

# 科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

## 探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係

計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：MOST 103-2320-B-040-025-  
執行期間：103年08月01日至104年09月30日  
執行單位：中山醫學大學視光學系

計畫主持人：孫涵瑛

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：尤振宇

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 104 年 12 月 25 日

中文摘要：近視率近年來不斷攀升，尤其在某些區域，如台灣和日本。眼睛的發育通常在出生和孩童時期開始，大部份的狀態為正視眼或少量遠視眼。但開始求學後(6歲)，會有大約2%左右變成近視，且人數會日益增加。主要近視主因為眼軸不斷增長，眼睛屈光系統中因為焦距增長造成眼睛的屈光度增加。過去研究中已證實，在正視化的過程當中，周邊屈光也扮演很重要的角色。而在近視研究中發現，近視眼者周邊屈光呈現相對遠視的狀態；而正視眼與遠視眼者周邊屈光卻是呈現相對近視的狀態，這也推測出周邊屈光的狀態很有可能影響到近視的進程。在本實驗室今年度執行之探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係相關研究發現，高度近視的受測者，視網膜之形變比沒有正視眼的患者嚴重，這也呼應了高度近視患者周邊屈光的變化與正視眼的患者呈現不同的狀態。由本研究數據得知正視眼組比低、中度近視者呈現較少的相對遠視，而在散光J45與J180的數據並無明顯的差異。

視網膜清晰影像的獲取為眼睛正視化過程的重要階段，此影像的形成端賴角膜、水晶體與眼軸的良好搭配。故角膜和水晶體是眼球中重要的光學組件。以屈光度而言，角膜是主要屈光度的來源，水晶體除了提供1/3左右的屈光度，也提供變焦功能，使眼睛可視近與視遠。但大部份的眼球屈光度研究中，多著重於眼軸以及角膜度數的量測，較少著墨於水晶體。其原因為角膜位在眼球前表面，組織與功能的量測易於獲得。但水晶體位在眼球中心附近，相對不易量測，因此先前的水晶體形狀及功能的研究，都以動物實驗為主；相關之人類活體研究，多利用反射方式、裂隙燈或超音波的方式取得，但這些方式因為研究工具的限制都必需透過瞳孔才能間接得到水晶體的相關資訊，無法直接取得精密的水晶體厚度及後表面弧度。本研究所利用的核磁共振影像屬於非”可見光”影像技術，其原理是利用電磁波照射，改變氫原子的旋轉排列方向，使之共振，不同組織會產生有差異的電磁波訊號，再經電腦處理此訊號後，就可以得知構成物體內部的精確立體圖像。再將核磁共振所取得的水晶體整體圖像，以光學軟體的建立相關人眼模型後，再據以設計一漸進多焦鏡片。本研究所利用的核磁共振影像屬於非”可見光”影像技術，其原理是利用電磁波照射，改變氫原子的旋轉排列方向，使之共振，不同組織會產生有差異的電磁波訊號，再經電腦處理此訊號後，就可以得知構成物體內部的精確立體圖像。再將核磁共振所取得的水晶體整體圖像，以光學軟體的建立相關人眼模型後，再據以設計一漸進多焦鏡片。

中文關鍵詞：高度近視、周邊屈光度、核磁共振造影術

英文摘要：A clear retinal image obtained by coordination of the dioptric power of the cornea and the crystalline lens and the focal length is known as emmetropization. In this process of image formation, the cornea and the crystalline lens are the most important visual components. Take the formation of diopters as an example, the cornea is the main source of refraction; the crystalline lens provides 1/3 of diopter and a zoom feature.

The recent studies reported that normal development of the

crystalline lens is characterized by thinning, flattening, and a decrease in power to maintain emmetropia. Another function of crystalline lens is accommodation.

Accommodation is the process by the eye changes optical power to maintain a clear image or focus on a near object. The human eye can change focus from distance (infinity) to 7 cm. This change in focal power of the eye of approximately 13 diopters occurs as a consequence of a reduction in zonular tension induced by ciliary muscle contraction.

Several have reported on various aspects of ocular biometry, particularly axial length and corneal power. However, due to the limit of available tools, few reports have investigated the crystalline lens shape and eyeball growth in young children. For example, some studies have indirectly measured in vivo crystalline lens dimensions in humans using slit-lamp photography, slit-lamp Scheimpflug photography, ultrasonography. But it is still difficult to obtain an exact slit-lamp image or to perform ultrasonography.

In this study, we evaluate the crystalline lens through the MR images of the eyeballs of young children using a 3-dimensional (3D) reconstruction technique. After that, the MR image is reconstructed in an optical software to simulate its optical performance. The built human eye model is then used to design a progressive lens.

英文關鍵詞：High myopia, Peripheral refraction, Magnetic resonance imaging

## 科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

### 探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST103-2320-B-040-025-

執行期間：103年08月01日至103年09月30日

執行機構及系所：中山醫學大學 視光學系

計畫主持人：孫涵瑛 助理教授

共同主持人：

計畫參與人員：莊叡超 助理教授(中山醫學大學 醫學影像系)

李企桓 副教授(逢甲大學電機工程系)

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共1份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

期末報告處理方式：

1. 公開方式：

非列管計畫亦不具下列情形，立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否 是

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考 否 是，\_\_\_\_\_ (請列舉提供之單位；本部不經審議，依勾選逕予轉送)

中 華 民 國 104 年 11 月 30 日

## 中文摘要

近視率近年來不斷攀升，尤其在某些區域，如台灣和日本。眼睛的發育通常在出生和孩童時期開始，大部份的狀態為正視眼或少量遠視眼。但開始求學後(6歲)，會有大約2%左右變成近視，且人數會日益增加。主要近視主因為眼軸不斷增長，眼睛屈光系統中因為焦距增長造成眼睛的屈光度增加。過去研究中已證實，在正視化的過程當中，周邊屈光也扮演很重要的角色。而在近視研究中發現，近視眼者周邊屈光呈現相對遠視的狀態；而正視眼與遠視眼者周邊屈光卻是呈現相對近視的狀態，這也推測出周邊屈光的狀態很有可能會影響到近視的進程。在本實驗室今年度執行之探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係相關研究發現，高度近視的受測者，視網膜之形變比沒有正視眼的患者嚴重，這也呼應了高度近視患者周邊屈光的變化與正視眼的患者呈現不同的狀態。由本研究數據得知正視眼組比低、中度近視者呈現較少的相對遠視，而在散光J45與J180的數據並無明顯的差異。

視網膜清晰影像的獲取為眼睛正視化過程的重要階段，此影像的形成端賴角膜、水晶體與眼軸的良好搭配。故角膜和水晶體是眼球中重要的光學組件。以屈光度而言，角膜是主要屈光度的來源，水晶體除了提供1/3左右的屈光度，也提供變焦功能，使眼睛可視近與視遠。但大部份的眼球屈光度研究中，多著重於眼軸以及角膜度數的量測，較少著墨於水晶體。其原因為角膜位在眼球前表面，組織與功能的量測易於獲得。但水晶體位在眼球中心附近，相對不易量測，因此先前的水晶體形狀及功能的研究，都以動物實驗為主；相關之人類活體研究，多利用反射方式、裂隙燈或超音波的方式取得，但這些方式因為研究工具的限制都必需透過瞳孔才能間接得到水晶體的相關資訊，無法直接取得精密的水晶體厚度及後表面弧度。

本研究所利用的核磁共振影像屬於非”可見光”影像技術，其原理是利用電磁波照射，改變氫原子的旋轉排列方向，使之共振，不同組織會產生有差異的電磁波訊號，再經電腦處理此訊號後，就可以得知構成物體內部的精確立體圖像。再將核磁共振所取得的水晶體整體圖像，以光學軟體的建立相關人眼模型後，再據以設計一漸進多焦鏡片。本研究所利用的核磁共振影像屬於非”可見光”影像技術，其原理是利用電磁波照射，改變氫原子的旋轉排列方向，使之共振，不同組織會產生有差異的電磁波訊號，再經電腦處理此訊號後，就可以得知構成物體內部的精確立體圖像。再將核磁共振所取得的水晶體整體圖像，以光學軟體的建立相關人眼模型後，再據以設計一漸進多焦鏡片。

## 英文摘要

A clear retinal image obtained by coordination of the dioptric power of the cornea and the crystalline lens and the focal length is known as emmetropization. In this process of image formation, the cornea and the crystalline lens are the most important visual components. Take the formation of diopters as an example, the cornea is the main source of refraction; the crystalline lens provides 1/3 of diopter and a zoom feature.

The recent studies reported that normal development of the crystalline lens is characterized by thinning, flattening, and a decrease in power to maintain emmetropia. Another function of crystalline lens is accommodation. Accommodation is the process by the eye changes optical power to maintain a clear image or focus on a near object. The human eye can change focus from distance (infinity) to 7 cm. This change in focal power of the eye of approximately 13 diopters occurs as a consequence of a reduction in zonular tension induced by ciliary muscle contraction.

Several have reported on various aspects of ocular biometry, particularly axial length and corneal power. However, due to the limit of available tools, few reports have investigated the crystalline lens shape and eyeball growth in young children. For example, some studies have indirectly measured in vivo crystalline lens dimensions in humans using slit-lamp photography, slit-lamp Scheimpflug photography,

ultrasonography. But it is still difficult to obtain an exact slit-lamp image or to perform ultrasonography.

In this study, we evaluate the crystalline lens through the MR images of the eyeballs of young children using a 3-dimensional (3D) reconstruction technique. After that, the MR image is reconstructed in an optical software to simulate its optical performance. The built human eye model is then used to design a progressive lens.

## 一. 本研究計畫之背景、目的、重要性

影響視力最為嚴重之屈光不正問題為近視問題，因社會科技的進步，以及用眼觀念不正確，屈光不正者比例越來越高。近年來盛行率高達百分之四十，又以東亞地區最為嚴重，如：大陸、新加坡的等華裔族群，Nakano等學者在2006年文獻研究顯示亞洲人及非亞裔共648例眼睛，發現亞洲人屈光不正的度數比非亞裔高出許多。根據調查亞洲國家中又以台灣地區之視力問題更為嚴重，國健局分析於1995年、2000年、2006年至最新2010年，國小1年級近視盛行率依序為12%、20.4%、19.6%到21.5%，國小6年級盛行率則依序為55%、60.6%、61.8%至65.8%(如表一)。調查顯示，國小1年級學童，5個人中有1個已經近視(Lin LL, 1995; Saw SM, 1996)。而2010年高度近視者(超過6.00D)國小六年級已有3.43%(如表二)，高度近視有極高的風險會造成併發症，如：視網膜剝離、青光眼、黃斑部出血及黃斑部病變等病症(Mitchell P, 1999)。美國政府每年花在這些併發症的檢查費用高達數百萬美金(Javitt JC, 1994)，且治療都非常困難，耗費大量醫療資源，嚴重者甚至會變成全盲患者。

表一：台灣地區 6 至 18 歲近視盛行率 (1986-2010 年)

年別 年級	1986 年 (%)	1990 年 (%)	1995 年 (%)	2000 年 (%)	2006 年 (%)	2010 年 (%)
國小一年級	3	6.5	12.8	20.4	19.6	21.5
國小六年級	27.5	35.2	55.8	60.6	61.8	65.8
國中三年級	61.6	74	76.4	80.7	77.1	-
高中三年級	76.3	75.2	84.1	84.2	85.1	-

表二、台灣地區 6-18 歲高度近視狀況

年別 年級	1986 年 (%)	1990 年 (%)	1995 年 (%)	2000 年 (%)	2006 年 (%)	2010 年 (%)
國小一年級	0.1	0.2	0	0.2	0	0
國小六年級	0.7	0.5	2.0	2.4	2.51	3.43
國中三年級	3.1	6.1	7.5	12.7	6.64	-
高中三年級	9.2	6.7	15.9	20.8	16.85	-

大部分的研究發現有60%左右的近視發生於求學期，且一旦發生後，每年以0.34至0.75 D度速率進展，且有90%近視者的進展會以直線上升，度數越高者進行越快(Goss, 1984; Goss, 1988)。目前的近視研究中已經證實和遺傳以及環境有相關性，在近視基因研究中發現近視是一種復查的缺陷(Hornbeak DM, 2009)，最近一個基因研究終點出眼軸長和屈光度在相同的基因上，且主要造成近視的狀態是因為控制蛋白質構造的異常所造成(Jacobi FK, 2010)。2000年開始的為期三年研究，在智利、尼泊爾、中國以及澳洲等國家利用相同的步驟收集資料，對象為6-12歲的孩童，最後分析出近視是因為基因以及環境因素相互造成(Ojaimi E, 2005)。城市化與教育程度對於近視的發展有影響(Morgan I, 2005)，近用工作也已經證實為危險因子(Zadnik K, 1998)。

另一個和近視相關的因素為相對性周邊屈光(relative peripheral refraction)，先前的文獻都已經指出邊緣視網膜在近視的發展上扮演很重要的角色(Hoogerheide, 1971)，從動物實驗的研究中可以得知，眼球正視化過程和視覺環境有關，視網膜接收清晰的視覺刺激才能讓整個視覺傳導路徑發育完整，視網膜分為控制中心視力的中心小窩(fovea)和周邊視網膜(peripheral retina)。正視化的過程，網膜接收到正確且清晰的刺激會讓眼睛產生主動回饋(active feedback)；但若接收到的訊息失焦(defocus)，結過就會造成眼球過度生長而產生近視。在出生不久的動物上進行實驗，在眼前放上近視鏡片(負鏡片)，眼軸會不斷生長，如果將眼鏡移除，生長中的眼球就會停止生長(Wallman J, 2004)。猴子的動

物實驗中將中心視網膜(中心小窩)處利用雷射傷害，周邊視網膜維持正常，發現正視化的過程持續發展，並不會影響眼球的生長(Diether S, 1997)；而另一個實驗給予中心視力完全矯正，但周邊視網膜相對遠視的失焦(defocus)，結果最終並沒有正視化的現象，而造成近視(Smith EI, 2007)，這些研究都證明了周邊屈光度的重要性。

在人類研究中，以 Hoogenheide 在 1971 年的研究中發現，正視眼的受測者有相對性周邊遠視(hyperopic relative peripheral refraction)有 40%會發展成近視；而有相對性周邊近視(myopic relative peripheral refraction)者只有 4%會發展成近視。在 2007 的縱性研究中發現，六至十四歲的學齡兒童，在近視發生的前兩年，便可以從周邊屈光度的變化推測，尤其是鼻側的相對性周邊屈光度會從相對性周邊近視變化成相對性周邊遠視，當初他推測相對性周邊屈光度可以用來預知近視的發生(Mutti, 2007)。最新 2013 年的研究中發現相對性周邊遠視和近視有很大的相關性，證實近視的進程和鼻側視網膜的週邊屈光度有很大的相關性(Hema, 2013)。

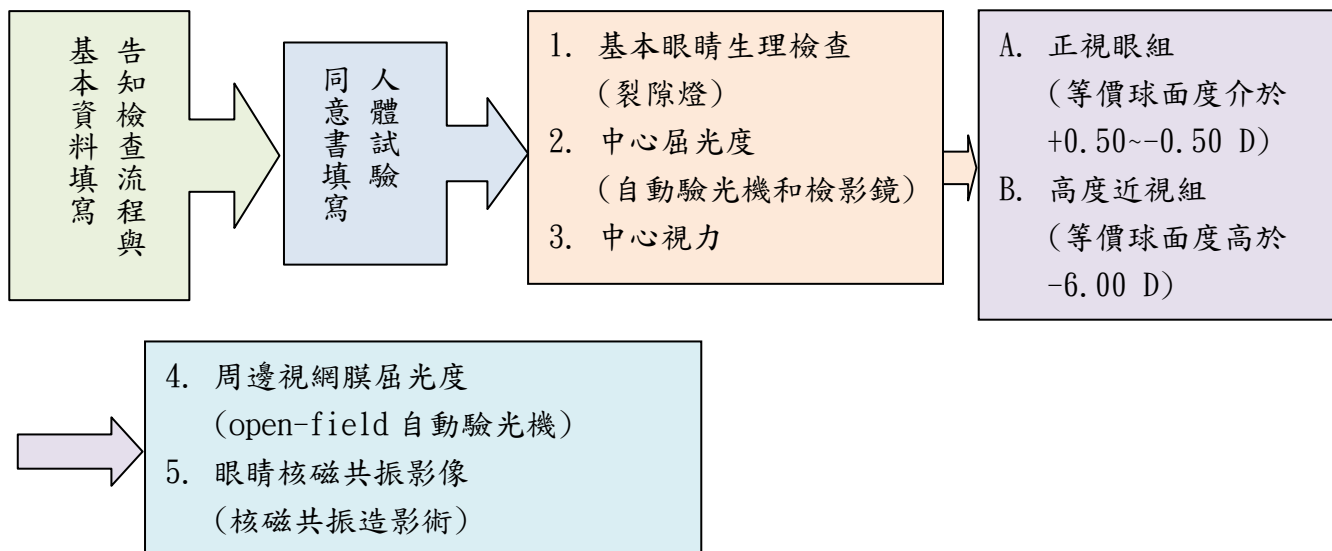
故本研究愈了解高度近視患者視網膜形變之狀態，並對照周邊屈光度之發展，找出兩者間的相關聯性，第一：可當作未來近視進程依據、第二：了解高度近視視網膜形變與併發症關聯、第三：做為未來矯正儀器設計參考，進而設計出符合視網膜曲率矯正儀器。

## 二. 研究方法

### 2.1 受測者的選定與檢查流程

受測者分為對照組和研究組，對照組為正視眼，中心屈光度(central refraction)等價球面介於 +0.50D~-0.50D 之間；研究組為高度近視組中心屈光度皆等價球面高於-6.00D。年紀大於 20 歲，排除曾經有眼睛疾病史和接受過眼睛手術者(包括雷射屈光手術)，接受測驗前皆先完全了解研究檢查項目及內容，並簽定人體試驗同意書，所有檢查皆不會造成眼睛會身體方面的傷害。研究流程如表三。





表三. 研究流程圖

## 2.2 檢查項目與內容

- a. 基本眼睛生理檢查(Eye examination)：利用裂隙燈(Slip lamp)觀察眼睛角膜、前房、水晶體等前部，若有任何異常，排除在本研究外。
- b. 中心屈光度(Central refraction)：自動驗光機量(Autorefractor)測量三次中心視力屈光度，並對照檢影鏡(Retinoscope)的數據，將兩者數據對照，沒有超過-0.50D 才可使用。
- c. 中心視力(Visual Acuity)：使用視力投影表機將史耐爾 E 字型視力表(Snellen chart)投射在距離受試者六公尺的反光板上，確認受試者眼睛高度和視力表同高，請受試者先遮住左眼測量右眼，打開 0.5 頁面，請受試者左到右唸出最小可辨識的視標，如果受試者可以念出最小一行視標 0.8，則將視標分隔投影為 1.0，鼓勵受試者看下一行，直到受試者回答一半以上的視標看錯為止。重複以上步驟繼續測量左眼、雙眼。
- d. 全視野屈光度檢查(Shin-Nippon NVision K5001 Open-view Autorefractor)：於 Open-field 視標前放置 +3.00D 鏡片排除受試者眼睛調節，請受試者卸下眼鏡或隱形眼鏡，額頭下巴輕靠於 Open-field 上，用遮蓋板遮住左眼檢測右眼，受試者角膜距離視標 33 公分，受試者依照指示眼球轉動注視個角度的視標，檢查者隨時注意受試者請勿讓受試者頭部轉動，測量受試者鼻側周邊屈光時檢查者將視標移至受試者眼睛右方；測量受試者下側周邊屈光時檢查者將視標移至受試者眼睛上方，以此類推。測量中央和鼻側顛側的 5°、10°、15°、20°、25°、30°、35°、40°、45°、50° 的周邊屈光度數。
- e. 眼睛核磁共振影像(MRI scanner)：請受測者躺入核磁共振檢查艙中，前方 7 公分處有一視標給予注視，掃描時間眼睛不可以移動一眨眼。核磁共振儀蒐集 8-channel 訊號，為了達到高品質影像，使用 T2-weight cube，像素為 256x256 matrix，22 公分的視野，每一切片為 1.2 公厘，repetition time(TR) 2500 ms，echo time(TE) 90ms 以及 echo train length (ETL) 為 90。每隻眼睛掃描時間大約為 4 分鐘。

## 2.3 數據分析與統計方式

本研究要探討在正視眼、低度近視、中度近視學童中，周邊屈光與視網膜狀態的關係，在相對

周邊屈光鼻側(T; Temporal)、顛側(N; Nasal)的  $10^\circ$ 、 $20^\circ$ 、 $30^\circ$  有無顯著差異。使用統計方法為獨立樣本 T 檢定，使用分析軟體為 SPSS 18.0，圖表繪製軟體為 Sigma Plot 8.0。

由全視野自動驗光機所得球面、散光度與軸度，用以下方程式計算計算度數向量。(Thibos, Wheeler, & Horner, 1997)

$$SE = S + C/2$$

$$J_0 = -(C/2)\cos(2\theta)$$

$$J_{45} = -(C/2)\sin(2\theta)$$

SE(Spherical Equivalent)是等價球面；C 為柱鏡度數； $\theta$  為柱鏡軸度(散光軸度)； $J_0$  和  $J_{45}$  為兩柱鏡軸度，用來平均兩軸度之分量。絕對周邊屈光定義為：各個中心或周邊所測得原始度數；相對周邊屈光定義為：某特定角度的周邊屈光度減去中心周邊屈光度。

### 三. 研究結果

#### 3.1 受測者基本資料

共有 103 位受測者完成周邊屈光測量，平均年齡為 10 歲(7-12 歲)，將其分為三組，正視眼組屈光度介於  $>-0.50$  D，低度近視組屈光度介於  $-0.50$  至  $-3.00$  D，中度近視  $-3.00$  至  $-6.00$  D，測量其中新屈光度、周邊屈光度從鼻側 30 度至耳側 30 度，每 10 度測量，數據為測量 5 次的平均。正視眼組有 40 位、低度近視組有 44 位以及中度近視組有 19 位，在正視眼組中平均等價球面為  $-0.07$  D， $J_{45}$  散光為  $0.08$  D， $J_{180}$  散光為  $0.06$  D；低度近視組中平均等價球面為  $-1.52$  D， $J_{45}$  散光為  $0.03$  D， $J_{180}$  散光為  $0.01$  D；中度近視組中平均等價球面為  $-3.84$  D， $J_{45}$  散光為  $-0.08$  D， $J_{180}$  散光為  $-0.03$  D，如表四。

表四 正視眼、低度近視與中度近視組人數與等價球面度、散光  $J_{180}$  與散光  $J_{45}$

	Emmetrope	Low myope	Moderate myope
Number	40	44	19
SE	-0.07	-1.52	-3.84
$J_0$	0.06	0.01	-0.03
$J_{45}$	0.08	0.03	-0.08

#### 3.2 絕對周邊屈光

正視眼組中心等價球面度為  $-0.068$  D，鼻側 10 度為  $-0.136$  D、20 度為  $-0.409$  D、30 度為  $-0.136$  D，耳側 10 度  $-0.636$  D、20 度為  $-1.148$  D、30 度為  $-1.364$  D；散光  $J_{45}$  中心為  $+0.068$  D，鼻側 10 度為  $-0.019$  D、20 度為  $0.088$  D、30 度為  $-0.190$  D，耳側 10 度為  $0.043$  D、20 度為  $-0.303$  D、30 度為  $-0.492$  D；散光  $J_{180}$  中心為  $0.089$  D、鼻側 10 度為  $0.002$  D、20 度為  $0.021$  D、30 度為  $-0.181$  D，耳側 10 度為  $-0.031$  D、20 度為  $0.166$  D、30 度為  $-0.108$  D。低度近視組中心等價球面度為  $-1.521$  D，鼻側 10 度為  $-1.665$  D、20 度為  $-1.472$  D、30 度為  $-1.179$  D，耳側 10 度  $-1.697$  D、20 度為  $-1.834$  D、30 度為  $-1.653$  D；散光  $J_{45}$  中心為  $+0.027$  D，鼻側 10 度為  $-0.012$  D、20 度為  $0.046$  D、30 度為  $-0.034$  D，耳側 10 度為  $0.021$  D、20 度為  $0.010$  D、30 度為  $0.077$  D；散光  $J_{180}$  中心為  $0.011$  D、鼻側 10 度為  $-0.008$  D、20 度為  $-0.010$  D、30 度為  $-0.066$  D，耳側 10 度為  $0.033$  D、20 度為  $0.086$  D、30 度為  $-0.182$  D。中度中心等價球面度為  $-3.844$  D，鼻側 10 度為  $-3.893$  D、20 度為  $-3.362$  D、30 度為  $-2.627$  D，耳側 10 度  $-3.772$  D、20 度為  $-3.708$  D、30 度為  $-3.087$  D；散光  $J_{45}$  中心為  $-0.079$  D，鼻側 10 度為  $0.122$  D、20 度為  $0.033$  D、30 度為  $-0.103$  D，耳側 10 度為  $-0.002$  D、20 度為  $-0.165$  D、30 度為  $-0.572$  D；散光  $J_{180}$  中心為  $-0.003$  D、鼻側 10 度為  $-0.043$  D、20 度為  $-0.021$  D、30 度為  $-0.048$  D，耳側 10 度為  $0.010$  D、20 度為  $-0.077$  D、30 度為  $0.071$  D(如表五)。

表五. 正視眼、低度近視與中度近視組絕對周邊屈光度

		$T_{30}$	$T_{20}$	$T_{10}$	C	$N_{10}$	$N_{20}$	$N_{30}$
Emmetrope	M	-1.364	-1.148	-0.636	-0.068	-0.136	-0.409	-0.136
	$J_{45}$	-0.492	-0.303	0.043	0.068	-0.019	0.088	-0.190
	$J_{180}$	-0.108	0.166	-0.031	0.089	0.002	0.021	-0.181
Low myope	M	-1.653	-1.834	-1.697	-1.521	-1.665	-1.472	-1.179
	$J_{45}$	0.077	0.010	0.021	0.027	-0.012	0.046	-0.034
	$J_{180}$	-0.182	0.086	0.033	0.011	-0.008	-0.010	-0.066

myopia	Moderate	M	-3.087	-3.708	-3.772	-3.844	-3.893	-3.362	-2.627
		J45	-0.572	-0.165	-0.002	-0.079	0.122	0.033	-0.103
		J180	0.071	-0.077	0.010	-0.003	-0.043	-0.021	-0.048

### 3.3 相對周邊屈光

圖 1 為三組不同屈光組的周邊等價球面，低度近視組明顯的在周邊呈現較為周邊遠視的狀態，而正視眼組則是無太大的差異且稍稍偏向周邊近視。低度近視與正視眼、低度近視相比，在鼻側 20 度、30 度以及耳側 30 度處皆呈現相對周邊遠視。

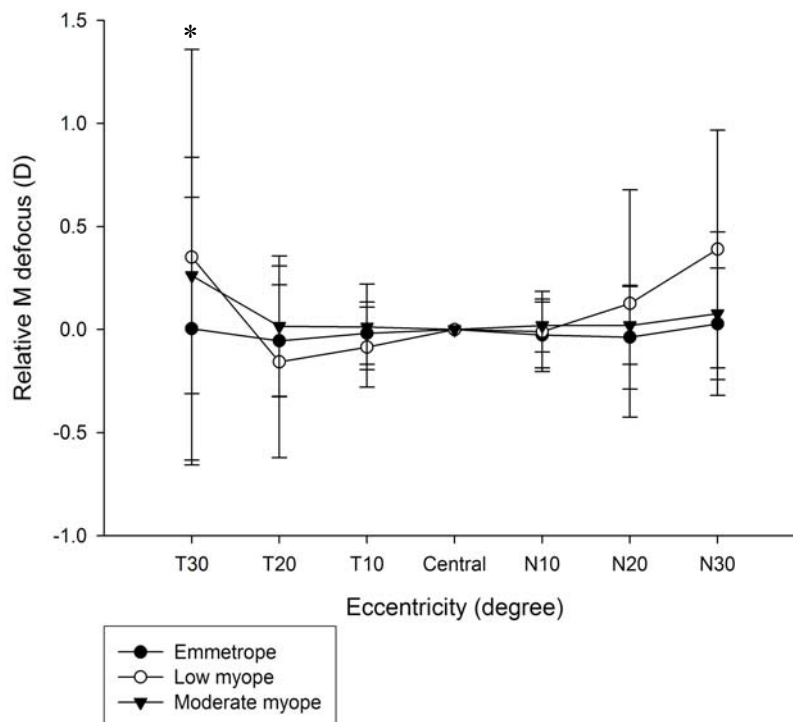


圖 1. 正視眼、低度近視與中度近視組相對周邊等價球面度

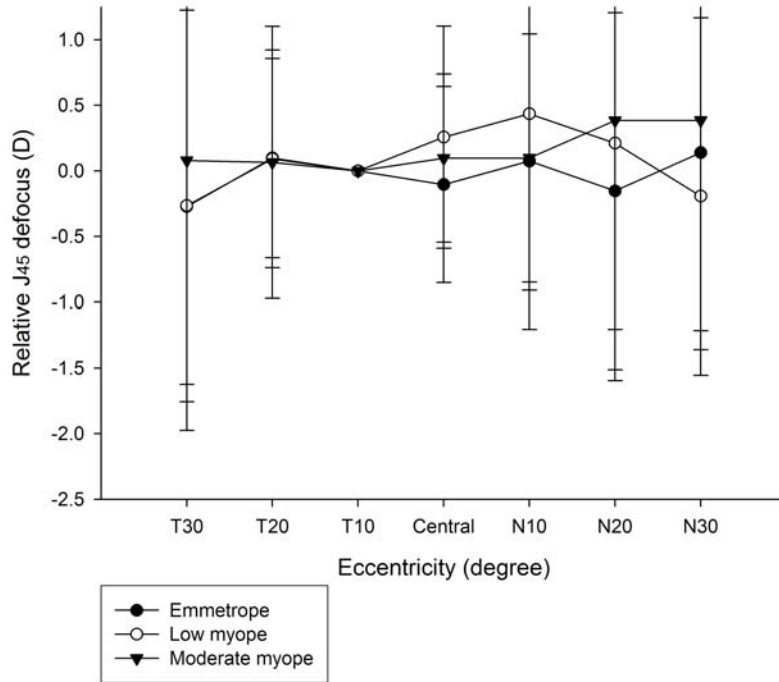


圖 2. 正視眼、低度近視與中度近視組相對周邊散光 J<sub>45</sub> 屈光度

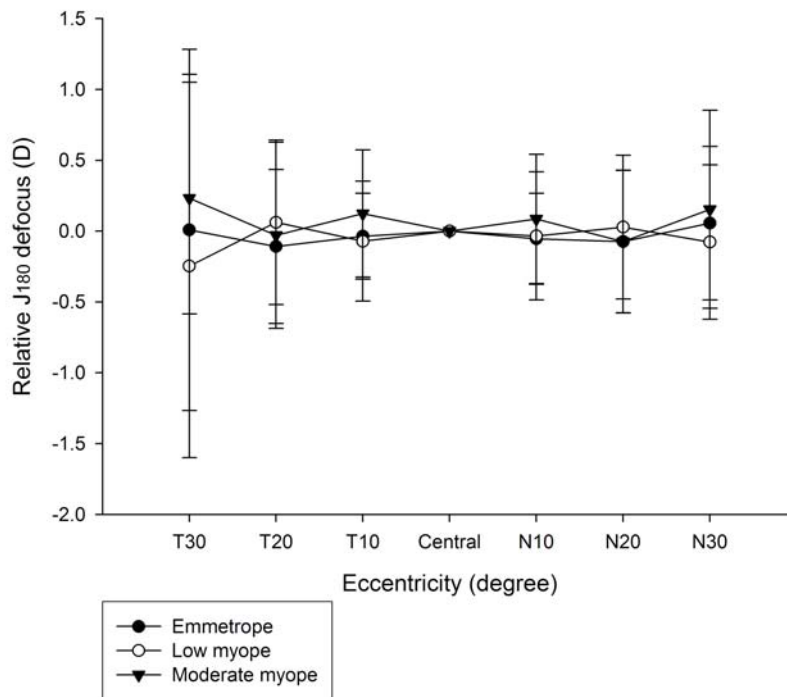


圖 3. 正視眼、低度近視與中度近視組相對周邊散光 J<sub>180</sub> 屈光度

### 3.4 人眼磁振造影影像取得

眼睛核磁共振影像(MRI scanner)：請患者躺入核磁共振檢查艙中，前方 7 公分處有視標給予注視，掃描時間眼睛不可以移動一眨眼。核磁共振儀蒐集 8-channel 訊號，為了達到高品質影像，使用 T2-weight cube，像素為 256x256 matrix，22 公分的視野，每一切片為 1.2 公厘，repetition time(TR) 2500 ms，echo time(TE) 90ms 以及 echo train length (ETL) 為 90。每隻眼睛掃描時間大約為 4 分鐘。

核磁共振造影術(Magnetic Resonance Imaging)在檢查腦部白質髓鞘化與發展成熟度已非常廣泛的使用，擴散張量造影 Diffusion Tensor Imaging (DTI)是目前腦部神經檢查新發展技術之一。藉由水分子的擴散運動在神經系統白質的神經纖維中具有多方向不等性的擴散運動。再依據此不同方向的速率經複雜數學計算出張量(tensor)再以參數 fractional anisotropy (FA)呈現出來。並可以進一步計算出大腦神經纖維束之三維圖像，既所謂的 3D 纖維路徑影像 (3Dtractography)。磁振造影乃是運用 RF 射頻波激發體內水、脂肪中的氫原子，使其產生共振，進而產生不同強度的信號所製造出的影像。由於磁振造影利用高磁場，在過程中並沒有使用到輻射線，因此磁振造影檢查並無輻射傷害的顧慮；是一種非常安全的檢查。磁振造影資料收集：影像由 Siemens1.5T 磁振造影掃描儀擴散張量造影使用 8 通道頭部線圈造影參數為擴散梯度 12 方向，b 值 = 1000s/mm<sup>2</sup>，TR/TE = 5300ms/88ms，頻帶寬度 = 16kHz，FOV = 23cm x 23cm，厚度 = 3mm，間距無，矩陣 = 128x128 範圍包含整個腦部並使用固定頭架來減少頭部移動所有影像資料皆由放射師確認可用。所有獲得影像資料皆傳送到影像處理電腦由 NordiICE, Version 2.2.13 software (NordicImagingLab),此軟體經過美國認證可作為人體研究經由此軟體再依據此不同方向的速率經複雜數學計算出張量(tensor)再以參數 fractional anisotropy (FA)描繪出影像及彩色圖呈現。並可以進一步計算出大腦神經纖維束之三維纖維路徑影像(3D tractography)。初步以正視眼受測者進行 MRI 影像擷取，所得結果如圖 4，可以從圖中明顯的區分區角膜、前房、水晶體、玻璃體與視網膜的分界。並利用 Mat lab 影像分析後，水晶體的外部形狀明顯。

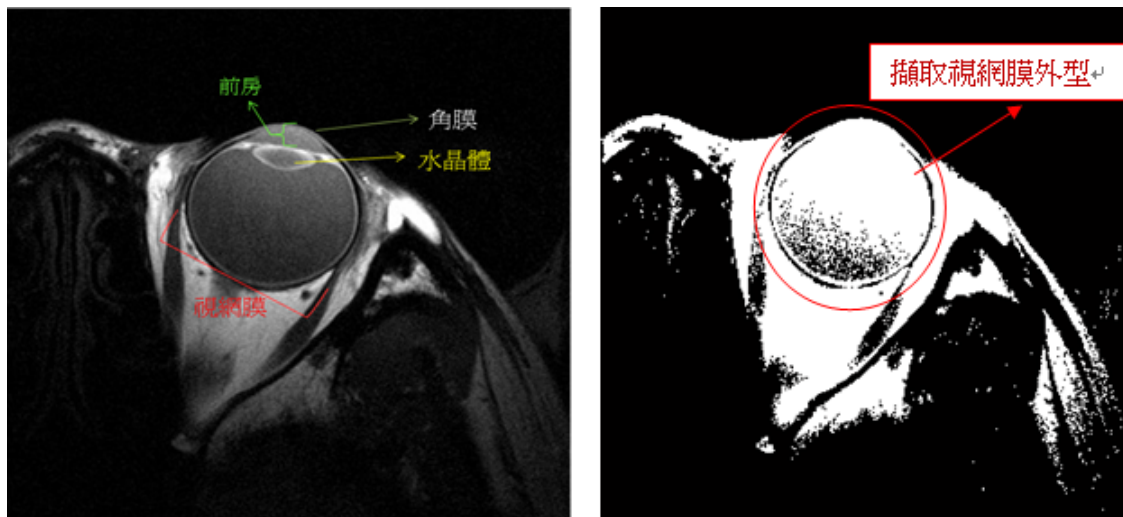


圖 4. 核磁共振眼球圖像

### 3.5 ZEMAX 建模過程與結果

建模過程一般分兩種，一種是簡化眼，另一種是完整眼。前者較為簡易但誤差大，後者雖然數據較為複雜(其中一部分代之以 MRI 數據)，但更接近真實狀況，如圖 5。

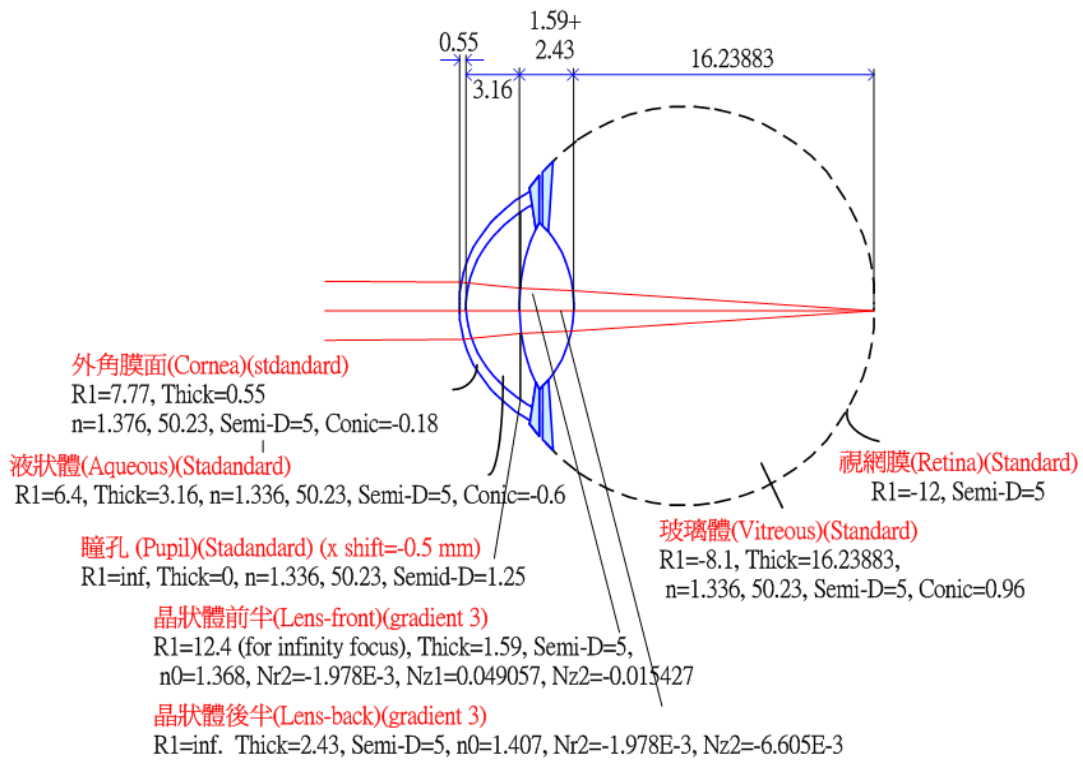


圖 5. 經 MRI 修正後完整眼之光學模型圖

完整眼考慮到瞳孔之偏心與入射光(視軸)傾斜五度，且晶狀體以兩種不同之折射率描述前後半部，如圖 8 所示。波長以 0.51、0.56 以及 0.61 為主，視角先設為 5 度，而在 General 處設置近軸描光，為解決瞳孔偏心造成建模之問題，瞳孔偏移會造成周邊暗角(vignetting)，此設定可使入射光線以偏移後的 stop 中心為新光軸。

完整眼之參數如下：

Surface 0 Surf:Type = Standard Comment = Object Radius = Infinity Thickness = 1.00E+009	Surface 1 Surf:Type = Standard Comment = Input Beam Radius = Infinity Thickness = 50.0
Surface 2 角膜 Surf:Type = Standard Comment = Cornea Radius = 7.77 Thickness = 0.55 Glass = Model ; 1.376, 50.23 Semi-diameter = 5.00 Conic = -0.18	Surface 3 液狀體 Surf:Type = Standard Comment = Aqueous Radius = 6.4 Thickness = 3.16 Glass = Model ; 1.336, 50.23 Semi-diameter = 5.00 Conic = -0.60
Surface 4 瞳孔、偏心 Surf:Type = Standard Comment = Pupil Radius = Infinity	Surface 5 晶狀體(前) Surf: Type = Gradient 3 Comment = Lens-front Radius = 12.4



Thickness = 0.00 Glass = Model ; 1.336, 50.23 Semi-diameter = 1.25	Thickness = 1.59 Semi-diameter = 5.00 n0 = 1.368 Nr2 = -1.978E-003 Nz1 = 0.049057 Nz2 = -0.015427
<b>Surface 6 晶狀體(後)</b> Surf: Type = Gradient 3 Comment = Lens-back Radius = Infinity Thickness = 2.43 Semi-diameter = 5.00 n0 = 1.407 Nr2 = -1.978E-003 Nz2 = -6.605E-003 Conic = -4.25	<b>Surface 7 玻璃體</b> Surf: Type = Standard Comment = Vitreous Radius = -8.1 Thickness = 16.23883 Glass = Model ; 1.336, 50.23 Semi-diameter = 5.00 Conic = 0.96
<b>Surface 8 視網膜</b> Surf: Type = Standard Comment = Retina Radius = -12.0 Semi-diameter = 5.00	

輸入 LDE(Lens Data Editor)後如圖 6 及圖 7 所示，經由 ZEMAX 模擬後，其立體模擬圖像如下圖 8 及圖 9 所示。

	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Glass	Semi-Diameter	Conic
	OBJ	Standard	OBJECT	Infinity	1.000E+009	0.000	0.000
	1	Standard	INPUT BEAM	Infinity	50.000	1.977	0.000
	2*	Standard	CORNEA	7.770	0.550	1.38, 50.2	5.000 U -0.180
	3*	Standard	AQUEOUS	6.400	3.160	1.34, 50.2	5.000 U -0.600
	*	Standard	PUPIL	Infinity	0.000	1.34, 50.2	1.250 U 0.000
	5*	Gradient 3	LENS_FRONT	12.400	1.590		5.000 U 0.000
	6*	Gradient 3	LENS_BACK	Infinity	2.430		5.000 U -4.250
	7*	Standard	VITREOUS	-8.100	16.239	1.34, 50.2	5.000 U 0.960
	IMA	Standard	RETINA	-12.000	-		5.000 U 0.000

圖 6 完整眼之 LDE

	Surf:Type	Delta T	n0	Nr2	Nr4	Nr6	Nz1	Nz2
	OBJ	Standard						
	1	Standard						
	2*	Standard						
	3*	Standard						
	*	Standard						
	5*	Gradient 3	1.000	1.368	-1.978E-003	0.000	0.049	-0.015
	6*	Gradient 3	1.000	1.407	-1.978E-003	0.000	0.000	-6.605E-003
	7*	Standard						
	IMA	Standard						



圖 7.完整眼之 LDE

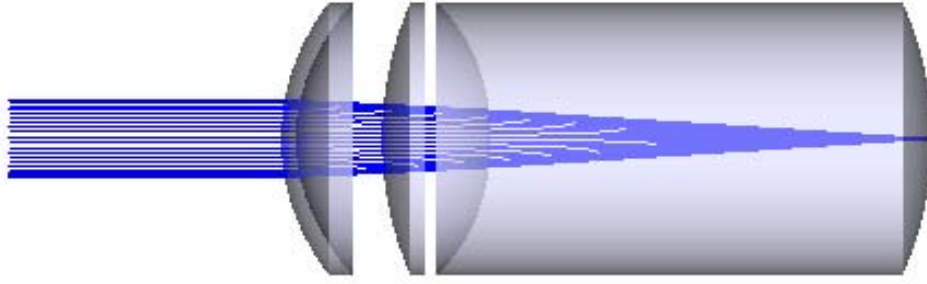


圖 8. 完整眼 Rotation Z=0 之 Shaded Model

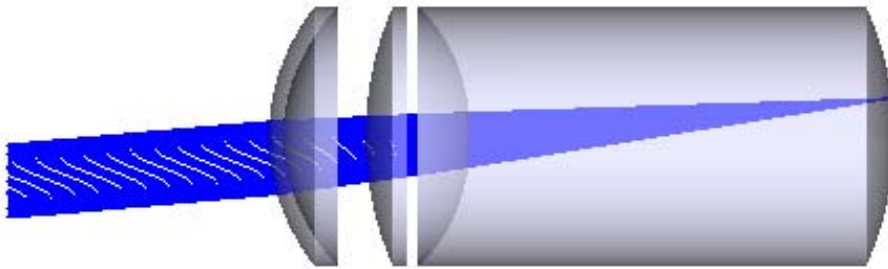


圖 9. 完整眼 Rotation Z=90 之 Shaded Model

Surface 6 與 Surface 7 所使用的 Gradient 3 為梯度折射率面 3，有徑向和軸向折射梯度的介質，其介質折射率公式如式[1]，其中 r 的表示式如式[2]。

$$n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 \quad [1]$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad [2]$$

如下圖 10 所示為完整眼之 Spot Diagram 圖，可以顯示出平行光束通過眼睛前面之構造後聚焦於視網膜上的斑點。

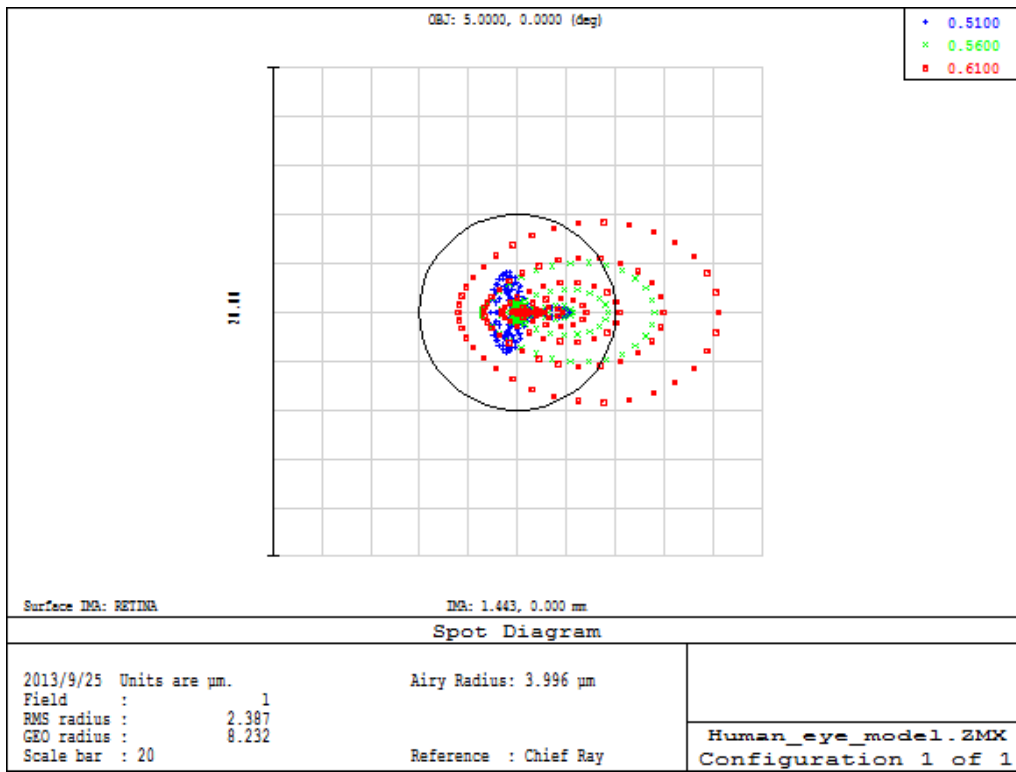


圖 10.完整眼之 Spot Diagram 圖

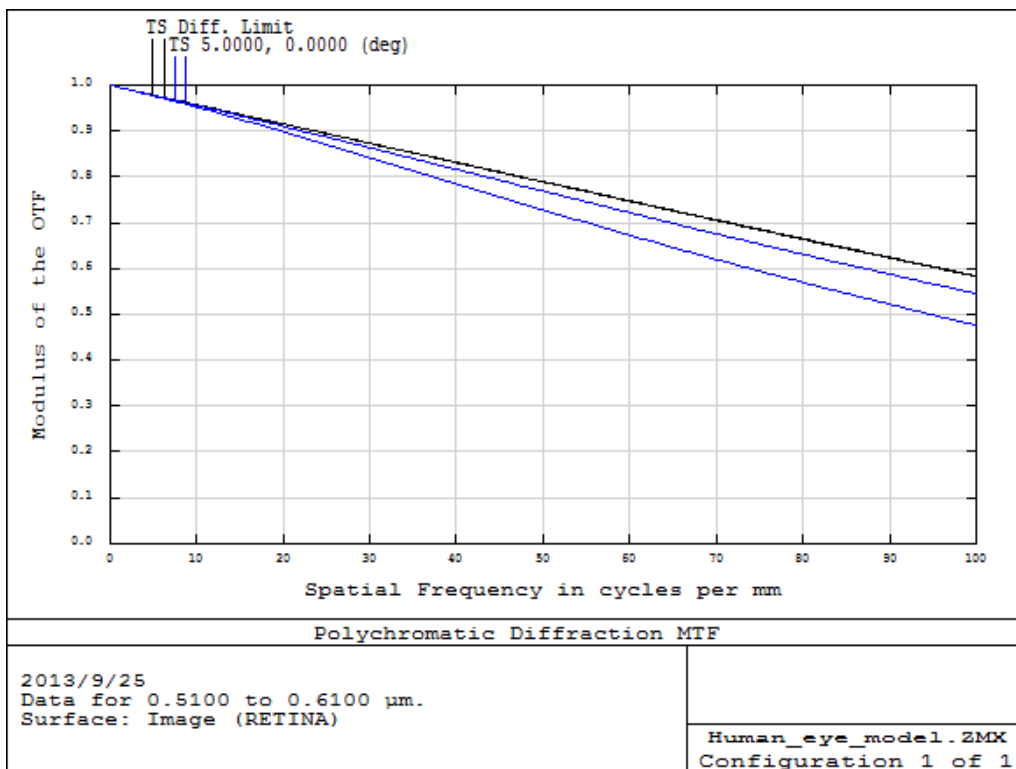


圖 11. 完整眼之 MTF 圖

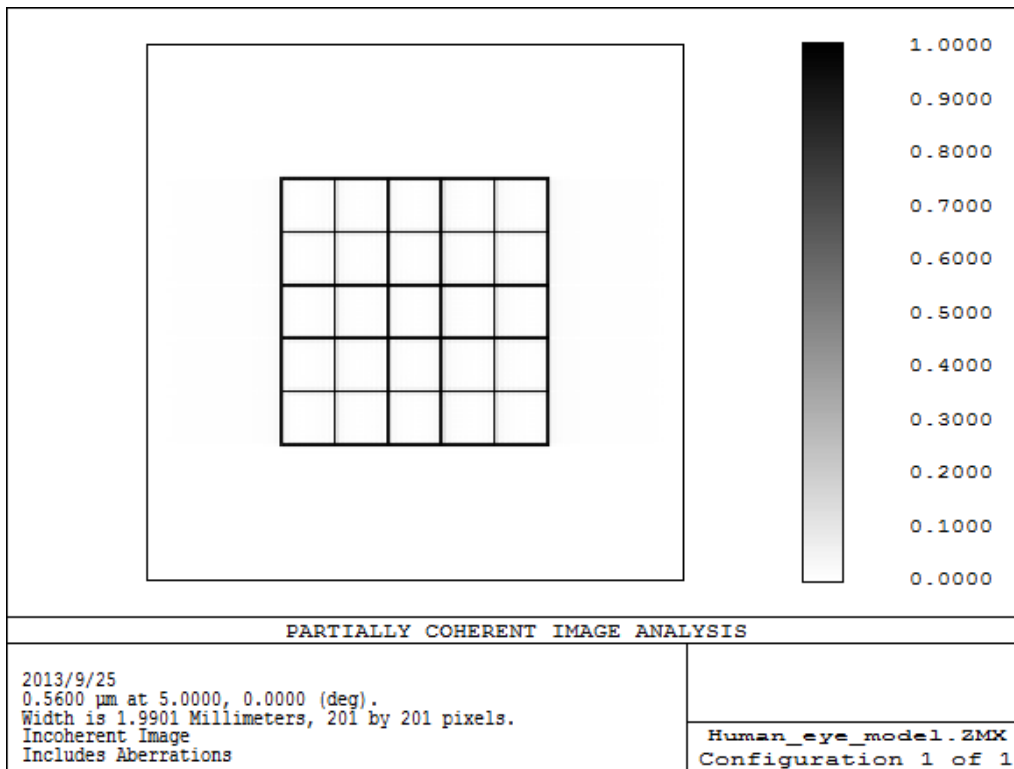


圖 12 完整眼之 Image Analysis 圖

如上圖 11 所示為完整眼之 MTF 圖，可以是一種普遍的像質評價指標，稱為調製傳遞函數，此函數與光學系統之像差有關，也與光學系統之繞射效果有關，橫軸表示像面上的空間頻率，單位為 lp/mm，即每毫米多少對線，縱軸表示對這些黑白實線之分辨率，此完整眼之對比率約為 0.48@100 cycles/mm(大於簡化眼的 0.24)，使用完整眼作為 PAL 的眼睛模型較為合理，因為對比率越大也代表所能看到之物體越清晰，解析度越好。如上圖 12 所示為完整眼在視網膜上之 Image Analysis 圖。

## 結論

本研究受測者其周邊屈光為最原始周邊屈光狀態從正視眼來看，除在周邊 $30^\circ$ 以外其餘皆呈現相對周邊近視，與先前Atchison和Sng的研究大致吻合；低度近視受試者方面，比起正視眼，低度近視受測者有更多角度呈現周邊遠視，分別鼻側 $20^\circ$ 、顛側 $30^\circ$ 、鼻側 $30^\circ$ ，這樣的結果與先前Atchison和Sng的研究大致相同；中度近視受測者所顯示周邊屈光狀態，所有角度皆呈現相對周邊遠視且在周邊 $30^\circ$ 最為明顯。以上結果可以發現近視度數越高者，周邊遠視角度越多，且周邊遠視越明顯，這樣的結果皆與先前Atchison和Sng的研究大致相同，另外，我們發現到Atchison的研究正視眼受測者相對周邊近視比本研究更加明顯，可以推測因Atchison參與研究受測者為白種人，周邊遠視的情況相較於本研究亞洲人不明顯，對照Sng的研究，與本研究極為相似，因Sng參與受試者皆為華人學童，與本研究臺灣學童種族較為相近，因此周邊屈光狀態極為相似。

正視眼除了在顛側 $30^\circ$ 以外，等價球面度其餘皆呈現相對周邊近視，但在顛側 $30^\circ$ 位置，未點用組呈現相對遠視，且兩組相比在統計上有顯著差異。本研究正視眼的結果對照先前Atchison等人在2006年研究(Atchison et al., 2006)結果發現不論顛側或是鼻側都呈現相對周邊近視的現象類似。而散光 $J_0$ 相對周邊屈光度，點用組在顛側 $20^\circ$ 、 $30^\circ$ 以及鼻側 $30^\circ$ 呈現相對周邊近視，但兩組間比較沒有統計上顯著差異，這和Kang等人在2009年發表的研究之中亞洲人數據相似(Kang et al., 2010)。Kang等人在研究中調查了東亞人種以及白種人之周邊屈光差異，發現不論近視程度高低白種人皆有較多周邊近視，然而研究中的東亞人與本研究未點用組周邊屈光狀態相近；本研究散光 $J_0$ 的數據在顛側與鼻側數據兩組

間差異不大，都呈現相對近視。Kang等人研究中，白種人數據在鼻側顯示相對周邊遠視，可能是因為人種不同關係。低度近視等價球面度點用組在鼻側和顛側所有角度皆呈現相對周邊近視，而未點用組除顛側 $10^\circ$ 與 $20^\circ$ 外，其餘角度些呈現周邊遠視。散光 $J_0$ 與 $J_{45}$ 則兩組間並無統計上顯著的差異。中度近視等價球面度點用組除顛側 $30^\circ$ 呈現相對遠視外，其餘角度皆呈現相對周邊近視，而未點用組則是所有角度都呈現相對周邊遠視，兩組在鼻側 $20^\circ$ 和 $30^\circ$ 在有統計上顯著的差異。散光 $J_0$ 則沒有差異； $J_{45}$ 在鼻側未點用組比點用組呈現統計上顯著的周邊遠視。

先前 Chelvin 等人關於周邊屈光調查的研究，對象為平均約 7 歲華人學童，散瞳驗光測量中心屈光度及周邊鼻側顛側  $15^\circ$ 、 $30^\circ$ ，與本研究同樣使用全視野自動驗光機(Shin-Nippon nvision-k5001)，不同的是使用視標為 LED 燈(Light Emitting Dio De)，角膜至視標距離為 33 公分，依照屈光度分為：中高度近視組、低度近視組、正視眼組、遠視組，共四組。比較各組中心及周邊各角度之差異，發現中高度近視組在周邊各角度的周邊遠視皆顯著高於中心屈光度( $P < 0.001$ )；在低度近視組只有在鼻側  $30^\circ$  相對周邊遠視顯著高於中心屈光度( $P < 0.001$ )；而在正視眼組及遠視組，兩組在周邊各角度周邊近視顯著高於中心屈光度；並且所有受測者近視度數與周邊屈光有顯著相關(Chelvin CA Sng et al., 2011)。Sng 等人的研究證實了近視度數越高者，相對周邊遠視越明顯；正視眼及遠視眼則周邊呈現相對近視，且以周邊  $30^\circ$  的變化量最為明顯。

最後利用周邊屈光及 MRI 影像數據，ZEMAX 軟體來模擬完整眼，進而搭配鏡片設計。在簡化眼及完整眼方面，簡化眼之對比率約為  $0.24@100$  cycles/mm，而完整眼之對比率約為  $0.48@100$  cycles/mm，因此使用完整眼作為 PAL 之眼睛模型較為符合實際人眼狀況，與簡化眼相較，MTF 對比率大，代表所能看到之物體清晰度與解析度均佳，但建模程序較為複雜。

# 科技部補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：104年11月12日

計畫編號	MOST103-2320-B-040-025-		
計畫名稱	探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係		
出國人員姓名	孫涵瑛	服務機構及職稱	中山醫學大學 視光學系 助理教授
會議時間	104年09月22日至 104年09月27日	會議地點	大陸浙江省溫州市溫州醫 科大學附屬眼視光醫院
會議名稱	(中文)第五屆國際近視研討會 (英文)The 5 <sup>th</sup> international myopia conference		
發表題目	(中文)使用阿托品控制近視者與未點用者之周邊屈光比較 (英文) Peripheral Refraction in Myopic Children with and without Atropine Usage		

## 一、參加會議經過

這次第十五屆 The 15th International Myopia Conference 的會議地點在大陸溫州市溫州醫學院。時間為 2015 年 9 月 23-27 日。從台灣到溫州的飛行時間約 1 小時即到達，22 日晚上 8 點左右到達溫州，此次活動於溫州醫學院附設眼視光醫院，到達當天有之前至本校參訪之溫州醫學院老師前往接機，讓行程順利不少，當天到達下榻飯店後，大廳已經可以先行報到，故在 22 日完上完成報到手續。23 日一早溫州醫學院老師安排參觀科研大樓與實驗室，參觀眼球斷層掃描研發、近視控制近視等實驗室等，兩邊師生互相交流。並且於 23 日下午將壁報論文設定完畢。24-27 日進行大會，因大會壁報不少，舉辦單位很貼心的將壁報展示時間分位 24 日與 25 日，讓張貼壁報的人員除介紹自己的壁報外，也可以參觀其他壁報。我的壁報時間為 24 日，而研究生與大專生的壁報時間為 25 日，有很多國內外的學者與我們討論內容，特別的是壁報內容引起 Essilor 實驗室的關注，並約 26 日晚宴上一起討論未來合作的可能，也是本次參加研討會中的一大收穫。五天研討會活動於 27 日中午結束，大家一起大合照後解散，我們也搭乘下午的班機回到台灣。

此次參加會議是以 POSTER 的方式發表，大會有規定海報大小格式，但要將

研究成果用一張 A0 的海報呈現出來，光篩選資料及照片就花了不少時間，此次研討會的論文有將近 200 篇論文，都是和近視研究相關的報告，讓我學習良多，也得到很多新的知識與想法。

## 二、與會心得

近視國際研討會為兩年舉辦一次的大會，今年已經是第 15 屆的研討會，屬於近視相關研究的大會。本次會議有來自世界各國研究近視的學者與會，主辦單位將其主題分為 Epidemiology and genetics of myopia and pathologic myopia、Optics and heritability (genes)/Brief description of focus Myopia research in China Visual cues driving emmetropization /Brief description of focus Regulation of eye growth - roles of retinal pigment epithelium (RPE) & choroid 等幾類，從中學習不少目前各國的研究方向，如：在近視基因研究、動物模式、周邊屈光與脈絡膜變化等。會議主題幾乎涵蓋當代亞太學者在此研究領域之主流研究，因此會議之議程及成果為學界所重視，也吸引全世界一流之專家學者熱烈參與盛會。而台灣的近視問題也是被全世界拿來熱烈討論的重要議題；因此本人建議每年都應派人員與會，和其他專家學者或人員討論交流，以找尋近視成因及控制的科學研究領域。

會議當中有不少和周邊近視與阿托品控制近視相關的研究成果發表。如此，此會議可將周邊屈光與近視進程、阿托品或特殊鏡片控制近視，以及其他有興趣之研究員聚集在一起。此研討會提供一個專業的討論會來交流及促進科學研究學問，且進一步討論新想法。特別的是在最後一天，大會安排在各專業領域的專家進行類似辯論的討論方式，讓我能更深刻的了解各不同研究中的發現與現制，因此能在此研討會中和其他專家學者或人員討論交流，而增加了現在及未來合作和意見交流傳播的機會。並且每天都有晚宴活動，且沒有制式化的分桌，讓各不同地方的研究人員能夠互相交流、討論，這種方式非常的棒，讓大家在互相交流的情況之下可以激發出更多不同的想法與研究方向。

新加坡的學者與法商 Essilor 鏡片公司與我們一同討論有關台灣地區學童近視問題與矯正方式，在台灣眼科醫師開立散瞳藥水讓孩童點用以控制近視，此種方式在北美、歐洲等國家並不多見，但在東亞地區如新加坡、大陸等地區也有，但沒有像台灣有那麼多的案例。在國外控制近視的方式大多於多從事戶外活動此類，但可能因人種或地區性用眼習慣不同，在華人地區的高近視率與點用散瞳藥水控制近視的方式，對於歐洲人來說非常特別，且也吸引鏡片商的注意。因此，在晚宴討論上，兩方進一步討論合作的可能性，希望能像溫醫與 Essilor 鏡片公司合作的方式，也能够在台灣建立近視研究室，能夠對於未來台灣地區的近視控制能夠有好的幫助。

## 三、發表論文全文或摘要

論文題目：Peripheral Refraction in Myopic Children with and without Atropine Usage

報告類別：Poster

作者：Jhen-You Yu, Jing-Jie Chen, Hui-Ying Kao, Ta-Hsiung Cho\* and Han-Yin Sun\*

時間：104. 09. 22-09. 27

地點：大陸溫州醫學院

論文摘要

**Purpose:** To compare the patterns of relative peripheral refractions and astigmatic refractions between myopic children who are currently on atropine treatment for controlling their myopia progression and those who don't use atropine.

**Methods:** Chinese children (n =209) aged 7 to 12 years participated in the study, of which 106 subjects were classified into the atropine group and 103 subjects were in the non-atropine group. According to their refractive errors, the subjects were also classified into three groups: emmetropes (SE: +0.50 to -0.50 D), low myopes (SE: -0.50 to -3.00 D) and moderate myopes (SE: -3.00 to -6.00 D). The central and peripheral refractions along the horizontal meridian (for both nasal and temporal fields) within 30 degrees were measured.

**Results:** There were no statistically significant differences between the three refractive groups in the nasal and temporal retina for the spherical equivalent (SE) and astigmatism. The atropine group showed significant relative myopia in the temporal 30° field in spherical equivalent for the emmetropic group (P=0.01). In low myopic children, the atropine group had significant relative myopia in the nasal 30° and temporal 30° field in spherical equivalent (P=0.047, P=0.021), and it is also observed at nasal 20° and 30° field in spherical equivalent for the moderate myopic group (P=0.023, P=0.008).

**Conclusions:** Significant differences between with and without atropine groups in relative peripheral refraction were found for emmetropic, low myopic and moderate myopic eyes. The present findings suggest that the eyes which received atropine may be less prolate and thus help explain the mechanism of myopia progression control in myopic children.

Key Words: myopia, peripheral refraction, atropine

#### 四、建議

這場研討會內容的安排非常充實，但也有些急迫，有些演講者報告完後，甚至已經沒有時間可以提問。看了溫州的場地後，覺得台灣地區比他們更有能力舉辦類似的國際研討會，非常希望未來台灣地區的眼科與視光有機會能夠一起舉辦國際的相關研討會。

#### 五、攜回資料名稱及內容

	資料名稱	內容
1.	研討會手冊	研討會議程，所有演講者、口頭報告、壁報論文

		的摘要
2.	溫州醫學院科研介紹	眼視光研究單位與相關研究
3.	溫州眼視光醫院介紹	溫州眼視光醫院介紹
4.	Essilor 鏡片介紹	
5.	與會證明、註冊單據	

## 六、其他



# 科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2015/12/25

科技部補助計畫	計畫名稱: 探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係
	計畫主持人: 孫涵瑛
	計畫編號: 103-2320-B-040-025- 學門領域: 醫學工程
無研發成果推廣資料	

103年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：孫涵瑛		計畫編號：103-2320-B-040-025-					
計畫名稱：探討高度近視視網膜形變與周邊屈光狀態之關係							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明： 如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	1	0	100%	篇	撰寫中
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	3	3	100%		2015 國際近視研討會，有3篇相關壁報論文發表
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
其他成果 （無法以量化表達之 成果如辦理學術活動、 獲得獎項、重要國際 合作、研究成果國際 影響力及其他協助		無					

產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)			
	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以100字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以100字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以500字為限）

依據本研究的發現與實際應用面上，由先前的研究中得知周邊近視的減少可以當作近視進程控制的一種方式。根據這各論點，不同的光學矯正方式都可以利用來減少周邊近視，例如：一般光學鏡片、隱形眼鏡等等。本研究以人眼模型搭配核磁共振取得之視網膜形狀與周邊屈光狀態之分析，再以光學軟體設計矯正鏡片，已達到周邊焦點都落在視網膜上，降低一般近視者利用光學鏡片矯正後周邊呈現周邊相對性遠視的狀況，達到控制近視進程的發展。