



金ナノ粒子表面に吸着したシステイン分子の 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、システイン、生体適合性、S K-edge NEXAFS

1. 測定実施日

2016 年 8 月 31 日 BL6N1 (2 シフト)

2016 年 9 月 13 日 BL6N1 (2 シフト)

2016 年 9 月 21 日 BL6N1 (2 シフト)

2. 研究背景と目的

「金は人体には無害という知見は広く信じられているが、それは本当だろうか？」本研究課題は、一般的に信じられている、もしくは囁かれている事柄について敢えて科学のメスを入れたものである。

金属のバルク(塊)表面での反応は顕著ではない、しかしナノ粒子に対してはバルク表面では見られなかった反応が良く観察されている。本研究は、人体には無害といわれている金でさえも、「ナノ粒子化することで生体適合性がなくなってしまうことになるのでは？」という素朴な疑問に解を与えることを目指すものである。

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必須アミノ酸分子でもある L-システイン分子をを混合し、金ナノ粒子表面に吸着したシステイン分子に関する知見を得ることを目的とする。

3. 実験内容

まず始めに、金ナノ粒子コロイド溶液中に L-システイン分子を混合させるとどうなるかという、極めて少量の L-システイン粉末を加えてもコロイド溶液の色は Fig.1 に示すように、赤色から青紫色に変化する。さらには、その後に金ナノ粒子は凝集し沈殿する。

その沈殿反応途中の溶液試料と標準試料について S K 吸収端 NEXAFS 測定を He パスシステム中で SDD を用いて蛍光収量法によって実施した。

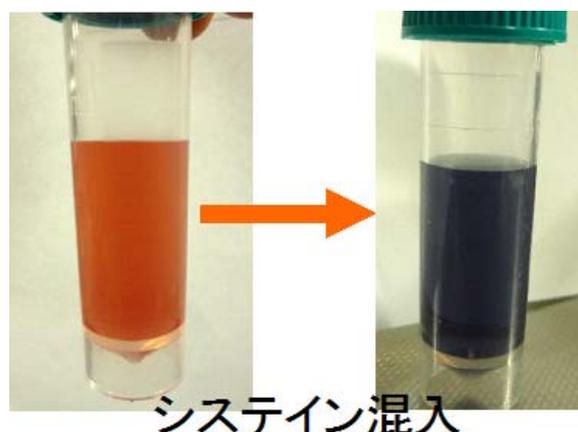


Fig. 1 金ナノ粒子コロイド溶液と L-システインの反応の様子

4. 結果と考察

Fig.2 に金ナノ粒子と反応した L-システイン (約 1 ヶ月後) と標準試料に対する S K 吸収端 NEXAFS スペクトルを示す。2472.5 eV に見られるピークは、S 1s からシステインもしくはシステイン中に存在する S-C 結合の σ^* 非占有軌道への遷移に起因したものである。良く見てみると金ナノ粒子コロイド溶液と L-システイン分子を混合後およそ 1 ヶ月経過した後の溶液に対して測定したスペクトル(濃い青色)の 2474 eV あたりには、わずかに膨らんだ構造がみられる。これは、L-システイン粉末やその水溶液試料の両方にもピークが観測され、分子内に存在する S-S 結合の σ^* 非占有軌道への遷移に起因したピーク

であると考えられる。これが正しければ、L-システイン分子中にはS-S結合が存在しておらず、金ナノ粒子表面にL-システイン分子が吸着したのちに「ジスルフィド結合：S-S」を持つ分子が合成されたと考えることが相応しいという結論に至った。

この推測が正しければ、L-システインという極めて水に対して溶解度の高い分子が金ナノ粒子表面と反応することで、非常に水に溶解しにくい分子であるシスチン分子が合成されたことになる。これは、生体内で水に難溶な分子が金属ナノ粒子表面で作製される可能性を示すものであり、金属ナノ粒子の中には生体適合性を示しにくい元素も存在しているということも考慮する必要があるという指摘となる。

5. 今後

本研究課題の結果は、意外な分子が金属ナノ粒子表面で合成される可能性を示唆していると考えられるため、今後は他の生体分子、例えば生体細胞を取り巻いている細胞膜の構成分子であるフォスファチジルコリン(PC)分子等のもより高い分子量をもつ分子についても吸着分子対象として研究課題を立ち上げる予定である。

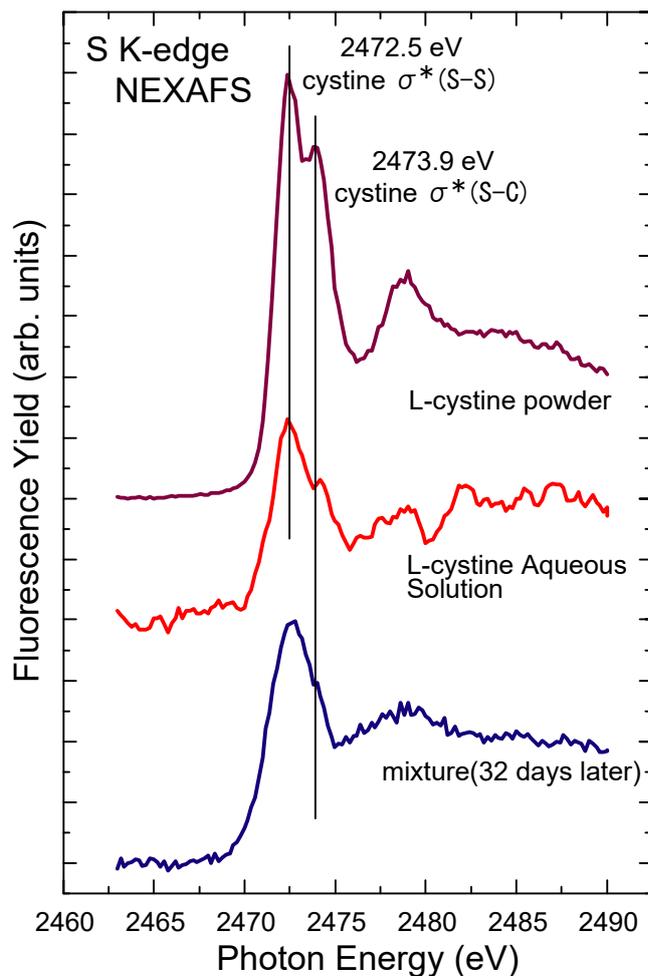


Fig. 2 金ナノ粒子と反応したL-システイン(約1ヵ月後)と標準試料に対するS K吸収端NEXAFSスペクトル