

# 支持脂質二重膜への誘電体バリア放電処理による表面構造変化の観察

## Observation of structural changes by dielectric barrier discharge irradiation

湯佐 洸太<sup>1</sup>、須田 善行<sup>1</sup>、山下 龍舞<sup>1</sup>、滝川 浩史<sup>1</sup>、針谷 達<sup>1</sup>、手老 龍吾<sup>2,3</sup>

(1. 豊技大電気・電子情報、2 豊技大環境・生命、3. 豊技大 EIIRIS)

Kota Yusa<sup>1</sup>, Yoshiyuki Suda<sup>1</sup>, Ryuma Yamashita<sup>1</sup>, Hirofumi Takikawa<sup>1</sup>, Ryugo Tero<sup>2,3</sup>

(1. Dept. of Electrical and Electronic Information Eng., 2. Dept. of Environmental of Life Science, 3. EIIRIS, Toyohashi Univ. Technol.)

E-mail: kota.yusa@pes.ee.tut.ac.jp

http://arc.ee.tut.ac.jp/enedev/

### 1. はじめに

筆者らは誘電体バリア放電 (DBD) 処理した支持脂質二重膜 (SLB) の挙動を調査してきた。これまでに、Ar ガスを用いて DBD 処理した SLB にナノメートルサイズおよびマイクロメートルサイズの孔が空くことを明らかにした<sup>(1)(2)</sup>。また、プラズマ照射時間を調整することで、SLB に孔が形成される前の過程が存在することを示した<sup>(1)</sup>。その後、プラズマ電力の効率性から、He ガスを用い、先述の孔形成前の過程に注目し、SLB を DBD 処理した。そして、構成する脂質分子の拡散係数が照射後に低下する、という結果を報告した<sup>(3)(4)</sup>。今回は、SLB への He ガスを用いた DBD 処理による表面構造の変化を知るために、蛍光顕微鏡を用いて SLB に形成された孔の面積率の投入電力量依存性を調査した。

### 2. 実験条件

DBD 装置のギャップ長は 1.5 mm とし、装置全体をグローブボックスで囲い、ガス置換できるようにした。He ガスを流量 5 NL/min で 5 min 流し、周波数 15 kHz の高周波電圧を電極間に印加した。電圧電源は玉置電子製 TE-HFV 1530K-0400 を用いた。下部石英板に設けた深さ 2.0 mm のくぼみ中に、ベシクル融合法を用いて SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に SLB を作製した。脂質として DOPC (dioleoylphosphatidylcholine)、蛍光色素ラベル脂質として Rb-DOPE (rhodamine B-dioleoylphosphatidylethanolamine) を使用し、ベシクル懸濁液中の濃度は 0.1 mM DOPC/Rb-DOPE(1:2\*10<sup>-3</sup>) とした。SLB への DBD の投入電力量は V-Q リサージュ図を使用し、求めた。落射蛍光顕微鏡で処理前後の SLB を観察し、処理後の SLB に形成された孔の面積率は画像解析ソフト ImageJ を使用し求めた。

### 3. 実験結果

図 1 に DBD の投入電力量を変化させたときの SLB の蛍光顕微鏡像を示す。図 1 において、投入電力量(c)8.2 kW・s 時より極小密度の孔が観察され、(d)11.5 kW・s 時以降、孔の密度は大幅に増加した。図 2 に、プラズマ照射時間に対する孔の面積率を示す。図 2 に示すプロットは、各投入電力量で処理した SLB の蛍光像をそれぞれ無作為に 10 点以上選び、各画像における孔の面積率の平均値を示したものである。図 2 において投入電力量の増加に伴い、孔の面積率は増加し、8.2 kW・s 時における孔の面積率は  $\theta_{\text{pore}}=0.02\%$ 、20.9 kW・s 時には  $\theta_{\text{pore}}=2.3\%$  となった。このことから、SLB は DBD 照射によって、その拡散性に影響が現れた後に、孔形成へと進行することが明らかとなった。詳しくは当日

報告する。また、現在我々は DOPC-SLB にコレステロールを投入した 2 成分系への DBD 照射実験も行っている。この結果の詳細についても当日報告する。

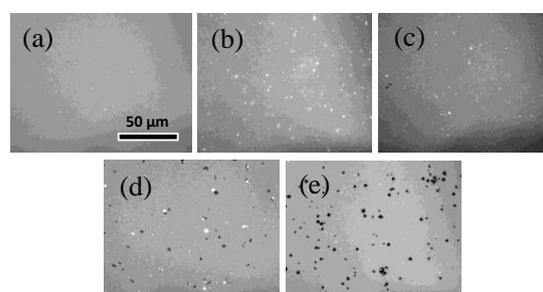


図 1 (a)プラズマ照射前、投入電力量(b)4.1 kW・s、(c) 8.2 kW・s、(d)11.5 kW・s、(e)20.9 kW・s で照射した後の DOPC-SLB の蛍光顕微鏡画像

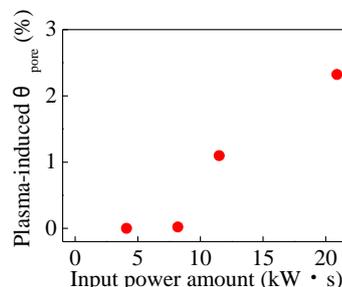


図 2 蛍光顕微鏡像より求めた孔の面積率  $\theta_{\text{pore}}$  の投入電力量依存性

### 謝辞

本研究の一部は、豊橋技術科学大学 EIIRIS プロジェクト、JSPS 科研費 24360108,25630110,15H00893 を受けて行なわれた。

### 文献

- (1) R. Tero, et al: Applied Physics Express, Vol. 7, 077001 (2014)
- (2) R. Kato, et al: 12th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures, 8PN-6, (2013.11.4-8)
- (3) Y. Suda, et al: Jpn. J. Appl. Phys., in press
- (4) 山下,他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会,13a-A28-10, (2015.3.11-14)
- (5) L. Cwiklik and P. Jungwirth, Chem. Phys. Lett., 486 99 (2010)