

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	樽谷 直紀
研究機関名	広島大学
所属部署名	大学院先進理工系科学研究科
役職名	特定准教授
研究課題名	ナノ粒子の多元複合クラスター化が拓く機能材料開発
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

10 nm を下回るシングルナノスケールの大きさの粒子は種々の特異な性質を示すことが知られている。本研究ではこの微小なナノ粒子を複数種用意し、所望の形に集積させた多元複合クラスター材料を創製することで、優れた機能や新規な性質を発現する材料の開発をめざす。2023 年度は金属や無機物の種々のナノ粒子合成方法を探索した。これまでの研究において金属水酸化物塩 (MHS) ナノ粒子を 2-5 nm の大きさで合成する溶液法を確立している。この MHS ナノ粒子を不活性雰囲気下で熱処理すると金属、合金、種々の無機物に熱転換することを見出した。まず、金属相の生成メカニズムを詳細に検討した。アクリレートと Ni からなる MHS ナノ粒子 (Ni-MHS) を加熱すると 350°C 程度で重量減少することが判明した。X 線回折測定から熱分解直後には炭化物が生成しており、これを中間体として準安定な hcp 構造を経由して安定相である fcc 構造の Ni が生成すると示された。MHS の金属種を Co とした場合にも同様の炭化物を経由するルートで金属相が生成し、さらに Ni と Co の固溶体 MHS を原料とすると固溶合金が得られることを見出した。これら金属は 20 nm 程度のナノ粒子であった。透過電子顕微鏡観察から表面にはカーボン膜が生成しておち、これが凝集を抑制したことでナノ粒子が生成したと示唆された。MHS ナノ粒子を用いて多孔構造を形成させておくと、金属への熱転換のあとでも構造が保たれたままであり、構造制御が可能であることも発見した。MHS ナノ粒子に導入しておくカルボキシレートの構造を変えて同様に熱転換させると、金属相のみならず窒化物や硫化物、リン化物、酸化物、炭化物、ハロゲン化物など多様な無機化合物が得られることを明らかにした。用いた MHS ナノ粒子のサイズは概ね 10 nm 以下と非常に微小であることでバルク結晶とは異なる挙動を示したと考えている。