

プラズモニクナノポアデバイスの創生

Plasmonic Nanopore Devices

九大先導研¹, JST さきがけ² °龍崎 奏^{1,2}

Kyushu Univ.¹, JST PRESTO², °Sou Ryuzaki

E-mail: ryuzaki@ms.ifoc.kyushu-u.ac.jp

近年の微細加工技術の発展に伴うナノテクノロジーの急速な進展は著しく、例えば窒化シリコン薄膜などに1分子サイズのポアを設け、電解質溶液中において1分子がその穴を通過した際に生じるイオン電流変化から1分子識別が可能であることが報告されている。これは、ポアを流れているイオン電流が通過分子によってブロッキングされるため、そのブロッキング電流の強度から通過分子の体積を求めることで識別を行っている。この技術はATGCの1塩基識別も原理上可能であるため、これを用いたDNAシーケンサの研究開発が世界中で盛んに行われている。これらの1分子識別技術は、高感度かつ簡便であるという点で優れたセンサー技術として認識されているが、体積のみによる識別では全ての分子を識別することは困難であるため、さらなる発展が望まれている。

分子識別技術としては分光法が古くから用いられ、近年、その感度は著しく改良されてきている。一般的に分光法では分子の組成情報がわかるため、識別能力としては体積による識別よりもはるかに優れている。その代表的な手法として、ラマン分光法と近接場光学を複合させた表面増強ラマン分光法(SERS)や、プローブ顕微鏡のチップを用いたチップ増強ラマン分光法(TERS)があげられる。特にTERSでは、1分子からの増強ラマン散乱光の検出が可能であり、実際に1分子識別が報告されている。しかしながら、TERSは測定環境が限定的であり、さらに計測技術としても複雑である。

これらの背景を踏まえ、近年、プラズモン共鳴を示すナノスケールのポアの中で1分子/1粒子SERSを行うプラズモニクナノポアデバイスが注目されている。この手法では、検体をポアに通過させるだけなので、TERSのような複雑なプロセスはなく、また体積による識別よりも識別能力が高い。しかしながら、検体からの散乱光強度が弱いため、ナノポアを通過する検体からの増強ラマン散乱光の検出に成功した例はない。そのため、検体から十分なラマン散乱光を得るためにプラズモン共鳴によって可能な限り散乱光を増強させることが課題である。さらに、散乱光の検出器(CCD)の時間分解能や感度の改良も重要な課題である。本研究ではこれらの課題に着目し、オリジナルのプラズモニクナノポア構造と高速CCDを開発することでプラズモニクナノポアデバイスの創生を目指している。発表では、各要素技術の詳細について述べる。