

近赤外光反射を実現する銀ナノ石畳構造におけるランダムネスの分析

Analysis of Randomness in Silver Nanoparticles for Near-Infrared Light Reflection

情通機構¹, 東大工², 富士フィルム³ ○成瀬 誠^{1,2}, 谷 武晴³, 安田英紀³, 堅 直也²,
大津元一², 納谷昌之³

NICT¹, Univ. Tokyo², Fuji Film Co. Ltd.³ ○Makoto Naruse^{1,2}, Takeharu Tani³, Hideki Yasuda³,
Naoya Tate², Motoichi Ohtsu², Masayuki Naya³

E-mail: naruse@nict.go.jp

銀の平板型ナノ粒子を石畳のように配列したナノ構造（銀ナノ石畳構造）を用いた遮熱フィルムが実現されている[1]。本構造は、太陽光エネルギーの過半を占める赤外光を遮断し冷房効果を高める等の省エネ性能とともに、可視光並びに携帯電話等の電波の透過性確保や大面積・大量生産に応える工業的生産性も考慮して実現された。従来、銀の平板型ナノ粒子と入射光のプラズモン共鳴を基礎として本構造の光学特性が説明されてきたが、実際には、共鳴波長においても著しい光の局在が見られる箇所と局在が弱い箇所が存在し（Fig. 1(a)）、非共鳴波長においても場所によっては局在が強い箇所が存在する。このような現象の理解と応用を目指して、銀ナノ石畳構造の寸法や配列のランダムネスの効果に着目した。構造中の電荷分布の偏りに基づいて、各ナノ粒子に誘起される実効的な双極子を求める（Fig. 1(b)）。双極子の大きさ（及び向き）にはばらつきが生じ特に赤外において顕著である（Fig. 1(c)）。一方、アンギュラスペクトル展開を用いた近接場光学の理論[2]を用いると、2 個の近接する双極子の大きさや向きにランダムネスが含まれている場合、その近接場では光が著しく局在する場合としない場合が存在することが分かる（Fig. 1(d)）。ランダムネスが含まれない場合にはこのような特徴は生じない（Fig. 1(e)）。このように、銀ナノ石畳構造における構造のランダムネスが光学特性に大きく寄与していることが示唆される。

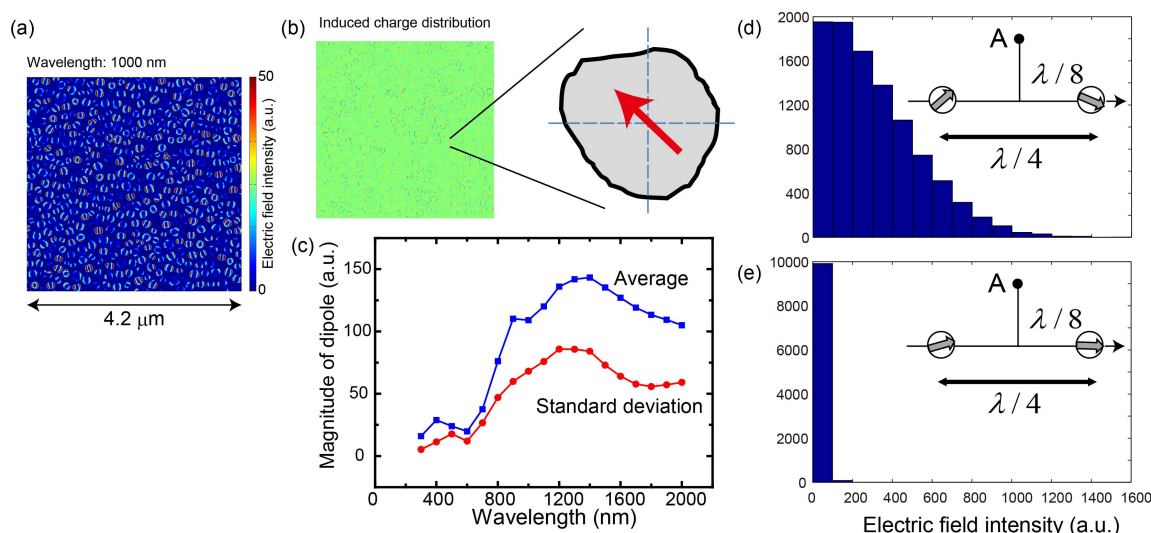


Fig. 1. Evaluation of randomness in disk-shaped silver nanoparticles for near-infrared reflective film.

[1] 清都尚治, 白田真也, 谷武晴, 納谷昌之, 鎌田晃, FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT **58-2013**, 52 (2013).

[2] M. Naruse, T. Inoue, and H. Hori, Jpn. J. Appl. Phys. **46**, 6095 (2007).