

# 金属ナノ粒子の構造研究における SAXS と XAFS の相補性

西川恵子, 畠山義清  
千葉大学大学院融合科学研究科

様々な構造研究において、対象とする系についてどのような空間スケールの情報が得たいのかを認識しておくことが重要である。我々は、下記に紹介する新規の『裸の金属ナノ粒子(Naked metal nanoparticle)』を取り上げ、ナノ粒子の大きさ(メゾスケールの情報)とその内部構造(ミクロスケールの情報)を系統的に求めて、金属ナノ粒子の生成機構や粒径を決定する因子の抽出等の議論を進めている。前者の情報を得る実験手法が SAXS であり、後者が EXAFS である。この2つの方法は観測スケールの異なる相補的な実験手法であり、新規物質の構造研究に大きな役割を担っている。

まず、我々が扱っている新規ナノ粒子を紹介する。イオン液体は常温において液体状態で存在する有機塩であり、そのユニークな特性から様々な応用が期待されている物質である。その特性の一つとして、常温における極めて低い蒸気圧が挙げられる。これを利用して、イオン液体を捕獲媒体としたアルゴンスパッタ法により、金属、合金ナノ粒子・クラスターを調製する手法が報告されている<sup>[1, 2]</sup>。通常、チオールや界面活性剤等で保護しなければ金ナノ粒子は媒体中に安定に分散しない。本方法で調整した金ナノ粒子は、これらの保護剤無しにイオン液体中に分散する『裸の金ナノ粒子』である。我々はこの手法により調製される金ナノクラスターの構造が、イオン液体の構造、物性値、温度にどのように支配されるかの研究を、SAXS と EXAFS を併用して行ってきた<sup>[3, 4]</sup>。また、スパッタリングの条件が金ナノ粒子に及ぼす実験も調べている<sup>[5]</sup>。

図1に、代表的なイオン液体である 1-ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate ( $C_2mim^+/BF_4^-$ ) を捕獲媒体とし、その温度を様々に変えて調整した金ナノ粒子の粒径分布を示す(SAXS の測定結果)。また、図2には、イオン液体の種類を変え、様々な温度で調整したナノ粒子について、SAXS から得られた粒径を横軸に、内部構造情報として最近接 Au-Au 距離をプロットしたものを示す。図2中のシンボルはそれぞれ、異なるイオン液体を意味している。灰色の滑らかな線は、気相中に生成する孤立ナノ粒子の大きさと Au-Au 距離の関係を示している。イオン液体中のナノ粒子も、これと良い対応を示している。詳細は、研究会当日に発表する。

[1] T. Torimoto, K. Okazaki, T. Kiyama, K. Hirahara, N. Tanaka, S. Kuwabata, *Appl. Phys. Lett.* **2006**, *89*, 243117.

[2] K. Okazaki, T. Kiyama, K. Hirahara, N. Tanaka, S. Kuwabata, T. Torimoto, *Chem. Commun.* **2008**, 691.

[3] Y. Hatakeyama, M. Okamoto, T. Torimoto, S. Kuwabata, K. Nishikawa, *J. Phys. Chem. C*, **2009**, *113*, 3917.

[4] Y. Hatakeyama, S. Takahashi, K. Nishikawa, *J. Phys. Chem. C*, **2010**, *114*, 11098.

[5] Y. Hatakeyama, K. Onishi, K. Nishikawa, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, submitted.

図1

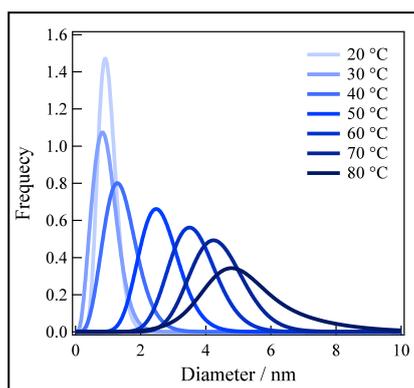


図2

