



自然領域

「探究與實作」 的評量

教師 張仁壽

基隆女中 / 探究與實作小組

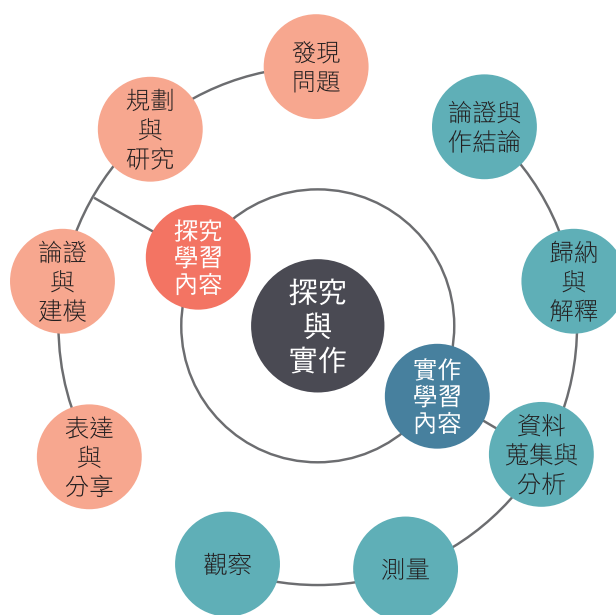


掃描QR code
下載教材電子檔

前言

自然領域「探究與實作」的學習重點分為「探究學習內容」和「實作學習內容」兩部分。「探究學習內容」著重於科學探究歷程，可歸納為四個主要項目：發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享。「實作學習內容」為可實際進行操作的科學活動，例如：觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與作結論等。

探究與實作是科學研究的歷程，也是培養科學素養的起點。因此在進行「探究與實作」評量時，就必須以素養導向的命題方式來考核。素養的評量，最容易聯想到的便是由經濟合作暨發展組織(OECD)所發展出來的國際學生評量計畫(PISA, The Programme for International Student Assessment, 簡稱PISA)，評量題型採用情境題，文本中提供多元訊息，包含文字與圖表，讓學生進行判斷與推理，其目的是想測得學生在科學議題的辨識、對現象的科學解釋與科學證據的運用等三個面向的表現。



學議題的辨識、對現象的科學解釋與科學證據的運用等三個面向的表現。



「探究與實作」的評量重點

我認為「探究與實作」在課堂評量時，最重要的就是發現與提問，而不是從觀察與實驗開始。從科學史來看，英國科學家哈雷僅憑自己掌握的關於彗星的三次觀察資料，提出了「這是不是同一顆彗星？」、「它有什麼運行規律？」等問題，經過研究得到。是對同一顆彗星的觀察（後命名為哈雷彗星），並預測出下次出現的時間。他並不是第一個發現哈雷彗星的人，歷史記載達二三十次，並沒有人發現規律，作出預測，大家滿足於觀察與記錄，沒有進一步發現與提問，並進行深入探究，空有觀察數據，卻無法發展出理論。



依據最新大考中心公布的資料（108新課綱與素養導向命題精進方向，可掃描QR code下載），「探究與實作」未來不會有審查的課本，規劃中之探究與實作命題原則有：



(1)題型不限，可採選擇題、填充題或非選擇題等形式命題，亦可考慮選擇題與非選擇題混搭。

- (2)盡可能評量考生在「情境問題」中運用知識的各項能力，情境包括：學術探究、實驗活動、日常生活等。
- (3)盡可能融合跨科概念，單一試題解題時須運用不同科的概念，或同一題組的不同小題評量不同科的概念皆可。
- (4)因課程內容不一致，試題命製盡量避免評量太艱深的學科知識或需要太多背景知識（背景知識以必修範圍為限），計算也不宜太複雜。讓考生有較充裕的時間思考問題及表述論點。
- (5)以不同形式（例如表格、線圖、圖表、繪圖、圖解等）表達資料，並可嘗試將資料由一種形式轉為另一種形式，例如表格中的資料轉成繪圖。
- (6)分析及詮釋資料（包括數據及非數據資料，例如一篇文章、繪圖、照片、圖表及線圖等）；理解其意涵，進行邏輯推論並得出結論。
- (7)呼應實作學習內容，可評量實驗活動（不侷限於課本）之規劃、觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與結論等。例如：實驗中控制變因、操縱變因與實驗結果的關係。學測命題方向以方法論為主，加深加廣考試（選修）則可加入實驗情境中數據的處理與推論。



命題方向與建議

在此以高雄市教育局國教輔導團探究與實作團隊辦理研習時所提出的示例說明。

三顆雞蛋分別為全熟、半熟和生蛋，設計一個實驗方法在不破壞蛋殼的情形下，區分出三者（此題可以參考 2017 IYPT No.15 “Boiled Eggs”：http://kit.ilyam.org/Draft_2017_IYPT_Reference_kit.pdf）。





「探究與實作」教學過程中探討的問題種類主要有五種：(1)是什麼(2)為什麼(3)有何用(4)如何做(5)誰來做。以區分「三個雞蛋」這個問題可提出(1)什麼是全熟蛋、半熟蛋和生蛋？(2)為什麼蛋會有不同的熟度？(3)分辨熟度有什麼用？(4)怎麼去分辨（用什麼方法、原理）？(5)探究過程中如何分組解決問題？紙筆評量則大都聚焦在問題(3)和(4)。

學會分辨雞蛋的生熟程度與健康有關，「雞蛋」是國人最受歡迎的三餐食材之一，在近年多起食品中毒新聞案例中，可見到民眾吃下受到沙門氏菌(*Salmonella*)污染的雞蛋，出現血便、腹脹、劇烈腹痛、高燒不退等較嚴重之症狀；較輕為噁心、發燒、嘔吐、水便、腹痛等症狀。沙門氏菌是一種革蘭氏陰性桿菌，常存在於人類及動物的腸道中，是一種人畜共通菌，可經由糞口傳染或食用到受污染的食品，例如肉品、蛋品及乳品等，「雞蛋」可能經由在處理的過程中污染蛋殼或受到沙門氏感染的母雞卵巢直接進入蛋裡面。沙門氏菌生長的條件範圍廣泛，可生長的溫度為 $5.3\sim 46.2^{\circ}\text{C}$ ，最適合生長的溫度為 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ ，最適合生長的PH值約 $6.5\sim 7.5$ 。蛋白大約攝氏 62°C 凝固，蛋黃大約 68°C 凝固，沙門氏菌必須加熱到 71°C 以上才能完全殺除，這也是跨科的好試題。

紙筆評量若是在學測命題時則可由雞蛋的密度、轉動特性來命題，例如：

- (1)有三顆分別為全熟、半熟和全生的雞蛋，將三顆雞蛋放入水中，結果兩顆雞蛋下沉，一顆則是浮在水面；若在水中加入食鹽（改變浮力），結果一個雞蛋仍沉在底部，有兩顆雞蛋則浮在水面上，請問密度可以用來檢測三顆雞蛋的差異嗎？
- (2)在桌面上用手旋轉三顆分別為全熟、半熟和全生的雞蛋時，請問雞蛋從轉動到停止的時間不同，可以用來檢測三顆雞蛋的差異嗎？（高中不提剛體轉動慣量）

若是加深加廣考試，則可如此命題，例如：

- (1)以手電筒照射三顆分別為全熟、半熟和全生的雞蛋，測量光線透過雞蛋的亮度如下表：

雞蛋	透光度 (lux)	烹煮時間 (min)
A	12	0
B	4	8
C	0	16

請問可以用透光度來檢測三顆雞蛋的差異嗎？

- (2)用三顆等重分別為全熟、半熟和全生的雞蛋，以紙杯盛雞蛋製成單擺的擺錘，則三個單擺的週期會有什麼差別？如何解釋？

結語

總之，「探究與實作」不只是動手操作，教師如何引導學生學會「探究」才是核心價值，並在課程結束後能讓學生面對素養試題的評量，本文只是以「提問」為主要的切入點，日後再詳述課程中如何「發現與提問」。

圖片來源

Shutterstock 提供