



放射光光化学反応の反応機構究明と機能性材料の創製と物性研究

櫻井 郁也¹

¹ 名古屋大学

キーワード：放射光光化学反応，リソグラフィ

1. 背景と研究目的

光励起化学反応は身近な現象で、物質が光を吸収した際に、その光のエネルギーによっておこる化学反応である。光合成の過程や半導体プロセスにおけるリソグラフィも光化学反応の一例である。光励起実験にエネルギー選択性がある放射光を用いる事で、電子軌道を選択的に励起しながら、様々な光化学反応を励起できる可能性がある。この特徴を生かし、これまであいち SR で、酢酸銅水溶液やチオ硫酸金ナトリウム水溶液などの溶液中で放射光光化学反応を励起し、貴金属ナノ粒子や酸化物マイクロ粒子などの合成実験を行ってきた。ナノ粒子は、医療応用やセンサー材料として注目されている材料である。例えば金ナノ粒子は、空隙にレーザーを照射すると電場増強効果が誘発され、単分子検出が可能な表面増強ラマン散乱 (Surface enhanced Raman Scattering: SERS) 活性を示す。実際に、あいち SR でも、溶液に放射光を照射する事で、特定の領域に SERS 活性構造を担持させ、新しい分子センシング基板として報告したこともある。このように、放射光を用いた実験は、液相での非平衡状態を容易に励起でき、様々な機能性ナノ粒子の生成や、異種材料を組み合わせたナノ・マイクロ粒子の合成が期待できる。

2. 実験内容

本実験では、液中での放射光光化学反応励起過程を明らかにするため、入射 X 線のエネルギーを変えながら粒子精製を行う照射実験を行った。照射試料は、市販の金水溶液に放射光光化学反応を促進するためのエタノールを添加し、照射用治具内に密封して準備した。照射は、室温・大気中で実施し、X 線照射中に溶液に浸漬したシリコン基板を X 線透視することで、どのように粒子生成が進展していくかをリアルタイムでモニターした。X 線照射後の治具から取り出した溶液は、ビームラインに持ち込んだ粒子径分布測定装置を用いて生成粒子の粒形測定を行った。粒子が固着したシリコン基板は、持ち帰り走査型電子顕微鏡 (SEM) やエネルギー分散型 X 線分析 (EDX) 等を用いて分析することで、生成粒子の形状や組成の評価した。

3. 結果および考察

X 線照射中の液体および粒子の分散状態を観察し、生成粒子の粒径測定、基板の固着した粒子の分析を行うための基本的な実験条件の決定と実験治具の整備を行った。X 線透過像を用いた溶液とシリコン基板のリアルタイムモニターでは、照射時間の経過とともに粒子生成が進行している様子が観察できた。生成粒子に関しては、粒径や生成速度に照射 X 線のエネルギー依存があることが確認できた。現在、水溶液に浸漬したシリコン基板に固着した粒子の SEM 観察や EDX 分析についても進めており、結果をまとめる予定である。

4. 参考文献

[1] S.Saegusa, I.Sakurai, I.Okada, Y.Utsumi, K.Yamada, M.Shima, A.Yamaguchi, M.Ishihara, and A.Yamaguchi, "The effect of pH on X-ray-radiolysis-induced synthesis of nickel nanoparticles on lithium niobate substrates," Materials Science & Engineering B 287, 116093 (2023).