

センサーネットワークによる COVID-19 対策技術の現状と展望に関する 調査研究

(一社) 科学技術と経済の会 調査研究部長 橋田 秀昭

【背景と目的】

新型コロナウイルス(COVID-19)は2019年末中国武漢市から発症したとされ、現在世界中に感染が拡大(パンデミック)している。これまで、人類史上何回かパンデミックが発生しており、今回は2012年のMERS以来とみられるが、次のような特徴があるとされている。

- ・通常のインフルエンザと比べて、感染率、死亡率とも若干高い。
- ・率は低いが肺炎を引き起こし、死に至らしめるケースがあると考えられていたが、最近の研究で、ヒトの免疫機能に障害や影響を与えるということが分かってきた。それにより、短期で死に至る、種々の身体能力に影響が出る、後遺症が残る、等が発生する事例が出ている。

本調査研究では、COVID-19の課題解決にも大いに資すると考えられるセンサーネットワークシステムの動向を調査し、技術の詳細を解析、適用事例を収集し、分類・整理を行う。これにより、現状、問題点および展望を得、利用者側での意識や対応状況を分析し、真に有用な技術の普及に資することを目的とした。

【調査研究の内容】

1. 国内での取り組み状況

国内での取り組み状況の調査として、センサーによるウイルス検出に関係する先端研究を行っている研究者に当会センサー&フュージョン研究会にて研究内容を講演形式で説明を受け情報を収集した。

(1) 圧電・磁歪効果を利用したウイルスセンサー

東北大学大学院環境科学研究科(工学部材料科学総合学科)の成田史生教授と英国マンチェスター大学 Constantinos Soutis 教授の研究グループは、圧電・磁歪材料を用いたウイルスセンサーについて研究を行っている。

圧電・磁歪材料は、自然界環境に広く存在する未利用の運動エネルギーから電気エネルギーを回収する環境発電機能を有し、モノのインターネット(IoT)社会に必須のセンサー駆動とデータ通信用の自立電源として機能が期待されている。この環境発電機能に加え、圧電・磁歪材料を適切な形状に加工し、その表面に塗布したウイルスの抗体にウイルスが付着すると電気特性が変化することを応用し、環境発電とウイルス検出のマルチファンクショナル化されたウイルスセンサーの研究が行われている。

(2) イスラエルのベンチャーとの連携によるにおいセンサーの開発

住友化学は、臭気検知デバイスを用いた新型コロナウイルス感染症の迅速診断センサー開発のため、新型コロナウイルス感染症の拡大抑止に向けて、鼻の呼気からウイルス感染を検知できる迅速診断センサーの開発に着手しているイスラエルのベンチャー企業ナノセント社と連携を行っている。このにおいセンサ

一は、コロナ探知犬をヒントに、ウイルスが人間の中に入ると反応して代謝物が生成され、においとして現れる生体反応に着目したものである。このにおいを検出する方法として、従来のガスクロマトグラフィ方式ではなく、哺乳類が嗅覚受容体でにおいを感じる仕組みと同じ原理で、においを構成している成分と強度をパターンニングし測定する方式である。

現在は約 85 パーセントの信頼性で、ウイルス検査・センシングができており、耐久性を上げることと、精度を探知犬並みの 90 パーセント程度にするための研究開発が行われている。

(3) 新型コロナの補完代替医療

金沢大学大学院医薬保健学総合研究科では、補完代替医療(現代西洋医学領域において、科学的未検証および臨床未応用の医学・医療体系の総称)について研究が行われており、COVID-19 重症化回避のための感染初期段階の療法に結び付く様々な研究を行っている。その研究は医学的見地、COVID-19 感染メカニズムに基づくものであり、その成果は今後のウイルスセンサーの開発に有益な情報を提供するものである。

2. COVID-19 の制御に資するセンサーネットワークシステムの動向

2020 年 7 月現在市場にある、100 以上の COVID-19 診断キットを調査した。さらに登場しつつあるセンシング技術についても取り上げた。その合理的な活用がパンニックゾーンウイルスの効率的な管理やコントロールのために重要である。そこで、パンニックゾーンウイルス、特に SARS-CoV-2、の異なった発現ステージでの診断キットの選択に関するガイドラインを議論した。発現の初期には偽陰性の低い(感度の高い)核酸ベースのキットを用いることが重要であり、発現後期には疑陽性率の低い(高特異性(high specificity)キットの利用が適切と考えられる。

COVID-19 パンデミックによるロックダウンから再開されるようなステージでは、感染から社会に戻る人々の安全のために特に高特異性を持った免疫測定ベースのキットが非常に重要になる。

ウイルス性パンデミックによる大量の攻撃に対しては社会全体にわたる大量の防御が必要であり、政府と民間双方に「現場検査キット(point-of-care testing (POCT) kits)」の研究開発を要望したい。将来にもパンニックゾーンウイルスを一般大衆が封じ込める大量の武器となるであろうと考える。

3. 関連する問題分析

調査の結果、COVID-19 の課題解決に資する様々なセンサーネットワークシステムが存在、開発中であることが判ったが、これらのシステムは COVID-19 に限らず感染症全般に対しても有効であり、その基本的な目的は感染元、感染経路、接触者の特定を行い、感染状況を詳細かつ正確に把握することにある。

しかしながら、感染状況を詳細・正確に把握することは、人々の行動を把握することであり、プライバシーの問題に直結している。現在、この感染状況を把握するためセンサーネットワークシステムが、今回の COVID-19 パンデミックを契機に感染追跡システムとして各国で稼働し始め、感染抑制を目的とした公衆の利益とプライバシー保護のバランスに対し、デジタル監視社会に対する懸念を中心に多くの問題提起がされている。

本調査研究では、この感染追跡システムにおける、公衆の利益とプライバシー保護について調査を行い、導

入されているシステムのプライバシー保護に対する技術およびガイドライン・法対応について纏めた。

公衆の利益とプライバシー保護のバランスに対する考え方、その国・地域の政治体制、適用される側の国民性により異なっており、プライバシー保護にウエイトを置いたシステムでは、感染者は自発的に感染・発症をシステムに登録し、システム利用者はその情報から自身が感染者と接触した可能性を知り、自身の健康管理と感染拡大予防の行動を促すものである。技術的にはアップル社とグーグル社が開発したスマートフォンのAPI(アプリケーションインターフェース)を使った、Bluetoothによる接触検出、接触情報の暗号化、端末側のみの記録の3つの対策を中心にプライバシー保護に最大限配慮したものである、一方、公衆の利益に重きを置いたシステムでは、スマートフォンのGPS位置情報、クレジットガード・デビットカード使用記録、市中の設置された監視カメラの情報を組合せ、人々の全ての行動を追跡するものである。

また、このようなシステムは COVID-19 の対策以外にも犯罪捜査、思想監視にも使用されているとの指摘もある。

センサーネットワークシステムは技術面では日々進歩し、ウイルス検知、感染状況把握(人々の行動追跡)などは実用レベルに近づきつつあるが、これを運用することへの人々の納得感をどう得ていくかが大きな課題である。

【実施体制】

本調査研究の推進にあたっては、コアとなる推進者並びに当一般社団法人内にある「技術経営会議」、「センサー&データフュージョン研究会」と事務局からなる委員会(プロジェクトチーム)を組織し、研究者・専門家を招聘し、ヒアリングするとともに、質疑応答・ワークショップを通じて調査研究を進めた。

【効果】

本調査研究成果報告書は当会会員や政官界への配布、ホームページ、当会月刊誌への掲載、関連学会への発表、政策関係者との意見交換等を通じて公表・展開を図る。本調査研究による効果として、以下の事項が挙げられる。

- (1) COVID-19 や類似の感染症への諸対策における身体センサーネットワークシステムの利活用について、事例を収集、整理できると共に、今後の可能性や問題点が示された。
- (2) 本研究調査の結果をベースとして、さらに新たな健康・医療・保健関連のセンサーネットワークシステムの開発状況とその実証実験の結果が示された。
- (3) COVID-19 対応センサーネットワークシステムに対する認識の高まり、実際現場への利用拡大が期待できる。
- (4) 関連するセキュリティ、個人情報保護、プライバシーに関する知見が得られ、人体を対象とするセンサーネットワークシステムの普及に資する。

以上