

放射線による複合ナノ粒子の合成とその応用 (1) 放射線による複合ナノ粒子の合成技術の開発

Radiation-Induced Synthesis and Applications of Composite Nanoparticles

(1) Development of the Synthesis Technique of Composite Nanoparticles Using Radiation.

阪大院工 ○清野 智史 仁谷 浩明 山本 孝夫

Satoshi SEINO Hiroaki NITANI Takao A. YAMAMOTO

阪府大院工 木下 卓也 東工大院理工 中川 貴

Takuya KINOSHITA Takashi NAKAGAWA

出発原料を含む水溶液に放射線を照射するだけの簡単なプロセスで、担体ナノ粒子表面に貴金属ナノ粒子が担持した複合ナノ粒子を合成することができる。この合成技術の概要について紹介する。

キーワード : 放射線合成, ナノ粒子, 放射線利用, ガンマ線, 電子線

1. 緒言 貴金属ナノ粒子が担体粒子表面に担持した複合ナノ粒子を、放射線を利用して水溶液中で合成する技術の開発している。出発原料水溶液に放射線を照射するだけの簡単な手法で、種々の複合ナノ粒子を得ることができる。既存の放射線滅菌施設を利用することにより、複合ナノ粒子の大量合成も可能である。この技術で得られた複合粒子は、バイオや触媒等の分野で有望な特性を示し、それらの実用化を目指した研究を進めている。本稿では、合成技術の概要について報告する。

2. 実験 貴金属イオン水溶液に担体ナノ粒子を分散させ出発溶液とする。貴金属原料として Au、Pt、Pd、Ru 等の金属塩を用い、1種あるいは2種以上を同時に用いる。担体粒子は市販の TiO_2 、 Al_2O_3 、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 等のセラミックナノ粒子やカーボンナノ粒子を用途に応じて用いる。還元反応を補助するアルコールや貴金属粒子の保護剤であるポリマーを場合によっては添加する。これを ^{60}Co ガンマ線や加速器電子線により照射することで、貴金属ナノ粒子が担体表面に担持した複合ナノ粒子を合成した。放射線照射には、大阪大学産業科学研究所、大阪府立大学先端科学イノベーションセンター、日本電子照射サービス(株)の照射施設で行った。照射後の水溶液を遠心分離、吸引ろ過、もしくは磁気分離(担体が磁性粒子の場合のみ)を行い、複合ナノ粒子を得た。得られた複合ナノ粒子の評価は、TEM観察や紫外-可視吸光度分析により行った。

3. 結果・考察 得られた複合ナノ粒子の一例として、 $\text{Au}/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 複合ナノ粒子の TEM 写真を図に示す。粒径数 nm の Au ナノ粒子が、ナノ粒子表面に多数担持している様子が見られる。放射線照射により水溶液中に生成する還元種により貴金属イオンの還元反応が進行し、生成した貴金属ナノ粒子が担体表面に担持するものと考えられる。貴金属ナノ粒子の粒子径は、出発原料水溶液中の貴金属イオン濃度・ポリマー濃度や、使用する放射線の線量率により制御できる。また出発原料比を適宜制御することにより、担体表面に担持する貴金属粒子量を制御できる。これまでに、担体としてほぼ全てのセラミックスナノ粒子やカーボンナノ粒子が適用できること、またほぼ全ての貴金属種でのナノ粒子が担持することを確認している。二種以上の貴金属イオンを同時に用いる事で、貴金属ナノ粒子が内部構造を持つ複合ナノ粒子も合成できる。これらの粒子は、バイオ分野や触媒分野で良好な特性を示す事を確認している。

ガンマ線を用いた場合には、その高い透過力を利用することで、反応系を拡張することによる大量合成が可能であり、既に出発原料水溶液が数リットル規模での合成実績がある。また加速器電子線を用いることで、照射時間を数秒に短縮でき、ベルトコンベアを用いた連続合成も可能である。以上のように、出発原料に放射線を照射するだけの簡単なプロセスで、構造が制御され優れた機能を有する複合ナノ粒子を比較的容易に合成可能であることが示された。

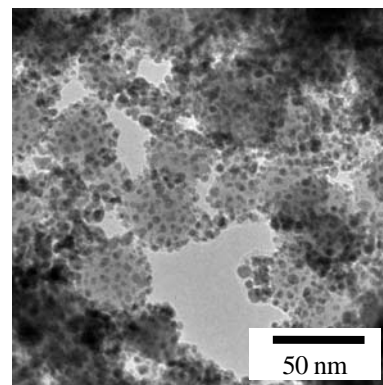


図 $\text{Au}/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 複合ナノ粒子の例