

光還元法を用いた銅ナノ粒子/PNIPAM 複合材料の合成と熱応答性の評価

(中央院理工¹・中央理工²・茨大理工³) ○山岸 樹¹・岡部 拓馬²・坂根 駿也³・田中 秀樹²

Synthesis of copper nanoparticles/PNIPAM composite material using photoreduction method and evaluation of thermal responsiveness (¹ Faculty of Science and Engineering, Chuo University Graduate School, ² Faculty of Science and Engineering, Chuo University, ³ Faculty of Science and Engineering, Ibaraki University) ○Itsuki Yamagishi,¹ Takuma Okabe,² Shunya Sakane,³ Hideki Tanaka²

When metal nanoparticles (NPs) are irradiated with light of a specific wavelength, localized surface plasmon resonance (LSPR) occurs and the metal NPs is heated locally. We have successfully synthesized a composite material that can switch the phase state of a solution using photothermal conversion by light irradiation by combining PNIPAM (poly-N-isopropylacrylamide) and Cu NPs. In this study, we focused on Cu NPs and investigated their effects on the LSPR wavelength and photothermal conversion performance of Cu by changing various parameters during synthesis. By adding a solution containing copper ions and ethanol to an aqueous PNIPAM solution and irradiating the solution with UV light, we obtained Cu NPs/PNIPAM. The structure of the sample was analyzed by UV-visible spectroscopy (UV-vis), scanning transmission electron microscopy (STEM), and X-ray diffraction (XRD). Thermal response was evaluated using the temperature change when the sample was exposed to light.

Similar to samples synthesized from copper acetate solutions, we have also synthesized Cu NP/PNIPAM from copper sulfate solutions and observed LSPR wavelengths. STEM images showed that multiple shapes were observed in the sample synthesized from copper sulfate. The synthesized Cu NPs showed a temperature increase due to photothermal conversion.

Keywords: Copper nanoparticles, PNIPAM, plasmon heating, photoreduction, photothermal conversion

金属ナノ粒子 (NP) に特定の波長の光を当てると、局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) が起こり、NP上の電子が集団振動に伴い金属NP周辺が局所的に加熱される。本研究では、酢酸銅を出発物質とし、PNIPAM(ポリN-イソプロピルアクリルアミド)とCu NPの組み合わせにより、光照射による光熱変換を使った溶液の相状態のスイッチが可能となる複合材料の合成に成功している^[1]。本研究では、合成の際の種々のパラメータを変化させ、CuのLSPR波長に与える影響と光熱変換性能を調査することを目的とした。

PNIPAM水溶液中に銅イオンを含む溶液、エタノールを加え、UV光を照射することによって光還元法によりCu NP/PNIPAMを合成した。合成した試料は紫外可視分光法 (UV-vis) や走査型透過電子顕微鏡 (STEM)、X線回折法 (XRD) を用いて構造を分析した。熱応答性評価は、試料に光を当てたときの温度変化から評価した。

酢酸銅水溶液から合成した試料と同様、硫酸銅水溶液でも Cu NP/PNIPAM は合成され、LSPR 波長が観測された。また、STEM 像より硫酸銅から合成した試料においても複数の形状が確認された。合成した Cu NP は光熱変換による温度上昇が確認された。

[1] Sakane, S. *et al*, *Chem. Lett.* **2023**, 52, 582-585.