


感染症迅速検査プラットフォームの開発

産業科学研究所 バイオナノテクノロジー研究分野

教授 谷口 正輝


<https://researchmap.jp/read0076413>


研究の概要

AIナノポアを用いて、唾液を5分間計測することで、新型コロナウイルスを感度90%、特異度96%で検出できることを実証した。AIナノポアを用いた検査法は、新型コロナウイルスの変異型も高精度に識別することができる。AIナノポアは、ナノポアの直径と学習データを変更するだけで、新たな感染症の迅速検査法を開発できるプラットフォームである。

研究の背景と結果

抗原抗体反応やPCRを用いる方法が、ウイルスや細菌による感染症の検査法として使われている。抗原抗体反応による検査法は、簡便・迅速であるが、感度・特異度が低い。PCR検査法は、高い感度・特異度を持つが、前処理に熟練した手技が必要となり、時間がかかる場合が多い。誰でも使える簡便さと高い感度・特異度を合わせ持ち、高スループットかつ低コストな感染症検査法の迅速開発が、強く求められている。

ナノポアは、シリコン基板上に半導体技術で作製された貫通孔である(図1)。1個のウイルスや細菌がナノポアを通過するとき、ウイルスや細菌に特有な1つのイオン電流-時間波形が得られる。この波形は、ウイルスや細菌の体積・構造・表面電荷の情報を持つ。ヒトの目では区別が難しい波形も、AIは区別することができるため、ウイルスや細菌の種類が、1個単位で識別される。

AIとナノポアを融合したAIナノポアを用いて、培養したSARS-CoV、MERS-CoV、SARS-CoV、およびHCoV-229Eの高精度な識別に成功した。また、培養したインフルエンザウイルスA型とSARS-CoV-2の高精度な識別も実証した。患者から採取した唾液検体をろ過後、AIナノポアを用いて、PCR陽性検体とPCR陰性検体の学習とテストを行った(図2)。前処理は、ろ過のみであった。ろ過後の臨床検体は、陽性・陰性検体ともに、多くの夾雑物を含む。夾雑物に由来する波形の中から、ウイルスの波形を抽出する機械学習を開発し、実装した。感度・特異度は、計測時間の増加とともに向上し、5分間の計測で、感度90%、特異度96%を達成した。

開発したAIナノポアは、ナノポアモジュール、計測装置、AIから構成され、理化学機器として販売されている。現在、感染症検査の医療機器に向けた研究開発を行っている。

研究の意義と将来展望

20世紀から数年に1つの割合で、世界で新興感染症が生じている。今後も、この傾向が継続すると予測される。新たな感染症の発生に即座に対応できる検査プラットフォームが、感染症の拡大と経済損失を最小限に留める役割を担う。AIナノポアプラットフォームは、検査対象に応じて、ろ過による簡単な前処理とナノポアの直径を変え、学習データを変更するだけで、ウイルスから細菌まで検査することができる。

現在まで開発したAIナノポアプラットフォームを半導体技術により集積デバイスにすることで、スマートフォンで手軽に感染症検査できる未来が近づいている。1つのチップ上に複数のナノポアを持つ検査デバイスは、1回の計測で多種のウイルス・細菌検査を可能にする。ナノポア、AI、ITの融合システムは、世界のいつ、どこで、どんな感染症が生じているかを瞬時に知らせ、世界の安全・安心・健康な社会を見守る(図3)。

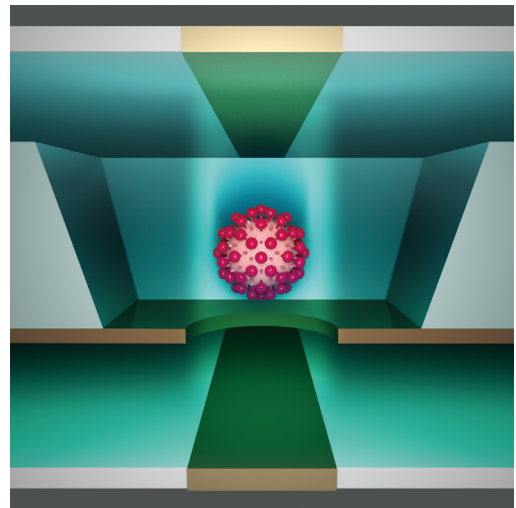


図1

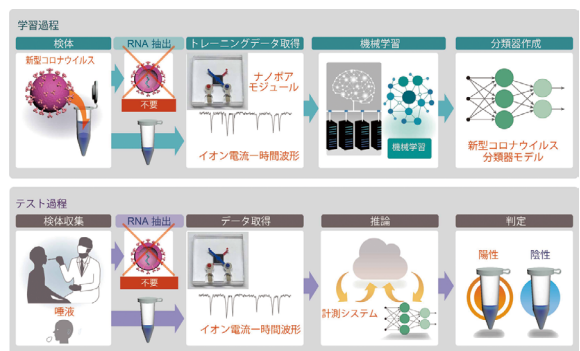


図2



図3

特許 特許第6971499号、第6985687号、第6807529号、第6638913号、第6762494号、第6719773号

論文 Taniguchi, Masateru et al. Combining machine learning and nanopore construction creates an artificial intelligence nanopore for coronavirus detection. Nat. Commun. 2021, 12, p. 3726. doi: 10.1038/s41467-021-24001-2

参考URL <http://www.bionano.sanken.osaka-u.ac.jp>

キーワード 感染症、迅速検査、ナノポア、AI