

親子對話能培養科學素養，素養試題也在對話中

【測驗及評量研究中心助理研究員 蕭儒棠】

108 課綱中關於培養科學素養的基本理念與課程目標中指出，自然科學領域的學習重點有：

- 一、提供學生探究學習、問題解決的機會，並養成相關知能的科學探究能力；
- 二、協助學生了解科學知識產生方式，養成應用科學思考與探究習慣的科學的態度與本質；
- 三、引導學生學習科學知識的核心概念。

自然科學領域課綱設定的目標是，藉由學習重點的實踐，培育十二年國民基本教育全人發展目標中的自然科學素養。其中，第一、二點稱為「學習表現」，而第三點則稱為「學習內容」，前者包含了思考智能、問題解決和科學的態度與本質，後者則是一般熟知的科學學科知識。簡言之，學習內容指的是人類文明發展至今累積的科學知識，學習表現則與形成這些科學知識的過程有關。

形成科學知識（學習內容）的過程中，科學家除了需要縝密的「思考」，還必須結合現代科學特有的「實作」，思考的部分（思考智能）有，想像創造、推理論證、批判思辨、建立模型，而實作的部分（問題解決）則由觀察與定題、計畫與執行、分析與發現、討論與傳達組成。

在探究過程中，學生通常需要先針對某個現象提出可能的想法，接著透過觀察或實驗蒐集資料，並檢驗蒐集到的資料是否能支持自己的想法，最後再結合自己的想法與蒐集到的資料，試著解釋自然現象。在探究過程中，教師為引導學生學習而設計的關鍵提問，或學生在學習過程中，為完成任務的反思或自我提問，都能幫助學生培養科學素養，而這些提問也都可以進一步轉化為素養導向試題。

除了課堂中師生的討論，親子之間的互動與對話也是幫助孩子養成科學素養的絕佳契機。其中對話的方式與教師的提問相當類似，同樣以引導作為互動與對話的關鍵，盡量以「看到了什麼？」、「看到什麼是不一樣的？」、「什麼時候會看到呢？」、「如果……會怎樣呢？」、「我們來看看會怎樣？」、「為什麼會這樣呢？」這類提問的問題作為親

子之間對話的一部分。試想，沒有這類的問題，直接給孩子一個答案，親子間的對話與互動不就少了許多嗎？

上述提問的問題在真實情境中如何運用呢？而這些提問又如何轉換為素養試題呢？本文將以物理學家費曼的故事為例，說明這些提問在親子對話中如何進行，接著再以同一個對話作為情境，示範由對話中的關鍵提問轉化而成的素養導向試題。

培養科學素養的親子對話

費曼的父親是一般的上班族，週一到週五則都在紐約市工作，只有週末能帶費曼到樹林裡散步。費曼和鄰居在公園玩，鄰居指著一隻鳥問費曼：「看到那隻鳥了嗎？那是什麼鳥？」費曼回答：「我不知道那是什麼鳥。」鄰居說：「那是棕頸畫眉。看來你爸爸什麼也沒教你！」

然而，費曼的父親真的沒有教過他？他們父子倆曾有一段對話：

父親：「看到那隻鳥了嗎？那是一隻會唱歌的鳥。……就算你弄清楚了牠在全世界的稱呼，你對牠仍一無所知。我們不如來看看這隻鳥在做什麼。」

父親：「你看，那鳥經常要啄啄自己的羽毛。看到了沒？牠一邊走來走去，一邊啄羽毛？」 「你想想，牠為什麼要啄羽毛？」

費曼：「嗯，也許牠們飛行時把羽毛弄亂了，所以要整理一下。」

父親：「好，若是這樣，牠們剛落地之後應該會啄得勤些，而停留在地面一段時間後就不太會啄了，你聽懂我的意思嗎？」

「我們來看看牠們剛落地時是不是啄得勤些！？」

透過父親一連串的提問，費曼學到了觀察自然現象時，不只是認識或記得相關的名詞（學習內容），他也培養了認識自然世界的態度（科學的態度與本質）。培養並擁有這種態度後，面對有趣或奇異的現象時，他知道可以先思考幾個可能的想法（思考智能），接著再透過有計畫的觀察，尋找可能的解答或驗證自己的想法是否正確（問題解決）。

親子對話轉化為素養導向試題

如何以紙筆測驗評量學生的科學素養，始終是各界關心的議題。本文以費曼和鄰居在公園中的觀察、費曼父親的提問，以及費曼與父親的對話設計一系列的評量試題，作為素養試題的設計參考。第一題結合觀察的情境，評量學生是否具備「依據生物形態與構造的特徵，將生物分類」的能力（答案：B）；第二題由費曼父親提出的問題以及費曼嘗試提出解答的過程，評量學生是否具備「應用所學到的科學知識與科學探究方法幫助自己做出最佳的決定」的能力（答案：B）；第三題則是在費曼提出可能的解答作為假說後，如何根據假說設計觀察的方式，目的在評量學生是否具備「了解探究的計畫，並進而能根據問題特性、資源，規劃具有可信度的探究活動」的能力（答案：A）；第四題則由費曼的觀察結果，評量學生是否具備「從（所得的）資訊或數據，形成解釋、獲知因果關係」的能力。

【試題一】

費曼的鄰居在公園指出所看見的生物是鳥，可能是發現牠具有會飛翔、具有羽毛、能發出叫聲、能以後肢站立……等特徵。

費曼的鄰居能明確指出該生物是鳥，主要是依據下列哪一項特徵？

- (A) 會飛翔
- (B) 具有羽毛
- (C) 能發出叫聲
- (D) 能以後肢站立

【試題二】

在父親與費曼的某一段對話：

父親：「你看，那鳥經常要啄啄自己的羽毛。看到了沒？牠一面走來走去，一面啄羽毛？」「你想想，牠為什麼要啄羽毛？」

費曼：「嗯，應該是牠們飛行時把羽毛弄亂了，所以要整理一下。」

「科學方法」是一套尋求知識的系統性程序。上述對話中，費曼的回應較接近「科

(A) 觀察

(B) 提出假設

(C) 解釋實驗結果

(D) 歸納與結論

學方法」的哪一個階段？

【試題三】

關於公園中畫眉具有啄咬羽毛的行為，費曼的想法是「應該是牠們飛行時把羽毛弄亂了，所以要整理一下」。

在不影響畫眉個體與族群的生存情形之下，下列何種觀測方法，較能夠驗證費曼的想法？

- (A)記錄每一隻落地的畫眉是否皆有啄羽毛的行為
- (B)捕捉落地的畫眉並觀察其身上的羽毛平整情形
- (C)比較落地的畫眉在啄羽前、後的羽毛平整情形
- (D)隨機觀察 100 隻飛行中的畫眉身上羽毛是否平整

【試題四】

當費曼的父親表示：「……若是這樣，牠們落地之後應該會啄得勤些，而停留在地面一段時間後就不太會啄了。」

依據父親的說法，若是費曼觀察到五隻棕頸畫眉落地後的啄羽頻率如表（一），比對費曼原本的想法（棕頸畫眉啄羽是因為羽毛亂了）後發現，表中數據無法支持費曼父親的想法，試說明原因是什麼？

表 1、棕頸畫眉啄羽紀錄表

	落地的第 1~3 分鐘	落地的第 4~6 分鐘	落地的第 7~9 分鐘
第一隻	9 次	8 次	8 次
第二隻	7 次	9 次	8 次
第三隻	6 次	7 次	9 次
第四隻	7 次	7 次	7 次
第五隻	8 次	9 次	9 次

參考解答：

須依據數據回答

1. 前三分鐘的平均不是最高的

2. 落地次數都差不多
3. 多數畫眉落地後的啄羽頻率未隨落地時間增加而降低
4. 第三隻鳥，1~3 分鐘 6 次，4~6 分鐘 6 次，7~9 分鐘 9 次

資料來源

蕭儒棠 (2022)。第四學習階段科學素養長期追蹤研究。國家教育研究院整合研究計畫案 (NAER-2019-041-A-1-1-E1-09)。新北市：國家教育研究院。連結網址：
<https://rh.naer.edu.tw/handle/umqvh>