

【基盤研究(S)】

理工系(化学)



研究課題名 精密無機合成を基盤とする超原子の創成と機能解明

東京工業大学・資源化学研究所・教授

やまもと きみひさ
山元 公寿

研究課題番号: 15H05757 研究者番号: 80220458

研究分野: 高分子錯体科学、機能材料化学

キーワード: デンドリマー、クラスター、超原子

【研究の背景・目的】

種類豊富な90種類近くの金属元素を原料に、元素を原子単位で自在に操る精密金属合成プロセスは、次世代ナノ材料の飛躍的な拡張と進化をもたらすが、未だ実現されていない。

本研究は研究代表者が独自に開発した精密金属集積反応法を駆使し、未開拓物質である多元素物性を発現するサブナノサイズの合金微粒子を先駆け創製し、その機能の実証から新しい物質群を開拓するものである。

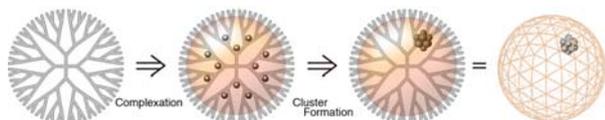
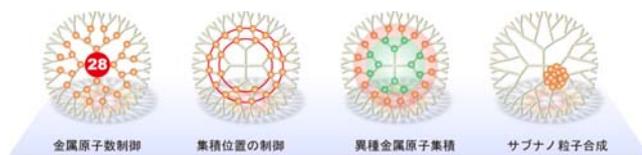


図 金属集積とサブナノ粒子合成

【研究の方法】

本研究は、①精密無機合成プロセス「精密金属集積合成法」の確立、②サブナノサイズの金属粒子の創製、③サブナノ金属粒子の機能解明の3項目により新しい無機ナノ材料を提案する。

1. 精密金属集積合成法の確立: 金属集積のバリエーションを拡張するため、新しいデンドリマーテンプレートを設計し合成する。
2. サブナノサイズの金属粒子の合成: サブナノサイズの金属粒子および酸化物微粒子の合成を確立し、構造の詳細な解明と酸化還元電位、配位数、原子価数、電子スペクトルなどの基礎物性を明らかにする。特に、構成元素と大きく特性が異なるサブナノ粒子、すなわち、超原子を探索する。
3. サブナノ粒子の機能の解明: 精密サブナノ粒子の発光、磁性、触媒などの機能を解明し、有用性を実証したい。

【期待される成果と意義】

90種類近く存在する豊富な金属元素は無数の組み合わせがあり、原子単位で金属元素をハイブリッドさせる精密無機金属合成化学は無尽蔵のナノ材料を誕生させることができる。

超原子の発見は元素の特性を他の元素で置き換える事ができるわけで、新しい物質群となり得る。

現在のナノサイズの粒子の応用範囲の広さから考えれば、サブナノサイズの金属粒子も現在の科学技術に幅広く波及すると考えられる。例えば、環境触媒、常温作動燃料電池、高密度メモリー、自然光薄膜太陽電池などの緊急課題にも密接に関連しており、次世代を支える新技術に役立つことを期待している。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- "Magic Number Pt₁₃ and Misshapen Pt₁₂ Clusters: Which One is the Better Catalyst?" T. Imaoka, H. Kitazawa, W.-J. Chun, S. Omura, K. Albrecht, K. Yamamoto, *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, 135, 13089-13095.
- "Formation of a Pt₁₂ Cluster by Single-Atom Control That Leads to Enhanced Reactivity: Hydrogenation of Unreactive Olefins" M. Takahashi, T. Imaoka, Y. Hongo, K. Yamamoto *Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, 52, 7419-7421.
- "Size-specific catalytic activity of platinum clusters enhances oxygen reduction reactions" K. Yamamoto, T. Imaoka, W. Chun, O. Enoki, H. Katoh, M. Takenaga, A. Sono, *Nature Chem.* **2009**, 1, 397-402.
- "Quantum size effect in TiO₂ nanoparticles prepared by finely controlled metal assembly on dendrimer templates." N. Satoh, T. Nakashima, K. Kamikura, K. Yamamoto, *Nature Nanotechnol.* **2008**, 3, 106-111.

【研究期間と研究経費】

平成27年度-31年度 154,500千円

【ホームページ等】

<http://www.res.titech.ac.jp/~inorg/yamamoto/>