



# 科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)  
<http://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

## 物理・化学シリーズ

### 平べったい不思議なレンズ フレネルレンズ Fresnel lens

姫路科学館 学芸・普及担当 徳重 哲哉

#### ■平らなレンズ？

虫眼鏡（ルーペ）と言えば、中央がふくらんだ凸レンズを思い浮かべますね。ところが、虫眼鏡と同じように物を拡大して見ることができるのに、平らなレンズがあります。フレネルレンズと呼ばれ、プラスチック製で、しおりのように細長いもの、カードくらいの大きさで財布に入るもの、文庫本のページを一度に見渡せるものなど、いろいろな大きさのものがあります。ところで、レンズって何でしょう？

レンズは「向かい合った二つの表面が、二つとも曲面、あるいは一つが曲面で他が平面になっている板状の透明体」（三省堂『大辞林』）です。曲面の中央がふくらんだ凸<sup>とつ</sup>レンズと、曲面の中央がへこんだ凹<sup>おう</sup>レンズがあります。なお、レンズの語源はレンズマメ（学名 *Lens culinaris*、英語では lentil : 図2）です。レンズマメに形が似ていることから凸「レンズ」と呼ばれるようになりました。

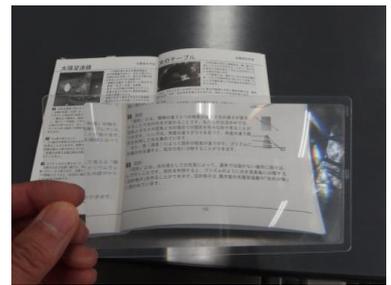


図1 シート状のルーペ



図2 レンズマメ  
西アジア原産で、スープや煮込み料理に使う。

#### ■光の屈折とレンズ

空気とガラスのように、性質の違う2種類の媒質<sup>ばいしつ</sup>の境界面を光線が通るとき、光の屈折<sup>くっせつ</sup>が起こります(図3 a)。光線が曲面を通過する時は、場所により入射角が変化するため、出射角も変わります(図3 b)。

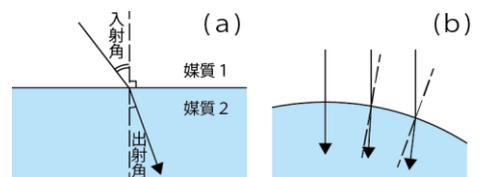


図3 境界面での光の屈折

(a) 平面、(b) 曲面の場合。

虫眼鏡（凸レンズ）で太陽の光を集めて紙に当てると焦げるように、凸レンズを通った平行光線は1点（<sup>しょうてん</sup>焦点）Fに集まります（図4 a 実線）。光源が点1にあると焦点の位置はレンズから遠くなります。光源の位置が $CF = CF'$ となる点2ではレンズを通った光線は平行になります。光源の位置が点2よりもレンズに近い点3では凸レンズを通った光は拡散します。一方、凹レンズを通った平行光は拡散し（図4 b 実線）、1点から出た光はさらに拡散します（図4 b 破線）。

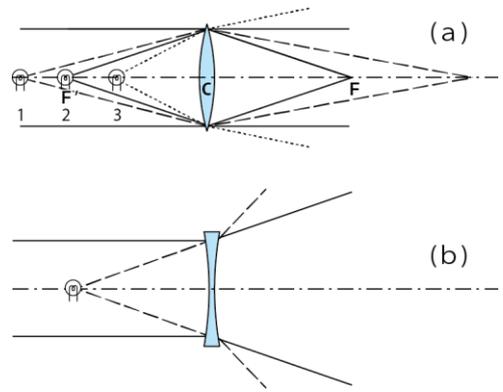


図4 レンズの焦点と位置の変化  
(a)凸レンズ、(b)凹レンズの場合。(a)の点Fと点F'（点2）はどちらも焦点。

図4は、光線の途中にレンズを入れると焦点の位置がずれることを表します。そして、これを利用しているのが眼鏡です。近くに焦点が合わない遠視や老眼では凸レンズ、遠くに焦点が合わない近視では凹レンズを使って焦点位置を矯正します。

### ■大きなレンズを軽くする～フレネルレンズの発明

遠くを照らす灯台では、大きな凸レンズの焦点（図4 a の点2）に光源を置き、光の到達距離を伸ばしています。また、灯台の光だとわかるように一定のパターンで光を明滅させるためにレンズを光源の周りで回転させています。回転しやすいように装置全体をコンパクトにするには焦点距離の短い（厚い）レンズが必要です。どうしても重くなってしまう灯台のレンズのために発明されたのが、同心円状に段のあるフレネルレンズです（図5）。

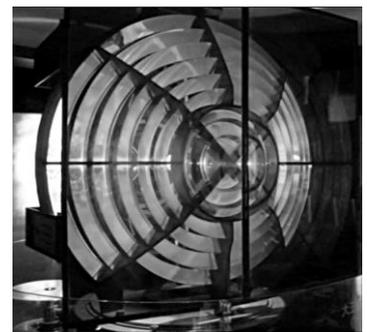


図5 灯台のレンズ  
大王崎灯台ミュージアムにて  
(著者撮影)

光が屈折するのに必要なのはレンズの表面（曲面）であって、レンズの厚さではありません。そこで物理学者で技術者でもあったフレネル（仏：1788-1827）は、レンズを光軸を中心とする同心円状の円環に分け、同じ厚さにスライスして平らに並べ、凸レンズの働きをより薄い（軽い）形で実現したのです（図6）。

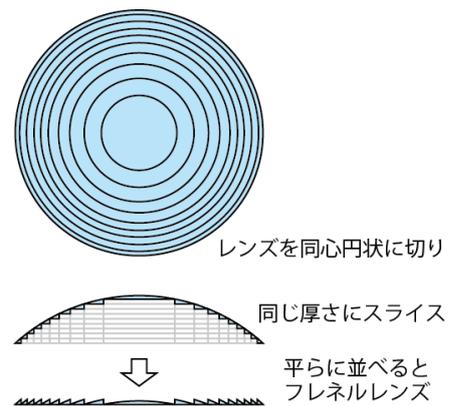


図6 フレネルレンズ

### ■暮らしの中のフレネルレンズ

フレネルレンズには灯台やルーペのような凸レンズだけでなく凹レンズもあり、ワゴン車のリアウインドウに貼って後方視界確保などに使われます。また、凸のフレネルレンズの表面を鏡にした平らなカーブミラーもあります。

2015年は、「光と光技術の国際年」(国際<sup>ひかり</sup>光年)です。暮らしの中ではフレネルレンズ以外にも、いろいろな光関連技術が利用されています。みなさんも、身の回りでどんな光技術が使われているのか探してみましょう。