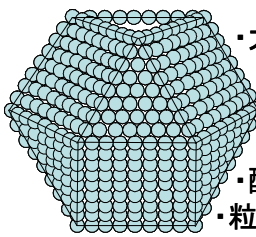
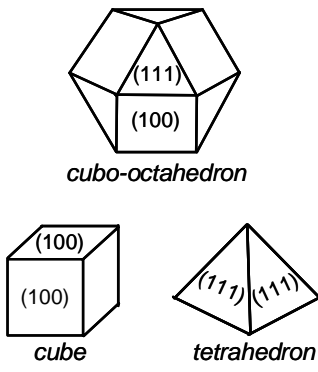


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	2. グリーンケミストリー
中項目	2-3. 新規触媒材料
小項目	2-3-8. 金属ナノ粒子

概要（200字以内）	
<p>現状：触媒作用と密接に関係する金属粒子径の制御は、ある程度可能になってきている。</p> <p>最前線：金属ナノ粒子の形状や配列の制御。触媒への応用。</p> <p>将来展開：分散性（選択性）の向上、保護剤なしでのナノ粒子合成、粒子表面の精密な解析、実用への展開。サブナノクラスターの調製。</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ・大きさ ・分散性 ・形状 ・配列 ・酸化状態 ・粒子生成機構
現状と最前線	
<p>金属は、経済性の観点から高表面積の微粒子として使用される。近年、ナノメートルオーダーまで粒子径を小さくした金属ナノ粒子の研究が盛んに行われており、バルクや大きな粒子では見られない特異な性質が見出されている。</p> <p>白金、パラジウム、金のナノ粒子は、主に金属塩をアルコールや水素を還元剤として用い、保護剤あるいは安定化配位子存在下で調製されている。よく使用される保護剤は、N-ビニル-2-ピロリドン(PVP)である。この</p>	 <p style="text-align: center;">金属ナノ粒子の形状制御</p>
<p>様な調製法で、粒子径（殻数）あるいは形状を制御し、粒子間や保護剤間の相互作用により金属ナノ粒子の配列をコントロールできる。ナノ粒子の形状制御は、露出表面の原子配列を制御することである。(111)面と(100)面を比較すると、(100)面では表面原子が疎に詰まっており、表面エネルギーが大きい。このような露出面（形状）の制御は、さらなる触媒高機能化への重要な設計指針となると期待されている。</p> <p>一例として、三宅らにより報告された立方体白金ナノ粒子について紹介する。ヨウ素イオンは、Pt(111)面よりも Pt(100)面のほうへ吸着しやすいと考えられている。そのため、白金ナノ粒子を調製する際にヨウ素イオンを共存させると、cubo-八面体構造をもつ微小な結晶核の</p>	

(100)面の成長が抑制され、(111)面が選択的に成長し、(100)面から成る立方体 Pt ナノ粒子が 80%の高い選択率で生成する。また、この調製法では、反応温度を変えると立方体 Pt ナノ粒子の粒子径も制御できる特徴もある。また、市川らによる多孔質シリカを鋳型とした白金ナノワイヤーの合成も、金属ナノ粒子の形状制御の観点から注目に値する。

保護剤を用いずナノ粒子の形状を制御した例もある。金田らは、Pd(I)の4核錯体, palladium carbonyl acetate (PCA) をアミド系溶媒中で処理すると正四面体ナノ粒子が生成することを報告している。また、PCA と硝酸銅を酢酸溶媒中で反応させると、殻数と表面酸化状態を同時に制御した単分散性パラジウムナノクラスターが生成することも見出されている。これらのパラジウムナノクラスターは、従来の調製法とは異なり、酸化雰囲気下で調製されており、ナノ粒子成長の新しい機構が見出される可能性がある。TEM、SEM と時間分解分光学との併用により、生成機構がより明確になるであろう。

1 ナノメートル以下のクラスターはサブナノクラスターと呼ばれており、全く新しい性質を示す物質群として注目されている。小林らは官能基化した有機ポリマーの表面でパラジウムサブナノクラスターの調製に成功している。また、金田らは層状粘土鉱物モンモリロナイトの層間でパラジウムサブナノクラスターを調製し、相当する均一系では見られない新規な触媒作用を見出している。

機能性材料として注目されている金属ナノクラスターに関連する化学は、今後急速に進展していくと期待できる。

文献：

N. Toshima, Y. Shiraiishi, T. Teranishi, M. Miyake, T. Tominaga, H. Watanabe, W. Brijoux, H. Bönemann, G. Schmid, *Appl. Organomet. Chem.* **15**, 178 (2001); 金田 清臣, *触媒* **42**, 575 (2000); 三宅 幹夫, *触媒* **48**, 604 (2006).

将来予測と方向性

粒子径のみならず形状や配列をも制御した金属ナノクラスターの調製技術が確立され、機能性材料への展開が図られるであろう。エネルギー・資源問題解決に関連した高度な物質変換反応への利用も大いに期待される。

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - サブナノクラスターの調製手法の確立
 - 分散性（選択性）の向上
 - 保護剤なしでのナノ粒子合成と配列制御
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 金属ナノ粒子生成機構の体系的な理解
 - ナノ粒子表面構造の精密な解析
 - 実用的機能性材料としての展開

キーワード

金属ナノクラスター・粒子径・形状・配列の制御・サブナノクラスター

(執筆者：海老谷 幸喜)