ナノポア計測による多項目ウイルス識別

Identifying multiple single viruses using nanopore sensors

阪大産研 [1]　○有馬 彰秀 [1]，筒井 真楠 [1]，殿村 渉 [1]，横田 一道 [1]，立松 健司 [1]，山﨑 智子 [1]，黒田 俊一 [1]，谷口 正輝 [1]，鷲尾 隆 [1]，川合 知二 [1]

ISIR, Osaka Univ. [1], °Akihide Arima[1], Makusu Tsutsui[1], Wataru Tonomura[1], Kazumichi Yokota[1], Kenji Tatematsu[1], Tomoko Yamazaki[1], Shun'ichi Kuroda[1], Masateru Taniguchi[1], Takashi Washio[1], Tomoji Kawai[1]

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

[はじめに] 呼吸器系のウイルス感染症は、一年を通して感染リスクがある一方で、症状が類似しており、さらに簡易検査におけるウイルス検出にはある程度のウイルス濃度が必要となる。そのため、感染初期の段階では感染しているにも関わらず、見逃されてしまうという問題がある。

この問題を解決できる技術の一つがナノスケールの細孔(ポア)を利用したセンサである。ナノポアセンサは、電気泳動条件下で、検体がポアを通過した際に生じる瞬間的なイオン電流変化に基づいており、検体の体積・形状・表面電荷に関する情報を獲得できる。しかしその一方、イオン電流シグナルの波高や波幅を活用した従来分析では、粒径が類似した検体間の識別が困難である。そこで今回、機械学習を応用し[1]、ナノポア計測で得られるイオン電流波形パターンから、ウイルス種を非修飾かつ 1 粒子レベルで識別することを試みたので報告する。

[実験方法] ウイルス検出には、微細加工技術により作製したポリイミド製膜ナノポア(直径 d_{pore} = 300 nm)を用いた。Ag/AgCl 電極を用いてポア間に電圧 V_b = 0.1 V を印加し、ポアを流れるイオン電流 I_{ion} を計測した。検体として、粒径の近い 5 種のウイルス(インフルエンザ(H1N1, B), RS, アデノ, コロナ)を対象とした(Fig. 1(a))。

[実験結果] 各ウイルスのイオン電流波形シグナルにおける、ピークの波高 I_p および波幅 t_d の散布図を Fig. 1(b)に示す。類似した体積情報を反映して、それぞれのヒストグラムには広い範囲において重なりが見られた。講演では、機械学習によるイオン電流波形パターンを利用した各ウイルスの判定精度について報告する。

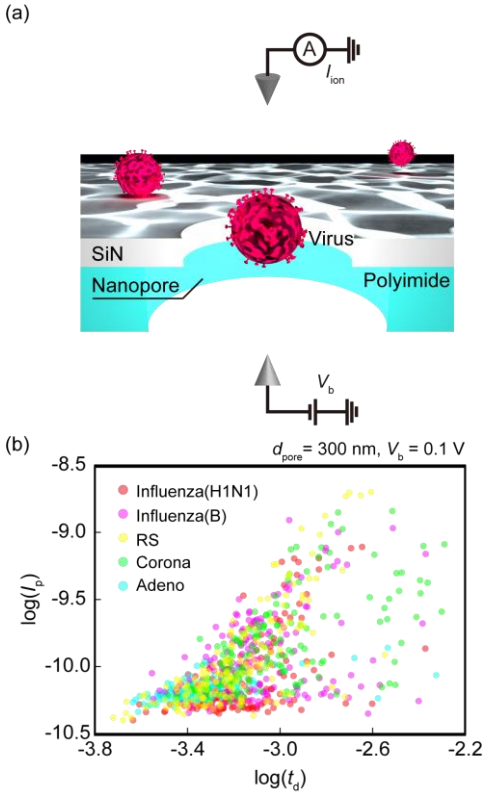

Fig. 1 (a) Schematic image of virus detections using a nanopore. (b) Scatter plots of I_p and t_d attributed to viral translocations.

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の一環として実施したものです。

[1] A. Arima et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **140**, 16834 (2018)