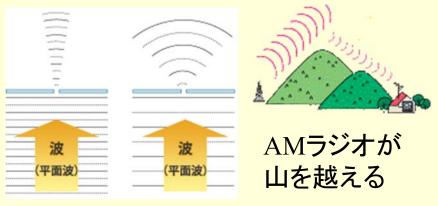
第9章 波を理解する音と光の現象(2)

波の性質

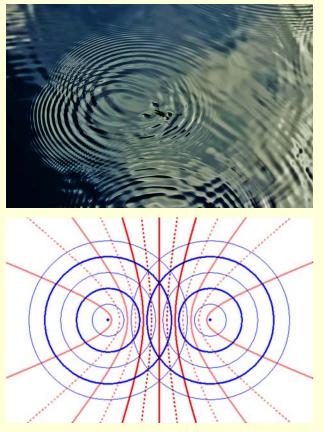
防波堤の途切れた所を見ると、その後まで波が回り込んでいるのが見える。このように、波は遮られた所を中心に円形に波が広がる性質がある。これを回折という。



回折現象は波が長いほど回り込みやすい性質がある。



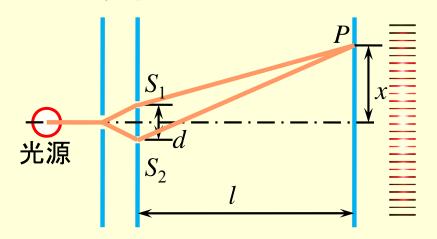
2つの波が重ね合わせると、山と山が 重なったところはより大きな山に、山と 谷が重なったところは小さな山になりま す。このような現象を波の干渉といいま す。



太い赤線は強め合っている。細い赤線は弱め合っている。

光の波動性

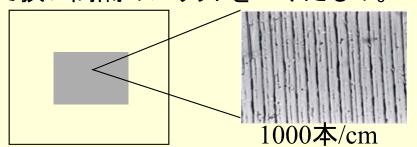
ヤングの実験



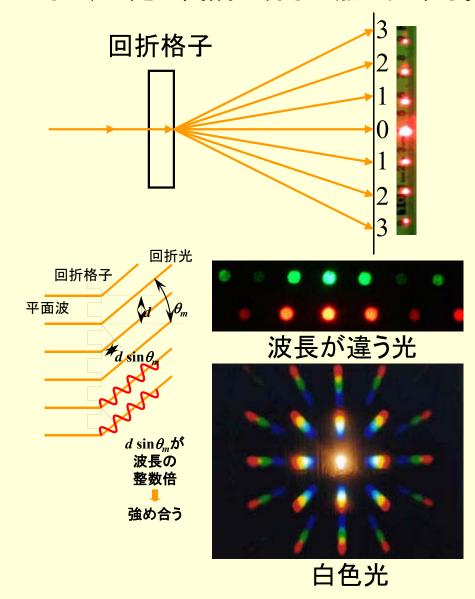
ヤングは2つのスリットを通した光がスクリーンの上に明暗の縞模様を作ることで、光が波であることを明らかにしました。

回折格子

ガラスの表面に細かな傷を付けることで狭い間隔のスリットをつけたもの。



回折格子を通した光をスクリーンに当てると、一定の間隔で明るい点が出来る。



光応用センシング

光を利用したセンシング技術は、非接触・非破壊なセンシングであり、また電磁ノイズに強いことから、様々な分野で利用されている。

非接触: センサーを対象物に接触させる必要がないため、対象物の物性を変化させず、また衛生面でも利点がある。 そのため、食料品・医療品などに用いられる。

非破壊: 製品を破壊せずに反射光・干 渉光を用いて表面から、透過光を用いて 内部まで計測することができる。工業製 品の非破壊検査が代表例である。

耐電磁ノイズ: 電磁気の影響を受けに くいことから、高電磁気環境でのセンシ ング、通信などに用いられる。 光センシングの歴史

干渉の利用

位相が揃った波 長だけが見える

薄い油膜

水

色を計測することにより薄膜の厚さや長さ を測ることができる。



モアレ縞

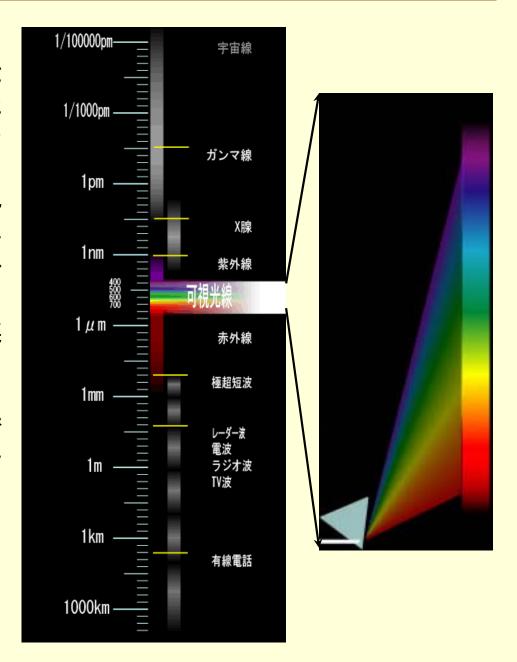
編目模様のフィルタなどを通して立体物を見ると形状に応じてモアレ縞が現れる。



光と電磁波

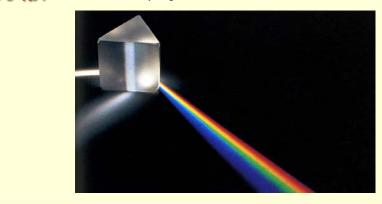
通常「光」と呼んでいる可視光線とは、 電磁波という横波の一部です。電磁波とは、電気と磁気の両方の性質を持った エネルギーの波です。電磁波は波長の 長い方から、電波、赤外線、可視光線、 紫外線、X線、γ線に分類されます。可視 光線はこの幅広い周波数帯のうち、およ そ760nmから380nmの波長域だけを指し ます。

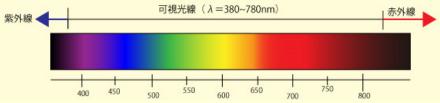
電磁波のエネルギーの波なので、媒質は空気や水のような物質ではなく空間そのものになります。そのため、真空中でも伝えることができます(このおかげで太陽が地球を暖めることが出来る)。その速度は、30万[km/s](1秒で地球を7周半)ととても早いです。



光のスペクトル

プリズムを通すと光を様々な波長の光 に分けることが出来ます。これを光の 分散といいます。





これは波長によって屈折率が異なること を利用しています。分散を利用して、光 を波長別に分けたものをスペクトルとい います。波長の長い方が赤、短い方が 紫となり、この可視光より少し波長が長 い電磁波を赤外線、短い電磁波を紫外 線といいます。

紫外線(UV: Ultra Violet)は、ビタミンD の生成には不可欠で、ヒトの皮膚や細 胞を活性化する働きがあり、殺菌作用も あります。ただし、大量に浴びると皮膚 細胞を傷つけ、シワ・シミなどの老化促 進や、皮膚病の原因になるといわれて います。太陽から放出される紫外線の 大部分は、オゾン層によって吸収され、 地表に届くのはわずかです。

赤外線(IR: Infra Red)は地表まで届き、 地表を暖める作用があります。そのため、 地球上の生物・植物が生きて行くうえで 欠かせないものです。





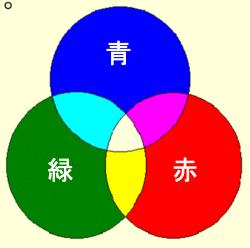




光の3原色

可視光線はさまざまな波長の光を組み合わせたものです。これを赤・青・緑の3色の強さを組み合わせて表現することができます。この3色を光の3原色といいます。

一方、光の3原色の補色(それぞれの正反対の色)は印刷物などに使われている3原色となり、この3色を組み合わせると黒に近い色になります。



黄マゼンタシアン

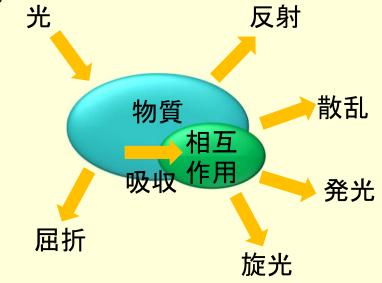
テレビの画面やコンピュータのモニタは、この3原色を用いて表現しています。 光の3原色を同じ強さで組み合わせる と白になります。

プリンターなどのインクカートリッジな どは、この3原色を利用しています。



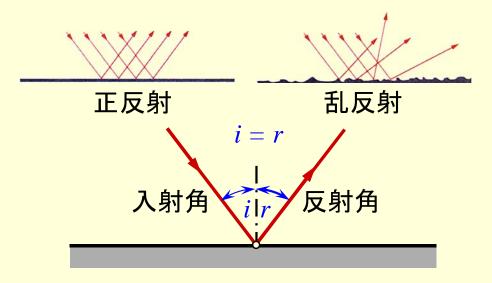
光の性質

光が物質に当たると、その波の性質により、反射、屈折という現象が起こる。ところが、光はエネルギーを持っているため、それ以外にもさまざまな変化を生じる。



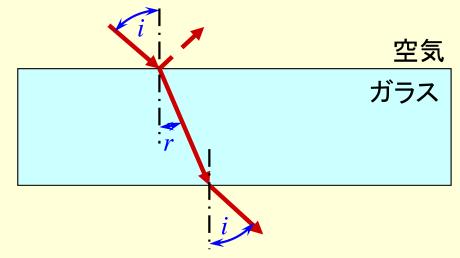
1)反射

光が物質に当たったときに、その光が 元の方向、もしくは別の方向に戻ってい くことを反射という。入ってきた光の角度 (入射角)と戻っていく角度(反射角)の 関係は、入射角=反射角となる。

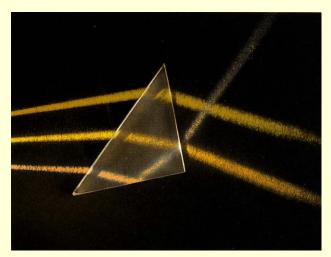


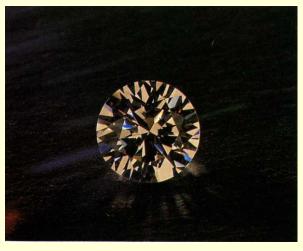
2)屈折

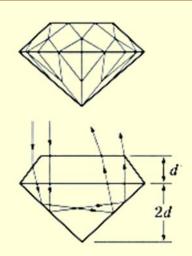
波は媒質によって進む速度に違いがある。これにより、光が折れ曲がって進む現象を屈折という。



全反射



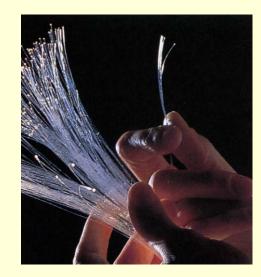




3本のビームが空気中から三角形のガラス片に出入りするとき、屈折をする。一番下のビームはガラスから空気への1回目の境界面に当たるとき、入射角は臨界角を超えている。

ダイアモンドは屈折と内面での全反射によって輝きを生じる。ブリリアントカットでは屈折と全反射が適切に起こるように、決まった数の大小面が適当な厚みでカットされている。

このような全反射の性質を利用して、長距離の光伝播を可能とした物が光ファイバーである。



光の性質

3)吸収と発光

物質はそれぞれ固有の波長の光を当てると、その一部がエネルギーとして吸収される。吸収したエネルギーは通常は熱として放出されるが、一部の物質は光として放出する。放出する時間が短く明るいものを蛍光、長く弱いものをりん光という。



ブラックライトで光る蛍光塗料



りん光の例(夜光塗料)

4) 散乱

光が物質と衝突や相互作用を起こし、方向や性質が変化することを散乱という。

・レイリー散乱 光の波長よりも小さい粒子による散乱で、波長が短い光ほど散乱される(赤よりも青が散乱しやすい)。

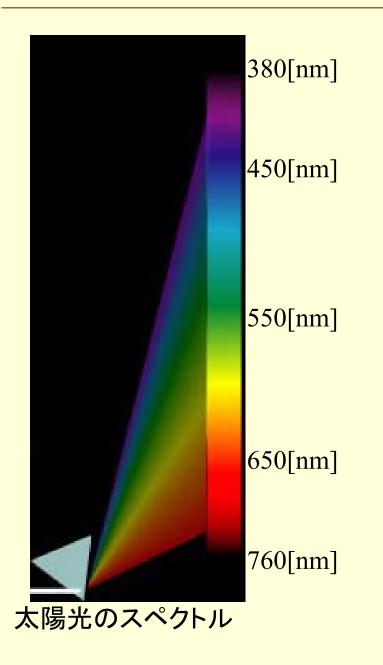


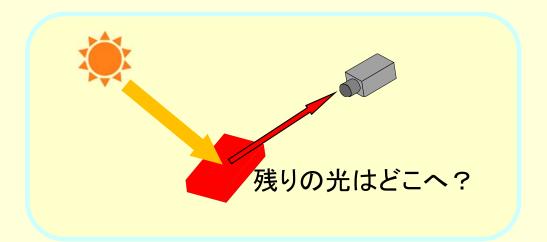
・ミー散乱 光の波長よりも大きい粒子による散乱である。

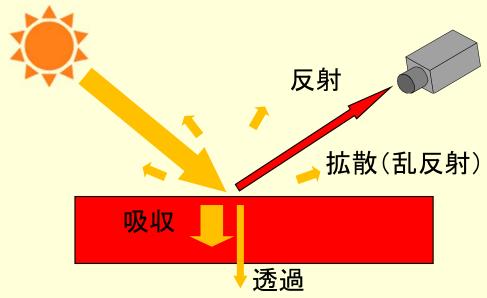




色の見えるしくみ

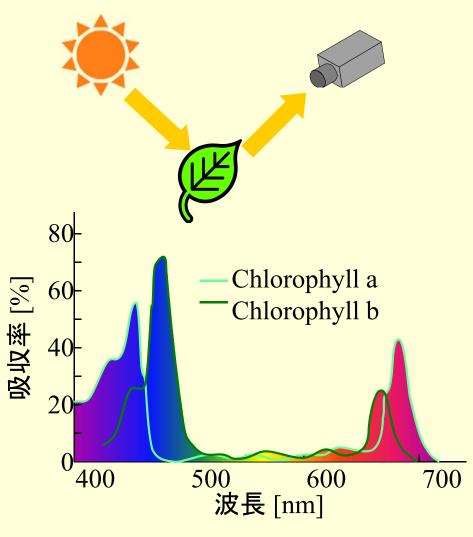




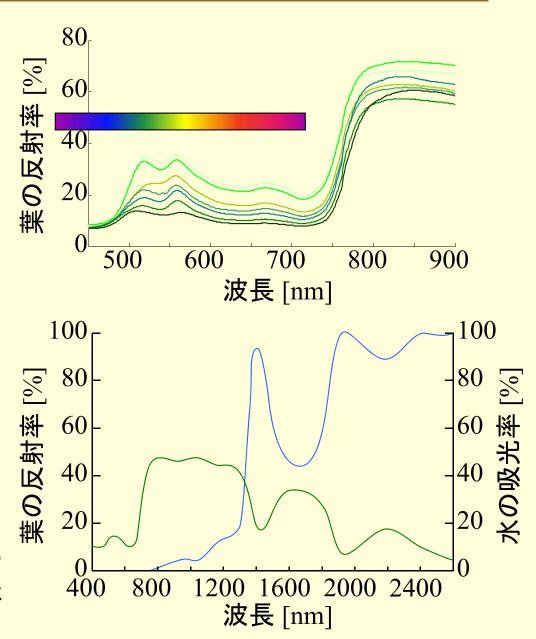


だから、黒いものは暖まりやすく、白いもの は暖まりにくい

植物が緑に見えるのは?

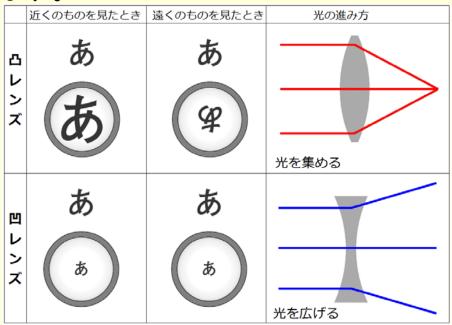


葉身中のクロロフィルが青と赤の波長の 光を吸収し、緑の波長の光を反射するため

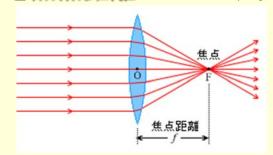


凸レンズと凹レンズ

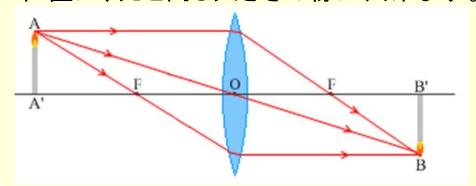
光の屈折を利用して、光を集めたり、 拡散させたりするのがロンズです。中央 が厚くなっているのがロレンズで、近くの ものを拡大して見ることができます。また、 遠くのものを見ると、倒立して見えます。 逆に中央が薄くなっているのがロレンズ で、近くのものも遠くのものも小さく見え ます。



凸レンズに平行光を当てたとき、ある 距離で光は1点に集まります。この点を 焦点といい、レンズの中心から焦点まで の距離を焦点距離といいます。

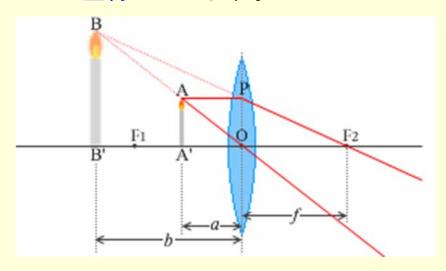


焦点よりも遠い距離に物体を置くと、反対の同じ距離に倒立した像(倒立像)が出来ます。焦点距離の2倍の位置に物体を置くと、反対側の焦点距離の2倍の位置に、元と同じ大きさの像が出来ます。



虫めがねの仕組みとめがねの働き

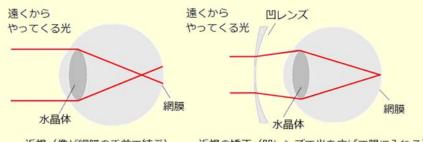
凸レンズの焦点よりも近くに物体を置くと、反対側に像を結ぶことができず、物体と同じ側に見せかけの元より大きな像を結びます。この像の向きは置いた物体と同じ向きに、見える見せかけの像なので正立虚像といいます。



虫めがねはこの仕組みを利用しています。

•近視用眼鏡

近視は近くのものが見えません。近視の目は屈折させる働きが強すぎるため、遠くの光が網膜の前で像を結んでしまいます。そこで、下の図のように凹レンズで距離を伸ばしてあげます。

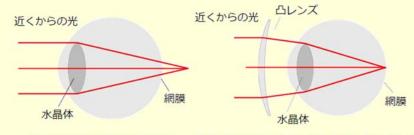


近視(像が網膜の手前で結ぶ)

近視の矯正 (凹レンズで光を広げて眼に入れる)

•遠視、老眼用眼鏡

遠視や老眼は近くのものが見えづらくなります。そこで、凸レンズを使って、近くに像を結ぶようにします。



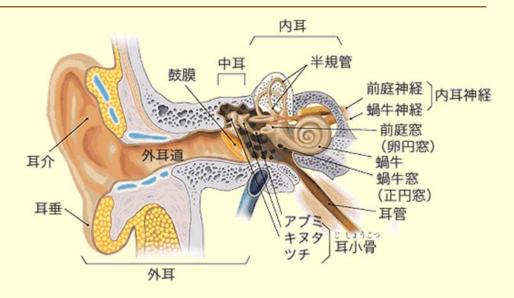
を視 (像が網膜の後ろで結ぶ)

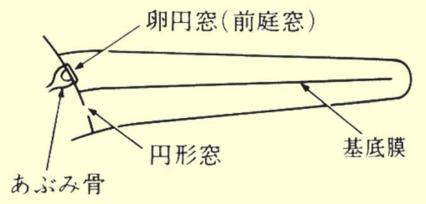
老視の矯正(凸レンズで光を集めて眼に入れる)

耳のつくり

聴覚は外耳、中耳、内耳からなる耳の部分と、内耳に生じた興奮を大脳皮質に伝える聴覚神経系で構成されます。 集音役をする耳介で集められた音は外耳道を通って鼓膜を振動させます。外耳と中耳の境にある鼓膜の振動は耳小骨という"てこ"により15倍に拡大され蝸牛内のリンパ液に伝えられます。

蝸牛は"かたつむり"の殻に似た骨性の管です。卵円窓を通して来た振動はリンパ液に進行波を生じ、さらに基底膜を振動させます。波長の短い波(高音)は窓に近い基底膜しか振動させることが出来ず、波長の長い波(低音)は基底膜の窓から遠い所まで振動させることが出来ます。この振動を膜にある有毛細胞が電気パルスに変換し、神経系に伝達します。





蝸牛管を模式的に伸ばした図

目のつくり

目に入ってきた光は、角膜、水晶体、ガラス体を通って網膜に届きます。水晶体がレンズのはたらきをして、網膜に写る像のピントを調整します。網膜にはさまざまな神経細胞が並び、結んだ像の情報を脳に伝達します。

錐体(cone)

色覚に関係し、赤、青、緑の 三原色に対応する3種類の細 胞がある。錘細胞が興奮する ためには強い光が必要です。

悍体(rod)

明暗視に関係し、弱い光でも興奮します。

この反応の違いによって起こるのが、明順応と暗順応です。

