

## Discuss Question 1

# 試看看

下列資料可以做甚麼單因子實驗設計(factorial design)?以了解企業倫理學生的期末成績表現

學年度第1學期成績計分單

課程名稱							
開課班級							
修課人數	61	授課教師					
班級	住址	上網時間/日	gender	玩game時間	/	期末考	暴力趨向
四資管四A	北部	1	F	2		78	85
四資管四A	南部	2	F	7		45	80
四資管四A	中部	3	F	1		12	62
四會計四A	東部	4	M	1		69	66
四國管四A	北部	5	M	3		66	55
二企管四A	北部	5	F	5		58	88
二企管四A	南部	4	M	5		0	78
二企管四A	中部	3	F	6		78	45
二企管四A	中部	2	F	6		89	12
二企管四A	東部	1	F	2		55	69
二企管四A	北部	1	F	0		66	66
二企管四A	南部	1	F	5		78	58
二資管四A	中部	2	F	5		45	0
四企管四A	中部	2	M	3		12	78
四機械四B	東部	3	M	0		69	89
四工管四A	北部	3	M	9		66	48
四工管四A	南部	4	M	9		90	68
四工管四A	中部	4	F	12		40	60
四工管四A	北部	5	M	0		15	0
四工管四A	北部	5	M	0		15	0
四工管四A	北部	5	M	4		63	50
四工管四A	中部	1	F	3		60	60
四工管四A	東部	3	F	6		78	78
四工管四B	南部	5	M	1		0	80
四企管四A	北部	4	M	2		0	90

## Discuss Question 1 試看看

下列資料可以做甚麼單因子實驗設計(factorial design)?以了解企業倫理學生的期末成績表現

請劃出其研究架構圖並  
寫出單因子實驗設計的假設

?

學年度第1學期成績計分單

課程名稱								
開課班級								
修課人數	61		授課教師					
班級	住址	上網時間/日				期末考	暴力趨向	
			gender	玩game時間	/			
四資管四A	北部	1	F		2		78	85
四資管四A	南部	2	F		7		45	80
四資管四A	中部	3	F		1		12	62
四會計四A	東部	4	M		1		69	66
四國管四A	北部	5	M		3		66	55
二企管四A	北部	5	F		5		58	88
二企管四A	南部	4	M		5		0	78
二企管四A	中部	3	F		6		78	45
二企管四A	中部	2	F		6		89	12
二企管四A	東部	1	F		2		55	69
二企管四A	北部	1	F		0		66	66
二企管四A	南部	1	F		5		78	58
二資管四A	中部	2	F		5		45	0
四企管四A	中部	2	M		3		12	78
四機械四B	東部	3	M		0		69	89
四工管四A	北部	3	M		9		66	48
四工管四A	南部	4	M		9		90	68
四工管四A	中部	4	F		12		40	60
四工管四A	北部	5	M		0		15	0
四工管四A	北部	5	M		0		15	0
四工管四A	北部	5	M		4		63	50
四工管四A	中部	1	F		3		60	60
四工管四A	東部	3	F		6		78	78
四工管四B	南部	5	M		1		0	80
四企管四A	北部	4	M		2		0	90

# Research Frameworks

- Common conceptual framework
- Initial theoretical variable set

# 實驗設計研究方法的基本原理

進入假設的變數

## 1. Manipulate — 操作

Treatment Variable — 實驗變數

自變數-IV

不同程度或  
不同的群

沒進入假設的變  
數, 會影響結果

## 2. Control — 控制

Extraneous Variable — 干擾變數

干擾變數

Manipulation is about creating different levels or conditions that represent different values of the independent variables.

Control means keeping external variables the same across conditions.

# 實驗結果(狀態改變)的變異來源

主要希望的原因

因-當IV-進假設

- Treatment Variable—實驗變異

Alternative explanation

- Extraneous Variable—干擾因素變異

因-當IV-不進假設

因

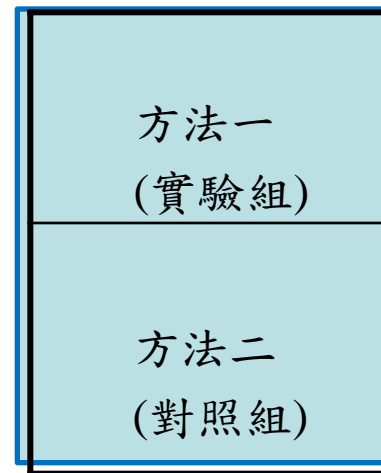
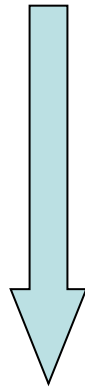
- Error Variable—誤差變異

對IV(1個)

# 單因子變異數分析 (one way **analysis of variance**)

對IV grouping

實驗變項(X<sub>1</sub>)



操弄成不同程度或不同的群

因-當IV-進假設

Manipulation is about **creating different levels** or conditions that represent different values of the **independent variable**.

# Correlation

- $H_0$  : the more  $\overset{\text{客-因}}{\underset{V_1}{x}}$ , the more  $\overset{\text{主-果}}{\underset{V_2}{y}}$ .

— 有明確資料支援

influence

- There is no significant correlation between  $V_1$  and  $V_2$ .

— 沒有明確資料支援

relationship

客-因

主-果

新接班級數

H1

血壓高低

你認為最近血壓高  
是因為新接任的班級嗎？  
最近你的生活有沒有其他  
不同之處呢？

啊，我最近喝不少  
飲食內容也和之前不  
我太太最近跟我也處  
不太好。

Alternative  
explanation

1. 不在假設內
2. 有、無控制其影響

混雜變數(confounder  
variable)

控制變項(control  
variables)



醫生

教師



# Difference

- $g_1$  is  $\left\{ \begin{array}{l} \text{greater} \\ \text{less} \end{array} \right.$  the  $g_2$  on  $DV_1$   
- 有明確資料支援

- There is no significant difference between  $g_1$  and  $g_2$  on  $DV_1$

客-因

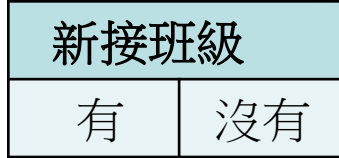
主-果

對IV grouping

Manipulation is about creating different levels or conditions that represent different values of the independent variable.

客-因

主-果



H1

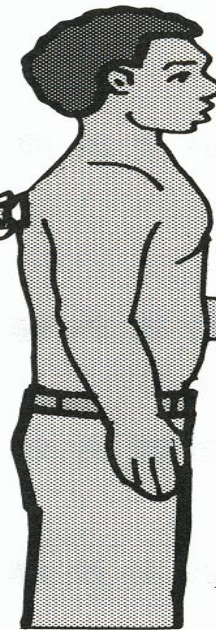
血壓高低

你認為最近血壓高  
是因為新接任的班級嗎？  
最近你的生活有沒有其他  
不同之處呢？

是新班級嗎？



醫生



教師

啊，我最近喝不少  
飲食內容也和之前不  
我太太最近跟我也處  
不太好。

Alternative  
explanation

1. 不在假設內
2. 有、無控制其影響

混雜變數(*confounder  
variable*)

控制變項(*control  
variables*)

是喝酒嗎？

是飲食嗎？

是太太相處嗎

Manipulation is about **creating different levels** or conditions that represent different values of the **independent variable**.

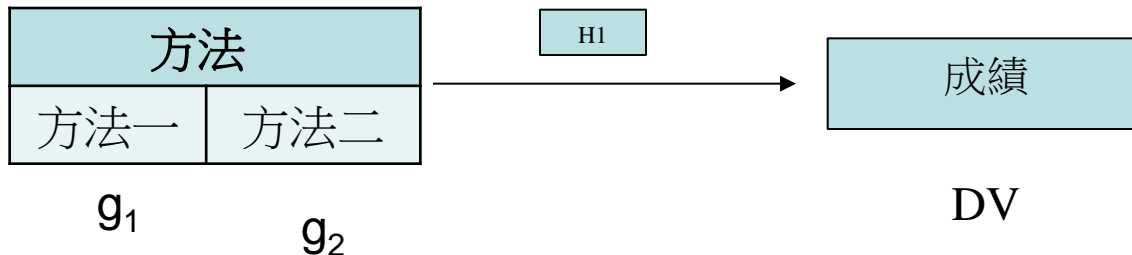
# Hypothesis statement

$H_0$ : There is no significant **difference** between  $g_1$ , and  $g_2$  on DV

對IV grouping

Manipulation is about **creating different levels** or conditions that represent different values of the **independent variable**.

## 研究架構圖



方法一  
(實驗組)

方法二  
(對照組)

對IV(一個)

# 單因子變異數分析 (one way analysis of variance)

對IV grouping



因-當IV-進假設

Manipulation is about creating different levels or conditions that represent different values of the independent variable.

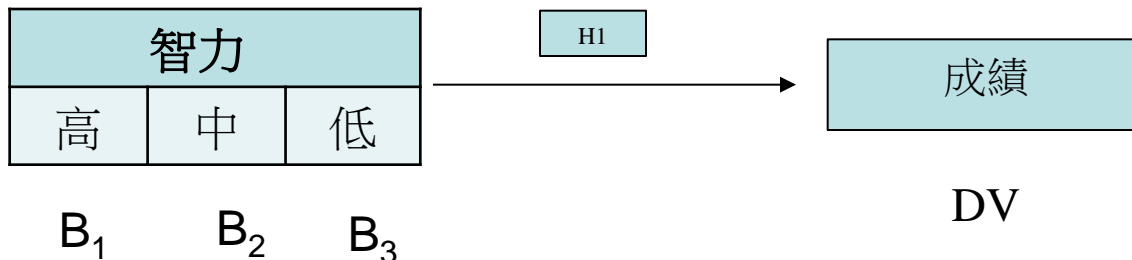
# Hypothesis statement

$H_0$ : There is no significant **difference** among  $B_1$ ,  $B_2$  and  $B_3$  on DV

對IV grouping

Manipulation is about **creating different levels** or conditions that represent different values of the **independent variable**.

## 研究架構圖



## Discuss Question 2 試看看

下列資料可以做甚麼多因子實驗設計(factorial design)?以了解企業倫理學生的期末成績表現

請劃出其研究架構圖並  
寫出多因子實驗設計的假設

?

學年度第1學期成績計分單								
課程名稱								
開課班級								
修課人數	61	授課教師						
班級	住址	上網時間/日	gender			玩game時間	／	期末考
								暴力趨向
四資管四A	北部	1	F			2		78
四資管四A	南部	2	F			7		45
四資管四A	中部	3	F			1		12
四會計四A	東部	4	M			1		69
四國管四A	北部	5	M			3		66
二企管四A	北部	5	F			5		58
二企管四A	南部	4	M			5		0
二企管四A	中部	3	F			6		78
二企管四A	中部	2	F			6		89
二企管四A	東部	1	F			2		55
二企管四A	北部	1	F			0		66
二企管四A	南部	1	F			5		78
二資管四A	中部	2	F			5		45
四企管四A	中部	2	M			3		12
四機械四B	東部	3	M			0		69
四工管四A	北部	3	M			9		66
四工管四A	南部	4	M			9		90
四工管四A	中部	4	F			12		40
四工管四A	北部	5	M			0		15
四工管四A	北部	5	M			0		15
四工管四A	北部	5	M			4		63
四工管四A	中部	1	F			3		60
四工管四A	東部	3	F			6		78
四工管四B	南部	5	M			1		0
四企管四A	北部	4	M			2		0

對IVs(多個)

## 多因子實驗設計

1. 個體特性與實驗處理交互效應設計  
(ATI)--Aptitude-Treatment  
Intuition
2. 獨立處理多因子實驗設計—  
independent factorial design
3. 重複量數設計—repeated-measure  
design

# 個體特性－實驗處理 交互效應設計

實驗處理

能操弄--分群

性別

X (實驗組)

NO (對照組)

個體屬性

1

2

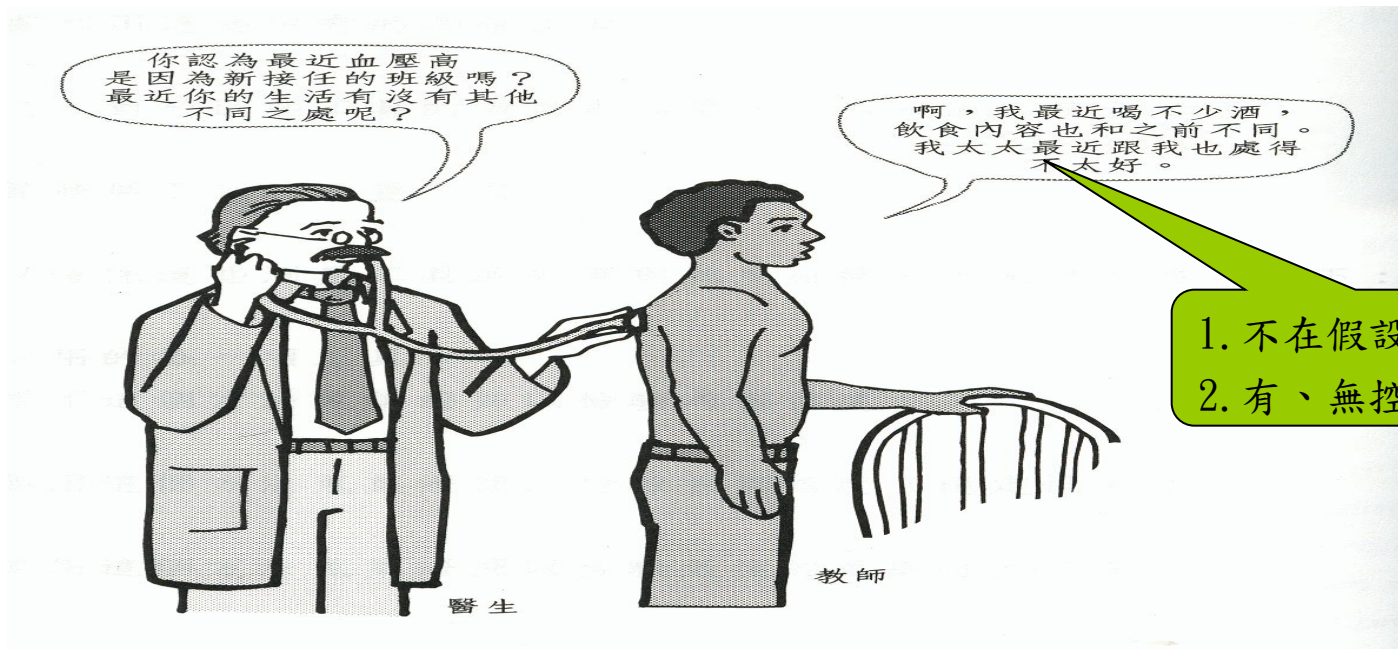
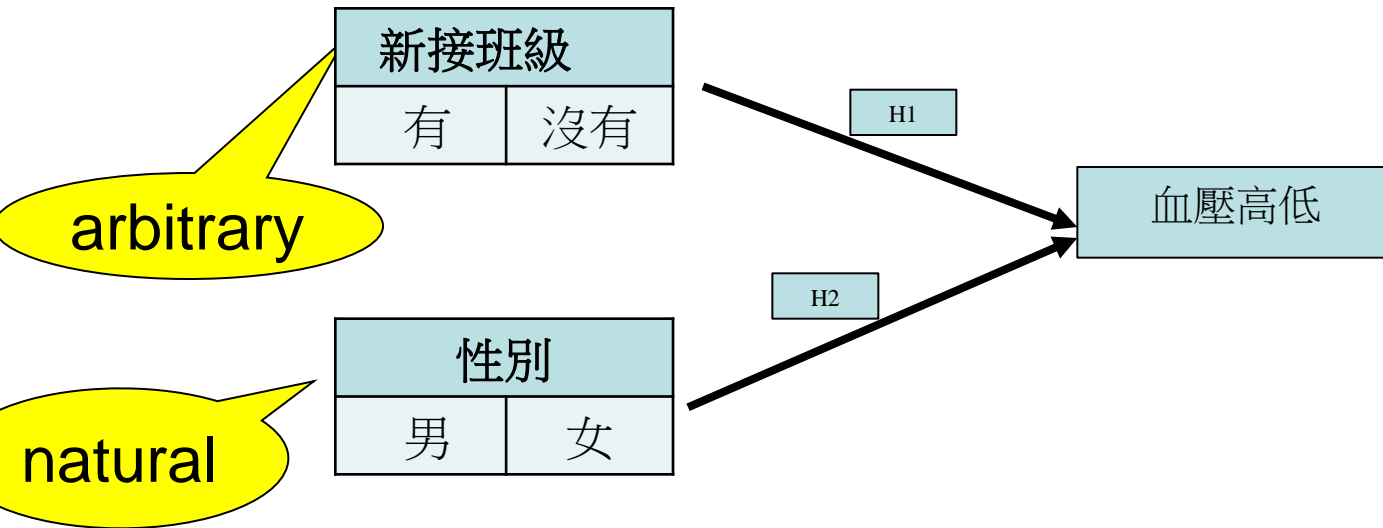
有無AR/VR教學

不能操弄—已分群

Manipulation is about **creating different levels** or conditions that represent different values of the **independent variables**.



# 個體特性－實驗處理交互效應設計



對多個IVs

# 多因子變異數分析

(two way **analysis of variance**)

IV grouping

因-當IV-進假設

IV grouping

高智力

中智力

低智力

方法一			
方法二			

因-當IV-進假設

Manipulation is about **creating different levels** or conditions that represent different values of the **independent variables**.

二個IVs

# 簡單的双因子變異數實驗設計

操弄

實驗變項( $X_1$ )

因-當IV-進假設

屬性變項( $X_2$ )

A處理

B處理

操弄

高智商

第1格

第3格

中智商

第2格

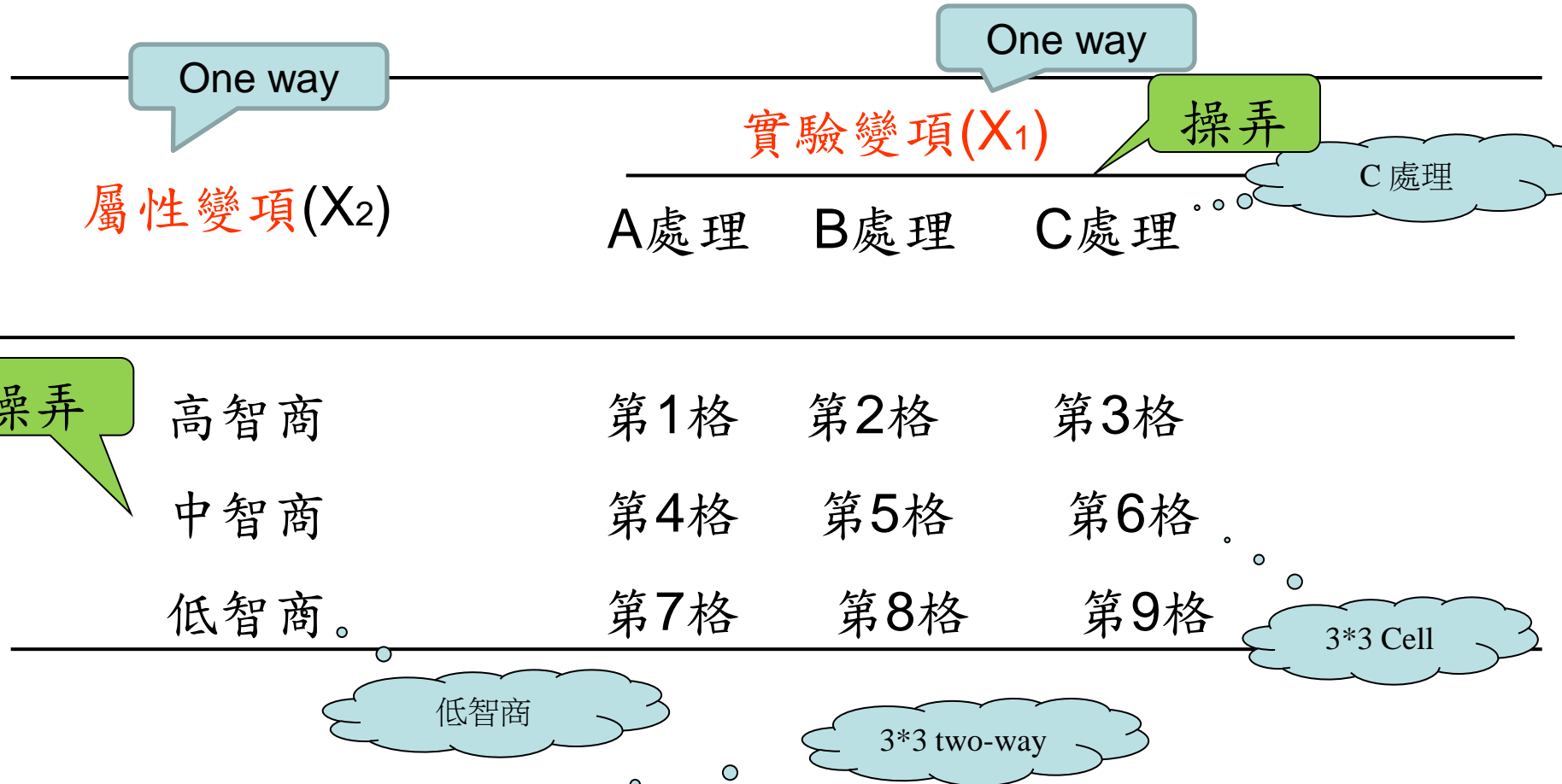
第4格

因-當IV-進假設

2\*2 Cell

- 統計分析：2\*2 ANOVA Test (双因子變異數分析)
- Two-Way ANOVA

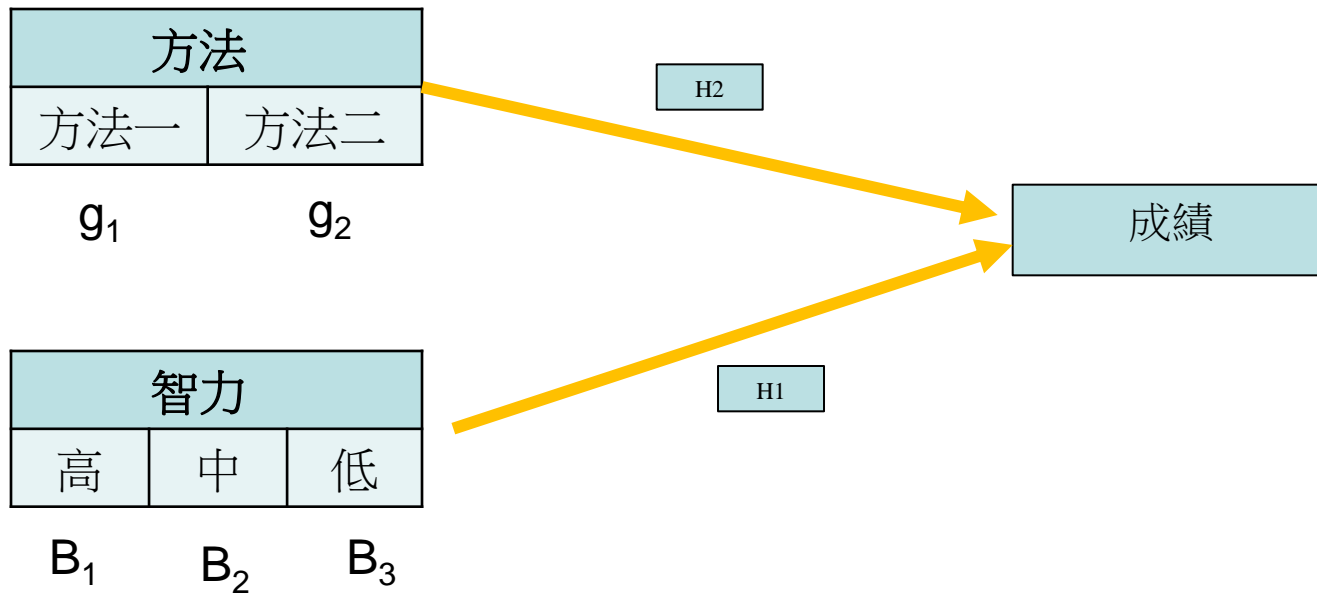
# 簡單的多因子實驗設計



- 統計分析：**3\*3** ANOVA Test (双因子變異數分析)
- Two-Way** ANOVA

# 研究架構圖

$H_0$ : There is no significant **difference** between  $g_1$  and  $g_2$  on DV



$H_0$ : There is no significant **difference** among  $B_1$ ,  $B_2$  and  $B_3$  on DV

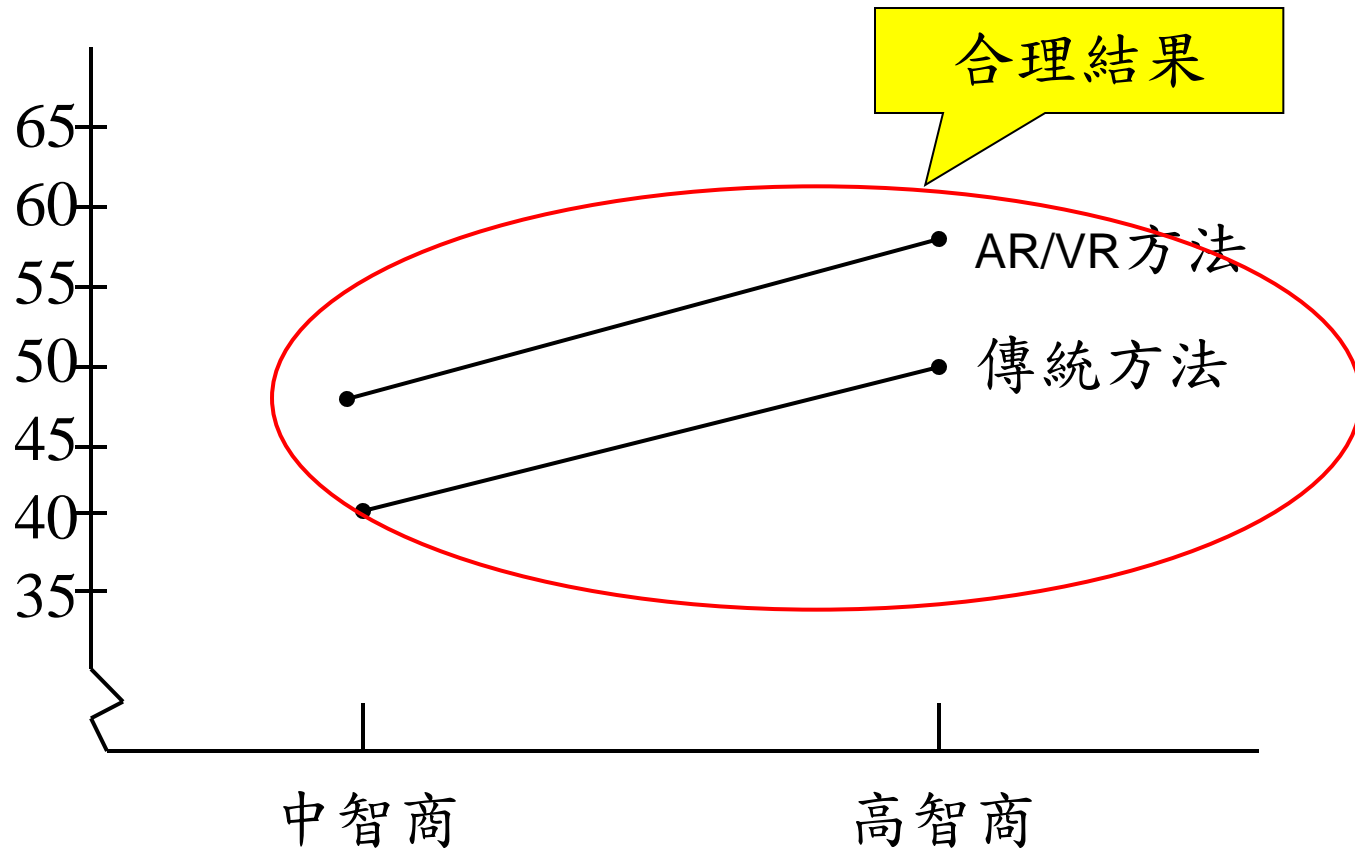
# 多因子實驗設計

能操弄—分群

智商( $X_2$ )	教學( $X_1$ )			平均數
	傳統方法	AR/VR方法		
高智商	50	<	58	54
中智商	40	<	48	44
平均數	45	<	53	

能操弄—已分群

# 方法與智商層次未發生交互作用 (ordinal interaction)



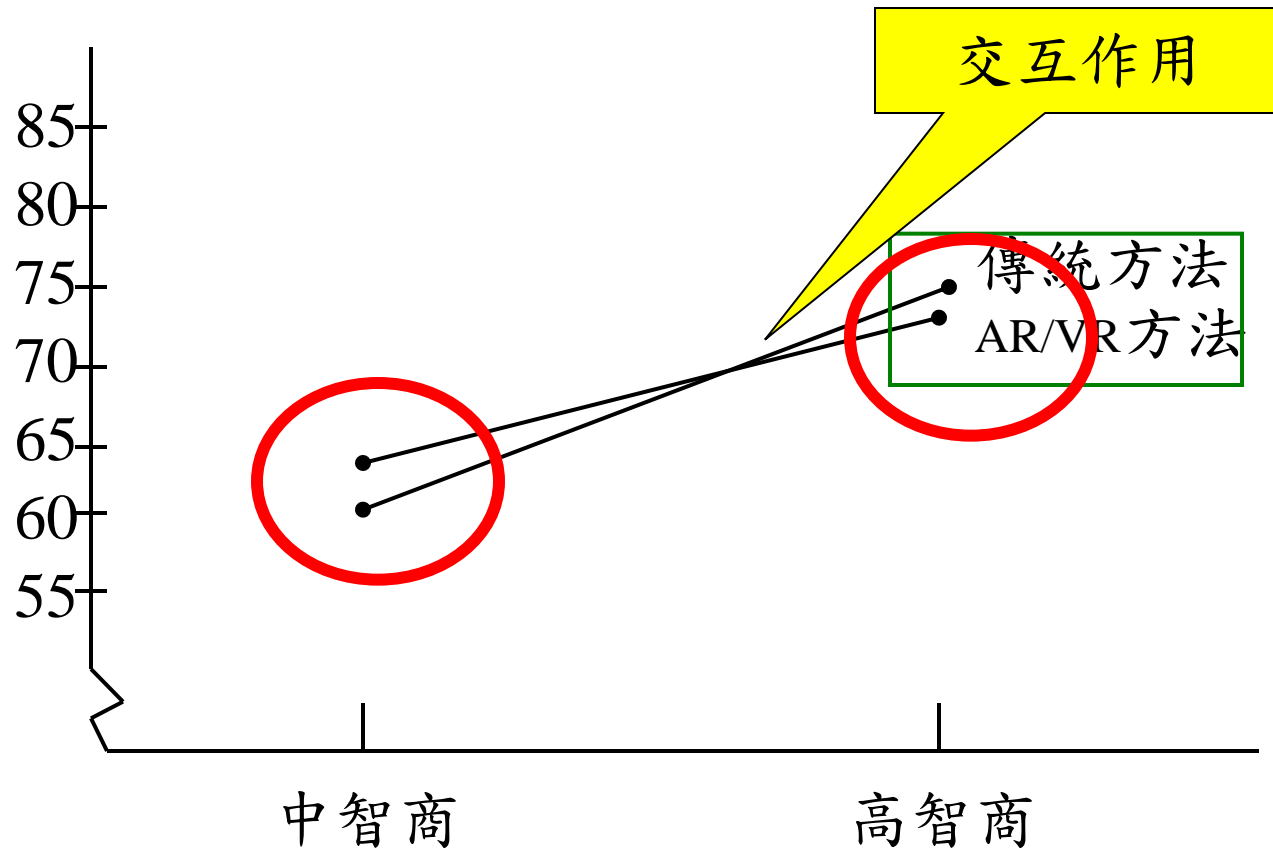
# 多因子實驗設計

智商( $X_2$ )	教學( $X_1$ )		平均數
	傳統方法	AR/VR方法	
高智商	75.0	> 70.0	74
中智商	60.0	< 64.0	62
平均數	67.5	> 67.0	

不合理結果

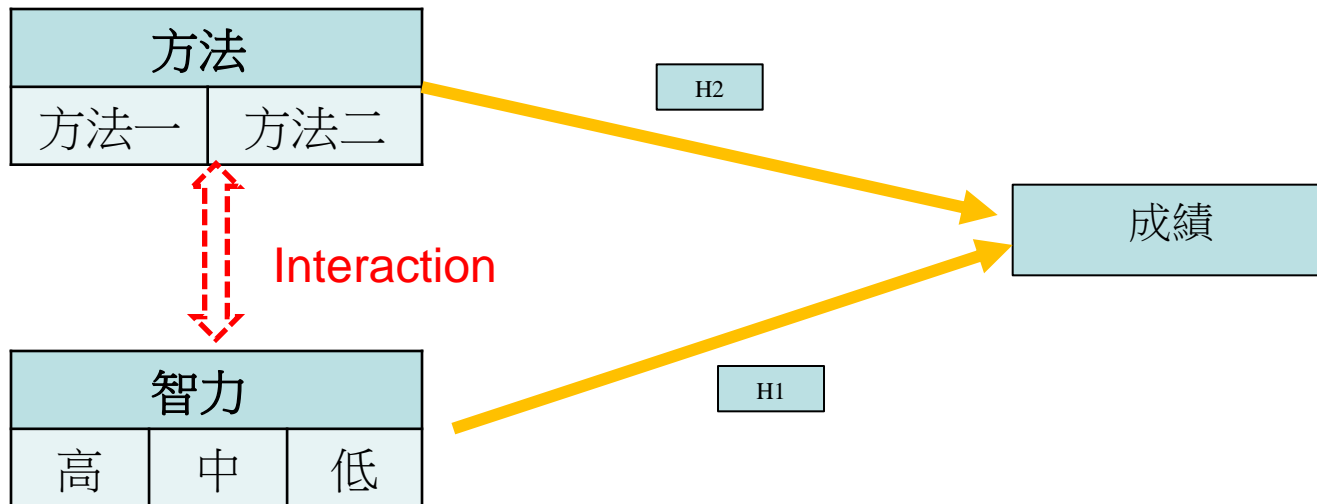


# 方法與智商層次交互作用圖 (disordinal interaction)



# 研究架構圖

$H_0$ : There is no significant **difference** between  $g_1$  and  $g_2$  on DV



$H_0$ : There is no significant **difference** among  $B_1$ ,  $B_2$  and  $B_3$  on DV

# Hypothesis statement

測試順序

$H_0$ : There is no significant **difference** among  $B_1$ ,  $B_2$  and  $B_3$  on DV

$H_0$ : There is no significant **difference** between  $A_1$  and  $A_2$  on DV

$H_0$ : There is no significant **Interaction** between A and B on DV

# Hypothesis statement

測試順序

Interaction  
Effect

Check independ or not

$H_0$ : There is no significant **Interaction** between **A** and **B** on DV

main effect

$H_0$ : There is no significant **difference** between  $A_1$  and  $A_2$  on DV

$H_0$ : There is no significant **difference** among  $B_1$ ,  $B_2$  and  $B_3$  on DV

main effect

# 二個 treatment(IVs) 以上的實驗設計

先檢查有無交互作用(Interaction Effect)

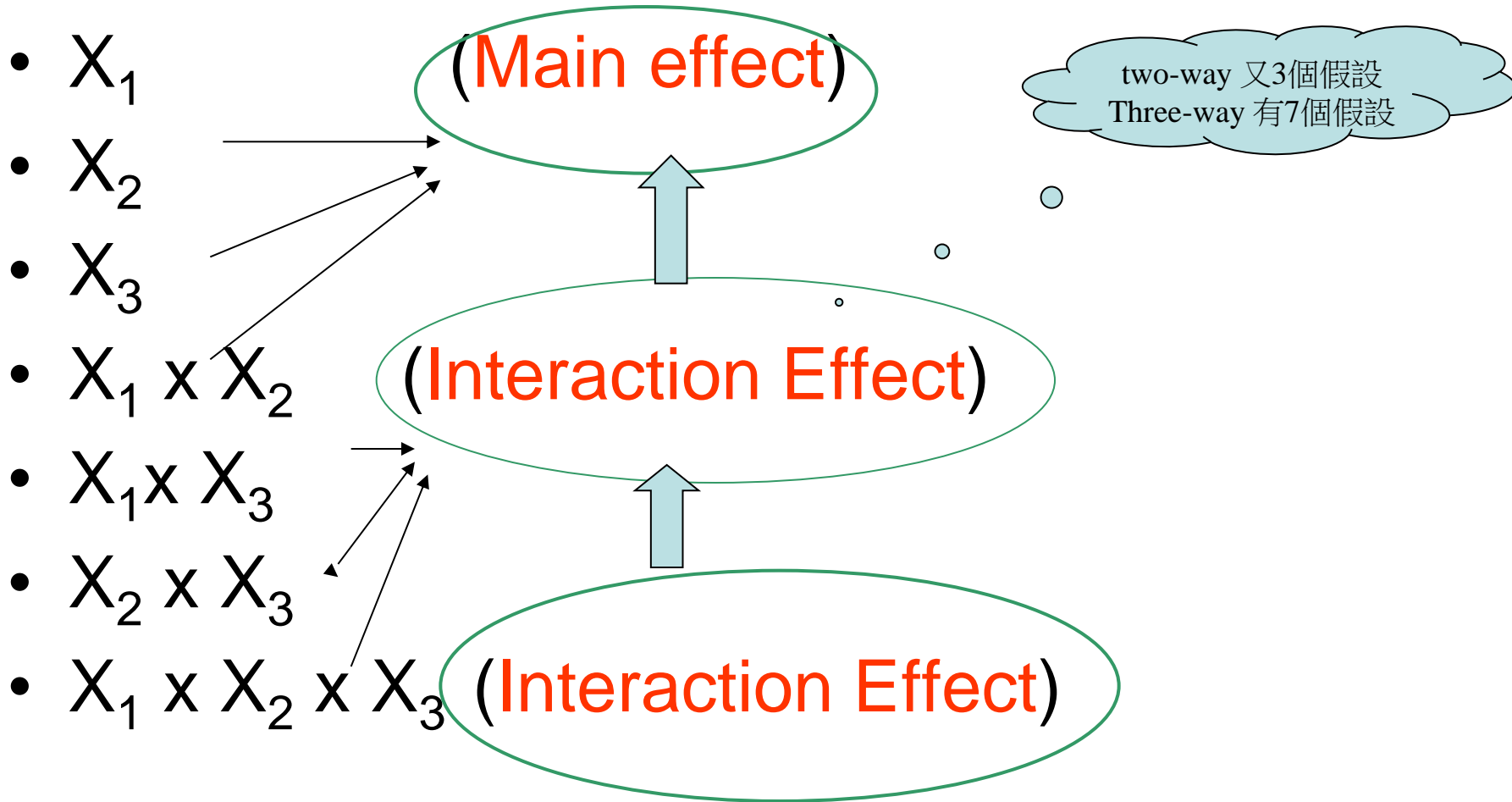
再來看 treatment(Main effect) 的效果

$H_0$ : There is no significant Interaction between A and B on DV

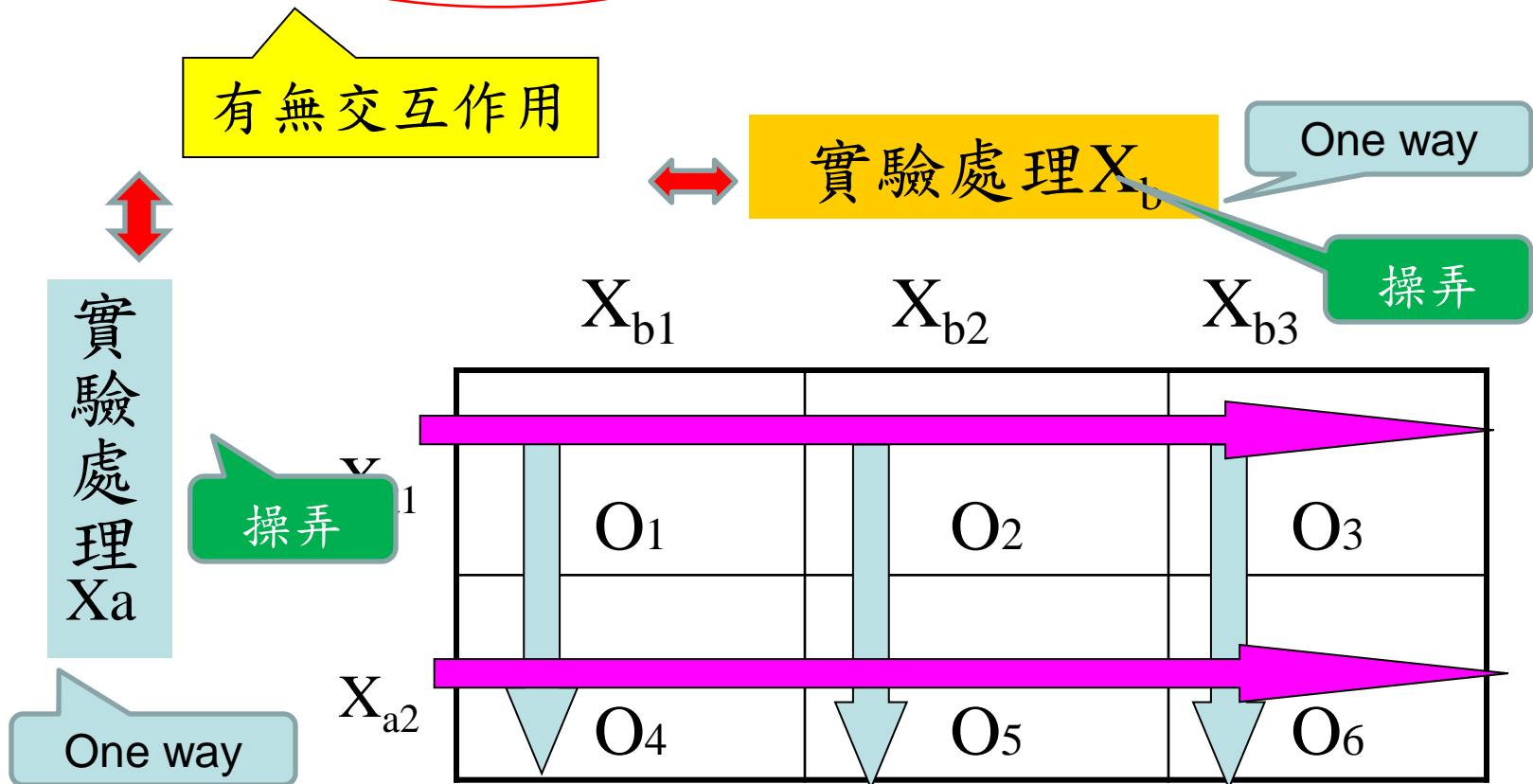
Accept or reject hypothesis

If have any interaction effect, then, you can not make conclusion for main effect.

# 2X2X2 Factorial Design



# 獨立處理多因子 (independent factorial design)



- 統計分析：2\*3 ANOVA Test (二因子變異數分析)
- Two-Way ANOVA

# 重複量數多因子設計 (repeated-measure design)

Repeat的衡量次數 > DV個數 + 1

	$X_{b1}$ 低要求	$X_{b2}$ 中要求	$X_{b3}$ 高要求
實驗組 $X_{a1}$	$O_1$	$O_1$	$O_1$
控制組 $X_{a2}$	$O_1$	$O_1$	$O_1$

Interval, memory

Experiment unit

Within subject

實驗對象一樣，且經歷各種不同的實驗情境

Experiment unit不足

each participant **experience all levels of** the independent variable.



# within vs. between subjects design

- each participant **experience all levels of** the independent variable--**within** subjects design.
- **different groups of participants to the different levels of** the independent variable--**between**-subjects design

# Experiment Symbol

- $X_i$ —表示實驗處理

IV, 操弄  
AR/VR 方法

- $O_i$ —表示測驗或觀察

DV

### Discuss Question 3

## 維骨力青春鼓手篇

請討論上述廣告內容如何以真實實驗設計  
(true experiment)的角度設計實驗？

# 實驗設計研究方法的基本原理

進入假設的變數

## 1. Manipulate — 操作

Treatment Variable — 實驗變數

自變數-IV

不同程度或  
不同的群

沒進入假設的變  
數, 會影響結果

## 2. Control — 控制

Extraneous Variable — 干擾變數

干擾變數

Manipulation is about creating different levels or conditions that represent different values of the independent variable.

Control means keeping external variables the same across conditions.

# 實驗結果(狀態改變)的變異來源

主要希望的原因

因-當IV-進假設

• Treatment Variable—實驗變異

Alternative  
explanation

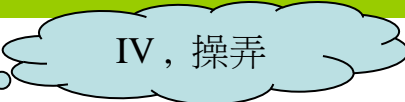


• Extraneous Variable—干擾因素變異

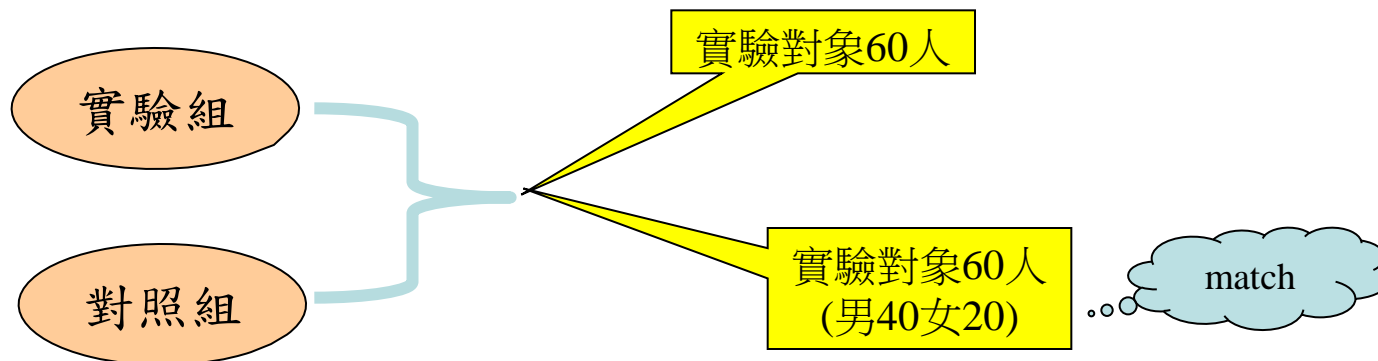
因-當IV-  
不進假設

因

• Error Variable—誤差變異

# Experiment Symbol

- **X**—表示實驗處理 ... 
- **O**—表示測驗或觀察 ... 
- **R**—表示隨機分派
- **M**—表示配對分組 ... 
- 兩組中間用虛線區隔表示非等組



# 實驗研究的類型與設計

No randomization  
Experiment unit

Internal Validity??

## 一、前實驗設計類型(Pre-experiment)

randomization  
Experiment unit

## 二、真實驗設計(True experiment)

## 三、準實驗設計(Quasi experiment)

Field limitation, No  
random, but good control  
internal, external validity

# 前實驗設計類型

## 1. 單組後測設計

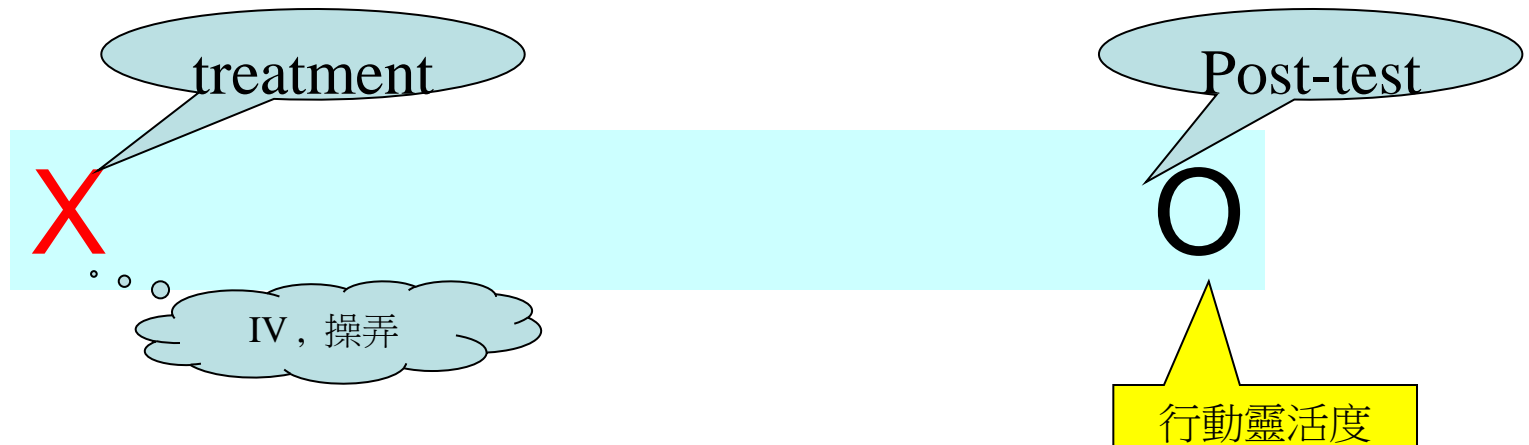


Internal Validity??

## 2. 單組前、後測設計

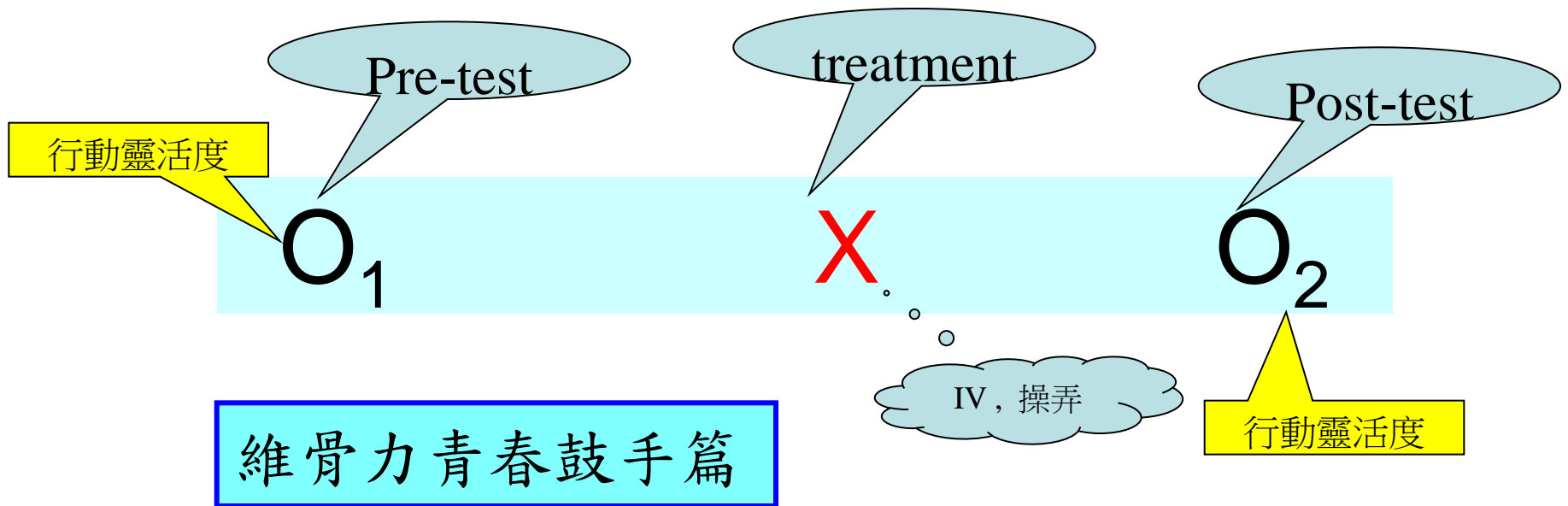


# one shot case study



維骨力青春鼓手篇

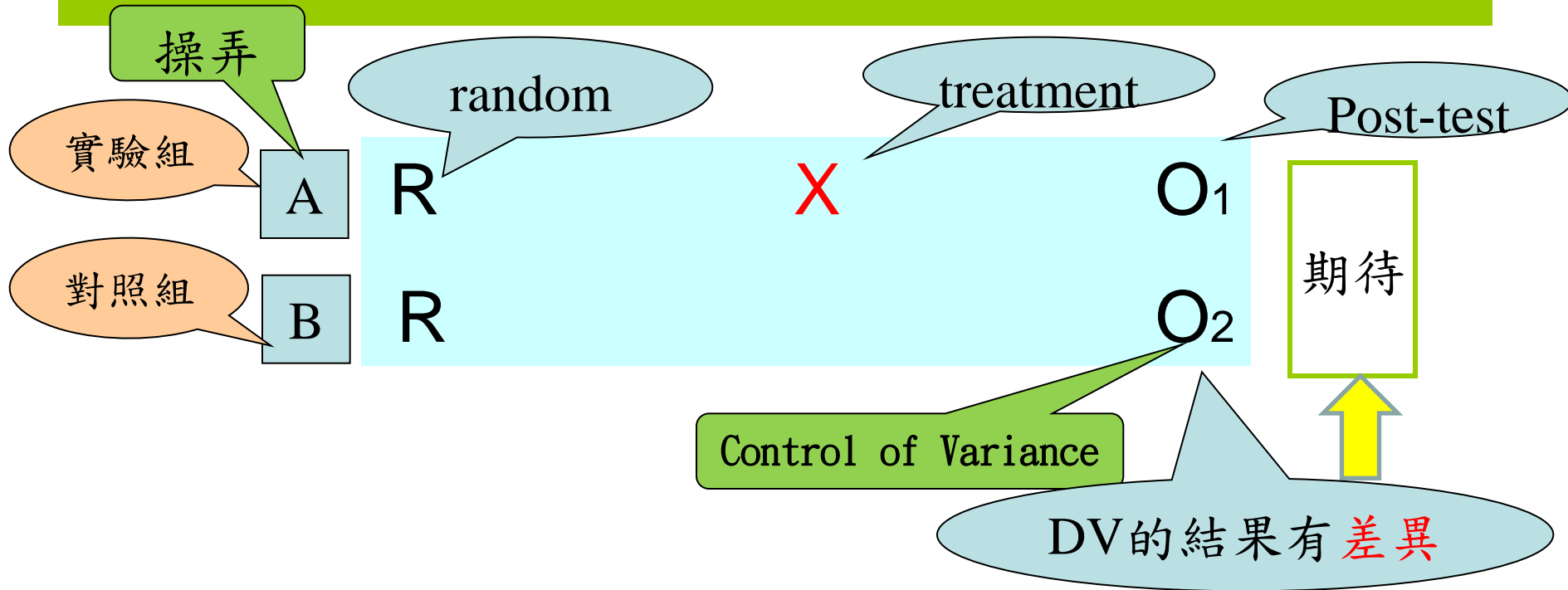
# one group pre-test 、 post-test design



# 真正的實驗設計 (True Experiment)

1. 僅為後測控制組設計
2. 前測—後測控制組設計
3. 索羅門四組設計

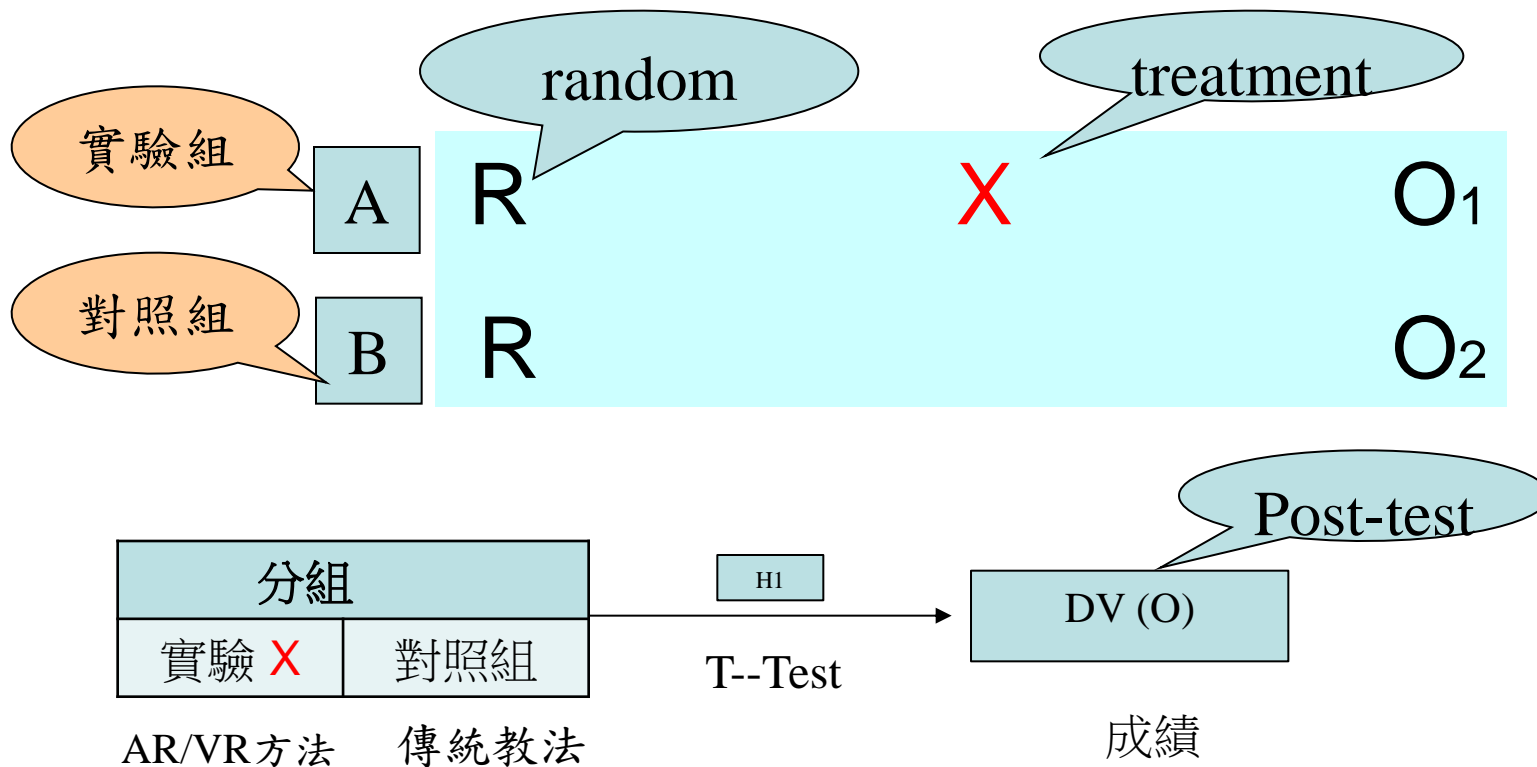
# post-test only control group design



$H_0$ : There is no significant difference between  $g_A$  and  $g_B$  on  $DV_1$

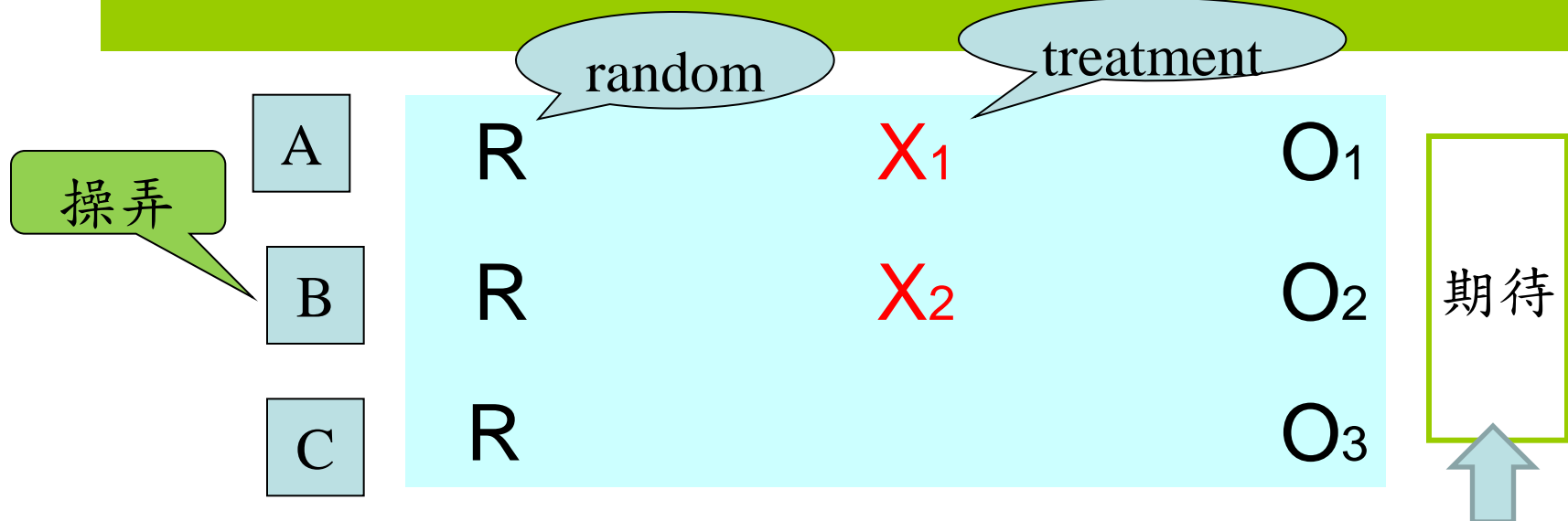
統計分析：T-Test

# post-test only control group design



$H_0$ : There is no significant difference between  $g_A$  and  $g_B$  on  $DV_1$

# post-test only control group design

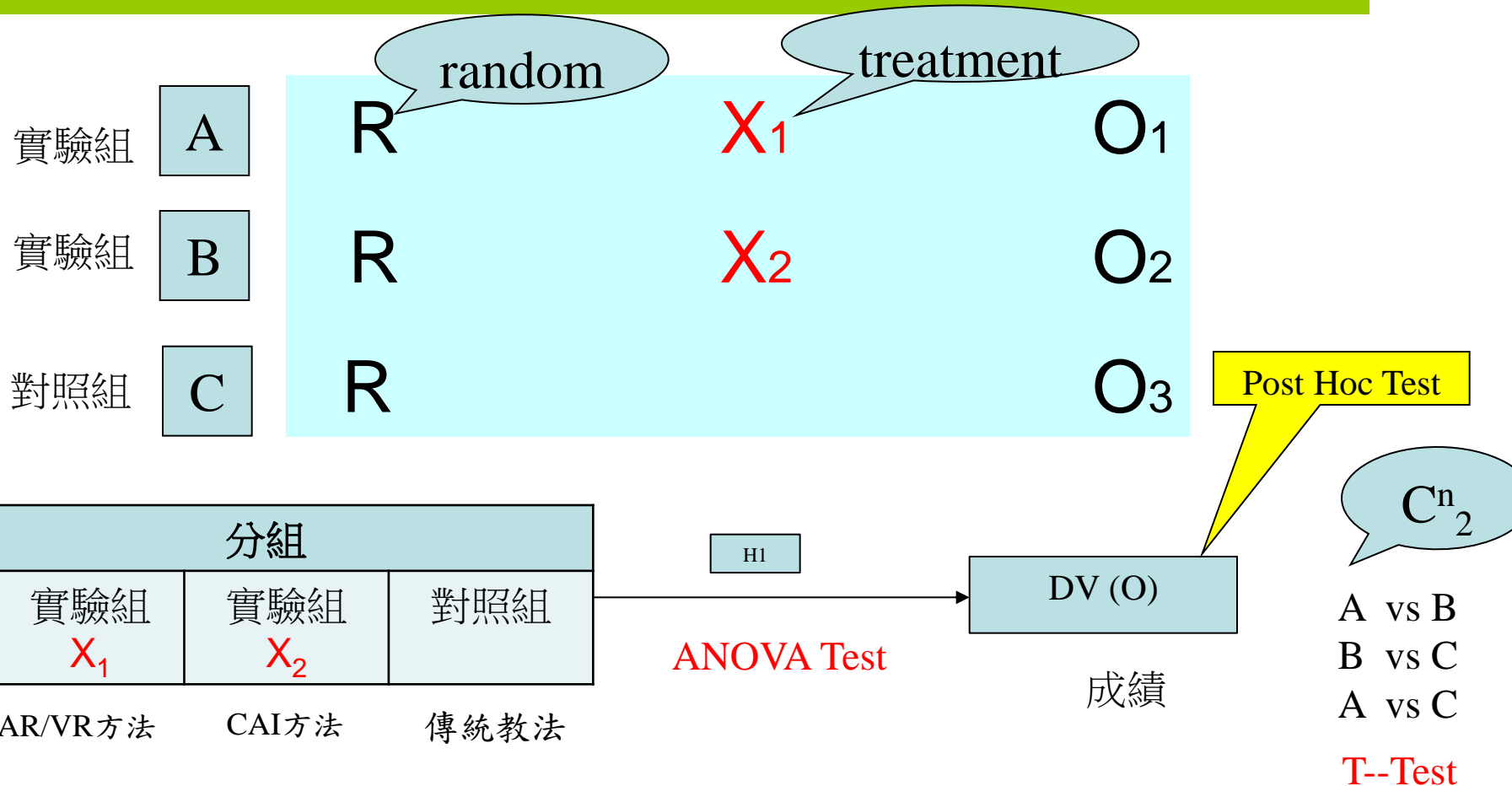


$H_0$ : There is no significant differences among  $g_A$ ,  $g_B$  and  $g_C$  on  $DV_1$

統計分析：ANOVA Test + Post Hoc Test

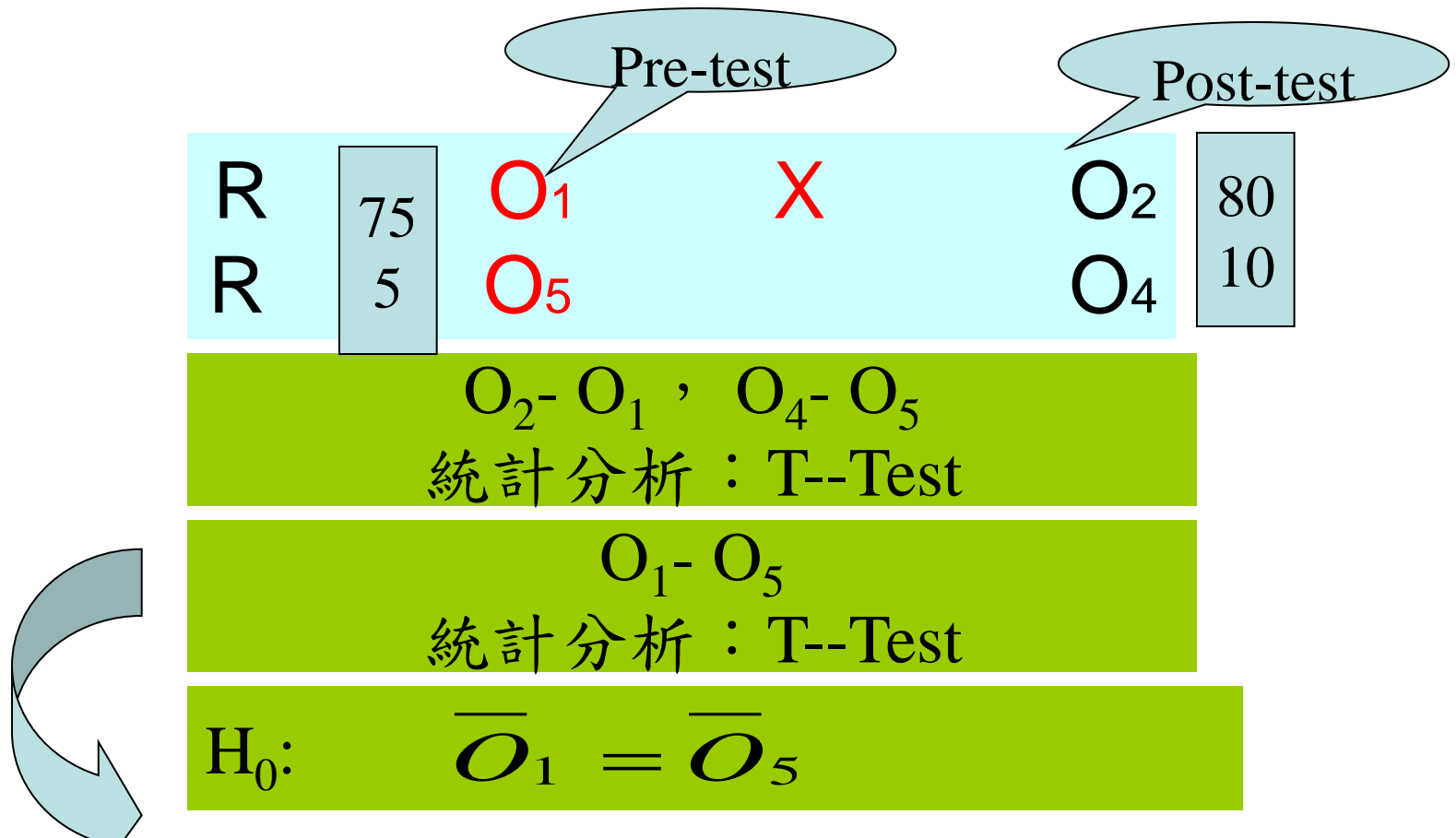
$C^n_2$

# post-test only control group design



$H_0$ : There is no significant differences among  $g_A$ ,  $g_B$  and  $g_C$  on  $DV_1$

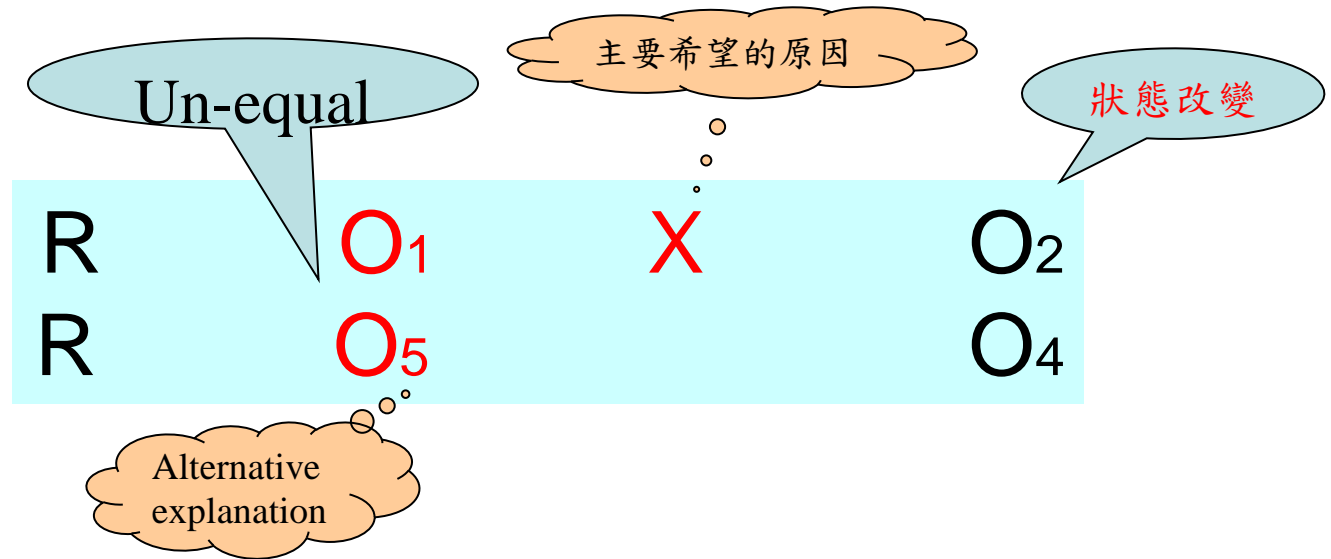
# pre-test 、 post-test control group design



$H_0$ : There is no significant difference between  $g_A$  and  $g_B$  on Pretest (DV-- $O_1, O_5$ )



- 統計分析：ANCOVA Test (雙因子共變項分析)



SSE      MSE      F

- Covariate
- Treatment
- Error


# ANCOVA

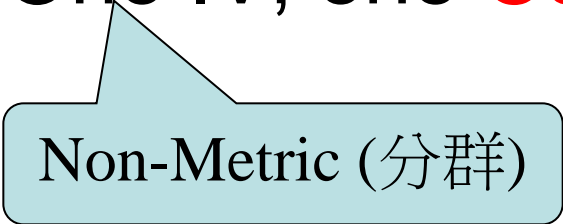
Grouping(non-metric)

- clinical trial of three types of treatment of a disease - "Placebo", "Drug 1", and "Drug 2".  
疫苗接種
- The results are three sets of survival times, corresponding to patients from the three treatment groups.  
狀態改變
- each patient's age, then analysis of covariance allows you to adjust the treatment effect (survival time) to a particular age, say, the mean age of all patients.
- Age in this case is a "covariate"

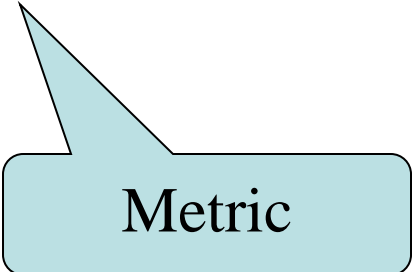
Grouping (metric)

# Two-way ANOVA vs ANCOVA

- Two IVs 

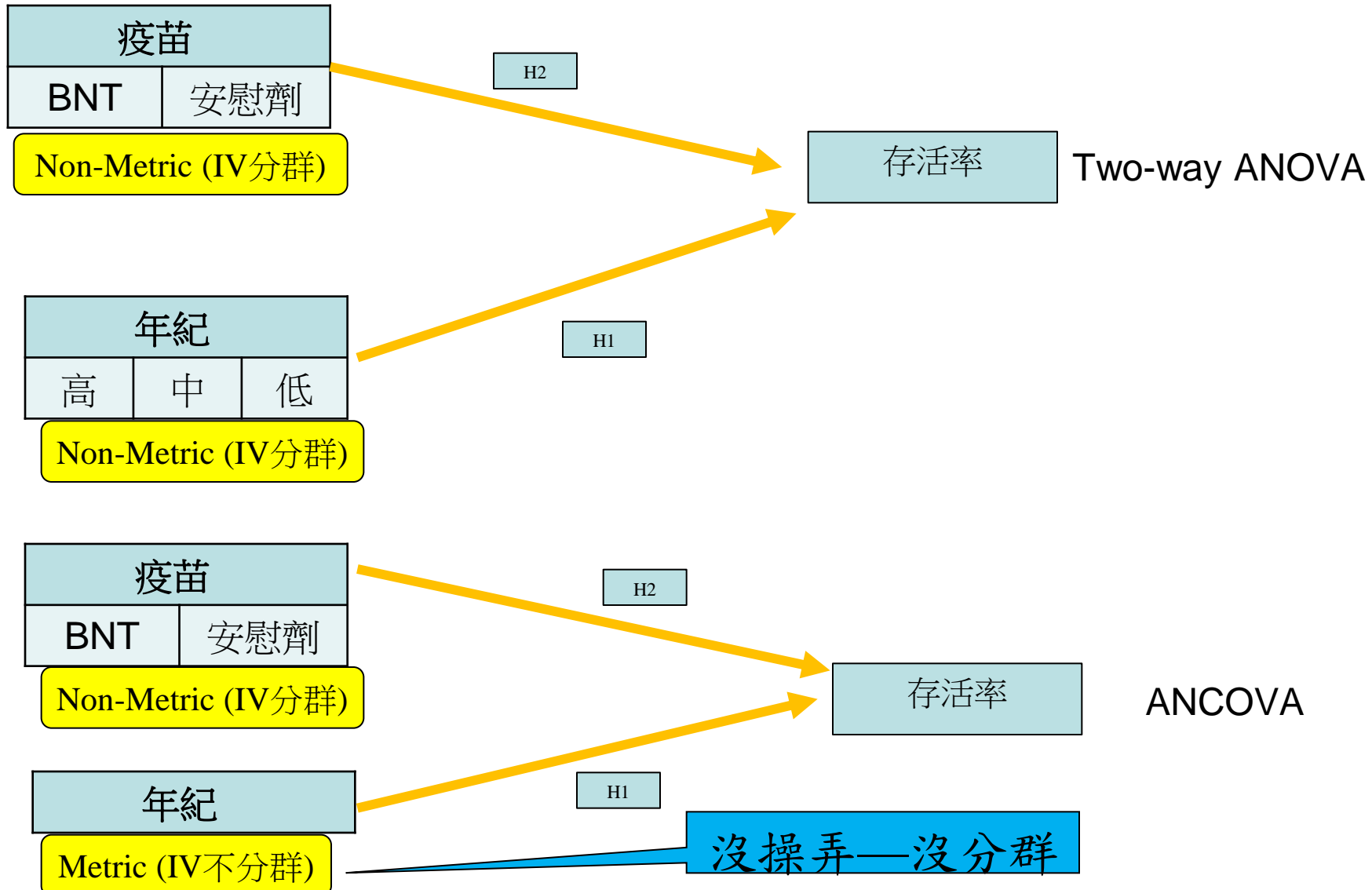
Non-Metric (分群)
- One IV, one **Covariate** variable 

Non-Metric (分群)

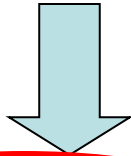


Metric

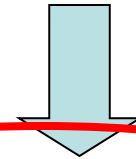
# Two-way ANOVA vs ANCOVA



# Non-Metric data vs. Metric

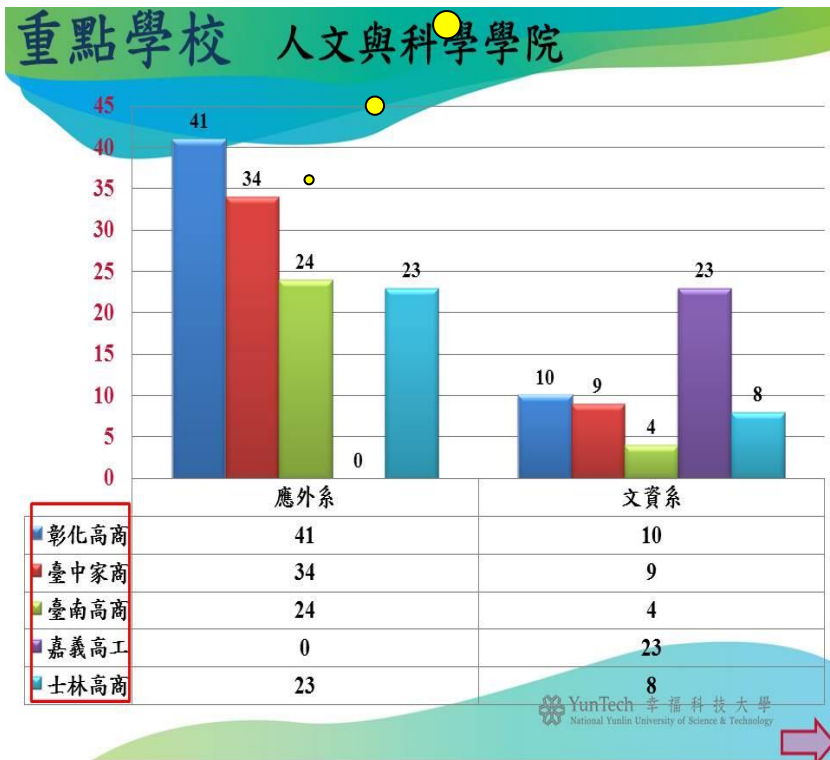


- Nominal、Ordinal
- 個數、百分比
- 個人基本資料(描述性)
- 分群用

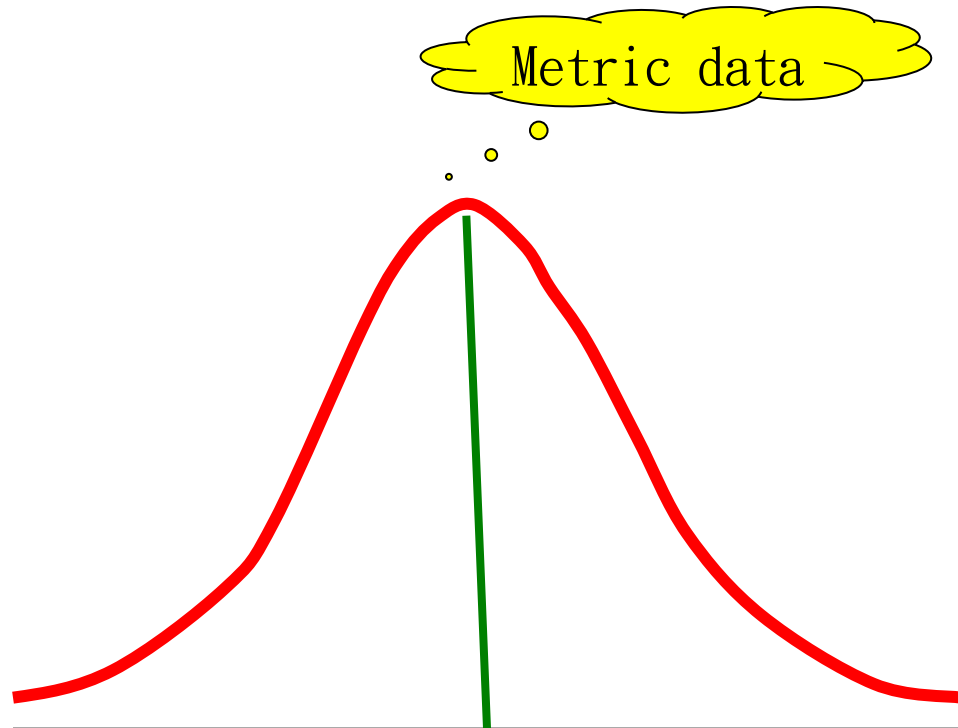


- Interval、Ratio
- 平均數、標準差
- 研究主要內容(較複雜性)
- 主要研究用

## Non-Metric data



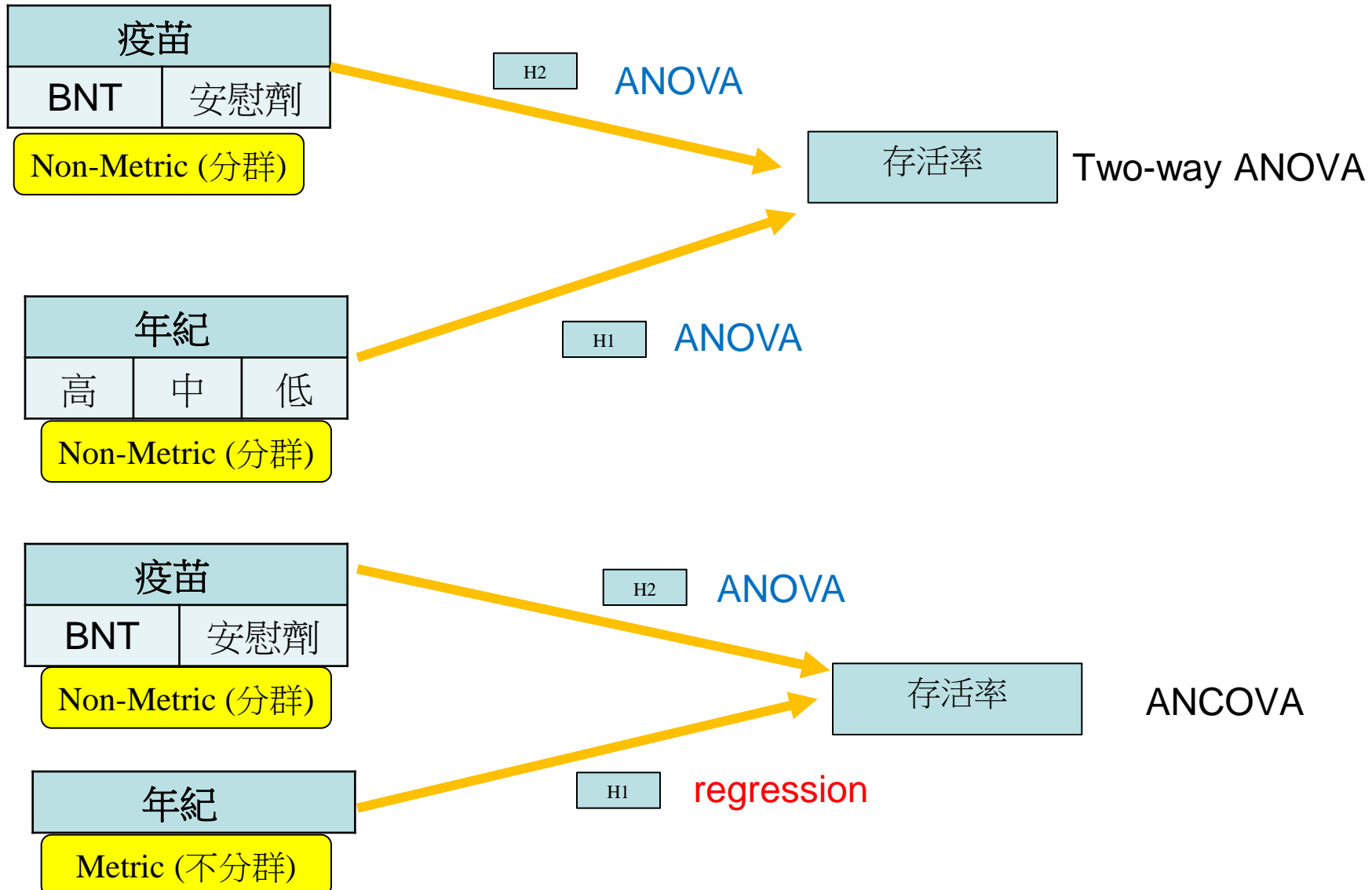
## Metric data



# Analysis of covariance (ANCOVA)

- is a **general linear model** with one continuous outcome variable (**quantitative**) and one or more factor variables (**qualitative**). ANCOVA is a merger of **ANOVA** and **regression** for **continuous variables**.
- tests whether certain factors have an effect on the outcome variable after **removing the variance for which quantitative predictors (covariates) account**

# Two-way ANOVA vs ANCOVA



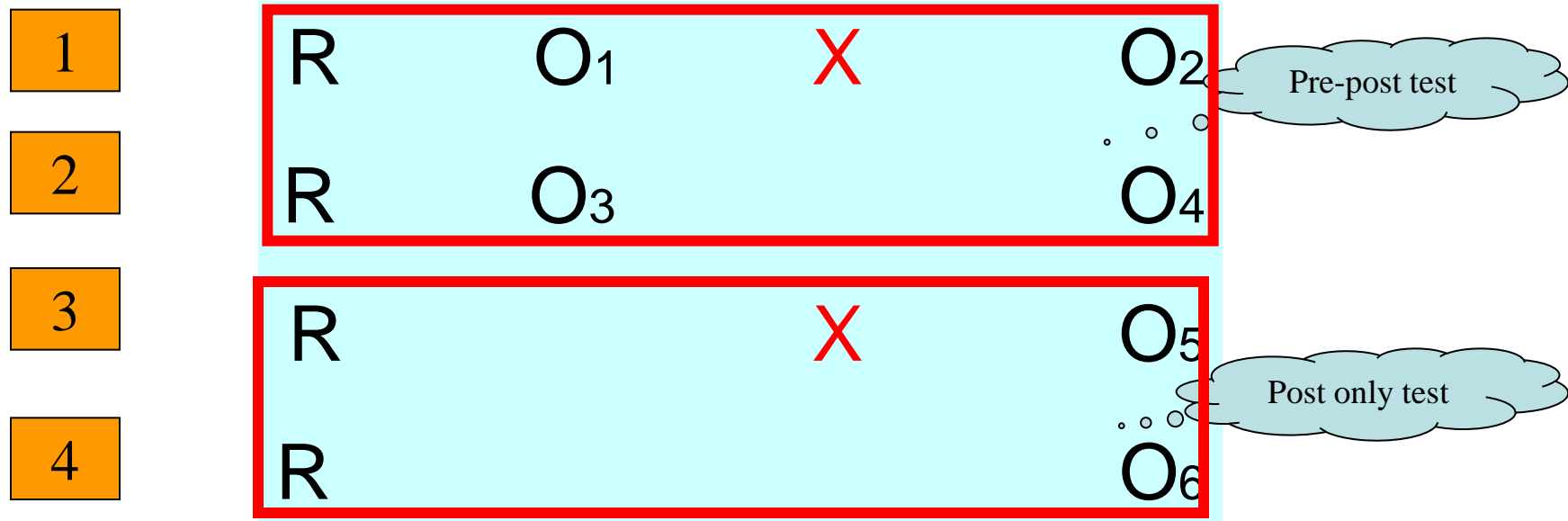


# pre-test post-test control group design

R	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
R	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>
R	O <sub>5</sub>		O <sub>6</sub>

統計分析：ANCOVA Test

# Solomon four-group design



# Solomon four-group design

ANCOVA

• 1 vs 2

T-test

• 1 vs 3

• 1 vs 4

• 2 vs 3

T-test

• 2 vs 4

T-test

• 3 vs 4

$C^4_2$

訊息量多寡

1	R	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
2	R	O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>
3	R		X	O <sub>5</sub>
4	R			O <sub>6</sub>

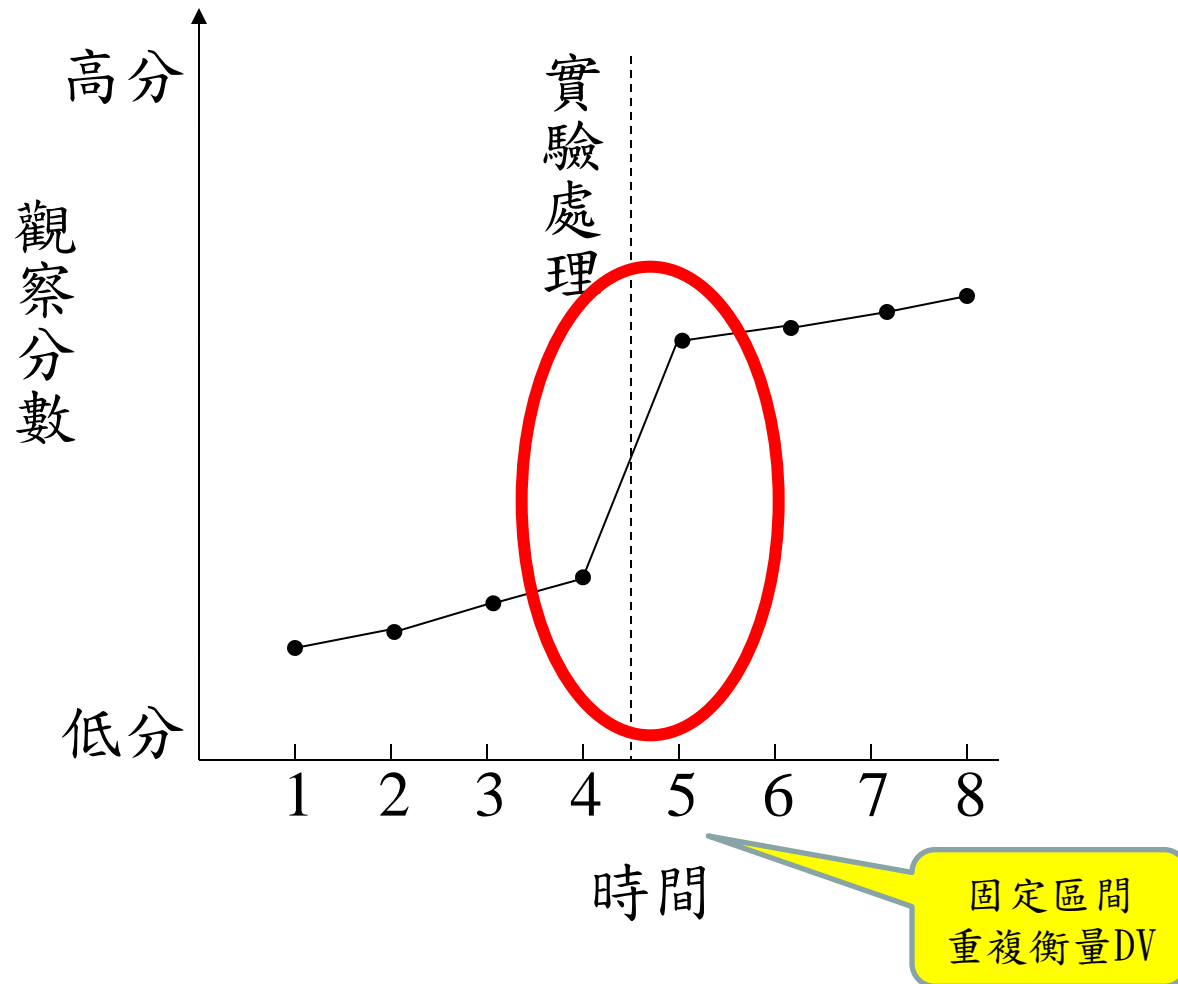
The effect of pre-test,  
treatment, **covariates**

#### Discuss Question4

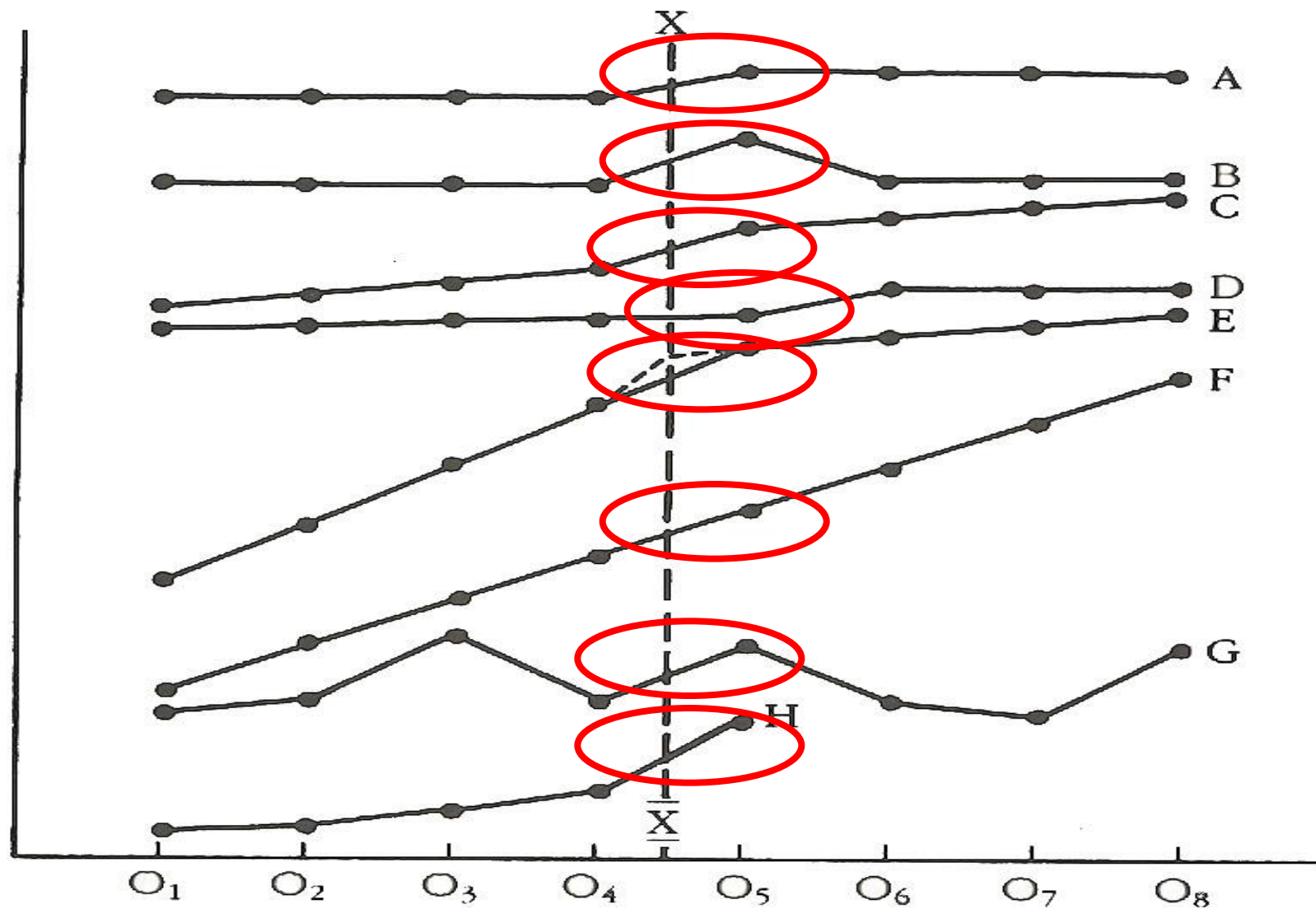
## 維骨力青春鼓手篇

請討論上述廣告內容如何以時間數列實驗設計  
(time-series design)的角度設計實驗？

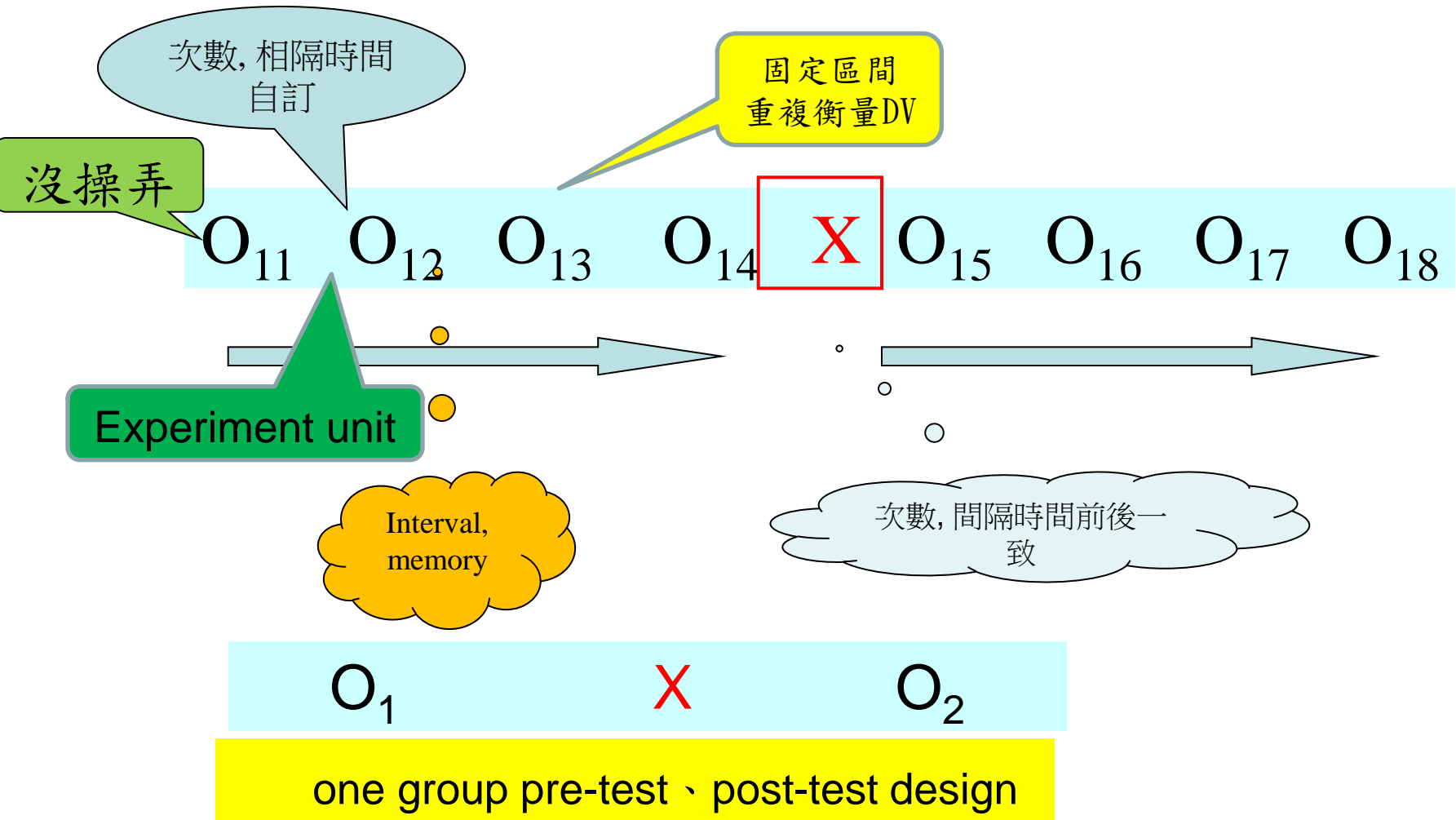
# 時間序列設計的結果



# 時間系列可能的結果



# 時間序列設計 (Quasi-experiment)



# 時間序列設計

固定區間  
重複衡量DV

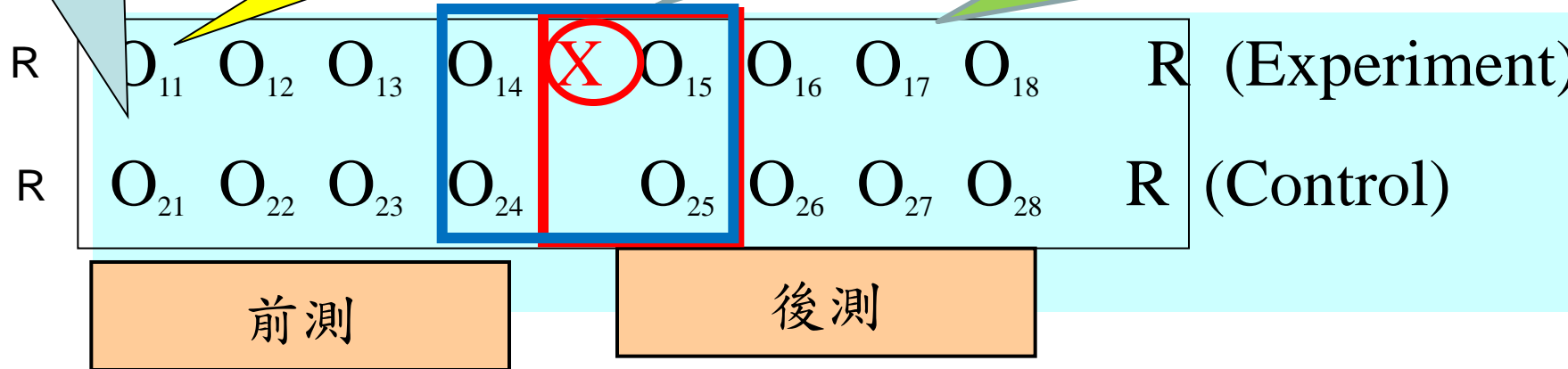
1234  
4321

No difference!  
If have, then,  
ANCOVA

1. 平均
2. 逐一測試

repeated measure design

Pre-test post-test design



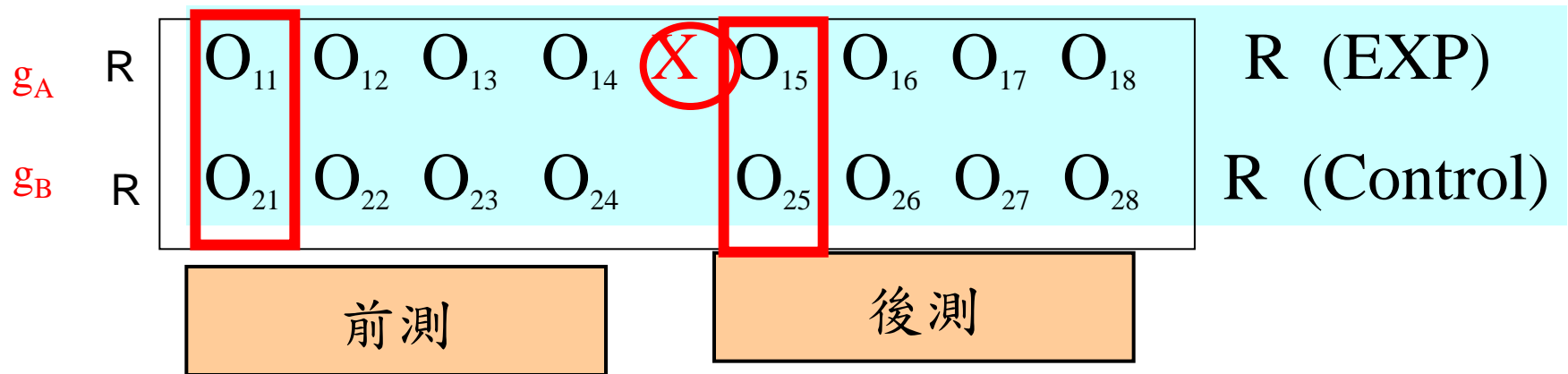
統計分析：利用迴歸分析由 $O_1O_2O_3O_4$ 推測 $O_5$ 的值，並以T-Test測predict  $O_5$ 與real  $O_5$ 間之差異，後依序測 $O_6O_7O_8$



For  $t_2, t_3, t_4$

# 時間序列設計

$H_0$ : at,  $t_1$ , There is no significant difference between  $g_A$  and  $g_B$  on Pretest (DV— $O_{11}, O_{21}$ )



For  $t_6, t_7, t_8$

$H_0$ : at,  $t_5$ , There is no significant difference between  $g_A$  and  $g_B$  on posttest (DV— $O_{15}, O_{25}$ )

# Rotation Experiment(對抗平衡設計)

三要素需一致  
Treatment number  
group number  
time interval

實驗處理

組別

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
G <sub>P1</sub>	t <sub>1</sub> O	t <sub>2</sub> O	t <sub>3</sub> O
G <sub>P2</sub>	t <sub>3</sub> O	t <sub>1</sub> O	t <sub>2</sub> O
G <sub>P3</sub>	t <sub>2</sub> O	t <sub>3</sub> O	t <sub>1</sub> O

Experiment unit

repeated measure design

within vs. between  
subjects design

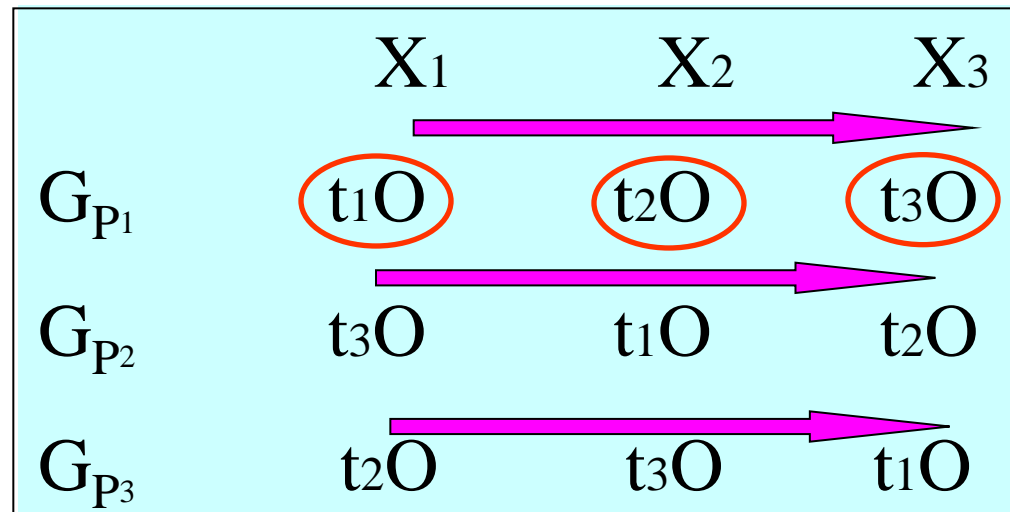
different groups of participants to the different levels of the independent variable  
each participant experience all levels of the independent variable.

# Rotation Experiment(對抗平衡設計)

訊息量多寡

## 實驗處理

組別



For  $g_1$

列平均

For  $g_2$

列平均

For  $g_3$

列平均

Post Hoc Test

分組		
實驗組	實驗組	對照組
$X_1$	$X_2$	$X_3$

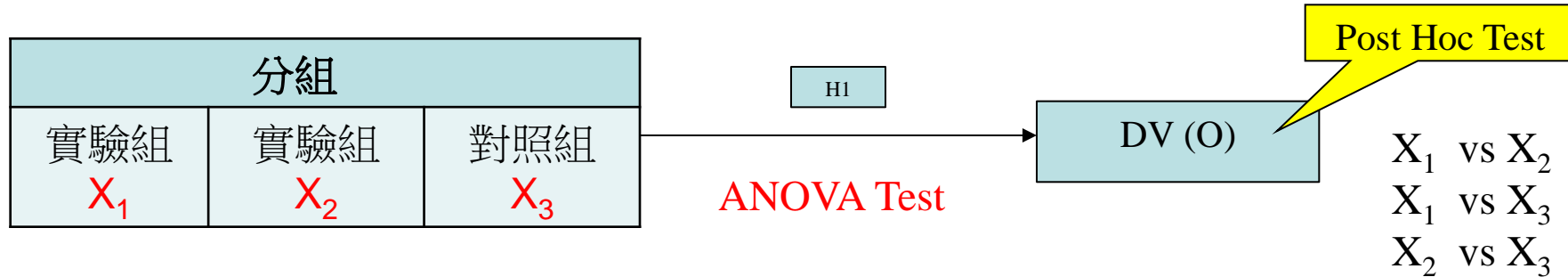
H1

ANOVA Test

DV (O)

$X_1$  vs  $X_2$   
 $X_1$  vs  $X_3$   
 $X_2$  vs  $X_3$

# Rotation Experiment(對抗平衡設計)



For  $g_2, g_3$

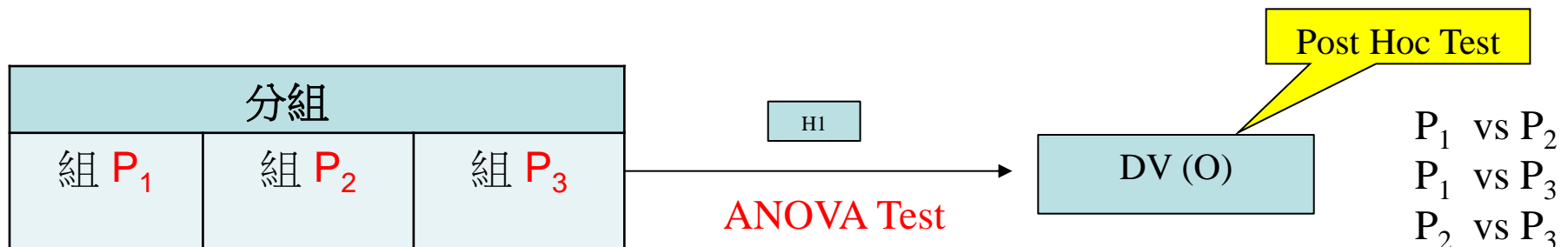
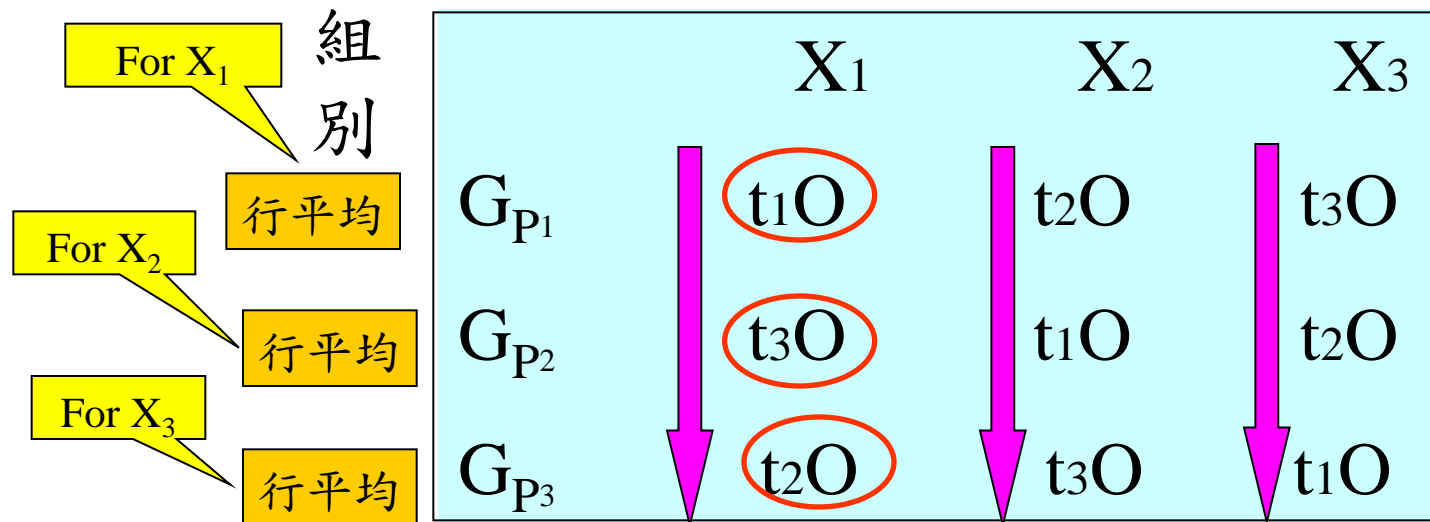
$H_0$ : for  $G_1$ , There is no significant differences among  $X_1, X_2$ , and  $X_3$  on  $DV_1$

$C_n^2$

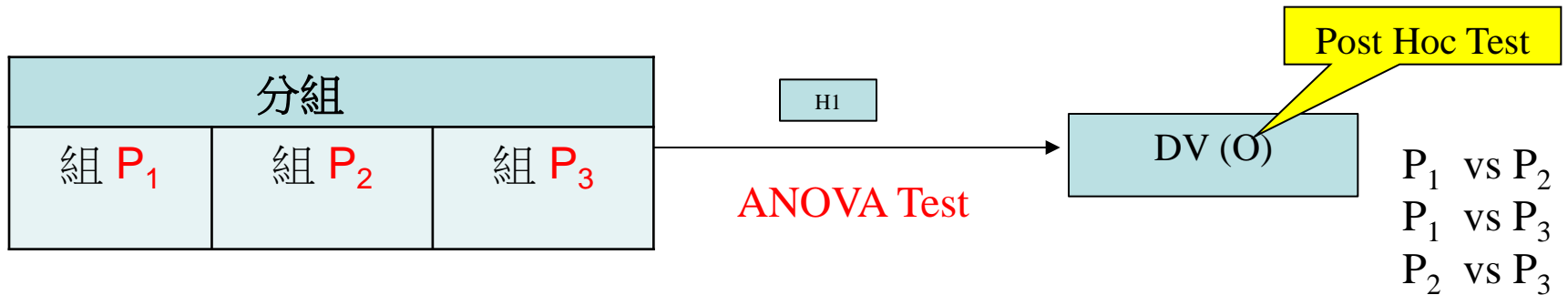
- 統計分析：ANOVA Test + Post Hoc Test

# Rotation Experiment(對抗平衡設計)

## 實驗處理



# Rotation Experiment(對抗平衡設計)



For  $X_2$  For  $X_3$

$H_0$ : at  $X_1$  situation, There is no significant differences among  $P_1$ ,  $P_2$ , and  $P_3$  on  $DV_1$

$C_n^2$

- 統計分析：ANOVA Test + Post Hoc Test

# Rotation Experiment(對抗平衡設計)

- Count-balance design
- Treatment number = group number = time interval



- Concurrency ?

# Rotation Experiment(對抗平衡設計)

複 製 (分 群)	實 驗 處 理				
	X <sub>1</sub> (定價100元以下)	X <sub>2</sub> (100元—200元)	X <sub>3</sub> (200元—300元)	X <sub>4</sub> (300元以上)	
第1次 (G <sub>1</sub> )	<del>A組</del> (收入10萬元以下)	B	C	D	列平均
第2次	C組 (收入10萬元-15萬)	A	D	B	列平均
第3次	B組 (收入15萬元-20萬)	D	A	C	列平均
第4次	D組 (收入20萬元以上)	C	B	A	列平均
	行平均數	行平均數	行平均數	行平均數	



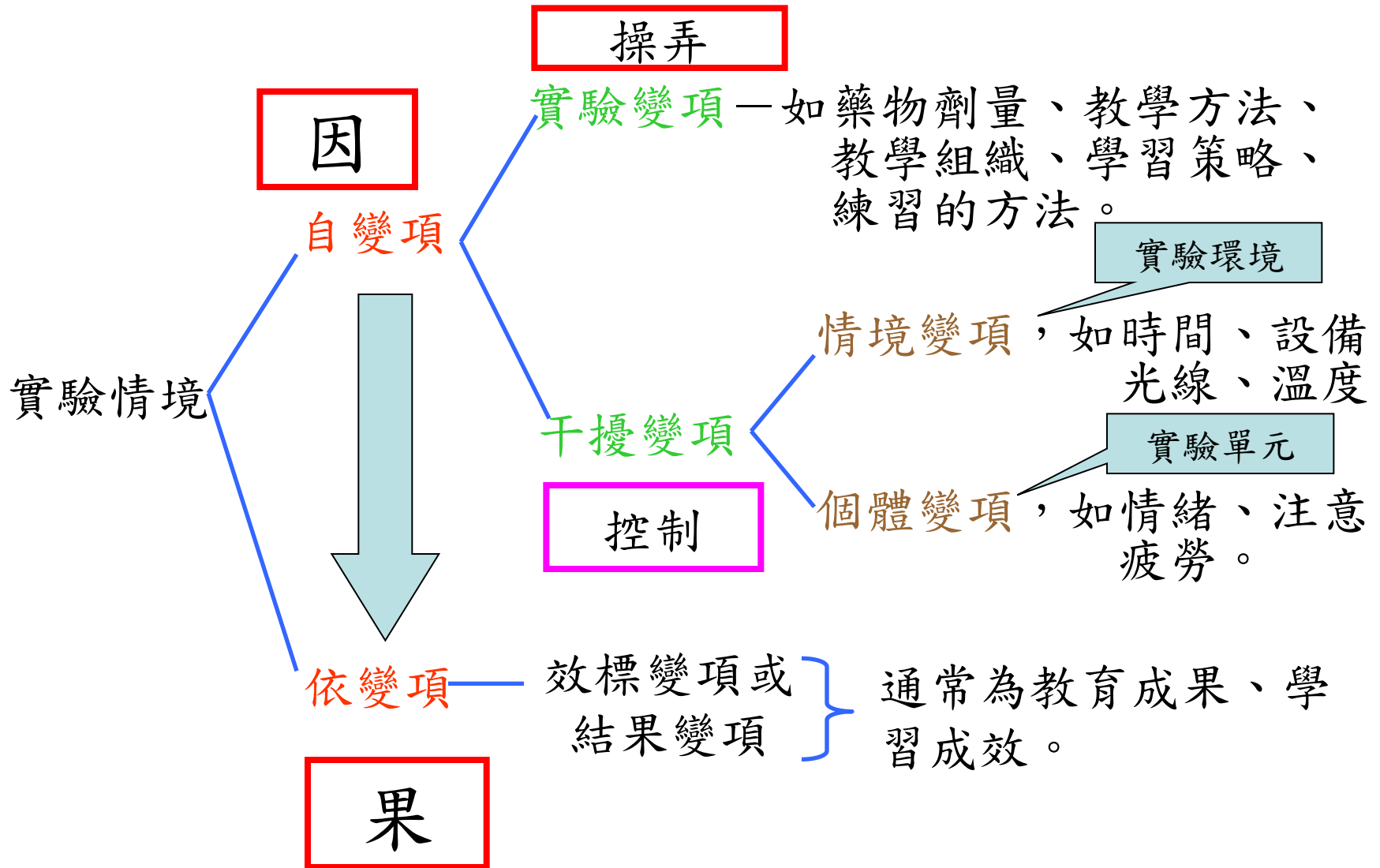
# Basic Concept

- Count-balance design
- Repeated Measured design

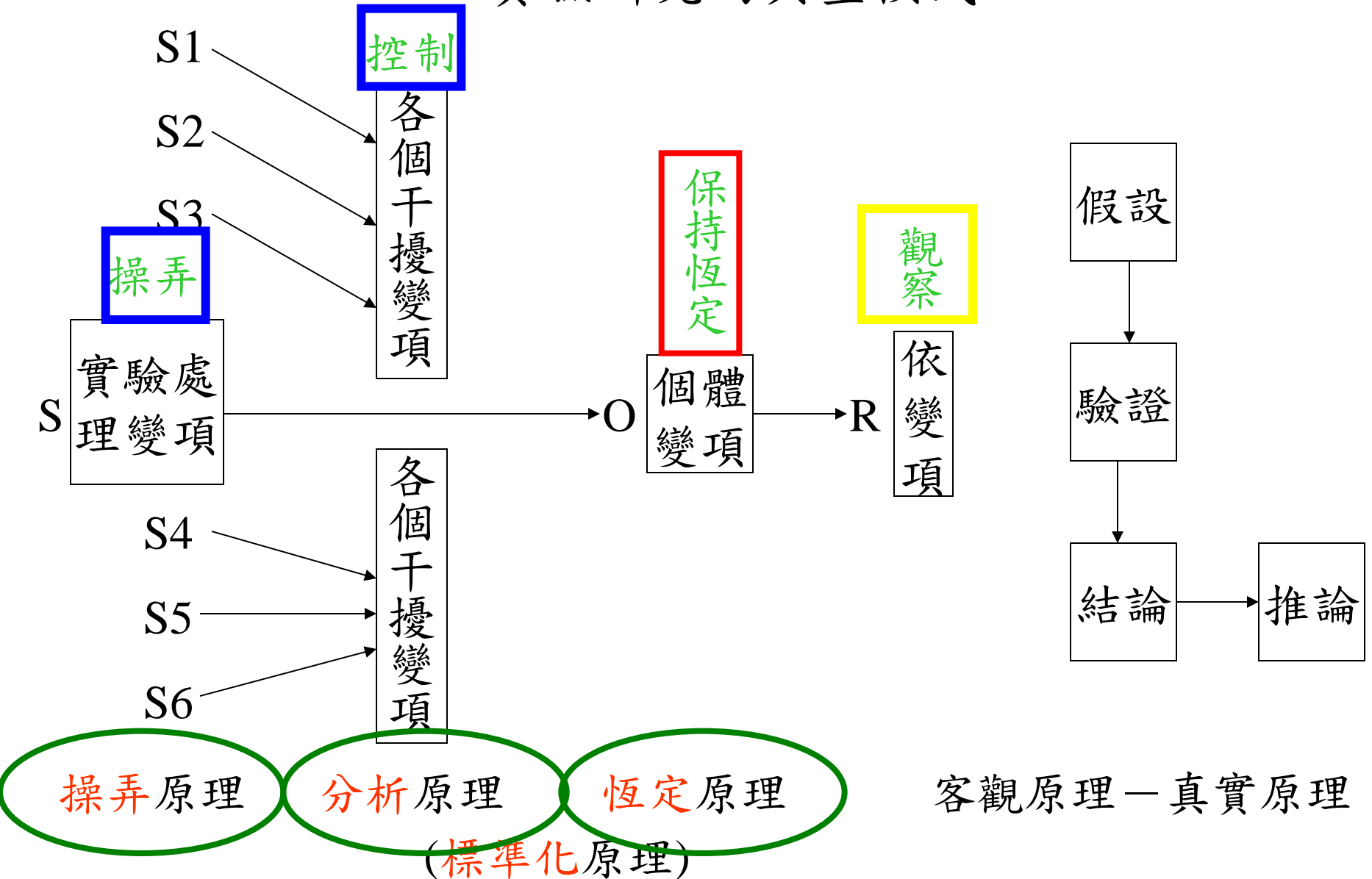
Different group  
Experiment unit  
repeat type

Same Experiment unit

# 實驗情境的變項



# 實驗研究的典型模式



# 2<sup>nd</sup> Mid-term project(individual)

Conduct experiential design in terms of 1<sup>st</sup> mid-term project results

- 1. Briefly introduce your case study
- 2. Research framework from case
- 3. Experimental framework from case
  - (you need to formulate your hypothesis)
- 4. Which Experiment design you adopt
- 5. Who will be your experiment unit(s) and how many of them you will use?
- 6. How to design your experimental process(es)
  - (a). How to manipulate treatment variable(s)
  - (b). How to control extraneous variable(s)
    - (1) Internal validity (2) External validity
- 7. Which data analysis you will adopt (optional)

# Which Experiment design you should adopt

學號尾數

- Two-way factorial design ---1,6
- Repeated Measured design -- 2,7
- Solomon four-group design -- 3,8
- Count-balance design --- 4,9
- Time-series design – 5, 0

# 注意事項

- 最小樣本數 → 對應隨機分配 (R) 的各種實驗情境
- 最小樣本數不適用 (Repeated Measured design )
- 最小樣本數只適用 (Count-balance design) 的第一次分配
- Time-series design 是 Solomon four-group design 的延伸 (多次的 pretest 及多次的 posttest)

# Two-way factorial design hypothesis

- **Two Way ANOVA的流程：**

判斷樣本

獨立樣本：一般線性模式→單變量

相依樣本：一般線性模式→重複量數

- **檢定過程**

獨立樣本：Levene 變異數同質性檢定

相依樣本：球型檢定

- **事後成對比較**

# Repeated Measured design hypothesis

- One-Way Repeated Measurement ANOVA 的流程：
- 多組比較且重複量測，故選擇檢測多組樣本的平均值是否不同

虛無假說(Null hypothesis)→多次測量之間平均數有沒有顯著差異



# Solomon four-group design hypothesis

- (1) 實際上包括4個實驗，可比較是否 $02 > 01$ ， $02 > 04$ ， $05 > 06$ 以及 $05 > 03$ ，一再檢驗實驗處理X的效果。(2) 可檢驗有前測組與無前測組的差異是否顯著以及實驗處理組與無實驗處理組的差異是否顯著，也可檢驗測驗與實驗處理的互動作用的差異是否顯著。其檢驗方法是用獨立樣本 $2 \times 2$ 方差分析來分析各組的後測成績。其基本模式如下圖所示。在圖中，縱列的平均數之差可估計實驗處理的主要效果，橫行的平均數之差可估計前測的主要效果，各小格里的平均數之差（04，02，06，05）可估計測驗與實驗處理的互動作用的顯著程度。若互動作用效果未達到顯著水平，還可以01和03為共變數，用協方差分析法比較02和04。

# Count-balance design hypothesis

- **Two Way ANOVA**的流程：

- 判斷樣本

- 獨立樣本：一般線性模式→單變量

- 相依樣本：一般線性模式→重複量數

- **檢定過程**

- 獨立樣本：變異數同質性檢定

- 相依樣本：球型檢定

- **事後成對比較**

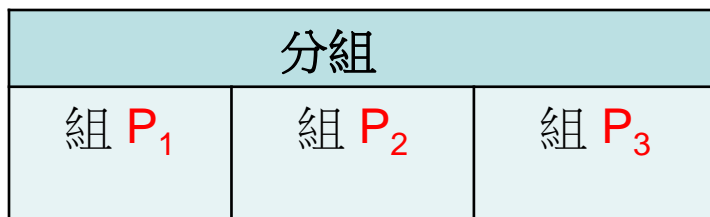
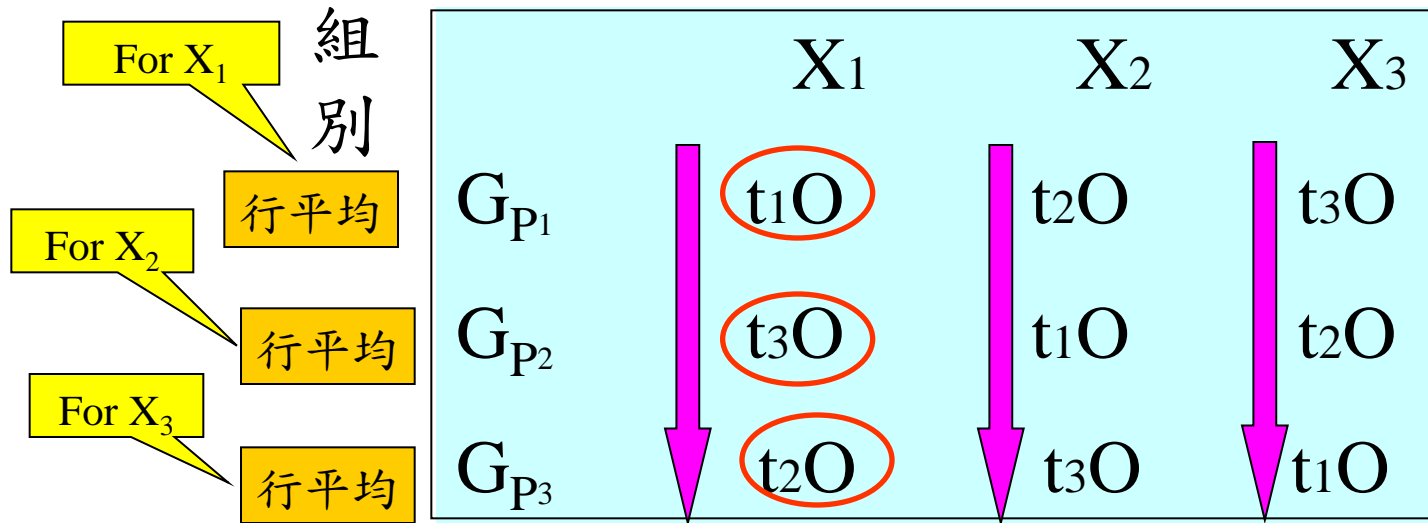
- Levene變異數同質性檢定

# Count-balance design hypothesis

For  $X_1$

H0: at  $X_1$  situation, There is no significant differences among  $P_1$ ,  $P_2$ , and  $P_3$  on DV1

## 實驗處理



H1

ANOVA Test

DV (O)

Post Hoc Test

$P_1$  vs  $P_2$   
 $P_1$  vs  $P_3$   
 $P_2$  vs  $P_3$

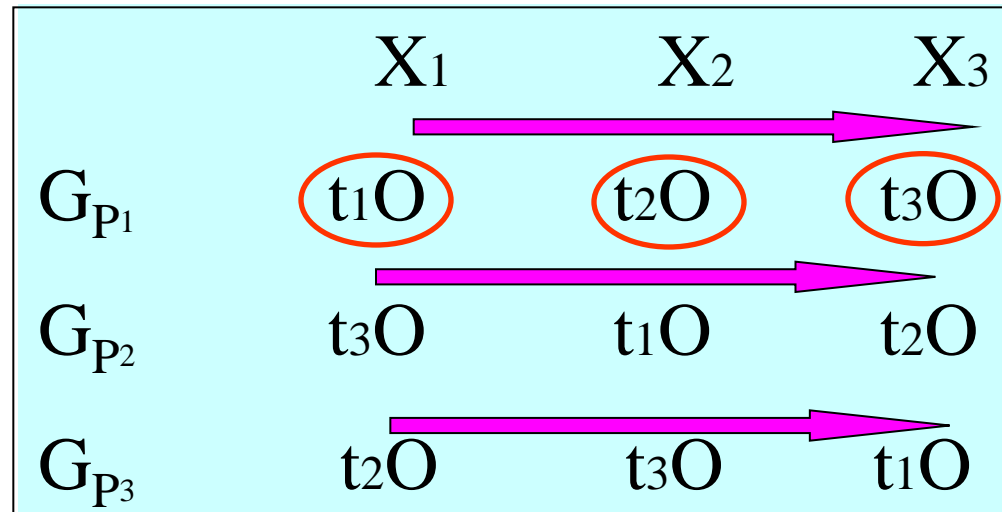
# Count-balance design hypothesis

$H_0$ : for  $G_1$ , There is no significant differences among  $X_1$ ,  $X_2$ , and  $X_3$  on  $DV_1$

For  $g_1$

實驗處理

組別



For  $g_1$

列平均

For  $g_2$

列平均

For  $g_3$

列平均

分組		
實驗組 $X_1$	實驗組 $X_2$	對照組 $X_3$

$H_1$

ANOVA Test

DV (O)

Post Hoc Test

$X_1$  vs  $X_2$   
 $X_1$  vs  $X_3$   
 $X_2$  vs  $X_3$

# Time-series design hypothesis

- **Two Way ANOVA**的流程：

判斷樣本

獨立樣本：一般線性模式→單變量

相依樣本：一般線性模式→重複量數

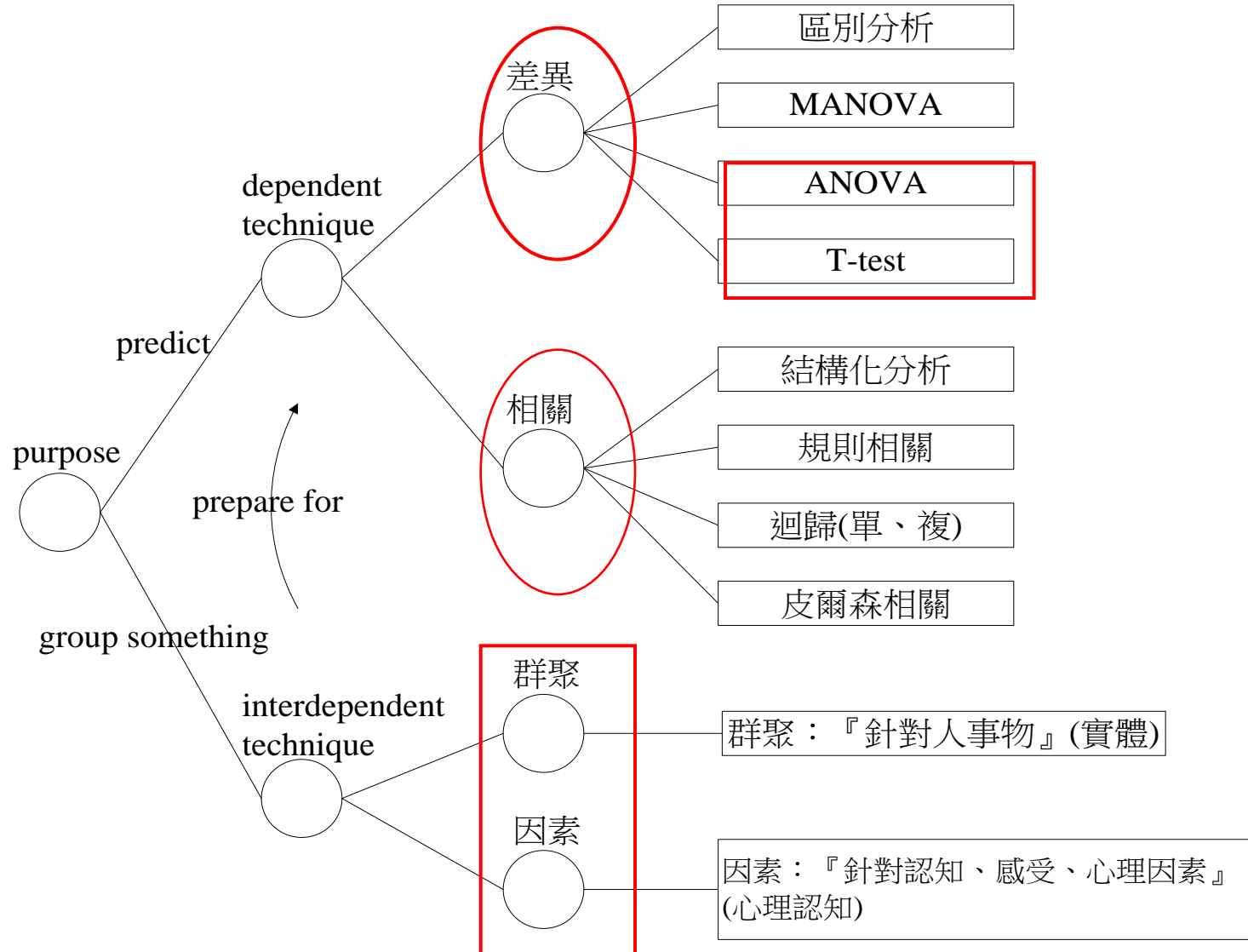
- **檢定過程**

獨立樣本：Levene變異數同質性檢定

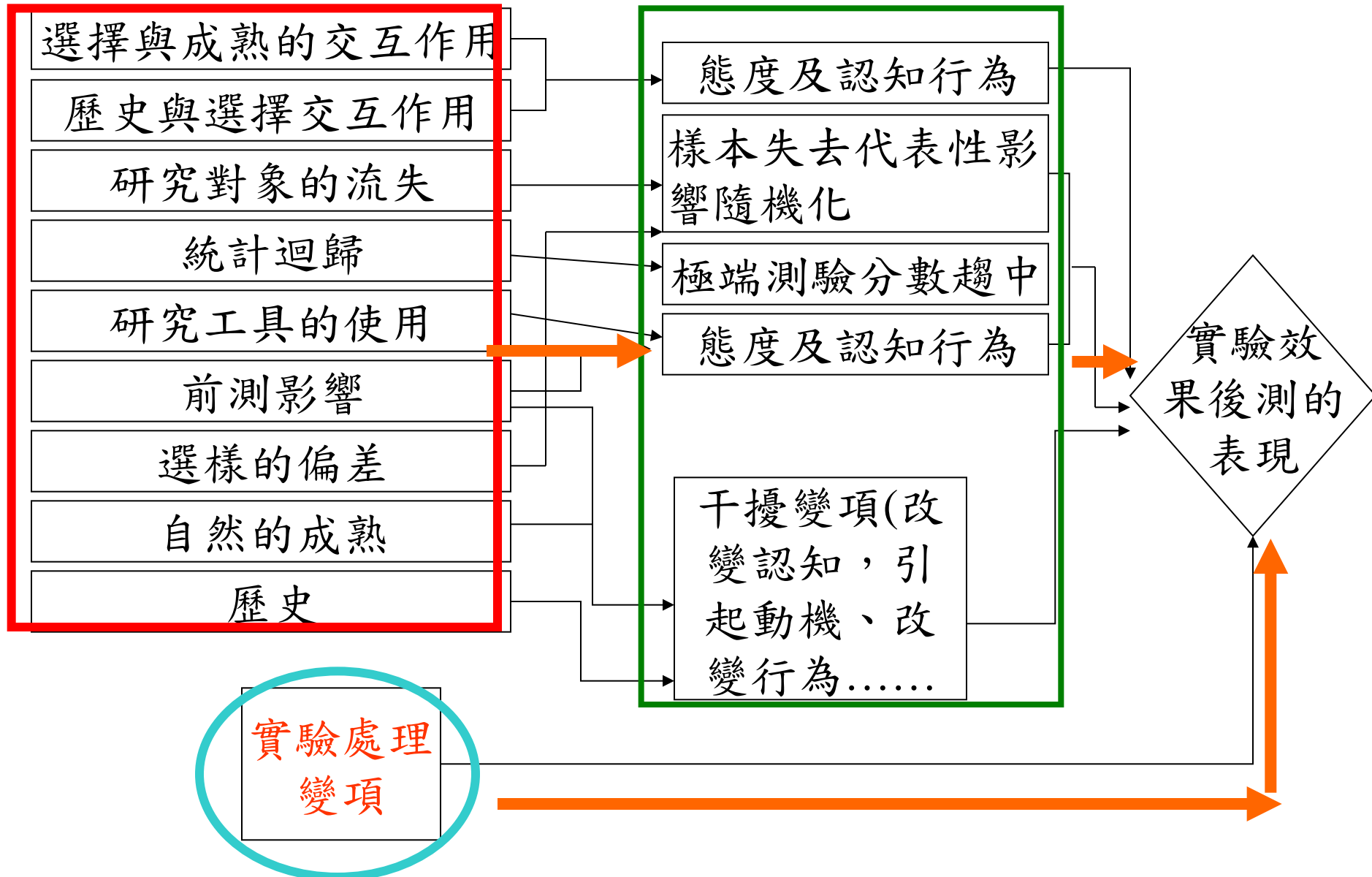
相依樣本：球型檢定

- **事後成對比較**

# Data analysis Framework



# 實驗情境影響內在效度因素



# 方 法

威脅	將情境 標準化	取得更多關於研 究對象的資訊	取得更多關於 細節的資訊	選擇適當的 研究設計
研究對象的特質		X		X
流失（損耗）		X		X
地點	X		X	X
測量工具的使用	X		X	
測驗				X
歷史			X	X
成熟		X		X
研究對象的態度	X		X	X
回 歸		X		X
執行	X		X	X