

2段階合成法による球殻状タンパク質内腔への CuInS_2 ナノ粒子合成

Construction of CuInS_2 Nanoparticles in the Protein-cage by a Two Step Synthesis Process

奈良先端大¹、阪大工² ○唐木 裕馬¹、宮永 良子¹、
岡本 尚文¹、石河 泰明¹、山下一郎²、浦岡 行治¹

NAIST.¹, Osaka Univ.², ○Yuma Karaki¹, Ryoko Miyanaga¹, Naofumi Okamoto¹,
Yasuaki Ishikawa¹, Ichiro Yamashita², Yukiharu Uraoka¹

E-mail: yishikawa@ms.naist.jp

はじめに

二硫化インジウム銅 (CuInS_2) ナノ粒子は、カドミウムフリーの代替材料として期待され、様々な合成方法が報告されている^[1]。しかし、それら既知法の多くは、反応液中で粒子を結晶成長させており、粒径制御が難しく、反応中にナノ粒子同士が凝集する課題があった。我々は、そのナノ粒子合成における粒径不均一性、凝集性を解決するため、遺伝子的にサイズが均一で溶液分散性が担保されている球殻状タンパク質^[2]を鋳型とした CuInS_2 ナノ粒子の合成を試みた。しかし、水溶液中で電荷を持つタンパク質内への金属イオン導入は、金属の種類によって至適 pH が異なるため、本研究では2段階の合成により球殻状タンパク質内腔へ3元系ナノ粒子の合成を行った。

実験方法

超純水に酢酸アンモニウム、塩酸、アンモニア水を加え、pHを調整した水溶液中に apo-Ferritin または Dps (Fig.1) と硫酸インジウム、チオ酢酸を加え、一晩静置し硫化インジウムナノ粒子を合成した。これを HPLC で精製した後、酢酸銅を加え、カチオン交換反応^[3]により一部の In 原子を Cu 原子に置換した。

研究結果

TEM 観察により、タンパク質内にナノ粒子の形成を確認した (Fig.2)。XRD 解析により、熱処理によって結晶性 CuInS_2 ナノ粒子が得られることが確認できた (Fig.3)。我々は、様々なナノ粒子内包タンパク質を基板上に配置し、電子デバイス材として活用できることを報告しており^[4]、本研究の成果は、このアモルファス CIS ナノ粒子内包タンパク質を基板上に配置してから熱処理を行うことで、ナノ粒子デバイスの作製が期待できるものである。

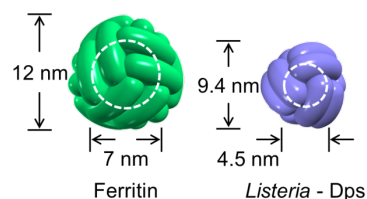


Fig. 1: Schematic diagram of Ferritin and Dps

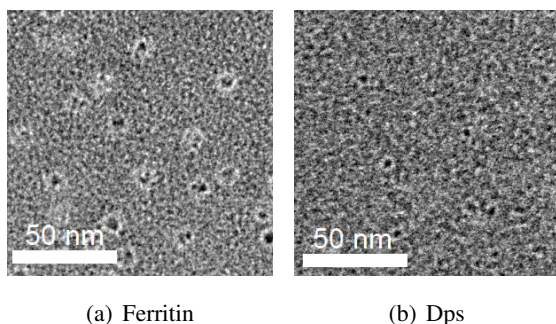


Fig. 2: TEM image of Synthesized NPs

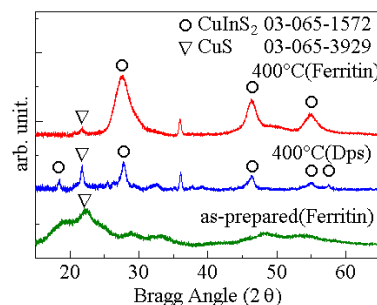


Fig. 3: XRD pattern for CuInS_2 NPs

[1] J. K-Olesiak, et al., Appl. Mater. Interfaces, 5, 12221- 12237 (2013) [2] I. Yamashita, et al., Chem. Lett., 33, 1158 (2004) [3] B. J. Beberwyck, et al., J. Phys. Chem. C, 117, 19759 (2013) [4] H.Kamitake, et al., Nanotechnology, 26, 19 (2015)