

銅ナノ粒子/pNIPAM 複合体における局在表面プラズモン共鳴を利用した熱応答性の発現

(中央大学¹) ○坂根 駿也¹・安治敏輝¹・田中 秀樹¹

Thermoresponsive behavior of copper nanoparticles/pNIPAM composites induced by localized surface plasmon resonance (¹*Faculty of Science and Engineering, Chuo University*, ²) ○ Shunya Sakane,¹ Toshiki Anji,¹ Hideki Tanaka¹

Photothermal conversion induced by localized surface plasmon resonance of metal nanoparticles is expected to realize drug delivery system by combining metal nanoparticles with thermoresponsive materials. Especially, it is important to synthesize copper nanoparticles (Cu NPs) with thermoresponsive materials due to its low cost and LSPR at 570 nm (visible light). In this study, we synthesized Cu NPs with poly(N-isopropylacrylamide) (pNIPAM), thermoresponsive polymer, and investigated its thermoresponsive behavior induced by plasmonic heating. Copper acetate and ethanol were added to pNIPAM aqueous solution, and the mixed solution was irradiated by UV light with stirring, forming Cu NPs. The samples were characterized by scanning transmission electron microscopy (STEM) and UV-vis spectra. STEM image showed that NPs were formed with uniform size of ~15 nm. In UV-vis spectra, a peak appeared at 570 nm. This peak is corresponding to LSPR of Cu NPs, which supports the formation of Cu NPs. The solution became cloudy red from dark red when it was irradiated by visible light. This result indicates that thermoresponsive behavior of pNIPAM was induced by plasmonic heating using Cu NPs.

Keywords : Copper nanoparticles; Plasmonic heating; Thermoresponsive; pNIPAM; Photoreduction

金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) による光熱変換は、金属ナノ粒子と熱応答性材料を組み合わせることで、ドラッグデリバリーなどへの応用が期待されている¹⁾。特に銅ナノ粒子 (Cu NP) は、安価な原料でかつ LSPR が 570nm 近傍の可視光に存在するため、熱応答材料との複合化が期待される。本研究では、熱応答材料である pNIPAM (ポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)) 中に Cu NP を作製し、Cu NP の LSPR を利用して pNIPAM の熱応答性を発現させることを目的とした。

pNIPAM を分散させた水溶液に、酢酸銅水溶液、エタノールを加え、攪拌しながら混合溶液に紫外光を照射させることで、光還元法により Cu NP を作製した。作製した試料を紫外可視分光光度計 (UV-vis)、走査型透過電子顕微鏡 (STEM) によって構造評価した。また、合成した溶液に可視光を照射させた時の温度と透過率を測定することで、熱応答を観測した。

STEM 像により、直径 15nm 程度の粒子が均一サイズで形成されていることが分かった。また、UV-vis スペクトルを確認すると、570nm 近傍に Cu NP の LSPR 由来の吸収が見られ、Cu NP の形成を示唆する結果となった。この溶液に可視光を照射すると、溶液の温度上昇とともに白濁することが確認され、Cu NP の LSPR を用いて pNIPAM の熱応答性の発現に成功した。

1) Y. Kwon, *et al.*, *Pharmaceutics* **2020**, 12, 2044.