



<http://l.pulipuli.info/24/tku/sa>

學習行為的觀察 滯後序列分析 工作坊

淡江資圖系 陳勇汀
chenyt@tku.edu.tw

112-2





淡江大學
資訊與圖書館學系
助理教授

陳勇汀

(布丁布丁吃布丁)

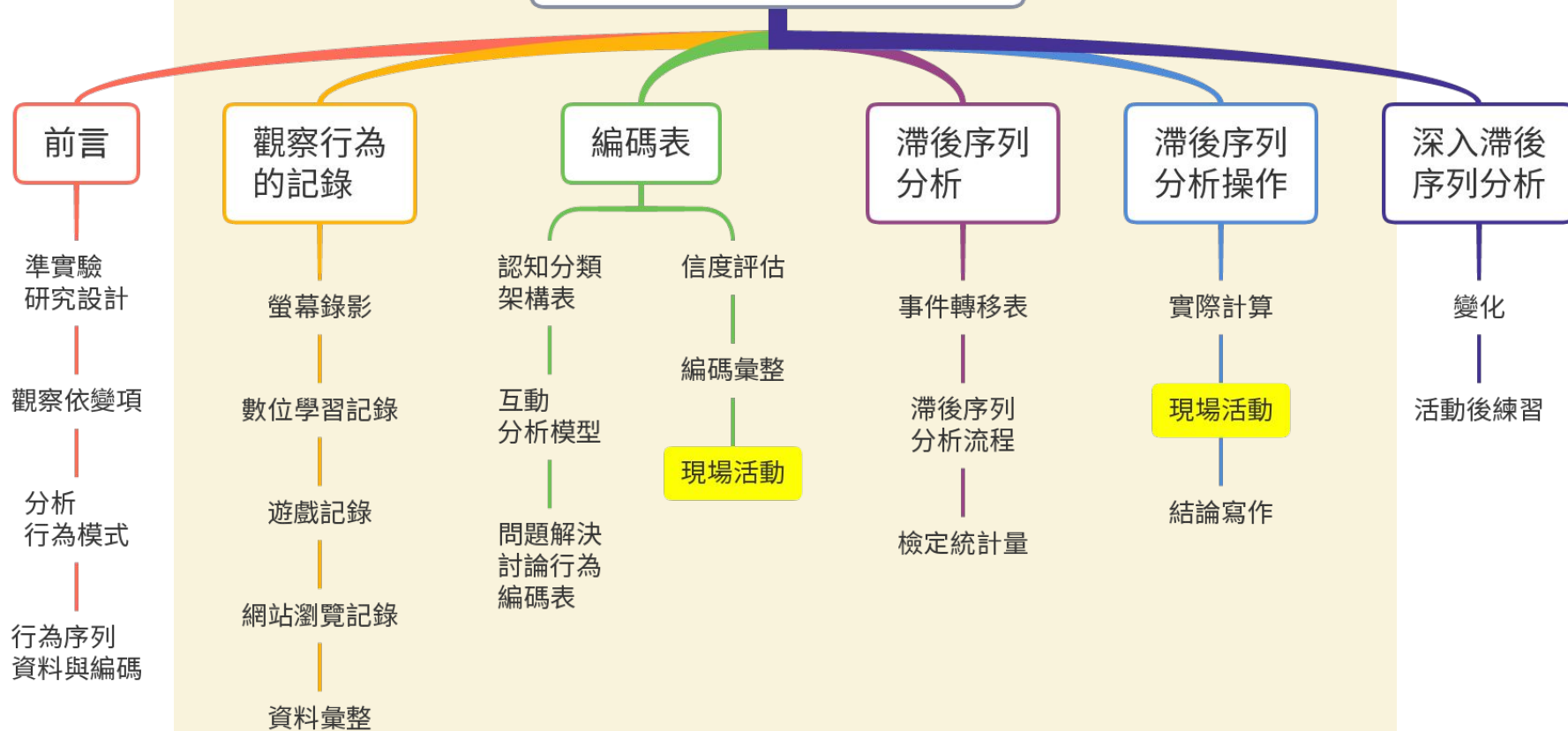
經歷

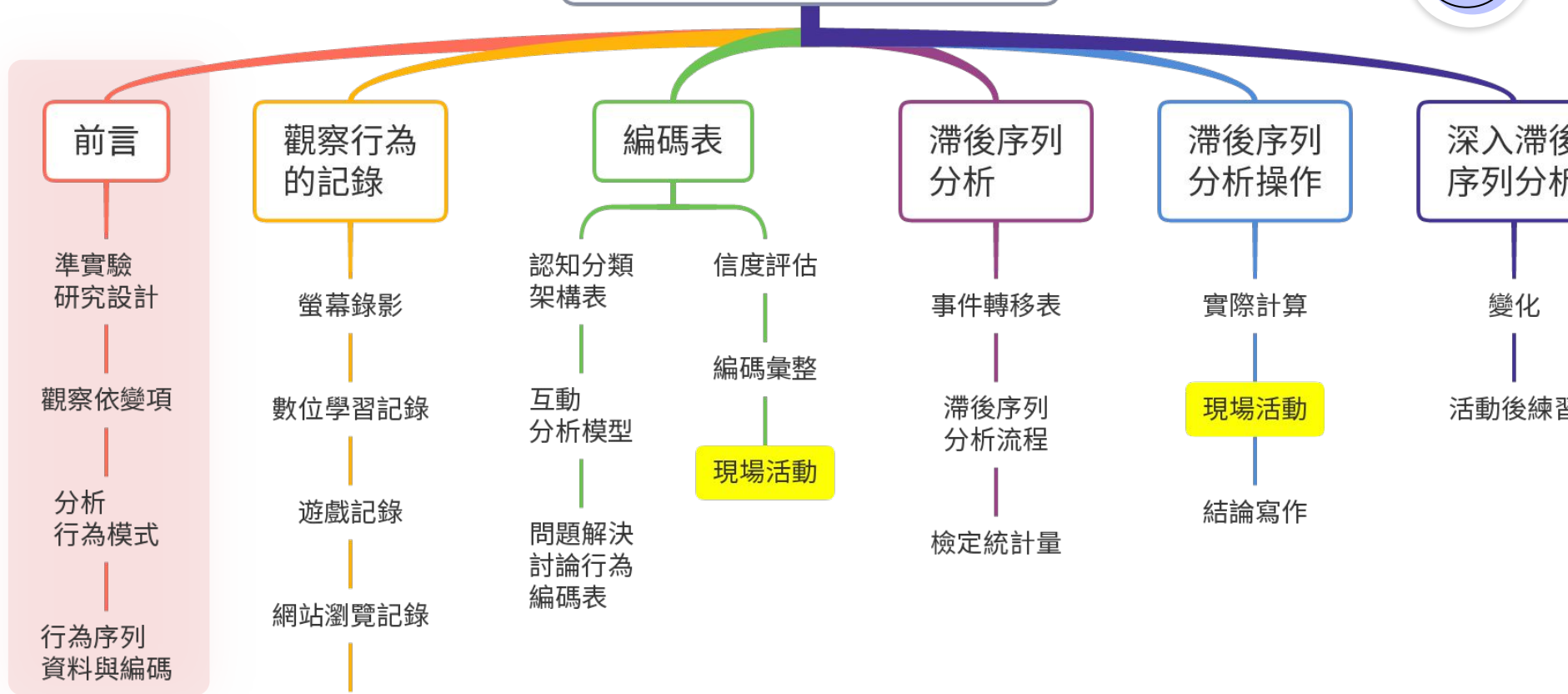
- 淡江資圖系助理教授
- 輔仁大學圖書資訊學系進修部講師
- 空中大學管理與資訊學系講師
- BLOG「布丁布丁吃什麼？」作者

學歷

- 政治大學圖書資訊與檔案學研究所博士
- 政治大學圖書資訊與檔案學研究所碩士
- 輔仁大學圖書資訊學系學士

滯後序列分析工作坊



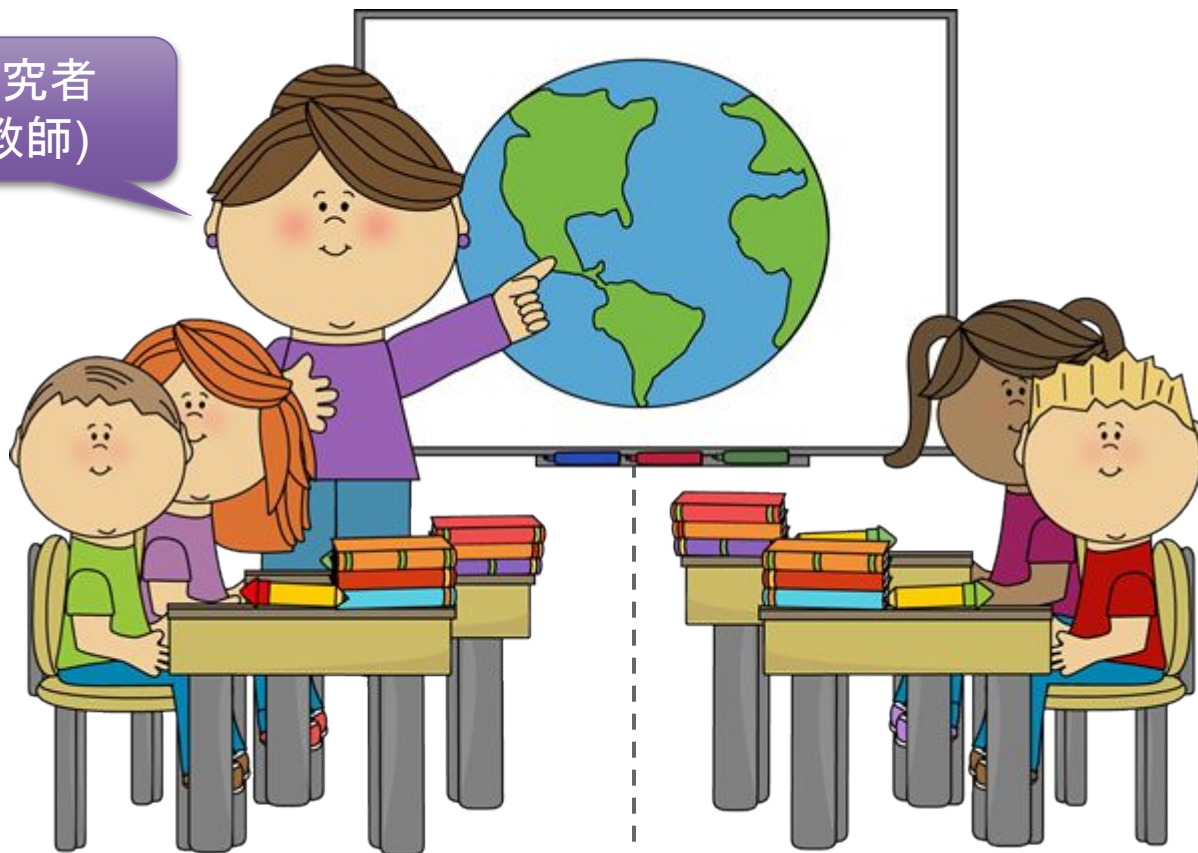


前言：淺談數位學習研究設計

為什麼要做滯後序列分析？

準實驗研究法於數位學習的應用

研究者
(教師)



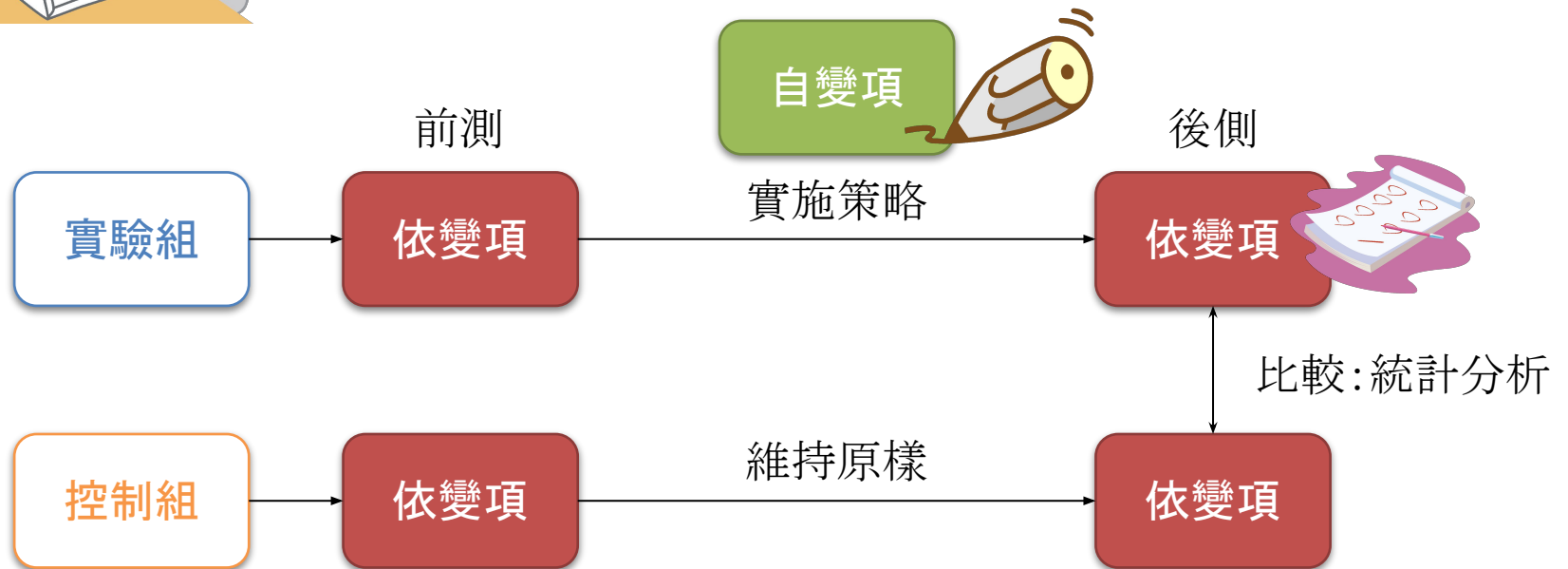
Experimental Group
實驗組

Control Group
控制組

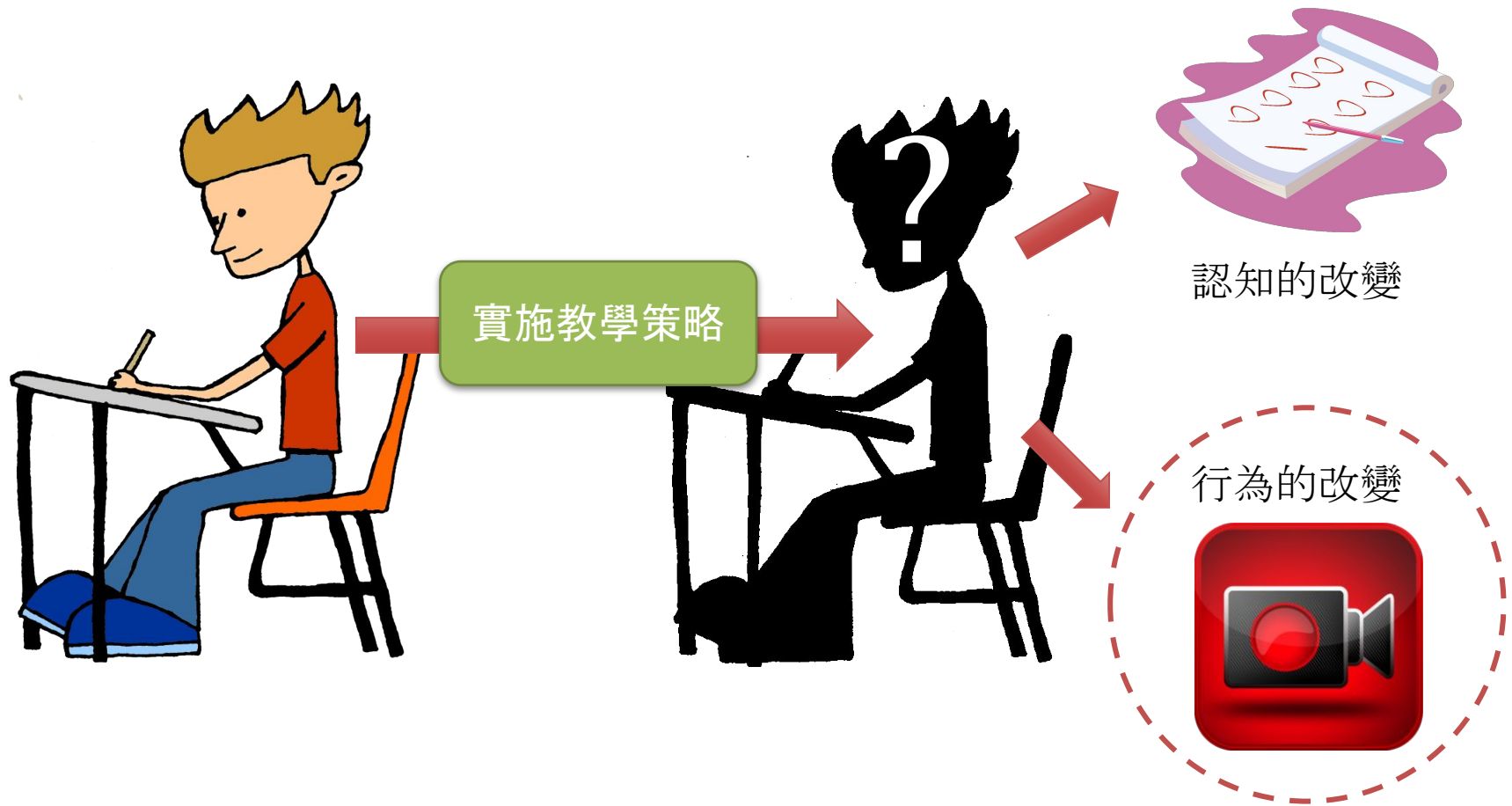
研究設計



研究場域



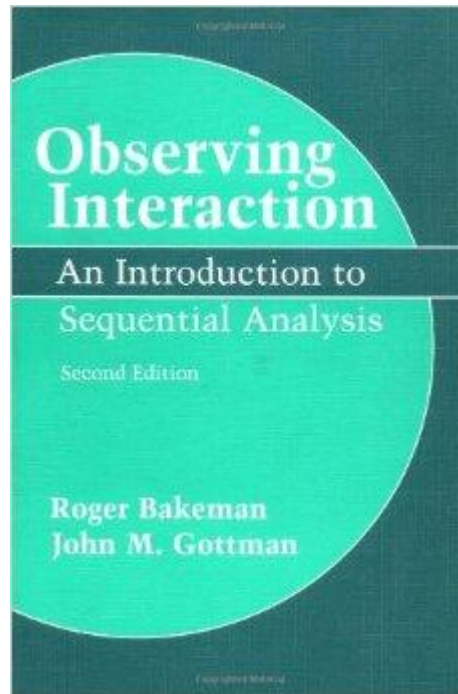
依變項的觀測



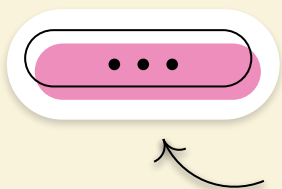
行為模式分析

序列分析介紹

Bakeman, R. & Gottman, J. M. (1997)



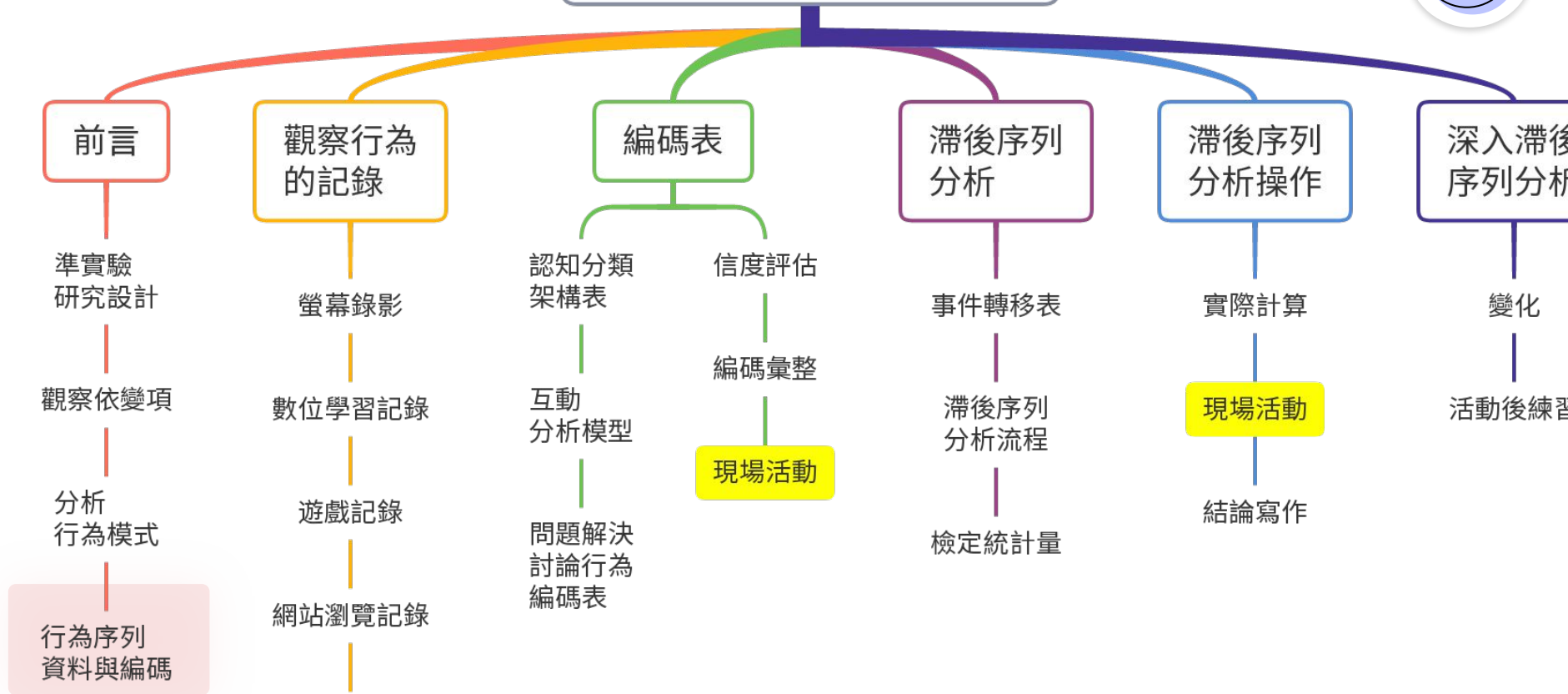
Bakeman, R., & Gottman, J. M. (1997). *Observing interaction: an introduction to sequential analysis*. Cambridge: University Press.



Bakeman(1986)

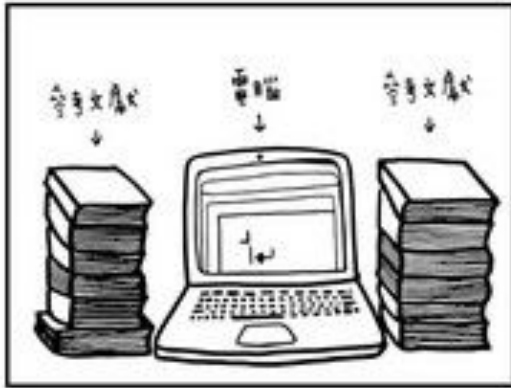
滯後序列分析介紹目錄

1. 介紹
2. 開發編碼表
(coding scheme)
3. 記錄行為序列
(behavioral sequences)
4. 評估觀察者一致性
(observer agreement)
5. 呈現觀察資料
6. 分析序列資料: 第1步
7. 分析事件序列
(event sequences)
8. 分析時間序列
(time sequences)
9. 分析跨分類事件
(cross-classified events)
10. 結語



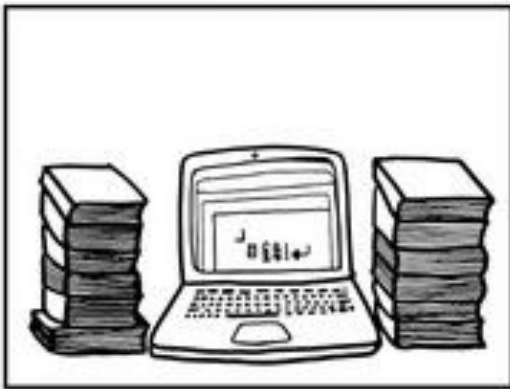
行為序列與編碼

大學生寫報告的行為 (1/3)



[20:00]

首先把Word打開



[23:00]

三小時過後，
只有「目錄」兩字

大學生寫報告的行為 (2/3)



[23:05]

你的腦袋一片空白，
就像你做任何事情一樣。



[23:10]

這個報告檔案
根本是你的人生寫照

大學生寫報告的行為 (3/3)



[23:15]

力不從心，一事無成。



[23:20]

而且沒有人愛你。

編碼表



A



B



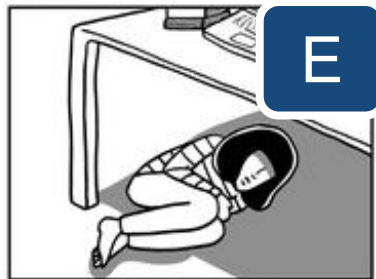
C



D



D



E

事件編碼

說明

A

寫報告

B

停止寫報告

C

發愣

D

用手勢表現難過

E

用身體表現難過

行為事件序列資料



A



B



C



D

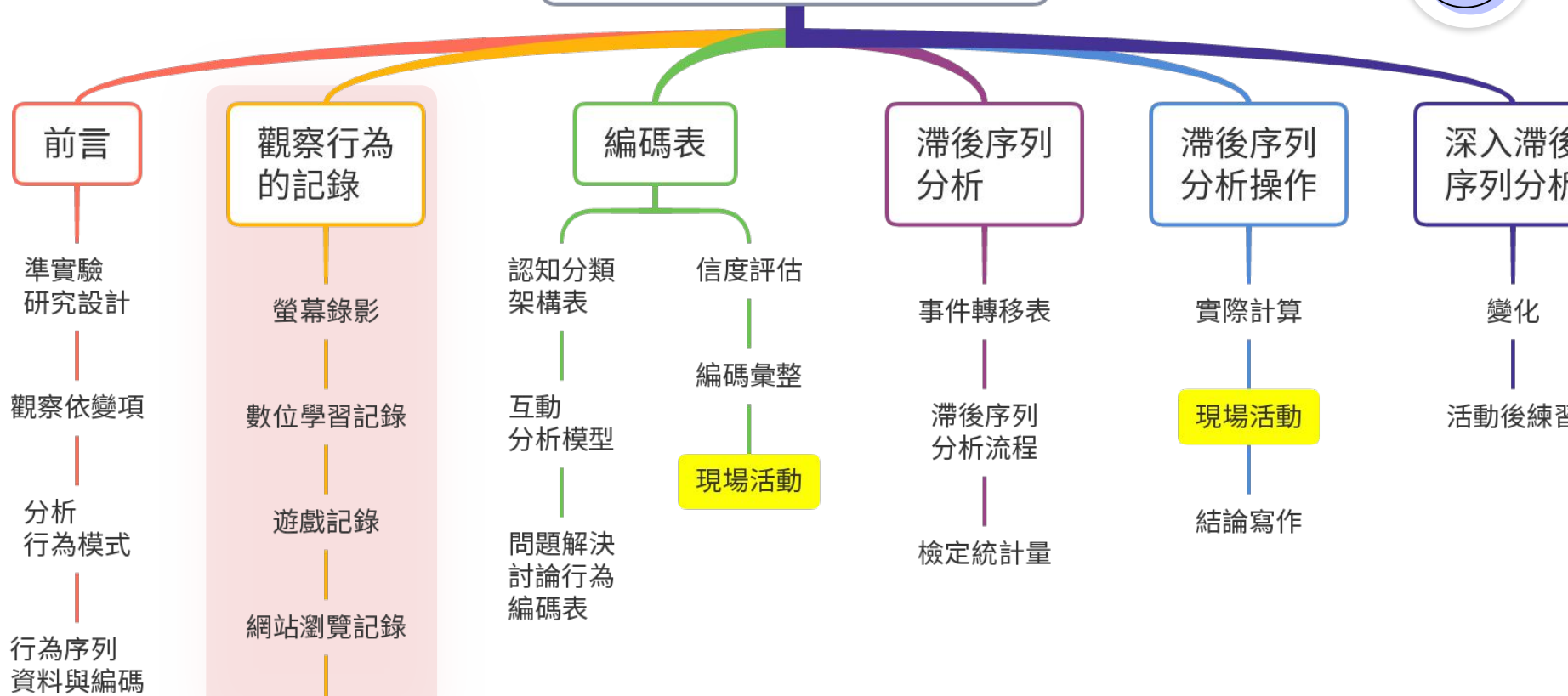


D



E

研究對象 編號	序列 編號	事件 編碼
1	1	A
1	2	B
1	3	C
1	4	D
1	5	D
1	6	E



觀察行為的記錄

數位學習的行為記錄

觀察研究法



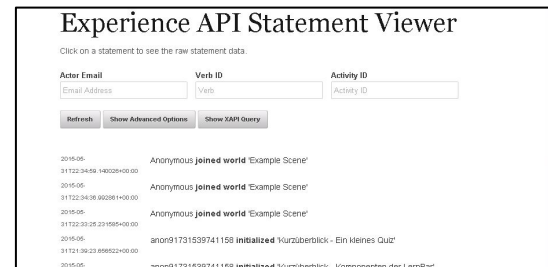
- 現場觀察與錄影記錄
- 研究者需即時與主動地蒐集資料

日誌研究法



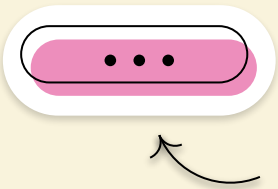
- 受試者自行記錄行為資料

內容分析研究法



- 側錄或記錄受試者的行為歷程，事後分析
 - 交易資料
 - 借閱資料
 - 網站瀏覽記錄

TechSmith Morae



Morae Recorder



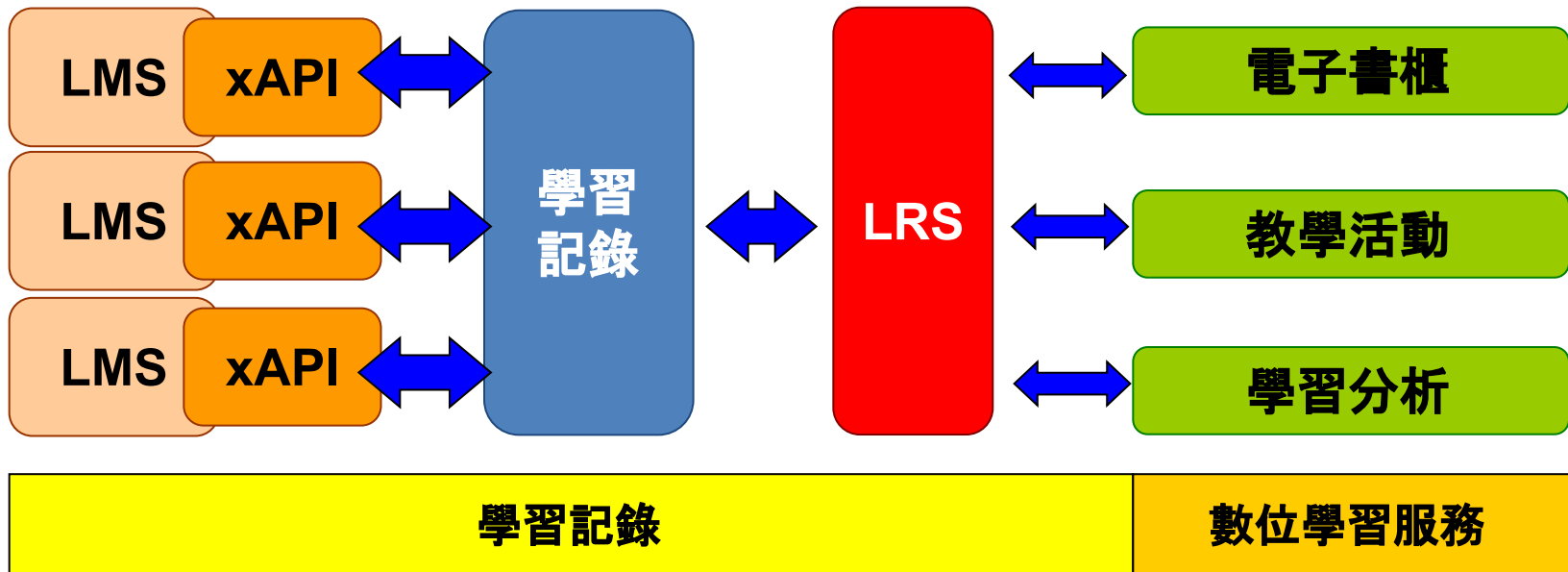
Morae Observer



Morae Manager

xAPI (eXperience API)

- xAPI定義了學習記錄儲存與追蹤的介面格式規範
- 學習者在學習平台(LMS)的學習經驗記錄(或其他動作)能儲存在學習記錄資料庫(LRS)中，儲存在LRS上的學習資料可以在不同LRS上流通。



Experience API Statement Viewer

Click on a statement to see the raw statement data.

Anonymous
主詞: 操作者

joined world
動詞: 事件編碼

'Example Scene'
受詞: 動作細節

2015-05-31T22:34:59.140026+00:00	Anonymous joined world 'Example Scene'
2015-05-31T22:34:36.992861+00:00	Anonymous joined world 'Example Scene'
2015-05-31T22:33:25.231585+00:00	Anonymous joined world 'Example Scene'
2015-05-31T21:39:23.656522+00:00	anon91731539741158 initialized 'Kurzüberblick - Ein kleines Quiz'
2015-05-31T21:39:22.672619+00:00	anon91731539741158 initialized 'Kurzüberblick - Komponenten der LernBar'
2015-05-31T21:39:20.629608+00:00	anon91731539741158 initialized 'Unser Angebot: LernBar'
2015-05-31T21:38:51.745123+00:00	anon91731539741158 initialized 'Alles ist LernBar – mit dem neuen Autorensystem LernBar 4.0'
2015-05-31T21:38:50.405261+00:00	anon91731539741158 initialized 'Erweiterung 1'

在LRS上的xAPI記錄

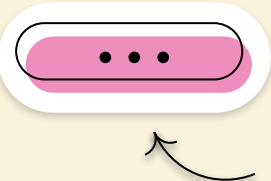
遊戲記錄



紐約說話島 Talking Island

<https://www.youtube.com/watch?v=7rcgjds-VEA>

Code	Behavior
FT	Fight
PT	Pets
TL	Tools/Items
TK	Talk 合作學習的討論
GP	Group-work
TR	Trading of items/tools
TS	Conducting tasks
LF	Learning in fighting
LT	Learning in tasks
OT	Others

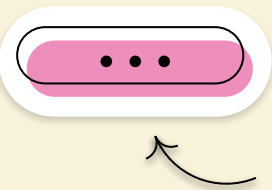


網站瀏覽記錄 Apache Log

```
jkreps-mn:~ jkreps$ tail -f -n 20 /var/log/apache2/access_log
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:00 -0700] "GET /images/apache_feather.gif HTTP/1.1" 200 4128
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/producer_consumer.png HTTP/1.1" 200 86
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/log_anatomy.png HTTP/1.1" 200 19579
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/consumer-groups.png HTTP/1.1" 200 268
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/log_compaction.png HTTP/1.1" 200 4141
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /documentation.html HTTP/1.1" 200 189893
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/log_cleaner_anatomy.png HTTP/1.1" 200
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/kafka_log.png HTTP/1.1" 200 134321
::1 - - [23/Mar/2014:15:07:04 -0700] "GET /images/mirror-maker.png HTTP/1.1" 200 17054
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /documentation.html HTTP/1.1" 200 189937
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /styles.css HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/kafka_logo.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/producer_consumer.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/log_anatomy.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/consumer-groups.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/log_cleaner_anatomy.png HTTP/1.1" 304
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/log_compaction.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/kafka_log.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:08:07 -0700] "GET /images/mirror-maker.png HTTP/1.1" 304 -
::1 - - [23/Mar/2014:15:09:55 -0700] "GET /documentation.html HTTP/1.1" 200 195264
```

網站瀏覽記錄

Google Analytics



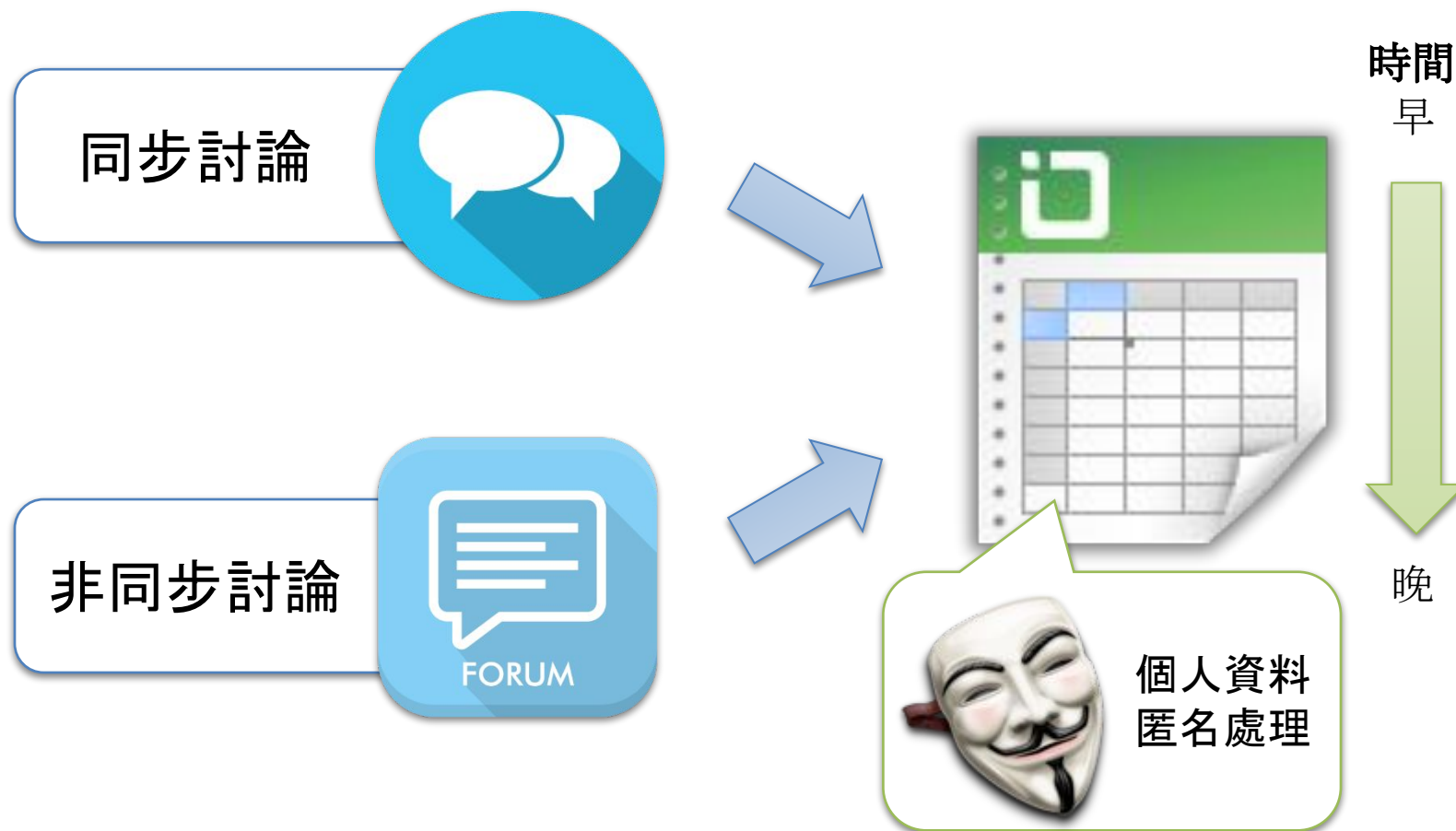
行為/行為流程

問題：行為記錄是否受到介入？



老師要介入嗎？

彙整行為記錄



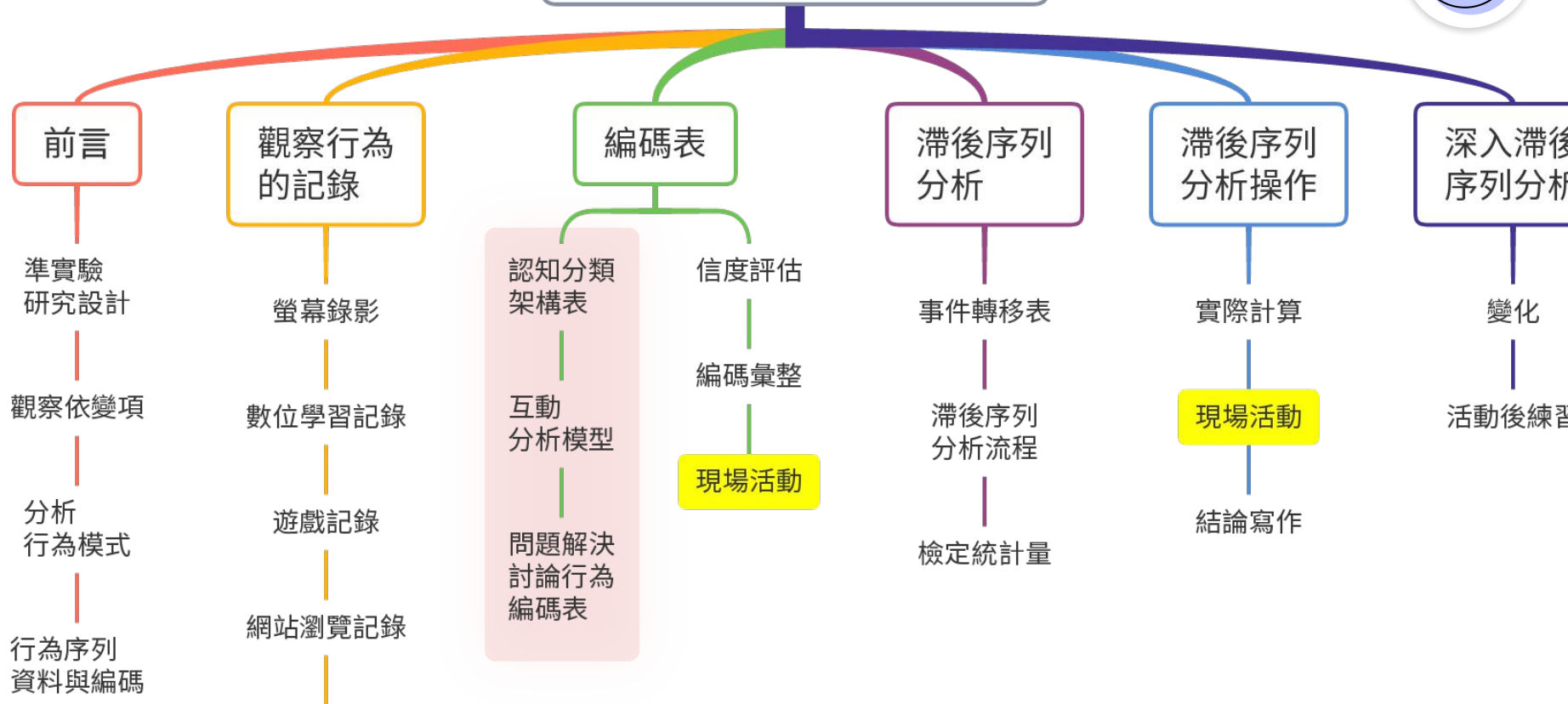
多資料來源的處理

早



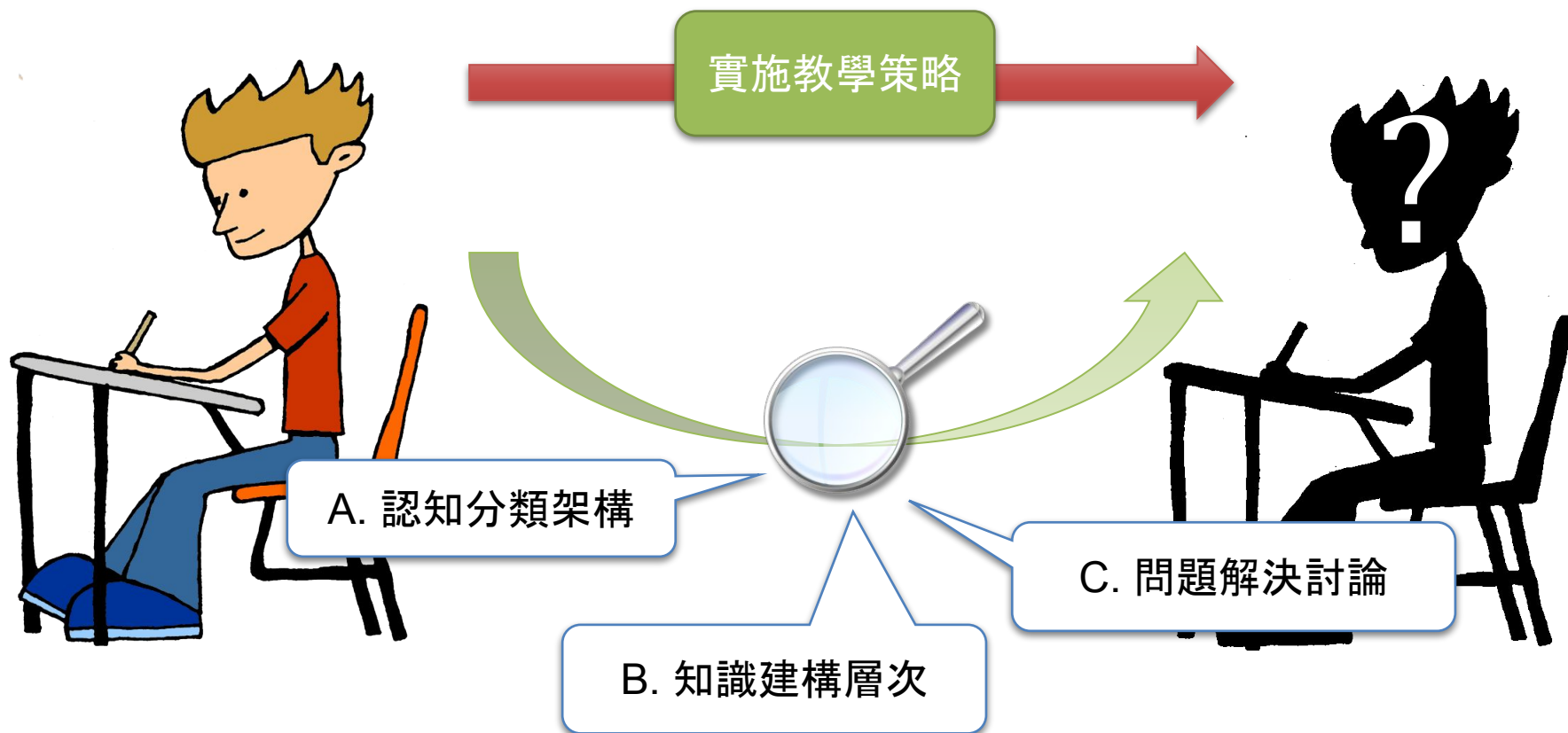
晚

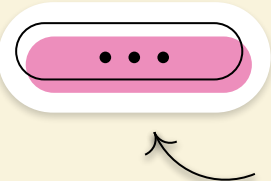
時間	來源	事件
2016/9/6 10:05	同步聊天室	ok, Stu A跟Stu B的看法都很棒, 我想我們應該彙整一下
2016/9/6 10:07	同步聊天室	那我整理一下po在討論區
2016/9/6 10:12	同步聊天室	好的, 麻煩你了
2016/9/6 10:20	非同步討論區	20160906 討論彙整報告:.....
2016/9/6 10:22	同步聊天室	我寫完囉, 請大家到討論區看一下是否有打錯的地方吧!



使用編碼表

依變項的選擇





A. 認知分類架構表 (1/3)

- 1949~1953年，布魯姆(Bloom)等人藉用生物學的分類法觀念將教育目標分類。
- 1960年提出認知領域的教育目標分類表，將認知領域的教學目標的類別，由最簡單到最複雜，由具體到抽象，排成六個層次，依序為知識、理解、應用、分析、綜合與評鑑，每一個較簡單的類別都是想掌握下一個較複雜的類別的先決條件。
- 因應教育理論的演進，布魯姆教育分類法也在2001年出刊修訂版，先依知識向度和認知歷程向度形成一個二維矩陣後，再進行教育目標的分析。

A. 認知分類架構表 (2/3)

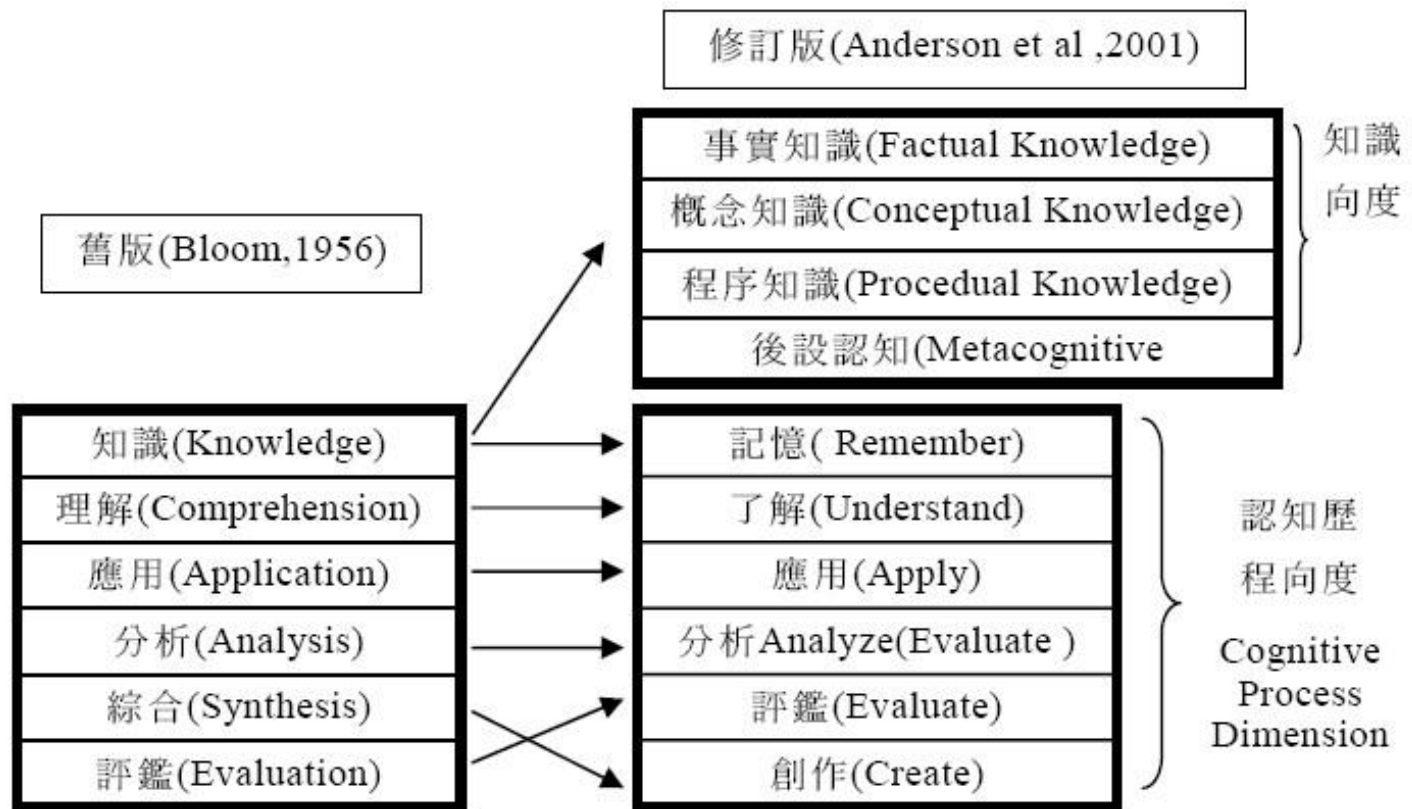
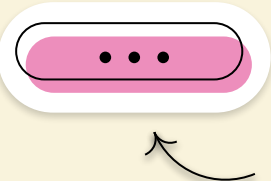


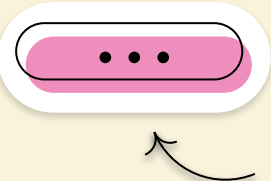
圖 1 Bloom 教育目標分類系統新舊版本對照圖(譯自 Anderson et al , 2001) , p268)



A. 認知分類架構表 (3/3)

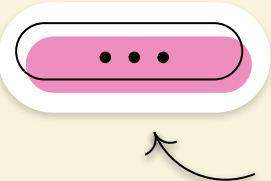
認知分類架構表(Revised Bloom's Taxonomy)

編碼	階段	操作
B1	Remember 記憶	從長期記憶中找尋相關知識。
B2	Understand 了解	瞭解所需的知識;根據過去經驗串聯新的知識。
B3	Apply 應用	透過某些流程或應用來完成一件任務或解決問題。
B4	Analyze 分析	將知識拆解與分析其成分, 並且指出部分成分與整體知識之間的關聯。
B5	Evaluate 評鑑	根據準則與標準進行判斷或評鑑。
B6	Create 創作	將不同的要素合為一體, 並且完成一個完整與有用的整體。透過心智流程重組不同的要素, 完成一個新的架構。
B7	Others 其他	與討論無關的主題



B. 互動分析模型 (1/2)

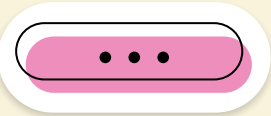
- Gunawardena, Lowe和Anderson等人，於1997年提出互動分析模型(Interaction Analysis Model)，簡稱IAM
- 很多研究證明使用IAM這一套編碼系統能夠有效地分析線上平台的討論內容，也增加了量化內容分析研究的有效性，許多關於非同步線上討論平台的研究，也都使用IAM為編碼方案
- 從1997年至今，IAM這一套內容分析工具已經成為探討「線上討論內容深度和模式」的一個重要依據。



B. 互動分析模型 (2/2)

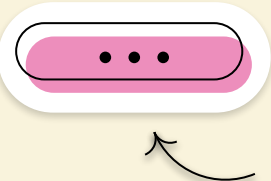
互動分析模型(Interaction Analysis Model, IAM)

編碼	階段	操作
K1	資訊的分享/比較	陳述觀察或意見;陳述同意參與者
K2	發現與探索參與者之間的不一致	辨識不一致的意見;詢問與回答問題以釐清不一致地情況
K3	協商意涵/共同建構知識	協商字辭的意涵;協商各種意見的相關重要性
K4	驗證與修正已存在的經驗與知識	驗證提出的新知識、認知架構、個人經驗與其他資源相對照
K5	同意/運用新建構的知識	總結一致的意見與陳述認知, 以展現新的知識建構
K6	其他	討論跟知識建構不相關的事情



C. 問題解決討論行為編碼表 (1/2)

- 為觀察成員在小組封閉式學習社群環境中合作學習討論歷程，用Hou等人(2008)提出問題解決討論行為序列分析編碼表，來了解合作學習討論行為歷程之差異
- 該編碼係依據探討問題解決行為歷程相關研究(Mayer, 1992; D'Zurilla & Goldfried, 1971)，歸納出研究共同之處，形成問題解決行為編碼表。

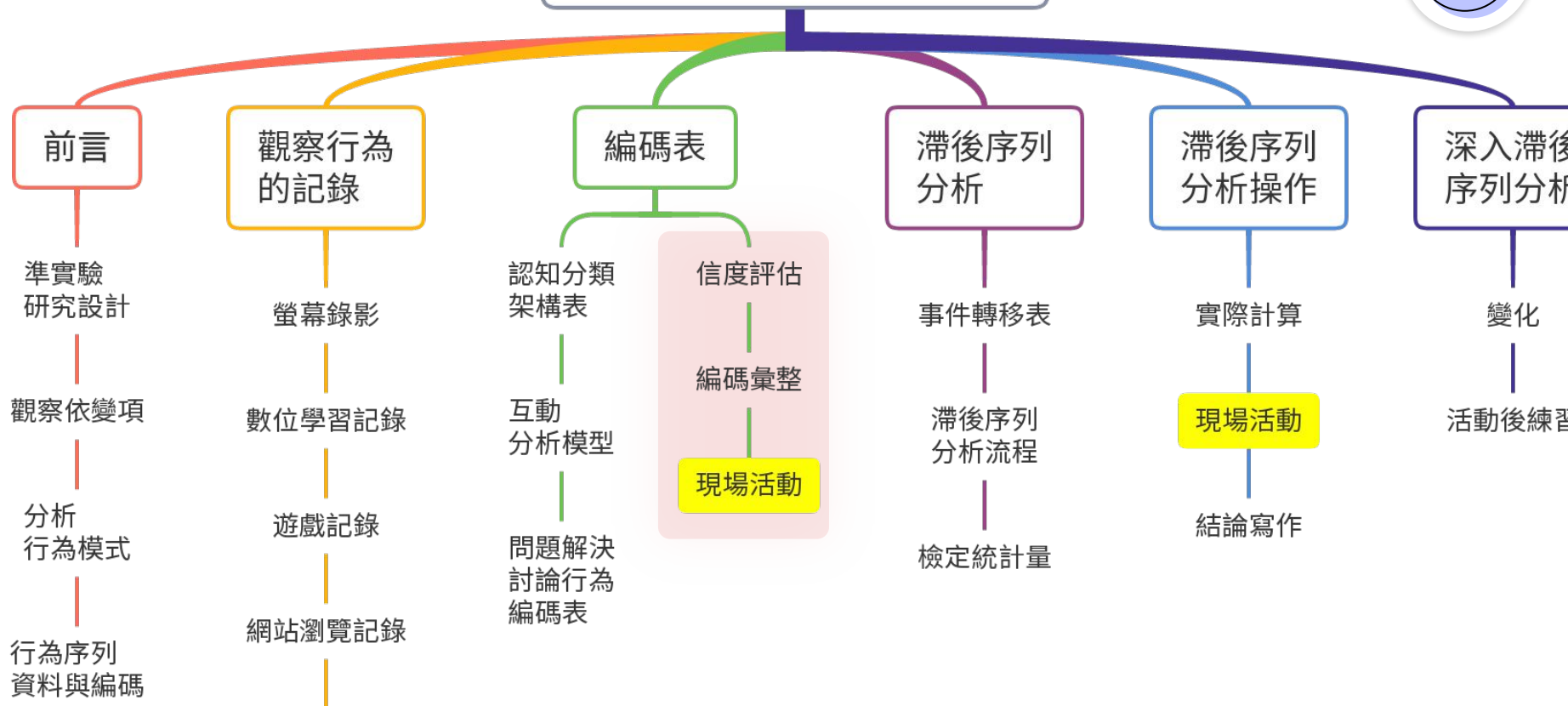


C. 問題解決討論行為編碼表 (2/2)

問題解決行為歷程序列分析編碼表

編碼	階段	運作
P1	定義問題	具體描繪問題或釐清問題的定義
P2	尋求解決方法	針對問題提供(詳細/簡略的)資訊或解決方法
P3	分析與歸納	分析、比較與評論他人提出的意見、解決方法以及資訊
P4	統整與結論	歸納先前的提議或意見, 並提出結論
P5	其他	與主題無關的討論

滯後序列分析工作坊



觀察者內部一致性 信度評估

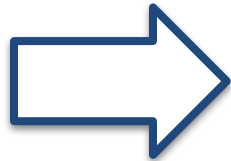
行為編碼的流程

1. 行為記錄



Red Sanitary areas including sinks in sanitary areas	Blue General areas, e.g. waiting rooms and consulting rooms (including sinks in general areas)
Green Kitchens	Yellow Treatment and minor operation rooms

2. 編碼表



3. 研究者



4. 行為編碼



6. 編碼結果



5. 調整編碼表

兩位編碼者的意見衝突

這一定是
P2編碼

這應該是
P3編碼



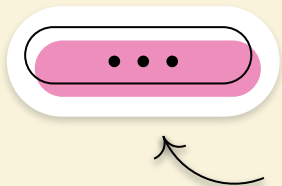
P2?P3?

符合百分比

兩位評估者獨立診斷比例分佈的假設舉例

評估者1	評估者2		總合
	陽性	陰性	
陽性	0.72	0.08	0.80
陰性	0.18	0.02	0.20
總合	0.90	0.10	1.00

$$\text{符合百分比} = \frac{0.72 + 0.02}{1} = 0.74$$



Cohen's Kappa (1/2)

- Cohen's Kappa係數是對編碼者間在分類編碼上符合性的一種統計方法。
- Cohen排除了隨機編碼可能的偶然吻合，因此比單純統計符合百分比還要有說服力。
- Kappa係數介於-1~1之間：

Kappa係數	一致性程度
< 0.4	差
0.4 ~ 0.6	一般
0.6 ~ 0.8	好
> 0.8	極佳

Cohen's Kappa (2/2)

兩位評估者獨立診斷比例分佈的假設舉例

評估者1	評估者2		總合
	陽性	陰性	
陽性	0.72 (p_{11})	0.08 (p_{10})	0.80 (p_{1+})
陰性	0.18 (p_{01})	0.02 (p_{00})	0.20 (p_{0+})
總合	0.90 (p_{+1})	0.10 (p_{+0})	1.00

觀測一致性:測量結果一致的百分比

$$k = \frac{p_{11} + p_{00} - (p_{1+}p_{+1} + p_{0+}p_{+0})}{1 - (p_{1+}p_{+1} + p_{0+}p_{+0})}$$

Cohen's Kappa計算器

輸入

Cohen Kappa係數計算器 / Cohen's Kappa Coefficient Counter

Paste coding result into following textarea: EXAMPLE

B B
A A
A B
A A
A B
A A
A A
A A

Count Cohen's Kappa Coefficient Reset

Cohen's Kappa Coefficient = 0.25

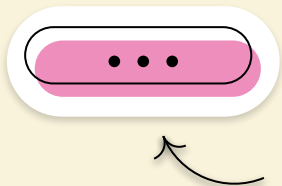
結果

Coder A	Coder B		SUM
	A	B	
A	4	3	7
B	0	1	1
SUM	4	4	8

<http://j.mp/2015-kappa>

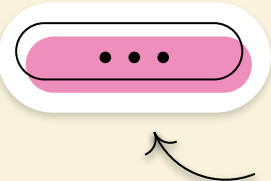
編碼者內部不一致的原因





整合最後編碼結果

事件編號	編碼者1	編碼者2	最後編碼
1	A	B	A
2	B	B	B
3	B	B	B
4	C	B	C
5	A	B	B
6	B	B	B
7	A	C	C
8	A	A	A
9	A	A	A
10	C	C	C



實務操作

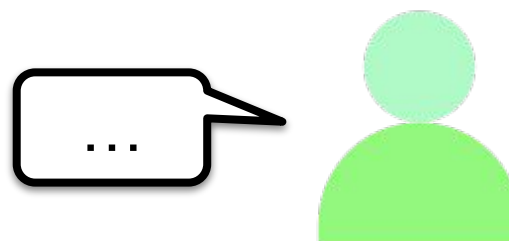
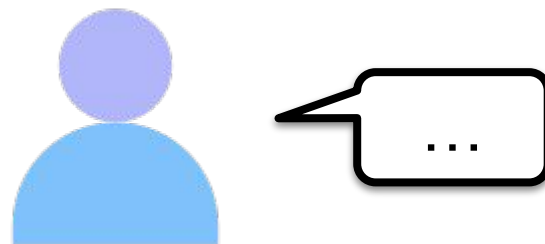
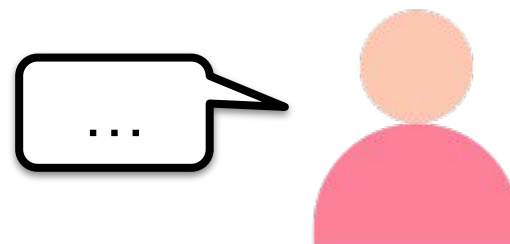
1. 整理好需要編碼的所有記錄。
2. 分成3份 A、B、C:3份盡可能記錄的內容接近，避免其中一份過於特別
3. A份用來進行信度評估，由兩位編碼者共同完成
 - a. 兩位編碼者對A份所有記錄編碼
 - b. 進行信度分析
 - c. 若結果不理想，表示兩人對編碼表的理解有誤。兩人需進行討論，或是調整編碼表，並回到a再次編碼
 - d. 若信度分析結果理想，則合併有分歧的編碼結果後，進行下一步
4. 兩份編碼者各別完成B、C兩份記錄。至此完成所有編碼。

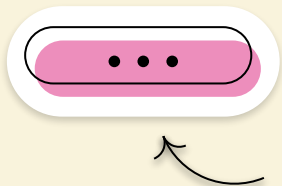
現場活動1

編碼小組討論貼文

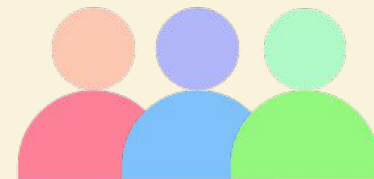
1. 用線上表單參與活動。
2. 根據編碼表，為討論中的每則貼文，選擇P1~P5其中一個編碼。

最後將總結現場結果來計算Cohen's Kappa。





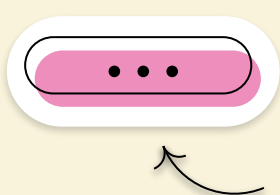
學生討論貼文



事件 編號	學生 編號	討論內容
1	StuC	晚安
2	StuB	喔！對於討論有啥方向嘛？應該是選各大方向來討論 然後大家在添加東西
3	StuB	前瞻研究議題，進行更深入的資料蒐集，並撰寫分組心得報告，報告內容應包括(1)為什麼對於這個議題感興趣；(2)這個議題對於數位學習的重要性；(3)目前這個議題的研究及發展概況為何？；(4)這個研究議題未來可能的發展方向。共
4	StuC	我是想到數位閱讀相關議題，去做更細的探討
5	StuB	可以做電子書與閱讀學習策略
6	StuB	電子書---對數位學習的衝擊；子議題：學生閱讀學習
7	StuB	這樣就可以擴充到閱讀策略、學習模式
8	StuC	對呀，腦與學習應該也是大方向
9	StuA	想一下



問題解決行為歷程序列分析編碼表

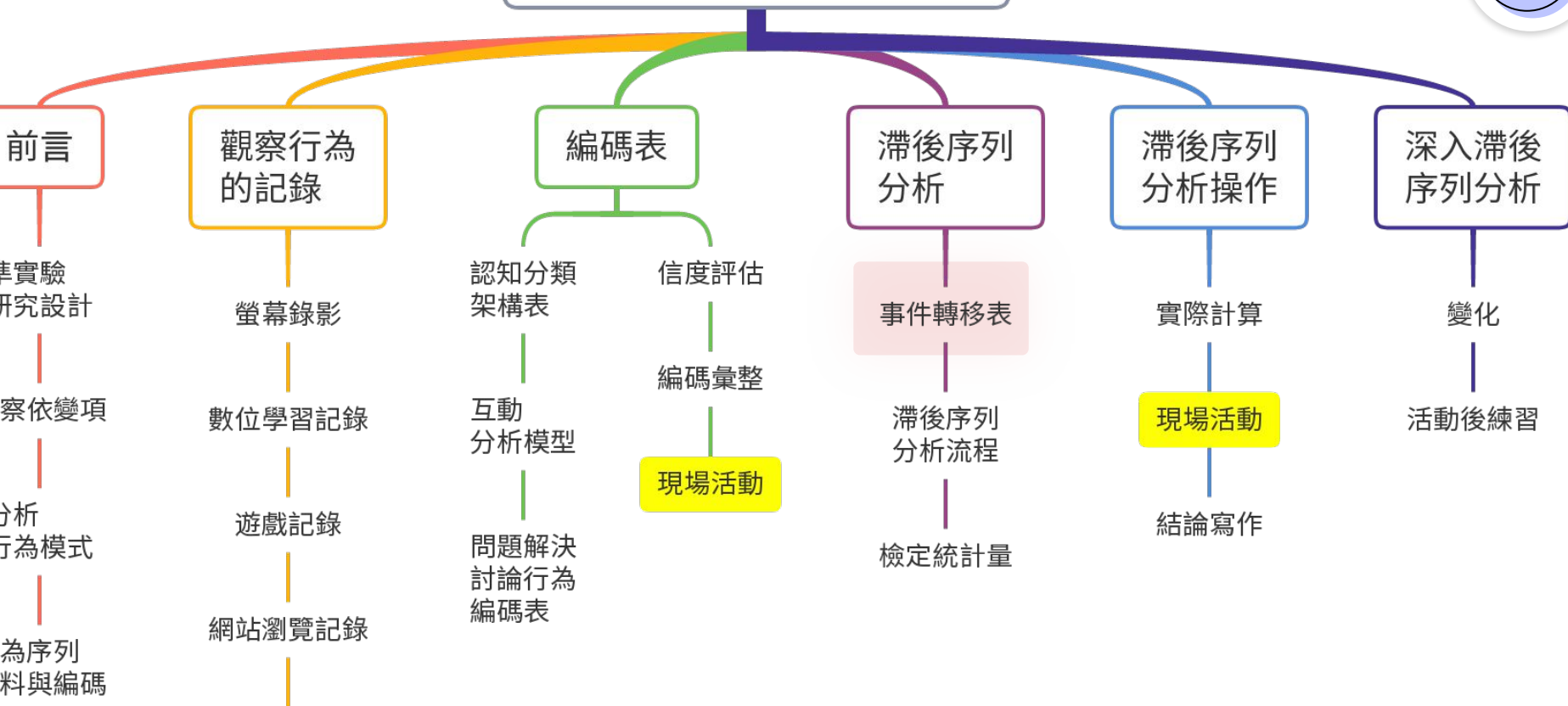


編碼	階段	運作
P1	定義問題	具體描繪問題或釐清問題的定義
P2	尋求解決方法	針對問題提供(詳細/簡略的)資訊或解決方法
P3	分析與歸納	分析、比較與評論他人提出的意見、解決方法以及資訊
P4	統整與結論	歸納先前的提議或意見, 並提出結論
P5	其他	與主題無關的討論

<https://rb.gy/as16cu>



滯後序列分析工作坊



滯後序列分析：樣本統計量 事件轉移表

某動物園有 3 個地區

A 熱帶莽原區



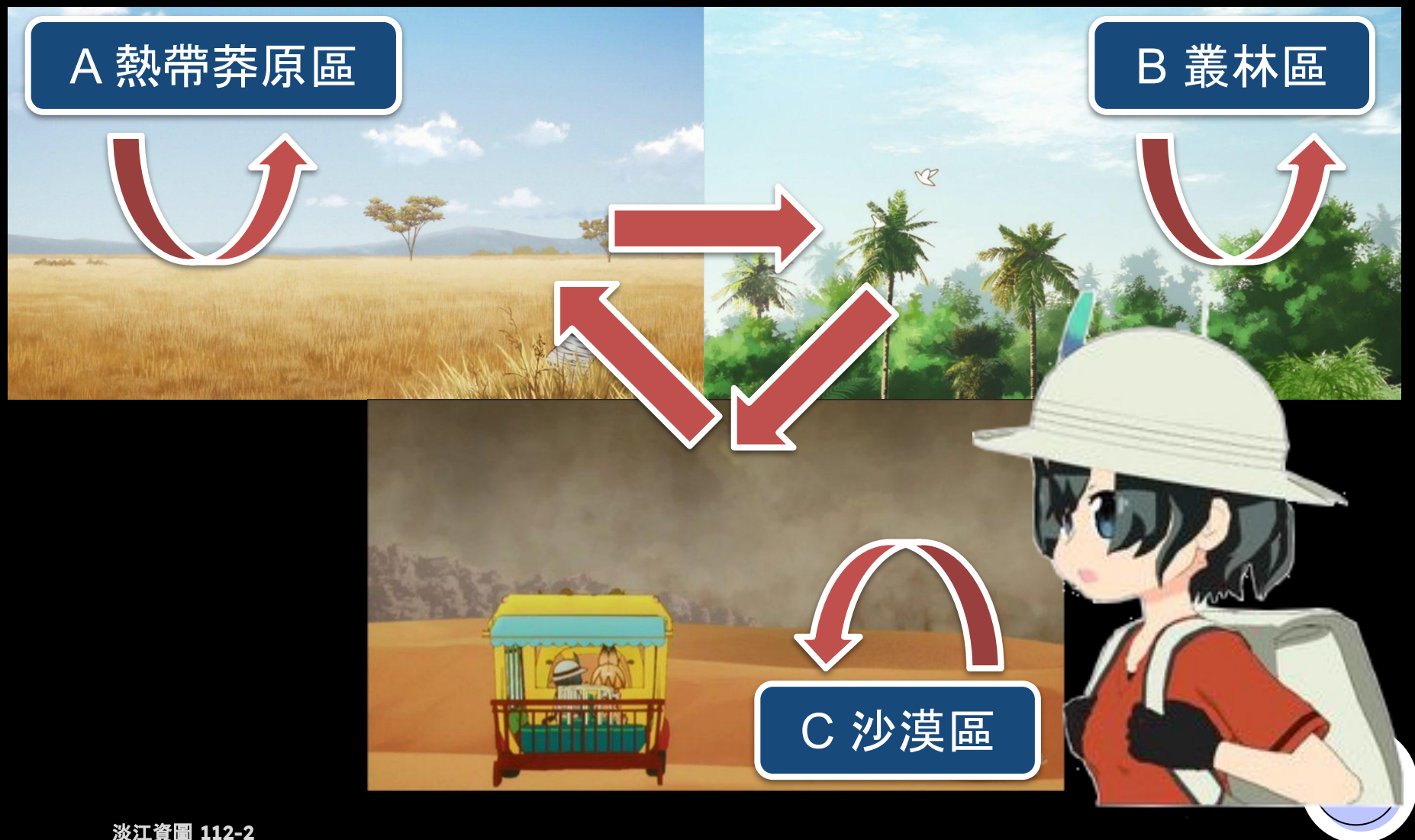
B 叢林區



C 沙漠區



遊客在動物園裡面走動



A 熱帶莽原區



B 叢林區



如果能夠分析遊客的路線的話
就能規劃有效的導覽介紹了

研究對象編號	序列編號	事件
1	1	A
1	2	A
1	3	B
1	4	C
1	5	A
1	6	C
1	7	A
1	8	B
1	9	B
1	10	C

遊客所在區域 事件序列資料 表

案例數量:10筆



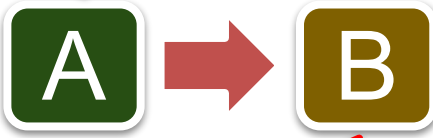
雙事件轉移序列次數統計

事件轉移表

準備好空表格，
要來填寫了！

雙事件
轉移序列：

Lag 0 (g)



Lag 1 (t)

- Lag 0 = g 給定事件
= 目前事件
- Lag 1 = t 目的事件
= 下一個事件

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	0	0	0	0
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		0	0	0	0

事件
A
A
B
C
A
C
A
B
B
C

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	0	0	1
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	0	0	1

A在
Lag 0
的總數

A在Lag 1的總數

序列總數

事件
A
A
B
C
A
C
A
B
B
C

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	1	0	2
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	1	0	2

A在
Lag 0
的總數

B在Lag 1的總數

序列總數

事件
A
A
B
C
A
C
A
B
B
C

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	1	0	2
	B	0	0	1	1
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	1	1	3

B在
Lag 0
的總數

C在Lag 1的總數

序列總數

事件

A

A

B

C

A

C

A

B

B

C

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	1	0	2
	B	0	0	1	1
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	1	1	3

B在
Lag 0
的總數

C在Lag 1的總數

序列總數

事件

A

A

B

C

A

C

A

B

B

C

繼續處理直到最後一個序列...

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

B在
Lag 0
的總數

C在Lag 1的總數

序列總數

事件
A
A
B
C
A
C
A
B
B
C



		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

事件轉移表完成！

計算序列出現機率

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

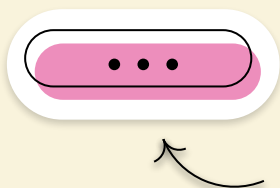
$$\text{序列機率 } p(g, t) = \frac{\text{序列次數 } f(g, t)}{\text{序列總數 } N_s}$$

$$= \frac{1}{9} = 0.111$$

序列總數

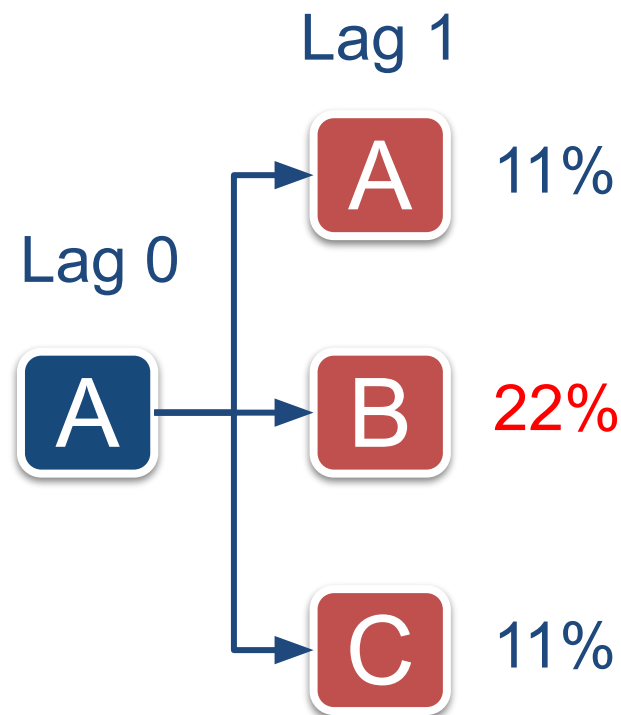
事件轉移機率表完成

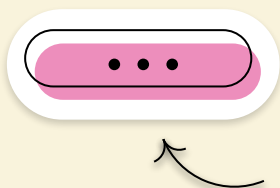
			Lag 1 (t)			Lag 0 總數
			A	B	C	
Lag 0 (g)	A	頻率	1	2	1	4
		機率	0.11	0.22	0.11	
	B	頻率	0	1	2	3
		機率	0	0.11	0.22	
	C	頻率	2	0	0	2
		機率	0.22	0	0	
	Lag 1 總數		3	3	3	9



預測下一步 已知Lag 0, 猜測Lag 1

			Lag 1 (t)		
			A	B	C
Lag 0 (g)	A	頻率	1	2	1
		機率	0.11	0.22	0.11
	B	頻率	0	1	2
		機率	0	0.11	0.22
	C	頻率	2	0	0
		機率	0.22	0	0

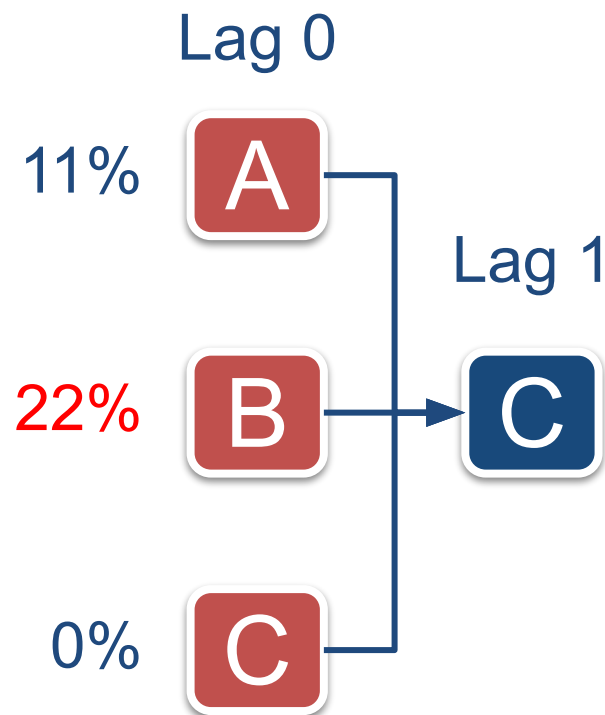




推理上一步

已知Lag 1, 猜測Lag 0

			Lag 1 (t)		
			A	B	C
Lag 0 (g)	A	頻率	1	2	1
		機率	0.11	0.22	0.11
	B	頻率	0	1	2
		機率	0	0.11	0.22
	C	頻率	2	0	0
		機率	0.22	0	0





我的眼睛都看到了！

BOSS有能!



		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

[A⇨B]

序列轉移次數真的比較多嗎？



卡方檢定!

- ☒ 在符合以下的情況時，使用費雪爾正確概率檢定 (Fisher's Exact Probability Test)：1. 2x2列聯表；2. 有細格期望值小於5個；3. 各類別行列總數皆小於20個。
- ☒ 在符合以下的情況時，使用葉氏連續性校正 (Yate's continuity correction)：1. 2x2列聯表；2. 有細格期望值小於5個；3. 樣本總數超過20個。
- ☐ 使用無樣式表格(容易複製到其他文件)

Result

			Lag 1			列總合
			A	B	C	
Lag 0	A	個數	1	2	1	4
		期望個數	1.1	1.8	1.1	4
		殘差	-0.1	0.2	-0.1	
		標準化殘差	-0.1	0.1	-0.1	
		調整後殘差	-0.1	0.2	-0.1	
	B	個數	0	1	2	3
		期望個數	0.8	1.4	0.8	3
		殘差	-0.8	-0.4	1.2	
		標準化殘差	-0.9	-0.3	1.3	
		調整後殘差	-1.2	-0.5	1.8	
	C	個數	2	2	0	4
		期望個數	1.1	1.8	1.1	4
		殘差	0.9	0.2	-1.1	
		標準化殘差	0.9	0.1	-1.0	
		調整後殘差	1.3	0.2	-1.5	
行總合	個數	3	5	3	11	
	期望個數	3				



卡方檢定結果：

- 卡方檢定統計量 $\chi^2 = 4$
此無法拒絕虛無假設，
響。

卡方檢定 計算器



卡方檢定

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

卡方檢定統計量 $\chi^2 = 4.522$, p 值 = 0.340
 未達 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準

卡方檢定的限制

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

卡方檢定適用場合

- 樣本數量最好在30以上
- 0細格數量不可超過細格總數的1/4

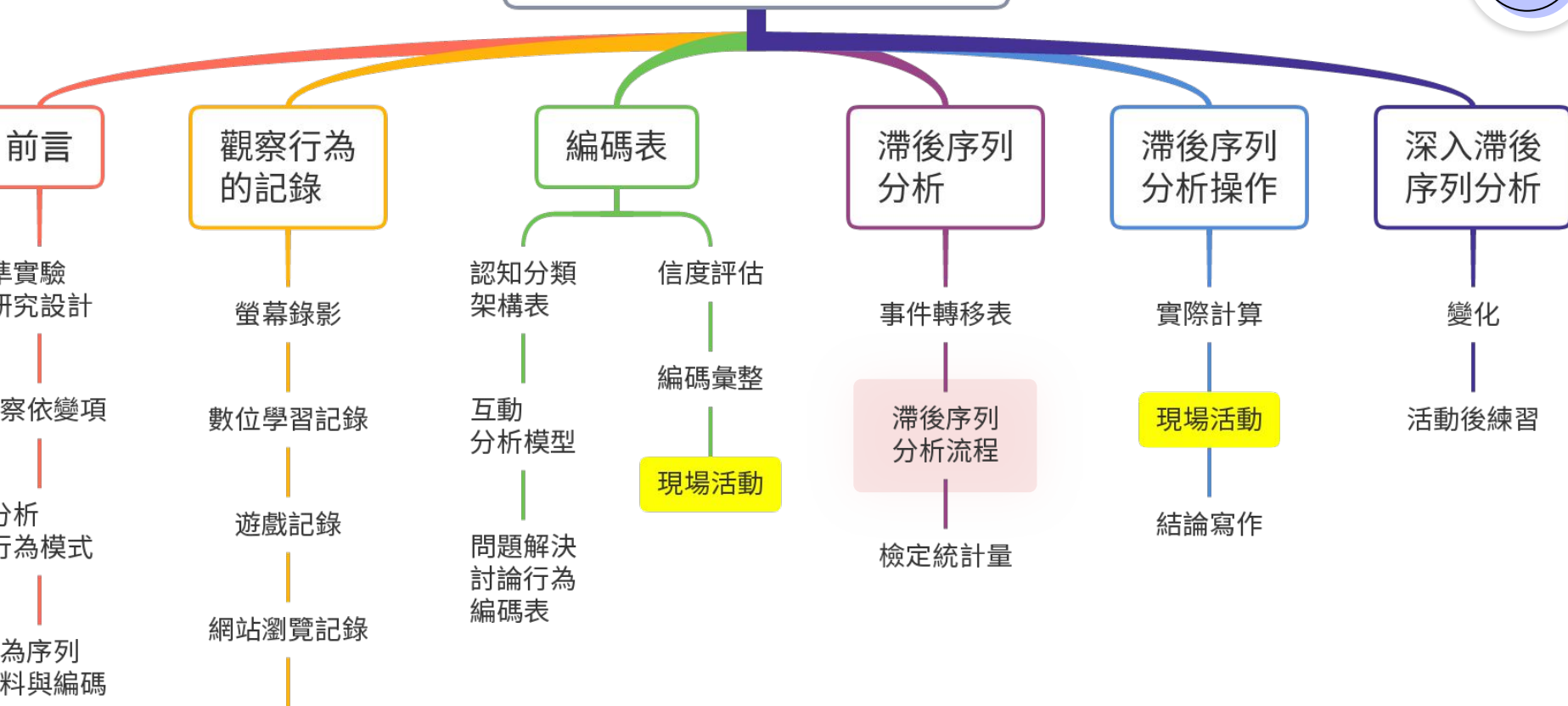
然而，

事件轉移表很多細格會是0

			Lag 1 (t)		
			A	B	C
Lag 0 (g)	A	頻率	1	2	1
		機率	0.11	0.22	0.11
	B	頻率	0	1	2
		機率	0	0.11	0.22
	C	頻率	2	0	0
		機率	0.22	0	0

糾~~竟~~ 到底[A⇨B]是不是特別顯著呢？
欲知詳情且待下回分曉

滯後序列分析工作坊



滯後序列分析的流程

Lag-Sequential Analysis

滯後序列分析介紹

Roger Bakeman

貝克曼

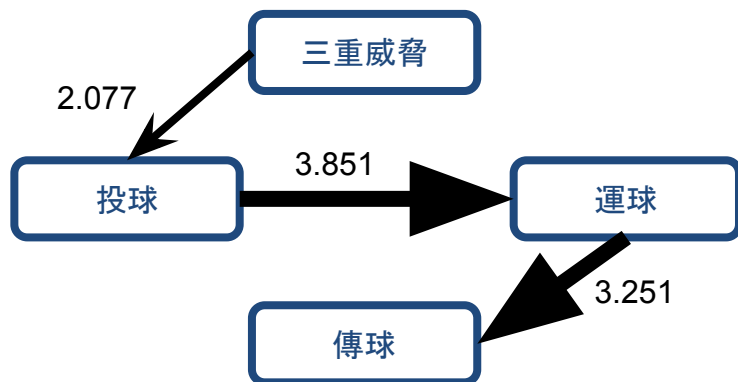
美國喬治亞州立大學教授



- 最早是由Sackett,G.P於1974年首次提出
- Bakeman等人出書詳細介紹滯後序列分析的用法
- 分析目的：
 - 分析行為轉移的序列出現次數是否多到呈現顯著
 - 繪製事件轉移圖呈現行為模式

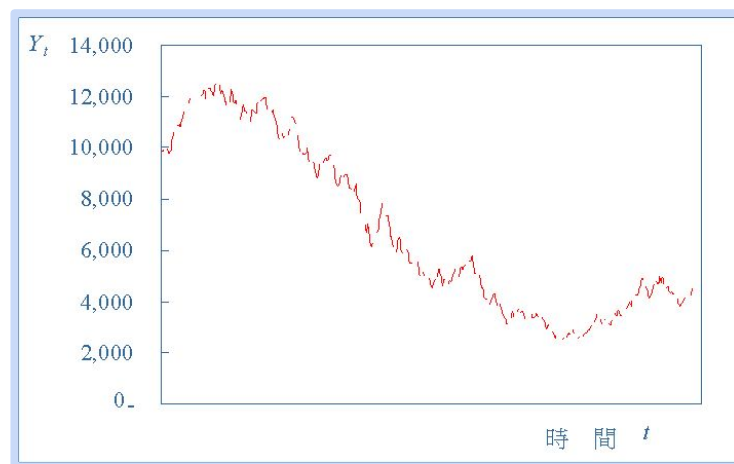
序列分析的差異

滯後序列分析



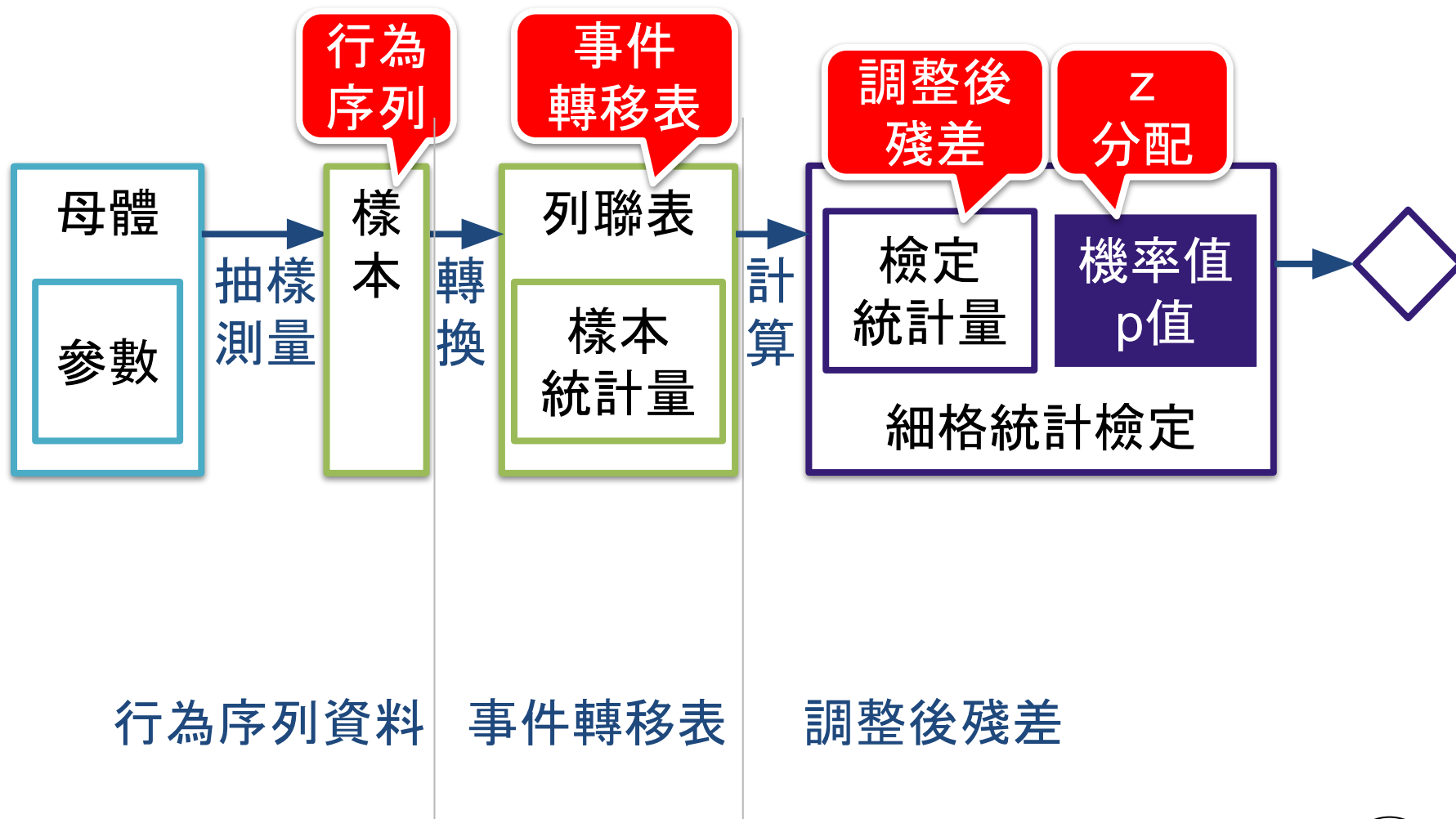
- 處理類別資料的「事件」
- 分析前一步與下一步的事件轉移關係

時間序列分析

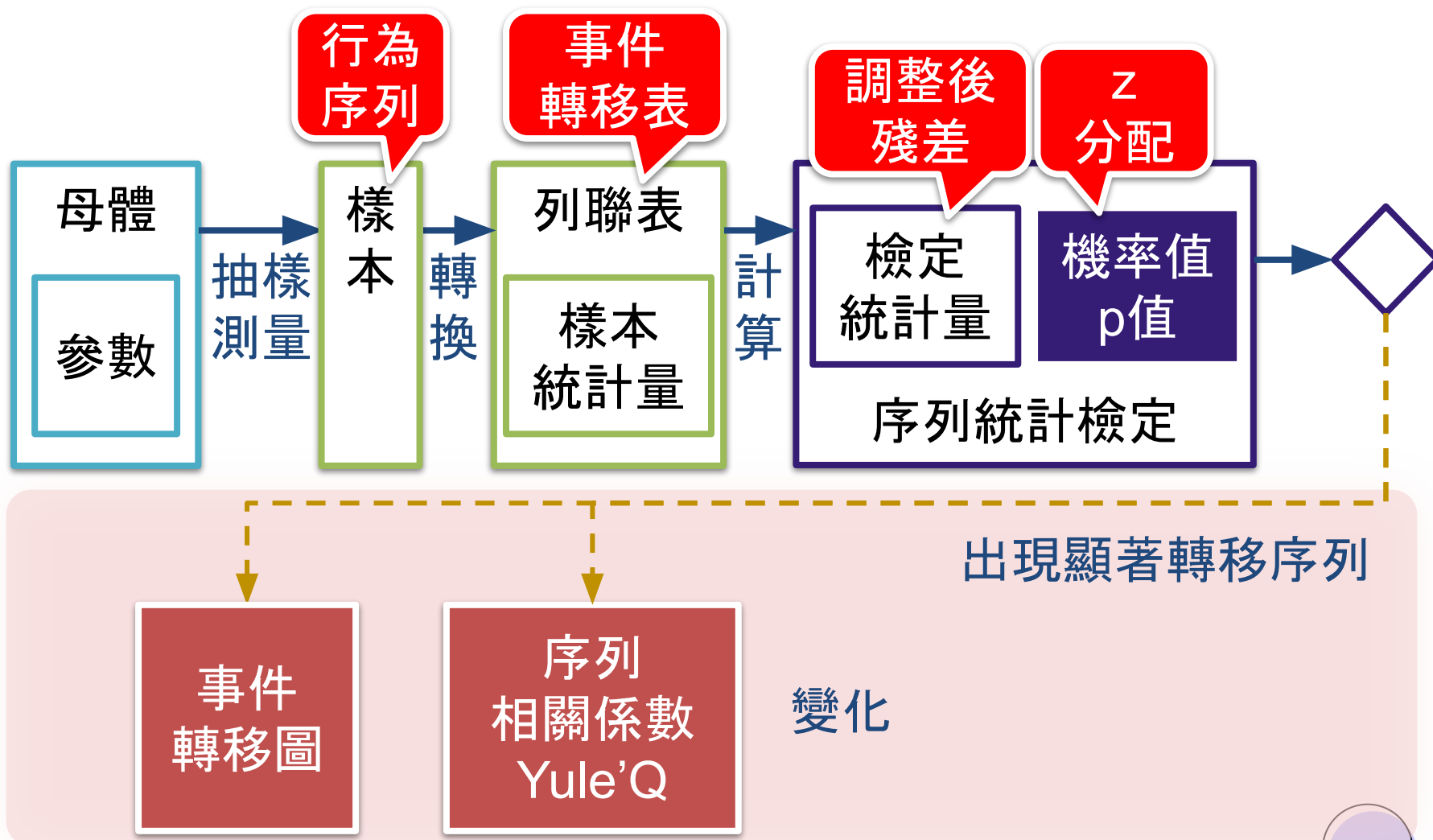


- 處理連續資料的「效果量」
- 分析趨勢、預測為主
- 考量季節與週期性變動

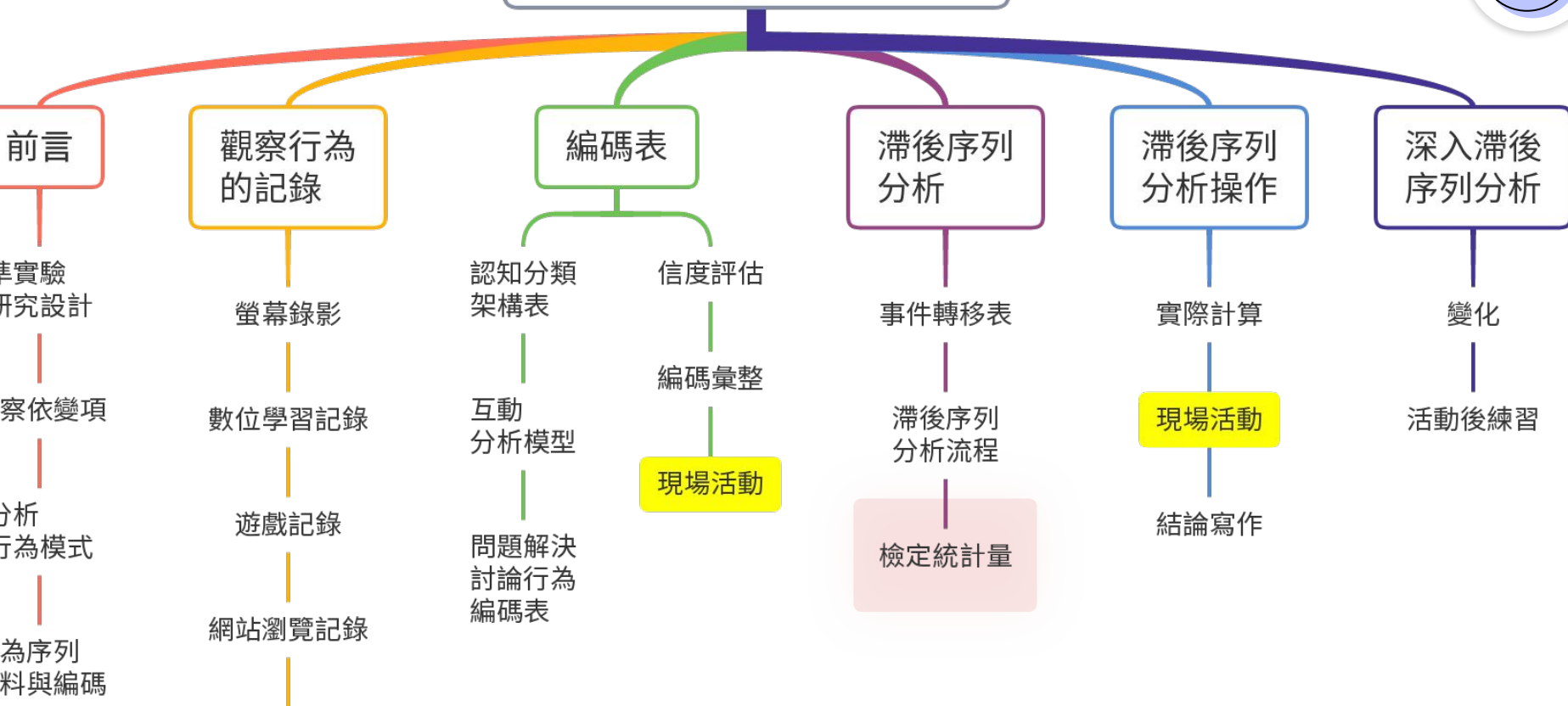
滯後序列分析的流程：統計檢定



滯後序列分析流程：視覺化與應用



滯後序列分析工作坊



滯後序列分析：檢定統計量 調整後的殘差

期望次數與殘差的計算



期望次數

$$f(g)p(t)$$

殘差

$$f(g, t) - f(g)p(t)$$

期望次數

期望次數：理論上這個序列
應該要出現的次數

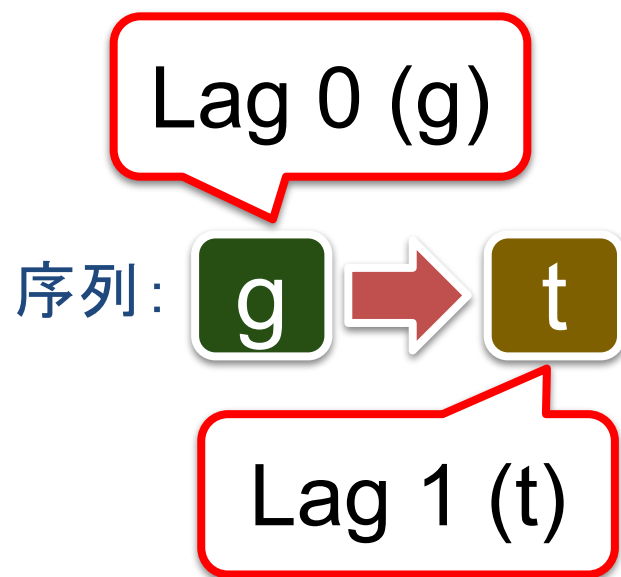
- $f(g)$: 事件 g 的總數
- $p(t)$: 發生事件 t 的機率

殘差：這個序列實際次數跟
理論次數之間的差距

- $f(g, t)$: 事件 g 到事件 t 的次數

檢定統計量：調整後殘差

調整後殘差 $z = \frac{f(g, t) - f(g)p(t)}{\sqrt{f(g)p(t)[1 - p(t)][1 - p(g)]}}$



1. **f(g,t)**: 事件g 到事件t的次數
2. **f(g)**: 事件g 的總數
3. **p(g)**: 發生事件g的機率
4. **p(t)**: 發生事件t的機率

計算調整後殘差 (1/4) $f(g,t)$ 跟 $f(g)$

Lag 0 (g)



Lag 1 (t)

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3			9

$f(g,t)$ points to the cell (C, 2) in the table.

$f(g)$ points to the cell (C, 2) in the table.

計算調整後殘差 (2/4)

$p(g)$

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

$$p(g) = \frac{f(g)}{N_s}$$

$$= 2/9$$

$$= 0.222$$

$f(g)$

N_s 序列總數

計算調整後殘差 (3/4)

$p(t)$

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

$$\begin{aligned}
 p(t) &= \frac{f(t)}{N_s} \\
 &= 3/9 \\
 &= 0.333
 \end{aligned}$$

$f(t)$

N_s

計算調整後殘差 (4/4)

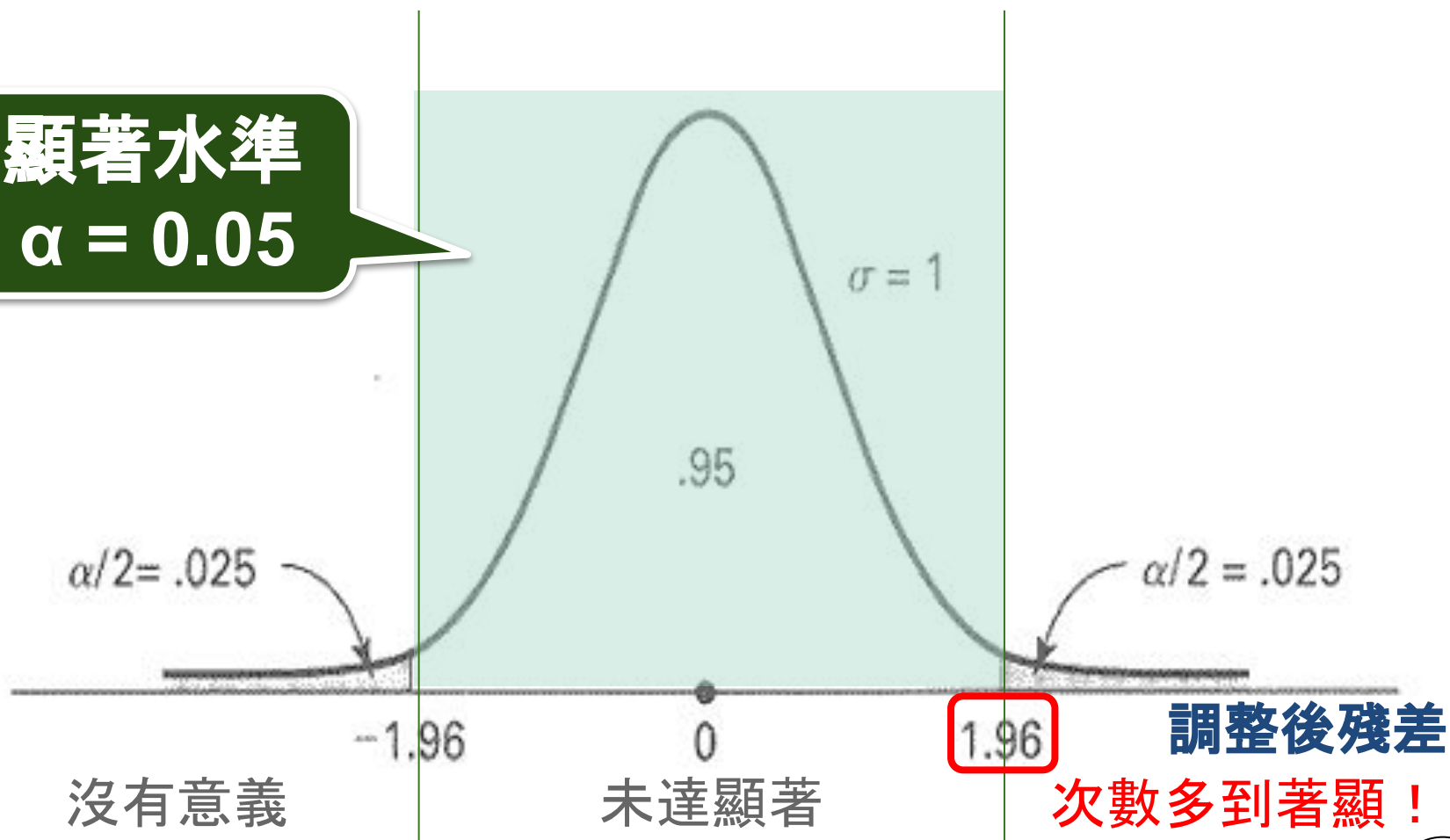
$$f(g,t)=2 \quad f(g)=2 \quad p(g)=0.222 \quad p(t)=0.333$$

$$\text{調整後殘差 } z = \frac{f(g,t) - f(g)p(t)}{\sqrt{f(g)p(t)[1 - p(t)][1 - p(g)]}}$$
$$= \frac{2 - 2 \times 0.333}{\sqrt{2 \times 0.333 \times [1 - 0.333] \times [1 - 0.222]}}$$

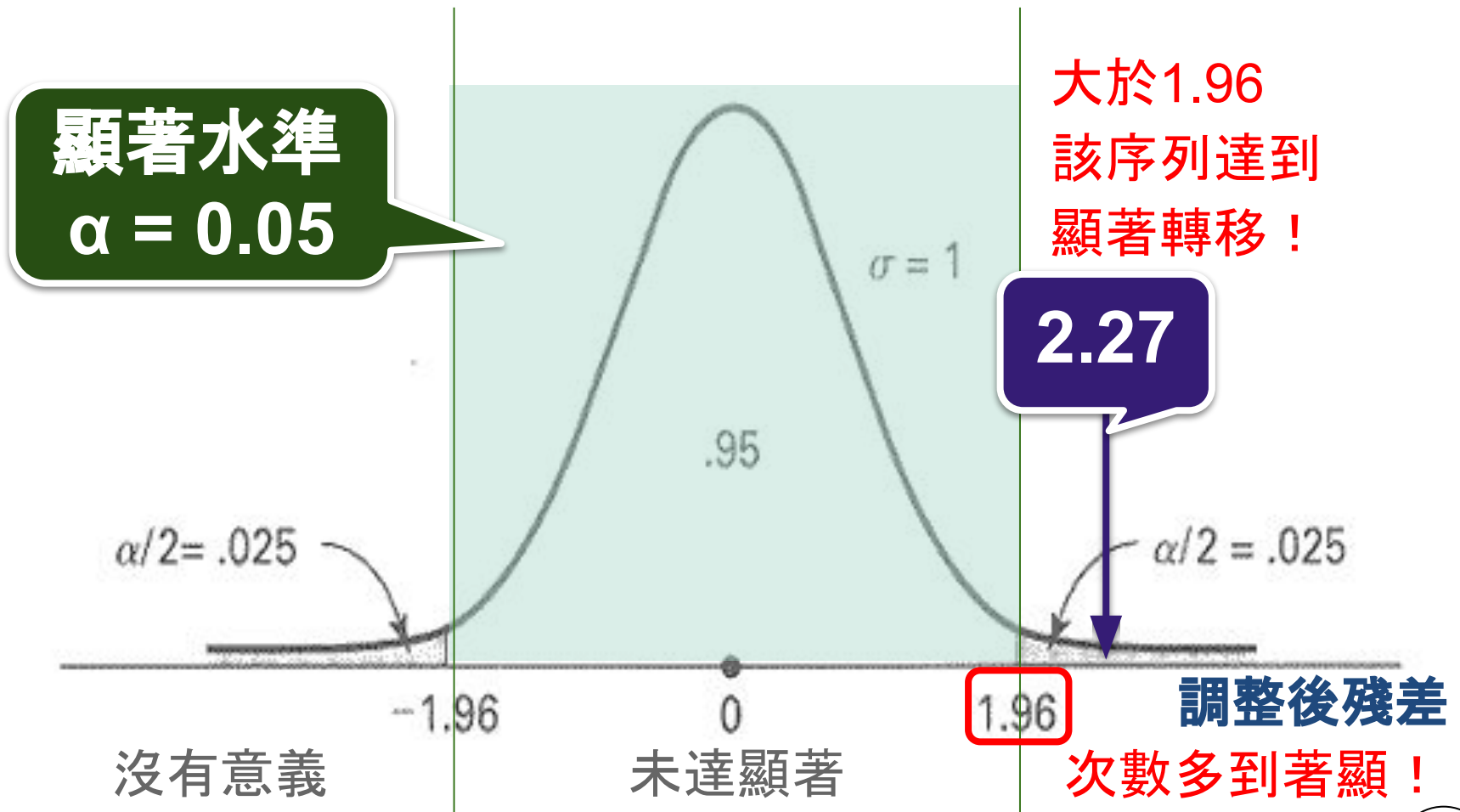
$$\div 2.27$$

顯著轉移檢定：z分佈

顯著水準
 $\alpha = 0.05$



顯著轉移檢定：z分佈



調整後殘差表完成

			Lag 1 (t)			Lag 0 總數
			A	B	C	
Lag 0 (g)	A	頻率	1	2	1	4
		調整後 殘差	-0.47	0.95	-0.47	
	B	頻率	0	1	2	3
		調整後 殘差	-1.50	0.00	1.50	
	C	頻率	2	0	0	2
		調整後 殘差	2.27	-1.13	-1.13	
Lag 1 總數			3	3	3	9

事件轉移圖

僅列出有顯著轉移的序列：





好~厲害！

這樣就可以規劃導覽了！

所以[A $\Rightarrow$ B]很常出現的狀況是 ...

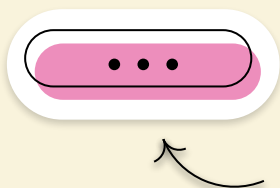
			Lag 1 (t)			Lag 0 總數
			A	B	C	
Lag 0 (g)	A	頻率	1	2	1	4
		調整後 殘差	-0.47	0.95	-0.47	
	B	頻率	0	1	2	3
		調整後 殘差	-1.50	0.00	1.50	
	C	頻率	2	0	0	2
		調整後 殘差	2.27	-1.13	-1.13	
Lag 1 總數			3	3	3	9

所以 $[A \Rightarrow B]$ 很常出現的狀況是 ...



A到B的序列頻率為2次，調整後的殘差為0.95，在 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準下未達顯著。表示無法拒絕A到B的序列並非隨機發生的對立假設，只能接受A到B的序列可能是隨機產生的虛無假設。A到B的序列頻率為2次並無法呈現統計上的意義。

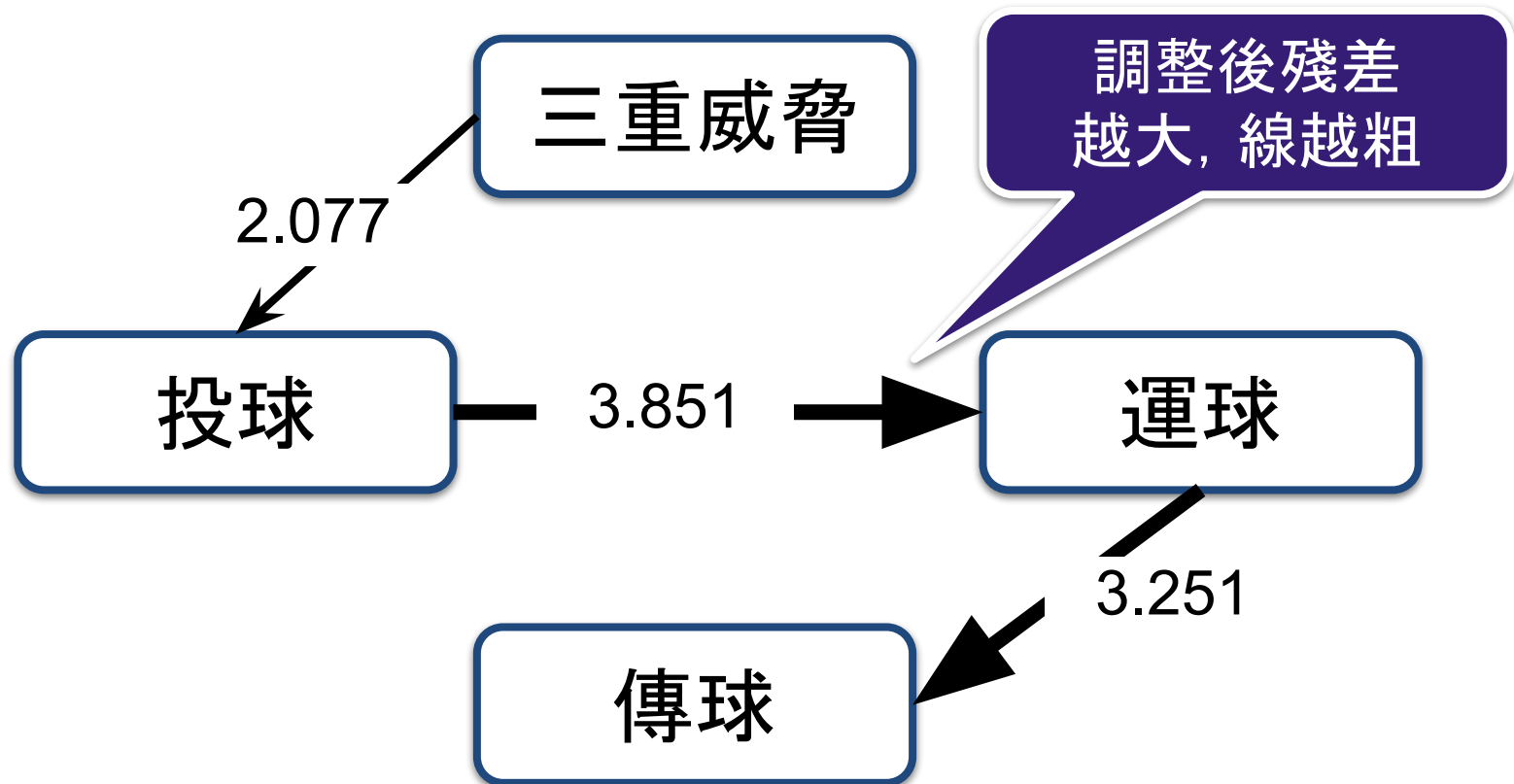
簡單來說，可能是假的。

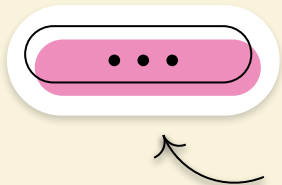


複雜的例子 分析三重威脅

			Lag 1 (t)			
			三重	投球	傳球	運球
Lag 0 (g)	三重	頻率	0	14	3	0
		調整後殘差	0.00	2.08	-0.76	-2.01
	投球	頻率	0	0	1	3
		調整後殘差	0.00	-2.73	0.05	3.85
	傳球	頻率	0	10	0	3
		調整後殘差	0.00	1.22	-2.39	1.27
	運球	頻率	0	5	7	0
		調整後殘差	0.00	-1.78	3.25	-1.56

複雜的例子 分析三重威脅





注意：只可解釋一階事件序列

正確的結論

- 事件「三重威脅」到事件「投球」
- 事件「投球」到事件「運球」
- 事件「運球」到事件「傳球」

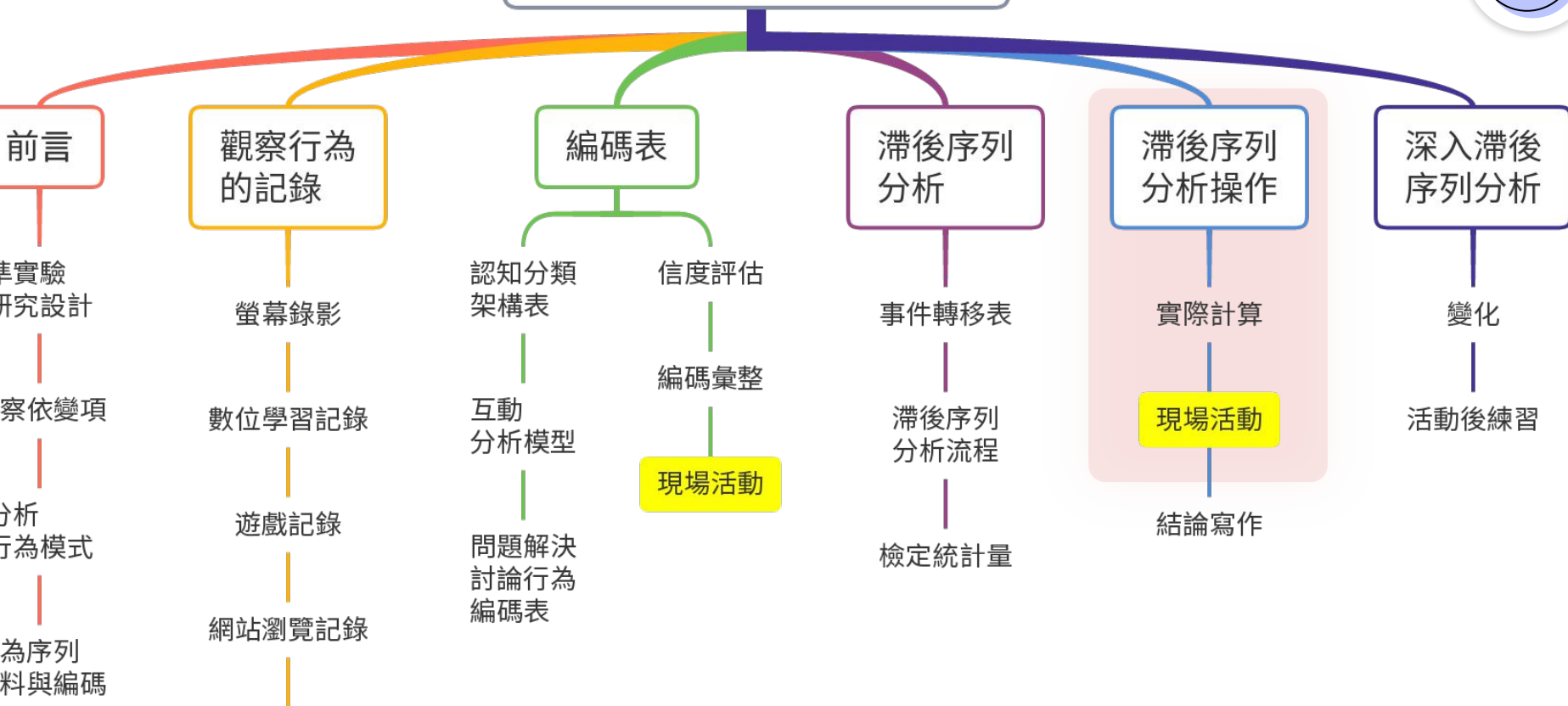
以上序列出現顯著轉移

錯誤的結論

- 事件「三重威脅」到事件「投球」、再到事件「投球」、再到事件「運球」、最後是事件「傳球」

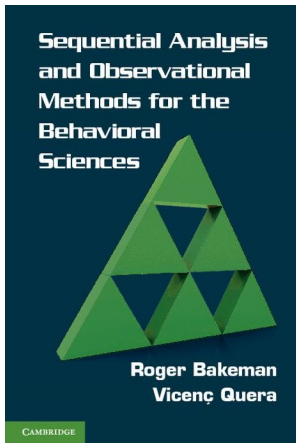
(未檢定序列
是否出現顯著轉移)

滯後序列分析工作坊



滯後序列分析的操作

GSEQ



- GSEQ(Generalized Sequential Querier)是一套電腦統計軟體。Roger Bakeman & Vicen Quera在1992年的滯後序列分析中發展的相對應軟體，用以計算觀察得到資料。
- 目前GSEQ已經發展到5.1版。除了介面簡化及功能增加外，它的特色在於輸入文字型態的原始碼後，就可以分析其順序關係，如：variety、frequencies、rate、durations、proportion(percentages)，資料的kappa值等等。

<http://www2.gsu.edu/~psyrab/gseq/index.htm>

MEPA



<http://edugate.fss.uu.nl/mepa/>

- MEPA是荷蘭最古老大學之一烏特勒支大學教育科學系的Gijsbert Erkens所開發的互動分析軟體
- MEPA是一個用於標註、對於一些口語或行為觀察資料進行編碼的工具，可以用來製作觀察行為資料的編碼系統，也可以用來針對已經編碼的口語或行為資料進行各種質性與量化的分析
- 分析方法包括**滯後序列分析 Lag Sequential Analysis**
 - 操作說明：<http://l.pulipuli.info/160905-mepa>

序列分析計算器



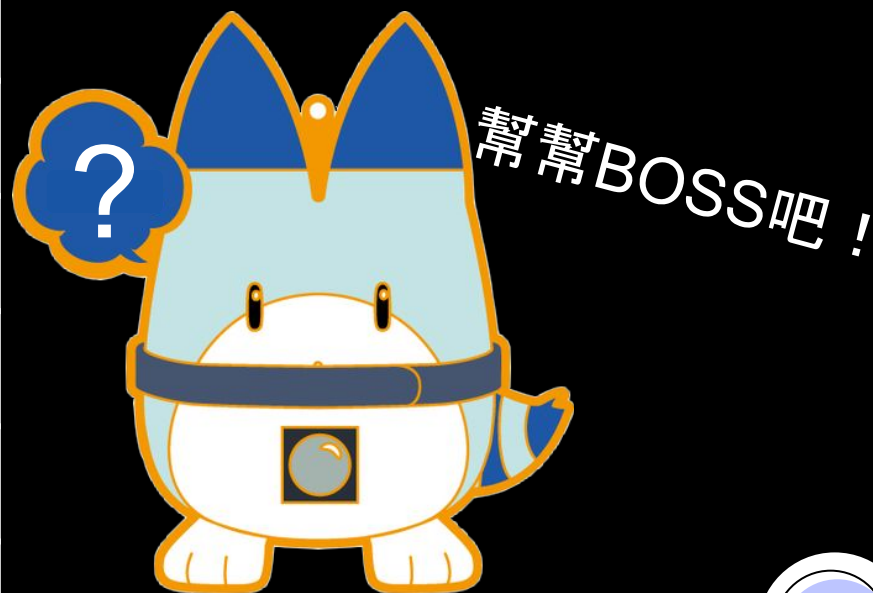
用別人的工具太麻煩了，我自行開發

- 網頁即可執行的LSA分析器，以JavaScript建構
- 內建簡單的視覺化事件轉移圖
- 可匯出到Draw.IO繪圖

研究對象 編號	序列 編號	事件
1	1	A 熱帶莽原區
1	2	A 熱帶莽原區
1	3	B 叢林區
1	4	C 沙漠區
1	5	A 熱帶莽原區
1	6	C 沙漠區
1	7	A 熱帶莽原區
1	8	B 叢林區
1	9	B 叢林區
1	10	C 沙漠區

遊客所在區域 事件序列資料 表

案例數量:10筆



實作很簡單喔！



現場活動2： 滯後序列分析



從活動首頁開始。



1. 下載CSV檔案



2. 上傳CSV檔案到
「滯後序列分析計算
器」
3. 解讀報表

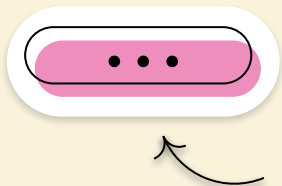
1. 下載CSV檔案



活動首頁
<https://l.pulipuli.info/24/tku/sa>



遊客所在區域
事件序列資料表
- data.csv



2. 上傳CSV檔案



遊客所在區域
事件序列資料表
- data.csv



Input

文字框輸入 選擇檔案輸入 Google試算表發佈連結

請上傳CSV檔案：(範例檔案1下載, 範例檔案2下載)

選擇檔案 未選擇任何檔案

動態分類資料

滯後序列長度: 3

動態分類器檔案

具氏網路配置檔(多層)

3. 解讀報表：觀察樣本統計摘要表 & 事件統計表



Result

觀察樣本統計摘要表

研究對象數量	事件類別數量	事件總數	每位研究對象平均事件數量
1	3	10	10.000

事件統計表

事件編碼	出現頻率	出現百分比
A 熱帶莽原區	4	40.0%
B 叢林區	3	30.0%
C 沙漠區	3	30.0%
事件總數	10	100.0%

3. 解讀報表：事件轉移表

找出調整後殘差大於1.96的顯著轉移序列

事件轉移表						
			Lag 1 (t)			Lag 0 (g)
			A 熱帶莽原區	B 叢林區	C 沙漠區	總數
Lag 0 (g)	A 熱帶莽原區	出現頻率 f(g,t)	1	2	1	4
		出現機率 p(g,t)	0.111	0.222	0.111	0.444
		期望個數 exp(g,t)	1.333	1.333	1.333	
		殘差	-0.333	0.667	-0.333	
		調整後殘差 ^a	-0.474	0.949	-0.474	
		相關係數 ^b	-0.333	0.600	-0.333	
	B 叢林區	出現頻率 f(g,t)	0	1	2	3
		出現機率 p(g,t)	0.000	0.111	0.222	0.333
		期望個數 exp(g,t)	1.000	1.000	1.000	
		殘差	-1.000	0.000	1.000	
		調整後殘差 ^a	-1.500	0.000	1.500	
		相關係數 ^b	-1.000	0.000	0.818	
	C 沙漠區	出現頻率 f(g,t)	2	0	0	2
		出現機率 p(g,t)	0.222	0.000	0.000	0.222
		期望個數 exp(g,t)	0.667	0.667	0.667	
		殘差	1.333	-0.667	-0.667	
		調整後殘差 ^a	2.268	-1.134	-1.134	
		相關係數 ^b	1.000	-1.000	-1.000	
Lag 1 (t)		出現頻率 f(t)	3	3	3	9
總數		出現機率 p(t)	0.333	0.333	0.333	1.000

3. 解讀報表：序列分析結果與事件轉移圖



回家再自己按按看



序列分析結果：

- 事件「C 沙漠區」到事件「A 熱帶莽原區」
調整後殘差為2.268。

以上序列出現顯著轉移。



事件轉移表						
			Lag 1 (t)			Lag 0 (g)
			A 熱帶莽原區	B 叢林區	C 沙漠區	總數
Lag 0 (g)	A 熱帶莽原區	出現頻率 f(g,t)	1	2	1	4
		出現機率 p(g,t)	0.111	0.222	0.111	0.444
		期望值數 exp(g,t)	1.333	1.333	1.333	
		殘差	-0.333	0.667	-0.333	
		調整後殘差 ^a	-0.474	0.949	-0.474	
		相關係數 ^b	-0.333	0.600	-0.333	
	B 叢林區	出現頻率 f(g,t)	0	1	2	3
		出現機率 p(g,t)	0.000	0.111	0.222	0.333
		期望值數 exp(g,t)	1.000	1.000	1.000	
		殘差	-1.000	0.000	1.000	
		調整後殘差 ^a	-1.500	0.000	1.500	
		相關係數 ^b	-1.000	0.000	0.818	
	C 沙漠區	出現頻率 f(g,t)	2	0	0	2
		出現機率 p(g,t)	0.222	0.000	0.000	0.222
		期望值數 exp(g,t)	0.667	0.667	0.667	
		殘差	1.333	-0.667	-0.667	
		調整後殘差 ^a	2.268	-1.134	-1.134	
		相關係數 ^b	1.000	-1.000	-1.000	
Lag 1 (t)		出現頻率 f(t)	3	3	3	9
總數		出現機率 p(t)	0.333	0.333	0.333	1.000

做的出來嗎？



現場活動 2: 滯後序列分析



從活動首頁開始。

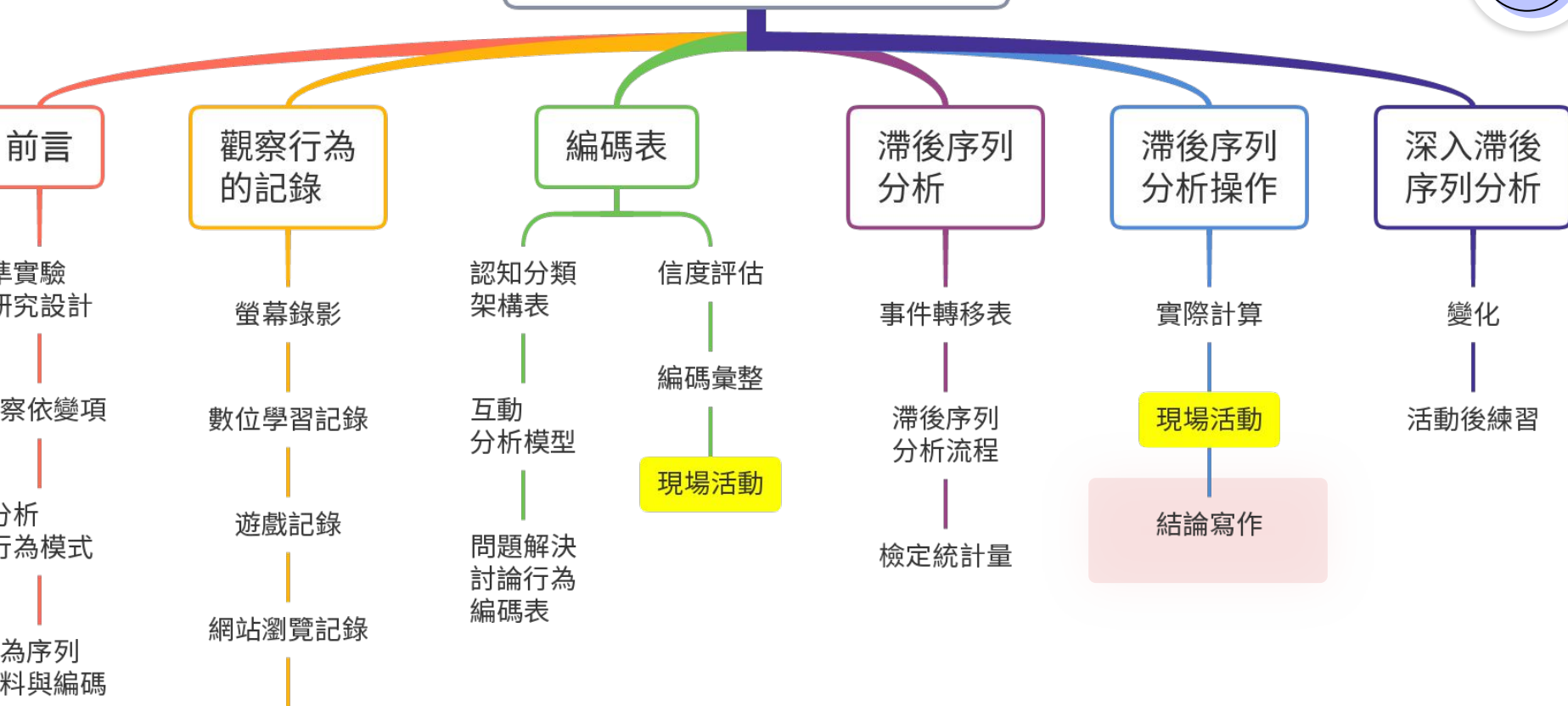


1. 下載CSV檔案

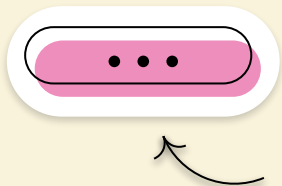


2. 上傳CSV檔案到
「滯後序列分析計算
器」
3. 解讀報表

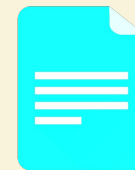
滯後序列分析工作坊



結論寫作



撰寫結論：結論寫作框架



分析目的

XXXX(事件編碼)XXXXXX

樣本敘述統計量

序列分析結果

有顯著轉移序列

無顯著轉移序列

事件轉移圖

1. 分析目的 (框架)



分析目的

- 本研究使用序列分析來檢定(研究對象)的行為序列資料中(寫出每一個事件「編碼」)之間是否有顯著轉移。

事件編碼	出現頻率	出現百分比
A 熱帶莽原區	4	40.0%
B 叢林區	3	30.0%
C 沙漠區	3	30.0%
事件總數	10	100.0%

1. 分析目的 (填空)



分析目的

- 本研究使用序列分析來檢定遊客的行為序列資料中事件「A 熱帶莽原區」、事件「B 叢林區」與事件「C 沙漠區」之間是否有顯著轉移。

事件編碼	出現頻率	出現百分比
A 熱帶莽原區	4	40.0%
B 叢林區	3	30.0%
C 沙漠區	3	30.0%
事件總數	10	100.0%

2. 樣本敘述統計量 (框架)

樣本敘述統計量

- 研究對象共(研究對象數量)位，事件總數為(事件總數)次。
- (每個事件編碼都寫一次)
 - 事件「(事件編碼)」出現次數為(出現頻率)次，佔(出現百分比)。
- 雙事件轉移序列總數為(序列總數)次。

觀察樣本統計摘要表

研究對象數量	事件類別數量	事件總數	每位研
1	3	10	

事件統計表

事件編碼	出現頻率	出現百分比
A 熱帶莽原區	4	40.0%
B 叢林區	3	30.0%
C 沙漠區	3	30.0%
事件總數	10	100.0%

事件轉移表

調整後殘差 ^a	-0.474	0.949	-0.474	
出現		1	2	3
調整		0.000	1.500	
出現頻率 f(g,t)	2	0	0	2
調整後殘差 ^a	2.268	-1.134	-1.134	
出現頻率 f(t)	3	3	3	9
出現機率 p(t)	0.333	0.333	0.333	1.000

2. 樣本敘述統計量 (填空)

樣本敘述統計量

- 研究對象共1位，事件總數為10次。
- 事件「A 熱帶莽原區」出現次數為4次，佔40%；事件「B 叢林區」出現次數為3次，佔30%；事件「C 沙漠區」出現次數為3次，佔30%。
- 雙事件轉移序列總數為9次。

觀察樣本統計摘要表

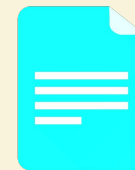
研究對象數量	事件類別數量	事件總數	每位研
1	3	10	

事件統計表

事件編碼	出現頻率	出現百分比
A 熱帶莽原區	4	40.0%
B 叢林區	3	30.0%
C 沙漠區	3	30.0%
事件總數	10	100.0%

調整後殘差 ^a	-0.474	0.949	-0.474	
出現次數	1	2	3	
調整後殘差 ^a	0.000	1.500		
出現頻率 f(g,t)	2	0	0	2
調整後殘差 ^a	2.268	-1.134	-1.134	
出現頻率 f(t)	3	3	3	9
出現機率 p(t)	0.333	0.333	0.333	1.000

3. 序列分析結果 (冗長)



序列分析結果

有顯著轉移序列

(本實作的情況)

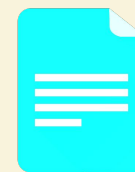
- 序列分析結果顯示，
 - 事件「C 沙漠區」到事件「A 熱帶莽原區」，調整後殘差為 2.268。
- 以上序列出現顯著轉移。

有點冗長

無顯著轉移序列

- 序列分析結果顯示，沒有序列達到顯著轉移。

3. 序列分析結果 (精簡摘要)



序列分析結果

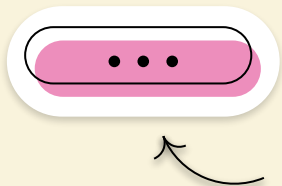
有顯著轉移序列

(本實作的情況)

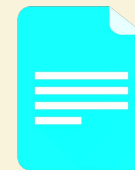
- 序列分析結果顯示，事件「C 沙漠區」到事件「A 熱帶莽原區」調整後殘差為2.268，該序列呈現顯著轉移。

無顯著轉移序列

- 序列分析結果顯示，沒有序列達到顯著轉移。



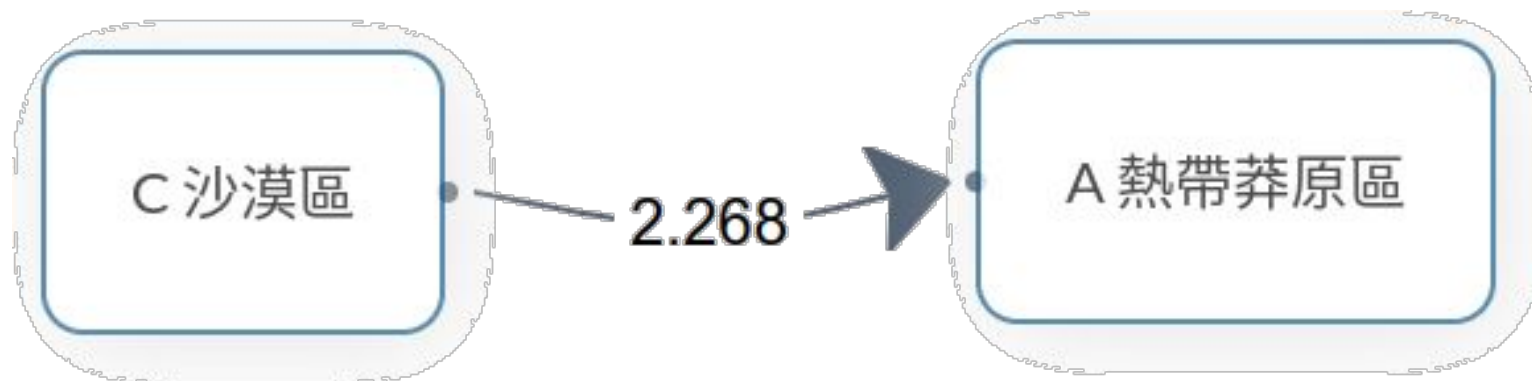
4. 事件轉移圖



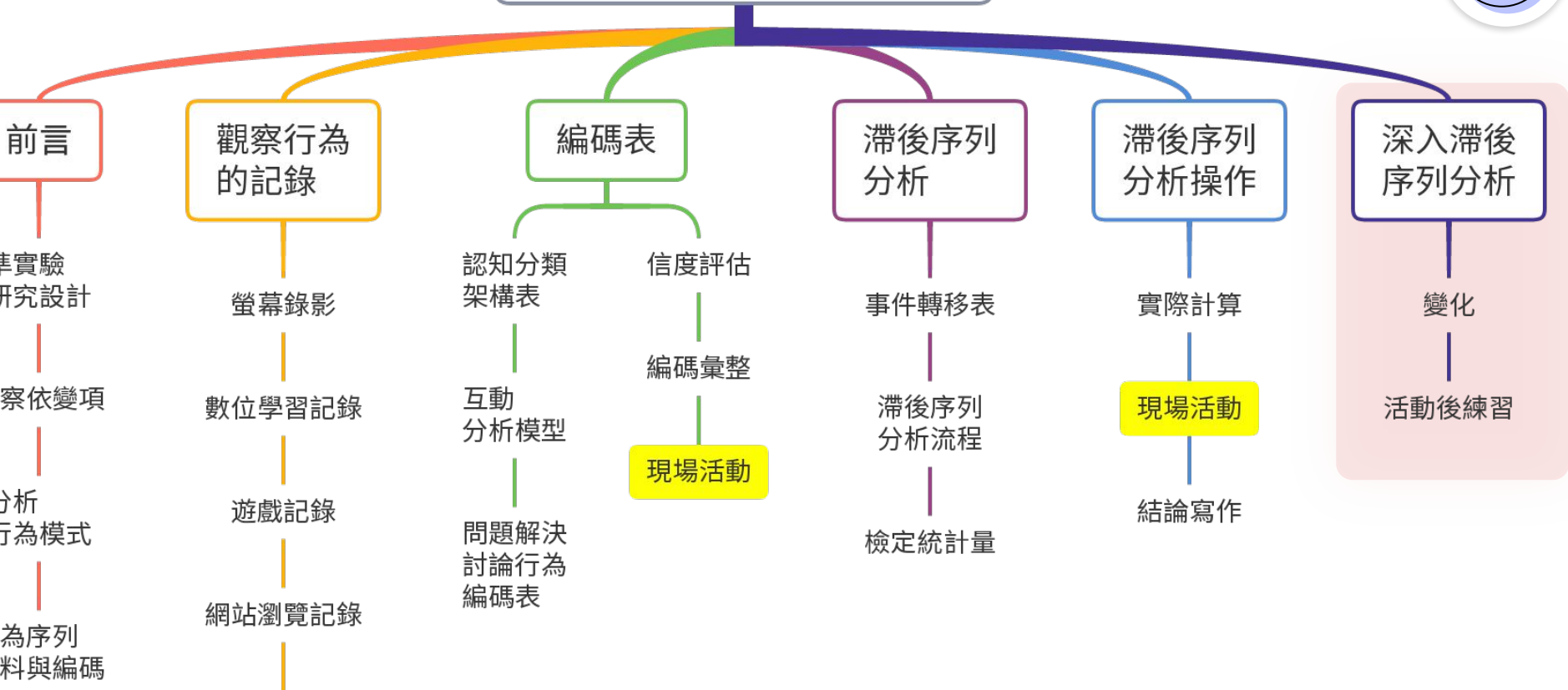
(如果有顯著轉移序列才寫)

事件轉移圖

- 下圖為顯著轉移序列的事件轉移圖。



滯後序列分析工作坊



深入探討序列分析



		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		3	3	3	9

都是2次
為何只有 [C⇨A] 達到顯著？

[C⇒A] 達到顯著的原因

C ⇒ A		Lag 1(t)			L0 總數
		A	B	C	
L0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
L1 總數		3	3	3	9

C在Lag0次數 $f(g) = 2$

A在Lag1次數 $f(t) = 3$

稀有
SSR

A ⇒ B		Lag 1(t)			L0 總數
		A	B	C	
L0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
L1 總數		3	3	3	9

A在Lag0次數 $f(g) = 4$

B在Lag1次數 $f(t) = 3$

常見
N

序列出現顯著轉移的條件



		Lag 1(t)			L0 總數
		A	B	C	
L0 (g)	A	1	2	1	4
	B	0	1	2	3
	C	2	0	0	2
L1		3	3	3	9

Callout 1: Points to the L1 row (3, 3, 3, 9).

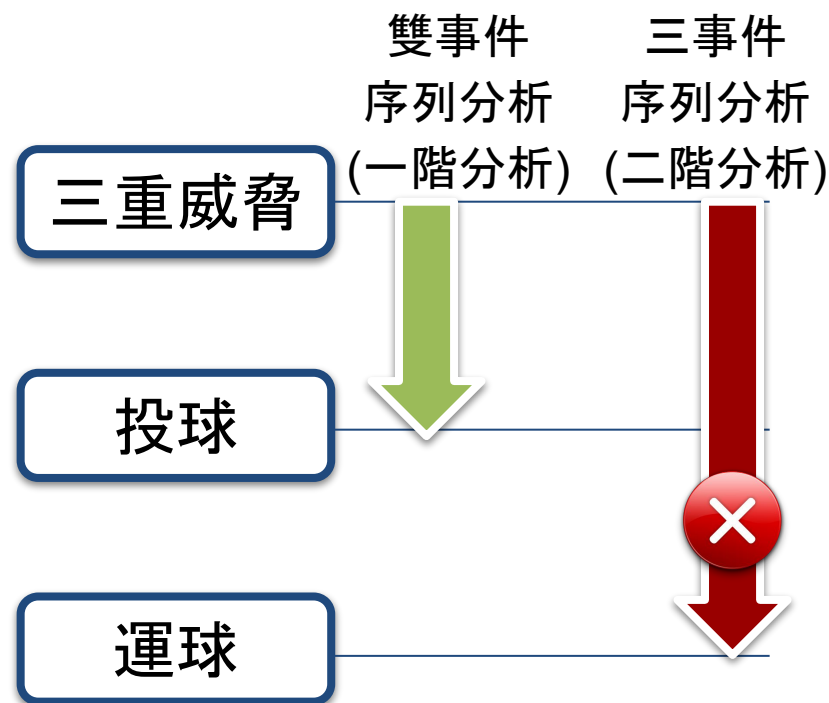
Callout 2: Points to the cell (A, A) with value 1.

Callout 3: Points to the cell (B, C) with value 2.

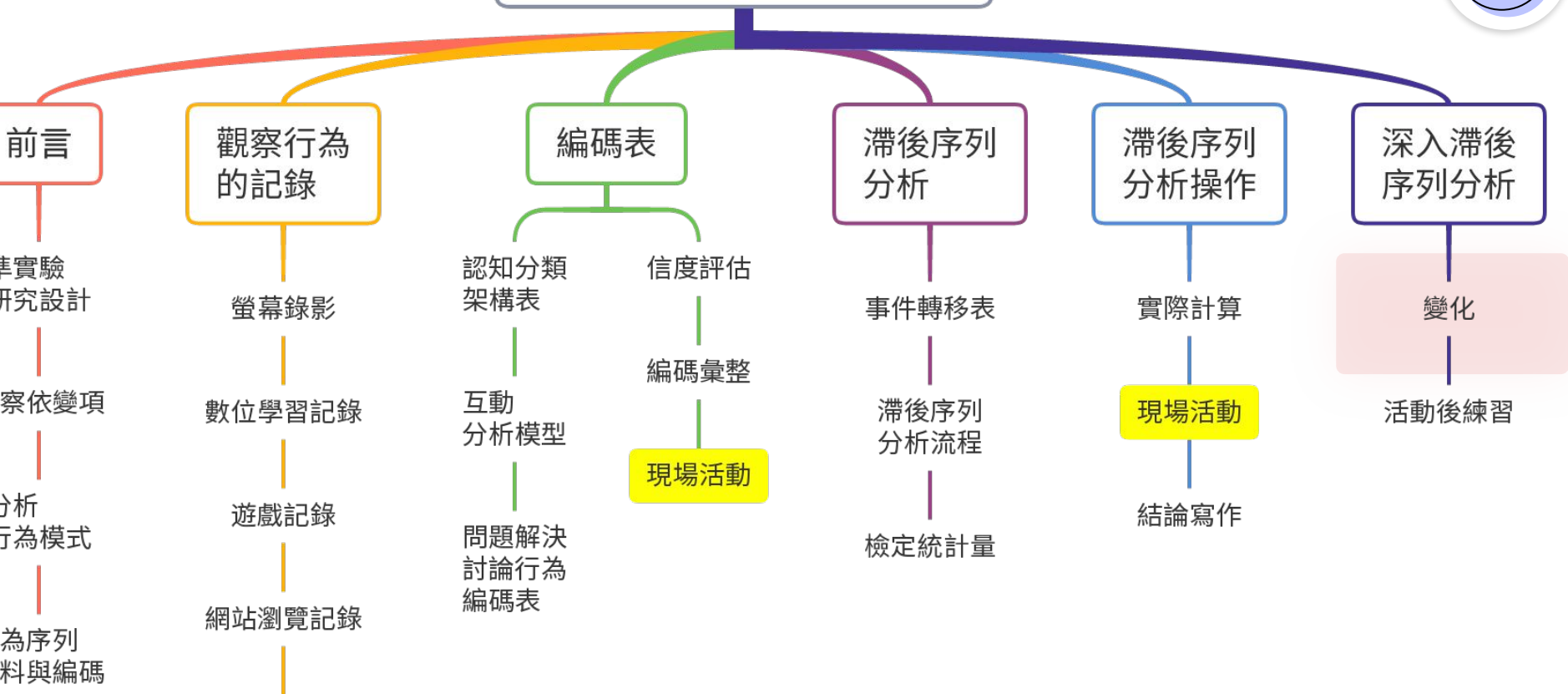
- 序列很常出現 : 序列 **C** $\rightarrow$ **A** 出現頻率 很高
- 各別很少出現 : C 之後很少接其他事件, A 之前很少來自其他事件

序列分析使用限制

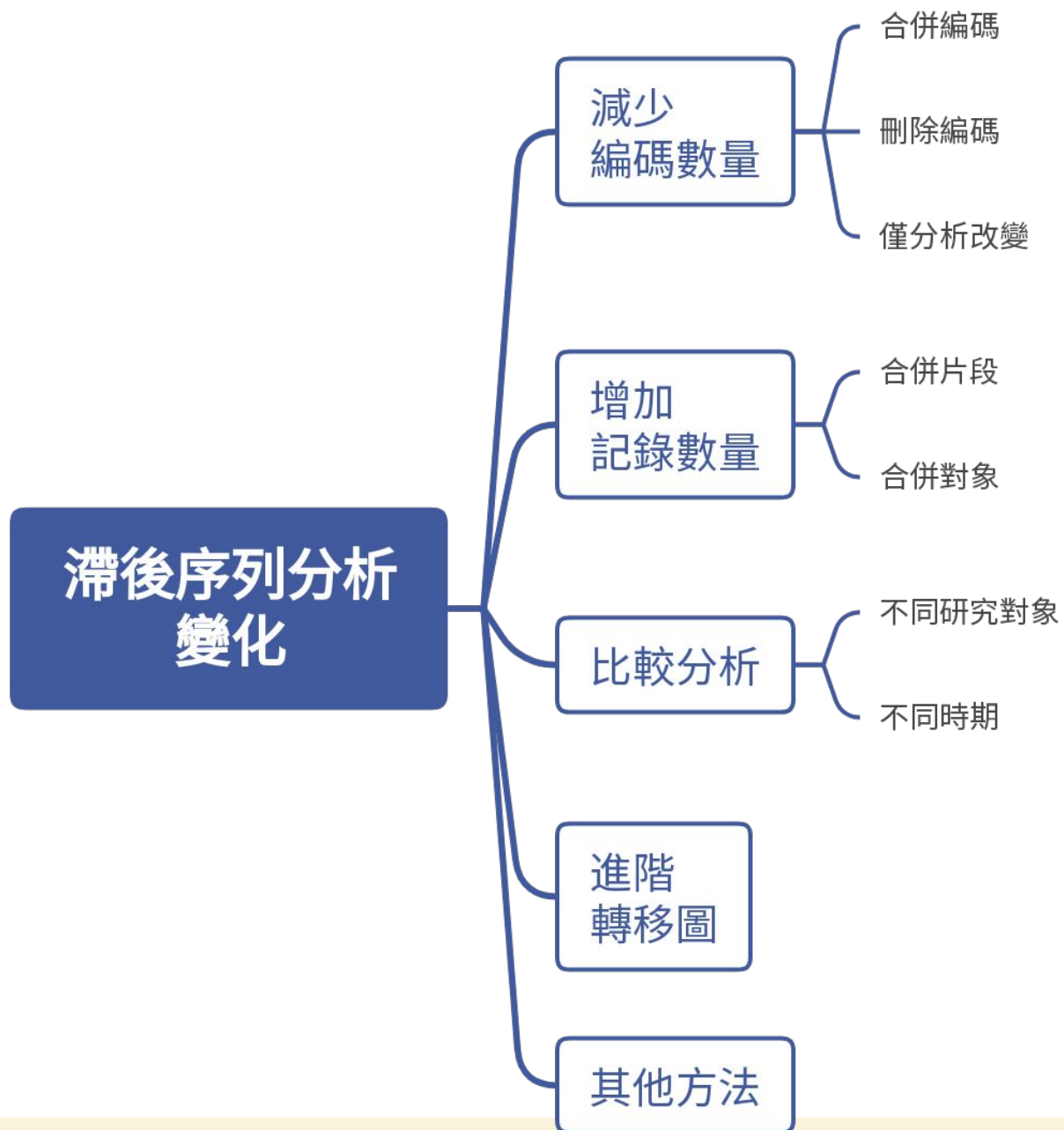
- 不容易達到顯著的情況：
 - 事件類別太多：
例如A, B, C, D, E,
 - 事件總數太少
- 僅分析事件序列的轉移次數
- 限制：
 - 不考慮時間長度單位
 - 只能分析前一步與下一步 (一階分析)



滯後序列分析工作坊



滯後序列分析的變化

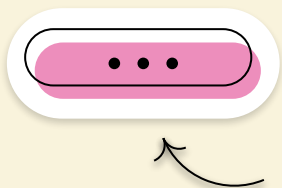


減少編碼數量

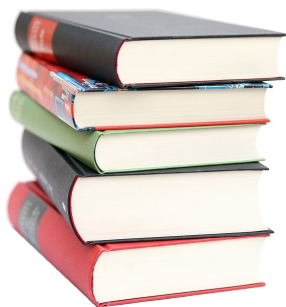
- 合併事件編碼
- 刪除無關事件編碼

事件太多的處理方法

合併事件編碼



圖書館藏



統計學的世界

量化研究法

資料探勘

壞壞總裁愛...

總裁一家逼...

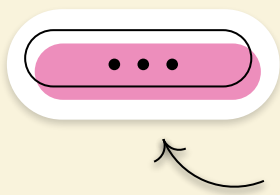
報復總裁大...



事件編碼

A 專業書籍

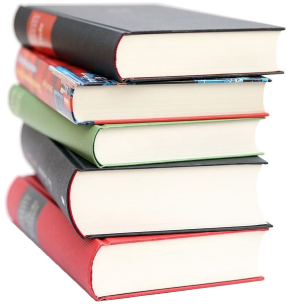
B 娛樂書籍



事件太多的處理方法

刪除非研究重點的事件編碼

圖書館藏



A 統計學的世界

B 量化研究法

C ~~資料探勘~~

D 壞壞總裁愛...

E 總裁一家逼...

F ~~報復總裁大...~~



行為序列資料表

研究對象編號	序列編號	事件
1	1	D
1	2	E
2	1	A;B
2	1	E
2	2	D
3	3	A;B;E

僅分析 有改變序列

關注有變化的序列

僅分析有改變序列



打勾啟用
此分析

☒ 僅分析有改變的序列

☒ 顯示詳細資訊。

☐ 顯示完整的事件轉移圖。

☐ 使用無樣式表格(容易複製到其他文件)

Setting

Result

事件轉移表

	Lag 1 (t)			Lag 0 (g)
	A	B	C	總數

研究對象編號	序列編號	事件
1	1	A
1	2	A 
1	3	B
1	4	C
1	5	A
1	6	C
1	7	A
1	8	B
1	9	B 
1	10	C

把前後重複的序列
進行合併吧！

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	0	2	1	3
	B	0	0	2	2
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		2	2	3	7

僅分析有改變序列的調整後殘差計算
 $p(t)$

鄰近編碼可重複

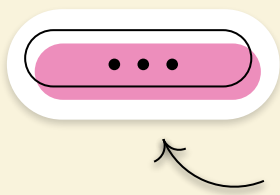
$$p(t) = \frac{f(t)}{N_s}$$

鄰近編碼不可重複

$$p(t) = \frac{f(t)}{N_s - f(g)}$$

因為組合變少了

僅分析有改變序列的調整後殘差計算 $p(t)$



C

→

A

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	0	2	1	3
	B	0	0	2	2
	C	2	0	0	2
Lag 1 總數		2	2	3	7

$$p(t) = \frac{f(t)}{N_s - f(g)}$$

$$= 2 / (7 - 2)$$

$$= 0.4$$

$f(t)$

$f(g)$

N_s

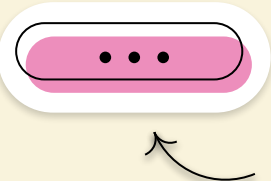
僅分析有改變序列的調整後殘差表

			Lag 1 (t)			Lag 0 總數
			A	B	C	
Lag 0 (g)	A	頻率	0	2	1	3
		調整後 殘差	-2.29	0.76	-2.21	
	B	頻率	0	0	2	2
		調整後 殘差	-1.37	-1.37	1.37	
	C	頻率	2	0	0	2
		調整後 殘差	2.049	-1.37	-2.05	
Lag 1 總數			2	2	3	7

用計算機
比較差異
看看吧

增加 事件記錄數量

- 合併同一對象多個觀察樣本片段
- 合併多研究對象



同一對象多片段分析

網站瀏覽行為

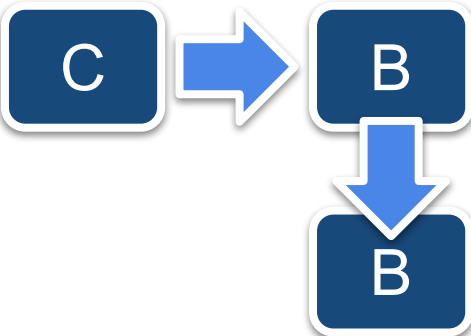
早上



中午

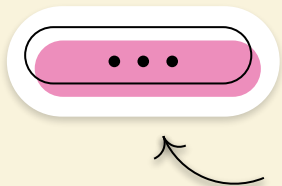


晚上



行為序列資料表

研究對象+ 片段編號編號	序列編號	事件
1-1	1	A
1-1	2	A
1-2	1	B
1-3	1	C
1-3	2	B
1-3	3	B



觀察樣本：片段 (1/2)



ABBCBBCAA

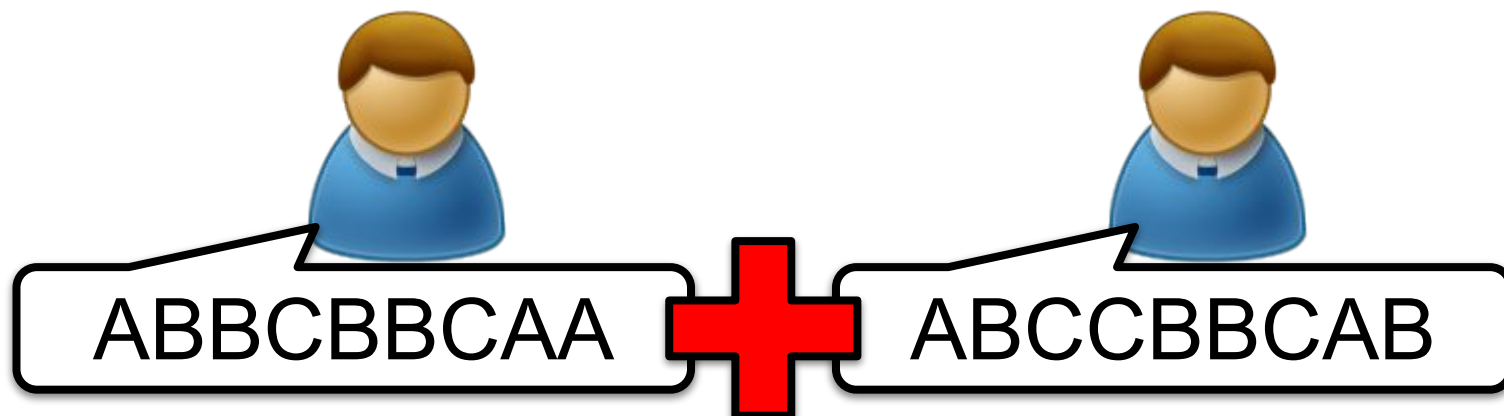
	目標編碼, lag 1		
給定編碼 lag 0	A	B	C
A	0.94	0	-0.94
B	-1.63	0	1.63
C	0.94	0	-0.94



ABCCBBBCAB

	目標編碼, lag 1		
給定編碼 lag 0	A	B	C
A	-0.62	1.63	-1.26
B	-0.83	-0.73	1.32
C	1.38	-0.73	-0.19

觀察樣本：片段 (2/2)



	目標編碼, lag 1		
給定編碼 lag 0	A	B	C
A	0.37	1.15	-1.57
B	-1.69	-0.50	1.97
C	1.47	-0.54	-0.65

合併觀察樣本片段 (Break)

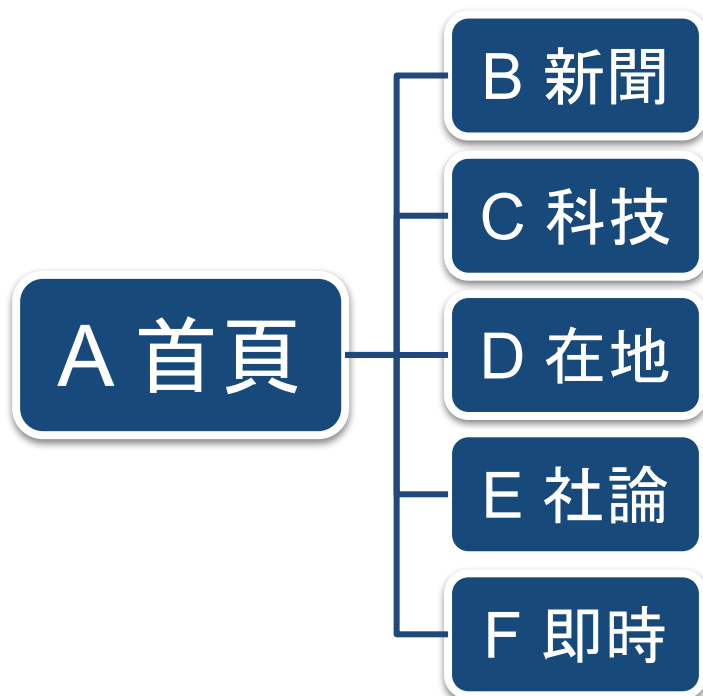


ABBCBBBCAA
ABCCBBCAB

- $N = 18$ 編碼總次數
- $\text{breaks} = 2$ 片段數
- $N_s = 16$ 編碼序列次數 ($18-2$)
- 雙事件序列:
 - AB BB BC CB BB BC CA AA
 - AB BC CC CB BB BC CA AB
 - 注意片段之間的A->A不納入計算

合併多研究對象

MSNBC新聞網



行為序列資料表

研究對象編號	序列編號	事件
1	1	A
1	2	A
2	1	B
3	1	A
3	2	A
3	3	B

同一個研究對象的序列 可以計算



研究對象編號	序列編號	事件
1	1	A
1	2	A
2	1	B
3	1	A
3	2	A
3	3	B

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	0	0	1
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	0	0	1

不同研究對象的序列 不可以計算



研究對象編號	序列編號	事件
1	1	A
1	2	A
2	1	B
3	1	A
3	2	A
3	3	B

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	1	0	0	1
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	0	0	1

另一個研究對象 納入重複計算計算



研究對象編號	序列編號	事件
1	1	A
1	2	A
2	1	B
3	1	A
3	2	A
3	3	B

		Lag 1 (t)			Lag 0 總數
		A	B	C	
Lag 0 (g)	A	2	0	0	1
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Lag 1 總數		1	0	0	1

比較分析

- 不同研究對象之間的比較
- 不同時期

不同研究對象之間的比較

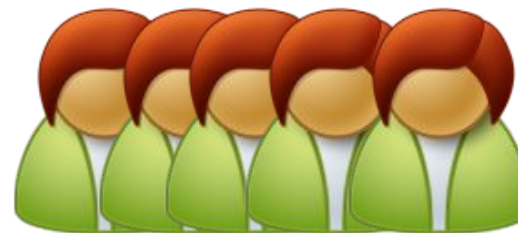
調整後殘差

實驗組的事件轉移表



(調整後 殘差)		Lag 1 (t)		
		A	B	C
Lag 0 (g)	A	0.57	1.51	-1.95
	B	-1.56	-1.66	2.78
	C	1.12	0.42	-1.20

控制組的事件轉移表



(調整後 殘差)		Lag 1 (t)		
		A	B	C
Lag 0 (g)	A	-2.00	0.31	1.46
	B	-0.78	-0.32	0.99
	C	2.68	0	-2.35

使用相關係數來比較



實驗組的
事件轉移表

			Lag 1 (t)		
			A	B	C
Lag 0 (g)	A	調整後殘差	0.57	1.51	-1.95
		相關係數	0.36	0.69	-1.00
	B	調整後殘差	-1.56	-1.66	2.78
		相關係數	-1.00	-0.62	0.87
	C	調整後殘差	1.12	0.42	-1.20
		相關係數	0.60	0.18	-0.51

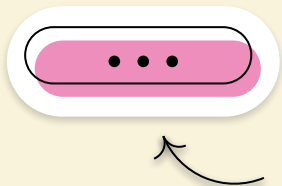
使用
相關係數
來比較！

相關係數 Yule'Q值

很像
相關係數r

完全負相關 $-1.00 \leq$ **相關係數** ≤ 1.00 完全正相關

相關係數範圍(絕對值)	關聯程度	
1.00	完全(正/負)相關	相關係數 > 0.7 容易顯著
0.70 - 0.99	高度(正/負)相關	
0.40 - .069	中度(正/負)相關	
0.10 - 0.39	低度(正/負)相關	
0.10 以下	無相關	



相關係數 Yule'Q值

1. 縮減列聯表

B → C

出現頻率		Lag 1 (t)		
		A	B	C
Lag 0 (g)	A	1	4	0
	B	0	3	7
	C	2	5	2

➔

B → C

出現頻率 二項實驗		Lag 1 (t)	
		是C	不是C
Lag 0 (g)	是B	7	3
	不是B	2	12

相關係數 Yule'Q值

2. 計算相關係數

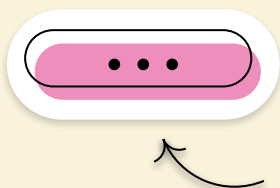


出現頻率 二項實驗		Lag 1 (t)	
		是C	不是C
Lag 0 (g)	是B	7 (a)	3 (b)
	不是B	2 (c)	12 (d)

$$\text{相關係數Yule's } Q\text{值} = \frac{ad - bc}{ad + bc}$$

$$= \frac{7 \times 12 - 3 \times 2}{7 \times 12 + 3 \times 2}$$

$$= 0.867$$



相關係數 Yule'Q值 計算每一個細格的相關係數

實驗組的 事件轉移表			Lag 1 (t)		
			A	B	C
Lag 0 (g)	A	出現頻率	1	4	0
		相關係數	0.36	0.69	-1.00
	B	出現頻率	0	3	7
		相關係數	-1.00	-0.62	0.87
	C	出現頻率	2	5	2
		相關係數	0.60	0.18	-0.51

不同研究對象之間的 相關係數 比較

實驗組的事件轉移表

(相關係數)		Lag 1 (t)		
		A	B	C
Lag 0 (g)	A	0.36	0.69	-1.00
	B	-1.00	-0.62	0.87
	C	0.60	0.18	-0.51

控制組的事件轉移表

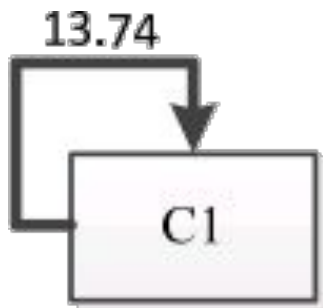
(相關係數)		Lag 1 (t)		
		A	B	C
Lag 0 (g)	A	-1.00	0.14	0.57
	B	-0.43	-0.15	0.42
	C	0.89	0	-0.85

組間比較結論

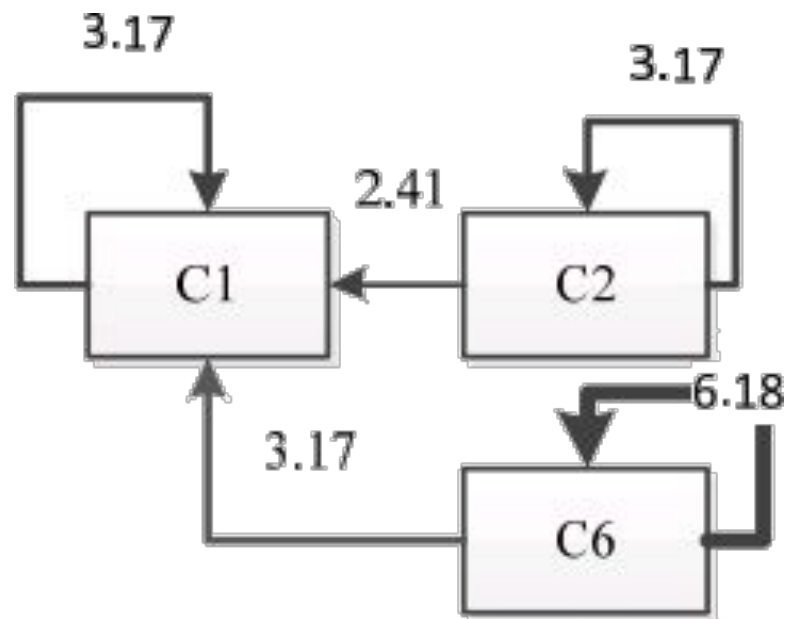
- 以事件「C」到事件「A」的序列來看，
- 控制組的調整後殘差為2.68，達到顯著轉移；實驗組的調整後殘差為1.12，未達顯著轉移。
- 控制組的相關係數為0.89，是高度相關，高於實驗組相關係數的0.6。

同一群人，切割時間區間的分析

第一階段



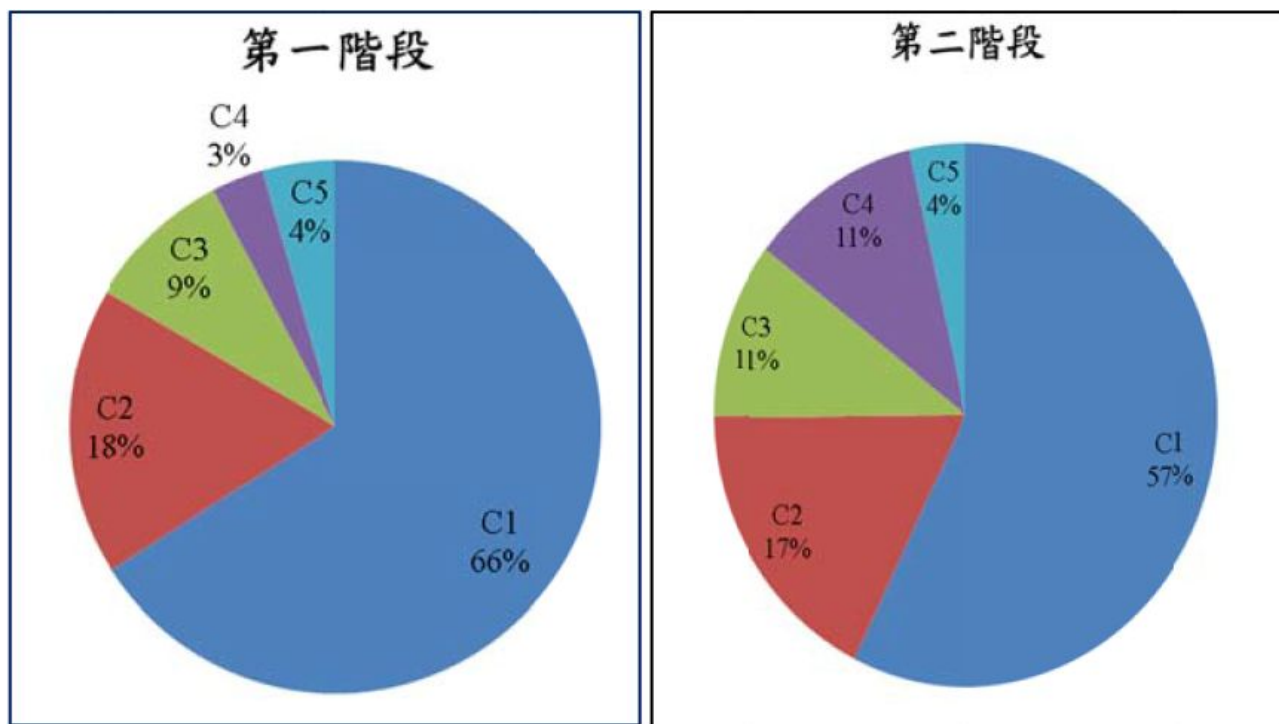
第二階段



如果是不同群人的話，應使用相關係數比較。

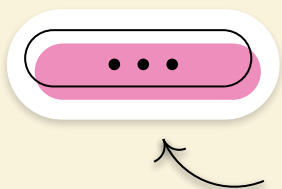
加入單一行為比例的描述資料

- 除了觀察序列行為的事件轉換之外，通常還會加入**各行為的比例**描述來補充



繪製進階的 事件轉移圖

Draw.io



進階繪圖工具

Draw.io

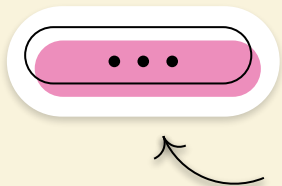
- 原本的滯後序列分析計算機僅使用jsPlumb繪製事件轉移圖。但jsPlumb可以設定的細節有限，當圖形複雜的時候就難以觀看了。
- draw.io, 又名Diagrams.net, 是一款廣泛使用的線上繪圖軟體，專門用於創建各種圖表和流程圖，其中也包含了適合用於事件轉移圖的社會網路圖。
- 滯後序列分析計算機最下方提供了Draw.IO格式檔案下載，方便研究者將之上傳到Draw.IO, 進行更細微的調整和編輯。
- 延伸閱讀：如何將draw.io的向量格式插入到LibreOffice Writer中？



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><mxfile host="app.diagrams.net" modified="2020-08-27T09:19:55.502Z"
agent="5.0 (Windows NT 6.1; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/84.0.4147.135
Safari/537.36" etag="enQdLDDL4RRfg4W3JObj" version="13.6.5" type="device">
  <diagram id="C5RBs43oDa-KdzZeNtuy" name="Page-1">
    <mxGraphModel dx="246" dy="327" grid="1" gridsize="10" guides="1" tooltips="1" connect="1" arrows="1"
    fold="1" page="1" pagescale="1" pagewidth="491" pageheight="491" math="0" shadow="0">
```

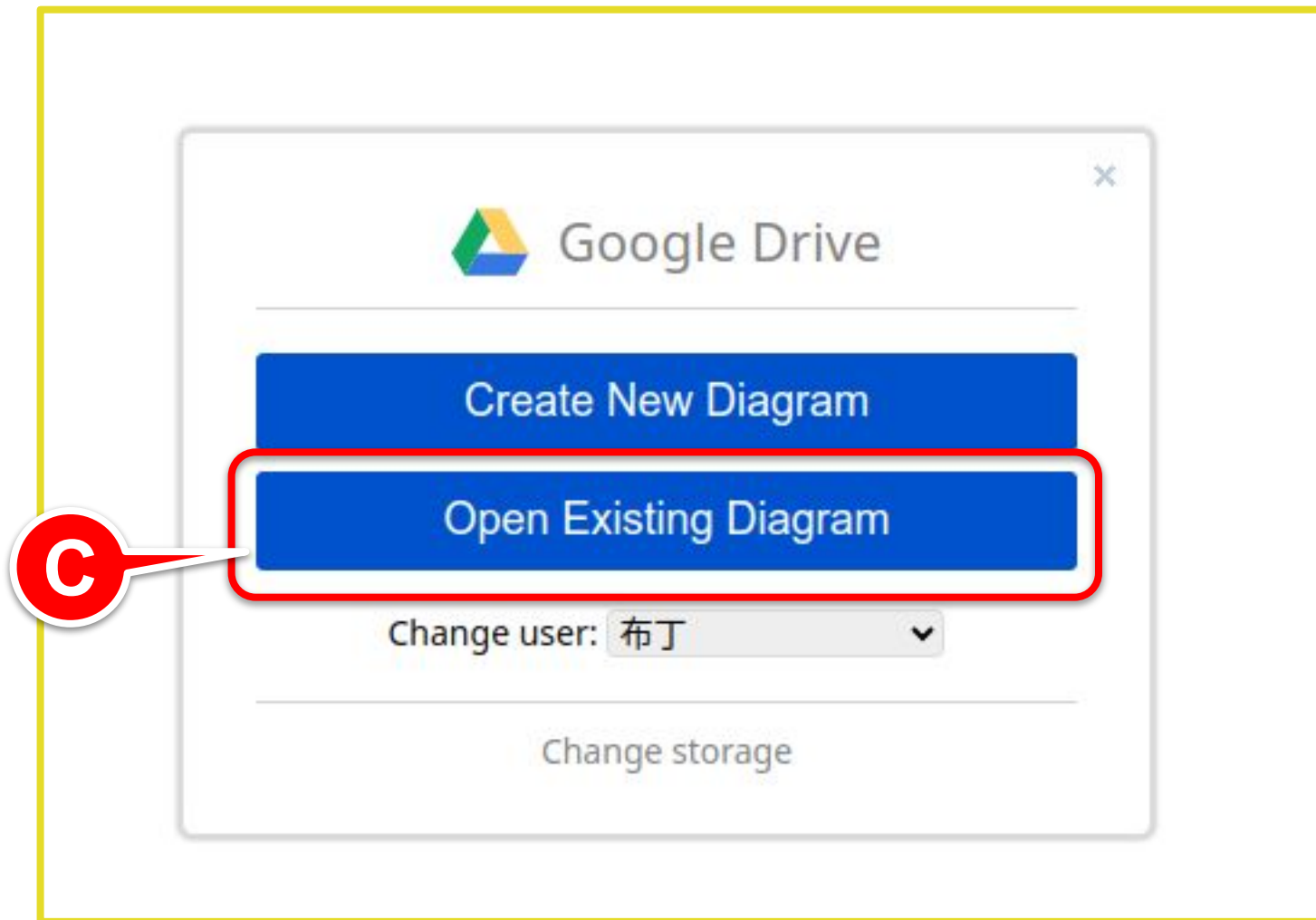


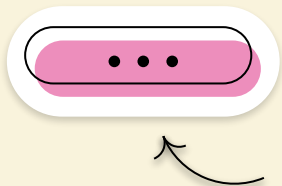
淡江資圖 112-2



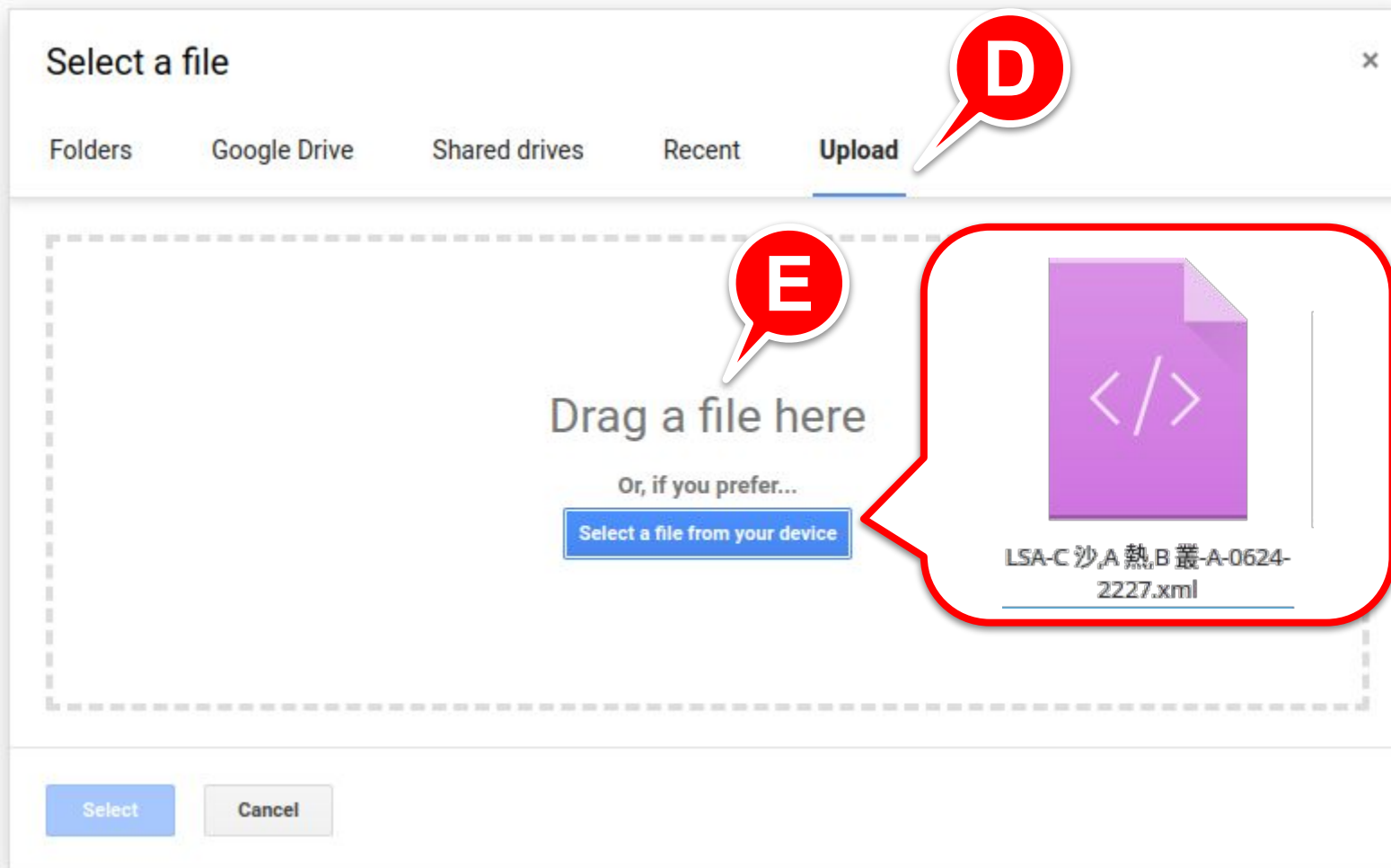
事件轉移圖

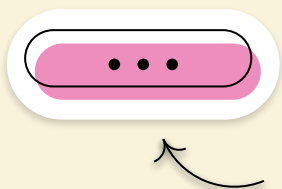
匯出到 Draw.IO (2/4)





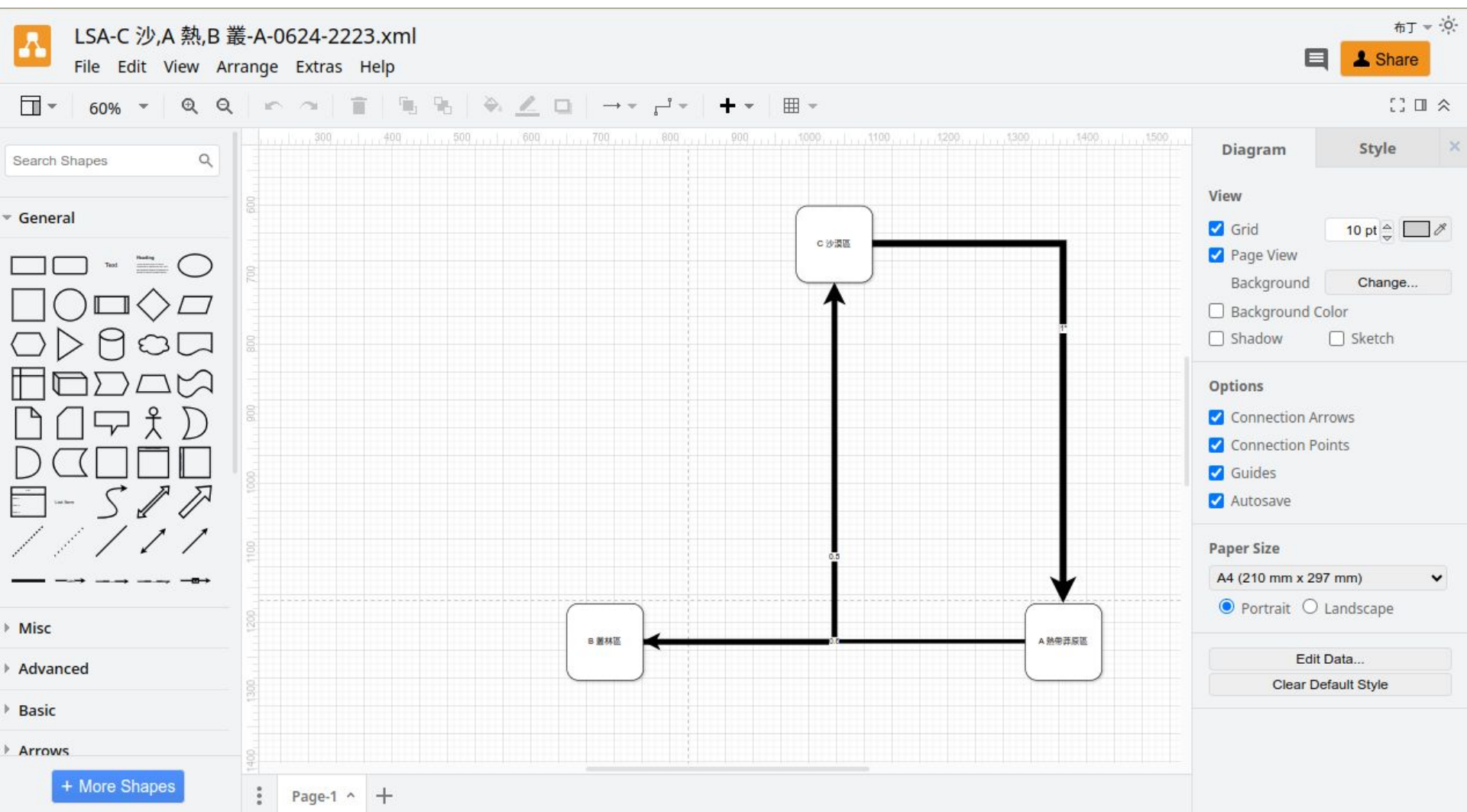
事件轉移圖 匯出到 Draw.IO (3/4)

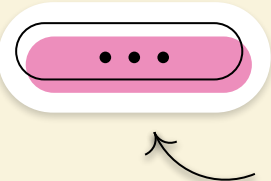




事件轉移圖

匯出到 Draw.IO (4/4)





除了序列分析之外... 其他分析方法

資料的分類與預測

動態貝氏網路

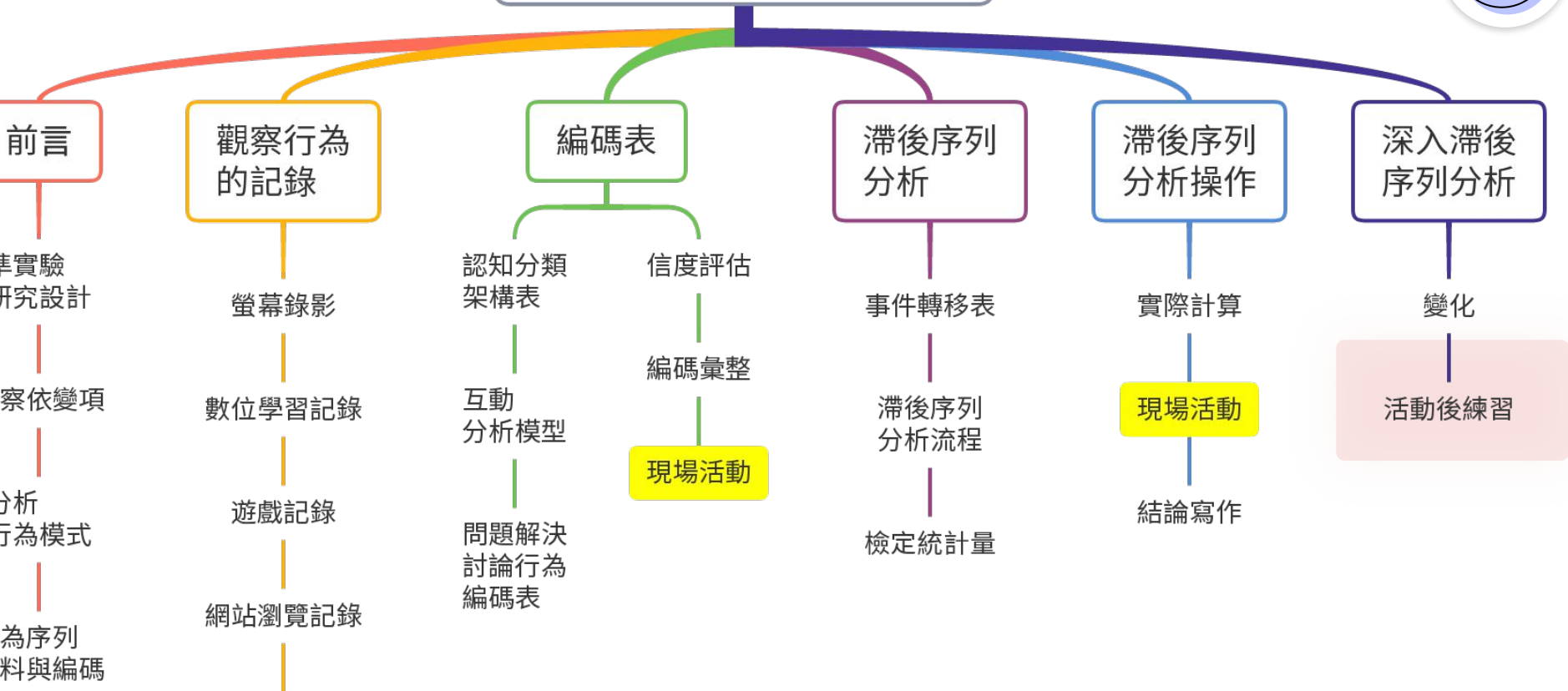
- 用前幾步動作預測下一步的機率
- 能夠建立預測下一步行為的規則機率模型

行為序列模式探勘

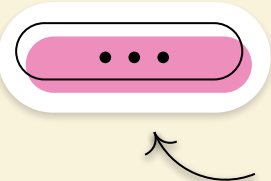
循序樣式探勘

- 找出多人共同的長序列行為模式
- 能考慮整體時間長度，不僅分析前後雙事件序列

滯後序列分析工作坊



活動後練習：
幼兒平行遊戲行為研究



幼兒平行遊戲行為研究

- Bakeman & Brownlee (1980) 對幼兒進行「平行遊戲」的記錄。
- 每15秒記錄一次嬰兒的主要狀態：
- 事件編碼
 - U 空閒：沒有玩玩具
 - S 一人：一個人玩玩具
 - T 兩人：兩個人一起玩玩具
 - P 各自：兩個人拿同樣的玩具，各玩各的
 - G 團體：三人以上一起玩玩具

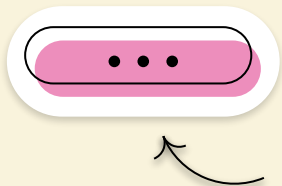
幼兒平行遊戲事件序列資料表			
檔案 編輯 檢視 插入 格式 資料 工具			
NT\$ % .0 .00 123			
f_x			
	A	B	C
1	研究對象編號	序列編號	事件
2	1	1	U 空間
3	1	2	S 一人
4	1	3	P 各自
5	1	4	T 兩人
6	1	5	P 各自
7	1	6	T 兩人
8	1	7	P 各自
9	1	8	G 團體
10	1	9	T 兩人
11	1	10	P 各自
12	1	11	T 兩人
13	1	12	G 團體
14	1	13	T 兩人
15	1	14	P 各自
16	1	15	G 團體
17	1	16	T 兩人
18	1	17	G 團體

幼兒平行遊戲事件序列資料表

案例數量:128筆

※ 為教學需求, 本資料為虛構





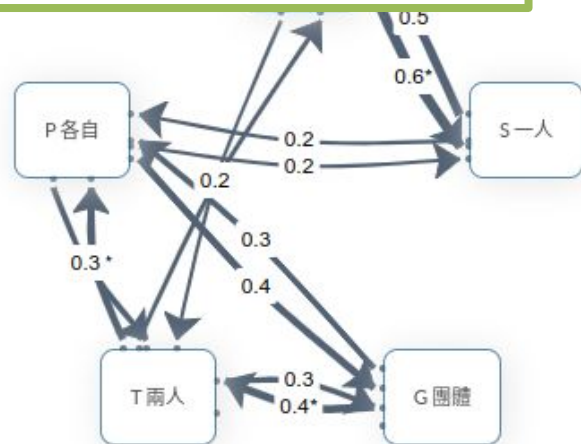
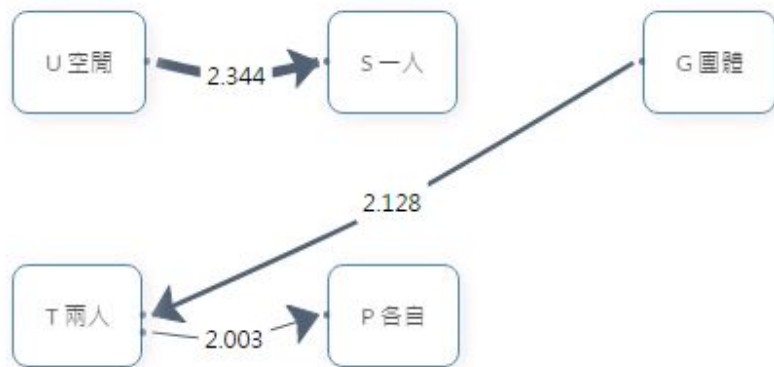
實作重點

嘗試看看不同的分析方式吧！

- 切換「僅分析有改變的序列」，觀察分析結果的改變。
- 切換「使用Yule'Q來畫關聯線」和「使用Yule'Q畫關聯線時，只顯示z值有顯著的關聯線」，觀察事件轉移圖的改變。
 - 調整「Yule'Q最小值」，看看會發生什麼事情。
- 嘗試配合結論寫作的框架，想象一下寫成報告會是什麼樣子。

幼兒平行遊戲 行為研究

挑戰看看吧！



延伸閱讀

- Bakeman, R. & Gottman, I. M. (1997). *Observing interaction: A guide to using sequential analysis*. Cambridge University Press.
- Bakeman, R. & Quera, V. (2011). *Sequential analysis: Behavioral sciences*. Cambridge University Press.





<http://l.pulipuli.info/24/tku/sa>

感謝聆聽

任何問題都可以發問喔！



有什麼問題嗎？



電子信箱

chenyt@tku.edu.tw



BLOG 布丁布丁吃什麼？

blog.pulipuli.info