

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 光圧による分子集合構造の形成に関する研究  |
| Author(s)    | 堀田, 純一  |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.11501/3144002">https://doi.org/10.11501/3144002</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|            |   |  |  |
|------------|---|--|--|
| 氏名         | 堀 田 純 一   |  |  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学)   |  |  |
| 学位記番号      | 第 1 3 8 8 8 号   |  |  |
| 学位授与年月日    | 平成10年3月25日  |  |  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科応用物理学専攻                                    |  |  |
| 学位論文名      | 光圧による分子集合構造の形成に関する研究  |  |  |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 増原 宏   |  |  |
|            | (副査)<br>教授 河田 聡    教授 樹下 行三    教授 八木 厚志<br>教授 伊東 一良    教授 萩行 正憲 |  |  |

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、レーザービームの光圧を用いた従来と全く異なる新しい分子集合構造形成手法を提案している。溶液中のnmサイズの膨潤ミセル、高分子、あるいは液晶薄膜等のソフトマテリアルに直接光圧を働かせ、捕捉するだけでなく、単一液滴、単一高分子微粒子を生成し、また液晶構造のマニピュレーションを行うことに成功している。さらに、三次元空間分解・時間分解顕微蛍光分光法を適用し、形成された分子集合体のマイクロ構造を解析している。

第1章では、光圧に関する研究の歴史を概観した上で本研究の意義と目的について述べている。

第2章では、光圧が微粒子に働く原理、分子集合構造形成に必要な条件、開発した実験装置と観測手法について述べている。

第3章では、光圧による水中膨潤ミセルの集合構造形成について検討している。膨潤ミセルの集合過程を顕微蛍光分光法を用いて解析し、膨潤ミセルが凝集するだけでなく融合し、単一微小液滴が生成することを明らかにしている。

第4章では、光圧による溶液中高分子の集合構造形成について述べている。光圧を用いて高分子を凝集させ、微粒子を形成するために必要な屈折率、光強度、高分子の組成、分子量等の条件について検討するとともに、凝集可能な高分子の最小サイズを決定している。また、高分子微粒子中の集合構造を分子内蛍光プローブを用いて解析し、微粒子内部では分極率の大きい $\pi$ 電子クロモフォアが、より優先的に濃縮した配置をとることを明らかにしている。

第5章では、高分子鎖のコンホメーションが温度変化に敏感なアクリルアミド系高分子水溶液の集合構造形成について検討している。水による捕捉用レーザー光の吸収に伴う局所的な温度上昇にもとづく光熱効果を調べ、熱的相転移挙動の異なる高分子では微粒子の形成速度、最大サイズ、安定性等に大きな違いがあることを明らかにしている。さらに、光圧により形成した微粒子は、他の方法で実現できない新たな配向構造をもつことを見いだしている。

第6章では、液晶構造の制御について述べている。液晶薄膜中の回位線と特異点のマニピュレーションを行い、回位線の変形と特異点の移動・消去が可能であることを明らかにし、この現象を光圧と光電場配向の立場から考察している。

第7章では、以上の内容を総括し、今後の展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

近年のメゾスコピック領域における光物理、光化学研究の特徴の一つは、これらの過程を解析するだけでなく、光による積極的な物質創製にある。

本論文は、光圧を用いた分子集合構造形成を実験的に証明し、従来と全く異なる手法として提案している。主な成果を要約すると以下のとおりである。

- (1)光圧によるサブ $\mu\text{m}$  サイズ分子集合体の集合構造形成として、水中膨潤ミセルについて検討している。膨潤ミセルの集合過程を顕微蛍光分光法を用いて解析し、膨潤ミセルが光圧により凝集するだけでなく、新たな平衡状態が実現され、融合により単一微小液滴が生成することを明らかにしている。
- (2)光圧による溶液中高分子の集合構造形成に成功している。光圧を用いて nm サイズの高分子を凝集させ、微粒子を形成するために必要な種々の条件について検討するとともに、凝集可能な高分子の最小サイズを決定している。高分子微粒子中の集合構造を分子内蛍光プローブを用いて解析し、微粒子内部では分極率の大きい $\pi$ 電子クロモフォアが、より優先的に濃縮した配置をとることを明らかにしている。
- (3)光圧により形成された分子集合構造の特徴を明らかにするために、高分子鎖のコンホメーションが温度変化に敏感なアクリルアミド系高分子水溶液の集合構造形成について検討している。光圧に加え、光熱効果の誘起される水中と、光圧のみが働く重水中における微粒子形成を比較し、光圧と光熱による微粒子形成過程の違いを明らかにしている。また、熱的相転移挙動の異なる高分子では、微粒子の形成速度、最大サイズ、安定性等に大きな違いがあることを明らかにしている。さらに、光圧により形成した微粒子は、他の方法で実現できない新たな配向構造をもつことを、分光学的な知見から証明している。
- (4)機能性材料への展開として、液晶構造の制御を行っている。液晶薄膜中の回位線と特異点のマニピュレーションを行い、回位線の変形と特異点の移動・消去に成功している。

以上のように本論文では、新しい分子集合構造形成法を提案しており、今後の発展が期待される新しい研究分野を開拓したものとして高く評価される。本論文で得られた知見は、応用物理学、特に単一有機微粒子のレーザー科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値のあるものとして認める。