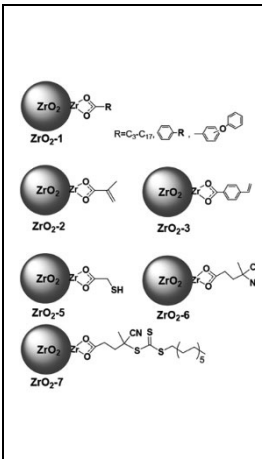


# 有機-無機ハイブリッド光学樹脂設計

山形大学大学院 有機材料システム研究科  
川口正剛, 菊地守也



## 1. はじめに

屈折率( $n$ )は光学用途において最も重要な基礎物性値である。また、複屈折、屈折率の波長依存性(アッペ数)、屈折率の温度依存性なども光学材料の性能に大きな影響を及ぼす。光を高度に操ることを可能にする高性能な光学樹脂を設計するためには、それらの値を精緻に制御できる手法の確立が必要である。近年、軽量化、成形加工性、低価格化へのニーズの高まりによって多くの用途において無機ガラスから樹脂材料への置き換えが進んでいる。しかし、有機材料は無機材料に比べて屈折率を制御できる範囲が狭いという本質的な弱点を持っている<sup>1)</sup>。図 1 には無機光学材料と有機光学材料の屈折率とアッペ数の関係を示す。有機、無機に拘わらず一般に屈折率とアッペ数にはトレードオフの関係が見られるが、有機材料(●)は無機材料(○)に比べて極めて狭い範囲しかないことが分かる。例えばアッペ数が 50 以上で屈折率が 1.7 を超えるような樹脂が開発できれば、光学設計の自由度が大きくなると考えられる。

これまで有機材料の光学特性の高性能化は主に 2 つの立場から行われてきた。1 つ目は Lorentz-Lorenz 式<sup>2-4)</sup>に基づいた分子設計である。高い原子屈折率を有するハロゲン(F を除く)や硫黄、分子体積の小さい芳香族、シクロ環、分岐鎖、および剛直で平面性の高い分子骨格などの導入によって屈折率の向上がなされてきた。2 つ目は屈折率が高い無機物を樹脂中にハイブリッド化させる方法である<sup>5-15)</sup>。有機-無機ハイブリッド材料は文字通り、有機物と無機物をナノレベルまたは分子レベルで複合化させた先端材料である。有機物と無機物との間で共有結合、水素結合、静電相互作用、 $\pi-\pi$ 相互作用等の分子間相互作用を利用することによって合成されている。例えば、金属アルコキシドのゾル-ゲル反応中に有機ポリマーを導入する方法やゾル-ゲル反応中で高分子を同時に合成する方法などが知られている。このような方法を用いて合成した有機-無機ハイブリッド薄膜は光学的に透明であり、フラットパネルディスプレイ、光通信分野など様々な分野での利用が期待されている<sup>16-21)</sup>。しかしながら、1mm 程度の光学レンズ用途の場合、ハードルは極端に高くなり、超えるべき技術的課題も多く残っている。1mm 程度の厚さでヘイズを抑えるためには、5nm 以下の微粒子(NPs)をポリマーマトリックス中に“ナノ分散”させて初めて達成できると考えられる。

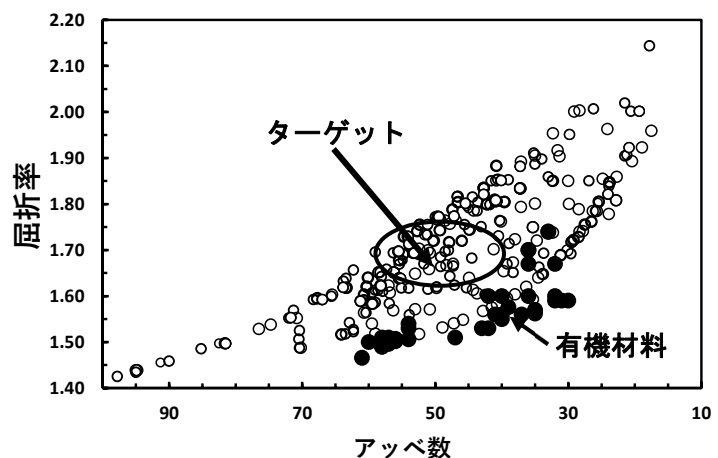


図 1 屈折率とアッペ数の関係: 無機光学材料(○), 有機光学材料(●)