

RuO₂のフェルミ準位制御とトポロジカル物性

Fermi Level Control and Topological Physical Properties of RuO₂

東工大フロンティア研 ○中川 貴大, 笹川 崇男

MSL, Tokyo Institute of Technology ○Takahiro Nakagawa and Takao Sasagawa

E-mail: nakagawa.t.ar@m.titech.ac.jp

はじめに: RuO₂は近年トポロジカルな電子構造を持つ物質として注目され、解析が進められている[1]。このような電子構造に由来する新奇な伝導現象として、結晶ホール効果という反強磁性体でも生ずる異常ホール効果の存在が昨年理論提唱された[2]。本研究では、RuO₂のフェルミ準位付近のバンドを0.7eV程度上昇させるとIrO₂のバンドに殆ど重なることから、Irを用いた電子ドーピングで電子構造を変えずにRuO₂のフェルミ準位が制御できると考えた。本研究では、系統的にIrドーピングを行い、輸送特性を比較する事により、RuO₂のトポロジカル性と磁気輸送特性との関係を調べる事を目的とした。

実験: IrドーピングしたRuO₂単結晶は、化学気相輸送法(CVT法)で育成した(高温端1070°C、両端100°Cの温度勾配、2週間)。得られた単結晶はX線回折で構造を確認し、Irドーピング量は蛍光X線で定量分析を行った。ドーピング量を変化させた単結晶を用いて緩和法を用いた比熱測定を行い、得られたデータから電子状態密度(DOS)を算出した。加えて第一原理計算により求めたRuO₂のバンド分散及びDOSと比較し、ドーピングによるフェルミ準位の変化を調べた。

結果: 図1(a),(b)はRuO₂のバルク及び表面のバンド構造について、第一原理計算を用いて角度分解光電子分光により観測されると理論予測される電子構造をスペクトルの形で示したものである。結果、フェルミ準位から0.2 eVの範囲に、バルク中には線形なディラック分散、表面にはスピン偏極したトポロジカルな表面状態の存在することが判明した。(c)はDOSのエネルギー依存性である。(d)には、各Irドーピング量の単結晶における比熱の温度依存性を示した。得られたデータを基に各ドーピング試料のDOSを求めたところ、(e)に示すような7%の試料を極小とするような変化が確認できた。この結果と第一原理計算との比較を行うと、この変化は(c)の赤丸で囲んだ付近の変化に対応している事が分かった。つまり、7%程度のドーピングにより最適な位置へフェルミ準位を制御できることが分かった。

参考文献: [1] V. Jovic *et al.*, Phys. Rev B **98**, 241101 (2018).

[2] L. Šmejkal *et al.*, arXiv:1901.00445 (2019).

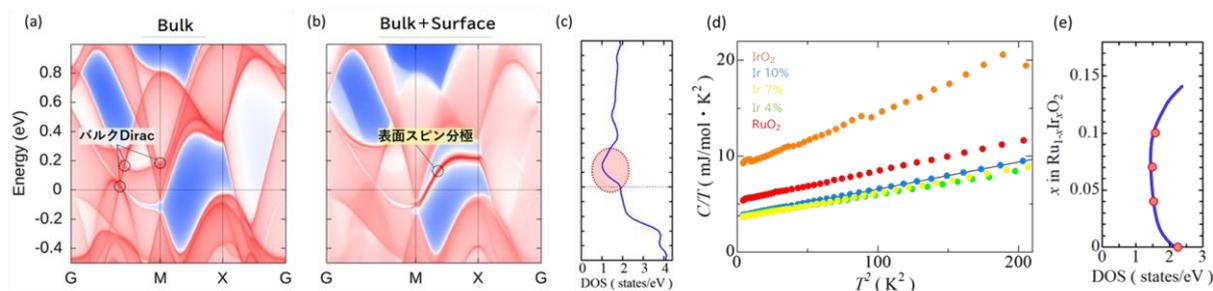


図1 (a),(b)第一原理計算によるRuO₂のバンド分散及び(c)状態密度
(d)緩和法による比熱測定 及び(e)算出された状態密度