

高アスペクト比を持つ双晶金ナノロッドの合成

武仲能子

(国研) 産業技術総合研究所 機能化学研究部門、JST さきがけ

棒状の金ナノ粒子である金ナノロッドは、単結晶、あるいは双晶のいずれかの構造を持つ。単結晶金ナノロッドは、端面、側面共に複数の結晶面が共存しているが、双晶金ナノロッドでは、端面に(111)面のみを持ち(Fig. 1a)、側面には(110)面もしくは(100)面を持つ[1]。そのため結晶面の違いによる分子の結合定数の差を利用して、端面と側面を修飾仕分けることが出来る。このように異方的に表面修飾された金ナノロッドは、基板との異方的な相互作用を利用して、基板上に配列させたり、基板上での運動を取り出せる可能性がある。そこで、マニピュレーションが容易な $1\ \mu\text{m}$ を超える双晶金ナノロッドを高収率に合成できる方法の開発が望まれていた。

双晶構造を持つ金ナノロッドは、Ag イオンを含む界面活性剤水溶液中で、クエン酸保護の結晶核を多段階成長させることによって得られる[2]。この方法で収率よく合成される金ナノロッドの長さは 500nm 程度であり、より長い金ナノロッド合成には、更なる多段階の手順やオーバーグロースが必要であった。一方、界面活性剤保護のシードを界面活性剤のゲル中で成長させると、 $1\ \mu\text{m}$ を超える金ナノロッドが 90% 以上の高収率で合成できることが知られていた[3]。そこで本研究では、クエン酸保護の結晶核を界面活性剤のゲル中で成長させることで、 $1\ \mu\text{m}$ を超える双晶金ナノロッドを高収率に簡便に合成することを目指した。

用いた界面活性剤はヘキサデシルトリメチルアンモニウムブロミド $0.1\ \text{M}$ とオクタデシルトリメチルアンモニウムブロミド $0.075\ \text{M}$ の混合界面活性剤水溶液で、Wet Chemical 法によって合成した[4]。その結果、一段階の反応のみで、 $1\ \mu\text{m}$ を超える高アスペクト比金ナノロッドを 60% 程度の比較的高い収率で合成することに成功した(Fig. 1b)。この金ナノロッドの端面の電子回折像を観察した結果、双晶であることが分かった。発表では、従来言われてきたナノロッドの伸長メカニズムと対照し、最も高収率に長い金ナノロッドが得られる条件を、主に成長溶液中の硝酸イオン濃度と結晶核数密度の観点から検討する。

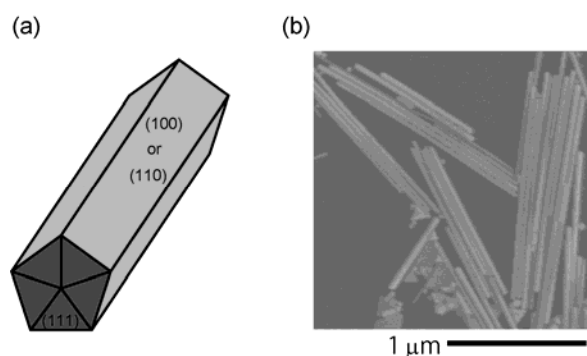


図 1(a) 双晶金ナノロッドの概念図。
(b) 合成した高アスペクト比双晶金ナノロッドの電子顕微鏡像。

[1] Johnson et al., J. Mater. Chem., 2002, 12, 1765–1770.

[2] Smith et al., Langmuir 2009, 25, 9518–9524.

[3] Takenaka and Kitahata, Chemical Physics Letters 2009, 467, 327–330.

[4] Takenaka, RSC Advance, 2015, 5, 34690-34695.