

Type-II ワイル半金属におけるカイラル異常由来の正の磁気抵抗効果

Positive Magnetoresistance from Chiral Anomaly in Type-II Weyl Semimetals

北大電子研 ○(M2) 森島 一輝、近藤 憲治

Hokkaido Univ. Research Inst. for Electronic Science, ○Kazuki Morishima, Kenji Kondo

E-mail: kkondo@es.hokudai.ac.jp

ワイル半金属はワイルコーンの傾きの強度に依って Type-I と Type-II の 2 種類に分類される。Type-I ワイル半金属はカイラルアノマリーに起因して負の磁気抵抗効果を示すことが知られており、ランダウ準位とカイラル磁気効果の表式を用いて説明されてきた。しかしながら、Type-II ワイル半金属における磁気抵抗効果についてはあまり調べられていない。本研究では、ワイル半金属における磁気抵抗効果について調べる。ワイル半金属のモデルとして、次の時間反転対称性の破れたモデルハミルトニアンを用いる [1,2]。

$$H(k) = - \left[2m - 2t (\cos k_y + \cos k_z) - 2t_x (\cos k_x - \cos k_0) \right] \sigma_x - 2t \sin k_y \sigma_y - 2t \sin k_z \sigma_z + \gamma (\cos k_x - \cos k_0) \sigma_0 \quad (1)$$

ここでは、 k_0 は波数空間でのワイル点の位置、 m 、 t 、 t_x 、 γ はチューニングパラメーターをそれぞれ表している。また、このモデルハミルトニアンにおける γ をチューニングすることで Type-I と Type-II の両方のワイル半金属を扱うことができる。我々は、このモデルハミルトニアンを用いて磁場をワイル点分裂方向に印加した時の磁気抵抗比 (MR ratio) を数値計算することで、磁気抵抗効果を調べる。図 1 は (a) Type-I ワイル半金属と (b) Type-II ワイル半金属における磁気抵抗比の磁場依存性をそれぞれ示している。Type-I ワイル半金属は磁場の方向に依らず負の磁気抵抗効果のみを示すことが分かる。一方で、Type-II ワイル半金属は磁場の方向に依って、正または負の磁気抵抗効果を示していることが分かる。我々は、Type-II ワイル半金属における正と負の磁気抵抗効果もまたカイラルアノマリーに起因しており、ランダウ準位とカイラル磁気効果の表式を用いて説明が可能であることを発見した。講演では、実際に数値計算によって得られたランダウ準位とカイラル磁気効果の表式を用いて、Type-II ワイル半金属における磁気抵抗効果のメカニズムについて詳細に議論する。

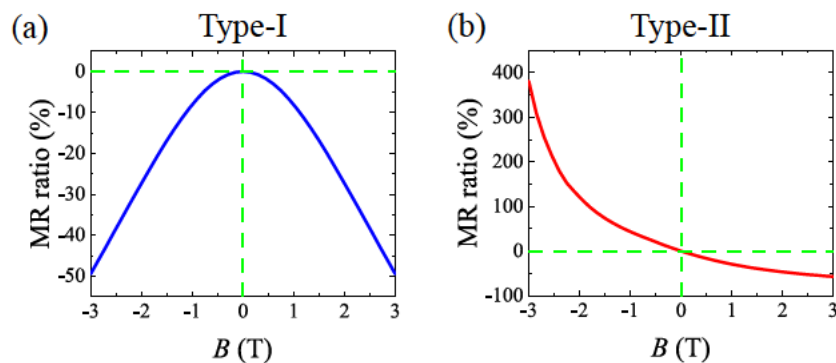


Fig. 1: The B -dependences of the MR ratios in (a) the Type-I Weyl semimetals ($\gamma = 0$) and (b) the Type-II Weyl semimetals ($\gamma = -2.5t$). We set the other parameters as $m = 2t$ and $t_x = t$. The magnetic field is applied along the direction of the Weyl point separation. The green dotted lines are guides for the eyes.

参考文献

- [1] K. Morishima and K. Kondo, J. Appl. Phys. **129**, 125104 (2021).
- [2] T. M. McCormick, I. Kimchi, and N. Trivedi, Phys. Rev. B **95** 075133 (2017).