

グラフェン自己組立て電極による三次元神経ネットワークの成熟評価

Self-folding graphene electrode array for revealing development of 3D neuronal network

NTT 物性基礎研, バイオメディカル情報科学研究センタ [○]酒井 洸児, 手島 哲彦*, 後藤 東一郎,
中島 寛, 山口 真澄

NTT Basic Research Laboratories, Bio-Medical Informatics Research Center

[○]Koji Sakai, Tetsuhiko Teshima, Toichiro Goto, Hiroshi Nakashima, Masumi Yamaguchi

E-mail: kouji.sakai.gk@hco.ntt.co.jp

【緒言】培養細胞を用いた神経組織の形成および計測の技術は、神経系の疾患や発生の理解に向けた制御性の高い実験モデルの構築に必須である。中枢神経系を模したモデルを構築する上では、1) 三次元構造、2) モジュール構造の2点が重要である。材料の変形能を利用して筒状の電極基板に培養組織を内包することで、三次元的な培養組織からの電気計測は可能になりつつある。^[1]しかし、独立した複数の三次元培養組織を内包する手法がないため複数のモジュール間の結合を評価した報告はなく、中枢神経系の特徴を再現する上で技術が十分でない。本研究では、電極自体を立体化し電極ごとに三次元神経組織を形成することで、上記2点を両立する手法を提案する。

【実験・考察】我々はこれまで、単層グラフェンとパリレン-Cの積層体が自己組織的に組み上がる現象を報告してきた。^[2,3]本研究では、上記の積層体上にさらに電極として単層グラフェンを転写し、64点の電極が独立に配線された基板を作製した。図1aに各電極の構成を示す。海馬神経細胞を電極上に播種し、電極-基板間の接着を支持する犠牲層を溶解することで電極ごとに三次元神経細胞塊を形成できた(図1a)。各電極から個々の神経細胞の自発活動を示すスパイクが記録された。64点の電極におけるスパイク時刻のプロットに示すように(図1b)、12日目には神経細胞塊同士が結合を形成し同期活動を示した。犠牲層を溶解しなかった条件(Unfolded)では、電極に細胞塊が生着せずシールが十分でない部位が生じたため(図1a 白矢印)、12日目には記録されていたスパイクが28日目には消失したが(図1b 下段)、電極により細胞を内包した条件(Folded)では電極表面を細胞塊が覆うことで70日目でもスパイクを計測できた(図1b 上段)。以上より、電極の自己組立てにより、三次元神経組織をモジュールとした回路網形成を長期的に評価できることを示した。

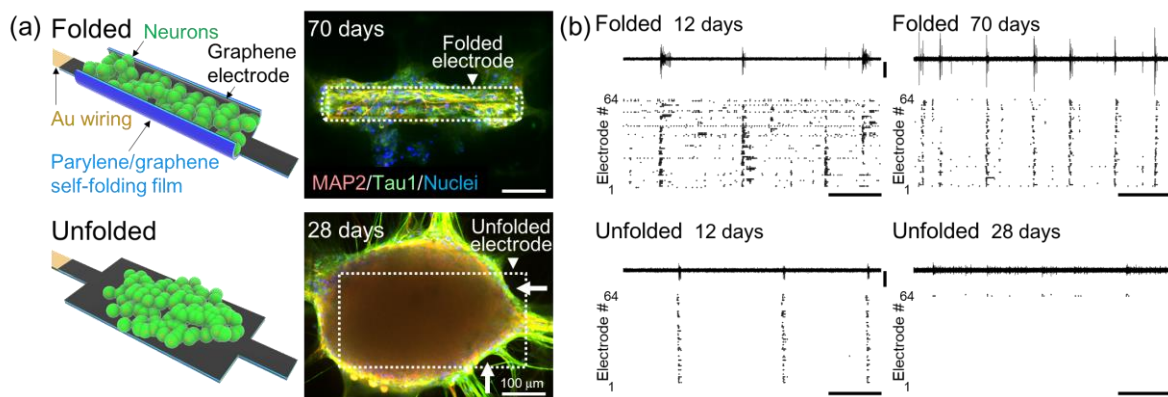


Fig.1 (a) Schematics and immunocytochemical images of neurons encapsulated within a folded electrode. (b) Extracellular potentials and plots of spike trains recorded from folded/unfolded electrodes. Scale bars: 50 μV, 10 s.

[1] A. Kalmykov *et al.*, *Sci. Adv.*, 2019, 5(8), eaax0729 [2] T. Teshima *et al.*, *Nano. Lett.*, 2019, 19(1), pp.461-470
[3] K. Sakai *et al.*, *Nanoscale*, 2019, 11(28), pp.13249-13259 *現所属: NTT リサーチ, ミュンヘン工科大