

擬一次元磁性を示す無機-有機ハイブリット鉄化合物ナノシート

Inorganic-Organic Hybrid Iron Nanosheet showing Quasi 1 Dimensional Magnetism

物材機構¹, 群馬大², 東京都立大³, Amsterdam大⁴, ASCR⁵, Charles大⁶, 阪大⁷
 ◦中根茂行¹, 名嘉節¹, 寺田典樹¹, J. Valenta¹, 佐藤和好², 砂川晃佑³, 久富木志郎³,
 A. de Visser⁴, J. Kaštil⁵, M. Mišek⁵, J. Prchal⁶, F. Li⁷, 阿部浩也⁷

NIMS¹, Gunma Univ.², Tokyo Metropolitan Univ.³, Univ. Amsterdam⁴, ASCR⁵, Charles Univ.⁶,
 Osaka Univ.⁷, ◦Takayuki NAKANE¹, T. Naka¹, N. Terada¹, J. Valenta¹, K. Sato²,
 K. Sunakawa³, S. Kubuki³, A. de Visser⁴, J. Kaštil⁵, M. Mišek⁵, J. Prchal⁶, F. Li⁷ and H. Abe⁷

E-mail: Nakane.Takayuki@nims.go.jp

材料研究は、金属、セラミックス、有機物といったカテゴリーに分かれて研究されてきたが、その境界は近年、物性的にも構造的にも曖昧になっている。例えば、構造的視点で見ると、近年は金属やセラミックスのイオンや構造体に有機分子が結合したハイブリット化合物が注目されている。ハイブリット化合物の特徴は、明瞭な機能を発現しやすい金属やセラミックスの構造体が、多彩な材料設計を期待できる有機分子との結合を介して原子・分子レベルで規則配列するところがあり、機能性物質を高度に配列させる技術として見れば、究極のコンポジット体と見なすことができる。この特徴は例えば、量子マテリアルの創製研究への応用を期待できる。量子マテリアルの研究では、量子効果が期待できるナノサイズで物質を作製する必要があるが、応用的視点に立てば、その量子機能体を規則配列させる意義は大きい。この場合、ナノ粒子やナノワイヤーは合成後に配列するのが難しいので、ハイブリット化合物が注目されることになる。我々もこの観点でハイブリット化合物に注目し、Fe₃O₄の形態制御に有用なナノシート状の前駆体物質¹が、無機-有機ハイブリット化合物であることを発見した。本発表では、その詳細について報告する。

試料となるシート状の前駆体物質はソルボサーマル法で合成した。試料は、0.5 Mと3 Mに調整したFeCl₃とCH₃COOKの溶液を1:1でエチレングリコールに混合して180°Cで2時間加熱し、沈殿物を遠心分離・乾燥させること得た。本研究では、この試料に対してXRDやFT-IR, Raman分光, メスバウアー分光, TEM等で構造評価を行い、OEAやICPで組成分析, SQUIDや比熱測定で磁気特性等を評価した。

Fig. 1は、得られた試料の磁化率である。20K付近に見られる転移点と高温側の120K付近をピークとするなだらかな温度依存性が特徴的である。この温度性依存性は、三次元的な化合物を想定したCurrie-Weiss則等では解析が困難だが、低次元の反強磁性と見なすと解析の糸口が見える。しかし、実験結果を純然たる一次元磁性体のFisherモデル²(青実線)と近似させるには、反磁性的なバックグラウンドを考慮する必要があり(青波線)、それでも完全に一致させるのは難しい。一方、分光測定の結果では、FT-IR, Ramanスペクトルの双方でエチレングリコール(EG)に類似した吸収バンドを確認することができる(Fig.2)。メスバウアー分光の結果は、Fe³⁺が錯体よりもむしろ酸化鉄に近い状態で存在することを示唆している。このことから、本物質は、Fe³⁺が擬一次元的なネットワークのみを残す小ユニットの酸化鉄のような構造体とEGに類似した有機分子が規則配列した複合構造のハイブリット化合物であると考えられる。また、TEM観察の結果が、酸化鉄状の一次元鎖がナノシートの面内ではなく面直方向に規則配列している点は、量子マテリアルの創製に資する点で興味深い。

¹ H. Abe et al., *Int. J. Mol. Sci.*, **20** (2019) 3617,

² M.E. Fisher, *Am. J. Phys.*, **32** (1964) 343

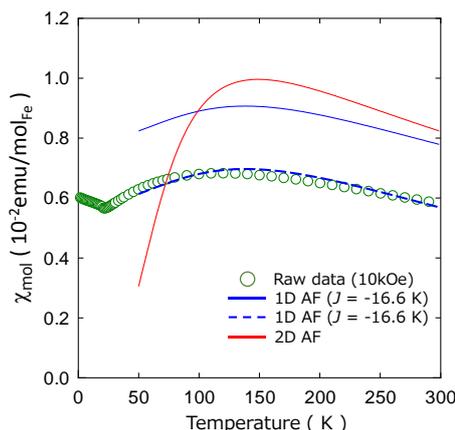


Fig. 1 Temperature dependence of the magnetic susceptibility

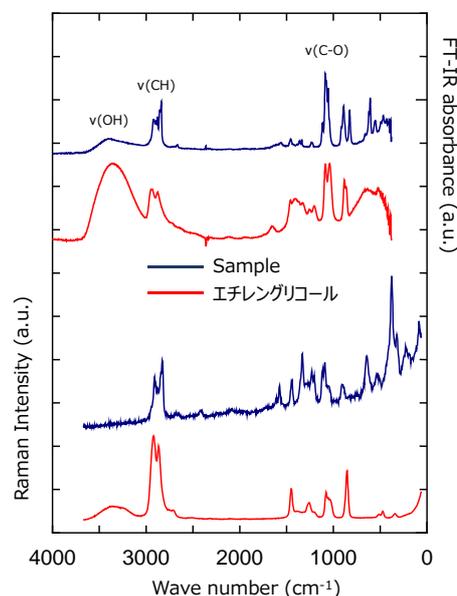


Fig. 2 FT-IR and Raman spectra