ナノ環境における揺らぎの下での光誘起ダイナミクスの理論と応用

Theory and Applications of Light-induced Dynamics under Fluctuations in Nano-Environment

大阪府大院理 [1]，大阪府大ナノ科学・材料セ [2]，阪大院基礎工 [3]
○飯田 琢也 [1]，床波 志保 [2]，伊都 将司 [3]
Grad. Sch. Sci. [1], & N2RC[2], Osaka Prefecture Univ.; Grad. Sch. Sci. Eng., Osaka Univ. [3]
°Takuya Iida[1], Shiho Tokonami[2], Syoji Ito[3]
E-mail: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

ナノ環境における「揺らぎ」は、従来のナノテクノロジーではナノ物質制御や電子系制御の大敵と考えられてきた。一方、自然界に目を向けると生体中のナノ構造はその時空間的対称性を変化させて「熱揺らぎ」の効果を巧みに利用して多様な機能を発現している。例えば、ミオシンなどの分子モーターは 1 次元ポテンシャルの空間的対称性を繰返し変化させ熱揺らぎの効果を巧みに物質輸送に利用しているとの報告がある[1]。また、光合成細菌は色素分子の円環状配列から成る 2 次元の光捕集アンテナを外部刺激としての太陽光と揺らぎの下で獲得し、非偏光の太陽光の高効率捕集を実現しているとの仮説もある[2]。さらに、細胞内の 3 次元的なバブル構造(ベシクル)は熱揺らぎで構造変化が可能な生体膜を表面に持ち、生体維持に必要な物質を蓄積・放出する機能を持つ[3]。我々はこれらの生体系が織り成す多彩な現象にならい、「揺らぎ」や「熱」を積極利用する逆転の発想に基づくナノ物質の光誘起ダイナミクスの理論研究と、そこで得た原理に基づく応用研究を推進し、「生体模倣ナノ光エンジニアリング」の創出を目指している[4-11]。

本講演では、特に揺らぎの効果が顕著な常温環境におけるナノ物質集団の光照射下での運動制御の理論を中心に、選択的光輸送や高密度集積化のための原理開拓、高密度の金属ナノ粒子集合体と生体物質の複合系の光学応答とバイオ応用に関する以下の３つのトピックに関して報告する。

〈A〉ナノ物質集団の光誘起ダイナミクスの理論と電子系の光応答制御への応用[4-7]
〈B〉高密度金属ナノ粒子集合系の光学応答理論開発と新規 DNA 検出法の原理開拓[8,9]
〈C〉光誘起バブルの制御原理開拓と微量タンパク質検出の原理開拓[10]

謝辞:上記成果の一部は科研費基盤研究(B)(No.26286029)、科研費挑戦的萌芽研究(No.26610089)および、科学技術振興機構 研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)の支援を受けた。

参考文献

[1] M. Iwaki, A. Iwane, T. Shimokawa, R. Cooke and T. Yanagida: Nat. Chem. Biol. **5**, 403 (2009).
[2] S. Bahatyrova, et al., Nature **430**, 1058 (2004).
[3] T. Harada, D. E. Discher, Nature **471**, 172 (2011).
[4] T. Iida, J. Phys. Chem. Lett., **3**, 332 (2012)
[5] M. Tamura, T. Iida, Nano Lett., **12**, 5337 (2012).
[6] S. Ito, T. Iida, S. Tokonami, et al., Sci. Rep. **3**, 3047 (2013).
[7] M. Tamura, S. Ito, S. Tokonami, T. Iida, Res. Chem. Intermed., **40**, 2303 (2014).
[8] S. Tokonami, T. Iida, et al., J. Phys. Chem. C, **117**, 15247 (2013).
[9] S. Tokonami, T. Iida, et al., J. Phys. Chem. C, **118**, 7235 (2014).
[10] Y. Nishimura, S. Tokonami, T. Iida, et al., J. Phys. Chem. C, **118**, 18799 (2014).
[11] T. Iida, S. Ito, S. Tokonami, C. Kojima, "Nano-optomechanics by tailored light fields under fluctuations", *Progress in Nanophotonics III, (Eds). M. Ohtsu, T. Yatsui* (Springer, 2015).

© 2015年 応用物理学会