

時間分解重水素化核磁気共鳴法による 液晶界面分子の動的挙動

Director dynamics of liquid crystals using a time-resolved deuterium NMR spectroscopy

杉 村 明 彦

Akihiko Sugimura

本研究は、液晶分子レベルでの界面分子の動的挙動と表面アンカリングを重水素化核磁気共鳴法を用いて実験的・理論的に明らかにし、液晶分子素子応用に向けた実験的・理論的な基礎的な指針を明確に与えることを目的として行った。

従来、ナノメトリック極限領域での液晶ダイレクタ動的挙動の解決に向けては、核磁気共鳴法、ラマン分光法、赤外吸収法等の分光法を用いた分子レベルでの研究が、幅広く行われてきた。本研究で用いた重水素化核磁気共鳴法は、共鳴信号と理論的解析結果との対応から、明確にダイレクタ分布を決定することができる。先に本研究室が開発した電場重複印加による核磁気共鳴法を用いた測定法は、表面配向機構を調べるために有効、かつ独創的な研究手段である。界面誘起液晶ダイレクタの動的挙動を、重水素化核磁気共鳴法（本件購入機器“核磁気共鳴装置用ファイバースコープ”は、核磁気共鳴装置内で、液晶の光学的異方性に基づく偏光パターン解析に用いるもので、核磁気共鳴スペクトルとの同時測定は、世界に先駆けた画期的な研究手法であり、本研究課題の遂行に用いた）を用い、電場および磁場の競合閾値法により実験的に明らかにする研究を行った。以上の研究により、界面での液晶ダイレクタと表面アンカリングの関係を理論的・実験的に明確にした。本基礎研究により得られた成果を下記に示す。

電場重複印加重水素化核磁気共鳴法を用いた研究により、液晶セル基板上でのアンカリング効果に基づく静的なバルク内ダイレクタ歪分布と、液晶分子の骨格基と柔軟基の動的挙動を、下記の通り明らかにした。

1. 種々の表面アンカリング条件を有する液晶セルを準備し、それぞれのアンカリングエネルギー測定値を用いた一般化トルクバランス方程式の数値解析により、液晶素子バルク内でのダイレクタ分布を求めた。これらのダイレクタ分布を用いて、核磁気共鳴法における共鳴信号スペクトルを計算機実験により求め、ダイレクタ分布と核磁気共鳴スペクトルとの理論的解析手法を確立した。これらのシミュレーション結果と、実際の核磁気共鳴実験より得られた信号出力との対応から、実

際バルク内でのダイレクタ分布を同定し、ネマチック液晶素子基板表面エネルギーに対応したダイレクタ分布を明確にした。

2. シアノピフェニール系液晶分子(5CB)のすべてのプロトンを重水素で置換した液晶を用いて、液晶分子の動的挙動を核磁気共鳴法により調べた。電場と磁場の競合効果による分子回転は、従来の報告と異なり、骨格基と柔軟基共に同じ動的挙動を示すことを実験的に明らかにした。
3. 電場・磁場競合状態での液晶分子ダイナミクスの研究をさらに進展させるために、核磁気共鳴装置プローブ内へ新たに設計した偏光透過画像観測用光学系を挿入し、時間分解共鳴スペクトル・光情報・ドメイン情報の同時観測を可能にした。