# 炭素系ナノ材料を混合した自立型脂質二分子膜の電気的特性

## Electrical Characteristics of Bilayer Lipid Membranes Mixed with Carbon-Based Nanomaterials

電通大†，東北大‡
佐藤 陸†，平田はるか†，守屋雅隆†，島田 宏†，但木大介‡，平野愛弓‡，水柿義直†

UEC Tokyo†, Tohoku Univ.‡
R. Sato†, H. Hirata†, M. Moriya†, H. Shimada†, D. Tadaki‡, A. Hirano-Iwata‡, Y. Mizugaki†

E-mail: sato@w8-7f.ee.uec.ac.jp, y.mizugaki@uec.ac.jp

### 1. はじめに

生物の構造において基本単位となるものは細胞であり，この細胞 1 つ 1 つは細胞膜によってそれぞれ仕切られている．細胞膜は，リン脂質によって構成される脂質二分子膜(BLM)が主であることが知られており，その膜は人工的にも形成可能であることから様々な分野で研究が行われている．BLM は内側が疎水性であることから内部に疎水性材料を組み込むことが可能であり，近年では金ナノ粒子やフラーレン誘導体である PCBM などを混合した BLM の光応答の観測が報告されている[1-3].

本研究では，先行研究で用いられた PCBM に加えて，疎水性の炭素系ナノ材料であるグラフェンや，疎水性修飾をした還元型酸化グラフェン(GO)を脂質二分子膜に混合して，インピーダンスの周波数特性や光応答特性を調査した.

### 2. 実験方法と結果

本研究では，中央部に微細加工された孔 (直径約 42 μm) を持つ Si チップ[4]を用い，単分子膜貼り合わせ法により各材料を混合した BLM をそれぞれ形成した．膜形成後，レーザー光照射時・非照射時での電気化学インピーダンス分光法(EIS)を用いた周波数特性の測定と，光応答電流の測定を行った.

Fig.1 に EIS によって得られた周波数特性と等価回路モデル[5]を用いたフィッティング結果を示す．フィッティングで得られた膜容量 $C_{BLM}$ は 18.1 pF であった．Fig.2 に緑色レーザー (波長 532 nm) を照射したときにグラフェン混合膜越しに流れた電流を示す．光照射の有無により定常状態の電流に差($I_{shift}$)が確認できた．Fig.3 には単位面積当たりの膜容量 $C_{BLM}/S_{ap}$ と，赤色レーザー (波長 660 nm) 照射時の各材料混合膜の $I_{shift}$ との関係を示す．大きな $I_{shift}$ が見られる PCBM 混合膜は $C_{BLM}/S_{ap}$ も大きい.

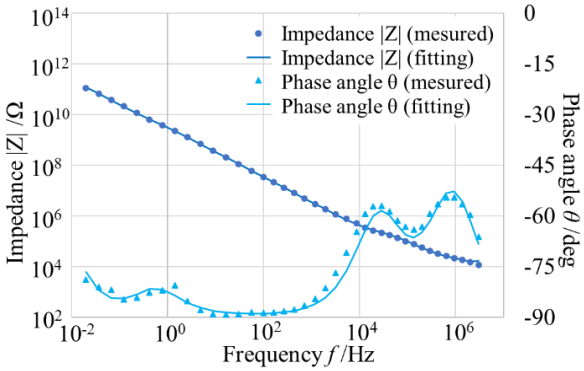


Fig. 1: Results of EIS measurements without light irradiation for a BLM mixed with GO.

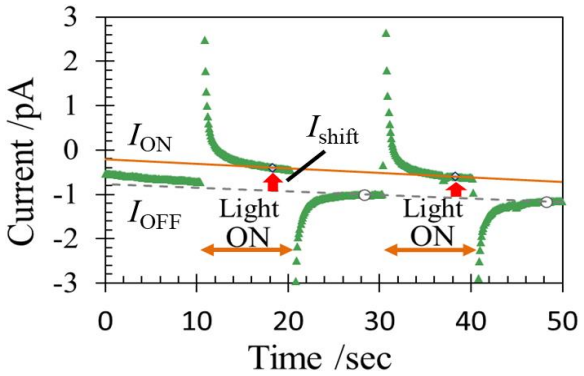


Fig. 2: Photocurrent through a graphene-embedded BLM under +100 mV bias voltage (Green laser, 532 nm).

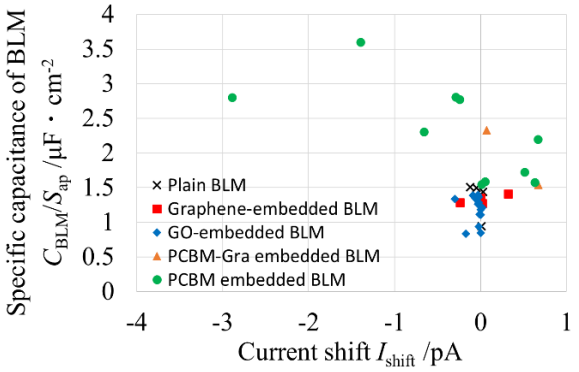


Fig. 3: Relationship between $I_{shift}$ and $C_{BLM}/S_{ap}$.

### 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 17K04979 と JP20H02201 の助成のもと行われた.

### 参考文献

[1]. P. Urban et al., Sci. Rep. **6**, 22686 (2016).
[2]. K. Kanomata et al., J. Electroanal. Chem. **832**, 1 (2019).
[3]. T. Ma et al., ACS Omega, **4**, 19 (2019).
[4]. D. Tadaki et al., Sci. Rep. **7**, 17736 (2017).
[5]. Y. Tomioka et al., Jpn. J. Appl. Phys. **59**, SIIK02 (2020).