

鑑往知来

井上 康志
(大阪大学)

金ナノコロイドは古よりある表面プラズモンの身近な技術として利用されている。金の化学的安定性に起因する色褪せない顔料として、ステンドガラスによる窓の装飾や金赤ガラスを母材とするタンブラーや酒器を鮮やかな色調に彩り、また、近年では新型コロナウイルスやインフルエンザウイルスなどによる感染症を迅速簡易に判定する検査キットとして利用されているのはご存知の通りである。

1940年代から1950年代にかけての金属内での電子の集団的振動の理論構築と金属薄膜に高速電子を照射することによる電子の集団的振動励起により生じた電子エネルギー損失の吸収ピークの観察を経て、Ferrelによる励起された表面プラズマ振動からの光電場の放射の予測と銀薄膜から放出された紫外光の検出による実証へとつながる。その後、Otto, Kretschmannによる全反射を用いた光による表面プラズモン共鳴の直接励起法の提案・確立へと到達する。ここで一つの研究ピークに達し、1990年に表面プラズモン共鳴センサーとして製品化されて、抗原抗体反応など分子間相互作用を計測・評価する科学計測技術としては生化学などの分野で確固たる地位を築いている。共鳴効果を利用した高感度計測の実現がその要因といえるのであろう。50年前にFleischmannにより見いだされた表面増強ラマン散乱現象も、光電場の増強効果による高感度な分光分析法として、物理化学、分析化学をはじめとする幅広い研究分野で用いられている。Nieらは表面増強ラマン散乱による一分子検出という究極の高感度化が達成できることを先駆けて示し、私たちのグループは金属ナノ探針先端での電場増強効果によるナノラマン分光計測・イメージングを四半世紀前に実現した。ナノ探針で原子スケールの摂動を加えることで超高压下のラマンスペクトルを検出するなど、新たなナノ計測法も実証されている。その後も、ナノ科学、ナノテクノロジーの進展と歩調を合わせナノ構造体の精緻な作製技術確立によるメタマテリアルによる高度な光波制御など、フォトニクス技術分野の一角を成す息の長い研究領域といえよう。表面プラズモンのセンサーとして可能性はWoodのアノマリーの観測により示されていることから、120有余年の歴史である。

本特集号でも、プラズモニクス研究の新たな展開が気鋭の研究者により紹介されている、次世代を牽引するイノベーションが創起されることを切望して止まない。