



實驗設計淺談

羅夢娜

國立中山大學應用數學系

94年2月



Fisher, Sir Ronald Aylmer

Fisher, R. A. (1890-1962)

及實驗設計

英國劍橋大學畢業，主修物理。

因為讀了K. Pearson 所著之

「數學對進化論的貢獻」

而注意到數學對生物學之影響



R.A. Fisher

- Fisher 從1919至1933年在英國賀福雪郡的賀平登 (Harpenden, Hertfordshire) 一農業研究所 羅森斯得實驗工作站 (Rothamsted Experimental Station)
- 從那些正在進行的田野試驗中獲得的資料，使他意識到自己安排的實驗不適當，在那段期間中發展出許多在農場上田間試驗的實驗設計



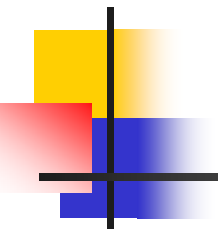
R.A. Fisher

- 他並導引實驗設計科學的發展，同時引入變異數的分析，來比較不同因子對實驗結果的影響。
- 他最有名的一本書「Statistical Methods for Research Workers」一書從 1925年出版到現在，已經出第14版了。



Fisher 對實驗設計的看法

- 在比較不同處理(treatments) 的效果時，實驗應能對受驗者所產生的反應值(responses)的變異情形，提供有意義的估計

- 
-
- 隨機化
 - 區集
 - 複因子實驗



隨機化

- 隨機選擇實驗用的區 (plot) ,
即實驗單位 (unit)
- 隨機指定哪些區應該接受哪些處理
(treatments) , 以及實驗進行的次序
(order)



隨機化像是一種保險

Randomization is insurance against two sorts of bias

- 1. An unrandomized experiment may give biased parameter estimates,
- 2. A biased estimate of the error variance



有意義的實驗？

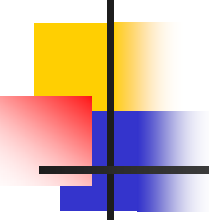
- The experimenter may then carry out entirely meaningless tests of significance and he may compute “confidence intervals” which are wrongly centered and of incorrect width
- Daniel: Application of statistics to industrial experimentation



隨機化的限制(Limitations of Randomization)

一個不需要隨機化(Randomization)而有許多重複實驗值之成功例子。

- Example: 19th century Michelson's measurements of the velocity of light (光速之測量)
- 數年內取了數百個數據，雖然後來的學者仍不十分滿意，但他求出在空氣中光速之估計值，還算不錯。

- 
-
- 1. Walter Shewart
 - The set of several hundred measurements were in as good a state of statistical control as any set he had seen.

- 
-
- 此處 Shewart 所謂之
“a state of statistical control”

- 即這些陸續取得的數據顯然是只受到一些互相獨立，且來自隨機變數具共同分佈且其期望值為0，及變異數為常數。



名詞演進

- 處理 (treatment)
- 區 (plot)
- 產量 (yield)
- 隨機化 (randomization)
- 區集 (block)



區集 (Blocking)

- 因此我們可將會有影響的因素，分為 可控制的 與 不可控制的兩類。
- 盡量將 可控制的因素，變成區集 (Blocks)，以使實驗單位盡量一致，否則盡量使其隨機化 (Randomization)



隨機化及區集

- 應利用隨機化(randomization)方式進行實驗，以便得到有關變異性的估計
- 應利用區集法(blocking)來消除已知存在的外來變異的影響



區集設計中之效應

- 在區集設計中，我們期待兩種效應
 1. 來自處理 (treatments) 的效應，
這是我們對實驗最有興趣的部份
 2. 來自於區集 (blocks) 的效應，
而它對實驗的變異之貢獻，
是我們希望消除的。

Box, Hunter and Hunter –p. 209



複因子實驗

- 建立複因子實驗

(factorial experiments)

如此我們可在一單獨而複雜的實驗中，同時檢驗不同因子的效應，而不需對每一因子分別作實驗，且可觀察到因子間可能產生的干擾效果

實驗設計

Experimental designs

- 完全隨機化設計
(complete randomized design)
- 隨機化區集設計
(randomized complete block design)
- 複因子實驗設計
(factorial design)



沙克疫苗實驗

- ◆ 1916年，美國首次發現急性骨髓灰白質炎(poliomyelitis)的傳染病。在之後的40年中，數以千計的病人因受到感染而死亡，或身體部份變痲痺，其中受害者以兒童居多，故又稱為小兒麻痺症(polio)



沙克疫苗實驗

- 1950年代，沙克（J. Salk）所發現的疫苗在實驗室中已證明有效
- 需要臨床試驗結果來證實確能使兒童產生抗體
- 美國公共衛生署組織了一歷史上規模最大的醫學實驗



美國小兒麻痺基金會(NFIP)

- 1954年的實驗，根據美國小兒麻痺基金會的建議進行
- 所有獲得家長同意的小學二年級學童，即注射疫苗，當處理組
- 一、三年級學童，不注射疫苗，當作控制組



二重隱瞞隨機化控制設計(DBRC)

- 二重隱瞞隨機化控制設計(doubly blind randomized control experiment , DBRC)
- 控制組的學童必須從與處理組相同的群體中選出，此群體極為獲得家長同意的學童
- 採用隨機化過程決定屬於那一組
- 控制組兒童須注射看來像疫苗的一種鹽水安慰劑
- 兒童與檢查診斷者都不知道是否注射了疫苗

結果比較

■ 1954年美國沙克疫苗之實驗結果

■ DBRC 實驗

	人數	得病率
■ 處理組	200,000	28
■ 控制組	200,000	71
■ 父母不同意	35,000	46

NFIP實驗

	人數	得病率
■ 處理組 (二年級)	225,000	25
■ 控制組 (一、三年級)	225,000	54
■ 父母不同意 (二年級)	125,000	44



胃凍結法

- 1958 年 Dr. Wangensteen 發明了一種新的治療胃潰瘍方法，稱為「胃凍結法」
- 病人被麻醉後，在他的胃中放入一氣球，然後將冷媒(coolant)由氣球注入，將胃凍結將近一小時。這樣可以暫時停止消化過程，而使潰瘍開始慢慢痊癒。



胃凍結法

- Dr. Wangensteen 用此法治療了24位病人
- 所有病人都覺得病治好了
- 有段時間他的方法大受歡迎，因為傳統治療方法要動大手術，他的方法似乎容易得多
- 仍有許多醫生表示懷疑
- 原因？



胃凍結法

- 沒有控制組
- 1963年 由Dr. Ruffin 安排了一個二重隱瞞隨機化控制設計(DBRC)，來評估胃凍結法。
- 這個實驗安排在5個不同醫院進行
- 用隨機方式指定82位病人接受處理，另外78位病人列為控制組
- 處理組的病人，接受真正的胃凍結法治療
- 控制組的病人接受假的胃凍結法治療



實驗評估

- 即過程相同，不過在氣球內作了分流器，使冷媒還未凍結胃前就回流了
- 事後評估工作進行了兩年，由一些不知道病人是否接受了真正的胃凍結治療的醫生來診斷



實驗結果

- 前六星期：病情有改善或沒有繼續發作
- 處理組：47% 控制組：39%
- 24個月後 再度復發且變得更嚴重
- 處理組：45% 控制組：39%
- 之前會覺得有改善的原因為何？



- 合理的解釋可能是

- 心理作用！



抽樣與實驗

- 抽樣與實驗都是設法蒐集數據的方式，如何正確的蒐集數據，是一切客觀研究的基礎
- 瞭解正確蒐集數據的方法，以及蒐集到數據後該如何分析與解讀，都是從事高品質研究的重要依據



參考文獻

- Moore D.S. (2000)
Statistics: Concepts and Controversies
5th Ed. W.H. Freeman and Company, N.Y.
- 羅夢娜（民76年）實驗設計淺談，科學月刊第十八卷第五期，334-337。
- 羅夢娜（民76年）百農嘗一草——
實驗設計的應用，科學月刊第十八卷第五期，
338-340。