

新しい単原子シート「ボロフェン」の中に質量ゼロ粒子を発見

2017年2月20日

東京大学

東京大学物性研究所

高エネルギー加速器研究機構

1. 発表者：

松田 巖（東京大学物性研究所 准教授）

杉野 修（東京大学物性研究所 准教授）

組頭 広志（KEK 物質構造科学研究所 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆ 次世代エレクトロニクスの動作原理に不可欠な質量ゼロの伝導粒子が、新しい2次元物質であるホウ素の単原子シート「ボロフェン」で発見されました。
- ◆ 従来「質量ゼロ」の伝導粒子の生成には蜂の巣状の原子配列が必要とされてきましたが、その配列を持たない場合でも生成することが理論と実験から実証されました。
- ◆ 本研究は原子シートに基づく新量子デバイス開発に革新的な設計理念を与えます。

3. 発表概要：

東京大学物性研究所の松田巖准教授と杉野修准教授らの研究グループは、中国科学院の Sheng Meng 教授・Kehui Wu 教授の研究グループ、高エネルギー加速器研究機構（KEK）の組頭広志教授の研究グループと共同で、ホウ素の単原子シート「ボロフェン」の中に、「質量ゼロ」粒子を発見しました。これまで、質量ゼロの粒子は炭素の単原子シート「グラフェン」に存在することが知られており、固体物理の中心テーマとして研究されてきました。また最近では、この粒子は電気伝導を担うため、エレクトロニクスの新たな動作原理に従うものとしても注目されています。これまでの研究から、単原子シートにおける質量ゼロ粒子の生成には蜂の巣状の原子配列が必要と考えられていました。しかしながら発見されたばかりの単原子シート「ボロフェン」では、蜂の巣状の配置を持たないのにも関わらず、同様の質量ゼロ粒子が生成することがわかりました。この粒子はまた、シートを支える基板の影響により性質の異なるペアを形成して存在していることも発見しました。

本研究成果は、新材料「ボロフェン」が示す新奇な性質の発見のみならず、次世代材料として注目されている単原子シートに対して新しい物質設計理念を提供します。今後、本研究成果を元に、質量ゼロ粒子による多種多様な原子シート物性の発見と工業利用への促進が期待されます。

本研究成果はアメリカ物理学会の速報誌「Physical Review Letters」に掲載されています（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/02/20/pressrelease20170220.pdf> をご覧ください）。

光で強誘電体中の水素原子を動かし、分極を高速に制御～理論と実験の発展的融合～

2017年3月7日

高エネルギー加速器研究機構

科学技術振興機構

【本研究成果のポイント】

- クロコニ酸結晶は有機強誘電体であり、有機デバイス材料として注目されているが、高速の分極制御が難しかった。
- クロコニ酸結晶にフェムト秒パルス光を照射すると、結晶中の水素原子が動いて分極反転を引き起こし、短時間で強誘電分極が変化した。
- 有機強誘電体を利用した高速のスイッチ、変調素子、メモリーなどの開発につながると期待される。

【概要】

クロコニ酸結晶はクロコニ酸分子同士が水素結合によって結びつけられた有機強誘電体であり、特に、常誘電から強誘電への転移温度（400 ケルビン以上）が高いことや、強誘電分極の値が大きいことからキャパシターなどの有機デバイスの材料として注目を集めている。

今回、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の岩野薫研究機関講師、東京大学 大学院新領域創成科学研究科の岡本博教授（兼産業技術総合研究所 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ有機デバイス分光 チームラボチーム長）、宮本辰也助教、産業技術総合研究所 機能材料コンピュータシミュレーション研究センターの下位幸弘研究チーム長らの研究グループは、同物質にフェムト秒パルス光を照射すると、強誘電分極が1ピコ秒（1ピコ秒＝1/1,000,000,000,000秒）以内という極めて短時間で減少し、その後、10ピコ秒の時間スケールで回復する現象を見出した。さらに、理論的な解析により、この現象が、水素原子の移動とクロコニ酸分子の π 電子系の変化による微視的な分極反転に基づくことを明らかにした。本研究は、光誘起による強誘電分極反転を実験と理論の両面から解明したものであり、有機強誘電体を利用した高速の光スイッチ、光変調素子、光メモリーなどの開発につながると期待される。

本成果は、米国物理学会誌 Physical Review Letters のオンライン版で3月13日（米国東部時間）公開予定である。（この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/03/07/pressrelease20170307.pdf> をご覧ください）。

フォマティクスのための大規模多次元データベースシステムの提案」Vol.2016_DBS_163 No.11, Vol.2016_IFAT_123 No.11, 2016/9/14 に掲載されています（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/04/17/pressrelease20170417r.pdf> をご覧ください）。

量子ビーム実験・計算データをウェブ上で高速解析する可視化システムを開発 －自動車用磁性材料開発のための最強ツール－

2017年4月17日

高エネルギー加速器研究機構
高効率モーター用磁性材料技術研究組合

本研究成果のポイント

- 次世代自動車モーター用新規磁性材料の開発を効率化するためのツール「磁性材料データベース可視化システム」を開発
- 量子ビーム実験と大規模シミュレーションのデータを融合して、データベース化し、解析・可視化することに成功
- 巨大になる将来の量子ビーム実験データから、材料開発に必要な情報を抽出できる、効率的な研究開発のプロトタイプとなるシステム

【概要】

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の准教授 小野寛太と、高効率モーター用磁性材料技術研究組合（MagHEM）は、量子ビーム実験やシミュレーションの膨大なデータを統合的に扱い、ウェブ上で解析・可視化するシステムを開発した。KEK 計算科学センター内に設置され、3月から MagHEM が自動車モーター用新規磁性材料の研究開発のため利用している。

将来、加速器の高性能化によって量子ビーム実験データが膨大になり、現状の方法ではデータ解析が不可能になると考えられている。また、大量の材料データ群から情報科学的手法を用いて新しい知見を引き出す新たな材料設計技術「マテリアルズ・インフォマティクス」（Materials Informatics = MI）を用いて、量子ビーム実験データやシミュレーションデータから材料データを効率的に抽出する技術の開発が求められている。今回開発したシステムは、大型の放射光施設などで研究の大幅な作業効率化を図るための先駆けとなる技術である。

この成果は、2016年9月14日情報処理学会研究報告「マテリアルズ・インフォマティクスのための大規模多次元データベースシステムの提案」として発表された概念を実用化したもので、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構本（NEDO）の委託事業 未来開拓研究プログラム「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」の結果得られたものである。

本成果は、情報処理学会研究報告「マテリアルズ・イン