

# 以光學實驗破解「針孔眼鏡」的魔術效果

陳偉民  
省立新莊高中

## 一、前言

目前市面上有一種所謂「鐳射視力改進器」(原包裝盒上之字樣)(圖 1)，它的說明書上說：「這是美國醫學專家設計，將經鐳射技術準確鑽孔而成的針樣小孔，精心排列在不透明鏡面上，得到美國眼科研究所認可，著名眼科教授推薦，只要每天配戴半小時以上，視力可明顯改善，甚至不需再配戴任何眼鏡。且任何年齡，近視、遠視、散光、弱視(老花眼)均可適用。」。這種「高科技」產品一付要賣新台幣數千元。筆者有一位親戚因見我們家中有好幾個四眼田雞，基於好意，買了一付送給我們，並囑咐：「我辦公室裡的同事，無論近視眼、遠視眼或老花眼，只要戴上這種眼鏡，不論遠近，都可以看得很清楚喔！很多人都買了，你們只要每天配戴，應該可以減輕度數。」我們依照她的囑咐，每人都試戴了一下，本來取下眼鏡時，電視上的字幕看不清楚，戴上這付神奇的眼鏡後，螢幕上的字已可以辨識，效果的確神奇。但是不久，我就發現只要把手輕握，透過拳心的小空隙來觀察遠方的招牌，也有同樣效果，不禁對所謂「鐳射針孔」抱著懷疑的態度，因此這付眼鏡一直束之高閣。



圖 1 市售「鐳射視力改進器」

數週之後，有一位學生，因為父母要她配戴這種眼鏡治療近視，前來詢問我的意見。為解開其中的奧秘，我利用學校光學實驗的器材，做了以下簡單的實驗。本文無意探討此一商品之療效，僅以實驗方法探究為何針孔眼鏡能使近視眼、遠視眼等不正常的眼球能夠立刻看清楚的神奇效果。

## 二、模擬眼球的實驗

人的眼球構造中，晶狀體的功能與凸透鏡類似，光線經由晶狀體而會聚在網膜上。近視眼的人，可能因晶狀體曲率過大或眼球過長，所以成像在網膜前；遠視眼的人，可能因晶狀體曲率過小或眼球過短，所以成像在網膜後(註 1)。以下的實驗，是以一個焦距 10 公分的凸透鏡模擬眼球的晶狀體，以一塊白色塑膠屏模擬網膜。在暗室中，點亮一盞燈泡

代替欲觀看的物體，以刺上針孔的紙板模擬針孔眼鏡。

註 1：眼角膜的曲率對近視及遠視亦有影響，但從可調節焦距的角度看，近視眼與遠視眼的成因，主要在於晶狀體的曲率與眼球的長短。

實驗過程如下（圖 2）：

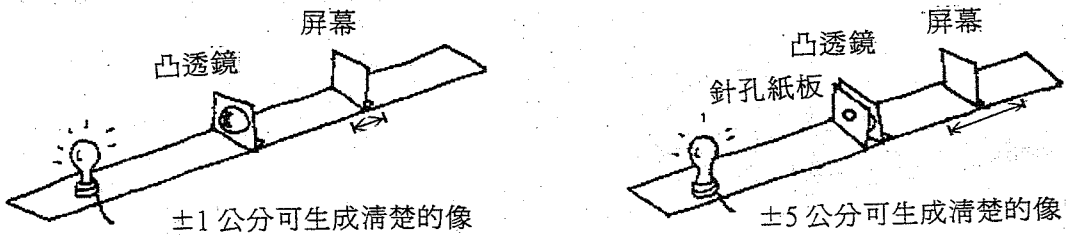


圖 2 模擬眼球的實驗裝置

1. 將燈泡置於距凸透鏡在兩倍焦距外，移動透鏡後方的白色塑膠屏直到膠屏上出現清晰的倒立實像，連燈絲的形狀都可辨識，我量了一下像距約 1.4 公分，此一像距可模擬正常眼球的長度，用尺測量像的大小並計錄下來。
2. 接下來，將膠屏向透鏡方向移動 1 公分，膠屏上的像變模糊，成為兩個模糊的大光團，由於光團部分重疊，無法辨識燈絲的形狀，這是模擬遠視眼的眼球。膠屏若自 1.4 公分處往遠離透鏡的方向移動 1 公分，像同樣變得模糊，這是模擬近視眼的眼球（註 2）。遠視眼的人看近物與近視眼的人看遠物都不容易看清楚，因為網膜上的像模糊不清。

註 2：因凸透鏡曲率無法調整，本實驗只以屏幕與凸透鏡距離模擬眼球的長短。

1. 在一張厚紙板上以原子筆筆尖刺穿一個小孔，做為針孔，放在透鏡前，膠屏仍放回原成像位置，出現一個較暗淡但清晰的像，以尺測量像的大小，發現像的大小與未加針孔前一樣，
2. 將膠屏向透鏡方向移動 1 公分，膠屏上的像變小，但燈絲形狀仍清晰可辨，這是模擬遠視眼的人戴上針孔眼鏡後，可看得較清楚的現象。繼續移動膠屏，發現像逐漸變小但仍舊是清晰的，直到移動至距原來位置約 5 公分遠，像才會變得稍模糊。
3. 膠屏若自 1.4 公分處往遠離透鏡的方向移動 1 公分，膠屏上的像仍清晰可辨，這是模擬近視眼的人戴上針孔眼鏡後，可看得較清楚的現象。繼續移動膠屏，同樣發現要距原來位置約 5 公分遠，像才會變得稍模糊。

### 三、提出解釋

由上述實驗可看出未加針孔前，只有網膜必須落在在極小的範圍內才能得到清晰的像，否則就變成近視眼或遠視眼，而不容易看得清楚。如圖 3，燈泡上點 L 發出無數條光線，部分經過晶狀體折射後會聚在網膜上的 L' 點，所以我們說，燈泡上的 L 點，成像在網膜上的 L' 點。如果網膜的位置略有變動，則落在網膜上的光線將落在較大面積，所以影像模糊。

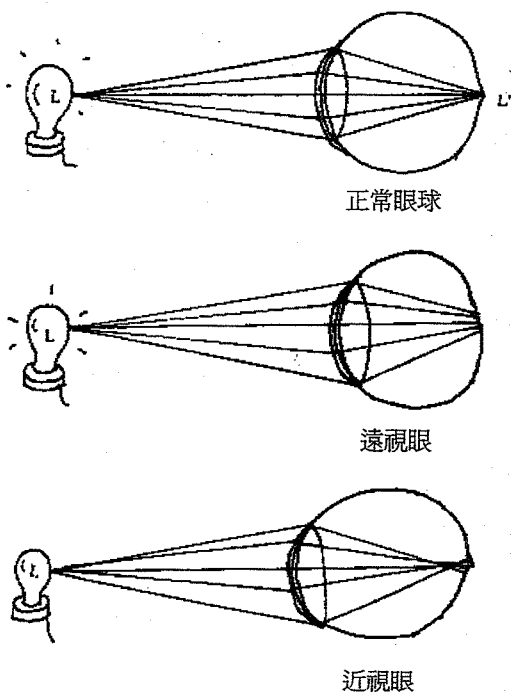


圖 3 眼球成像

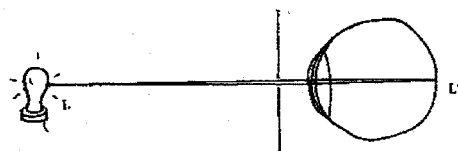


圖 4

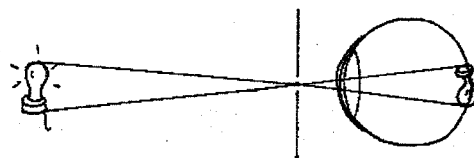


圖 5

但加上針孔後，可在較大的範圍得到清晰的像，網膜雖然不是正好落在成像位置，也可以看得清楚。如圖 4 所示，加上針孔紙板後，由同一點射出的無數條光線中，只有特定方向的光線能透過針孔，光線幾乎未經偏折就直接射入網膜，沒有明顯分散現象，所以較清晰。

如果由眼球的結構考慮，網膜在眼球視軸上有一個小凹窩，是視覺最敏感的區域。有人認為加了針孔後，光線直接射入此一敏感區域（如圖 4），因而使眼睛看得較清楚。有這種想法的人並未真正了解圖 4 的意義。圖 4 只畫出由 L 點發出的線，事實上燈泡上有無數多個點。我們在實驗步驟 3 中發現，加了針孔之後，像的大小並未改變，可見加了針孔紙板並不會限制光線只落在最敏感的區域。透過針孔成像後，各點的像仍落在網膜上的對應點（如圖 5），唯一的差別是，每一道穿過針孔而成像的入線射，均無明顯偏折現象。

加了針孔紙板後，像變得較暗淡，是因許多光線被擋在紙板外了，以人的眼睛而言，當外界光線較暗時，瞳孔會變大而且部分網膜的感光細胞會活化，可自動調節而適應。

#### 四、結論

以上實驗僅就一個針孔的情形加以討論，市售商品每一片鏡片上有1 2 3個針孔，所以視野較廣，但配戴初期，會感覺有數個影像重疊的現象。

許多消費者購買此一商品的動機，是迷惑於立即可看清楚的神奇效果，及說明書中許多嚇人的頭銜及科技名詞。綜合以上實驗與討論可知，只要在眼前加一針孔，則入射光線幾乎不經偏折即直線射入網膜，難怪無論近視眼、遠視眼或老花眼，不分看遠或看近，統統會變清楚。而且無論是自製針孔紙板或拳心空隙都可有同樣效果，這種看似神奇的功效，事實上並無神奇之處。

本文僅就光學部分加以探討，至於商品的售價是否合理，及其是否真有療效，就留給讀者自己去判斷了。

#### 五、參考資料

1. 大美百科全書，台北，光復書局，第十冊頁 379-383，民 83.
2. R. J. Brown, 333 More science tricks and experiments, 1st ed, TAB BOOKS, pp165-166, 1984

---

(上接 49 頁)

#### 柒、參考文獻

1. 恩藤知典 (1997a) : Implementation of cross curricular study at upper secondary school。第 7 屆中日科學教育研討會論文集：P.33~38。
2. 恩藤知典 (1997b) : 橫斷性課程學習 (Cross curricular study) -高級中學實際事例。日本原子力文化振興財團 P.2~3。
3. 藤井信幸 (1997) : The recent nuclear PA activities and approach to school education。第 12 屆中日核能安全會議論文集 P.431~439。
4. 教育課程審議會(1997) : 「總合性學習之時數」 (中間報告) P.13。