

フェロセン-ポルフィリン-フラーレン連結分子による細胞膜電位の光制御

(富山県大院工・京大 iCeMS) 村上 達也

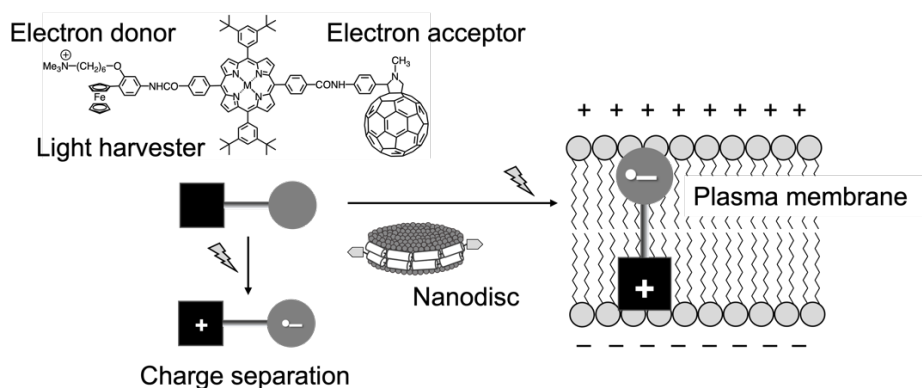
Photoregulation of the Membrane Potential of Living Cells with Ferrocene-Porphyrin-Fullerene-Linked Molecules (*Graduate School of Engineering, Toyama Prefectural University, Institute for Integrated Cell-Material Sciences, Kyoto University*) ○Tatsuya Murakami

In living animal cells, there are a slight excess of cation and anion in the vicinity of the outer and inner surface of the cell membrane, respectively. Such a charge difference produces a membrane potential (V_m) across the plasma membrane. Neurotransmission is triggered by change in V_m . Ferrocene-porphyrin-fullerene-linked molecules are capable of generating an intramolecular long-lived charge-separated state under visible light irradiation, which can be regarded as a “nano-electric field”. We found that this state can be a novel tool to photocontrol V_m in neuronal cells.

Keywords : Photo-induced Charge Separation; Membrane Potential; Fullerene; Porphyrin; lipid nanoparticles

生きた動物細胞において、細胞膜の内外表層にはそれぞれアニオンとカチオンがわずかに過剰に存在している。この電荷の偏りは細胞膜に負の膜電位(V_m)を生じさせる。神経伝達はこの V_m の変化を起点としている。その際上記の偏りが解消され、 V_m は増加する (脱分極)。フェロセン-ポルフィリン-フラーレン連結分子は、電子ドナー部位、光捕集部位、電子アクセプター部位が線上に並んだ分子であり、可視光照射下、長寿命電荷分離状態を分子内で生成する¹⁾。われわれはこの状態をナノ電場と捉え、神経細胞に作用させると、 V_m を光制御できるのではないかと考えた (下図)。

この分子を可溶化して細胞膜に輸送するため、細胞膜親和性脂質ナノ粒子 (ナノディスク) に搭載させた。この複合体を培養神経細胞に作用させ可視光照射すると、 V_m が増加し、脱分極が誘導されることがわかった²⁾。さらにこの光誘導脱分極は、可逆であることもわかった³⁾。



- 1) Modulating charge separation and charge recombination dynamics in porphyrin-fullerene linked dyads and triads: Marcus-normal versus inverted region. H. Imahori, K. Tamaki, D. M. Guldi, C. Luo, M. Fujitsuka, O. Ito, Y. Sakata, S. Fukuzumi, *J. Am. Chem. Soc.* **2001**, *123*, 2607.
- 2) Utilization of photoinduced charge-separated state of donor-acceptor-linked molecules for regulation of cell membrane potential and ion transport. T. Numata, T. Murakami, F. Kawashima, N. Morone, J. E. Heuser, Y. Takano, K. Ohkubo, S. Fukuzumi, Y. Mori, H. Imahori, *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 6092.
- 3) Elucidation of the mechanisms for the underlying depolarization and reversibility by photoactive molecule, T. Numata, R. Fukuda, M. Hirano, K. Yamaguchi, K. Sato-Numata, H. Imahori, T. Murakami, *Cell. Physiol. Biochem.* **2020**, *54*, 899.