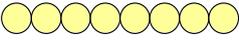
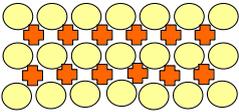
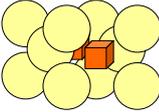


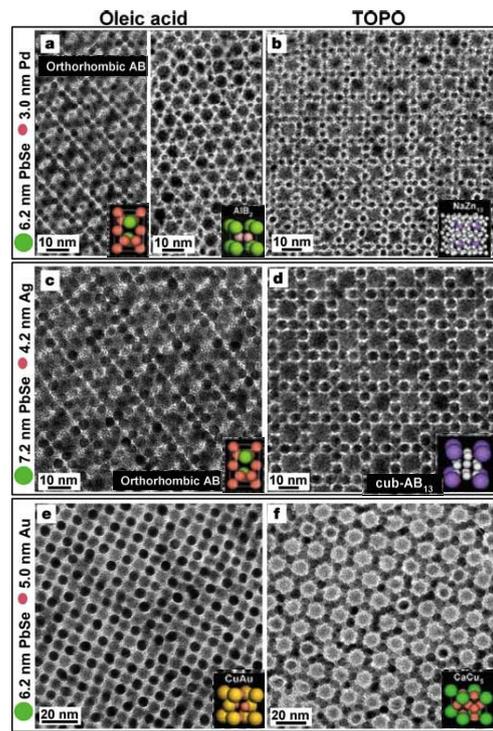
ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	2. 微粒子分散系
中項目	2-2. 微粒子・ナノ粒子
小項目	2-2-4. 配列制御

概要（200字以内）	
<p>1 個の金属粒子を考える。通常これは電気の良導体である。その大きさをナノメートルにすると絶縁体へと変化する（量子サイズ効果）。そこでこれまで知られていた物質の構成単位、原子、イオン、分子と異なるナノ粒子を要素とする粒子結晶において新しい性質が期待される（量子結晶）。サイズや組成の異なるナノ粒子を要素とする新しい物質が設計できるようになってきた。かなり複雑な結晶も作成され、化学的手法に基づく新しいナノデバイスの構築が期待されている。</p>	<p>1 次元  テンプレート利用</p> <p>2 次元  界面での自己組織化</p> <p>3 次元  3次元自己組織化</p>
現状と最前線	
<p>この分野では蓮によるコロイド結晶の先駆的な研究があり、optical band gap を持つ光波路の構成要素として近年特に注目を浴びている。これは溶液中の配列制御であり、本報告では固体配列に限る。ナノ粒子からなる粒子結晶の報告は 1995 年に遡るが、配列の次元性を念頭にナノ粒子集積の制御が実現されてきたのは最近の事である。ナノのレベルでは粒子同士の室温での融合が顕著になるため粒子表面を有機配位子で自己集合的に被覆し、これら粒子を自己組織化しての配列制御が行われている。すなわち二重の自己組織化が行われる事を指摘したい。</p> <p>1次元配列には何らかのテンプレートが必要である。一本鎖 DNA をテンプレートとして金ナノ粒子を結合させ nm の精度での粒子の空間配列の制御が 2000 年頃から報告されている。更にこれを導電鎖として用い、強磁性の電極間を連結しスピントロニクスにつながる研究も大阪大学のグループにより始められている。DNA 以外のテンプレートとして無機結晶の劈開面上でのエピタキシャル成長を利用してナノメートルの周期を持つ波板表面を作製する事により金ナノ粒子を 1 次元的に並べる事ができる（北陸先端大）。一方、2次元配列の報告は枚挙に暇がない。基本的には基板上に分散液を滴下し、適当な条件下でこれを乾燥しナノ粒子を基板上へ規則的に析出させるものであり、多くの場合 2次元最密充填構造が実現される。基板としてブロック共重合体の利用、粒子表面の酸-塩基性の制御によって正方格子などの低対称の 2次元構造も作製されている。また基板を液体とみなして気液界面に 2次元ナノ粒子膜を成長させる報告もある。大きさや組成の異なる 2種類の粒子を混合したハイブリッド膜やナノ粒子分散液に</p>	

水素結合性の配位子を混合してこの配位子を粒子間のバインダーとして用いる試みもある。これらの操作によりナノ粒子の2次元相分離や均一2次元結晶の成長が行われている。

ナノ粒子からなる3次元結晶の報告は2次元配列に較べると数は少ないが多くの試みがある。3次元最密充填構造の他に、異なるA, B2種類のナノ粒子を用い適当な大きさのものを混合すると配位子の種類に応じて各種の3次元構造を取る事が報告されている。挿入図はその一例でA = PbSe, B = Pd, Ag, Auのオレイン酸、TOPO配位子により構成された3次元構造物である。TOPOを配位子とした場合 $AB_{13}$ 型の複雑な構造も現れている。これらはバルクですでに知られている結晶構造であり新しい構造が現れたわけではないが、ロゴ細工のように各種の構造が作製できる事が示された。さらにバルク結晶では



実現できない大きさ数ミクロンの5回対称の集積体が得られる事も報告されている。金属原子からなる最大の5回対称体は40nmが限界であり、この大きさにナノ粒子配列の特徴が現れている。これら新規な自己集積体の物性研究や原子の配列までも制御した完全粒子結晶の研究はこれから始まる場所である。

解説：八尾浩史・木村啓作；第9章 ナノハイブリッド「粒子結晶制御」、ナノマテリアルハンドブック 国武豊喜監修 (NTS, 2005)

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

溶液内ナノ空間における分子挙動の理論的な解明、液相内ナノ粒子一個ずつのハンドリング手法の確立、生体分子と合成ナノ粒子とのハイブリッド集積体の作製、液相合成法による簡単な回路素子の製作、

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

溶液内固体表面上の分子挙動の理論的解明、単電子トランジスターのコロイド化学的手法による構築、特定の機能を持った高度な自己組織化手法の確立、例えば、特定の化学物質1分子に応答するナノ増幅機構の自己組織化、

キーワード

粒子結晶、ナノ粒子超格子、自己集積、自己組織化、配列パターン、

(執筆者：木村啓作)