

電子線を用いた金磁性粒子の合成

Synthesis of Au/ γ -Fe₂O₃ composites nanoparticles irradiated with electron beam

広瀬勝生¹⁾, 清野智史¹⁾, 木下卓也¹⁾, 中川貴²⁾, 山本孝夫¹⁾
(阪大院工¹⁾, 東工大院理工²⁾)

Abstract: A new procedure to synthesize Au/ γ -Fe₂O₃ composite nanoparticles is reported. Aqueous solutions containing γ -Fe₂O₃ nanoparticles, HAuCl₄, polyvinyl alcohol and 2-propanol were irradiated with electron beam. Characterization of the Au/ γ -Fe₂O₃ was performed by UV-vis and TEM. It is found that gold nanoparticles with an average diameter of 3 nm were supported on the surface of γ -Fe₂O₃ nanoparticles. Absorption of 17 amino acids was measured. Only two sulfur-containing amino acids, cystine and methionine, were absorbed onto Au/ γ -Fe₂O₃.

【緒言】 金はメルカプト基 (-SH) を持つ生体分子と結合することができ、酸化鉄ナノ粒子は磁気分離が可能であるという特徴を持つ。酸化鉄ナノ粒子表面に金ナノ粒子を担持させることによって合成される金磁性粒子は、両者の利点を持ち合わせており、DNA などの生体分子の高度な検出・分離・回収や、DDS への応用が期待される。 γ 線による金磁性粒子の合成にはすでに成功しているが、バイオ・医療分野への実用化には、金の単位質量当たりの生体分子吸着量の増加と、酸化鉄への生体分子の非特異吸着の抑制が課題として挙げられる。これらの課題の克服のために、本研究では微細な金粒子を多数担持させるというアプローチを取り、電子線による合成を試みた。金イオンは、放射線によって生成される短寿命な還元種 (e_{aq}^- , H \cdot , (CH₃)₂C \cdot OH) によって還元される。微細な金粒子を担持させるためには、高線量率の放射線によって、溶液中に高濃度の還元種を存在させることで、短い時間で大量の金の種結晶を生成し、還元と並行して進む金粒子の成長を抑制することが必要である。本研究では、高線量率を得やすい電子線加速器を利用した。

【実験】 バイアル瓶の中で超純水、 γ -Fe₂O₃、HAuCl₄、還元補助剤として 2-プロパノール、金粒子成長抑制剤としてポリビニルアルコール (PVA、分子量; 22000) を混合することで出発試料を調製し、 γ -Fe₂O₃、HAuCl₄ 濃度は試料ごとに変化させた。バイアル瓶中の γ -Fe₂O₃ を超音波洗浄機で分散させ、電子線を照射した。電子線のエネルギー、線量率、線量は、それぞれ 4.8 MeV、3 kGy/sec、6 kGy である。合成した金磁性粒子の評価は TEM 観察、UV-vis 吸光度測定、アミノ酸吸着測定によって行った。アミノ酸吸着測定では、含硫アミノ酸 (シスチン、メチオニン) を含む 17 種のアミノ酸混合液に、合成した金磁性粒子を加え、各アミノ酸吸着量を測定した。

【結果】 TEM 写真および UV-vis 吸光度測定によって、酸化鉄ナノ粒子と金ナノ粒子が複合化していることが確認できた。図は同じ条件の出発試料から、電子線と γ 線それぞれを利用して合成した金磁性粒子の TEM 写真であり、電子線を利用して合成した金磁性粒子の方が γ 線利用した場合よりも微細な金ナノ粒子が多数担持していることを確認した。図における金ナノ粒子の平均粒径は電子線: 2.7 nm、 γ 線: 5.1 nm であった。アミノ酸吸着測定では、合成した金磁性粒子が含硫アミノ酸を特異吸着でき、金の金磁性粒子中の質量割合が高くなると吸着量が増加することを確認した。また、金 1 mg 当たりの Au-S 結合数は、 γ 線によって合成した金磁性粒子よりも増加させることができた。

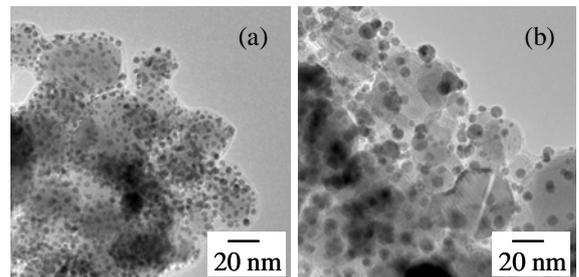


図. 金磁性粒子のTEM写真

- (a) 電子線によって合成した金磁性粒子
(b) γ 線によって合成した金磁性粒子

¹⁾ Katsuki Hirose, Satoshi Seino, Takuya Kinoshita, Takao A. Yamamoto : Grad. School of Eng., Osaka University, Suita, Osaka 565-0871.

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