専門医のための

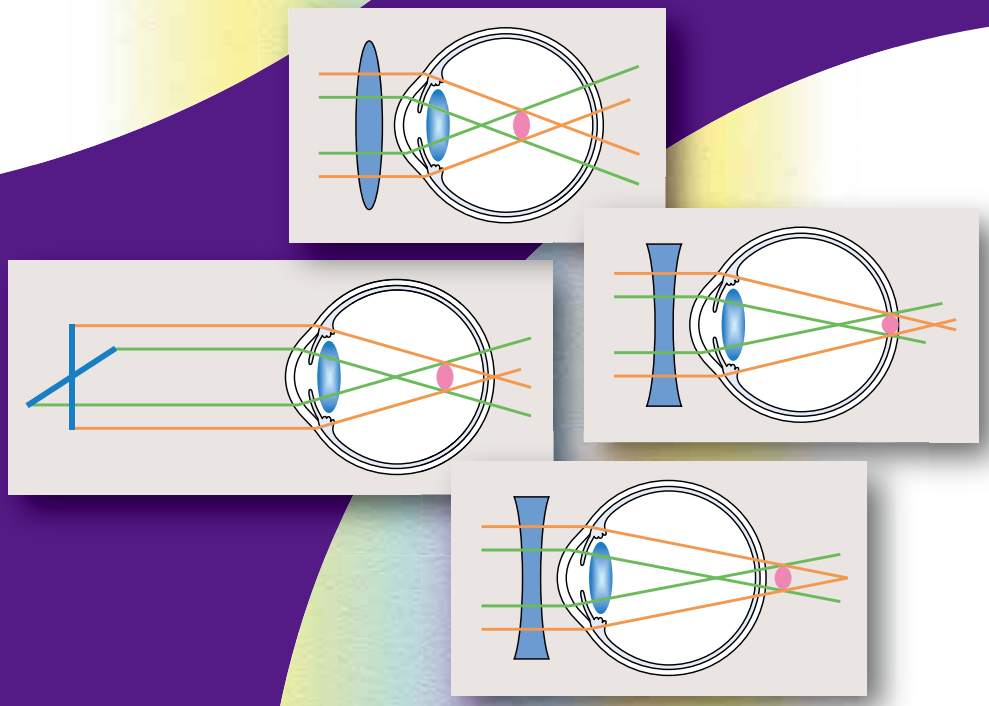
# 眼科診療クオリファイ

シリーズ総編集
大鹿哲郎 筑波大学
大橋裕一 愛媛大学

1

# 屈折異常と眼鏡矯正

編集
大鹿哲郎 筑波大学



中山書店

# シリーズ刊行にあたって

21 世紀は quality of life（生活の質）の時代といわれるが，生活の質を維持するためには，感覚器を健康に保つことが非常に重要である．なかでも，人間は外界の情報の 80％を視覚から得ているとされるし，ゲーテは「視覚は最も高尚な感覚である」（ゲーテ格言集）との言葉を残している．視覚を通じての情報収集の重要性は，現代文明社会・情報社会においてますます大きくなっている．

眼科学は最も早くに専門分化した医学領域の一つであるが，近年，そのなかでも専門領域がさらに細分化し，新しいサブスペシャリティを加えてより多様化している．一方で，この数年間でもメディカル・エンジニアリング（医用工学）や眼光学・眼生理学・眼生化学研究の発展に伴って，新しい診断・測定器機や手術装置が次々に開発されたり，種々のレーザー治療，再生医療，分子標的療法など最新の技術を生かした治療法が導入されたりしている．まさにさまざまな叡智が結集してこそ，いまの眼科診療が成り立つといえる．

こういった背景を踏まえて，眼科診療を担うこれからの医師のために，新シリーズ『専門医のための眼科診療クオリファイ』を企画した．増え続ける眼科学の知識を効率よく整理し，実際の日常診療に役立ててもらうことを目的としている．眼科専門医が知っておくべき知識をベースとして解説し，さらに関連した日本眼科学会専門医認定試験の過去問題を“カコモン読解”で解説している．専門医を目指す諸君には学習ツールとして，専門医や指導医には知識の確認とブラッシュアップのために，活用いただきたい．

大鹿　哲郎
大橋　裕一

# 序

眼科診療には多くの検査法と治療法があるが，なかでも最も基本的で重要な検査は屈折と視力の測定であり，同様に治療の基盤をなしているのが眼鏡による屈折矯正である．

屈折異常を検出・測定し，裸眼および矯正視力を測定することから，眼科診療は始まる．視力検査の結果には多くの情報が含まれており，眼疾患の発見やスクリーニングにつながる貴重なデータを与えてくれる．診療の高度化に伴って，現在では視野，色覚，調節力，コントラスト感度，角膜形状解析，波面解析など多様な視機能評価法が行われるようになっているが，最も基本的な視機能評価法はと問われれば，やはり視力検査ということになる．その視力検査も，簡単に行える症例ばかりとは限らず，屈折の知識を駆使して慎重に行わなければならないケースもある．そのような症例にこそ，屈折と視力の正確な測定値が診断および治療に結びつく大切なデータとなることが多い．正しい情報を得るためにも，眼科医と視能訓練士は，屈折・視力検査の基礎と応用に精通している必要がある．

屈折異常の矯正手段としては，眼鏡，コンタクトレンズ，オルソケラトロジー，laser *in situ* keratomileusis（LASIK）や photo refractive keratectomy（PRK）などのエキシマレーザーを用いたもの，角膜内リング，角膜熱形成，有水晶体眼内レンズ，refractive lens exchange，角膜切開による乱視矯正など，さまざまな modality があり，状況により使い分けられている．しかし，安全性，可逆性，利便性，簡便性などの点で，眼鏡矯正が依然として屈折矯正法の主座であり，最もベーシックなものである．

幼児や小児における屈折矯正が視機能の健全な発達のために重要であることは言うまでもない．成人における近視・遠視・乱視などの矯正も，ますます高度化する情報化社会においてその重要性を増している．一方，人は必ず老視化する．人口の高齢化に伴い，多くは人生の半分を老視の状態で過ごすことになる．屈折矯正と一生無縁である人は皆無に近いであろう．

正しい屈折矯正を通じて快適な“視生活”を提供し，国民の眼の健康を守ること，それは眼科医および眼科医療に関わるものの重要な仕事であり義務でもある．屈折異常は疾患であり，屈折矯正は医療行為である．いかに診断・治療テクノロジーが進歩しようとも，屈折矯正はきちんとした眼科医学知識を有する眼科医と視能訓練士が行わなくてはいけない．正しい屈折矯正を行うためには高い知識と経験が必要とされる．屈折矯正の基礎と応用をもう一度学んで，患者の quality of vision および quality of life を最大限に守り生かすこと，そのために本書が少しでも役に立つことを願って序としたい．

2010 年 10 月

筑波大学大学院人間総合科学研究科（臨床医学系）疾患制御医学専攻眼科学分野／教授
大鹿哲郎

専門医のための眼科診療クオリファイ
**1■屈折異常と眼鏡矯正**

# 目次

## 1 屈折検査


オートレフラクトメータ／オートレフラクト・ケラトメータ …… 佐渡一成 2
検影法 …… 西田保裕 12
CQ 乳幼児の検影法のコツを教えてください …… 西田保裕 17
レンズ交換法 …… 山下牧子 20
二色テスト カコモン読解 21一般59 …… 山下牧子 26
乱視表 …… 佐伯めぐみ 28
クロスシリンダ法 カコモン読解 18一般69 …… 佐伯めぐみ 31
不正乱視の検出 カコモン読解 18一般68 20一般15 …… 二宮欣彦 35
雲霧法 …… 根本加代子 42
調節麻痺薬 …… 根本加代子 44


## 2 視力検査


成人の視力検査 …… 内海　隆 48
近見視力検査 …… 内海　隆 54
小児の視力検査 …… 中村桂子 59
心因性視力障害の視力検査 …… 中村桂子 66
logMAR 視力・ETDRS 視力表の使い方 カコモン読解 20一般59 …… 前田直之 69
その他の視機能検査（コントラスト感度など） …… 平岡孝浩 74
視力の種類 カコモン読解 19一般59 …… 大鹿哲郎 81
CQ 集まった視力の測定値の平均や偏差をとるには
どうしたらよいでしょう？ カコモン読解 18一般67 21一般61 …… 大鹿哲郎 85


## 3 眼鏡調整


成人の眼鏡処方 …… 鈴木武敏 90
CQ 過矯正を避けるためには？ …… 鈴木武敏 100

眼鏡処方せんの書き方 …… 佐野研二 103
老視用眼鏡の処方 …… 梶田雅義 106
CQ 老眼鏡を掛け始める適切な時期はいつごろですか？ …… 梶田雅義 113
VDT 作業と眼鏡 カコモン読解 21 一般 21 …… 渥美一成 115
偽水晶体眼の眼鏡処方 …… 根岸一乃 121
CQ 多焦点眼内レンズ眼の視力測定と眼鏡処方の注意点を教えてください …… 根岸一乃 124
小児の近視矯正 …… 長谷部 聡 127
小児の遠視矯正 …… 林 孝雄 131
CQ 子どもの眼鏡装用を嫌がる親にどう対応しますか？ …… 八子恵子 133
CQ 眼鏡を掛けたがらない患児にどう対応しますか？ …… 八子恵子 136
小児眼鏡フレームとレンズの選び方 …… 湖崎 淳 139
CQ 小児眼鏡フレームのトラブルには，どのように対処したらよいのでしょうか …… 湖崎 淳 145
EV 近視進行防止の臨床試験 …… 長谷部 聡 148
CQ 近視進行の危険因子としてなにが考えられますか？ …… 長谷部 聡 151
CQ 小児近視にミドリン M® は有効でしょうか？ …… 長谷部 聡 154
CQ 不同視がある場合の眼鏡処方で気をつけることは何ですか？ …… 平井宏明 157
CQ 視力回復センターやピンホール眼鏡について教えてください …… 平井宏明 160
プリズム眼鏡の処方 カコモン読解 21 一般 64 …… 西村香澄 164
斜視・弱視の眼鏡処方 …… 林 孝雄 172
眼鏡と医療費控除・療養費支給 カコモン読解 20 一般 61 …… 林 孝雄 176
ロービジョン患者の矯正眼鏡処方 …… 仲泊 聡 179
遮光眼鏡 カコモン読解 21 一般 20 …… 守本典子 184
産業用保護眼鏡 …… 岩崎常人 188
度付きゴーグル …… 岩崎常人 192
花粉症・ドライアイ用眼鏡 …… 内野美樹 195
レンズメータ カコモン読解 20 一般 60 …… 高橋文男 197
CQ 累進レンズのチェックはどのように行えばよいですか？ …… 高橋文男 202
眼科非受診での眼鏡作製による疾患の見逃し …… 植田喜一 205
不適切眼鏡による不具合 …… 植田喜一 209

CQ “クリニカル・クエスチョン”は，診断や治療を進めていくうえでの疑問や悩みについて，解決や決断に至るまでの考え方，アドバイスを解説する項目です．

カコモン読解 過去の日本眼科学会専門医認定試験から，項目に関連した問題を抽出し解説する“カコモン読解”がついています．（凡例：21 臨床 30→第 21 回臨床実地問題 30 問，19 一般 73→第 19 回一般問題 73 問）
試験問題は，日本眼科学会の許諾を得て引用転載しています．
本書に掲載された模範解答は，実際の認定試験において正解とされたものとは異なる場合があります．ご了承ください．

EV “エビデンスの扉”は，関連する大規模臨床試験について，これまでの経過や最新の結果報告を解説する項目です．

## 4 調節

調節力の測定 カコモン読解 18－般 70 …… 川守田拓志，魚里　博　214
調節の異常とその治療 …… 浅川　賢，庄司信行，石川　均　221

## 5 屈折異常と眼疾患

強度近視の眼底変化 …… 大野京子　228
近視と網膜硝子体界面 …… 佐柳香織　232
近視と緑内障 …… 富所敦男　236
強度近視と視覚障害 …… 郷家和子　239

## 6 屈折視機能の基礎知識

成長と屈折変化 …… 小林百合　244
加齢と屈折・調節変化 …… 山口剛史　248
眼鏡処方と眼光学 カコモン読解 19－般 58　20－般 56　20－般 72 …… 不二門　尚　253
屈折異常と眼光学 カコモン読解 20－般 58 …… 不二門　尚　266
眼鏡レンズの種類 …… 白柳守康　272
眼の屈折要素 カコモン読解 18－般 4　19－般 3　19－般 4　21－般 11 …… 魚里　博　278
瞳孔径と視力 カコモン読解 18－般 64　21－般 60 …… 根岸一乃　287
三歳児検診，学校検診 カコモン読解 20－般 18 …… 橋本禎子　292
自動車免許と視機能 カコモン読解 20－般 19 …… 丹治弘子　296
眼鏡処方と法律 カコモン読解 19－般 17　20－般 17 …… 笠井祐子　299
身体障害者福祉法 カコモン読解 21－般 19 …… 笠井祐子　301
労働者災害補償保険 …… 鳥居秀成　303
職業・資格と視力 …… 鳥居秀成　306

文献*　311
索引　323

* “文献”は，各項目でとりあげられる引用文献，参考文献の一覧です．

# レンズ交換法

## この検査の種類と目的

レンズ交換法は自覚的屈折検査法で，視力検査による球面レンズ度の検査，乱視表やクロスシリンダーによる乱視の検査（円柱レンズ度の決定），二色テストによる球面レンズ度の調整などからなる（**図 1**）．レンズ交換法を行う目的は，得られた被検者の屈折度から最高の矯正視力を知り，眼鏡処方，眼疾患の有無やその進行状態などの判断に使うことである．このとき矯正される屈折異常には遠視，近視，乱視（ここでは正乱視を示す）などがある（**図 2, 3**）．

## 条件および使用する用具

レンズ交換法の条件は，視力検査と同じで一般に検査距離 5 m，室内照度 50 lux 以上（視標輝度以下），視標輝度 500±125 rlx*1，視標のコントラスト比 85％ 以上，被検者の眼の高さが視力表 1.0 の位置で行うことである．

使用するレンズは一般に検眼レンズセットにあり，遠視，近視を矯正する凸および凹球面レンズ（spherical lens）*2 と，乱視を矯正する凸および凹円柱レンズ（cylindrical lens）*3 がある（**図 4**）．レンズの単位はジオプトリー（diopter；D）で焦点距離（m）の逆数である（焦点距離 0.5 m のレンズは 1/0.5＝2〈D〉）*4．検眼レンズには両凸，両凹レンズとメニスカスレンズがあるが，後者を使うことが望ましい．また，遮閉板，散瞳時に使用する円孔板なども入っている．

## 手順

他覚的屈折検査の値を参考に行う（**図 5**，**表 1**）．眼鏡を装用している場合は，装用眼鏡の屈折力を測定しておく．視力表から眼の位置まで 5 m 離れたところに座らせる．片眼に遮閉板を入れた検眼枠を被検者に装用させ，片眼ずつ検査する．

はじめに裸眼視力を測定する．次に，＋0.25 D（または ＋0.50 D）のレンズを装用させ（レンズ後面と角膜頂点間距離 12 mm の位

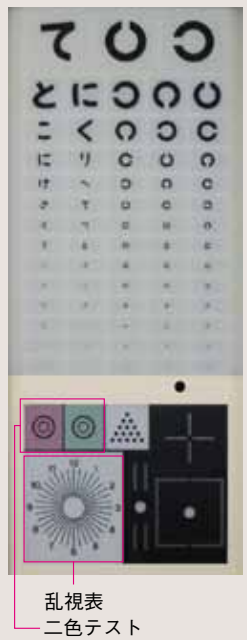



**図 1　視力表**

*1 rlx
ラドルックス＝反射率×lux

*2 spherical lens
どの経線方向も同じレンズ度数をもつ．

*3 cylindrical lens
軸方向は屈折度 0，軸と直交する方向にレンズ度数をもつ．

*4 レンズ度数の計算
レンズの度数：$D$
レンズの焦点距離：$f$ (m)

$$D=\frac{1}{f}$$

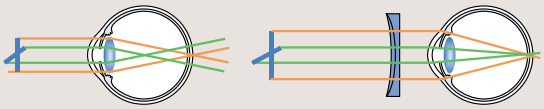
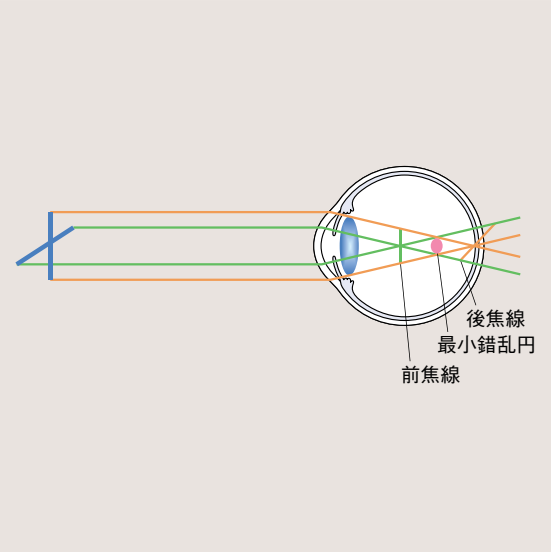
| | | |
|---|---|---|
| 遠視 | 無調節の状態で平行光線が網膜後方に結像する（網膜の後方に焦点を結ぶ）．<br>眼の屈折力が小さいため，光が収束する凸球面レンズで矯正し，網膜上に焦点を結ぶ． | |
| 近視 | 無調節の状態で平行光線が網膜前方に結像する（網膜の前方に焦点を結ぶ）．<br>眼の屈折力が大きいため，光が開散する凹球面レンズで矯正し，網膜上に焦点を結ぶ． | |
| 乱視 | 眼屈折系の縦横各経線で屈折力が異なり，無調節の状態で平行光線が１点に結像しない．<br>１点に結像させるため円柱レンズで矯正する．<br>屈折力の最も強い経線を強主経線，これと直交する屈折力の最も弱い経線を弱主経線という． |  |

**図２　屈折異常**




| 倒乱視（強主経線が水平方向の乱視）の例 | |
|---|---|
| 前焦線 | 水平方向（180°）が強主経線の場合，水平から来た平行光線は他の経線より前に光が集まる．この位置では垂直方向（90°）からの平行光線は集光せず上下にぶれ，点にならず縦線が見える．ここを前焦線という． |
| 後焦線 | 垂直方向からの平行光線は弱主経線となり，ほかの経線より後に光が集まる．この位置では水平方向からの光は集光せず左右にぶれ，横線に見える．ここを後焦線という． |
| 最小錯乱円 | 両焦線の中間に縦横のぶれが同じ蒙輪ができる．これを最小錯乱円といい，球面レンズ矯正では最高視力が得られる． |

強主経線が垂直方向の場合を直乱視という．垂直方向の光は前焦線（横線）に，水平方向の光は後焦線（縦線）として結像する．このほか斜乱視がある．

**図３　乱視**

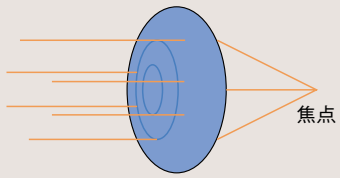
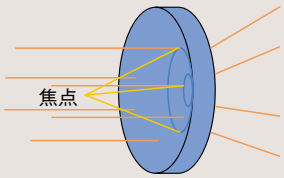
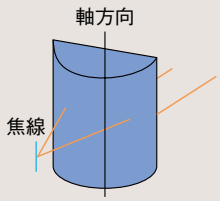
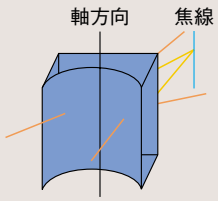
| | 凸レンズ | 凹レンズ | |
|---|---|---|---|
| 球面レンズ |  |  | レンズの経線方向の屈折力はどの部分も同じで１点に集まる（焦点を結ぶ）．<br>レンズから焦点までの距離を焦点距離という． |
| 円柱レンズ |  |  | レンズの経線方向の屈折力は異なる．軸方向では光の屈折はなく，軸と直交する経線の屈折力が最大で，これがレンズ度数となる． |

**図４　球面レンズと円柱レンズ**

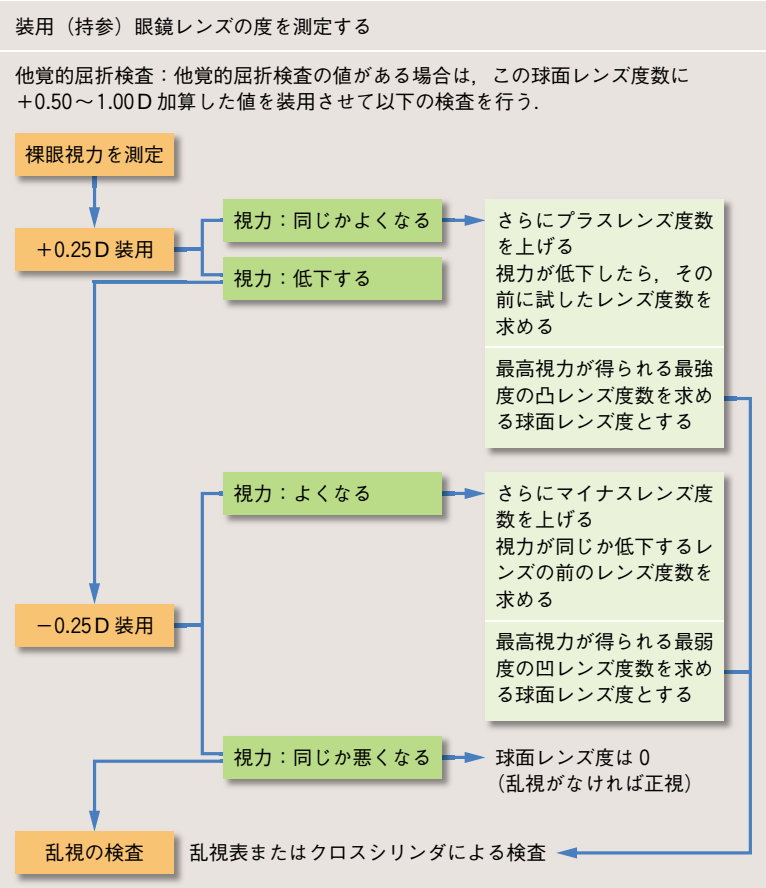



**図 5　レンズ交換法の手順**

**表 1　レンズ交換法による球面レンズ度数の求め方**

| 裸眼視力 | 0.8 | 裸眼視力 | 1.0 | 裸眼視力 | 0.8 |
|---|---|---|---|---|---|
| ＋0.25 D 装用 | 0.8 | ＋0.25 D 装用 | 0.7 | ＋0.25 D 装用 | 0.7 |
| ＋0.50 D | 1.0 | －0.25 D | 1.0 | －0.25 D | 0.9 |
| ＋0.75 D | 1.5 | －0.50 D | 1.0 | －0.50 D | 1.0 |
| ＋1.00 D | 1.5 | | | －0.75 D | 1.5 |
| ＋1.25 D | 1.2 | | | －1.00 D | 1.5 |
| | | | | －1.25 D | 1.2 |
| 球面レンズ度 | ＋1.00 D | 球面レンズ度 | 0 D | 球面レンズ度 | －0.75 D |

他覚的屈折検査を参考にレンズ装用して行った場合は，はじめに装用したレンズの値に上記の値が加算される．
球面レンズの決定：プラスレンズ　（凸レンズ）：最高視力が得られる最強度の球面レンズ
マイナスレンズ（凹レンズ）：最高視力が得られる最弱度の球面レンズ

置*5)，裸眼視力より視力が同じかよくなるか調べる．

＋0.25 D 装用で視力が同じかよくなった場合は，さらにプラスレンズの度数を上げて視力が低下したら，その前に試したレンズ度数

*5 レンズは，レンズ後面と角膜の頂点間距離が 12 mm に装用したとき，収差が一番少なくなるよう設計されている[1]．そこでレンズ交換法では，頂点間距離は 12 mm に保てるようにレンズを入れる．

文献は p.311 参照．

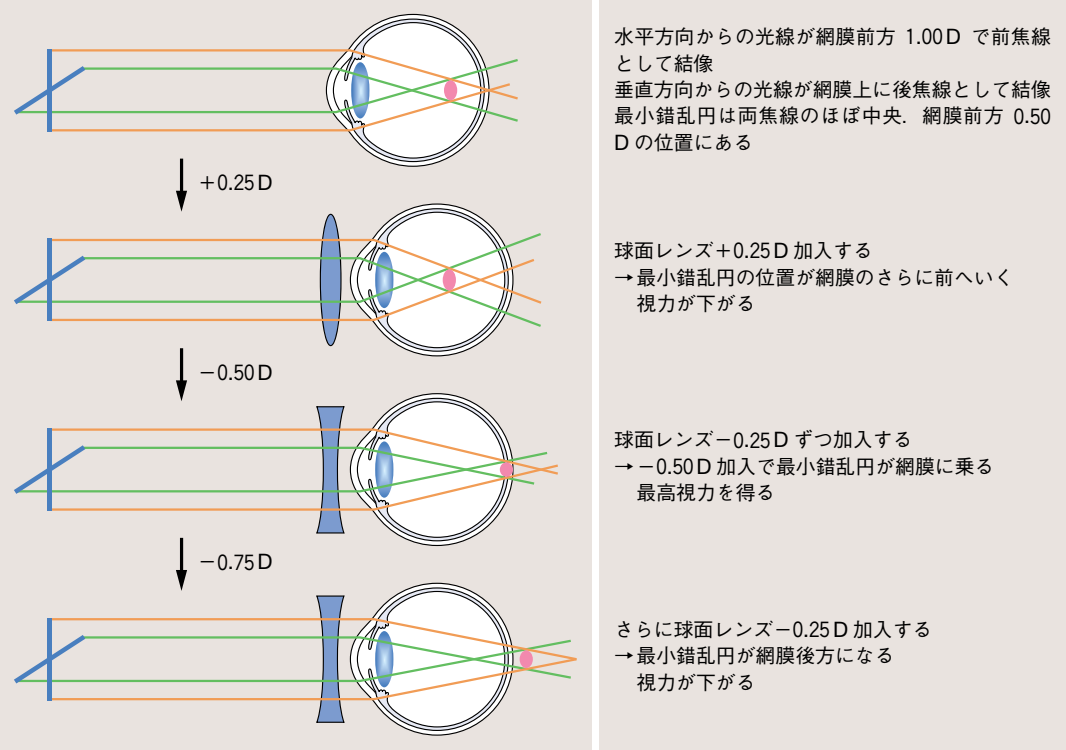



**図 6　乱視と球面矯正レンズ**

（乱視：cyl−1.00D Axis 90° の検査の例）
乱視は，無調節の状態で平行光線が 1 点に焦点を結ばない（眼屈折系の縦横斜め経線方向で屈折力が異なる）状態である．球面レンズ −0.50D で最高視力が得られる．この後，乱視の矯正をする．

を求める．この値が遠視の状態で最高視力の得られる最強度の凸レンズ度数であり，求める球面レンズ度になり，乱視の検査へ進む．

+0.25D 装用で視力が低下したら，−0.25D のレンズを装用させ，視力がよくなるか調べる．視力がよくなった場合は，さらにマイナスレンズの度数を強くしていき，視力が同じか低下するレンズの前のレンズ度数を求める．この値が近視の状態で最高視力が得られる最弱度の凹レンズ度数が球面レンズ度になり，乱視の検査に進む．−0.25D 装用で視力が低下，または同じ場合は，球面屈折度は 0（乱視がなければ正視）になる．

他覚的屈折検査による屈折値がある場合は，その球面レンズ度に +0.50～1.00D 加算した値を装用させて視力検査を行い，同様な手順で行う．

乱視がある場合には，球面レンズのみでは十分な矯正視力が得られない．球面レンズのみの矯正では通常，最小錯乱円で見ている位置を矯正している（**図 6**）．すなわち，乱視の値の半分を球面レンズ

専門医のための眼科診療クオリファイ　1
屈折異常と眼鏡矯正

2010 年 11 月 15 日　初版第 1 刷発行 ©〔検印省略〕

シリーズ総編集……大鹿哲郎
大橋裕一

編集……大鹿哲郎

発行者……平田　直

発行所……株式会社 中山書店
〒113-8666 東京都文京区白山 1-25-14
TEL 03-3813-1100（代表）　振替 00130-5-196565
http://www.nakayamashoten.co.jp/

本文デザイン・装丁……藤岡雅史（プロジェクト・エス）

印刷・製本……中央印刷株式会社

ISBN 978-4-521-73322-7
Published by Nakayama Shoten Co., Ltd.　Printed in Japan
落丁・乱丁の場合はお取り替えいたします

・本書の複製権・上映権・譲渡権・公衆送信権（送信可能化権を含む）は株式会社中山書店が保有します．

・JCOPY ＜（社）出版者著作権管理機構 委託出版物＞
本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています．複写される場合は，そのつど事前に，（株）日本著作出版権管理システム（電話 03-3817-5670，FAX 03-3815-8199，e-mail: info@jcls.co.jp）の許諾を得てください．