業　績

分光的手法に基づく縮合系機能性高分子の構造･物性相関の解明と機能開拓

Elucidation of Structure-Property Relationships Based on Spectroscopic Methods and Development of Functional Condensation Polymers



あんどう しんじ
安藤慎治

東京科学大学 名誉教授

安藤慎治氏は、1984 年に東京工業大学工学部高分子工学科を卒業、1989 年に同大学大学院理工学研究科高分子工学専攻博士後期課程を修了し、工学博士の学位を授与された。1989 年に日本電信電話(株)の研究員に採用され、1993 年に同主任研究員に昇任した。その後、1995 年には東京工業大学工学部高分子工学科助教授に着任し、2006 年に同大学院物質科学専攻教授に昇任した。2026 年には東京科学大学物質理工学院応用化学系教授で定年を迎えた。

安藤氏は、NMRやIRなどの分光学的手法に基づく高分子固体の「立体構造解析法」と量子化学計算に基づく「電子状態解析法」に加え、高分子の配向状態と凝集状態に起因する「光･電気･熱物性の異方性解析」をおもな方法論として、含フッ素高分子やポリイミド（PI）の構造ー物性相関を探究し，そこから得られる知見を基にして，これら高分子の「光・電気･熱的特性の機能化」の研究を行い、高分子分野の科学と技術の発展に大きく貢献した。同氏のおもな業績は以下のとおりである。

1　新しい高分子固体分光法の開発

a) 天然存在比100 %の^{19}F核に注目し，固体^{19}F–NMR法の新しいパルス系列を考案して，半結晶性含フッ素高分子の結晶部・非晶部スペクトル分離を行うとともに，構造転移にともなう局所運動や高次構造の解析手法を開発した．b) ダイアモンドアンビルを用い，超高圧下（～10 万気圧）における各種 PIの光吸収・蛍光発光・X線回折などの計測技術を構築した．c) FT遠赤外スペクトルとDFT計算を組み合わせて非結晶性 PIの主鎖コンホメーション解析技術を考案した．d) ATR–FT–IRスペクトルから高分子膜の熱輻射率を評価する方法を開発した．d) 近赤外光干渉スペクトルから，PI膜の面外・体積熱膨張率の精密計測技術を確立した．e) 温度可変p-MAIRS-IR法によりPI薄膜の３次元配向度の*in situ*計測法を開発した．

2　光学物性の制御と機能化

a) 分子内に水素を含まない“全フッ素化 PI”を考案し合成，極めて低損失の光通信用導波路材を創製した．b) 低屈折率･含フッ素 PI光導波路材や高屈折率･含硫黄 PIマイクロレンズ材，また高屈折・低屈折ナノハイブリッド材料などにより屈折率の精密制御技術を開発した．c) 光導波路に好適な低複屈折 PI共重合体や，偏波変換デバイスに用いられる高複屈折性 PIを考案して，各種の耐熱性光学部品を開発した．d) PI薄膜の偏波依存･熱光学(TO)係数の精密計測技術を独自に創出し，高いTO係数を有するPIハイブリッドや温度無依存の高複屈折 PIを開発した．e) 紫外線励起により様々な波長域で発光する高蛍光性・高燐光性 PI群の設計指針を考案・創出し，励起状態プロトン移動 PIや遅延燐光性 PI，ドナー・アクセプター型発光性PI等を開発して，新規の太陽光波長変換材料や酸素濃度計測 PI薄膜を提案した．

3　熱特性の制御と機能化：

a) 各種 PI膜における熱伝導異方性と凝集･配向状態の相関を解明し，熱伝導性制御技術を確立した．b) 異方形状を有する無機フィラーを用いて高熱伝導性と高熱伝導異方性を同時に示す有機・無機ハイブリッド材料を創製した．b) PI 膜の異方的な熱膨張精密計測を基に配向制御による体積熱膨張の制御技術を開拓した．c) 高結晶性 PI 粉末の温度可変･放射光X線解析を用いてPI結晶格子の線･体積熱膨張係数を精密測定し，Grüneizen解析により半結晶性 PIにおける格子振動と熱膨張の機構を解明した．d) 主鎖アセチレン基の分子間架橋により体積熱膨張係数の最も小さなPI 材料を開発した．

4　電気･誘電特性の制御と機能化：

a) PIの暗電流/電流特性の計測技術を考案し，高光電導性 PIを開発した，b) 5G向け高周波帯（10, 20 GHz）における各種 PIの誘電特性の分極解析と誘電損失の機構解明を行うともに，それらに対する吸水の影響を定量化し，FT-IRにより吸着水の構造解析を行うことで，吸湿誘起可塑化の効果を明らかにした．c) 高フッ素含有 PI低誘電材料や高硫黄含有 PI低誘電正接材料を新たに開発した．e) 6G向け超高周波帯（100～330 GHz）でPIの誘電スペクトル測定を行い，独自の分子設計に基づき誘電特性の湿度依存性と周波数依存性がともに極めて低い新規高フッ素化 PI群を創製した．

5　量子化学計算による物性予測技術

有限摂動（FPT）法に基づくNMR化学シフトの理論予測技術やDFT法による光学用高分子の屈折率／アッベ数／複屈折の予測評価技術，同コンホメーションエネルギー計算技術，TD-DFT法による光吸収･蛍光スペクトルの精密予測技術等を確立して，新規光機能材料の開発支援の方法論を明らかにした．

さらに安藤氏は、高分子NMR研究会、プラスチックフィルム研究会、フォトニクスポリマー研究会の運営委員などを務めてきた。また高分子学会が主催する多くの国際会議、三大行事、研究会、講座などで、招待講演、講師などを担当し，2021年には高分子学会三菱ケミカル賞を受賞している．以上のように、安藤氏の高分子科学・工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と認められた。