

FeCr₂O₄ の軌道希釈効果

東北大院理, ^A 東北大多元研

大谷晋太郎、渡邊洋介、齋藤充、阿部伸行、金野翔太、梅津浩志、
佐賀山基^A、谷口 耕治^A、渡邊真史^A、野田幸男^A、有馬孝尚^A

Orbital Dilution Effect in FeCr₂O₄

Dept. of Phys., Tohoku Univ., ^AAIMRAM, Tohoku Univ.

S. Ohtani, Y. Watanabe, M. Saito, N. Abe, S. Konno, H. Umetsu

H. Sagayama^A, K. Taniguchi^A, M. Watanabe^A, Y. Noda^A, T. Arima^A

スピネル型 FeCr₂O₄ は四面体サイトの Fe²⁺イオンが 3d⁶ 高スピン状態をとり 2 重縮退 e 軌道に自由度をもつ。ヤーンテラー歪みを伴う強軌道秩序により T_{S1}~140K で立方晶からなる正方晶 (a>c) への構造相転移を生ずる。我々は Fe²⁺を軌道自由度をもたない Mn²⁺ (3d⁵) で置換した Fe_{1-x}Mn_xCr₂O₄ 多結晶を作成し、軌道の希釈効果を調べた。磁化測定、X線回折実験 (@BL1A, 4C) により得られた相図を図 1 に示す。x<0.5 で新たに正方晶から斜方晶への構造相転移 (x=0, T_{S2}=70K) が見つかった。置換量の増加に伴い T_{S1} の急激な減少するが、フェリ磁性転移温度 (T_{N1}) と T_{S2} はあまり変化しない。x~0.5 において T_{S1} と T_{N1} が交差し、x>0.5 では a<c となる正方晶へ変化する。この結果はスピンと軌道が結合し、希釈に伴い軌道秩序状態が変化することを示している。

以上の結果から磁場印加による軌道秩序状態の制御が期待できる。実際に、化学気相輸送法を用いて作製した単結晶 (x=0, 0.7) で大きな磁歪が観測された。そのメカニズムを探るために BL3A にて磁場中 X 線回折を行った。図 2 に x=0 の T=7K における (660) X 線回折プロファイルの磁場依存性を示す。磁場を印加することによりスピンと垂直に広がる軌道のドメインが支配的になることがわかった。磁場をゼロに戻してもドメイン状態は元に戻らない。これは軌道秩序を利用した磁気形状記憶効果であり、転移温度の上昇や歪の増大といった改善により磁気駆動アクチュエータ、歪みセンサー、磁場センサーなどの応用が期待できる。

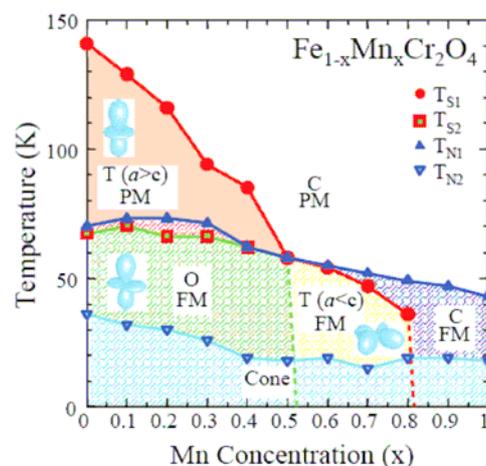


図 1 Fe_{1-x}Mn_xCr₂O₄ の相図

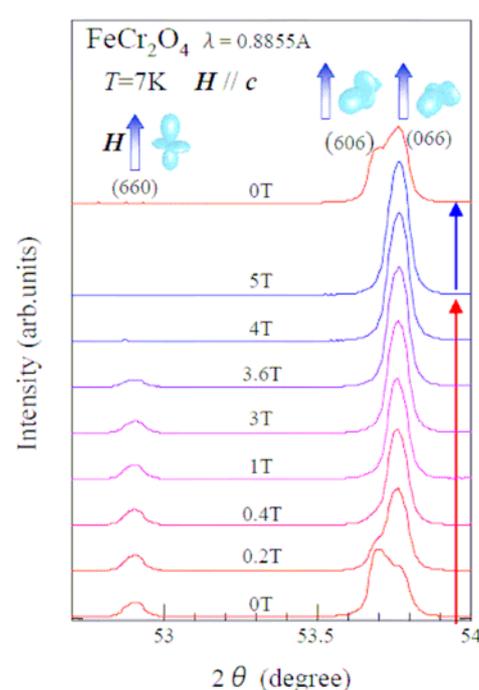


図 2 x=0 における (660) 反射プロファイルの磁場依存性