

画像機器と色の研究を巡る話題から

From the subject of imaging apparatus and research of color

連載第58回

ニュートンとオイラー：色収差補正の話題

桑山 哲郎

Newton and Euler: Topics of chromatic aberration correction

Tetsuro KUWAYAMA

光学機器では、結像性能を低下させる色収差の補正は欠くことができませんが、古来より現在まで技術的取り組みが行われています。一方、科学史上では大変興味深い話題があります。アイザック・ニュートン（1643-1727）は、著書“Opticks”¹⁾ (Fig.1) の中で視覚光学と色を論じているのですが、ニュートン力学の偉大な成果から、「色は感覚である」という感覚測定の大きな第一歩さえ、あまり知られない傾向があります。ニュートンの神格化からは異端排除の社会現象まで引き起こしていた様です。1666年、ニュートンは太陽光を暗室に導き、プリズムによる分光の実験を行いました。その後いろいろな材料が同じ方向の分散特性、青色光が赤色光よりも大きな角度で屈折することを実験で確かめました。そして屈折望遠鏡は色収差のため実現は困難と発表（これは信奉者による部分が多いと個人的には思うのですが）、反射望遠鏡の研究と開発に貢献しました。

1700年代になり技術開発が進み、異なった種類のガラスレンズを組み合わせて色収差が補正できると考える人が現れ、公表されないものの作製が行われました。しかしこれを言明することはニュートンの考えに反論することで、厳しい攻撃を受けて失職の恐れまでであることから、はっきりした主張が出来なかったのではないかと思います。大数学者レオンハルト・オイラー（1707-1783）は「我々の目では色ニジミが見えないが、これは眼球光学系では色収差が補正されているためである」と主張²⁾ (Fig.2) しました。眼球光学系 (Fig.3) は角膜、前房水、水晶体、硝子体など異なった材質から構成されているという指摘より、

ガラスと水のプリズムを組み立て組合せ、色収差補正の原理を確認する実験 (Fig.4) が行われました。オイラーはロシアのペテルブルクの科学アカデミーに加わっていて、1747年にこの考えを発表した際にも失職の心配が無く、自由な主張ができたと思われます。

話をここで終える解説³⁾ もあるのですが、それでは読者に間違った科学知識を伝えてしまいます⁴⁾。視覚系では色収差補正を含め高度な情報処理が行われているのですが、当時は想像できなかったものと思われます。眼球光学系の色収差については既にニュートンが確かめていて、その後眼球光学系と視覚系の情報処理について研究が続けられています。大変興味深い話題ですがとても説明しきれないので、最新の1件⁵⁾ だけをご紹介します。

【文献】

- 1) Sir Isaac Newton, Opticks, Based on the fourth edition London, 1730, (Dover Publications, Inc. New York, 1952).
- 2) A. Fellmann: 著, 山本敦之: 訳, オイラー — その生涯と業績, (シュプリンガー・フェアラーク東京 2002) [原著は1995年刊行].
- 3) 青木国夫, 大屈折望遠鏡は無理, 思い違いの科学史, 朝日選書 184(朝日新聞社, 1981) 207-217.
- 4) 桑山哲郎, ニュートンの『光学』を巡る話題から, 光学, 47, (2018) 221-222.
- 5) 辻奈津美, 兼松圭, 鯉田孝和, 色同化の色相依存性と輝度依存性をもたらす眼光学的要因, VISION, 36, (2024) 61-71.

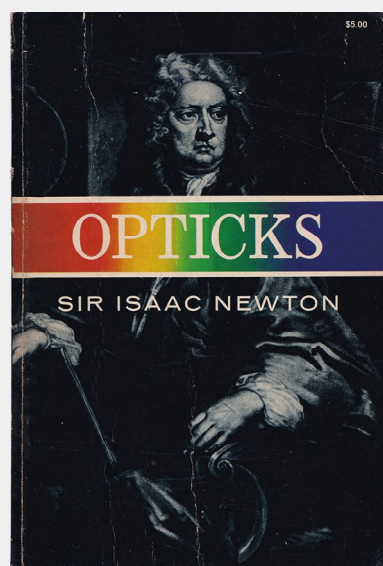
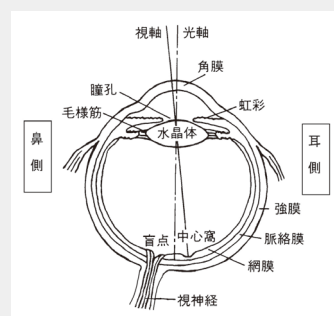
Fig.1 ニュートン“Opticks”¹⁾の表紙外観Fig.2 オイラーの伝記訳書²⁾の表紙外観

Fig.3 眼球光学系の水平断面図

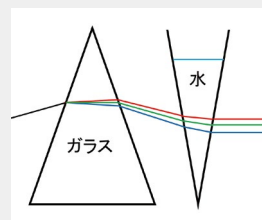


Fig.4 2つのプリズムの組合せ模式図