光が見える仕組み

光を受け取る仕組みと情報伝達の経路

　外界から入射した光は角膜と水晶体で屈折したのち、眼球の底にはりついている網膜に像を結ぶ(物の姿がはっきり映る)。結ばれた像は視細胞によって電気信号に変換される。視細胞の細胞膜には、視物質とよばれる色素タンパク質が無数に存在している。視物質はオプシンというタンパク質と 11-cisレチナールという色素分子からなり，この11-cisレチナールが光に反応する。



　眼の中では11-cisレチナールが光を受けとるアンテナの役割を果たす。11-cisレチナールは光をとらえると立体構造が変化して全transレチナールになる。光を粒子としてとらえるとき、その粒のことを光子とよぶ。11-cisから全transへの変化は、この光子1つを吸収することで生じる。ただしレチナールが光子を吸収する効率は光の波長によって異なる。その吸収のピーク（最大吸収波長）はおよそ370mm。しかし、レチナールの最大吸収波長（370mm）は紫外域にあり、そのままでは可視光線を捉えにくい。

　これをオプシンが解決する。ヒトは4種類のオプシンを持っており、それぞれがレチナールと結合して4種類の視物質となる。ロドプシン、S視物質、M視物質、L視物質である。オプシンと結合したレチナールの感度は可視光域にずれ、結合するオプシンの種類によって異なる波長にピークを示すようになる。

　11-cisレチナールとオプシンからなる4種類の視物質は、それぞれ決まった種類の視細胞で現れる。視細胞には大きく分けて2種類，暗いところではたらく導体と、明るいところではたらく錐体が存在する。錐体はさらに3つのタイプ（S錐体、M錐体、L錐体）に分かれるため、視細胞は合計4種類となる。



色覚

　色が見えるのは、私たちが波長のちがいを認識できるからである。

どうして波長のちがいがわかるのは錐体のおかげである。私たちは異なる波長に感度のピークを持つ3種類の錐体（S.M.L錐体）を持っている。色覚が成立するポイントは、種類が「複数」存在する点にある。実は、1種類では波長を判別することができない。仮にM錐体しかない場合は、たとえば波長Aの光が当たる場合と波長Bの光が当たる場合とで錐体の反応は等しくなる。これでは両者を混同してしまう。

錐体が2種類にふえるとモノクロに色がつく。S錐体が加わると（図中段）、判別できなかったAとBの光が、S錐体の反応をたよりに識別できるようになる。波長のちがいがわかるようになり、色が見えるようになる。ただしまだ色のつかない波長が存在する。2つの感度曲線が交わる部分（波長C）である。この波長Cに対してS錐体とM錐体は同じ出力を返す。そして同様の反応は、すべての波長をまんべんなく含む白色光があたるときにも生じる。それゆえ波長Cは自色光と区別がつかない。

これは3つ目の錐体が加わることで判別可能である。（図下段）。

さきほどの波長Cも、L錐体の出力のちがいによって白色光と区別できるようになる。図の左端から右端にかけて、3つの錐体の出力がさまざまに変化している。この3つの値がカラフルな色を生み出しているのだ。



波長の混じる光に対する錐体の出力は、各波長に反応した視物質を足し合わせた量で決まる。たとえば長波長に偏ったリンゴの反射光によく反応するのはL視物質である。ゆえに各錐体の出力はS＜M＜Lの順に大きくなり、リンゴの色は赤として処理される。

私たちの視覚システムはこのように、錐体を介して物体の反射スペクトルをたった3値（2包型の場合は2値）に圧縮し、その比に応じて他をつけている。