

HRC における中性子ブリルアン散乱と金属強磁性体 SrRuO₃ のスピン波

Neutron Brillouin Scattering on HRC and Spin Waves in SrRuO₃

伊藤晋一・KEK 物構研

高分解能チョッパ分光器(HRC)は高エネルギーかつ高分解能の中性子を用いて物質のダイナミクスを研究するために MLF の BL12 に設置された中性子非弾性散乱装置である[1,2]。HRC では、最低散乱角 0.6° までの低角領域でのバックグラウンドノイズの低減により中性子ブリルアン散乱(NBS)実験が実現した。NBS は、前方散乱近傍で中性子非弾性散乱を測定するものであり、高エネルギー、高分解能、低散乱角の実験条件により、中性子散乱の運動力学的限界に迫って、(000)近傍の集団励起モードの測定を可能にするものである。この手法により、粉末強磁性体のスピン波や液体の集団励起モードの観測が可能になる。金属強磁性体 SrRuO₃ は、中性子非弾性散乱実験に必要な大型の単結晶が合成できず、HRC の NBS で、多結晶試料を用いてはじめて中性子非弾性散乱実験が可能となった。その結果、SrRuO₃ のスピン波のエネルギーギャップ $E_g(T)$ が非単調な温度変化をすることを見いだした。SrRuO₃ は異常ホール効果を示し、異常ホール伝導度 σ_{xy} は磁化 M に対して非単調な振舞いを示す[1]。スピン軌道相互作用に起源をもつバンド交差が、運動量空間でのワイルフェルミオン(質量ゼロのディラック電子)で記述され、これがモノポールとして振舞い、モノポールの“磁場”が異常ホール効果の起源となる。非単調な σ_{xy} はこのシナリオによる第一原理計算でよく再現される[1]。ワイルフェルミオンを考慮すると、 $E_g \propto [aM^1 + b\sigma_{xy}]^{-1}$ (a, b は定数)と表わされるが、観測された $E_g(T)$ はこのモデルでよく表わされることがわかった。ディラック電子は、これまでスピントロニクス発展の中で、絶縁体表面や界面の輸送特性において議論されてきたものである。この研究は、ディラック電子が、三次元結晶構造の金属中に、かつ、輸送特性以外の現象(スピンダイナミクス)においても、普遍的に実現できることをはじめて示したものである。

[1] S. Itoh, T. Yokoo, S. Satoh, S. Yano, D. Kawana, J. Suzuki and T. J. Sato, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A 631, 90 (2011).

[2] S. Itoh, T. Yokoo, D. Kawana, H. Yoshizawa, T. Masuda, M. Soda, T. J. Sato, S. Satoh, M. Sakaguchi and S. Muto, J. Phys. Soc. Jpn. 82, SA033 (2013).

[3] Z. Fang, N. Nagaosa, K. S. Takahashi, A. Asamitsu, R. Mathieu, T. Ogasawara, H. Yamada, M. Kawasaki, Y. Tokura, K. Terakura, Science 302, 92 (2003).

記入例

放射光

Synchrotron Radiation

表題は必ず英語表記も記入

筑波太郎¹、筑波次郎²

1 KEK-放射光、2 KEK-放射光 II

本文(14 ポイント)