



眼の健康ジャーナル

Vol. 2. No. 1 - 3

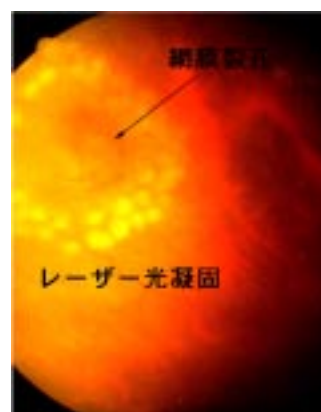
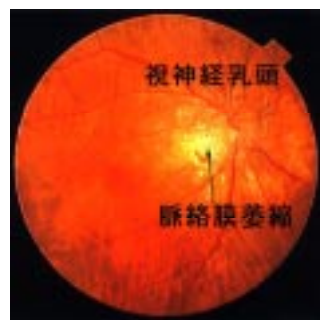
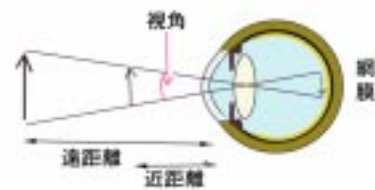
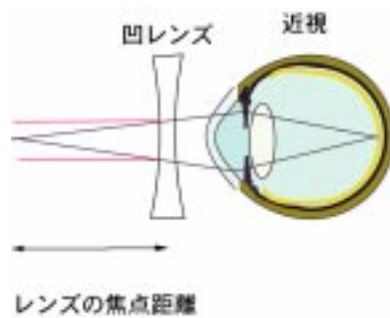
三島眼科医院発行

〒213-0001 川崎市高津区溝口1-9-1

三井住友銀行溝ノ口ビル4F

Phone: 044-814-4138

眼の屈折・調節の話：1 - 3

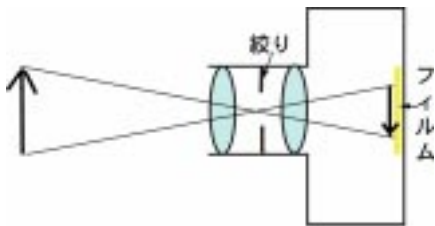


眼のはたらきと近視・遠視など 1

1. ものを見るということ

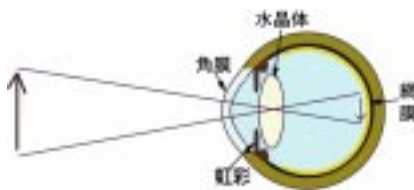
眼は外界のものを見て、細かい情報を取り入れるために発達した特殊で、精密な器官ですから、その機能を最高に発揮させることが現代生活の幸福のもとになります。ものを見るという眼のはたらきはとても複雑ですので、そのうち近視等に関係のある光学器械としての眼について、カメラと対照しながら説明します。

右の図はカメラの構造ですが、前にレンズが2枚(本物は多数重なった



レンズ)あり、そのあいだに絞りがあって入る光の量を調節します。カメラの底にはフィルムがあり、外界のものをレンズでフィルム上に結像させています。フィルム面に出来た像は上下左右が逆になっていますが、現像してプリントするとちゃんとした写真を見ることが出来ます。

右の図は眼の断面図ですが、一番前に角膜があり、眼の中に水晶体があ



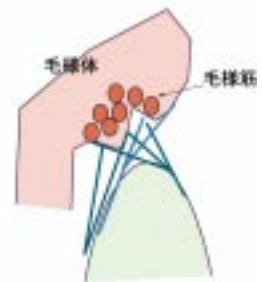
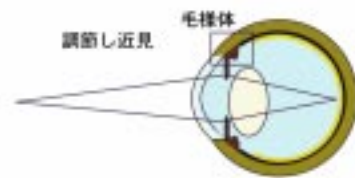
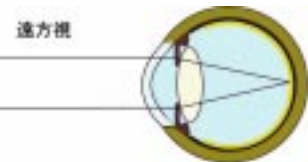
り、それぞれカメラの2枚のレンズと同じはたらきをしています。この両者の間に虹彩(眼の茶色に見えるところ)があり、その中央に瞳があいていて、カメラの絞りと同じで、自動的に大きくなったり小さくなったりして、眼の中に入る光の量を調節します。

眼の底には網膜という光を感じる神経があり、そのうえに外界の像が上下左右逆に結像します。眼の場合は網膜に出来た像を視神経によって脳に伝え、上下左右の関係を正常に戻して感じています。

2. ピント合わせ(調節)

ものを鮮明に見るためには、外界の像が網膜上に正確にピントを結んでいる必要があります。

右の上図は正視の人が遠くを見たとき、遠方からきた光(眼に向かって平行にくる)が網膜にピントを結んでいることを示しています。しかしこの人が本を読むときは読書の距離すなわち約30cmにピント

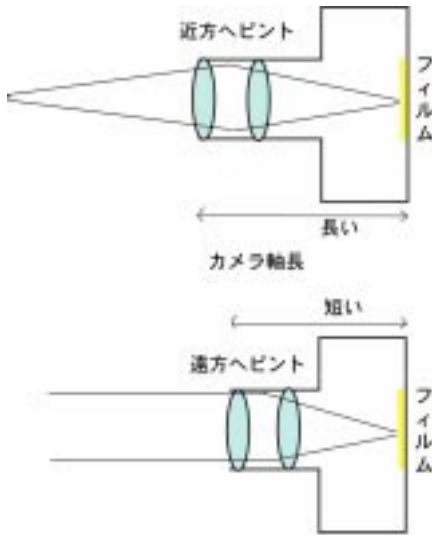


をあわせる必要があります。右の下図は中の図で水晶体の周りを取りまく毛様体の構造を拡大したものです。その中の毛様筋が収縮して、中の図の様に水晶体の形を丸くして、その屈折度を高めて、近くにピントを合わせています。これをを眼の調節といい、近くを見ようとするとき脳から神経に(裏に続く)

よって毛様筋に指令がきて自動的に調節するようになっています。光学的には眼が近視と同じ状態になっているわけですが、本当の近視とは違ってきます。

3. カメラのピント合わせ

カメラのレンズは人間の水晶体のように形を変えることが出来ませんので、近くを撮影する時はレンズを前に



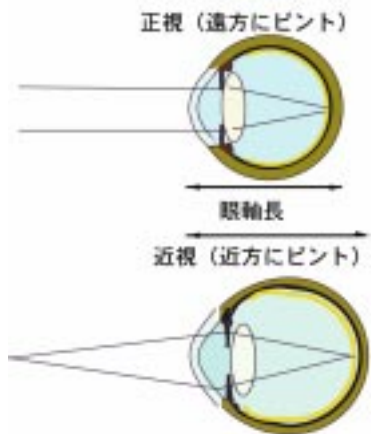
移動して、レンズとフィルムの距離を長くしてピント合わせをしています。右図の上がそれで、下の図は遠方を撮影しているときです。レンズとフィルムの距離(カメラ軸長)の違いが分かると思います。眼と対比してみると、下図が正視、上図は近視になっている状態です。

4. 近視とは

近視は日本人には非常に多い眼の状態ですが、光学的に見ると2種類の状態があります。その1)は調節のところで見たように、毛様筋の収縮で近視状態を作っているわけですが、毛様筋を過度に酷使して細かい字などを長く読んでいると、毛様筋の緊張がとれなくなるために近視状態が続きます。これは「偽近視(仮性近視)」と呼ばれているものです。その2)はカメラで近くを撮影する上の図と同様に眼の角膜と網膜との距離(眼軸長)が正視に比べて長い眼で、最も眼の調節を休めている状態でも近くにピントがあっているので、そのままでは遠くにピントをあわせることが出来ません。これを「軸性近視」といいます。正視の人の眼軸長は24mmです

が、近視の人はこれより長いのです。すなわち近視の人の眼は少し大きいので、眼がぱちりして大きくみえる人が多いのです。

1)の偽近視は調節緊張とも呼ばれていますが、長く続くと毛様筋がゆるまなくなるので近視になっているわけですが、薬で毛様筋を麻痺させると近視が弱く



なったり正視になったりしますので、偽近視であることが分かります。このような眼では、読書を休んで遠方を見るようにしていると近視が軽くなることがあります。ところがこの種類の近視は小学校高学年、中学校の生徒等に多いので、勉強をするなどというわけには行きませんので、どうしても近視の治療は思うようにはゆきません。しかし、良い姿勢を保ち、適当な明るい照明のもとで読書する習慣をつけることによって近視の進行がおさえられます。寝ころんで、薄暗い光で本を読むのはやめましょう。2)の軸性近視にもいろいろな種類があります。中には遺伝によって高度な近視になり、眼軸が非常に長い人もありますが、これは遺伝による病気の一つでそれほど多くはありません。多くは成長発育段階で、近くで本を読むこと(近業)を続けているうちに眼軸が伸びる場合で、中学、高校等の生徒に多く発生するので、「学校近視」とも呼ばれ中程度の近視が大部分です。眼の発育がほぼ終わる大学生時代には近視はあまり進行しなくなります。

5. 眼の屈折

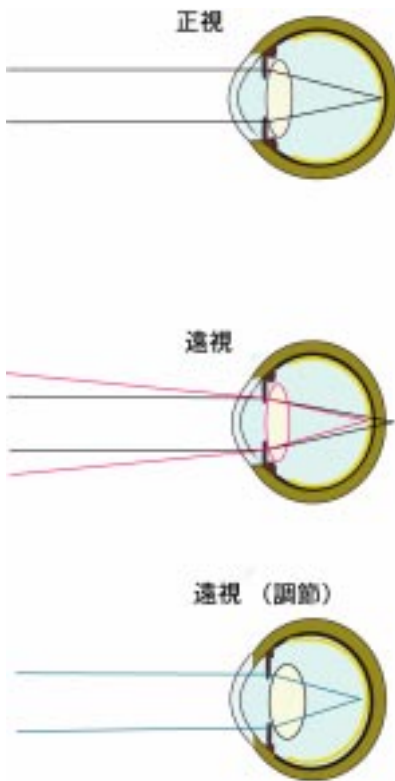
「眼のピント合わせ」の仕組みを屈折といい、近視等の度を計るのを「屈折測定」といいます。屈折にはその他遠視、乱視等がありますが、これらは次号以後にお話します。

1. 遠視とは

「遠視の人は視力が良い」「視力が良いから私は遠視だ」などという人がいます。これは一部正しいのですが、遠視を正しく理解しているわけではありません。正視では調節を休めて遠方を見ると、右上図のように遠方から

平行にきた光が網膜にピントを結びます。近視は眼軸長が長いので、遠くから来た光は網膜の前にピントが合い、近くの像のピントが網膜に合う眼です（前号の図）。これに対し遠視の眼は、正常より眼軸長が短いので、右中図のように遠方から来た平行光線は網膜の後ろにピン

トが合います。網膜にピントがあうのは中図の赤い光のように眼に向かって集まってくる光だけです。天然には外界からの光は眼に向かって集まるようなものは存在しません。従ってこのままでは遠視の人は眼前にピントの合うものは全くないのです。要するに遠くも近くもはっきり見ることが出来ません。若い人は水晶体の調節力が十分ありますので、右下図のように調節してレンズの屈折力を高め、遠方から来る平行光線を網膜にピント合せをして結果的に正視の状態にしている



ので、遠くが良く見えるわけです。しかしそのためには何時も調節して毛様筋に負荷をかけていなければなりませんのでとても疲れま

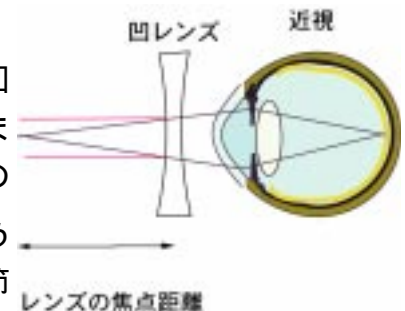
す。その上30歳代後半から40歳代にかけて、調節力が減退していわゆる老眼(老視)になります。こうなると調節によって遠視の部分を補うことが出来なくなるので、遠方の視力が低下するだけでなく、近くもピント合わせすることが出来なくなります。遠視の高齢者は近視の人と異なり、眼前にはっきり見えるものがなくなり、読書はおろか、食卓の料理もよく見えないので食事を楽しむこともままならぬようになり、不幸せです。これに反し近視の人は近くがよく見えますから老後の読書、食事、テレビなどは心ゆくまで楽しめるわけです。老視についてはまた項を改めてご説明します。

2. 近視の度と屈折矯正

近視の人が遠方にピント合わせをするためには、どうしても屈折矯正をしなければなりません。左上図の正視は遠方からの平行光線が網膜にピントがあっていますが、近視の人もこれと同じ状態を作り出せれば、遠くがよく見えるはず

です。そこで眼の前に右図のように凹レンズをかけます。このレンズの焦点がちょうど近視眼が調節を休めてピント

の合うところと一致したとき、右図の赤い平行光線（遠方から来た光）が



(裏へ続く)

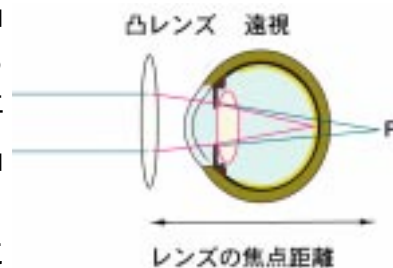
凹レンズを通った後、近視の眼が見ていたのと同じ近くからくる光(黒い線)と同じみちを通って網膜にピントが合います。すなわち凹レンズと眼とが一体となって正視と同じ状態になっているわけです。

近視眼のピントの合う点が、眼から25cm離れていたとすると、凹レンズの焦点距離は25cmであるとちょうど良いわけですので、この凹レンズの度を用いて近視の度を表すように決められています。

3. レンズの度と眼の屈折度

レンズの度を表すのに**ディオプリー(D)**という単位をつかうことになっています。100cmをレンズの焦点距離で割った数字を用います。焦点距離25cmのレンズの度は $100 \div 25 = 4D$ 、ですし、焦点距離1mすなわち100cmなら1D、10cmなら10Dというわけです。焦点距離の短いほど数字が大きくなります。**凹レンズは-符号を、凸レンズは+符号を用います。**

さて表頁の近視眼は焦点距離25cmの凹レンズすなわち-4Dのレンズで遠くがよく見えるようになりましたので、この眼の近視の度は-4Dであるといえます。正視の人は焦点距離が非常に遠いところにあるので、0Dです。さて遠視の人は凸レンズをかけて、調節作用をなくすれば遠視の度をはかることができます。右の図は遠視の人に眼の後ろのF



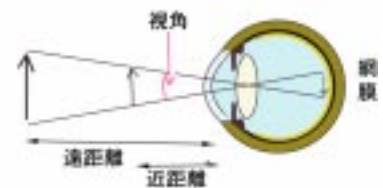
ので、表頁の図の遠視の人と同様に網膜にピントが合います。この遠視の度はレンズの焦点距離を使って例えば+2Dという表現をします。

これで、遠視・正視・近視の度をみな同じ方

法で表現でき、プラスから0を通過してマイナスまで、一連の数字Dの単位で表します。数字が大きいほど近視、遠視の度が強いこととなります。

4. 視力とは：視力に対する誤解

視力とはどれだけ小さいものを見分ける能力があるかを示す指標です。右下の図では、遠方と近方からの物体が網膜に像を結んでいます。眼で物体を挟んで見た角度を「**視角**」と言います。右図の場合は遠方の物体は大きく、近くの物体は小さいですが、視角が同じなので網膜に出来た像の大きさは同じです。網膜でもものを見分ける力が視力で、見分けられる物体の視角が1分であれば視力が1.0で、2分ですと視力0.5、10分ですと視力0.1です。



普通の視力測定をする5メートルの距離は眼から見ると非常に遠方ですから、近視の人はメガネをかけない限りピントあわせが出来ませんので、細かいものがよく見えません。メガネをかけないで計ったものを「**裸眼視力**」、メガネをかけて計ったものを「**矯正視力**」と呼んでいます。5メートルでの裸眼視力が悪いと「**視力が悪い**」、すなわち「**眼が悪い**」と言う人が多いのは困ったものです。近距離で視力を計る「**近距離視力表**」で計ると近視の人は良い視力ができます。上図のように視角が同じですから視力は遠方で計っても近くで計っても同じなのです。5メートルで視力を計る理由は屈折状態、つまり近視等を発見し、メガネやコンタクトレンズで矯正するためなのです。**5メートルで計った裸眼視力がすなわち視力であるとは、大きな誤解**でそのために、悩んだり、子供の眼の心配する母親が多いのですが、視力の正しい理解があれば、何も心配のないことがおわかりいただけるとと思います。 **(以下次号に続く)**



眼の屈折・調節の話 3

眼のはたらきと近視・遠視など 3

1. 幼児の眼は遠視

生まれたばかりの赤ちゃんの眼は発育が完成していません。小さいので、みな遠視です。成長とともに段々と正視になりますが、それでも小学校1年生ではまだ半数近くが遠視です。ところが小学校も高学年になると遠視が少なくなり近視が増えてきます。

2. 近視は中学校、高校、大学生で増える

小学校の高学年から次第に近視が増加し、中学校では20%、高校では40%、大学生では50%くらいが近視であると言われています。お隣の中国では日本より近視が多く、大学生の70%が近視だということです。

学生時代に近視が増加するのは何故か？これは世界の研究者の重要課題ですが、まだ十分解明されていません。しかし、勉強のため本を近距離で読む近業が眼の調節を強要して、近視を誘発することは確かです。

眼科医が正確に眼の屈折度を測定し、メガネを処方出来るようになったのは明治17年のことでしたが、すでに、高等教育を受ける学生に近視が多く年々増加してゆくことがわかり、近視は「学校病」といわれ社会問題になりました。第2次世界大戦中に近視は減少しましたが、戦後にまた増加に転じ、高等学校・大学に進学する学生が多くなるに連れて近視も増加の一途をたどっています。したがってこれらの近視を「**学校近視**」と名付けているくらいです。

3. 近視の種類と程度

近視には調節緊張の状態がとれなくなった「**偽近視**」と、眼軸の長くなった「**軸性近視**」があることは前号でお話しました。

学校近視もはじめは偽近視が多いのですが、次第に眼軸が伸び軸性近視が増加します。近視の度をジオプトリー(D)で表しますが、これで近視の程度を分けています。

- 弱度近視・・・ -3D以下のもの
- 中等度近視・・・ -3D~-6Dのもの
- 強度近視・・・ -6D~-10Dのもの
- 最強度近視・・・ -10D以上のもの

いわゆる学校近視はほとんど中等度までのもので、通常20歳代半ばになると進行がとまります。しかしなかにはそれ以上に進行して強い近視になる人がいますが、これは遺伝的素因によるものです。

4. 眼軸が伸びると眼底に変化がおきる

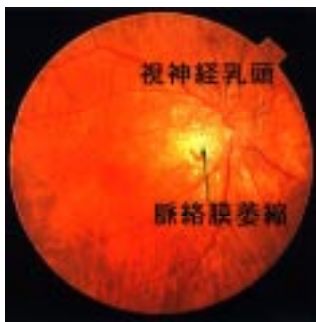
眼軸が伸びると、視神経が眼から出てゆく場所(視神経乳頭)と眼の中の血管の多い脈絡膜という組織の結合部でひずみがおきるので、眼底を見ると、右図のように視神経乳頭の外側にコーヌスという部分が現れます。これはこの部分の組織がひずみ



によって変性を起こしたことを示すもので、中等度の軸性近視に見られます。さらに近視が強くなると、眼軸延長のため眼の中の色素を持つ組織が引き延ばされて薄くなり、網膜の後の脈絡膜血管の網目が透けて見えるので、豹の皮ににているところから豹紋状眼底と呼ばれています。裏面の図にその状態が示されています。

最強度近視になると視神経乳頭の外側の脈絡膜が萎縮して血管が無くなり、**(裏へ続く)**

眼の外壁の白い色が見えるようになります。右の図がそれで、眼底全体に血管の網目が見え豹紋状を呈していることがよくわかります。



5. 網膜変性と網膜剥離

強度の近視になると、眼軸が引き延ばされているわけですから、その中にある網膜にも変化が来ることがあります。一番問題なのは網膜の周辺部で変性がおき、時には網膜に孔があくことがあります。これは眼軸の延長によって周辺部の網膜に血行障害がおきたためと考えられています。このままで何事も無ければこんな変化がおこっていることには自分で気づくことはありません。しかしこれは危険なことで全く気づかない内に、ある日突然目の前に蚊や虫、ごみのようなものが飛ぶように見えて(飛蚊症)右図のように網膜が孔のあいたところから剥離することがあります。勿論見えなくなります。こうなると厄介で、入院して全身麻酔下で手術をしないと視力を回復することが出来ません。

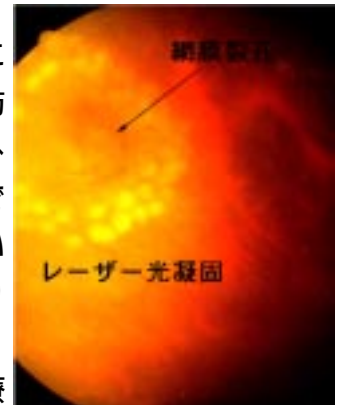


若い人におきる網膜剥離の大部分は強い近視の人におきます。

6. 眼底検査と網膜剥離の予防

軽い近視の人にはこのような網膜の変化はおきませんが、強い近視の人には、全く気づかない内に上に述べた様な変化が起こることがしばしばあるのです。そこで近視がある程度強い人は「近視なんて」と軽くみないで、「薬で瞳を開いて、網膜の周辺部まで眼底検査」をする必要があります。精密検査をした上で、全く異常の無いことが確かめられれば安心出来ます。しかし網膜に変性が

あったり裂孔があったりすると、ここから網膜剥離を起こさないように予防する必要があります。右下の図は、網膜裂孔の周りにレーザー光凝固をして、網膜を後ろの組織に固定し、剥離を予防した図で、これは外来で麻酔をしないで行えます。知らない内に網膜剥離になり入院手術するのと、レーザーで外来治療



で予防したのとでは大変な違いです。若い人は激しい運動をしますから、このような予防的治療は絶対必要なのです。近視も強度になると、メガネ・コンタクトレンズなどで矯正するだけでなく**眼球全体の問題**で、網膜の変化等もあり、眼底検査や眼底の治療も必要な、複雑な病態であることがわかりただけたと思います。

7. 近視の予防

近視になると遠方がよく見えず、メガネやコンタクトレンズ等で矯正しなければならぬので不便です。明治33年以来学校の身体検査では必ず視力検査がおこなわれ、裸眼視力が悪いと近視ではないかと注意されて、眼科医での受診を勧められます。近視の進行は学校時代に起こり、近業によることは間違い無いのですが、近代社会で勉強するなということとは出来ません。しかし強い近視に進行させないように、日頃から予防する必要があります。最近の学会で、本を読む姿勢をビデオで分析して、姿勢の悪い子には強度の近視が多いと報告されています。**良い姿勢で、適正な照明のもとで本を読み、過度の調節をしないよう眼を休ませることが大切です。**

(以下次号に続く)