

パルス磁石を利用した弱磁性体のファラデー回転イメージング法の開発

Development of Faraday Rotation Microscopy for Weak Magnetic Compounds

with a Pulse Magnet

阪大院理¹, 阪大 INSD² ○諏訪雅頼¹, 宮本佳代子¹, 仲野祐輔¹, 塚原 聡¹, 渡會 仁²Graduate School of Science, Osaka Univ.¹, INSD, Osaka Univ.², ○Masayori Suwa¹, KayokoMiyamoto¹, Yusuke Nakano¹, Satoshi Tsukahara¹, Hitoshi Watarai²

E-mail: msuwa@chem.sci.osaka-u.ac.jp

【序論】ファラデー回転(Faraday Rotation, FR)は磁化された物質中での旋光現象であり, その回転角は磁場に比例する。強磁性体では自発磁化により大きな FR が起こるため, 磁区観測や偏光変調器等に応用されている。しかし, 自然界の物質の大半を占める常磁性体や反磁性体に関しては回転角が小さく, 特に生体試料や高分子等について測定がほとんど行われていなかった。我々は, ミリ秒程度の短い時間ながら数 T の強磁場を発生することができるパルス磁石を用いて常磁性の希土類水溶液や反磁性の有機液体の FR を系統的に測定してきた。その結果, 常磁性液体に関しては光源からみて反時計回りの旋光が起こり, その大きさは溶質の磁気モーメントや電子配置と深く関連していることが分かった[1]。また, 反磁性液体の場合, 時計回りの旋光が起こり, 回転角は分子の π 電子性や磁化率に依存していることが分かった。FR は透過領域の光で測定することが可能であるが, 試料分子の共鳴波長やその振動子強度を反映するため, 非共鳴光を用いた遷移状態分析が可能である[2]。さらに, 光を用いた測定法では, 微小な領域を観測することが可能であり, 新しい顕微イメージングへの展開が期待される。本研究では, パルス磁場を利用した FR 顕微鏡を構築し, 種々の反磁性液体について FR イメージングの取得を行った。

【実験】容量 4000 μ F のキャパシタバンクと直径 10 mm ϕ , 長さ 10 mm の大きさの空芯を持つコイルを使用し, パルス幅 0.6 ms, 磁場ピーク強度 0.5 ~ 2 T のパルス磁場を発生した。偏光子と検光子の軸は互いに 45°の角をなすよう調整した。光源には Xe フラッシュランプを用い, バンドパスフィルターで単色とした。顕微観察のため 4 倍および 20 倍の対物レンズを用いた。光学顕微鏡像を CCD カメラで取得し, 各画素

における磁場中と無磁場下での透過光強度の比からファラデー回転角を見積もった。試料の有機液体は内寸 200 μ m $\times$ 200 μ m のガラスキャピラリー中に封入し, コイル内に設置した。

【結果と考察】脂肪族やベンゼン及びナフタレン誘導体の液体の FR イメージを取得したところ, これらを明瞭に区別することができた。また, 画像から見積もられる旋光角は文献値とよく一致し, 定量的な解析も可能であった。入射光の波長を変えて FR の波長分散を画像から取得し, FR に関する Serber の理論[3]に基づいた解析を行う事で, 紫外領域にある共鳴波長をパラメータとした画像化に成功した(Fig. 1)。

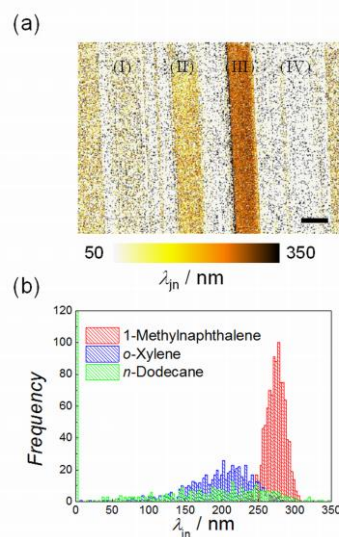


Figure 1 The resonance wavelength image of *n*-dodecane (I), *o*-xylene (II) and 1-methylnaphthalene (III) and empty cell (IV) (a) and its histogram (b) Scale bar indicates 200 μ m

[1] K. Miyamoto, et al. *J. Am. Chem. Soc.* **131**, 6328 (2009)

[2] M. Suwa, et al. *Anal. Sci.* **29**, 113 (2013)

[3] L. Barron, "Molecular Light Scattering and Optical Activity, 2nd ed.", 2004, Cambridge University Press