

量子ドットから量子結晶へ： 2次元、3次元ナノ粒子結晶の創成と展開

木村 啓作 (兵庫県立大学 物質理学研究科 教授)

【概要】

有機合成と同じように、化学合成法によってナノメートルの大きさの金属・半導体ナノ粒子をビーカー中に大量に作成し、蔗糖から氷砂糖を結晶成長させるようにナノ粒子コロイド結晶をビーカー中のシリコン基板や任意の基板上に室温で成長させる夢が今実現しつつある(表面修飾自己組織化法)。これが本提案の溶液中におけるナノ粒子量子結晶の構築である。

ナノメートルサイズの金属超微粒子や半導体超微粒子を、サイズと形状を揃えて作成し、これを規則的に配列することは、現在のナノテクノロジーが確立すべき重要技術の1つである。すなわち、ナノ粒子を人工原子とみなしてコロイド結晶(ナノ粒子結晶)の作成を行い、この結晶をデバイスの構築に利用することであり世界中の企業や大学の研究室がこの目標にしのぎを削っている。

水溶性のナノ粒子結晶の研究グループは極めて少なく、我々は大きさ 3 nmの金からなるナノ粒子の表面を有機酸で修飾しこれを構成要素とするナノ粒子結晶の作成に 3 年前、初めて成功した。中心にある金の大きさは現在 1 ~ 10nm の範囲に作り分けられており、この大きさは金属と絶縁体の中間の性質を示す量子サイズ効果粒子の領域にあるため多彩な物性の変化が期待できる。現在、金、銀、シリコン粒子へと研究展開を行っている。

【期待される成果】

我々の作製する量子結晶は単なる超格子ではなく、構成要素ナノ粒子の一つ一つの電子状態が量子サイズ効果状態にあり、結晶自体がマクロな量子状態にある特殊な結晶である。すなわち形状、サイズの揃った大量の量子ドットを溶液中に作成し、これを用いて界面や基板上に欠陥の少ない量子結晶を成長させる技術確立し新しい物質を工業界に提供する。ナノ粒子量子結晶の電子状態を自由に設計できる方法論を構築し、金属、半導体、絶縁体と量子結晶物性の連続的変化をナノスケールをベースにして実現し広く公開する事を予定している。

【関連の深い論文・著書】

- 1) The First Example of Ordered Two-Dimensional Self-Assembly of Au Nanoparticles from Stable Hydrosol; S.Zhao, S.Wang and K.Kimura; Langmuir 20(2004)1977-1979
- 2) Preparation of Hexagonal Closed-Packed Colloidal Crystals of Hydrophilic Monodisperse Gold Nanoparticles in Bulk Aqueous Solution, S.Wang, S.Sato and K.Kimura; Chem.Materials, 15(12) (2003) 2445-2448

【研究期間】 平成 16 ~ 20 年度

【研究経費】 85,100 千円

【ホームページ】 なし