

電子顕微鏡で探る結晶化のしくみ

中室 貴幸

東京大学総括プロジェクト機構特任准教授

化学現象がどのように進行するのかを解き明かす「機構研究」は、基礎科学から産業応用まで幅広い分野で重要な役割を担っています。しかし、その主役である原子や分子は目に見えず、観察することは容易ではありません。たとえば、理科の授業で食塩 (NaCl) の結晶を作った経験のある方も多いでしょう。透明な食塩水から、ある瞬間にキラキラとした結晶が現れる光景は印象的ですが、その「結晶が生まれる瞬間(核生成)」を直接観察した人はいません。私たちの研究グループでは、透過電子顕微鏡 (TEM) を用いて、この瞬間を原子・分子レベルで捉えることに挑戦しています。TEM は、サブミリ秒の時間分解能とオングストローム (10 億分の 1 メートル) の空間分解能を兼ね備え、分子の世界を“映像”として記録できる装置であり、理科の実験で用いた光学顕微鏡とは見ることができ、世界が異なります。しかし、ただ高性能な装置があっても、小さく動き回る分子を適切な環境で観察することは難しく、長年そのサンプリング手法が課題でした。そこで私たちは、カーボンナノチューブというナノサイズの“分子フラスコ”を利用し、NaCl を含むさまざまな物質を温和な条件で封じ込め、安定に観察できる方法を開発しました。この手法により、NaCl が核生成を開始する瞬間や、結晶が成長していく様子を分子レベルで記録することに成功しました。その過程では、古典的な核生成理論では説明できない周期的・非周期的な構造揺らぎが観察され、また成長段階では結晶表面を滑らかに移動する分子性クラスターを特定しました。

このように、TEM 映像解析によって、これまで常識とされてきた分子の動きとは異なる、未知の世界を初めて可視化することに成功しました。まさに「百聞は一見にしかず」を体現する成果です。こうして得られた知見は、直接観察と映像追跡によって初めて可能となったものであり、結晶化や自己組織化の理解に新たな視点をもたらします。本講演では、最新の TEM 映像を交えながら、この微視的世界のダイナミクスがどのように解き明かされてきたのかを、特に結晶化と

それに関連する自己組織化現象に焦点を当ててご紹介いたします。こうした基礎研究が将来の材料設計や新機能創出、さらには生命現象の理解へとどのようにつながるのかを想像しながら聴講していただけますと幸いです。

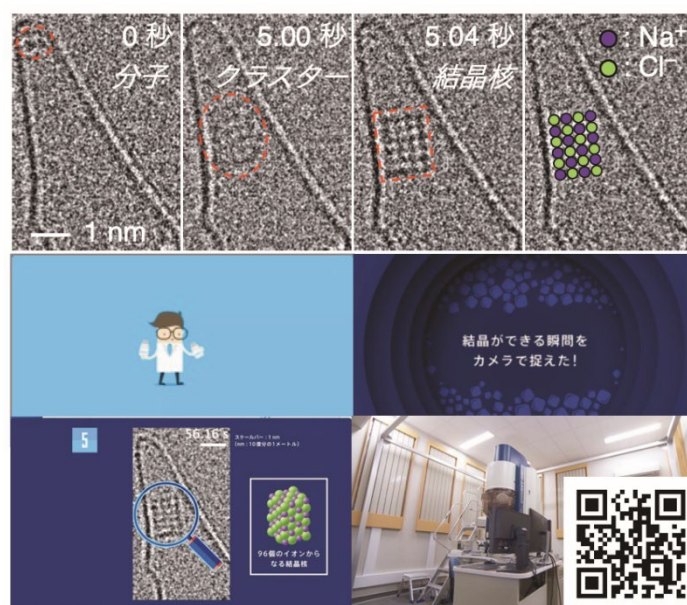


図. 食塩の結晶化現象の映像と定量解析



(演者近影)

演者プロフィール

中室 貴幸（なかむろ たかゆき）

東京大学総括プロジェクト機構特任准教授。

2011年富山高等専門学校物質工学科卒業、2013年京都大学工学部工業化学科卒業、2015年京都大学大学院工学研究科合成・生物化学専攻修士課程修了、2016～2018年日本学術振興会特別研究員(DC2)、2018年京都大学大学院工学研究科合成・生物化学専攻博士課程修了、同年名古屋大学大学院物質理学専攻化学系博士研究員、同年東京大学大学院理学系研究科化学専攻特任助教、2021年より現職。1990年生まれ。