

平面式微型電與化學實驗平台：推動 STEM 教育的創新方案

張雯惠

屏東大學應用化學系

E-Mail: whchang@mail.nptu.edu.tw

一、前言

在當前教育環境中，STEM（科學、技術、工程、數學）教育的推廣，對培養學生的創新思維與實作能力至關重要。然而，傳統化學實驗教學多仰賴燒杯、試管等器材與繁複的藥品配置，往往降低學生的參與度與學習興趣；對教師而言，器材的搬運與佈置亦相當不便，且實驗後常產生大量水溶液廢棄物，造成資源浪費。尤其在跨學科整合的 STEM 教學應用上，現有教具與教材亦未臻完善。為解決上述問題，本文提出「平面式微型電與化學實驗平台」之設計與應用。此平台結合綠色化學理念與現代教學需求，以微型化概念導入化學教學，運用市售電子零件與可回收材料製作，並以「一滴水」為核心操作模式，大幅降低試劑用量與廢棄物產生，兼具環保與資源節約之效。透過直觀、低門檻的操作情境，可有效提升學生的科學探究能力與學習動機。

二、教具設計製作

平面式微型電與化學實驗平台需要的材料如圖一所示：包括塑膠片（作為底座）、石墨碳電極、導電膠帶（可取代傳統電線，黏貼形成電路）、導電雙面膠（將鋰電池固定於導電膠帶上）、LED 燈片及蜂鳴器（作為電路導通檢測）。將上述材料黏貼與組裝，即可完成平台（圖二）。完成後可用於多元主題教學，包括：日常導電物質辨識、水溶液導電性檢測、電解反應與電鍍反應等。



圖一、教具材料



圖二、平面式微型電與化學實驗平台

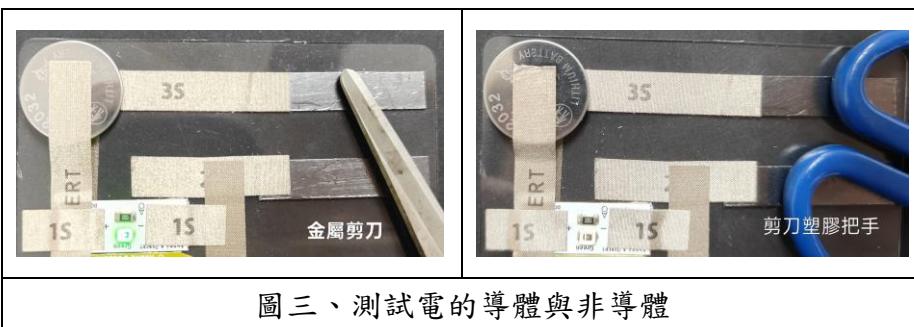
三、教學活動分享

(一) 生活中的導電物質（電的導體與非導體，適合國小中年級以上）

電的應用無所不在，認識導體與非導體是理解電學的重要起點。一般而言：

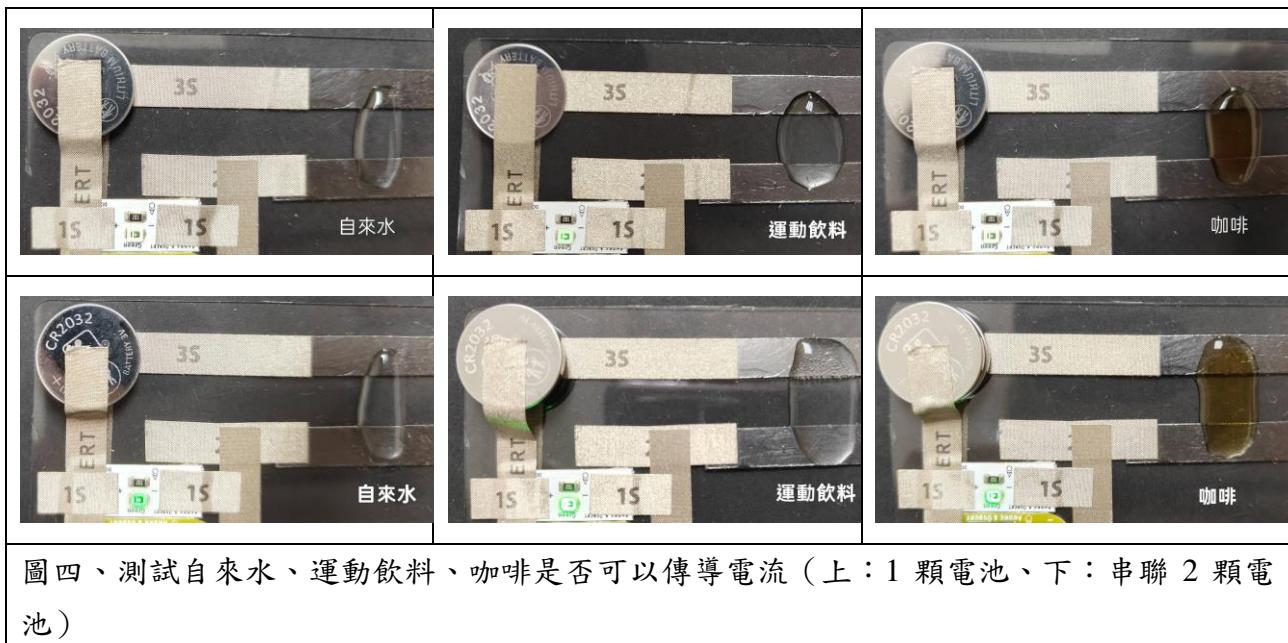
- 導體：能讓電流通過的材料，如金屬（銅、鋁、銀）與含鹽水溶液。其自由電子可移動，因而形成電流。
- 非導體（絕緣體）：不易導電的材料，如塑膠、木材、玻璃等，電子不易移動，難以形成電流。

在日常安全應用上，例如電線外層塑膠包覆可防止電流外洩，避免觸電風險。活動操作上，學生以手或材料輕觸平台上的兩個石墨碳電極，觀察 LED 是否點亮（或蜂鳴器是否鳴叫），即可直觀比較不同材料的導電性，建立基礎概念並提升學習興趣。



(二) 水溶液的導電性檢測（適合國小高年級以上）

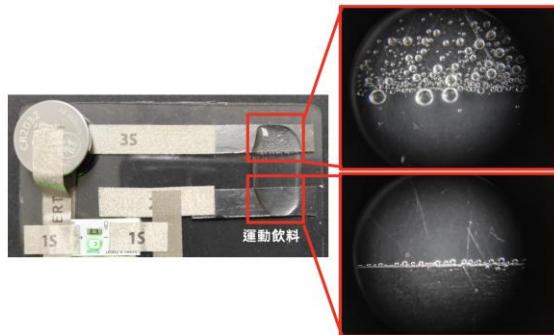
以滴管將不同水溶液滴於兩電極之間，使電路形成封閉迴路，觀察 LED 是否點亮，並比較亮度差異。建議測試溶液包括：純水、自來水、食鹽水、糖水、小蘇打水、醋、鹼性離子水、運動飲料、咖啡、果汁、碳酸飲料等。可進一步將兩顆電池串聯，觀察在不同條件下 LED 亮度的改變，並完成數據紀錄與比較，培養控制變因與科學記錄能力。



(三) 電解反應（適合國高中以上）

電解反應係指在外加電流作用下，物質發生分解或轉化的過程。傳統操作於電解槽中進行，包含電解質溶液（如鹽水、酸或鹼）與兩極（陽極、陰極）。當電流通過電解質：陽離子移向陰極，獲得電子（還原）、陰離子移向陽極，失去電子（氧化）。

以平台操作時，可將少量運動飲料滴於兩電極間並通電，觀察氣泡生成位置與速率，輔以離子遷移與電極反應機制的說明，協助學生將微觀離子行為與可觀察現象連結，深化對氧化還原與電解原理的理解。

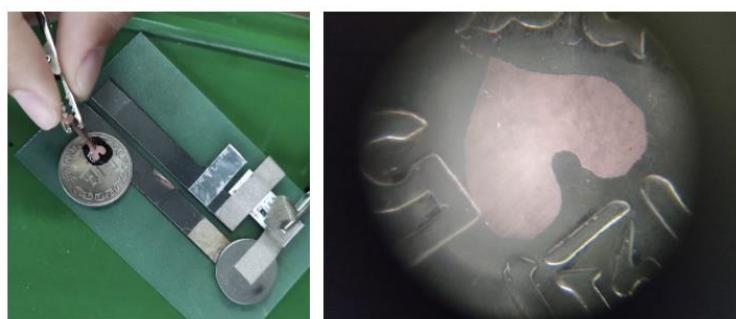


圖五、水的電解反應

(四) 電鍍反應（適合國高中以上）

電鍍是一種利用電解在物體表面沉積金屬層的技術，常用於裝飾、防蝕與提升導電性。在電鍍過程中：陰極：金屬離子（如 Cu^{2+} ）接受電子，被還原為金屬沉積於表面、陽極：可為同種金屬，溶出金屬離子以維持電解液中離子平衡。

教學活動可設計以銅棒為陰極、硫酸銅溶液為電解質，通電後觀察銅層逐步沉積之過程，並引導學生思考鍍層均勻性、電流密度、時間與濃度等參數對結果的影響，將化學原理與材料科學應用相結合。



圖六、電鍍反應

四、結語

「平面式微型電與化學實驗平台」以低成本、易取得的材料建構，採用微量化與綠色化學概念，能有效降低試劑使用與廢棄量，同時提升教學靈活度與安全性。透過生活化的電學與化學主題設計，學生可在操作中建立直觀理解，進而培養探究能力與跨領域整合素養。此平台適用於國小至高中不同年段之漸進式教學，具備推廣至一般教室與行動教學場域的可行性，為 STEM 教育提供一項兼具創新、實用與環保的教學解決方案。