

筒状グラフェン電極による三次元神経回路網の長期評価

Tubular graphene-electrode array for long-term monitoring 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】脳に代表される神経系は、神経細胞を素子とした回路網を形成することで機能する。そのため、神経系の機能と細胞レベルの事象との関係を理解するためには、神経細胞の活動と細胞集団のダイナミクスの両方をメゾスコピックに評価する必要がある。上記の要求に対し、電極を平面に並べたアレイ基板に細胞を培養する手法が古くから用いられている。一方で、組織工学の分野においては、生体内環境を再現する目的で三次元形状に細胞集団を成形して培養する方法が盛んに開発されている^[1]。しかし、三次元形状をもつ細胞集団(細胞凝集塊)と平面の電極表面の接触を保つことが難しいという課題があった。そこで、本研究では、薄膜電極を自己組織的に曲げる手法を用いて、薄膜電極による細胞凝集塊の成形と活動計測を両立する手法を提案する。

【実験・考察】電極薄膜により細胞を内包する方法として、単層グラフェンをパリレン-C 薄膜に転写した際に起きる自己屈曲現象を適用した^[2, 3]。100 nm 厚のパリレン-C 薄膜の下部に 2 枚、上部に 1 枚の単層グラフェンを転写した場合に、基板からの剥離を誘導した薄膜は上方向に屈曲し、筒状構造体を形成した。そこで、上記の構成の薄膜を電極として用いた電極アレイを作製した(Fig. 1a)。ラット初代海馬神経細胞を播種した後に薄膜電極を屈曲することで細胞を内包し、筒状電極の内部空間に細胞凝集塊を形成した。屈曲を誘導しなかった平坦な電極においても電極上に細胞凝集塊が形成されたが、長期的に電極との接触を保つことが難しかった。結果として、平坦な電極と比べて屈曲した電極では神経活動を示すスパイクの数が 3 倍程度多いという結果が得られた(Fig. 1b)。また、屈曲した電極では培養 70 日目においてもスパイクを計測できたが、平坦な電極では 28 日目以降には計測が困難だった。以上より、本研究では、筒状電極による細胞内包化が、三次元形状をもつ細胞凝集塊により形成される神経回路網の長期評価に適することを示した。

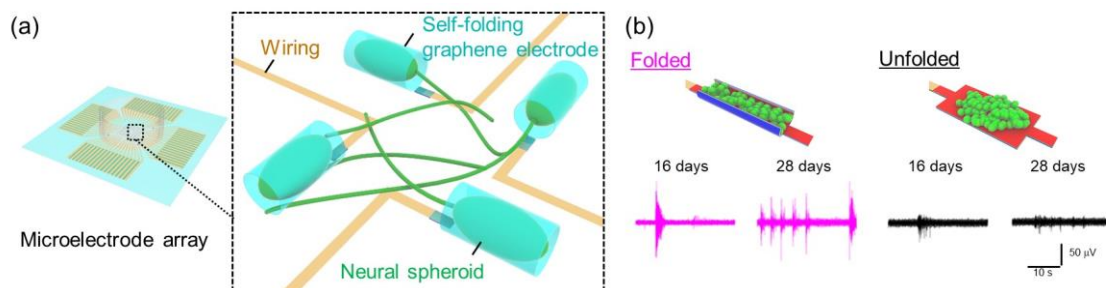


Fig.1 (a) Schematics of neuron encapsulation within a self-folding graphene-based electrode array. (b) Extracellular potentials of cultured neurons recorded by folded and unfolded electrodes.

- [1] M. Tang-Schomer *et al.*, *PNAS*, 2014, 111 (38), pp. 13811-13816 [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