

教育部 103 年度中小學科學教育計畫專案成果專輯--以圖片切換柱

狀透鏡提升國小光學單元的教學成效

## 【序言】

### 曲曲折折皆學問 發揚「光」大見真章

諾貝爾和平獎得主曼德拉（Nelson Mandela）說「教育是世界上最勇猛的武器」，因為只要把孩子教好了，這個國家就無敵了。教育品質代表著國家未來的競爭力，讓學生快樂學習更是臺灣近年來教育主軸，十二年國民教育自今年開始實施，更是強調就近入學、適性揚才的教育理念。近年國內揚起「佐藤學學習共同體」風潮、美式「翻轉教室」、印度可汗學院，均強調將學習的主權還給學生，揭櫫學習是無所不在、超越時間與空間的，希望藉由教學方式的改變激發學生學習興趣，透過思考表達的過程，讓學習更深化，不只是知識的堆砌而已。

要培養二十一世紀的人才，科學教育扮演領頭羊的角色。科學教育具有讓學生學習回歸教育本質的特色，強調讓學生學會論證、探索與批判反思的能力，希望學生能夠認知科學之奇、欣賞科學之美、實踐科學之用。本校連續多年執行「教育部中小學科學教育計畫專案」成果斐然。97 年度進行「哇！我看見聲音」探究，98 年度以「動手做寶特瓶笛」為研究主題，99 年度進行「以光作畫」之研究，100 年度以「以偏光皮影戲統整教學模組提升國小光學單元的教學成效」及

「以自走車發展科學社團」為主題，101 年度進行「以 3D 紅藍立體影像統整教學模組提升國小光學單元的教學成效」研究，102 年度在光學向度上精益求精「以圖片切換柱狀透鏡提升國小光學單元的教學成效」為主題。立體顯示技術主要採用偏光式（polarized）、交錯式(interlaced)、和分色式（anaglyph）三種。（賴文能、陳韋志，2010），關於第三種交錯式，是以 1908 G. Lippmann 及其後 H. E. Ives 發展出柱狀透鏡立體圖為基礎，（林泰生，2013）發展出不同視角可看見不同圖片切換技術，做為發展裸視 3D 的基礎是本次計畫發展的重點。

本計畫從兩個面向著手，讓學童從操作中逐步發現光學原理。期待學生能從「做中學」，培養出能帶著走的能力。第一面向是用實驗找出柱狀透鏡圖片切換影響因素。第二面向是經由教學，使學生以影響因素，做為製作柱狀透鏡圖片切換的依據，將新興科技與教學結合。

研究團隊為本校教學組長李義評，他擅長物理學、資料分析與自動控制，在科學教育長期投注相當大的心力與時間，多年來的堅持與付出深受教育界人士感佩；資深教師紀慶隆主任專攻植物學、生態學與微生物學與物理學，他學識淵博、創意佳，時常激發研究火花；教

務主任彭界凱是國小課程規劃專家，他專精於教材教法設計；林伯勳主任、吳偉碩老師、賴慶豐老師、吳函穎老師及王琬璇老師亦各有所長，常利用課餘時間，進行本計畫之專業對談，指導學生動手操作，激發學生學習興趣。本研究承蒙彰化師範大學林建隆教授、逢甲大學林泰生教授傾囊相授多次蒞校指導，得以順利進行、圓滿完成，藉此僅代表全體師生致上最深敬意與謝意！

另感謝本校研究團隊在平日行政業務與教學繁忙之餘，犧牲課餘時間指導學生進行研究，讓科學之光持續閃亮在龍海校園，造福學子及教育夥伴，值此研究成果集結成冊，即將付梓之際，誠摯感謝所有參與者的辛勞與對教育的奉獻，因為有您們的付出，為科學教育奠定紮實根基，為下一代的學童厚植了未來決勝負的關鍵能力。

臺中市龍井區龍海國民小學

校 長 林淑娥 謹識

中 華 民 國 一 ○ 三 年 六 月 十 七 日

# 目次

## 【序言】

曲曲折折皆學問 發揚「光」大見真章·····	1
目次·····	4
摘要·····	6
壹、研究動機·····	6
貳、研究目的·····	7
參、名詞解釋·····	7
肆、研究方法·····	8
第一節、研究設計與流程·····	8
第二節、研究對象與情境·····	10
第三節、研究工具·····	11
第四節、資料蒐集與分析·····	12
伍、研究成果·····	12
陸、結論·····	14
柒、參考資料·····	22
捌、活動照片·····	23
玖、附錄	
附錄(一)教案·····	28

附錄(二)前後冊評量卷.....35

附錄(三) 中華民國第五十二屆中小學科學展覽會

圖片切換-柱狀透鏡的應用-國小組 物理類第二名

附錄(四) 科學教育月刊 第369期 圖片切換--柱狀透鏡的應

用

## 摘要

本研究發展出適用於國中小的圖片切換柱狀透鏡探究教材，首先進行圖片切換概念分析，配合五E探究法發展教案、學習單及前、後測試卷。教材經由專業對談反覆討論及修正後，進行教學實驗，在實驗教學中，進行課堂觀察，教學後，進行專業對談，反省、修正教學中的問題。並經由量化的前、後測分析，並進行成對樣本t檢定，發現從前、後測分析發現達顯著水準，表示教學後，對變換圖片的概念有明顯進步。但將概念將以細分，從中發現光的路徑概念測驗無顯著差異，表示光的路徑教學上需加以改善。另外從光的折射及變換圖片概念分析中發現皆達顯著水準，可得知學生有很好的理解。

本研究成果發展出一套適用於提升國小光學單元的圖片切換探究教材、辦理辦理兩場教師研習，其中2月20日邀請彰師大林建隆教授到校針對科教專案小組進行輔導，讓如何執行科教專案藍圖更加完整。4月30日邀請逢甲大學林泰生教授到校進行全校老師實驗教學，因強調動手做，學校老師在課程中皆熱烈參與，並有成品產出。投稿科學教育月刊已確認6月份刊登、建立”圖片切換”網頁及成果冊，將相關成果資料上網，以提供全國教師教學參考。

## 壹、研究動機

在平常生活當中，張開眼睛所看到不同的景物，大多具有立體型態，我們雙眼看到的立體影像有別於一般螢幕及照片的平面影像。(劉榮政，2000) 立體影像之所以優於平面影像，主要是因為最接近人類的視覺，可在3D空間中，產生深度感。(劉姿君，2007) Egan (1999) 指出「圖像組織是一種心智思考歷程表現，可以讓訊息變得更明確、具體可見，並讓學習者能夠表達。」立體顯像屬於圖像的一種，並增加立體的深度感。

立體顯示技術主要採用偏光式(polarized)、交錯式(interlaced)、和分色式(anaglyph)三種。(賴文能、陳韋志，2010)，第一種偏光式，曾經結合科博館的偏光眼鏡加上透明膠帶執行教育部99年度中小學科學教育計畫專案「以光作畫提升國小光學單元的教學成效」。並將所得成果擴充，結合傳統皮影戲，承辦教育部100年度中小學科學教育計畫專案「以偏光皮影戲統整教學模組提升國小光學單元的教學成效」，進行科技與傳統藝術融合，創造出偏光皮影戲，賦予傳統藝術新生命。第二種分色式，承辦教育部101年度中小學科學教育計畫專案「以3D紅藍立體影像提升國小光學單元的教學成效」，經由影響因素操弄，讓學生能自製3D紅藍立體影像特效。關於第三種交錯式，是以1908 G. Lippmann及其後H. E. Ives發展出柱狀透鏡立體圖為基礎，(林泰生，2013)發展出不同視角可看見不同圖片切換技術，做為發展裸視3D的基礎是本計畫發展的重點。

光是國小中高年級自然與生活科技領域的重要單元，其主要內容有「光是直

線前進的」、「光遇到物體會反射」、「光經過不同介質會有折射現象」以及「光經三稜鏡與水滴折射後在某些角度會發生色散，可看到彩虹」(呂文靜，2005)。其主要內容有彩虹的產生、光的折射、光和顏色、光的直線前進、焦點、焦距和聚焦。生活方面，光是日常生活中最常接觸的自然現象，例如：雨後的彩虹總是令人讚嘆它的美麗、眼鏡的凹、凸透鏡能矯正視力。「光」的現象存在於生活中，但卻不容易解釋與理解，所以在學習之前，學生必定會對「光」的現象有許多想法。另外在未來學習的延續方面，光學單元更是國高中物理學的重要基礎。

## 貳、研究目的

本計畫從兩個面向著手，讓學童從操作中逐步發現光學原理。期待學生能從「做中學」，培養出能帶著走的能力。第一面向是用實驗找出柱狀透鏡圖片切換影響因素。第二面向是經由教學，使學生以影響因素，做為製作柱狀透鏡圖片切換的依據，將新興科技與教學結合。

壓克力柱狀透鏡具有價廉、輕巧、容易取得等優點。圖片切換能讓學生瞭解當觀察角度、圖片改變不同時，穿透柱狀透鏡所顯示出的物體的大小、形狀、就不同。透過控制以上因子，發現圖片切換影像原理及製作方法，是一種值得推廣的教具。本計畫有四個目的：

目的一：使用柱狀透鏡功能來製作簡易圖片切換，活化教學方法，讓學生從做中學，了解光的概念，並將學習成果應用於生活中。

目的二：設計柱狀透鏡圖片切換的教學教案，透過現場教學，提昇學生的學習動機和成效。檢討改進教學教案，以提供其他教師教學參考。

目的三：建立光學教學的網頁，提供全國教師教學參考。

目的四：辦理校內教學觀摩，提升教師專業成長。並配合教育局辦理教師研習，推廣研究成果。

## 參、名詞解釋

### 一、5E 教學環

Trowbridge 與Bybee (1990) 提出以探究為基礎的5E 教學模式，包括參與 (engagement)、探索 (exploration)、解釋 (explanation)、精緻化 (elaboration) 與評量 (evaluation) 等五個階段

(一)參與 (engagement)：教學活動能引發學生的學習興趣，使學生願意主動參與教學活動，並能將學生的經驗與課程內容相連結，經由提問、定義問題與呈現矛盾的結果等方式，引出探討主題的方向。

(二)探索 (exploration)：學生參與活動後，須有足夠的時間進行探索，經



由動手操作，建構共同的、具體的經驗，並從中學習科學概念與過程技能。

(三)解釋(explanation)：解釋意指能確實理解科學知識與過程技能，在此階段，先請學生提出解釋，教師再以學生的想法為基礎，並運用口頭、影片或教學媒體等方式，簡單、明確的介紹科學概念或技能，並引導學生進入下一個階段的活動。

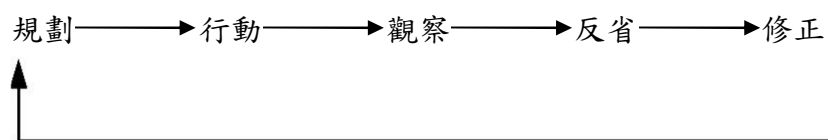
(四)精緻(elaboration)：重視學生之間的互動，營造能促使學生討論以及互相合作的學習環境，分享想法並給予回饋，以建構個人的理解。此外，此階段亦重視學生是否能將其所形成的解釋，應用於新的情境或問題中。

(五)評量(evaluation)：在學生進行探索與提出解釋後，給予回饋是很重要的，因此，教師在每個階段的活動中，皆可進行形成性評量。

## 二、行動研究

本研究是為了改進教學所進行的一種自我省察、反省和批判教學實務的過程，在過程中，教師及研究者，而研究就是學習(Elliott, 1991)，並依據其所提出的規劃、行動、觀察、反省及修正等五個步驟循環的方式進行：

規劃



## 肆、研究方法

本研究採行動研究的方式，從初步的計畫到反覆的行動、觀察、檢討過程中所面臨的困難一一篩檢，再提出解決辦法，修正計畫，再繼續行動、觀察、檢討。深入問題核心，尋找具體可行的教學改進之道。

本研究中研究者預定以下列四個階段發展主題統整教學模組。第一階段統整教學模組設計前的準備工作：先組織教師團隊，教師團隊必須對統整教學模組之意涵及功用有進一步的體認。第二階段統整教學模組的設計包括決定模組的主題、建立主題教學面向、擬訂教學目標、決定教學策略、撰寫單元活動及決定評量方式。第三階段進行主題統整教學模組第一次試教，於試教過程中收集資料，瞭解試教問題並提出解決策略，再進行修正成為第二次試教版。第四階段進行第二次試教，並於實施過程中探究學生在認知、情意、技能三方面的學習成效。

### 第一節 研究設計與流程

本研究希望把光學的抽象概念具體化，這樣可以幫助學生學習。本研究在訂出研究範圍後，即開始文獻資料蒐集，了解目前最新偏光的方法及理論，做為光學具體化課程發展的基礎，研究流程如圖1所示。繕寫教學資料，進行教學，並蒐集相關資料。

1. 文獻資料蒐集,前置訓練	1-1 蒐集及分析資料、文獻探討、決定目標及內容、及評量工具的編製。
2. 柱狀透鏡圖片切換	2-1 使用單變因實驗來瞭解柱狀透鏡圖片切換變化。 2-2 透過操作的學習統整自然課程中折射。
3. 設計柱狀透鏡圖片切換的教學教案	3-1 設計柱狀透鏡圖片切換的教學教案。 3-2 進行實驗教學,使用學習評量、學習單,進行學習成效分析。 3-3 檢討改進教學教案,提供其他教師教學參考。
4. 建立光學教學的網頁	4-1 將計畫成果上網,提供全國教師教學參考。
5. 辦理觀摩研習,推廣教育成效	5-1 辦理校內教學觀摩,提升教師專業成長。 5-2 配合教育局辦理市內教師研習,並分享研究成果。

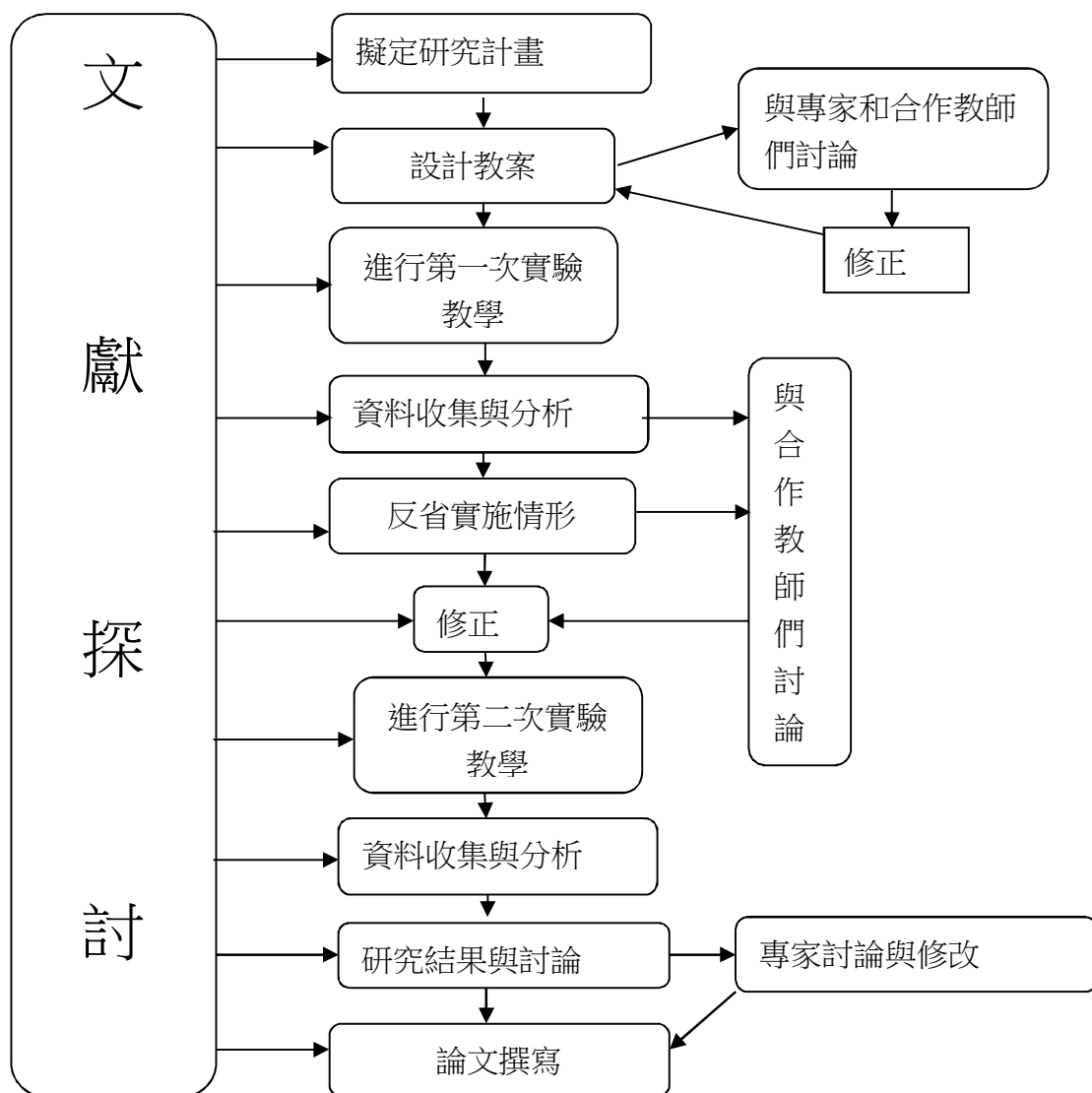


圖 1 研究流程架構

## 第二節 研究對象與情境

### 一、研究對象

本研究對象為台中市某鄉鎮的國小六年級學生，甲班人數有二十二二人，男生十二人，女生十人。

### 二、學校情境

該校的總班級數有 17 班，總學生人數約為 356 人，教職員人數約為 50 人。

### 三、教室情境

本研究設計的課程，需要進行電腦的操作，與讓學生分組進行討論。此研究的教室採用學校的 e 化教室，教室內設備有教師用電腦一台、電子白板，單槍投影機，無廣播系統。教室內將學生分成六組，每組約三至四人，電子白板等同於投影幕，單槍投影機架設於天花板上。教室內配置圖圖 2。

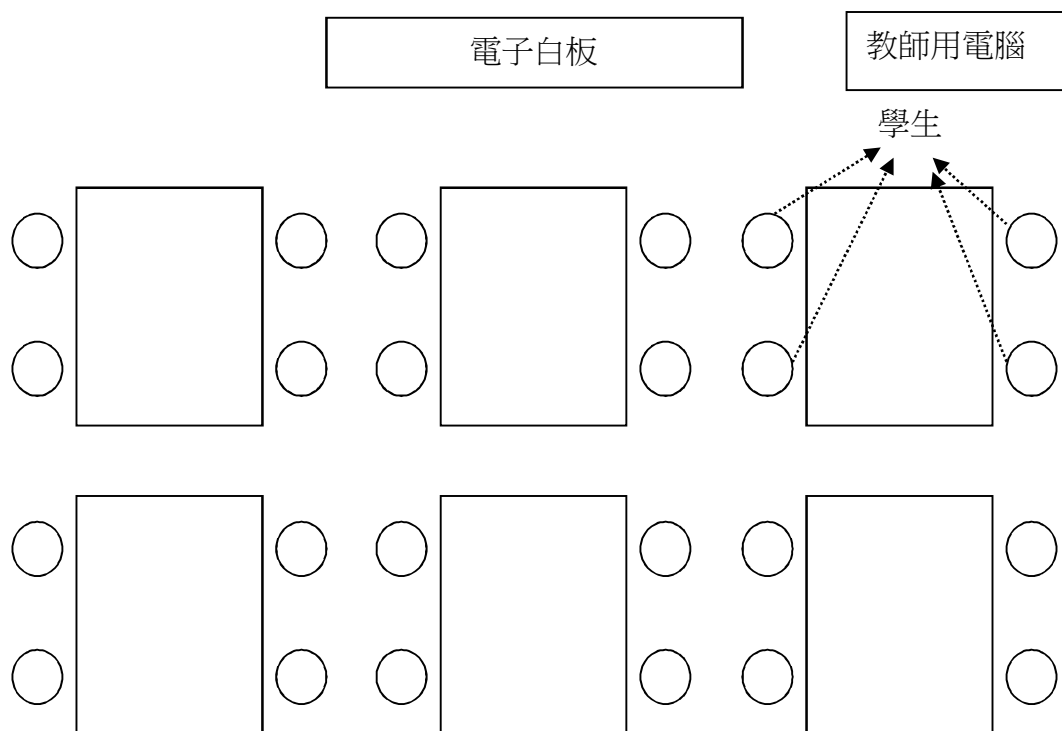


圖 2 教室內配置圖

### 第三節 研究工具

本研究所需的工具包含圖片切換課程教材與前、後測評量卷。工具的發展，分別說明如下：

#### 一、圖片切換課程教材

本實驗主要以探究教學策略來發展圖片切換教材。經由文獻探討後，本研究的探究教學策略採用 Bybee 與 Landes（1988）所提出的 5E 探究學習環，按照參與、探索、解釋、精緻化與評鑑這五個步驟來設計此次的教學。

研究者先對圖片切換概念進行分析(圖 3)，由於此次課程實驗主要以柱狀透鏡特性為主。經由概念圖分析之後，設計出圖片切換的課程，各單元之活動流程和學習單見於附錄（一）。

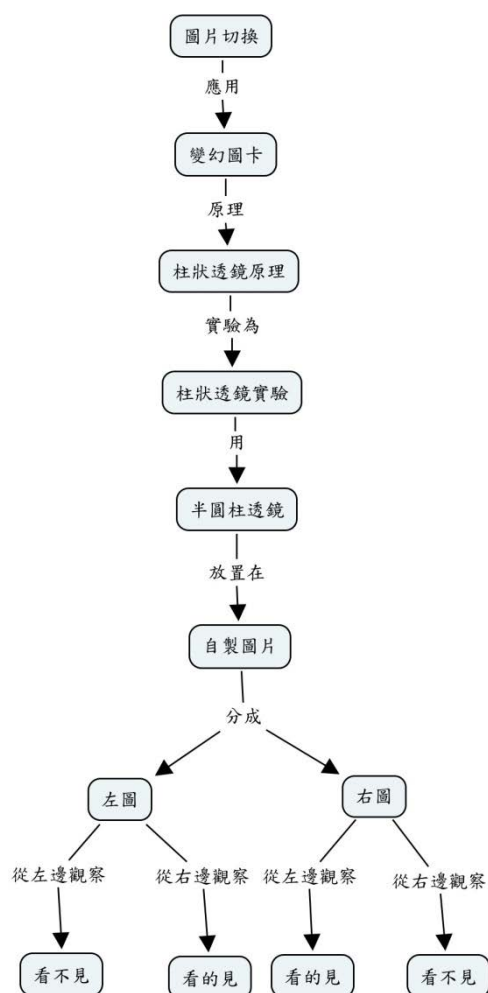


圖 3 圖片切換概念分析

## 第四節 資料蒐集與分析

### 一、資料收集

本研究所蒐集的資料來源包括：前、後測評量卷、會議資料、學習單、課室錄影和晤談等資料，分述如下：

#### （一）前、後測評量卷

前、後測評量卷的題目相同，為 19 題選擇題，主要提供研究者了解學生於教學模組實施後在認知方面之學習成效的參考。

#### （二）學習單

此次教學活動之學習單，讓學生填寫個人想法、小組討論的答案及最後的結論，從學習單瞭解學生的學習狀況，也希望能從學生填寫學習單的情形了解課程活動的優缺點，作為課程修正的依據。

#### （三）課室錄影

實施教學過程中以錄影、錄音的方式記錄教師的教學經過及學生的互動情況。

### 二、資料分析

量化資料來源為前、後測評量卷，本研究將前、後測評量卷進行 SPSS17 板 T-test 分析，以檢驗學生在學習前、後的學習成效是否有顯著差異。

## 伍、研究成果

本研究對學生進行變換圖片單元的教學，並設計成效測驗卷，對學生進行前、後測，將其測驗結果進行成對樣本 T 檢定分析，探討學生的學習成效是否有顯著地進步。

### 一、前、後測分析

前、後測使用的試卷由本研究參與人員共同設計，概念內容分別有光的路徑、光的折射、變換圖片等概念，其中光的路徑與光的折射是學生的先備概念情形，而變換圖片的概念是本次實驗教學的概念。前、後測試卷為同一份試卷，共十題選擇題，每題計分 10 分，滿分共 100 分。光的路徑佔 20 分，光的折射佔 20 分，變換圖片佔 60 分。

將教學班級的前、後測所答對的分數進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 5.041 達顯著差異（表 1），表示學生經由此次的教學之後，在變換圖片上有明顯進步。

表 1 成就測驗前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	46.96	17.693	
後測	69.13	18.609	
後測－前側	22.174	21.096	5.041**

\*\*P<0.01

將光的路徑概念測驗，進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 1.096 無顯著差異。

表 2 光的路徑概念前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	9.13	7.332	
後測	6.96	6.350	
後測－前側	-2.174	9.514	1.096

將光的折射概念測驗，進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 2.577，達顯著差異，代表在經由教學之後，學生對於光的折射有更進一步的認識。

表 3 光的折射概念前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	12.61	7.518	
後測	16.09	4.990	
後測－前側	3.478	6.473	2.577*

\*P<0.05

將光的折射概念測驗，進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 6.283，達顯著差異，代表經由此次教學，學生對變換圖片的概念有良好的學習成效。

表 4 變換圖片概念前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	25.22	12.011	
後測	46.09	12.699	
後測－前側	20.870	15.930	6.283**

\*\*P<0.01

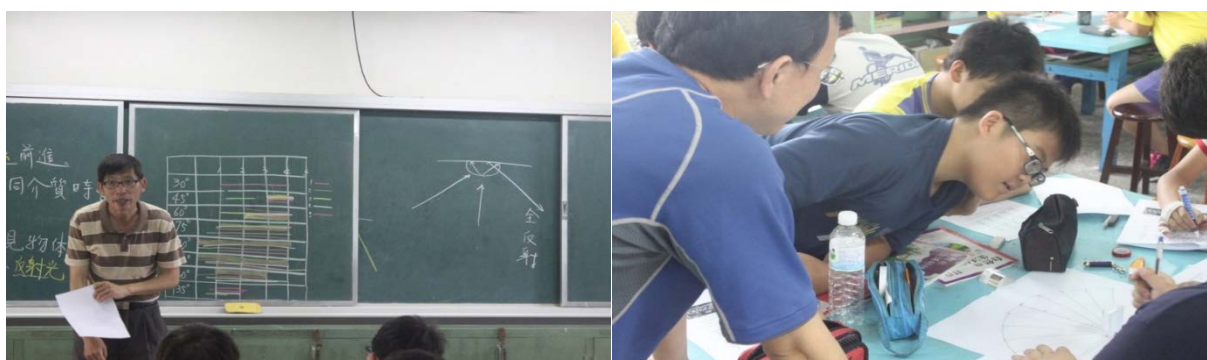
## 陸、 結論

本研究目的發展出提升國小光學單元教學成效的教材，以四個面向呈現成果：

1. 使用柱狀透鏡功能來製作簡易圖片切換，活化教學方法，讓學生從做中學，了解光的概念，並將學習成果應用於生活中。



2. 設計柱狀透鏡圖片切換的教學教案，透過現場教學，提昇學生的學習動機和成效。檢討改進教學教案，以提供其他教師教學參考。



圖片切換(一)					
對象	六年級生		教學者	紀慶隆、李義評	
時間	40min		設計者	紀慶隆、廖庭農、李義評	
教學策略		5E 探究教學			
單元目標			行為目標		
1-1 了解光在柱狀透鏡的行進路徑。			1-1-1 繪出雷射光進入半圓型壓克力透鏡的行進路徑。 1-1-2 了解不同角度的雷射光投射的範圍。		
目標	教學活動		準備教材	時間	教學評量
1-1-1  1-1-2	<b>一、參與</b> 1.雷射筆使用安全說明。 2.發物品給學生。 3.老師將雷射光投在透鏡和不投在透鏡,觀察光線的變化。你們也做做看。提問：為什麼?(提示：折射) 4.說明本實驗目的:了解光在不同角度射入半圓型柱狀透鏡，會有什麼變化？ <b>二、探索</b> 1.說明實驗紀錄圖的使用。 2.讓學生完成實驗紀錄圖。 3.請各組上臺紀錄結果。 <b>三、解釋與精緻化</b> 1.光射入柱狀透鏡時，為什麼會轉彎?(折射)。 2.從左前方射入的光，會出現在透鏡的(左後方 正後方 右後方)(右後方)。 3.從何處射入的光在透鏡後方分布最廣(左前方 正前方 右前方)(正前方) <b>四、評鑑</b> 1.書寫學習單。 2.收學習單。		雷射筆 實驗紀錄圖 學習單 5cm 半圓型柱狀透鏡	10min	
				20min	
				5min	
				5min	

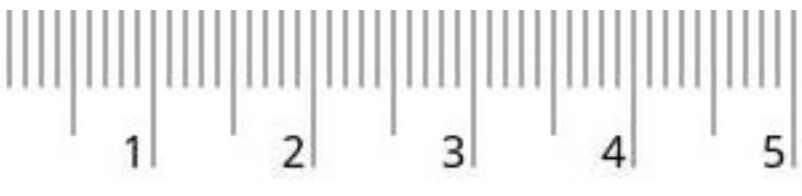
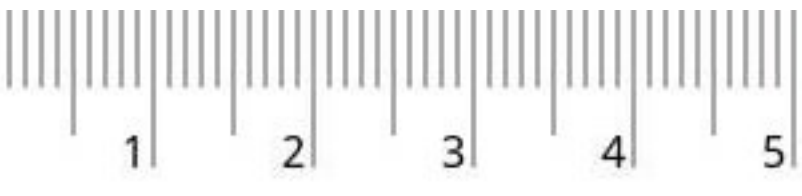
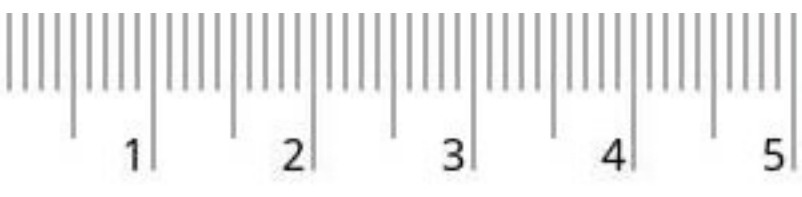
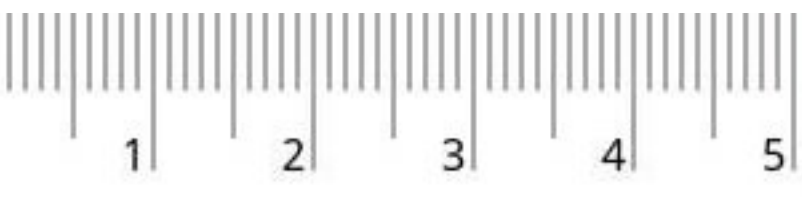
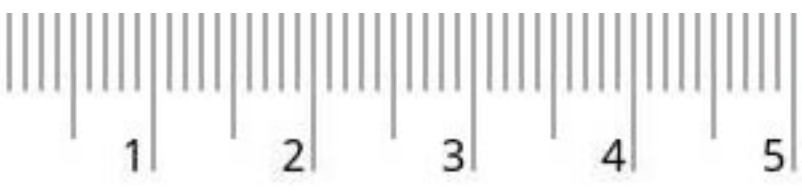


(2)學習單(一)

班級：

組別：

姓名：

角度	位置(0-5)	備註
30 度		
60 度		
90 度		
120 度		
150 度		

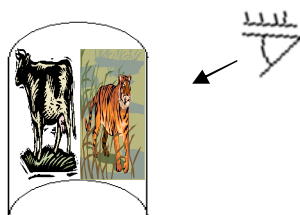
1. 在哪個位置出射光分布比較廣？
2. 在哪個位置出射光分布比較窄？
3. 若雷射光從左前方射入時, 出射光會在透鏡的左後方還是右後方？

(3)前後測試卷

變幻圖片學習成就測驗

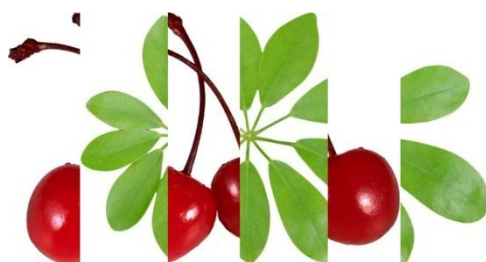
年 班 號

1. 變幻圖片利用什麼方式達到圖片變換的效果？  
(A)電腦直接變換 (B)利用半圓柱型透鏡的效果 (C)錯覺 (D)3D 立體圖
2. 有一圖片左邊是乳牛，右邊是老虎，若將一半圓柱透鏡放在圖片上如圖(一)，請問小明從半圓柱透鏡的右邊(約 45 度角)看過去，會看到哪個影像？  
(A) 看不到任何圖片 (B)乳牛 (C)老虎 (D)兩個都看得到。

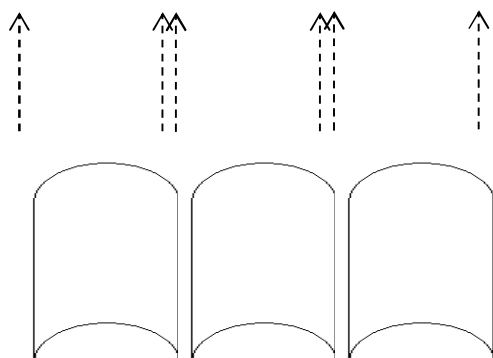


圖(一)

3. 海綿寶寶用雷射筆照射一光線，射入到半圓柱透鏡，光線會有何種現象發生？  
(A)光線變粗 (B)光線彎折 (C)光線消失 (D)光線變色
4. 現有一圖片由櫻桃和葉子組合而成的一個變換圖片(圖二)，若將半圓柱透鏡依照對到的位置蓋在變幻圖片上，每個半圓柱透鏡左邊是櫻桃的部分圖片，右邊是葉子的部分圖片，請問從正上方看下去(圖三)，應該會看到哪種圖片？  
(A)跟原圖一樣 (B)只看到櫻桃 (C)只看到葉子 (D)看不到圖片



(圖二)



(圖三)



(圖四)

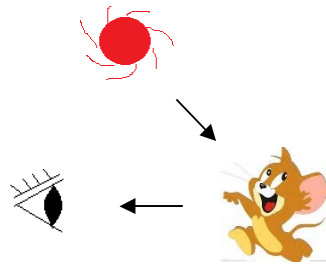
5. 承上題，若從右方約 45 度角看過去(圖四)，則可能會看到哪一個圖片？

(A)跟原圖一樣 (B)只看到櫻桃 (C)只看到葉子 (D)看不到圖片

6. 正男在大街上，看到一隻巨無霸大老鼠，他嚇了一跳。下列哪個光線路徑圖是正男看到老鼠的路徑圖？(→代表光的路徑)

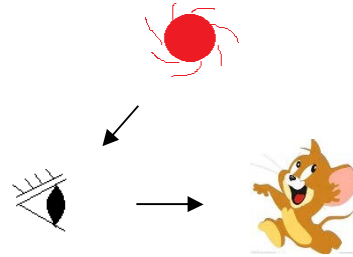
(A)

太陽光投射到老鼠，再反射到人眼  
(太陽)



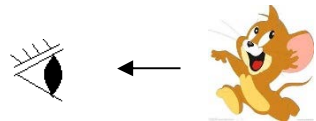
(B)

太陽光投射到人眼，再反射到老鼠



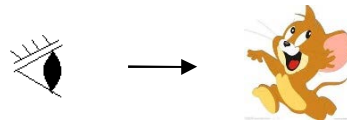
(C)

老鼠自己發光，光再投射到人眼



(D)

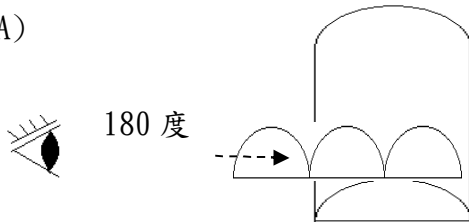
人眼發光，再投射到老鼠身上



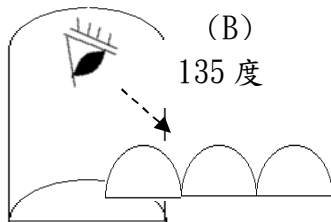
7. 現有一張分別由湯姆貓與傑利鼠兩張圖片合成的變幻圖片(圖五)，請問我要從哪一種角度看才能看到湯姆貓呢？



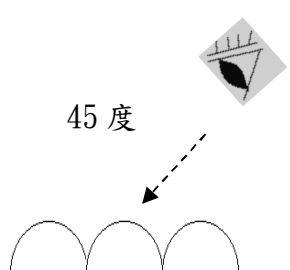
(A)



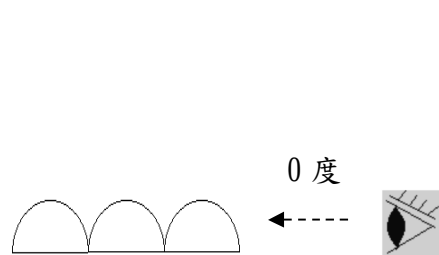
(B)



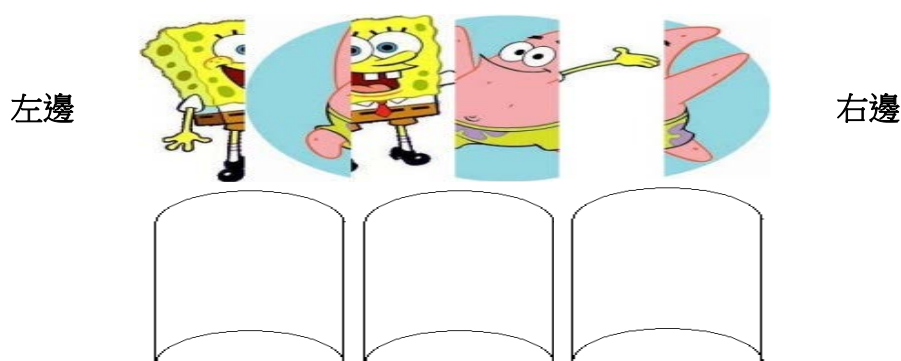
(C)



(D)



8. 小新和正男待在一個光線都進不來的漆黑房間，請問小新有辦法看到正男嗎？  
 (A)看得到，經過一段時間適應黑暗後就能看到正男 (B)看得到，正男自己會發光 (C)看不到，因為沒有任何光線 (D)看得到，眼睛可以發光。
9. 將一根筷子的一半放進裝水的透明水杯裡面，我們眼睛看到水中的筷子會有什麼樣的情形發生？(A)筷子顏色變了 (B)筷子彎折了 (C)筷子消失了 (D)筷子看起來變兩根。
10. 現在有一張由海綿寶寶與派大星合成的變幻圖片(圖六)，請問下列哪一位同學說的是正確的。



圖六 海綿寶寶與派大星的變幻圖片

- (A)妮妮：從正上面垂直向下看的話，看不到任何圖片。  
 (B)大雄：從左邊 45 度角看過去，可以看到派大星，看不到海綿寶寶。  
 (C)胖虎：從左邊 0 度角看過去，看得到派大星，看不到海綿寶寶。  
 (D)鳴人：從左邊 0 度角看過去，看得到海綿寶寶，看不到派大星。

	記憶	理解	應用	分析	評鑑	創造
光的 路徑		6. 8.				
光的 折射	9	3				
變幻 圖片	1	2. 4. 5.	7	10		

#### (4)資料分析與討論

本研究對學生進行變換圖片單元的教學，並設計成效測驗卷，對學生進行前、

後測，將其測驗結果進行成對樣本 T 檢定分析，探討學生的學習成效是否有顯著地進步。

#### ①.前、後測分析

前、後測使用的試卷由本研究參與人員共同設計，概念內容分別有光的路徑、光的折射、變換圖片等概念，其中光的路徑與光的折射是學生的先備概念情形，而變換圖片的概念是本次實驗教學的概念。前、後測試卷為同一份試卷，共十題選擇題，每題計分 10 分，滿分共 100 分。光的路徑佔 20 分，光的折射佔 20 分，變換圖片佔 60 分。

將教學班級的前、後測所答對的分數進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 5.041 達顯著差異（表 1），表示學生經由此次的教學之後，在變換圖片上有明顯進步。

表 1 成就測驗前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	46.96	17.693	
後測	69.13	18.609	
後測－前側	22.174	21.096	5.041**

\*\*P<0.01

將光的路徑概念測驗，進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 1.096 無顯著差異。

表 2 光的路徑概念前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	9.13	7.332	
後測	6.96	6.350	
後測－前側	-2.174	9.514	1.096

將光的折射概念測驗，進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 2.577，達顯著差異，代表在經由教學之後，學生對於光的折射有更進一步的認識。

表 3 光的折射概念前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	12.61	7.518	
後測	16.09	4.990	
後測－前側	3.478	6.473	2.577*

\*P<0.05

將光的折射概念測驗，進行成對樣本 T 檢定分析，統計結果 t 值為 6.283，達顯著差異，代表經由此次教學，學生對變換圖片的概念有良好的學習成效。

表 4 變換圖片概念前、後測成對樣本 T 檢定分析

	平均數	標準差	t 值
前測	25.22	12.011	
後測	46.09	12.699	
後測－前側	20.870	15.930	6.283**

\*\*P<0.01

②建立光學教學的網頁，提供全國教師教學參考。

網址：<http://www.lhes.tc.edu.tw/>

網頁內容：

教學研究團隊、圖片切換科教專案、成果冊、期中報告簡報、期末報告簡報  
教學活動設計、學習單、相關動態活動影片、相關靜態電子相簿

③辦理校內教學觀摩，提升教師專業成長。並配合教育局辦理教師研習，推廣研究成果。

(1)辦理兩場教師研習，2 月 20 日邀請彰師大林建隆教授到校針對科教專案小組進行輔導，讓如何執行科教專案藍圖更加完整。4 月 30 日邀請逢甲大學林泰生教授到校進行全校老師實驗教學，因強調動手做，學校老師在課程中皆熱烈參與，並有成品產出。兩次研習共計 35 人次參加。



(2)執行多年科教專案成果，獲臺中市政府教育局選為「臺中市 102 學年度國小學生暑假科學體驗營教育活動」執行學校，將招收海線 18 所國小 72 名學生分兩班，予 7 月 14、15 及 16 日假龍海國小進行科教專案實驗教學。

- (3)將成果進行彙總，將成果顯現在網頁及成果冊，提供全市及全國教師參考。
- (4)103 年 3 月 27 日收到「圖片切換-柱狀透鏡的應用」一文審查意見，審查委員建議「修訂後刊登」，已於 4 月 11 日修改後回寄科學教育月刊。
- (5) 103 年 4 月 29 日收到斗六高中林旻儀教師來信，請教是否有「科教專案專題講座」資料，已於 5 月 1 日將相關成果冊寄到雲林古坑。

## 柒、參考資料

### 1、丟掉眼鏡 當機不「立」斷

<http://sa.ylib.com/MagCont.aspx?Unit=easylearn&id=1916>

呂思慧、高德衡(2002)。身歷其境 --- 有關 3D 影像照片之物理原理的探討。中華民國第 42 屆國中小學科學展覽會高中組應用科學類，未出版，台北。

徐之海(1993)。塑膠光學。科學月刊資料庫。

許精益、黃乙白(2007)。3D 立體顯示技術之發展與研究。光學工程，98，1~85。

ファイル:Gay flag.svg: [http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay\\_flag.svg](http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay_flag.svg)

PhotoImpact 立體圖像後製作(Anaglyph 紅青眼鏡): <http://www.youtube.com/watch?v=9Cu1BdQRo0Y>

3d 視覺: <http://www.lhes.tcc.edu.tw/moodle/mod/resource/view.php?id=964>

癮科技談 3D (06) 裸眼看 3D (二) 柱狀透鏡式技術: <http://chinese.engadget.com/2010/09/10/3d-column-06/>



## 捌、活動照片

# 專業團隊對談 課程研發





# 專業研習 教授蒞校指導



# 專業研習 教授蒞校指導

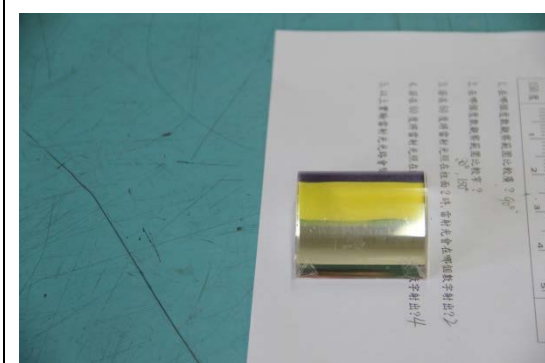
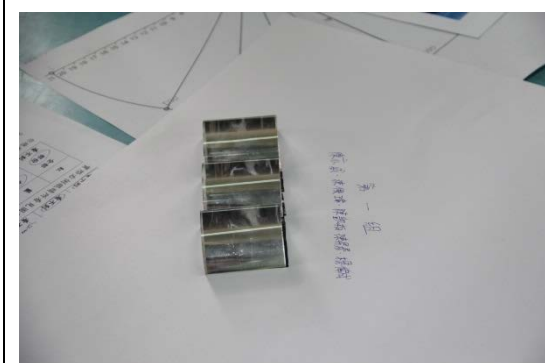




# 教學觀摩



# 教學觀摩



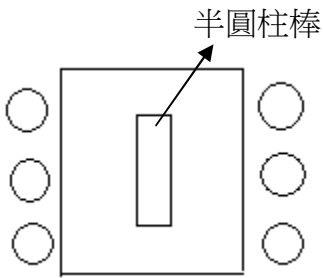
## 玖、 附錄

### 附錄（一）教案 圖片切換-課程教案

圖片切換(一)					
對象	六年級生		教學者	紀慶隆、李義評	
時間	40min		設計者	紀慶隆、廖庭農、李義評	
教學策略		5E 探究教學			
單元目標			行為目標		
1-2 了解光在柱狀透鏡的行進路徑。			1-1-3 繪出雷射光進入半圓型壓克力透鏡的行進路徑。 1-1-4 了解不同角度的雷射光投射的範圍。		
目標	教學活動		準備教材	時間	教學評量
1-1-1  1-1-2	<b>五、參與</b> 1. 雷射筆使用安全說明。 2. 發物品給學生。 3. 老師將雷射光投在透鏡和不投在透鏡,觀察光線的變化。你們也做做看。提問：為什麼?(提示：折射) 4. 說明本實驗目的:了解光在不同角度射入半圓型柱狀透鏡，會有什麼變化？		雷射筆 實驗紀錄圖 學習單 5cm 半圓型柱狀透鏡	10min	
	<b>六、探索</b> 1. 說明實驗紀錄圖的使用。 2. 讓學生完成實驗紀錄圖。			20min	
	<b>七、解釋與精緻化</b> 1. 光射入柱狀透鏡時，為什麼會轉彎?(折射)。 2. 從左前方射入的光，會出現在透鏡的(左後方 正後方 右後方)(右後方)。 3. 從何處射入的光在透鏡後方分布最廣(左前方 正前方 右前方)(正前方)			5min	

	<p>八、評鑑</p> <p>1. 書寫學習單。</p> <p>2. 收學習單。</p>		5min	
--	--	--	------	--

圖片切換(二)					
對象	五年級生		教學者	紀慶隆、李義評	
時間	40min		設計者	紀慶隆、廖庭農、李義評	
教學策略		5E 探究教學			
單元目標			行為目標		
1-3 了解柱狀透鏡模組下，從不同角度能看到不同位置的圖片。			1-1-5 在柱狀透鏡模組下，觀察到在不同角度下，看到不同位置的圖片。 1-1-6 能說出在柱狀透鏡模組下，從左邊觀看，只能看到右邊位置圖片；從右邊觀看，只能看到左邊位置圖片；從正上方看能看到兩邊的圖片。		
目標	教學活動		準備教材	時間	教學評量
1-1-1 1-1-2	<p><b>九、參與</b></p> <p>老師將五色圖卡投影在白板上，給學生觀看，提問：你們上一節課瞭解雷射光進入半圓型透鏡的行進路徑，及投射範圍後，當右側、及左側看到了不同的範圍。你推測從左邊看或右邊看，可以得到什麼結果，請寫在學習單中。</p> <p><b>十、探索</b></p> <p>發半圓柱棒與五色圖卡給學生，請學生將圖卡放置在各組中間，再將半圓柱棒放在上面（如下圖），提問：請問在半圓柱棒左半邊的同学，你們看到什麼圖片；右半邊的同学看到什麼圖片（請學生坐在椅子上看）。咦！左右兩邊看到不同的圖片，現在請各組同學，用不同的角度來觀察這個半圓柱棒底下的圖片，等等各組就你們觀察到的來解釋，什麼角度可以看到顏色的色塊，歸納出一個結論。</p>		五色圖卡  半圓柱透鏡  自製圖片  圖畫紙	5min       10min	

1-1-2				
1-2-1	<p><b>十一、 解釋</b></p> <p>請各組發表。老師拿出自製大教具(圖卡式或實體教具)進行解釋。在半圓柱棒底下，從右邊的角度看，只能看到左邊的圖片；從左邊的角度看，只能看到右邊的圖片；若從正上方看，可以看到兩張圖片。</p> <p><b>十二、 精緻化</b></p> <p>想想看，當要在右側用眼睛看時，可以看到無尾熊，而左側用眼睛看時，可以看見企鵝。此時的圖形需要進行何種組合。將成果貼在圖紙上，各組選派一名同學上臺解示？</p> <p>拿出已製作好的特效圖片，讓學生放上半圓柱棒。提問：同學，看到了什麼樣的情形呢？解釋圖形變換的呈現方式，就是利用這種半圓柱狀在不同的角度會呈現不同位置的圖片的特性，讓我們可以用一張圖卡看到不同的圖片。</p> <p><b>十三、 評鑑</b></p>	7min	15min	3min



#### 四、學習單

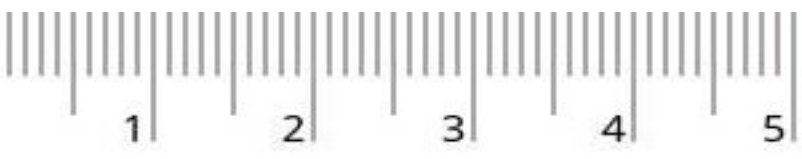
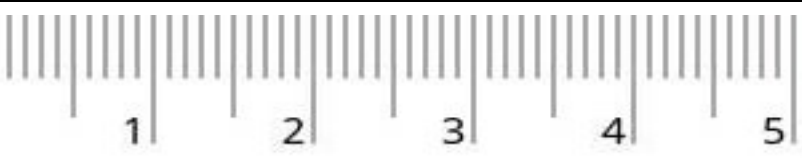
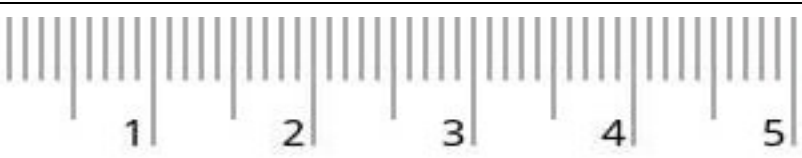
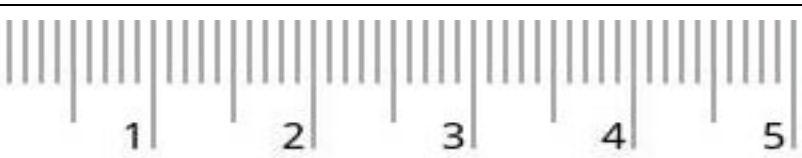
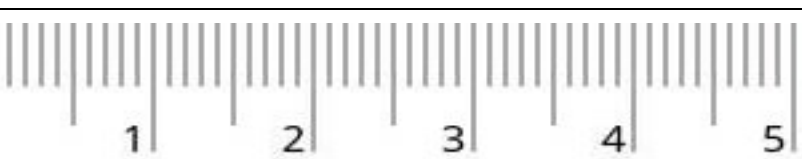
### 臺中市龍海國小 學習單(一)

課程:圖片切換(一)

班級:

組別:

姓名:

角度	位置(0-5)	備註
30 度		
60 度		
90 度		
120 度		
150 度		

1. 在哪個位置出射光分布比較廣?
2. 在哪個位置出射光分布比較窄?
3. 若雷射光從左前方射入時, 出射光會在透鏡的左後方還是右後方?

# 臺中市龍海國小 學習單(二)

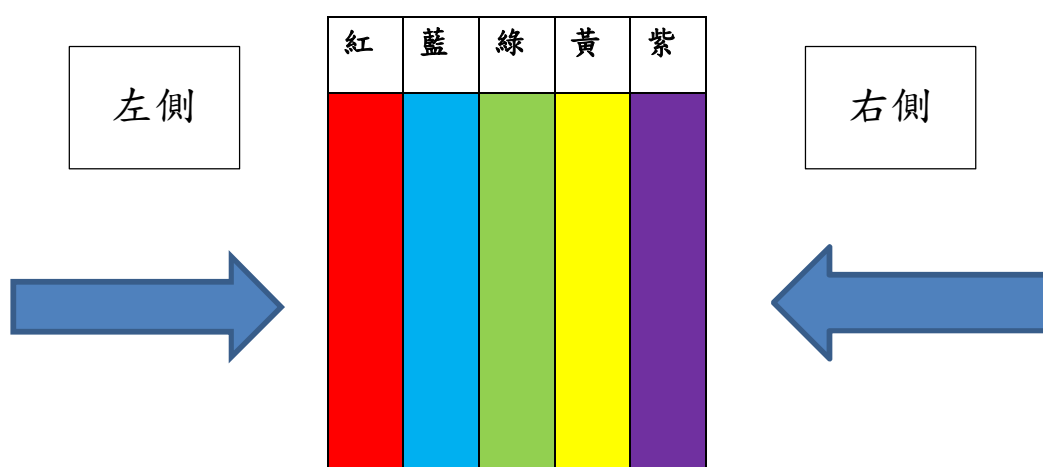
課程:圖片切換(二)

班級:

組別:

姓名:

1. 瞭解雷射光進入半圓型透鏡的行進路徑，及投射範圍後。  
請你們依據上一節的實驗結果，推測當半圓型透鏡放在下列圖形時，由左側及右側結果寫在下面的學習單上？



推測左側眼睛所看見圖型：

紅	藍	綠	黃	紫
全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到

推測右側眼睛所看見圖型：

紅	藍	綠	黃	紫
全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到

實際左側眼睛所看見圖型：

紅	藍	綠	黃	紫
全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到

實際右側眼睛所看見圖型：

紅	藍	綠	黃	紫
全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到	全部 部份 看不到

你總共達對幾題？(        )

2. 下列兩圖形分別為企鵝及無尾熊，當我們從右側用眼睛看時，可以看到無尾熊，而左側用眼睛看時，可以看見企鵝。此時上方放置五塊半圓柱狀透鏡，需將圖形進行何種配置，才能達到此種效果，請將成果貼在圖畫紙上

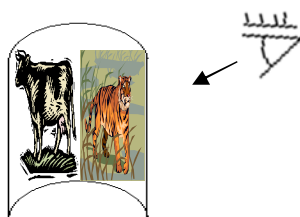


附錄（二）前後冊評量卷

變幻圖片學習成就測驗

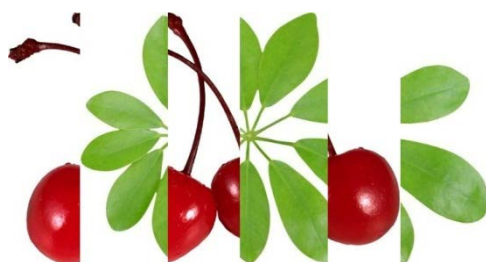
年 班 號

11. 變幻圖片利用什麼方式達到圖片變換的效果？  
(A)電腦直接變換 (B)利用半圓柱型透鏡的效果 (C)錯覺 (D)3D 立體圖
12. 有一圖片左邊是乳牛，右邊是老虎，若將一半圓柱透鏡放在圖片上如圖(一)，請問小明從半圓柱透鏡的右邊(約 45 度角)看過去，會看到哪個影像？  
(B)看不到任何圖片 (B)乳牛 (C)老虎 (D)兩個都看得到。

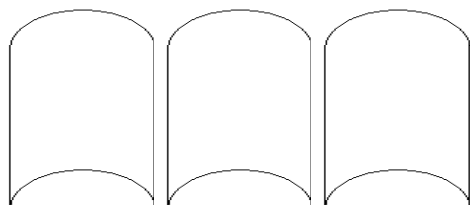


圖(一)

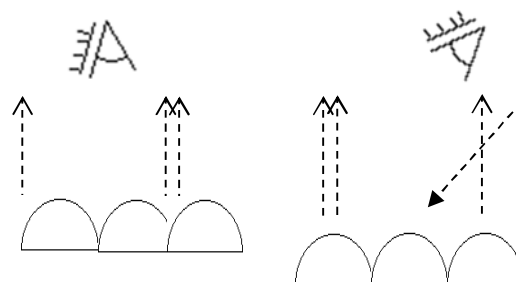
13. 海綿寶寶用雷射筆照射一光線，射入到半圓柱透鏡，光線會有何種現象發生？  
(A)光線變粗 (B)光線彎折 (C)光線消失 (D)光線變色
14. 現有一圖片由櫻桃和葉子組合而成的一個變換圖片(圖二)，若將半圓柱透鏡依照對到的位置蓋在變幻圖片上，每個半圓柱透鏡左邊是櫻桃的部分圖片，右邊是葉子的部分圖片，請問從正上方看下去(圖三)，應該會看到哪種圖片？  
(B)跟原圖一樣 (B)只看到櫻桃 (C)只看到葉子 (D)看不到圖片



(圖二)



(圖三)



(圖四)

15. 承上題，若從右方約 45 度角看過去(圖四)，則可能會看到哪一個圖片？  
(B)跟原圖一樣 (B)只看到櫻桃 (C)只看到葉子 (D)看不到圖片

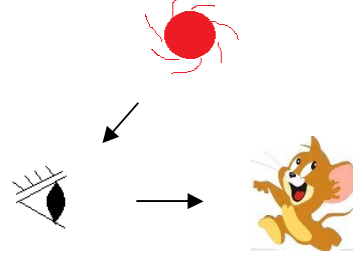
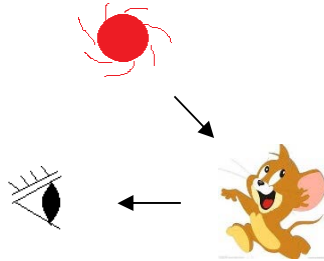
16. 正男在大街上，看到一隻巨無霸大老鼠，他嚇了一跳。下列哪個光線路徑圖是正男看到老鼠的路徑圖？（→代表光的路徑）

(B)

太陽光投射到老鼠，再反射到人眼  
(太陽)

(B)

太陽光投射到人眼，再反射到老鼠

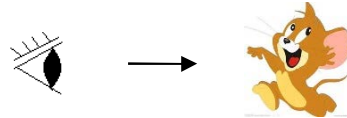
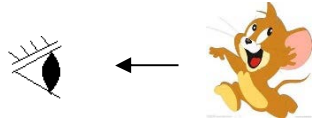


(C)

老鼠自己發光，光再投射到人眼

(D)

人眼發光，再投射到老鼠身上

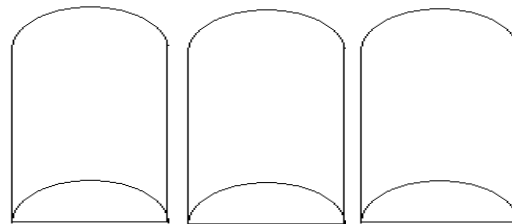


17. 現有一張分別由湯姆貓與傑利鼠兩張圖片合成的變幻圖片(圖五)，請問我要從哪一種角度看才能看到湯姆貓呢？

左邊



右邊

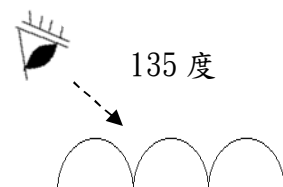


圖五 湯姆貓與傑利鼠的變幻圖片

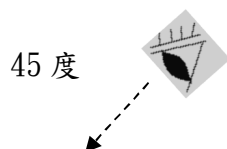
(A)



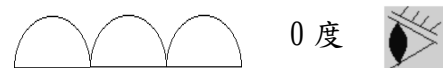
(B)




(C)



(D)

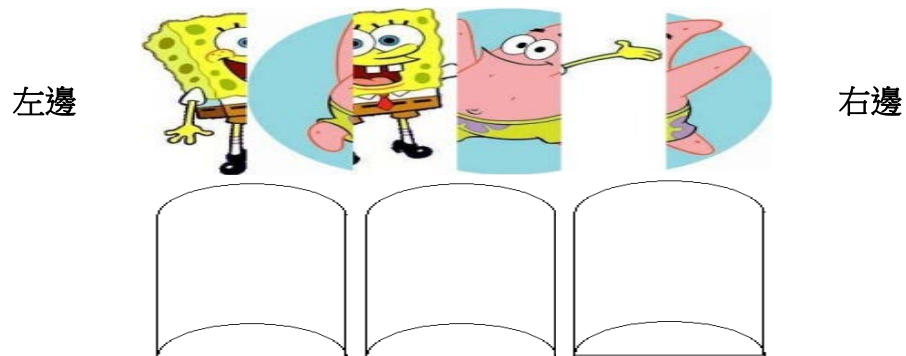


18. 小  新和正男待在一個光線都進不來的漆黑房間，請問小新有辦法看到正男嗎？

- (B)看得到，經過一段時間適應黑暗後就能看到正男 (B)看得到，正男自己會發光 (C)看不到，因為沒有任何光線 (D)看得到，眼睛可以發光。

19. 將一根筷子的一半放進裝水的透明水杯裡面，我們眼睛看到水中的筷子會有什麼樣的情形發生？(A)筷子顏色變了 (B)筷子彎折了 (C)筷子消失了 (D)筷子看起來變兩根。

20. 現在有一張由海綿寶寶與派大星合成的變幻圖片(圖六)，請問下列哪一位同學說的是正確的。



圖六 海綿寶寶與派大星的變幻圖片

- (E)妮妮：從正上面垂直向下看的話，看不到任何圖片。  
 (F)大雄：從左邊 45 度角看過去，可以看到派大星，看不到海綿寶寶。  
 (G)胖虎：從左邊 0 度角看過去，看得到派大星，看不到海綿寶寶。  
 (H)鳴人：從左邊 0 度角看過去，看得到海綿寶寶，看不到派大星。

附錄（三）中華民國第五十二屆中小學科學展覽會

物理類第二名-國小組

圖片切換-柱狀透鏡的應用

# 圖片切換-柱狀透鏡的應用

## 摘要

從 Hello Kitty 磁鐵操作中，發現有兩張圖片切換，上方有柱狀透鏡、下方圖片兩張間隔出現。在柱狀透鏡面向中，當以眼睛或取像設備進行實際觀測時，發現左右兩側有對稱現象。當改變柱狀透鏡下方的圖片時，發現有放大情形產生，放大倍率 1.3 倍，並且因觀測角度不同，紅色、綠色、及銀色色塊會發生消長變化，銀色色塊產生是因對面影像反射而來，45 度及 135 度是兩張圖片切換最大色塊的最佳觀測角度，在建立圖片切換模型中，左側影像人在右側可見，右側影像人在右側可見。在間隔圖片的面向中，圖形組成為空白帶：45 度圖形：135 度圖形：空白帶=1：2：2：1。依據上述因素，製作出間隔出現的圖片，再用眼睛不同角度目視出兩張圖片，表示目前實驗成果以直徑 10mm 半圓柱、10 等份圖形切換效果最佳。

## 壹、研究動機

在學校，同學拿出一張 7-11 送的 Hello Kitty 磁鐵，磁鐵表面上有高高低低波浪的形狀，將磁鐵在手中轉動角度，發現會一直變換圖案。一片磁鐵，為什麼可以同時存在多張影像。腦中產生一大堆疑問，想運用規劃實驗來發現圖片切換的原因？

## 貳、研究目的

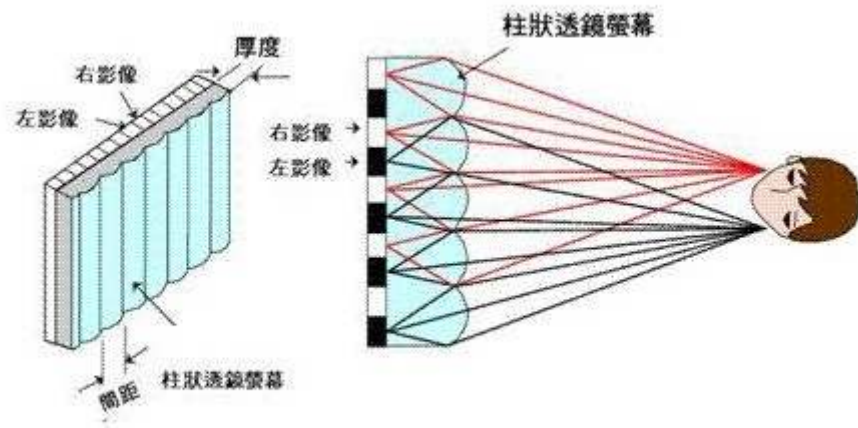
- 一、找出圖片切換問題。
- 二、探討角度對圖片切換的影響。
- 三、探討圖片改變對圖形互換的影響。
- 四、建立圖片切換模型。
- 五、研究如何操控因素製作出圖片切換特效。

## 參、文獻探討

### 一、柱狀透鏡技術：

柱狀透鏡式技術是把一條一條的柱狀透鏡，讓影像光源折射的角度不同，使奇數畫素對及偶數畫素對的影像分別準確地進入肉眼的左眼和右眼，然後在腦中融合成立體影像。柱狀透鏡式技術優點在於因為放進去的眼鏡不是柵欄，所以柱狀透鏡式的電視亮度不會減少，讓觀影者能享受高亮度的 3D 視覺畫面。但缺點在於光線折射的角度一點都不能有絲毫誤差，否則 3D 影像就不能成型，這方面的製作的精準度要求非常高，也大大提高了柱狀透鏡式技術製作的難度。





資料來源：NTT(2004/01)；DIGITIMES(2008/03)

圖 1：柱狀透鏡技術

## 肆、研究器材

電腦、尺、量角器、珍珠板、相機、雷射筆、壓克力半圓棒(直徑 1cm 及 3cm)、美工刀、剪刀、白膠、電池、保利龍裁剪器、白玉板、橡皮擦、名片夾。

## 伍、研究設計

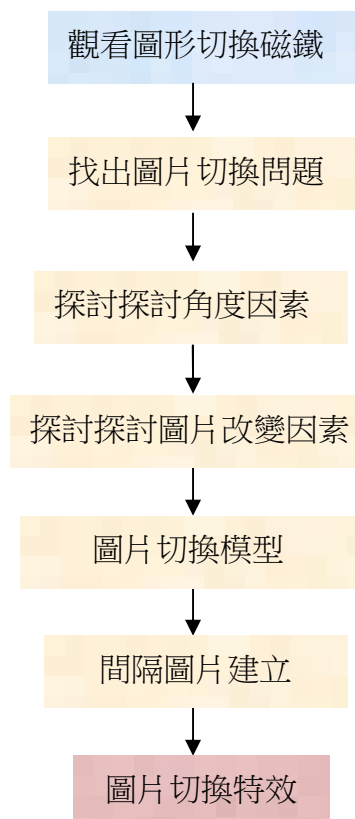


圖 2：圖片切換研究設計

## 陸、研究方法、過程、結果與討論

## 研究一：找出圖片切換問題

**研究方法：**將磁鐵進行觀察，慢慢進行分解工作，並放在顯微鏡下進行觀察，發現磁鐵側面呈現半橢圓的形狀，表面有類似玻璃的波浪性透鏡，經由上網查詢，發現透鏡的名稱為柱狀透鏡。發現內部有兩張不同圖片間隔出現如圖 3 所示，經由討論，匯整問題如下，將問題分為兩大類（1）透鏡的成像原理（2）建立間隔影像圖片

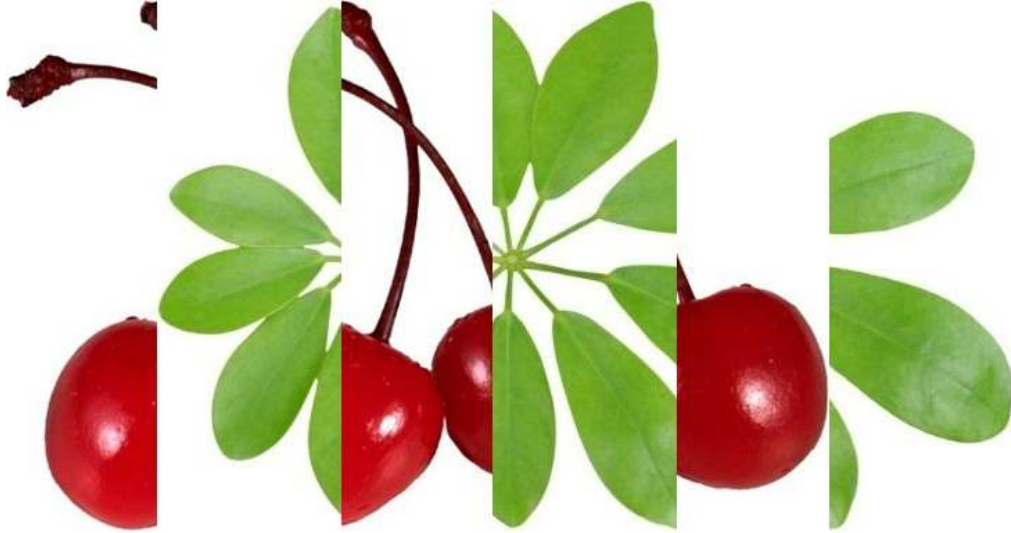


圖 3：圖片切換磁鐵圖案示意圖

### （1）透鏡的成像原理：

為瞭解半圓柱透鏡對圖片的影響，進行透明半圓棒兩面向的實驗，先將半圓棒放在鋼尺上（圖 4）。



圖 4：半圓棒成像－鋼尺

從半圓棒上方觀察，刻度的間隔發生變化，橫向間格有變寬，但縱向直線沒有變形。再將半

圓棒放在自製正方格中（圖 5），方格中標示英文字母及數字。

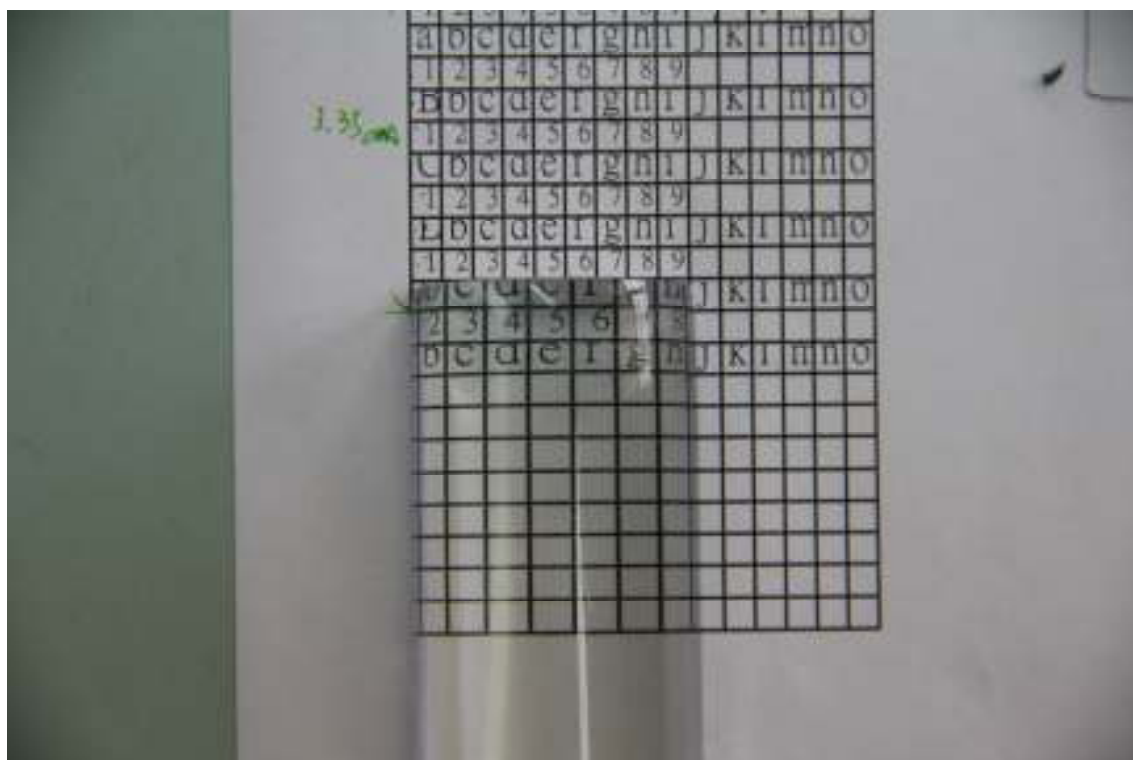


圖 5：半圓棒成像－正方格

經由圖 5 發現，半圓棒下方的字有變形放大情況發生，仔細比較，

- 【1】直線部份有變粗，並且位置有移動，在圓心右側的線往右移，而左側的線往左偏移。
- 【2】橫線部份位置及尺寸沒有顯著變化，但有弧度產生。
- 【3】數字及文字有大小變化及位置移動，但變化率以中間較大、左右兩側較小。

## （2）建立間隔影像圖片：

找尋適當圖片處理軟體進行圖片的切割、組合，選定運用 Photoscope 切割圖形及 Photoimpact 組合圖形。

## 研究二：探討觀測角度對圖片切換的影響

### 研究方法：

- 1.自製刻度，寬度 A1-F1 表半圓棒直徑長度，如圖 6 所示。
- 2.將自製刻度放在底面，將半圓棒放在紙上方，並蓋住 A3-F3。
- 3.拿出自製的量角器靠住半圓棒端面，十字需對準 C3，作為觀察角度的依據。
- 4.用尺將觀察角度延伸，方面觀察。



圖 6：自製刻度

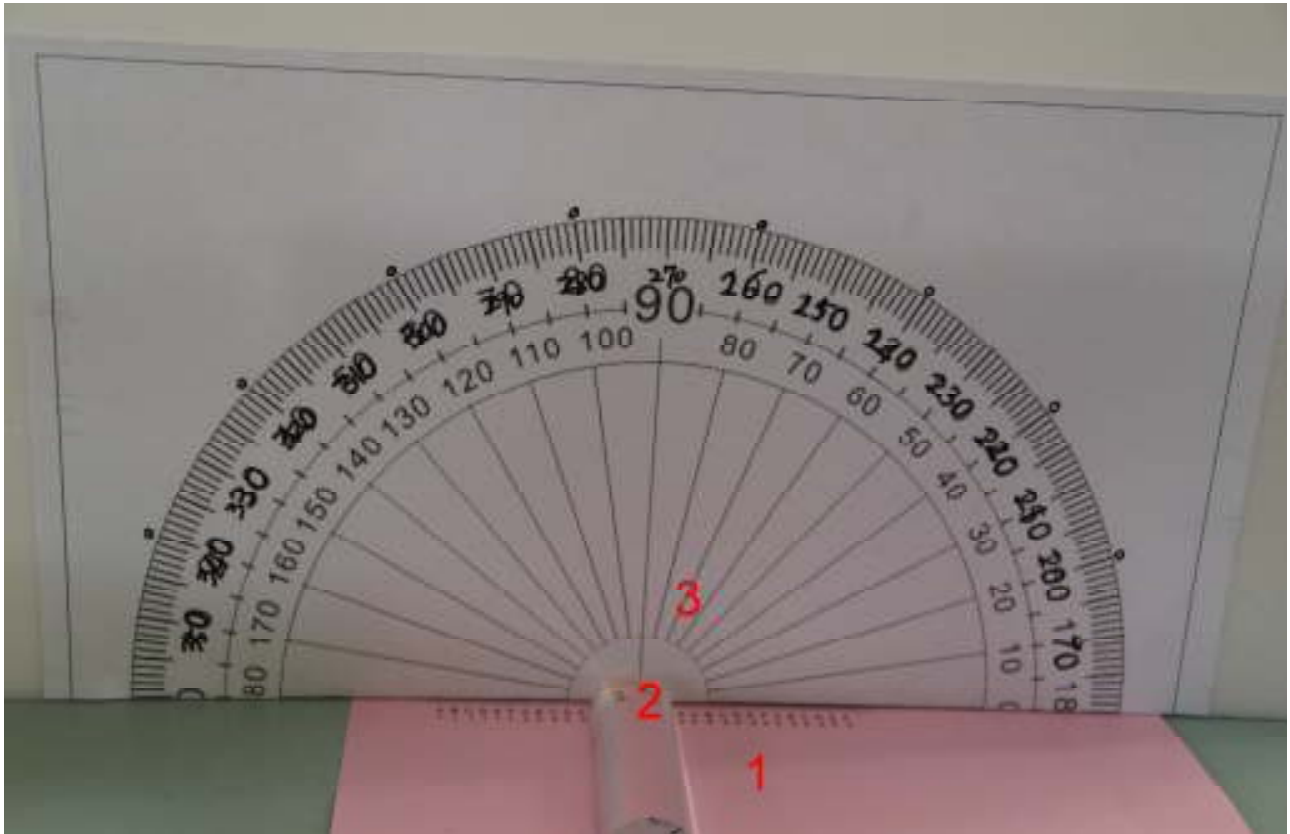


圖 7：探討圖片切換模型的研究方法(1,2,3)

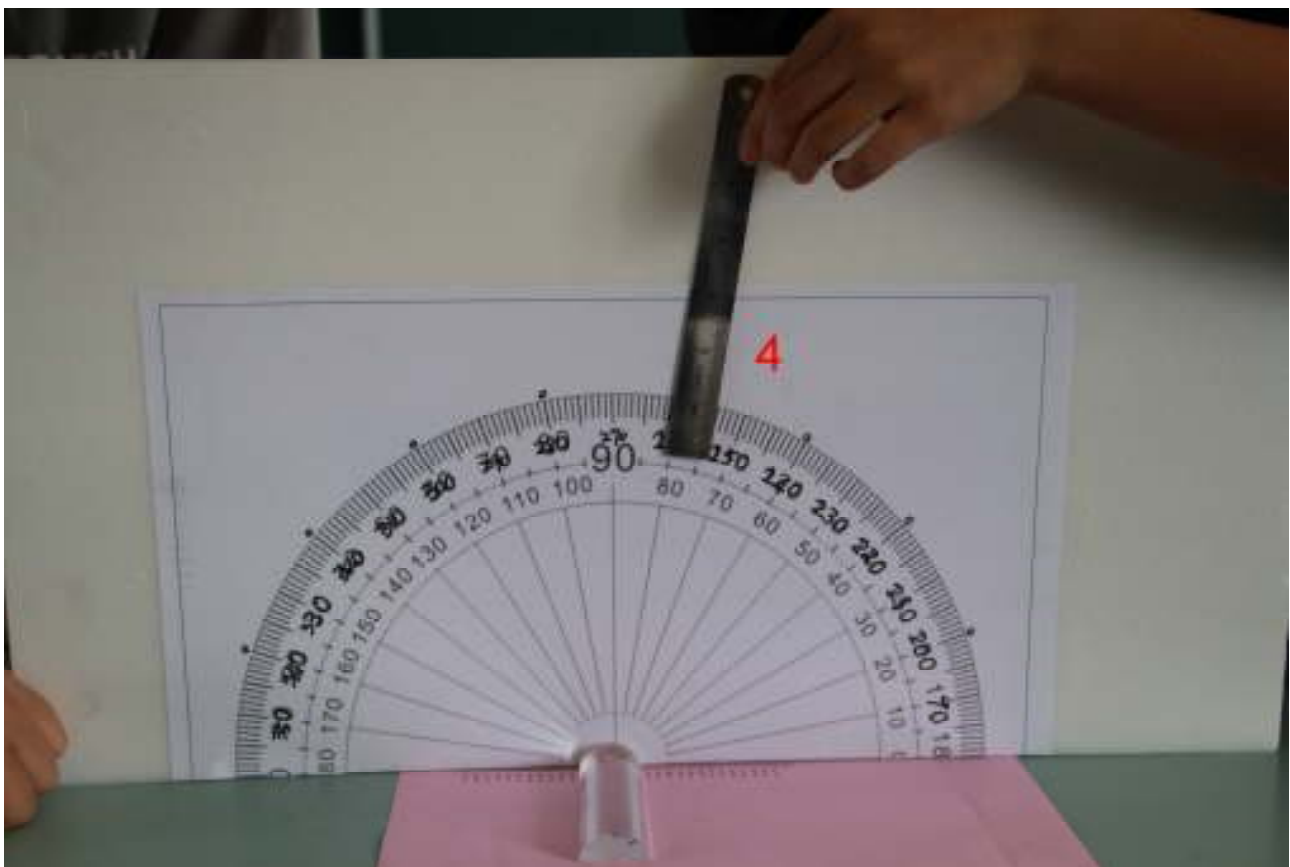


圖 8：探討圖片切換模型的研究方法(4)

### 【實驗一】：改變角度對影像的影響

#### 一、設計：

(一) 控制變因：相機到半圓柱距離。

(二) 操作變因：相機照攝角度（20 度、40 度、60 度、80 度、100 度、120 度、140 度、160 度八種）

二、結果：將相機拍照結果彙整如圖 9 所示：









20 度	40 度
	
60 度	80 度
	
100 度	120 度
	
140 度	160 度
	

圖 9：改變角度對影像的影響



經由逐張審視照片內容，將討論結果整理如圖 10 所示。



圖 10：改變相機照攝角度對影像的影響

從圖 10 中可得知，看到的影像有對稱性情況發生，對稱中心為 90 度，分析如表 1 所示：

表 1：比較對稱位置對影像影響

組別	角度	影像
第 1 組	20 度	看不到
	160 度	看不到
第 2 組	40 度	A3
	140 度	D3
第 3 組	60 度	B3C3
	120 度	B3C3D3
第 4 組	80 度	B3C3D3
	100 度	A3B3C3D3

從表 1 發現，以對稱位置加以分析，發現每一組看到的影像有相關，但從中有差異產生，以第 3 組中 120 度與第 4 組中 100 度，有看到 D3 及 A3 有增加。為了瞭解多柱狀透鏡的影響，以五塊柱狀透鏡放在自製刻度上，每塊柱狀透鏡下皆有 A~F 英文字母，數字 1 表第 1 塊下方的文字，以此類推。進行個別觀察及討論、歸納，將結果寫在黑板上，如圖 11。

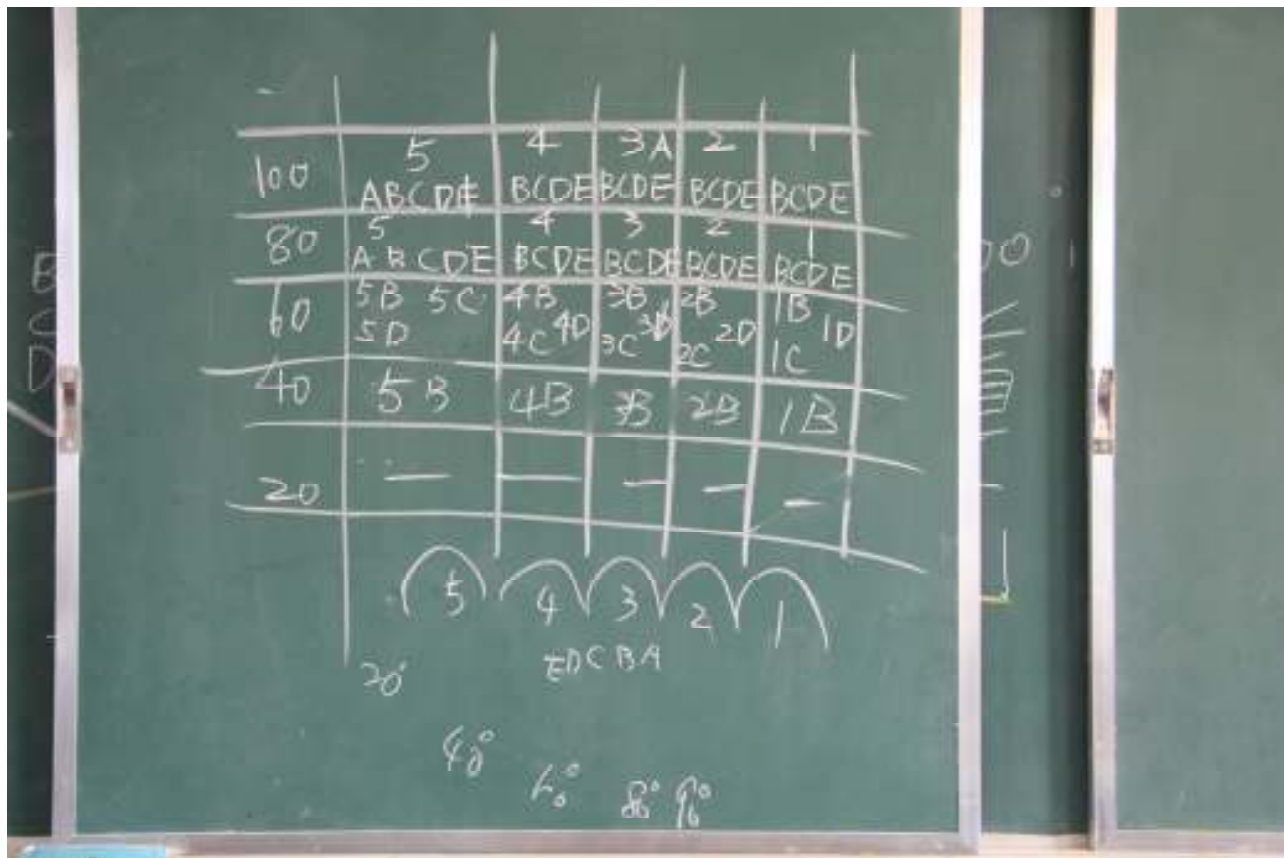


圖 11：5 塊透鏡改變角度對影像的影響

從圖 11 中，5 塊透鏡觀察中影像得知，不同角度，所看到的文字影像幾乎一致。文字內容差異決定於觀測角度。

### 研究三：探討圖片改變對圖形互換的影響

#### 【實驗一】不同角度對圖形互換影響

##### 一、研究方法：

1. 用 Photoimpact 繪畫出一綠色色塊，印出後進行量測，發現要寬度達到直徑 30mm 須 86 像素，所以 1mm 大約為 3 像素。
2. 個別製作寬度為 42 像素的綠色色塊及紅色色塊四組，如圖 12 所示。
3. 將四塊柱狀透鏡放置於紅綠色塊上。
4. 兩人一組進行左右面觀察，並將結果記錄。

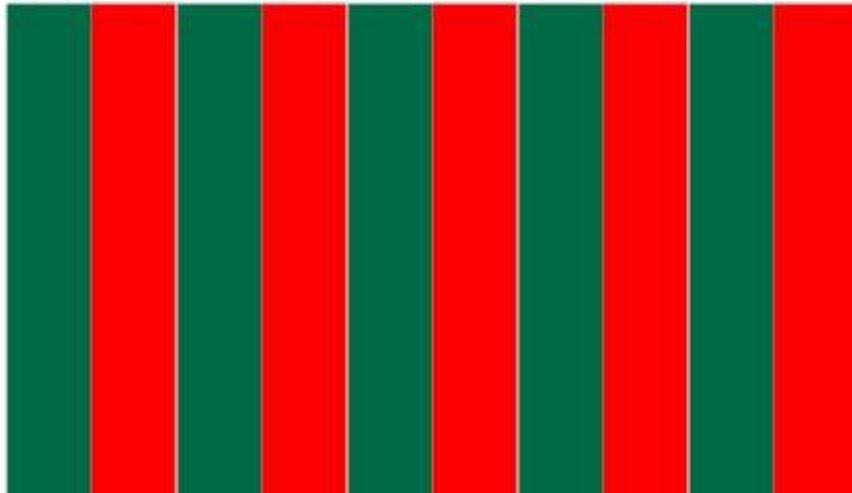






圖 12：紅綠圖片

二、結果：發現移位會造成紅綠帶的消長，實驗結果如下所示。

表 2：比較不同角度對影像影響

角 度	0 到 45 度	45 到 90 度
觀 察 結 果		
分 析	0 度時，銀色色塊最多。隨著角度往 45 度增加，銀色色塊逐步減少，但綠色色塊確逐漸增多，綠色色塊在 45 度達到最大值。	超過 45 度時，紅色色塊出現，當角度逐漸往 90 度增加，紅色色塊愈多、銀色色塊減少，綠色色塊不變，當 90 度時，看到紅色色塊和綠色色塊各佔二分之一。
角 度	90 到 135 度	135 到 180 度
觀 察 結 果		
分 析	超過 90 度時，當角度逐漸往 135 度增加，紅色色塊不變、綠色色塊減少，銀色色塊增加，當 135 度時，綠色色塊已全部消失。	大於 135 度時，當角度逐漸增加，紅色色塊減少，銀色色塊增加，當 180 度時，紅色色塊已全部消失。



經由詳細分析，由於可以觀察到單獨看到紅色色塊及綠色色塊，所以兩張圖片互換是可行的。但由於底下只存在紅綠色塊，銀色色塊是由何處而來？經由多面向觀察，發現銀色色塊是由對面影像反射產生。

## 【實驗二】：比較外圍寬度對圖形互換影響

### 一、設計：

- (一) 控制變因：中央寬度(2 像素)。
- (二) 操作變因：外圍寬度（42、37、32、27、22、17、12、7 度八種），如圖 13 所示。

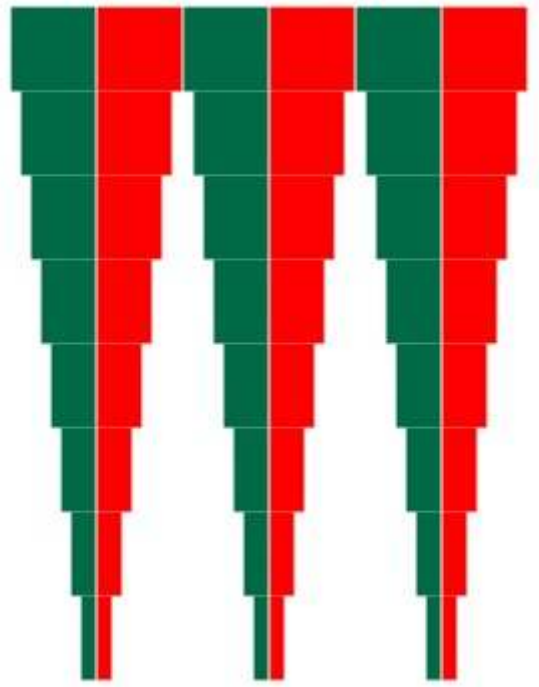
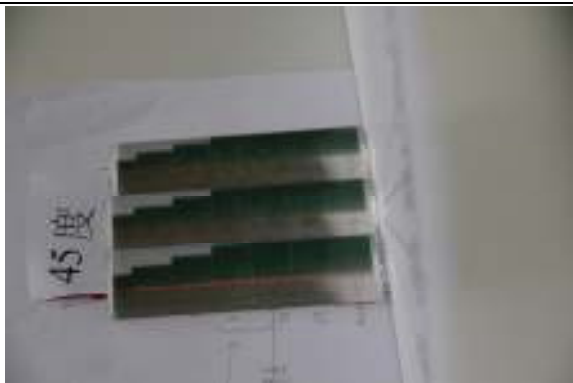



圖 13 比較不同外圍寬度紅綠色塊

### 二、結果：

表 3：比較外圍寬度紅綠色塊對影像影響

角 度	45 度	135 度
觀 察 結 果		
分 析	綠色 32 像素以上，看到綠色色塊寬度一樣。在 32 像素以下時，會有底下白色色塊折射產生。	紅色 32 像素以上，看到紅色色塊寬度一樣。在 32 像素以下時，會有底下白色色塊折射產生。

由於發現柱狀透鏡有放大效用，放大 1.3 倍（32 像素變 42 像素），外圍寬度有影響，改為中央寬度進行下一次實驗。

### 【實驗三】：比較中央寬度對圖形互換影響

#### 一、設計：

- (一) 控制變因：外圍寬度。
- (二) 操作變因：中央寬度（2、5、10、15 像素四種），如圖 14 所示。

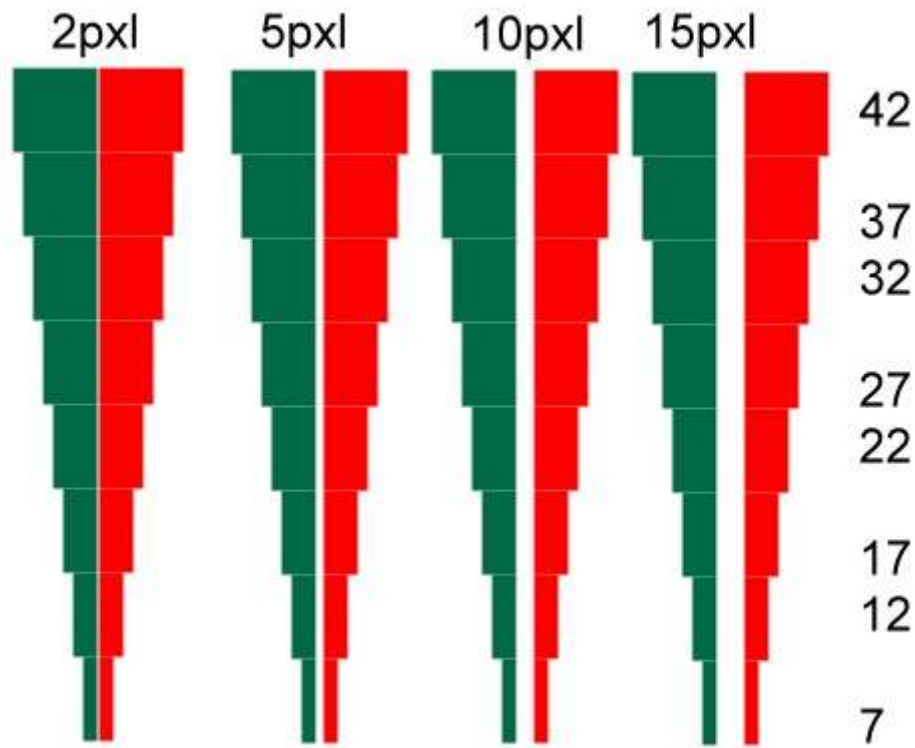

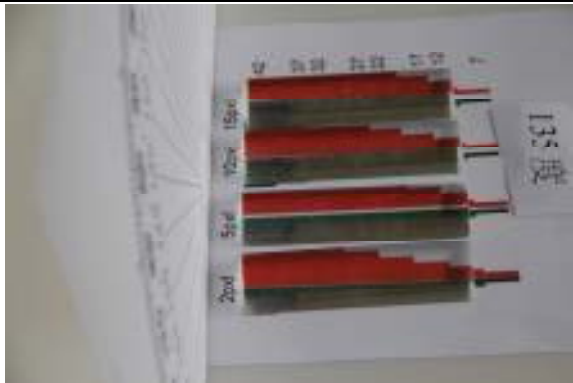


圖 14：比較不同中央寬度紅綠色塊

#### 二、結果：

表 4：比較不同中央寬度紅綠色塊對影像影響

角 度	45 度	135 度
觀 察 結 果		
分 析	中間間隔 2 像素，呈現綠色色塊面積越大。當中央空白寬度越大，也有白色色塊出現。	中間間隔 2 像素，呈現紅色色塊面積越大。當中央空白寬度越大，也有白色色塊出現。

經由觀察，發現處理圖像時，中間不需分開。

## 【實驗四】：比較文字大小對圖形互換影響

### 一、設計：

- (一) 控制變因：中央位置。
- (二) 操作變因：文字大小（大、中、小三種），如圖 15 所示。

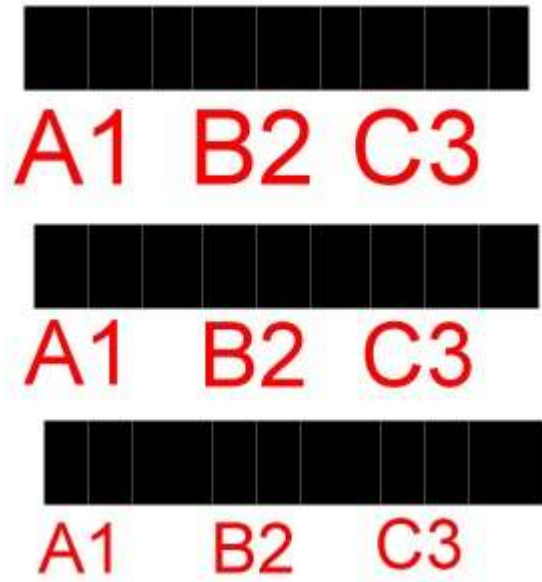

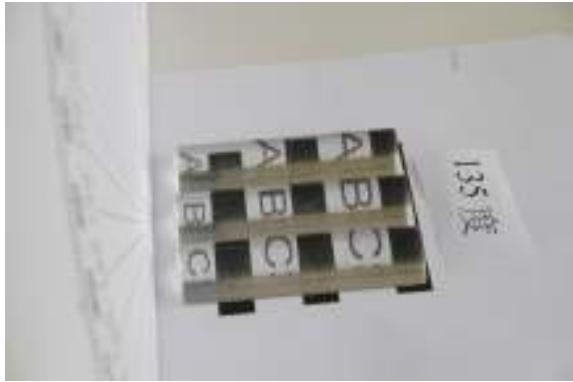


圖 15：文字大小

表 5：比較文字大小對影像影響

角度	45 度	135 度
觀察結果		
分析	可看到數字 123，但 2 和 3 有部份被切割，看不到。	可看到英文字母 ABC，但 A 有部份被切割，看不到。

處理文字時，中央須分開。綜合以上實驗，1mm 等於 3 像素，當使用三根直徑 30mm 半圓柱時，必須將圖寬拉到 90 像素，90 像素由 3 部份組合（空白帶 15 像素+45 度圖形 30 像素+135 度圖形 30 像素+空白帶 15 像素）。

## 研究四：建立圖片切換模型

### 研究方法：

1. 從 google 搜詢量角器的圖片，並貼在白玉板上。
2. 將白玉板黏上半圓刻度，用保麗龍剪裁器切割成半圓形，方便量測時位置移動。
3. 切割高度 10cm 的厚紙板，圍成半圓形，做為觀察的依據。
4. 將半圓棒 5 等分的刻度，黏貼在半圓棒上。
5. 將半圓棒放置於量角器中央位置。
6. 將簡報用的雷射筆裝置在名片立牌中，並用橡皮擦加以固定。
7. 將雷射筆依量角度刻度擺放後，打開雷射，並調整入射點位置需在十字位置。
8. 雷射經由兩次折射後，會射出半圓棒並出現在厚紙板製的柵欄上

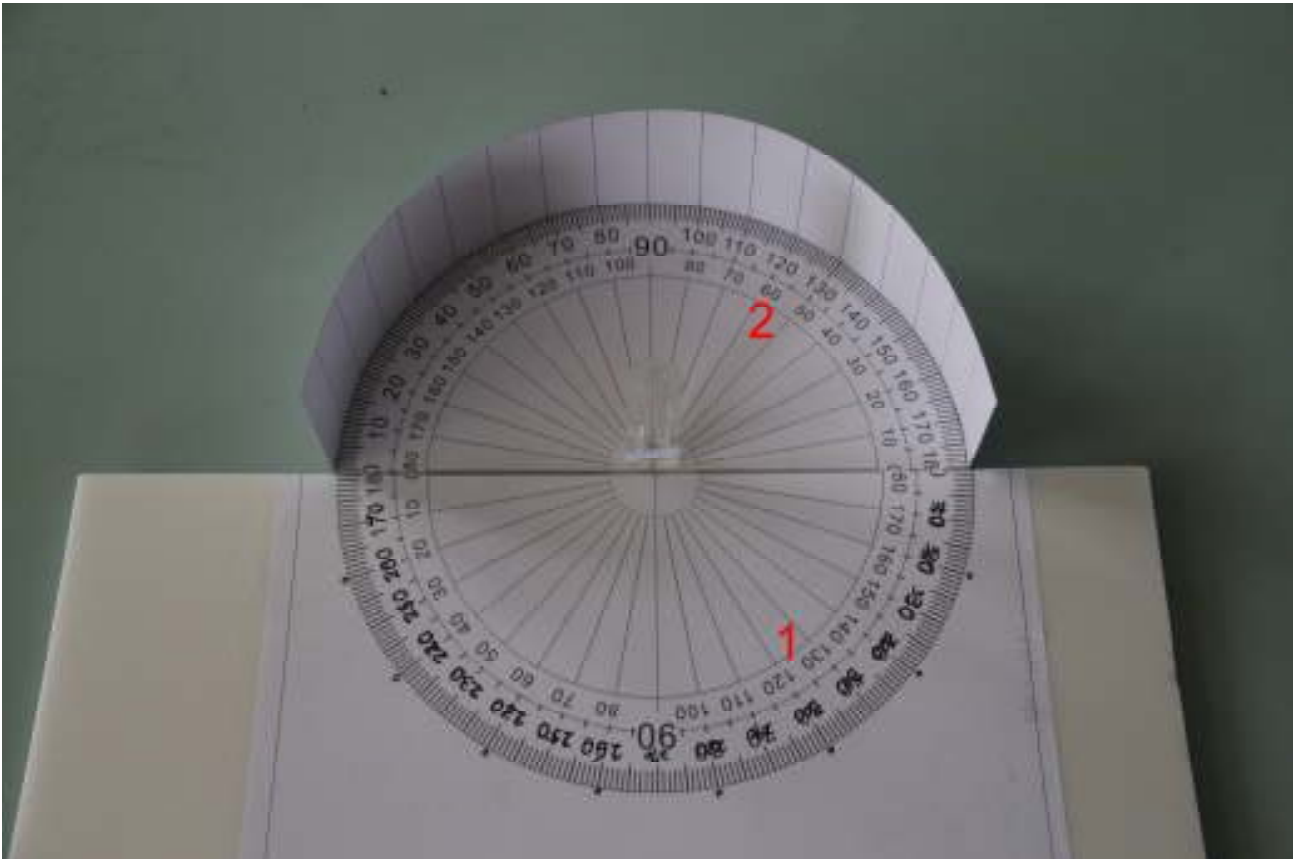


圖 16：探討影響探討影響圖片切換的位置因素的研究方法（1,2）

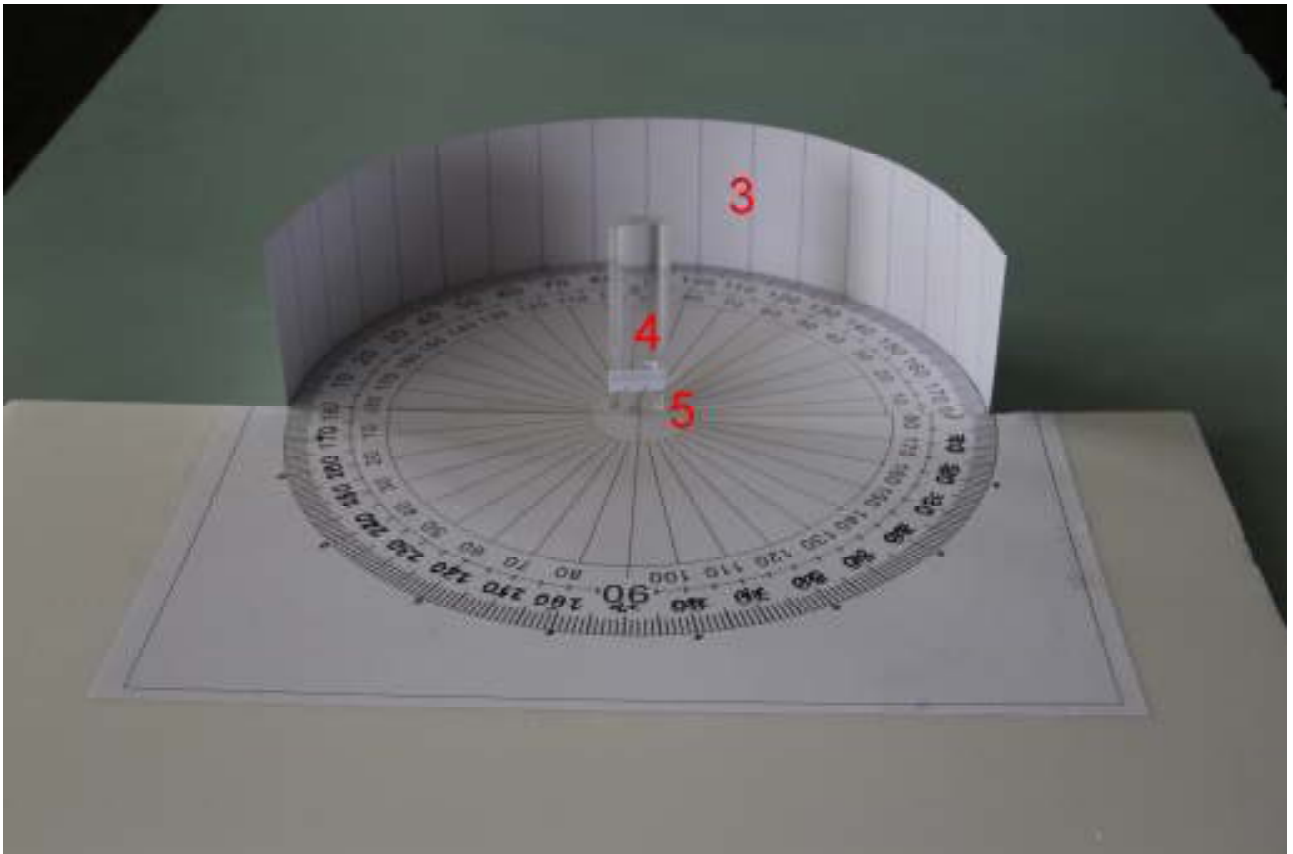


圖 17：探討影響探討影響圖片切換的位置因素的研究方法（3,4,5）



圖 18：探討影響探討影響圖片切換的位置因素的研究方法（6,7,8）

## 【實驗一】：改變入射角度對出射角位置影響

### 一、設計：

- (一) 控制變因：入射位置 (15mm)、雷射至稜形透鏡距離。
- (二) 操作變因：入射角度 (200 度、220 度、240 度、260 度、280 度、300 度、320 度、340 度八種)。

### 二、結果：

在同樣的入射位置的情況下，以雷射光直線前進無折射情況做比較，當與垂直面 270 度差異量越大時，發現出射角角度折射偏移角度越大。

表 6：比較不同入射角度產生的出射角位置影響

入射角	出射角				
	1	2	3	平均值	無折射
200 度	125	130	130	128	160
220 度	120	120	120	120	140
240 度	110	110	107	109	120
260 度	100	100	96	99	100
280 度	85	85	85	85	80
300 度	73	73	75	74	60
320 度	63	60	60	61	40
340 度	65	65	60	63	20

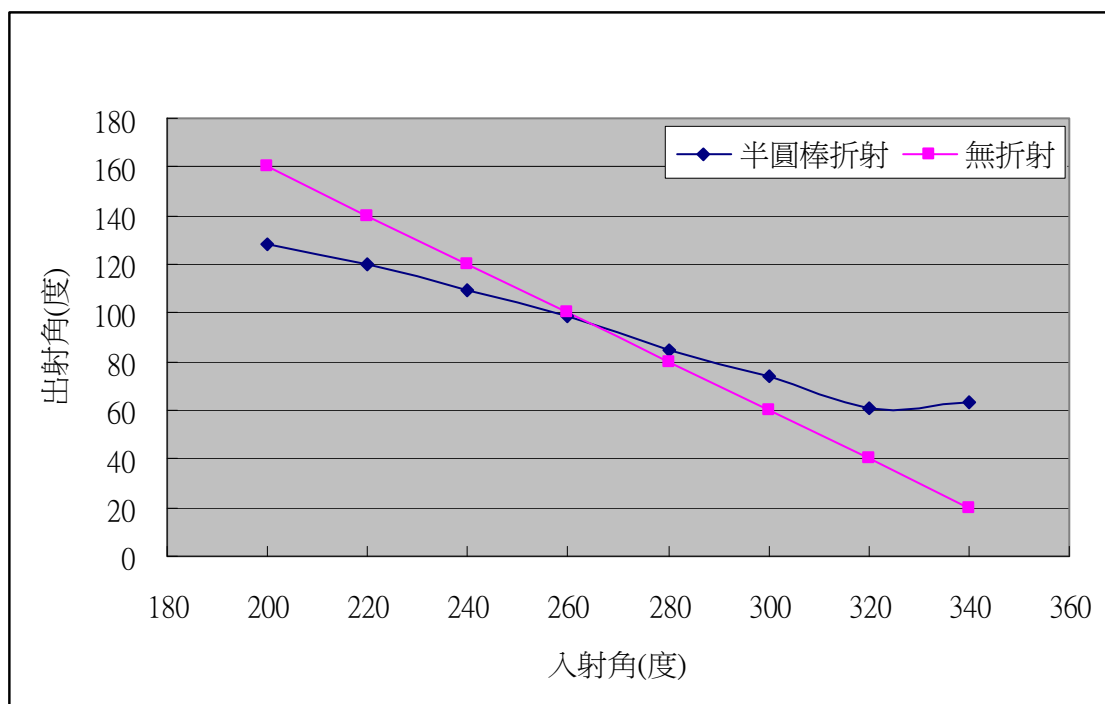


圖 19：比較不同入射角度產生的出射角位置影響

## 【實驗二】：改變入射位置對出射角位置影響

### 一、設計：

- (一) 控制變因：入射角度 (280 度)、雷射至稜形透鏡距離。  
(二) 操作變因：入射位置 (5mm、10mm、15mm、20mm、25mm)。

### 二、結果：

在同樣的入射角度的情況下，以雷射光直線前進無折射情況做比較，半圓棒的中心點為 15mm，從圖 20 可知，離中心點越遠，出射角位置產生折射偏移越大。

表 7：比較不同入射位置產生的出射角位置影響

出射角					
入射位置	1	2	3	平均值	無折射
5mm	115	115	115	115	80
10mm	90	95	90	92	80
15mm	85	85	85	85	80
20mm	75	79	80	78	80
25mm	65	60	65	63	80

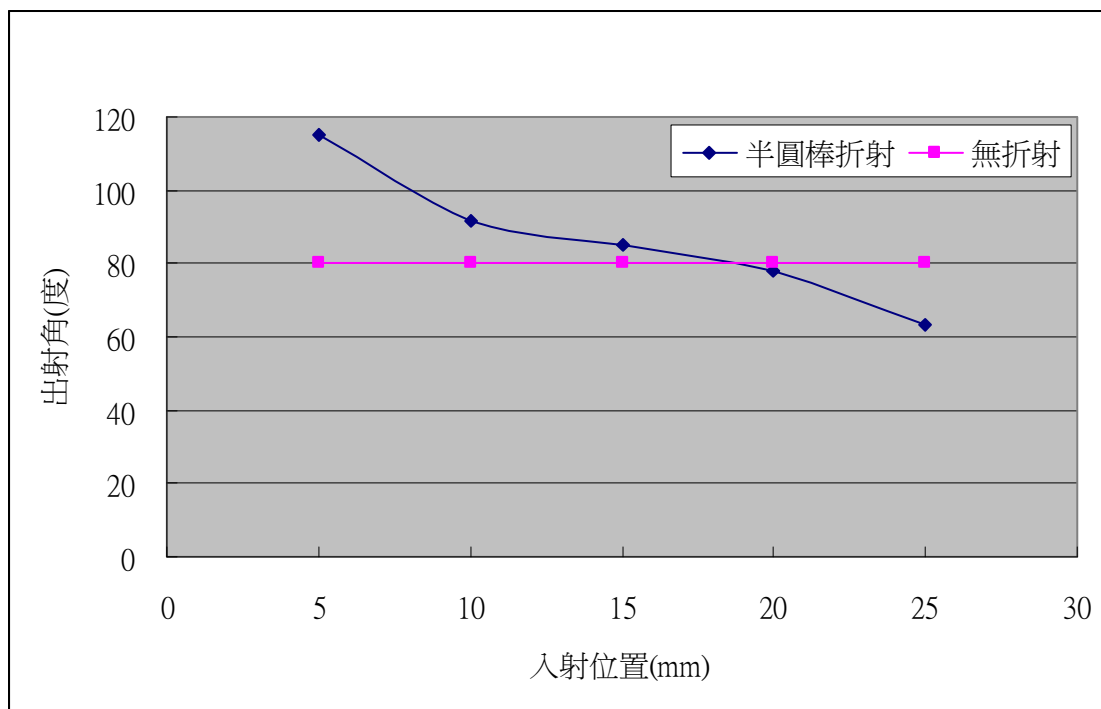


圖 20：比較不同入射位置產生的出射角位置影響



### 【實驗三】：改變入射位置及入射角度對出射角位置影響

#### 一、設計：

（一）控制變因：雷射至稜形透鏡距離。

（二）操作變因：入射位置（5mm、10mm、15mm、20mm、25mm 五種）、入射角度（200 度、220 度、240 度、260 度、280 度、300 度、320 度、340 度八種）。

#### 二、結果：

為充分瞭解入射角及入射位置對出射角的影響，進行 120 次實驗，實驗結果如表 8。

由表 8 得知，入射位置改變，出射角角度差值最大為 60 度。而當入射角度變化時，出射角角度差值最大為 75 度。

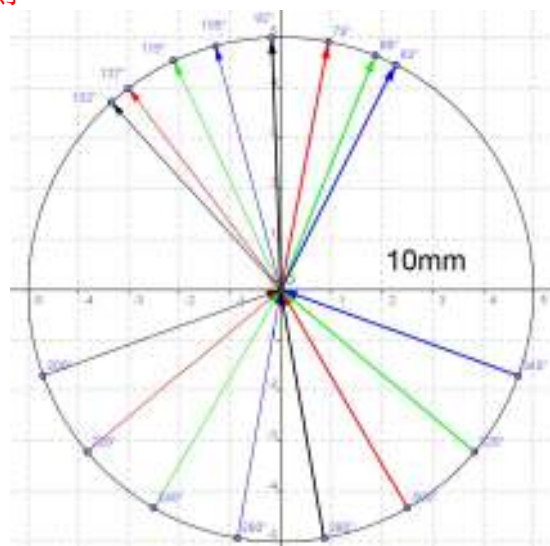
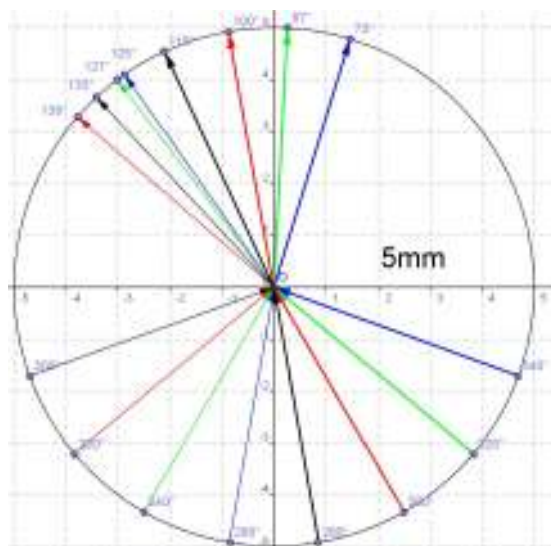
表 8：比較不同入射位置及入射角度產生的出射角位置影響

入射點	5mm			10mm			15mm			20mm			25mm		
200 度	135	135	130	130	135	130	125	130	130	<u>125</u>	125	120	115	110	115
220 度	140	138	140	125	130	125	120	120	120	110	110	115	100	100	95
240 度	125	130	125	113	116	115	110	110	107	101	100	100	80	90	80
260 度	120	<u>130</u>	125	105	105	105	100	100	96	90	83	90	70	<u>70</u>	75
280 度	115	115	115	90	95	90	85	85	85	75	79	80	65	60	65
300 度	100	100	100	78	80	80	73	73	75	65	65	65	50	50	55
320 度	85	90	85	65	70	70	63	60	60	58	52	60	50	45	50
340 度	75	75	70	65	60	65	65	65	60	<u>50</u>	55	50	45	40	45

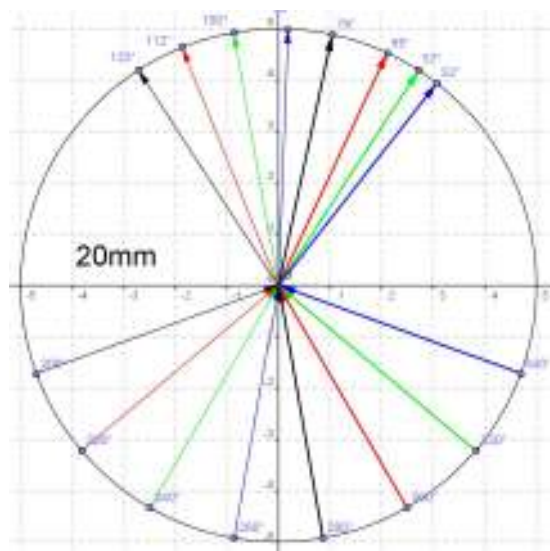
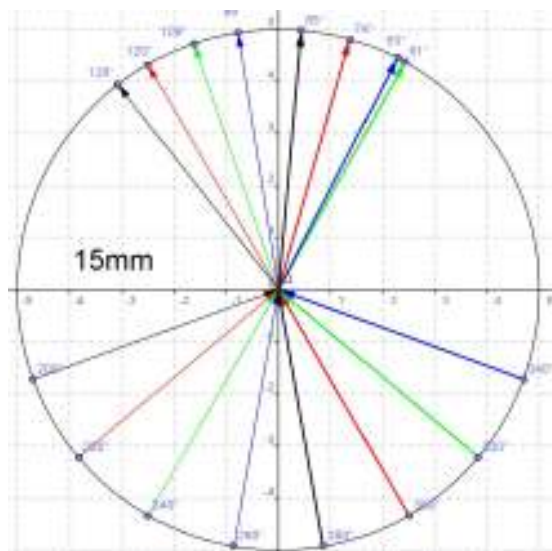
### 【實驗四】：建立圖片切換模型：

將表 8 資料圖形化，以四面向進行分析圖片切換模型（1）左側（2）右側（3）中間（4）模型建立

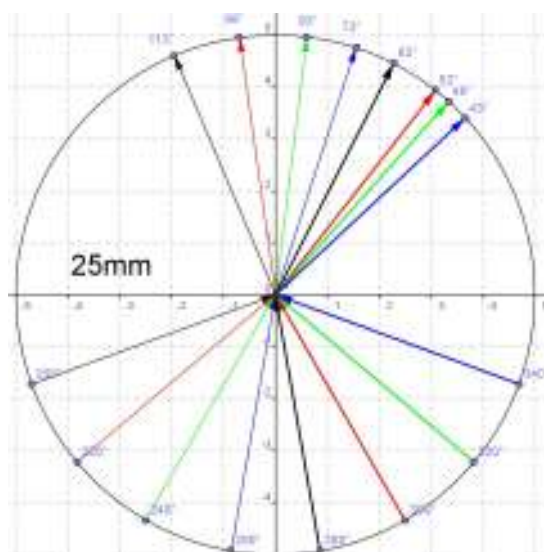
(1) 左側



(2) 右側



(3) 中間



## (4) 建立模型

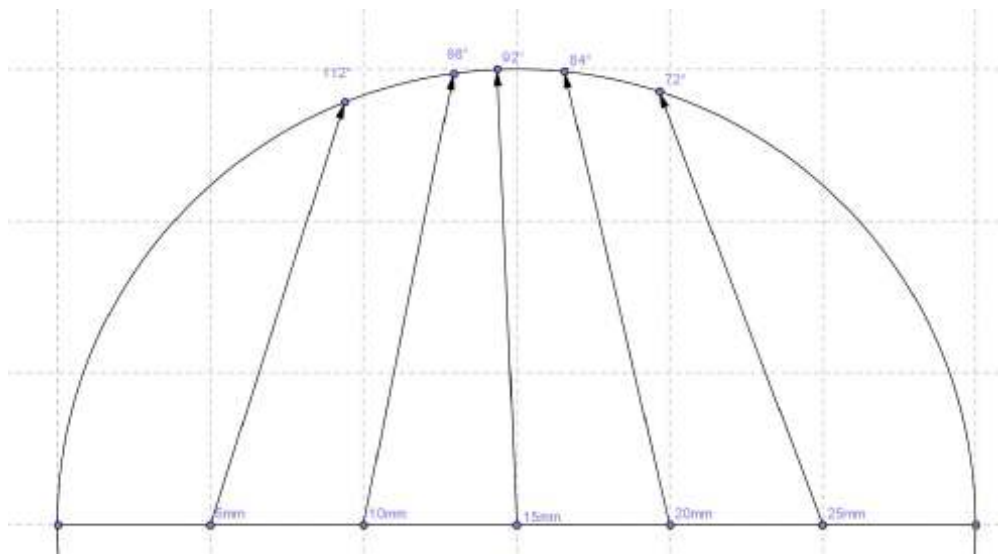


圖 21：圖片切換模型建立

由模型觀察可知，當從 5mm 及 10mm 處射入，人會在右方看到影像。20mm 及 25mm 射入時，發現人會在左方看到影像。中間部份的影像，在 90 度時，人才能看見。

### 研究五：研究如何操控因素製作出圖片切換特效。

#### 【實驗一】自製文字圖片切換特效

##### 一、研究方法：

- 1.5 根直徑 30mm 半圓柱，總共寬度為 150mm，總共像素為 450 像素。
- 2.將原圖的寬度調為 450 像素。
- 3.使用 Photoscope 分別切割 A 圖形及 B 圖形。
- 4.再使用 photoimpact 中 grid 功能，間隔設定為 30 像素，將 A 圖形及 B 圖形分別放入，如圖 22 所示。

空 白	A1	B1	空 白	A2	B2	空 白	A3	B3	空 白	A4	B4	空 白	A5	B5
--------	----	----	--------	----	----	--------	----	----	--------	----	----	--------	----	----

圖 22：圖片切割模型

表 9：自製文字圖片切換特效

角 度	原圖	45 度
觀 察 結 果		
分 析	自製文字圖片，下方刻度表示 5 塊柱狀透鏡的放置位置。	由 45 度進行觀測，看到英文字母 ABCDE。
角 度	90 度	135 度
觀 察 結 果		
分 析	由 90 度進行觀測，同時可看見看到英文字母 ABCDE 及數字 12345。	由 135 度進行觀測，看到數字 12345。

## 【實驗二】自製圖形圖片切換特效（5 等份）

### 一、設計：

- （一）控制變因：直徑 30mm 半圓柱、五等份自製特效圖片如圖 23 所示。
- （二）操作變因：觀測角度（45 度、135 度）。

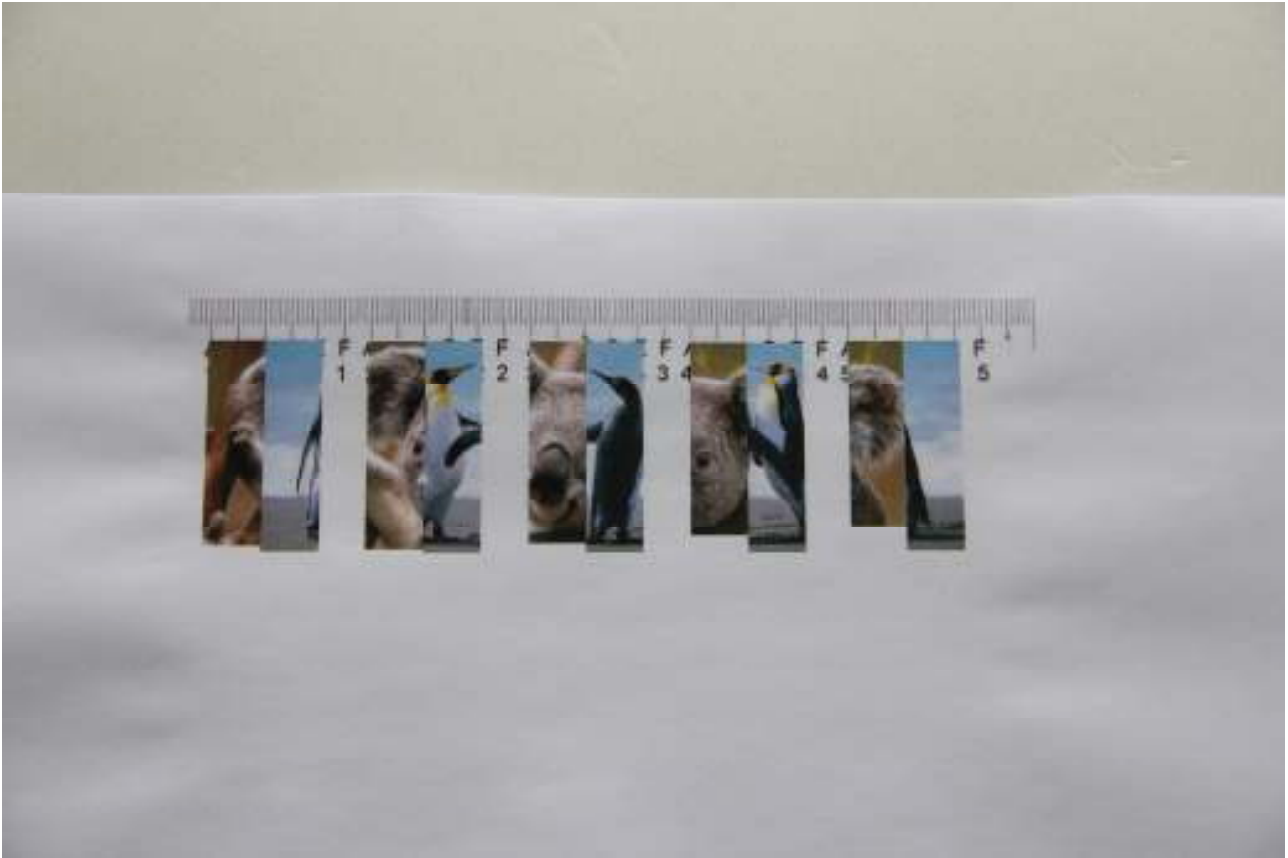




圖 23：5 等份自製圖片切換圖形

### 二、結果：

表 10：自製圖形圖片切換特效

角 度	45 度	135 度
觀 察 結 果		
分 析	看到企鵝出現，但中間有銀色帶出現。	看到無尾熊出現，但中間有銀色帶出現。

從表 10 中可知，經由 45 度及 135 度觀看，發現可分別看到企鵝及無尾熊的圖形切換但因有銀色帶出現，所以有間隔產生。要減少銀色帶的影響，將直徑 30mm 改成 10mm 進行實驗

### 【實驗三】自製圖形圖片切換特效（10 等份）

#### 一、設計：



- （一）控制變因：直徑 10mm 半圓柱、10 等份自製特效圖片如圖 24 所示。
- （二）操作變因：觀測角度（45 度、135 度）。



圖 24：10 等份自製圖片切換圖形

#### 二、結果：

表 11：自製 10 等份圖形圖片切換特效

角 度	45 度	135 度
觀 察 結 果		
分 析	看到企鵝出現，中間有銀色帶出現，但跟 5 等份直徑 3 公分半圓柱比較，已經大符度減少。	看到無尾熊出現，銀色帶影響明顯減少。

從表 11 中可知，經由 45 度及 135 度觀看，發現可分別看到企鵝及無尾熊的圖形切換，銀色帶已經減少，從此實驗推知，當半圓柱直徑變小，等份數越多時，所看到圖形切換的圖形越完整。



## 柒、研究結論

1. 從操作圖形互換磁鐵，發現影響圖形互換問題分為兩類：一為上方柱狀透鏡，另一個下方間隔圖案。
2. 用雷射筆表示影像的移動，打到柵欄的點，表示出眼睛可經由此位置看到影像，發現入射角度及入射位置對出射位置都有影響，越傾斜時，與未經折射比較，發現偏移角度越大。
3. 當以眼睛或取像設備進行實際觀測時，發現左方看到影像與右方看到影像有對稱現象，與研究二進行對照，發現雷射筆也有此現象。
4. 探討圖片改變對圖形互換的影響中發現目視影像有兩種來源，一由對面反射而來，另一種從下方經由折射產生。因觀測角度改變，紅、綠、銀色色塊會產生變化，其中 45 度、90 度及 135 度為各色塊轉換點。圖像中間部位不用分離，但文字部位會放大變形，需要有間隔。
5. 由觀測模型是左側影像人要站在右側才能看見、而右側影像人要站在左側才能看見。
6. 半圓柱下方圖形由空白帶、45 度圖形、135 度圖形，三者關係為：  
空白帶：45 度圖形：135 度圖形：空白帶=1：2：2：1。
7. 充分掌握圖片切換的形成原理後，可利用影響因素製作出圖片切換特效。當半圓柱直徑越小，切割等份數越多，此時所看到圖形越完整，銀色帶的影響越不明顯。

## 捌、參考資料

1. 癮科技談 3D (06) 裸眼看 3D (二) 柱狀透鏡式技術：  
<http://chinese.engadget.com/2010/09/10/3d-column-06/>
2. 徐之海，塑膠光學，科學月刊(0288) 1993 年 12 月
3. 呂思慧、高德衡，身歷其境 --- 有關 3D 影像照片之物理原理的探討，中華民國第 42 屆國中小學科學展覽會高中組
4. ファイル:Gay flag.svg：  
[http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay\\_flag.svg](http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay_flag.svg)
5. PhotoImpact 立體圖像後製作(Anaglyph 紅青眼鏡)：  
<http://www.youtube.com/watch?v=9Cu1BdQRo0Y>
6. 3d 視覺：<http://www.lhes.tcc.edu.tw/moodle/mod/resource/view.php?id=964>
7. 許精益、黃乙白，3D 立體顯示技術之發展與研究，p1-8，光學工程 第九十八期 96.06



## 附錄（四）科學教育月刊第 369 期

### 圖片切換--柱狀透鏡的應用

# 圖片切換--柱狀透鏡的應用

紀慶隆<sup>1</sup> 林建隆<sup>2</sup> 吳友烈<sup>3</sup> 廖庭農<sup>4</sup> 李義評<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>臺中市立龍海國民小學

<sup>2</sup>國立彰化師範大學 物理系

<sup>3</sup>國立勤益科技大學 冷凍空調與能源系

<sup>4</sup>新竹縣立寶山國民中學

## 壹、前言

筆者在小學校園下課時，某小朋友拿出一張 7-11 多年前送的 Hello Kitty 磁鐵，磁鐵表面上有高高低低波浪的形狀，將磁鐵在手中轉動角度，發現圖案會隨著變換，感覺好像在動。小朋友想了又想，一片磁鐵，為什麼可以同時存在多張影像？很想實際自己動手做做看，並找出怎樣的角速度旋轉就會讓圖片變換。詢問筆者是否有辦法做出類似的特效，於是著手進行研究此現象並期望能實際做出圖形切換，來解答同學的疑惑。

## 貳、研究設備及器材

電腦、尺、量角器、珍珠板、相機、壓克力半圓棒(直徑 10mm 及 30mm)、美工刀、剪刀、白膠、保利龍裁剪器、白玉板、橡皮擦、名片夾。

## 參、實驗方法與結果

將 Hello Kitty 磁鐵放在顯微鏡下進行觀察，發現磁鐵側面呈現半橢圓的形狀，表

面有類似玻璃的波浪形透鏡，經查證名稱爲柱狀透鏡。發現內部有兩張不同圖片間隔出現如圖 1 所示，因此將圖片切換原理分爲兩大類：一爲透鏡的成像原理，二爲建立間隔影像圖片。



圖 1 圖片切換磁鐵圖案示意圖

### 一、透鏡的成像原因

為瞭解半圓柱透鏡對圖片的影響，進行透明半圓棒兩面向的實驗，將半圓棒放在自製正方格中（如圖 2），方格中標示英文字母及數字。

經由圖 2 發現，半圓棒下方的字有變形放大情況發生，仔細比較發現，直線部份有變粗，並且位置有移動，在圓心右側的線往右移，而左側的線往左偏移。（橫線部份位置及尺寸沒有顯著變化，但有弧度產生。）數字及文字有大小變化及位置移動，但變化率以中間較大、左右兩側較小。

\*爲本文通訊作者

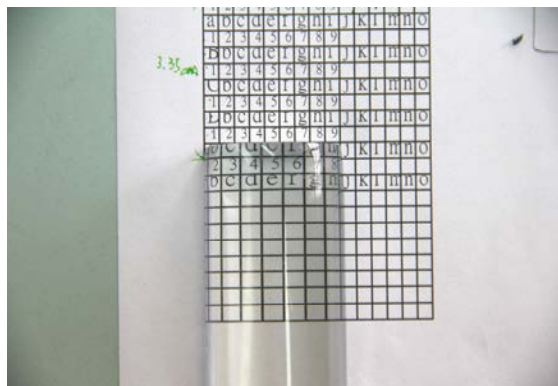


圖 2 半圓棒成像—正方格

### (一)不同角度對圖形互換影響

1. 用 Photoimpact 繪畫出一綠色色塊，製作寬度為 1.5cm 的綠色色塊及紅色色塊四組示。將五塊柱狀透鏡放置於紅綠色塊上。
2. 將柱狀透鏡後放一量角器(如圖 3、圖 4)，改變相機拍攝角度，看紅綠色帶影像的變化。

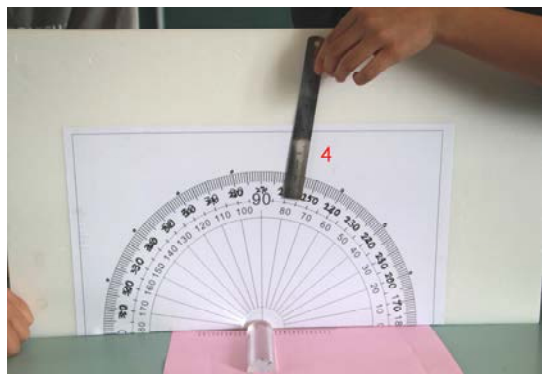


圖 3 測量拍攝角度示意圖 A

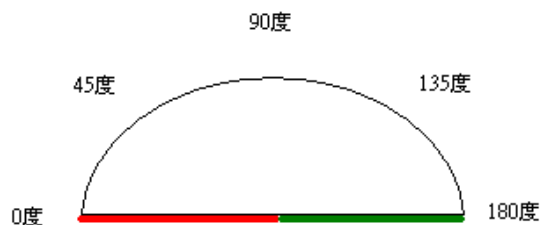


圖 4 測量拍攝角度示意圖 B

從 0 度開始移動至 180 度，結果是 0 度時，看到的銀色色塊，沒有紅、綠的色塊。隨著角度往 45 度增加，銀色色塊逐步減少，而綠色色塊逐漸增多，綠色色塊在 45 度達到最大值。超過 45 度時，紅色色塊出現，當角度逐漸往 90 度增加，紅色色塊愈多、銀色色塊減少，綠色色塊不變，當 90 度時，看到紅色色塊和綠色色塊各佔二分之一，超過 90 度時，當角度逐漸往 135 度增加，紅色色塊不變、綠色色塊減少，銀色色塊增加，當 135 度時，綠色色塊已全部消失(如圖 5)。大於 135 度時，當角度逐漸增加，紅色色塊減少，銀色色塊增加，當 180 度時，紅色色塊已全部消失。(表 1)

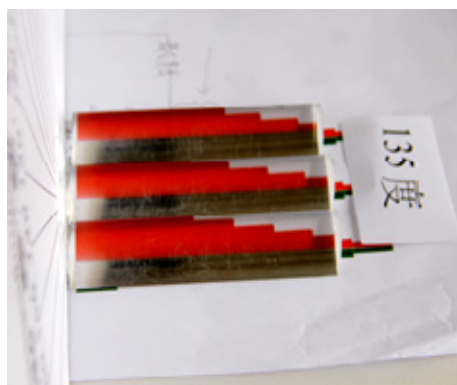


圖 5 135 度拍攝的變化情形

發現不同角度造成紅綠帶的消長，當在 45 度可以單獨觀察到紅色色塊，135 度可以單獨觀察到綠色色塊，所以兩張圖片互換是可行的。但不存於原來底圖的銀色色塊從何而來？當底圖的光從壓克力透射出來，超過某個角度會產生全反射，無法穿過半圓柱界面，所以底圖影像無法看到。此時人站在右側進行觀察時，看到的銀色色塊是左側的折射像。

表 1 觀看角度 0 度至 180 度的色塊變化

觀看角度	紅區塊	綠區塊	銀區塊
0 度	無	無	最大值
0 度至 45 度	無	漸漸增加，45 度最大值	漸漸減少
45 度至 90 度	漸漸增加，90 度時最大值	最大值不變	漸漸減少，90 度時消失
90 度至 135 度	最大值不變	漸漸減少，135 度時消失	漸漸增加
135 度至 180 度	漸漸減少，180 度時消失	無	漸漸增加，180 度時最大值

## 二、建立間隔影像圖片

找尋適當圖片處理軟體進行圖片的切割、組合，研究者選定運用 Photoscope 切割圖形及 Photoimpact 組合圖形。

### (一) 自製文字圖片切換特效

1. 使用 5 根直徑 30mm 半圓柱，總共寬度為 150mm，總共像素為 450 像素。將原圖的寬度調為 450 像素。使用 Photoscope 分別切割 A 圖形及 B 圖形。
2. 再使用 photoimpact 中 grid 功能，間隔設定為 30 像素，將 A 圖形及 B 圖形分別放入(如圖 6)。

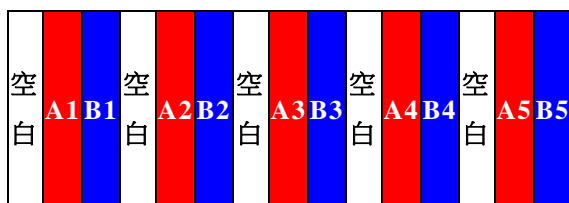


圖 6 圖片切割模型

3. 接著製作純文字的圖片，將 5 根 30mm 的半圓柱透鏡的放置在下方刻度上。從 45 度、90 度及 135 度位置進行觀

測。結果是由 45 度進行觀測，看到英文字母 ABCDE(如圖 7)。



圖 7 文字圖片 45 度觀測結果

由 90 度進行觀測，同時可看見看到英文字母 ABCDE 及數字 12345(如圖 8)。



圖 8 文字圖片 90 度觀測結果

由 135 度進行觀測，看到數字 12345 (如圖 9)。雖然仍有銀色帶，但因每個數及英文字母是各自獨立的，並不影響文字的完整性。



圖 9 文字圖片 135 度觀測結果

## (二)自製圖形圖片切換特效

### 1. 將自製圖形圖片分割為 5 等份

使用直徑 30mm 半圓柱、將兩張圖片製成五等份自製特效圖片(如圖 10)，觀測角度為 45 度及 135 度。

結果經由 45 度及 135 度觀看，發現可分別看到企鵝(如圖 11)及無尾熊(如圖 12)的圖形切換但因有銀色帶出現，所以有間隔產生。為了要減少銀色帶的影響，於是將直徑 30mm 的半圓柱改成 10mm 的半圓柱再製作一次。

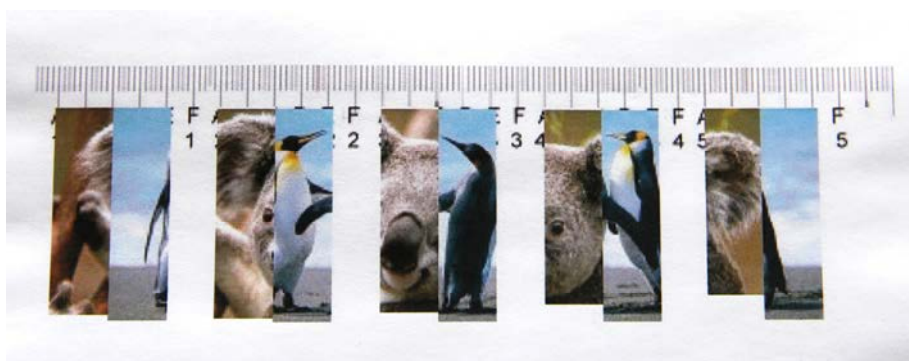


圖 10 5 等份自製特效圖片

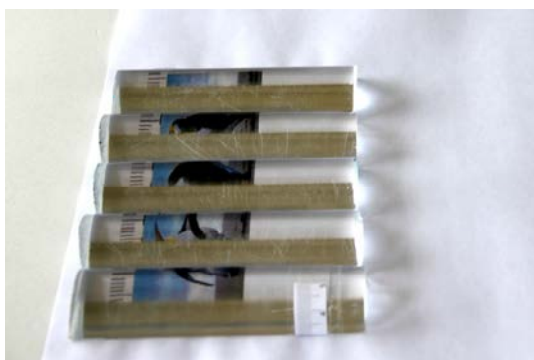


圖 11 5 等份圖片 45 度觀測結果

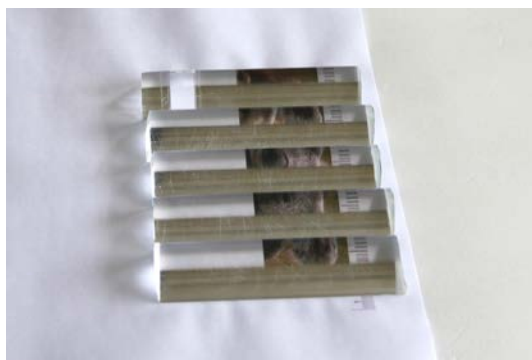


圖 12 5 等份圖片 135 度觀測結果



## 2. 將自製圖形圖片分割為 10 等份

以上述(5 等份)的觀測角度,但改使用直徑 10mm 半圓柱、10 等份自製特效圖片(如圖 13)。



圖 13 10 等份自製特效圖片

結果經由 45 度及 135 度觀看,發現可分別看到企鵝(如圖 14)及無尾熊(如圖 15)的圖形切換,銀色帶已經減少,從此實驗推知,當半圓柱直徑變小,等份數越多時,所看到圖形切換的圖形越完整。

## 肆、結語

本文是在掌握圖片切換的形成原理後,可利用影響因素製作出圖片切換特效。45 度及 135 度是兩張圖片切換最大色塊的最佳觀測角度,因此在製作圖形時,透鏡下方圖形的寬度大小,由空白帶、45 度圖形、135 度圖形,三者關係為:空白帶:45 度圖形:135 度圖形:空白帶=1:2:2:1。可以試著使用直徑更小的半圓柱透鏡,圖形切割得更細長、更多份,會使所看到的圖形更趨完整,銀色帶的影響更小。

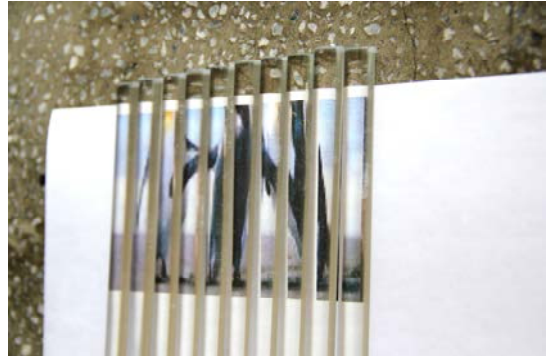


圖 14 10 等份圖片 45 度觀測結果



圖 15 10 等份圖片 135 度觀測結果

## 參考資料

- 呂思慧、高德衡(2002)。身歷其境 --- 有關 3D 影像照片之物理原理的探討。中華民國第 42 屆國中小學科學展覽會高中組應用科學類,未出版,台北。
- 徐之海(1993)。塑膠光學。科學月刊資料庫。
- 許精益、黃乙白(2007)。3D 立體顯示技術之發展與研究。光學工程, 98, 1~85。
- ファイル:Gay flag.svg: [http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay\\_flag.svg](http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay_flag.svg)
- PhotoImpact 立體圖像後製作 (Anaglyph 紅青眼鏡): <http://www.youtube.com/watch?v=9Cu1BdQRo0Y>
- 3d 視覺: <http://www.lhes.tcc.edu.tw/moodle/mod/resource/view.php?id=964>
- 癮科技談 3D (06) 裸眼看 3D (二) 柱狀透鏡式技術: <http://chinese.engadget.com/2010/09/10/3d-column-06/>

## 102 學年度龍海國小自然與生活科技領域科教專案計劃成果專輯

發行人：林淑娥  
指導教授：林建隆、林泰生、吳友烈  
外聘專家學者：鄭銀瑞、吳守仁、林家君、邱昇興、邱潤佐、陳建安  
總編輯：彭界凱、紀慶隆、李義評  
編輯委員：林伯勳、吳函穎、吳偉碩、賴慶豐、廖庭農  
課程計畫：紀慶隆、廖庭農、李義評  
出版者：臺中市龍井區龍海國民小學  
地址：臺中市龍井區忠和里中央路三段 206 號  
電話：04-26393334  
傳真：04-26393344  
網址：<http://www.lhes.tcc.edu.tw/>  
出版日：中華民國 103 年 6 月 17 日  
印刷：牽手印刷研發企劃商行 04-26302917