

安価な紙センサーと機械学習 数分以内のウイルス検知を目指して

みなみ つよし
南 豪

東京大学 生産技術研究所 准教授
[フランス側研究代表者: アンソニー・ジェノ 国立科学研究センター リサーチャー]

COVID-19の診断ではPCR検査が使われることが多い。しかし、感度は70パーセント程度に過ぎず、時間がかかる。また、スタッフには高い専門性が求められるため人手が足りず、検査機関の負担は大きい。南豪さんはこの問題を解決すべく、紙を基板とした安価なセンサーデバイス (Paper-based Sensor Device: PSD) を作製し、機械学習による画像処理アルゴリズムと組み合わせた新たなシステムを開発しようとしている。

これまで生体や環境中の化学物質を測定するセンサーの研究を続けてきた。血圧や脈拍を測定する物理センサーのように、化学センサーを健康管理に役立てたいと考える中でCOVID-19が問題になった。「人々がウイルスを恐れるのは目に見えないからです。唾液サンプルなどから簡単に精度良く検出できれば、社会不安を減らせます。ウイルスの有無を短時間で可視化できる化学センサーの出番だと考えました」とJ-RAPIDへの応募の経緯を振り返る。

研究パートナーであるフランス国立科学研究センターのアンソニー・ジェノ博士は、化学センサーによるウイルス検知にいち早く取り組んだ1人で、以前から協力関係にあった。フランス側が開発しているのは、ウイルスを検出すると光るビーズである。ビーズはウイルスRNAが選択的に結合するDNA片で覆われていて、結合の有無で光り方が変わる。この変化を顕微鏡や分光分析器で捉えることで、ウイルスを検知できる。RNAが結合しやすいようビーズ表面を調整したり、サンプルからのRNA抽出法を改良したりといった課題はあるが、研究は順調に進んでいる。



一方、南さんは開発中の光るビーズを配列させ、PSDのプロトタイプを作製した(図1)。紙基板なのでインクジェット印刷で簡単に作製でき、1枚のPSDでおよそ数十種類の検体を検査できる。現在は、オフィススキャナーで撮影したPSD画像のパターン解析や機械学習アルゴリズムの開発に取り

組んでいる。画像解析の精度が高まれば、顕微鏡や分光分析器を使わずに検査ができる。「最終的な目標はデジカメやスマートフォンで写真を撮って、誰もがその場で分析できる技術です。検査時間は数分を目指します」と抱負を語る。

用途に応じてビーズを変えればさまざまな化学物質を検出できるため、環境調査や食品分析、家庭での健康管理といった応用も視野に入れている。「安価な使い捨てPSDと画像解析を使ったシステムで、誰もがどこでも簡単に検査できるようになります。クラウドに画像データを集めて学習させれば、精度の向上も期待できます。このシステムを広く役立つ技術に育てたい」と、南さんは未来像を描く。

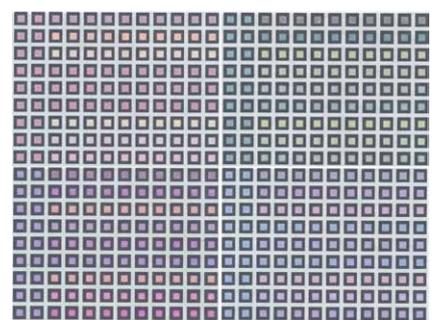
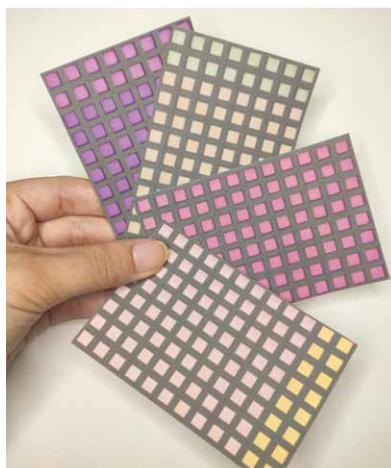


図1 開発中のPSD。小さな四角形のそれぞれにサンプルを載せ、数十種の検体を同時に扱える。センサーが検体と応答することで色が変化するため、センサーの種類と検体の組み合わせによりカラフルな色のパターンが得られる。



実験室が密にならないようスケジューリングを組んでいる。在宅が増えたため、それぞれが効率良く進める工夫をしているという。