

物理 Physics Search 搜查線

第24期



本期刊物電子檔

COVER STORY

專案特搜1 p2

自製伽利略天文望遠鏡 —窺探月球表面

專案特搜2 p9

臺南市物理科跨校社群運作歷程

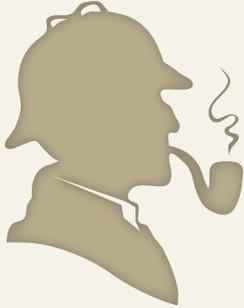
數位e秘技 p14

Plickers在教學上的應用分享



55301N/G/000000

專案特搜 ①



自製伽利略天文望遠鏡

—窺探月球表面

國立科學園區實驗高中 / 教師 陳其威

kiwi 的物理教室 <http://kiwiphysics.blogspot.com/>

前言

望遠鏡 DIY 的活動，不論在教師研習、科學營隊或是一些實作課程都很盛行，有些望遠鏡以趣味性為主；有些活動製作的望遠鏡成品，卻可媲美市面上的天文望遠鏡，當然價格也不便宜。本文將介紹如何用簡單的方式，組裝伽利略天文望遠鏡，如同穿梭到四百多年前，與伽利略觀察到同樣的天文景象！

歷史演進

1609 年，義大利物理學家伽利略將兩枚鏡片裝在長筒的兩端，觀察到月球凹凸不平的表面、太陽上的黑子、環繞木星的四顆衛星與土星環，這與傳統完美天體的想法，地心說有很大的差異，伽利略不僅看到了真實的天文景象，更是在天文物理上的一大邁進。

伽利略當時設計的折射式望遠鏡（圖 1），是使用焦距為 + 980 毫米的物鏡，與焦距為 - 50 毫米的目鏡所製成，這樣所觀察到的天文景

象為正立的，放大的倍率約可達 20 倍。後來，克卜勒改良了伽利略的望遠鏡，將目鏡改為凸透鏡，雖然觀察到的影像會上下顛倒，卻可以觀察到更廣的視野。

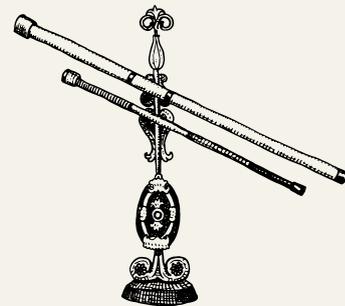


圖 1 人類歷史上的第一台天文望遠鏡—伽利略天文望遠鏡 (Galileo telescope)

課前準備

本次實驗最關鍵的材料當然是鏡片，網路上有許多鏡片的廠商，筆者是與晶英光學社訂購，利用廠商現有的模具製作鏡片，價格可以降低許多，鏡片的材質選擇一般的玻璃，透光性高，缺點則是容易破裂，使用時要特別小心。



鏡筒的部分，與大部分自製的望遠鏡相同，都是使用現成的聚氯乙烯 (PVC) 水管，價格便宜、容易取得，且有較多尺寸可選擇。較困難的步驟則是轉接環與嵌入鏡片的部分，若購買現成的塑膠管大小轉接頭 (圖 2)，能夠嵌入鏡片，但無法作為目鏡與物鏡的轉接頭，因為它會固定所有鏡片的位置，但觀察天文景象時，希望能夠調整目鏡與物鏡間的距離。但該如何將兩個管子銜接，而又可以簡單地調整間距呢？最後筆者選擇不織布，將不織布捆在細管，捆到適當的大小時，再塞入大水管中，如此不僅能銜接兩個水管，還能夠調整間距。



圖 2 連接 PVC 塑膠管的大小轉接頭，能夠嵌入鏡片，但無法調整間距

至於鏡片的部分，只要黏在水管的管口即可，但還需要保護裝置，因此在水管壁的兩旁，分別黏上長條的瓦楞紙，以減少撞擊時造成破壞。至於瓦楞紙與不織布顏色選擇黑色為宜，可避免不必要光線的反射。

原理簡介

光學望遠鏡的種類大致分成三種，有折射式、反射式與折反射式望遠鏡，以下介紹以本次實驗的折射式望遠鏡為主 (兩片凸透鏡)。當兩片凸透鏡的間距為它們焦距之和時，平行光經過凸透鏡 (物鏡) 後，光線會先聚於焦點 P ，若此

位置也為另一凸透鏡 (目鏡) 的焦點時，光線可視為從 P 焦點所發出，最後平行於主軸 (圖 3)。

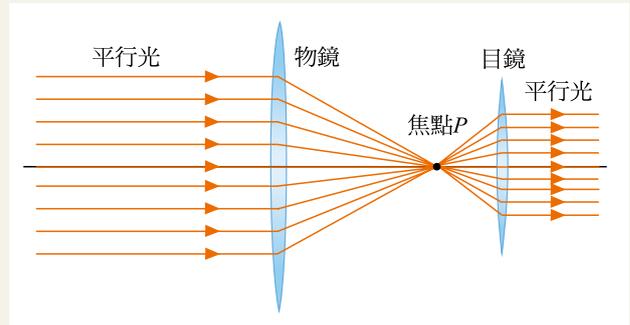


圖 3 平行光進入望遠鏡的示意圖

我們觀察很遠的物體時，物體所發出 (反射) 的光線，到物鏡前會很接近平行光，但並非真正的平行光，光線將會聚於焦點後方一點的位置，有一個很小的倒立實像，此實像到目鏡的距離，如果比目鏡的焦距短一些些，就能夠再次將此像放大，最後看到倒立放大的虛像。因此物鏡與目鏡的距離 (鏡筒的長度 L)，大約等於兩個透鏡的焦距和： $L=f_o+f_e$ (圖 4)。

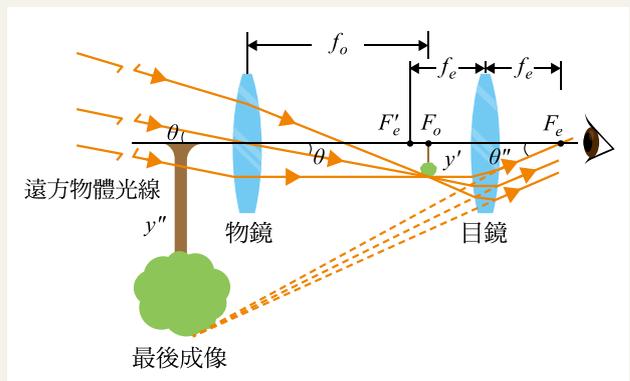


圖 4 觀察遠方物體示意圖

計算望遠鏡放大倍率，不再是用像與物的尺寸大小之比值來定義，而是用我們眼睛所觀察到物體的視角來定義，若原本看物體的視角為 θ ，最後觀察到倒立放大像的視角為 θ'' ，因此望遠鏡的放大倍率 $M = \frac{\theta''}{\theta} = \frac{y'/f_e}{y''/f_o} = \frac{f_o(\text{物鏡焦距})}{f_e(\text{目鏡焦距})}$ ，因此物鏡的焦距比目鏡的焦距長許多，即可得到放大倍率較大的像。

材料與工具

材料與規格	數量	用途
凸透鏡（焦距 $f=100$ 公分，口徑 40 毫米）	1 枚	物鏡
凸透鏡（焦距 $f=3.85$ 公分，口徑 25 毫米）	1 枚	目鏡
5/4" PVC 水管， 裁切長度 90 ~ 95 公分 （外徑 42 毫米，內徑 35 毫米，長 90 公分）	1 段	物鏡鏡筒
3/4" PVC 水管， 裁切長度 20 ~ 25 公分 （外徑 26 毫米，內徑 22 毫米，長 20 公分）	1 段	目鏡鏡筒
黑色不織布， 15 公分 × 30 公分	1 片	連接物鏡鏡筒與目鏡鏡筒
黑色瓦楞紙， 寬度 0.8 ~ 1 公分一段	1 條	鑲嵌鏡片與鏡筒
黑色瓦楞紙， 寬度 1.5 ~ 2 公分一段	1 條	鑲嵌鏡片與鏡筒
砂紙	1 張	磨平水管切割處
泡棉膠	些許	黏貼不織布與水管
白膠	些許	黏貼瓦楞紙與水管
鋸子	1 支	切割
長尺或捲尺	1 支	測量長度



圖 5 自製伽利略天文望遠鏡材料與工具



實驗步驟

1. 裁切水管

購買 4 公尺 PVC 水管，並切割所需的部分，或是請五金行店員協助裁切（圖 6）。



圖 6-1 裁切 PVC 水管時，要非常注意學生安全



圖 6-2 3/4" PVC 水管，可用剪水管專用剪刀直接裁切

2. 砂紙磨平

用砂紙磨平水管切割處，以不刮傷手為原則，可先用粗砂紙磨平整，再用細砂紙磨光滑（圖 7）。



圖 7 利用砂紙可將水管磨平整又光滑

3. 纏繞不織布

在目鏡的管筒上纏繞不織布，且放入物鏡筒內不會滑落，以可自由移動為原則（圖 8、圖 9）。



圖 8 可黏 2~3 條泡棉膠，讓不織布的厚度較均勻



圖 9 不需纏繞太緊，以不織布能夠壓縮有彈性為原則

4. 環繞瓦楞紙

將粗的瓦楞紙條環繞鏡筒，並用雙面膠固定（平面朝內，並留 1 ~ 1.5 公分在管口外）（圖 10）。



圖 10 將粗的瓦楞紙環繞於水管，並留 1~1.5 公分在管口外

5. 放入鏡片

將細的瓦楞紙條黏著於粗瓦楞紙條內部（平面朝外）（圖 11）。



圖 11 放入鏡片後，內部再纏繞一圈細的瓦楞紙

6. 組裝望遠鏡

讓物鏡與目鏡的距離約等於兩焦距之和就大功告成。

實驗結果與心得

操作的方法很簡單，首先瞄準想觀察的目標，用肉眼直接對準遠方觀察物，讓物體與望遠鏡筒在同一直線上，調整好望遠鏡的仰角與位置後，接著移動目鏡與物鏡鏡筒的間距，大約為兩透鏡的焦距之和。另外，還可以改變眼睛到目鏡的距離，畢竟用肉眼、戴眼鏡觀察或是使用相機、手機拍攝（圖 12 ~ 圖 15），最後的成像位置會有些差異，當看見清晰的像時，物體的視角約被放大 25 倍！



圖 12 直接用肉眼觀察



圖 13 戴眼鏡觀察時，眼鏡與物鏡相距 2 ~ 3 公分



同學在操作過程，要注意光軸是否在同一直線上，否則觀察到的景物可能會減少範圍，甚至看到一片漆黑的景象，例如：圖 13 中，同學觀察時，物鏡的鏡筒有些往下垂，因此上半部的景象可能會被遮掉些許。另外，當觀察遠方物體時，雖然成像能夠被放大許多，但手搖晃程度也會更加明顯，因此可以利用平臺減少晃動（圖 14），或是將望遠鏡架在實驗室的支架上（圖 15），不僅能固定望遠鏡，還能夠精準地調整角度，再使用相機、手機拍攝影像。



圖 14 靠在平臺上觀察減少晃動

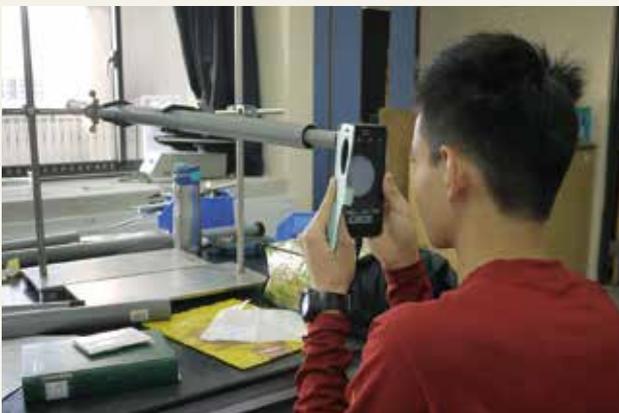


圖 15 架在實驗室的支架上，使用手機拍攝

學生學習成果

本次的課程規劃，包含介紹望遠鏡的歷史演進、原理、實作與觀察，大約 3～4 節課，大部分的同學都有收穫，並覺得很有成就，利用簡單的材料，就能夠做出效果很棒的望遠鏡。另外，水管望遠鏡的設計也有同學提出建議：例如，在物鏡筒內部黏幾顆小螺帽，避免放置望遠鏡時，目鏡筒可能會因重力滑落，掉入物鏡的鏡筒內（圖 16）；也可以在物鏡筒上加一根粗吸管，用來瞄準目標（圖 17），有點類似尋星鏡的概念。



圖 16 在水管內黏上小螺帽，可以避免目鏡鏡筒放置時滑入



圖 17 在物鏡筒上加一根粗吸管，用來瞄準目標

製作完望遠鏡當然要來看看，揣摩當初伽利略所觀察到的天文景象。天啊！月球表面真的是凹凸不平，雖然在課本上也常看到月球表面的圖案，但使用自己親手做的望遠鏡所看到的月球表面，感覺就是不一樣！若要將這感動的畫面記錄下來，就需要腳架，拍攝時除了要注意對焦的位置，曝光的時間也蠻重要，由於整個畫面都是黑色，相機若自動偵測可能會造成月亮曝光太過明亮，可以稍微減少曝光時間，或直接用月亮的光度做為感光標準，就能拍攝清晰的月球表面（圖18）。動手製作一個專屬的望遠鏡！一定是比照片來得清楚，更印象深刻喔！



圖 18 2018.7.20（農曆6月8日）所拍攝的上弦月，上圖為單眼相機搭配長鏡頭所拍攝的月亮，下圖則是用自製伽利略望遠鏡所拍攝上下顛倒左右相反的月亮。



圖 19 用自製伽利略望遠鏡觀察建築物的招牌，可拍攝到上下顛倒左右相反的字樣

延伸閱讀

1. 伽利略發明望遠鏡 400 年，「科學人」2008 年第 81 期 11 月號
2. 就在今夜，伽利略改變世界，
“https://physicsforpresident.blogspot.tw/2017/09/blog-post_29.html”
3. Telescope1609TM.
“<http://www.telescope1609.com/galileo.htm>”
4. Galileo's Original Telescopes: New measurements of their dimensions with special optical rulers.
“<http://www.scitechantiques.com/galileo-telescope-lenght-measurement/>”
5. 百元望遠鏡的設計製作與應用，「科學研習」JUN 2017 No.56-06

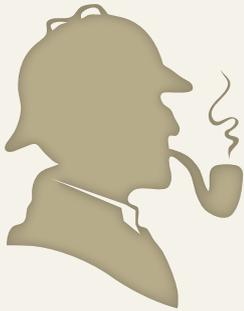
圖片來源

圖 1：Shutterstock

圖 2、圖 5～19：陳其威老師



專案特搜 ②



臺南市物理科 跨校社群運作歷程

土城高中 / 教師兼圖書館主任 陳嬾竹

成立緣起

以土城高中為例，一校一位物理老師需肩負高一～高三、自然組、社會組、體育班，約共 8 套課程，除了段考與補考教材準備，實驗室也需自己盤點維修與採購核銷器材，而且身兼行政工作、專案計畫執行、籌辦營隊等，已經分身乏術沒時間備課，又擔憂外界改革步調快，自己跟不上而影響學生權益，幾位完全中學的物理教師便思索，如何能不單打獨鬥而被邊緣化？或許聯合其他小規模社區高中老師，彼此腦力激盪下會發展出另一條道路。

從 2014 年開始，感謝臺南大學附屬高級中學張銘傑老師鼎力相助，組成一個由 5 位物理老師、2 所學校的跨校教師聯盟，因為張老師的一路力挺，物理社群得以經營至今。當時翻轉教育正流行，我們苦惱物理課要如何讓學生自行討論、發表，而老師只需引導。嘗試幾次後失敗，一怒之下將社群命名為翻桌（臺語音似「冰的」）物理，於是「冰的物理」教師跨校社群正式成立。（圖 1~3）



圖 1 104 年度社群成員



圖 2 105 年度社群合照



圖 3 106 年度社群合照

社群會議做什麼

社群成立後，因有高優計畫經費補助，我們開始思考老師們極需補足的知能，以及需要解決的問題，社群會議內容大致分為幾類：

1. 了解教改政策花招

聯繫相關領域先進開辦研習或工作坊，對於流行的「翻轉」、「探究實作」、「素養導向評量」等，這些流行用語我們一知半解，到底如何執行？對社區學校體制及學生承受度是否適用？於是邀請到教育部協作中心朱元隆主任，前鎮高中林百鴻主任等一時之選，提供最正確、最核心的資訊，為老師們解惑，而更有信心持續做下去。

2. 成員間分享教案與執行心得

由社群內老師輪流分享上課或執行科學營隊之疑難，其他老師協助提出解決方案，老師們個個身懷絕技，在社群中無私分享數年來的武功密技。遇到校內核銷困難或是制度面的不合理，大家竭盡所能批評咒罵、互吐苦水，充分達成團體心理治療的效果，再加上其他成員回饋，好建議採納、不好的建議當笑話聽聽，得到繼續前行的正能量，有句話說：「一個人走比較快，但一群人可以走的比較久」，我們互相攙扶苦笑著，也緩緩走了三年半，是當初始料未及的！（圖4、圖5）

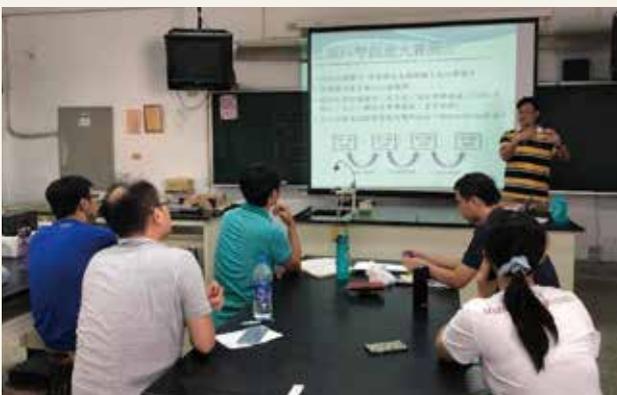


圖4 土城林柏宏老師分享創意科學競賽指導經驗



圖5 南大附中戴振堯老師分享實作教案

3. 校際資源共享

合力申辦計畫，有申請計畫成功的學校出錢辦一場活動，使他校師生受益，資源可以共享，將效益擴大。印象最深就是2015年遠哲科學競賽，土城高中與南大附中皆進軍全國賽，兩校的老師共同指導參賽學生，比賽當天，參賽學生與指導老師北上，其他學生由我帶隊南下參與高溫超導課程（圖6），透過視訊互相加油，比賽隊伍的材料與經驗都毫不保留分享，最後兩隊都得到好成績，過程中不只得到榮耀，更獲得無價友情。我們也常向黎明中學借實驗器材，土城高中的林柏宏老師去指導黎明中學的學生，資源共享下，跨校間的情誼就建立起來了。



圖6 帶南大附中與土城高中學生參加高溫超導課程



4. 校際參訪交流

關在自己學校的小井裡，常常一忙就忘記外面的變化，打著社群交流的名義出來外校參觀，看看別人想想自己！去高雄中學看自然科跨科課程，南科國際實驗高級中學看高瞻計畫，去成功大學科學演示教室觀課，並討論如何落實執行「廟口學科學」、「全民科學週」等活動，將來新課綱實施，是否能將科學週活動排入彈性學習時數裡。每一場交流，大家樂此不疲的想將學生帶出教室，將資源引入學校，每一次的研習看到老師們泉湧不絕的熱情，都令人相當感動。

5. 參觀實驗器材

除了學校資源以外，我們也邀請實驗器材廠商展示實驗儀器及數位量測模組，提供現成的實驗教具教材資源，降低老師研發課程之負擔。(圖7)



圖 7 參觀科學儀器工廠

冰 的 物 理



理

2015年3月19日，台南物理共備社群在熾竹老師的邀約下正式成立。時值新課綱推動以及翻轉教育方興未艾之際，社群以「冰的物理」取其音意，希望伙伴們在科學教學上能翻轉角色、顛覆傳統。

跨 校 社 群



社



校



群

三年來我們風雨無阻，共備社群一起聚會了27次，且未完待續中。108新課綱由下而上，我們既是先行者，也是堅持者，只因大家對物理教學的熱



社群夥伴會議



上振下亮之搖搖車



社群下個學習目標



新課綱之學習歷程檔案P



朱元隆主任設置素命題



駐波實驗—近代物理這樣教



南一中物理實驗室空



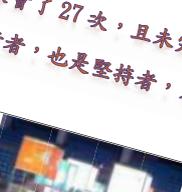
南科實中高瞻計畫精彩成果



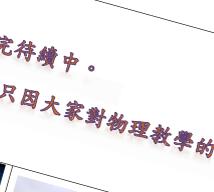
謝迺岳老師講座



學生動手做科學



高雄教育電台訪問學生



南大-土城之高維科工行



南科實中參訪



學生作品-雙層臺羅漢



探索教育與物理的激盪



高雄新莊高中交流



光譜波長分析課



水晶寶寶—折射率



回到初衷，對科學好奇



八大行星模擬教具



永源儀器公司參訪



給我哪些幫助

1. 教學心得分享

社區學校的學生程度差異大，單科僅一位老師，教學上若有問題較難有教師能討論，在社群會議時段，討論講解教學不順暢的單元，或將課程內容重新安排增刪，希望能顧及到中等程度學生的需求，腦力激盪各自提供教學現場經驗談。

2. 教學資源共享

每間學校經費及人員有限，社區學校的學生人數少，每套實驗器材一年只用一次，因此花大筆經費採購效益有限，為避免資源浪費，我們努力讓跨校之間器材設備可以共享。

3. 腦力激盪開發課程

這三年的社群運作，每位老師開發實作課程並嘗試修正，可貴的是願意分享教材，南大附中教師團隊更是優秀，想出許多趣味實作課程，即便實驗室設備老舊也能自行維修，如同馬蓋先一樣厲害；南寧高中陳建良老師一人身兼數職，無論是補救或拔尖的課程，各種教材都準備齊全，而我們則先求有再求精緻，進行滾動式修正，而我負責收集這幾年試行的實作課程教材，彙編成冊，為社群運作留下紀錄。

表1 歷年的會議次數與主題

會議主題	103(下)年度	104 年度	105 年度	106 年度
共備省思	4	3	3	0
政策宣導	1 翻轉教室觀課議課	0	0	1 領綱與素養導向教學
校際交流	1 高雄新莊高中~翻轉教學	1 南科實中—高瞻計畫	1 高雄中學—跨領域課程	1 科博館參訪
實作分享	0	3 教學演示 實驗器材 課程執行疑難	3 遠哲培訓 物辯競賽 專題研究	4 特色選修 生活實例教材 思源競賽 廟口科學闖關
場次	5	7	7	6
社群人數(校數)	5(3) 土城 南大 新化	12(6) 土城 南大 光華 德光 南寧 北門	15(9) 土城 南大 光華 德光 南寧 北門 一中 黎明 南科	31(10) 土城 南大 光華 德光 南寧 北門 一中 黎明 南科 聖功



🔍目前的困境

學生程度差異大、資源經費愈來愈少、有些老師置身事外無法合作，加上完全中學內部的國高中兩套體制更是雪上加霜。經費部分來說，辛苦爭取教育部高優計畫後，連地方政府配合款都要學校自籌，結果辛苦爭取到後，卻壓縮到學校原有預算，有種被懲罰的感覺。而且市政府要求學校需將所有計畫執行完畢才撥款，老師出力還要墊錢，賺到功德也賺飽一肚子氣呢！如果沒有社群平臺，讓各校間資訊交流，根本被教育局的核銷規定綁死。高中老師要公出參加社群會議也是困難，某些老師要協助國中部的教課或行政，難以找到共同時間，而且學校間距離遙遠，後來承蒙臺南一中王俊乃老師協助提供學校的實驗室，讓大家每個月一次在臺南一中跨校聚會，節省路程時間。雖然利用網路平台訊息交流也是方法之一，但效果沒有當面討論來得激烈深刻。

🔍未來續航力

1. 持續產出探究實作課程

108 課綱實施在即，經過這三年社群運作，教材與教法部分已準備妥當，執行上沒有問題，但擔憂的是行政端的相關辦法實施後，可能會面臨許多狀況，但也只能盡己所能，這也是教師本分。

2. 不只課程分享，更要行政傳承

本社群內臥虎藏龍，有頭腦超靈光鬼才型老師，帶學生參加比賽無往不利，也有行政資歷深厚，調度經費與人事相當在行的老手，有對產業界發展趨勢高度關注的老師，也有對管教學生有一套的班級經營高手，除了課程開發分享，前輩經驗談若能傳承，將能帶領新手教師更快速對課程教學上手。

3. 重質不重量，小巧卻有力

本社群成員雖少，但個個熱情四溢，戰鬥力無限。這三年很感謝大家相挺，有這群神隊友相助，三年來成長許多也更有信心面對變動不明的體制。

雖然 107 學年度將暫停社群運作一年，但教師之間的革命情誼，不因計畫是否通過、經費有無補助而影響，面對未來不明確的教改與少子化衝擊，物理教師們依然會攜手並進，堅持原則捍衛科學教育。

🔍圖片來源

專案特搜②：陳嬾竹老師



Plickers 在教學上的應用分享

埔里高工物理科教師 謝孟揚

前言

在教學的過程中，老師扮演著引導學生思考的角色，希望學生能夠跟著老師的思考脈絡，完整的學習學科知識與技能，並能將其應用於生活中。但學生能夠學習多少，最重要的因素還是在於學生本身：學生是否能夠主動學習、願意跟著老師思考問題，或是喜歡這門學科…等等。如何讓學生喜歡學習，並願意跟著老師的問題引導思考，一直都是教學者所注重的要點。

即時反饋系統（IRS）

坊間已經開發出許多課堂使用的即時反饋系統，像是「Kahoot」、「Zuvio」…等軟體，但對筆者而言，所需建構的成本還是太高，若學校裡沒有經費建構相關硬體設備，或是學生沒有手機及無線網路，則無法執行該系統。因此，看到Plickers這套系統，立刻讓我眼睛為之一亮，因為學生只需要一張紙卡作答，老師只需一支有網路的手機，教室裡有連接網路的電腦及投影機，即可建構一套完整的IRS系統。





對於筆者來說，一看到這套軟體的出現，腦中便開始運轉起來，因為可以讓自己的教學更加靈活，教學內容也得到更豐富的呈現。因此開始思考物理課與Plickers的結合，該如何設計題目及課程？題目設計的目的性為何？Plickers系統操作過程中，可能會遇到哪些情況？更進一步的想到，Plickers是否有更多可能與創造性，例如讓學生分組討論，以團體競賽方式進行課程；或是在評分機制上加入一些遊戲方式，讓學生能夠更融入課程之中，願意主動學習。到此，腦中已經想像學生回答過程中所得到的學習樂趣，便熱血起來了呢。

Plickers系統操作流程

1.教學前準備：

(1)硬體設備：

- 教室內需有連接網路的電腦，並可將畫面呈现在投影幕上。
- 老師手中有一連接網路的智慧型手機。
- 準備適量的Plickers作答圖卡，每張圖卡的圖案不同，圖卡上有編號，可直接當作學生座號發放。（可在Plickers網站上直接下載圖案，並自行列印；圖卡作答人數上限為63人）

(2)編輯測驗內容：

- 在Plickers網站上，建立題庫並加入試題題目。（Plickers主要是透過文字及圖片來呈現題目，並使用選擇題的方式呈現選項，正確答案可為單選或多選一（正確答案可以有2個以上，學生選擇其中一個即為答對）。）
- 建立施測班級，並加入施測學生名單。
- 從題庫挑選題目，加入要施測班級的測驗目錄中。（Plickers的其中一個優點，就是老師可在課堂施測時，點選要施測的題目，並非是不可變更順序的連續出題，相當有彈性，讓老師容易控制時間）。

【註：Plickers有一個很棒的優點，施測者可以從手機上看到測驗目錄中分為兩欄，一欄是未作答題目、一欄是已作答題目，這樣的設計十分方便，假若施測者來不及在課堂上施測完所有題目，想留待下次課堂繼續施測，便可一目瞭然的知道哪些題目尚未施測，給予施測時間很大的彈性。

推薦度：★★★★☆

2.課堂上施測：

- (1)依照座號發放Plickers作答圖卡給學生。
- (2)打開教室電腦與投影機，使用施測者帳號登入Plickers網站，並點選「Live View」進行連線。
- (3)打開施測者手機上的app - 「Plickers」，點選施測班級後，進入試題目錄（Queue）。
- (4)從試題目錄中挑選施測試題，點選後便會投影在電腦網頁上，學生便可以進行解題活動。
- (5)受試者拿出手機按下掃描鍵，掃描學生的圖卡蒐集答案。
- (6)若掃描成功，學生可看到網頁上的名字前方會打勾。

【註：Plickers系統較特別的地方在於，若學生中途想更正答案，只要將圖卡轉至修改的答案後，讓施測者重新掃描，即可更正答案。

推薦度：★★★★★

3.課後施測結果：

- (1)在Plickers網頁上可直接看到學生逐題答案及整題答對率；也可看到各題目的答對率。
- (2)施測者也可以直接將學生的答題結果從網路上下載下來，並可直接以excel打開檔案，進行課後計分或是其他教學用途。

▼ 圖 2 Plickers 操作流程步驟

建立題庫

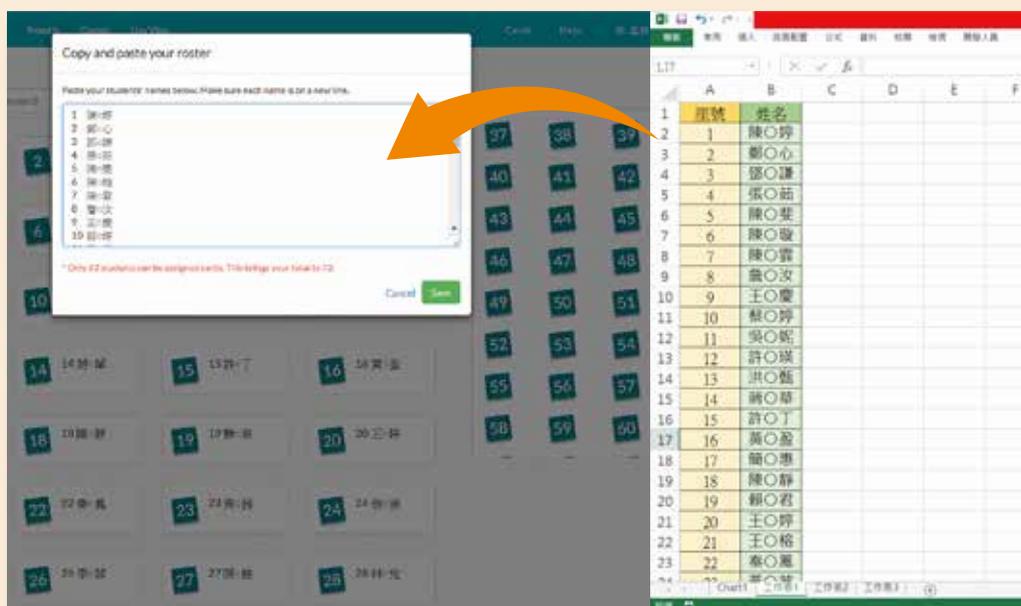
- Step1. 建立單元目錄
- Step2. 建立試題
 - (1) 自行建立題目
 - (2) 龍騰出版社一鍵匯入試題



【龍騰出版社-Plickers一鍵匯入題庫】

施測對象

- Step3. 建立班級名稱
- Step4. 批次匯入學生名單



【在excel上編輯學生名單，直接批次匯入Plickers】



挑選 試題

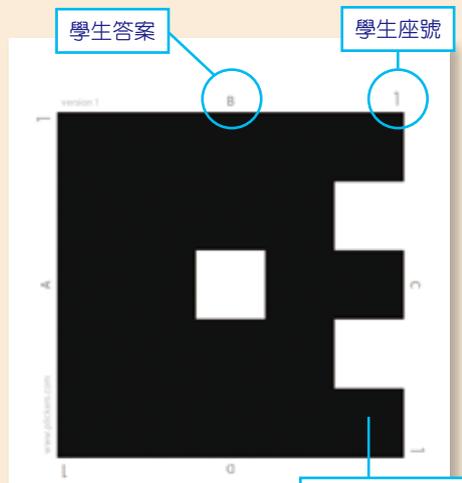
【可使用手機或是Plickers網頁操作】

手機操作：

- Step5.點選施測班級
- Step6.題庫中挑選試題
- Step7.加入施測試題佇列 [+Add to Queue...]

網頁操作：

- Step5.從題庫 (Library) 中挑選試題
- Step6.在試題右下角中點選 [+Expand]
- Step7.點選 [+Add to Queue...] 加入試題至施測班級中



【作答圖卡】

作答時，手不可遮到圖案

即時 互動

- 受試者端
 - 電腦網頁登入Plickers網站
 - 點選即時互動畫面【Live View】
- 施測者端
 - 開啓手機app - 「Plickers」
 - 點選施測班級
 - 選擇要顯現的試題
 - 點選『📷』按鈕掃描受試者圖卡

可變更顯示方式，改成以各選項選答人數呈現

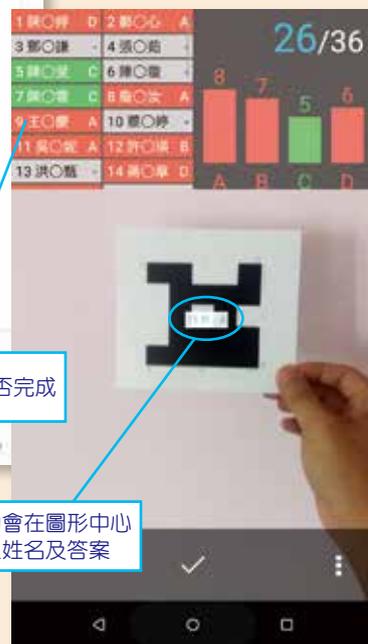
若題目顯示不清楚，可調整字型大小(左) 隱藏學生作答欄或全螢幕顯示(右)



作答完成後，顯示各學生作答是否正確

分辨學生作答是否完成

【手機即時掃描與網頁即時連線】



掃描成功會在圖形中心顯示學生姓名及答案

Plickers使用小撇步：

筆者在使用之後，有許多心得跟大家分享：

- 1.在設計試題時，若題目敘述或選項文字太多，若直接呈現在網頁上，可能會造成文字太小無法清楚呈現題目。這時可將此題分成兩個題目來呈現，第一題是只有題幹，沒有選項的頁面；第二題才是讓學生選擇答案的畫面。

推薦度：★★★★☆

- 2.在呈現題目的方式上，可以不需要限制在一個系統上操作，或是單純只使用文字表示題目，我們有更多的選擇。老師可以使用PPT或Word呈現題目的文字、圖片，或是讓學生觀看影片、操作教具…等多元方式呈現題目，然後在Plickers上設計選項，讓學生使用Plickers圖卡選擇答案。

推薦度：★★★★☆

- 3.本系統最方便的功能就是蒐集學生答案，在以往的教學現場裡，老師總會在上課隨時提出問題，然後請學生舉手作答，舉例來說：

師：「請轉頭看看你隔壁的同學，為何你可以看到你同學那副可愛的模樣？」

師：「選項A，因為他臉上發出一道光，進入你的眼睛」；「選項B，因為你眼睛發出一道光，打到他臉上」；「選項C，因為光打到他臉上，反射進入你眼睛」；「選項D，因為光打到你眼睛，反射到他臉上」。

師：「選擇A的同學請舉手；選擇B的…」

一般學生對老師捧場就會舉手一下，若是害羞的學生，則以沉默表示答案，或是強烈喜歡舉手的學生，每個選項都舉手。老師希望教學上與學生有所互動，但學生沒有作答的誘因及動機時，老師就只是在講台上唱獨角戲而已，教學成效大打折扣。但Plickers可以解決這樣的困境，使用Plickers系統，手機app掃描學生答案時，並不一定需要打開電腦，將題目投影在網頁上才可作答，老師可直接口述題目或是將題目印在講義上，學生一樣可以直接用圖卡給老師掃描答案，透過這樣的方式，老師可以即時蒐集學生的學習情形，也可以在課後給予加分的獎勵，十分方便。

推薦度：★★★★★

- 4.若是老師覺得每堂課都要發放圖卡，或是學生作答後，圖卡可能會有所毀損，建議可以直接將圖卡印製在A4紙上，請學生直接貼在課本封面內頁裡，若需作答時，請學生打開課本即可作答。

推薦度：★★★★★





Plickers課堂操作實例

1. 總結性評量：

- ★測驗對象：高一學生
- ★測驗內容：運動學基本概念
- ★測驗時間：40分鐘
- ★測驗題數：18題
- ★測驗方式：按照學生號碼發放作答圖卡（一人一卡）
- ★測驗過程：
 - (1) 學生第一次使用此方式作答，先設置一題前導試題，讓學生熟悉操作模式後，再進行後續測驗。
 - (2) 引導式問題設計，以「加速度」概念為例
 - 第1題請學生選擇正確的「加速度」定義
 - 第2題請學生找出「加速度公式」的呈現
 - 第3~5題設計簡單例題，讓學生運用公式計算
 - 第6題讓學生進行應用問題的解題
 透過一系列的試題，除了測驗學生是否學習到正確的學科知識外，也讓學生可以透過前一題的解題，在後續題目中，能夠運用前述經驗進行學習。而老師在施測當下，可以看到每個選項作答人數，若發現某個選項錯誤人數偏多，可以即時進行講解，讓學生釐清觀念，以便進行後續題目。
 - (3) 運動學內容中，圖表判斷是一個相當重要的能力，因此放置了許多x-t圖、v-t圖及a-t圖的圖形，讓學生能夠利用圖表來回答相關問題。
 - (4) 測驗完畢後，透過網頁呈現學生作答情形及答案正確率，學生即時觀看自己及他人成果，老師也可做為評分依據。

學生心得：

- 「覺得這樣的測驗方式很特別，相當好玩。」
- 「特別期待老師掃描自己的答案。」
- 「雖然自己錯誤蠻多，但經過一系列題目，找出自己錯誤的概念了，下次會答對的。」

- ★測驗對象：國文科老師
- ★測驗內容：素養導向課程設計：科學古文—光學單元
- ★測驗時間：總共約10分鐘（非連續測驗）
- ★測驗題數：10題
- ★測驗方式：研習前建立老師名單與編號，再發放作答圖卡（一人一卡）
- ★測驗過程：
 - (1) 因應未來新課綱中的素養導向課程，老師的教學設計也必須開始改變，跨領域的交流在所難免，剛好有機會可以在舉辦校內研習的機會，向其他老師推薦使用。
 - (2) 在講解科學古文中的物理觀念前，為了提高與聽眾的互動性，設計一些生活情境試題，讓與會老師使用Plickers圖卡作答。透過問題的呈現，在後續PPT講解時，老師可更清楚知道物理原理的內容，並應用在生活情境當中。
 - (3) 演講時主要使用PPT呈現演講內容，遇到重要單元主題前，搭配使用Plickers測驗，切換網頁畫面到Live View呈現試題，讓聽眾作答。

2. 研習互動測驗：

老師心得：

- 「很適合用來作為國語文測驗。」
- 「喜歡作答方式，會想要多一點題目作答。」
- 「回去要來設計國文題目讓學生玩玩看。」
- 「學生應該會很愛。」

Plickers 的Q & A：

【操作過程中可能遭遇的困難】

Q1 學生太多了，需要一個一個慢慢掃描嗎？

A 使用手機掃描時，可以一次掃描出在畫面內的卡片，也就是同時讀取多人答案。

Q2 可以掃描圖卡的距離有多遠？

A 一般的班級教室，老師站在講台上，可以直接掃描至教室後方，但手機掃描畫面有限，建議將教室分成3至4個區塊掃描。若無法掃描出答案，有幾種方式可以排除：1.移動掃描位置、2.列印學生卡片時，將卡片等比例放大（原本設定為A4紙列印）。

Q3 學生如何知道已經作答完成？

A 在Live View 裡，除了螢幕顯示題目及選項，旁邊還有一欄為學生作答情形，可看到自己是否已經作答。在學生全部作答完畢後，老師可點選顯示答案，讓學生看到自己的作答情形，也可切換顯示模式，看到各選項的選擇人數。

Q4 怎麼一直掃描不到學生答案？該如何及時排除問題？

A

- 1.可能因為紙張彎曲 → 請學生保持紙面正向對準老師，或是使用較厚紙板製作卡片。
- 2.學生手指擋到中央的圖案 → 移動一下手指位置，讓圖案完整呈現。
- 3.被同學或障礙物擋到 → 老師指揮學生移動至清楚掃描的位置。
- 4.離老師太遠 → 老師向前移動掃描。

5.手機照相的焦距未調好 → 此時稍微移動一下螢幕，等待手機自動校正焦距。

Q5 題目製作的方式會不會很複雜？

A Plickers的出題方式十分接近老師一般出題方式，只需在電腦上輸入題目敘述，也可以插入圖片，再搭配答案選項（1~4個），即出題完成。除了教師自行建構題目外，也可使用龍騰出版社的一鍵匯入題庫功能，然後再進行編輯或直接使用，大幅減少老師建立試題的時間，相當方便。

結語

這套系統的隱藏優點，在於讓學生勇於舉手（舉牌），或許不是口頭回答問題，但學生願意跟老師互動，對於師生關係及學習成效是一大優點，並且學生也會開始認真思考老師所給的題目，進行自我學習探究的過程。或許，這套系統還有許多的缺點，並非完全滿足老師的需求，但改變教學現場中的師生互動關係，是絕對有幫助的。未來，老師也可以運用此套系統，搭配在不同的教學活動，不要限制這套系統的用途性，只當作另一種測驗方式而已，靈活運用科技在教學上，相信未來會產生更多元的創造性。

圖片來源

◎圖1 <https://www.plickers.com/>。

◎圖2 操作畫面：謝孟揚提供。