

令和 4 年 1 月 26 日
愛 媛 大 学

様々な次元を持った図形の世界を 現実の物質の世界で実現することに成功

このたび、愛媛大学大学院理工学研究科 内藤俊雄教授の研究グループは、物質の次元性と機能の一般的関係を発見しました。

世の中は通常、縦・横・高さを持った3次元の世界で、これ（次元性）を自由に変えることはできないというのが常識でした。ところが同グループはある簡単な方法で任意の物質の次元を 2.5 次元から 3.0 次元の間で自由に調整できる方法を 10 年程前に発見し、それを用いて物質が他の方法では出せない機能を発現できないかという研究を重ねてきました。これまで新しい機能を見出すには、温度や圧力などを変える物理的な方法、新しい物質を開発するという化学的な方法、光を当てるといった物理化学的な方法が知られていました。そのどれとも異なる全く新しい方法です。その次元性を変えた効果が物質の機能をどう変えるか、個別の物質や機能によらない、一般的な法則が見つかったという成果です。

この研究成果は、学術雑誌「フィジカル・ケミストリー・ケミカル・フィジックス」に掲載され、裏表紙に使用されることも決まっています。オンライン速報版で 2021 年 12 月 14 日から公開されています。

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 : 学術雑誌「フィジカル・ケミストリー・ケミカル・フィジックス」(Physical Chemistry Chemical Physics)

D O I : 10.1039/d1cp04709d

題 名 : The universal relationship between sample dimensions and cooperative phenomena: effects of fractal dimension on the electronic properties of high-TC cuprate observed using electron spin resonance
(和訳) 物質の次元を変えて行ったら、機能はどう変わっていくか

著 者 : Naito Toshio, Yoshiaki Fukuda

責 任 者 : Naito Toshio (愛媛大学)

論文 URL : <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/cp/d1cp04709d?page=search>

本件に関する問い合わせ先
愛媛大学大学院理工学研究科
教授 内藤俊雄
TEL : 089-927-9604
Mail : tnaito@ehime-u.ac.jp

※送付資料 3 枚 (本紙を含む)

研究成果の概要

宇宙の星から原子、分子に至るまで、世の中に存在する色々な物体は、大きさや形は様々でもすべて縦、横、高さを持った三次元といわれる共通の次元性を持っています。ナノテクといわれる最先端の技術と装置を使って、どんなに薄く、小さく削っても、三次元であることには変わりはありません。従って次元性を変えようとする事は、いわばタイムマシンや永久機関を夢見るのと同じで、SFの世界のような話だと信じられてきました。

内藤教授を中心とする研究グループは15年ほど前からこの“不可能”にあえて挑戦し、それまで数学上の理論に過ぎなかった様々な次元を持った図形の世界を現実の物質の世界で実現することに成功しました。それに続いて、物質の次元が変わったとき、その機能や性質はどう変わるかを実験と理論の両面から追求し、世界で唯一の報告として発表して来ました。今回、そうした研究の一つの集大成として、物質の次元と機能の詳しい関係を見出し、物質や機能によらず成り立つ一般的法則として発表しました。こうした一般的法則が成り立つことは、次元性というのが物質の存在の根源的性質であることを示しています。

実際の実験では、内藤教授の専門である磁性と伝導性に注目し、特徴的な磁性や伝導性を持つ銅酸化物超伝導体を例にとり、その中を隅々まで動き回っている電子を特別な方法でモニターしました。人間で言うと血液検査に当たるこの方法によって、試料を壊さずに、物質全体の隅々の構造（原子の並び方）まで分かり、次元の違いがどういった構造の違いとそれに基づく機能の違いに結びついているかが同時に手に取るように分かるようになったのです。その解釈の妥当性を証明するために、独自の理論計算を行い、次元性以外に原因があるとする他の可能性では説明できないことを示しました。

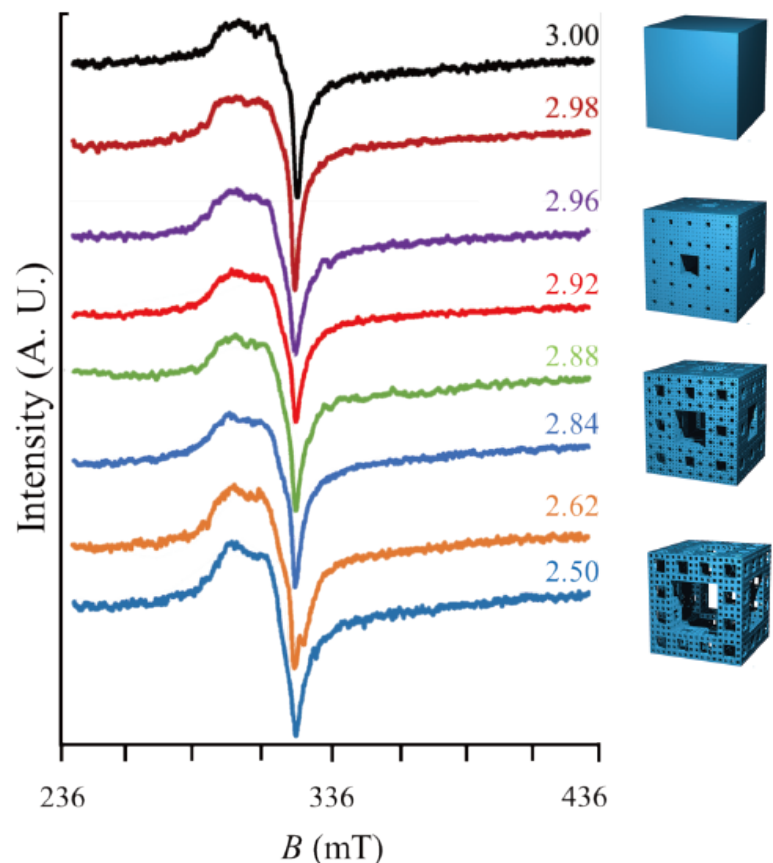


図1. 次元性と電子スピン共鳴スペクトルとの関係
(各スペクトルに添えた右側の各数値が次元を表す)



Showcasing work from the Laboratory of Prof. Naito at Ehime University, Japan

Universal relationship between sample dimensions and cooperative phenomena: Effects of fractal dimension on electronic properties of high- T_C cuprate observed using electron spin resonance

It is known that low-dimensional materials exhibit qualitatively different physical properties from the bulk properties of the same materials. However, it has remained elusive how the dimensions of the sample structures correlate with cooperative properties in a universal and quantitative way. We have controlled the sample fractal dimensions in a continuous manner. Combining electron spin resonance for a superconductor and structural model calculations, universal structural instabilities at fractal dimensions have been discovered and explained.