

La-NMR による $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ($x=0.12$) における磁気秩序の検出

低温物理研究室

A9774054 梅津友行

【はじめに】 酸化物高温超伝導体である $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ (以下 LSCO) は、反強磁性体である母物質 La_2CuO_4 の La を Sr で置換してホールをドーピングしたものである。 $x=0.06$ 付近から超伝導相が現れ、その後は $x=0.15$ までは x 増加につれて超伝導転移温度(T_c)も上昇する。しかし $x=0.12$ 近傍では特異的に超伝導が抑制され、同時に低温で磁気秩序の存在も確認されており『1/8 問題』と呼ばれている。中性子散乱によりこの磁気秩序は Cu 原子間距離の 8 倍周期をもった反強磁性的長距離秩序であることがわかっている。この磁気秩序の描像に対しては、反強磁性配列したスピンと一次元的な電荷ストライプが周期的に CuO_2 面に並んだストライプモデル(図 1)が提唱されている。そして現在、超伝導抑制とこの磁気秩序の関係が議論されている。そこで本研究では今まで報告されてきた $x=0.12$ の試料 ($T_c=25\text{K}$) よりも T_c が低く ($T_c=10\text{K}$)、さらに中性子散乱実験がすでに行われた単結晶試料を用い NMR ではどのように磁気秩序が検出されるのかを調べた。

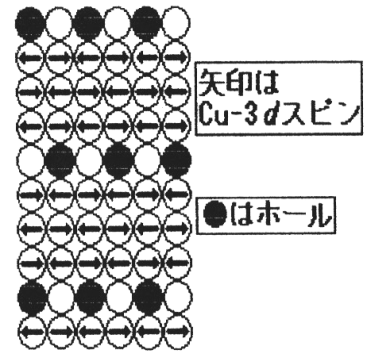


図 1 ストライプモデル

【実験】 実験は東北大学金属材料研究所の NMR 用 6 T 超伝導マグネットを用いて行った。La サイトに Cu-3d スピンが作る磁場の变化を調べるため、2K~33K の範囲で磁場を CuO_2 面に平行($[110]_t$ 方向)にかけ、5.05 T~5.55 T の間で掃引してスピンエコーシグナルの測定を行った。

【結果及び考察】 Cu-3d スピンが反強磁性的に配列すると、La サイトに第二隣接 Cu サイトが作る磁場の違いにより、共鳴スペクトルが分裂するか、もしくは広がるといった結果が得られる (図 2)。温度ごとに得られた La-NMR 共鳴スペクトルを比較すると 5K~33K ではスペクトル幅にほとんど変化がみられなかったが、2K においてスペクトル幅の増大が確認できた(図 3)。この結果より今回の試料の NMR による磁気転移温度は約 2K と見積もることができ、これは中性子散乱実験から見積もられる磁気転移温度(25K)に比べかなり低い。この磁気転移温度の違いは、NMR と中性子散乱のエネルギー分解能の違いが大きく影響していると思われる。今回の結果は、低温で動的ストライプの揺らぎがスローイングダウンしていき静的な磁気秩序として現れる描像を支持するものである。

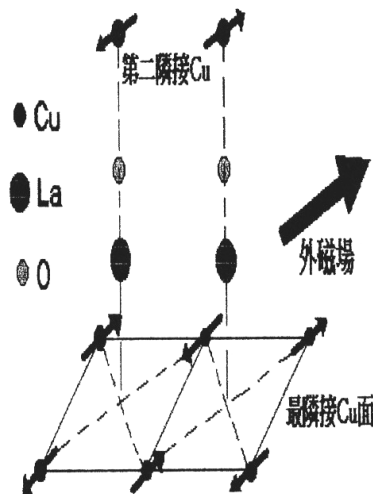


図 2 磁気秩序の模式図

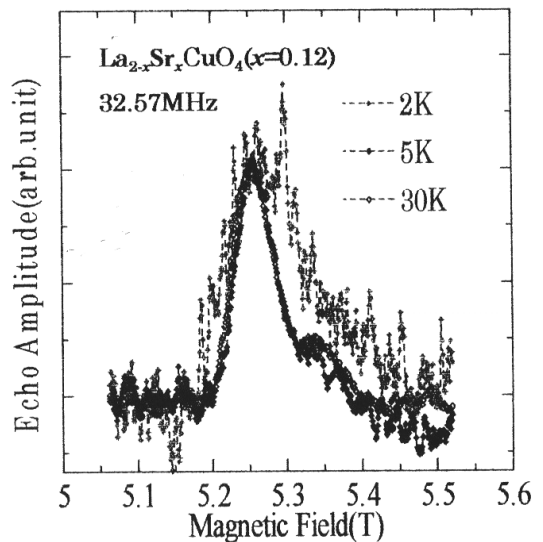


図 3 共鳴スペクトルの温度変化