

## ●——金ナノ粒子への抗体の光化学固定化法とウイルス比色検出への応用

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) のパンデミックにより迅速かつ高精度の SARS-CoV-2 検出が求められている。同様のパンデミックを想定するならば、汎用性のある検出技術が望まれる。COVID-19 診断の標準的な方法は逆転写リアルタイム PCR によるウイルス RNA の検出である。この方法は比較的高価な装置や煩雑な操作、熟練が必要であるとされ、迅速で簡便な方法とは言い難い。一方、バイオセンシングによく使われるイムノクロマト法は感度が比較的低いとされる。

貴金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) を用いる比色検出法はそれらの代替候補になりうる。Ventura らは、SARS-CoV-2 抗体を金ナノ粒子に固定化し、SARS-CoV-2 の比色検出への応用を報告している<sup>1)</sup>。抗体の固定化には、同研究グループが開発した光化学固定化法が用いられた。この固定化法はすでに金基板や金ナノ粒子<sup>2)</sup>の機能化への適用が実証されている。

固定化には、SARS-CoV-2 の三つの表面タンパク質の抗体 (市販) が用いられた。抗体溶液に紫外光照射をして、活性化し、それを金ナノ粒子 (粒径 20 nm) の分散液に添加することで抗体が固定化された。抗体固定化金ナノ粒子の分散液と検体 (鼻咽頭ぬぐい液) とを混合した後に測定された消光スペクトルは、リアルタイム PCR の閾値 (Ct) が高い検体では変化がないのに対して、Ct が低い検体では LSPR ピークがレッドシフトした。このスペクトル変化は、ウイルス粒子への金ナノ粒子の結合による凝集体の形成に由来すると考えられ、シミュレーションにより検証された。ウイルスを模した誘電体球の表面に複数の金ナノ粒子を配置したモデルで計算したスペクトルが実験結果と対応することが示された。

PCR 検査済み検体を使って、この方法の性能評価が行われた。560 nm の消光度を使った場合に感度 96% と特異度 98% であった。また、receiver operating characteristic カーブの面積が 0.98 であったことから優れた性能が示された。この抗体固定化法が適用できるかぎり、さまざまな被検体に応用できると思われる。そうであれば、汎用性のある比色検出法となるかもしれない。

- 1) B. D. Ventura, M. Cennamo, A. Minopoli, R. Campanile, S. B. Censi, D. Terracciano, G. Portella, R. Velotta : *ACS Sens.*, **5**, 3043 (2020).
- 2) M. Iarossi, C. Schiattarella, I. Rea, L. De Stefano, R. Fittipaldi, A. Vecchione, R. Velotta, B. D. Ventura : *ACS Omega*, **3**, 3805 (2018).

[和歌山大学 門 晋平]

## ●——ハンドヘルド型分光器が拓く分析技術 —赤外線分光法による非破壊調査を例に—

ハンドヘルド (handheld) とは「片手で持てる」という英語であるが、「持ち運びしやすい小型の端末」の呼称にも用いられている。分光器の小型化とスマートフォンの普及で、分光測定とデータ解析はオンサイト (現場) で行えるようになった。しかも、分光学的測定ではサンプルを傷つけずに非破壊調査も可能だ。このような特性を活かし、ハンドヘルド型分光器は絵画や歴史的遺物などの文化財やトンネルや橋梁などの土木構造物、農産物の化学組成の測定に利用され始めている。とくに文化財の保存を考えると、サンプルは希少かつ歴史的資料のクリーニングおよび復元プロセスは依然として困難な作業である。たとえばプラスチックは光や熱を受け、その直後に酸化劣化の兆候を示すこともある。接着剤樹脂は加水分解が進行しているほど付着強度が低くなる。サンプルの適切な保管条件を迅速に決める必要がある。分析サンプル確保のために部材を分解して実験室へ持ち込んでいたこともあったが、ハンドヘルド型分光装置であれば固体、粉体、ペースト、液体を問わず、その場で材料分析が可能となる。さらに、異物の出現経路特定などにも応用できる。小型分光器の中でも全反射 (ATR) 法は物体との密接な接触を必要とする。形状が複雑なものや、壊れやすいまたは脆く劣化しやすいサンプルの調査にはあまり適していなかった。一方で拡散反射分光法は、接触を最小限に抑えて、または接触なしで測定を可能にし、ハンドヘルド型 FTIR の有効な代替手段となる。しかし、樹脂や結晶の測定では吸収帯の付近で屈折率が異常分散を起こし、赤外光の位相が変化するため、反射スペクトルに歪みが生じる。現在、ハンドヘルド型分光器を用いた塑性解析における赤外外部反射法および拡散反射法の適用において、取得された振動情報の確かさと実用性の両面が研究され始めている<sup>1)</sup>。Angelin らの研究により、得られた正反射スペクトルの解析で、反射光の波長ごとの位相変化を求められる Kramers-Kronig 変換を用いると、吸収スペクトルピークの歪みを補正できることが確認された。拡散反射法は形状が複雑なサンプルでも、歪みの少ない振動スペクトルを取得できることがわかった。赤外外部反射法および拡散反射法を同時に適用することで、摩耗した文化財でも物理的完全性を損なうことなく、プラスチックの構造や官能基の情報はもちろん、経年劣化に起因する変色や光酸化に関する有効な情報が得られることがわかった。

上記のような解析方法に関する研究が進み、誰もが気軽に扱える理化学機器として、産業や教育の現場で幅広く取り入れられることを期待したい。

- 1) E. M. Angelin, S. F. de Sá, I. Soares, M. E. Callapez, J. Ferreira, M. Melo, M. Bacci, M. Picollo : *Appl. Spectrosc.*, **75**, 818 (2021).

[北海道科学大学薬学部 三原義広]