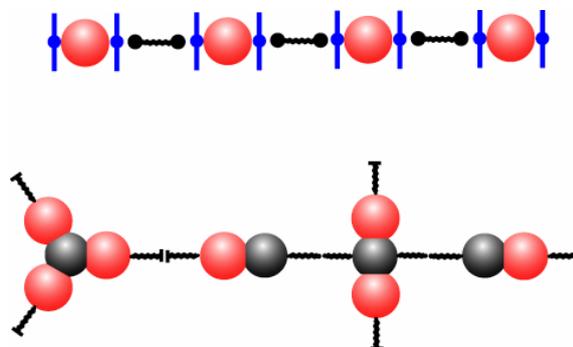


ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	5. 固体表面・界面
中項目	5-1. 表面構造と物性・機能
小項目	5-1-2. 粒子配列

概要（200字以内）

ナノ粒子の各種ナノデバイスへの応用には、ナノ粒子の自在配列法が必要不可欠であり、そのためにはナノ粒子に反応方向性を付与する必要がある。汎用性のあるアプローチとして、金属ポルフィリンなどの錯形成点を有する嵩高い有機分子をナノ粒子表面に決まった数だけ結合させ架橋配位子によりナノ粒子間を連結する方法や、ヘテロ接合ナノ粒子の表面特性の違いを利用した反応性官能基の異方的修飾法が有効であろう。



現状と最前線

粒径 1~10 nm 程度の化学的に表面修飾された無機ナノ粒子は、それ自身量子効果を示す極めて興味深い物質群であるが、個々が機能単位であるナノ粒子をボトムアップテクノロジーにより超格子構造に組み上げることにより、集合体としての新たな物理化学に起因した機能が発現する。現在のナノ粒子配列の主流は、ナノ粒子表面に等方的に結合した有機分子間の弱い相互作用（van der Waals 力や π - π 相互作用）を利用した手法がほとんどであり、結果として得られる規則配列構造は最密充填六方晶構造となる。ナノ粒子のデバイス応用を考慮すると、より低対称な規則構造やさらに複雑なパターンへの配列構造を作製する必要があり、そのためにはナノ粒子に反応方向性を付与することが必要不可欠である。

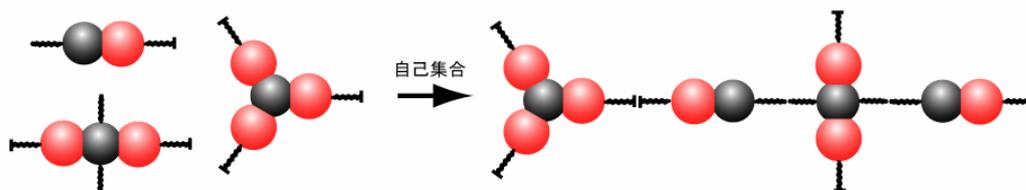
ナノ粒子に反応方向性を付与した研究例として、MIT の DeVries らは金ナノ粒子の両極に末端カルボキシル基を有する有機分子を選択的に結合させた二価金ナノ粒子を合成し、ジアミンとの縮合によりナノ粒子を一次元に連結することに成功している（図 a）¹⁾。この手法は、反応性有機分子の位置選択的的配置という観点では、今後の展開が困難であろうと予想される。この問題を解決する手段として、金属ポルフィリンなどの錯形成点を有する嵩高い有機分子をナノ粒子表面に決まった数だけ結合させ、架橋配位子によりナノ粒子間を連結する方法が有効で汎用性があるものと期待される。

もう一つのナノ粒子自在配列法として、ナノ粒子コアを複数の化学種がヘテロ接合したナノ粒子とし、その表面特性の違いを利用して異なる反応性官能基を表面選択的に結合させる方法が考えられる。現在、一方の粒子表面で他種粒子を核成長させることで、金属/金属、金属/半導体、半導体/半導体などの様々な組み合わせでヘテロ接合ナノ粒子を合成することができるようになってきた。ヘテロ接合ナノ粒子を用いる手法は、多様な材料群への展開が望まれるとともに、有機分子間の選択的相互作用を介するナノ粒子の複雑パターン形成、および、そのナノデバイスへの応用が期待される。

(a) ナノ粒子表面に位置選択的に結合した反応性官能基を利用した配列制御



(b) ヘテロ接合ナノ粒子の自己集合による複雑パターン形成



【参考文献】

1. G. A. DeVries et al., *Science* **2007**, 315, 358.

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
 - ナノ粒子表面への反応性有機分子の位置選択的配列
 - ナノ粒子規則配列の長距離秩序化
 - ヘテロ接合ナノ粒子合成手法の一般化
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 複雑なナノ粒子パターン形成
 - ナノ粒子の基板上への位置選択的配列
 - ナノ電子デバイス用回路への応用

キーワード

ナノ粒子、規則配列、長距離秩序化、ヘテロ接合ナノ粒子、位置選択的修飾

(執筆者：寺西利治)