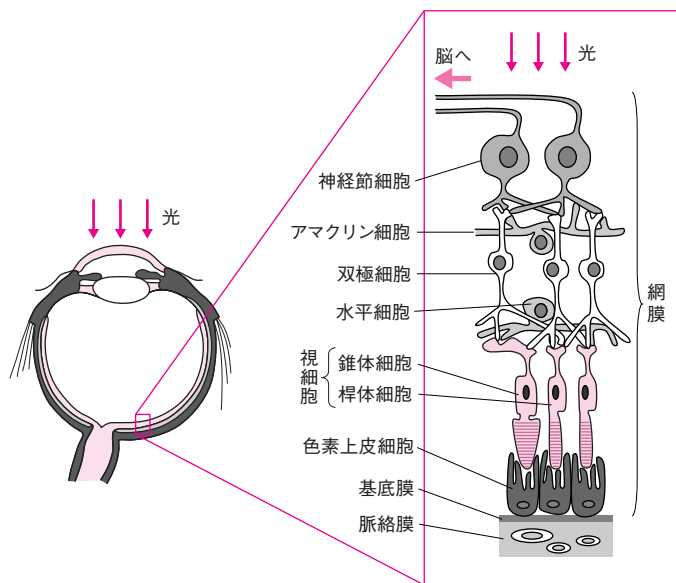


網膜の外周部には色素上皮があるが、そこより内部に向かって、主に3種類の細胞（視細胞、双極細胞、神経節細胞）が層状の配置をしている。視細胞には桿体と錐体の2種類があり、反応する光の波長や強度が異なっている。色の識別や明暗への順応など、われわれの視覚機能にかかわる重要な性質が、それぞれの視細胞の特性によってうまく説明されている。分子レベルで最も解明が進んでいるのは桿体で、優れた光信号増幅の機能をもっていることも知られている。光受容体であるレチナル分子は、わずか2～3個の光子（光のエネルギーの最小単位）のエネルギーであっても、反応して分子構造を変える。その構造変化は、次に光受容タンパク質であるロドプシンの構造変化を引き起こす。構造変化したロドプシンは、トランスデューシンと呼ばれるGタンパク質（GTP結合

性の調節タンパク質）を次々に活性化。この時点で100～1,000倍に増幅されると考えられている。活性化されたトランスデューシンは α と $\beta\gamma$ のサブユニットに分離し、その α サブユニットが環状GMP（cGMP）分解酵素に結合して活性化。活性化された酵素は毎秒10,000～100,000分子のcGMPを分解する。光の信号が微弱であっても高い感度を得られるのは、このような化学反応の連鎖を使った増幅作用による。桿体にはcGMPと結合して開く性質をもった陽イオンチャネル（ Na^+ を中心として K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などの陽イオンを通す性質がある）があるが、受容した光信号の量に応じてcGMPが分解されるので、強い光刺激によって、この陽イオンチャネルはより閉じた状態（閉じている頻度が高い状態）となる。この変化は膜電位の過分極（膜電位が負

の側に変化）として現れる。これによってシナプスの部分に存在する膜電位依存性の Ca^{2+} チャネル（光のない脱分極状態では開いている）が閉じるので、細胞内の Ca^{2+} イオン濃度が低下し、視細胞から放出される神経伝達物質（グルタミン酸）の量が減少する。このような複雑な増幅・神経伝達過程を経て、光を感知したという視細胞からの信号が双極細胞に伝達され、さらに、その信号は神経節細胞や脳へと伝達されていく。また、上の陽イオンチャネルを通して桿体の内部へと流入した Ca^{2+} イオンは別の作用ももつ。ロドプシンのリン酸化を促し、トランスデューシンの活性化過程を抑える。さらに、cGMPの合成速度を抑える働きをもつことも知られている。これらの作用が、明順応や暗順応など光の感受性を細かくチューニングするしくみにかかわっている。



コラム図20-1 網膜の構造