



放射光励起光化学反応による液相からの粒子生成

山口明啓¹, 桜井郁也², 岡田育夫², 内海裕一¹

¹兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所, ²名古屋大学 シンクロトロン光研究センター

キーワード：液相反応, ナノ・マイクロ粒子, 3次元造形, LIGA

1. 背景と研究目的

光化学反応は、身近な化学反応であり、物質が光との相互作用を介して化学反応を起こす現象である。様々な光化学反応が知られており、研究開発が進んでいる。しかし、高エネルギー領域で液相中の反応はあまり研究例がない。最近、申請者らは、放射光を用いた液相反応実験に取り組み、液相中から様々な粒子生成が可能であることを報告した。¹⁻⁵ この反応系を用いれば、新しい3次元造形技術になることが期待できる。本申請では、放射光励起光化学反応に関する基礎的な知見を明らかにする研究開発を行う。特に、今回は溶液に添加する添加剤の効能や特性について調べる。

2. 実験内容

酢酸銅水溶液 $\text{Cu}(\text{COOCH}_3)_2$ 水溶液を準備し、第一級アルコールやアセトン等を添加した水溶液を準備する。ここでは、第一級アルコールの主鎖長をメタノールからデカノールまで変えたときの粒子生成に関する実験を行った。準備した水溶液にあいちシンクロトロン BL8S2 で、単色化していない放射光を5分間照射した後、水溶液中に浸漬した基板を取り出し、純水洗浄後、SEM 及び顕微ラマン分光測定を行って、生成した粒子サイズや組成分析を系統的に行った。

3. 結果および考察

Fig. 1(a)に典型的な例として、1-propanol を添加したときの粒子観察像を示す。この粒子は、CuO を主成分として、 Cu_2O 等の他の組成も一部混在している粒子であることが顕微ラマン分光測定及び SEM+EDX 測定で分かった。^{3,4} この粒子のブレードサイズ分布を画像解析から評価すると、Fig. 1(a)のようなサイズ分布が得られた。同様の評価を行い、生成した粒子の平均粒子サイズに対するアルコール主鎖長依存性を示したのが、Fig. 1(b)である。添加剤なし、アセトン、酢酸添加では、粒子生成は起きなかった。また、直鎖アルコールの主鎖長が4を超えると粒子生成が起きないことが分かった。⁵ つまり、1-propanol 以下のアルコール添加でのみ粒子生成が起きることが分かった。⁵ 以上の内容は、放射光によって発生する活性ラジカルのうち、金属イオンを酸化するラジカルをアルコールによって除去していることとアルコールの水への溶解度が関与していることを示唆していることが分かった。これらの研究成果から、液相中からの3次元造形技術への展開が、研究を継続して進めることが期待できる。

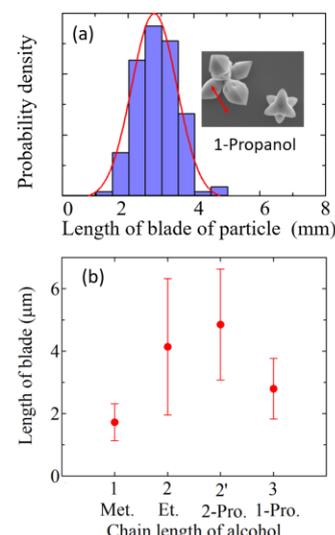


Fig. 1(a) 1-Propanol 添加で得られる粒子サイズ分布. (b) 平均粒子サイズのアアルコール直鎖長依存性.

4. 参考文献

- 1) A. Yamaguchi, T. Matsumoto, I. Okada, I. Sakurai, and Y. Utsumi, *Mater. Chem. Phys.* **160**, 205 (2015).
- 2) A. Yamaguchi, I. Okada, I. Sakurai, and Y. Utsumi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **55**, 055502 (2016).
- 3) A. Yamaguchi, I. Okada, I. Sakurai, T. Fukuoka, M. Ishihara and Y. Utsumi, *J. Nanomater.* ID8584304 (2016).
- 4) A. Yamaguchi, I. Okada, I. Sakurai, T. Fukuoka, M. Ishihara and Y. Utsumi, *J. Synchrotron Rad.* **24** 653 (2017).
- 5) A. Yamaguchi, Ikuo Okada, Ikuya Sakurai, Hirokazu Izumi, Mari Ishihara, Takao Fukuoka, Satoru Suzuki, Kelvin Elphick, Edward Jackson, Atsufumi Hirohata, and Yuichi Utsumi, *J. Synchrotron Rad.* in printing.(<https://doi.org/10.1107/S1600577519010543>).