

ビスマスサブナノ粒子の精密鑄型合成と磁気特性

(東工大化生研¹・JST-ERATO²・JST-さがけ³)

○高橋 篤輝¹、神戸 徹也^{1,2}、塚本 孝政^{1,2,3}、今岡 享稔^{1,2}、山元 公寿^{1,2}

Synthesis of bismuth sub-nanoparticles and their magnetic properties

(¹Laboratory for Chemistry and life Science, Tokyo Institute of Technology, ²JST-ERATO, ³JST-PRESTO)

○Atsuki Takahashi¹, Tetsuya Kambe^{1,2}, Takamasa Tsukamoto^{1,2,3}, Takane Imaoka^{1,2}, Kimihisa Yamamoto^{1,2}

Sub-nano sized metal particles, which are smaller than general nanoparticles, exhibit unique properties depending on the number of the constituent atoms. In our previous works, we have achieved precisely controlled assembly of metal ions in a dendrimer template, leading to size-regulated metal particles in a solution phase.^{[1]-[3]}

In this work, we synthesized bismuth sub-nanoparticles with odd-number of atoms through the metal assembly in the pyridine-core dendrimer. Magnetic properties of the obtained sub-nanoparticles were also revealed.

In SQUID measurements, Bi₁₃ sub-nanoparticles show paramagnetic behavior. This is a unique magnetic property of sub-nanoparticles, which is not observed in Bi bulk and nanoparticles.^{[4], [5]}

Keywords: Dendrimer, Cluster, Sub-nanoparticle, Bismuth, Magnetism

ナノ粒子よりもさらに小さなサブナノ粒子は非常に興味深い構造体であり、原子数ごとに異なる特性を示すことが知られている。我々はこれまでに、フェニルアゾメチンデンドリマーを用いた原子数の制御と、それを用いたサブナノ粒子の液相精密合成を達成している^{[1]-[3]}。

本研究ではピリジンコアデンドリマー (pyTPMG4)を用いた個数の精密制御法により 13 原子サブナノ粒子を合成し、その

磁気特性の探索を行った(Fig. 1)。

SQUID 測定において Bi₁₃ サブナノ粒子が常磁性的な挙動を示すことがわかった (Fig. 2)。これは大きな反磁性を示す Bi バルク、ナノ粒子には見られないサブナノ粒子特有の磁気特性である^{[4], [5]}。

- [1] K. Yamamoto *et al. Nature*, **415**, 509 (2002).
- [2] H. Kitazawa *et al. Chem. Lett.* **41**, 828 (2012).
- [3] T. Kambe *et al. Nature. Comm.* **8**, 2046 (2017).
- [4] 伏屋雄紀, 物性研究, 90, 4, 537-597 (2008).
- [5] M. A. Shahbazi *et al. Chem. Soc. Rev.* 49, 1253 (2020).

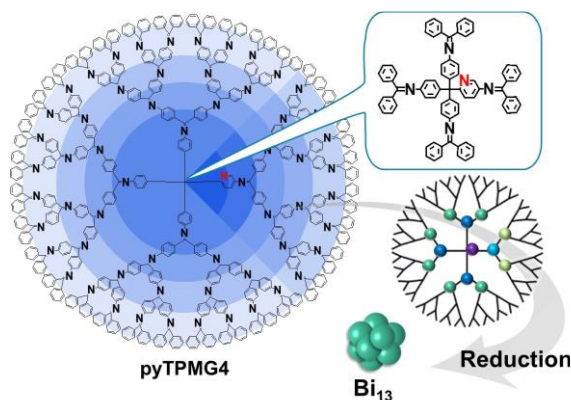


Fig. 1 Synthetic scheme of the Bi₁₃ sub-nanoparticles.

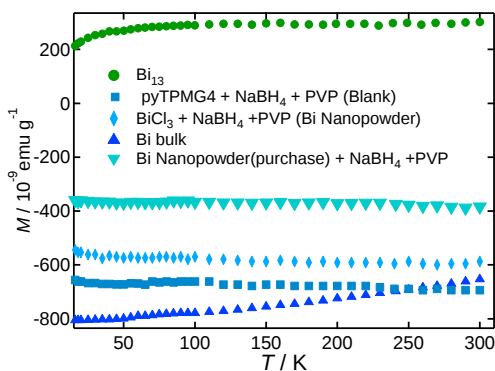


Fig. 2 The *M-T* curves for Bi₁₃ sub-nanoparticles at 500 Oe, which indicate the magnetic moments per gram.