

研究プロジェクト名: トポロジカルな性質を持つ物質とその応用の研究

概要: 次世代のスピンロニクス・デバイスの設計を目的として、その基盤となりうるエキゾチックなトポロジカル絶縁体やトポロジカル・セミメタルの特異点論を用いた分類並びに、これらの物質でみられる異常ホール効果、負の磁気抵抗効果、カイラル磁気効果の解明とその応用の研究を行う。

コアメンバー: 近藤 憲治(北大)、佐久間 昭正(東北大)、小峰 啓史(茨城大)

期待される研究成果:

現在ホットな研究対象であるトポロジカルな性質を持つ物質のバンド構造による分類が特異点論の立場から可能になること並びにその特性の解明により、新規な次世代スピンロニクス・デバイスに利用できる現象の発見及びその現象を利用したデバイスの創製が期待される。

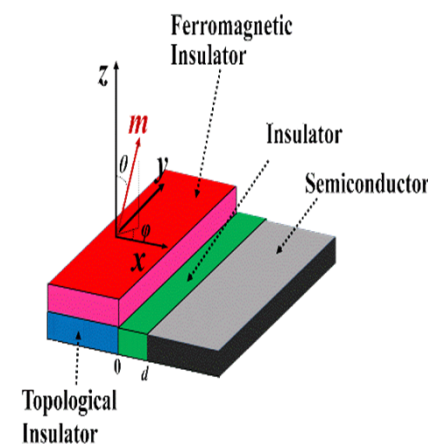


図1: Topological絶縁体を利用したMTJ

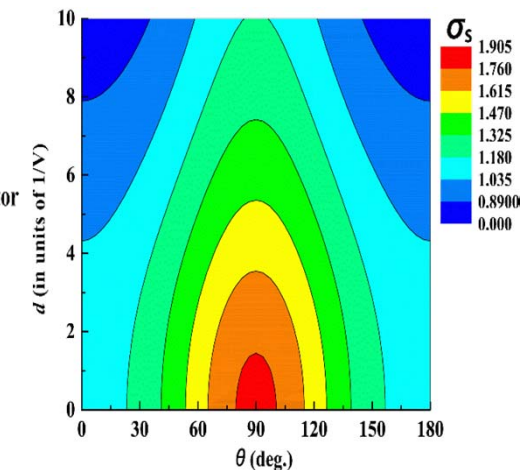


図2: MTJのスピ伝導率

研究プロジェクト名: トポロジカルな性質を持つ物質とその応用の研究

概要: 次世代のスピンロニクス・デバイスの設計を目的として、その基盤となりうるエキゾチックなトポロジカル絶縁体やトポロジカル・セミメタルの特異点論を用いた分類並びに、これらの物質で見られる異常ホール効果、負の磁気抵抗効果、カイラル磁気効果の解明とその応用の研究を行う。

研究成果(実施状況): Bi_2Te_3 等で見られるDirac Coneのヘキサゴナル・ワーピングを記述するハミルトニアンについて、 C_{3v} 点群の下で任意次数のハミルトニアンを求める方法を探り、それを実現した。具体的には数学の不変式論を応用すると C_{3v} 点群の下で不変でかつ時間反転対称性を満たすハミルトニアンは、一般的に右図の右の式のようになることを見つけた。それを用いて、5次、7次までの摂動を取り入れるとFuの3次までの結果より実験を良く再現し、また定性的に異なる結果を発見した。

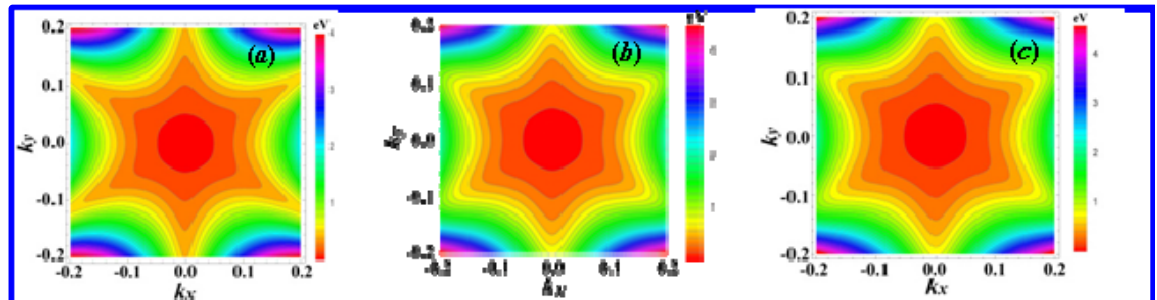


Fig. 1: The calculated hexagonal warping energy of (a) using the 3rd order, (b) using the 5th order, and (c) the 7th order Hamiltonian.

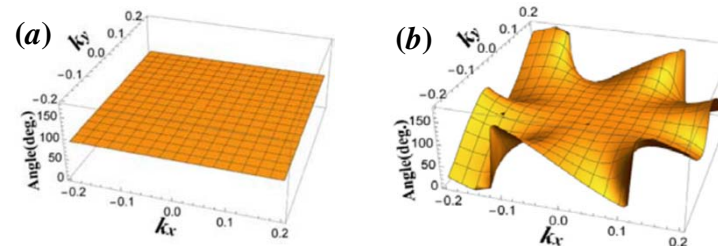


Fig. 2: The angle between momentum and spin under (a) 3rd and (b) 7th order perturbation.

$$H_{sym}(\mathbf{k}) = if_1(u, v)(k_+ \sigma_- - k_- \sigma_+) + f_2(u, v)(k_+^3 + k_-^3) \sigma_z + if_3(u, v)(k_+^5 \sigma_+ - k_-^5 \sigma_-).$$

主要発表論文等: [1] K. Kondo, SPIN, 6, 1640006 (2016). [2] K. Kondo, New J. Phys., 18, 013002 (2016). [3] M. Murata, A. Yamamoto, Y. Hasegawa, T. Komine, Nano Lett., 17, 110 (2016).