

以眼動技術探究解決地球科學問題的認知歷程—以大氣為例

學生：陳芊榕、林盈璇

指導老師：王子華、高千惠

引言

科學圖片在現今的地球科學教科書中扮演著舉足輕重的角色，能幫助學生理解文章間的連結、提供文章所無法呈現的信息。透過圖片與題幹的整合讓閱讀者更容易了解所閱讀的科學內容，並在解題的過程中產生個人的解題歷程。因此學生的解題歷程與概念理解是值得探究的主題。

本研究以20至30歲大學生為研究對象，以眼動技術輔以訪談，探究學生在解答「大氣測驗」這類圖文搭配的問題時，不同學習程度學生的認知歷程差異。

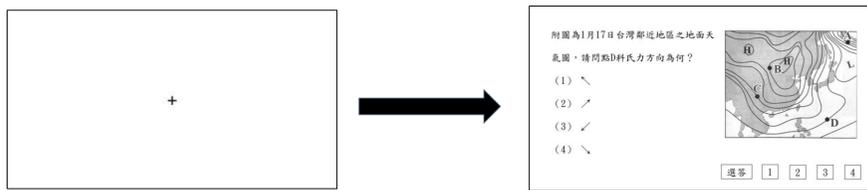
受試者與實驗設備

- 受試者：實驗受試者共22名，年齡介於20歲到30歲之學生，男生共7人，女生共15人。受試者透過眼動測驗分數分為高、低分組，高分組共9人，而低分組共13人。
- 實驗設備：Mangold眼動儀、平板

實驗流程

一、眼動測驗：

本研究選取科氏力概念的四個題目作為測驗，受試者須根據題幹及提供之圖片說出並點擊答案，過程中紀錄眼動過程。



二、訪談認知歷程：

在眼動測驗結束後，受試者將進行關於解題的訪談，訪談內容參考眼動探究認知歷程-以星體為例的研究(陳怡君 & 楊芳瑩, 2020)，了解受試者的解題歷程，訪談問題如下：

- 針對這一題，請說出閱讀該題至最後作答的歷程為何，從題目何處開始看起至哪裡結束？
- 針對這一題，你認為圖中哪一處為解題關鍵，使你做出選擇？如果不知道哪裡是關鍵處，請再看一次題目說明，看完後請問是否有看到圖片的關鍵處？在哪裡呢？
- 針對這一題，為什麼你認為剛剛說的某處為解題關鍵，它使你了解甚麼？使你做出怎樣選擇？可以在紙上畫圖輔助解釋。

分析結果

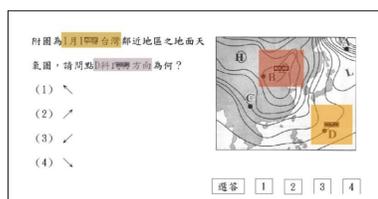
一、答對率分析

組別	人數	平均分數	標準差	T	顯著性
高分組	9	3.44	0.53	12.675	0.00
低分組	13	0.62	0.51		

高分組與低分組的平均分數分別為3.44分和0.62分，標準差分別為0.53及0.51，在統計上呈現顯著的差異 ($p < .001$)，因此推論高分組與低分組在答對率具有顯著差異。

二、解題關鍵分析

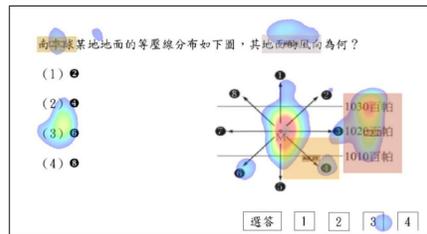
研究透過眼動熱區圖疊加解題關鍵進行分析，比較高、低分組觀察解題關鍵的差異。如圖一為眼動測驗第一題，而顏色方框處為該題解題關鍵，包含重要的題幹敘述及圖片關鍵。



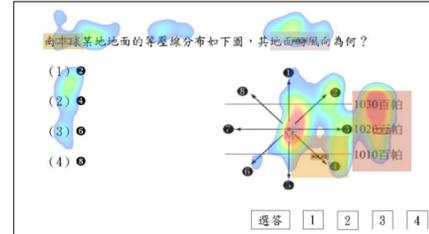
▲圖一

以下為熱區圖疊加解題關鍵之結果，圖二及圖三為眼動測驗第二題低分組與高分組解題時觀看解題關鍵的差異。

可發現高、低分組皆有看到解題關鍵，然而高分組較低分組觀察了更多題目的細節，像是「等壓線」等關鍵字。

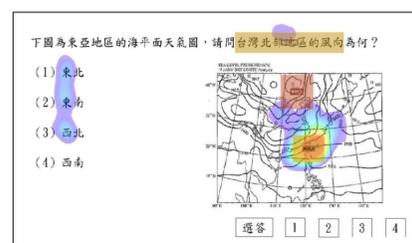


▲圖二：第二題低分組

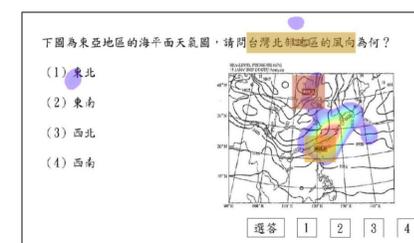


▲圖三：第二題高分組

圖四及圖五為測驗第三題，高分組有注意到天氣圖中的高壓位置為解題關鍵，而低分組未注意。



▲圖四：第二題低分組



▲圖五：第三題高分組

三、訪談認知歷程結果：

訪談結果觀察到高低分組都有說出正確的解題關鍵，但低分組可能忽略一些解題關鍵。而將受試者判斷科氏力影響風向的方法分兩種：已知科氏力偏轉方向、透過手解輔助解題。而已下圍透過此兩種方法產生的迷思概念：

1. 不清楚風向受科氏力偏轉方向

「北半球影響科氏力方向，使高壓吹向低壓的風會偏逆時針」、「南半球影響科氏力方向，使高壓吹向低壓的風會偏順時針旋轉」、「台灣在北半球所以科氏力向左」

2. 不清楚手勢應用

「在北半球，高壓中心應搭配大拇指向上手勢。」而正確概念應為高壓中心應大配大姆指向下手勢。

3. 南北半球影響對其他概念的認知

「風向由高壓往低壓，但南半球影響風向改由低壓往高壓。」

綜合以上高、低分組的訪談結果可觀察到，低分組具一定大氣基礎概念像是：風由高壓吹向低壓，且能注意到圖片解題關鍵，但因對科氏力概念沒有完全的理解，因此迷思概念較高分組多。

結果討論

解題關鍵分析中，可觀察到高、低分組皆會注意到解題關鍵，但低分組可能忽略題目細節及部分解題關鍵。而從訪談結果顯示，低分組雖能夠提及關鍵的解題重點，卻因對概念的不清楚而選擇錯誤答案，因此能推測高分組能夠從解題關鍵中連結到學習概念，而低分組學生對於解題關鍵中的基本概念仍不熟悉。

建議

- 由於本研究受試者皆已學過大氣概念，因此低分組也會注意到解題關鍵，若未來研究欲比較專家與新手的眼動差異，可蒐集未學過大氣概念的受試者眼動歷程。
- 未來研究可根據本研究蒐集之眼動數據特徵及受試者可能產生的迷思概念製作眼動楷模教學影片，同時增加前後測，以觀察眼動楷模教學影片對於學習成效的影響。

參考資料

- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E., Jarodzka, H., & Säljö, R. (2017). Effects of eye movement modeling examples on adaptive expertise in medical image diagnosis. *Computers & Education, 113*, 212-225.
- Krebs, M.-C., Schüler, A., & Scheiter, K. (2019). Just follow my eyes: The influence of model-observer similarity on Eye Movement Modeling Examples. *Learning and Instruction, 61*, 126-137.
- 陳怡君, & 楊芳瑩. (2020). 以眼球追蹤法探究解決結構良好問題的認知歷程：星體運動為例. *科學教育學刊, 28*(3), 281-302.