

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中（職）組成果報告表單

<b>題目名稱：同鞋，筆記抄起來！--探紅藍文字顏色及分佈比例對記憶之效果</b>
<b>一、摘要</b>
作筆記想必是有人在求學過程中不可避免的事吧！除了淺顯易懂的文字歸納之外，視覺效果也絕對是影響一份筆記成敗的關鍵。而本次的實驗便是以筆記中常出現的顏色——紅色、藍色為例，希望能找出最能有效幫助記憶的組合(顏色、比例)。實驗中，我們設計了五題題目，並且分別以不同的藍、紅顏色比例呈現，分析參與者作答狀況。我們也藉由眼動儀，觀察參與者的眼動軌跡與在各字母的停留時間，分析其目光停留時間的長短和正確率之間的關係。實驗結果發現，藍紅比 7 比 3，對紅色而言能達到最佳突出效果；且參與者多傾向先注視左上方，而非顏色佔比較低者。
<b>二、探究題目與動機</b>
筆記能有效幫助記憶、提升學習效果，而藍色和紅色似乎是大眾最常使用的配色。在作筆記時，紅色時常被用於強調重點或關鍵字，藍色則多被用於一般較不那麼重要的文字敘述 [1,2]，然而紅色的使用是否真的能提升我們對於文字的敏感度進而達到加強記憶的效果呢？又或者除了顏色的選用之外，筆記中顏色比例的分配也是影響記憶的一項關鍵？因此我們想探討 <b>顏色的不同</b> (以藍色和紅色為例)，以及其 <b>在使用比例上的差異</b> 和記憶之間的關係。
<b>三、探究目的與假設</b>
(一)探究目的
1. 探討藍紅兩者數量相同時，藍色與紅色何者能獲得較高的記憶程度。
2. 討論不同比例的紅色與藍色是否影響參與者的記憶程度。
3. 分析眼動軌跡，探討紅色與藍色字母的注視時間與正確率之關係。
(二)實驗假設
1. 紅色相較於藍色顯眼、具有警示意味，較容易引起注意 → <b>假設藍紅比 5 比 5 的情況下，紅色字母較藍色字母獲得更高的記憶程度。</b>
2. 比例較稀少的顏色在群體中較為突出，故能獲得較多的注視 → <b>同比例下，佔比較少的顏色記憶效果較佳。</b>

3. 藍紅比 7 比 3 為大部分的人最常使用的顏色比例 → 假設參與者在题目的藍紅比為 7 比 3 時記憶效果最佳，藍紅比為 1 比 9 時則最差。
4. 比例較稀少的顏色在群體中較為突出 → 假設參與者會先注視畫面中比例較低的字母。
5. 假設各字母的正確率和參與者目光停留在該字母上的時間成正向關係。

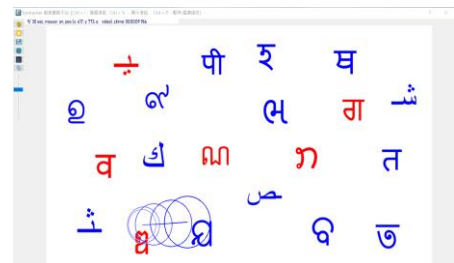
#### 四、探究方法與驗證步驟

(一)研究對象：高雄醫學大學舉辦之 STEM 課程，「心理學與腦科學」之 12 位學生。學生來自高雄女中與瑞祥高中，皆為女性。

(二)研究工具：眼動儀(Tobii Eye-Tracker 4C)與眼動軌跡記錄程式(高科大運籌管理系 李明聰老師實驗室提供)、題目 powerpoint、答案紙、電腦



【題目設計】選取 20 個不同種族 ( 泰文、阿拉伯文、藏文、維吾爾文、梵文、印度文、亞塞拜然文、阿薩姆文、希臘文 ) 的字母(共 100 個)，將其以藍(#0000FF)紅(#FF0000)比例散落於題目頁(共 5 頁)。整個實驗分為五階段，每階段提供參與者不同比例之題目，順序由藍紅比 1:9、3:7、5:5、7:3 至 9:1。將題目錄製成 30 秒的影片，匯入眼動軌跡記錄程式。



題目一：藍紅比 1:9



題目二：藍紅比 3:7



題目三：藍紅比 5:5



題目四：藍紅比 7:3



題目五：藍紅比 9:1

【答案紙設計】每階段各分配一張答案紙，各有 20 個字母可供參與者勾選，答案紙上的字母全為黑色。其中隨機從題目頁選取 10 個字母作為正確解(10 個字母依照該題的藍紅比分配數量，如當題目中有藍字 14 個、紅字 6 個，則答案紙取藍字 7 個、紅字 3 個)，另 10 個字母則為未曾出現在題目頁中，為錯誤解。

æ	ຂ	ဂ	င	ဂ
ဂ	ဃ	ဒ	ဒ	င
ဂ	င	င	င	င
င	င	င	င	င

### (三)實驗流程

1. 請參與者坐在定點上，為其進行眼動軌跡的校準。
2. 使用眼動軌跡紀錄程式播放題目 30 秒，請參與者記憶題目中的字母。  
※考慮到參與者的適應時間、疲憊程度和練習效果對測驗的誤差，我們將參與者編號，使奇數號和偶數號看題目的順序相反(從題目一到題目五或題目五到題目一)以平衡誤差。
3. 題目播放完畢後，請參與者於答案紙上作答。作答方式為勾選曾經出現在題目中的字母，作答時間為 1 分 30 秒。
4. 答案勾選完畢後，請參與者休息 30 秒再進行下題測驗，同樣的步驟重複進行五次。

### (四)分析方法

1. 計算每位參與者之「紅字正確率」、「藍字正確率」、「總正確率」以及「假警報率」(False Alarm)，四個項目。算得數據後繪製成表格，表格內容包含「各項目中不同比例之比較」、「同比例下不同項目之比較」，並分析藍色、紅色、比例與記憶程度的關係。

【false alarm】非正確答案卻被選擇

【hit】正確答案且被選擇。

【correct rejection】非正確答案且未被選擇

【miss】正確答案卻未被選擇

【紅字正確率】紅色字 hit 個數/答案紙上紅色字母總數量

【藍字正確率】藍色字 hit 個數/答案紙上藍色字母總數量

【總正確率】紅色字 hit 個數+藍色字 hit 個數+correct re-  
jection /答案紙上紅色字母總數量

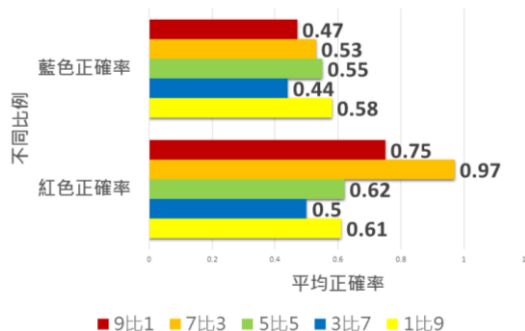
【假警報率】false alarm/答案紙上非題目中字母總數量

- 利用眼動儀觀察每位參與者的眼動軌跡，並使用網格圖計算每個字母所獲得暫留時間，分析「各字母正確率和參與者目光停留在該字母上的時間是否呈正向關係」和「不同顏色和比例與目光停留時間的關係(例如比例相對少的顏色字是否獲得較多注視等)」。

### (五)實驗結果

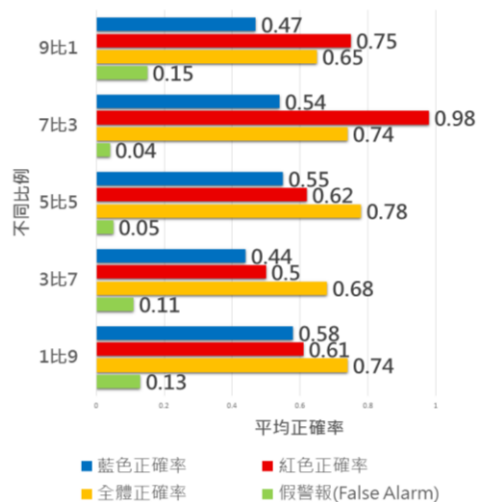
- 由圖一結果顯示，藍色正確率最高為 1 比 9，最低為 3 比 7；紅色在 7 比 3 之正確率明顯偏高，在 3 比 7 最低。
- 由圖二結果顯示，不管是在同比例下，或其他任何比例，紅色之正確率皆略高於藍色。
- 由圖三結果顯示，5 比 5 時整體正確率最高，最低者為 9 比 1。
- 由圖四結果顯示，各項目實驗的假警報率不高，代表實驗數據不會因勾選的數量過多而膨脹，由此證明實驗是具有可信度的。
- 圖五結果顯示，比例較低的顏色獲得注視時間較長，此現象在藍少紅多尤為明顯，但藍多紅少時並不顯著。
- 依據眼動軌跡，參與者多數傾向先看左上方的文字。

不同比例中藍紅色字正確率的比較



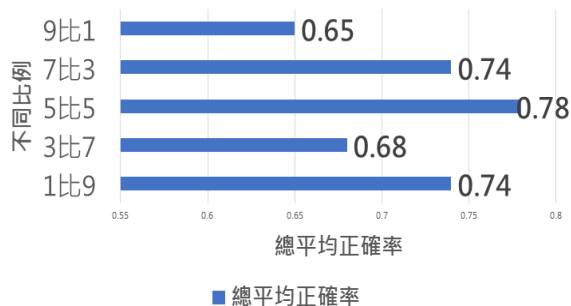
圖一

各項目在不同比例的比較



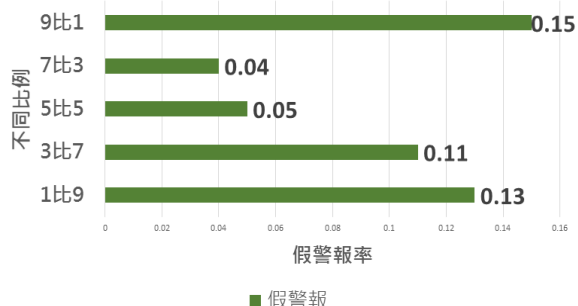
圖二

總平均正確率在不同比例的比較



圖三

各比例假警報率



圖四

	藍紅比	1 比 9	3 比 7	5 比 5	7 比 3	9 比 1
平均	藍	1.47	1.25	1.04	1.14	0.96
秒數	紅	1.04	1.12	1.05	1.16	1.01

圖五

### 【結果分析與討論】

1. 根據實驗結果，在兩色比例相同情況下，紅色之正確率略高於藍色。而配合眼動儀數據，在 5 比 5 時，紅、藍注視時間並無明顯差異，而在此情況下紅色正確率略高於藍色，因此**符合假設一**（藍紅比 5 比 5 情況下，紅色較藍色字母獲得更高記憶程度）。
2. 在 9 比 1、7 比 3 中，紅色正確率皆高於藍色；但在 1 比 9、3 比 7 中，藍色正確率並未高於紅色，因此，**假設二**（同比例下，佔比少的顏色記憶效果較佳）**不完全符合**。
3. 根據實驗結果，5 比 5 總平均正確率最高，9 比 1 最低，**不符合假設三**（在題目藍紅比為 7 比 3 時記憶效果最佳，藍紅比 1 比 9 時則最差）。推測造成其現象的原因為在 9 比 1 中，紅色為較顯眼顏色，藍色易被忽略，當成背景色。而 5 比 5 顏色比例分布最為平均，不容易受彼此的影響，故記憶效果最好。
4. 結合眼動軌跡數據，發現參與者大多傾向先看左上方文字，而非先注視「比例較低的顏色」。因此，**不符合假設四**（參與者會先注視畫面中比例較低的字母）。然而在注視時間上，依照眼動儀的結果解釋，**比例少的顏色，所獲得的注視時間確實較多**。
5. 本研究發現在藍多紅少（9 比 1、7 比 3）的情況下，紅、藍的注視時間無明顯的差異，此情況下紅色正確率較高；而藍少紅多（1 比 9、3 比 7）時，藍色注視時間較多，但此情況下紅色正確率依然較高。因此，**不同顏色之正確率和其受注視時間未呈現正相關**（其相關係數為-0.18，呈現些微負相關），故**假設五**（各字母答對比率和目光停留時間成正向關係）**不成立**。此外，結合假設一（藍紅比 5 比 5 的情況下，紅色字母較藍色字母獲得更高的記憶程度）我們還推測**當觀看時間差不多，紅色較能被參與者記住**。
6. 依照討論 5 所引申的推測，當紅、藍注視時間差異不大時，紅色比例提高，應會造成總正確率的上升，但對照 7 比 3 和 5 比 5 實驗數據，並未發現此現象，反而因紅色比例增加（藍色比例減少）而降低。由此可見**紅色比例的升降和其正確率與總正確率不成正向關**

係。所以我們推論，紅色正確率高低應也受到藍色比例變化的影響。

## 五、結論與生活應用

### (一)結論

1. 在注視時間差異不大及比例相同的情況下，紅色字的記憶效果較藍色字為佳。
2. 顏色的稀少性和注視時間、記憶程度並不成正相關。
3. 紅色正確率高低應也受到藍色比例變化的影響。

### (二)生活應用

1. 我們使用兩色作筆記的目的，即是為了突出重點。根據我們實驗結果，重點內容應使用較為顯眼的顏色(如實驗中的紅色)，因為不論任何比例，紅色之記憶效果皆優於藍色。
2. 根據實驗結果，紅色記憶效果在藍紅比 7 比 3 時達到最佳，所以若想加強重點部分的記憶，應使筆記中的較顯眼的顏色佔比約 3 成。

## 參考資料

1. The Influence of Colour on Memory Performance: A Review  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3743993/>
2. Effect Of Colors: Blue Boosts Creativity, While Red Enhances Attention To Detail  
<https://www.sciencedaily.com/releases/2009/02/090205142143.htm>