

2019年2月に発売された「フェルメールと天才科学者:17世紀オランダの「光と視覚」の革命 (ローラ・J・スナイダー著/黒木章人訳:原書房)」は、非常に興味深く、また面白い本です。オランダの有名な画家フェルメールと微生物学の父と言われている「レーウェンフック」について書かれたものです。この本がきっかけになって昨年夏にレーウェンフックの単レンズ顕微鏡（たぶんほとんど球に近い「レンズ1個のみ」を使って拡大観察する顕微鏡：当社Webの「スネル、ホイヘンス、そしてレーウェンフックへの旅」参照）を見にオランダを訪れました。

しかしながら、この本の中の記述で、光学的にはどうだろうか、というような箇所が見つかったので以下に記してみたいと思います。

「フェルメールと天才科学者：日本語版（2019.2.18発行 第1刷）170頁」では、

このようにばやけて見えたり端が歪んで見えたりするのは、レンズの屈折率が中心より端のほうが高いせいで<球面収差>が生じるからだ。

とあります。この下線部は、明らかにおかしいと思います。確かに、17世紀に作られたレーウェンフック顕微鏡の「単レンズ」は、現代の光学ガラスのように屈折率が均一ではなく、レンズの中には「脈理（屈折率のゆらぎ）」が多くあったと思われ、従って、レンズの屈折率は均一でなかったと思われます。しかしながら、この「端に行くほど屈折率が高くなる」は明らかに間違います。（但し、現代においては、ガラスの屈折率がレンズの半径方向あるいは光軸方向に変化させたレンズが製造されています。）

一方、同じ箇所を原著で見てみましょう。参照した本は、「Eye of the Beholder : ペーパーバック版」119頁です。

Spherical aberration occurs because the refraction of light at the edge of the lens is greater than in the center, which causes a blurring of the image.

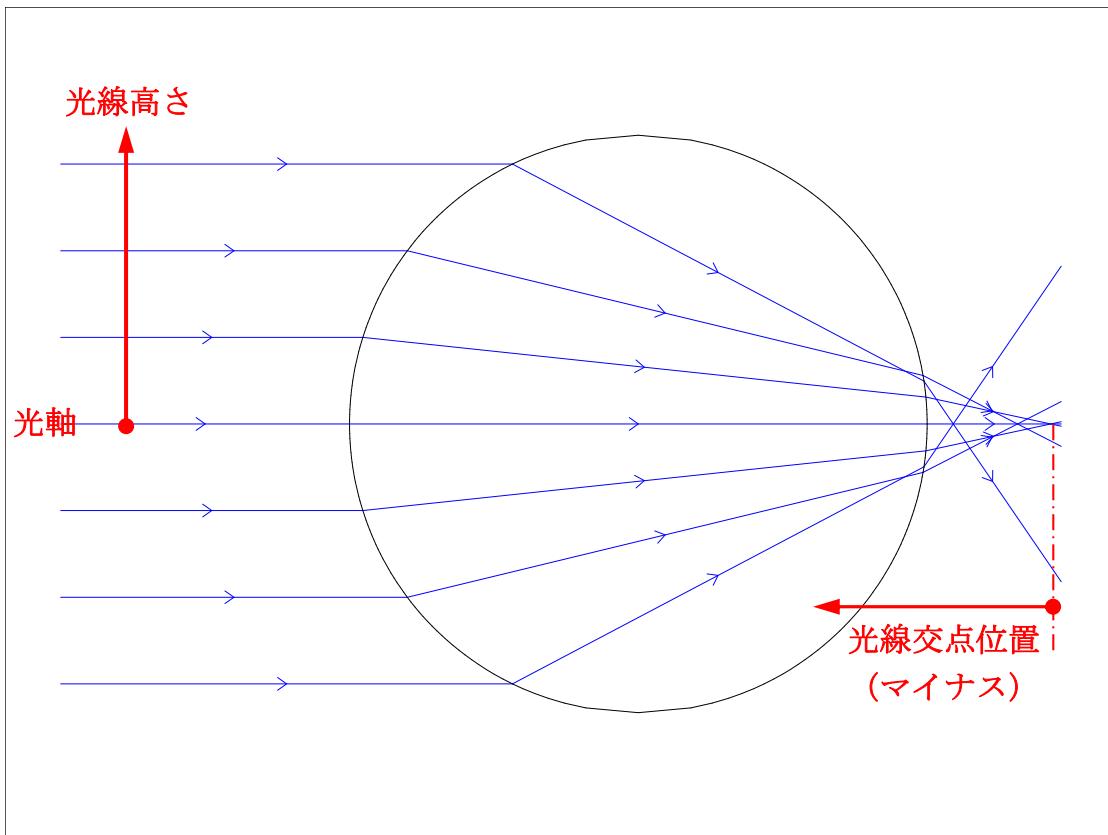
<訳>

球面収差は、レンズの端での光の屈折が中心よりも大きいために発生し、画像のぼけを引き起こします。

つまり、訳者は refraction of light を「屈折率」と訳してしまった、と思われます。これは当方の訳にあるように、単に「屈折」とすべきで、もっと意訳すれば、レンズの端に行くほど「屈折力」が強くなる、ということです。

こうした現象は凸のレンズ系ではよく見られ、原著では正しく記述されていることが分かります。

これを、実際にレンズを球形としてシミュレーションしてみます。

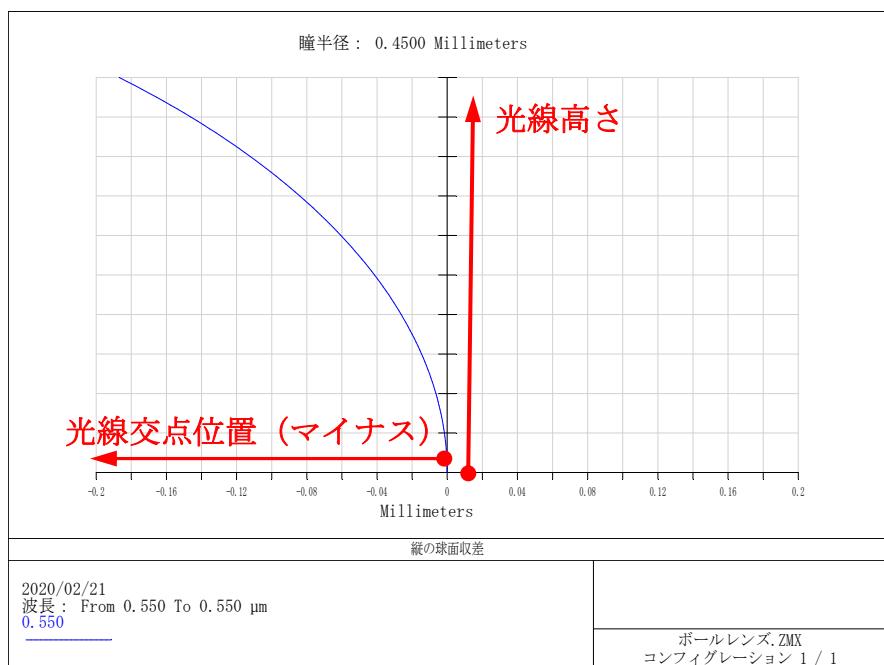


左側から来る平行光線が球（ボール）レンズで屈折する様子

光線が、光軸（球の中心を通る光線）からレンズの端に行く（光線位置が高い、と表現します）に従って、各光線の光軸上での交点を見ると、より高い位置にある光線のそれは、よりレンズ側に近づいていることがわかります。

つまり、光線の高さが増すと「**屈折力（光線を屈折させる力）**」が強くなっています。

これを「収差図」で示すと上図となり、(左側方向=マイナス方向=に曲がった曲線なので)「**負の球面収差**」を持っていると表現されます（通常の凸のレンズ系では一般にこの傾向があります）。



また、同じく、「フェルメールと天才科学者：日本語版（2019.2.18 発行 第1刷）170 頁には、次の文があります。

屈折率の異なる二枚のレンズを組み合わせると色収差を克服できることがわかったのは一八世紀後半のことだ。

これを原著で見てみます。参照した本は、同じく「Eye of the Beholder : ペーパーバック版」120 頁です。

It was only in the late eighteenth century that it was realized that achromatic objectives for microscopes could be created by combining lenses of different kinds of glass.

<訳>

異なる種類のガラスを使ったレンズの組み合わせると、顕微鏡用の色消し対物レンズが作成できることに気付いたのは、18世紀後半のことでした。

原理上、色収差を補正するには、1種類のガラスでは補正できません（ただ、接眼レンズの一種の「ハイゲン接眼鏡」は、「倍率の色消し」にはなっています）。

従って、原文のように、より広い意味の「異なる種類のガラスを使ったレンズ」とすべきと思います。光学の世界でも、（原文のように）一般に色収差を補正するには「異なった種類のガラス」を組み合わせて、と教科書に書かれています。

以上は、あくまでも当方の個人的な意見です。

（出版社に言った方が良いと強く勧めてくださった方もおられましたが。。。）