



眼のしくみと病気

——「よくみえない」はどうして起こる？

はじめに

ひとの眼は直径2・4 cmほどの球体で、その壁は透明な角膜と白色の強膜でできています。内部にはレンズである水晶体や茶目にあたる虹彩、光を感じる網膜などが含まれています【図1】。

透明

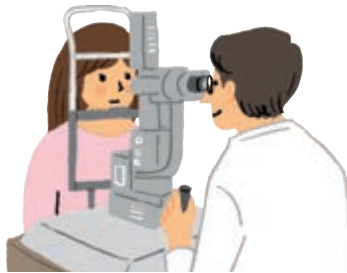
眼の中のセンターラインは

「角膜」が俗にいう黒目で、「強膜」の部分が白目です。角膜は透明ですが、角膜を通して後方にある茶色の虹彩と黒い瞳（瞳孔）という）が透けてみえるので黒目と呼ばれます。

眼を正面からみると、「瞳孔」は虹彩の中央にあいた窓で、その奥に「水晶体」があります。水晶体も透明なのですが、眼球の内部は暗いので黒くみえます。

さいげんしょう
細隙灯顕微鏡は

眼科医にとって聴診器のようによつても使用する検査器械です。眼に斜め方向から細い光をあてて顕微鏡で拡大するので、これで観察すると、正常な眼では瞳孔の奥に透明な水晶体の断面像をみることができ



ます【図2】。

また、角膜と水晶体の間は「前房」と呼ばれる部屋で、房水という透明な液体で満たされています。

「白内障」は本来は透明な水晶体が白く濁る病気で、進行すると【図3】のように瞳が白くみえるのでこの名前になっています。ただし最近の日本では、ここまで白内障が進行する以前に手術が行われることが多いので、このような真っ白な瞳をみる機

会はあまりありません。

水晶体の奥には、これまた正常では透明なゼリー状の「硝子体」があり、眼球内部の大部分を占めています。硝子体の奥にある網膜は光を感じる神経の膜ですが、眼の外から直接みることはできません。【図4】は眼底カメラで撮影した網膜の写真で、眼底写真といわれます。

実は網膜も大部分は透明です。【図4】では網膜内を通過する血管と、網膜の神経細胞から出た神経線維が集まる白色の視神経乳頭は観察できますが、眼底写真の大部分を占める赤黒い部分は、透明な網膜の後ろにある血管とメラニン色素の豊富な脈絡膜が透けてみえているのです。脈絡膜が極度に薄くなる「強度近視」という病気では、さらに脈絡膜の奥にある白い強膜が透けてみえます。

【図1】の眼球の縦断面でみると、そのセンターライン上にある角膜、前房、水晶



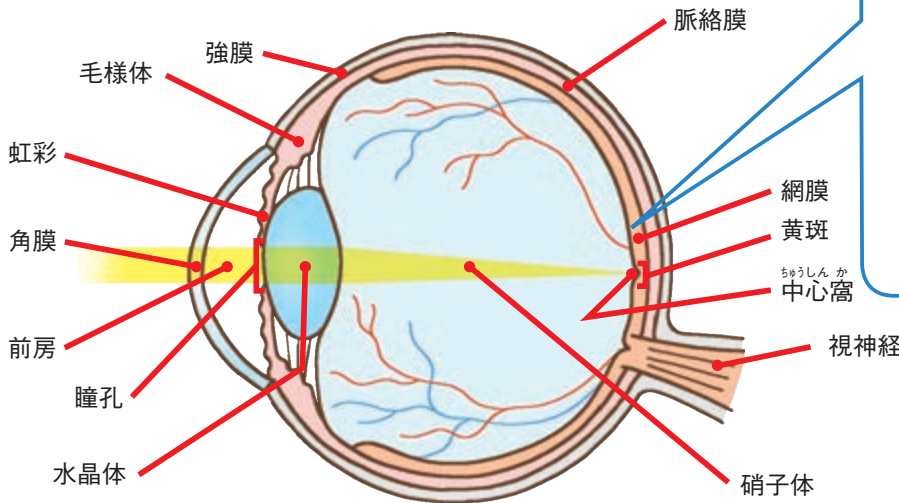
飯島 裕幸

山梨大学大学院総合研究所
眼科学教授

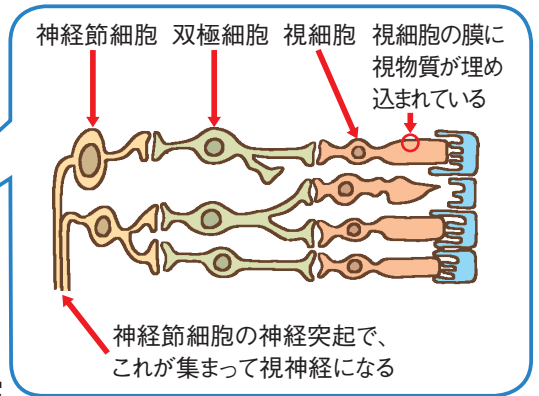
【いじま・ひろゆき】

昭和53年東京大学医学部卒業。昭和62年米国UCLAジュールスタイン眼研究所留学。専門分野は網膜疾患。日本眼科学会専門医、指導医。

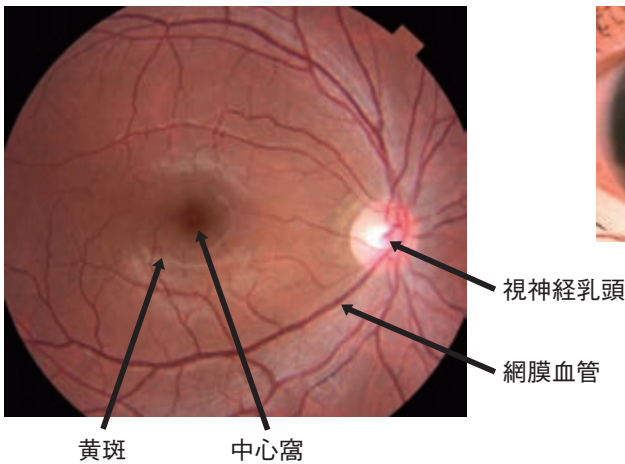
【図1】眼の構造



網膜の拡大図



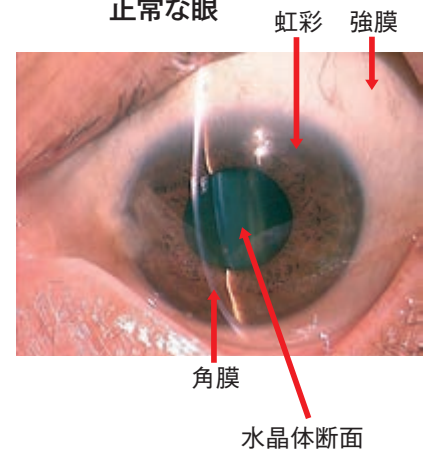
【図4】正常な眼の眼底写真



【図3】白内障



【図2】細隙灯顕微鏡で観察した正常な眼



ただし、光をただ感知するだけでは、文字を読んだり、ひとの顔を識別することはできません。そこで、ヒトなど高等生物の網膜は、電光掲示板のような構造になっています。電光掲示板では多くの発光ダイオードが平面上に敷き詰められていて、その発光パターンで文字や顔の形を伝えてくれます。

視細胞も同様に網膜内に、片眼で1億個以上が敷き詰められています。そこに像を結んだ外界からの光の強さに応じて信号を発することで、文字やひとの顔の造作など、形態の情報を脳に伝えています【図5】。

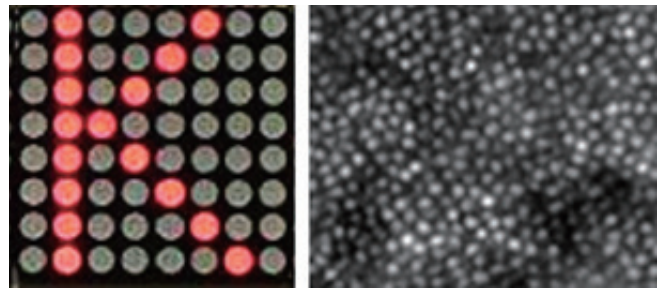
左右に2つある眼は、基本的には外界からの光を採り入れて、その信号を脳に伝えて、情報を得る器官です。光を感知するのは網膜の奥にある「視細胞」という細胞で、その細胞膜にはロドプシンなど光のエネルギーを受け取ってこれを電気信号に置き換える「視物質」というたんぱく質が埋め込まれています【図1】。

ロドプシンのような光を感じるたんぱく質は、藻のような下等生物にもみられ、光を感じた藻が、その光の方向に向かって移動するという現象に関わっています。

文字や顔をみわけるしくみ

症状が起こるわけです。

【図5】電光掲示板（写真左）と特殊な眼底カメラで撮影したヒト網膜の視細胞（同右）



発光ダイオードが敷き詰められた電光掲示板

網膜内には片眼で1億個以上の視細胞が敷き詰められている

ピントが合うとどうなるか

みえないわけではないけれど、ぼやけて文字が読み取れない、あるいは遠くのひとの顔がわからないということがあります。これは外界の像が網膜上にきつちりとピントが合っていないために起こります。

ピント合わせはレンズである角膜と水晶体の役割です。ピントがうまく合わない状態として近視、遠視、乱視などの状態があり、その多くは角膜の形と、角膜と網膜の距離（「眼軸」といいます）の異常が原因です【図6】。めがねやコンタクトレンズで矯正することができますが、レーシック（LASIK）という角膜にレーザーをあ

て屈折力を調整する手術でも治すことができます。

現在のデジタルカメラは、オートフォーカス機能で遠くの風景にも近くの虫にもピントを合わせることができますが、眼でその機能を担っているのは水晶体です。

若いひとの水晶体は軟らかいので、近くをみる際にはその厚みを増して、網膜にピントを合わせますが、高齢になると水晶体が硬くなって厚みを変えられなくなるので、近くの文字が読みにくくなります。これが「老視（老眼）」です。老眼鏡と呼ばれる近見専用の眼鏡や、累進多焦点眼鏡と呼ばれる遠近両用眼鏡で対応できます。

眼の病気

眼の病気で患者さんがよく訴える「よくみえない」という症状は、これまで説明してきた眼の中の構造に異常が起こることで生じます。

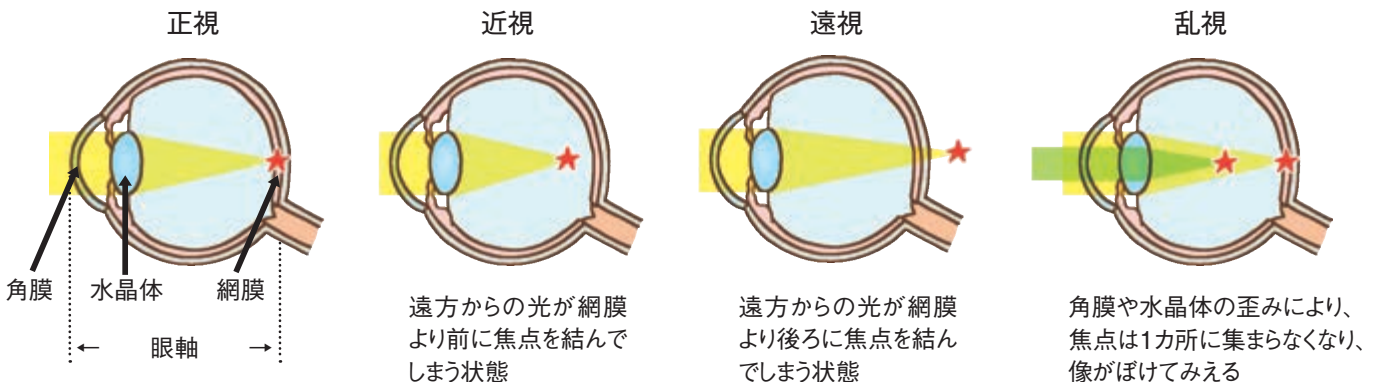
（1）本来透明な構造が濁る病気

網膜の前にある透明な角膜、前房、水晶体、硝子体が濁ると、眼がよくみえないということになります。この病気の代表は水晶体が濁る「白内障」ですが、「硝子体出血」や「角膜白斑」などでも濁りのためみえにくくなり、いずれも手術で治療します。

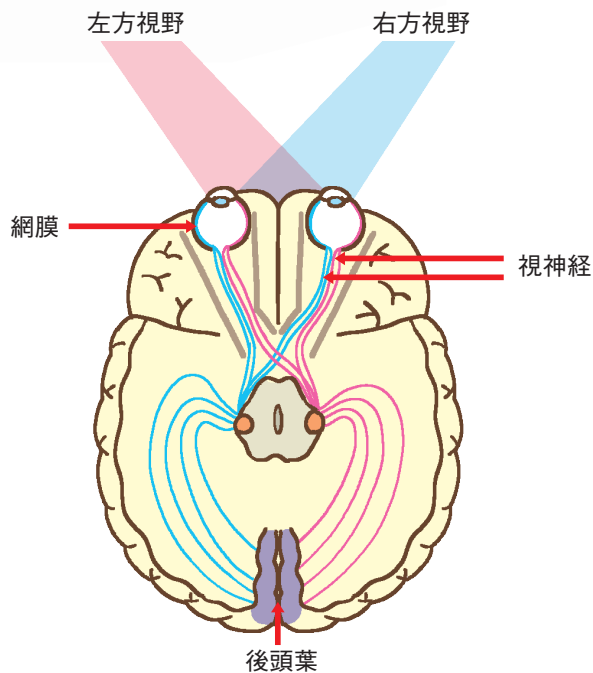
（2）網膜の病気

網膜は神経細胞がぎっしり詰まった膜

【図6】ピント合わせと近視、遠視、乱視



【図7】 視神経から脳までの流れ



で、その一番奥に光を感じる視細胞が並んでいます。視細胞の前には双極細胞や神経節細胞という神経細胞が並んでいて【図1】、視細胞からの信号を受け取り、視神経で脳に伝えています。

よい視力のためには、網膜の中でも黄斑部の中心にある中心窩が重要で、ここに病気が及ぶと視力が低下します。

「加齢黄斑変性」という高齢者に多い網膜の病気では、黄斑に出血やむくみを生じて視力が低下します。網膜全体が障害される「糖尿病網膜症」でも黄斑がむくんだり、剥がれたりすることで視力は低下します。

最近ではむくみを抑えたり、異常な血管を抑えたりする分子標的薬剤を硝子体に注射することで、これらの網膜の病気を治療することが多くなっています。

(3) 視神経の中の線維が抜け落ちて減る

緑内障

網膜と脳を結ぶ視神経の中には、片眼で100万本ほどの神経線維が含まれています。この線維の数が減って、視力や視野が障害される代表的な病気が「緑内障」です。

角膜と水晶体の間にある前房は、房水で満たされています。房水は毛様体でつくられ、前房を経て眼外の血管へ流れていきます。この房水の循環によって、眼内に一定の圧力がかかり眼球の形状が保たれます。この圧力が「眼圧」です。

緑内障の多くは眼圧が高いために神経線維が抜け落ちていく進行性の病気です。一度失われた神経線維は回復しません。すべて失われると失明します。そこで、緑内障が進行しないように眼圧を下げる眼薬や手術治療が行われます。

(4) 視神経から脳までの病気

視神経は視神経管という頭蓋骨の穴を通って脳の中に入り、両眼からの視神経が合わさった後、再び左右に分かれて、脳の一番後ろにある後頭葉という場所にたどりつきます。実はひとが物をみたと感じるのは眼ではなく、後頭葉に神経の信号が伝わ

ったときです【図7】。

そのため、眼の病気ではありませんが、脳梗塞や脳出血、脳腫瘍などの病気の後頭葉や後頭葉にたどりつく神経の経路が障害されると、両眼が正常であってもみえないことがあります。

眼が2つある意味

眼が左右2つあることで、ひとは奥行き感覚を得ることができます。この働きはヒトよりも、ライオンやタカのような狩猟をする動物にとつては、獲物を正確に捉えるためにより重要かもしれません。ヒトでは、大型トラックの免許取得の際に「深視力」として検査されます。また、外科医が手術をする際にも奥行き感覚は必要です。

奥行き感覚が正常に働くためには、両眼の視線が目標にぴったり合うことが必要で、そのために眼球に付着している筋肉とその筋肉に指令を出している神経が正常に働いていることが大切です。この働きに異常が起こると、奥行き感覚が失われるだけでなく、みようとするとものが左右あるいは上下にずれて2つみえる「複視」という症状をきたすことがあります。

原因として脳の病気のこともあるので、詳しく調べる必要があります。複視を修正するための治療としては、プリズム眼鏡や斜視手術があります。