

La_{0.5}Sr_{1.5}MnO₄における電荷・軌道秩序に対する不純物効果

八巻佑樹^{A, B}, 中尾裕則^B, 吉良弘^C, 村上洋一^B, 金子良夫^D, 十倉好紀^{D, E}

東北大理^A, KEK PF^B, 原子力機構^C, ERATO^D, 東大工^E

物性の発現に重要な役割を果たしている電子自由度の秩序状態は、外場やフィリング制御などにより大きく変化するが、一方で不純物によっても秩序状態及び発現する物性が大きく変化することがある。本研究では、この電子自由度秩序の中でも電荷・軌道秩序に注目した。不純物置換が電荷・軌道秩序に及ぼす影響や、置換する不純物の種類による影響の違いなどを、X線散乱の手法を用いた電荷・軌道秩序の観測によって明らかにすることを目的として研究を行った。

電荷・軌道秩序状態に対する置換する不純物の種類による影響の違いを調べるために、典型的な電荷・軌道秩序物質であるLa_{0.5}Sr_{1.5}MnO₄のMnサイトをCr、Fe、Gaでそれぞれ3%だけ置換した試料に対して非共鳴X線散乱を用いた実験を行った。測定は、軌道秩序とともに生じる格子歪みを反映した指数にて行い、図にこの指数において観測された散乱強度の温度依存性の結果を示す。Cr 3%とFe 3%ではPureに比べてそれぞれ1/2倍、1/7倍と小さい散乱強度が観測されたが、一方でGa 3%ではPureと同程度の散乱強度が観測された。また、この測定から求めた電荷・軌道秩序の転移温度は、Pureでは234Kであったのに対し、Ga 3%では216K、Cr 3%では170K、Fe 3%では136Kと、不純物で置換したものでは全て転移温度が減少していた。観測された散乱強度は、秩序の度合いを表しているのので、Pureに比べて散乱強度が小さく、転移温度も大きく減少していたCr 3%とFe 3%では大幅に電荷・軌道秩序が抑制されていると考えられる。一方で、Pureと同程度の散乱強度が観測され、転移温度の減少も小さかったGa 3%では、電荷・軌道秩序を抑制する効果は小さいと考えられる。

このように、CrとFe、そしてGaでは、全て置換することで電荷・軌道秩序を抑制するが、その影響の大きさが違うという、置換する不純物の種類による影響の違いが明らかになった。

図：La_{0.5}Sr_{1.5}Mn_{0.97}T_{0.03}O₄(T = Cr, Fe, Ga)における、格子歪みを反映した指数(1/4 7/4 0)で観測された散乱強度の温度依存性。矢印は各試料の転移温度を示している。

