

移動エントロピー解析による神経細胞間の結合特性評価

Evaluation of Connection Properties between Neurons by Transfer Entropy

NICT 未来 ICT 研¹, 阪公大院理² °箕嶋 渉¹, 瀬川 夕海², 宮崎 達夢²,

増井 恭子², 細川 千絵², 松田 厚志¹, 小林 昇平¹

NICT¹, Osaka Metropolitan Univ.², °Wataru Minoshima¹, Yumi Segawa², Tatsumu Miyazaki²,

Kyoko Masui², Chie Hosokawa², Atsushi Matsuda¹, Shouhei Kobayashi¹

E-mail: w.minoshima@nict.go.jp

【緒言】 脳では多数の神経細胞がシナプスを介して結合した神経回路網を形成しており、記憶や学習に代表される脳情報処理を行っている。神経回路網の情報処理機構を解明するためには、回路網を構成する細胞から活動電位の時系列データであるスパイク列を多点同時計測し、神経回路網の時空間ダイナミクスを示す特徴量を抽出することが重要である。これまでに微小電極アレイ (MEA) を用いたスパイク列の多点同時計測と解析により、細胞間でスパイクが伝達されることにより発生する時間的な同期性が神経回路網の時空間ダイナミクスにおいて重要であることが明らかにされてきた。しかしながら、従来の同期性解析では細胞間の空間的な信号伝搬に関する検証が不十分であり、MEA 計測では対象が電極周囲に存在する細胞由来のスパイクに限定され、単一細胞間の信号伝搬については議論できない。以上より、我々は MEA 計測に加えて蛍光カルシウムイメージングで計測したスパイク列に対し、情報科学で 2 系列間情報伝達の評価法として用いられる移動エントロピー解析 [1] を行い、細胞集団、および単一神経細胞間の結合特性を評価した。

【結果・考察】 8×8 のグリッド状に微小平面電極 (サイズ: 50×50 μm, 中心間隔: 450 μm) が配置された MEA 基板上に、ラット初代海馬神経細胞を培養し、培養 24、および 70 日目にそれぞれの電極で計測されたスパイク列のペアに対して移動エントロピーを算出した。結果として、培養日数の経過によって神経回路が成熟し、細胞間の結合強度が大きくなる傾向を示した (Fig. 1 (a)). また、細胞間の距離に伴って結合強度が弱くなることが示唆された (Fig. 1 (b)). 以上の結果より、移動エントロピー解析により細胞集団間の結合特性評価手法として適していることが示された。当日は、蛍光カルシウムイメージングにより単一細胞間の結合特性を評価した結果、細胞外からの刺激に誘発された応答から細胞間結合特性を評価した結果についても併せて議論する。

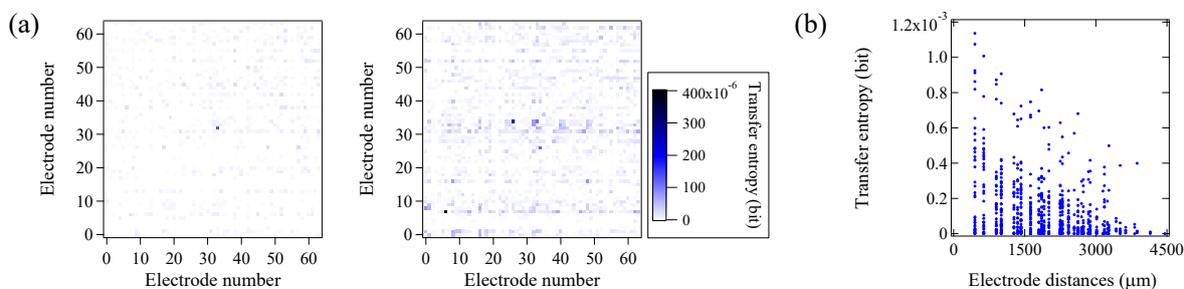


Fig.1 (a) 64×64 matrices of transfer entropy at 24 days *in vitro* (DIV) (left) and 70 DIV (right), respectively. (b) Scatter plots of transfer entropy against electrodes distances at 70 DIV.

[1] 箕嶋他, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z12-19 (2021).