

低温焼結性銀ナノコロイドの粒子表面改質による特異な分散性制御

Controlling the dispersibility of low-temperature sintering silver nanocolloids

by surface modification

東大院工[○](M2) 林 太一, 井上 悟, 荒井 俊人, 長谷川 達生

U. Tokyo, [○]Taichi Hayashi, Satoru Inoue, Shunto Arai, Tatsuo Hasegawa

E-mail: hayashi@hsgw.t.u-tokyo.ac.jp

低温焼結性銀ナノコロイドは、銀ナノ粒子表面の保護基（オレイン酸／アルキルアミン）と分散媒（オクタン／ブタノール＋メタノール）の絶妙な組成バランスにより構成され[1]、常温常圧下で線幅 1 μm 以下の高精細な電極配線印刷が可能である[2]。特に高精細印刷を可能にする高い「分散安定性」と「粒子表面反応性」という一見相反する性質は、以上の組成バランスにより初めて得ることができる[3,4]。それらの共焦点動的光散乱（DLS）測定では、本来の粒径分布に比べかなり幅広の（流体力学的）粒径分布が観測されるが、前回、分散媒の組成制御（メタノール量抑制）により、本来の分布幅にまで尖鋭化する挙動が見られることを報告した[5]。今回、保護基組成の制御により、これらコロイド分散性をより自由に制御できることを見出したので報告する。

銀ナノ粒子の合成・メタノール洗浄後に、加えるオクタン／ブタノールの代わりに純粋なオクタンを加えると、洗浄溶媒として残留したメタノールとオクタンの相分離界面に粒子層が形成され、メタノールは油中液滴（Methanol/Octane）となって沈殿する（Fig.1a,b）。加えるオクタン中に脂肪酸を含めた場合には、アミンと脂肪酸の置換により粒子の表面改質が生じ、また分散媒はオクタンとメタノールに二相分離し、銀ナノ粒子はオクタン側で分散する（Fig.1c）。分離したメタノール除去後にブタノールを添加し、溶媒組成を変化させた場合の分散状態について DLS 観察を行ったところ、流体力学的な粒径分布のピーク値や分布幅が大きく変化する挙動が見られた。

（Fig.2）。講演では、粒子表面の極性成分とメタノールの相互作用がコロイドの分散性に与える効果について議論する。[1] M. Kurihara *et al.*, *J. Nanosci. Nanotechnol.* **9**, 6655 (2009). [2] T. Yamada *et al.*, *Nat. Commun.* **7**, 11402 (2016). [3] K. Aoshima *et al.*, *Sci. Rep.* **8**, 6133 (2018). [4] Y. Hirakawa *et al.*, *ACS Appl. Nano Mater.* **2**, 4342 (2019). [5] T. Hayashi *et al.*, *ACS Appl. Nano Mater.* **3**, 6884 (2020).

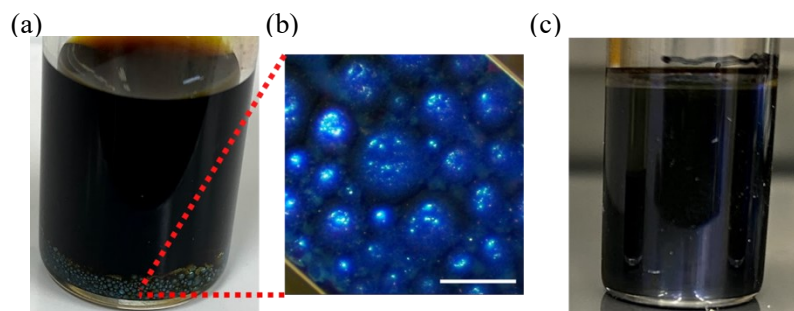


Fig. 1. Changes in dispersibility due to surface modification of silver nanoparticles (a) Methanol formed droplets and some particles were at the interface. (b) Observation from the bottom. Scale bar is 1 mm. (c) Two-phase separation occurred. The thin and transparent upper layer was methanol, and lower layer was octane with dispersed silver nanoparticles.

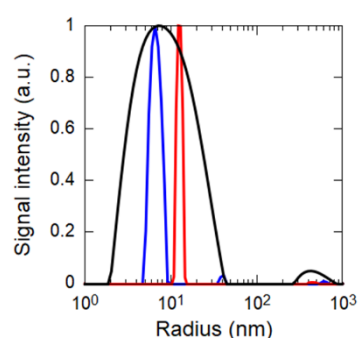


Fig. 2. Changes in hydrodynamic size distribution. Dispersed in mixture of octane and butanol (4:1) with methanol (black). After surface modification and methanol removal, dispersed in octane (red) and mixture of octane and butanol (4:1) (blue).