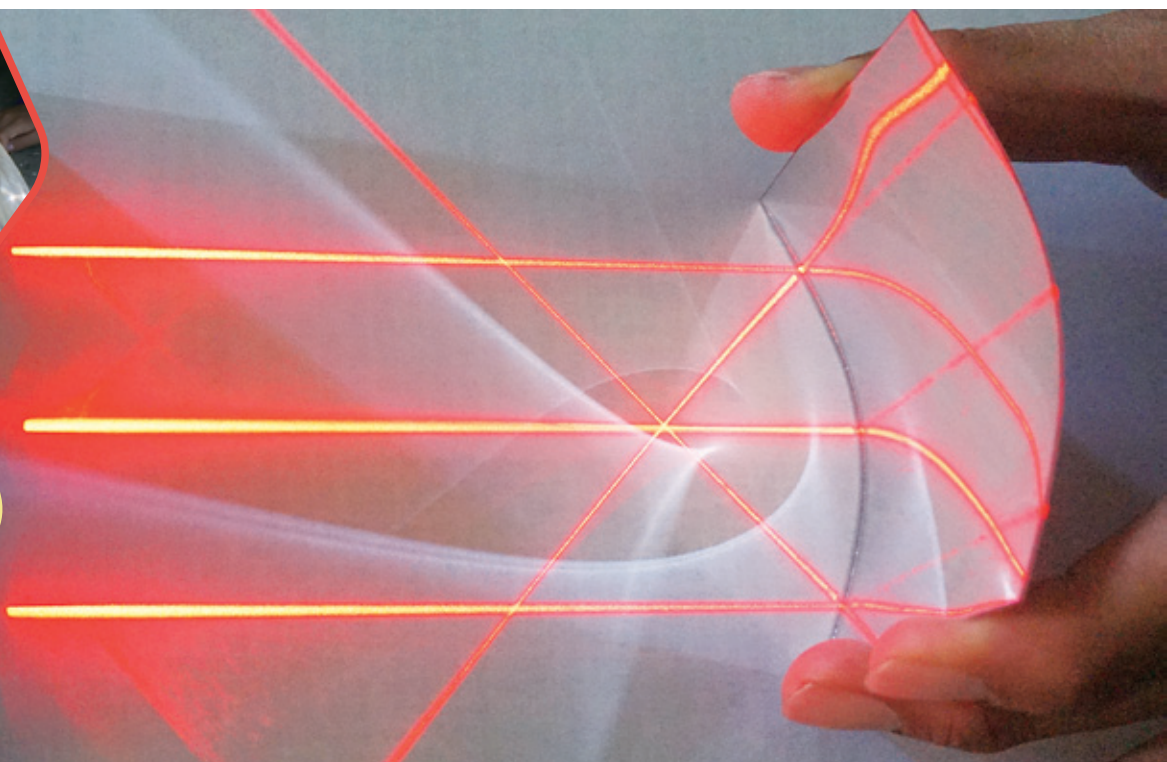




「光」這樣教 就會懂

文／謝彩凡

本文以「光反射」(面鏡成像)及「光折射」(透鏡成像)為主題，設計教學素材；進行實作與探究，澄清學生對「光」學習之迷思。教材之內容，以融入能力指標為原則，設計「教學內容」、「教具」及「以思考引導為導向的問題」。以問答題為設計導向的教材，輔以教學技術(學思達)的引導，學生得以自主學習、解決問題，和同儕互動溝通，歸納整理，並上台發表。

美學大師蔣勳說：「光，是一種分享。」

「光」，造就許多美麗自然現象，例如：雨後彩虹、水面倒影。「光」，亙古至今到處分享，因此人類很早就對光的現象進行觀察和研究；迷人絢爛的視覺饗宴，更讓詩人們書光寫影(註1)。

在國中自然與生活科技的學習中，「光」是很容易引起學生探究興趣的主題；但教學現場卻鮮少進行實作，課本實驗更是生硬刻板，而學生的學習則流於背誦成像原理與性質。

筆者利用簡單教具，讓每個學生都能動手實作並親眼看見，面鏡與透鏡的「立體」成像，自然而然記住不同位置的成像！輔以「學思達教學」技巧(註2)，以問題引導學生思



考討論；抽籤請學生上台發表觀察後探究的結果，真真切切分辨面鏡與透鏡成像，讓「光」的學習變得容易、有趣又有成效。

一、利用「軟鏡」教學—光反射

教學設計理念：

一般在光反射的傳統教學裡，我們使用成型固定的玻璃平面鏡、凹面鏡、凸面鏡來教學，但是這三種面鏡體積大、占空間。而軟鏡鏡面效果與玻璃鏡近似，可用剪刀或美工刀輕易剪裁，曲度更可任意調整，將軟鏡向不同方向折凹便可「一鏡三用」；體積小、不占空間，學生更可人手一片，學習效果佳。



圖 1. 軟鏡教學—平面鏡成像



圖 2. 軟鏡教學—凸面鏡成像

表 1 軟鏡教學探究問題與結果

探究問題一	軟鏡不彎曲（平面鏡），將物體放在鏡前的不同位置，請觀察物體與鏡中的像有何不同？
結果：	學生觀察到鏡中的像與物體比較，是正立、左右相反、大小相等的像（圖 1）。
探究問題二	微微彎曲軟鏡，並盡量固定曲度，凸出面朝向自己，形成凸面鏡。將凸面鏡從眼前，慢慢遠離自己，請觀察物體與鏡中的像有何不同？
結果：	學生觀察到不管物體在任何位置，鏡中的像與物體比較，均是正立縮小的像（圖 2）。
探究問題三	微微彎曲軟鏡，固定曲度，凹面朝向自己，形成凹面鏡。將凹面鏡從眼前，慢慢遠離自己，請觀察物體與鏡中的像有何不同？
結果：	學生觀察到五種狀況，從近到遠分別是：正立放大、看不清楚東西、倒立放大、倒立相等、倒立縮小（圖 3）。



圖 3. 軟鏡教學—凹面鏡成像



二、凹面鏡成像的探究與實作

教學設計理念：

國中自然與生活科技課本中，對凹面鏡成像，僅提到凹面鏡中會有正立放大的像。但是實際上，我們經由軟鏡教學得知，凹面鏡是會聚光的鏡子，物體在凹面鏡前不同位置，就有不同成像，當然也會有倒立實像。



圖 4. 凹面鏡的焦距

探究問題一：

利用燭火，找出凹面鏡的倒立實像，並呈現在紙屏上。

步驟與結果：

1. 先利用光柵，製造三道光線，找到凹面鏡焦距（圖 4）。
2. 將蠟燭放置在凹面鏡前 1~2 倍焦距之間。
3. 移動紙屏，可在紙屏上得到一個清晰的「倒立放大實像」（圖 5）。



圖 5. 凹面鏡形成的倒立放大實像在紙屏上

探究問題二：

只看到平面的實像不過癮。既為實像，必有立體的實像，讓我們尋找立體實像吧！

步驟：

1. 將凹面鏡對準天花板上轉動的吊扇（吊扇在凹面鏡的 2 倍焦距外）。
2. 調整視角，可在凹面鏡上 1~2 倍焦距之間，看到一個「立體」的倒立吊扇在旋轉。
3. 教師提問：觀察天花板上的吊扇與懸浮在凹面鏡上的像有何不同？

結果：

1. 學生看到一個「立體」的吊扇懸浮在凹面鏡上旋轉，其轉動方向與天花板上吊扇的轉動方向相反，可知此像與天花板上的吊扇比較是倒立的（圖 6）。
2. 懸浮在凹面鏡上的立體吊扇，和全像投影(holography，註 3)一樣神奇有趣喔！

討論：

1. 為什麼利用天花板上轉動的吊扇，尋找立體實像呢？一般我們觀察成像都在水平面上進行，水平面的干擾物多，眼睛對焦尋找目標物不易。本探究改為垂直

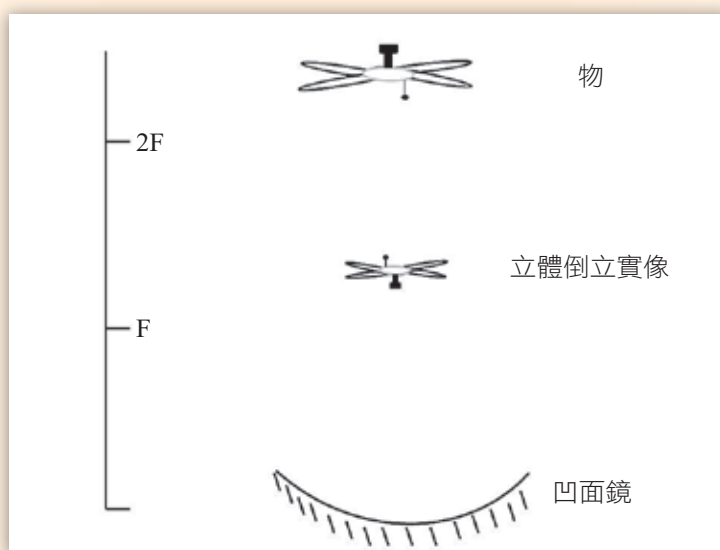


圖 6. 凹面鏡的「立體浮空實像」示意圖（未依比例繪製）（繪圖：黃莫比）

方向觀察，而且眼睛找一個晃動的目標物相較容易得多。因此，利用天花板上轉動的吊扇，可尋找到凹面鏡的「立體浮空實像」。

- 懸浮在凹面鏡上的立體吊扇與天花板上的吊扇均在凹面鏡上方（同一側），符合面鏡反射成像，成實像的原則。

三、利用「菲涅爾透鏡」教學——光折射

教學設計理念：

「光折射」教學總是拿著厚重易碎的放大鏡來做實驗；而菲涅爾透鏡（註 4）輕巧、實驗時容易擺放、附有刻度方便學生觀察和記錄、實驗完收納又不占空間，完全可以改善課本傳統制式實驗的困擾。更棒的是，物美價廉，學生人手一個，教學效果大大提升。

表 2 菲涅爾透鏡教學探究問題與結果

探究問題一	長得平平的菲涅爾透鏡是那一種透鏡？為什麼？
結果：	凸透鏡。因為可以聚光，可形成正立放大的像。
探究問題二	找出「菲涅爾透鏡」的焦距。上課留 10 分鐘，帶著尺到教室外量出「菲涅爾透鏡」焦距。 延伸活動：比賽看看那一組最先把枯樹葉燒起來。（圖 7）
結果：	在陽光下照射，上下移動透鏡，形成一最小光點，最小光點到鏡的距離為焦距。
探究問題三	用凸透鏡可以升火，想一想還有那些方法可以升火（野外求生）？
結果：	水晶寶寶、寶特瓶裝水、夾鏈袋裝水（註 5），都可以聚光升火喔！



圖 7. 利用菲涅爾透鏡找焦距並升火



延伸討論活動：議題融入自然科學領域活動

環境教育融入自然領域—寶特瓶有可能引發森林火災嗎？為什麼？

四、凸透鏡之立體成像

教學設計理念：

國中自然與生活科技課本中，關於凸透鏡的成像實驗，物體在一倍焦距外，我們可以看到倒立的實像在紙屏上，而紙屏上的像是平面的像（圖8）。為什麼只能看平面的像呢？既然為實像，一定有一個立體的像存在！如果可以看見立體倒立實像，必定更有樂趣，把它找出來吧！

材料：凸透鏡、尺、蠟燭、紙屏、燭台（附尖端）

方法：

1. 找出凸透鏡焦距。
2. 將物體放在焦距外。
3. 利用紙屏找到最清楚的倒立實像。
4. 在紙屏的位置放置燭台（附尖端），當位置標示。
5. 移開紙屏，觀看燭台上方位置，尋找燭火立體倒立實像。

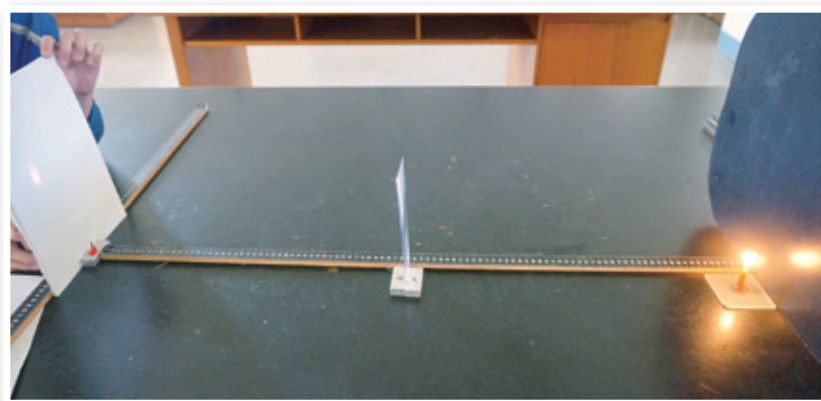


圖 8. 凸透鏡的成像在紙屏上

結果：

看到一個「立體」的倒立燭火漂浮在燭台上（圖9）。

立體倒立實像

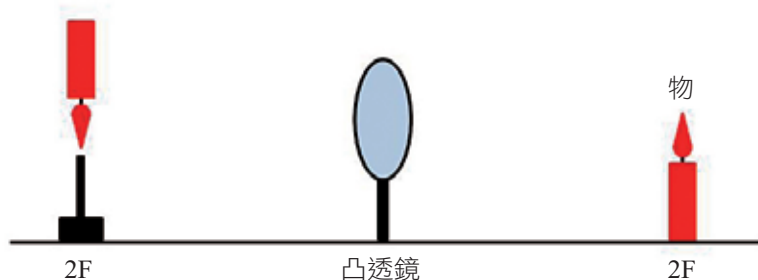


圖 9. 凸透鏡的「立體浮空實像」示意圖（繪圖：黃莫比）

討論：

由於背景干擾多，要眼睛對焦尋找浮空目標物不容易。故本探究先用紙屏找到實像的位置，並用附尖端的燭台或物品，當位置標示；確認實像位置後，將紙屏移開，眼睛對焦在標示的燭台上方，即可尋找到凸透鏡的「立體浮空實像」。

結語

國小光的教學已使用過鏡子和放大鏡，若國中再度使用，少了份新鮮感。本



文使用「軟鏡」和「菲涅爾透鏡」教學，且設計有別於傳統光教學的探究實驗，較能引起學生研究動機。探究主題以問答題呈現，並抽籤請學生回答，學生有上台發表壓力，因此均能認真進行實驗探究。

另外，凹面鏡與凸透鏡的實像，課本實驗看到的都是在紙屏上的平面實像。本文提供方法看見凹面鏡與凸透鏡的立體浮空實像，更添「光教學」的趣味性，引發學生探究實作的動機，因而達到有效教學目的。

科學實驗實作演示名師，東吳大學物理系陳秋民教授曾說：「我不是在培養一個科學家，我希望的是，每個都是科學的家。」吾亦如是！

註釋

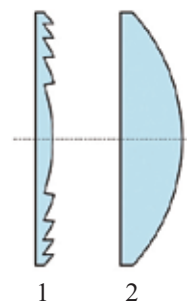
註 1：中國詩人們對「光」之美有許多的描寫，如張九齡《望月懷遠》、屈原《天問》、王維《烏鳴澗》、李白《月下獨酌客行》、杜甫《贈衛八處士》等。有興趣的讀者，可連結「光的文學書寫」網頁 http://www.coretronicart.org.tw/Ch/publication-show.php?mmarks=1&mmark=4&parentid=4&newstype_id=32&news_id=408

註 2：學思達教學法，是一套完全針對學生學習所設計的教學法，真正訓練學生自「學」、「思」考、表「達」等能力。透過製作問題為導向的講義，透過小組之間「既合作又競爭」的新學習模式；將講臺還給學生，讓老師轉換成主持人、引導者，讓學習權完全交還學生。

註 3：全像術 (holography)，又稱全像投影、全像 3D，是一種記錄被攝物體

反射（或透射）光波中全部信息（振幅、相位）的照相技術，而物體反射或者透射的光線可以通過記錄膠片完全重建，仿佛物體就在那裡一樣。通過不同的方位和角度觀察照片，可以看到被拍攝的物體的不同的角度，因此記錄得到的像可以使人產生立體視覺。

註 4：菲涅耳透鏡 (Fresnel lens)，又譯菲涅爾透鏡，別稱螺紋透鏡，是由法國物理學家奧古斯丁·菲涅耳 (Augustin Fresnel, 1788-



1：菲涅耳透鏡的截面圖 2：等效的一般平凸透鏡的截面圖

1827) 所發明的一種透鏡。此設計原來被應用於燈塔，這個設計可以建造更大孔徑的透鏡，其特點是焦距短，且比一般的透鏡的材料用量更少、重量與體積更小。和早期的透鏡相比，菲涅耳透鏡更薄，因此可以傳遞更多的光，使得燈塔即使距離相當遠仍可看見。

註 5：戶外烤肉「忘帶打火機」沒關係，因為只要「用夾鏈袋+水」！想要點多少火都沒問題！可查 <http://www.coco01.net/post/260267?r=ptt01>

致謝

感謝博愛國中黃舜國老師、吳佳蓉老師提供教學建議。

謝彩凡

新竹縣立博愛國民中學理化教師