

視障生的光學實作

林品先、吳仲卿*

國立彰化師範大學物理學系

* E-Mail:phjcwu@cc.ncue.edu.tw

一、前言

在一般人的學習過程中，不外乎透過視覺、聽覺、味覺、嗅覺與觸覺的感知途徑來進行學習，常常也不見得是僅使用單一感官的功能，而是經由綜合各種感官的學習效果，因此這些不同感官的感知能力不容易、也不宜區分優先順序，但是如果缺乏其中之一的感知能力，確實對於學習會造成某種程度上的困難。例如，盲生或低視生因為缺乏或降低視覺的感知功能，因此會嚴重影響來自視覺向度的學習效果，所以需要輔助工具及加強其他感官方式的學習途徑。但是以目前強調融合式的教育體制，受限於人力的不足及缺乏轉化的教學方式，視障生在受教上往往變成被忽視的對象。

一般人對於視障生的學習有著嚴重的誤解，認為他們高度弱視，甚至是全盲，完全看不到任何東西，如何有效學習呢？事實上，他們和其他明眼的同學們一樣，有正常的心智成長，也對於學習抱有熱忱與能力，誠如西方的一句諺語「When God closes a door, he must open another window. (當上帝為你關了一扇門，祂同時會幫你開一扇窗)」，簡單來說，視障生雖然有視覺上的缺憾，但是在實務面上，可以看到他們的其他感知功能更為靈敏，例如聽覺與觸覺的感知能力優於一般人，也會有過於常人的想像力，這些是有利於學習的特殊感知能力；反而明眼人過於依靠視覺的學習向度，導致他們錯失了其他感知功能所可以達成的學習效果。

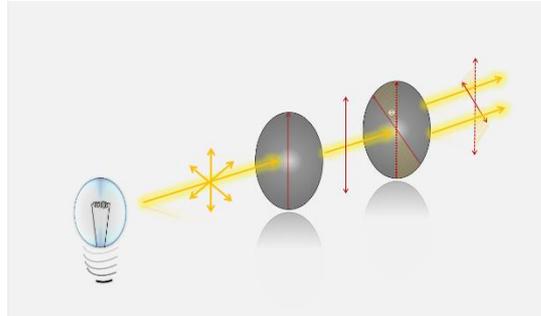
相關研究顯示，視障生的心智成長不亞於明眼生，只要搭配合適的教學模式與方法，他們的學習無異於一般明眼生。本文主要報導建置一項實作教具，學習目標是光學科目中的偏極光特性，適合中學階段視障生。我們知道光學為一門極度需要運用視覺觀察學習的課程，或許有人會覺得這樣的教學試探，可能是癡人說夢！然而，也是因為一般人的這種認知，無疑限制了視障生的學習領域。在我們多年推動視障生的動手做實驗的經驗中瞭解到：結合觸覺與聽覺的感知能力，可以進行半定量的探究偏極光實驗，進一步結合科技，例如電腦介面擷取光強度數據及製作圖表，更可以進行定量的學習，相信視障生的學習也可以沒有障礙。

二、偏極光實驗教具

如前所述，視障生天生過人的聽覺與觸覺能力是他們與世界作連結的最佳途徑，因此我們利用這兩項特有的能力，為視障生設計有關偏極光的實作實驗，雖然"光"既摸不著、也聽不到，但是我們可以透過觸覺再加上聽覺功能的輔助，進行有效的教學。

圖一顯示的是本實驗的概念：一般光源所發出的光，在垂直於傳播方向的電場振盪沒有特定方向，稱為非偏極化的光線，但是經過偏振片後，只有順著偏振片光軸的光會通過偏振

片，因此只有一半光的強度會通過，再通過第二片偏振片後，如果第二片與第一片的光軸平行，則通過第一偏振片的光便全部通過，但是如果第二偏振片與第一偏振片的光軸形成垂直，則所有的光無法通過，兩偏振片光軸之間的夾角會決定"光"最後通過第二偏振片的光強度。



圖一：偏振片過濾光的示意圖，左邊光源發出非偏極光，經過第一偏振片，只有光軸同方向的光通過，再通過第二偏振片的光強度則視兩偏振片光軸的夾角而定，同方向全通過，垂直時則全部無法通過。

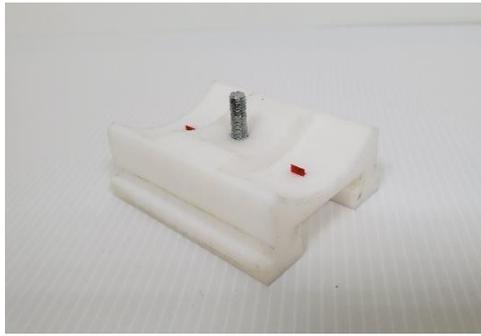
圖二是教具照片，除了光學滑軌及壓克力管外，相關的附件均是使用 3D 列印機製作，相關列印的零件如圖三、圖四及圖五所示。為了結合觸覺與聽覺的感知學習能力，兩片偏振片的光軸相對角度是透過具有鋸齒刻度的轉盤轉動改變，偵測器採用的是光敏電阻結合蜂鳴器的方式，當光強度高時驅動的蜂鳴器聲音大，反之變小，當兩片偏振片的光軸垂直時，因為沒有光通過，因此無法驅動蜂鳴器，就沒有任何聲音。相對角度的感知是經由鋸齒刻度觸擊一片置於底座的塑膠片所發出的響聲來感知，圓盤具有 36 個鋸齒，表示每轉一角度發出一響聲就是轉動十度，使用更高階的 3D 列印機將可以列印更精細的鋸齒，相對可以做更精密角度的感知量測。



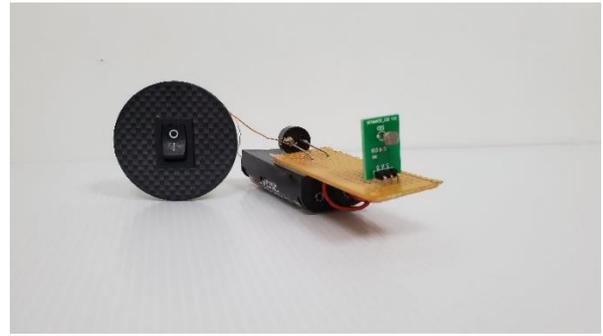
圖二：本實驗教具實物照片，從左到右是光敏電阻，兩片偏振片組合及光源。



圖三：使用 3D 列印機製作兩個具有鋸齒刻度的圓盤，各固定一片偏振片，注意圓盤的周邊具有 36 個鋸齒，每轉動一鋸齒發出一響聲，表示轉動 10 度。注意照片中間重疊區顯示全暗是因為兩偏振片的光軸夾 90 度。



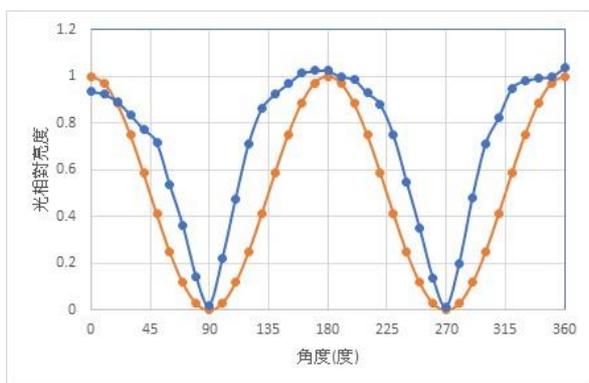
圖四：使用 3D 列印機製作之偏振片零件座，注意到直立的紅色塑膠片將卡住圓盤的鋸齒刻度，造成每轉一刻度時鋸齒拍擊塑膠片發出響聲。



圖五：光敏電阻結合蜂鳴器，當光敏電阻偵測到光強度時，改變其電阻強弱，使得分壓電路的電壓得以驅動蜂鳴器發出響聲，當無光線照射時光敏電阻具有高電阻，無法驅動蜂鳴器。

三、定量實驗的設計

體驗式的教學不是最終目標，需要進一步的設計，使視障生能進行分析數據的定量實驗，畢竟在學習科學的過程中，收集數據與繪製圖表是不可缺少的學習歷程，視障生確實在定量的繪製圖表上有其困難，不容易把他們所學的知識整理成一份簡單明瞭的數據圖表，造成學習成效大打折扣。我們試著透過合適的轉化，設計發展定量分析的教學模式，圖六是經由錄影與透過 Tracker 的光強度分析，繪製出光強度相對於兩偏振片夾角的關係圖，符合聽覺與觸覺感知的學習效果；若是採用 Arduino 等介面，可以更精確達成定量實驗目標。我們期待更多教學者的共同努力，達到以定量的實作模式教導視障生，以便縮短視障生的學習落差、甚至達到平等學習的目標，使視障生能與明眼生充分交流、與國際接軌及開拓視障生的學習新視野。



圖六：經由錄影與透過 Tracker 的光度分析，繪製出光強度相對於兩偏振片夾角的關係，藍色為實驗數據，橘色為理論數據。

延伸學習（附簡要標題/說明，宜提供 1~3 個電子連結）

1. 遠哲彰化辦公室--視障與聽障科普推廣

<https://www.youtube.com/channel/UCxfs1EC3A3JQDImzqaaOGOA/featured>