



金属ナノ粒子表面およびその分子修飾表面の XAFS 分析

八木伸也¹ 小川智史² 塚田千恵³

1 名古屋大学 未来材料・システム研究所 2 名古屋大学大学院工学研究科

3 日本原子力研究開発機構

キーワード：Au ナノ粒子、液中プラズマ法、生体分子吸着、生体適合性、P K-edge NEXAFS

1. 測定実施日

2016年12月6日 BL6N1 (2シフト)
2017年1月17日 BL6N1 (1シフト)
2017年2月1日 BL6N1 (2シフト)
2017年2月9日 BL6N1 (2シフト)
2017年3月7日 BL6N1 (2シフト)
2017年3月16日 BL6N1 (2シフト)

2. 研究背景と目的

金属ナノ粒子は、これまで多くの研究者らにより種々の作製手法で作製されてきた。特に液相法による作製については、その作製作業が容易で、かつ大量な作製が可能であるため歴史的にも広く用いられてきた作製手法である。しかしながら、作製されたナノ粒子同士が凝集して肥大化もしくは反応場である表面積が減少することを防ぐために「分散剤」と呼ばれる高分子化合物を混合してナノ粒子の作製が実行されることが多い。それゆえ、作製時に混合した分散剤分子がナノ粒子表面を被毒し、本来のナノ粒子表面と任意の分子との吸着反応を明らかとする目的が達成されないケースが多く存在する。

本研究は、液中プラズマ法で作製された金ナノ粒子の生体適合性を明らかとするため、金ナノ粒子の存在する水環境下にフォスファチジルコリン (PC) を混合し、金ナノ粒子表面に吸着した PC 分子に関する知見を得ることを目的とする。液中プラズマ法による金ナノ粒子の作製では、金、H₂O そして電解質としての NaCl のみを出発材料としているため、清浄な表面が残存している可能性が高い。

3. 実験内容

Fig.1 に液中プラズマ法で作製している金ナノ粒子コロイド溶液の様子を撮影した画像を示す。金ナノ粒子はその表面に存在しているプラズモンの可視光吸収効果により画像のような赤色を呈する。このコロイド溶液中に PC 分子粉末を混合し溶解させる。しかしこの時、PC 分子が水に対して溶解度が大きくない点を考慮し、ボルトックスミキサを用いて PC 分子粉末の溶解を促した。

混合した試料溶液は、ポリエチレン窓 (バブルラップ: 緩衝材) を有する簡易溶液セル中に注入し He パスシステム中に設置した。NEXAFS 測定は、SDD を用いた蛍光収量法で行った。

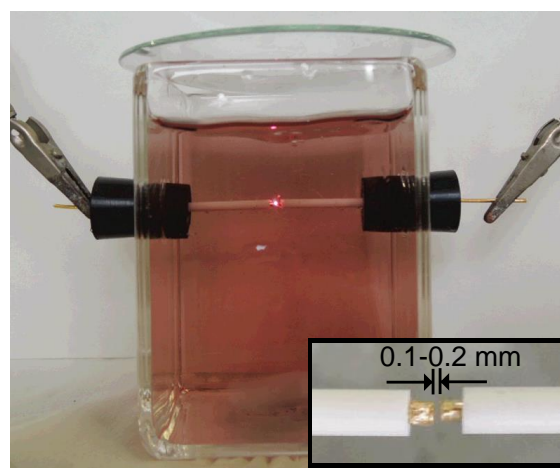


Fig. 1 液中プラズマ法による金ナノ粒子の作製風景

4. 結果と考察

Fig.2 に金ナノ粒子に吸着した PC 分子試料と PC 粉末試料(標準としての試料)に対する P K 吸収端

NEXAFS スペクトルを示す。標準として利用している試料(multilayer と記載)のスペクトルに見られるピークは、P 1s から PC 分子内の P=O 結合に関する π^* 非占有軌道への遷移に起因するピークである。一方、金ナノ粒子表面に吸着した PC 分子試料のスペクトルに見られるピークでは、先の遷移に起因したピークと同じ位置に、わずかではあるが「肩構造」が見て取れる。これは、金ナノ粒子表面に存在している電子が PC 分子の P=O 結合中の π^* 軌道へ注入されたことを意味していることがわかった。また、multilayer 試料ではスペクトルピークの高エネルギー側に非対称なピークの広がりが見られ、PC 分子吸着試料では、その同じエネルギー位置にはっきりとしたピークが存在している。これは、P 1s から P-O 結合の σ^* 非占有軌道への遷移に起因したピークであり、先の π^* へのピーク強度が減少したことにより明瞭に見えてきたことを指す。

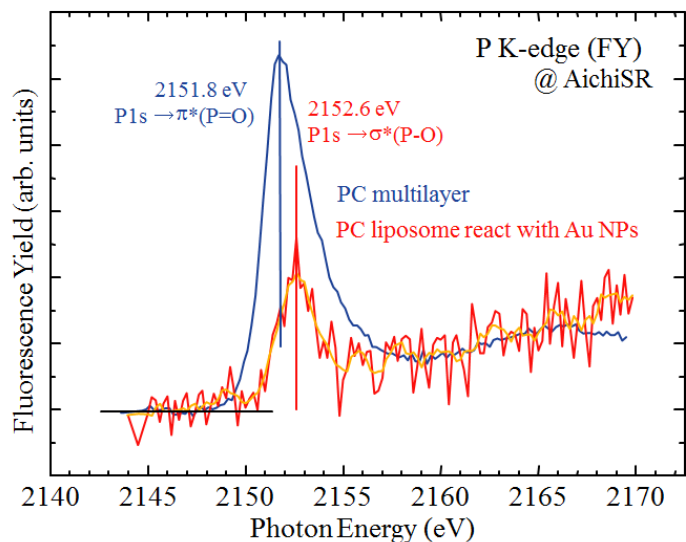


Fig. 2 金ナノ粒子に吸着した PC 分子試料と PC 粉末試料に対する P K 吸収端 NEXAFS スペクトル

本実験結果でもわかるように、PC 分子の吸着量が極めて微量であるがゆえに NEXAFS スペクトルが非常にノイジー (S/N 値が小さい) である。あいち SR の BL6N1 では InSb(111)分光結晶を用いた場合、かなりの光量であることは経験的に感じているが、その光をもってしてもこのスペクトルの S/N であるため今後は PC 分子の吸着濃度を増す工夫を実施したいと考えている。