

## 原子 1 個の内部電場の直接観察

東京大学の柴田直哉准教授、関岳人特任研究員、幾原雄一教授らの研究グループは、最先端走査型透過電子顕微鏡 (STEM) 法と独自開発の分割型検出器を用いることにより、金原子 1 個の内部に分布する電場を直接観察することに世界で初めて成功した。

本研究では、0.05 ナノメートル (nm) 以下の分解能を有する最先端 STEM と分割型検出器を用いた微分位相コントラスト (DPC) 法により、金原子 1 個の内部に存在する正の

電荷をもつ原子核と負の電荷をもつ電子雲との間の電場によって影響をうけた電子線の進行方向変化 (角度や位置) を高精度に検出することに挑戦した。その結果、金原子内部の中心に位置する原子核から周囲の電子雲に向かって電場が湧き出している様子を直接可視化することに成功した。この結果は、これまで原子の観察に留まっていた電子顕微鏡を、原子の内部構造までも直接観察することのできる次世代の顕微鏡へと大きく進化させる画期的な成果であり、原子同士を繋ぐ結合の直接観察の可能性を拓く重要なマイルストーンである。本成果は、日本の電子顕微鏡技術が世界一の水準にあることを示すだけでなく、さまざまな分野におけるナノテクノロジー研究開発を格段に向上させる契機となることが期待される。

本成果は、英国科学誌「Nature Communications (ネイチャー・コミュニケーションズ)」doi:10.1038/ncomms15631(2017) で発表された。

なお、本成果は日本電子 (株)、オーストラリア・モナッシュ大学との共同研究で得られたものであり、JST の研究成果展開事業【先端計測分析技術・機器開発プログラム】、JST さきがけ、科学研究費補助金新学術領域研究「ナノ構造情報のフロンティア開拓-材料科学の新展開」、基盤研究 (B) の助成を受けて実施された。

(東京大学大学院工学系研究科総合研究機構准教授 柴田直哉 連絡先: 〒113-8656 東京都文京区弥生 2-11-16, E-mail: shibata@sigma.t.u-tokyo.ac.jp)

URL <http://interface.t.u-tokyo.ac.jp/japanese/index.html>

[2017 年 7 月 14 日]

## フォトニック顔料の開発

名古屋大学の竹岡敬和准教授らは、粒径の揃ったシリカコロイド粒子の集合体に少量のカーボンブラック (CB) を混入するだけで、鮮やかな色を発することを発見した。さらに、その集合体を鋳型として、環境に応じて色を変えるソフトマテリアルの開発にも成功した。

竹岡らは、2000 年頃から、コロイド粒子が形成するコロイド結晶を鋳型に利用して、そのネガ型構造を有する高分子ゲルの調製と機能化に取り組んでいる。得られたポーラスな高分子ゲルは、ソフトマテリアルとしての柔らかさとコロイド結晶由来のフォトニッククリスタルとしての性質を持ち合わせ、さまざまな波長の光を操る“ソフトフォトニッククリスタル”になる。可視域の光を対象にした系は、センサーやディスプレイに利用できる可能性がある。しかし、特定の波長の光を反射する性質を示すが、光の照射方向や観測方向に依存して、反射する光の波長が変化してしまう。つまり、得られたソフトフォトニッククリスタルが発する色には角度依存性があり、センサーやディスプレイへの利用には改善の余地がある。

その後、どこから見ても同じ色を示すフォトニッククリスタルやソフトフォトニッククリスタルの開発を目指す中、コロイド粒子間に短距離秩序のみがある状態 (アモルファス状態) の集合体は、特定領域の波長の光が干渉によって強められ、あらゆる方向に散乱することを見いだした。けれども、その集合体の見た目は白っぽく、鮮やかな色を発して



図 シリカコロイド粒子と CB で描いた絵

はいなかった。その原因は、コロイド粒子がアモルファス状態で集合した“コロイドアモルファス集合体”による光の多重散乱が、可視域全体にわたって生じるためであった。

そこで、その多重散乱を軽減するために、可視域全体にわたって光を吸収する黒色物質として、CB を添加してみた。すると、CB の添加量に応じて、コロイドアモルファス集合体からは角度依存性のない鮮やかな色が観測されるようになった (図)。コロイド粒子の粒径を変えれば、干渉によって強められる波長が変化し、異なる色を示すようになる。つまり、従来の色素や顔料を用いずに、コロイド粒子の集合構造と黒色物質の利用によって発色する新しい顔料が得られたのである。コロイドアモルファス集合体を鋳型にし、得られたポーラスな高分子ゲルに少量の CB を導入すれば、角度依存性のない色を発し、高分子ゲルの変形に応じて色が変わるようにもなった。

(名古屋大学 竹岡敬和 連絡先: 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 E-mail: ytakeoka@apchem.nagoya-u.ac.jp) URL 広沢 2-1 E-mail: t-tanaka@riken.jp

URL <http://ytakeoka.xcience.jp>

[2017 年 7 月 14 日]