

機械学習と1分子解析技術の融合

Integration of Single-Molecule Analysis Methods with Machine Learning

阪大産研 ○谷口 正輝, 鷲尾 隆, 川合 知二

ISIR-SANKEN, Osaka Univ., °Masateru Taniguchi, Takashi Washio, Tomoji Kawai

E-mail: taniguti@sanken.osaka-u.ac.jp

インフルエンザやジカ熱などのウイルス感染症、O-157 や結核菌などの細菌感染症の大流行を未然に防ぐ先制医療が注目され、低濃度のウイルス・細菌を高感度・高スループットで検出する技術開発が行われている。幾つかの検出法が研究開発されているが、ウイルス・細菌を1個単位で計測できるマイクロ・ナノポアデバイスは、低コストでポータブルな電流計測システムであるため、IoT を担うセンサーシステムとしても期待されている。

マイクロ・ナノポアデバイスは、シリコン基板に数マイクロ以下の貫通孔を持ち、貫通孔を流れるイオン電流変化により、ウイルスや細菌を検出・識別する。貫通孔の深さが、ウイルスや細菌の大きさ以上である時、最大電流値(I_p)と電流持続時間(t_d)で特徴付けられるイオン電流変化は検出物の体積情報を与えるが、同じ大きさのウイルス・細菌が多数存在するため、それらの識別が困難となる。一方、貫通孔の深さをウイルス・細菌の大きさ以下にすると、得られるイオン電流—時間波形は、検出物の体積、構造、および表面電荷の情報を含むことがマルチフィジックスシミュレーションから示されているため、これらの情報を複合的に用いる1つ1つの波形解析から同程度の大きさを持つウイルス・細菌の識別が可能になると期待される[1]。従来は、 I_p と t_d のヒストグラムから検出物を検出・識別する解析法が用いられてきたが、この方法では、同程度の大きさを持つウイルスと細菌の識別はできなかった。そこで、波形を特徴付けるパラメータ (特徴量) を抽出し、その特徴量による機械学習で解析を行うと、同程度の大きさを持つウイルスや細菌の高精度識別に成功した[2]。さらに、マイクロ・ナノポアを通過するウイルス・細菌の流動ダイナミクス of マルチフィジックスシミュレーションにより、高精度の識別精度を与える特徴の物理的解釈が可能になることを見出した[2]。

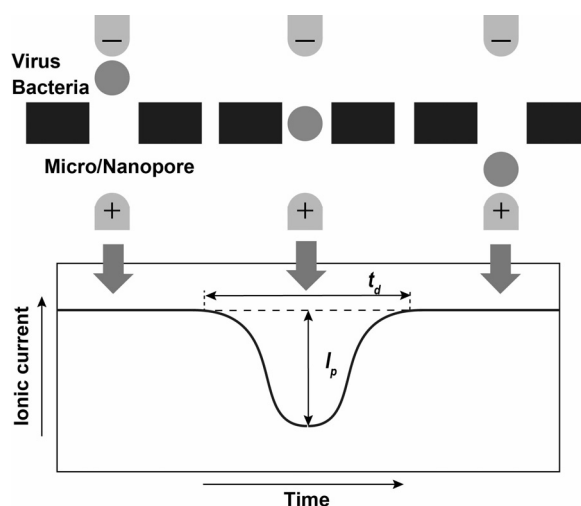


Fig. 1. Operating principle of micro/nanopore devices.

[1] M. Tsutsui, Y. He, K. Yokota, A. Arima, S. Hongo, M. Taniguchi, T. Washio, and T. Kawai, *ACS Nano*, 10 (2016) 803. [2] M. Tsutsui, T. Yoshida, K. Yokota, H. Yasaki, T. Yasui, A. Arima1, W. Tonomura1, K. Nagashima, T. Yanagida, N. Kaji, M. Taniguchi, T. Washio, Y. Baba, and T. Kawai, *Sci. Rep.* 7 (2017) 17371.