

強磁性マグノン伝搬における相対論効果

小野瀬佳文¹

¹ 東京大学総合文化研究科

マグノンとは、磁性体中で磁気モーメントの歳差運動が伝搬していく波(スピン波)の量子である。通常は、磁気モーメント間には平行にそろえようとする強磁性的相互作用か反強磁性相互作用のどちらかが働き、それらを介してマグノンが伝搬する。強磁性体の場合には、強磁性相互作用を

$$-JS_i \cdot S_j = -J/2(S_i^+ S_j^- + S_i^- S_j^+) - JS_i^z S_j^z$$

のように書き直せば、局在したマグノン状態が $S_i^+ S_j^-$ 項を介して伝搬することが理解できる。二つの磁気モーメントの中点の周りで空間反転対称性が破れている場合には、相対論的スピン軌道相互作用に由来するジャロシンスキー守谷相互作用が磁気モーメント間に働く。この相互作用は

$$D \cdot (S_i \times S_j) = iD/2(S_i^+ S_j^- - S_i^- S_j^+)$$

のように書かれることから、マグノンを強磁性相互作用と同じようにマグノンを伝搬させるが、係数に虚数 i が付きマグノンの位相を与える効果があることが分かる。

本講演では、このようなジャロシンスキー守谷相互作用による量子位相の効果が、強磁性体中のマグノンダイナミクスに顕著な影響を与える二つの場合を紹介する。一つ目は、結晶中の閉経路でジャロシンスキー守谷相互作用が与える量子位相が有限になる場合で、この時には上記の量子位相が仮想磁束として働くことにより、マグノンがホール効果を起こす[1,2]。もう一つの場合は、結晶全体の空間反転対称性が破れている場合で、このときには一様なジャロシンスキー守谷相互作用が働き運動量空間で非対称なマグノンバンドが発現する[3]。

参考文献(11ポイント)

[1] Y. Onose et al., Science 329, 297 (2010).

[2] T. Ideue, Y. Onose et al., Phys. Rev. B 85, 134411 (2012).

[3] Y. Iguchi, S. Uemura, K. Ueno, Y. Onose, Phys. Rev. B 92, 184419 (2015).