

磁性イオン液体の磁気光学スペクトル

(室蘭工大院工) 阿部 佑哉・○飯森 俊文

Magneto-optical spectroscopy of magnetic room-temperature ionic liquid

(Muroran Tech.) Yuya Abe, Toshifumi Iimori

【緒言】

磁化した物質は光との相互作用にもとづく様々な現象を示す。磁性体が示す円二色性は磁気円二色性(MCD)として知られ、磁気旋光性はファラデー効果とも呼ばれる。磁気光学効果の大きさは、基本的には物質の磁化の大きさと対応することから、光をプローブとして用いた磁気物性の評価が可能になる。これまでに我々は磁気光学スペクトルの測定装置を開発し、分子をベースとした磁性体をターゲットとして研究を行ってきた。¹⁻⁴⁾

磁性イオン液体は、難揮発性などイオン液体のユニークな特徴を持った分子磁性体であり、磁場に対する大きな応答性を示し、イオン伝導性と磁気物性が共存する物質として注目されている^{5,6)}。今回我々はイオン液体の新たな側面として、磁気光学効果に焦点を当てて研究を行った。

【実験手法】

磁気光学スペクトルの測定には、偏光変調法を用いた。キセノンランプを光源とし、分光器によって単色化した光を、偏光子を用いて直線偏光とし、さらに光弾性変調器を利用して偏光状態に変調をかけた。試料を透過した光について検光子を用いて特定の直線偏光方向の成分のみを検出した。光強度の変調成分(AC 成分)は、ロックインアンプを用いて測定した。また光強度の DC 成分は、A/D コンバーターを用いて測定した。分光器の波長、電磁石の電流値などを PC から制御するとともに、AC・DC 成分の測定値を PC に取り込んだ。各測定波長で偏光の変調の振幅が一定になるように光弾性変調器を制御し、光信号の AC 成分と DC 成分との比をとることによりファラデー回転角度を計算した。

試料として東京化成工業(株)から購入した 1-Butyl-3-methylimidazolium tetrachloroferate ([C₄mim][FeCl₄])を用い、室温において実験を行った。

【結果と考察】

磁気光学効果の一つであるファラデー効果は、磁化した試料に直線偏光が入射したとき、

直線偏光の旋光が生じる現象である。ファラデー効果すなわち旋光角度 θ_F の大きさは磁界 H に比例することが知られており、 $\theta_F = VLH$ となる。ここで L は試料の厚さであり、比例係数 V はヴェルデ定数とよばれ物質固有の値である。磁界の方向が逆転すると旋光角の符号も反転する。

Fig. 1a に[C₄mim][FeCl₄]の吸収スペクトルを示す⁷⁾。[C₄mim]⁺の吸収バンドは、今回測定した波長領域よりも短波長側に現れることが知られており、533 nm および 688 nm などに極大を示す吸収バンドは、すべて Fe(III)原子の d-d 遷移に帰属することができる。Fig. 1b は [C₄mim][FeCl₄]に磁界をかけて測定したファラデー回転スペクトルである。観測する光の波長が長くなるとともにファラデー回転角の絶対値が減少してゆき、ゼロに漸近するような振る舞いが見られた。またファラデー回転角の大きさは磁界に対して線形依存性を示すことが分かった。ファラデー回転角の大きさは物質の磁化の大きさに対応して変化するが、過去の研究によれば[C₄mim][FeCl₄]は室温において常磁性であることが明らかとなっており⁵⁾、今回の実験結果はその結果と矛盾しない。さらに、様々な波長におけるヴェルデ定数を評価したところ、[C₄mim][FeCl₄]は液体の磁気光学材料として優れたポテンシャルを有することが明らかになった。

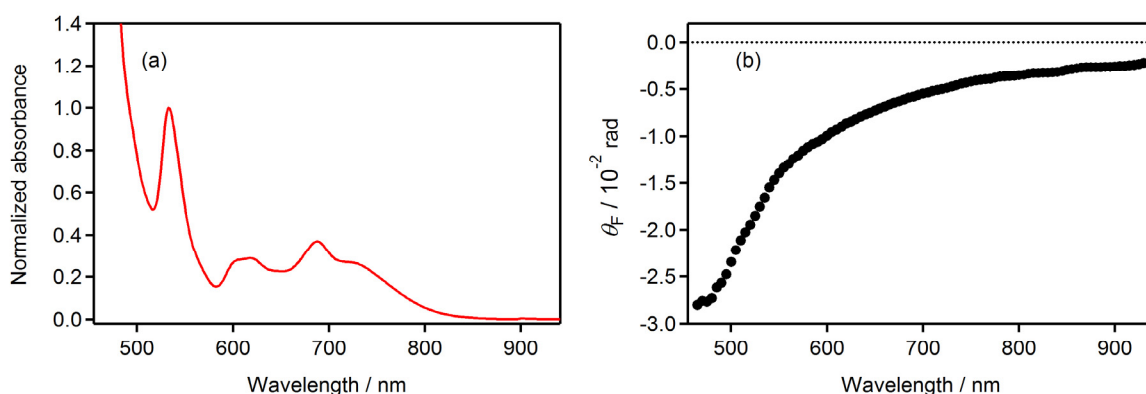


Fig. 1. (a) 吸収スペクトル, (b) ファラデー回転スペクトル⁷⁾.

【参考文献】

- 1) 阿部・本田・飯森：第9回分子科学討論会，3P032 (2015).
- 2) 谷・神田・上道・飯森：日本化学会第96春季年会，3E3-50 (2016).
- 3) 南部・飯森：日本化学会北海道支部 2016年夏季研究発表会，A07 (2016).
- 4) 谷・神田・上道・飯森：日本化学会北海道支部 2016年夏季研究発表会，A06 (2016).
- 5) Y. Yoshida, G. Saito, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **12**, 1675 (2010).
- 6) S. Hayashi, S. Saha, H. Hamaguchi, *IEEE Trans. Magn.* **42**, 12 (2006).
- 7) T. Iimori, Y. Abe, *Chem. Lett.* **45**, 347 (2016).