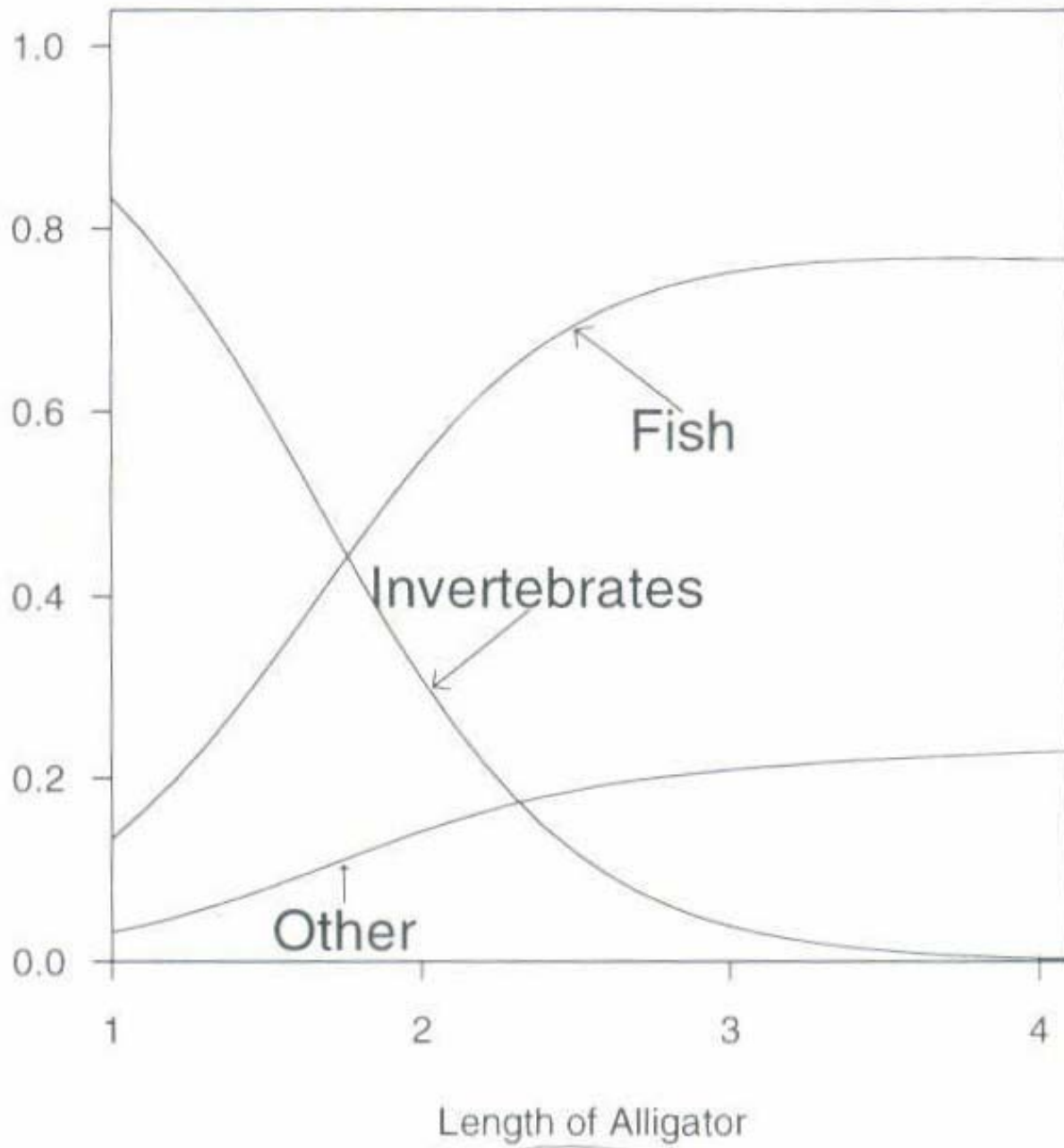
假設  $y$  為三類類別變項，即  $y = 0, 1, 2$

$$\log\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k = \alpha_a + \beta_a x$$

$$\log\left(\frac{P_{y=2}}{P_{y=0}}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k = \alpha_b + \beta_b x$$

$$\log\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}}\right) - \log\left(\frac{P_{y=2}}{P_{y=0}}\right) = \log\left[\frac{\left(\frac{P_{y=1}}{P_{y=0}}\right)}{\left(\frac{P_{y=2}}{P_{y=0}}\right)}\right] = (\alpha_a - \alpha_b) + (\beta_a - \beta_b)x$$

Predicted  
Probability



Length of Alligator



# proportional odds logit model

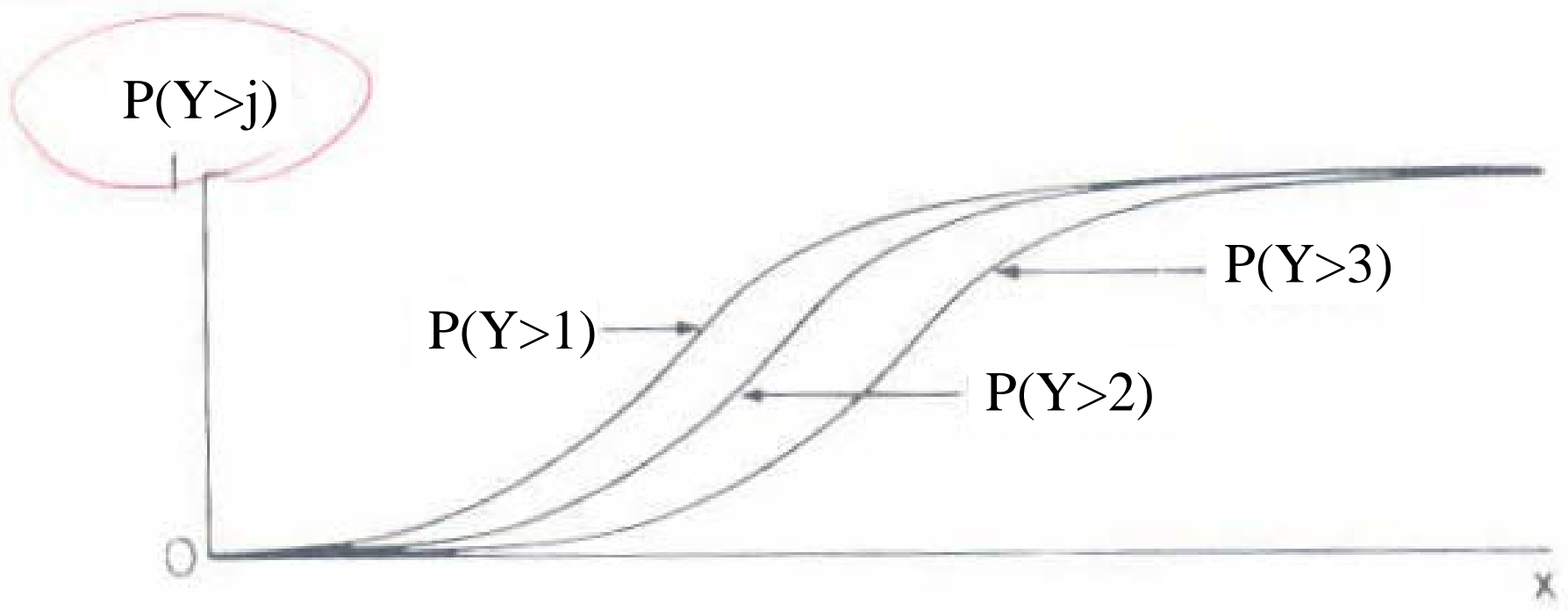
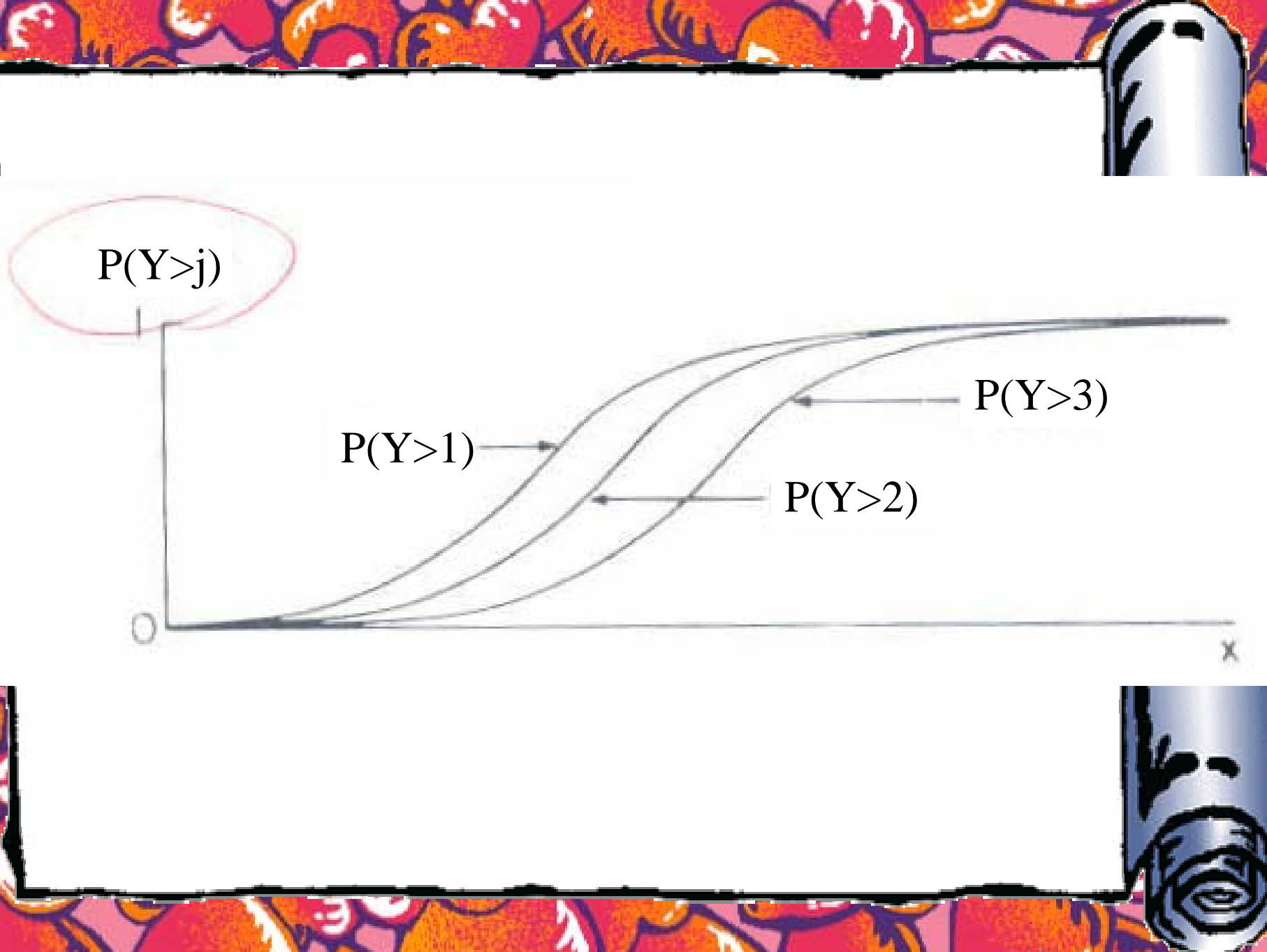
🤔 將序位變項切成類別變項，利用累積機率的  
概念

$$\text{logit } P(Y > j) = \log\left(\frac{P(Y > j)}{1 - P(Y > j)}\right) = \log\left(\frac{\pi_j + \dots + \pi_2}{\pi_{j-1} + \dots + \pi_1}\right)$$

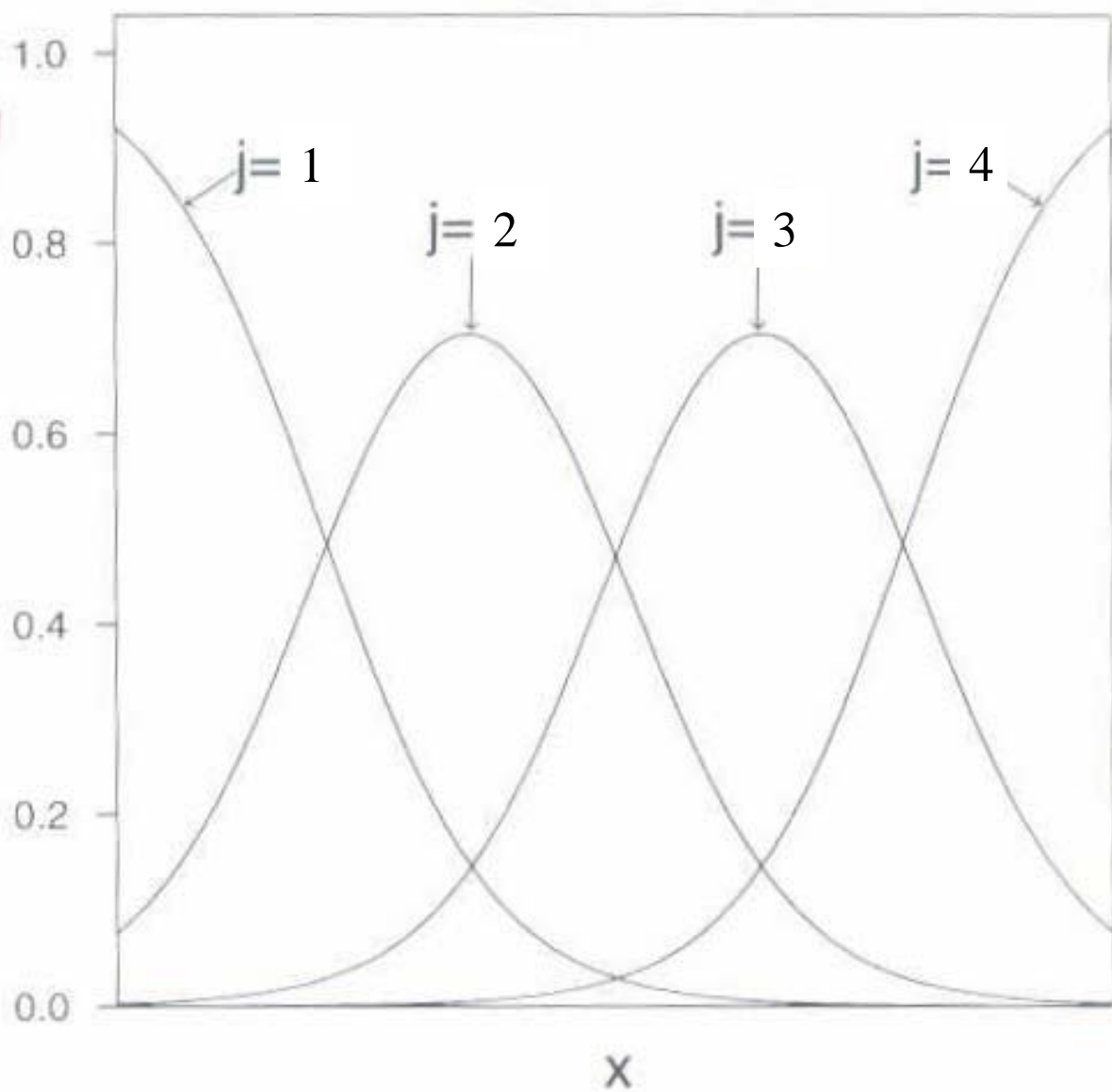
假設  $y$  為序位變項，即  $y = 0, 1, 2$

$$\log\left(\frac{P_{y=1\&2}}{P_{y=0}}\right) = \beta_{01} + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k = \alpha_a + \beta x$$

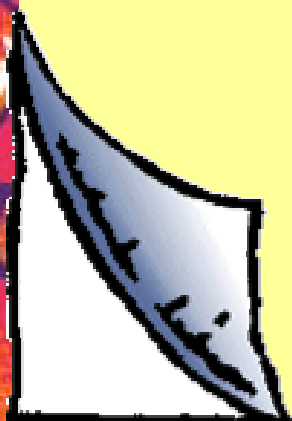
$$\log\left(\frac{P_{y=2}}{P_{y=0\&1}}\right) = \beta_{02} + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k = \alpha_b + \beta x$$



$P(Y=j)$



~謝謝大家的耐心聆聽嚕~



# 生物統計教學(二之3)

## 信度與效度

葉玲玲

2002/3



# 信度的定義

- 信度係指測量工具經重複測量後一致性的程度
- 信度：檢測隨機誤差  
(random error)
  - 無固定來源，無法重複發生。

# 效度的定義

- 效度係指測量工具能夠測到所要測的程度
- 效度：檢測系統性誤差  
(systemic error)
  - 主要來自工具本身或測量方法

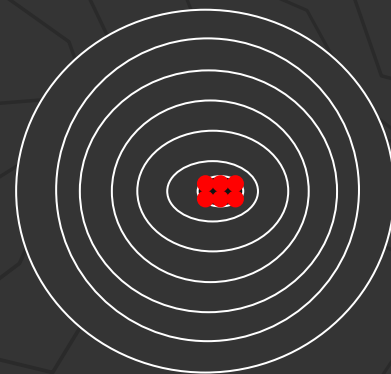
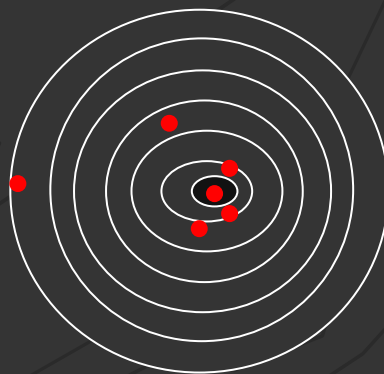
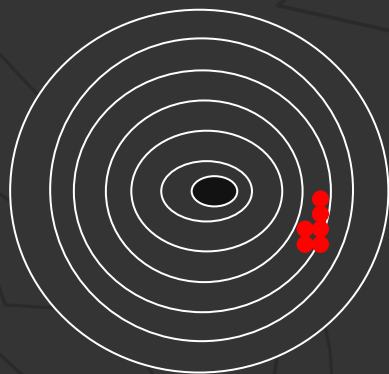
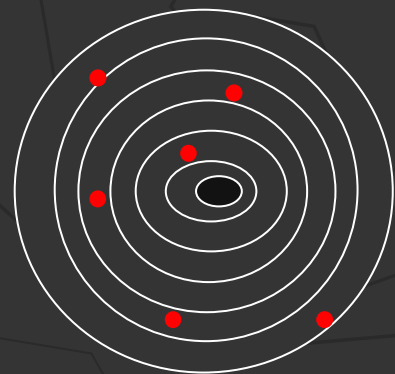
# 信度與效度之圖示

信度差  
效度差

信度可  
效度差

信度差  
效度可

信度佳  
效度佳



信度



# 信度的種類

- 再測信度
- 內部一致之信度
- 與評分者有關之信度

# 再測信度

- 再測信度(test-retest reliability)
  - 對相同受試者，前後兩次測量結果的相關程度。
- 複本信度(alternate form reliability)
  - 使用兩種以上相同測量目的工具，同時施測於被試，其兩種工具測量結果之相關程度。

# 再測信度的應用

## Weakness

- biologic, psychological and social changes in the respondent or try to be good in the second time

## Improvement

- carry out after a long enough period to reduce memory artifacts but promptly enough to reduce the probability of systematic changes.

## Apply

- measure instrument at two times for multiple persons
- compute correlation between the two measures
- assumes there is no change in the underlying trait between time1 and time2

# 再測信度的統計分析

- 數字資料(quantitative data)
  - Pearson Correlation
- 類別資料(categorical data)
  - Spearman Rank Correlation (phi coefficient)

## SPSS 統計軟體的操作



# 內部一致之信度

## ■ 折半信度(split half reliability)

- 將測量工具隨機分成兩半計分，再看兩半之測量結果的相關程度。

## ■ Cronbach's coefficient alpha ( )

- 測量工具中每個項目與整體量表的相關程度。 - 數字資料

## ■ Kuder-Richardson reliability

- 測量工具中每個項目與整體量表的相關程度。 - 類別資料

# 內部一致之信度應用

## Weakness

- They will underestimate reliability if the items within the set are not close replications of each other.
- Reliability may be overestimated by the internal consistency design if the whole interview is affected by
  - irrelevant global response patterns
  - socially undesirable
  - response biases

## Improvement

- The instrument is well design.

## Apply

- Includes several items pertaining to a single underlying psychological trait or symptom dimension. The items that relate to the same underlying concept are considered to be replications of each other.

# 內部一致之信度統計分析

## SPSS 統計軟體的操作

Analysis → Scale → Reliability Analysis

→ Model : split half

 Split half

→ Model : alpha

 Cronbach's

# Cronbach's

$$\alpha = \frac{k \text{ cov/ var}}{1 + (k - 1) \text{ cov/ var}}$$

$$\alpha = \frac{k \bar{r}}{1 + (1 - k) \bar{r}}$$

cov is the average covariance  
between items

$$\text{cov} = E(xy) - E(x)E(y)$$

var is the average variance  
between items

$$\text{var} = \frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n - 1}$$

r is the average correlation  
between items

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

# 與評分者有關之信度

- 評分者內信度 (Intra-rater reliability)
  - 測量工具為一評量者使用，此評量者在不同時間所作的測量結果之一致性程度。
- 評分者間信度 (Inter-rater reliability)
  - 測量工具為多人使用，多位評量者對相同被試測量結果之一致性程度。

# 評分者間之信度的應用



## Weakness

- Insofar as respondent's idiosyncratic response contribute to unreliability, estimates based on a single interview may underestimate the actual .



## Improvement

- well training
- use video tape
- Supervision in the process of the collecting data



## Apply

- are different observers consistent?
- can establish this outside of your study in a pilot study
- can look at percent of agreement (especially with category ratings)

# 與評分者有關信度的統計分析

- 數字資料(quantitative data)
  - Intraclass Correlation Reliability (ICR)
- 類別資料(categorical data)
  - Agreement, Kappa, Random Error

## SPSS 統計軟體的操作

**Analysis** → **Scale** → **Reliability Analysis**  
→ **Statistics** → **Intraclass Correlation Coefficient (ICC)**

**Analysis** → **Descriptive Statistics** → **Crosstabs**  
→ **Statistics** → **Kappa**

# Intraclass Correlation Reliability (ICR)

<u>TYPE of RELIABILITY</u>	<u>RATERS FIXED or RANDOM</u>	<u>VERSION of INTRACLASS CORRELATION</u>	
PartA : Reliability of single rater			
Nested : n subjects rated by k different raters	Random	$ICR(1,1) = \frac{BMS - WMS}{BMS + (k - 1)WMS}$	
Subject by rater crossed design	Random	$ICR(2,1) = \frac{TMS - EMS}{TMS + (k - 1)EMS + k(JMS - EMS) / n}$	(kappa)
Subject by rater crossed design	Fixed	$ICR(3,1) = \frac{TMS - EMS}{TMS + (k - 1)EMS}$	(phi or r)
PartB : Reliability of the average of k ratings			
Nested: n subjects rated by k different raters	Random	$ICR(1, k) = \frac{BMS - WMS}{BMS}$	
Subject by rater cross design	Random	$ICR(2, k) = \frac{TMS - EMS}{TMS + (JMS - EMS) / n}$	
Subject by rater crossed design	Fixed	$ICR(3, k) = \frac{TMS - EMS}{TMS}$	(alpha)

# ICR 統計分析 - F Table 與結果判讀

<u>Source of Variation</u>	<u>Sum of Sq.</u>	<u>DF</u>	<u>Mean Square</u>	<u>F</u>	<u>Prob.</u>
Between People	2253.5000	9	<u>250.3889</u>		
Within People	422.6667	20	<u>21.1333</u>		
Between Measures	13.0667	2	6.5333	.2871	.7538
Residual	409.6000	18	22.7556		
Total	2676.1667	29	92.2816		

ICR(1,1)=0.77，即表示一個評量者造成77%的差異，來自個案之間本身的差異。

# 評分者間之信度統計分析

<u>rater1</u>			<u>total</u>
rater2	+	-	
+	a	b	a+b
-	c	d	c+d
<u>total</u>	a+c	b+d	n

# 評分者間之信度統計分析 - Agreement

$$\text{Agreement} = (a+d)/n$$

# 評分者間之信度統計分析 - Kappa

$$K = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c}$$

$$\sigma_k = \sqrt{P_o(1 - P_o) / n(1 - P_c)^2}$$

$$P_o = \frac{a + d}{n}$$

$$P_c = \frac{[(a + c)(a + b) + (b + d)(c + d)]}{n^2}$$

$$K = \frac{ad - bc}{ad - bc + n(b + c) / 2}$$

# 評分者間之信度統計分析 - weight kappa



## Weight kappa

- A weighted K can be used when some notion of the seriousness of the rater's disagreements is available and where the disagreements can be weighted accordingly.

$$K_w = 1 - \frac{\sum w_{ij} P_{oij}}{\sum w_{ij} P_{c_{ij}}}$$

# 評分者間之信度統計分析 - generalize kappa

## Generalize kappa

- A generalization of  $k$  to the case where there are more than two diagnostic (nominal) classes and more than two raters.
- $R$  raters  $N$  subjects  $C$  classes

$$P_o = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^c n_{ij} - NR}{NR(R-1)}$$

$$P_c = \sum_{j=1}^c P_j^2$$

# 評分者間之信度統計分析 - random error

## Random error

- The RE coefficient is recommended in which chance is assumed to operate in a purely random way.

$$RE = P_1 + P_0$$

$$P_1 = \left( \frac{3a}{n} + \frac{d}{n} - 1 \right) / 2$$

$$P_0 = \left( 3 \frac{d}{n} + \frac{a}{n} - 1 \right) / 2$$

效度



# 效度的種類

- 內容效度
- 效標效度
- 建構效度
- 變項間關係之效度

# 內容效度

## 內容效度(content validity)

- 請數位專家根據測量工具的內容，來判定它能否真的測量到所要測的真值。
  - 主要評估測量工具的內容項目是否具代表性，也就是評估是否足以測到所要測的目標。
  - 主要評估測量工具的形式是否可以測到所要測的目標。
- 其評估結果主要為一群專家的共識。

## 又稱表面效度(face validity)

# 內容效度之操作<sup>(1)</sup>

## ■ 內容效度分析矩陣 (content validity matrix)

	向度 A	向度 B	向度 C
題目1			
題目2			
題目3			
.			
.			

■ 可使用因素分析 (Principal Component) 之統計方法

# 內容效度之操作(2)

	文字清晰性					內容適切性					內容涵蓋面				
	很清晰	清晰	沒意見	不清晰	極不清晰	很適切	適切	沒意見	不適切	極不適切	向度 1	向度 2	向度 3	向度 4	向度 5
( 1 - 5 分 )															
題目 1															
題目 2															
題目 3															

# 效標效度

- 係指藉用外來 (external) 效標(criterion) 測量某目標的效度
- 需以統計方法評估結果
- 又稱預測效度 (predictive validity)

# 效標效度的種類

- 預測效度(predictive validity)
  - 測量工具測量目前的效標，其能預測未來狀況的準確度。
- 同時效度(concurrent validity)
  - 以一種替代測量工具在同一時間與使用直接測量目標的方法，其測量結果之一致性程度。
- 後估效度(postdictive validity)
  - 測量工具測量某人過去呈現的效標，能預測現在狀況的準確程度。
- 鑑別效度(discriminant validity)
  - 測量工具能測量到某效標與其他效標相比較，比較能測到目標的程度。

# 效標效度之操作

## 數字資料

- 主要使用相關分析 (correlation analysis) , 其相關強度即表示效標能夠準確預測的程度。

## 類別資料

- 敏感度(sensitivity)
- 殊異度(specificity)
- Receiver Operating Characteristic (ROC)

# 敏感度與殊異度

	Criterion		Total
	Present	Absent	
Positive	a	b	a+b
Negative	c	d	C+d
Total	a+c	b+d	N

📊 Sensitivity =  $a/(a+c)$

📊 Specificity =  $d/(b+d)$

📊 Positive predictive value =  $a/(a+b)$

📊 Negative predictive value =  $d/(c+d)$

📊 Prevalence =  $(a+c)/N$

# ROC 統計分析

## SPSS 統計軟體的操作

Analysis → Graphs → ROC curve

→ Coordinate points of the ROC curve

- Test variable

- State variable

  - Value of state variable (positive)

# ROC analysis

<u>Cut off</u>	<u>Sensitivity</u>	<u>1 – Specificity</u>
2.0000	1.000	1.000
3.5000	1.000	.640
4.5000	.941	.560
5.5000	.941	.400
6.5000	.824	.240
7.5000	.824	.160
<b>8.5000</b>	<b>.824</b>	<b>.080</b>
9.5000	.412	.000
10.5000	.176	.000
11.5000	.118	.000
13.0000	.059	.000
5.0000	.000	.000

---

# 建構效度

## 建構效度(construct validity)

- 測量工具的測量結果符合已知理論的準確程度。
- 主要用於測量抽象的概念，經常無法使用內容效度與效標效度。
- 經常需要數個研究才能驗證完一個複雜的抽象理論。

# 建構效度之操作

## ■ 評估建構效度的三步驟

- 需瞭解相關概念間之理論關係
- 透過相關概念之操作型定義，進行實證研究，以建構相關概念之關係。
- 實證研究結果之解釋需符合理論建構

# 建構效度之統計分析<sub>1</sub>

## 探索性因素分析 (Exploratory factor analysis, EFA)

Component Matrix<sup>a</sup>

	Component	
	1	2
Q1	-.314	.753
Q2	-.152	.814
Q3	.941	.230
Q4	.959	.150

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

# 建構效度之統計分析<sub>2</sub>

- 驗證性因素分析 (Confirmatory factor analysis, CFA)
  - 見補充講義「因素分析」

# 變項間關係之效度

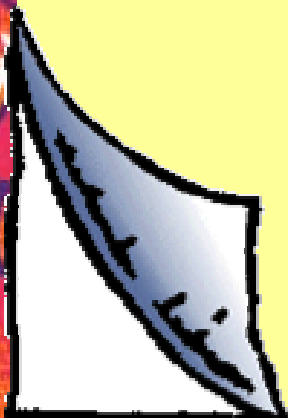
- 內在效度(internal validity)
  - 兩變項間的關係具統計意義之因果關係之程度
- 外在效度(external validity)
  - 具統計意義的結果，可以推論及不同對象、時間與情境的程度。

# 內在效度之操作

## 流行病學方法判定因果關係的基準

- 時序性：因比果早發生
- 一致性：不同人時空與不同研究方法相同結論
- 機會無法解釋
- 沒有干擾因素
- 合理性
- 相關強度
- 相關的特定程度：最好是一因造一果
- 生物性漸增趨勢
- 生物學上的贊同性：因果關係在生物學上可能發生

# 補充講義



## 講義一：社會研究典範

### ■ 認識論 vs 方法論

簡言之，方法論係針對研究問題探討適當的研究方法；認識論則是一種認識世界的觀點，鑑此，認識論是居於方法論之上的哲學思維，其核心問題為：什麼是真理？如何認識真理（方法）？研究者與研究對象之間的關係為何？。

### ■ 何謂典範（Paradigm）？

典範的概念首先由 Kuhn（孔恩）提出，是一種認識世界的假設，不同的典範有不同的研究動機、有不同的假設，典範間具有排他性。

此章在介紹三種典範的差異：（由德國法蘭克福學派大師哈伯馬斯提出），認識社會世界的方式有多元管道，因知識興趣與動機之不同而不同。

	Positivism (實證典範)	Interpretive (詮釋典範)	Critical (批判典範)
1. 研究動機 (興趣)	發掘自然共通法則，讓人們可以預測且控制未來事件	相信個體間是平等的。瞭解、描述經歷同一事件時，個人對社會活動所賦予的意義	相信社會是不公平的，弱勢者的詮釋常被忽視，乃重視社會改革以消弭不平等的關係
2. 社會事實 (真理)	真理是唯一、客觀存在且是可以測量的（遵循自然科學假設）	否定唯一真理的存在，而是片面、多元的	不平等關係存在是因為社會權力關係結構所致的資源分配不均，使弱勢者的真理受到漠視
3. 人的本質	人是理性的自立的，人在相同的環境會做相同的決策	人是不斷創造意義的動物，同一事件會隨著歷史、時間、文化情境之不同，而有不同的意涵	個人的想法隨著其社會位置相異（唯物主義），受壓迫的人往往受到主流意識型態的蒙蔽、扭曲，而看不見自己與主流階級的利益衝突
4. 常識 v.s 科學	有明顯區分，常識被視為是偏差，而科學係必須經過驗證的知識	常識是被收集的資料、分析的重點	常識是主流意識型態的表象，故對其保持距離以解構社會結構面的矛盾
5. 科學的準則 (何謂好的知識?)	以歸納原則化約成簡單、單一的法則	描述人生活經驗的豐富性並呈現其多元性	揭露壓迫來源，揭發主流意識型態的迷思，觸發弱勢者的覺醒以形成團體，並讓其看到改變的可能性，提供更好的生活願景
6. 真實的定義	有邏輯且以可測量之事實為基礎	尊重個別差異，「事實」是社會建構的	提供人們改變世界的工具（知識是用來實踐的）
7. 證據	可觀察、重覆測量得到的行為	社會互動中，隱藏在社會表象下的社會關係脈絡	突顯意識型態的運作，即社會關係會扭曲認知
8. 價值	科學不牽涉任何價值，必須客觀中立，否則會污染資料	研究者參與其中而成為其一員，與被研究產生社會關係，所以沒有所謂的對錯，只有所謂的差別	所有的科學都有其價值觀，但有對錯之分，以權力關係的價值判斷為出發點，論述不平等待遇的情形

From Neuman (1994)

### 一、實證學派

實證學派對我們而言可能是最熟悉的，早期，實證學派幾乎被視為科學的同義詞，很少人會去質疑其假設，甚至去質疑實證學派到底是什麼？此學派多作量性的研究，並以統計學為基礎，相信人類行為是可以量化的。

### 二、詮釋學派

詮釋學派和實證學派有很大的不同，甚至有些時候是對抗實證學派，詮釋學派會用在田野調查及歷史比較分析，重視人類行為背後的意義，並尊重個人的經驗，沒有對錯的分別。

### 三、批判學派

常會被政治行動或改革行動所應用，此學派也會用到歷史比較分析，強調「改革」，並幫助人們去認識潛在不公平的社會結構。

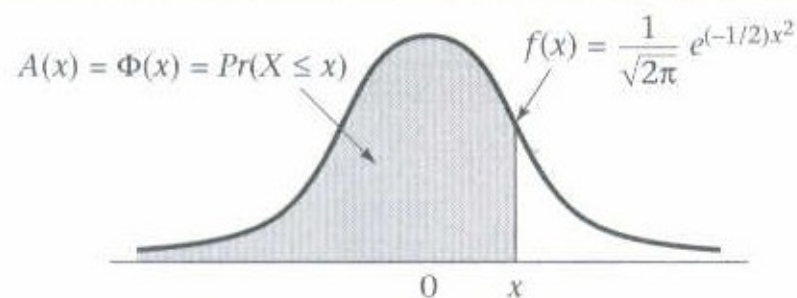
常用之「變項形式 vs. 統計分析方法」對照表

變項形式	雙變項統計分析方法				多變項統計分析方法 (以最左欄變項為依變項)
	二元類別	多元類別	序位	等距或等比	
二元類別	卡方檢定、比率 Z-test、 Fisher's Exact test	卡方檢定	卡方趨勢檢定	t-test	邏輯斯複迴歸分析
多元類別		卡方檢定	比例勝算模式	ANOVA	多元邏輯斯複迴歸分析
序位			斯皮爾曼氏相關、 a、 b、 c、	ANOVA	比例勝算模式
等距或等比				皮爾森相關	複迴歸分析

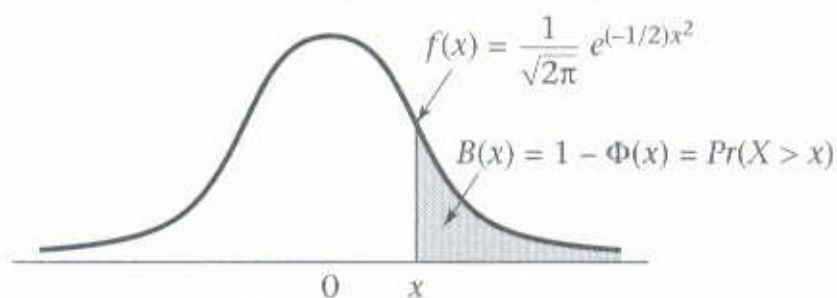
**TABLE 4** Table of 1000 random digits

01	32924	22324	18125	09077	26	96772	16443	39877	04653
02	54632	90374	94143	49295	27	52167	21038	14338	01395
03	88720	43035	97081	83373	28	69644	37198	00028	98195
04	21727	11904	41513	31653	29	71011	62004	81712	87536
05	80985	70799	57975	69282	30	31217	75877	85366	55500
06	40412	58826	94868	52632	31	64990	98735	02999	35521
07	43918	56807	75218	46077	32	48417	23569	59307	46550
08	26513	47480	77410	47741	33	07900	65059	48592	44087
09	18164	35784	44255	30124	34	74526	32601	24482	16981
10	39446	01375	75264	51173	35	51056	04402	58353	37332
11	16638	04680	98617	90298	36	39005	93458	63143	21817
12	16872	94749	44012	48884	37	67883	76343	78155	67733
13	65419	87092	78596	91512	38	06014	60999	87226	36071
14	05207	36702	56804	10498	39	93147	88766	04148	42471
15	78807	79243	13729	81222	40	01099	95731	47622	13294
16	69341	79028	64253	80447	41	89252	01201	58138	13809
17	41871	17566	61200	15994	42	41766	57239	50251	64675
18	25758	04625	43226	32986	43	92736	77800	81996	45646
19	06604	94486	40174	10742	44	45118	36600	68977	68831
20	82259	56512	48945	18183	45	73457	01579	00378	70197
21	07895	37090	50627	71320	46	49465	85251	42914	17277
22	59836	71148	42320	67816	47	15745	37285	23768	39302
23	57133	76610	89104	30481	48	28760	81331	78265	60690
24	76964	57126	87174	61025	49	82193	32787	70451	91141
25	27694	17145	32439	68245	50	89664	50242	12382	39379

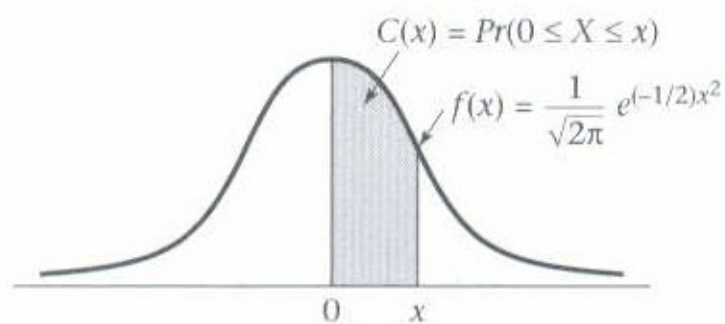
**TABLE 3** The normal distribution



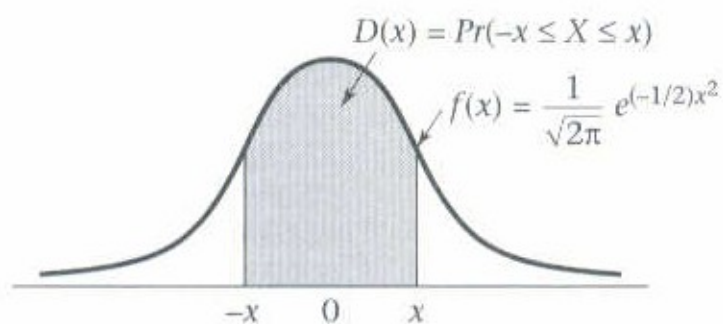
(a)



(b)



(c)



(d)

$x$	$A^a$	$B^b$	$C^c$	$D^d$	$x$	$A$	$B$	$C$	$D$
0.0	.5000	.5000	.0	.0	0.32	.6255	.3745	.1255	.2510
0.01	.5040	.4960	.0040	.0080	0.33	.6293	.3707	.1293	.2586
0.02	.5080	.4920	.0080	.0160	0.34	.6331	.3669	.1331	.2661
0.03	.5120	.4880	.0120	.0239	0.35	.6368	.3632	.1368	.2737
0.04	.5160	.4840	.0160	.0319	0.36	.6406	.3594	.1406	.2812
0.05	.5199	.4801	.0199	.0399	0.37	.6443	.3557	.1443	.2886
0.06	.5239	.4761	.0239	.0478	0.38	.6480	.3520	.1480	.2961
0.07	.5279	.4721	.0279	.0558	0.39	.6517	.3483	.1517	.3035
0.08	.5319	.4681	.0319	.0638	0.40	.6554	.3446	.1554	.3108
0.09	.5359	.4641	.0359	.0717	0.41	.6591	.3409	.1591	.3182
0.10	.5398	.4602	.0398	.0797	0.42	.6628	.3372	.1628	.3255
0.11	.5438	.4562	.0438	.0876	0.43	.6664	.3336	.1664	.3328
0.12	.5478	.4522	.0478	.0955	0.44	.6700	.3300	.1700	.3401
0.13	.5517	.4483	.0517	.1034	0.45	.6736	.3264	.1736	.3473
0.14	.5557	.4443	.0557	.1113	0.46	.6772	.3228	.1772	.3545
0.15	.5596	.4404	.0596	.1192	0.47	.6808	.3192	.1808	.3616
0.16	.5636	.4364	.0636	.1271	0.48	.6844	.3156	.1844	.3688
0.17	.5675	.4325	.0675	.1350	0.49	.6879	.3121	.1879	.3759
0.18	.5714	.4286	.0714	.1428	0.50	.6915	.3085	.1915	.3829
0.19	.5753	.4247	.0753	.1507	0.51	.6950	.3050	.1950	.3899
0.20	.5793	.4207	.0793	.1585	0.52	.6985	.3015	.1985	.3969
0.21	.5832	.4168	.0832	.1663	0.53	.7019	.2981	.2019	.4039
0.22	.5871	.4129	.0871	.1741	0.54	.7054	.2946	.2054	.4108
0.23	.5910	.4090	.0910	.1819	0.55	.7088	.2912	.2088	.4177
0.24	.5948	.4052	.0948	.1897	0.56	.7123	.2877	.2123	.4245
0.25	.5987	.4013	.0987	.1974	0.57	.7157	.2843	.2157	.4313
0.26	.6026	.3974	.1026	.2051	0.58	.7190	.2810	.2190	.4381
0.27	.6064	.3936	.1064	.2128	0.59	.7224	.2776	.2224	.4448
0.28	.6103	.3897	.1103	.2205	0.60	.7257	.2743	.2257	.4515
0.29	.6141	.3859	.1141	.2282	0.61	.7291	.2709	.2291	.4581
0.30	.6179	.3821	.1179	.2358	0.62	.7324	.2676	.2324	.4647
0.31	.6217	.3783	.1217	.2434	0.63	.7357	.2643	.2357	.4713

(continued on next page)

**TABLE 3** The normal distribution (continued)

<i>x</i>	<i>A</i> <sup>a</sup>	<i>B</i> <sup>b</sup>	<i>C</i> <sup>c</sup>	<i>D</i> <sup>d</sup>	<i>x</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1.56	.9406	.0594	.4406	.8812	2.03	.9788	.0212	.4788	.9576
1.57	.9418	.0582	.4418	.8836	2.04	.9793	.0207	.4793	.9586
1.58	.9429	.0571	.4429	.8859	2.05	.9798	.0202	.4798	.9596
1.59	.9441	.0559	.4441	.8882	2.06	.9803	.0197	.4803	.9606
1.60	.9452	.0548	.4452	.8904	2.07	.9808	.0192	.4808	.9615
1.61	.9463	.0537	.4463	.8926	2.08	.9812	.0188	.4812	.9625
1.62	.9474	.0526	.4474	.8948	2.09	.9817	.0183	.4817	.9634
1.63	.9484	.0516	.4484	.8969	2.10	.9821	.0179	.4821	.9643
1.64	.9495	.0505	.4495	.8990	2.11	.9826	.0174	.4826	.9651
1.65	.9505	.0495	.4505	.9011	2.12	.9830	.0170	.4830	.9660
1.66	.9515	.0485	.4515	.9031	2.13	.9834	.0166	.4834	.9668
1.67	.9525	.0475	.4525	.9051	2.14	.9838	.0162	.4838	.9676
1.68	.9535	.0465	.4535	.9070	2.15	.9842	.0158	.4842	.9684
1.69	.9545	.0455	.4545	.9090	2.16	.9846	.0154	.4846	.9692
1.70	.9554	.0446	.4554	.9109	2.17	.9850	.0150	.4850	.9700
1.71	.9564	.0436	.4564	.9127	2.18	.9854	.0146	.4854	.9707
1.72	.9573	.0427	.4573	.9146	2.19	.9857	.0143	.4857	.9715
1.73	.9582	.0418	.4582	.9164	2.20	.9861	.0139	.4861	.9722
1.74	.9591	.0409	.4591	.9181	2.21	.9864	.0136	.4864	.9729
1.75	.9599	.0401	.4599	.9199	2.22	.9868	.0132	.4868	.9736
1.76	.9608	.0392	.4608	.9216	2.23	.9871	.0129	.4871	.9743
1.77	.9616	.0384	.4616	.9233	2.24	.9875	.0125	.4875	.9749
1.78	.9625	.0375	.4625	.9249	2.25	.9878	.0122	.4878	.9756
1.79	.9633	.0367	.4633	.9265	2.26	.9881	.0119	.4881	.9762
1.80	.9641	.0359	.4641	.9281	2.27	.9884	.0116	.4884	.9768
1.81	.9649	.0351	.4649	.9297	2.28	.9887	.0113	.4887	.9774
1.82	.9656	.0344	.4656	.9312	2.29	.9890	.0110	.4890	.9780
1.83	.9664	.0336	.4664	.9327	2.30	.9893	.0107	.4893	.9786
1.84	.9671	.0329	.4671	.9342	2.31	.9896	.0104	.4896	.9791
1.85	.9678	.0322	.4678	.9357	2.32	.9898	.0102	.4898	.9797
1.86	.9686	.0314	.4686	.9371	2.33	.9901	.0099	.4901	.9802
1.87	.9693	.0307	.4693	.9385	2.34	.9904	.0096	.4904	.9807
1.88	.9699	.0301	.4699	.9399	2.35	.9906	.0094	.4906	.9812
1.89	.9706	.0294	.4706	.9412	2.36	.9909	.0091	.4909	.9817
1.90	.9713	.0287	.4713	.9426	2.37	.9911	.0089	.4911	.9822
1.91	.9719	.0281	.4719	.9439	2.38	.9913	.0087	.4913	.9827
1.92	.9726	.0274	.4726	.9451	2.39	.9916	.0084	.4916	.9832
1.93	.9732	.0268	.4732	.9464	2.40	.9918	.0082	.4918	.9836
1.94	.9738	.0262	.4738	.9476	2.41	.9920	.0080	.4920	.9840
1.95	.9744	.0256	.4744	.9488	2.42	.9922	.0078	.4922	.9845
1.96	.9750	.0250	.4750	.9500	2.43	.9925	.0075	.4925	.9849
1.97	.9756	.0244	.4756	.9512	2.44	.9927	.0073	.4927	.9853
1.98	.9761	.0239	.4761	.9523	2.45	.9929	.0071	.4929	.9857
1.99	.9767	.0233	.4767	.9534	2.46	.9931	.0069	.4931	.9861
2.00	.9772	.0228	.4772	.9545	2.47	.9932	.0068	.4932	.9865
2.01	.9778	.0222	.4778	.9556	2.48	.9934	.0066	.4934	.9869
2.02	.9783	.0217	.4783	.9566	2.49	.9936	.0064	.4936	.9872

(continued on next page)

**TABLE 5** Percentage points of the  $t$  distribution ( $t_{d,u}$ )<sup>a</sup>

Degrees of freedom, $d$	$u$								
	.75	.80	.85	.90	.95	.975	.99	.995	.9995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
$\infty$	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

<sup>a</sup>The  $u$ th percentile of a  $t$  distribution with  $d$  degrees of freedom.

Source: Table 5 is taken from Table III of Fisher and Yates: "Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research," published by Longman Group Ltd., London (previously published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh), and by permission of the authors and publishers.

## 結果呈現方式範例 (一): 單變項描述

### <等距或等比變項>

變項名稱	n	平均值	標準差
身高			
體重			
憂鬱情形 [6-18 分]			

### <類別或序位變項>

	n	(%)
<u>性別</u>		
男		
女		
<u>居住地區</u>		
台北市		
新竹縣		
<u>教育程度</u>		
不識字		
國中、國小		
高中、高職		
大學、大專		
碩士、博士		

## 結果呈現方式範例 (二): 雙變項分析

### <t-test>

變項名稱	平均值	標準差	95%信賴區間	t 值	p 值
<u>性別</u>					
男					
女					
<u>居住地區</u>					
台北市					
新竹縣					

### <ANOVA>

變項名稱	平均值	標準差	95%信賴區間	F 值	p 值	事後檢定
<u>血型</u>						
O						
A						
B						
AB						
<u>教育程度</u>						
不識字						
國中、國小						
高中、高職						
大學、大專						
碩士、博士						

<卡方檢定或卡方趨勢檢定>

變項名稱	n	(%)	X <sup>2</sup> 值	p 值
<u>性別</u>				
男				
女				
<u>居住地區</u>				
台北市				
新竹縣				
<u>血型</u>				
O				
A				
B				
AB				
<u>教育程度</u>				
不識字				
國中、國小				
高中、高職				
大學、大專				
碩士、博士				

<皮爾森相關>

變項名稱	身高	體重	血壓
身高	1.00 (p=)		
體重	0.86 (p=)	1.00 (p=)	
血壓	0.43 (p=)	0.89 (p=)	1.00 (p=)

## 結果呈現方式範例 (三): 多變項分析

### <複迴歸分析>

	(se)	p 值
截距		
<u>血型(以「O 型」為比較組)</u>		
A		
B		
AB		
<u>教育程度(以「國中以下」為比較組)</u>		
高中、高職		
大學、大專		
碩士、博士		
身高		
體重		

### <邏輯斯迴歸分析>

	OR	95% C.I.	p 值
截距			
<u>血型(以「O 型」為比較組)</u>			
A			
B			
AB			
<u>教育程度(以「國中以下」為比較組)</u>			
高中、高職			
大學、大專			
碩士、博士			
身高			
體重			

### <多元邏輯斯迴歸分析>

	Y=1 / Y=0	Y=2 / Y=0	Y=3 / Y=0
	OR 95% C.I.	OR 95% C.I.	OR 95% C.I.
截距			
<u>血型(以「O型」為比較組)</u>			
A			
B			
AB			
<u>教育程度(以「國中以下」為比較組)</u>			
高中、高職			
大學、大專			
碩士、博士			
身高			
體重			

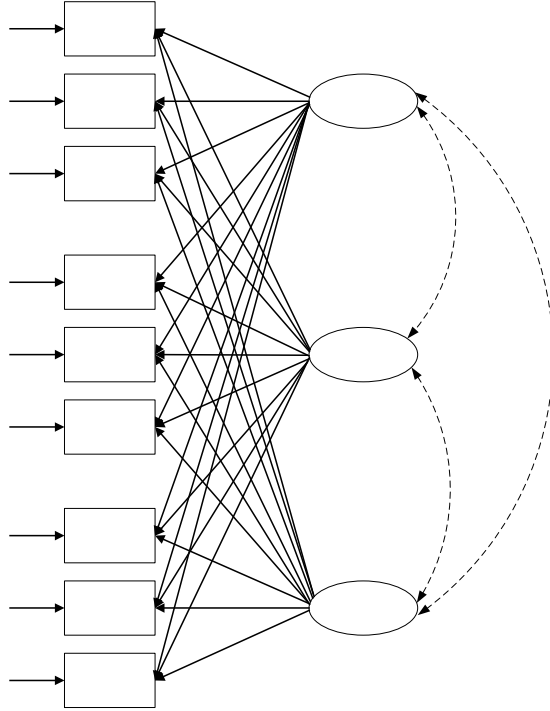
### <比例勝算模式>

	OR	95% C.I.	p 值
截距 1(Y=1 & 2 / Y=0)			
截距 2(Y=2 / Y=0 & 1)			
<u>血型(以「O型」為比較組)</u>			
A			
B			
AB			
<u>教育程度(以「國中以下」為比較組)</u>			
高中、高職			
大學、大專			
碩士、博士			
身高			
體重			

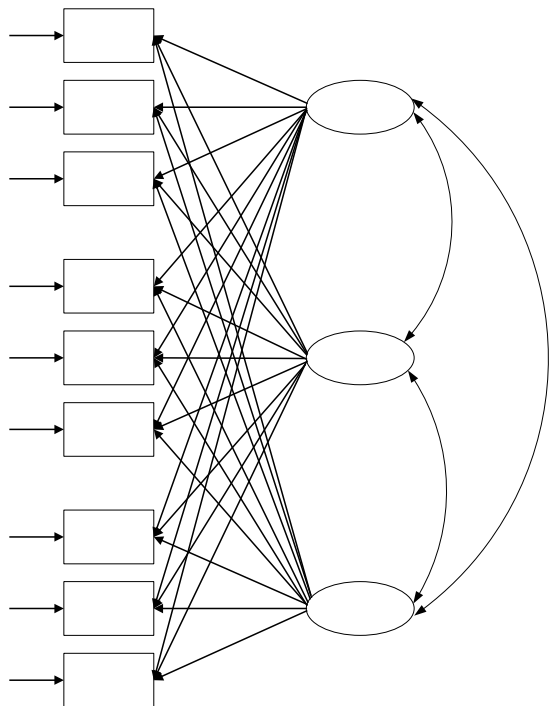
## 因素分析 ( Factor Analysis , 簡稱 FA )

1. 探索性因素分析 ( Exploratory Factor Analysis , 簡稱 EFA ): EFA 名為「探索性」, 即表示在進行 EFA 時, 並不瞭解哪些觀察變項是在測量哪些因素, 其分析之目的在於瞭解這些觀察變項背後可聚集成為哪些潛在因素

(1) 正交 : 假設各因素間之關係為獨立 ( 不相關 ), 因此各因素間之關係為虛線



(2) 斜交 : 允許各因素間之關係為非獨立 ( 相關 ), 因此各因素間之關係為實線



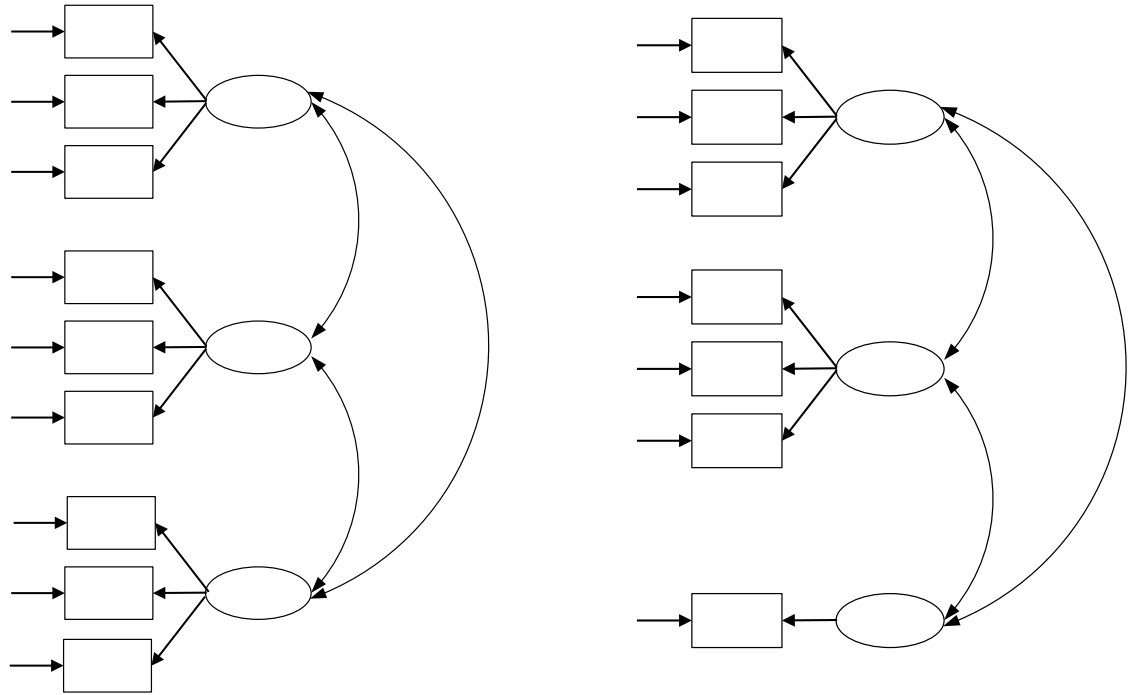
$X_1$

$X_2$

$X_3$

## 2. 驗證性因素分析 (Confirmatory Factor Analysis, 簡稱 CFA)

- (1) CFA 名為「驗證性」，即表示在進行 CFA 時，必先有一強力的理論架構，即已知哪些觀察變項是在測量第一個因素、哪些觀察變項是在測量第二個因素.....，其分析之目的在於瞭解此量表設計之優劣，或欲知這些觀察變項是否適合測量及解釋此因素。
- (2) 在進行 CFA 時，至少需 3 個觀察變項才能構成 1 個因素，且需將其中一個觀察變項的 factor loading 設為 1，才可使其他觀察變項與此 reference indicator variable 比較；若某因素只有 1 個觀察變項，則需設此觀察變項之測量誤差為「0」，即表示「此觀察變項=此因素」。



$\delta_1$

$X_1$

$\delta_2$

$X_2$

# 總複習

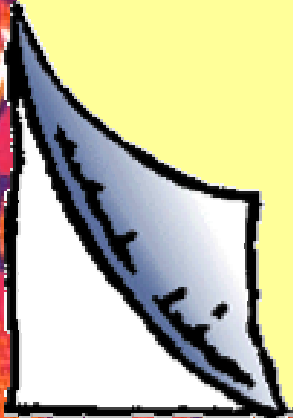


Table 1  
Frequencies and  $\chi^2$  tests of Internet dependents and non-dependents on gender, grade, and Internet experience

Background	Internet dependents <i>N</i> (%)	Non-dependents <i>N</i> (%)	Total <i>N</i> (%)	$\chi^2$	df
<i>Gender</i>					
Male	70 (80.5)	13.4%	437 (65.8)	7.523**	1
Female	17 (19.5)	7.0%	227 (34.2)		
<i>Grade</i>					
Grade 1 (10th)	12 (13.6)	9.0%	122 (18.4)	9.045*	2
Grade 2 (11th)	43 (48.9)	11.5%	331 (49.8)		
Grade 3 (12th)	32 (36.4)	14.0%	211 (31.8)		
<i>Internet experience</i>					
< 1 year	25 (28.4)	9.0%	291 (44.2)	15.625**	4
1–2 years	33 (37.5)	11.5%	234 (35.6)		
2–3 years	18 (20.5)	14.0%	96 (14.6)		
3–4 years	7 (8.0)	14.0%	27 (4.1)		
> 5 years	5 (5.7)	14.0%	10 (1.5)		
<i>General grade point</i>					
Upper 1/3	34 (41.5)		279 (45.8)	0.589	2
Middle 1/3	29 (35.4)		204 (33.5)		
Bottom 1/3	19 (23.2)		126 (20.7)		
Total	88 (11.8)		664 (88.2)		
			752 (100.0)		

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

Table 3

Average amounts of time spent (hours per week), standard deviations, and *t*-tests on various Internet applications for Internet dependents and non-dependents

Internet usage (h/week)	Groups	Mean	S.D.	<i>t</i> -tests
WWW	Dependent	4.727	5.208	3.139**
	Non-dependent	2.845	3.777	
Chat room/IRC	Dependent	3.079	5.880	2.908**
	Non-dependent	1.109	2.344	
BBS	Dependent	3.076	4.194	3.490**
	Non-dependent	1.409	2.701	
ftp	Dependent	2.324	4.148	3.192**
	Non-dependent	0.821	1.422	
Email	Dependent	1.604	3.570	1.786
	Non-dependent	0.995	2.743	
Internet games/MUD	Dependent	2.071	3.954	1.708
	Non-dependent	1.274	2.813	
Newsgroup	Dependent	0.693	1.579	0.925
	Non-dependent	0.519	1.023	

\*\*  $P < 0.01$ .

Table 4

Means, standard deviations, and *t*-tests on Internet influences toward six life aspects

Internet influence on life aspects	Groups	Mean <sup>a</sup>	S.D.	<i>t</i> -tests
Daily routines	Dependent	4.965 (N)	2.111	5.067***
	Non-dependent	3.762 P	1.703	
School performance	Dependent	4.686 (N)	2.060	4.714***
	Non-dependent	3.598 P	1.601	
Parental relations	Dependent	4.570 (N)	1.901	5.918***
	Non-dependent	3.458 P	1.598	
Health	Dependent	4.282 (P)	1.881	3.779***
	Non-dependent	3.573 P	1.589	
Teacher relations	Dependent	4.000 (P)	1.762	3.587***
	Non-dependent	3.365 P	1.512	
Peer relations	Dependent	3.221 (P)	1.752	2.363*
	Non-dependent	2.756 P	1.394	

<sup>a</sup> N, negative Internet influences; P, positive Internet influences.

\*  $P < 0.05$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ .

Categorical Risk and Protective Factors	Previous Attempters (%) ( <i>n</i> = 757)	$\chi^2$	Future Attempters (%) ( <i>n</i> = 191)	$\chi^2$
Previous attempt				
Yes ( <i>n</i> = 757)	NA		7.9	56.72**
No ( <i>n</i> = 8,470)	NA		2.3	
Gender				
Boys ( <i>n</i> = 4,765)	6.0	58.25***	1.9	12.94**
Girls ( <i>n</i> = 4,898)	10.4		3.3	
Residing with both parents				
Yes ( <i>n</i> = 2,652)	6.7	77.27***	2.3	9.95**
No ( <i>n</i> = 7,027)	12.3		3.7	
Depressed mood				
Yes ( <i>n</i> = 477)	30.7	329.85***	6.1	16.08**
No ( <i>n</i> = 8,733)	7.0		2.6	
Learning problems				
Yes ( <i>n</i> = 348)	21.0	73.35***	5.8	9.45**
No ( <i>n</i> = 9,031)	7.7		2.6	
Conduct problems				
Yes ( <i>n</i> = 249)	27.0	114.98***	7.2	11.32**
No ( <i>n</i> = 8,962)	7.6		2.6	

Note: NA = not applicable.

\*\*\*  $p < .001$ , one-tailed

Continuous Risk and Protective Factors	Previous Attempt					Future Attempt				
	No Suicide Attempt		Suicide Attempt		<i>t</i> Value	No Suicide Attempt		Suicide Attempt		<i>t</i> Value
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
Age	15.76	1.92	16.07	1.90	-4.23***	15.66	1.90	15.31	1.95	2.46
Suicidal ideation	1.17	0.53	2.08	1.12	-21.87***	1.23	0.63	1.69	0.97	-6.63
Alcohol intoxications	5.96	12.06	12.63	17.52	-10.14***	5.69	11.65	7.77	14.41	-1.94
Marijuana use	0.43	4.04	2.34	9.82	-5.33***	0.40	3.73	1.07	5.76	-1.56
Substance use	0.11	1.72	1.61	8.32	-4.91***	0.18	2.65	0.26	1.98	-0.37
Hard drugs	0.01	2.08	0.81	6.13	-3.12**	0.12	2.33	0.36	4.42	-1.31
Parental care	3.15	0.53	2.80	0.70	13.14***	3.14	0.53	2.94	0.66	4.88
Parental overprotection	2.08	0.55	2.29	0.66	-8.64***	2.08	0.56	2.24	0.62	-3.31
Low parental monitoring	2.23	0.93	2.64	1.10	-10.04***	2.21	0.92	2.39	1.00	-2.40
Peer popularity	3.09	0.49	2.99	0.55	5.21***	3.08	0.50	3.00	0.62	1.49
Perceived pubertal timing	4.20	1.10	4.48	1.28	-5.87***	4.20	1.12	4.49	1.25	-3.17
Global self-worth	2.90	0.53	2.62	0.61	12.37***	2.87	0.54	2.65	0.63	4.84
Stable self-concept	2.58	0.65	2.77	0.64	-7.85***	2.60	0.65	2.71	0.64	-2.33
Loneliness	1.83	0.53	2.06	0.59	-9.37***	1.85	0.53	2.05	0.64	-5.00

\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ , one-tailed.

	Previous Suicide Attempts			Future Suicide Attempts		
	Wald	aOR	95% CI	Wald	aOR	95% CI
Gender (female)	45.90***	1.91	1.59 2.31	5.66*	1.55	1.12 2.11
Gender squared	NS			14.74***	0.85	0.78 0.92
Previous suicide attempt	NA			3.99*	1.83	1.22 2.74
suicidal ideation (1-4)	475.13***	2.74	2.50 3.00	22.65***	1.55	1.30 1.80
Residing without both parents	23.90***	1.57	1.31 1.89	5.37*	1.51	1.10 2.06
No. of alcohol intoxications/year	61.95***	1.02	1.02 1.03	4.75*	1.01	1.00 1.02
No. of times used solvents/year	29.44***	1.05	1.03 1.07	NS		
Parental care (1-5)	25.03***	0.65	0.55 0.77	NS		
Parental overprotection (1-5)	10.39**	1.30	1.11 1.52	NS		
Lack parental monitoring (1-6)	6.32*	1.13	1.03 1.24	NS		
Perceived pubertal timing (1-7)	17.54***	1.17	1.09 1.26	5.12*	1.21	1.06 1.37
Global self-worth (1-4)	4.07*	0.77	0.64 0.92	7.92**	0.67	0.51 0.88
Perceived pubertal timing squared	NS			5.97*	1.12	1.02 1.23
<b>Interactions</b>						
Perceived pubertal timing × gender	NS			6.91**	6.09	1.58 23.61
Perceived pubertal timing squared × gender	NS			6.09*	0.83	0.72 0.95

Note: Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit = 9.54,  $df = 8$ ,  $p = .30$  for model predicting previous attempts and 7.25,  $df = 8$ ,  $p = .51$  for model predicting future attempts. aOR = adjusted odds ratio; CI = confidence interval; NS = not significant; NA = not applicable.

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ , 2-tailed