

ガンマ線を利用した複合ナノ粒子合成プロセスの開発

Development of Synthesis Process of Composite Nanoparticles Using Gamma Ray

405 阪大・産研 清野智史、楠瀬尚史、関野徹

Satoshi Seino, Takafumi Kusunose, Tohru Sekino

阪大・工 木下卓也、垣見勇樹、河部好伸、中川貴、山本孝夫

Takuya Kinoshita, Yuki Kakimi, Yoshinobu Kawabe, Takashi Nakagawa, Takao A. Yamamoto

ガンマ線を用いて、微小な貴金属粒子が担体セラミックスナノ粒子表面に担持した複合ナノ粒子を合成した。得られた複合ナノ粒子の評価を行った。また複合ナノ粒子の大量合成を行った。

キーワード：ガンマ線、貴金属、セラミックス、複合ナノ粒子

1. 緒言

セラミックス粒子の分散した貴金属イオン水溶液にガンマ線を照射すると、水溶液中に生成する活性種により貴金属イオンが還元され、微小な貴金属ナノ粒子がセラミックス粒子表面に担持した複合ナノ粒子が得られる。原料水溶液にガンマ線を照射するだけで、様々な機能を有する複合ナノ粒子を、有害な界面活性剤や有機溶媒を使用せず、比較的容易にかつ大量に合成できる。今回、様々な組み合わせで貴金属/セラミックス複合ナノ粒子を合成し、得られた複合ナノ粒子の粒径・構造の評価、生成プロセスの検討、及びその機能性評価を行った。また合成法の特徴を生かして、複合ナノ粒子の大量合成を試みた。

2. 実験

出発原料として貴金属イオン、ポリビニルアルコール(PVA)、2-プロパノールを含む水溶液に、担体酸化物ナノ粒子を分散させ、ガラス容器に密閉した。分散液を攪拌しながら ^{60}Co ガンマ線を室温で数時間照射し、貴金属担持複合ナノ粒子を合成した。

3. 結果・考察

例として、金ナノ粒子が磁性酸化鉄ナノ粒子表面に担持した複合ナノ粒子の TEM 写真を図 1 に示す。平均粒径約 5nm の金粒子が、数十 nm の磁性酸化鉄粒子表面に分散して担持した構造であることを確認した。貴金属として Au、Pt、Pd、Ag 等、またセラミックスとして TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等の組み合わせで複合ナノ粒子が得られることが分かった。出発原料の濃度を適宜調整することで、貴金属粒子の粒径や貴金属担持量のある範囲で制御して複合ナノ粒子が得られることを確認している。貴金属と担体セラミックスの種類を適宜組み合わせることで、貴金属とセラミックスの両者の機能の複合化が可能であり、触媒、光触媒、バイオ等の分野で優れた性能を示す複合ナノ粒子を合成できる。本プロセスでは、ガンマ線照射により水和電子・H ラジカル・アルコールラジカル等の還元種が水溶液中に同時多発的に生成し、その還元種により貴金属イオンの還元反応が進行する。ガンマ線の高い透過力を利用すれば、反応系を単純に大きくすることで、複合ナノ粒子の大量合成が可能となる。現段階において、実験室レベルでも 1 バッチあたり数リットル規模の照射が可能であり、数時間で 10 グラム程度の複合ナノ粒子の合成に成功した。

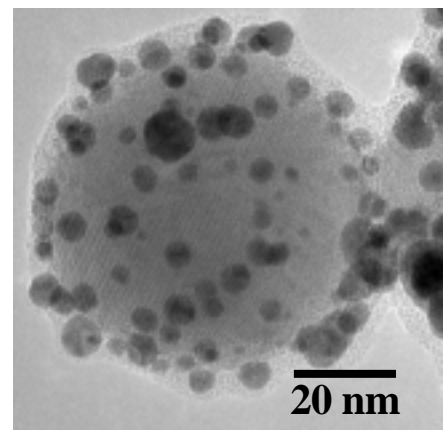


図 1 ガンマ線で合成した金/酸化鉄複合ナノ粒子の TEM 写真