

プラズマを模擬した電気刺激に対する細胞応答 Cellular Responses to Plasma-simulated Electrical stimuli

張家興¹, 矢野憲一², 奥村賢直³, 佐藤岳彦¹
Chia-Hsing Chang, Ken-ichi Yano, Takamasa Okumura, Takehiko Sato

東北大・流体研¹, 熊本大・産業ナノマテリアル研², 九州大・システム情報科学研究院³
Tohoku Univ.¹, Kumamoto Univ.², Kyushu Univ.³

低温プラズマ (CAP) は、UV、荷電粒子、反応性化学種などを簡便に生成できるため、廃棄物処理、表面改質、バイオ医療応用などの幅広い分野で研究が進められている。特に、低温の反応性化学種を利用した、創傷治癒、止血、がん治療、滅菌などは、従来の手法では対応が難しい場合でも適用可能なケースが報告されるなど、革新的な手法として期待されている[1]。反応性化学種には、活性酸素や窒素酸化物が主として生成されるが、例えば、過酸化水素やOHラジカル、スーパーオキシドアニオンなどは細胞毒性があることが知られている。一方、細胞毒性はその化学種の濃度にも依存し、濃度が低い場合は、活性化など多様な応答を誘導することも報告されている。しかしながら、プラズマが生成する電気刺激の影響については、電気刺激の影響が化学刺激よりも格段に小さく、化学刺激と電気刺激を分けることが難しいため、十分に解明されていない。そこで、本研究では、化学刺激の影響を排除した電気刺激がどのような作用を細胞に及ぼすのかについて検証した[2-4]。

図1に実験装置を示す。細胞培養ディッシュにプラズマ発生時に現れるパルス状の放電電流を模擬したナノ秒パルス電流が通電できるようにした。細胞培養ディッシュはPBSを満たしたりザーバーから塩橋を介して通電できるようにした。これにより、24時間通電後の細胞培養液の温度やpHは概ね一定となり、電気分解により生成される化学種が細胞に影響を与えない条件を整えることを可能にした[2]。

図2に細胞内のアクチンフィラメントの形成の様子を示す。右図に示す12時間通電したときの細胞内のアクチンフィラメントは、左図のコントロールに比べ筋状に形成され、細胞が伸展している様子が観察された。また、細胞をミトコンドリア蛍光染色し、その蛍光面積の変化を

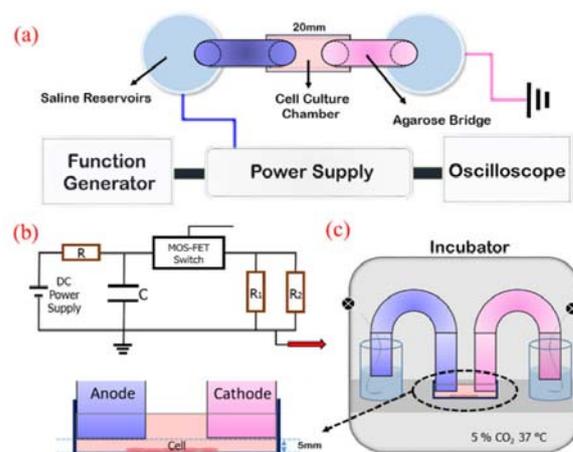


Fig. 1 (a) The top view of schematic illustration of stimulation system. (b) Power supply circuit. (c) Side view of the stimulation system inside the incubator. [2]

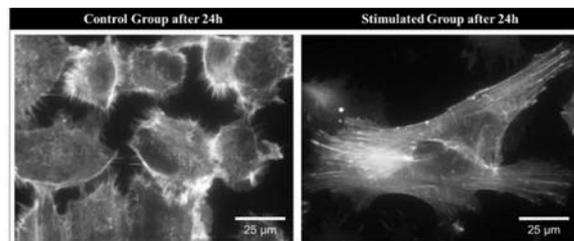


Fig. 2 Different forms of actin filaments between the control and stimulated group after 12h at $\times 63$ magnification. [2]

計測したところ、12時間後に1.2倍、24時間後に1.8倍程度に増大することが示された[2]。

本研究では、化学刺激を含まないナノ秒パルス電流による刺激により、細胞の伸展など形状が変化することが示された。

[1] S. Toyokuni, *et al.* (eds.), *Plasma Medica Science*, Academic Press (2018).

[2] C.H. Chang *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 52 (2019) 185402.

[3] C.H. Chang *et al.*, *Arch. Biochem. Biophys.*, 681 (2020) 108252.

[4] C. H. Chang *et al.*, *Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol.* 14 (2020) e03004.