

令和 6 年 1 月 24 日
愛 媛 大 学

“四次元”の電子を実験でとらえる ～“つかみどころのない電子”をどうやって観測するか～

このたび、愛媛大学大学院理工学研究科内藤俊雄教授を中心とする研究グループは、ディラック電子系と呼ばれる特殊な電子の物質中での振る舞いを観察することに成功しました。この研究は三次元空間 (x, y, z) での電子のエネルギー (E) をグラフにするために、四次元空間 (x, y, z, E) を必要とします。理論的にはいろいろな方向から分けて観測すれば良いのですが、この電子自体がこれまでの物質中の電子とは全く振る舞いが異なっているうえ、普通の電子も共存しているため、正攻法では観測できませんでした。同グループは電子スピン共鳴という測定に独自の解析法を適用することで、これに成功しました。この解析方法は汎用性が高く、ディラック電子に限らず今後の物性研究に広く活躍が期待されるものです。

なお、本研究は東邦大学および北海道大学との共同研究であり、本成果は英国王立科学会のオープンジャーナル（インターネット上で無料配信される一般公開誌）Materials Advances に 2023 年 10 月 31 日から速報的に公開されており、表紙の挿絵とともに 2024 年 2 月 21 日（第 4 号）に掲載される予定です。

つきましては、ぜひ取材くださいますようお願いいたします。

記

掲載誌 : Materials Advances

D O I : 10.1039/D3MA00619K

題 名 : Nearly three-dimensional Dirac fermions in an organic crystalline material unveiled by electron spin resonance

(日本語訳) 電子スピン共鳴によって見えた有機結晶性材料中の擬三次元的ディラック粒子

著 者 : Ryuhei Oka, Keishi Ohara, Naoya Tajima, Toshihiro Shimada, and Toshio Naito

責任者 : Toshio Naito (内藤俊雄・愛媛大学)

※送付資料 2 枚 (本紙を含む)

本件に関する問い合わせ先

(担当部署) 愛媛大学大学院理工学研究科

(担当者名) 内藤俊雄

TEL : 089-927-9604 (直通)

Mail : tnaito@ehime-u.ac.jp

(別添資料)

“四次元”の電子を実験でとらえる ～“つかみどころのない電子”をどうやって観測するか～

最近、物性科学者の間で注目を集めている物質にディラック電子系と呼ばれる物質群があります。見た目は普通の物質と変わりませんが、その中に含まれている電子(“ディラック電子”)は、これまで長い間知られていた“普通の電子”とは全く振る舞いが異なります。例えば、ある物質中では、ほとんど質量が消え、電子というより光のように素早く動き回ります。またある物質中では、一つの純粋な物質でありながら、表面は金属のように電気を流し、内部は全く流さないといった不思議な二面性を示す可能性も理論的に予測されています。このような物質があれば、現代社会が直面しているエネルギーや環境問題の救世主となり得ます。例えば、複雑な問題を一瞬で処理し、消費電力もけた外れに小さい演算素子や、現行のインターネットよりもずっと小さなエネルギーの電波で地球の裏側と通信するシステムなど、未来に向けて夢は膨らみます。

こうした技術を実現するためには、まずディラック電子の振る舞いをよく理解し、どうしたらそのような電子を含む物質を実現できるかを考えなければなりません。その一つに当たるのが、本研究成果です。

(文責) 愛媛大学 大学院理工学研究科 内藤俊雄



図. 英国王立化学会の学術雑誌 (Materials Advances) に掲載予定の表紙の挿絵 (左上の方にあるのが、今回の特殊な電子を含む物質の構成分子、中央付近の対角線状に4つ並んだチェスの駒のような物体が、今回観測されたディラック電子系を三次元に落として表現した模式図)