

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：月摸月相~探討視覺障礙學生學習地球科學月相知識之教具

一、摘要

本研究目的為自製出一套輔助視障學生透過摸讀學習地球科學月相知識的教具。我們先從與學校視障資源中心的訪談開始，確認視障生的需求，以及研究的大致方向後，便設計了以下教具架構：

- 一、使用洞洞板為其教具的底板，以便於操作與安裝。
 - 二、開發教具過程使用之機構和原理使用 3D 的模型，模擬真實的自轉和公轉情況來呈現月相。
 - 三、使用一顆兩面不同材質的乒乓球來表示月球，透過伺服馬達與直流馬達動態地使其自轉，再加上一個代表地球使月球繞著位於中心的地球公轉。
 - 四、教具的材料以棉花的觸覺效果為最佳。
 - 五、將點字貼膜貼於教具上使其為一套完整的地球科學月相知識的輔助教具。
- 未來，希望此教具能更加模組化以便能提供給學校與視障學生使用。

二、探究題目與動機

我們學校設有視障資源中心，而視覺障礙學生（本篇均簡稱為視障生）的地球科學（本篇均簡稱為地科）學習是最讓特教老師頭痛的一件事。在九上的地科課教到月相變化的時候，視障資源中心特教老師就只能透過口述的方式去教學視障生。單純透過文字描述來學習地科使視障生們感到非常吃力，而老師們也為此感到非常無助。我們因此決定製作一種以觸覺為中介，能夠讓視障生輕鬆學習地科課程中的月相單元的認識月相的教具。

三、探究目的與假設

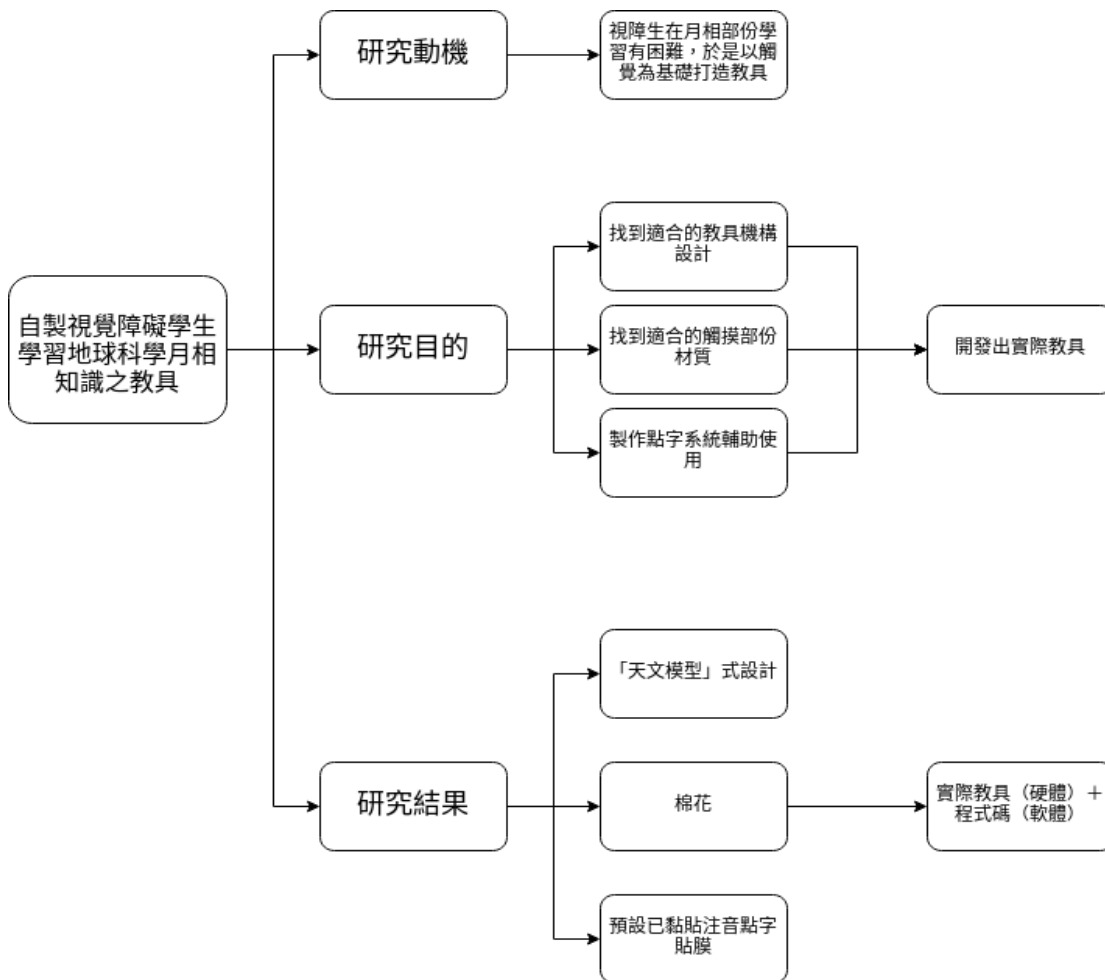
- (一)找出在地科教學上對於視障生需要加強的部分
- (二)蒐集市面上關於月相教具資料之研究
- (三)探究不同機構設計的教具對視障生的學習效果之影響
- (四)探討不同材質的教具對視障生的學習效果之影響
- (五)開發中文點字輔助系統增進視障生的學習效果
- (六)自製完整的月相教學輔助系統

四、探究方法與驗證步驟

一、教具使用環境之背景調查

我們先從瞭解地科上課內容開始。我們翻閱九年級的地科課本，發現天文變化牽涉到眾多星球移動之間的相互關係，以及光影、位置差等，對於視障生來說非常抽象且複雜，不易單靠文字描述以及 2.5D 的紙面材質變化就完整的學習到課程的內容。只能死記硬背而不能理解。所以我們最終選定「月相變化的 3D 觸覺相關教具」作為研究主題。

二、研究架構圖



三、開發教具過程使用之機構和原理

構想 (一)：交疊

此月相教具使用雙層洞洞板來呈現。我們將兩塊打過洞的木板交疊，在上層木板挖出一個圓形大空缺，作為月亮的位置。以海綿為底層，木板為上層置於兩片洞洞板中間。在轉動齒輪時，上層的圓形木板就能移動並遮擋住底層的海綿做出月相的變化。

此構想有一個重大缺陷：上層木板的圓周弧度固定，若圓周弧度無法做出變化，便無法展示真實情況中月相亮暗部的差異。舉例來說：在上/下弦月的情況下此問題最為嚴重。在上/下弦月時，亮暗部的邊界為一直線，此與兩圓形物體（在此實驗中為木板和海綿）交疊時的情況明顯不同。這個問題使我們放棄此構想。因此我們只設計出洞洞板而已。

構想 (二)：傳統教具

為了解決實驗（一）中，表示亮暗部交界非上層木板圓周弧度時，顯示情形和現實情況不同的問題。我們使用 3D 列印機製作模型，每個洞代表一個月相，在每個洞上覆蓋相異的兩材質代表月球的亮暗部，直接讓使用者觸摸來分辨、學習月相，再加上點字和語音系統輔助。

現實情況中，月相是光影變化造成的，並且月亮為球體，因此才會出現原本的影子邊緣為弧形，但在上/下弦月時變成一直線的情況。

這樣一來，因為每個月相皆獨立，亮暗部的邊界即可做出變化，能夠解決實驗（一）中的問題。

此方法雖然能夠解決構想（一）中的問題。但此方法做出來的結果都是靜態的。無法像構想（三）那樣利用伺服馬達與直流馬達動態的呈現同一月球（在實驗三中為乒乓球）表達月相的變化。



圖例 透過凸出與平面的高低差來呈現

構想（三）：天文模型

本研究採用構想三。我們打算做出一個 3D 的模型，透過模擬真實的自轉和公轉情況來呈現月相。但是因為光影不可行（需要視覺），於是我們使用一顆兩面不同材質的乒乓球（代表月球），固定在直流馬達上使其自轉，在加上一個代表地球的伺服馬達連接直流馬達使月球繞著位於中心的地球公轉。過程使用 Arduino 開發板控制。

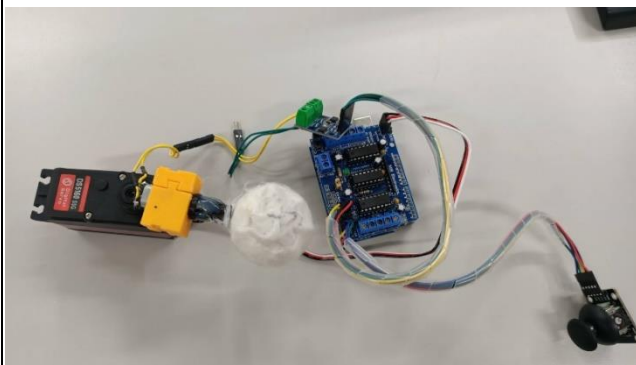


圖 1 本研究設計的動態月球繞著位於中心的地球公轉實作

四、教具所用材料差異之探究

為了讓視障生能夠更容易的理解月相中的亮部和暗部之差異，我們在兩者所使用的材料顏色和觸感上作出差異。

比較表格：

表 1 月相材質比較表格

材質	棉花	布膠帶	黏土
顏色	淺色	深色	深色
觸感	軟	硬	軟

我們前往學校的視障資源中心詢問視障生的意見，他們建議我們使用棉花作為最終材質。視障生提醒了我們材質好壞的重點在於亮暗部的交界，如果交界不夠清楚的話，使用者將難以分辨亮暗部。棉花之所以適合是因為亮暗部交界線的高低差較明顯，而膠帶和黏土材質由於交界處觸覺上不明顯，因此遭到捨棄。視障生還建議我們在交界處增加不同的材質，加強交界的明顯度。



圖 2 視障學生摸讀月相的實驗

五、點字輔助系統之實作

我們前往學校的視障資源中心學習臺灣的點字系統並製作貼膜。老師教導我們點字的基本規則以及點字機的操作，並給了我們點字與注音、數字、英文字母與標點符號的對照表。我們發現點字系統並非全世界通用，未來此教具須考慮非臺澎金馬的使用者，也就是說，我

們需要提供無點字貼模且在木板上使用不同語言的教具。

視障資源中心的老師教我們使用點字機與製作貼膜的方法後，我們緊接著使用點字機實際製作點字貼膜，其製作貼膜的過程如下：



圖 3 點字中的望月

五、結論與生活應用

(一) 運行成果展示

我們使用兩片木板之間的空間放置開發板、直流和伺服馬達、月球和供電系統。上層木板具有中文和點字貼膜組合而成的月相說明，下層木板使用洞洞板增加擴充性。我們使用上述設備實際演示我們的月相教具行進過程。

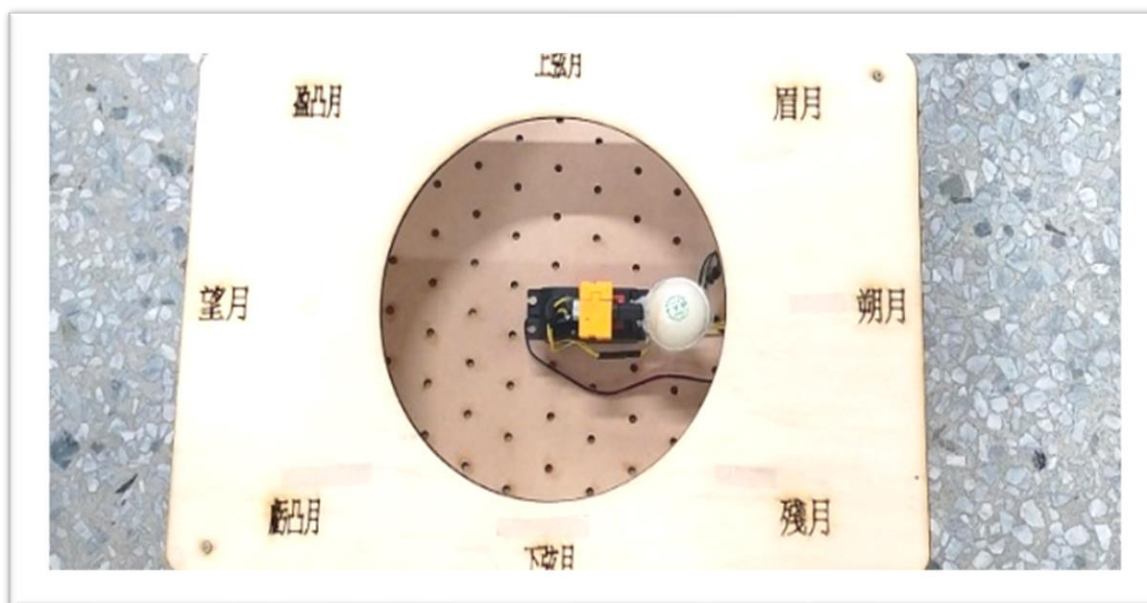


圖 4 朔月

我們訪問了視障資源中心的特教老師，發現我們開發的月相教具是前所未有的。不僅如此，視障生在各個科目的教具都不夠充分。視障資源中心的老師常常都要自己到書局買材料，自己動手做出特殊教具。我們做出的地科教具能夠量產，不只可以提供給我們學校的視障生使用，還能賣給其他需要的單一學生、老師或教育機構。我們的拋磚引玉也能幫助到全世界的視障教具製作者，讓視障生不再是弱勢。

此次研究達成了 SDGs 目標 4 優質教育和目標 11 減少不平等，使得視障生能擁有更好的學習環境，能獲得適合他們的教具。在學習地球科學上能把抽象化為具體，消除視障生和普通學生之間學習上的不平等。

參考資料

國教儀器公司產品型錄

又亮又可愛的天天嬋娟-月亮天平動規律性研究

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-080503.pdf>

「天狗吞日」能吞多久？最長日全食的探究

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-080502.pdf>

「月」來越好玩

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/pdf/030507.pdf>

國立臺灣圖書館(2009)。點字是什麼。網址：

<https://www.ntl.edu.tw/ct.asp?xItem=1862&ctNode=759&mp=1>

Puikwan Pang(2021)。

洞洞板是什麼？兼具收納與裝飾功能的實用小物（附設計實例）。網址：

<https://www.homify.tw/ideabooks/6330570/%E6%B4%9E%E6%B4%9E%E6%9D%BF%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC%EF%BC%9F%E5%85%BC%E5%85%B7%E6%94%B6%E7%B4%8D%E8%88%87%E8%A3%9D%E9%A3%BE%E5%8A%9F%E8%83%BD%E7%9A%84%E5%AF%A6%E7%94%A8%E5%B0%8F%E7%89%A9%EF%BC%88%E9%99%84%E8%A8%AD%E8%A8%88%E5%AF%A6%E4%BE%8B%EF%BC%89>

Hurt (2019) 淺談點字摸讀教學。網址：

https://class.kh.edu.tw/19061/bulletin/msg_view/372

高雄市教育局(2024)。點字規則。網址：

<https://class.kh.edu.tw/19061/page/view/17#%E6%B3%A8%E9%9F%B3%E9%BB%9E%E5%AD%97>