

4. 酸化物超伝導体における銅スピンとキャリアー間相互作用

伊 藤 芳 範

銅酸化物超伝導体の主要構成単位である CuO_2 面において、銅イオン Cu^{2+} は大きさ $1/2$ のスピンをもつ 2 次元反強磁性格子を形成している。最近この 2 次元反強磁性体の基底状態や熱力学的性質をうまく記述しうる修正スピン波理論¹ や、これと定性的に同結果に導く slave fermion 理論² が提案されているが、これらの理論ではドーピングなどによって導入されたキャリアー (通常はホール) の効果は考慮されていない。一方 実験的にも、様々なキャリアー濃度を有する銅酸化物超伝導体 (絶縁体) の磁化率の広い範囲の温度領域にわたる測定がなされ、興味ある結果が得られている³。

本論文では、主として酸素の p 軌道を運動するキャリアーを有する CuO_2 面を考え、銅イオン反強磁性格子を平均場 slave fermion 理論で記述すると同時に、このスピン系とキャリアー間に最近接 Kondo 結合 (銅スピンとキャリアースピン間の交換相互作用) を仮定し、この結合系の熱力学的性質、とくに静的磁化率の温度変化とキャリアー濃度変化を調べることを目的とする。

具体的には、銅スピン系が slave fermion 理論で記述される RVB 状態 (動的に揺らいでいる反強磁性状態) にあり、キャリアー系はノーマル状態にあると仮定して、結合系の熱力学ポテンシャルやその磁化率を、スピン-キャリアー相互作用の 2 次摂動で求めた。この結果、結合系の熱力学ポテンシャルや静的磁化率を、非結合状態におけるスピン系とキャリアー系の動的磁化率を用いて表現できることが示された。また、RVB 秩序パラメーターや磁化率の温度-濃度変化の数値計算の結果についても報告したい。

¹ M. Takahashi, J. Phys. Soc. Jpn. 58, 1524 (1989); M. Takahashi, Phys. Rev. B40, 2494 (1989); K. Ohara and K. Yosida, J. Phys. Soc. Jpn. 58, 2521 (1989).

² D. Yoshioka, J. Phys. Soc. Jpn. 58, 32 (1989); D. Yoshioka, J. Phys. Soc. Jpn. 58, 1516 (1989); D. Yoshioka, J. Phys. Soc. Jpn. 58, 3733 (1989).

³ 津田 惟雄、板垣 哲夫 東京理科大学第 1 回物理系コロキウム