

遷移金属酸化物ナノクラスターの強相関電子効果の研究

吉良弘, 田村秀和, 安藤悠也, 高橋良, 小野寺貢, 村上洋一,

山崎誠志^A, 津田健二^B, 大山研二^C, 出口博之^D

東北大理, 静岡理工大^A, 東北大多元研^B, 東北大金研^C, 九州工大^D

原子が数~数十からなるナノクラスターにおいては、バルク結晶とは大きく異なる電子状態が実現する。この観点から、強相関電子系物質のナノクラスターの物性は非常に興味深い。近年、ゼオライトなどの細孔中で遷移金属酸化物などの結晶を成長させることにより、ナノサイズの大きさを持つ強相関電子系が作製できるようになってきた。本研究では、電子相関に強い制約が加えられたナノクラスターにおける物性を調べることを目的とし、MCM-41 内部のメソ孔に強相関電子系物質である LaMnO_3 、 SrTiO_3 のナノクラスターを作製、評価を行ってきた。

MCM-41 は SiO_2 の壁からなる内径約 30 の 1 次元チャンネルがヘキサゴナルに配列したシリカメソ多孔体である(図 1)。この MCM-41 のメソ孔に水溶液中で LaMnO_3 および SrTiO_3 の材料物質を導入し、乾燥後 700 で熱処理を行った。図 1 に作製した試料の粉末 X 線回折測定の結果を示す。材料物質の導入後、100 反射が大きく低下していることが確認された。これは MCM-41 内部に材料物質が取り込まれたことを示唆する。Mn 吸収端を用いた異常散乱実験の結果、MCM-41 のメソ孔内部に Mn が取り込まれていることを確認した。また、熱処理後も MCM-41 の構造が維持されていることが確認された。

図 2 に作製条件が異なる 3 種類の LaMnO_3 を導入した MCM-41(以下 $\text{LaMnO}_3/\text{MCM-41}$) の SQUID による磁化測定の結果を示す。バルクの LaMnO_3 は $T_N=141\text{K}$ のスピンカント磁性であるが、 $\text{LaMnO}_3/\text{MCM-41}$ では作製条件に応じ $T_C=75\text{K}$ 、 150K 、 260K の 3 種類の磁性が観測された。本研究では作製条件を変え複数の試料を合成したが、 $T_C=75\text{K}$ 、 150K 、 260K 以外に転移点を持つ試料は確認されていない。特にこれまで La、Mn、O からなる化合物で 260K に転移点を持つものは報告されておらず、非常に興味深い。

現在、この磁性は LaMnO_3 がナノ結晶になったことにより実現した特有の電子状態に起因するものと考えている。

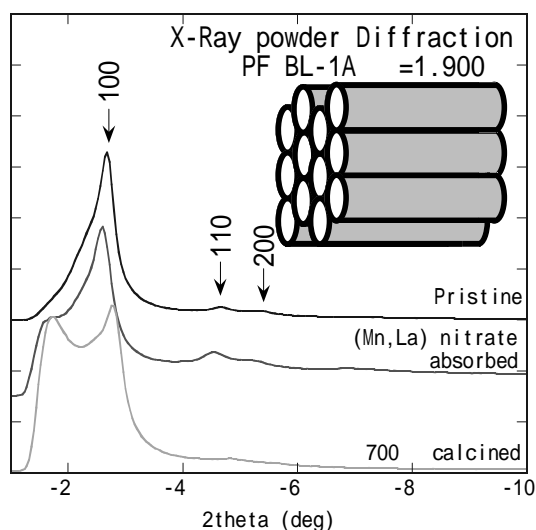


図 1 MCM-41 の模式図と粉末 X 線回折測定の結果

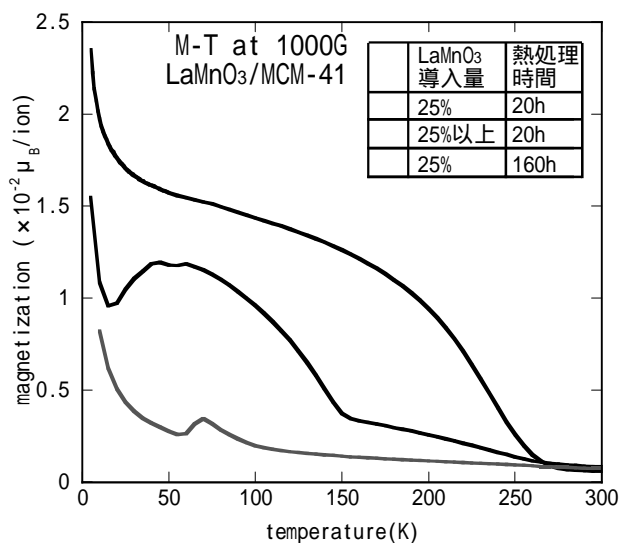


図 2 LaMnO_3 を内包した MCM-41 の磁化測定結果