

## 塚本研究室

量子サイズ物質を扱う新科学領域

物質・環境系部門



工学系研究科 応用化学専攻

量子サイズ物質化学

http://www.tsukamoto.iis.u-tokyo.ac.jp/

## 固体と分子の境界領域のサイエンスを開拓

## Fundamental researches

T. Tsukamoto et al.  
*Nature Commun.* 2018  
*Nature Commun.* 2018  
*Nature Commun.* 2019  
*Nature Rev. Chem.* 2021  
*Acc. Chem. Res.* 2021

合成法

設計法



新物質群

## Applicational researches

T. Tsukamoto et al.  
*Angew. Chem. Int. Ed.* 2019  
*J. Am. Chem. Soc.* 2020  
*Angew. Chem. Int. Ed.* 2020  
*Angew. Chem. Int. Ed.* 2022

新現象

新機能

量子サイズ効果を示すほどに小さな、直径約1ナノメートルの微小粒子「量子サイズ物質」は、従来の物質には見られない特徴的な性質を持つことが予測されています。本研究室では、実験科学と理論科学を融合させることで、**固体と分子の境界に位置する新しい物質群**の開拓を目指しています。

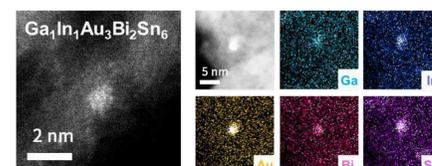
## ★ 実験科学からの量子サイズ物質デザイン

## 新規合成手法の開発

これまで量子サイズ物質の精密合成は技術的に困難とされてきました。当研究室では、高分子カプセル内部のナノサイズの空間を利用することで、**原子数・元素組成の精密制御を行う技術**の確立を目指します。また、この手法を応用し、量子サイズ物質に特有の電子的性質や、高活性触媒となりうる特殊な反応性など、**物理的・化学的な物性の発見**にも成功しています。

ナノ空間を利用した精密合成  
鑄型合成法の新規開発[*Nature Communications* 2018]

ナノカプセルを用いる鑄型合成法

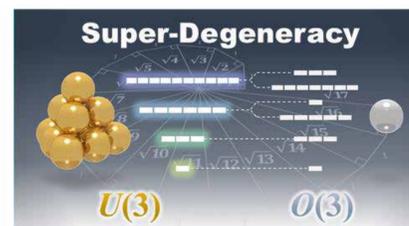


5種類の金属元素が混合した1nm粒子

## ★ 理論科学からの量子サイズ物質デザイン

## 新規設計理論の提唱

これまで量子サイズ物質の分子設計を精密に行う手法は確立されていませんでした。当研究室では、計算機化学と群論を組み合わせることで、シンプルな構造予測・設計を可能とする新しい理論の開発を行っています。この独自の理論を用いて、**分子の性質に周期律**を見出したり、**化学と数理科学が融合した未知の現象**の世界初の発見に成功しています。

分子の周期律の初の発見  
高次周期表の提唱[*Nature Communications* 2019]球対称を超える電子的性質  
超縮退物質の発見[*Nature Communications* 2018]