光と高分子と私

Light Wave, Polymers and Me

宮田 清蔵 東京農工大学大学院
Seizo MIYATA

それまで私にとって「光と高分子」といえば分子構造や配向状態、または相分離挙動などを解明するために光を用いることであった。すなわち光は高分子分析の手段であった。1982年米国化学会で有機非線形工学材料に関する発表が行われた。そのとき米国に滞在していた私にとってこの発表は非常に新鮮であったし驚きでもあった。2次の非線形光学効果は非中心対称構造を有する物質にしか存在しない。この条件は以前から私が研究していた圧電材料と全く同じであったのだ。非線形光学材料はレーザー光の波長、振幅、波面を制御できることを、その当時私はほとんど知らなかった。しかしこのとき高分子が光波を自由に操作する光マニピュレータになる可能性を直感的に信じたのだった。

非線形光学材料は1960年にレーザーが発明されて以来活発に研究されるようになった。その主なものは無機材料であって、KTP、LiNbO₃などの単結晶が開発され、波長変換素子や光スイッチング素子などが作製された。一方、有機材料に関しては1970年代半ばに分子1個の非線形性すなわち分子超分極率が量子化学、計算機化学の発展により理論的に求められるようになった。80年代にはいと共役 π 電子系に適当な電子供与基・吸引基を付与すれば光電場入射時の電荷移動効果によって高い非線形性が発現することが明らかになった。そのあと、これらの原子団を高分子の側鎖や主鎖として化学的に導入し、フィルム化した後に高電場を印加（ポーリング）して双極子を配向させることにより、非対称構造を付与して非線形光学材料とする研究が世界的に関心が持たれるようになった。

われわれは非線形クロモフォアがギリシャ文字の Δ 形になるようにコンフォメーションを制御し、これを高分子主鎖中に導入した。このフィルムを適当な倍率に延伸した後、ポーリングすることにより、無機単結晶と同じバルク型波長変換素子とすることができた。この方法は屈折率を3次的に制御することでもある。したがってこの手法を用いれば液晶の視野角を大幅に拡大することができる位相板が作製できる。高電界印加の方法にコロナポーリングがある。ポリビニルカルバゾールとクマリンなどの発光色素を共通溶媒に溶かし薄膜を作製する。この膜に負のコロナ風を飛ばすと緑色に発光することを見出した。色素を変えれば赤やブルーも発光する。さらに導波路作製法を用いてマイクロレンズアレーなども作製できる。このように非線形光学材料作製プロセスを他の分野に適用すれば種々の光学機能素子が創製できることが明らかとなった。

「高分子非線形光学材料開発においてまだ問題点が山積している。配向クロモフォアの熱緩和抑制、導入濃度の向上、実用デバイスのデザインなどである。この解決には有機合成、物理化学、応用物理、電子工学などの研究者の緊密な連携が必要不可欠である。幸いにも昨年4月から重点領域研究が発足しており、今後の進展が大いに期待されている。

また最近ではガラスファイバーに匹敵するオプティカルファイバー、ファイバーアンプ、高輝度EL素子、光インターコネクトなどの発表が続いており、次世代の光産業を担う高分子光学材料の出現は間近であると考えている今日この頃である。

東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所（184 小金井市中町 2-24-16）教授、研究科長、工博
〈略歴〉 1969年東京工業大学大学院博士課程修了。同年東京農工大学工学部講師、1970年助教授、1985年教授、1995年より現職。専門は高分子物性、現在は高次構造制御による高分子の機能化。趣味：ゴルフ、麻雀