

空間記憶測驗-前測

指導教授:楊政達 人員:李哲維、張敏璇、馮書軒、蔡旨軒、林賀軒

研究摘要與背景

本研究是楊政達教授的心智科學實驗室中為期2年的計畫，研究目的在於透過虛擬實境(VR)進行空間認知的訓練，訓練內容包含四種空間認知能力: 產生、保留、搜索與轉換，訓練對象將是國小五年級。

由於市面上尚未有以教育與認知訓練為導向的VR空間認知訓練產品，本研究參考教育部課綱，設計並以科學實驗方法驗證遊戲內容，以期利用驗證過具結構化的遊戲內容增進玩家的空間認知能力與興趣。

這學期，本計畫團隊著手於空間記憶遊戲的VR化實作以及題庫模型的建立，然而由於疫情加劇，原定與國小學生進行的空間記憶評鑑和訓練因而中止。

實驗設計概念

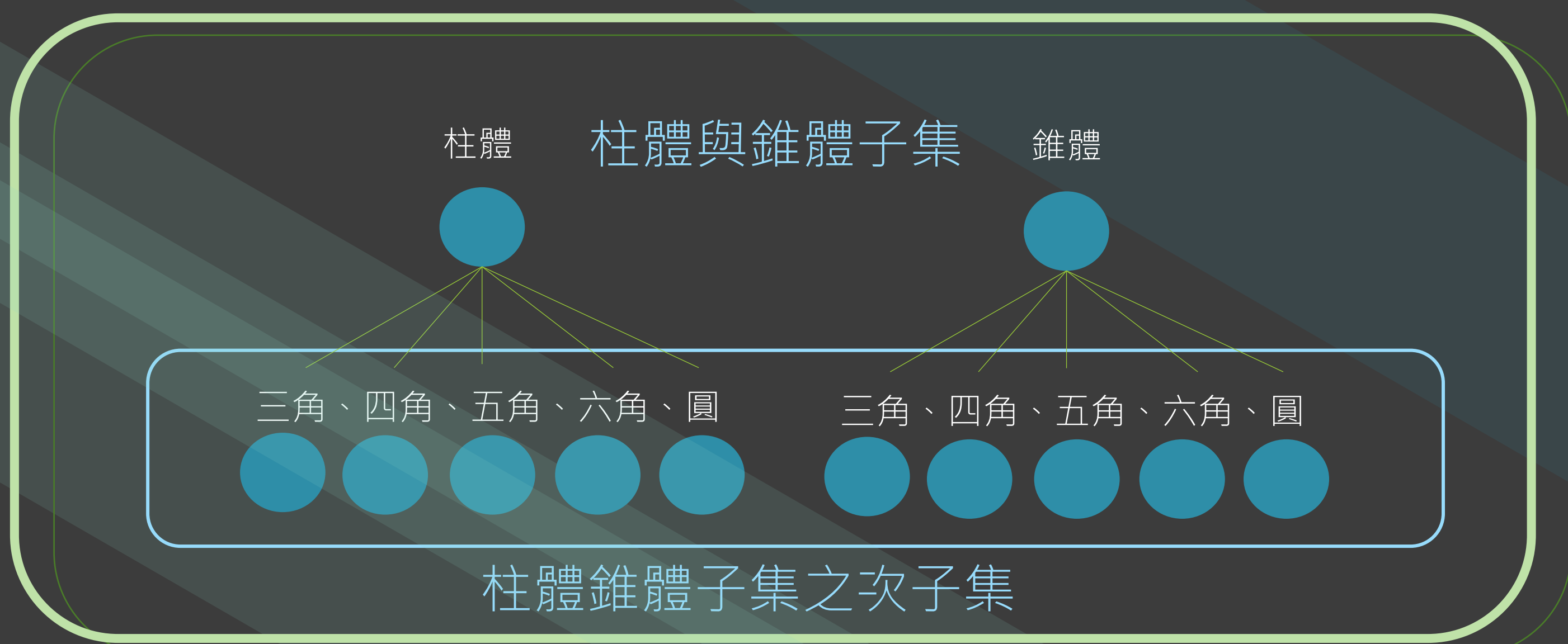
實驗目的:

前測目的在於將空間記憶題型的難度分數個等級，此一結果將用於日後於國小五年級小學生之虛擬實境空間記憶評鑑與訓練，以期透過VR讓小學生在玩遊戲的過程中提高空間認知能力。

題目設計:

遊戲的題目設計參考教育部課綱(民國108)中數學幾何與立體圖形的課程安排，題目中所出現的圖形類別包含: 三角柱體、四角柱體、五角柱體、六角柱體、圓柱、三角錐體、四角錐體、五角錐體、六角錐體、圓錐，共十種類別，皆為國小五年級之數理課程或生活中常見之立體圖形類別。各類別之下，會依照其邊角關係再細分十種立體圖形，所以圖庫將有100種不同的立體圖形。

以四角錐之類別為例，此類別下將會有底面為正方形、長方形、菱形、梯形、平行四邊形.....等，邊角與立體高度不一的十種立體圖形。



變項:

數量:

記憶圖數量為一到七，研究假設數量越多難度越高。

記憶圖間之相似度:

根據Po-Han Lin 與 Steven J. Luck (2009)的研究，物體相似度不僅不會干擾視覺的工作記憶，反而會提升記憶的穩定性。

因此實驗假設當記憶圖形間的相似程度越高，空間記憶之表現會越好，難易度越容易。本實驗所訂定的相似度為記憶圖之間的類別相近性。換言之，當記憶圖之間的類別越集中，相似度越高，反之當類別越多，相似度越低。

柱體與錐體大類相似度:

根據上述圖2分類，記憶圖形中出現的柱體與錐體兩大類數量之乘積，共有一到十個等級，等級越大代表記憶圖形的類別越集中，相似度越高。

次類別相似度:

在記憶圖形中出現圖形的次類別數量，分別為一到七。數值越小代表整體而言記憶圖形的相似度越高。

題目原型:

題目的種類依照前述三種變項，「數量」與「記憶圖間之相似度」。由於試題的排列組合總數龐大，因此我們決定先以類別作為單位，進行題目原型的施測。

記憶圖數量	錐體子集數	柱體子集數	柱體的次子集數	錐體的次子集數
1	1	0	1	0
	0	1	0	1
	2	0	1	0
2	2	0	2	0
	1	1	1	1
	0	2	0	1
	0	2	0	2
3	3	0	3	0
.
.
7	0	7	0	2
	0	7	0	1

研究方法

研究與開發工具:

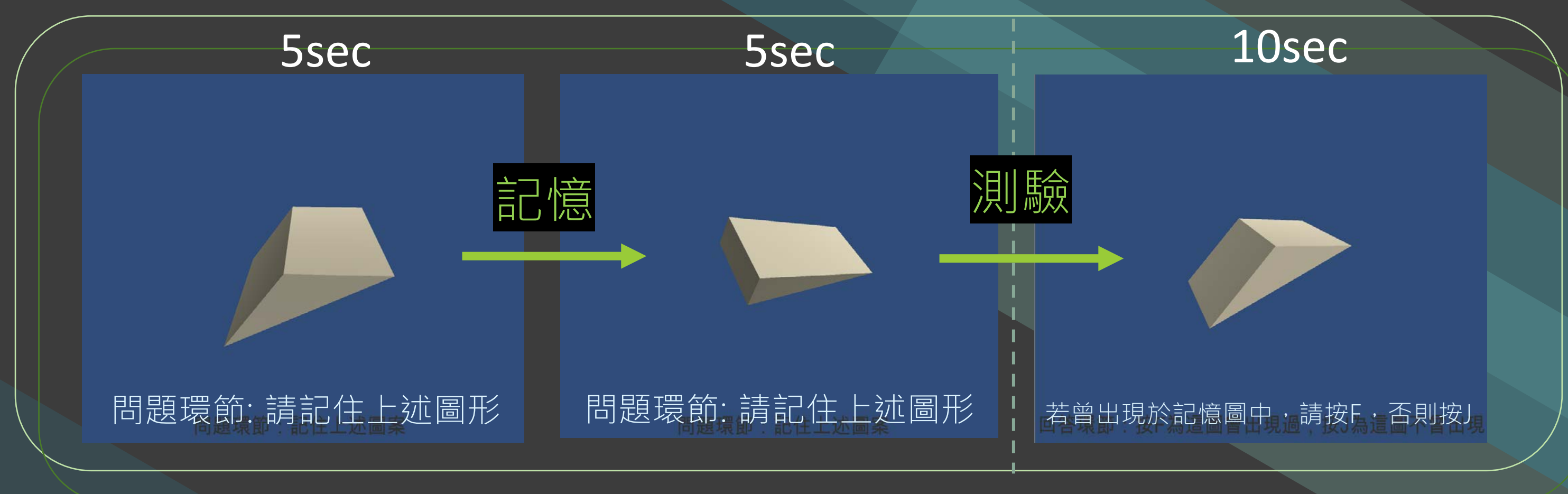
本研究透過教育部課綱針對國小五六年級生之數學程度規劃出各圖形種類參數，依所設之參數使用Blender建模工具生成立體圖形，並使用Unity開發遊戲。

前測:

實驗招募20名年齡19~24歲之大學生受試者進行測驗，實驗地點於心智科學實驗室，以桌上型電腦與軌跡式滑鼠進行；每個人執行題目共236題，總時數約3小時。

本研究透過實驗所紀錄之反應時間與正確率進行群聚分析(cluster analysis)中的K-means進行分群。

測驗流程圖示:



結果與討論

前測分析結果:

前測資料分析以R語言實作k-平均演算法(k-means clustering)進行聚類分析(clustering)，結果如右圖。圖中每一個點代表我們設計的一種題目類別，透過反應時間與正確率，我們可以將這些題目分成十個難度，圖中越靠近右下方者為正確率較高且反應時間較短，是難易度較簡單的題目群(紫色群，群9)，靠近左上者為正確率較低且反應時間較長，是難易度較困難的題目群(紅色圈，群1)。

更進一步的，本研究根據上述之分群結果進行難度與各變項之間的ANOVA分析，分析結果發現難度與數量($p=0.014$)及難度與大類相似度($p=0.017$)呈顯著，符合預期假設，而次類別相似度則不成顯著($p=0.175$)。

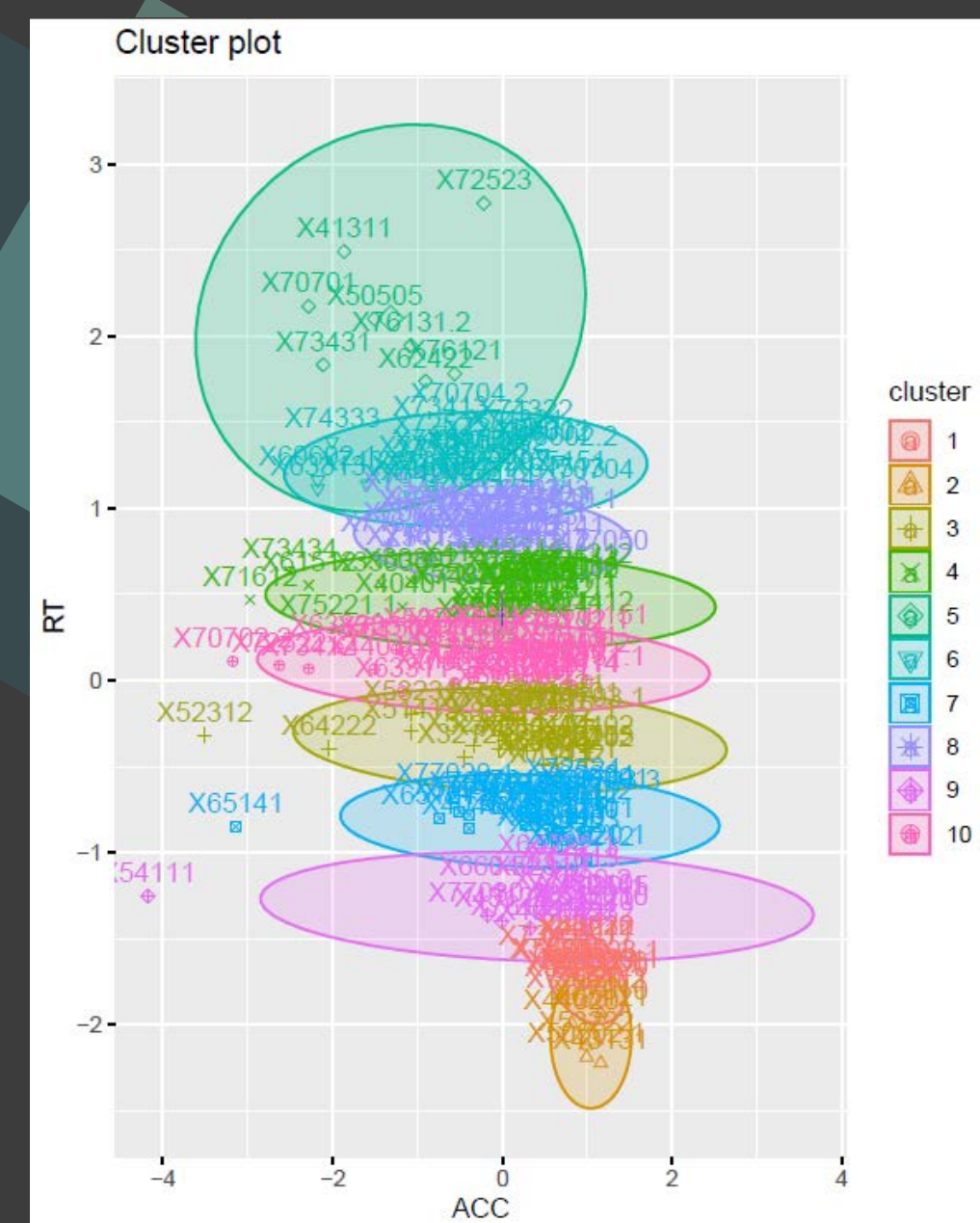


圖 k-means cluster analysis

討論:

實驗一開始對於相似度的操弄似乎太詳細，使得各變項之分析樣本數被壓縮，且資料結果之階層差距太小。往後在執行類似的變項操弄上，也許可以選擇具有代表性的操弄方式簡化實驗的設計以及分析的過程。

計畫擬於前測後邀請國小五年級學生參與虛擬實境空間記憶評鑑與訓練，以探討本次的遊戲設計是否達到增進學生之空間記憶能力之成效。然而，新冠肺炎疫情於五月中開始惡化，迫使本計畫延宕，因此目前本計畫正著手於進行另外三種遊戲之設計與開發，以期在疫情結束後能順利回到軌道。



圖 遊戲情境

參考文獻

Po-Han Lin & Steven J. Luck (2009) The influence of similarity on visual working memory representations, Visual Cognition, 17:3, 356-372, DOI: 10.1080/13506280701766313
周瑜, 刘俊涛, 白翔. 形状匹配方法研究与展望. 自动化学报, 2012, 38(6): 889-910 DOI 10.3724/SP.J.1004.2012.00889
教育部，民國108，十二年國民基本教育課程綱要。

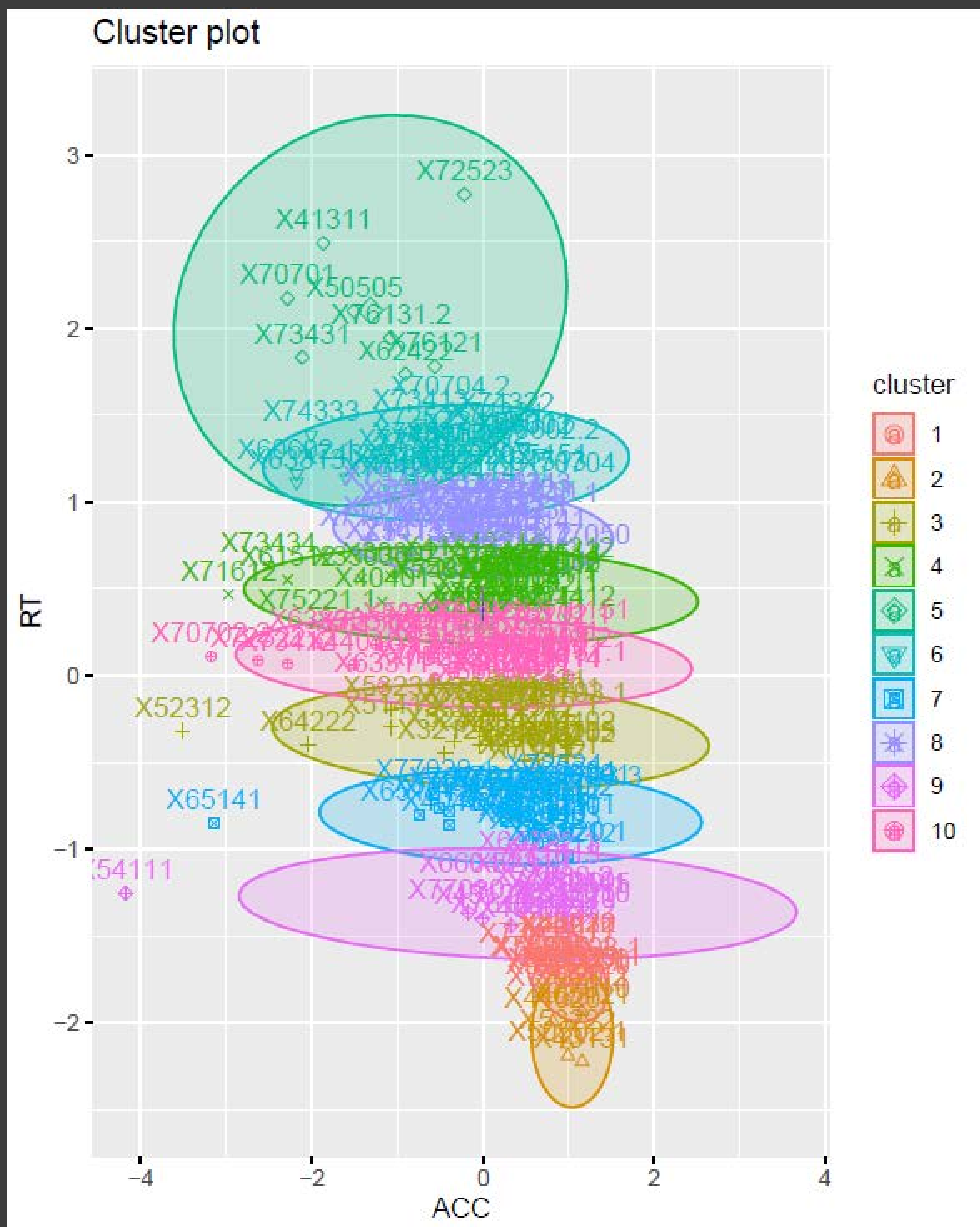
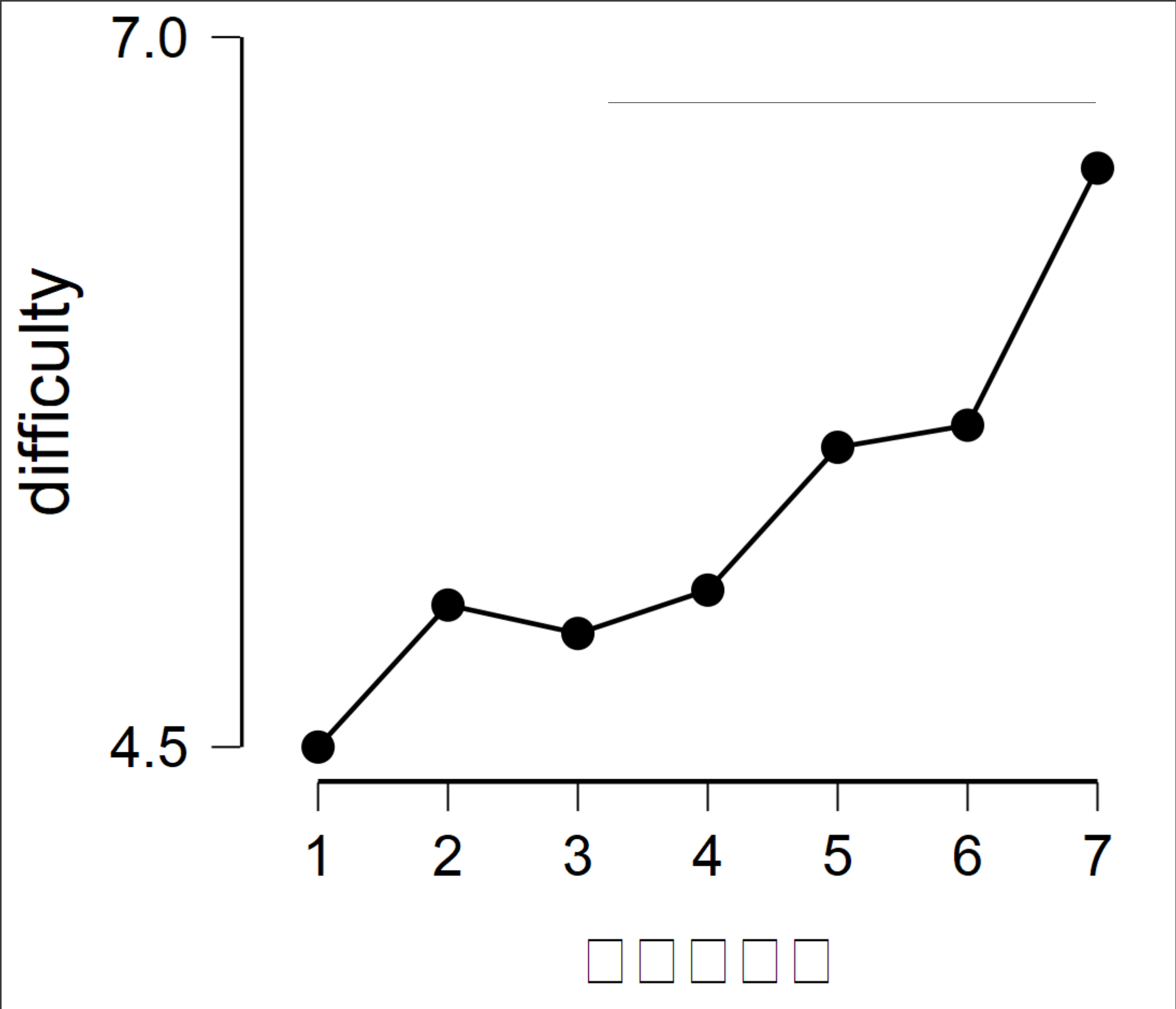


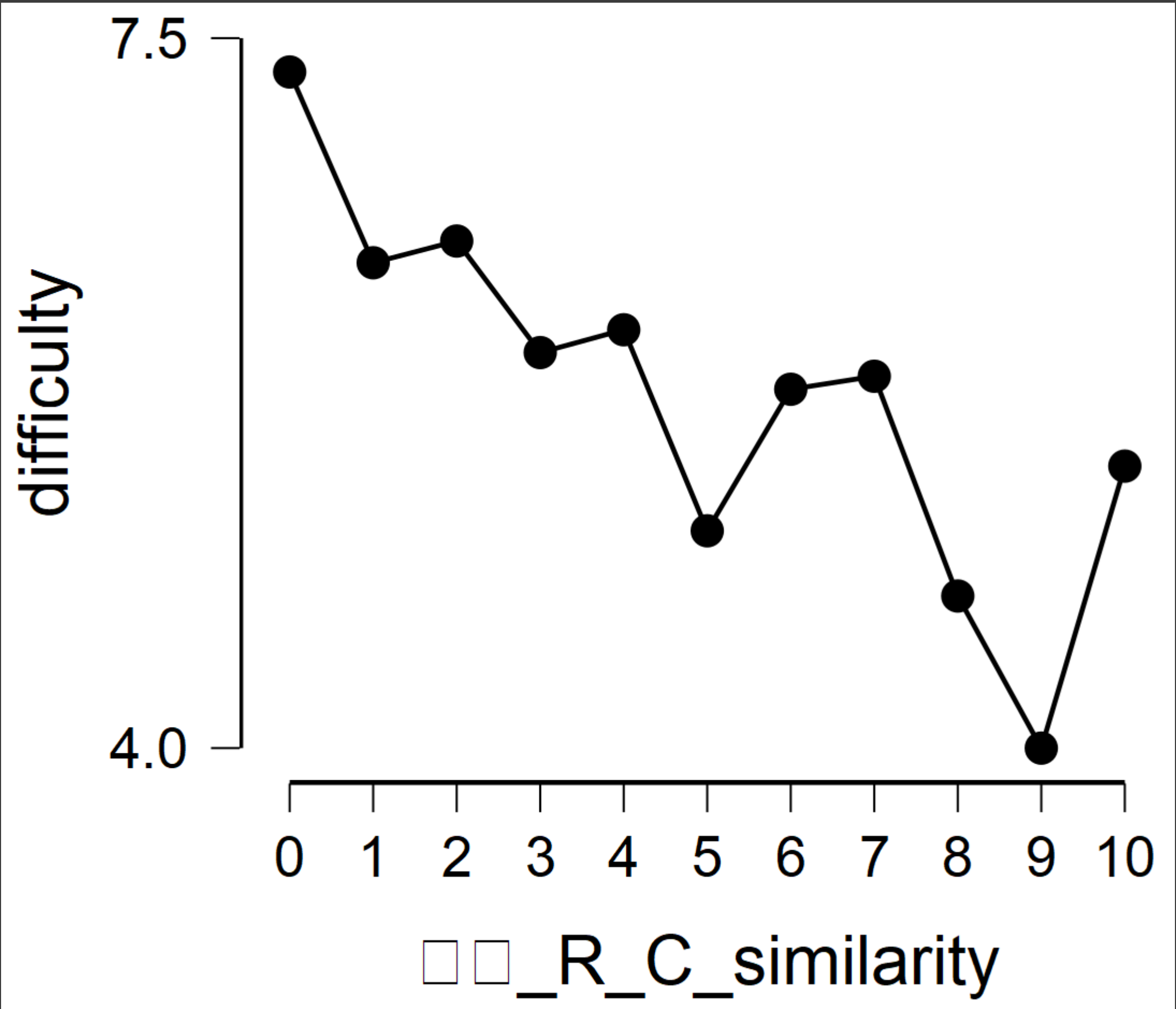
圖 k-平均演算法(k-means clustering)

數量X難度:



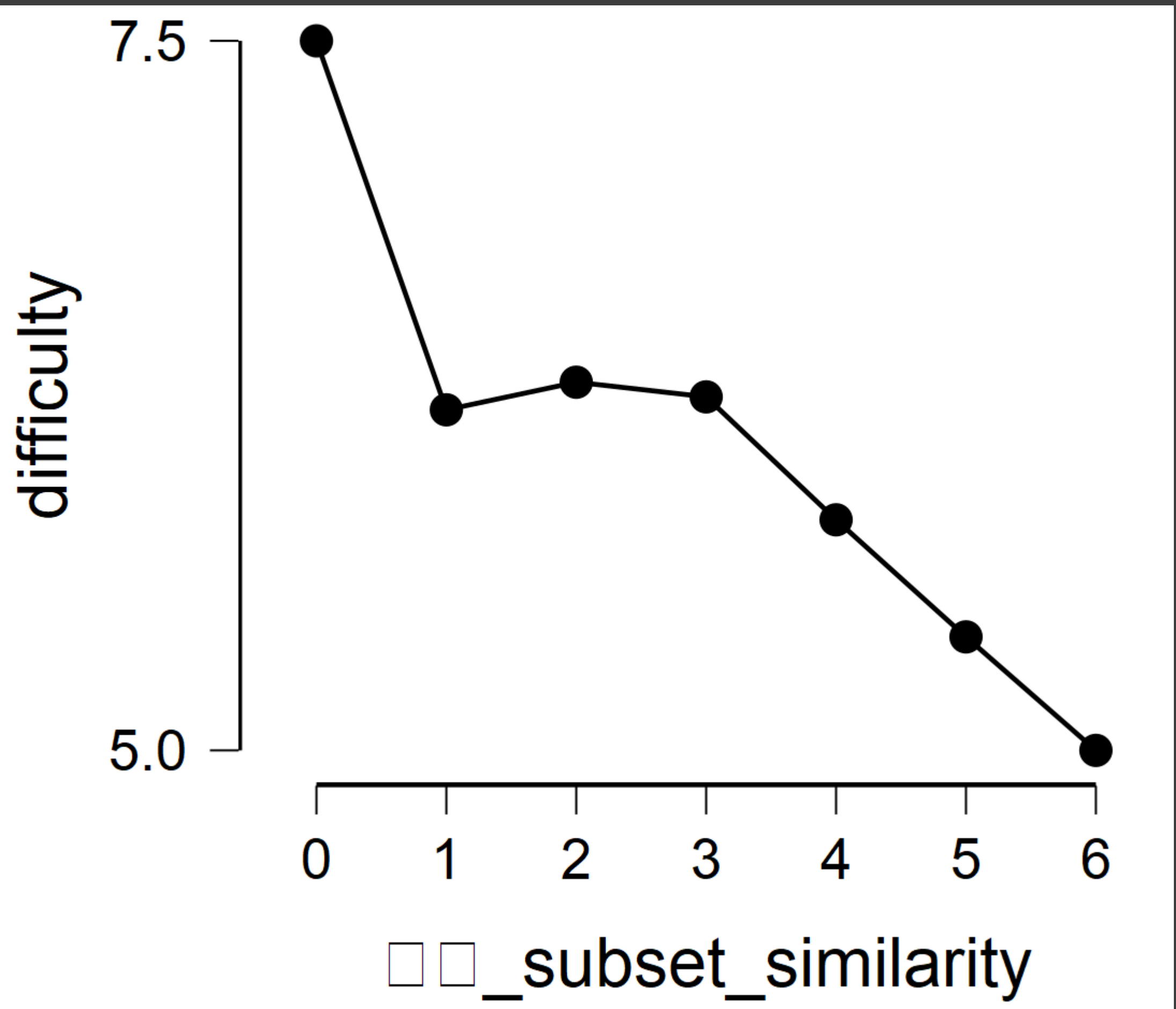
ANOVA - difficulty						
Cases		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
記憶圖數量		82.455	6.000	13.742	2.720	0.014
Residual		1157.016	229.000	5.052		
Note. Type III Sum of Squares						

柱體與錐體大類相似度X難度



ANOVA - difficulty						
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	
大類相似度	111.468	10.000	11.147	2.223	0.017	
Residual	1128.002	225.000	5.013			
Note. Type III Sum of Squares						

次類相似度X難度:



ANOVA - difficulty						
Cases	Sum of Squares		df	Mean Square	F	p
次類_similarity	47.229		6.000	7.872	1.512	0.175
Residual	1192.241		229.000	5.206		
Note. Type III Sum of Squares						

總結:

- 難度與數量之間的關係在統計上有顯著差異 →數量越多越困難
- 難度與大類相似度之間的關係在統計上有顯著差異→越相似越簡單
- 難度與次類相似度之間的關係在統計上沒有顯著差異

往後的題目設計架構:

難度	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
數量	1 2 2 3 3 4 5 5 6 7
相似度	高-----低