



# 第十章

## 實驗法

### (Experimentation)

# 11.1 何謂實驗法

- 實驗(**Experiment**)是研究者在研究過程中做了某種處理(**Treatment**)，亦即加入某種變數(獨立變數or解釋變數)，並觀察這種干擾對研究對象(依變數)造成何種影響。
- 實驗法的形成結論的三項考量(**Causal Evidence**)
  - 獨立變數與依變數之間的關係變化必須一致。
  - 變數發生的次序性。
    - 依變數不應在獨立變數前發生。
  - 研究者能夠有信心地說，其他外生變數並未影響依變數。
    - 為了減少外生變數的干擾，研究者通常進行某些控制。

# 11.2 實驗法的評估

- 實驗法的優點
  - 研究者可以操控獨立變數
  - 能有效控制外界變數所造成的干擾
  - 便利性
  - 可複製性
  - 降低研究人員的干擾
  - 內部效度高

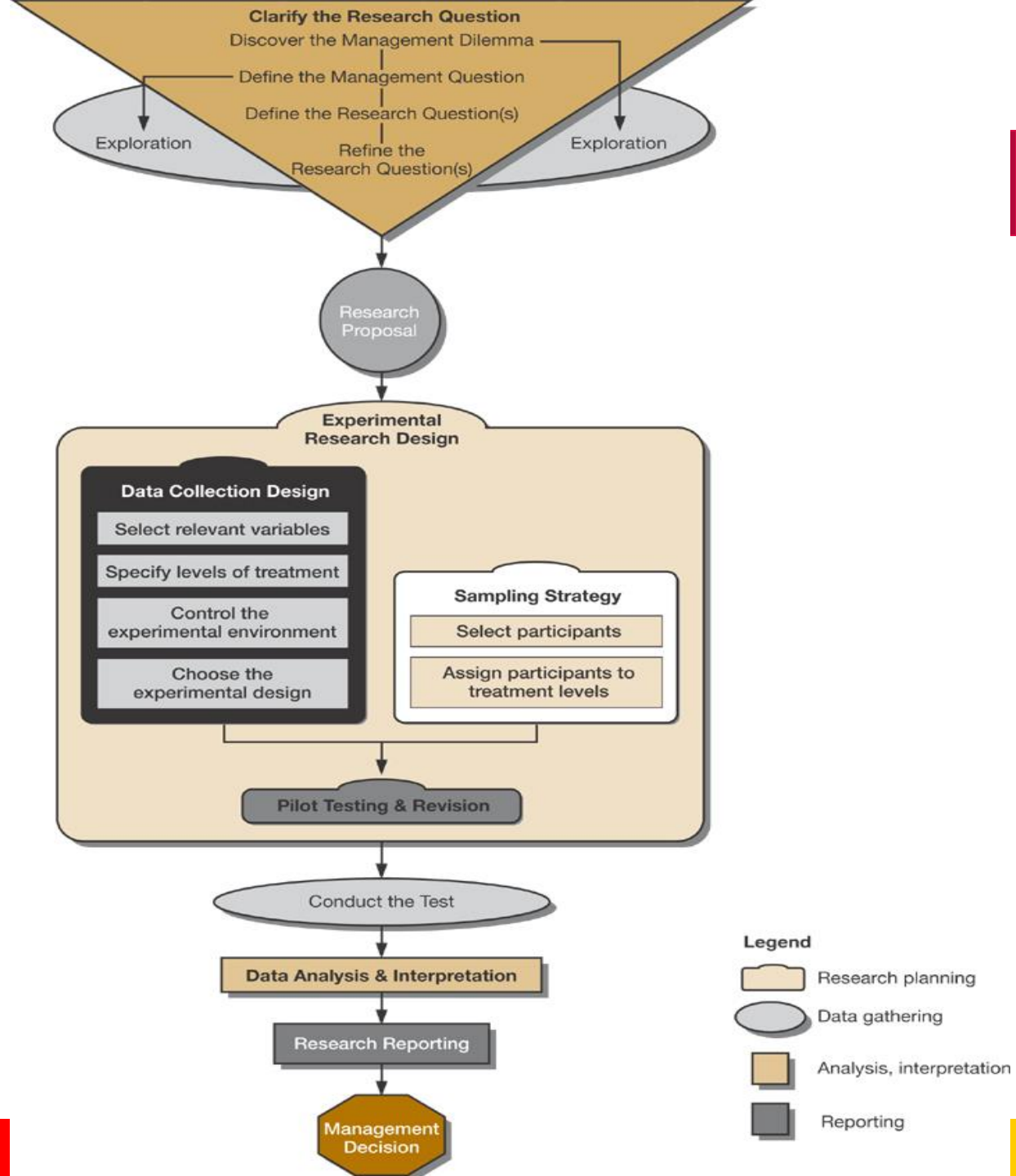
# 實驗法的評估(cont.)

- 實驗法的缺點
  - 人為操控
  - 較無法一般化
  - 實際應用的成本很高
  - 過去變數的解釋或預測較難處理
  - 可能違反道德原則
  - 外部效度低

# 11.3 如何進行實驗

- 進行實驗的程序
  1. 選擇相關的變數
  2. 確認處理(treatment)變數的層級(level)：實驗組、控制組
  3. 控制實驗的環境
  4. 選定適合的實驗設計
  5. 挑選並指派受試者
  6. 預試、修定、再測試
  7. 分析資料

# Experimentation in the Research Process

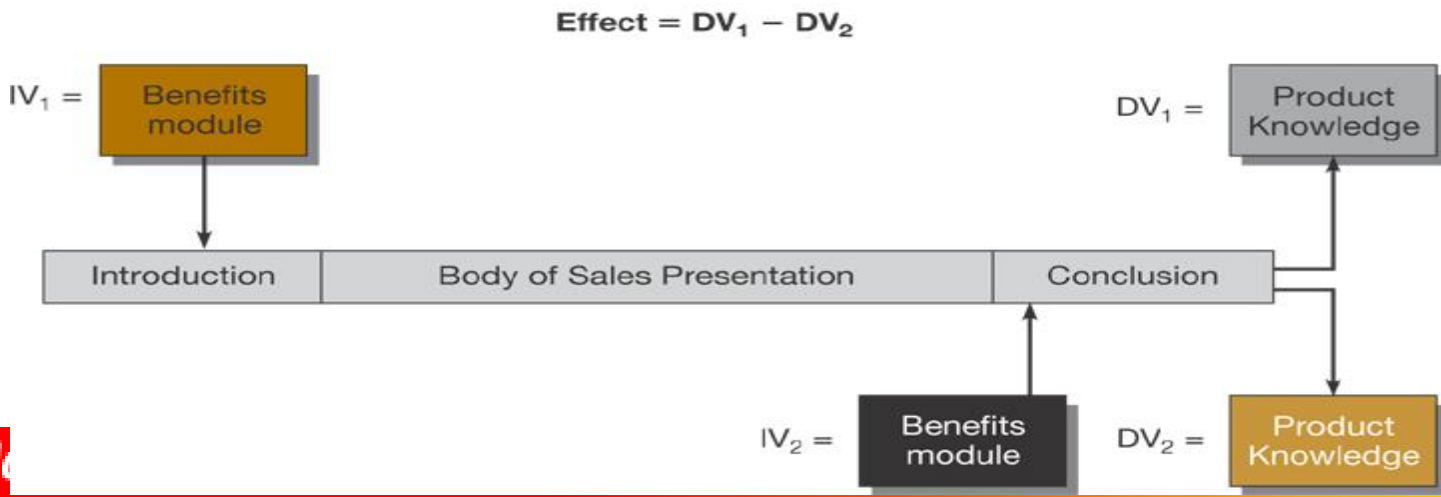


# 選擇相關變數(實驗步驟1/7)

- 研究問題的複雜性及研究假說必須清楚界定，以便瞭解必須收集何種資料。
- 研究假說
  - 針對兩個以上變數關係的一種暫時性陳述，且假說必須是可以被實際測量與檢驗的。
- 研究者必須做的事
  1. 選擇一些變數，這些變數必須能夠加以操作測量
  2. 決定要檢驗多少個變數
  3. 對這些變數選擇適當的測量方式
- 變數的來源
  - 研究問題、理論、文獻

# 確認處理變數的層級(實驗步驟2/7)

- 處理變數的層級(treatment level)
  - 用來區別變數的各個層級對依變數的影響。
  - E.g. 薪水的高、中、低對購買力的影響。
- 受測者必須可以被區分為處理變數所區分的層級
- 實驗組
  - 接受獨立變數處理的受測者，可以檢驗獨立變數的效果
- 控制組
  - 提供一個比較的基础，受測者並未經過獨立變數處理
- E.g. 銷售員引進優惠訊息時點對銷售量的影響：





# 控制實驗的環境(實驗步驟3/7)

- 對於外生變數必須加以控制，即對實驗環境的控制。
- 外生變數(**Exogenous Variable**)
  - 任何可能影響研究結果的變數。
  - 研究幾乎都有無限個外生變數，某些外生變數可視為獨立變數或干擾變數。
- 為了控制受試者對研究主題或情境的期待，或抑制實驗主控者的影響，可採取兩種策略：
  1. 盲目設計(**blind**)
    - 不讓受試者知道他們所接受的處理(**treatment**)是什麼，即受試者是盲目的。
  2. 雙重盲目設計(**double blind**)
    - 實驗主控者也不清楚何者為控制組，何者為實驗組。

# 選定適合的實驗設計(實驗步驟4/7)

- 實驗設計
  - 一種統計的規劃及研究的定位，用來探討實驗的處理、實驗的視察或測量方法之間的關係。
- 研究者必須考量研究的目的與實驗設計的配合，以使外生變數的影響降到最低，使獨立變數的作用更清楚，同時也讓研究的結果有更強的推論作用。

# 挑選並指派受試者(實驗步驟5/7)

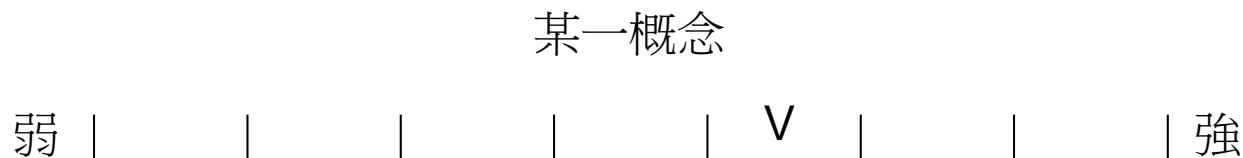
- 實驗中受試者應當要能代表整個母體，如此才可進行對母體的推論。
  - 欲使實驗的樣本具代表性，則需進行隨機抽樣。
- 隨機分派(Random assignment)
  - 對於實驗的各分組內的受試者採取隨機分派，讓實驗組的受試者與控制組的受試者相當類似，亦即讓各組的受試者盡可能達到高度的同質性。
- 配對化分派(matching)
  - 當無法對受試者進行隨機分派時，使用配對化策略。
  - 讓實驗組與控制組的受試者在各個研究相關的特質上能互相對稱。

# 預試、修定、再測試(實驗步驟6/7)

- 調查工具的預試(**pretest**)，則是讓研究者有機會去修正研究的規劃、問卷、實驗操控，或探知可能造成混淆的環境變數
- 現場實驗(**field experiment**)由於無法完全的控制環境變數，因此須特別小心外在事件(外生變數)對受試者所造成的影響。

# 分析資料(實驗步驟7/7)

- 實驗所得資料較一般研究所得資料層級更多，例如實驗組的多寡、前測與後測、分組的結構等，必須選擇適當統計方法
- 實驗中研究者可以使用的測量工具
  - 觀察法及編碼表
  - 書面測試
  - 自評式問卷、開放式/封閉式問卷
  - 各種量表(李克特量表、語意差別法、等級排列法、Q-SORT)
    - 語意差別法
      - 又稱「兩極形容詞量表」，為測試個人對某一特定事物的知覺方法，受測者在數對意義兩極化的形容詞所構成的量尺上，對某一事物或概念進行評量，以便了解學生對於該事物或概念的態度或反應。



# 分析資料(實驗步驟7/7 cont.)

- 等級排列法
  - 而等級排列法為把不同的價值體系敘述句並列一起，然後要求學生作順序排列。
- Q-Sort (Q分類)
  - 將同一受測者在不同時間或若干受測者在同一時間依對事情的態度進行分類評量。在面對數目龐大的受測體時，Q 分類法是一種相當便利的方法。
  - 步驟一：先建立Q分類資料
  - 步驟二：讓受試者將分類對象，依照上一步驟所建立的分類類別，依序進行資料分類。

# 分析資料(實驗步驟7/7 cont.)

- **Q-Sort Ex.**廠商為了推出一項新產品而設計出**100** 種不同款式的產品外型，此時可透過**Q**分類法來瞭解消費者對哪幾款產品的接受度較高。
- **Q-Sort**作法：
  - 1.事前規劃成某一數量的「堆數」(例如**5**堆)，各堆分別代表消費者由「最不喜歡」到「最喜歡」。
  - 2.每一堆當中的產品數目已經事先規定好，且各堆當中的產品數目呈現常態分配。

堆別	第 1 堆	第 2 堆	第 3 堆	第 4 堆	第 5 堆
各堆當中的產品數目	10	20	40	20	10

- 3.請受訪者將**100** 份產品分別排入各堆當中。
- 4.在第**1** 堆以及第**5** 堆中再分別排出消費者最喜歡以及最不喜歡的產品。
- 生理上的測量方法

# 11.4 實驗的效度

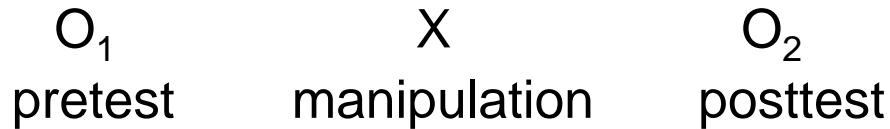
- 實驗設計如何肯定其正確性？
- 內部效度(internal validity)
  - 從實驗結果所得到的關係是否代表真正的關係。
- 外部效度(external validity)
  - 實驗結果所得的因果關係是否能夠推論到一般化的結論？
  - 外部效度關切的是實驗處理與其他因素之間的互動，以及實驗結果能否推論到不同的時間、不同情境、不同的人。
  - 一般性(Generality)



# 影響內部效度的因素(1/4)

- 歷史(history)

- 在實驗進行的過程中，可能會有其他外生事件發生而混淆了想要研究的主題。
- 假設實驗的預測(pretest)結果是 $O_1$ 、操控變數是 $X$ 、事後測量的結果是 $O_2$ ， $O_1$ 與 $O_2$ 之間的差異應該是由 $X$ 所造成的。



- 在 $O_1$ 與 $O_2$ 之間可能會發生許多事件因而混淆了研究結果，便影響了研究的內部效度。
- 成熟(maturation)
  - 受試者本身隨著時間的變動，也可能會影響實驗的結果。
  - 此問題通常發生在長時期研究，或者某些短期發生的因素，如受試者飢餓、無聊、疲倦等。

# 影響內部效度的因素(2/4)

- 試驗(testing)
  - 第二次測驗可能會受到第一次測驗的影響。亦即第一次測驗可能會使受試者產生學習效果(learning effect)，而影響到第二次測驗的結果。
- 衡量工具(instrumentation)
  - 不同的觀察時點，可能會因為實驗工具或觀察者的改變，而造成不同的結果。
- 選擇(selection)
  - 實驗組與控制組的受試者，若未經隨機挑選過程，也會造成實驗結果的誤差。
  - 各組的受測者在各個方面應該是要相同的，採隨機分派可以克服大半的問題，或對幾個主要因素進行配對來改善。

# 影響內部效度的因素(3/4)

- 統計資料的迴歸現象(**statistical regression**)
  - 當研究挑選某些極端的受試者參加實驗時會發生資料的迴歸現象。
  - 例如想瞭解某部門員工的生產力，如果只挑選前**25%**與後面**25%**的員工來做實驗，則不管以何種方式進行實驗，實驗前屬高分的員工會有下降的趨勢，而屬低分的員工會有上升的趨勢。
- 實驗的死亡率(**experiment mortality**)
  - 實驗進行時，各組受試者成員的改變會造成效度的降低。
- 實驗處理的模仿
  - 實驗組與控制組的受試者有過交談，控制組受試者可能知曉實驗的處理，因而降低兩組間可能的差異。
- 補償性的效果
  - 實驗的處理是令人想要或喜愛的，例如獎賞，此時對控制組造成不公平的待遇，研究者的補償措施可能造成混淆。

# 影響內部效度的因素(4/4)

- 補償性的競爭
  - 當控制組的受試者知道他們是控制組時，可能會形成一種競爭的壓力，使得控制組的成員想要表現的更好而造成誤差。
- 對不公平的憤恨
  - 實驗的處理是令人想要或喜愛的，且實驗是強制性的，控制組的成員可能會對他們的被剝奪感到氣憤，造成研究的誤差。
- 分群的差異
  - 當所有實驗組的受試者放在同一組群，而控制組的受試者也都放在另一組群，有可能因為組內發生特殊事件而混淆了實驗結果。

# 影響外部效度的因素

- 對實驗變數的反應
  - 預試(**pretest**)會對受試者造成刺激，而產生不同的反應。
  - 例如對公司所處產業知識的事前測量，通常會讓受試者的回答受到影響。在態度研究中，這種效果特別顯著。
- 受測者的挑選和實驗變數的互動作用
  - 受測者的挑選過程可能會影響外部效度，樣本必須具有母體代表性。
  - 例如要從一個部門挑選員工進行實驗，卻有一堆人拒絕參加，願意參加的人做出的結論能否進行一般化的推論？
- 其他的偏差效果
  - 人為設定的實驗環境可能造成偏差
  - 受試者知道他正在參加一項實驗，他可能進行刻意的角色扮演而造成誤差。

# 內外部效度問題的解決策略

- 內部效度屬於實驗設計嚴謹與否的問題；外部效度則是推論的問題，是一種邏輯、歸納的過程。
- 內部效度解決策略
  - 實驗設計必須嚴謹。
  - 除了實驗的操控變數之外，其餘外生變數須儘可能排除。
  - 採用隨機策略。
- 外部效度解決策略
  - 研究者必須盡量使實驗的環境與外界實際情況相似，以確保外部效度。
  - 樣本必須具有母體代表性。

# 11.5 實驗法的研究設計

- 預實驗(pre-experiment)
  - 一次個案研究
  - 單組前後測設計
  - 靜態組間比較
- 真實驗(true experiment)
  - 前後測加控制組設計
  - 事後測加控制組設計
  - 完全隨機設計
  - 隨機化區間設計
  - 拉丁方格設計
  - 因子設計
- 現場實驗(field experiment, quasi- or semi-experiment)
  - 不相等控制組設計
  - 不同樣本前後測設計
  - 時間序列設計

# 預實驗(1/2)

- 一次個案研究(One-shot Case Study)



- 缺乏實驗前的瞭解，無法得知實驗所造成的影響有多大
- 缺乏控制組

- 單組前後測設計(One Group Pretest-Posttest Design)



- 無法控制歷史、成熟、試驗效果，影響內部效度。



# 預實驗(2/2)

- 靜態組間比較(Static Group Comparison)

實驗組	X	O <sub>1</sub>
控制組		O <sub>2</sub>
	操控	測試

- 無法得知實驗組與控制組在實驗之前是否具有顯著差異。

# 真實驗設計(1/6)

- 前後測加控制組設計  
(Pretest-Posttest Control Group Design)

實驗組	R	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
控制組	R	O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>
	隨機程序	前測	操控	後測

— 實驗的效果為 $E=(O_2-O_1)-(O_4-O_3)$

# 真實驗設計(2/6)

- 事後測加控制組設計  
(Posttest-Only Control Group Design)

實驗組	R	X	O <sub>1</sub>
控制組	R		O <sub>2</sub>

隨機程序

操控

後測

- 將前測省略，以隨機化來彌補前測的效果。
- 實驗的效果為 $E=O_2-O_1$

# 真實驗設計(3/6)

- 完全隨機設計(Completely Randomized Design)
  - Ex. 經理想知道產品價格與競爭對手產品價格的理想價差是多少。假設有三種價差：5、10、15元，測試的單位是18家店，可分為三組，每組隨機分派6家店，分別採取5、10、15元的價差，在一段時間後評估利潤。
  - 隨機程序用以保證三組的同質性很高。

價差5元	R	$O_1$	$X_1$	$O_2$
價差10元	R	$O_3$	$X_2$	$O_4$
價差15元	R	$O_5$	$X_3$	$O_6$

實驗前利潤

實驗後利潤

# 真實驗設計(4/6)

- 隨機化區間設計(Randomized Block Design)

- 當存在一個主要外生變數時，可採用此設計。
- 採用區間(block)設計的理由：
  - 樣本太小，無法做到完全隨機
  - 要確定獨立變數是否為造成差異的主要來源

價格差異 (active factor)	家庭收入(Blocking factor)		
	高	中	低
5元	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
10元	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>
15元	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>

- 主要效果(main effects)：操控變數(價差)單獨的影響
- 互動效果(interaction effects)：操控變數(價差)與外生變數(家庭收入)交互影響的結果。

# 真實驗設計(5/6)

- 拉丁方格設計(Latin Square Design)

- 當有兩個主要外生變數對研究結果產生影響時，可採用此設計。
- 承上例，考慮商店大小、家庭收入的影響。價差仍區分為三個層級(5、10、15元)，隨機分配到九個組合中。
  - \* 任何一行或一列上，每個處理層級只能出現一次。

商店大小	家庭收入(Blocking factor)		
	高	中	低
大	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
中	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>
小	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>

(X<sub>1</sub>: 5元；X<sub>2</sub>: 10元；X<sub>3</sub>: 15元)

- 拉丁方格必須假設處理因素與區間因素之間沒有交互作用產生，它無法處理它們之間的相互關係，因為設計上並沒有兼顧到每一種可能的組合。(上例中，本應該做27種組合的實驗)
- 拉丁方格本就是較經濟的實驗設計。

# 真實驗設計(6/6)

- 因子設計(Factorial Design)

- 允許實驗者可以同時操控一個以上的變數。
- 承上例，想要多瞭解商品是否明示單價對銷售量的影響，實驗設計必須考慮兩個處理變數(價差、明示單價)

是否明示單價	價格差異		
	5元	10元	15元
是	$X_1 Y_1$	$X_1 Y_2$	$X_1 Y_3$
否	$X_2 Y_1$	$X_2 Y_2$	$X_2 Y_3$

- 上例為2X3的雙因子實驗設計。
- 受試商店必須隨機的分配到六個組合中。
- 上述的設計可以回答下列問題：
  - 價格差異對銷售量是否有顯著差異？
  - 明示單價對銷售量是否有顯著差異？
  - 價格差異與明示單價的交互作用對銷售量是否有顯著差異？

# 現場實驗(1/3)

- 有些變數可以控制，但卻無法進行隨機分派  
→現場實驗(類實驗設計、准實驗設計、半實驗設計)
- 不相等控制組設計  
(Nonequivalent Control Group Design)

實驗組	$O_1$	X	$O_2$
控制組	$O_3$		$O_4$
	前測	操控	後測

- 受限於現場情境，實驗組與控制組並沒有經過隨機分派。
- 比較兩個前測( $O_1$ - $O_3$ )的差異，可以知道實驗組與控制組是否相等，假設有顯著差異，實驗的內部效度不佳。



# 現場實驗(2/3)

- 不同樣本前後測設計  
(Separate Sample Pretest-Posttest Design)
  - 當實驗者不知何時能對誰進行實驗處理時，可採用此設計。

R	O <sub>1</sub>	(X)	
R		X	O <sub>2</sub>

- E.g. 公司想設計一項宣導活動來改變員工對節省能源的態度，它可以由員工中隨機選取兩組，一組在活動前進行訪談，另外一組在宣導活動結束後才進行訪談。
- (X)表示與實驗無關的變數，意指實驗者無法對此加以控制。
- 分組差異可能發生，但可利用重複實驗來克服。
- 此設計，外部效度比真實實驗設計佳，內部效度則較差。

# 現場實驗(3/3)

- 時間序列設計(Group Time Series Design)

- 在實驗處理的前後都能重複的測量，然後依照實驗前後的變動趨勢來測量實驗處理的效果。

R      O<sub>1</sub> O<sub>2</sub> O<sub>3</sub> O<sub>4</sub> X O<sub>5</sub> O<sub>6</sub> O<sub>7</sub> O<sub>8</sub>

- 時間序列設計在自然的環境下做規則性記錄，較不會引起受測者反應時使用。
- 易受外生變數的影響，記錄的過程必須盡可能記錄外生變數的影響，而後得以進行調整。