圧力により誘起される質量ゼロのディラック電子の観測

理学研究科　電磁物性学講座　　藤井 拓斗

キーワード　ディラック電子、圧力誘起、核磁気共鳴

研究概要

2000年代前半に、単層の黒鉛であるグラフェンにおいて、2次元空間(平面内)で運動する質量ゼロの電子であるディラック電子が発見され、話題となっています。このディラック電子は、高伝導度などの観点から応用面での利用も考えられてきました。しかし、応用面での利用は、2次元単層物質よりは3次元的なバルク材料の方が汎用性が高いです。そこで、拡張として3次元的に運動可能なディラック電子の探索が様々な物質において行われてきました。その候補の一つが黒リンと呼ばれる、リン(P)原子のみで構成される物質です。しかし、黒リンがディラック電子を有するためには、1.5 GPa程度の圧力を印加する必要があると予想されており、圧力下においてディラック電子を捉えることが可能な実験手法が限られているため、未解明な点が多い状況でした。我々は、圧力下でも実験可能な核磁気共鳴(NMR)法を用い、ディラック電子を捉える新たな手法の構築に挑みました。ディラック電子は、その特徴から、磁場を印加した際に通常の電子(自由電子)とは異なる挙動を示すことが知られています。我々は、この特殊な磁場への応答を観測し、黒リンに3次元的に運動可能なディラック電子が存在することを明らかにしました。

アピールポイント

今後、応用面でもデバイスの高速化や低エネルギー消費材料として期待されるディラック電子をもつ物質の探索手法の確立、2次元から3次元への拡張に成功しています。この結果によって、新たな材料開発や汎用性の高い物質の探索に大きな進展が期待されます。

応用分野

半導体デバイス、低消費デバイス、量子コンピューター