

奈米碳材：從博物館展示到實體桌遊的二次轉化

陳玫岑、黃群雅

國立科學工藝博物館展示組

E-Mail: meitsen@mail.nstm.gov.tw

一、前言

透過動畫、電腦互動單元、展示說明文本、實體模型或標本，陳述新科技的應用及原理，是許多科學展示常見的轉化手法。學者 Danilov（1982）認為，會讓人印象深刻的展示特性，學理觀念的詮釋是否易於了解是重點之一。因此在策展時除了內容的規劃呈現外，應確保展示的教育功能，進而促進觀眾思考與學習。

奈米碳材是 21 世紀的熱門議題，被譽為可能是推動下一波工業革命的科技。碳原子根據不同的排列方式，可以組成像是石墨烯、鑽石、奈米碳管等同素異形體，雖然它們的成份都是碳，但結構與特性卻有很大的差異。科工館設置有相關展示單元，但因量體大（如圖 1），若要進行館外推廣，因搬運成本高而受限。因此，為能加深中學生對於奈米碳材的理解，運用實體桌遊的開發，以到校辦理課程方式讓學子們在遊戲過程中學習科學，應是理想的推廣方式。若說將特定主題轉化為博物館互動展示是種挑戰，把互動展示再次轉化為實體桌遊，則是第二次的挑戰。透過創意思考，將科學內涵融入遊戲架構中，特別是前沿科技知識概念複雜，如何梳理出核心概念成為桌遊開發基礎、如何在好玩與學習之間拿捏比重，經驗值得分享；而將制式與非制式教育環境連結，亦別具意義。

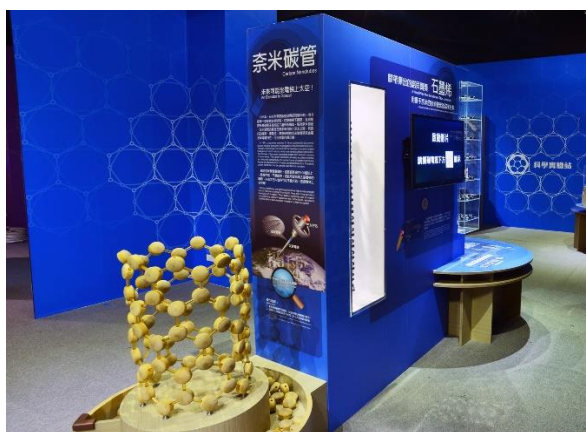


圖1、奈米碳材展示單元

二、核心概念分析—建立遊戲架構

奈米材料（nanomaterial）廣義定義是指長、寬、高之中至少有一個維度的尺寸小於 100 奈米。奈米碳材多以石墨和鑽石為代表，其原子的結構前者為平面結構，後者為立體結構。

碳原子平面結構係指每個原子與周圍的 3 個碳原子結合，形成六邊形的層狀結構，例如鉛筆筆芯中的石墨、有「碳奈米結構之母」之稱的石墨烯、又名巴克球的碳 60、可望作為太空電梯纜線的奈米碳管等。而碳原子立體結構中，每個原子與其他 4 個碳原子結合形成四面體的立體結構，即為鑽石。碳原子在形成鑽石的過程中，某些碳原子會被其他原子取代，或

是形成缺陷，而使鑽石呈現不同顏色，如黃鑽、藍鑽、粉紅鑽與綠鑽，分別因結構中含氮原子、硼原子、晶格結構產生碳原子錯位、受放射線影響等因素而產生。

依據上述概念梳理出「奈米材料的特性」、「碳奈米的平面結構」、「碳奈米的立體結構」三項構面作為桌遊開發核心基礎，並依此建構適宜的遊戲機制，如以實驗室為場域，讓玩家化身為科學家收集碳元素，透過任務進行實驗，並設有實驗失敗、經驗、問題卡等機制，增添遊戲趣味，使「碳原子實驗室」桌遊成為一個貫通性的奈米碳材知識教材。

三、視覺化與商品化

市面上以奈米主題的桌遊並不多，而聚焦於「碳元素及碳材」的主題則尚未得見，因此「碳原子實驗室」桌遊應有規劃開發之價值。尤其是新課綱強調探究實作的重要性，市面上出現許多實驗操作、探究教學的教材，但針對沒有實驗可做的單元，學者認為可以從近年來流行的桌上遊戲著手。而碳材主題桌遊結合自然科學課綱學習內容，亦可作為國中端及高中端教師教學上之輔助。

「碳原子實驗室」桌遊的設計風格取向為 2.5D 插圖設計，符合科技立體感與趣味性，並將碳元素家族分別以擬人有趣的形象呈現，且將遊戲獎勵具象化為亮晶晶的寶石與碳材徽章，以提升達成任務之動機，桌遊成品如圖 2。



圖2、「碳原子實驗室」桌遊教材

艱深的科學主題在轉化開發過程中，須時時掌握其知識正確性，更要在好玩與學習之間拿捏比重。另外尚須考慮的是遊戲行進時間的掌握及遊戲機制的完備，可邀請未曾接觸過的玩家進行遊玩測試來進行修正。經過針對中學生試教後，學生對於桌遊教材和課程也有所回饋：學生對於桌遊的互動機制、實驗過程以及與同學交流都表現出高度的興趣和滿意度；同時也就遊戲進行所遭遇的困難點、競爭策略和可玩性等提出建議，可作為未來教材調整與改進的方向。

延伸學習

1. 計畫成果影片：<https://esep.colife.org.tw/project/f0dcbca4-6a8b-11ef-8e93-00155d2c8401/112>
2. 奈米鑽石（動畫）：<https://www.youtube.com/watch?v=cKZ6q4iIvEc>
3. 膠帶撕出的諾貝爾獎-石墨烯（動畫）：https://www.youtube.com/watch?v=UUNn_pHHsXk