

特集 ガラスに挑む高分子材料

ガラスに挑む透明ポリマー



谷尾宣久

千歳科学技術大学大学院光科学研究科光科学専攻
[066-8655] 千歳市美々 758-65
教授, 工学博士.
専門は透明ポリマー材料, 高分子オプティクス.
www.chitose.ac.jp/~n-tanio/

2015年は、国際連合総会において決議された光と光技術の国際年、国際光年 (International Year of Light and Light-based Technologies, IYL 2015) である。人類の進歩は、光とともにあり、光と光技術が人類の未来を豊かにする希望であることは今も変わらない。さて、光技術の発展において、透明材料が果たしてきた役割はきわめて大きい。とくにガラス材料は長い歴史をもつ。13世紀にはレンズが文字を見るために使われ、ガラス製造技術が普及した。これにより、望遠鏡、顕微鏡、プリズムなどが作られ、近代科学が発展した。さらに、不純物の少ない石英ガラスを用いれば、光通信が実現可能なことが示され、光ファイバー通信が進展した。そして、現在も、ガラスのもつ優れた透明性、耐熱性、寸法安定性、表面硬度などを活かして、液晶ディスプレイ用ガラス基板、スマートフォンなどの表面カバーやタッチパネル基板、そして太陽電池用カバーガラス等にガラス材料が使われている。

一方、透明なポリマー材料も、柔らかさ、軽さ、加工のしやすさ、扱いやすさといった高分子材料の特長を活かし、光技術分野に貢献してきた。とくにガラスが使われていたところをポリマーに代えることにより機器の小型化、薄型化、軽量化が達成された。その象徴がブラウン管テレビから薄型テレビへのチェンジであろう。そして、現在、透明ポリマーは、ディスプレイ用光学フィルム、光ディスク、光学レンズ、光ファイバー、タッチパネルなど各種光学部材に用いられ、光技術分野を支える重要な材料となっている。

さて、筆者は透明ポリマーの研究を30年以上の長きにわたって楽しんできた。1983年に慶應義塾大学工学部応用化学科の大塚保治先生の研究室に入り、与えられた卒業研究のテーマが「透明ポリマーの散乱損失の研究」であった。プラスチック光ファイバーの低損失化を目指した基礎研究で、具体的には光ファイバーコア材であるポリメタクリル酸メチル (PMMA) 固体の透明性をどこまで上げられるかが課題であった。当時、PMMA固体中には過剰散乱損失を招く不均一構造の存在が指摘されており、その不均一構造をなくすることができるかということから研究を始めた。モノマーを高純度化し、さまざまな条件で、PMMA固体を作り

続け、光散乱法による構造解析と透明性の評価を行った。かなり時間がかかったが、博士課程に進むころには完全に不均一構造のない低光散乱損失PMMA固体を得るための作製条件を明らかにすることができた。そして、その光散乱損失値は液体についての光散乱の理論 (アインシュタインの揺動説) による計算値と一致した。また、その後の研究で、ポリマーの本質的な透明性は繰り返し単位の化学構造から計算することができ、理論的には石英ガラス光ファイバーに匹敵する透明性まで高透明化できることを明らかにした。

これまでの透明ポリマーに関する一連の研究から学んだことは、ポリマーの光学特性はその構造と定量的な関係があり、高屈折率化、低複屈折化、高透明化など光学特性の高性能化を実現するためには、化学構造および高次構造を制御し、ポリマーのもつ潜在能力を引き出してやる必要があるということである。

最近、各種光学部材の高性能化を目指し、屈折率や複屈折を制御した材料開発が活発である。基本的にはポリマーの化学構造や高次構造を制御することにより、高性能化が達成される。また、高屈折率化など、さらに性能を高めようとする場合、無機材料とのハイブリッド化も有効である。

そして今、透明ポリマーによる新たな光技術のステージが始まろうとしている。それは、ポリマーの柔らかさ、軽さをいっそう活かした応用である。環境・エネルギー的観点、ユーザビリティ、ロール to ロール方式による大量生産性といった点から期待が高まる次世代照明、フレキシブル有機太陽電池、フレキシブルディスプレイ、ウェアラブルエレクトロニクスなど次世代技術である。これらを実用化させるには、ポリマーの光学特性を高性能化するとともに、ガラスに比べて劣っていた耐熱性、熱膨張性、表面硬度、水蒸気およびガスバリア性などの特性を向上させていくことが必要となる。これらについての研究も活発になってきた。諸特性の向上を目指した石油由来でない天然素材による透明材料も大変興味深い。

透明ポリマーが、これからの新しい命、持続可能な社会のために貢献することを期待したい。2015年、透明ポリマーにとっても新たな出発の年である。