

カーボンナノチューブを混合した自立型平面脂質二分子膜 で観測された交流インピーダンスの繰り返し増減

Large swings of AC impedance measured across free-standing bilayer lipid membranes mixed with carbon nanotubes.

電通大¹ 山形大² 東北大³ °(M2)高島匠吾¹, 富岡康貴¹, 守屋雅隆¹, 島田 宏¹, 廣瀬文彦², 平野愛弓³, 水村義直¹
UEC Tokyo¹, Yamagata Univ.², Tohoku Univ.³.

Shogo Takashima¹, Yasutaka Tomioka¹, Masataka Moriya¹, Hiroshi Shimada¹,
Fumihiko Hirose², Ayumi Hirano-Iwata³, Yoshinao Mizugaki¹
E-mail: takashima@w8-7f.ee.uec.ac.jp

1. はじめに

人工的に形成した脂質二分子膜に無機材料(例えば金ナノ粒子[1]や本研究で用いるカーボンナノチューブ(CNT)など)を混合したナノコンポジットの物性についての研究が広く行われている。我々は、脂質二分子膜を挟んで配置されたAg/AgCl 電極間の交流インピーダンス $|Z|$ の経時変化を測定したところ、CNT を混合した脂質二分子膜で見られる特有の現象を観測したので報告する。

2. 実験方法

Fig.1 に示すように、直径 $52\mu\text{m}$ の孔を有するSi/Si₃N₄チップ[2]の孔に単分子膜貼り合わせ法を用いて脂質二分子膜を形成した。この時、使用するリン脂質(DPhPC)に予め CNT(1.3nm 径)を混合しておくことで、CNT が混合した脂質二分子膜を形成した。形成後に、LCR メーターで 50mV_{rms} , 40Hz での交流インピーダンス $|Z|$ の経時変化を測定した。

3. 実験結果と考察

$|Z|$ の経時変化を測定した結果を Fig.2 に示す。測定結果は、(a),(b)のような2つのパターンに分類することができた。

(a)は、 $|Z|$ が減少した後に元に戻らない特性である。図では、ある時間($t=21\text{hour}$)が経過すると $|Z|$ が $3\sim 4$ 桁減少してそれ以降の $|Z|$ の値はほぼ一定であった。このような特性は、CNT を混合していない脂質二分子膜と CNT を混合した脂質二分子膜の一部で見られた。この $|Z|$ の値の変化は、脂質二分子膜が寿命を迎えたためだと考えられる。

(b)は、 $|Z|$ が減少した後に元の値に戻る(繰り返し増減する)特性である。図では、ある時間($t=41\text{hour}$)が経過したときに $|Z|$ が $3\sim 4$ 桁減少した後、再び $|Z|$ が元の値に戻った($t=43\text{hour}$)。さらに後の時間($t=55\sim 65\text{hour}$)でも、 $|Z|$ が繰り返し増減をしていた。このような特性は、CNT を混合した脂質二分子膜でのみ複数回観測された。よって、 $|Z|$ の繰り返し増減は、CNT と脂質二分子膜の相互作用によるものであると示唆される。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 17K04979 および JST-CREST JPMJCR14F3 の支援を受けたものです。

参考文献

- 1 N. Sakaguchi, et al. J. Phys. Chem. B, **121**, 4474-4481 (2017)
- 2 D. Tadaki et al., Sci.Rep,7,17736 (2017)

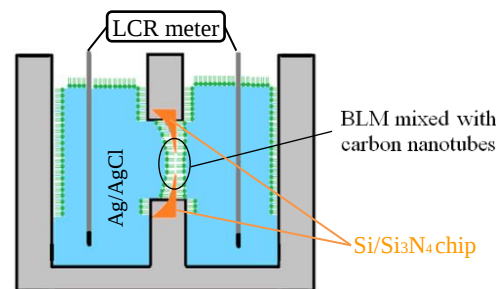


Fig. 1 Schematic illustration of our experimental setup for BLM mixed with carbon nanotubes formation.

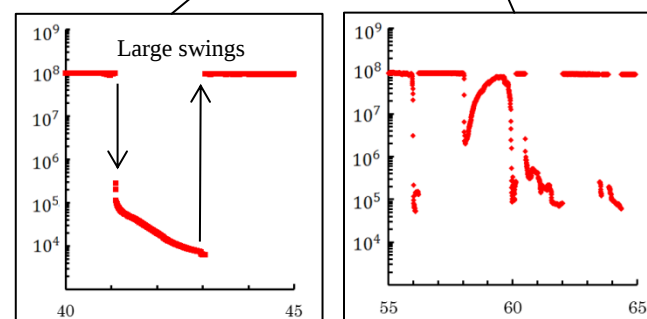
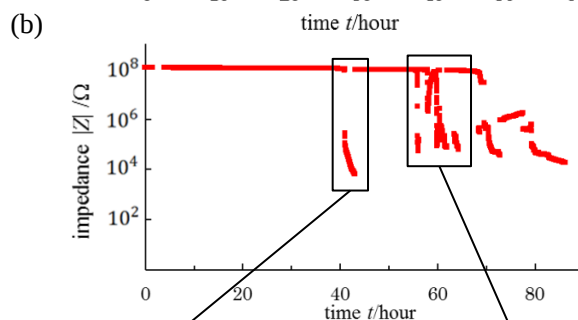
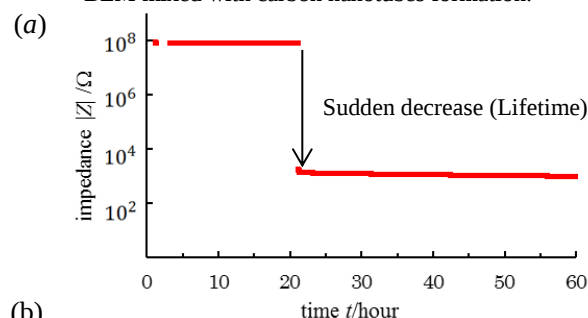


Fig. 2 Typical time evolution of AC impedance

- (a) Sudden one and only decrease suggesting the BLM lifespan.
- (b) Large swings observed only for BLMs mixed with carbon nanotubes.