

1 レンズの始まり

レンズの始まりは紀元前に遡り、様々な努力で現在の光学製品に

今では身のまわりのいたるところで活躍しているレンズですが、その始まりはなんと紀元前にまでさかのぼります。人類が最初にレンズを製作した過程について具体的な記録があるわけではありませんが、現在知られている最も古いレンズとして、「ニムルドのレンズ」というものがあります。これはイラクのニムルドという場所で発見されたもので、製作されたのは紀元前9〜8世紀頃と推定されています。このレンズは今までの平凸レンズの形状をしていて、焦点距離は12センチだそうです。このレンズは太陽光を集めるのに使われていたといわれています。

その後、紀元後60年頃にはローマの哲学者セネカにより、水晶玉やガラス玉でも、ものを拡大して見ることができるといってレンズの重要な機能について初めて記述されています。

2世紀にはギリシャのプトレマイオスがガラス玉による物体の拡大作用や屈折について述べています。

11世紀になりアラビアの学者アルハーゼンにより、人の眼の構造やガラス玉による物体の拡大作用と光の屈折について詳しくまとめた光学書が出されました。そのため彼は「光学の父」と呼ばれています。

12世紀にはベネチアでガラス製造の技術が著しく発展し、レンズに使える透明で良質なガラスがたくさん作られるようになりました。

13世紀に入りイギリスの修道士ロジャー・ベーコンによつてレンズについてのさまざまな実験が行われています。その頃には、凸レンズが拡大鏡として広く使われるようになってきました。

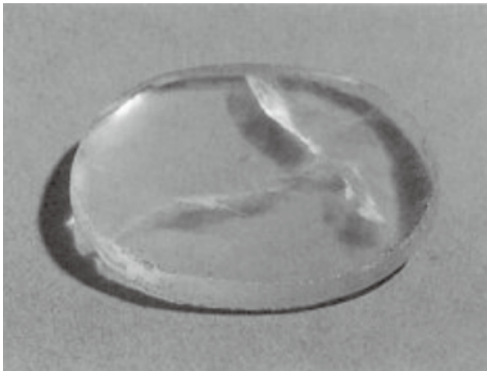
日本には、1551年にフランシスコ・ザビエルがメガネを持ち込んだという記録があります。そして1620年には国産のメガネの製造が開始されています。

現在、日本の製造するレンズはその品質と機能で世界から評価されており、カメラをはじめ望遠鏡や顕微鏡などの光学製品で幅広く活用されています。

要点BOX

- 現存する最古のレンズ、ニムルドのレンズ
- 最初のレンズは拡大するための道具として使用
- 日本には1551年にメガネが持ち込まれた

ニムルドのレンズ



現在のイラクで見つかったもので、直径3.8cmのレンズ形状をしています。片面が平坦で反対面が凸レンズ形状の平凸レンズ形状をしています。ただし、発見された状況から、レンズではなく家具や置物を飾っていた水晶製の装飾部品として使われていた可能性が高いとの説もあります。

出典：大英博物館 HP：<http://www.britishmuseum.org/research/>

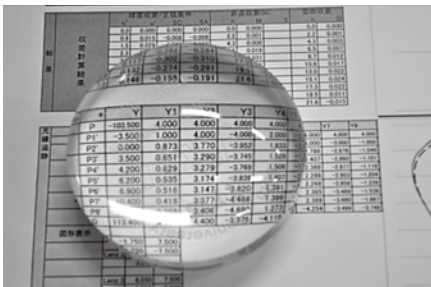
レンズ豆



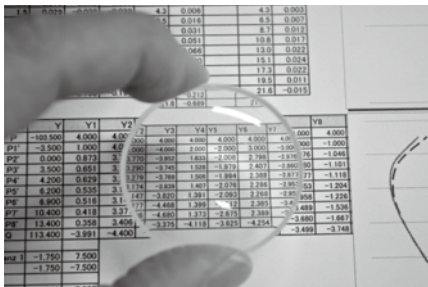
レンズの語源になった豆で、地中海原産の紀元前から食べられていた豆です。直径は5mmほどで、横から見た形状が凸レンズのように中央が膨らんだ形状をしています。この豆にちなんでガラスや鉱物を磨いたものをレンズと呼ぶようになりました。レンズ豆は和名ではヒラメといひます。

レンズのように中央がふくらんでいるのがわかります

レンズの形と見え方



凸レンズ → 大きく見える



凹レンズ → 小さく見える

2 身のまわりのレンズ

光の応用技術の発展とともに広がる
レンズの活躍の場

身のまわりにあるレンズはメガネや望遠鏡だけではありません。光を扱う技術では必ずレンズが活躍しています。例えば、ほとんどの日本人が所有している大部分の携帯電話には写真を撮影できる機能がついています。また、CDDやDVDの情報を読み取る上で欠かせないのがやはりレンズです。メガネはもちろん、玄関のドアについているドアフォンには撮影用のレンズ、そしてTVなどのコントローラには赤外線を受光する方向へ向けるためにレンズが組み込まれ、同様の目的で車のヘッドライトにはレンズやミラーが使われています。手をかざすと自動的に水が出るセンサー付の洗面台には赤外線が必要な場所に当てるためのレンズが不可欠です。さらには、コピー機や映像を映し出すプロジェクターなどにも使われています。

する望遠レンズ、さらには著しく広範囲を撮影することが出来る魚眼レンズなど、その用途により様々なレンズが提供されています。通常複数のレンズが使われている一眼レフカメラでは、一枚のレンズの機能だけでなく、その組み合わせにより発揮できる機能には長い間、さまざまな工夫が凝縮されています。また、カメラ内部には撮影レンズのほかに、最近のほとんどのカメラについている自動焦点装置や露出を測る装置、ストロボ光量を測定する装置などに、専用のレンズ系が多数内蔵されています。

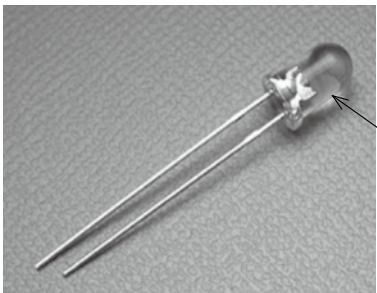
今後もレンズが使われる製品が増えていくことでしょう。なぜなら、人間にとって光はなくてはならない要素で、光を扱うにはレンズが必須だからです。また、光はこの世で移動の速度が一番速く、高度な情報処理には光は欠かせません。とりわけ近年では、あまり気がつかないところで多くのレンズや光学部品が使われています。

要点BOX

- CD、コピー機、赤外線コントローラなどで活用
- 光の活用のためにレンズは必須
- 光による情報処理

LEDレンズ

砲弾型LEDの例



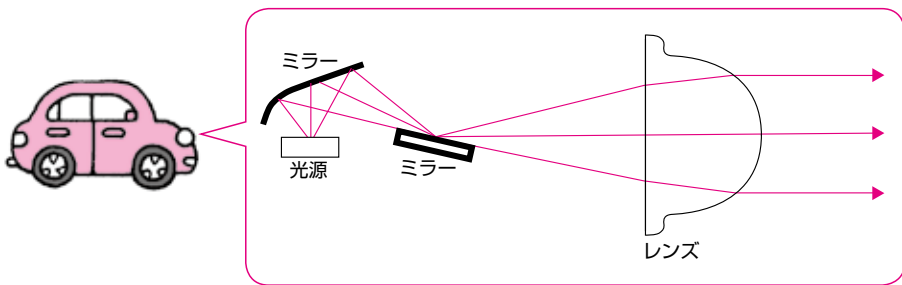
テレビやDVDなどのコントローラの先端で光信号を出しているLEDにも小さなレンズがついています。

レンズ

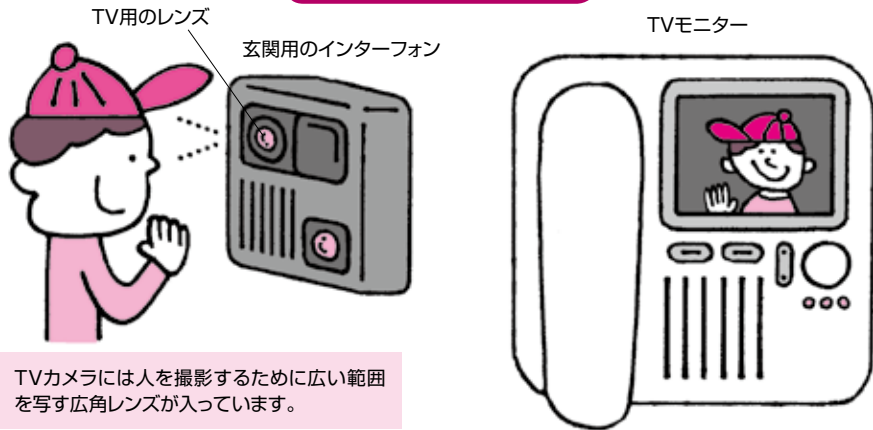
発光面の上方(LEDランプの先端)のケース部分がレンズになっています。このレンズは光を前面へ収束させるために使われています。

車のライトとレンズ

車のライトなどでは、レンズと反射ミラーが組み合わされて、効率よく光を前方に集める工夫がされています。



インターフォンとレンズ



TVカメラには人を撮影するために広い範囲を写す広角レンズが入っています。

3 レンズの形

一般的にレンズ表面の形状は球面

子供の頃、レンズで太陽の光を集めたことがある人は多いと思います。このレンズの形状は中心が厚くなっている凸レンズであり、両面は球の一部となっています。このように一般的にはほとんどのレンズの面は球面の一部で構成されています。

この球面に遠くからの光が入ると光はほぼ一点に集まります。レンズの端部に入った光もレンズの中心部に入った光と同じ場所に集まります。極めてシンプルな球状のレンズの表面にはこのようなすばらしい機能が存在するのです。この球面は同時にレンズを作る上でもとても楽な形状なのです。

レンズを光が入ってくる方向に対して垂直に置いたとき、レンズ中央を貫く軸を「光軸」といいます。光軸から光が入射する距離を「入射高」といいます。凸レンズでは入射高により屈折して光線が曲がる角度は異なります。この角度はさまざま方向から入る光の角度がすばらしく常に一箇所に向かうような角度

になっています。

これに対し、表面が中央に向かって薄くなるような球面できている凹レンズにも、すばらしい特性が存在します。光軸に平行に入った光は拡散していきます。外側に向かって凸レンズと同じような曲がり方をします。そのため拡散していく方向と反対方向に直線を延ばすと、これもまた一点に集まります。

このような光の動きについては、レンズの表面に小さなプリズムが多数あると考えることで理解しやすくなります。三角形のプリズムに光が入ると光路が曲がりますが、その頂点角度により光が曲がる方向が決まりますが、その角度は光軸からの距離により異なり、一点に集まるように光が屈折していきます。

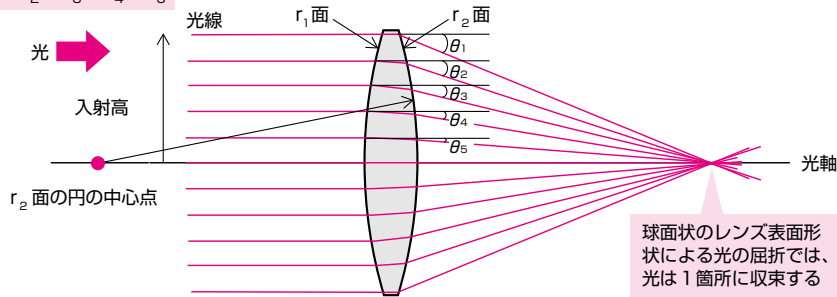
レンズ表面には小さなプリズムがあるという考えから、レンズの厚さが極めて薄い板のようなレンズが考え出されました。これが「フレネルレンズ」と呼ばれるもので、照明や拡大鏡等に使われています。

レンズによる光の曲がり方(屈折角)

①凸レンズの場合

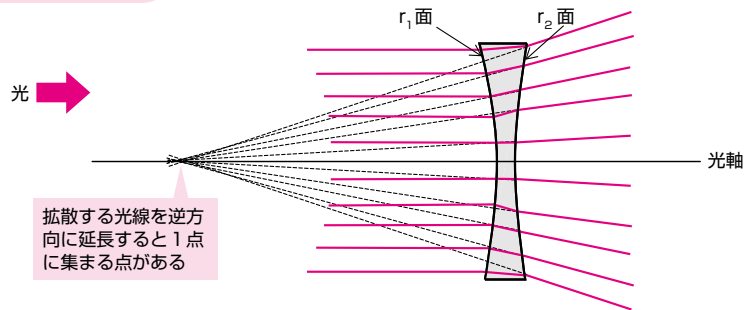
→ レンズの境界面で屈折して光路が曲がる角度は、入射高が低くなるほど小さくなります。

$$\theta_1 > \theta_2 > \theta_3 > \theta_4 > \theta_5$$

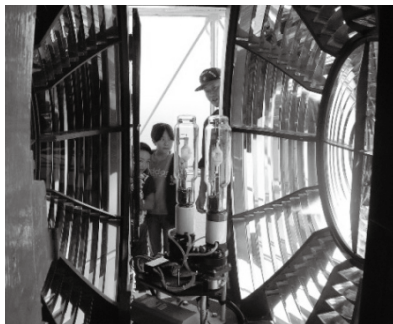
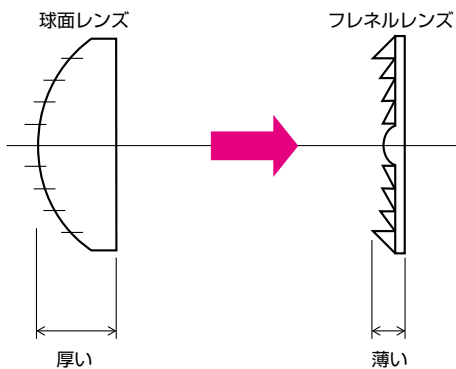


②凹レンズの場合

→ 入射高が高くなるにつれて拡散角度は大きくなります。



フレネルレンズ



▲都井岬灯台の灯器(3等大型レンズ)
光度：閃光53万カンデラ
光達距離：23.5海里(約43km)

提供：海上保安部 宮崎海上保安部 HP “灯台写真館”
<http://www.kaiho.mlit.go.jp/10kanku/miyazaki/photo-gallery/toudai-kan/toudai.html>

球面レンズの表面を小さく分けるとその球面は直線で近似できます。その近似した直線をプリズムの1つの面とする多数の三角プリズムで置き換えたものが、フレネルレンズです。

要点BOX

- 光軸に平行な入射光が球面に入ると1点に集まる(凸レンズ)
- レンズ表面は小さなプリズムの集合