



從現行課程培養素養— 水透鏡與望遠鏡

教師 邱惠玲
國立鳳新高中



掃描QR code
下載教材電子檔

前言

課程不斷變革，每隔十年就有一次大規模調整。有時候調整的是授課內容，有時候則是希望調整老師的授課方式，更多的時候是兩者都有。比方說，探究與實作不再獨立成科目，卻必須有一定比例融入在課綱訂定的自然科學課程中，而且希望老師們跨科進行。所有的改變都需要循序漸進，因為教學的躁進，影響的是學生一輩子的學習。

到底要怎麼漸進調整呢？當然可以開發新課程，每次試一點點，但筆者認為從既有的課程中，加入探究的概念，一步一步慢慢調整課程，會比較好上手。待老師操作到熟稔後，可以把基本架構延伸，再放到更大型的課程裡。這篇文章的經驗分享，是將原本2週的水透鏡課程^(註1)拆出來，與現行的望遠鏡課程組合為探究課程。因為時間及進度的關係，課程組合後，水透鏡著重於探究，操作儀器的時間則留給望遠鏡。

Q&A活動

概念釐清

望遠鏡課程

圖一：活動流程

先備知識Q&A

每個人的基礎不同，即使在上高中之前，學生已經有很基本的透鏡概念。然而光學的部分，按照以往上課的經驗來看，有很高比例的學生已經完全沒印象了。老師們遇到的第一個問題就是：要不要前情提要？要幫他們回憶多少？

過去我都是直接把這些內容上一次，可是講完光學和望遠鏡以後，學生幾乎沒有什麼時間操作了。後來，嘗試進行一個小活動，可以引起動機，也可以是學生背景知識的測驗。方法很簡單，就是想一些跟這堂課有關的事情，讓學生回答對或錯而已。許多學校有「按按按」的系統，也有一些APP可以用，但我比較喜歡直接一點、氣氛有趣一點的活動，所以是這樣進行的（圖二）：

註1：教案刊載於龍騰出版社《探索實作DIY》主題一「透鏡與望遠鏡」。



1 設定答題方式

- 告訴學生接下來的是非題，答題方式：正確用手比圈、錯誤則比叉。
- 活潑版：正確就擺一個害羞的表情、錯誤就表示不屑。

2 測試題

- 隨便問幾個時事、常識，先讓學生作答，並視狀況調整答題時間、方法等。

3 光與影Q&A

- 光永遠都走直線。
- 光經過不同介質會有折射或反射的現象。
- 使用透鏡可以讓光會聚。
- 凹面鏡也可以讓光會聚。
- 彩虹是因為水扮演透鏡的角色。
- 光從空氣經過水就會會聚。
- 所有物質都可以製作成讓光會聚的透鏡。
- 船長用的小望遠鏡是利用透鏡製作而成。

圖二：建議的活動方式

學生的答案僅能參考，有太多因素會影響他們的作答，比如害怕跟別人不一樣之類。問題念完，我會觀察他們的反應、作答時間和最終答案，藉此蒐集讓學生頭痛的問題。這項活動中，學生普遍感到困擾的問題如下：

1. 使用透鏡可以讓光會聚。
2. 彩虹是因為水扮演透鏡的角色。
3. 光從空氣經過水就會會聚。
4. 所有物質都可以製作成讓光會聚的透鏡。

我認為這是因為學生知道凸透鏡可以讓光會聚，也知道光有折射和反射的現象，卻沒有辦法聯想出光在不同介質間的路徑變化。也就是說，上這堂課的學生缺乏的不是光學背景知識，而是知識之間的連結（當然不同班會有不一樣的狀況）。



透鏡概念回顧與釐清

老師問：「水可以讓影像放大嗎？」

學生答：「不行」。（多數學生皆是如此）

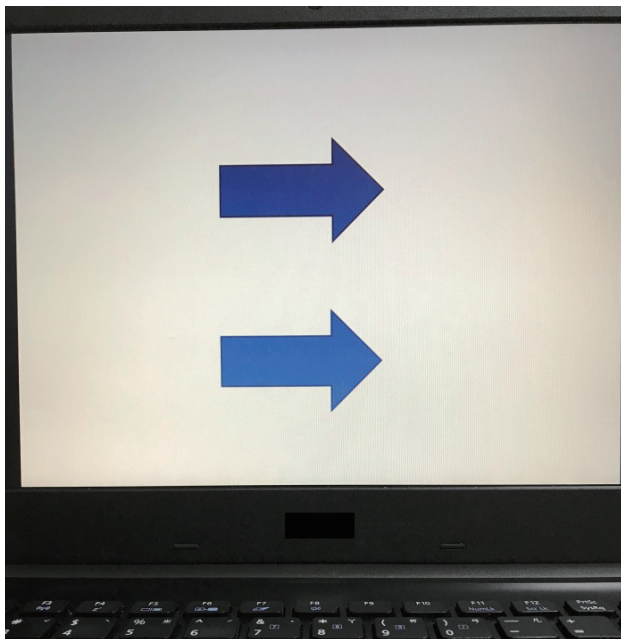
一位學生分享生活經驗：「我打翻水在課本上，課本的字不會變大。」

我們來用一個網路上隨便就能找到的實驗，播放或簡單示範就好^(註2)。步驟是在螢幕上畫上兩個箭頭（圖三），然後用裝滿水的水杯在前面晃（圖四），讓學生感受一下影像的變化。但我電腦的影像是經由單槍而投影出來的，水杯引起的影像變化並不明顯，於是我讓學生拿出自己的水壺和杯子試試看。

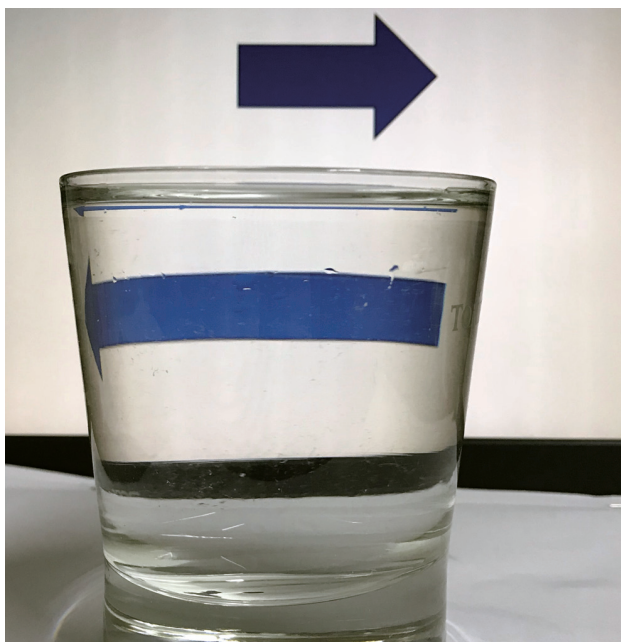
註2：網路素材很多，可以直接播放影片，

如水杯透鏡：<https://www.youtube.com/watch?v=41IXkcTvLhU>





圖三：螢幕上的兩個箭頭（未放水杯）



圖四：螢幕上的兩個箭頭（前方放水杯）

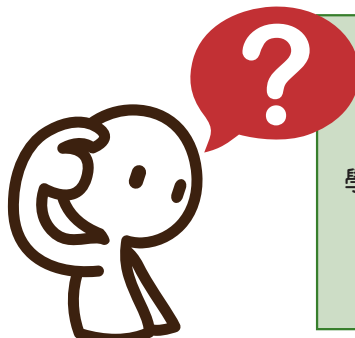
這個示範讓學生喃喃自語：「對喔！放在杯子就好了嘛！」、「老師你很奸詐，又沒說可以用杯子。」學生已經可以發現自己的答案有問題，但是這還不夠，因為只是發現自己錯了，最後還是只記得這個錯誤經驗。我比較希望他們知道錯在哪，甚至還要讓他們知道，什麼情況下自己的答案可以是對的。

針對這堂課同學的發言，提到水潑灑在課本上的生活經驗，因此，我們接下來就拿不要的紙，讓同學將水灑在上面，觀察紙面上各處文字的影像變化。可能是剛看完示範的關係，大家可以明顯地描述出，大面積潑灑的地方影像變形或模糊的影響不明顯，但小水滴好像會放大影像。

到此，學生已經可以發現「形狀」對透鏡的影響，並連結到過去學到的：凸透鏡和凹透鏡的形狀不同，因此，一個放大影像、一個縮小影像。不過，如果趁這個時候問「把水換成冰，或者空氣，結果會一樣嗎？」他們根本想都不想就說一樣。解決方法過於簡單，其實把杯子給他們，叫他們自己處理，馬上會知道空氣直接出局，而冰跟水一樣受形狀影響。

圓形、長方形或冰塊這些規則的形狀，學生很容易觀察，也可以很快得到結論（其實對他們來說已經是驗證想法了）。既然有結論，就可以來個小考試～直接拿出布丁的空杯，請學生想像一下布丁的杯子裝水結凍後的實驗結果（表一）。

表一 學生針對「布丁杯子裝水結凍」實驗的預期現象

 學生預期的現象	直接看影像	拿手機的燈光照射
	- 看不到 - 如果冰很透明就看得到的 - 可以看到影像變形 - 負負得正，凹凹凸凸加起來剛好等於零 - 其他：xx（同學）會變胖	- 看不到 - 直線進行、穿過去 - 會全反射



接下來發給各組一個布丁形狀的冰，讓同學觀察後記錄（圖五）。歸納的結論是：(1)光通過冰一樣受形狀影響。(2)光通過混濁的部位，也會產生會聚、發散，可是不能拿來看影像。



圖五：光通過布丁形冰塊的狀態

水透鏡活動的小技巧

進行冰塊實驗前，必須先將水裝在容器裡面，然後讓它結凍。老師的煩惱是：自己製作冰塊真的很難整塊冰都透明，超商的小冰塊雖然透明，卻不是我們要的形狀。

如果很想讓學生透過冰塊看影像，建議使用純水，比較容易製作出透明冰塊。事實上，除非完全不透明，否則就算冰塊中含有很多氣泡，也同樣能進行活動。如果各組的冰塊透明狀態都不同，也可以針對透明狀態差異，獨立出一個題目喔！

水透鏡銜接望遠鏡課程

藉由前面活絡筋骨的活動，學生遺落的學習內容已經撿回來，也想起除了凸透鏡以外，凹面鏡也可以放大。接下來跟著課本介紹望遠鏡主鏡、其他結構，並且讓學生直接使用望遠鏡看一下街景。老師問：「如果我想利用兩個杯子或兩

塊冰塊製作望遠鏡，你覺得成功率多高？」學生的回答：「我覺得不行（猛搖頭）」。

如果水跟冰都可以變成凸透鏡，那為什麼他們不能變成望遠鏡？因為冰會融化、因為用杯子裝水，好像不夠透明等，這引導了學生製作望遠鏡要考慮的不是只有「放大」，然後可以帶入望遠鏡的三個主要能力。

問題來了，如果望遠鏡只要有主鏡就能放大影像，為什麼當初要設計目鏡？只是因為多一個目鏡，多一次放大嗎？那麼可以不要裝目鏡嗎？解釋這些問題，當然可以直接用望遠鏡結構解釋^(註3)，但學生對這種太複雜的圖表，能有耐性看完的，可能不到一半吧，除非又穿插活動。因此，試作這個課程時，我選擇穿插活動。作法如下：

1. 直接使用望遠鏡主鏡加目鏡觀看遠方與近處風景，並記錄影像是正向或倒立（圖六）。
2. 讓同學使用尋星鏡觀看遠方與近處風景，並記錄影像是正向或倒立、影像大小大概是主鏡的幾倍。



圖六：望遠鏡觀察影像

註3：可參考龍騰出版社《探索實作DIY》，或可搜尋維基百科「光學望遠鏡」。



3. 拆下目鏡，讓同學直接使用主鏡觀看遠近不同的風景，像上面敘述一樣記錄影像。
4. 寫下自己的推測：望遠鏡的主鏡功能是什麼？目鏡功能是什麼？如果缺乏目鏡，對望遠鏡使用有什麼影響？

（注意：所有步驟都要小心，不要對著太陽或太陽附近）

其實在這個時候，同學大概只能搞清楚「尋星鏡是小倍率望遠鏡」，但尋星鏡有兩個鏡片，感覺也是一個主鏡加目鏡的樣子。實驗進行到後面，他們可以藉由觀察和討論知道，目鏡可以影響影像正立或倒立、影響影像大小等，然後我會看課程狀態，時間不趕就讓他們做完一個望遠鏡；時間很趕，就讓他們利用透鏡體驗一下就好（圖七）。



圖七：簡易望遠鏡製作

簡易望遠鏡的製作，目前有很多老師在研發與推廣，本文中就不再敘述。但凸透鏡怎麼搭配，我覺得很有趣。在施行課程時，我讓每個學生都帶一對凸透鏡來，然後通通放在桌上，讓他們像是菜市場挑蔬菜一樣，自行選擇兩片製作望遠鏡。挑選好了以後，要記錄兩個透鏡的焦距，也要計算出透鏡間距離多少的時候，影像最好。有人兩隻手搞定；有人拜託別同學幫她，把其

中一片鏡片拿到教室後面看影像。這個過程真的很花時間，但可以很歡樂的進行活動，又能直接了解透鏡焦距對望遠鏡的影響，我覺得很划算。

水透鏡活動二三事

最早想要設計這個教案，只是覺得夏天在實驗室趁機玩水，應該很好玩，只想弄一個透鏡活動就好。然後想起，很多學校可能只有一架望遠鏡，甚至沒有望遠鏡，或因為太貴被行政單位好好保管。我想，把透鏡延伸到望遠鏡製作，即使不能真的取代望遠鏡，應該也能幫助學生了解望遠鏡這個工具人的內心世界。

以前教望遠鏡的時候，都是組好望遠鏡就開始講解，偶爾會拆幾個零件下來給學生玩玩。可是望遠鏡有限，學生常常排隊也不見得看得到。後來，我帶著他們製作簡單的望遠鏡。當時的心態很老媽子，急著讓他們完成作品以獲得成就感，讓我沒有太多時間讓他們探索，也沒時間跟他們互動。

在這個活動中，水透鏡是望遠鏡的前置課程。問學生比較喜歡哪一個部分，有人說水透鏡不錯，可以做出望遠鏡也不錯，但印象最深刻的是水透鏡，因為做到快崩潰。透鏡的部分，學生是邊抱怨、邊玩、邊做實作。嘴巴碎念沒停過、手也沒停過。拿到什麼材料就做什麼透鏡，覺得水跟冰太普通。最誇張的是有人拿著保麗龍膠倒進杯子，跟同組隊員倒數10秒找焦距，結果通通黏住了。我們當然會擔心他們玩到忘記學東西，但後來隨便問幾個問題，他們倒也都能回答得妥妥的。我想，他們就算不是變成了學霸，好歹也不是虛擲光陰。

最後提醒老師：所有課程都可以探究，但我們不必所有課程都探究，因為探究是需要時間的。這個課程中，我們可以拆出望遠鏡製作當探究，也可以拆出透鏡進行探究。但如果兩個部分都要探究或實作，兩三堂課是絕對不夠的喔！希望這個教案能幫上你的忙，也歡迎與我討論～