

## ナノ構造金属材料：金属ナノ粒子と乱雑系合金

数理物質系 物質工学域 谷本久典

金属材料も、サイズなどの構造単位が nm オーダーまで微細化すると従来のバルク結晶状態と異なる特性が発現する。ここでは、我々の研究室で進めている、サイズ微細化の例として六角板銀ナノ粒子を、原子配置が乱雑状態の非晶質合金や高エントロピー合金の研究について紹介したい。

### \*六角板銀ナノ粒子

サイズが 10nm オーダーの金属ナノ粒子では、可視光（電磁波）により自由電子の集団的運動が共鳴（局在表面プラズモン共鳴）励起され、特定のエネルギーの光を強く吸収する。さらに球ではなく板状や針状にすると、吸光ピークを可視光域でチューン可能、エッジで著しい電場増強が生じるなどの特色が生じる。我々はクエン酸銀水溶液に可視光照射することで六角板銀ナノ粒子が直接的に作製できることを発見した[1]。さらに照射光エネルギーで六角板の辺長を制御できることも見出した[2]。反応にはジアミン銀が重要な役割を果たしているようである[3]が、その形成過程の詳細については現在も研究中である。講演ではこれまでに分かっていること及び応用に向けた取り組みについて紹介したい。

### \*乱雑系合金の局所構造：高エントロピー合金と非晶質合金

実用されている金属材料の多くは、主とする金属に他元素を添加した合金である。ある種の合金では添加元素が 4 種類以上になるものもあるが、第 3 以降の添加元素量はほとんどで 1%以下である。2004 年に Cr,Mn,Fe,Co,Ni を等モル比で混合した高濃度合金が作製[3,4]され、高強度と高延性を兼ね備えた新しいタイプの合金として注目を浴びている。格子位置にランダムに 5 元素が配置している場合、配置のエントロピーを考えると 5 元等比混合ゆえ  $S_{conf} = -\sum_i^n x_i \ln x_i = \ln 5$  と大きな値となることから高エントロピー合金と呼ばれている。ここで、化学的だけでなく幾何学的にも原子配置が乱雑な非晶質合金では 20 面体のような局所構造の存在が考えられている。高エントロピー合金でも特定元素間での原子対形成などの短距離秩序の形成も指摘されており、その存在や物性に及ぼす影響について議論が起こっている。また、我々独自のパルス通電による電気抵抗変化から、高エントロピー合金や非晶質合金の短距離秩序形成について検証した結果について紹介する。

### 参考文献

1. Tanimoto et al., J. Phys. Chem. C, 116 (2012) 15819–15825.
2. Tanimoto et al., J. Phys. Chem. C, 119 (2015) 19318–19325; Hashiguchi et al., Mater. Trans. 59 (2018) 648–655.
3. Cantor et. al., Mat. Sci. Eng. A, 375-377 (2004) 213-218.
4. Huang et al., Adv. Eng. Mater. 6 (2004) 74-78.
5. Tanimoto et al., J. Alloy Comp., 896 (2021) 163059.