SACLA により銅キューブ粒子の内部構造変化を可視化

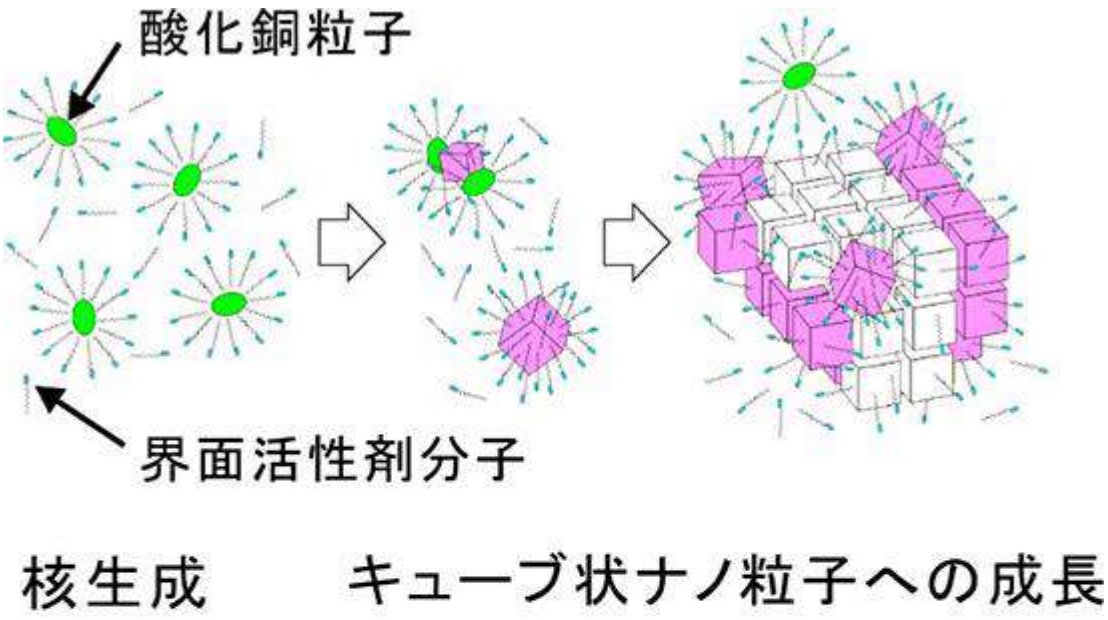
理化学研究所（理研）放射光科学研究センターの研究チームは、金属ナノ粒子の一つである「銅キューブ粒子」の成長に伴う内部構造とその変化を、X 線自由電子レーザー（XFEL）施設「SACLA」を光源として用いた X 線回折イメージング（XDI）法によって明らかにしました。

本研究成果は、これまで手探りと経験則で行われてきたナノ粒子作製方法に、新たな基軸と展開を与えるものと期待できます。

サブマイクロメートルサイズのナノ粒子の物性は、イメージング技術、新しいフォトニック材料、医工学などの分野において技術革新をもたらす可能性があり、応用研究が進められています。応用研究では、ナノ粒子の形状・サイズ・内部構造を制御する必要があり、それらを観察することが重要です。形状・サイズは、電子顕微鏡で観察できますが、内部構造を観察する測定手法はありませんでした。

今回、共同研究チームは、「XFEL-XDI 法」を用いて銅キューブ粒子 1,637 個の内部構造を可視化することに成功しました。その結果、これまで一様だと考えられていた内部構造に大きな偏りがあることを見いだしました。さらに、得られた多数の内部構造に対して、統計解析およびマニフォールド解析を行うことで、粒子の成長過程に伴う内部構造の変化を明らかにしました。

本研究は、米国の科学雑誌『Nano Letters』に掲載されるのに先立ち、オンライン版（7 月 10 日付け）に掲載されました。



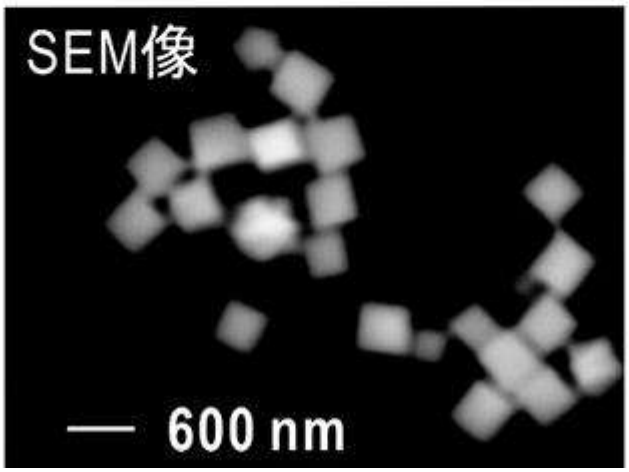
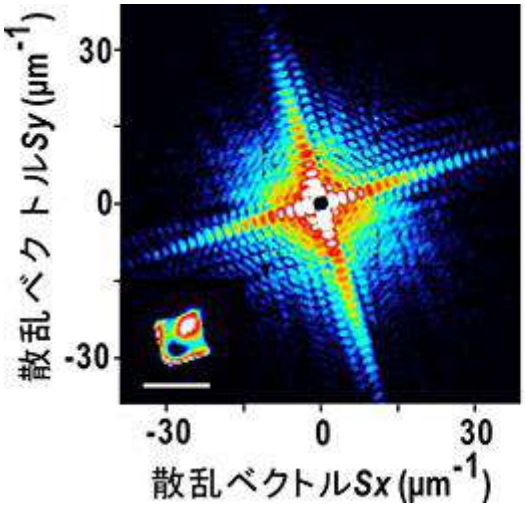


図１ 推定されていた銅キューブ粒子の成長過程の模式図と銅キューブ粒子の画像



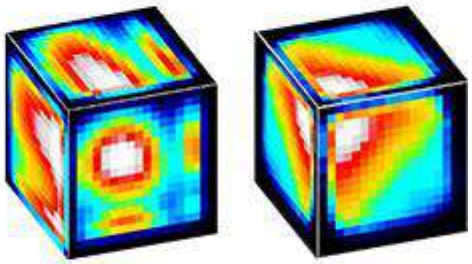


図２ 可視化された銅キューブ粒子の内部構造

図２左：一辺が約 500nm の銅キューブ粒子 1 個からの回折パターンと、そのパターンに位相回復アルゴリズムを適用することによって得られた投影内部構造（差し込み図）。青→緑→黄→赤→白順に内部の密度が高くなる。

図２右：内部構造の投影像を分類することで得られた、銅キューブ粒子の内部構造のモデル。最も多かったのは、キューブの一面の中央付近にいくつかの高密度領域があり、その面から釣鐘状に高密度領域が伸びた構造特徴を持つ粒子であった（中）。キューブの角に高密度領域を持つ粒子も多数観察された（右）。

日文发布全文 http://www.riken.jp/pr/press/2018/20180731_2/