

I ナノ系を通過する非平衡電流と非弾性伝導

Nonequilibrium Electric Current and Inelastic Conductance through Nano-Systems

三井隆志・島 信幸・馬越健次
Mii, T., Shima, N., Makoshi, K.

近年、走査トンネル顕微鏡法(STM)・分光法(STS)等のトンネル現象を用いて原子レベルでの表面の構造や電子状態を探ることが可能になった。これらの実験を理解する上で、STMにおけるトンネル現象に関連した基礎理論の構築は避けて通れない。我々は有限のバイアス電圧がかかった非平衡定常電流の基礎理論の構築に取り組んでいる。又、これらの理論を、電流における電子間クーロン相互作用の効果や、表面・吸着分子の振動状態を励起して起こる非弾性トンネル過程の問題にも応用している。

II 極端条件下における電子状態

Electronic Structures under Extreme Conditions

島 信幸・馬越健次
Shima, N., Makoshi, K.

表面界面、高圧下等における電子状態を、バンド計算および量子化学的電子状態計算法に基づいて研究している。1電子近似(電子相関とのからみ)や有効質量近似、集団運動的取扱いの定量的限界をキーワードとして、電子密度汎関数法GVBに基づいて電子状態計算の改良を行っている。2次元超格子の電子状態、Si, Al, ダイヤモンドの表面構造や結晶成長、高圧下の結晶構造に関する問題に取り組んでいる。

III 共晶系 $\text{Sr}_2\text{RuO}_4/\text{Ru}/\text{Pb}$ 接合系における界面超伝導

Interface Superconductivity in $\text{Sr}_2\text{RuO}_4/\text{Ru}/\text{Pb}$ Junction

兼安洋乃・馬越健次
Kaneyasu, H., Makoshi, K.

$\text{Sr}_2\text{RuO}_4\text{-Ru}$ は母物質 Sr_2RuO_4 に多数の μm サイズのRu結晶が析出した共晶体であり、Ru結晶界面の形状から特有のp波界面超伝導状態(3K-相)を生じる。Ru結晶部分にPb結晶を接合させた $\text{Sr}_2\text{RuO}_4/\text{Ru}/\text{Pb}$ 接合系では、Pb結晶からRu結晶片に侵入したs波超伝導と Sr_2RuO_4 側のp波界面超伝導との近接効果により、界面超伝導相内で時間反転対称性の破れが起こる。一方、 $\text{Sr}_2\text{RuO}_4\text{-Ru}$ 単体では3K-超伝導とRu結晶のs波超伝導の温度領域は重ならないため近接効果はなく、界面超伝導相内で時間反転対称性の破れは起こらない。このような近接効果の影響による界面超伝導状態の違いを、Ginzburg-Landau理論から超伝導の秩序変数と超伝導相図を求めて調べた。

IV 表面におけるスピン-軌道相互作用

Spin-Orbit interaction at Surfaces

三井隆志・島 信幸・馬越健次
Mii, T., Shima, N., Makoshi, K.

固体表面においては、空間反転対称性が破れているため、スピン-軌道相互作用により、電子の運動方向とスピンの向きが関連する Rashba 効果と呼ばれる効果が現れる。実際に、この効果が巨大に現れる物質が見つかった。この効果をうまく利用すれば、電流を流さなくてもスピン偏極が生じる可能性があり、応用上の理由から注目されている。まずスピン-軌道相互作用が表面電子系にどのような効果を及ぼすかから始めて、基礎理論を展開している。

発表論文 List of Publications

- III-1 Taketomo Nakamura(京大院理), Takuya Sumi (京大院理), Shingo Yonezawa (京大院理), Takahito Terashima (京大院理), Manfred Sigrist (スイス連邦工大チューリッヒ校理論物理), Hirono Kaneyasu, and Yoshiteru Maeno (京大院理) : Essential Configuration of Pb/Ru/Sr₂RuO₄ Junctions Exhibiting Anomalous Superconducting Interference, Journal of the Physical Society of Japan 81 (2012) 064708-1-6
- III-2 兼安洋乃・林 信彦 (大阪府大ナノ科学・材料) ・サラ エッター = ターレル (スイス連邦工大チューリッヒ校理論物理) ・馬越健次・マンフレッド シグリスト (スイス連邦工大チューリッヒ校理論物理) : 共晶系 Sr₂RuO₄-Ru における界面超伝導現象、兵庫県立大学 Cat-on-cat 新規表面反応研究センター学術シンポジウム2012「触媒反応と表面科学的反応解析の接点を探る」、2012年12月7日、兵庫県立大学 Cat-on-cat 新規表面反応研究センター
- IV-1 Takashi Mii, Nobuyuki Shima and Kenji Makoshi: Theoretical Study of Rashba Effect based on Tight-binding Approximation, 29th European Conference on Surface Science, 2012年9月3日, エディンバラ, UK
- IV-2 三井隆志・島 信幸・馬越健次 : 強束縛近似による Rashba 効果の理論的考察、日本物理学会 2012年秋季大会、2012年9月18日、横浜国立大学
- IV-3 三井隆志・島 信幸・馬越健次 : 蜂の巣格子における Rashba 効果とスピン構造、日本物理学会第68回年次大会、2013年3月26日、広島大学
- IV-4 三井隆志・島 信幸・馬越健次 : 強束縛近似による Rashba 効果の理論、平成24年度関西薄膜・表面セミナー、2012年11月23日、神戸市立神戸セミナーハウス
- IV-5 狩野恒一(阪大院理)・島 信幸・馬越健次 : 合金表面におけるラッシュバ効果の増強、平成24年度関西薄膜・表面セミナー、2012年11月23日、神戸市立神戸セミナーハウス

大学院物質理学研究科

博士課程前期

石川昌和 : ナノ系の電気伝導に対する電子相関の効果

谷川卓也 : ハバードモデルによる架橋系電気伝導度

客員教員

三井隆志 : 表面におけるスピン-軌道相互作用と k -空間におけるスピンマップとスピン偏極電流の理論

科学研究費補助金等

1 JST-CREST (平成24年度)

研究課題 巨大 Rashba 効果によるスピン偏極電流

研究分担者 馬越健次 (分担課題: スピン偏極電流の理論)