

# 添加剤誘導によるナノロッド自己組織化過程 における基板の動的ぬれ性の影響

SATテクノロジー・ショーケース2020

## ■ はじめに

形状やサイズが制御されたコロイド粒子を利用して秩序構造体を自己組織化により形成し、それらを機能性材料やデバイスに組み入れることは戦略的に重要であり、過去数十年にわたって広く研究されてきた。特に、棒状の形状を有するナノ粒子(ナノロッド)は、形状に由来する特異な機能・物性を示すことから、ユニークな構成要素として注目を集めている。数多く報告されている自己組織化法の中で、コロイド粒子溶液の滴下・溶媒乾燥による自己組織化法(ドロップキャスト法)は、低コストかつ簡便にコロイド粒子秩序構造体を作製する技術として特に興味深い。しかし、ナノロッド秩序構造体の構築には、溶媒乾燥条件の精密な制御が必要である。また、本手法は、コロイド粒子集合体がコーヒーリング状に集積する性質を有している。つまり、均一かつ三次元状に集積したナノロッド秩序構造体をドロップキャスト法によって作製するのは未だに困難である。

本研究では、1) 秩序構造体を形成するようにナノロッドを誘導する”添加剤”を用い、2) 基板の動的ぬれ性を制御することで、ナノロッド秩序構造体の均一かつ三次元集積を試みた(Scheme 1)。正電荷密度が制御された金ナノロッド水溶液に添加剤として二本鎖DNAを加えると、溶媒乾燥を経て、単層スメクチック金ナノロッドアレイが形成されることが知られている。基板の接触角ヒステシス(前進/後退接触角の差)を小さくすることで、その混合溶液の液滴を基板上でスムーズに動かすことができれば、コーヒーリング効果を抑制できると考えた。本発表では、二本鎖DNAと金ナノロッド混合溶液の乾燥を経て形成される金ナノロッド集合形態に及ぼす基板表面の濡れ性の影響について報告する。

## ■ 活動内容

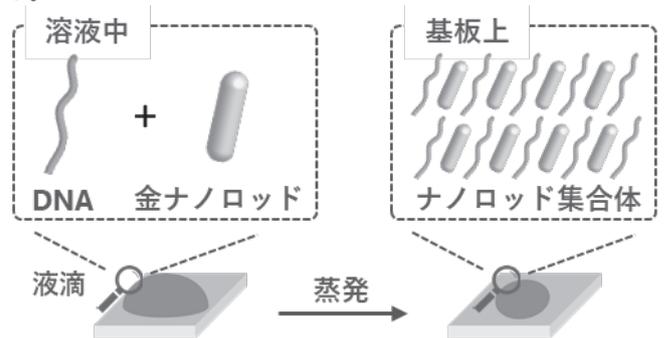
### 1. 実験方法

金ナノロッドはシード法と呼ばれる、金イオンの二段階還元反応によって合成した。金ナノロッドの正電荷量を調整するために、カチオンとアニオンの二種類のアルカンチオール分子を用いて金ナノロッドの表面を修飾した。この金ナノロッドと二本鎖DNAを混合し、基板に滴下し、乾燥させた。接触角ヒステシス(前進接触角と後退接触角の差)が小さく、水がぬれ広が

る(親水性)基板と水を弾く(疎水性)基板を用いた。対象実験として、接触角ヒステシスが大きく、親水的な基板と疎水的な基板を使用した。金ナノロッド集合体は、電界放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)によって観察した。

### 2. 実験結果

まず、対象実験として用いた疎水性基板上に形成された金ナノロッド集合形態を調べたところ、コーヒーリング状に金ナノロッド集合体が集積していることがわかった。形成したコーヒーリングを詳細に観察すると、ベルト状に連なった金ナノロッドが積層していることがわかった(Figure 1)。また、中心部に向かうにしたがって、積層量は減少することがわかった。接触角ヒステシスが小さい基板を用いたときに形成される金ナノロッドの集合形態については発表当日に報告する。



Scheme 1. Double stranded DNA assisted gold nanorods on a substrate regulated with dynamic wettability

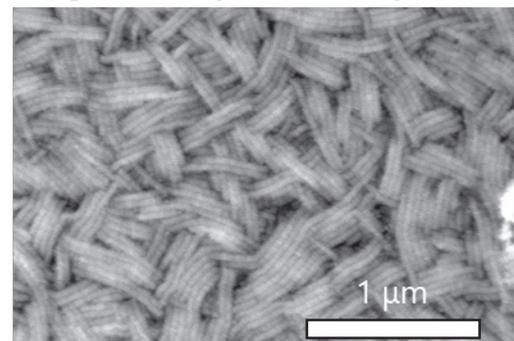


Figure 1. FE-SEM image of self-assembled gold nanorods on a hydrophobic substrate with a high contact angle hysteresis.

代表発表者 中村 聡 (なかむら さとし)  
 所属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
 構造材料研究部門 材料表面グループ  
 問合せ先 〒463-8560  
 愛知県名古屋守山区下志段味穴ヶ洞 2266-98  
 FAX : 052-736-7406  
 nakamura-satoshi@aist.go.jp

### ■キーワード:

(1) 自己組織化 (2) 金ナノロッド (3) 動的ぬれ性

### ■共同研究者:

穂積 篤 (ほづみ あつし)  
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
 構造材料研究部門 材料表面グループ  
 問合せ先 〒463-8560

愛知県名古屋守山区下志段味穴ヶ洞 2266-98  
 TEL : 052-736-72388 FAX : 052-736-7406  
 a.hozumi@aist.go.jp