

物質のもつ機能性の起源の解明と量子情報からの新しい機能の創造

<スタッフ> 木村 真一 教授、渡辺 純二 准教授、大坪 嘉之 助教、渡邊 浩 助教

本研究室では、固体や生体物質などの機能性の起源の解明と得られた量子情報からの新たな機能性発現を目指して研究を行っています。

固体の特徴的な物性である磁性や超伝導、また生命をつかさどる酸化還元反応や光合成など、物性の出現や生命現象に現れる機能性の起源は、物質中の電子の状態や格子・分子の振動、またはそれらの間の量子力学的な相互作用によって現れます。すなわち、電子や格子・分子振動、相互作用のすべてを観測すれば、物性や生命現象の起源を知るばかりでなく、新たな機能性の予測や創造も可能になります。

物質の電子や格子・分子の状態を観測するためには、真空紫外線や赤外・テラヘルツ線が有効です。電子線加速器から発生するテラヘルツから真空紫外にわたるさまざまな波長のシンクロトロン光やレーザーを使った新たな分光法やイメージング手法を開発することで、これまで観測できなかった新しい情報が得られます。

私達はこのような観点にたち、シンクロトロン光やレーザーなどの量子ビーム源を機能の起源を見る「目」として用いることで、これまで見えなかった電子状態の変化を可視化し、そこで得られた情報を元にして新しい機能の創造を目指しています。

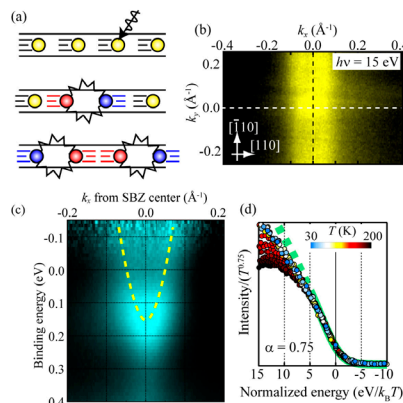


木村研究室の研究概要

TOPICS1

機能性固体・薄膜の電子構造の分光研究

磁性と伝導が複雑に絡み合うことにより新しい機能性が現れる固体・薄膜について、低温・高圧・高磁場下の赤外・テラヘルツ分光と高分解能三次元角度分解光電子分光により、機能性の起源である電子構造を詳細に決定しています。また、それらの実験条件に合わせた第一原理電子状態計算を組み合わせることで、機能性固体・薄膜の電子状態の総合的な情報を得る。これらの情報を元に、新奇機能性の創造を目指しています。

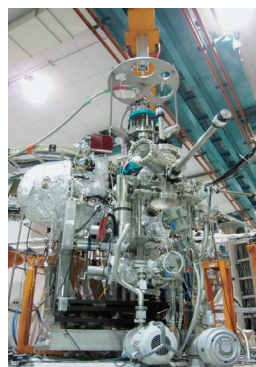


1次元ナノワイヤー（右）では、2-3次元の場合（左）とは違って、電子同士は「すれ違う」ことができず、必ず連鎖反応が起き、朝永・ラッティンジャー液体と呼ばれる状態になります (a)。 (b)-(d) は、この1次元性の証拠になる実験結果です。この性質の解明は、次世代の半導体素子における極度に微細化したナノ金属配線に現れる電子の性質の予測などに役立つと考えられます。 [Y. Ohtsubo, S. Kimura et al., Phys. Rev. Lett. (2015).]

TOPICS2

放射光や量子ビームを使った新しい方法論の開発

放射光の高輝度性を使って、実験室では不可能な新しい分光・イメージングの方法論の開発を行っています。具体的には、スピン・軌道・波数分離角度分解光電子分光、低温・高圧・高磁場下赤外・テラヘルツ顕微分光による電子構造変化の精密測定、時間分解赤外・テラヘルツ顕微イメージングによる電子構造相分離や生体内化学反応の可視化などを進めています。また、新しい量子ビーム光源を使った大強度テラヘルツ光の近接場分光及び励起光への応用や、スピン偏極電子源を使った高分解能スピン・角度分解逆光電子分光法の開発を行っています。



高輝度低エネルギー放射光 UVSOR-III に設置した固体の電子状態をつぶさに観測できる三次元運動量・軌道対称性分解光電子分光装置。 [S. Kimura et al., Rev. Sci. Instrum. **81**, 053104 (2010).]