

Tsai 型近似結晶における RKKY 相互作用に誘起された磁気秩序

Magnetic orders induced by RKKY interactions in Tsai-type quasicrystal approximants

近似結晶は、準結晶と同一の局所構造を持った結晶であり、準結晶の特徴と結晶の特徴を合わせ持った物質として知られている。昨今、Tsai 型近似結晶において、スピングラスや強磁性、反強磁性など多彩な低温磁気状態が出現することが実験的に明らかになった[1]。この物質群の局所構造は、Tsai 型クラスタと呼ばれる入れ子構造を持った複数の多面体によって構成され、このうち 20 面体頂点の希土類イオンに局在した磁気モーメントが、磁性を担っていることがわかっている。また、この磁気モーメントは、伝導電子を介した RKKY 相互作用によって結合し、長距離秩序を形成していると考えられている[2]。

我々はこれまで、特に1イオン異方性を持たない Gd イオンを含む Tsai 型 1/1 近似結晶を対象にして、RKKY 相互作用のみを仮定した有効模型を用いて、理論解析を行ってきた。物質の電荷密度を通して、フェルミ波数が変化すると仮定して、古典モンテカルロ・シミュレーションを行い、その基底状態の変化を解析した。この結果、実験で観測された複数の磁気秩序相の出現が確かめられた。また、実験的に観測される Weiss 温度に相当する RKKY 相互作用の総和のフェルミ波数依存性との比較も行い、概ね実験結果と一致することを明らかにした[3,4]。また、最近では、これまでの 1/1 近似結晶の数値解析の結果を踏まえ、より高次の 2/1 近似結晶についても同様の解析を行なった[5]。2/1 近似結晶では、20面体頂点以外にも希土類イオンが存在し、より準結晶に近い構造を持っている。この構造を反映して、2/1 近似結晶では、1/1 近似結晶では見られなかった磁気秩序が発現することを発見した。これらの磁気秩序を詳細に調べるために、新たに特異値分解などの解析手法を取り入れた。本セミナーでは、これまでの研究の流れを総括し、準結晶の磁気秩序がどのように理解されるか、現在得られている結果から議論する。

[1] A. Ishikawa, T. Hiroto, K. Tokiwa, T. Fujii, and R. Tamura, Phys. Rev. B **93**, 024416 (2016); A. Ishikawa, T. Fujii, T. Takeuchi, T. Yamada, Y. Matsushita, and R. Tamura, Phys. Rev. B **98**, 220403 (2018); S. Suzuki, A. Ishikawa, T. Yamada, T. Sugimoto, A. Sakurai, and R. Tamura, Mater. Trans. **62**, 298 (2021).

[2] T. Sugimoto, T. Tohyama, T. Hiroto, and R. Tamura, J. Phys. Soc. Jpn. **85**, 053701 (2016).

[3] H. Miyazaki, T. Sugimoto, K. Morita, and T. Tohyama, Phys. Rev. Mater. **4**, 024417 (2020).

[4] S. Suzuki, R. Tamura, and T. Sugimoto, Mater. Trans. **62**, 367 (2021).

[5] T. Sugimoto, S. Suzuki, R. Tamura, T. Yamada, T. Tohyama, in preparation.