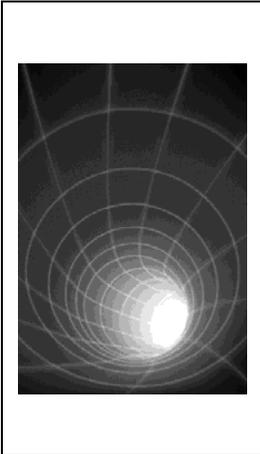


解像力進化への期待

オリンパス株式会社 光学システム開発本部 光学システム開発 3 部
加藤 茂
(当協会 光学系設計技術部会副部会長, 技術広報委員会委員)



1. はじめに

レンズの原理は紀元前から知られていたが、光学製品として一般に広まったのは眼鏡からだと言われている。眼鏡の発明は 13 世紀であるが、初期は限られた人が使う道具であった。しかし 15 世紀にグーテンベルクの凸版印刷発明で本が普及すると、近距離の細かい文字を暗いろうソクの光の中でも読みたいという庶民の願望から広まっていった。以降、遠くのものや小さなものを「しっかり見たい」という願望から、望遠鏡や顕微鏡といった光学機器の進化と普及が始まった。

「しっかり見る」ためには「解像力」が重要な特性となる。本稿では、解像力が重要な製品仕様となるいくつかの光学機器の変遷と概要を紹介するとともに、そこで用いられる光学系の構成や特徴について解説する。

2. 眼鏡

解像力を語る前段に、ピントの話が必要となる。どんなに高い解像力を有した機器であっても、ピントが合っていないければ本領発揮できず、宝の持ち腐れとなる。

最終的に物を見るのは人間の目であるが、目のピントが合わなければ 1 分の角度分解能で細かく見ることができなくなる。眼球にはピント合わせ機構として水晶体があるが、様々な理由でそのピント合わせ範囲が不足する場合が起きてしまう。眼鏡はピント合せを補佐する機器として、その範囲をオフセットさせる機能を提供する。近視には凹レンズ・遠視には凸レンズにより、ピント合わせ範囲をオフセットさせている。また乱視は縦と横のピント位置が一致しない非点隔差の現象であり、それに合わせたトーリックレンズにすることで非点隔差を減少させている。

3. 顕微鏡

顕微鏡の発明は 16 世紀と言われている。単レンズでのいわゆる虫眼鏡では拡大率に限界があったが、複数のレンズを組合わせて二段階に拡大する複式顕微鏡の登場により、格段に倍率を上げることが可能となった。

光学顕微鏡の解像力は、二点間が分離して見える限界値の分解能で表現される(図 1)。無収差のレンズであっても回折現象に阻害され、分解能 δ を表す指標としてレイリーの定義式(1)が知られている。

$$\delta = 0.61 \cdot \frac{\lambda}{NA} \quad (1)$$

λ : 波長 , NA : 対物レンズの開口数

分解能を上げるためには式より、①波長を短くする・②NA を大きくする とシンプルな関係となるが、目で観察する上では可視域の波長に限定されるため、分解能を上げるために対物レンズを明るくする進化が行われてきた。