

# 金ナノ粒子を用いた生体分子相互作用の高感度検出法の検討

SATテクノロジー・ショーケース2020

## ■ はじめに

金ナノ粒子 (AuNP) は熱的、磁氣的、電氣的にバルクの金とは異なる性質をもつことから、光学やエレクトロニクス、バイオテクノロジーなど様々な分野への応用が検討されている。表面プラズモンはAuNPがもつ代表的な性質であり、プラズモンと光電場がカップリングすることで特定波長の光が吸収され、鮮やかな赤色を示すこともこの特性に由来する。現在、表面プラズモンを利用して生体分子の相互作用を高感度でモニターする研究が盛んに行われている。分子同士の微弱な相互作用を解析するには超高感度で定量的な検出を可能にする必要がある。加えて溶液中に分散しているAuNPの表面プラズモンは粒子の形状やサイズによって大きく異なる。そのため、個々のナノ粒子を観察することは、表面プラズモンを正しく理解する上で不可欠である。

クエン酸還元法はAuNP合成法の中でも多く用いられる方法であり、バイオ応用に利用されるナノ粒子の作製法として知られている。アルギン酸およびキトサンは生体由来の多糖類であり、食品や医薬品などの分野で多く利用されている。また、コンカナバリンAは糖を特異的に認識して結合するレクチンの一種である。本研究ではこれらの生体由来の化合物を被覆材としたAuNPを合成するとともに、プラズモン増強分光法により被覆材と個々の粒子における相互作用を検討した。

## ■ 活動内容

### 1. 生体由来分子被覆AuNPの合成

#### ・ クエン酸被覆AuNP (Cit-AuNP)

Cit水溶液を加熱攪拌しながら塩化金酸 ( $\text{HAuCl}_4$ ) 水溶液を添加し、95 °Cで1 h攪拌を続け合成した。

#### ・ アルギン酸、キトサン被覆AuNP (Alg, Chi-AuNP)

AlgまたはChiと $\text{HAuCl}_4$ の混合水溶液に25 °Cで水素化ホウ素ナトリウム ( $\text{NaBH}_4$ ) 水溶液を添加し、1 h攪拌を続け合成した。

#### ・ コンカナバリンA被覆AuNP (ConA-AuNP)

ConAをHEPES緩衝生理食塩水 (HBS : pH 7.4) に溶解した。続いて $\text{HAuCl}_4$ 水溶液のpHを7.4に調整し、ConA水溶液に加えた。ConAと $\text{HAuCl}_4$ の混合水溶液に25 °Cで $\text{NaBH}_4$ 水溶液を添加し、1 h攪拌を続け合成した。

なお、合成したAuNPのゼータ電位を測定は、期待通り、Cit-AuNP、Alg-AuNP、ConA-AuNPでは負、Chi-AuNPでは正の値であった。

### 2. 単一金ナノ粒子のプラズモン増強分光測定

合成した各AuNPの暗視野顕微鏡観察を試みたが、いずれも粒子径が5~20 nmと小さすぎたため、一粒子での測定は困難であった。そこでCit-AuNPとChi-AuNPに塩化ナトリウム (NaCl) を添加することでナノ粒子を凝集させ、散乱スペクトル測定を行った。Fig. 1に凝集させたCit-AuNPとChi-AuNPの散乱スペクトルを示す。Cit-AuNPでは700 nm付近に弱いピークが見られるものの全体的に散乱強度が低下したが、Chi-AuNPではおおよそ660 nmで最大値となる表面プラズモンに由来するブロードな散乱ピークが観測された。この結果から、Chiは高分子であるため塩添加による直接的な影響を受けにくく、粒子同士が緩やかに結合した凝集体を形成したものと考えられる。

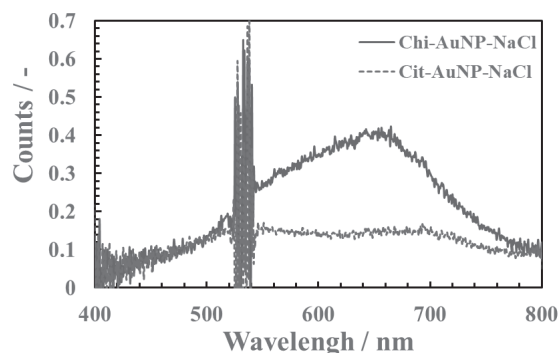


Fig. 1 NaCl 添加により凝集した Chi-AuNP と Cit-AuNP の散乱スペクトル

## ■ 参考文献

- [1] P. Manivasagan, S. Bharathiraja, N. Q. Bui, I. G. Lim, J. Oh, Paclitaxel-loaded chitosan oligosaccharide-stabilized gold nanoparticles as novel agents for drug delivery and photoacoustic imaging of cancer cells, *International Journal of Pharmaceutics*, **511** (2016) 367-379.
- [2] T. Itoh, Y. S. Yamamoto, Y. Ozaki, Plasmon-enhanced spectroscopy of absorption and spontaneous emissions explained using cavity quantum optics, *The Royal Society of Chemistry*, **46** (2017) 3904-3921

代表発表者 畠山 雄斗 (はたけやま ゆうと)  
所 属 宇都宮大学大学院地域創生科学研究科  
工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム  
問合せ先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2  
TEL: 028-689-6158  
E-mail: mc196626@cc.utsunomiya-u.ac.jp

■キーワード: (1) ナノ材料  
(2) プラズモン増強分光法  
(3) 生体高分子  
■共同研究者: 飯村 兼一 (宇都宮大学)  
加藤 紀弘 (宇都宮大学)  
奈須野 恵理 (宇都宮大学)  
斉藤 夕希也 (宇都宮大学)  
増淵 美祐 (宇都宮大学)  
伊藤 民武 (産業技術総合研究所)