



外部電場で誘起されるポリマー結合金ナノロッドの集合構造

日野 和之¹, 深川 記壮¹, 澤 瞭¹, 村井 崇章², 村瀬 晴紀², 福岡 修²

1 愛知教育大学, 2 あいち産業科学技術総合センター

キーワード：金ナノロッド, 外部電場, SAXS, スメクチック, テトラゴナル, 集合構造

1. 背景と研究目的

金ナノロッドに閉じ込められた自由電子の集団振動による共鳴励起は、ナノロッド表面付近に局在表面プラズモンと電場増強を生み出す。特にナノロッドの末端近傍において電場増強が著しく、その集合構造を制御できれば、さらなる電場増強が可能になる。そこで我々は、ポリスチレンチオールが結合した金ナノロッドに対して、外部電場の印加によりその集合構造および光学特性を制御することを目的としている。ナノロッドの集合構造の遷移を調べるために、小角 X 線散乱 (SAXS) 測定を検討している。

2. 実験内容

ポリマー結合金ナノロッド^[1,2]をトルエンに溶解した溶液を電場セル (電極間隔 600 μm , 溶液層厚み 300 μm) に加え、直流電圧を 0 V から 2400 V まで印加して、SAXS プロファイルの変化を観測した。そこで得られたデータをより詳しく解析するため、各電場強度で得られた SAXS プロファイルを 0 V で得られたそれで割り算することによって構造因子 $S(q)$ を得た。構造因子はナノロッド間に干渉が見られる場合に確認でき、その散乱パターンを解析することにより集合構造の特定が可能となる。

3. 結果および考察

Fig.1 に AR4 ポリマー結合金ナノロッドの SAXS プロファイルを示す。小角分解能は $q=0.025 \text{ nm}^{-1}$ であった。電場強度を増大させると 1000 V でブロードな散乱ピークが出現し、より電場強度を増大させることで 1600 V で顕著な散乱ピークを確認した。より詳しい解析のため、各電場強度の構造因子を取り出した (Fig.2)。1000 V の電場強度では $S(q)$ の値は 1 をとるが、それ以外の電場強度では集合構造の形成に起因する $S(q)$ の変化を確認した。複雑な構造因子であるため、散乱ピークが顕著である 6 つの散乱パラメータ q を $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$ と割り当てた。X 線構造解析から、1800 V 印加時に AR4 金ナノロッドはスメクチック集合構造および結合距離が異なった 2 分布のテトラゴナル集合構造を形成することを確認した ($q_1 : q_3 : q_6 = 1 : 2 : 3$, $q_2 : q_5 = q_3 : q_6 = 1 : \sqrt{2}$)。また、1800 V 印加時の q_1 の値は、1200 V 印加時の q_1 の値より広角側にシフトしていることから、大きい電場強度でナノロッドがより密な集合構造を形成することが分かった。

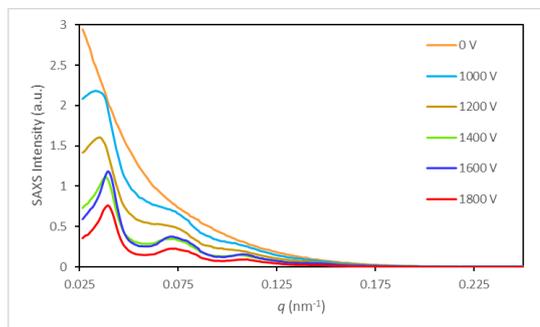


Fig.1 AR4 金ナノロッドの SAXS profile

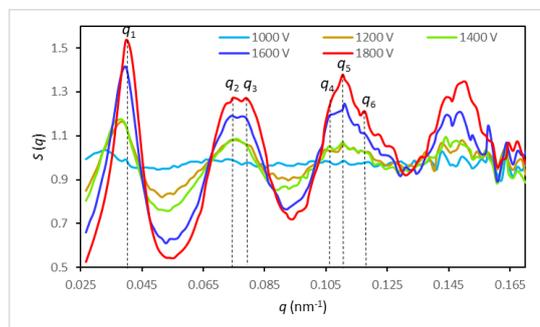


Fig.2 AR4 金ナノロッドの構造因子

4. 参考文献

1. X. Ye, C. Zheng, J. Chen, Y. Gao, C. B. Murray, *Nano Lett.* **13**, 765 (2013).
2. I-C. Yao, C.-W. Chang, H.-W. Ko, H. Li, T.-C. Lu, J.-T. Chen, *RSC Adv.*, **6**, 90786 (2016).