

COVID-19 診断とバイオセンサ

Diagnosis of COVID-19 and Biosensor

産総研 先端フォトンクス・バイオセンシング オープンイノベーションラボ¹

阪大 産業科学研究所²

○民谷栄一^{1,2}

AIST, Advanced Photonics and Biosensing Open Innovation Laboratory

Osaka Univ., Institute of Scientific and Industrial Research

COVID-19 診断には、原因となる SERS-CoV-2 ウイルスを構成する RNA 遺伝子やタンパク（スパイクタンパクや RNA 結合タンパクなど）だけでなく、発症のマーカーとなる CRP（炎症） D-dimer（血栓形成）サイトカイン（免疫暴走）なども知られており、こうした診断の指標となる分子マーカーを直接計測することが求められる。バイオセンサは、生体の有する優れた分子識別機能を活用し、これと電極、半導体、光検出素子などのトランスジューサから構成される分子計測装置である。分子認識機能を有するバイオ認識素子としては、酵素、抗体、DNA/RNA、レセプタタンパクなどの生体由来の生体分子から人工的に作成した脂質、糖鎖、分子インプリントポリマーなどの人工分子も用いられる。これらの分子は、特定の分子との結合や触媒反応を誘起することができ、これらを計測デバイスで捉えるが、目に見えない分子反応を電気信号に変換する意味合いでトランスジューサとも称される。また、細胞機能に関わる分子の計測には、細胞や組織自体をバイオセンサの分子認識素子として用いることも可能である。トランスジューサには、分子認識反応の形式によって選択される。酵素反応により酸化還元物質が生成されれば、これを電気化学反応として電極や FET を用いて捉えることができる。また、発色、蛍光、発光反応に着目して光検知素子が用いられる。磁性材料を用いたバイオセンサには磁気素子が、表面弾性波や原子間力プローブなどを用いて音波領域の変化に着目するバイオセンサも開発されている。バイオセンサから得られる信号には、センサとして必要な測定対象の濃度との相関性や感度や測定範囲を向上するための情報処理技術が用いられる。例えば、ニューラル情報処理、深層学習などの手法も取り入れられている。

本講演では、COVID-19 診断に利用されるバイオセンサの開発状況について示す。SARS-CoV-2 ウイルスの特異的な遺伝子診断には、PCR LAMP TRC TMA などの遺伝子増幅反応を用い、これを蛍光プローブとマッチングさせたリアルタイム計測法はすでに実用化され COVID-19 感染状況のデータを与えている。またウイルスのタンパクマーカーに着目した抗原検査センサーや体内の抗体量を調べるセンサーも開発されている。ワクチン接種に伴い、効果を調べる上でも重要な診断である。発症マーカーや重症マーカーについても明らかになってきており、これらを診断する上でもバイオセンサーが有効である。演者は、在宅で診断可能なバイオセンサ開発を進めており、これを用いて CRP, D-dimer などのバイオマーカーの計測を可能としている。また抗原や抗体を高感度に診断する POCT 免疫バイオセンサ開発についても紹介したい。