

業績

液晶高分子を基盤とする光機能材料の開拓

Creation of Photofunctional Materials with Liquid-Crystalline Polymers



いけだ とみき
池田富樹

中央大学研究開発機構 教授 (工学博士)
中国科学院理化技術研究所 教授
青山学院大学 特別招聘教授

池田富樹氏は、1973年京都大学工学部高分子化学科を卒業、1978年同大学院工学研究科高分子化学専攻博士課程を修了し、工学博士の学位を授与された。同年英国リバプール大学博士研究員に採用され、高分子殺菌剤の研究に従事した。1981年には東京工業大学資源化学研究所技官に採用され、1986年同助手、1992年助教授、1994年に教授に昇任した。2009年から同研究所所長を務めた。その後2011年から中央大学研究開発機構教授に転任し、青山学院大学特別招聘教授、2016年からは中国科学院理化技術研究所教授も併任し、現在に至っている。

池田氏は、光機能高分子材料の研究を40余年にわたって行い、これまでに顕著な業績を挙げてきた。そのなかで、新しい作動原理として「協同現象」、すなわち「集合体の中の少数の個からある事象が始まると、その事象がドミノ倒しのように系全体に広がる現象」に着目し、独創的な研究を進めてきた。液晶は流動性を有し、位置・配向において大きな協同現象を示す。外場により一部の液晶分子の配向を変化させると、周囲の液晶分子もドミノ倒しのように配向を変える。池田氏は光に対する高い応答性と液晶性を高分子に付与することにより、これまで一貫して協同現象に基づく新しい光機能材料の探索を行ってきた。まず、「液晶高分子光相転移」および「フォトクロミック液晶高分子」の概念を創出し、これらの概念に基づき高性能二次元・三次元(ホログラム)光記録材料の創製に成功した。さらに、液晶高分子を架橋することにより、照射により変形したり運動したりする光運動材料を開発した。これらの材料において、フォトクロミック反応という分子レベルの変化を、協同現象を巧みに利用することによってマクロな物質レベルの変化に増幅変換することに成功している。同氏の業績は以下のように要約される。

1. 液晶高分子光相転移の概念の創出

液晶高分子中にフォトクロミック分子を分散し、照射により光反応を起こすと、液晶相-等方相(秩序-無秩序)相転移を等温的かつ可逆的に誘起できることを見いだした。

2. フォトクロミック液晶高分子の概念の創出

高分子側鎖に光応答部位と液晶形成部位を導入する

と、照射により露光部で秩序-無秩序転移が起こって、フィルムの露光部-非露光部での屈折率差により光記録が可能となることを明らかにした。

3. 高性能三次元(ホログラム)光記録材料の創製

フォトクロミック液晶高分子薄膜にホログラム記録できることを立証した。解像度は200 nm以下で、明るい三次元画像が記録・再生できることを示した。記録は消去・記録が可能な書換型であり、薄膜ホログラムの理論限界に近い32%の回折効率を達成した。

4. ナノとマクロをつなぐ高分子光運動材料の開拓

架橋フォトクロミック液晶高分子を用いて照射により変形したり運動したりする光運動材料を開発した。

4.1 架橋フォトクロミック液晶高分子フィルムの光屈曲現象の発見

架橋フォトクロミック液晶高分子膜に光を照射すると、高分子膜が光源方向に90度以上屈曲し、別の波長の光を照射すると元の状態に復元することを発見した。さらに、直線偏光を用いると、偏光方向に高分子膜が屈曲し、偏光方向を制御することにより任意の方向に屈伸できることを世界で初めて示した。

4.2 さまざまな三次元光運動を実証

上記高分子を基材フィルムと積層させてラミネートフィルムを作製すると、架橋フィルムの強度や加工性を増強させ、光運動性能を飛躍的に向上させることを実証した。照射のみで回転する光プラスチックモーターの開発に世界で初めて成功し、光駆動ロボットアームや光尺取り虫運動を実証した。

上記のとおり、池田氏は、高分子に液晶性とフォトクロミック機能を付与することにより、協同現象を示す新しい高分子光機能材料(フォトクロミック液晶高分子材料群)を創出し、それらを用いて光記録、可逆的光運動を実現した。これらの研究は機能材料科学における新しい領域の開拓に結びつくものと考えられ、国内外で高く評価されている。一方、高分子学会においては、関東支部理事を務め高分子学会の発展に尽力してきた。

以上のように、池田氏の高分子科学および高分子学会への貢献はきわめて大きく、高分子科学功績賞に値するものと認められた。