

グラフェンでできた超伝導／強磁性／超伝導接合における 磁性と超伝導の競合

神田 晶申 / 筑波大学 数理物質系 物理学域 准教授

炭素の2次元六方格子であるグラフェンは、フェルミ準位近傍の低エネルギーで円錐状の伝導体と価電子帯が頂点で接する線形のエネルギー分散を持つので (図1)、伝導電子 (ホール) は質量ゼロのディラック粒子として振舞います。その結果、“相対論的”とも呼べる効果が身近な固体中で起こり、固体の他の性質との相互作用を通して多くの新奇物理現象が現れることが期待されています。さらに、これをうまく使うと超高性能の電子デバイスを作ることも可能です。我々は特に、グラフェン／超伝導体、グラフェン／強磁性体接合に着目して研究をおこなっています。

グラフェン／超伝導体接合において特殊な現象を観測するためには、超伝導体との界面におけるグラフェンのキャリア密度をゼロに近づけることが肝要となります。一方で、現実のグラフェンでは、ゲート電界によってキャリア密度を変化させようとしても、電極との接合界面ではキャリア密度が固定化 (ピン止め) され、ゼロにできないことが、伝導特性の接合長依存性から明らかになりました。現在ピン止めをはずすために、接合界面に多層グラフェンを成長する技術を開発しており、良好な結果を得つつあります。

一方、グラフェン／強磁性体界面では、強磁性体からのスピン注入を起こすことで、グラフェン内にアップスピン数、ダウンスピン数の差を誘起することができます。Hanle 法という方法を使って、グラフェン中のスピン数の差の拡がり数ミクロンに達することを確認しました。

このような性質を使うと、超伝導体／グラフェン／超伝導体接合のグラフェン部分に強磁性体を接続した構造において、実効的な超伝導／強磁性／超伝導 (SFS) 接合が実現できることが期待されます。理論では、グラフェン構造を持つ SFS 接合モデルの解析が行われており、様々な興味深い現象が予言されています。本研究では、その検証を行うことが最終目標です。



かんだ・あきのぶ

京都府宇治市出身。東京大学理学部物理学科卒、同大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了。理化学研究所基礎科学特別研究員、同フロンティア研究員、筑波大学物理学系助手、講師を経て現職。最近気分転換と減量を兼ねて、近所のジムに登録しました。いつまで続くことやら…。

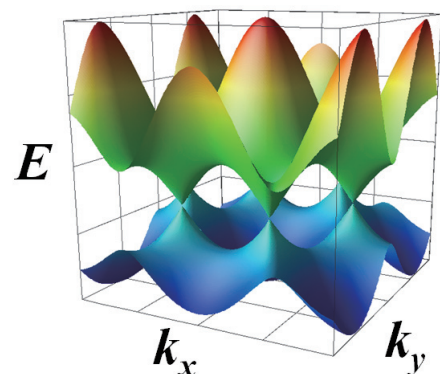


図1：グラフェンのバンド構造