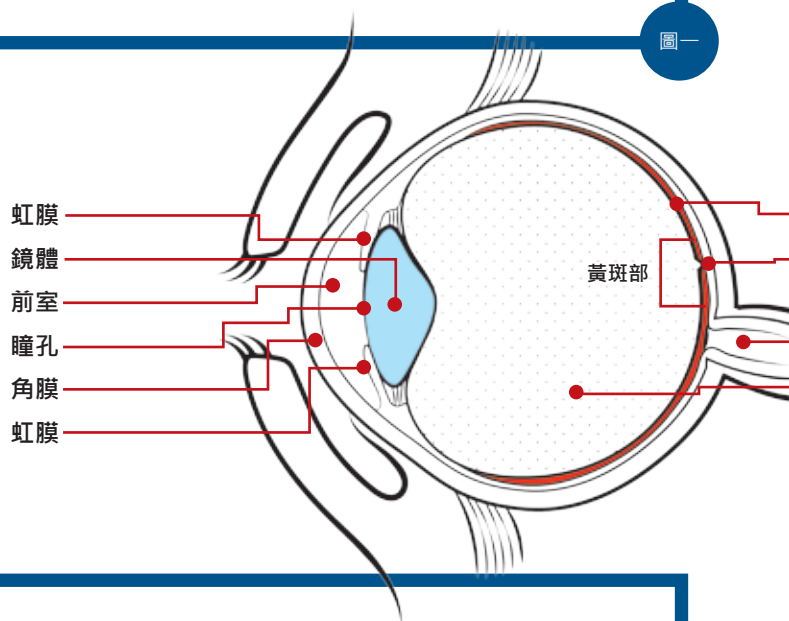


老花眼、近視與白內障

老花眼、近視與白內障是最普遍的眼疾，可是你對它們的同異處、背後的成因與物理知多少？



賴昭正 / 美國芝加哥大學化學博士，《科學月刊》創辦人之一。曾任《科學月刊》編輯及總編輯、國立清華大學化學系教授及系主任。



人的眼睛事實上就是一個相機，將外界光線聚焦於眼後的視網膜上成像。眼睛的「鏡頭」（lens，見圖一「鏡體」）主要由水及蛋白質組成，隨著年齡的增長，這些蛋白質慢慢退化結塊，使得鏡頭開始出現許多區域性的混濁。不但如此，這些結塊也使得鏡頭慢慢變硬，使其失去年輕時的彈性，無法變形來看近的東西，而造成所謂的「老花眼」！這些鏡頭內的霧狀混濁區則是所謂的「白內障」（cataract）。白內障嚴重的話，那就兩眼視茫茫，眼鏡也幫不了忙了！

筆者也不幸地於前兩年走上這條視茫茫的道路，而進行了白內障手術。在手術後，因大放光明而到處宣傳，結果發現許多親友不是早已動過此一

手術，就是已被診斷有白內障。更驚奇的是：大部分的人均不知被醫生動了什麼手腳，以及為什麼白內障手術可以「去除」近視。基於此二因，擬在此談談白內障、老花眼、近視的物理原理與同異處，希望對於做過或遲早要做白內障手術的廣大讀者有點幫助。

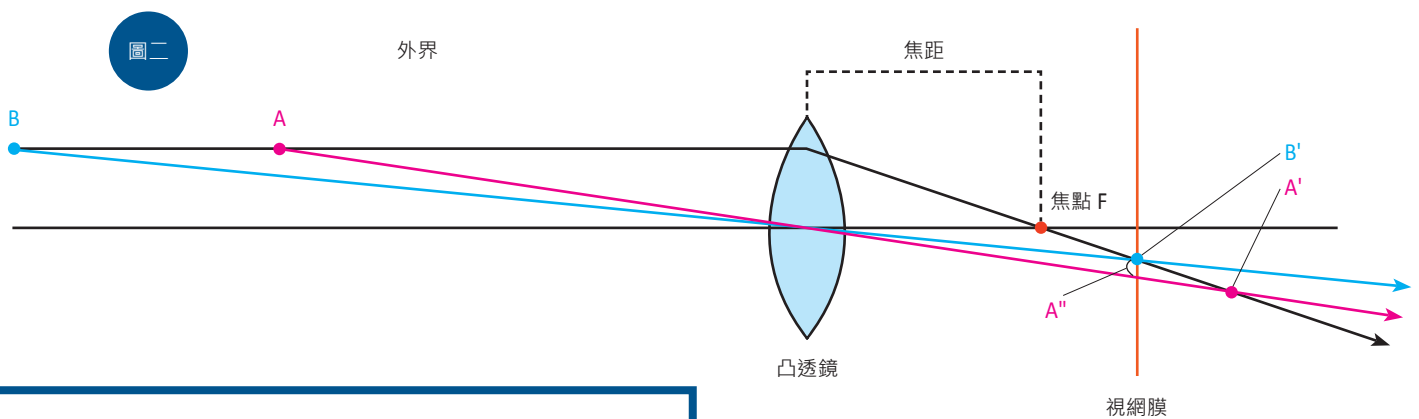
鏡頭是相機的用語，眼睛的鏡頭在醫學界裡大都譯成「晶狀體」（或「水晶體」）。晶狀體似乎是基於鏡頭之組成物相而得名，很難讓讀者體會到其功能，因此筆者在此將採用「鏡體」一詞，一則以區別於相機的「鏡頭」，再則以表達其相機的功能。

光學物理

眼睛的視覺是靠兩片透鏡（詳後），將外界影像聚焦到視網膜（retina，見圖一）來達成的，因此想了解近視、老花眼及白內障的成因，我們得在此先複習一下基本的透鏡光學。了解透鏡光學事實上也是了解立體影視所必備的知識（見筆者文〈3D立體影視的科學〉，《科學月刊》第 508 期）。

透鏡焦點的基本性質是（圖二）：平行於主軸之所有外界光線的聚焦點。凸透鏡的焦點在鏡「後」（相對於「外界」的另一邊），凹透鏡的焦點則在鏡「前」（為一「虛點」：不在「真正」光線的路徑上；見圖四）。焦點與鏡片中心的距離稱為「焦距」，為鏡片最重要的物理性質。焦距的大小取決於透鏡兩表面的彎曲度：它決定了該鏡片的「屈光度」（diopter, D）。

視網膜
視網膜中央窩
視神經
玻璃體



$D = 1 / \text{焦距 (公尺)}$ ； $D \times 100$ 即為眼鏡的「度數」。

圖二顯示了外界兩點 A 及 B 在凸透鏡後面成像的位置 A' 及 B'。離鏡片較遠之 B 點，成像於離鏡片較近之 B' 處；因此如果視網膜在 B' 處，則 A 在視網膜上的成像 (A'') 將不是一點，而是一條線（二度空間）或是一圓圈（三度空間）。本應是一點的 A' 變成一小圓圈，那就是模糊、看不清楚。

如何看清楚 A 點呢？最簡單的方法就是將鏡片往左移點（相機的做法），或將視網膜往右移點：不幸的是我們眼睛的結構沒辦法這樣做！另一個方法就是換一個焦距較長的鏡片——這正是我們眼睛所採取的方法！當然，眼睛不是真正換鏡片，而是透過肌肉的控制來改變鏡體的形狀（表面曲度），達到變焦的效果。

老花眼

前面提到眼睛的視覺是靠兩片「透鏡」來達成的：除了**鏡體**，另一鏡片就是眼睛最前面的**角膜**（cornea，見圖一）。角膜覆蓋了鏡體前面的前室（anterior chamber）、虹膜（iris）、及瞳孔（pupil），保護了眼睛。外界進入眼睛的光線，2/3 的曲折就是在這裡發生的（其他 1/3 是靠鏡體）；但它的焦距是不可變的定值，因此「自動變焦」的工作，全落在後面的鏡體上。

前室內含透明的膠狀流體，提供眼睛所需營養；其旁

邊有「小排水管」，如果此管被堵塞，可造成眼壓過高，導致青光眼（glaucoma），破壞視神經，嚴重的話更會導致失明。

人到了不惑之年後，鏡體內的蛋白質便慢慢變質硬化，使得鏡體失去彈性，無法隨意變焦來看近處物體，這就造成「老花眼」。老花眼與遠視雖然一樣均能清晰看到遠物體，但兩者的致病原因完全不同！老花眼是鏡體失去變焦的能力；而遠視的病人則是眼球構造問題，鏡體還保有變焦的功能。

近視

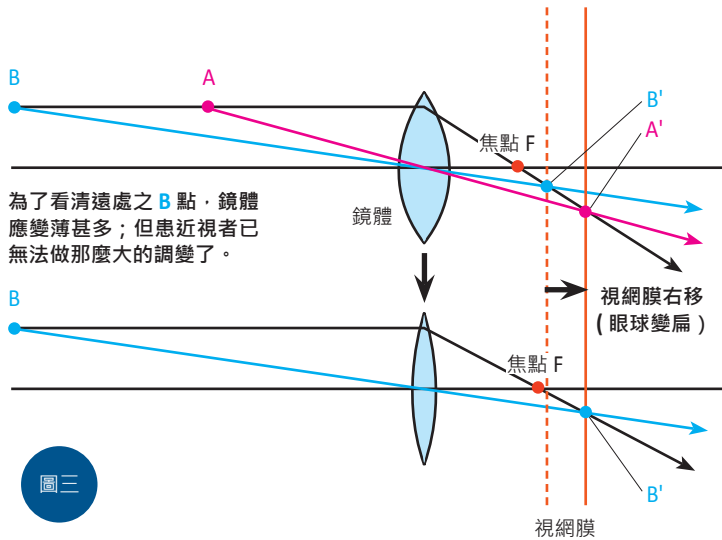
因國人患近視的人較遠視者多，我在這裡以近視來說明成像的變化。圖三中的近物體 **A** 成像於離鏡片較遠之 **A'** 點處。如果視網膜就在 **A'** 處，那我們就可清楚看到 **A** 點了；但較遠之 **B** 點將變模糊了！為了能看清 **B** 點，眼睛只好自動變焦：減低鏡體的弧度（變薄）來增加焦距，使 **B** 點能成像於右邊的視網膜上！可是我們鏡體的弧度變化是有限的：在視網膜未往右移之前（圖二），為了看清遠處的 **B** 點，其厚度本來就較薄（與要看清 **A** 點時比）；在視網膜往右移後，它必須變得更薄才能看清較遠之物體 **B**！可是如果此時其弧度不能再減，眼睛便再也無法靠自動調焦距來看清遠物體 **B** 了，我們就患了「近視」。視網膜越往右移（眼睛平行主軸變長），近視的程度便越大。

解決近視最普通的方法就是配副眼鏡。近視眼鏡是一凹透鏡（圖四），它可以將遠點之 **B** 拉到其鏡前的 **B''** 處（為一「虛像」），讓近視眼可以清楚地看到它（因靠近了）。我們也可以從圖四了解到為何近視眼鏡會讓我們覺得實物 **B** 變小（眼睛以為 **B''** 是實物）！凹透鏡的作用可以說是將成像拉回到視網膜，讓眼睛

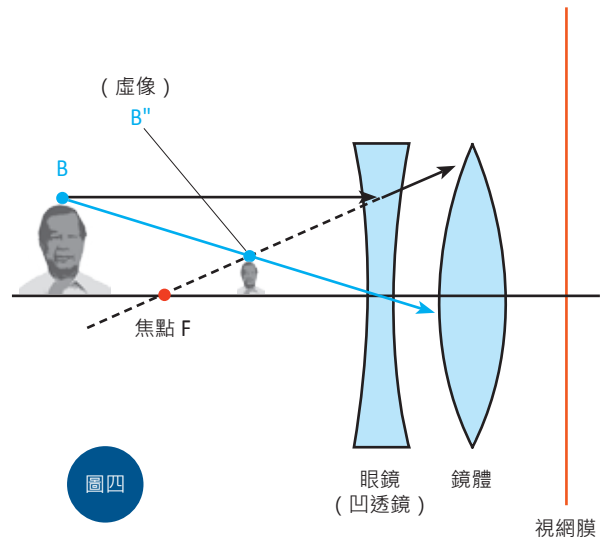
又能靠「自動變焦」來看清遠、近距離之物體，我們也可以說凹透鏡抵消了鏡體的凸度，達到了使鏡體變薄（圖三）的效果。

如果患上近視加上老花眼呢？則看近物時便必須戴一凹及一凸的眼鏡：凹凸相抵，不用戴任何眼鏡，就可看清近物了！但是近視加上老花眼患者還是須靠凹透鏡來看遠物的。

前面提到**角膜**：它雖然控制了外來光線進入眼內的大部分曲折，但它不能變焦。如果這裡的曲折度不對的話，當然也會使光線無法在視網膜上聚焦，這也是造成近視或遠視的另一可能原因。如果角膜之表面曲度因方向（水平、垂直、對角等）而異，那就會造成「散光」（astigmatism）。而矯正近視、遠視、或散光的另一種方法就是使用雷射來修改角膜表面的曲度——稱為「雷射矯視手術」（Laser-Assisted in situ Keratomileusis, LASIK）。



圖三



圖四

白內障

如果鏡體濁度越來越厲害，那就可導致「白內障」：視茫茫，遠近都看不清楚了，自動調焦或眼鏡都幫不了忙了！白內障是人體自然退化所難以避免的眼疾，現時唯一的補救方法——讀者應該想到了吧？——就是換掉鏡體！進行白內障手術！

一聽到手術難免讓人心寒；但對眼科醫生而言，白內障手術僅是件「例行公事」而已：在眼睛上開個小洞，用超音波將汙濁的鏡體打碎後吸出，然後放進去一個人造的清晰鏡體。手術只需局部麻醉，歷時僅約 15 分鐘。隨著科技的進步，眼睛開的洞口越來越小，因此不須縫針拆線，復原也快，不到一週就可做劇烈運動。因為是取代鏡體，視力幾乎隔天就可恢復「正常」的老花眼！

為什麼呢？因為人造鏡體是不可隨意變焦的！在手術前，醫生應會徵求你的意見，問你手術後要怎麼樣的視力：他們可以依你的眼睛結構製造出你要的鏡體。人老了，看書寫字的機會將較少，因此一般人（筆者也不例外）大都會選老花眼鏡體。戴了幾乎一輩子的近視眼鏡，筆者第二次又能不戴眼鏡，就可以清楚地看到週遭的遠景！誰說「時光一逝永不回」？事實

上，市面上已開始出現一種「漸進式變焦」鏡體（焦距從上往下慢慢變化），可以讓你在白內障手術後，將所有的眼鏡全丟到大海裡！

結論

相信老花眼、近視、遠視及白內障均是大家「耳熟」的眼疾，希望讀完本文後，讀者均「能詳」其徵狀、不同的起因及補救的辦法。在人生的旅途上，相信很多讀者都會走上筆者所踏上的這條路：小時候正常眼睛；國中後因眼軸變長而「近視」，須靠眼鏡來矯正；40 多歲後，則因鏡體開始慢慢失去彈性而得「老花眼」（加原本之「近視」），需拿掉眼鏡才能看清近物；70 多歲後，鏡體則汙濁到兩眼視茫茫的程度，患了白內障。在換掉鏡體後，又回到「老花眼」（無「近視」）；遠視力恢復到小時候的正常眼睛，但讀書寫字則需靠一副老花眼鏡（凸透鏡）來幫忙。

因已不需戴近視眼鏡，筆者現在出門也可以戴上一副流行的太陽眼鏡，酷的很呢！早知如此，我有點後悔為什麼不早點作白內障手術（打球不用戴近視眼鏡多好）！可是任何手術都可能有意外與危險的，因此要做前還是得三思為妙。