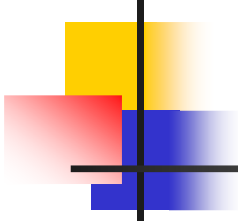


醫藥研究之生物統計介紹

研究部 **R319** 生統小組

張光喜 **#4081**



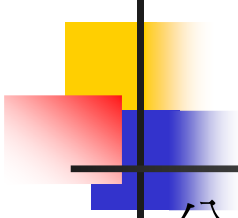
Index

- 統計基本元素
- 變項的類型
- 分類資料的描述
- 連續性資料的描述
 - ✓ 三種集中量數的比較
 - ✓ 變異量數
 - ✓ 連續資料的基本統計圖
 - ✓ 常態分布的連續性資料
 - ✓ 常態分布常用的機率範圍信賴區間
- 其他描述性統計量
 - ✓ 偏態
 - ✓ 峰度
- 母群體與樣本
 - ✓ 抽樣的方法
- 點估計與區間估計
 - ✓ 中央極限定理 (central limit theorem)
- 檢定 (test)
 - ✓ 第一類誤差，第二類誤差
- 等距變項的統計
 - ✓ 各種等距變項統計的比較
 - ✓ Z 與 t
 - ✓ 配對t檢定
- 二項類別變項的統計
 - ✓ X^2 test
 - ✓ McNemar氏檢定
- 變異數(variance) 分析



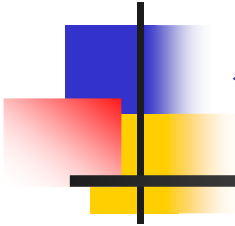
統計基本元素

- 變異（**variety**）是統計的根本。
 - 變項或變數（**variables**）：某一屬性因時地人物不同。
 - 自變項（independent variable, IV）=因=X
 - 依變項（dependent variable, DV）=果=Y
 - 常數（**constant**） $\longleftrightarrow$ 變數（**variables**）
 - $Y=aX+b$



變項的類型

- 分類資料 (discrete variable)
 - 類別尺度 (nominal scale)
 - 例如：疾病、性別等
 - 序位尺度 (ordinal scale)
 - 除了分類以外，有大小程度順序之關係
 - 例如：職稱、學歷等
- 連續性資料 (continuous scale)
 - 等距尺度 (interval scale)
 - 除了分類、順序以外，代表相對距離，但沒有絕對的0
 - 例如：溫度等
 - 等比尺度 (ratio scale)
 - 使用標準化的單位，有絕對的0
 - 例如：身高、體重、年齡等



分類資料的描述

比例或百分比 (ratio or %)

分類資料的描述1

時事民調

美媒認為，林書豪崛起可讓年輕人學到五堂課，哪個對你最有啟發呢？

- ☐ 你可以比別人所想的更好。
- ☐ 小心無所不在的種族歧視。
- ☐ 謙虛與自豪如何相輔相成。
- ☐ 當個帥氣的書呆子，展現多元自我。
- ☐ 爬得愈高、摔得愈重，要預先做好準備。
- ☐ 都沒有。
- ☐ 不知道/沒意見

投票

投票結果

Yahoo新聞時事民調

時事民調

美媒認為，林書豪崛起可讓年輕人學到五堂課，哪個對你最有啟發呢？

謙虛與自豪如何相輔相成。

42%

你可以比別人所想的更好。

30%

爬得愈高、摔得愈重，要預先做好準備。

10%

都沒有。

6%

當個帥氣的書呆子，展現多元自我。

5%

小心無所不在的種族歧視。

5%

不知道/沒意見

2%

自2012/03/03起過去2天總計1,549票

返回投票



分類資料的描述2

表 3-4 職業統計表

職 業	人 數	百 分 比
軍公教	40	6.1%
商業、服務業	117	17.7%
工業	23	3.5%
農林漁牧業	31	4.7%
自由業	23	3.5%
家庭管理	140	21.2%
無業或待業	234	35.5%
其他	52	7.9%
合 計	660	100%

澎湖縣政府98年為民服務滿意度調查

分類資料的描述3

男女嬰比例失衡 監院糾正



中央通訊社 中央社 - 2011年12月7日 下午4:48

字 +字

（中央社記者葉素萍台北7日電）監察委員高鳳仙調查發現，台灣每年約有3000名女嬰消失，男女嬰比例失衡，監察院今天通過糾正行政院衛生署國民健康局、食品藥物管理局。

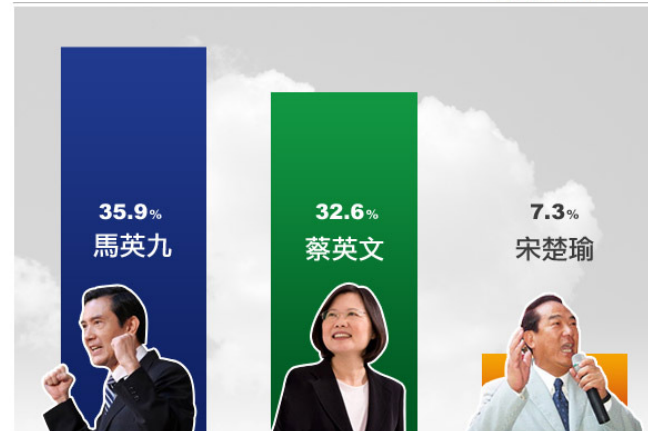
糾正案文指出，醫師法禁止醫師執行非醫療上必要的胎兒性別篩選或性別選擇墮胎；民國93年至99年間男女嬰出生性別比介於1.085至1.108間，每年約有3000名女嬰消失，男女嬰比例失衡。

分類資料的基本統計圖 (1~2)

■ 柱狀圖 (Bar charts)

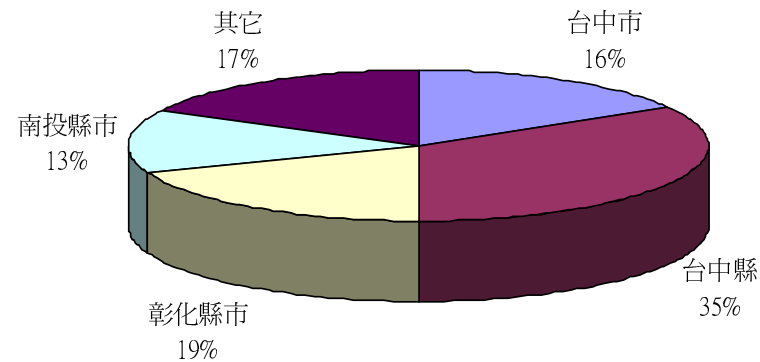
馬蔡宋支持度

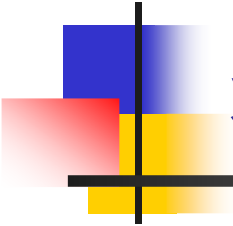
Nownews 整理製表



■ 派餅圖 (Pie charts)

不同縣市XX癌症新發生百分比





連續性資料的描述

集中量數

變異量數

三種集中量數的比較

	眾數	中位數	平均數
類別尺度	○	×	×
序位尺度	○	△	×
連續尺度	○	○	○
優點	簡單，不受極端值影響	算簡單，不受極端值影響	最精密，考慮到每個觀察值
缺點	粗略，無法反應所有觀察值	無法反應所有觀察值	易受極端值影響



變異量數

■ 組距 (range)

- 最大值與最小值之差，觀察值的範圍

■ 變異數 (variance, Var)

- $\{\sum(\text{每個數值}-\text{平均數})^2\}/\text{個數}$

■ 標準差 (standard deviation, SD)

- $(\sqrt{\text{變異數}})$

■ 標準誤 (standard error, SE)

- 標準差/ $(\sqrt{\text{個數}})$ (樣本平均值間的差別)

■ 變異係數 (coefficient of variance)

- 標準差/平均值 (主要比較不同變項或單位的變異程度)

■ 四分位差 (inter-quartile range, IQR)

- 觀察值由小到大排序後，高分組第25% (Q3) 的數值-
低分組後25% (Q1) 的數值

連續資料的描述1

HiNet 新聞

NBA／蒙小子『杯香家』成旋風

光世代50M每月只要999元

填表免費送50款動物圖庫

卡拉OK帶著到

 **免費學會** PowerPoint + Excel
fx 函數  

[首頁](#) | [即時](#) | [生活](#) | [娛樂](#) | [政治](#) | [體育](#) | [財經](#) | **[社會](#)** | [國際](#) | [科技](#) | [兩岸](#) | [旅遊](#) |

· [照片](#) · [社會熱門](#) · [最新新聞](#)

[首頁](#) > [社會](#)

 |  |  |  | 字級：  

台灣退休年齡偏早 平均56.6歲

公共電視/ 2012/02/19

台灣已經走向高齡化社會，而根據主計處最新統計，目前國人平均退休年齡是56.6歲，跟日韓和歐美國家相比，都相當年輕就及早退出職場。

連續資料的描述2

Y! 主計處統計 去年上班族平均月薪4萬5創新高 - Y...

是新用戶嗎? 請註冊 | 登入 | 服務說明

升級使用更安全的 IE8

YAHOO! 奇摩新聞

Q 搜尋

新聞首頁 政治 財經 社會 地方 影劇 運動 國際 生活 文教 健康 科技

股市匯市 產業動態 經貿財稅 房地產 理財就業 財經熱門 財經影音 公共消息 經濟論壇

主計處統計

去年上班族平均月薪4萬5創新高

ETtoday.net

ETtoday - 2012年2月23日 上午8:52

字 +字

相關內容

新聞報導: 社論: 別讓幸福
經濟成為另一個無感指數
2012年2月23日 下午10:06

新聞報導: 今年經濟成長率
3.85% 再下修0.06%
2012年2月23日 上午9:38

財經中心／綜合報導

行政院主計總處22日公布, 100年每人月平均薪資為4萬5642元, 不僅比99年增加2.73%, 也是歷年的最高水準。如果扣除全年消費者物價指數漲幅1.42%後, 實質平均薪資還增加1.29%。

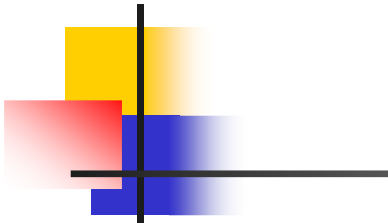
連續資料的描述3

Table 1

Anthropometric, dexta and biochemical parameters of patients and controls.

Parameters	Controls (n = 50)		Patients (n = 47)		P	Normal ranges
	Means	± SD	Means	± SD		
Age (years)	7.15	4.78	7.42	4.78	0.730	
Height (cm)	112	33	110	25	0.069	
Weight (kg)	23.35	10.52	22.14	9.28	0.185	
BMI(kg/m ²)	20.3	8.0	18.7	6.9	0.314	
AST (U/L)	26.58	13.57	53.57	55.71	0.002	5–55 ^a
ALT (U/L)	21.50	10.53	47.28	50.20	0.001	5–45
ALP (U/L)	258	76	203	63	0.001	145–560 ^b
Ca (mg/dL)	9.26	0.35	9.17	0.50	0.161	8.4–10.4
Phosphorous (mg/dL)	3.48	0.46	4.84	0.70	<0.001	2.79–4.34
Osteocalcin (ng/mL)	22.89	10.40	35.31	22.71	0.001	6.1–44.7 ^c
CTX (ng/mL)	0.47	0.24	1.12	0.50	<0.001	0.1–0.9 ^d
Calcitonin (pg/mL)	11.41	7.09	11.92	8.38	0.591	2–26 ^e
iPTH (pg/mL)	27.15	16.49	48.33	18.06	<0.001	5–55
UCa/Cr (mg/mg/24-h) ^f	0.23	0.45	0.14	0.17	<0.001	
TSH (μIU/mL)	2.31	1.8	3.18	1.32	0.202	0.4–7.0
FT3 (ng/dL)	0.37	0.15	0.40	0.05	0.963	0.23–0.66
FT4 (ng/dL)	1.18	0.20	1.33	0.13	0.763	0.9–2.30
T ₃ (ng/mL)	1.79	0.43	1.58	0.24	0.526	1.0–2.1
T ₄ (μg/dL)	10.3	2.1	7.60	0.90	0.065	6.8–13
25OH-D (μg/L)	47.0	5.2	22.6	4.6	<0.001	>40 ^g
Ferritin, ng/mL	48	37	1861	830	<0.001	7–150
Dexa Z-score lumbar			–2.256	1.11		
Dexa Z-score femur			–0.714	1.17		

統計資料描述

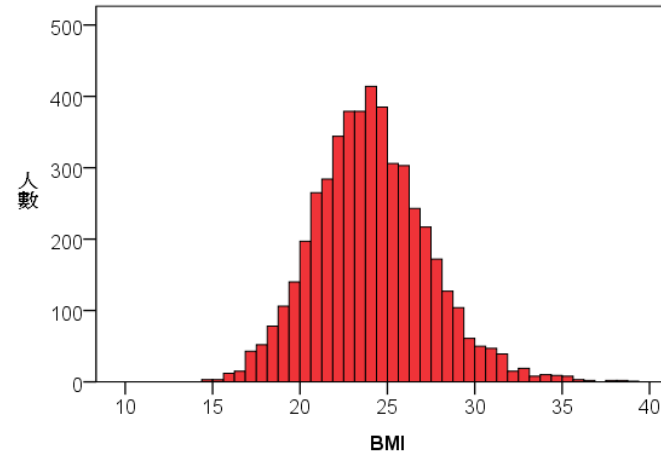


Characteristics	Mean (SD) or percentage
Age	
Mean (SD)	36 years (10.63)
Range	19–69
Sex	
Male	87.3%
Female	12.7%
Education	
Elementary	9.3%
High School	49.2%
College	41.5%
Occupation	
Employed	65.2%
Unemployed	16.1%
Others (students, housewives and retirees)	18.7%
HIV status	
Asymptomatic	55.1%
Symptomatic	17.8%
AIDS	27.1%
CD4-group†	
High	25.2%
Medium	38.4%
Low	36.4%
Medication use	
Antiretroviral (any class)	66.1%
Protease inhibitors	19.7%
Secondary prevention	48.3%

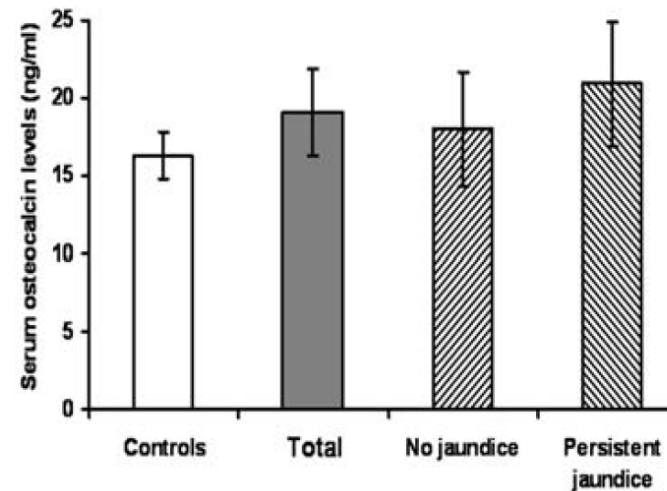
連續資料的基本統計圖

(1~2)

- 直方圖
(Histogram)

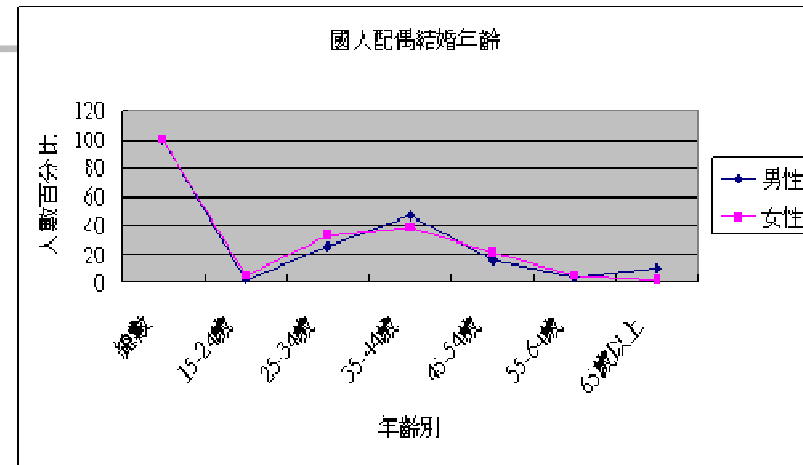


- 柱狀圖
(Bar charts)

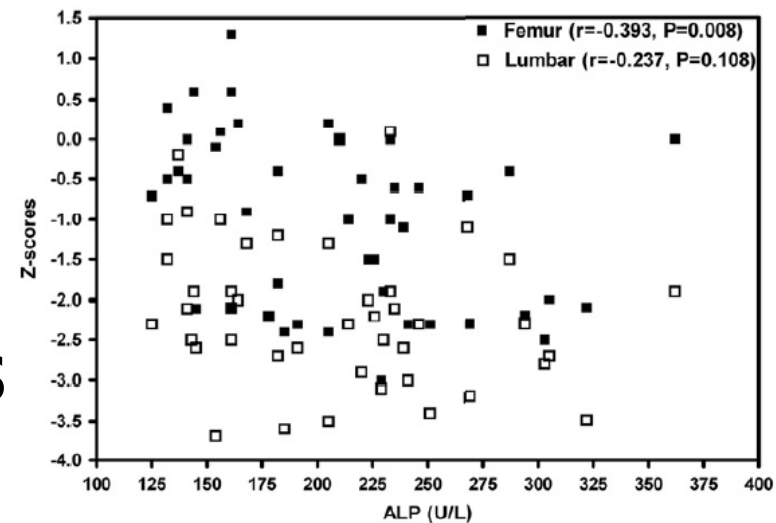


連續資料的基本統計圖 (3~4)

■ 折線圖 (Line charts)

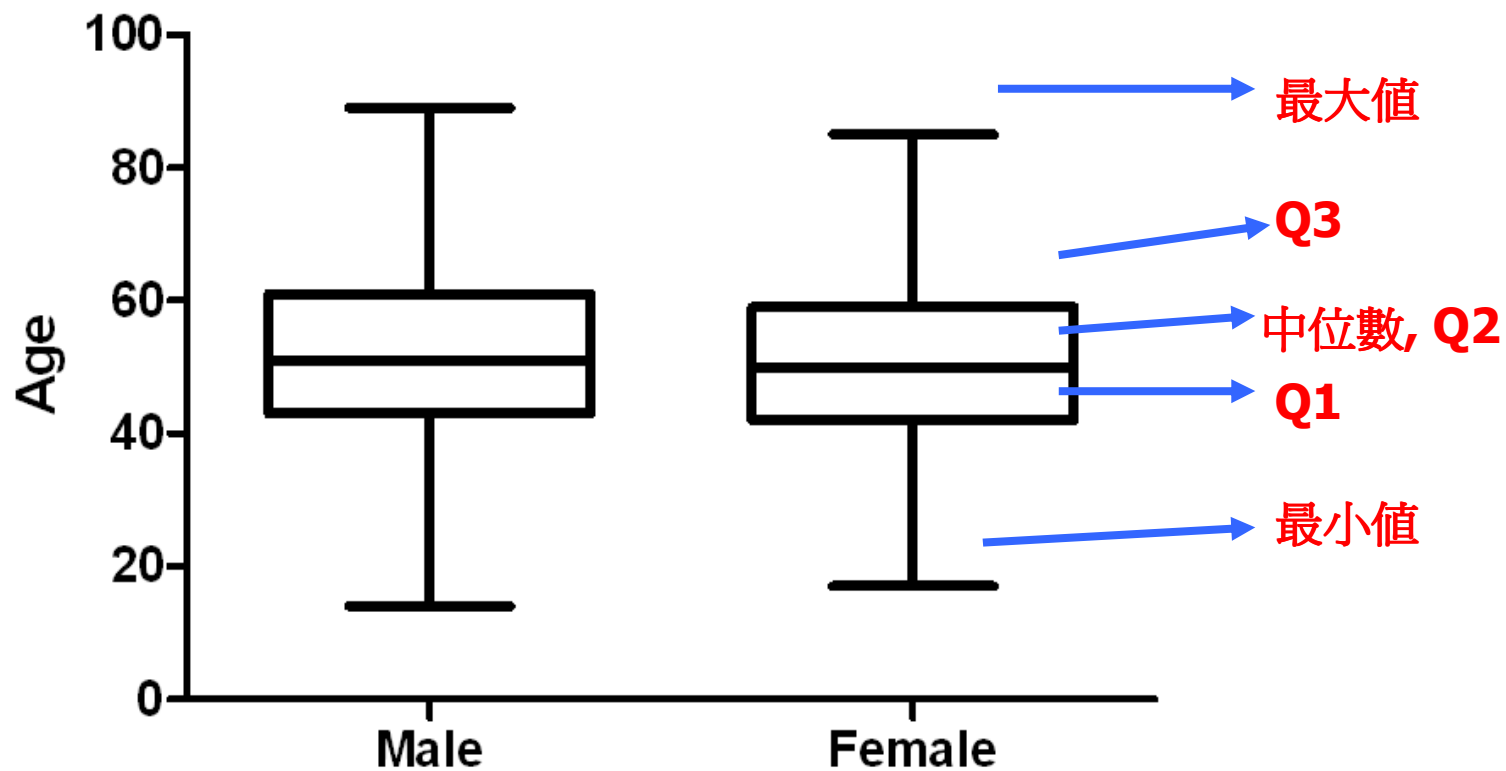


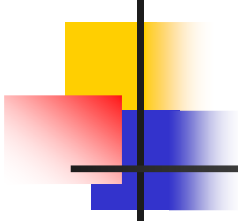
■ 散佈圖 (Scatter/Dot plots)



連續資料的基本統計圖 (5)

■ 箱型圖 (Box plots)





連續資料的基本統計圖 (6)

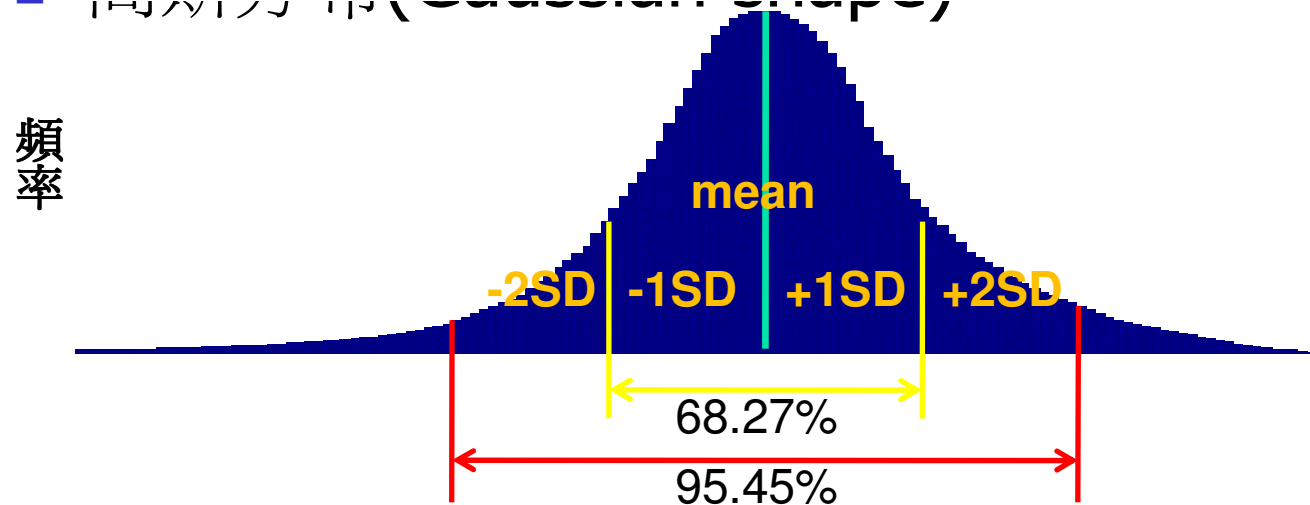
■ 莖葉圖 (Stem-and-Leaf Plot)

(個位數)

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	2 .	6
2.00	3 .	18
8.00	4 .	14457889
8.00	5 .	12255589
4.00	6 .	1229
1.00	7 .	3

常態分布的連續性資料

■ 高斯分布(Gaussian shape)



- 以平均值為中心的對稱曲線
- 平均值=中位數=眾數
- 以平均值為中心，兩邊加減1個標準差的區間，其機率(面積)為68.27%，加減2個標準差的區間，其機率為95.45%。

常態分布常用的機率範圍

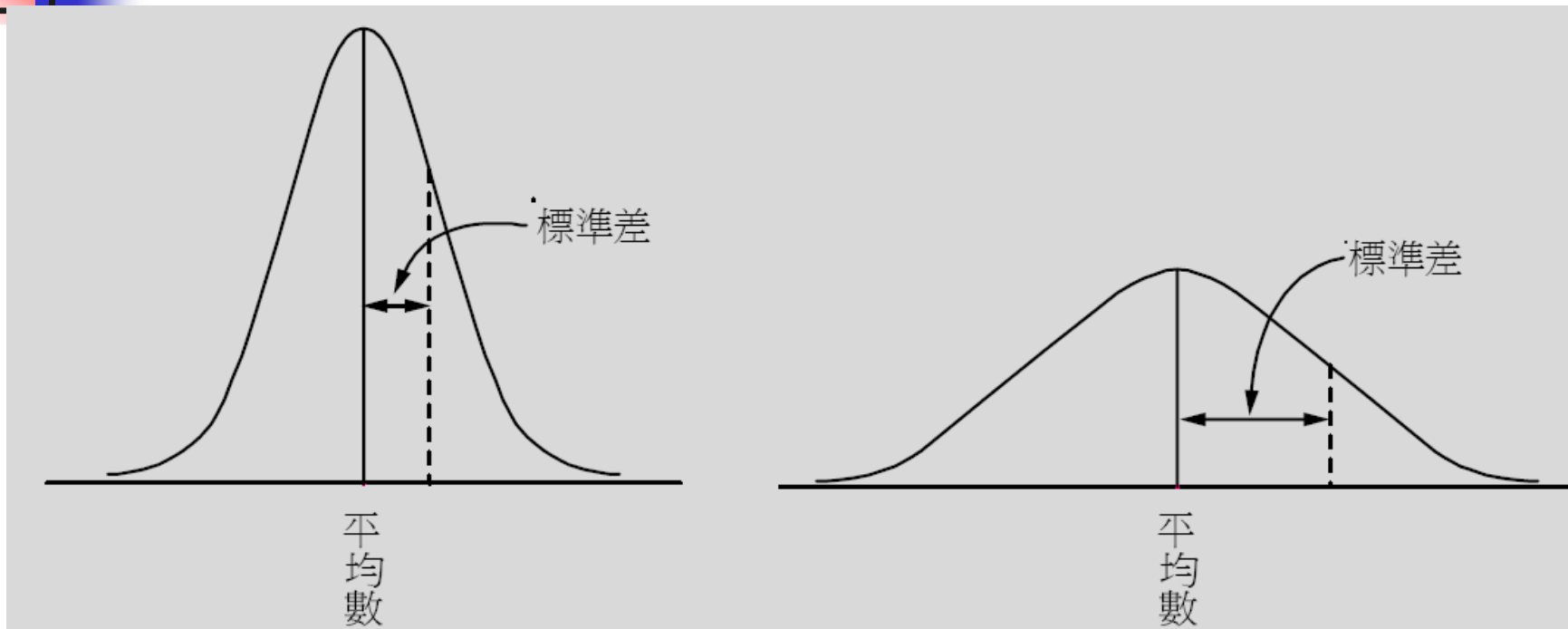
信賴區間 (confidence interval)

- $P(\text{平均值} \pm 1 \times \text{標準差}) = 68.27\%$
- $P(\text{平均值} \pm 1.645 \times \text{標準差}) = 90\%$
- $P(\text{平均值} \pm 1.96 \times \text{標準差}) = 95\%$
- $P(\text{平均值} \pm 2 \times \text{標準差}) = 95.45\%$
- $P(\text{平均值} \pm 2.58 \times \text{標準差}) = 99\%$

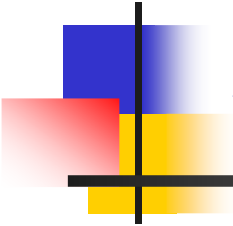
➤ 有95%的機會，真正的值會落在這個範圍內。

➤ 95%的信賴區間

常態分布的形狀



平均數決定圖形的位置，標準差決定圖形的形狀。



其他描述性統計量

偏態與峰度

偏態(skewness)

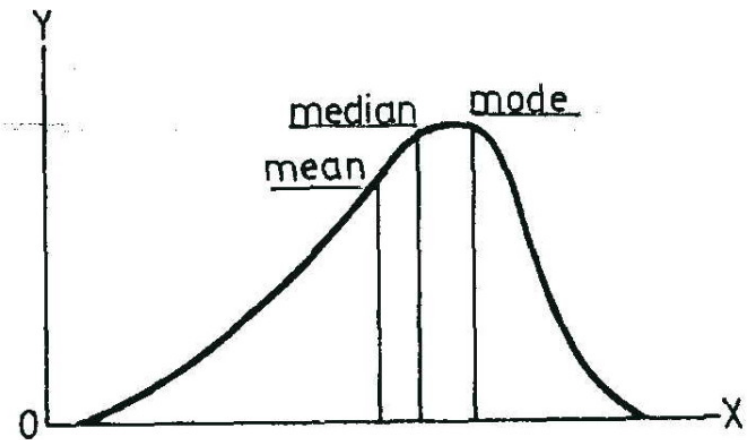
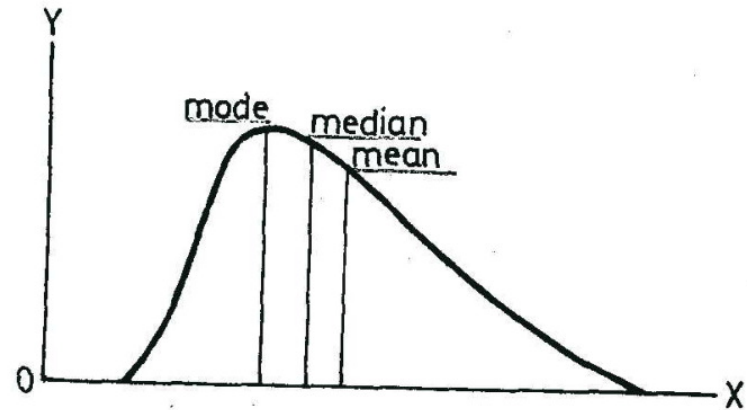
- 描述變項的對稱性

- 右偏分布(正偏分布)：

- $\text{mean} > \text{median} > \text{mode}$
 - 偏態 > 0
 - 地板效應 (floor effect)

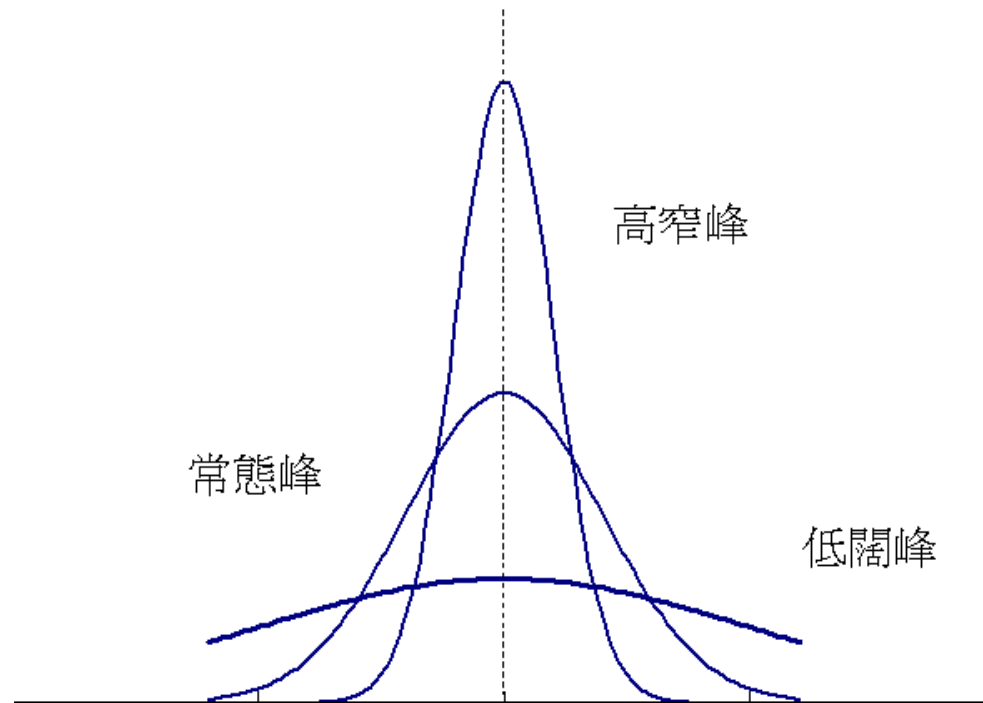
- 左偏分布(負偏分布)：

- $\text{mode} > \text{median} > \text{mean}$
 - 偏態 < 0
 - 天花板效應 (ceiling effect)



峰度 (kurtosis)

- 次數分配集中部分的陡峭程度
 - 高窄峰
 - 峰度 > 0
 - 低闊峰
 - 峰度 < 0
 - 常態峰
 - 峰度 $= 0$



偏態與峰度之於常態分布

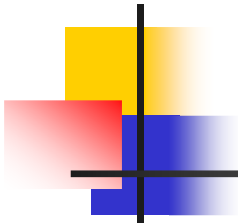
偏態	偏態係數
正偏態	>0
負偏態	<0
對稱	$=0$

峰度	峰度係數
高窄峰	>0
低闊峰	<0
常態峰	$=0$

- 一般來說， $-1 < \text{偏態或峰度} < 1$
- 超過這個範圍的偏態或峰度會影響統計分析的運用。

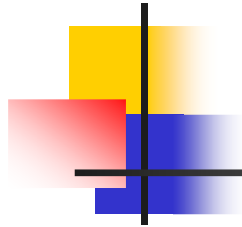


母群體與樣本



母群體（population）與樣本（sample）

- 由樣本統計量來推知母體參數
- 爲何不直接觀察母群體？
 - 是假設的且無限大
- 抽樣（**sampling**）：從母體中抽取有限的個體，作爲觀察與測量對象，並推估母體特性。
 - 已知且 >0 被抽到的機會（不一定相等）
 - 機會是隨機



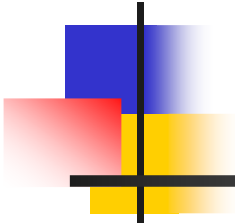
抽樣的方法

- 簡單隨機抽樣（simple random sampling）
- 等距抽樣（systematic sampling）
- 分層抽樣（stratified sampling）
- 集束抽樣（cluster sampling）
- 多步驟抽樣（multi-stage sampling）

非機率抽樣

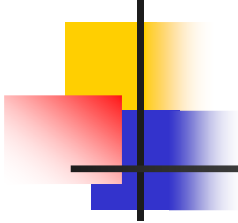
- 依方便取得的方法
 - 電訪、部分問卷、網路問卷





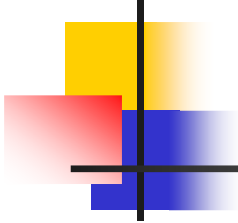
點估計與區間估計

參考資料:台灣大學統計教學中心
<http://www.statedu.ntu.edu.tw/chinese/index.asp>



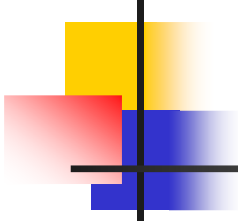
何謂估計

- 利用樣本統計量去推估母體參數的過程
- 可分為點估計與區間估計
- 估計式的好壞評斷標準：
 - 不偏性（unbiasedness）
 - 有效性（efficiency）
 - 一致性（consistency）



估計式的好壞評斷標準

- 不偏性
 - 若估計式的平均數等於母體的參數值，則為不偏估計，例如以 $\bar{x} \rightarrow \mu$
- 有效性
 - 估計式的平均平方差愈小 $E(\bar{x} - \mu)^2$ ，則表示此估計式的有效性愈高（誤差愈小）
- 一致性
 - 樣本數趨近無限大，估計值與母體參數的差異會趨近0。



點估計與區間估計的定義

- 點估計

- 由母體抽取一組樣本數為 n 的隨機樣本，並從該樣本得到的樣本統計量 $(\bar{X}, S)$ 作為母體的估計值 (μ, σ)

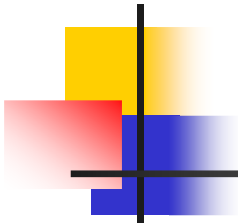
- 區間估計

- 對未知的母體參數估計一個上下限的區間，並指出該區間包含母體參數的可靠度



中央極限定理 (central limit theorem)

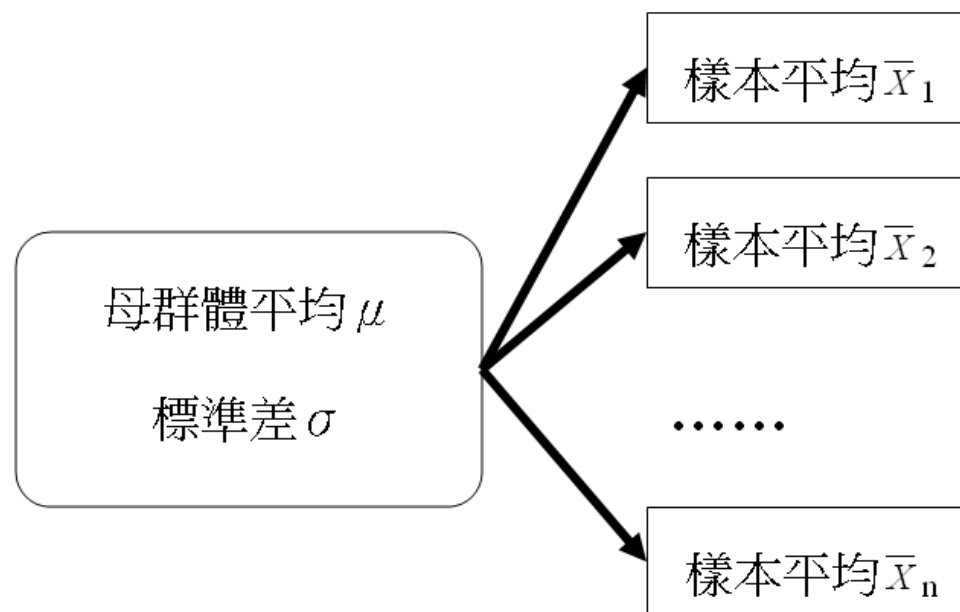
- 一母群體的平均數為 μ ，標準差為 σ ，取出樣本數為 n 之無限多組樣本，此無限多組樣本之平均數為 $\bar{X}$ ，其分佈具有以下特性：
 - 樣本平均數抽樣分佈會趨近常態分佈。
 - 樣本平均數抽樣分佈之平均數會等於母群體平均數。
 - 樣本平均數分佈的標準差，稱為標準誤
 - $\sigma / \sqrt{n}$
 - 若 n 夠大(一般以 ≥ 30 為夠大)，則樣本分布趨近常態

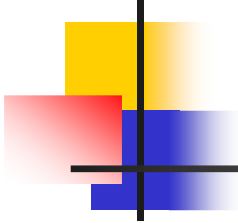


母體與樣本的關係圖

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_n}{n}$$





95%信賴區間

母體平均數 μ 的**95%** 信任區間

$$P(\bar{X} - 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = 0.95$$

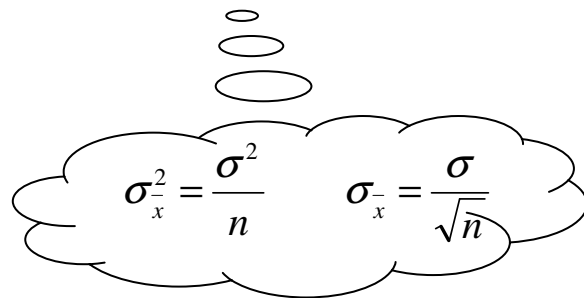
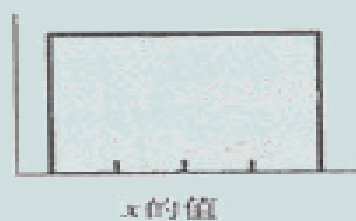


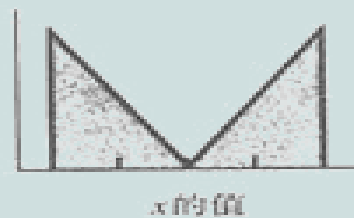
Diagram illustrating the relationship between the population standard deviation σ and the standard error of the mean $\sigma_{\bar{x}}$:

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

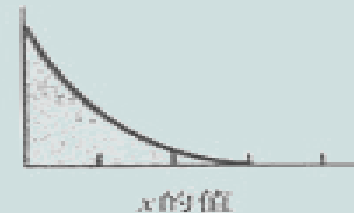
母群體1



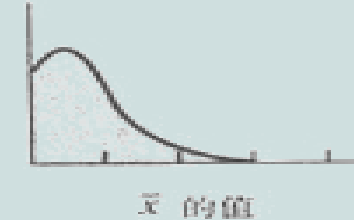
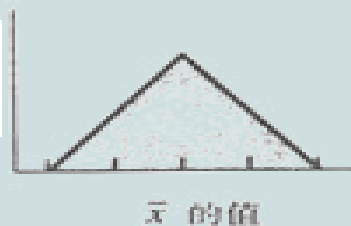
母群體2



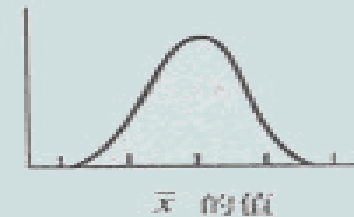
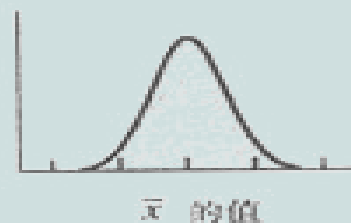
母群體3



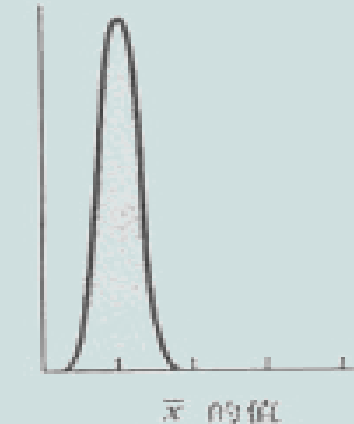
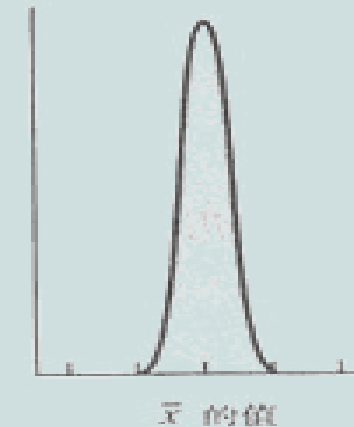
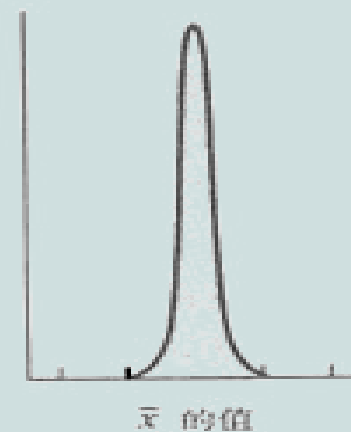
$\bar{X}$ 的抽樣分布
(n=2)

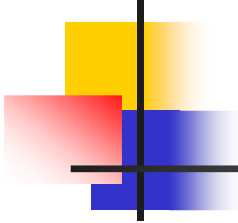


$\bar{X}$ 的抽樣分布
(n=5)



$\bar{X}$ 的抽樣分布
(n=30)

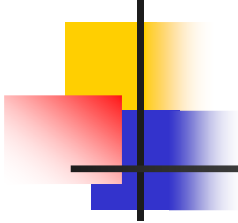




n , α , 及 CI 之間的關係

- $n \uparrow \rightarrow \text{C.I. 寬度} \downarrow$ ，以 95% C.I. 為例：
 - $n = 10$, CI 寬度 = 1.240σ
 - $n = 100$, CI 寬度 = 0.392σ
 - $n = 1000$, CI 寬度 = 0.124σ

$$P\left(\bar{X} - 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 0.95$$



檢定 (test)

- 爲了回答『特定的一群生物或人，其某種生物現象，是否和全部族群的該種生物現象相同？』
 - 需先假設**沒有不同**或**相同**，稱爲「**無效假設**」或「**無差異假設**」或「**虛無假設**」
(Null hypothesis, H_0)



虛無假設 (Null hypothesis, H_0)

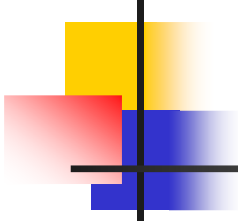
與對立假設 (alternative hypothesis, H_1)

■ H_0 :

■ 欲檢驗其正確性者

■ H_1 :

■ 反應了執行檢定的研究者對參數可能數值的另一種 (對立的) 看法



p的標準 (α -level)

- 決定接受 (p大) 或拒絕 H_0 (p小)
- 約定俗成
 - 0.10, **0.05**, 0.01



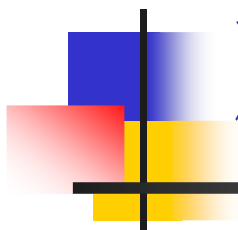
一般最常使用

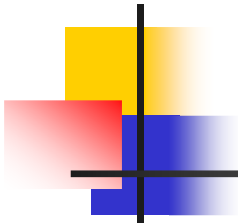
- 可依「拒絕 H_0 」的後果來決定

第一類誤差 (type-I error, α -error)

第二類誤差 (type-II error, β -error)

檢力 (power)





第一類誤差 (type-I error, α -error)

- 應接受 H_0 ， p 卻 $< \alpha$ -level (一般是0.05)
- 可以估計
 - 6個骰子同時出現6， $p=(1/6)^6=2.1 \times 10^{-5}$
- 推翻可能犯的錯誤，大小等於 P

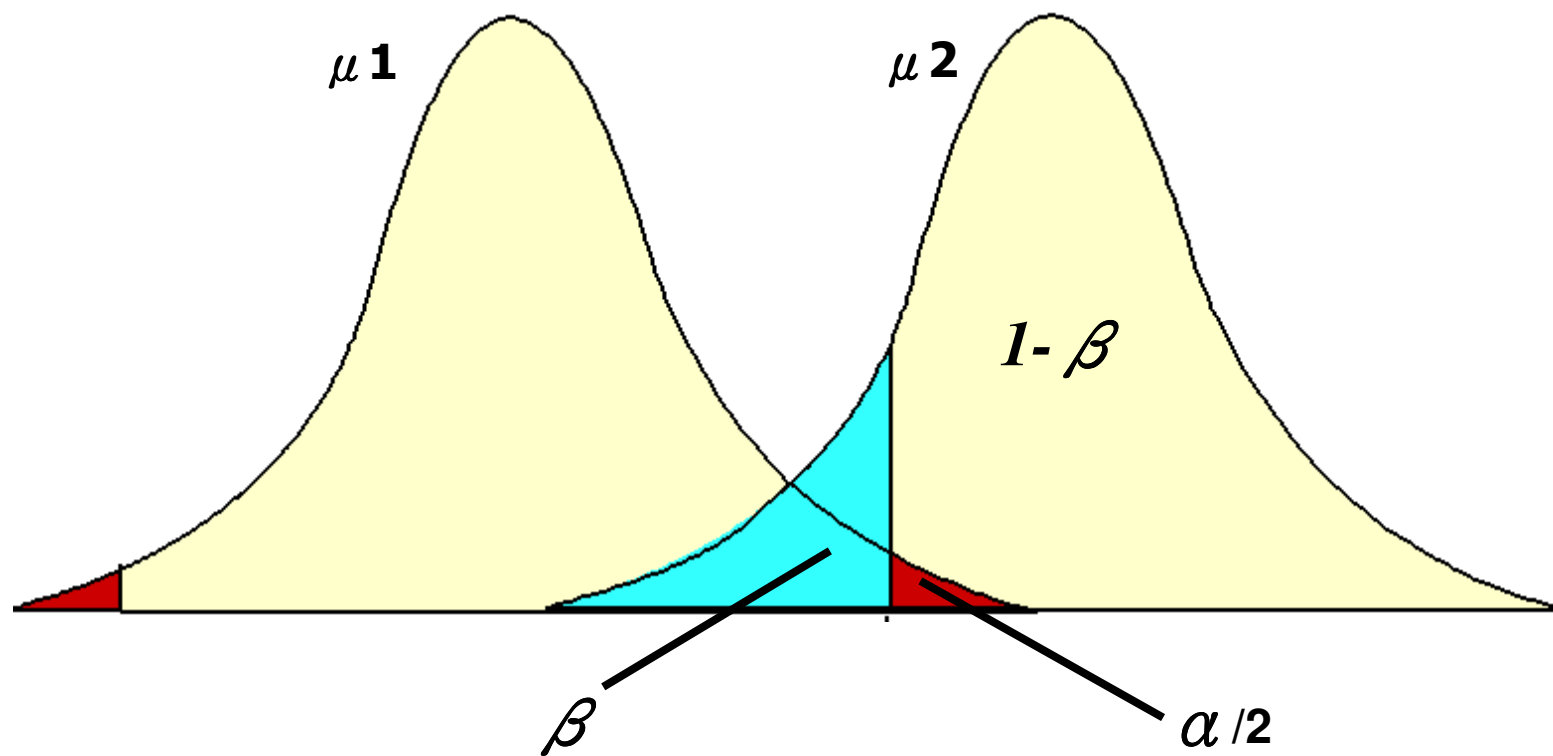


第二類誤差type-II error, β -error)

- 應推翻 H_0 ， p 卻 $> \alpha$ -level (一般是0.05)
 - 高明的賭徒
- 無法被估計
- 接受 H_0
 - 沒有足夠證據說明二者不同（不得不說是二者沒有差別）
- 檢力（power）
 - 正確拒絕 H_0 之概率（ $1 - \beta$ ）

誤差機率與檢定力

- 下圖中紅色部分為 α -error，藍色部分為 β -error

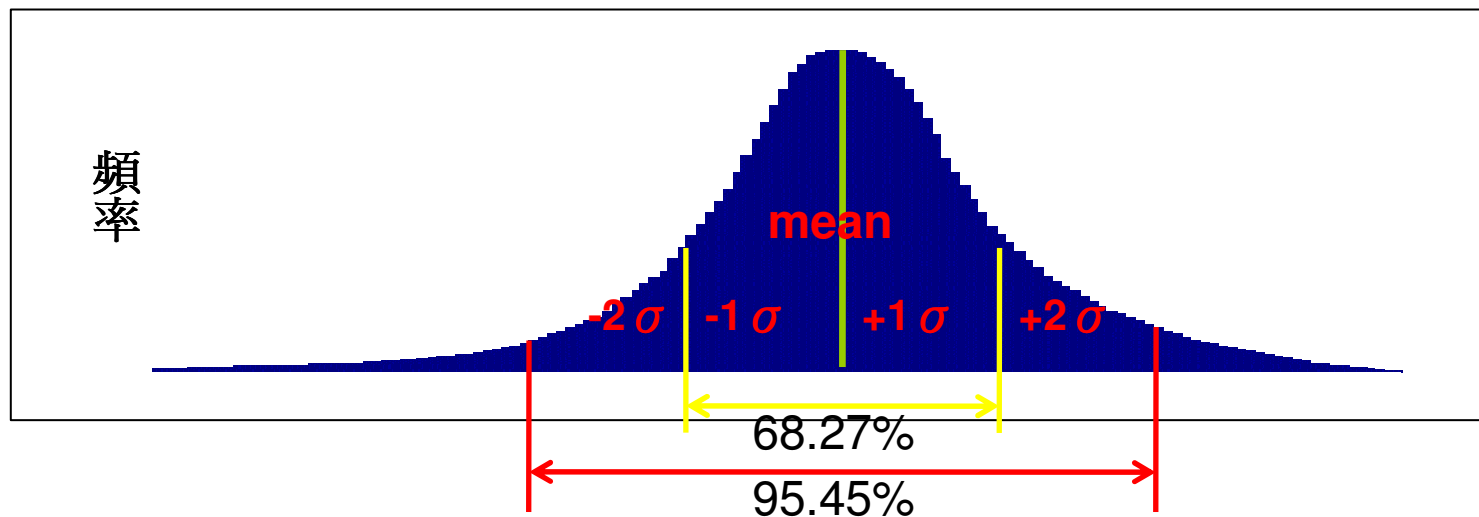


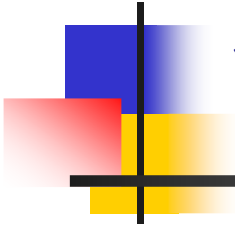
各種誤差示意表

真實情況 檢定結果	真	假
	真	假
接受	$1 - \alpha$	β
拒絕	α	$1 - \beta$

常態分布表（Z-表）之應用

- Z就是代表某個數值離開平均值（ μ ）有幾個標準差。
 - $Z = (X - \mu) / \sigma$





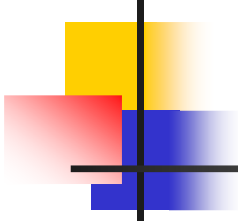
等距變項的統計

單一變項的推論（ σ 已知）

以二組樣本推論二個母全體（ σ 已知）

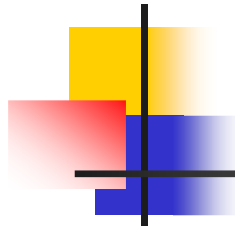
以一組樣本或二組樣本推論一個或二個母全體（ σ 未知）

以二組樣本推論二個母全體之平均值
（ σ 未知）



各種等距變項統計的比較

- 單一變項的推論（ σ 已知）
 - 常人平均收縮壓為125 mmHg，標準差為10mmHg，隨機抽取DM患者100位，其平均收縮壓為130mmHg，請問DM患者的收縮壓是否異於常人？
- 以二組樣本推論二個母全體（ σ 已知）
 - 已知常人平均收縮壓標準差10 mmHg，隨機抽樣200位常人，其平均收縮壓為125 mmHg；隨機抽取DM患者100位，其平均收縮壓為130 mmHg，請問DM患者的收縮壓是否異於常人？
- 以一組樣本或二組樣本推論一個或二個母全體（ σ 未知）
 - 已知常人平均收縮壓125 mmHg，隨機抽取DM患者100位，其平均收縮壓為130 mmHg，標準差為8 mmHg，請問DM患者的收縮壓是否異於常人？
- 以二組樣本推論二個母全體之平均值（ σ 未知）
 - 隨機抽樣200位常人，其平均收縮壓為125 mmHg，標準差10 mmHg；隨機抽取DM患者100位，其平均收縮壓為130 mmHg，標準差8 mmHg，請問DM患者的收縮壓是否異於常人？



Z 與 t

- Z就是代表某個數值（X）離開平均值（ μ ）有幾個標準差。
 - $Z = (X - \mu) / \sigma$
- t則是某一個觀察值（X）離開母全體有幾個樣本標準差
 - $t = (X - \mu) / S$

Z 與 t

- n 越大，代表性越大，對母數估計正確性愈高；當 $n \geq 120$ ， t 與 Z 已十分接近。

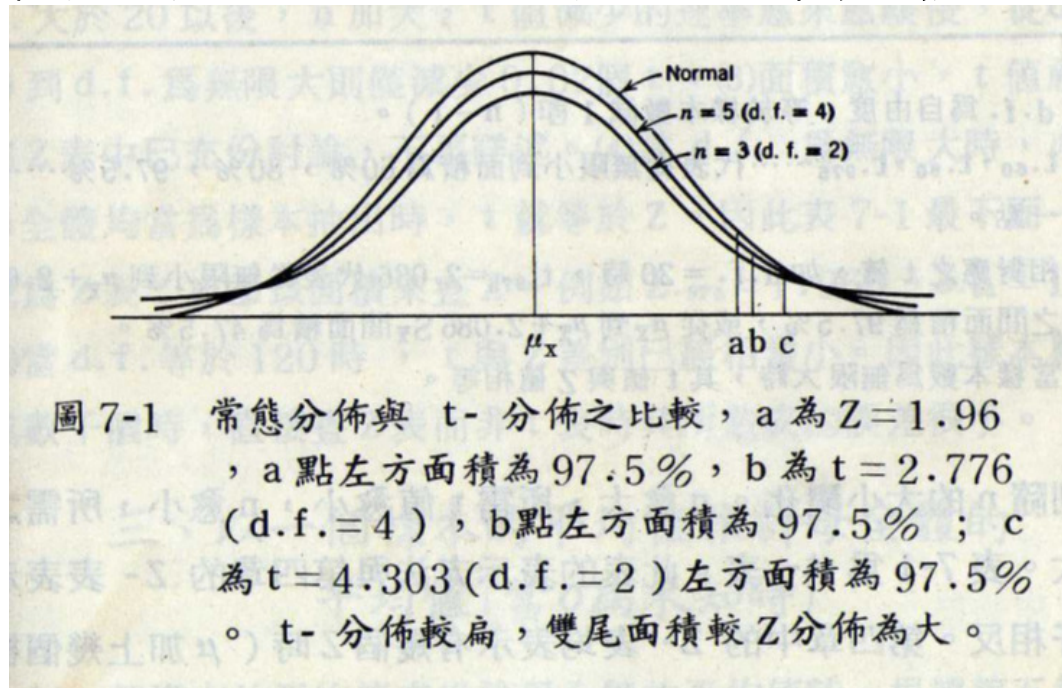


圖 7-1 常態分佈與 t -分佈之比較， a 為 $Z = 1.96$ ， a 點左方面積為 97.5%， b 為 $t = 2.776$ ($d.f. = 4$)， b 點左方面積為 97.5%； c 為 $t = 4.303$ ($d.f. = 2$) 左方面積為 97.5%。
◦ t -分佈較扁，雙尾面積較 Z 分佈為大。

自由度 (degree of freedom, d.f.) = $n - 1$

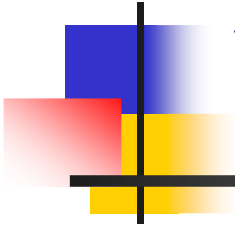
Paper review

Table 2. BSID-II mental (MDI) and psychomotor (PDI) development scores for infants in relation to mothers and infants characteristics (n = 134)

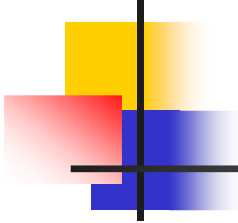
	No.	MDI		PDI	
		Mean $\pm$ SD	p-value	Mean $\pm$ SD	p-value
Maternal characteristics					
Educational level					
≤ 12 years	52	92.2 $\pm$ 5.0	0.647	89.8 $\pm$ 10.8	0.676
≥ 13 years	82	91.7 $\pm$ 6.2		89.0 $\pm$ 10.4	
Economic status: annual income					
<5,000,000 yen	81	91.6 $\pm$ 5.8	0.444	89.4 $\pm$ 10.4	0.875
$\geq 5,000,000$ yen	53	92.3 $\pm$ 5.8		89.1 $\pm$ 10.7	
Working during pregnancy					
No	112	91.5 $\pm$ 5.7	0.107	89.1 $\pm$ 10.3	0.697
Yes	22	93.7 $\pm$ 6.0		90.1 $\pm$ 11.8	
Smoking during pregnancy					
No	116	92.0 $\pm$ 5.8	0.469	89.8 $\pm$ 10.6	0.183
Yes	18	90.9 $\pm$ 5.8		86.2 $\pm$ 9.1	
Onshore fish intake during pregnancy					
<1 time/week, rarely/never	75	91.6 $\pm$ 6.0	0.612	88.9 $\pm$ 11.3	0.670
≥ 1 time/week	59	92.2 $\pm$ 5.5		89.7 $\pm$ 9.4	
Deep-sea fish intake during pregnancy					
<1 time/week, rarely/never	56	92.6 $\pm$ 5.3	0.198	89.9 $\pm$ 10.6	0.542
≥ 1 time/week	78	91.3 $\pm$ 6.0		88.8 $\pm$ 10.5	
Caffeine intake during pregnancy (mg/day)		r = -0.063	0.470	r = -0.177	0.040 *
Alcohol intake before pregnancy (g/day)		r = -0.050	0.564	r = -0.099	0.256
Alcohol intake during pregnancy (g/day)		r = 0.137	0.114	r = 0.011	0.898
Blood sampling time					
During pregnancy	86	92.0 $\pm$ 5.5	0.767	88.8 $\pm$ 10.3	0.472
After delivery	48	91.7 $\pm$ 6.3		90.2 $\pm$ 10.9	
Child characteristics					
Sex					
Male	68	91.6 $\pm$ 5.8	0.595	87.8 $\pm$ 9.9	0.084
Female	66	92.1 $\pm$ 5.8		90.9 $\pm$ 10.9	
Gestational age (days)		r = 0.178	0.039 *	r = 0.289	0.001 **
Birthweight (g)		r = 0.103	0.237	r = 0.086	0.323
Length (cm)		r = 0.058	0.506	r = -0.060	0.489
Head circumference (cm)		r = 0.071	0.416	r = -0.015	0.862
First-born					
Yes	67	92.3 $\pm$ 6.1	0.356	89.7 $\pm$ 10.5	0.617
No	67	91.4 $\pm$ 5.5		88.8 $\pm$ 10.6	
Duration of breastfeeding, ≥ 3 month					
Yes	78	92.1 $\pm$ 6.0	0.557	89.9 $\pm$ 10.5	0.422
No	56	91.5 $\pm$ 5.5		88.4 $\pm$ 10.5	
Index of Child Care Environment		r = -0.016	0.855	r = -0.122	0.161

Student's t-test, Pearson's correlation coefficient test

* p < 0.05; ** p < 0.01

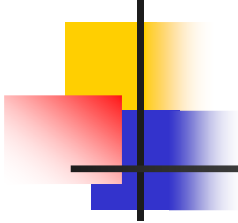


配對t檢定 (paired t-test)



前言

- 目前為止討論的是二個「獨立樣本」的平均值比較。
 - 男女之間的身高是否有差異
 - 健康人與結核病患者的體溫是否有差異
- 所謂的「獨立樣本」，是指各組樣本內的個體都是各自獨立不相干的。



配對t檢定 (paired t-test)

- 配對(paired)樣本，就是二組樣本的個體是相關聯的。比如：
 - 同一個體之二個部份，一個是對照組(X_1)，一個是控制組(X_2)
 - 同一個體治療前(X_1)與治療後(X_2)的比較
 - 同卵雙胞胎或同一胎動物，隨機分配為實驗組(X_1)與對照組(X_2)
 - 個體不同，但在可能影響測量結果的諸多因子上，儘量求其相同，然後隨機分配為實驗組(X_1)與對照組(X_2)
- 因此是將 $X_1 - X_2$ 當成一個觀察值來做判斷或統計推論。

二組獨立樣本與配對樣本檢定方法之比較

■ 二組獨立樣本

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - 0}{S(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \frac{4.727}{4.586} = 1.031$$

■ 二組配對樣本→較敏感(**p容易<0.05**)

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_{\bar{d}}}{S_{\bar{d}}} = \frac{4.727}{1.663} = 2.843$$

Paper review

Serum Insulin-like Growth Factor I and Subsequent Risk of Colorectal Cancer among Japanese-American Men

Abraham M. Y. Nomura¹, Grant N. Stemmermann², James Lee¹, and Michael N. Pollak³

¹ Japan-Hawaii Cancer Study, Kuakini Medical Center, Honolulu, HI.

² Department of Pathology, University of Cincinnati Medical Center, Cincinnati, OH.

³ Cancer Prevention Research Unit, Departments of Medicine and Oncology, Jewish General Hospital and McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

Received for publication July 18, 2002; accepted for publication March 17, 2003.

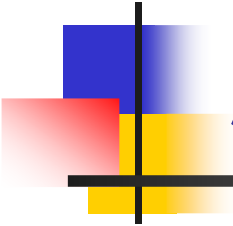
TABLE 1. Characteristics of colon and rectal cancer cases and their matched controls, Oahu, Hawaii

Characteristic	Colon cancer (177 pairs)*			Rectal cancer (105 pairs)*		
	Cases	Controls	<i>p</i> value†	Cases	Controls	<i>p</i> value†
Born in the United States (%)	90.4	86.4	0.38	91.4	91.4	~1.00
Buddhist/Shinto religion (%)	66.7	65.0	0.92	74.3	61.9	0.16
High school education (%)	53.7	50.3	0.39	50.5	51.4	~1.00
Alcohol use (%)	79.7	77.4	0.65	78.1	71.4	0.26
Ever smoked cigarettes (%)	62.8	61.4	0.67	72.2	66.7	0.20
Mean systolic blood pressure (mm/Hg)	137.6	136.5	0.58	139.8	134.7	0.10
Mean body mass index‡	24.2	23.9	0.57	23.5	23.8	0.36
Mean serum cholesterol level (mg/dl)	216.1	215.5	0.86	214.7	214.9	0.98

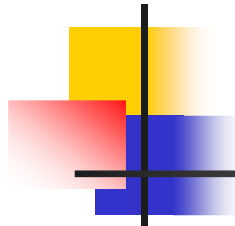
* Number of matched case-control pairs.

† The exact binomial probability test for matched samples was used for comparing proportions; the paired *t* test was used for comparing means.

‡ Weight (kg)/height (m)².



二項類別變項（比率變項）的 統計： X^2 test



χ^2 test

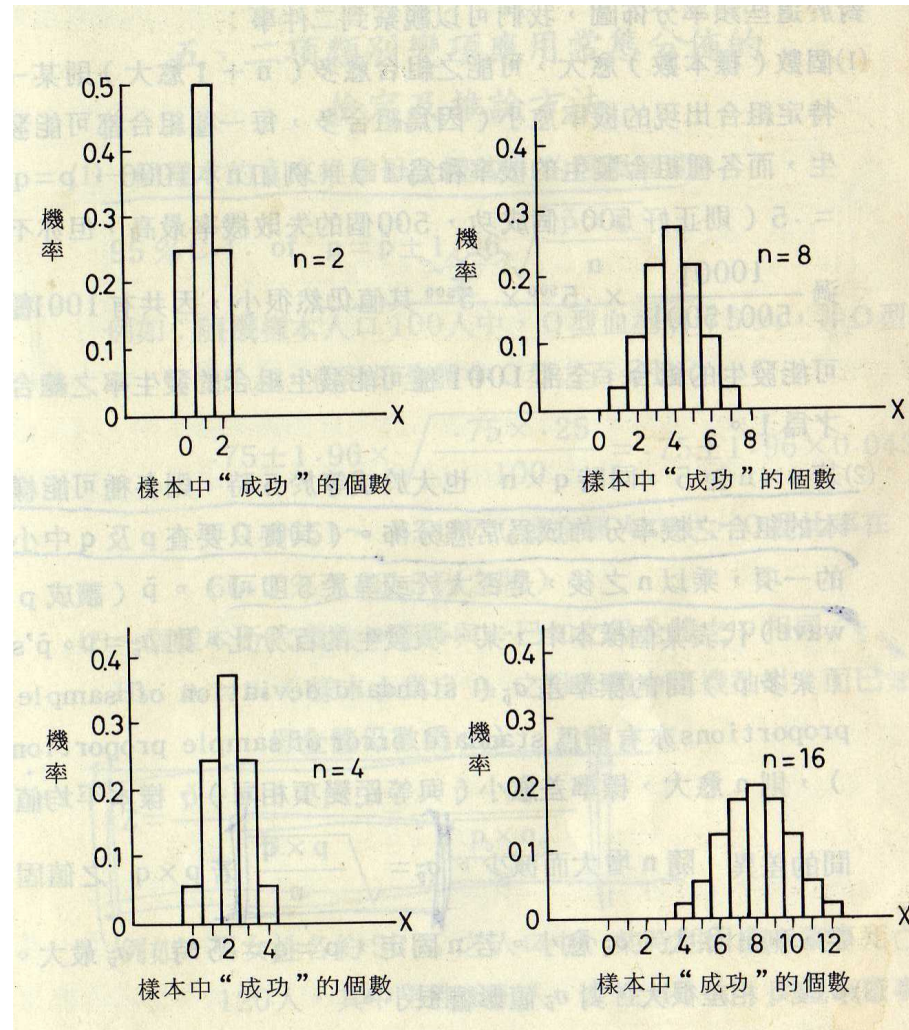
- 用來檢定兩種類別變項間，是否有關聯？
 - 男女之間的糖尿病罹患率是否不同？
(糖尿病： **$AC \geq 126 \text{ mg/dl}$**)
 - H_0 ：男女糖尿病罹患率相同
 - H_1 ：男女糖尿病罹患率不同

X² test之簡單原理

觀察值 (O)				預期值 (E)			
		有病	沒病			有病	沒病
抽菸	A	B	A+B	抽菸	$\frac{(A+B)(A+C)}{N}$	$\frac{(A+B)(B+D)}{N}$	
不菸	C	D	C+D	不菸	$\frac{(A+C)(C+D)}{N}$	$\frac{(B+D)(C+D)}{N}$	
		A+C	B+D			A+C	B+D
						N	

- 每格觀察值偏離預期值的程度= $(O-E)/E$
- 避免負號， $X^2 = \sum (O-E)^2/E$
- 2×2列聯表注意事項
 - >25%的預期值<5，須看Fisher's Exact test結果。
 - 需作Yat's 校正 (continuity correction)

假設成功機率0.5，在不同樣本數下，各種組合發生的機率圖



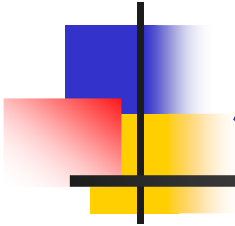
Effects of Gene–Environmental Interaction on Noise-Induced Hearing Threshold Levels for High Frequencies (HTLHF)

Cheng-Yu Lin,^{†,‡,§} Tung-Sheng Shih,^{||,⊥,@} Yue-Liang Leon Guo,[#] Jiunn-Liang Wu,[§] Yih-Min Sun,[&] and Perng-Jy Tsai^{*,†,⊥,@}

Table 2. Characteristics of Work History Tasks and Time/Activity Patterns According to GST Antioxidant Capability ($n = 347$)

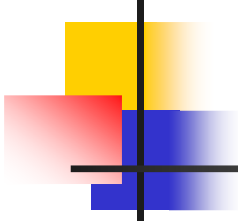
variables	GST antioxidant capability				P value
	normal (n = 291)		poor (n = 56)		
	no. (%)	mean (SD)	no. (%)	mean (SD)	
age (years)		48.8 (7.6)		49.2 (6.8)	0.691
employment (years)		24.1 (8.2)		24.9 (6.8)	0.494
habit of hearing protector usage					0.701
yes	210 (72.2)		39 (69.6)		
no	81 (27.8)		17 (30.4)		
current time-weighted average noise level ($L_{eq-8\text{ h}}$) (dBA)					
workplace (N = 99) ^a		82.1 (0.8)		85.1 (1.8)	0.127
rest place (N = 36)		62.4 (0.2)		62.9 (0.5)	0.356
duration of hearing protector usage in workplace (hours/day)		4.1 (0.2)		4.8 (0.5)	0.165
duration of stay in workplace (hours/day)		5.9 (0.1)		6.0 (0.3)	0.816
duration of stay in rest place (hours/day)		2.2 (0.1)		2.1 (0.3)	0.824
total noise exposure ($L_{eq-40\text{ y}}$) (dBA-year)		91.1 (0.7)		92.3 (1.5)	0.473
noise level for 40 years of exposure ($L_{eq-40\text{ y}}$) (dBA)					0.597
< 70.0	91 (31.3)		15 (26.8)		
70.0–79.9	113 (38.8)		23 (41.1)		
80.0–89.9	47 (16.2)		7 (12.5)		
> 90.0	40 (13.8)		11 (19.6)		

^a N: Number of areas assessed.



二項類別變項（比率變項）的 統計

配對樣本



McNemar氏檢定

- 類別變項---類別變項
- 兩相依樣本
- 僅適用於 2×2 的表格
- 樣本是從母群體中隨機抽樣

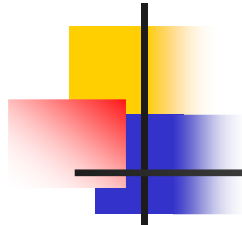
McNemar氏檢定

		實驗後		
		是	否	
實驗 前	是	A	B	A+B
	否	C	D	C+D
		A+C	B+D	N

H_0 : 實驗前後，選擇『是』的百分比沒有改變

H_1 : 實驗前後，選擇『是』的百分比會有改變

檢定統計量: $X^2 = (|B - C| - 1)^2 / (B + C)$



Clinical Study

Long-Term Effects of Cataract Surgery on Tear Film Parameters

Vincent D. Venincasa,^{1,2} Anat Galor,^{1,2} William Feuer,² David J. Lee,³
Hermes Florez,^{1,4} and Michael J. Venincasa²

¹Department of Ophthalmology, Miami Veterans Affairs Medical Center, 1201 NW 16th Street, Miami, FL 33125, USA

²Department of Ophthalmology, Bascom Palmer Eye Institute, University of Miami, 900 NW 17th Street, Miami, FL 33136, USA

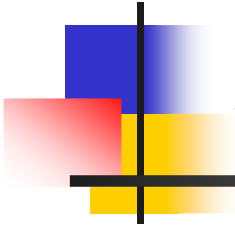
³Department of Epidemiology and Public Health, University of Miami, 1801 NW 9th Avenue, Miami, FL 33136, USA

⁴Department of Endocrinology and Geriatrics, University of Miami, 1611 Northwest 12th Avenue, Miami, FL 33136, USA

TABLE 2: Tear film parameters of the study population comparing non-surgical eye to surgical eye.

Tear film parameters	Nonsurgical eye (NSE)	Surgical eye (SE)	P value	Mean difference ^I (SD)	95% CI ^{II}
Tear osmolarity, mean (SD) (range)	306.68 (13.41) (285–339)	306.21 (13.43) (284–346)	0.88	0.464 (15.58)	–5.58, 6.51
Number of patients (%)	2 (7.1%) with value >325	1 (3.6%) with value >325	1		
Corneal staining	6 (21.4%) with value >1	6 (21.4%) with value >1	1	0.071 (0.86)	–0.26, 0.40
Tear break-up time, mean (SD) (range)	8.66 (5.40) (1–15)	8.86 (4.78) (1–15)	0.79	–0.207 (4.12)	–1.77, 1.36
Number of patients (%)	14 (48.3%) with value <5	8 (27.6%) with value <5	0.11		
Schirmer's, mean (SD) (range)	13.48 (8.00) (5–30)	12.34 (7.49) (5–30)	0.25	1.138 (5.16)	–0.82, 3.10
Number of patients (%)	5 (17.2%) with value <5	3 (10.3%) with value <5	0.63		
MG quality	9 (31.0%) with value >1	6 (20.7%) with value >1	0.25	0.310 (1.07)	–0.10, 0.72
Lid vascularity	5 (17.2%) with value >1	5 (17.2%) with value >1	1	0.035 (0.33)	–0.09, 0.16
MG orifice plugging	6 (20.1%) with value >1	7 (24.1%) with value >1	1	–0.069 (0.70)	–0.34, 0.20

(^IMean Difference = nonsurgical eye – surgical eye; ^{II}CI = confidence interval).



單因子變異數(variance) 分析

One way ANOVA



變異數的重要性

A 組：5，10，15，50，85，90，95，其平均值

$$\bar{x}_A = 50$$

B 組：35，40，45，50，55，60，65，其平均值

$$\bar{x}_B = 50$$

$$(\mu_A - \mu_B) \text{ 的 } 95\% \text{ C.I. 爲 } (\bar{x}_A - \bar{x}_B) \pm t_{0.975} S_p \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}$$

$$[(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - 0] / S_p \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}} \text{ 也等於 } 0$$

$$\mu_A = \mu_B = \mu_0$$

兩個樣本都是從一個平均值為 μ_0 的母全體抽出



實際上

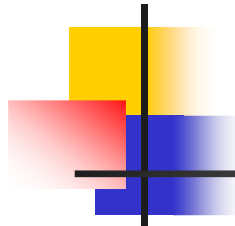
A組：5，10，15，50，85，90，95，其平均值

$$\bar{x}_A = 50$$

B組：35，40，45，50，55，60，65，其平均值

$$\bar{x}_B = 50$$

- **A組資料分布分散；B組資料分布集中**
 - 二個母全體平均值相等
 - 但變異情形不同



F分布

- 由R.A. Fisher首創，G.W. Snedecor加以修改而成
- 從變異數為 σ^2 之母全體，先抽出大小為 n_1 之一組樣本，其變異數 S_1^2 ；再抽出大小為 n_2 之一組樣本，其變異數 S_2^2 ， S_1^2 除以 S_2^2 即為F值。
- 若將全部可能的樣本排列組合均抽出計算，則可得到很多 S_1^2/S_2^2 ，也就是很多F值，這些F值的分布就是F分布

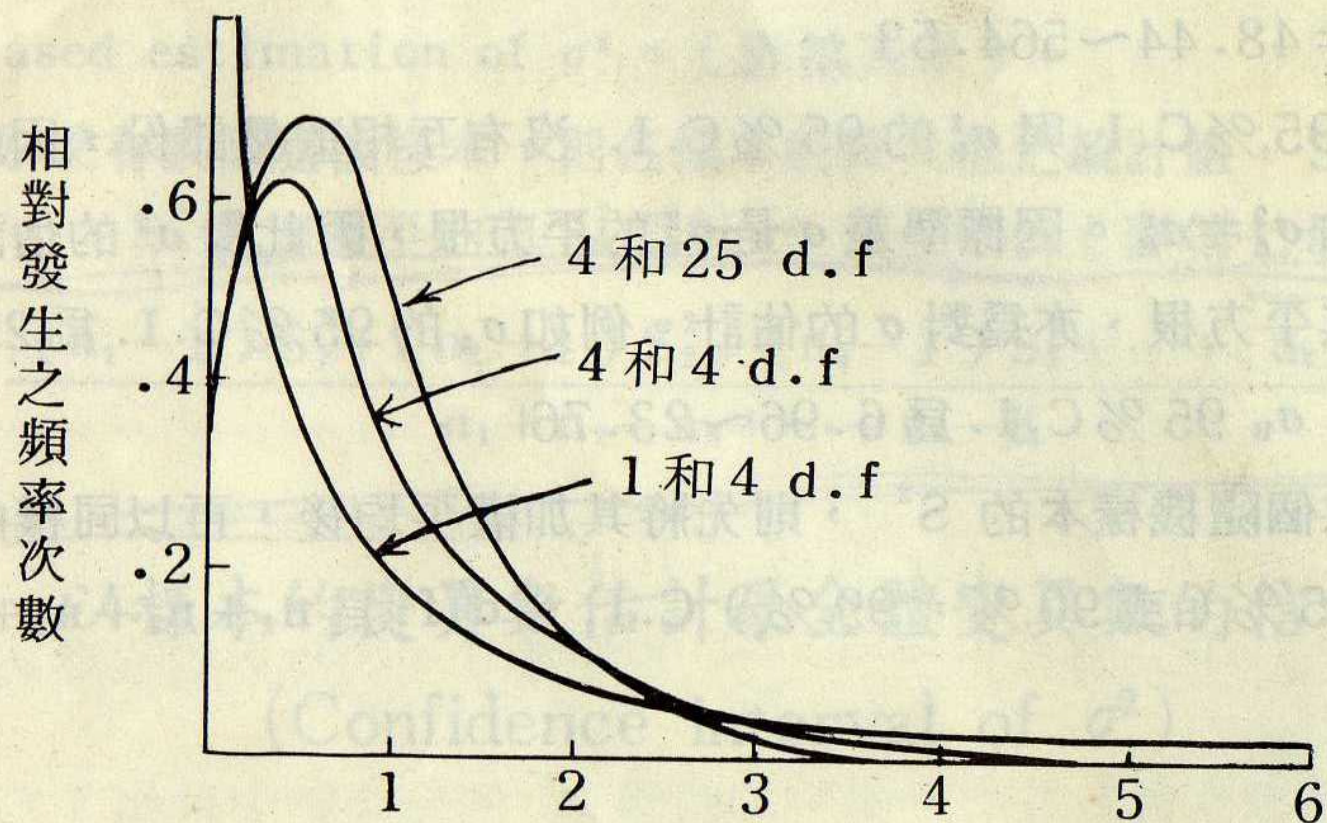
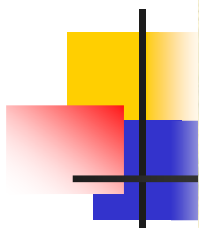
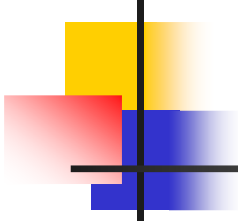


圖 10-1 各種自由度下F分佈



One-Way ANOVA

- ANOVA是透過變異數之分析來檢定各組樣本所代表之母全體平均值間是否不同
- 爲何不用t-test？
 - 如果有三組樣本，則須執行3次t-test（1vs.2, 1vs.3, 2vs.3）；如果有7組樣本，則須執行 $C_2^7=21$ 次t-test，不但複雜，也增加 α -error的機會

總變異量的分解

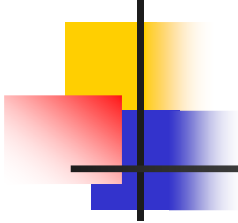
	組 別					Total
	I	II	III		K	
測 量 值	X_{11}	X_{12}	X_{13}		X_{1k}	
	X_{21}	X_{22}	X_{23}		X_{2k}	
	X_{31}	X_{32}	X_{33}		X_{3k}	
	⋮	⋮	⋮		⋮	
	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}		X_{nk}	
合 計 (Sums)	$\sum_{i=1}^{n_1} X_{i1}$	$\sum_{i=1}^{n_2} X_{i2}$	$\sum_{i=1}^{n_3} X_{i3}$		$\sum_{i=1}^{n_k} X_{ik}$	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}$
樣本平均值 (Means)	$\bar{X}_{.1}$	$\bar{X}_{.2}$	$\bar{X}_{.3}$		$\bar{X}_{.k}$	$\bar{\bar{X}}$
n	n_1	n_2	n_3		n_k	n

註：I，II，.....K代表有1，2，3.....K組樣本

x_{ij} 代表第j組樣本的第i個個體。 $i=1,2,\dots,n_j$; $j=1,2,3,\dots,k$ 組樣本

n_j 代表第j組的樣本數，(n_1 ，代表第一組的樣本數)；n代表全部樣本數
(總樣本數)。

$\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}$ 代表某一組樣本之總合； $\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}$ 代表全部樣本個體值的總合。

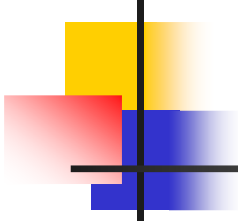


組內變異

- 第一個部份稱之為『Within Sum of Square (WSS)』亦即每一組內各個個體觀察值與該組平均值差的平方和

- $$\sum_j \sum_i (X_{ij} - \bar{X}_{.j})^2 = \sum_{i=1}^{n_1} (X_{i1} - \bar{X}_{.1})^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (X_{i2} - \bar{X}_{.2})^2 + \dots + \sum_{i=1}^{n_k} (X_{ik} - \bar{X}_{.k})^2$$

- $$\text{Within estimation of } \sigma^2 : \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_{.j})^2}{n - K} = \frac{WSS}{n - K}$$
$$= MWSS$$

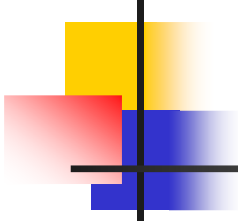


組間變異

- 第二個部份稱之為『Between Sum of Square (BSS)』即各組平均值與總平均值差的平方和，再乘以各組的樣本數

- $$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (\bar{X}_{.j} - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_{.j} - \bar{X})^2$$

- $$\text{Between estimation of } \sigma^2 : \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (\bar{X}_{.j} - \bar{X})^2}{K-1} = \frac{BSS}{K-1}$$
$$= MBSS$$



One-Way ANOVA: F檢定

	Sum of Square	d.f.	Mean of Square	F
Between	BSS	K-1	MBSS	
Within	WSS	n-K	MWSS	F 值
Total	TSS	n-1		

K:組數

N:個數

$$F = \frac{BSS/(k-1)}{WSS/(N-k)} = \frac{MBSS}{MWSS}$$

Maternal and Pregnancy Related Predictors of Cardiometabolic Traits in Newborns

Katherine M. Morrison^{1,2*}, Sonia S. Anand^{2,3,4}, Salim Yusuf^{2,3}, Stephanie A. Atkinson¹, Karleen M. Schulze², Purnima Rao-Melacini², Matthew J. McQueen^{2,6}, Sarah McDonald^{4,5}, Richard Persadie⁵, Barry Hunter⁶, Jacqueline Bourgeois⁷, Jan W. Jansen⁷, Koon K. Teo^{2,3}, the FAMILY (Family Atherosclerosis Monitoring In early Life) Study investigators

Table 4. Blood pressure in newborns by age at time of measurement during birth visit [mean (SE)], adjusting for gestational age at birth.

	Age at Birth Visit (days)				P-value
	0 (n = 73)	1 (n = 370)	2 (n = 191)	>/ = 3 (n = 231)	
Systolic BP (mmHg)	64.8 (1.1)	66.9 (0.5)	70.5 (0.7)	75.1 (0.8)	<0.0001
Diastolic BP (mmHg)	35.6 (0.9)	37.3 (0.4)	40.1 (0.6)	43.1 (0.6)	<0.0001
Body Fat (%)	9.7 (0.31)	9.7 (0.14)	9.5 (0.19)	10.2 (0.19)	0.099

doi:10.1371/journal.pone.0055815.t004

自變數=因=X：欲實驗或操作、檢定的變項。如疾病、性別等。

依變數=果=Y：欲觀察的變項。如身高、體重、血壓等。

