

3D11 小角 X 線散乱法による機能性表面修飾を有する金ナノ粒子の溶液構造

(信大・繊維) ○松岡みなも、(宇都宮大・工) 水間友磨、畠山雄斗、奈須野恵理、
加藤紀弘、飯村兼一、(信大・繊維) 佐藤高彰

緒言 金ナノ粒子(AuNP)は通常、有機分子、鎖状高分子、界面活性剤などに被覆されており、被覆分子が有する性質を AuNP に付与することが可能である[1]。本研究では被覆分子として、アルギン酸(Alg)、キトサン(Chit)、コンカナバリン A(ConA)、非イオン性界面活性剤 AMIET105 を用いた。Alg は多価カチオン存在下で分子内の複数のカルボキシ基が多価カチオンによって架橋されゲル化する[2]。Chit は正電荷を帯びており、細胞最外層が負に帯電している細菌類に付着する[3]。ConA は糖結合性タンパク質の一種である[4]。これらの分子を被覆することで、特定の物質や細菌に選択的に結合する機能性 AuNP 系の実現が期待される。また、AMIET105 被覆 AuNP は水からクロロホルムへ自発的に相間移動することが確認されている。本研究では、AuNP 系の溶液構造を明らかにし、高機能 AuNP 合成法の確立へ還元することを目的とした。

実験 Alg、Chit、ConA、AMIET105 被覆 AuNP の水分散系に対し、小角 X 線散乱法(SAXS)と透過型電子顕微鏡(TEM)による微細構造評価を行った。SAXS データの評価には間接的逆フーリエ変換法(IFT法)を用いた。

結果と考察 Alg-AuNP の散乱強度 $I(q)$ と二体間距離分布関数 $p(r)$ を Figure 1 に示す。前方散乱強度が二段階で増加していることや、 $p(r)$ に極大が二つ現れていることから、Alg-AuNP 系は bimodal なサイズ分布を持つことが示唆される。 $p(r)$ の短距離側の極大位置を一次粒子の平均半径と見なして金粒子の直径を決定すると約 8 nm を得る。 $p(r)$ に現れる最大直径 $D_{\max}$ は約 76 nm と見積もられたが、 $p(r)$ の第二極大の位置($r \approx 26$ nm)から推測すると大粒子の平均直径は約 52 nm となる。TEM 画像からは、粒子直径 2~10 nm 程度の球状粒子を確認した。SAXS と TEM の結果を比較すると、SAXS で観測された小粒子と TEM で確認した粒子サイズは概ね一致する。SAXS で見出された大粒子については、TEM 像から直接確認することは出来ず、小粒子に対して非常に少数のみ存在する大きな AuNP であると推測される。他の試料については SAXS の結果から、ConA-AuNP は同様に bimodal なサイズ分布を持つこと、Chit-AuNP と AMIET105-AuNP は多分散性の比較的小さい連続的なサイズ分布を持つことが分かった。当日は、AuNP 分散系に加え、水溶液中における被覆分子の静的構造についても論じる予定である。

総括 全ての試料で、サイズ分布を持つ球状の金ナノ粒子が合成されていることが分かった。Alg-AuNP と ConA-AuNP については、二峰性のあるサイズ分布を持つと考えられる。今後は、より詳細な TEM 観察、AMIET105-AuNP クロロホルム分散の SAXS 測定などを行う予定である。

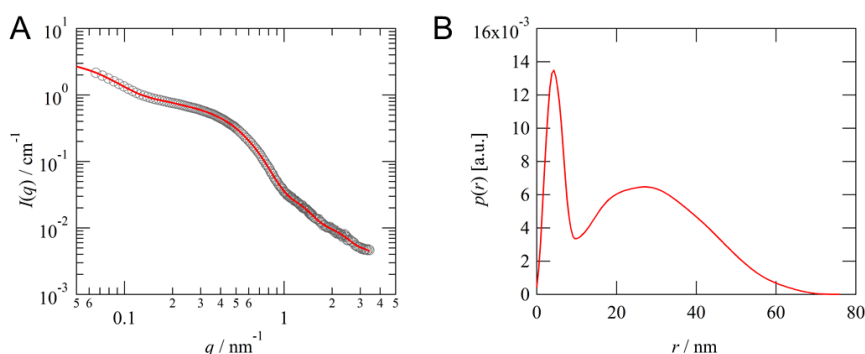


Figure 1. (A) The absolute scattering intensity, $I(q)$, and (B) the corresponding pair-distance distribution functions, $p(r)$, of aqueous solution of surface-modified AuNP with alginate.

文献 [1]長岡勉, 椎木弘, 床波志保, 分析化学, **56**, 201-211, (2007). [2]宮島千尋, SEN'I GAKKAISHI, **65**, 444-448, (2009). [3]T. Kako, T. Matsumoto, *J. Seric. Sci. Jpn.*, **65**, 507-509, (1996). [4]”レクチン,” ナタン・シヤロン, ハリナ・リス, 学会出版センター, (1990)

Structural Analysis of Functionalized Au Nanoparticles in Solution by Small Angle X-ray Scattering, Minamo MATSUOKA, Yuma MIZUMA, Yuto HATAKEYAMA, Eri NASUNO, Norihiro KATO, Ken-ichi IIMURA, Takaaki SATO: Department of Chemistry and Materials, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda 386-8567, Japan, Tel: +81-268-21-5586, E-mail: 15f3098g@shinshu-u.ac.jp, takaaki@shinshu-u.ac.jp