

# 臺灣視障教具規範的創新優化— 以山島海洋的觸覺實踐案例

程筑鈺

南臺科技大學 創新產品設計系

E-Mail: qa6@stust.edu.tw

## 一、前言

科學教育的基礎建立在豐富的觀察與體驗上。研究指出，80% 的科學學習仰賴視覺提供的訊息（Zorluglu et al., 2021），而這對視障學生構成了根本的教學困難。視障學生能透過觸覺、聽覺等替代感官，以補強並獲得等同於視覺觀察的豐富訊息。

根據 Bruner（1966）的學習階段理論，人類學習經歷動作表徵、影像表徵與符號表徵三個階段，其中觸覺與運動感覺對視障學習者扮演關鍵角色。Grace Maxwell Fernald 發展的多感官 VAKT 教學法（Visual-Auditory-Kinesthetic-Tactile），以及 Montessori 提出的綜合感官學習法，均強調整合多種感知管道協助學生建構完整認知。這些理論為視障教具設計提供了基礎。但視障教育現場缺乏適切的教具支援。教具不足導致教師對視障科學教學產生疑慮，進而以其他科目替代，導致視障學生在 STEM 領域的學習機會被剝奪（Eyeway, 2013）。在此背景下，國際上發展了各具特色的視障教科書設計規範，試圖提供更有效的教具設計方向。

## 二、借鏡國際視障教科書設計規範

視障教科書設計因國家教育哲學、語言系統與資源條件而異。不同設計規範，既影響教具的視覺美感，也直接影響視障學生的學習成效。

日本規範：簡潔實用原則下的優雅設計

日本視障教育規範以簡潔實用為設計原則。日本強調教具簡化與設計連續性，以精簡的視覺元素傳達核心概念。此方法兼具美觀與易用性，適合有限資源下的快速製作（劉信雄，1995）。日本規範偏向「實用導向」，強調設計的可製造性與適應性。

臺灣規範：忠於原書的保守取向

臺灣視障教育對教科規範的發展相對保守。現行規範以「忠於原書」為導向，試

圖保持教科書完整性，但許多細節訊息難以透過觸覺傳達。臺灣的規範相對缺乏細節指引，往往由個別教師或巡迴輔導老師基於經驗進行轉製，造成教具品質與效果的不一致（吳志富等人，2006）。

### 三、多感官融合教具的設計與實踐

本研究以臺灣規範為基礎，融合日本簡潔設計理念，採用通用設計的方式，開發適用於融合教育場域的視障科學教具。依據臺灣規範有其考量：雖然臺灣規範相對保守，但其「忠於原書」的原則在融合教育中具獨特價值，確保視障學生與一般學生使用相同教科書邏輯，增進教育融合。首次接觸科學的視障學生需在統一的邏輯框架內多次接觸與強化概念。同時融入日本簡潔理念，優化教具的可製造性與觸覺可讀性，既忠於原教材，也易於視障學生觸摸理解。

以國小四年級「水中世界」教學單元為例，我們設計了涵蓋觸覺圖形、3D 模型與聲音導讀的多感官教具系統。具體做法如下：

圖形設計與觸覺理論：遵循臺灣規範還原教科書圖形，應用日本簡化設計原則，在保留主要結構的基礎上，去除非必要細節，強化觸覺辨識。圖形設計基於仲谷正史提出的觸覺探索動作進行開發，包含靜置手掌、沿輪廓摸索、施力按壓、撫摸表面、用手心感受以及用雙手包覆觸摸等多種觸覺互動方式。這些設計策略旨在加強視障學生對不同圖形和物體的觸覺認知。傳統點字書通常使用發泡紙張打凸的方式呈現，本設計採用具有現代設計感的風格，結合豐富的視覺效果，使得觸覺圖形不僅是學習工具，還具有美觀和吸引力。

材質選擇與觸覺層次：採用發泡紙材作為主要材料，不同生物特徵區域採用不同排列方式進行素色列印，保留了觸覺敏感度，同時增強了圖形的立體感。此外，進行了多種 3D 列印材質的實驗，包括硬性、彈性及光固化材質等，以進一步提升教具的多樣性和實用性，使學生透過多樣的觸覺體驗，全面提升感官認知能力。

地景模型與空間認知：視障者難以想像山勢起伏、湖泊廣度，或各景觀要素的配置關聯。由於無法仰賴視覺判斷，他們容易將實際上彎曲的路徑誤認為筆直的線條，此現象稱為「直線化現象」。這種認知落差導致他們不易理解河道蜿蜒的原因。計畫設計兩座地景模型針對此需求發展，結合觸覺與立體資訊的優勢，模型設計涵蓋：立體俯瞰視角呈現、適當縮小的地景比例、分區格設計以建立空間元素間的組織脈絡，

對應視障者建立心理地圖的三個認知步驟，為視障學生提供建立準確空間認知地圖的有效工具。近期研究證實，視障者能透過觸覺地圖有效形成認知地圖，三維立體觸覺資訊更能顯著增強視障生的認知地圖建構能力（Bleau et al., 2023）。

**3D 立體模型與擬真設計：**配合教科書圖形製作擬真模型，強調與教科書圖形的對應，助視障學生在立體與平面觸覺間建立認知連結。採用多樣化材質呈現生物特徵，提供豐富的觸覺體驗，並避免複雜化。

**多感官整合機制：**結合視障可觸讀圖示設計、語音導讀筆功能、觸動式模型組裝，使學生在「動手做」的操作過程中，同時進行「用心想」的概念理解。多感官整合提升學習效率，視障學生與一般學生在融合教育場域享有同等的學習體驗。



圖一、實際具有觸圖設計的 3D 地景模型（左）、3D 水環境模型（右）

#### 四、在學生適用性上的體現

國際規範在實際教具設計中的檢驗重點，是學生的適用性。本研究透過試用與教學實踐，驗證國際規範在臺灣融合教育的應用。我們在臺南地區多所國小進行教具試用，累計超過 130 人次視障學生的體驗與回饋。

觀察發現，融入日本簡潔設計原則，使得教具製作更具彈性，也降低了教師的製作門檻。透過視障巡迴輔導教師工作坊，教師們認可此優化教具在圖形清晰度與觸覺指引上的提升。

遠哲科學教育基金會舉辦的視障科學營隊中，教具吸引多位視障學生參與，學生的投入與正向回饋驗證了國際規範的教學應用價值。許多學生在課堂主動提出觀察與疑問，表明教具降低了學習門檻、提升了科學探究動機，達到多感官融合教具的目標。

## 五、小結與展望

視障科學教育的困境不在於視障學生的學習能力，而在於適切教具的缺乏。國際視障教具設計規範反映不同教育文化與資源現況。本研究發現臺灣規範雖保守，但「忠於原書」的原則在融合教育中具獨特價值，確保視障學生與一般學生使用相同教科書邏輯，增進教育融合。教具設計過程中，我們融合日本簡潔理念，再優化臺灣規範的可用性與觸覺可讀性，既保持本地教材一致，又具實踐品質。

「山島海洋」教具設計說明了本土化創新的可能性，在融合教育場域中實現通用設計的理想。目前已完成多人試用參與與推廣成果，期望可驗證了這套教具在提升視障學生科學學習機會與樂趣上的實質成效。

期望本系列教具可進一步擴展至其他自然科學單元，並透過更大規模的試用與深化研究，進一步發展臺灣本土的視障教具設計規範，為融合教育提供具在地特色與實證基礎的設計方案。透過國際學術交流與合作，擴大台灣視障教育設計在全球教育領域的影響力，為視障學生開創更廣闊的科學學習機會。

## 延伸學習連結

視障融合教具科教實作與推廣成果介紹：山島海洋

<https://www.youtube.com/watch?v=nPKQQyqvqxY&t=4s>