

ガンマ線を利用して合成した金/酸化鉄複合粒子の分散性評価

Dispersibility of Gold/Iron-Oxide Composite Nanoparticles Synthesized by Gamma-rays

垣見勇樹¹⁾, 清野智史²⁾, 木下卓也¹⁾, 乙咩陽平¹⁾, 中川貴¹⁾, 中山忠親²⁾, 関野徹²⁾
新原皓一²⁾, 山本孝夫¹⁾
(阪大院工¹⁾、阪大産研²⁾)

Abstract : Composite nanoparticles composed of gold and magnetic iron oxide were successfully synthesized in an aqueous solution using gamma-rays. Wet grinding experiments have been carried out with a bead mill for improving the dispersibility of the γ -Fe₂O₃. The dispersion thus obtained was used as a starting material for the synthesis of the composite nanoparticles.

【緒言】 以前に我々は、シングルナノサイズのAu粒子が γ -Fe₂O₃ナノ粒子上に担持した磁性複合ナノ粒子を、ガンマ線照射を利用して合成できることを報告した^[1]。この磁性複合ナノ粒子は、磁場により誘導・捕集・固定できるという特徴を有しており、これを利用してDNA・タンパク質などの生体分子の分離、ドラッグデリバリーシステム、ハイパーサーミアなどへの応用が期待される。これらの用途に利用するためには、粒子の分散・凝集状態を生体毒性を残す可能性のない方法で制御することが重要である。今回は、ビーズミルを使用し、出発物質の酸化鉄ナノ粒子の分散性の制御を試み、これで得た酸化鉄懸濁水溶液を出発物質として、金/酸化鉄複合粒子を合成した。

【実験方法】 純水に一次粒子の平均粒径が 26 nmの γ -Fe₂O₃ナノ粒子を分散させ、ビーズミル装置(UAM 015、寿工業(株))に投入したのち、ローターピンの回転数を何段階かに変化させて攪拌し粒子の分散を試みた。攪拌開始後、5分又は10分毎にサンプリングして粒度分布測定を行い、粒子の分散状態を評価した。分散性の評価は、動的光散乱法による粒度分布測定で行った。処理後の試料の粒径や形状はTEM観察により評価した。また、こうして得た γ -Fe₂O₃ナノ粒子分散液を用いて、金/酸化鉄複合ナノ粒子を合成した。HAuCl₄、ポリビニルアルコール、2-プロパノールを含む水溶液を適宜加えて、バイアル瓶に封入した。これを室温で攪拌しながら⁶⁰Coガンマ線を照射した。複合ナノ粒子の評価は、XRD測定とTEM観察、紫外可視吸光度分析等で行った。

【結果と考察】 図1にビーズミル処理時間に対して平均粒径の変化をプロットした。ビーズミル処理前では、 γ -Fe₂O₃の二次粒径は、約150 nmであり、粒子が凝集している。回転数が50 Hzでは処理時間と共に平均二次粒径は単調に減少し約90 nmで安定した。これを数日間静置しても、粒子はほとんど沈降しない。ビーズミルで機械的エネルギーを与え、ナノ粒子を分散させることができた。これに対し、20 Hzで処理した試料は各時間の平均粒径にばらつきがあり、粒径は約120 nmまでしか減少せず、処理後の試料は静置後数時間で沈降した。20 Hzでは凝集した粒子を分散させるためのエネルギーが十分与えられず、再凝集が起こっているためである。これらの処理をした γ -Fe₂O₃分散液を用いて、金/酸化鉄複合粒子を合成することに成功した。

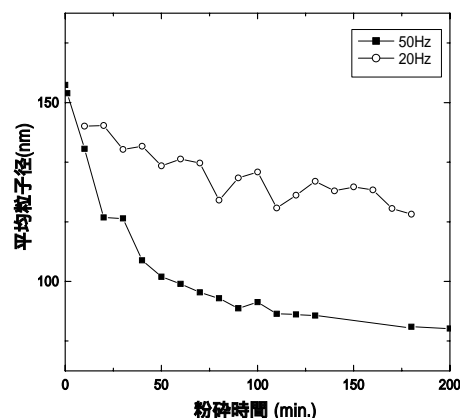


図1 ビーズミル粉碎時間と平均粒径の推移

【文献】[1] S. Seino, T. Kinoshita, Y. Otome, K. Okitsu, T. Nakagawa and T. A. Yamamoto, Chemistry Letters, 32 (2003) 690-691

¹⁾ Yuki Kakimi, Takuya Kinoshita, Yohei Otome, Takashi Nakagawa, Takao A. Yamamoto :Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565-0871.

²⁾ Satoshi Seino, Tadachika Nakayama, Tohru Sekino, Koichi Niihara: ISIR, Osaka University, Ibaraki, Osaka 567-0047.