

ランタノイドイオン錯体からなる磁性イオン液体の合成と ファラデー効果

室蘭工大院工

○打田敦也, 飯森俊文

Synthesis and Faraday effect of magnetic ionic liquids composed of lanthanoid ion complexes

○Nobuya Uchida, Toshifumi Iimori

Muroran Institute of Technology, Japan

【Abstract】

Faraday effect is one of the magneto-optical effects, by which the polarization direction rotates when linearly polarized light passes through a magnetized material. The Faraday effect is applied in various magneto-optical devices such as an optical isolator. Magnetic ionic liquids composed of magnetic ions have attracted attention as liquid materials showing magnetic properties derived from magnetic ions. In this study, ionic liquids composed of lanthanoid ion complexes were synthesized and the Faraday effect was evaluated. The Faraday rotation angle (θ_F) is expressed as $\theta_F = VHL$, V is the Verdet constant, H is the magnetic field, and L is the thickness of the sample. The Verdet constant was determined from θ_F .

【序】

磁化した物質は光との相互作用にもとづく磁気光学効果を示す。ファラデー効果は磁気光学効果の1つとして知られ、直線偏光が磁化を持つ物質を透過すると偏光面が回転する現象である。ファラデー効果の大きさは、基本的には物質の磁化の大きさに対応することから、ファラデー効果の測定により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。また応用面ではファラデー効果は光アイソレータなど、様々な磁気光学デバイスに応用されている。

従来磁気光学材料として無機結晶材料について研究がなされていたが、液体の有機材料についての研究は全く行われていない。結晶材料に比べ、液体材料は形状の自由度が高いなどの特徴がある。これまでに我々はファラデー回転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。

磁性イオンから構成される磁性イオン液体は、磁性イオンに由来する磁気物性と、低蒸気圧や難燃性といったイオン液体の特徴を兼ね備えた分子磁性体である。我々はすでに 1-butyl-3-methylimidazolium tetrachloroferrate ($[\text{C}_4\text{mim}][\text{FeCl}_4]$) が大きなファラデー効果を有することを明らかにしている[1, 2]。また最近、ランタノイドイオンを含む磁性イオン液体が開発され、磁場に対して大きな応答を示すことが報告されている。そこで本研究ではランタノイドイオンを含むイオン液体を合成し、ファラデー効果の評価を行った。

【実験方法】

ファラデー回転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[2]。

【結果と考察】

ジスプロシウム錯体からなるイオン液体の吸収スペクトルと蛍光スペクトルをそれぞれ Fig.1 (a),(b) に示す。吸収・蛍光スペクトルに見られるバンドはすべてジスプロシウムイオンの遷移に帰属できる。また、元素分析や磁気物性の測定を行った結果、目的とするイオン液体が得られたことを確認した。

ファラデー回転角 (θ_F)の大きさは磁場 H に比例することが知られており、 $\theta_F = VHL$ で表される。比例定数 V はヴェルデ定数と呼ばれる物質固有の値であり、 L は試料の厚さである。磁場の方向が逆転すると旋光角の符号も反転する。

θ_F の磁場依存性測定を行ったところ、ファラデー回転角の大きさは磁場に対して線形依存性を示すことが判明した。またランタノイド元素が異なるイオン液体はヴェルデ定数の大きさや、符号に違いが生じることが明らかになった。

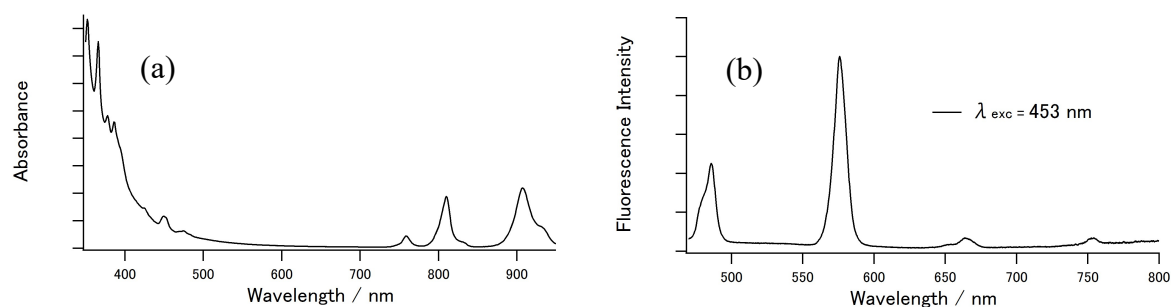


Fig. 1. (a) Absorption spectrum. (b) Fluorescence spectrum.

【参考文献】

- [1] 阿部・飯森：第10回分子科学討論会, 2B09 (2016).
- [2] Iimori, T.; Abe, Y. *Chem. Lett.* **2016**, *45*, 347-349.