

ランタノイド元素を含む磁性イオン液体のファラデー効果

室蘭工大院工

○打田敦也, 飯森俊文

Faraday effect of magnetic ionic liquids containing lanthanoid elements

○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. 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 Verdet constant was determined from θ_F . We will report the theoretical analysis of the Faraday effect for the ionic liquids containing lanthanoid elements.

【序】

磁化した物質は磁気光学効果を示すことが知られている。ファラデー効果は磁気光学効果の1つであり、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。また応用面では光アイソレータなどの様々な磁気光学デバイスに活路が見出される。

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、液体材料は等方性を持つことや、形状の自由度が高いなどの特徴がある。

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。一般の錯体溶液と比べ磁性イオン液体は純物質であり磁性イオン濃度が非常に高く、磁気特性が顕著に現れる。これまでに我々はファラデー回転スペクトル測定装置を開発し、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い、鉄錯体を含む磁性イオン液体 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]。またランタノイドイオンは遷移金属イオンと同様に磁性材料に多用され、様々なランタノイド元素を用いることができることから、本研究では様々なランタノイドイオン液体を合成しファラデー効果の測定を行った。

【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。

【結果と考察】

Fig.1 は，ジスプロシウム錯体からなるイオン液体のモル磁化率の温度依存性である。 χ^{-1} vs T の傾きからキュリー定数を求め，有効磁気モーメントを計算した結果，基底状態の角運動量 J から求めた理論値と良い一致を示した。また，吸収スペクトルおよび蛍光スペクトルの測定，元素分析を行った結果，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。 θ_F の磁場依存性を測定したところ，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を示すことが明らかになった。当日はランタノイド元素の磁性とファラデー効果の相関について理論的な考察を行った結果も報告する。

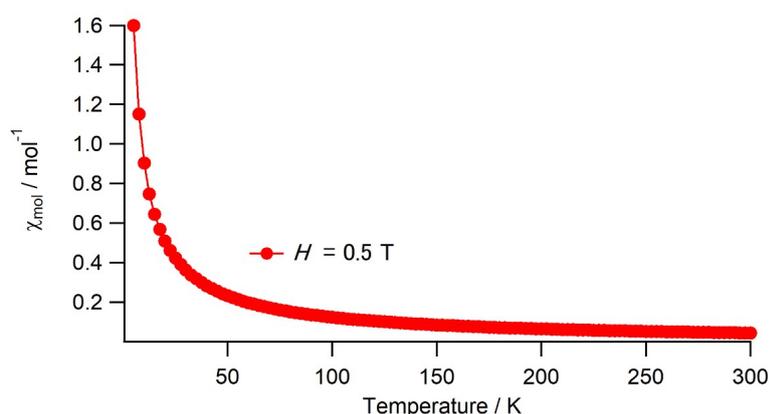


Fig. 1. Temperature dependence of the static molar susceptibility.

【参考文献】

[1] Iimori, T.; Abe, Y. *Chem. Lett.* **2016**, *45*, 347-349.