

科目：心理學實驗法及腦功能研究法(4002) 校系所組：中央大學認知與神經科學研究所
陽明大學神經科學研究所(認知神經科學組)

一、統計(共55分)

1. 機率理論(共10分)

假設你丟一個不公平的銅板(unfair coin) 10次。這個銅板有80%的機率出現人頭。

- (1) 最有可能(most likely)出現人頭的次數為幾次(4分)?
- (2) 計算出現5次人頭的機率(6分)

2. Categorical data analysis(共10分)

一個實驗者根據某人格量表將60位受試者分為三組：追求風險組(risk seeking)、風險趨避組(risk averse)、風險中立組(risk neutral)。每組各20人。實驗者問受試者以下的問題：如果你有一個投資機會，有50%機率會獲利1000萬，但也有50%機率會損失200萬，請問你是否會參與這項投資機會？實驗結果顯示，在risk seeking組有14人選擇參與投資，在risk neutral組有8人選擇參與投資，在risk averse組有4人選擇參與投資。

- (1) 實驗者感興趣的是不一樣的人格類型組在投資行為上是否有顯著不同。請說明合適的statistical test並簡短敘述選擇該test的原因(6分)
- (2) 根據上題所選之test，計算相關的test statistic(4分)

3. Hypothesis testing(共20分)

假設某研究者對兩個獨立(independent)的populations的平均值(mean)是否有顯著差異感興趣。我們稱一個population為population A，其mean為 μ_A ，另一個population為population B，其mean為 μ_B 。

- (1) 根據此研究者所感興趣的問題，請寫下關於該問題的null hypothesis(5分)
- (2) 假設從A(其population variance為100)中隨機選取了10個sample，從B(其population variance為60)中隨機選取了10個sample。請問sampling distribution of the difference between A and B的variance為何(5分)? 簡單解釋進行該計算的理由(5分)。
- (3) 假設sampling distribution of the difference的mean為8。計算其t statistic(3分)及其degree of freedom(2分)。

4. Power of a test(共15分)

(1) (5分) 請問power如何定義?

- A. 為正確拒絕(correctly reject) null hypothesis 當 null hypothesis 為 false 的機率
- B. 為接受 null hypothesis 當 null hypothesis 為 true 的機率
- C. 為 null distribution 的 mean 和 distribution for the alternative hypothesis 的 mean 的差異
- D. 為 null distribution 的 mean 和 distribution for the alternative hypothesis 的 standard deviation 的差異

科目：心理學實驗法及腦功能研究法(4002) 校系所組：中央大學認知與神經科學研究所陽明大學神經科學研究所（認知神經科學組）

參考用

(2) 假設 distribution for the alternative hypothesis (H_1) 的 mean 為 105, distribution for null hypothesis (H_0) 的 mean 為 100, 其 distribution 的 standard deviation 為 20。請計算 effect size (5分)

(3) 在 one-sample t test 的情境下，你要比較兩個 power 值，一為 0.45 另一為 0.9 所需的樣本數 (sample size) 差異。同時，你設 α 值 (type I error rate) 為 0.05。若達成 power = 0.45 所需的 sample size 為 100，則達成 power = 0.9 所需的 sample size 為何 (5分)？

二、研究方法 (Research methodology) (共20分)

你是一個一年級的研究生，對於認知神經科學的研究有極高的興趣。在和你的指導教授討論後，你們決定要研究人的決策行為如何因他人的存在而受到影響。更具體來說，你們對兩個問題有興趣。第一，你們想要了解個人買股票的決定是否、以及如何受到他人買股票與否決定的影響。第二，你們想要探究、並進一步比較獨自作選擇和評估時被告知他人選擇兩種情境下，背後神經生理機制的異同。

1. 描述你所會設計的測驗 (task) 的內容，並說明設計之原因，以及其可以回答的問題 (10分)。
2. 描述你針對此研究議題所會設計的 fMRI 實驗的 paradigm。比如說，你會用 event-related design 或 block design? 解釋選擇某個 paradigm 的原因 (10分)

三、fMRI 方法 (共25分)

1. (5分) 在 standard fMRI 統計分析中，我們稱大腦的基本單位為 voxel。一般的統計分析方式是針對每一個 voxel 進行獨立的統計檢定。我們稱此類檢定方式為

- A. Independent component analysis
- B. Multivariate analysis
- C. Univariate analysis
- D. Multiple regression analysis

2. (5分) 若 y 為時間序列的資料 (time-series data), x_1 為第一個有興趣的變項 (variable of interest), x_2 另一個 variable of interest。寫下相關的 General Linear Model。

3. (5分) 假設針對 x_2 統計分析的結果，有一個 voxel A, 其 z statistic 為 2.8, p-value < 0.005 (one-tailed test)。依此結果，你可以進行何種推論？

- A. 當 null distribution 的 mean 為 0 時，得到此 z statistic 的機率小於 0.005
- B. 當 null distribution 的 mean 為 0 時，得到此 z statistic 的機率小於 0.0025

科目：心理學實驗法及腦功能研究法(4002) 校系所組：中央大學認知與神經科學研究所
陽明大學神經科學研究所（認知神經科學組）

- C. 當 null distribution 的 mean 為 1 時，得到此 z statistic 的機率小於 0.005
D. 以上皆非

4. (5分) 假使一個 brain 有 10,000 個 voxel。如果你分別針對每一個 voxel 進行統計分析，若將 p-value 設為 0.005，則在 null distribution 為真且其 mean 為 0 的情況下，預期上會達到顯著的 voxel 數（即 false positive 的 voxel 數）為何？

5. (5分) 承接上一題，當每個 voxel 進行一個 test，亦即 10,000 個 voxel 有 10,000 個 test，若每個 test 的 p-value 即便設在 0.005，我們仍會有相當數量的 voxel 為 false positive。在統計上，我們通常稱此類問題為

- A. Type I error problem
B. Type II error problem
C. Bonferroni inequality problem
D. Multiple comparison problem