

國立政治大學心理學研究所

碩士學位論文

指導教授：楊立行 博士



分類學習上的類別變異效果

Category-Variability Effect On Category Learning



研究生：吳岳勳 撰

中華民國一百零二年一月

論文考試委員簽名單
國立政治大學心理系碩士班

吳岳勳君所撰之碩士學位論文

分類學習上的類別變異效果

業經本委員會審議通過

論文考試委員會委員 鄭中平

楊文行

指導教授 楊文行

系主任 許文雄

口試日期：中華民國 101 年 6 月 18 日

誌謝

在台灣，每年約有近六萬名的碩士生，也就是說這本論文是六萬本論文中不那麼特別的一本，但這卻是我初對科學研究好奇的結晶，在完成這本論文的過程中有很多迷失在沒有明確指向的渾沌中，也有很多個辛勤努力的夜晚，更有許多一直以來支持我、幫助我的人。

首先，感謝我的指導教授，在這兩年的碩士生涯中，亦師亦友的帶著我逐步完成論文，也從不為我的思考設限，總是願意讓我大膽嘗試，讓我自己了解探詢未知的知識的過程，也總是在重要的時刻提醒我，可惜的是我並非一個極有天賦的學生，一路走來，謝謝老師的包容與耐心。

還有我最重要的父母，二十四年來持續的辛苦付出，讓我無須擔心經濟困頓，一直是最安心的後盾，在碩士班生活結束的這一刻起，希望你們能將好的留給自己，不再為我擔心。

也感謝幫助我完成這個碩士研究的兩位口委，鄭中平老師和胡中凡老師，兩個老師在兩次的口試中都提供了很多具體的建議，讓我能讓這個研究趨於完整，謝謝兩位老師的用心。

感謝最多的是在我碩士班生活中陪伴我最多時間的同儕，軒宇、家源、春風、俊彥、小孟、毓文、小豪、JUJU 和怡岑，一直以來謝謝你們的照顧和包容，謝謝你們總是領著我前進，在你們的身上我學會了很多，每個人的身上都有我學不盡的優點，短短兩年多的緣分，卻是印象最深的一段回憶，我會永遠記得那些無數個以實驗室為家的夜晚，還有無數個歡笑的時刻，希望每個你們都能達成心中的夢想，走上自己不後悔的路。

最後，我要謝謝走到現在仍未放棄的自己，因為堅持，在很多個眼睛酸澀而失焦的凌晨，還能繼續完成進度，即便委屈，也要繼續走下去，希望在未來追求夢想的過程中，時時刻刻記得過去的自己，把過去的努力作為動力，繼續前進，

即使走入了人生的困境，也要想著，一切都會沒事的，讓時間和夢想領著自己繼續前進，只要心裡還有夢想，腳下走的就會是通往夢想的路。

謹以此誌謝短短的篇幅謝謝那些重要的人們，也謝謝每個未被我提起卻深深記在心裡的你們，因為生命的困頓所以我知道自己是受了多大的恩惠才能一路安穩至今，謝謝。



目錄

表目錄.....	6
圖目錄.....	7
中文摘要.....	1
英文摘要.....	2
分類學習上的類別變異效果.....	3
相似性為基礎的理論與規則為基礎的理論.....	4
類別變異在目標刺激分類判斷上扮演的腳色.....	14
不同分類策略的運用.....	19
實驗一.....	23
實驗參與者.....	23
刺激材料.....	23
實驗程序.....	24
實驗結果.....	25
討論.....	27
實驗二.....	29
實驗參與者.....	29
刺激材料.....	29
實驗程序.....	30
實驗結果.....	31
討論.....	33
實驗三.....	37
實驗參與者.....	37
刺激材料.....	37
實驗程序.....	37

分析方式	38
實驗結果	38
討論	38
實驗四	43
實驗參與者	43
刺激材料	43
實驗程序	44
實驗結果	45
討論	47
實驗五	49
實驗參與者	49
刺激材料	49
實驗程序	50
實驗結果	50
討論	51
綜合討論	54
刺激材料的選用	54
不同類別變異的設定	55
不同實驗派典下的情境線索與不同分類策略	59
相似性理論的改進	60
未來研究方向	63
結論	64
參考文獻	66
附錄一 實驗一提供類別變異線索指導語	70
附錄二 實驗一未提供類別變異線索指導語	71

附錄三 實驗二與實驗四之指導語	72
附錄四 實驗三指導語	73
附錄五 實驗五指導語	74
附錄六 實驗二與實驗四問卷式回憶測驗問卷	75
附錄七 實驗五問卷式回憶測驗問卷	75
附錄八 所有實驗測試階段分析	76



表目錄

表 1	實驗一兩組將目標刺激分類至高變異類別之平均機率	26
表 2	實驗二三組將目標刺激分類至高變異類別之平均機率	32
表 3	實驗二問卷式回憶測驗結果	33
表 4	MDS 相似性矩陣	40
表 5	LR15 組各刺激於單維心理空間之座標值	40
表 6	實驗四各組對目標刺激分類至高變異類別平均機率	46
表 7	實驗二與實驗四各組對目標刺激分類至高變異類別平均機率	46
表 8	實驗四問卷式回憶測驗結果	47
表 9	實驗五問卷式回憶測驗結果	51
表 10	不同研究之 D index 整理表	58



圖目錄

圖 1 選擇性注意力與心理空間的關係	6
圖 2 GRT 類別界線概念示意圖	8
圖 3 類別變異效果示意圖	13
圖 4 頻率與 mel 尺度對應關係圖	16
圖 5 Stewart 和 Chater(2002)所採用的刺激材料.....	18
圖 6 實驗一刺激材料強度圖	24
圖 7 實驗一分類作業結果示意圖	26
圖 8 實驗一分類作業結果次數分配圖	27
圖 9 實驗二刺激材料強度圖	30
圖 10 實驗二分類作業結果次數分配圖	34
圖 11 預期各個刺激在單維度心理空間之位置	37
圖 12 MDS 分析各個刺激 mel 強度值與心理空間座標之關係	41
圖 13 實驗四刺激材料強度圖	44
圖 14 實驗二與實驗四各組將目標刺激分類至高變異類別平均機率之折 線圖	46
圖 15 實驗五直線刺激示意圖	49

中文摘要

在過去的分類學習研究中有個重要的問題始終無法得到確切的解答，Rips(1989)發現人們對於介在兩個不同變異類別正中間、距兩類別相等的目標刺激在分類判斷上傾向將目標刺激分類至高變異類別，即為類別變異效果，後續研究認為人們是否知覺類別變異會影響人們是否在分類判斷上偏好高變異類別的因素，本研究便以兩個層次探討知覺類別變異對於分類決策的影響，首先在實驗一利用了指導語影響受試者對於類別結構的變異知覺，結果發現是否提供類別變異線索並不會使得人們在分類判斷上偏好高變異類別，實驗二和實驗四利用了調整刺激材料的變異程度試圖以不同的變異組合影響人們對於變異程度的知覺，實驗結果顯示在加大了兩類別的變異程度後，人們更容易知覺到變異程度的不同而偏好將目標刺激分類至高變異類別，另外，本研究採用了經由 mel scale 轉換的單音聽覺刺激材料進行實驗，並在實驗三中以相似性評分實驗和 MDS 分析確認目標刺激的位置如同實驗預期，且變異程度設定與研究假設相同。最後透過視覺刺激材料也得到和聽覺刺激材料相同的結果，整個研究發現若是以調整知覺層次上類別的變異程度在兩類別變異差距較大時，人們便容易知覺類別變異差異，進而引發類別變異效果，但若類別間變異程度差異不大，即使以口語方式提供類別變異線索也無法引發類別變異效果，本研究並整理過去數個相似的研究，以展現類別變異差距的指標統整歧異的結果，發現若在變異程度差距較大時，就容易出現類別變異效果，反之則不會出現，此結果也穩定存在在不同類型刺激材料間。

關鍵字：類別變異、分類學習、聽覺分類實驗、相似性理論、規則為基礎裡倫

英文摘要

There has been an important question about the effect of category variability on category learning. The similarity-based and rule-based theory predict how the critical item laid right in the middle between low-variability and high-variability category in two contrary ways. Rips(1989) used the natural category to examine the similarity judgment and classification on the same target. Result showed that people made a total contrast decision, while the target is much similar to low-variability stimulus and classified into high-variability category. The similarity judgment followed the prediction of similarity-based theory, but the classification followed the rule-based theory. Past studies on category-variability effect hasn't generated consistent result. This study examine how category effect is caused whether the variance difference between categories could be aware. Result show both the cue of category variance is told or not didn't made people prefer the high-variability category, while the variance difference is increased can caused the category-variability effect, especially when the low-variability category is limited on a smaller variance. It show that whether people are aware of variance difference is an important factor can cause category-variability effect. In addition, it can explain the inconsistent result from past studies with different variability setting in each studies.

Keyword: category variability, category learning, auditory classification task, similarity-based theory, rule-based theory

分類學習上的類別變異效果

生活中，我們總是遇到相當多的事件與物品需要分類，一個有四隻腳的木製物品可能是個桌子，也可能是個椅子；你的朋友告訴你他昨天花了十分鐘完成某件事情，這件事情可能是洗澡也可能是吃晚餐，這樣形形色色的分類學習出現在我們生活中，但是不見得每個分類的對象皆完全相似，在兩個相似的類別中，若兩個類別的變異程度不一時，此時對於那些有點相似但又不是那麼相似的對象，我們應該如何分類？

在分類學習的研究中，相似性判斷被認為是一個重要的基礎，相似性的理論認為人們會依據欲分類的物體對於不同類別內範例的相似性或是類別內典型範例的相似性來決定如何分類，即當欲分類的物體與特定類別的相似性越高，則人們會傾向將該物體分類至該特定類別，相似性的理論在過去一些利用人造刺激的分類研究上得到很好的支持，這些人造刺激像是人臉或是幾何圖形(Estes, 1986; Nosofsky, 1986)，另外也有採用自然類別的分類學習研究支持相似性的理論(Smith & Medin, 1981)。

但是隨著分類學習研究的演進，有越來越多的研究者開始質疑相似性判斷作為分類判斷基礎的理論(Carey, 1987; Keil, 1989; Medin, 1989; Rips, 1989)，這些研究採用了不同的方式來研究分類學習，卻發現了相似形為基礎的理論無法解釋的現象，特別是在一些對於需分類的目標物體加上一些因果的資訊或是特徵的描述時，就會產生相似性理論無法解釋的現象，舉個典型例子來說，當給予與分類的目標物體這樣的描述：「一個黑色毛茸茸的生物，背上有條白色的條紋，不時還會散發無法忍受的臭味」，一般情況下，人們直覺會想到該物體可能是臭鼬類別，但若是在對該目標物體的描述上加上了「該生物是由棕熊所生」，人們就會自然而然將該生物分類至棕熊類別(Keil, 1989)，這個描述提供了一個重要的因果關係資訊，並且由何種生物所生是分類決策時必須且重要的特徵，因為對於生物來說，由何種物

種所生育決定了他的物種類別，但在相似性理論的觀點上，該目標生物在特徵的相似性上是與臭鼬較為相似的，如此一來，有些學者提出一種以規則為基礎的分類理論，這類理論認為人們在進行分類決策時，會從欲分類的目標物體上提取出重要的特性作為分類的規則，在剛才的例子該規則就是由何種物種所生，形成了「若是由棕熊所生，則該生物便是棕熊類別」的規則，然後運用該規則做出分類決策(Smith, Langston, & Nisbett, 1992)，但在不同的分類作業中，所採用的重要特徵不見得完全相同，在棕熊的例子中，若是提供了不同的特徵像是，「在基因上與棕熊相同」或是「體內與身體結構和棕熊相同」這樣的特徵，同樣會使得人們將該目標生物分類至棕熊類別。

相似性為基礎的理論與規則為基礎的理論

(一)相似性為基礎的理論

在相似性的理論中，雖都以目標物體與分類類別的相似性作為分類判斷的方式，但是在這之中仍有些許不同的觀點，其中較為有名的模型就是原型模型(prototype model)和範例模型(exemplar model)，兩個模型在理論層次上皆採相似性觀點，兩模型認為人們進行分類判斷是將目標刺激與在記憶裡已儲存的類別進行相似性的比對，而後以相似性的高低來決定分類類別，但在對於類別表徵的解釋上有些許的不同，範例模型認為人們會將過去習得的不同類別的範例刺激加上其所屬的類別標籤儲存在記憶中，新進刺激會與類別內不同的範例刺激進行相似性的比對，從而得到不同類別的相似性總和，最後以相似性總和決定目標刺激應該被分類到哪個類別(Kruschke, 1992; Medin & Schaffer, 1978; Nosofsky, 1986)；而典型模型則認為人們儲存在各個類別空間內的是各個不同的範例刺激所平均得到的原型，新進刺激的相似性計算將不是針對每個存在類別內的範例刺激，而是對原型刺激進行相似性計算，而後得到不同類別的相似性，進而決定新進刺激應該分類至目標類別(Posner, Boies, Eichelman, & Taylor, 1969; Reed, 1972)。

在以相似性概念為基礎的理論所發展出的數學模型中最具代表性的便是一般

脈絡模型(General Context Model, 簡稱 GCM)(Medin, Goldstone, & Gentner, 1993; Nosofsky, 1986), 以下簡單介紹 GCM 模型如何描述人們進行分類判斷之心理歷程。

GCM 認為整個心理空間會因「選擇性注意力」(selective attention) 的調整而改變, 且選擇性注意力總和被假設為一個定值, 所以當人們選擇注意刺激某向度上的變化時, 一方面人們會敏感於這個向度的變化, 另一方面, 也表示人們較不重視刺激在其它向度上的變化。

以圖一為例說明選擇性注意力是如何影響心理空間的扭曲情況: 假設刺激變化的向度有大小、顏色、形狀三個向度, 圖一的八個型態不同的圖形表示存在心理空間中的八個範例, 圖一 A 表示各向度有相同的選擇性注意力時, 也就是說沒有特別注意某一個向度, GCM 便假設心理空間中的八個範例的分佈是呈現正立方體的型態, 即每個範例之間的距離相等, 但若顏色向度有較多的選擇性注意力時, 心理空間如圖一 B, 各範例在水平軸上的差異會被放大, 而在其它軸向的差異會被縮小。假如所使用的刺激圖形是四方形, 其高與寬分別對應到心理空間中的垂直軸與水平軸, 當受試者分配較多的注意力在長方形的寬時, 也意味著受試者分配較少的注意力在長方形的高, 而影響就是長方形的寬相較於它的高是更被受試者所重視, 長方形的寬只要稍有變化就會被受試者察覺, 而高則需要有較大的變化才會被受試者發現。

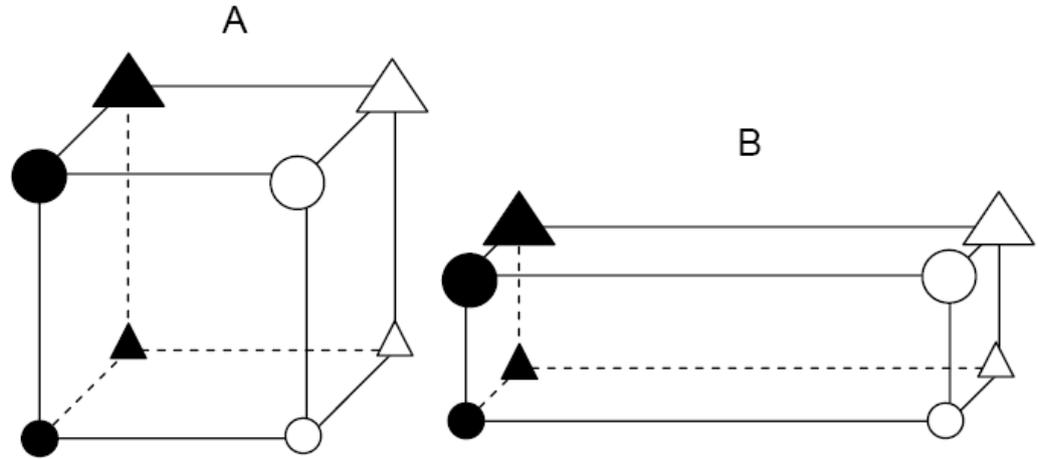


圖 1 選擇性注意力與心理空間的關係

由前述可知，GCM 認為每一個類別的每一個範例會被存放在與物理刺激向度相對應的心理空間中，要對一新物體進行分類判斷時，會計算此新物體與某一類別的範例的總和相似性，比較此新物體與不同類別間的總和相似性大小，總和相似性大的類別即為此新物體的所屬類別，此結果為一機率值（計算公式請見公式 3）。另外，選擇性注意力（即為公式 1 中的 w_k 參數）會扭曲心理空間（如圖一），例如：假如所使用的刺激結構是長方形，其長與寬分別對應到心理空間中的水平軸與垂直軸，當受試者分配較多的注意力在長方形的長時，也意味著受試者分配較少的注意力在長方形的寬，而影響就是長方形的長相較於它的寬是更被受試者所重視，長方形的長只要稍有變化就會被受試者察覺，而寬則需要較大的變化才會被參與者發現，選擇性注意力總量是固定不變的。

在 GCM 中，相似性（計算公式請見公式 2）是指兩刺激在心理空間中的距離，距離愈遠則相似性愈低。而兩刺激在心理空間中的距離經換算而得兩刺激之相似性，計算公式請見公式 1：

$$cd_{ij} = c \left(\sum_{k=1}^N w_k |x_{ik} - x_{jk}|^r \right)^{1-r} \quad (1)$$

其中， $0 \leq c < \infty$ ， $0 \leq w_k \leq 1$ ，且 $\sum w_k = 1$ 。參數 c 為整個心理空間敏感性（specificity）的參數， c 值大則表示較高的敏感性，兩刺激稍有差異即被凸顯出

來，反之 c 值小，則兩刺激間除非差異很大否則皆視為相同。參數 w_k 為在 k 向度上選擇性注意力的量，因為 GCM 假設在分類學習的實驗中，參與者會學習調整注意力在刺激組成向度上的分佈量以達到最好的表現(Nosofsky, 1986)，因為假設其總量不變，所以對某一向度的注意力的量增加，則意味著對其他向度的注意力的量下降，其影響請參考圖一。參數 r 為刺激材料特性的參數，如果刺激組成向度為心理不可分割 (psychologically integral) 時 $r=2$ ，當刺激組成向度為心理可分割 (psychological separable) 時 $r=1$ 。當刺激向度為心理不可分割時，人們在分類這類刺激向度組成的圖形時，很難只注意其中某個向度而忽略其它向度(Lockhead, 1966)，像是亮度和飽和度。當刺激向度為心理可分割時，人們注意這類刺激圖形的某一向度時，能很輕易的忽略其它向度的訊息(Shepard, 1964)。

在計算得到兩刺激的距離之後，透過公式 2 轉換成為相似性值：

$$\eta_{ij} = e^{-(cd_{ij})^r} \quad (2)$$

在獲得每兩兩刺激的相似性值後，我們便要計算新物體 S_i 被判斷為類別 J 的機率 $P(R_J|S_i)$ ，計算公式如下：

$$P(R_K|S_i) = \frac{b_J \sum_{j \in C_J} \eta_{ij}}{\sum_K (b_K \sum_{k \in C_K} \eta_{ik})} \quad (3)$$

公式 3 中的大寫腳碼是指類別標籤，小寫腳碼是指某個物體 (刺激) 的標籤。參數 b_j 指受試者將新物體回答為類別 J 的喜好偏誤 (bias)，其中 $0 \leq b_j \leq 1$ ，且 $\sum b = 1$ 。 $j \in C_j$ 意指所有的物體 S_i 都是類別 C_j 的範例。 η_{ij} 指物體 S_i 與物體 S_j 間的相似性。

(二) 以規則為基礎的理論

以規則為基礎的理論則假設人們會透過學習找到盡可能適用於分類所有範例的規則，這個規則能夠將所有或大部份的刺激分類至正確的類別，而人們就會在記憶中儲存這些規則，在對新進刺激進行分類判斷時，將會應用這些規則判斷該

新進刺激是屬於何類別(Ashby & Gott, 1988; Maddox & Ashby, 1993; Nosofsky, Palmeri, & McKinley, 1994; Palmeri & Nosofsky, 1995)。

在以規則為基礎的理論所發展出的數學模型中又以一般再認理論(General Recognition Theory, 以下簡稱 GRT)最具代表性(Ashby & Gott, 1988; Maddox & Ashby, 1993), 以下簡單介紹 GRT 模型是如何描述人們進行分類判斷。

GRT 認為, 在學習類別的過程中, 每個刺激的出現, 都會在知覺空間上形成一個知覺經驗, 各個屬於同類別的刺激會形成該類別的知覺分配, 依各個類別, 被假設於受試者的知覺空間中形成一個鐘形的高斯分配, 每個類別的高斯分配其平均值及標準差則由該類別的刺激成員而定, 因此, 不同的類別會在受試者的知覺空間中佔據不同的區域並與類別標籤形成對應關係。圖 2 表示一個知覺空間, 兩個橢圓形分別代表類別 A、類別 B 的分佈範圍(即, 兩類別的高斯分配之橫切面), 黑色實心曲線則是分類界線, 將兩類別予以區分: 界線的左方對應到類別 A, 右方對應到類別 B。

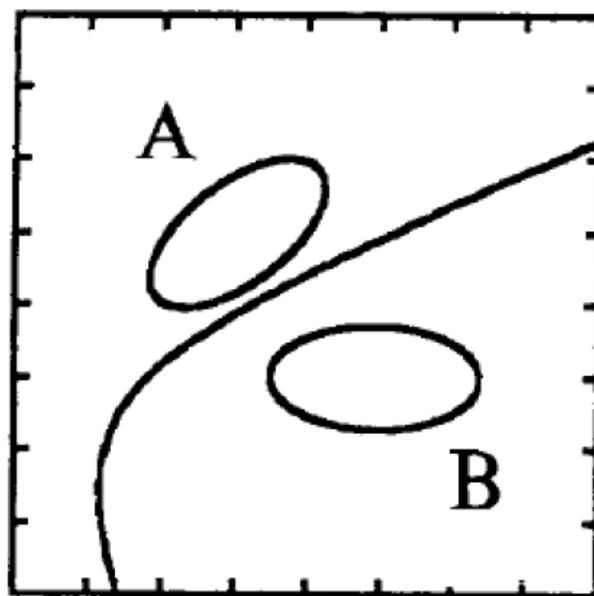


圖 2 GRT 類別界線概念示意圖

GRT 認為分類學習是指受試者學會在知覺空間中劃分區域並且將各區域分別連結到對應的類別標籤, 區域間的交界即是分類界線。因此, 一般認為 GRT 是一

個以規則為基礎的分類模型。且隨著受試者分割知覺空間到反應區域的方式之不同，GRT 可分為五種版本：一般二次方程式分類規則 (the general quadratic classifier, GQC)、最佳化分類規則 (the optimal classifier, Optimal)、一般線性最佳化分類規則 (general linear classifier, Optimal, GLC)、最短距離分類規則 (the minimum distance classifier, MDC)、獨立判斷分類規則 (the independent decision classifier)。在 GRT 中以共變數矩陣 (covariance matrix, Σ) 來描述某一個類別的結構， μ 表示某一個類別的平均數矩陣， X 表示某一個刺激向量，舉例來說，假設某類別變異由兩維度 (x,y) 所組成，那刺激向量、共變數矩陣、平均數矩陣就如下公式 4 所示：

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}, \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & Cov_{xy} \\ Cov_{xy} & \sigma_y^2 \end{bmatrix}, \mu = \begin{bmatrix} \mu_x \\ \mu_y \end{bmatrix} \quad (4)$$

另外，GRT 考慮了刺激的知覺干擾 (perceptual noise, e_p)。 e_p 呈現的分配型態被假設為常態分配，平均數 $\mu_p = 0$ ，共變數矩陣 Σ_p 可由公式 $\Sigma_p = \sigma_p^2 I$ 來獲得，其中 σ_p^2 稱為知覺干擾的變異 (perceptual noise variance) 是進行電腦模擬時需要估算的參數之一。已考慮知覺干擾影響的刺激向量稱為 X_p ， $X_p = X + e_p$ 。若某類別空間中包含兩個類別，分別是類別 A 及類別 B，則類別 A 的共變數矩陣就標示為 Σ_A ，類別 B 的共變數矩陣就標示為 Σ_B ，類別平均數矩陣分別為 μ_A 、 μ_B 。分類規則以 $h(X)$ 表示，而 $\mu_{h(X)}$ 和 $\sigma_{h(X)}^2$ 則分別是 $h(X_p)$ 這個常態分配的平均數及變異數。刺激 X 會被判斷為類別 A 或是類別 B 是根據下面的規則：

如果 $h(X_p) < \delta + e_c$ ，回答類別 A，否則回答類別 B。

其中， e_c 為判斷標準干擾 (criteria noise)，其被假設為常態分配，其平均數為 0，變異數為 σ_c^2 (稱為判斷標準干擾的變異，criteria noise variance)，是進行電腦模擬時需要估計的參數之一。而 δ 是偏誤參數 (bias parameter)，電腦模擬時亦需估計，當 $\delta > 0$ ，表示受試者偏好回答為類別 A，當 $\delta < 0$ ，表示受試者偏好回答為

類別 B。在類別變異的問題上，GRT 的參數中加入了對於不同類別的變異表徵 Σ ，使得 GRT 可以針對不同類別的變異進行表徵，使模型本身敏感於不同的類別變異，這也使得 GRT 在類別變異的問題上比起前述的 GCM 來得有利。

而刺激 X 被判斷為類別 A 的機率計算方式為：

$$P(R_A|X) = \Phi\left(\frac{\delta - \mu_{h(X)}}{\sqrt{\sigma_{h(X)}^2 + \sigma_c^2}}\right) \quad (5)$$

其中， $\Phi(Z)$ 是一個 Z 分配的累積機率公式。

GRT 的五種版本各有不同的使用條件及計算方式，而本研究因僅使用單維的刺激材料，在單維的心理空間上無須使用二次曲線分類規則，故僅需使用一般線性分類規則(the general linear classifier, Optimal, GLC)即可，以下簡單介紹一般最佳化線性分類規則：

在一般線性分類規則中，其分類規則為一直線，並滿足以下公式 6：

$$h(X) = b'X + c_0 \quad (6)$$

而 $h(X)$ 的平均數以及變異數計算方式為公式 7 和公式 8

$$\mu_{h(X)} = b'X + c_0 \quad (7)$$

$$\sigma_{h(X)}^2 = b' \Sigma_p b \quad (8)$$

上述公式中利用到的 b 參數計算方式為

$$b = \left[\alpha \Sigma_A + (1 - \alpha) \Sigma_B \right]^{-1} (\mu_B - \mu_A) \quad (9)$$

其中 $0 < \alpha < 1$ ， α 需要進行估計，當計算出 b 時， c_0 就可以以公式 10 計算而得

$$c_0 = \frac{\alpha(b' \Sigma_A b) b' \mu_B + (1 - \alpha)(b' \Sigma_B b) b' \mu_A}{\alpha(b' \Sigma_A b) + (1 - \alpha)(b' \Sigma_B b)} \quad (10)$$

在實際進行模型適配(Model fitting)時，以受試者對所有範例刺激及目標刺激的反應輸入，對 α 、 σ_p^2 、 σ_c^2 進行估計，計算模型適配度後，得出對目標刺激的模型預測，並以一般性線性分類規則之方程式得到參與者的決策界線。

雖然過去的研究中學者們提出不同於相似性理論的以規則為基礎的理論，但沒有研究可以很好的區分兩者的差別，即在什麼樣的情況下，人們會以相似性作為分類判斷的基礎，又什麼時候會以規則為基礎，Rips(1989)所執行的研究提供了一個可以區辨兩個理論的實驗，該研究發現同樣的物體，若是以不同的問題詢問參與者，會得到不同的答案，Rips(1989)選取兩個在單向度上變異程度不同的類別，先讓參與者估計尺寸較小的類別的最大成員及尺寸較大的類別的最小成員，以披薩和硬幣的例子來說，就是請參與者評估最大的硬幣直徑及最小的披薩直徑。待參與者回答後，給予一個介於兩者中間大小的目標物體，在披薩和硬幣的例子，假如參與者記得的最小披薩是 5 英吋，最大的硬幣是 1 英吋，那麼目標物體的直徑就是 3 英吋，此時若是詢問參與者該測驗例子與硬幣或是披薩何者較為「相像」，即要求參與者進行相似性判斷，參與者會傾向選擇硬幣；但若要求參與者將該物體分類至其中一類別，即進行分類判斷，參與者則會傾向將該物體分類至披薩類別(Rips, 1989)。

相似性為基礎的分類理論在 Rips 所提出的問題中，對於介在兩不同變異類別中間的目標刺激的分類作業，因低變異類別內所有的範例刺激在單一向度(例如：直徑)與目標刺激都較為相近，對相似性理論而言，低變異類別對於目標刺激的相似性較高，因此依據理論預測，目標刺激應該分類至低變異類別；而對於規則為基礎的理論來說，因低變異類別變異程度較小，而高變異類別變異程度較大，因受試者必須盡可能以一個規則正確分類刺激所屬類別，介在兩變異類別中間的刺激相對於限縮了變異程度的低變異類別，較可能屬於高變異類別，以披薩和硬幣

為例，倘若最大的硬幣直徑是 1 英吋、最小的披薩直徑是 5 英吋，則受試者對於變異程度較小的硬幣類別會給予較嚴謹的限制，人們的規則可能會是「大於 1 英吋的就不是硬幣」(Smith & Sloman, 1994)，於是將直徑 3 英吋分類至高變異類別，故此，規則為基礎的理論則會預測目標刺激分類至高變異類別，Rips 的實驗在分類判斷上提供了行為的證據支持了以規則為基礎的理論，但在相似性的判斷上同樣支持了以相似性為基礎的理論，這樣利用實驗設計的方式分離了兩個理論，也提出了分類作業不完全是以相似性判斷為主的看法。

同樣的結果在後續的研究也同樣被發現(Rips & Collins, 1993; Smith & Sloman, 1994)，這些後續研究同樣利用自然類別，要求參與者對於介在兩變異程度不同的自然類別中間的新進刺激進行類別判斷與相似性判斷。這樣的發現讓過去認為分類判斷即是透過相似性判斷規則的學者感到驚訝，但有學者發現這樣的研究結果並不一致，且該實驗結果容易受到過去的先備知識影響(Komatsu, 1992; Medin, et al., 1993)。而這種分類判斷和相似性判斷不符的結果，在本論文稱作類別變異效果(Category-variability effect)，由 Rips 發現的類別變異效果很好的區分了分類理論中的相似性為基礎的理論和以規則為基礎的理論，這樣的發現正可以引領研究者探究類別學習在不同情境下的內在心智結構。

下圖簡單的表示了 Rips 所發現的類別變異效果與不同理論預測的差異。

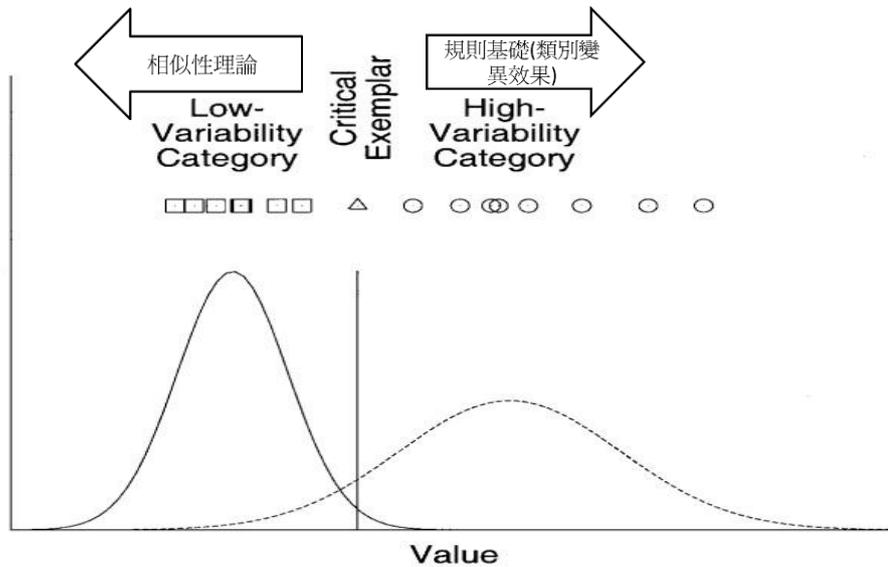


圖 3 類別變異效果示意圖

Rips 所發現的類別變異效果，在後續的研究上不僅僅以自然類別作為研究的基礎，更延展至採用知覺刺激的分類研究上(Cohen, Nosofsky, & Zaki, 2001; Fried & Holyoak, 1984; Hsu & Griffiths, 2010; Sakamoto, Love, & Jones, 2006; Stewart & Chater, 2002)，採用知覺刺激作為刺激材料的分類研究可以避免前述所提在自然結構可能牽涉的先備知識的影響，讓我們能夠更好的了解不同理論在類別變異效果上產生的歧異可能的原因。

但後續有許多採用知覺刺激的研究對於類別變異在分類學習上的影響，提出了不同的行為證據以證明不同的理論的解釋，其中 Fried 和 Holyoak (1984) 利用了不同密度的棋盤製造出兩個不同變異的類別讓參與者進行分類作業，而其行為資料顯示參與者會傾向將目標刺激分類至高變異類別，即出現類別變異效果，符合規則為基礎的理論的預測，但在同一研究中，若是增加了高變異類別中接近目標刺激的個數，參與者反而會傾向將目標刺激分類至低變異類別(Fried & Holyoak, 1984)，接續許多研究延續了這樣的爭議，不同的研究採用了不同的實驗派典並提出行為資料支持不一樣的理論。

而也有研究者採用了直線的刺激材料，試圖驗證高變異類別其變異程度對於

目標刺激的分類結果影響，結果發現參與者在加大高變異類別變異的情境中，比起未加大的高變異類別情境下，參與者有更高的機率將目標刺激分類至高變異類別，但平均機率仍未超過 50%(Cohen, et al., 2001)。

綜合以上，對於 Rips(1989)認為相似性並非分類判斷的基準的問題，在過去的研究中，除了利用自然類別的行為研究提供了支持的證據外，其他研究並未得到一致性的結果，而後研究者便開始以不同的觀點了解兩不同變異類別對於介在中間的目標刺激的影響，其中較重要的觀點有在目標刺激分類作業上類別變異所扮演的腳色以及是否人們會依據實驗派典或情境線索的不同採用不同的分類策略。

類別變異在目標刺激分類判斷上扮演的腳色

類別變異對於介在兩不同變異類別中間的目標刺激在分類判斷所產生的影響可以從兩個層次來討論：首先是實驗中知覺刺激變異程度的操弄以及人們知覺的變異程度，在知覺刺激變異程度的操弄上主要討論以知覺刺激的物理變異來建構心理空間中不同類別的變異，在物理層次和心理空間這之間的差異，而人們知覺變異程度則是以不同的變異程度是否會影響人們對於目標刺激判斷的影響，兩者的討論上，前者較為低層次，主要在了解不同的刺激材料作為分類研究上是否恰當，後者則是較高層次的探討類別變異可能會對分類判斷產生的影響。

在過去，研究類別變異對於分類學習的影響時，研究者皆是採用視覺刺激，且是在物理層次上調整刺激的變化（像是線條的長度、棋盤的密度、黑點在圓上的角度的變化……等等）來製造不同變異的類別，但這些視覺刺激的在物理層次上的變異操弄可能衍生數個問題，第一個最重要的問題便是介在兩不同變異類別中央的刺激是否符合 Rips 在 1989 年所提出的問題的設定，目標刺激在物理層次可能介在兩不同變異類別的中央，但實際在心理空間上的目標刺激可能較靠近其中一個類別，這樣的問題會對類別變異效果的研究上產生嚴重的影響，若目標刺激在心理空間上的分布較靠近高變異類別時，相似性為基礎的理論便會和規則為基

礎的理論擁有相同的預測，這使得我們沒有辦法好好的區分出兩個理論的差異，又採用物理層次調整變異的類別結構可能產生的問題在於類別變異的操弄，對部分的研究而言，若是在高變異與低變異類別的刺激物理層次變異程度的操弄較為相近時，兩個不同變異程度的類別在心理空間上的類別結構是否會和原始的問題設定一樣，兩個類別擁有不同變異程度的特性就無從而知，其中像是 Stewart 和 Chater(2002)的研究採用圓上黑點變化的角度做為物理層次的操弄，這樣的刺激材料以順序的方式呈現，在角度變異過小的情況下，事實上參與者很難察覺角度的變化(Stewart & Chater, 2002)，而若是使用直線的視覺刺激，由過去的文獻可知人們對於直線的偏好相當明顯，在物理（直線長度）層次上的操弄無法確認真的在人類心理空間上產生對應的類別變異(Hsu & Griffiths, 2010)。

分類學習研究中多數採用視覺刺激，乃因視覺刺激的生成較簡易，也容易有許多不同形式的變化，但分類學習涉及的認知功能較知覺層次來得高，除了視覺刺激外，聽覺刺激經過處理後，在分類作業上仍與視覺刺激有一樣的大腦處理機制(Maddox, Molis, & Diehl, 2002)。

而過去的聽覺研究中已將單音頻率的物理量對應的心理量得到兩者轉換的方式，其中又以 mel 尺度較常被使用(Steinberg, 1937; Stevens, Volkman, & Newman, 1937)，單音頻率物理量對應的 mel 尺度對應方式見下圖 4，其轉換公式為：

$m=1127\log_e\left(\frac{f}{700}+1\right)$ ，其中參數 m 表示 mel 尺度值， f 表示聽覺刺激頻率，透過

該公式的轉換，將能確切的產生在心理空間上不同變異的兩類別與其對應的目標刺激，以這樣的方式排除過去的研究中採用的不同刺激可能因此造成在本研究問題上的不一致結果。依據以上想法，本研究即在透過聽覺刺激的調整了解 Rips 所發現的現象是否存在。

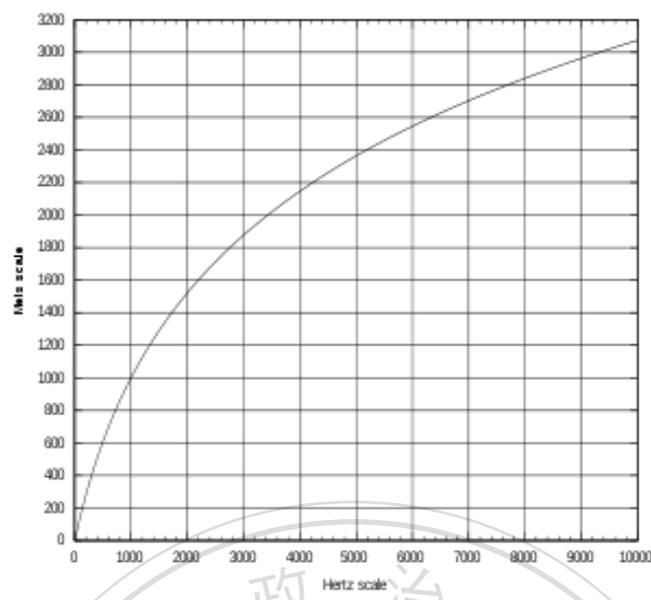


圖 4 頻率與 mel 尺度對應關係圖

過去研究除了在刺激材料的選用上可能產生疑問外，在於類別變異的設定上也出現歧異，雖然研究者在類別變異的設定上皆依循 Rips (1989) 的設定，製造了兩個變異程度不同的類別，但隨著採用的刺激材料不同，實際知覺空間上的類別變異就會有差距，舉例來說，過去許多研究採用調整直線長度的刺激 (Cohen, et al., 2001; Hsu & Griffiths, 2010; Sakamoto, et al., 2006) 與調整黑點角度的刺激 (Stewart & Chater, 2002)，在類別變異上的設定就有較大的出入，人類對於直線的偏好較強，即便設定了一個直線長度變異數值較小的高變異類別，但在知覺空間的表徵上可能被放大，相對而言，使用調整黑點角度的刺激，可能在知覺空間上的變異程度就會被縮小，這種因刺激材料產生的類別變異差異可能會使得各研究的結果僅發生在特定的類別變異情況下，進一步來說，不同研究中的類別變異的設定並未被一致的討論，在 Rips 最初提出的問題裡自然類別的高變異類別和低變異類別的變異組合和許多的後續研究中採用的變異組合並不盡相同，而這樣許多不同的類別變異組合可能造成不同研究結果之間的歧異。

另外一個探討類別變異對於介在高低變異類別中間目標刺激分類判斷的影響

的觀點在於人們對變異程度的知覺，對於類別變異程度的知覺會影響人們對於目標刺激的分類判斷最早是由 Smith 和 Sloman 在 1994 年的研究中所提出，在 Smith(1994)的研究中採用了和 Rips(1989)一樣的自然類別，但在目標刺激的描述上分為兩個組別，分別是資訊稀少組(Sparse group)與資訊豐富組(Rich group)，在資訊稀少組的實驗設計與 Rips(1989)所採用的實驗設計相同，以披薩和硬幣為例，同樣會先要求針對最小披薩和最大硬幣的直徑做評估，然後取中間的直徑數值作為目標刺激的直徑，若最小的披薩直徑是 5 英吋、最大硬幣是 1 英吋，則目標刺激的直徑就是 3 英吋，參與者無論進行相似性判斷或分類判斷，對於目標刺激的提供的資訊僅限於判斷時的必要資訊(直徑大小)，即會要求參與者對「一個直徑三英吋的物體」進行分類或相似性判斷；而在豐富資訊組，除了提供了參與者必要的判斷資訊外，還會提供該目標刺激的特性資訊，而其特性資訊則會與小變異類別的特色相符，以披薩和硬幣的例子來看，在豐富資訊組對於目標刺激的描述便會是「一個銀製、直徑三英吋的物體」，藉此了解特色資訊對於人們在分類判斷上的影響，但 Smith 和 Sloman(1994)的實驗結果卻無法在資訊稀少組重製 Rips(1989)的結果，在 Smith 和 Sloman (1994)的結果發現在資訊稀少組，無論是要求參與者進行分類判斷或相似性判斷，參與者的結果皆顯示兩種判斷並未特別偏好任一類別。

於是 Smith 和 Sloman 進行了第二個實驗，在第二個實驗裡延續了第一個實驗大部分的實驗設計，但要求參與者在進行分類或相似性判斷時，必須說出自己判斷該目標刺激屬於或較相像某一類別的原因和考慮的因素，將這些口語材料錄下來後針對參與者的行為資料和口語材料進行比對分析後發現一個有趣的結果，無論在要求參與者進行相似性判斷或分類判斷時，只要參與者在口語上提到分類判斷的必要資訊(直徑)以及類別變異程度的差異(小類別變異程度較小)，參與者會有極高的比率將目標刺激分類至高變異類別，即受試者在自身意識到分類的必要特徵和類別變異程度時，就會傾向將目標刺激分類至高變異類別。

Stewart 等人(2002)的研究延續了 Smith 和 Sloman (1994)的研究的想法，將人們是否意識類別變異程度的差異的概念由自然類別帶入知覺刺激的研究上，在採用了以空心圓上的黑點變動的角度製造類別的變異程度，並試圖操弄受試者是否意識類別變異程度對於目標刺激分類判斷的影響，Stewart 和 Chater(2002)利用了刺激呈現的方式（一次呈現一個刺激或一次呈現多個刺激）和是否提供類別變異線索來操弄人們對於類別變異的知覺。

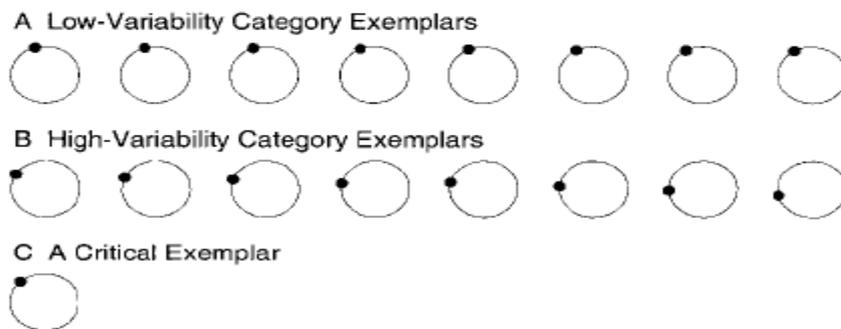


圖 5 Stewart 和 Chater(2002)所採用的刺激材料

在 Stewart 和 Chater (2002)的研究結果發現，在提供參與者類別變異線索且同時呈現多個刺激材料時，參與者將目標刺激分類至高變異類別的平均機率達 74%，即有類別變異效果，而在不提供參與者類別變異線索且一次僅呈現一個刺激的情況下，參與者將目標刺激分類至高變異類別的平均機率僅 25%，其中顯示了相當顯著的效果，故 Stewart 等人(2002)的研究被認為支持了人們對於類別變異的知覺會影響類別變異效果的出現與否。

但依循了 Smith 和 Sloman (1994)研究，Stewart 和 Chater (2002)採用了在單維度變化的知覺刺激作為刺激材料，依據 Smith 和 Sloman (1994)的想法，只有當人們在意識到分類判斷的必要資訊和類別變異的資訊時，才會做出偏好高變異類別的決策。在採用知覺刺激的分類實驗中，人們針對單維度知覺刺激分類時就較不擔心是否使用分類判斷的必要資訊(直徑或黑點變化的角度)，因為在單維度的知覺刺激分類研究上，實驗所提供的分類判斷的必要資訊是唯一可使用的資訊。此時，

剩下的一個條件便是人們對於變異程度的知覺與否，在 Stewart 和 Chater (2002)的實驗中採用了兩種方式試圖引導人們知覺到類別的變異程度，兩個條件一個是提供類別變異線索，這是提前以口頭方式告知受試者類別結構的變異程度，試圖以先建構參與者對於類別變異的資訊，而另外一個條件是在學習階段時以同時呈現多個刺激的方式，這是以較為低階的知覺方式讓參與者接收類別變異的資訊，研究結果發現，兩個條件必須同時出現才會有較好的類別變異效果，兩個條件缺一不可。

綜合 Smith 和 Sloman (1994)和 Stewart 和 Chater(2002)的結果，人們在意識到類別變異的差距時會傾向與規則為基礎理論預測相同，偏好將目標刺激分類至高變異類別，即引發類別變異效果，但若人們未意識到兩類別在變異程度上的差距，則會傾向採用符合以相似性為基礎理論的預測，偏好將目標刺激分類至低變異類別，而使人們意識類別變異程度差距有數種方式，可以以低階的知覺層次操弄變異程度的差距亦可採用事先告知類別變異線索影響人們的類別變異結構。

因此本研究第一個關心的問題，即若不在低階知覺層次上，提供受試者關於類別變異資訊，是否仍會存在類別變異效果。

不同分類策略的運用

Rips 在 1989 年的發現演變至今，已經成為分類學習中兩個主要觀點在解釋上的歧異，過去的研究者並未特別針對範例為基礎和以規則為基礎的理論以不同策略的方式檢驗，多數研究採用單一觀點的看法，試圖以同一種取向解釋較多的類別學習研究結果，但近期的研究開始關注是否是多策略的使用導致過去研究歧異的結果(Hsu & Griffiths, 2010; Stewart & Chater, 2002)，而這樣的策略大致可分為兩層次，一為範例為基礎的區辨取向(Discriminative approach)(Kruschke, 1992; Love, Medin, & Gureckis, 2004; Nosofsky, 1986)，另一種則以規則為基礎的生成取向

(Generative approach)(Ashby & Alfonso-Reese, 1995; Ashby & Gott, 1988; Ashby & Lee, 1991)。

在將不同取向的分類理論視為不同策略的基礎上，分類作業被認為是人們在評估一個物體屬於任一類別的機率，區辨取向的模型傾向直接估計某一刺激 x 屬於某類別 c 的機率，即 $p(c|x)$ ，並不顧慮類別的機率分配，但對於生成取向的模型來說，對於某一刺激 x 屬於某類別 c 的機率是先生成 c 類別的機率分配後再去估計刺激 x 屬於 c 類別的機率，即 $p(x|c)$ ，如此一來，在預估刺激屬於某一類別的機率上便出現不同的描繪方式，人們也可能以不同的方式進行類別分類作業。(Hsu & Griffiths, 2010)

上述 Stewart 和 Chater(2002)的研究中發現，在提供參與者類別變異提示且同時呈現數個學習刺激的情況下，參與者會傾向將目標刺激分類至高變異類別，即引發類別變異效果，符合以規則為基礎的理論預測，但在學習階段中若是依序一次一個呈現學習刺激，且未提供參與者類別變異的提示時，參與者則傾向將目標刺激分類至低變異類別，即符合範例為基礎的理論預測，這樣的結果表示參與者可能會受到不同的實驗派典的影響而使用不同的策略，該研究更進一步設計出一種情境使得兩個理論所代表的模型對於目標刺激有相同的預測，結果顯示參與者整體的表現與兩模型的預測相似，但實際上，個別參與者的資料顯示出不同的參與者傾向以不同的分類方法進行分類，這樣的結果提供了另一個觀點，即不同的實驗派典可能影響參與者使用不同的分類策略，而每個人使用的分類策略存在個別差異，且範例為基礎與規則為基礎的策略是可能同時存在，人們可以視情況運用。(Stewart & Chater, 2002)

在另外的研究中，使用了不同的實驗設計但同樣檢驗了不同實驗派典可能影響參與者使用不同分類策略(Hsu & Griffiths, 2010)，該研究利用了觀察學習的方式取代了常用的回饋學習，該學習方式與回饋學習方式不同之處在於觀察學習於學習階段中，參與者不須做任何的反應，學習刺激的類別標籤會與刺激同時出現，

在這樣的設計下，研究者利用指導語與問句的操弄試著讓參與者採用不同的分類策略，而結果顯示不同的指導語操弄讓不同組別的參與者採用了不一樣的分類策略，但其中以範例為基礎的模型策略的組別行為資料較為接近模型的預測。

在其他的分類學習研究中也漸漸發現一些不同的實驗派典可能會影響參與者採用不同策略(Anderson, Ross, & Chin-Parker, 2002; Markman & Ross, 2003; Ross & Murphy, 1996)，像是使用推論學習或是分類學習會使得參與者採用不同的分類策略，推論學習參與者在學習階段被提供的是刺激與類別間的關係，但分類學習的參與者被提供的是刺激的特性，依據這樣的學習方式，推論學習參與者在測試階段對於陌生的刺激會有推論歷程涉入而會接近規則為基礎的模型的預測，相反的，分類學習的參與者則會對於陌生的刺激採用相似性計算的方式而接近範例為基礎的模型的預測。

過去研究也發現在學習階段採用觀察學習與回饋學習的訓練方式也可能促使參與者採用不同的分類策略，觀察學習的參與者在學習階段中將被提供刺激所屬的類別，參與者只需記住刺激與類別間的關係，而回饋學習的參與者在學習階段需嘗試將刺激分類至其中一類別，做出分類判斷後將會提供錯誤或正確的回饋訊息，依據這樣的實驗設計，過去的研究發現回饋學習的參與者會符合範例為基礎的理論的預測，但採用觀察學習的參與者會傾向符合規則為基礎的理論的預測(Ashby, Maddox, & Bohil, 2002)。

依據以上的想法，本研究所持觀點即是人們知覺不同變異程度的差距會影響其採用不同的策略進行分類判斷

總結來看，本研究有兩個較重要的目的，第一個目的即在透過採用不同以往的聽覺刺激材料，確保操弄不同類別間的變異程度與對應的目標刺激在心理空間上有相同的呈現方式，透過確保了類別變異的操弄後，了解從較高階的指導語的層次提供類別變異資訊或低階的在知覺層次上調整不同的變異程度，試著了解類別變異程度在什麼樣的組合與條件下會促使人們採用不同理論所描述的策略，而

針對介在高低變異類別中央目標刺激做出不同的分類判斷。



實驗一

實驗一旨在檢驗由指導語提供類別變異線索是否會影響參與者採用不同的分類方式，同時在類別變異結構上，採用了 Hsu 和 Griffiths(2009)採用的類別變異結構，之所以採用該研究所使用的類別結構原因在於，在 Hsu 和 Griffiths (2009)的實驗中，採用回饋學習的情境下，參與者並未偏好將目標刺激分類至任一類別，依據前述想法，參與者在這樣的類別變異結構下並無法清晰的辨認兩類別在變異程度上的差異，在這樣的類別變異結構下進一步探討類別變異線索在人們知覺類別變異差距上的角色，故將參與者隨機分派至提供變異線索組與未提供變異線索組。

實驗參與者

本實驗共有 77 位 18 歲至 25 歲之政治大學在學學生參與，參與者在完成實驗後可以獲得課堂加分，所有參與者皆為聽力正常，未受腦傷之成人，其中提供變異線索組共有 39 位參與者，未提供類別線索組共有 38 位參與者。

刺激材料

本實驗採用了經 mel 尺度調整的聽覺刺激材料，每個刺激材料皆為單音，並試圖複製 Stewart 和 Chater(2002)的實驗結果，觀察在提供類別變異的線索下，參與者對於介在兩不同變異類別間的數個目標刺激會如何分類，在實驗一中低變異類別共含有 5 個刺激材料，最低頻率為 480mel，最高為 520 mel，每個刺激材料皆間隔 10 mel，而高變異類別也有 5 個刺激，最低為 670 mel，最高為 970mel，每個刺激材料間隔 75 mel；而目標刺激材料共有 7 個，最低頻率為 535mel，最高為 655mel，每個刺激間隔 20 mel，介在低變異與高變異類別中央的目標刺激則為 595 mel，而目標刺激中頻率最小之刺激(535 mel)與低變異刺激中頻率最高之刺激差距(520 mel)和目標刺激中頻率最高之刺激(655 mel)與高變異刺激中頻率最低之刺激(670 mel)差距相等，差距皆為 15 mel，圖 6 可看出學習刺激與目標刺激之關係。

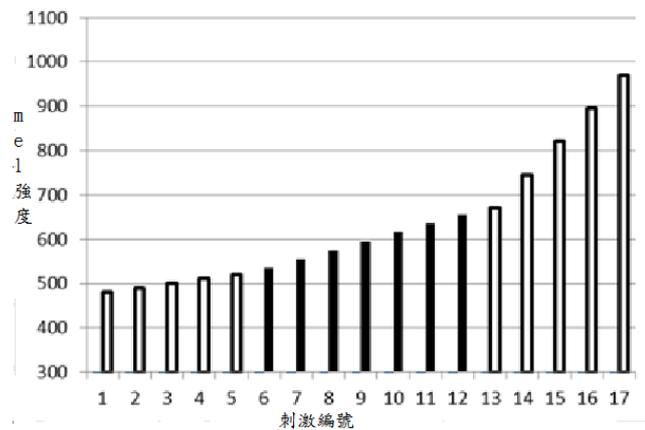


圖 6 本圖表示實驗一中所使用之刺激材料強度，本圖縱軸皆為 mel 尺度強度，而黑框空心長條為學習刺激，編號 1-5 為低變異刺激，編號 13-17 為高變異刺激，而黑色實心長條為目標刺激，其中編號 9 的刺激為介在兩類別正中間的刺激。

實驗程序

參與者被隨機分派至兩個情境，在提供變異線索的組別中，參與者將會在指導語中被告知接著要進行之實驗將會有兩個不同的類別，分別是外星生物 A 與外星生物 B，其中一種生物能夠發出的聲音變異程度較大，而另一種生物聲音的變異程度較小，並同時告知參與者接下來要進行的作業是必須將每次聽到的聲音分類至高變異類別生物或是低變異類別生物，而在未提供類別變異線索的組別中，參與者將僅被告知接下來的作業是一個分類作業，要試著分類外星生物 A 及外星生物 B 的聲音，並未提供其他任何的線索。

整個實驗進行的方式無論是有無給予類別變異線索組皆相同，參與者進入實驗小間後必須全程配戴耳機，整個實驗共有十個區段，其中奇數區段為學習區段，偶數區段為測試區段，在學習區段中將只出現學習刺激，且每個學習刺激出現兩次，共 20 次嘗試次，每次嘗試次中參與者將會聽到一個學習刺激，每個刺激呈現一秒，聲音播放的同時螢幕中央將顯示「Please listen to the auditory stimulus」，並將每個刺激的音量固定在 60dB，參與者在聽到該刺激後，必須判斷該刺激是屬於

外星生物 A 或是外星生物 B 的聲音，並以電腦鍵盤做出反應，參與者的分類判斷時間不加以限制，在參與者做出反應後，螢幕上將會持續顯示「Correct」或「Wrong」500 毫秒，並在之後將螢幕清空，持續兩秒後再出現下一個學習刺激。在測試區段中將只會出現目標刺激，每個目標刺激出現兩次，共 14 個測試次，每個目標刺激同樣只播放 1 秒，音量大小同樣固定在 60dB，播放聲音的同時，螢幕同樣會顯示「Please listen to the auditory stimulus」，參與者在聽到每個刺激後必須判斷該刺激是屬於外星生物 A 或是外星生物 B 的聲音，參與者需以鍵盤做出反應且其反應時間不加以限制，參與者做出反應後，螢幕將會清空並停頓兩秒且不會出現正確或錯誤之回饋，再進入下一個測試次。

實驗結果

實驗一為一個二因子混合設計，受試者間因子為是否提供類別變異提示，而受試者內因子為不同音頻大小的目標刺激，依變項則為目標刺激分類至高變異類別之機率，為確認參與者是否掌握不同類別的分類方法，以正確率來區分，在前兩個階段，所有參與者平均正確率僅 0.89，但後三個階段所有的參與者平均正確率達 0.96，另外，針對本研究所有實驗的測試階段對目標刺激分類至高變異類別的機率，以是否出現類別變異效果作為分組變項，發現在第一個測試階段兩組就已出現差異（分析結果詳見附錄六），但在本研究中以較保守的作法，將挑選參與者在後三個測試區段對於目標刺激分類的結果，以此結果計算每個參與者將目標刺激分類至高變異類別的機率，而結果發現僅不同音頻之目標刺激有主要效果 ($F(6,450)=177.52, MSe=0.02, p<.01$)，並無是否給予類別變異線索的主要效果 ($F(1,75)=0.49, MSe=0.20, p=.49$) 以及兩變項的交互作用 ($F(6,450)=1.83, MSe=0.02, p=.09$)，又本研究主要關心的是，針對介在兩類別正中間的目標刺激，參與者會如何做出反應，因此我們使用事前比較，結果顯示兩組參與者在正中間目標刺激的分類決策上並無差異 ($t(75)=-0.56, p=.26$)。

另外，特別將正中央目標刺激的參與者平均反應與機率 0.5 進行 t 檢定發現無

論是否提供類別變異線索，參與者皆不傾向將其分類至任一類別(提供類別變異線索： $t(38)=-1.23, p=.23$ ；未提供類別變異線索組： $t(37)=-0.318, p=0.75$)

表 1 是否給予類別變異線索對於不同目標刺激分類至高變異類別之機率

註：括號內值為標準誤。

	535mel	555mel	575mel	595mel	615mel	635mel	655mel
Hint	.11(.02)	.17(.03)	.33(.04)	.46(.04)	.55(.04)	.67(.04)	.78(.03)
NoHint	.19(.03)	.23(.04)	.39(.04)	.49(.04)	.56(.04)	.67(.03)	.73(.04)

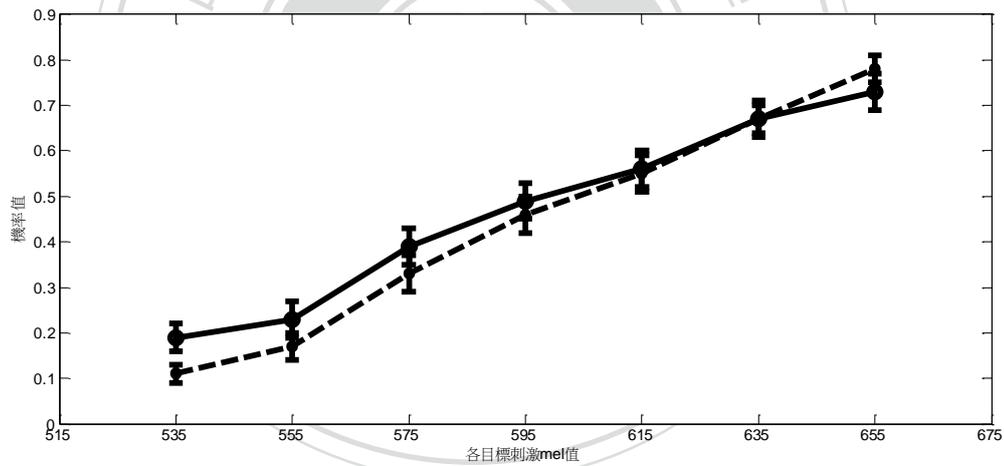


圖 7 上圖虛線表示提供類別變異線索組別對七個目標刺激分類至高變異類別之機率，而實線表示未提供類別變異線索組別對七個目標刺激分類至高變異類別之機率，編號 4 號刺激為介在兩不同變異類別正中間位置之目標刺激。

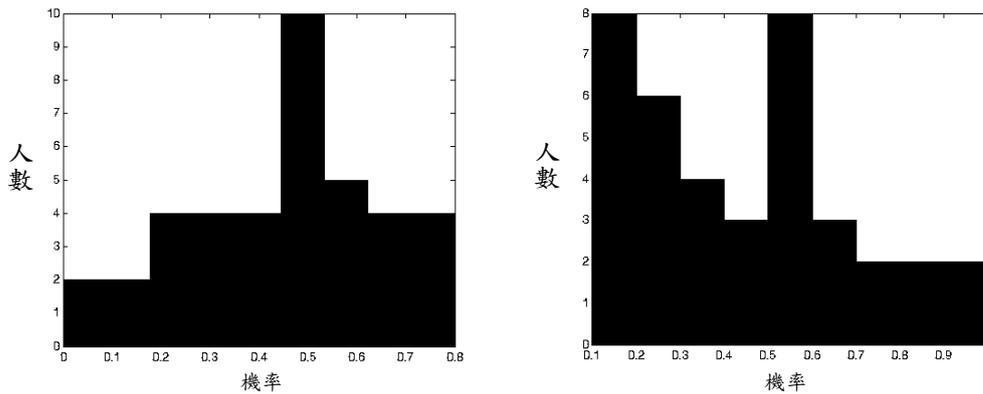


圖 8 左圖為提供類別變異線索組別內每位參與者對於目標刺激分配到高變異類別的機率所繪出的次數分配圖，而右圖則表示未提供線索之組別內每位參與者對於目標刺激分配到高變異類別的機率所繪出的次數分配圖。

討論

在實驗一結果中發現若是單單在指導語層次上影響參與者對於類別變異的概念，並不會影響參與者對於介在兩變異類別中間的目標刺激有不同的分類方式，同時也不會出現類別變異效果，此結果與 Stewart 和 Chater (2002) 的結果相似，在他們的實驗中，在依序呈現刺激的情境下，無論是否提供類別變異線索都無法促發類別變異效果，即參與者對於類別變異的知覺不夠強烈，而未對任一類別有特別的偏好。

而實驗一採用了與 Hsu(2009) 相近的變異結構，在目標刺激的分類結果上也與該研究相近，在實驗一未提供類別變異線索組，參與者平均將目標刺激分類至高變異類別的機率是 0.49，而 Hsu(2009) 的研究結果為接近 0.47，兩者結果相近。

在實驗一的結果中除了對於全體參與者的分析，也觀察了每位參與者在對於目標刺激是否有不同的反應型態，上圖 8 即為兩組參與者對於介在兩類別中間的目標刺激的反應，由圖 8 可知，在右圖，也就是未提供類別變異線索組別的參與者相對於提供類別變異線索組別的參與者，對於介在兩類別正中間的目標刺激的

分類反應較為歧異，甚至有部分參與者幾乎不將該刺激分類至高變異類別，呈現似雙峰分配的結果，結果顯示即使接受一樣的操弄，參與者彼此並不會有接近的反應型態，這樣的結果在過去的研究中也同樣出現(Stewart & Chater, 2002)，可見即使提供相同的刺激與環境，參與者仍會採用不同的分類策略，進而有不同的反應型態。

本實驗除了驗證了與過往研究同樣的結果，與過往研究不同點在於採用了不一樣的刺激材料，為的是能夠確保類別變異的操弄，而在 Stewart 和 Chater(2002)的研究中採用的刺激材料本身是否能夠反應類別變異的操弄需要進一步的確認，因該實驗採用的刺激材料是以圓上的黑點角度來產生不同變異程度的類別，實驗中並未對此類刺激材料在心理空間上的對應加以確認，但實驗一提供了一個更有利的證據在於，透過在心理空間上較為準確的調整，確認了單單只有以指導語影響參與者對於類別變異程度的知覺並無法使得參與者對於任一類別產生任何的偏好。

接著在後續的實驗裡，試圖以較知覺層次的學習方式，調整類別結構的變異程度，進而影響人們對於變異程度的知覺，來了解不同變異程度組合下人們是否會依循不同理論採用不同的分類策略。

實驗二

因實驗一中無論是否提供類別變異線索，對於目標刺激的分類判斷皆不受影響，顯示在實驗前並無法以指導語的方式試圖影響受試者對於類別變異的形成，故在本次實驗在較低階的知覺層次進行調整類別不同的變異程度，以了解不同變異組合對於目標刺激的分類判斷影響。

實驗二裡主要固定高變異類別的變異程度，分別調整低變異類別的變異程度，設計出三種不同的變異程度差距，依低變異類別音頻之全距差異共可分為三個層次：LR(Low-Variability Range)50 組、LR15 組以及 LR0 組，在固定高變異類別變異程度，隨著低變異類別內刺激的變異程度縮小，高低變異類別的變異程度差距漸增。

實驗參與者

實驗二共有 116 位 18 歲至 30 歲之成人參與者參與，所有參與者皆為聽力正常且未受腦損傷之成人參與者，所有參與者在完成實驗後可得到 50 元現金，實驗中，參與者將被隨機分派至三組，其中 LR50 組中有 42 位參與者、LR15 組有 37 位參與者，而 LR0 組則有 37 位參與者。

刺激材料

在實驗二中，同樣採用了經由 mel scale 轉換的單音聽覺刺激材料，但在實驗二中，只保留實驗一中位在兩類別正中央的目標刺激(595 mel)，且該目標刺激在實驗二中的每個情境皆相同，距離左右兩側的刺激皆為 25 mel，此外，相較於實驗一，在實驗二中的學習刺激將較為低頻的類別改為高變異類別，而較高頻的部分改為低變異類別，其中高變異類別的部分，在實驗二的各個情境皆為固定的六個刺激，頻率最低的為 370 mel，最高的為 570 mel，每個刺激皆相距 40 mel，標準差為 68.31，而低變異類別則依實驗設計的三個情境而有所不同，其中 LR50 組中的學習刺激最低頻為 620 mel，最高頻為 670 mel，每個刺激相距 10mel，標準差為

17.08：相對的，在 LR15 組中，低變異組別中的學習刺激最低頻為 620 mel，最高頻為 635 mel，每個刺激相距 3 mel，標準差為 4.74；而在 LR0 組中，低變異類別組將只有一個學習刺激，該刺激頻率為 620 mel，圖 9 可看出各組刺激材料不同之處。

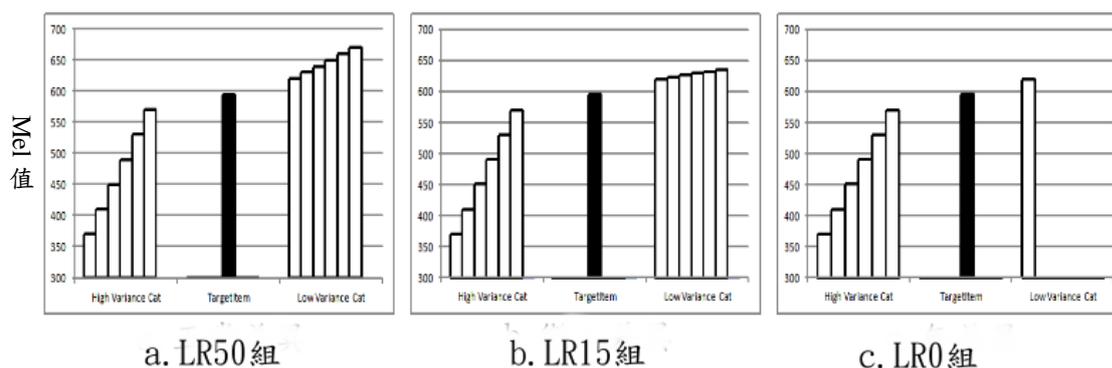


圖 9 本圖表示在實驗二中不同組別的学习刺激與目標刺激之強度，橫軸為刺激類型，縱軸為刺激強度，三組中的目標刺激和學習刺激中的高變異類別刺激皆為相等，但在低變異類別的學習刺激略有不同，LR50 組每個刺激相距 10mel，LR15 組則為 3 mel，LR0 組則只有一個學習刺激。

實驗程序

分類作業

實驗二的實驗程序與實驗一中未提供類別變異線索組的實驗程序相似，三組的參與者在指導語上並無差異，皆要求參與者想像實驗中所播放的單音是由外星生物 A 或外星生物 B 所發出，實驗的目的即在判斷每個出現的單音是由外星生物

A 或外星生物 B 所發出，參與者進入實驗小間後必須全程配戴耳機，整個實驗過程有十個階段，單數為學習區段，雙數為測試區段，在 LR50 與 LR15 組的學習區段中，只出現學習刺激，每個學習刺激隨機出現兩次，每次只播放一秒，撥放音量固定在 60dB，單音播放結束後，參與者必須判斷該聲音是由 A 生物或 B 生物所發出，在參與者按下反應之後，將會呈現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息 500 毫秒，然後清空螢幕 2 秒後進入下一個學習刺激，而在 LR0 組的學習區段，因低變異類別中只有一個學習刺激，所以該學習刺激將會隨機出現 12 次。在測試區段中，與實驗一不同的是，實驗二的測試區段中有學習刺激與目標刺激組合隨機出現，每個測試階段會固定出現兩次目標刺激，並由學習刺激中隨機挑選兩個高變異刺激與低變異刺激，故在測試區段共有六個測試次，其中四個為已在學習區段出現過的學習刺激，剩下的兩次為相同的目標刺激，每個單音刺激和學習區段呈現方式相同，同樣都播放 1 秒，音量固定在 60dB，在測試區段中，參與者做出反應後，將不提供參與者「Correct」或「Wrong」的回饋訊息，螢幕將清空兩秒後，直接進入下次的常識次。

問卷式回憶測驗

除了上述的電腦化分類作業外，為了解 LR15 組和 LR0 組參與者在低變異類別記憶中形成的類別結構中個數的差異，要求部分參與者在完成分類作業後，完成一份問卷式回憶測驗，該測驗主要要求參與者回想並報告在方才的分類作業中各個類別所含的刺激個數有多少個，因問卷式回憶測驗目的在了解 LR15 組和 LR0 組的操弄，故並未對 LR50 組之受試者進行問卷式回憶測驗，問卷內容詳見附錄三。

實驗結果

(一) 分類作業

實驗二為一單因子受試者間設計，主要目的在於透過在知覺層次上的低變異

類別的變異程度調整，影響參與者對於目標刺激的反應，進而了解以知覺層次上刺激的變異程度對於分類作業的影響，在結果的計算上，實驗二與實驗一相同，為了確認參與者在完全掌握實驗所建立的類別結後，對於目標刺激所做出的判斷，將都僅計算後三個測試階段中參與者對於目標刺激分類至高變異類別的機率，實驗二的結果中，LR50 組將目標刺激分類至高變異類別的平均機率為 0.56，LR15 組則為 0.86，而 LR0 組為 0.89，三組之間差異達顯著($F(2,113)=19.99$, $MSe=0.07$, $p<.01$)，而在事後比較的結果中可見，LR15 組與 LR0 組，兩組對於目標刺激分類至高變異類別之平均機率沒有顯著差異($F(2,113)=0.02$, $MSe=0.07$, $p=.90$)，但 LR15 組與 LR50 組($F(2,113)=26.57$, $MSe=0.07$, $p<.01$)和 LR0 組和 LR50 組($F(2,113)=31.56$, $MSe=0.07$, $p<.01$)皆達顯著差異，可見在調整低變異類別的變異程度至較小的程度時參與者就會更加傾向將目標刺激分類至高變異類別。

另外，將各組參與者平均將目標刺激分類至高變異類別之機率與 0.5 進行 t 檢定，發現除 LR50 組參與者未偏好將目標刺激分類至任一類別(LR50: $t(41)=1.22$, $p=.23$)，LR15 和 LR0 組參與者皆傾向將目標刺激分類至高變異類別(LR15: $t(36)=9.36$, $p<.01$; LR0: $t(36)=11.752$, $p<.01$)。

表 2 表中資料表示各組參與者對於目標刺激分類至高變異類別的平均機率，括號內值為標準誤

LR50 組	LR15 組	LR0 組
0.56(0.05)	0.86(0.02)	0.88(0.02)

(二) 問卷式回憶測驗

共有 45 位參與者回答了實驗二中的問卷式回憶測驗，其中 23 位參與者來自 LR15 組，另外的 22 位參與者來自 LR0 組，平均計算每位參與者所報告各類別個數，其中在低變異類別中，LR0 組參與者平均報告該類別含有 1.09 個聲音，而 LR15

組平均報告該類別含有 1.70 個，兩者差異達顯著($t(43)=2.48, p<.05$)，而在高變異類別中，LR0 組參與者平均報告該類別有 5.5 個聲音，而 LR15 組則平均報告該類別有 4.3 個聲音，兩組報告的平均個數也達顯著差異($t(43)=-2.90, p<.01$)，另外，LR15 組在回憶高變異類別的個數上與實驗的設定個數達顯著差異($t(22)=-8.78, p<.01$)，但 LR0 組回憶結果和實驗設定未達顯著差異($t(21)=-1.35, p=.19$)；在低變異類別的回憶個數上，LR15 組回憶結果和實驗設定的個數達顯著差異($t(22)=-18.68, p<.01$)，但 LR0 組的回憶結果和實驗設定個數未達顯著差異($t(21)=1.45, p=.16$)。

表 3 本表表示在問卷式回憶測驗中，LR0 組與 LR15 組參與者分別報告分類作業中高變異與低變異類別中各有多少種聲音，其中 LR0 組有 23 位參與者填答、LR15 組則有 22 位，表中為平均資料，而括號內為標準誤。

	LR0 組		LR15 組
高變異類別	低變異類別	高變異類別	低變異類別
5.5(0.35)	1.09(0.35)	4.30(0.19)	1.70(0.23)

討論

在實驗二裡，固定了高變異類別變異程度的情況下，調整低變異類別的不同變異程度後，發現若是在低變異類別內刺激間音頻較為接近，或極端的使低變異類別只含有一個學習刺激時，隨著縮小低變異類別的變異程度，加大低變異類別與高變異類別間的變異程度的差距，結果顯示擴大兩類別的變異程度差距會加大參與者將目標刺激分類至高變異類別的機率，且實驗二的結果可以看出，類別變異的調整對於結果的影響甚鉅，在 LR50 的組別中，參與者並未特別傾向將目標刺激分類至任一類別，但在 LR15 組 LR0 組中，參與者則平均傾向將目標刺激分類至高變異類別，且與實驗一不同之處在於，多數 LR15 組和 LR0 組參與者有很高

的機率將目標刺激分類至高變異類別，而未出現個別差異歧異的狀況，集中的趨勢也較為明顯。

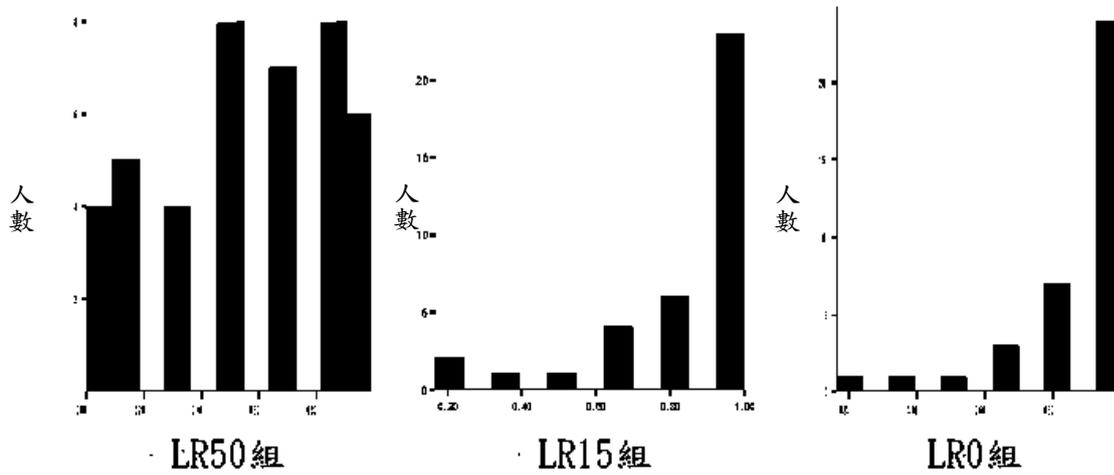


圖 10 本圖表示在實驗二中的三個組別中，計算每位參與者對於目標刺激分類至高變異類別機率，並加以繪製而成的次數分配圖。

實驗二所得結果與 Cohen 等人 (2001) 所得結果不盡相同，Cohen 等人 (2001) 的研究和實驗二的 LR0 組相似，低變異類別內同樣都只使用了一個學習刺激，Cohen 等人 (2001) 結果顯示參與者將目標刺激分類至高變異類別之平均機率約莫 47%，但在實驗二的結果中的 LR0 組，即低變異類別只含有一個學習刺激的情境，參與者有近兩倍的機率將目標刺激分類至高變異類別，其中的差距可能來自實驗的程序不同，在 Cohen 等人 (2001) 的研究中，兩類別最靠近目標刺激的兩個學習刺激在學習階段出現的機率遠大於其他的學習刺激(兩個學習刺激在學習階段出現的機率為 90%)，在強調兩類別中最靠近目標刺激的設計下，參與者可能會傾向只記得兩個類別邊際的刺激，即使偶爾有與兩學習刺激差異較大的刺激出現，參與者對於目標刺激的判斷依然是來自兩類別最靠近的兩主要學習刺激，因而造成參與者並未出現偏好任一類別的情形。

但在實驗二 LR0 組的設計中，兩類別學習刺激出現的次數，除低變異類別因為只含有一個學習刺激，在高變異類別中的每個學習刺激出現的次數皆相同、且

無論低變異或高變異類別佔學習嘗試次的機率皆相等，這樣均等的出現機率就與 Cohen 等人 (2001)所執行的實驗不同。

另在 LR15 組以及 LR0 組中，因刺激間彼此的差異較難被查覺，讓整個類別的變異程度縮小，比起 LR50 組，LR15 和 LR0 組中，低變異類別與高變異類別在變異程度的差異上顯得更為明顯，參與者較能夠意識到兩類別不同的變異情況，

實驗二中，在實驗材料設計上加大了兩類別的變異程度差距，使參與者在學習類別結構時更容易的覺察兩類別的類別變異差異的情況下，知覺層次的調整比起實驗一採用的以指導語方式，在學習之前提供了類別結構的變異資訊，更直接的影響了人們對於類別變異的知覺，且在兩類別變異程度差距加大後，便出現類別變異效果，顯示知覺類別變異的差距可能會對於目標刺激的分類判斷產生影響，即人們較不容易將目標刺激分類至低變異類別。

依據規則為基礎為理論的假設，記憶中低變異類別的可知覺的個數較少，而高變異類別較多，人們會學習一條可以盡可能地將所有的刺激分類至正確類別的規則，在高變異類別內含個數明顯多於低變異類別，且知覺高變異類別變異程度較低變異類別來得大時，人們會傾向將介在兩類別間的刺激分類至高變異類別 (Smith & Sloman, 1994)。

接著在探討固定低變異類別在較低變異的情況下，調整高變異類別的變異程度之前，下個實驗針對整個研究所採用的單音聽覺刺激材料進行檢驗，確認經過 mel scale 轉換過後的單音刺激材料，在心理空間的分布上是否如同實驗預期。



實驗三

實驗三旨在檢驗在本實驗中採用 mel 尺度轉換的聽覺刺激材料在人們的心理空間上呈現的排列是否和實驗預期的等距設定相似。

實驗參與者

本實驗共有 10 位政治大學大學在學學生參與，所有參與者皆為聽力正常且未受腦傷，年齡介在 18 至 22 歲間的成人，完成實驗後將會給予課堂加分。

刺激材料

實驗三為檢驗本研究中採用 mel 尺度轉換之聽覺刺激材料是否如預期所想，刺激之間彼此成等距且目標刺激介在兩不同變異類別中間，挑選在實驗二所使用的 LR15 該組之刺激材料作為檢驗對象，共採用了 13 個單音刺激，其中六個高變異刺激每個相距 40 mel，頻率最低為 370 mel，最高為 570 mel，另外六個低變異類別刺激每個相距 3 mel，頻率最低為 620 mel，最高為 635 mel，另有一學習刺激 595 mel，依據頻率高低在單維度的心理空間上，刺激的排列如下圖：

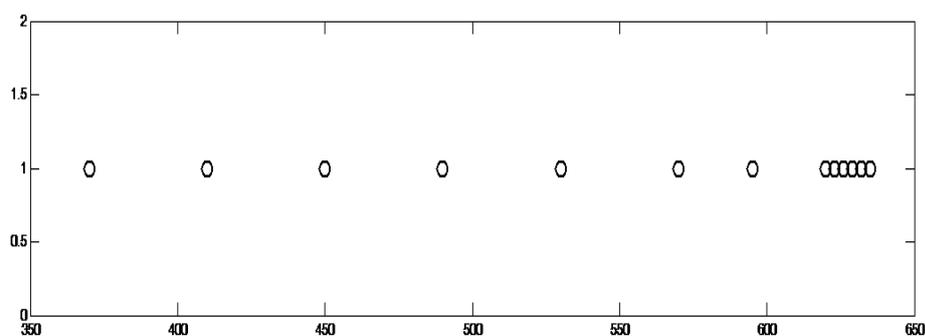


圖 11 預期各個刺激在單維度心理空間之位置

實驗程序

實驗三的實驗程序是一個相似性評分的實驗，受試者須全程戴上耳機，在實驗開始後，每次嘗試次會依序播放兩個由刺激材料隨機選取的單音，每個單音播放持續 1 秒，兩兩單音間隔 1 秒，在單音播放時螢幕上會顯示「Please listen to the 2 stimulus」，參與者在聽完兩個單音後須對這兩個單音進行相似性的評分，評分的

時間不予以限制，相似性評分是採用九點量尺，越像的兩個單音越高分，反之，兩個聲音越不像則越低分，參與者使用鍵盤上的數字鍵選擇相似性分數，按下之後螢幕上會出現參與者選擇對應的分數數字，該數字持續一秒後，螢幕會清空 1.5 秒，隨即進入下一次的嘗試次。實驗共進行兩個階段，每個階段皆含有 169 次嘗試次，第二個階段開始前有一段時間讓受試者休息。完整的實驗中每個受試者對每兩個單音配對共進行 4 次評分，而兩兩配對的單音會有兩種不同的播放順序，參與者會對同樣的播放順序進行 2 次評分。

分析方式

每個參與者在完成實驗後會得到兩個 13 X 13 的相似性矩陣資料，將 10 個參與者的矩陣資料平均後，再將同樣配對的兩兩單音資料合併成一個下三角矩陣資料。以 Mutidimensional Scaling (MDS) 方法分析，並設定以單一維度分析不同刺激材料間的關係，以得到刺激材料在人們心理空間上的分布。

實驗結果

下表 4 為 10 位參與者所得之平均相似性矩陣，經 MDS 分析後可得各個刺激在心理空間上的座標值，下表 5 標示了各個刺激在心理空間上的座標值，將個刺激對應之 mel scale 值與其心理座標值繪成一直條圖，詳見下圖 12。

以 MDS 進行分析後，其 S-Stress 值為 0.16，其 D.A.F 值(Dispersion Accounted For)為 0.99，皆顯示以單向度進行 MDS 分析之適配度很高。

在 MDS 細部的分析結果中，目標刺激，即 mel 595 該刺激距離高變異最高頻刺激 mel 570 與低變異最低頻刺激 mel620 皆為 0.23，低變異組六個刺激彼此距離平均為 0.03、標準差為 0.02；而高變異組六個刺激彼此距離為 0.26、標準差為 0.05，可見在低變異與高變異類別內刺激之間彼此距離接近等距，並未有太大差距。

討論

實驗三的目的在於檢驗整個研究採用經由 mel scale 轉換的單音刺激材料在人們心理空間上的排列是否是如實驗的預期，首先整個研究最關心的問題便是目標

刺激在人們心理空間的位置，在過去以知覺刺激研究類別變異效果的研究中，大部分的研究都沒有特別採用以心理物理實驗得到的物理刺激對應心理空間的量尺來進行轉換，亦未針對實驗中所採取的刺激材料以相似性評分的實驗來進行 MDS 分析以確認目標刺激在人們心理空間的位置，如此一來，便無法知道目標刺激是否是真的落在兩不同變異類別間，而 GCM 模型的假設又以刺激間彼此在心理空間上的距離遠近作為相似性計算的基準，若目標刺激無法準確地確認其在心理空間上的位置，研究的結果便無法得到有力的證據支持或反對相似性為基礎的分類模型。故此，在本研究採用了心理物理實驗所得到的 mel scale 轉換的聽覺刺激材料，並以相似性評分實驗得到的結果檢驗，得到的結果顯示，如同實驗最初所預設的，目標刺激在心理空間上距離兩不同變異類別邊界的刺激是等距的，且高變異類別內刺激彼此距離大致相等，接近等距的排列，但在低變異類別內的刺激，則因刺激間彼此距離過近，部分刺激無法被人耳區辨，在刺激間距離上未成等距，甚至有兩兩刺激接近重疊的狀況，這樣的狀況也和實驗二中受試者的自陳式回憶測驗結果相仿，受試者不僅無法透過回憶方式區辨記憶空間內低變異類別的不同刺激，在心理空間的排列上也顯得無法區辨。

實驗三透過相似性評分和 MDS 的分析方式確認了整個研究採用的聽覺刺激是有效的使得刺激在心理空間上的排列呈等距排列，且最重要的是目標刺激如同預期介在兩不同變異類別中間，這使得整個研究的結果變得更加可信，因為排除了刺激在物理空間和心理空間對應的混淆問題，在接下來的實驗繼續採用同樣的刺激材料了解類別變異對於目標刺激的分類判斷的影響。

表 4 MDS 相似性矩陣

	370	410	450	490	530	570	620	623	626	629	632	635	595
370													
410	7.35												
450	6.35	7.25											
490	5.43	6.25	7.20										
530	5.05	5.78	6.28	6.85									
570	3.85	5.08	5.33	6.40	6.78								
610	2.78	3.68	4.35	5.35	6.53	6.98							
613	2.55	3.85	4.83	5.13	5.75	6.55	8.60						
616	2.38	3.80	4.68	4.88	6.30	6.68	8.63	8.63					
619	2.53	3.78	4.60	4.80	5.90	6.45	8.67	8.64	8.83				
622	2.40	3.78	4.15	4.65	5.88	6.43	8.60	8.60	8.87	8.90			
625	2.30	3.70	4.15	4.70	5.75	6.68	8.60	8.60	8.90	8.90	8.90		
595	3.53	4.68	4.73	5.60	6.90	7.60	8.00	7.86	7.95	7.68	7.05	7.13	

表 5 LR15 組各刺激於單維心理空間之座標值

Mel	370	410	450	490	530	570	595	620	623	626	629	632	635
座標值	1.35	1.00	0.77	0.53	0.22	-0.05	-0.28	-0.51	-0.56	-0.57	-0.61	-0.65	-0.64

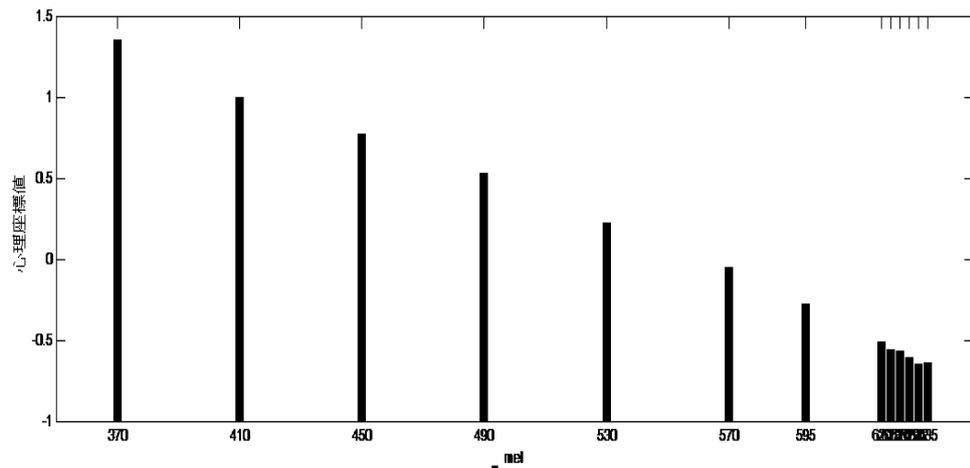


圖 12 MDS 分析各個刺激 mel 強度值與心理空間座標之關係

從上圖 12，可以看出刺激之強度值與其對應的心理空間座標值大致成線性關係，若將 MDS 所得之心理空間座標值與 mel 尺度之強度值進行相關檢驗，所得之 Pearson 相關為 $-0.998(p < .01)$ ，相關為負值的關係乃因 MDS 分析所得之結果中，較大的座標值對應的是較低頻的刺激，但在 mel scale 強度的分布上，較大的座標值對應較高的音頻，但結果同樣顯示經由 mel scale 轉換的單音音頻在心理空間的對應上有著高度相關，但若以未經 mel scale 轉換的單音頻率與 MDS 所得之心理空間座標值進行相關分析，可發現其相關為 $-0.775(p < .01)$ ，雖說相關達顯著，但可見在未使用 mel scale 轉換的單音頻率與心理空間座標值的相關明顯低於使用 mel scale 轉換之 mel 值，可見比起單單採用未經轉換的音頻做為刺激材料，採用 mel scale 轉換的刺激材料在參與者心理空間的位置分布較為相近。



實驗四

在了解透過縮小低變異類別變異程度，使得兩類別變異差距增大後，會引發類別變異效果，實驗四目的在了解透過調整高變異類別變異程度，使得兩類別變異程度增大或縮小是否會對參與者在目標刺激的分類判斷上產生影響，而可將高變異類別的變異程度調整為增大或縮小兩層次，依全距大小分別為：

HR(High-Variability Range) 50 組與 HR350 組。

實驗參與者

共 77 位 18 歲至 35 歲的成人受試者，所有參與者在完成實驗後可得到 50 元的現金，參與者皆為聽力正常、未受腦損傷且未參與過先前實驗的成人，隨機分派至 HR50 組和 HR350 組，其中 HR50 組共有 39 位參與者、而 HR350 組則有 38 位參與者。

刺激材料

本實驗主要在固定低變異類別的情況下調整高變異類別的變異情況，分別可以分為兩組：HR350 組與 HR50 組，兩種情境下的低變異類別皆維持實驗二中的 LR15 組中的變異程度，即該類別中最低頻率刺激為 620 mel，最高為 635 mel，每個學習刺激間相距 3 mel；而兩組不同之處在於高變異類別中的學習刺激，HR50 組中的高變異類別學習刺激，最低頻率為 520 mel，最高頻為 570 mel，每個刺激間距 10 mel，標準差為 17.07，相對地，在 HR350 組中的高變異類別學習刺激，最低頻率為 220 mel，最高頻為 570 mel，每個刺激間距 70 mel，標準差為 119.55。

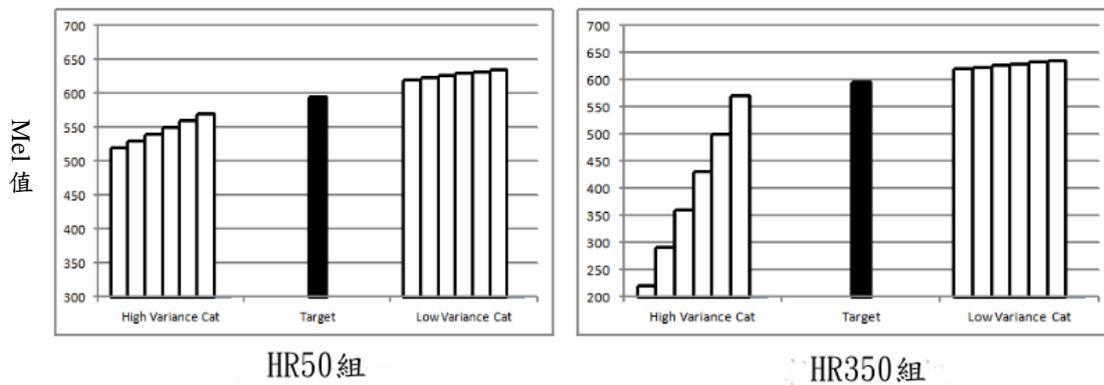


圖 13 本圖表示在實驗四中不同組別的學習刺激與目標刺激之強度，橫軸為刺激類型，縱軸為刺激強度，兩組中的目標刺激和學習刺激中的低變異類別刺激皆為相等，但在高變異類別的學習刺激略有不同，HR50 組每個刺激相距 10mel，HR350 組則為 70 mel。

實驗程序

(一) 分類作業

實驗四程序和實驗二基本相同，參與者在實驗過程中需全程配戴耳機，實驗共分為十個階段，其中單數階段為學習階段，雙數階段為測試階段，在學習階段中皆只隨機出現兩變異類別內含的學習刺激，每個學習刺激在一個學習階段出現兩次，每次播放一秒，音量固定在 60dB，參與者在聽完每個單音後，必須使用鍵盤做出類別判斷，在參與者反應後將在螢幕上給予正確與錯誤的回饋 500 毫秒，隨後清空螢幕 2 秒後進入下一次嘗試次，而在測試階段中，將由兩個類別隨機挑選兩個學習刺激，分別呈現一次，再加上目標刺激隨機呈現兩次，參與者同樣必須在聽完每個測試刺激後使用鍵盤做出類別判斷，而在測試區段螢幕上將不提供正確或錯誤回饋，參與者做出反應後螢幕將清空兩秒後，隨即進入下一次的測試嘗試次。

(二) 問卷式回憶測驗

實驗四同實驗二，在參與者完成分類作業後將要求其完成一份兩題的回憶自陳式問卷，問卷題目為要參與者回憶在方才的分類作業中，兩個類別各含有幾個不同的聲音。

實驗結果

實驗四中在固定低變異類別變異情況下，調整高變異類別的變異情況，進而了解透過高變異類別的變異程度的調整，在兩類別變異程度的差異上是否會對於受試者的影響，首先，本次實驗所有參與者十個階段之平均正確率為 0.95，標準差為 0.04，但在本次實驗中共有三位受試者因十個階段之平均正確率未達 0.8，已低於平均正確率近四個標準差，因此將其資料視為未能完全學習兩類別結構，故其資料未納入分析，故最後共有 74 位受試者資料進入分析，其中 39 位來自 HR50 組，而 35 位來自 HR350 組。

(一) 分類作業

而在各組對於目標刺激的分類結果見下表 6，兩組對於目標刺激分類至高變異類別的機率並未達顯著差異($t(72)=1.84, p=.15$)，進一步將實驗三與實驗二的資料合併如表 5，並進行單因子 ANOVA 分析後發現組間差異達顯著($F(4,188)=12.90, MSe=0.08, p<.01$)，以 Scheffe 法進行事後比較發現 LR50 組與其他四組皆達顯著差異(LR50vs. LR0 組： $F(4,185)=35.24, MSe=0.06, p<.01$ ；LR50vs. LR15 組： $F(4,185)=29.67, MSe=0.06, p<.01$ ；LR50vs. HR50 組： $F(4,185)=32.87, MSe=0.06, p<.01$ ；LR50vs. HR350 組： $F(4,185)=14.94, MSe=0.06, p<.01$)，且其他四組彼此之間皆未達顯著差異。(LR0vs. LR15 組： $F(4,185)=0.23, MSe=0.06, p=.99$ ；LR0vs. HR50 組： $F(4,185)=7.69, MSe=0.06, p>.99$ ；LR0vs. HR350 組： $F(4,185)=3.7, MSe=0.06, p>.99$ ；LR15vs. HR50 組： $F(4,185)=4.13, MSe=0.06, p>.99$ ；LR0vs. HR350 組： $F(4,185)=2.12, MSe=0.06, p=.71$ ；HR15vs. HR350 組： $F(4,185)=2.81, MSe=0.06, p=.59$ ；)

另外，將 HR50 組和 HR350 組參與者平均將目標刺激分類至高變異類別之機率與 0.5 進行 t 檢定，發現兩組參與者皆傾向將目標刺激分類至高變異類別(HR50: $t(38)=11.38, p<.01$; HR350: $t(34)=6.742, p<.01$)，即出現類別變異效果。

表 6 實驗四各組對目標刺激分類至高變異類別平均機率

HR50 組	HR350 組
0.87(0.03)	0.78(0.04)

表 7 實驗二與實驗四各組對目標刺激分類至高變異類別平均機率

LR50 組	LR0 組	LR15 組	HR50 組	HR350 組
0.56(0.08)	0.88(0.04)	0.86(0.04)	0.87(0.03)	0.78(0.04)

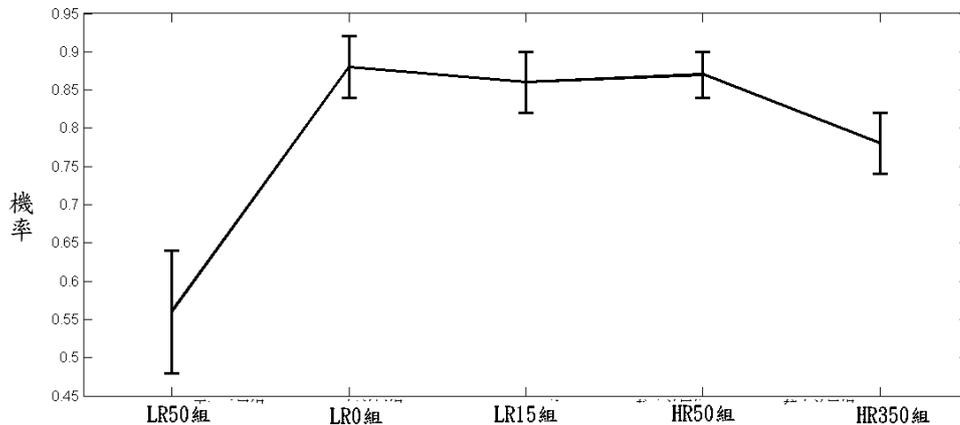


圖 14 實驗二與實驗四各組將目標刺激分類至高變異類別平均機率之折線圖

(二) 問卷式回憶測驗

實驗四中的問卷式回憶測驗因非全部的參與者皆有填答，在完成實驗後共有 63 位受試者填答，其中 HR50 組共有 34 位參與者，而 HR350 組則有 29 位，問卷式回憶測驗的分析結果詳見下表 8，其中在高變異類別上，HR50 組與 HR350 組雖有顯著差異，($t(61)=-4.65, p<.01$)，結果顯示相較於 HR350 組，HR50 組的刺激個

數較不容易被回憶正確，但在兩組對於低變異類別的部分則沒有顯著差異 ($t(63)=-0.12, p=.69$)，另無論是 HR50 或 HR350 組對於高變異類別回憶的個數皆與實驗設定的個數達顯著差異 ($t(33)=-13.25, p<.01; t(28)=-2.90, p<.01$)，而在低變異類別的回憶部分，兩組的結果同樣和實驗的設定個數達顯著差異 ($t(33)=-25.85, p<.01; t(28)=-26.31, p<.01$)。

表 8 實驗四問卷式回憶測驗結果

註：括號內為標準誤

HR50		HR350	
高變異類別	低變異類別	高變異類別	低變異類別
3.18(0.21)	1.76(0.16)	5(0.36)	1.82(0.16)

討論

首先，在實驗四裡為了了解高變異類別對於目標刺激的分類判斷影響，將低變異類別的變異情況控制在與實驗二的 LR15 組同樣的變異，並觀察加大與縮小高變異類別的變異情況是否會對於目標刺激的分類判斷產生影響，實驗四的結果呈現在縮小高變異類別的變異後，此時高變異類別與低變異類別在變異程度的差距縮小，但因低變異類別的變異程度很小，即使縮小了高變異類別的變異程度後，兩類別的變異程度差距仍容易被知覺，故仍有類別變異效果，參與者仍傾向將目標刺激分類至低變異類別。

但在加大高變異類別變異情況後，兩類別在變異程度的差距上又加劇，參與者可以清楚知覺兩類別具有不同的類別變異程度，故如同預期，引發了類別變異效果，參與者傾向將目標刺激分類至高變異類別，只是在機率上略微下降，但與其他組別相比未達統計顯著。

在實驗四問卷式回憶測驗的結果也發現了和實驗二同樣的現象，即在低變異類別變異程度較小使得參與者對於記憶中低變異類別個數少於高變異類別個數時，會引發類別變異效果。

在完成數個透過聽覺刺激了解類別變異程度差異對於目標刺激分類判斷影響後，為了讓整體研究與過去許多研究結果能夠有更好的對應，下一個實驗採用了與過去實驗常使用的視覺刺激材料，同時，Cohen 與 Nosofsky(2001)的研究與實驗二中的 LR0 組同樣在低變異類別僅使用了一個範例刺激，讓整體的變異程度差異較大時，卻未得到與實驗二相近的結果，即該研究未引發類別變異效果，其中原因可能來自在 Cohen 和 Nosofsky(2001)的研究中操弄了兩類別中，分別最靠近目標刺激的範例刺激在學習階段出現的機率，使得這兩個範例刺激出現的機率遠高於其他範例刺激，這可能讓參與者僅利用這兩個範例刺激來進行類別判斷，而未引發類別變異效果：故在下一個實驗中，透過與 Cohen 和 Nosofsky(2001)相近的刺激材料設定，但不操弄範例刺激的出現機率，預期同樣可以引發類別變異效果。

實驗五

本實驗旨在透過視覺刺激了解在不同刺激材料下，在類別變異差距較大時，且不操弄範例刺激的出現機率時，預期會和前面實驗相同，得到類別變異效果。

實驗參與者

本實驗共有 31 位年齡介在 18 至 40 歲的成人參與者參與，所有參與者視力在矯正後皆正常，且未受腦傷，在完成實驗後會得到 50 元現金作為參與實驗費用。

刺激材料

本實驗採用與過去四個實驗不同的直線視覺刺激材料，並以直線長度做為操弄不同類別變異程度的向度，因 Cohen 和 Nosofsky(2001)已透過 MDS 分析找到界在兩變異類別中央的目標刺激，為確保本研究所有的實驗中目標刺激皆位在兩變異類別中央，故本實驗採用與 Cohen 與 Nosofsky(2001)相近的長度設定，刺激材料示意圖見下圖 15，其中 MS 代表界在兩變異類別中央的目標刺激，其長度是 60 pixel，而較目標刺激短的直線為低變異類別，從 1 號至 6 號直線，其長度由短至長分別為 20、22、24、26、28、30 pixel，而較目標刺激長的直線為高變異類別，從 7 號至 12 號直線，其長度由短至長分別為 75、90、105、120、135、150 pixel。

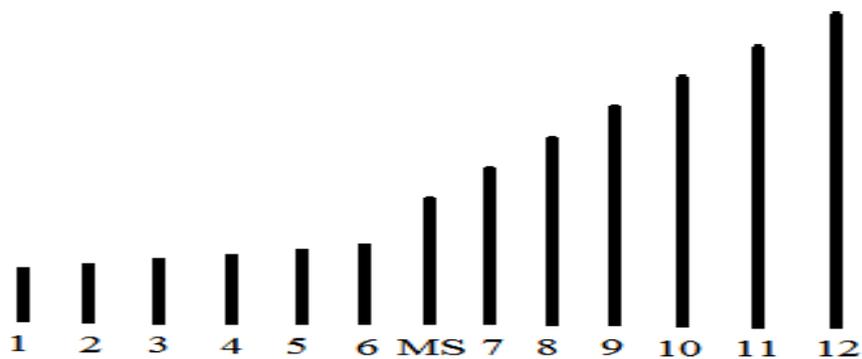


圖 15 實驗五直線刺激示意圖

低變異類別線段長度之標準差為 3.74、高變異類別則為 28.06，在本研究中因僅有此一視覺刺激實驗，固本實驗組別代稱為 visual。

實驗程序

實驗五和實驗二、四相同，含有兩個作業，分別是主要的分類作業以及事後的問卷式回憶測驗。

(一) 分類作業

實驗五的分類作業基本上與實驗二和實驗四的分類作業程序相同，但將刺激材料換成了視覺刺激材料，實驗共分為十個階段，其中單數階段為學習階段，雙數區段為測試階段，在學習階段中皆只隨機出現兩變異類別內含的學習刺激，每個學習刺激在一個學習階段出現兩次，每次呈現一條直線，呈現時間為一秒，參與者在看完每條直線後，必須使用鍵盤做出類別判斷，在參與者反應後將在螢幕上給予正確與錯誤的回饋 500 毫秒，隨後清空螢幕 2 秒後進入下一次嘗試次，而在測試階段中，將由兩個類別隨機挑選兩個學習刺激，分別呈現一次，再加上目標刺激隨機呈現兩次，每次直線同樣皆呈現一秒，參與者必須在看完每條直線後使用鍵盤做出類別判斷，而在測試區段螢幕上將不提供正確或錯誤回饋，參與者做出反應後螢幕將清空兩秒後，隨即進入下一次的測試嘗試次。

(二) 問卷式回憶測驗

實驗五同實驗二和實驗四，在參與者完成分類作業後將要求其完成一份兩題的回憶自陳式問卷，問卷題目為要參與者回憶在方才的分類作業中，兩個類別各含有幾種不同的直線。

實驗結果

(一) 分類作業

實驗五中將先前採用的聽覺刺激材料換成視覺刺激材料，期望與過去的研究

結果能夠有更好的連結，並試圖排除操控範例刺激出現機率的因素，試著檢驗在變異程度較大時，在視覺刺激材料上，同樣可引發類別變異效果。

在分類作業結果中，所有參與者平均將目標刺激分類至高變異類別之機率為 0.89，標準誤為 0.04，在與 0.5 進行單一樣本 t 檢定比較，顯示參與者傾向將目標刺激分類至高變異類別($t(30)=8.67, p<.01$)，進一步與實驗二和實驗四進行 One-way ANOVA 比較，以 Scheffe 法事後檢定發現實驗五僅與實驗二中 LR50 組有顯著差異($F(1,215)=6.38, MSe=0.06, p<.01$)，與其餘的四組皆未達顯著差異(LR0 vs Visual: $F(1,215)=0.00, MSe=0.06, p>.05$; LR15 vs Visual: $F(1,215)=0.04, MSe=0.06, p>.05$; HR50 vs Visual : $F(1,215)=0.01, MSe=0.06, p>.05$; HR350 vs Visual: $F(1,215)=0.67, MSe=0.06, p>.05$)。

(二) 問卷式回憶測驗

在問卷式回憶測驗中，與前述數個實驗相同目的，最主要了解在低變異類別中，當刺激之間在知覺上難以區分時，對於記憶中類別結構產生的影響，實驗五的問卷式回憶測驗結果可見下表 9。

問卷是回憶測結果顯示兩變異類別回憶個數皆與實驗設定個數有顯著差異(高變異類別： $t(30)=-9.34, p<.01$ ；低變異類別： $t(30)=-26.51, p<.01$)。

表 9 實驗五問卷式回憶測驗結果

高變異類別	低變異類別
3.52(0.26)	1.65(0.16)

討論

首先，實驗五最主要採用了和前述四個實驗不同的視覺刺激材料，了解在類別變異程度差異較大時，是否仍會引發類別變異效果，實驗五結果顯示即使採用

視覺刺激材料，在類別變異差距較大時，就會引發類別變異效果，這一結果拓展了整個研究結論，顯示在不同的刺激材料下，類別變異差異對於人們的分類判斷有著恆定的影響。

另外，在前述的實驗中的 LR0 組中，和 Cohen 和 Nosofsky(2001)研究中同樣設定低變異類別內僅含有一個範例刺激的極端狀況，在 LR0 組中發現相近的類別變異設定會引發類別變異效果，但在 Cohen 和 Nosofsky(2001)的實驗中卻未發現類別變異效果，實驗五為了檢驗其中差異，採用了與 Cohen 與 Nosofsky(2001)相近的變異程度與實驗刺激材料，不同之處在於低變異類別內不是僅含一個範例刺激和並未操弄範例刺激的出現機率，如預期的是，在類別變異差異較大時，實驗五引發了類別變異效果，即參與者傾向將目標刺激分類至高變異類別，這樣的結果顯示了 Cohen 和 Nosofsky(2001)的研究中未能發現類別變異效果的原因來自其操弄了範例刺激出現的機率。

總觀來看，過去大多數的研究中對於類別變異的控制沒有特別關注，這個可能是造成過去研究無法得到統一結論的其中一個原因，即不同研究中類別的變異情況並未被統一的控制與檢視。

統合本研究中所有實驗的結果來看，首先透過實驗三中採用相似性評分與 MDS 的分析可以確信在本實驗採用的單音聽覺刺激材料在人們心理空間上的分布情況與實驗預期相同，即目標刺激距離兩端不同類別的刺激是等距，且兩類別變異程度與預期相同呈現不同的變異程度，刺激間彼此距離接近等距，在這樣的基礎上所發展的結論變得更為可信。

另外的三個實驗以兩種方式了解人們對於類別變異的知覺對於目標刺激在分類判斷上的影響，第一種方式便是以實驗指導語的方式在事前試圖製造人們對於不同類別變異的知覺，但結果顯示單單以指導語方式提供類別變異線索並不足以促使人們真正的知覺類別結構中的變異差異，進而引發類別變異效果；但在實驗二與實驗四中，透過調整知覺上高低變異的變異程度，使參與者在實際學習時建

構出不同類別結構，結果顯示無論是縮小低變異類別變異程度或加大高變異類別變異程度，在兩類別變異程度差距較大時，就會引發類別變異效果。

同時，利用了有別於聽覺的視覺刺激材料，顯示在變異程度差異較大時，同樣能夠引發類別變異效果，這些結果以不同的類別變異差異以及不同的刺激材料提供了一個更廣泛的結論，顯示類別變異差異對於分類判斷的影響，顯示在類別變異差異較大時，就能夠引發類別變異效果。



綜合討論

本研究旨在以知覺類別變異的觀點研究 Rips(1989)所提出的類別變異效果問題，即介在兩變異程度不同類別中央的物體，人們在分類判斷上會傾向將該物體分類至高變異類別。

透過了本研究的數個實驗，主要以兩個層次檢驗了知覺類別變異對於目標刺激在分類作業上的影響，分別是以語言方式事先提供類別變異程度差異的線索，另一個層次是利用不同類別刺激在知覺層次上的不同變異程度，讓人們自主知覺類別結構在類別變異上的差異，而結果顯示事先給與類別變異線索的資訊並無法促使在事先掌握類別變異差異的參與者傾向將類別變異分類至高變異類別，但在知覺層次上加大高低變異類別在變異程度的差異後，參與者便會將目標刺激分類至高變異類別。

依據實驗所得的結果可以在三個不同的層次下討論分類學習上對於類別變異效果。

刺激材料的選用

在分類學習的研究上，用以建構類別的刺激材料相當多元，許多研究者以許多不同的刺激材料在研究分類學習上許多不同的問題，包括一些自然類別，像是一些已存在現實生活的類別結構，或是一些似自然的類別，像是以繪圖方式表達自然界可能存在的類別，透過特徵的調整來變化出不同的類別，而大多數的研究者以知覺刺激的方式建構不同的類別變異方式，大多數研究者採用知覺刺激的原因在於知覺刺激相較於自然類別較為單純，在刺激的變項控制上相對容易，同時，在了解人們學習類別的過程，以知覺刺激建構一個不曾在日常生活中出現的類別，透過不同實驗的方式讓人們學習該類別，進而以不同的指標，像是行為的正確率或反應時間，生理的證據……等等來了解學習的過程，這樣從無到有的學習過程

是大多數研究者所關心的，故知覺刺激的使用被廣泛的應用在分類研究中。

但不同研究採用的知覺刺激也不盡相同，不同的知覺類型，像是常用的視覺刺激或是聽覺刺激，而視覺刺激中又有許多種不同的類型，像是光柵(Gabor)、直線、圓上的黑點……等，聽覺刺激也可變化音頻或是音量的層面，這些不同的刺激材料常常被用來研究同樣的問題，但在面對 Rips 提出的問題，牽涉到人們知覺到的變異程度以及刺激的「位置」時，不同的刺激材料就會出現些許問題。

首先是在需要關注刺激材料在心理空間上的位置或分布時，刺激材料本身在物理層次(例如：直線的長短、光柵的密度、音頻的高低)至心理空間的對應上就應該被提出討論，在本研究的問題上，目標刺激的位置是最初提出的問題即有一定的設定，若此時刺激材料僅在物理層次上確認目標刺激的位置，便會衍生出目標刺激是否準確的介在兩類別中央的疑惑，使得研究的結果變得不可信，因此研究者在面臨需要考量刺激在心理空間上的分布與位置時，就必須小心地採用經由心理物理學實驗找到物體層次和心理空間的轉換規則的刺激材料，才能確保實驗所設定的刺激位置與實際在人們心理空間上的位置是一致的。

而本實驗也提供了一種 mel 尺度調整單音頻率的轉換規則，確保了結論的可信度，同時研究者也可以採用其他已有在物理與心理空間上轉換規則的知覺刺激材料來進行類別結構的設定，以確保研究結果的可信度。

而在視覺和聽覺刺激材料的比較上，在同樣確保了目標刺激界在兩變異類別中央的情況下，實驗五利用了較大的類別變異差異設定，同樣能透過視覺刺激材料來引發類別變異效果，顯示類別變異差異對於分類學習的影響是跨刺激材料類型的，穩定地影響人們的分類判斷。

不同類別變異的設定

在本研究中企圖以不同的變異設定，在知覺層次上的變異程度調整以測試人們對於不同變異程度差距的知覺，實驗結果也顯示，在不同的變異程度設定下，

人們會有不同反應，在低變異類別變異程度較小時，高變異類別的變異程度較容易被凸顯，而較容易知覺到變異程度的不同，顯示不同的變異程度組合的設定可能會影響人們的分類判斷，而在過去的研究裡，研究者雖然依循了 Rips(1989)最早提出的問題的設定，採用了兩個較低變異與較高變異的類別，但並未針對不同的變異設定做較細部的討論，如此一來，雖然各研究可能得到的不同的研究結果，但這樣的結果可能是因為不同的變異設定而來，所以以下整理了本研究所採用的實驗，與挑選過去採用單維度知覺刺激、以回饋學習方式，且單次呈現一個刺激的研究，配合一個簡單的指標區別可能會產生類別變異效果的變異組合設定。

這個指標 D(differentiate) index 計算方式是以高變異類別變異程度除以低變異類別的變異程度後，再除上低變異類別內刺激之間彼此的差距。最初的高變異類別變異程度除上低變異類別變異程度表現的是類別間變異程度的比值，而最後除上低變異內刺激之間彼此的差距的原因在於，在本研究所發現的結果和 Smith 和 Sloman(1994)的結果皆發現低變異會作為類別變異差距比較的基準，低變異的變異程度只要夠小，人們就能夠較輕易的知覺到類別間變異程度的不同，指標公式如下。

$$D \text{ index} = \frac{\text{高變異類別變異程度}(SD)}{\text{低變異類別變異程度}(SD)} \div \text{低變異類別內刺激間彼此差距}(interval)$$

接續依據 D index 計算了本研究中實驗一未提供類別變異線索組、LR0 組、LR15 組、LR50 組、HR50 組以及 HR350 組。還有 Stewart(2002)研究中一次呈現一個刺激且未提供類別變異線索組、Cohen(2001)高變異類別個數多於低變異類別個數組、Hsu(2009)以回饋方式學習組和 Sakamoto(2006)的研究，結果整理如下表。

在下表的 D index 整理結果裡標註*代表出現類別變異效果，首先我們可以觀察得到當 D index 較大時，此時表示兩類別的變異程度較容易被知覺，而會出現類別變異效果，但若 D index 較小時，表示兩類別的變異程度差距較不容易被知覺而未出現類別變異效果。

但在 D index 的計算中在特定的狀況會有問題，即在低變異類別內僅含一個學習刺激時，此時該低變異類別的變異程度會是 0，刺激之間彼此差距也會是 0，這使得 D index 無法計算，但在本研究的結果顯示，在低變異類別內僅含一個學習刺激時，與高變異類別的變異程度變得很明顯，人們應能夠清楚的意識到兩不同類別的變異程度不同。但在 Cohen 和 Nosofsky(2001)的研究採用了低變異類別內僅含一個刺激的設計，卻未出現類別變異效果的原因在先前就有說明，主要是因為該研究除了操弄類別的變異程度還改變了類別內刺激出現的機率，使得靠近目標刺激最近的兩個刺激出線機率遠高於其他刺激，這有可能使得人們在進行分類判斷時僅憑靠兩個距離目標刺激最近的學習刺激，並非依靠不同的變異類別來進行推論，實驗五也透過相近的類別變異設定和相同的直線視覺刺激材料驗證上述的想法，即發現在不操弄範例刺激出現的情況下，相似的類別變異設定可以引發類別變異效果，甚至實驗五的 D index 比起 Cohen 和 Nosofsky(2001)所得到 D index 小得多，同樣能夠引發類別變異效果。

表 10 不同研究之 D index 整理表

註：*表該實驗出現類別變異效果

不同研究	低變異類別變異程度(SD)	高變異類別變異程度(SD)	低變異類別 interval	D index	目標刺激分類到高變異類別機率
實驗一 No Hint	14.14	106.07	10	0.75	0.49
LR0*	0	56.57	0	∞	0.88
LR15*	4.24	56.57	3	4.45	0.86
LR50	14.14	56.57	10	0.40	0.56
HR50*	4.24	17.07	3	1.34	0.87
HR350*	4.24	119.55	3	9.40	0.78
Visual	3.74	28.06	2	3.75	0.89
Cohen(2001)	0	25.62	0	∞	0.47
Stewart(2002)	11	28	5	0.51	0.39
Sakamoto*(2006)	3.42	34.16	2	4.99	0.69
Hsu(2009)	14.14	106.07	10	0.75	0.47

除了透過實驗採用不同的刺激材料來驗證類別變異差異在跨刺激材料上的穩定影響，透過 D index 的計算同樣可以看到不同的研究間採用的不同刺激材料中，D index 較大者就會引發類別變異效果，再次的證明了類別變異差異在跨研究間的穩定效果。

總而言之，未來研究者在需探討類別變異對於介在不同變異類別中間的目標刺激分類判斷的影響時，可以簡單的採用 D index 預期人們是否可以知覺不同類別的變異程度差距，而另外若須採用低變異類別內僅含一個學習刺激的情形，在不操弄學習刺激的出線機率時，人們可以容易地意識到不同類別間變異程度的差異，而引發類別變異效果。

另外在類別變異效果的理論討論爭論上，依據不同研究的主張，大致可以分作融合以相似性為基礎和以規則為基礎的多策略主張和以改進相似性理論的單理論主張。

不同實驗派典下的情境線索與不同分類策略

Rips(1989)的研究提供了一個分離兩個在分類上重要理論預測的機會，在後續的研究中無論是以語意或知覺刺激所形成的類別結構進行研究皆產生出許多支持與不支持原來結論的結果，近期研究者開始將不同的分類理論視為人們擁有的不同策略，而人們會依據實驗設定中些許的不同採用不同的策略進行分類判斷，透過實驗的設定引發出符合不同理論預測的結果，這使得分類策略的在人們認知歷程中並存的假設得到有力的證據。

本研究中所提的類別變異程度的不同可以視為其中一個重要的情境線索，依據不同策略的觀點，在人們意識到類別變異不同的情況下，容易促使人們採用規則為基礎的策略進行分類判斷，反之在不容易意識類別變異的情況，則容易促使人們採用相似性為基礎的理論。

在其他的研究中，也有研究者提出以不同情境線索會引發不同的分類策略，如在引言前述的使用不同的學習方式(Hsu & Griffiths, 2010)⁹，不同的刺激呈現方式(Stewart & Chater, 2002)，這些在實驗設計上的不同都會影響人們對於同一個刺激的分類判斷，而在採用都是回饋學習的前提下，Stewart 和 Chater(2002)採用以不同的刺激呈現方式搭配指導語提供變異線索，在類別間變異差距不明顯的狀態下，成功的分離了不同的理論預測，和本研究同樣驗證了人們知覺類別變異的不同為重要引發規則為基礎策略的因素，但在過去的分類學習研究中，多數皆採取一次呈現一個刺激的方式，本研究的結果直接的提供了一個相似的情境作為參考的基礎，顯示人們即使採用一次學習一個學習刺激的方式，類別變異的設定依舊直接的影響人們的分類判斷。

而部分研究者認為回饋學習是有利於人們使用相似性為基礎的策略，而觀察學習是有利於人們使用規則為基礎的策略(Ashby, et al., 2002)，但在 Stewart 和 Chater(2002)，Sakamoto(2006)和本研究中都顯示即使採用有利於相似性為基礎的方式依舊可以誘發人們做出與規則為基礎預測相同的類別變異效果，這顯示在許多情境線索之間並非互斥的存在在人們的認知歷程中，人們可能依據不同的作業，採用最有利於作業的因素進行分類判斷。

這樣許多的情境線索都可能會影響分類判斷的影響，提供往後研究者在進行分類研究時，除了關心的實驗設定外，更要仔細的觀察實驗設定外的情境線索是否可能會影響人們的決策，進而引導出錯誤的研究結論。

相似性理論的改進

在理論層次的討論上，近期除了開始以不同的分類策略觀點來加以討論外，支持相似性為基礎的理論的學者開始以改進相似性理論的不足，在改進理論的觀點上，對於類別變異效果的解釋來自於採用相似性的理論觀點無法很好的表現類別變異的差距，但在類別變異效果的研究中，類別變異差距的設定是最重要的因素之一，故此，若能在相似性判斷為基礎的理論上，加入類別變異的概念，嘗試是否能夠解釋類別變異效果，便是相似性理論發展的重要議題。

Sakamoto 等人(2006)採用了與本研究相似的回饋學習方式，但操弄直線的長度以製造不同類別的變異程度以及目標刺激，以本研究所計算的 D index 顯示人們在該研究的設定下應能意識到類別變異程度的不同，但與本研究的不同的是，該實驗是完成了 10 階段的學習區間，且學習階段僅出現高低變異類別內所含的學習刺激後，才進行含有目標刺激的兩區間測試階段，實驗的結果顯示人們會偏好將目標刺激分類至高變異類別。

在成功引發類別變異效果的基礎上，Sakamoto 等人試著改進以相似性理論為基礎的模型，試著加入敏感於類別變異的因素使其能夠成功預測類別變異效果，

在模型的改進上，保留了原始相似性計算作為判斷類別的基礎，但在相似性計算上不是採用原先在心理空間的距離的概念，而是加入了類別所形成的類別結構所含的平均數和變異程度，在新的模型中，同類別內刺激所聚合生成的相似性總和會受到類別結構的變異程度和平均數調控，即在心理空間上距離目標刺激等距的兩學習刺激，對於變異程度越大的類別而言，目標刺激與該學習刺激的相似性會越高，預測人們選擇高變異類別的機率就會增加，其公式如下，其中 s 表示各類別之標準差， μ_i 則為各類別平均數， a_i 為選擇各個類別之機率。

$$a_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s_i} e^{-\frac{(x-\mu_i)^2}{2s_i^2}}$$

而類別變異程度的設定，則是透過人們的學習而得，在每次的回饋與人們的反應中逐漸建構出不同類別的變異程度，詳見下公式，其中 t_i 表示對應某個類別的回饋：

$$\Delta s_i = -\varepsilon \frac{\partial}{\partial s_i} \left\{ \frac{1}{2} (t_i - a_i)^2 \right\}$$

如此一來在對相似性為基礎的模型進行了這樣的修正後，以相似性為基礎的模型能夠同樣和以規則為基礎的模型預測類別變異效果。

在新模型的改進上，成功的以融合規則為基礎的模型敏感於類別變異的特性，並保留相似性計算的概念，成功的預測了類別變異效果，這樣在單理論層次上的拓展有助於相似性理論的演進，但仍有些許問題，首先在於拓展了模型的架構下，引入了類別的平均數和變異程度的參數，如同在迴歸模型中加入了更多的變項，對於能夠更好的解釋了不同的現象，但同樣的模型在預測過去的許多相似性模型可以解釋的現象中是否能夠達到一樣的結果，同時若能達到一樣的結果，在追求理論的精簡層次上，延展的理論是否能夠更好的解釋過去的結果以及進一步的檢視過去除了類別變異效果外，相似性理論所不能，而規則為基礎理論可以解釋的現象上，是否能夠有更好的突破，便是對於拓展的新理論更嚴苛的檢驗，也是新

理論是否能夠取代過去許多相似性為基礎的理論的重要關鍵。

另一個問題回到類別變異效果的討論上，在 Sakamoto 等人(2006)所開發新的模型中，對於刺激間相似性的計算會受到類別變異的影響，似乎沒有找到清楚對應的心理意涵可以來解釋在同樣心理空間上同樣距離的兩刺激除了注意力的調控上，也受到不同的類別變異影響，這其中的心理歷程是否真的如模型所刻劃的則需要進一步的透過更多的實驗證據加以檢視。

除了 Sakamoto 等人(2006)所提出的新的概念可以加以改進相似性的理論外，本研究也提供了些許的改進的方向，在本研究中除了驗證了類別變異差距的知覺可能影響人們的分類判斷外，也得到在心理空間上知覺區辨度低的時候，人們不容易提取出類別內所有的範例刺激，此結果與相似性理論息息相關，在相似性的理論中，每個範例刺激與目標刺激進行相似性計算的總和是作為分類判斷的基礎，但在類別內可由記憶所提取的數目與實驗設定不同時，相似性的總和就會不同，這樣一來，理論的設定就會和實際的情形有相當的落差，藉此，在相似性理論的改進上可以引入刺激之間的混淆程度造成記憶提取上問題的理論(Brown, Neath, & Chater, 2007)，在 Gordon 等人(2007)的模型 SIMPLE(for scale-independent memory, perception, and learning)，提出了在記憶空間中刺激間彼此的接近性高時，會影響刺激在記憶中的提取，當某刺激與其他刺激在記憶空間中接近性高時，其被提取的機率便較低，透過 SIMPLE 模型所提出的概念，在決定相似性理論中類別的結構時，便可透過模型 SIMPLE 決定每個類別內範例刺激被提取的機率，並以該機率作為目標刺激和該範例刺激相似性的權重，如果一個刺激的提取較不易，其提取的機率便較低，假設模型預測其被提取的機率為(p_i)，在經由相似性理論基礎的模型計算出該學習刺激與新進刺激的相似性(η_i)後，將該學習刺激的機率乘上提取機率($p_i\eta_i$)後，再進行相似性的加總($\sum p_i\eta_i$)，以這樣的方式改變相似性理論中類別的建構與相似性的計算，或許能夠以相似性的觀點更好的解釋類別變異效果。

未來研究方向

在了解了人們是否知覺不同類別變異程度的差距可能會引發不同的結果後，在未來的研究可以進一步的了解是不是有其他的可能因素會影響人們對於目標刺激的分類判斷影響，幫助我們在了解採用不同的實驗派典或是刺激材料的設定時是否會影響我們的結果。

另外，在本研究可以看到的是，若是在人們較難從知覺層次上意識到兩類別的變異程度不同時，即使以語言的方式先行影響了人們對於變異結構的知覺，仍然無法引發類別變異效果，在這種類似由上而下的類別變異的建構和由上而下透過學習建構不同類別變異的方式，為何會有不同的結果，又其中可能的歷程是什麼都是未來可以繼續去研究的方向。

在理論層次的演進上，在多策略的理論觀點上，未來研究的重要方向在於更細緻的檢驗不同理論所隱含的策略是如何被引發的，即為何不同的類別變異會驅使人們採用以規則為基礎的策略，又在人們內在的類別表徵的建構上，採用了不同的策略的人是否會有些許不同，人們是否是在同樣的類別表徵的基礎上，選擇不同的策略，或是在不同的類別表徵下發展出不同的策略。

而從改進理論的觀點中，本研究率先提出的可以採用刺激間接近性造成記憶體取困難的想法，在結合了記憶理論的觀點下所發展的模型是未來可進行的研究方向，並加以研究該新模型以及 Sakamoto 等人(2006)所開發的模型在過去相似性可解釋的現象以及未能解釋的部分是否能提供相似性理論更好的發展，同時，若在類別變異效果的問題上，相似性理論和規則為基礎的理論都能得到相同的預測，便需要進一步的利用更精妙的實驗設計方式，區分新的相似性理論和規則為基礎的理論，以求更清楚的釐清在類別學習的心理歷程中，究竟何種理論對於心理歷程的刻畫較為正確。

結論

在 Rips(1989)所提出的類別變異效果問題裡，成功的分離了以規則為基礎的理論和以相似性為基礎的理論預測，但在後續的許多研究中各自得到支持不同理論的結果，本研究透過知覺不同類別變異程度的觀點檢視了人們對於變異程度的知覺會如何影響在兩變異不同類別中央的目標刺激的分類判斷，結果顯示若是以知覺層次上調整類別變異程度至較大的差異後，便會引發類別變異效果，但在兩類別變異程度差距不明顯時，就無法引發類別變異效果，且無法透過指導語的方式影響，延展了過去研究中認為人們是否知覺類別變異是一重要因素的觀點，並試著統合過去相似的研究，說明類別變異的不同設定，影響了人們對於變異程度知覺的效果，造成了過去歧異的研究結果，同時也運用了不同的刺激材料和統合的 D index 證明了類別變異差異的知覺在分類學習上的穩定影響，提供了一個較為清晰的觀點了解類別變異對於分類學習的影響。



參考文獻

- Anderson, A., Ross, B., & Chin-Parker, S. (2002). A further investigation of category learning by inference. *Memory & Cognition*, 30(1), 119-128.
- Ashby, F. G., & Alfonso-Reese, L. A. (1995). Categorization as Probability Density Estimation. *Journal of Mathematical Psychology*, 39(2), 216-233.
- Ashby, F. G., & Gott, R. E. (1988). Decision rules in the perception and categorization of multidimensional stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(1), 33-53.
- Ashby, F. G., & Lee, W. W. (1991). Predicting similarity and categorization from identification. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(2), 150-172.
- Ashby, F. G., Maddox, W. T., & Bohil, C. (2002). Observational versus feedback training in rule-based and information-integration category learning. *Memory & Cognition*, 30(5), 666-677.
- Brown, G. D. A., Neath, I., & Chater, N. (2007). A temporal ratio model of memory. *Psychological Review*, 114(3), 539-576.
- Carey, S. (1987). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cohen, A., Nosofsky, R., & Zaki, S. (2001). Category variability, exemplar similarity, and perceptual classification. *Memory & Cognition*, 29(8), 1165-1175.
- Estes, W. K. (1986). Array models for category learning. *Cognitive Psychology*, 18(4), 500-549.
- Fried, L. S., & Holyoak, K. J. (1984). Induction of category distributions: A framework for classification learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(2), 234-257.
- Hsu, A. S., & Griffiths, T. L. (2010). Effects of generative and discriminative learning

- on use of category variability. *Proceedings of 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society*.
- Keil, F. C. (1989). *Concepts, kinds, and conceptual development*: Cambridge, MA: MIT Press.
- Komatsu, L. K. (1992). Recent views of conceptual structure. *Psychological Bulletin*, *112*(3), 500-526.
- Kruschke, J. K. (1992). ALCOVE: An exemplar-based connectionist model of category learning. *Psychological Review*; *Psychological Review*, *99*(1), 22-44.
- Lockhead, G. R. (1966). Effects of dimensional redundancy on visual discrimination. *Journal of Experimental Psychology*, *72*(1), 95-104.
- Love, B. C., Medin, D. L., & Gureckis, T. M. (2004). SUSTAIN: A Network Model of Category Learning. *Psychological Review*; *Psychological Review*, *111*(2), 309-332.
- Maddox, W. T., & Ashby, F. G. (1993). Comparing decision bound and exemplar models of categorization. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *53*(1), 49-70.
- Maddox, W. T., Molis, M., & Diehl, R. (2002). Generalizing a neuropsychological model of visual categorization to auditory categorization of vowels. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *64*(4), 584-597.
- Markman, A. B., & Ross, B. H. (2003). Category use and category learning. *Psychological Bulletin*, *129*(4), 592-613.
- Medin, D. L. (1989). Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*; *American Psychologist*, *44*(12), 1469.
- Medin, D. L., Goldstone, R. L., & Gentner, D. (1993). Respects for similarity. *Psychological Review*, *100*(2), 254-278.
- Medin, D. L., & Schaffer, M. M. (1978). Context theory of classification learning.

Psychological Review, 85(3), 207-238.

Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification–categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115(1), 39-57.

Nosofsky, R. M., Palmeri, T. J., & McKinley, S. C. (1994). Rule-plus-exception model of classification learning. *Psychological Review*, 101(1), 53-79.

Palmeri, T. J., & Nosofsky, R. M. (1995). Recognition memory for exceptions to the category rule. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(3), 548-568.

Posner, M. I., Boies, S. J., Eichelman, W. H., & Taylor, R. L. (1969). Retention of visual and name codes of single letters. *Journal of Experimental Psychology*, 79(1, Pt.2), 1-16.

Reed, S. K. (1972). Pattern recognition and categorization. *Cognitive Psychology*, 3(3), 382-407.

Rips, L. J. (1989). Similarity, typicality, and categorization. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. (pp. 21-59): New York, NY, US: Cambridge University Press.

Rips, L. J., & Collins, A. (1993). Categories and resemblance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(4), 468-486.

Ross, B. H., & Murphy, G. L. (1996). Category-based predictions: Influence of uncertainty and feature associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(3), 736-753.

Sakamoto, Y., Love, B. C., & Jones, M. (2006). Tracking Variability in Learning: Contrasting Statistical and Similarity-Based Accounts. *Proceedings of Cognitive Science Society*, Mahwah, NJ.

Shepard, R. N. (1964). Attention and the metric structure of the stimulus space. *Journal*

- of Mathematical Psychology; Journal of Mathematical Psychology*, 1(1), 54-87.
- Smith, E. E., Langston, C., & Nisbett, R. E. (1992). The case for rules in reasoning. *Cognitive Science*, 16(1), 1-40.
- Smith, E. E., & Medin, D. L. (1981). *Categories and concepts*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Smith, E. E., & Sloman, S. (1994). Similarity- versus rule-based categorization. *Memory & Cognition*, 22(4), 377-386.
- Steinberg, J. C. (1937). Positions of Stimulation in the Cochlea by Pure Tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 8(3), 176-180.
- Stevens, S. S., Volkman, J., & Newman, E. B. (1937). A scale for the measurement of the psychological magnitude pitch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 8, 185-190.
- Stewart, N., & Chater, N. (2002). The effect of category variability in perceptual categorization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(5), 893-907.

附錄一 實驗一提供類別變異線索指導語

聽覺分類實驗指導語—audioCL-hi

[請您仔細閱讀以下指導語]

在本階段實驗中，請您戴上耳機，實驗開始後，耳機每次將播出一段單音，請您想像這是由某兩種外星生物其中一種所發出的聲音，請您特別注意的是，其中 A 生物能夠發出的聲音頻率範圍較小，而 B 生物能發出的聲音頻率範圍較大。

您仔細聽完該聲音後，請您參考該聲音的特徵，區分這是由 A 生物或 B 生物所發出的聲音：

[S] 鍵：A 生物

[;] 鍵：B 生物



在您按下 [S] 或是 [;] 反應鍵後，螢幕將會呈現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息，您可根據回饋訊息調整已使用之判斷規則。請注意：分類規則與 [S] / [;] 按鍵順序無關。

請特別注意勿觸碰除了規定按鍵外的按鍵，特別是左下角 windows 鍵。

本實驗不限定可使用的判斷規則，您可以嘗試任何的可能性，並且 100% 的正確率是可能的，請您依此目標努力作答。

本實驗共含 10 個階段，其中雙數階段 [2、4、6、8、10] 為「No Feedback Phase」區段，這些區段將不會出現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息。

附錄二 實驗一未提供類別變異線索指導語

聽覺分類實驗指導語—audioCL-nh

[請您仔細閱讀以下指導語]

在本階段實驗中，請您戴上耳機，實驗開始後，耳機每次將播出一段單音，請您想像這是由某兩種外星生物其中一種所發出的聲音，在您仔細聽完該聲音後，請您參考該聲音的特徵，區分這是由 A 生物或 B 生物所發出的聲音：

[S] 鍵：A 生物

[;] 鍵：B 生物



在您按下 [S] 或是 [;] 反應鍵後，螢幕將會呈現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息，您可根據回饋訊息調整已使用之判斷規則。請注意：分類規則與 [S] / [;] 按鍵順序無關。

請特別注意勿觸碰除了規定按鍵外的按鍵，特別是左下角 windows 鍵。

本實驗不限定可使用的判斷規則，您可以嘗試任何的可能性，並且 100% 的正確率是可能的，請您依此目標努力作答。

本實驗共含 10 個階段，其中雙數階段 [2、4、6、8、10] 為「No Feedback Phase」區段，這些區段將不會出現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息。

附錄三 實驗二與實驗四之指導語

類別學習實驗指導語—audioCL

[請您仔細閱讀以下指導語]

在本階段實驗中，實驗大致可分為單數與雙數區段，首先請您戴上耳機，實驗開始後，耳機每次將播出一段單音，請您想像這是由某兩種外星生物A生物或B生物所發出的聲音，您需要完成的作業便是辨認該聲音是由A生物或B生物發出，若您覺得該聲音是由A生物所發出請按下[S]鍵，反之若您覺得該聲音由B生物所發出，則請您按下[;]鍵，在單數區段中，按下反應鍵後，螢幕將會呈現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息，但請您特別注意的是，在本實驗的雙數區段中，實驗過程中螢幕將不會呈現回饋訊息，此時請您依據您先前的規則，判斷耳機所播放之聲音是由A生物或B生物所發出。

[S] 鍵：A 生物

[;] 鍵：B 生物



請注意：本實驗的判斷規則與 [S] [;] 按鍵順序無關。

請特別注意勿觸碰除了規定按鍵外的按鍵，特別是左下角 windows 鍵。

本實驗不限定可使用的判斷規則，您可以嘗試任何的可能性，並且 100% 的正確率是可能的，請您依此目標努力作答。另本實驗共含有十個區段，辨認的規則並不會隨區段改變，請您留意。

附錄四 實驗三指導語

聽覺刺激 MDS 實驗

[請仔細閱讀以下指導語]

在本次的實驗中，您將會需要對一次嘗試次內播放的兩個聲音進行相似性判斷，在您進入實驗小間後，請您先戴起耳機，確認您已準備好後，再進行實驗，在實驗進行中，每次將會播放兩個單音，此兩個單音有可能是同一個，亦有可能是不同的單音，在您聽完兩個單音後，請您使用鍵盤上右手邊的九宮格數字鍵，對剛才播放的兩個單音進行相似性評分，當您覺得兩個單音越相似，請您按下較大的數字，最高為 9 分，若您覺得兩個單音越不相似，請您按下較小的數字，最低唯 1 分，評分的方式特別請您牢記，在您評分後，螢幕會顯示您所按下的分數再進行下一次的嘗試。



整個實驗共分有兩個階段，兩個階段進行的方式完全相同，每個階段各含有 169 個嘗試次，請您在每次的兩個單音播放後進行相似性評分，因過程具有較高的重複性，請您保持耐性盡力完成，在每個階段中間，您可以選擇稍做休息後再開始。※整個實驗約費時約 40 至 50 分鐘※

- ※ 在本次的實驗中您將只會需要用到鍵盤上的[空白鍵]與鍵盤右方的[九宮格數字鍵]，請您特別留意不要按到其他的按鍵。
- ※ 實驗中每個單音的配對組合皆為隨機出現，與按鍵順序無關

附錄五 實驗五指導語

[請您仔細閱讀以下指導語]

在本階段實驗中，實驗大致可分為兩區段，整個實驗開始後，在單數區段中，螢幕每次將呈現一條直線，請您想像這是某種外星生物上的印記，並請您分類該直線是屬於 A 生物或 B 生物身上的，若您覺得該直線屬於 A 生物類別請按下[S]鍵，反之若屬於 B 生物，則按下[;]鍵，反應後，螢幕將會呈現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息，在雙數區段中，實驗過程與單數區段類似，但螢幕將不會呈現回饋訊息，此時請您依據您先前的規則，判斷螢幕所呈現的直線是屬於 A 生物類別或 B 生物類別。

[S] 鍵：A 生物

[;] 鍵：B 生物



請注意：分類規則與 [S] / [;] 按鍵順序無關。

請特別注意勿觸碰除了規定按鍵外的按鍵，特別是左下角 windows 鍵。

本實驗不限定可使用的判斷規則，您可以嘗試任何的可能性，並且 100% 的正確率是可能的，請您依此目標努力作答。

本實驗共含 10 個階段，其中雙數階段為「No Feedback Phase」區段，這些區段將不會出現「Correct」或「Wrong」的回饋訊息。

附錄六 實驗二與實驗四問卷式回憶測驗問卷

受試者編號：_____、受試者姓名：_____

1. 試問剛才的聽覺分類實驗中，您認為外星生物 A（左手 S 鍵）共能發出幾種聲音？_____ 種。

2. 試問剛來的聽覺分類實驗中，您認為外星生物 B（右手：鍵）共能發出幾種聲音？_____ 種。

附錄七 實驗五問卷式回憶測驗問卷

受試者編號：_____、受試者姓名：_____

1. 試問剛才的視覺分類實驗中，您認為外星生物 A（左手 S 鍵）共有幾種直線條紋？_____ 種。

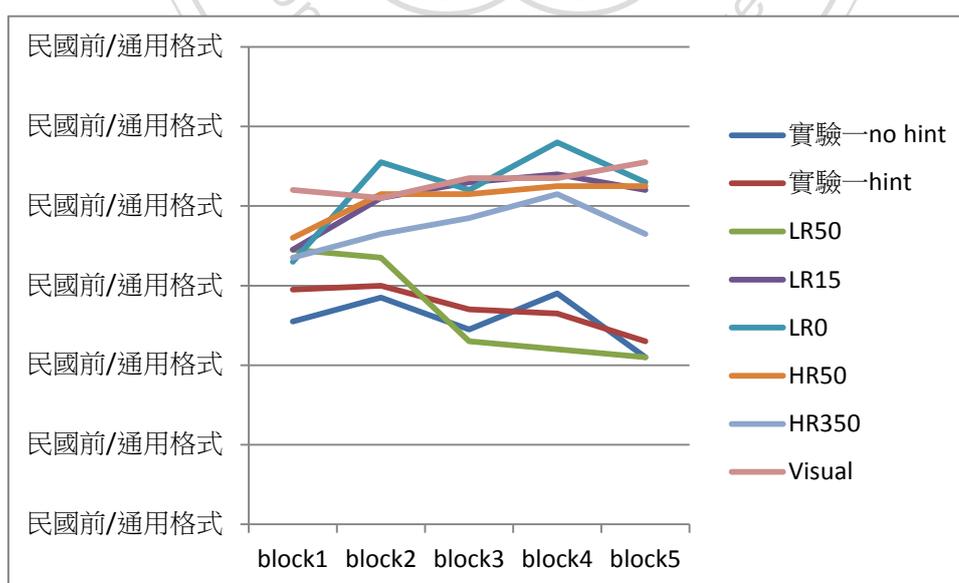
2. 試問剛才的視覺分類實驗中，您認為外星生物 B（右手；鍵）共有幾種直線條紋？_____ 種。

附錄八 所有實驗測試階段分析

在這個分析裡面，納入了本研究中所有實驗情境，並以是否出現類別變異效果重新作為分組變項，確認類別變異效果出現的時間點，以及本實驗是否採用適當的測試階段資料，下表整理研究中所有實驗，目標刺激在不同測試區段被分類至高變異類別的平均機率，其中 LR15、LR0、HR50、HR350 組被歸為出現類別變異效果組，剩下的三組則為未出現類別變異效果組。

實驗情境	block1	block2	block3	block4	block5
實驗一 no hint	0.51	0.57	0.49	0.58	0.42
實驗一 hint	0.59	0.60	0.54	0.53	0.46
LR50	0.69	0.67	0.46	0.44	0.42
LR15	0.69	0.82	0.86	0.88	0.84
LR0	0.66	0.91	0.84	0.96	0.86
HR50	0.72	0.83	0.83	0.85	0.85
HR350	0.67	0.73	0.77	0.83	0.73
Visual	0.84	0.82	0.87	0.87	0.91

並依據上表繪製成下圖。



將是否出現類別效果的兩組依據不同區間進行 t 檢定，並將 α 值設定為 0.01，

進行五次的 t 檢定，結果發現第一階段起兩組在分類機率上未達到顯著差距 ($t(296)=-2.16, p<.05$)，且剩下的四個階段達顯著差異(block2: $t(296)=-5.08, p<.01$, block3: $t(296)=-7.65, p<.01$, block4: $t(296)=-9.15, p<.01$, block5: $t(296)=-10.31, p<.01$)

可見在類別變異效果的檢視上，第一個測試階段就已出現，但本研究以較保守的角度，在目標刺激的分析上皆挑選後三個測試區段資料。

