

# 学位審査報告書

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| （ふりがな）<br>氏名                                  | ねもと ふみや<br>根本 文也                      |
| 学位（専攻分野）                                      | 博士（理学）                                |
| 学位記番号   | 理博第 号                                 |
| 学位授与の日付                                       | 平成 年 月 日                              |
| 学位授与の要件                                       | 学位規則第4条第1項該当                          |
| 研究科・専攻  | 理学研究科 物理学・宇宙物理学 専攻                    |
| （学位論文題目）<br><br>液晶・高分子界面における液晶配向と高分子粘弾性ダイナミクス |                                       |
| 論文調査委員  | （主査） 山本 潤 教授<br>佐々 真一 教授<br>高西 陽一 准教授 |

理学研究科

( 続紙 1 )

|  |                               |    |       |
|--|-------------------------------|----|-------|
| 京都大学   | 博士 (理学)                       | 氏名 | 根本 文也 |
| 論文題目   | 液晶・高分子界面における液晶配向と高分子粘弾性ダイナミクス |    |       |
| <p>(論文内容の要旨)</p> <p>液晶は液体と固体の中間状態であり、なかでもネマティック液晶と呼ばれる液晶は棒状分子の重心位置が自由に動き、分子の配向方向がだいたい揃うという性質がある。その配向方向を一様に揃えることはディスプレイにネマティック液晶を応用する上で欠かせない。そのために、高分子薄膜によって液晶を挟み込むことにより、液晶の配向方向が強制されることが多い。本論文では、液晶の配向に対する液晶・高分子の平坦な界面における異方性の役割や高分子自身の動きに着目している。</p> <p>本論文は全4章で構成されている。このうち申請者自身の研究結果は2章、3章にまとめられている。そのうち第1章では液晶の配向に関する研究背景について述べられる。高分子膜に異方性を与える従来の方法であるラビングが、高分子表面で表面ダイレクタを固定する力であるアンカリングに与える影響についてまとめられ、問題提起されている。また、トルク印加により液晶・高分子界面での液晶の配向(表面ダイレクタ)が回転するグライド現象に関する従来の研究をまとめ、問題点が指摘されている。</p> <p>第2章では、高分子の薄膜により液晶を挟み込み、表面ダイレクタが弱いトルクで回転する高分子の液体状態と、表面ダイレクタが凍結した高分子のガラス状態を切り替えられる系が実現される。液体状態で作成したような配向を凍結させた場合高分子膜に異方性がないにもかかわらず、同じ高分子薄膜に異方性を与えるラビングを施した場合と、アンカリングエネルギーがほぼ等しいことが示される。このことから、ラビングの幾何学的な効果はアンカリングに影響を及ぼさず、液晶分子・高分子間の吸着相互作用がアンカリングを決定することが明らかにされている。また、表面ダイレクタ方向を決定する方法にアンカリングエネルギーが依存しないので、アンカリングと配向方向が同時に決定されるという従来の理解が成立しないことが示される。</p> <p>第3章では、第2章と同一の系において、高分子の液体状態・ガラス状態の中間の温度域で起こるグライド現象が、高分子の粘弾性によって記述されることを示している。グライド現象には、(1)加えたトルク方向へと表面ダイレクタが回転する速度が温度の低下と共に急速に減少する、(2)トルクを除いた際に表面ダイレクタがトルク印加前の方向とトルク切断時の中間方向へと動き、その間の角度はトルク印加時間とともに増大する、という2つの特徴がある。グライド現象に対応する高分子の動きとして、バルクの高分子に対して外力を加えたとき、外力を切断しても残る高分子の重心が動いた粘性流動成分と、外力を切断したときに変形が一定の緩和時間でゼロへと近づく、高分子の伸縮に対応する<math>\alpha</math>緩和の2成分が仮定されている。これに対応した力学モデルを実際の表面ダイレクタの測定結果に当てはめることによって解析はおこなわれ、(2)が説明されている。当てはめパラメータとして求められた粘性流動の粘性、弾性と粘性の比率で決定される<math>\alpha</math>緩和の緩和時間は、温度の低下と共に数桁の範囲で増大することが示され、(1)が説明されている。以上のことより、グライドが高分子表面の粘弾性によって記述されることが明らかにされている。</p> <p>第4章では、得られた成果、今後の課題、発展の可能性について述べられている。</p> |                               |    |       |

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

液晶と高分子の平坦な界面における液晶の配向は、液晶ディスプレイの応答速度・コントラストに関して重要な要素であり、古くから研究されてきた。しかし、液晶を挟み込む高分子薄膜の異方性を誘起するラビングという方法が、液晶の配向方向を決定する機構は未だによく分かっていない。また、トルクの印加によって液晶・高分子表面における液晶の配向(表面ダイレクタ)が回転するグライド現象も、何が表面ダイレクタの動きを支配するのかという問題が未解決であった。

これらの問題に対し、申請者は液晶・高分子界面における液晶の配向と、高分子の動きに着目した研究をおこなった。本論文では、表面ダイレクタが固定された状態と固定されない状態をつなぎ、配向の性質を統一的に調べるための実験系として、液晶を挟み込む高分子薄膜が液体・ガラス転移を起こす画期的な系が採用されている。この系では表面ダイレクタの動きが液晶自身の異方性を通じて測定できる。また、高分子が液体の状態で弱い磁場を印加し、一様に配向させて冷却することにより、高分子薄膜にラビングを施すことなく一様な配向が実現される。

本論文は大きく2つの研究に分けられる。まず1つめは、従来の理解とは異なり、表面ダイレクタが液晶・高分子で固定される力であるアンカリングと表面ダイレクタの方向を決定する方法が独立であることを示している。その手法は従来のラビング法で得られた配向とアンカリングエネルギーを比較すること、ラビングを施していない高分子の表面に異方性が無いことを示す実験によりおこなわれている。2つめは、バルクの高分子が液体・ガラス状態の間の温度では粘弾性体であるという事実から類推し、グライドも高分子表面における粘弾性により記述できることが示されている。得られた力学パラメータの温度依存性も、温度低下に伴う高分子表面の粘弾性の変化と強く関係していることが示唆されている。手法は申請者により考案された力学モデル式の実験結果に対する当てはめによっておこなわれている。

本研究の成果は、平坦な高分子・液晶界面のみならず高分子・液晶間の表面積が大きく、液晶配向の変形によって高分子の変形が引き起こされることが予測される、高分子・液晶複合材料の設計に重要な指針を与える。また、大面積の一様な配向を得る方法の原理も提示されており、液晶ディスプレイパネルの製作にも寄与する。このように、本論文は基礎的な研究であるが、工学的な貢献度も非常に高い。

表面ダイレクタの凍結に関連すると考えられるガラス転移に関しては議論が尽くされていない部分も存在するが、そのことは本論文の価値を損なうものではない。というのも、液晶・高分子界面における高分子の運動の重要性が本論文で明確に示されているからである。このことは申請者の高い学識と研究能力の現れであり、残された課題も申請者自身の研究により明らかにされることが期待される。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成25年2月27日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降