

仿生材料實驗套件之開發與推廣

鍾宜璋

國立高雄大學 化學工程及材料工程學系

E-Mail: ycchung@nuk.edu.tw

一、前言

自 2015 年起，我們將近年來發展的實驗室仿生技術，利用材料簡化和複合的知識，進一步推廣到國中生可以學習吸收的材料科學發展，至今開發出「向生物學設計」的系列實驗組合包：「仿壁虎腳的壁虎掛勾」、「仿荷葉超疏水表面」、「仿蛋白質的環保膠水」、「仿貽貝表面塗層」、「仿蝦殼的油水分離裝置」、「仿珍珠貝層狀結構材料」、「仿跳蟲外殼微結構材料」和「仿鱧魚超滑表面材料」等項目，分別推出 5 種實驗包，並完成 1 項技術移轉，讓新創公司來負責後續的銷售和推廣。這真是一個有趣又饒富意義的開發過程，有趣的是在實驗簡化的過程，我們必須加入許多讓學生可以學得有興趣和趣味性的元素；富有意義是團隊成員在開發過程中將實驗教育的理念放入，使得這項仿生技術不只是一個可以發表在期刊論文上的邏輯推理產物，而更是一個具有埋下科學種子、細心呵護其萌芽的孵化學習過程。

我們深入與國高中學生討論，並聽取國高中自然科老師、教務主任、校長等多方意見和建議，發現現有的教材和課程設計，著重在舊有知識的學習，透過抽象思考和紙本模擬的部分較多，對於探究、手作、實驗等體驗性的思維養成較為缺乏；並且因為以考試導引學習，使部分學生養成被動和依賴的學習習慣。聽聞各校理化老師的分享，在學校帶領實驗實在是一件苦差事，除了班級秩序不易掌握，青春期上衝的大腦也常製造危險，同時帶學生作切鋼條、灑銅粉、銀鏡反應、水果電池等實驗，對許多學生比較沒有吸引力，甚至許多學校的一般學生，根本只能勉強跟上課程和複習考試，一般老師也無暇準備全班的實驗教具，只有參加科展的學生才有機會接觸到化學實驗。這讓我們覺得推動化學實驗教育責無旁貸，於是我們結合近年來非常熱門的仿生科技，設計學生可以自行操作的材料實驗，讓學生從日常生活中仔細觀察、信手捻來，俯拾皆是探究的題目；讓學生走出實驗室，找到生活上應用的解答。讓老師將相關科技概念和實驗設計融入中學的理化教學中，使探究和實作的思維習慣可以深植到學生心中。

二、實驗設計和實施狀況

在開發科教實作實驗組合包的過程中，我們利用實驗課和社團活動時間，到國中實地帶領學生進行相關實驗，協助學校辦理新生訓練的實驗體驗營隊，也利用學生暑假在大學實驗室辦理科學營，並利用暑假辦理老師的成長營，與理化老師討論修正實驗設計。近年來透過實驗室學生分組，一為設計組，一為測試組，共同組成學生成長團體，藉由設計組學生教測試組學生施作，回饋使用者體驗，共同學習改良實驗後再一起到國中端帶領活動，就如同費曼學習法一樣，讓實驗室學生在設計、實作、和教導中大幅成長。

我們設計的實驗特色是符合教育性、可行性、和趣味性的實驗項目，所以我們利用實驗前約 30-40 分鐘時間進行仿生概念介紹，接著介紹實驗流程和解釋原因，讓學生動手操作實驗，進行現象觀察和問題思考，最後可以把做出來的材料做有趣的應用。例如在仿珍珠貝母實驗中，最終產物可應用在”環保無毒橡皮擦”上，去除鉛筆或原子筆的筆跡，讓學生覺得方便實用又有趣。我們執行數期科教實作計畫，均有延續性和整合性，發展幾套如何引導國高中生做化學研究的教材教法，使學生從中模仿生物特性而學習到相關的化學和材料知識。不僅是國內僅見的科普化學推廣套件，同時發展的各種實驗也具有原創性、教育性、可行性和趣味性，在國內甚至世界上的實驗套件中均未見到，推出頗受好評。配合國高中的實驗課程和短期營隊的帶領，我們也發展一套教學模式，可以增進學生科普知識和激發自然科學的創意。8 項實驗套件特點簡述如下：

1. 仿壁虎腳製作乾式膠帶(不殘膠的神奇掛勾)：仿效壁虎腳的微奈米纖毛表面，設計利用壓印技巧製作不殘膠的膠帶，可讓學生自行製作耐重 3 Kg/cm^2 以上的無痕掛鉤。
2. 仿荷葉疏水表面(出淤泥而不染的表面)：學習利用樹脂翻印微奈米模具圖案及具有撥水特性的樹葉，使用顯微鏡，學習奈米壓印的技巧，和微細圖案的應用。
3. 仿貽貝表面塗層(萬黏塗佈神器)：仿效貽貝足絲分泌的主成分多巴胺，利用其可以塗佈到各種材料表面之特性，可修飾處理高分子和金屬表面。
4. 仿蛋白質膠水(甲醛 OUT! 環保膠水 DIY)：利用模仿蛋白質構造製作可分解膠水，藉由物理和化學鍵結提升膠水的黏著性與耐水性，不須加入醛類，不會產生刺激性異味。
5. 仿蝦殼之油水分離裝置(油污 out! DIY 油水分離裝置)：藉由模仿蝦殼表面的幾丁質親水性，可以在不同材質表面上達到超親水的特性，且另外具有水下疏油的能力。
6. 仿跳蟲外殼微結構材料：藉由模仿跳蟲外殼表面凸起結構，設計自組裝微孔洞，轉印後的 EVA 具有有利於疏水、疏油和耐磨等特性。
7. 仿珍珠貝層狀結構材料：仿效珍珠母貝殼的表面，利用逐層組裝的方法製作微細結構，進而得到耐磨耗的特性。
8. 仿鱔魚超滑表面(滑溜! 水中抗沾黏水膠)：利用微結構結合水膠，製備水下超滑如鱔魚皮

膚的表面，並探討設計和應用。

三、商品化策略

目前在各國中及科學教育市場中尚無相關產品，我們積極與各單位合作試行推廣，分述如下：

1. 與學校課程結合：從南部地區國高中(國昌國中、右昌國中、永安國中、高樹國中、慈濟高中等)著手試作，貼近學生需求。
2. 利用科學營隊進行推廣：例如透過高雄科工館、高大仿生科技營、慈濟高中科學人才培育等單位進行活動。
3. 與老師成長團體互動：透過單位舉辦公開活動，與老師互動，如高雄市國教輔導團、教師體驗營，老師座談等。
4. 結合科教產品販售推廣：和線上教育相關公司合作，結合訂閱實驗作品，增加本產品的曝光度及知名度。

四、結語

這幾年仿生材料實驗套件的開發，可以看到幾個亮點和未來性，若能持續開發形成亮點特色，未來更朝向探究能力的養成，則作為實驗教育產品，發展可期。說明如下：

1. 亮點：我們的仿生教育產品具有教育性、可行性、趣味性、啟發性、延伸性、應用性，而發展產品具獨創性、新穎性，均未曾發表過，故得到高雄大學創意競賽第一名，並已申請專利。此外，在計畫執行中，根據使用者經驗回饋，不斷修正版本，目前已可用於線上指導家用實驗教具。
2. 未來：我們將繼續更新仿生實驗項目，預計開發 10 個以上實驗項目，形成一個群組課程、或是一個組合實驗箱。此外，積極與探究仿生科技的工具配合，如手機顯微鏡、採樣轉膜材料、方便分析的工具等，配合未來教育以市場需求和問題解決的能力培養為導向，強調學生差異化的發展，不同程度和學習興趣的學生各取所需，並培養學生探究的能力和素養，以手作實驗可作為學生療癒和自信獲得的基礎，發展科學和技術的專長，成為協助學習的不可或缺的養分。



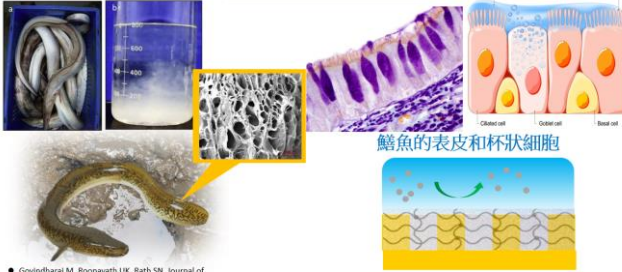
圖一、仿生實驗套件商品化的 LOGO 範例。



圖二、利用學校實驗課程進行實驗活動帶領，左一為指導實驗的大學生；因為疫情而改成視訊線上帶領，筆者和設計實驗學生一起連線與鳳甲國中操作實驗學生和老師互動。



為什麼鱔魚、鰻魚、泥鰍等
可以那麼滑溜？



鱔魚的表皮和杯狀細胞

仿鱔魚：水中超滑抗沾黏表面

● Govindharaj M, Ragoavath UK, Rath SK. Journal of Cleaner Production. 2019 Sep 12;300:412-9.
● <https://biologydictionary.net/goblet-cell/>



圖三、仿鱔魚和蝸牛的實驗設計具有新穎性，設計學生獲得激發學生創意競賽第一名，並獲得多家文字媒體採訪報導。

延伸學習

1. 科教實作學門成果介紹和影片連結：

<https://esep.colife.org.tw/project/a32909a6-db95-11ea-87d4-0cc47a8623bb/109>

2. 科教實作 109 年成果影片：<https://youtu.be/RGTt47aiNfs>