

放射線を利用した貴金属担持複合ナノ粒子の合成と応用

Radiation Induced Synthesis of Noble-Metal Supported Composite Nanoparticles and its Applications

清野智史¹⁾, 木下卓也¹⁾, 仁谷浩明¹⁾, 中川貴²⁾, 山本孝夫¹⁾
(阪大院工¹⁾、東工大院理工大²⁾)

Abstract : Composite nanoparticles composed of noble metal and ceramics were successfully synthesized in an aqueous solution using irradiation of gamma-ray or high energy electron beam. Noble metal nanoparticles smaller than 10 nm were supported on the surface of support nanoparticles. The structure of the composite nanoparticles were controlled.

【緒言】 貴金属ナノ粒子が担体粒子表面に分散して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を行っている。本手法では、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が還元され、生成した貴金属ナノ粒子が担体粒子表面に安定化される。出発原料種や濃度、放射線の線量率等の合成パラメータにより、貴金属ナノ粒子の粒子径、担持量、内部構造等を制御できる。今回、複合ナノ粒子の構造と生成プロセスについて考察する。また、触媒分野やバイオ分野での応用面での特性について報告する。

【実験方法】 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いた。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た。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した。構造制御を目的として、還元補助試薬である 2-プロパノール、ポリビニルアルコール等の高分子、 NH_4OH 等の pH 調整剤等を適宜添加した。これをコバルト 60 ガンマ線や加速器電子線により照射した。複合粒子の構造評価は XRD 測定、TEM 観察、UV-vis 測定、XAFS 測定により行った。応用面からは、生体分子の吸着特性や触媒活性の評価を行った。

【結果と考察】 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は、金が Au-S 結合を介して生体分子と特異的に結合する性質を利用し、バイオ分野における好適な磁気キャリアとして期待される。TEM 写真の例を図 1 に示す。微小な金粒子が磁性酸化鉄表面に高密度に磁性酸化鉄粒子表面に担持している様子が確認される。金の粒径及び担持量は、出発原料の濃度比及び線量率により制御可能である。この粒子が Au-S 結合活性を保持しており、特定生体分子の磁気分離に適用できることを確認している。また、二種以上の貴金属イオンを同時に照射還元した場合の例として、PtRu/C ナノ粒子の TEM 写真を図 2 に示す。この PtRu ナノ粒子の内部構造を XAFS 法により評価した。高線量率が得られる加速器電子線を用いると、Pt と Ru が合金化する傾向が得られた。単位時間当たりに生成する還元種の濃度が非常に高くなり、Pt イオンと Ru イオンがほぼ同時に還元された事に由来すると考えられる。得られた粒子のメタノール酸化反応の触媒活性を評価したところ、貴金属粒子の内部構造と相関があることが確認された。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。

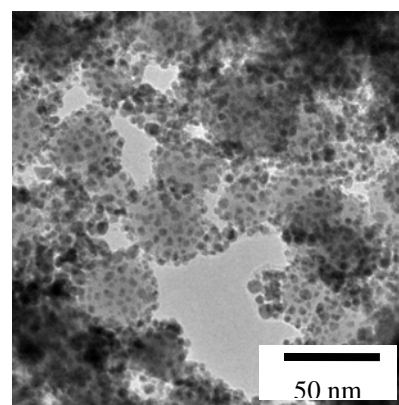


図 1 Au/ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 複合ナノ粒子の例

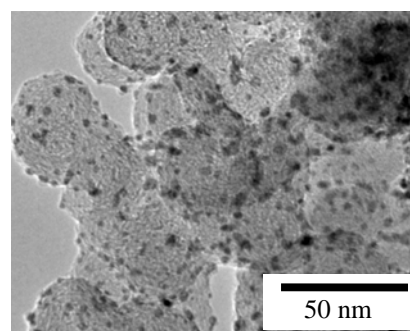


図 2 PtRu/C 複合ナノ粒子の例

¹⁾ Satoshi Seino, Takuya Kinoshita, Hiroaki Nitani, and Takao A. Yamamoto :
Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565-0871

²⁾ Takashi Nakagawa, Grad. School of Eng., Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 152-8552.