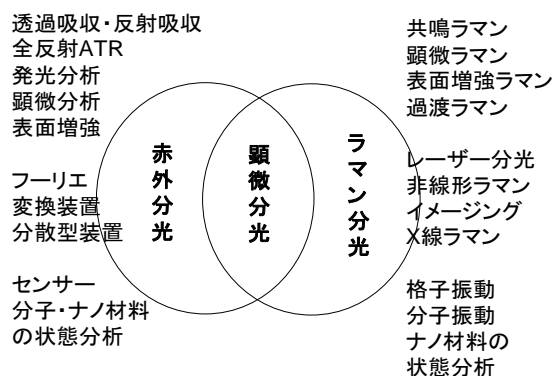


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	3. ナノ計測・分析
中項目	3-2. 分析
小項目	3-2-2. 赤外, ラマン分光

概要（200字以内）	
<p>赤外・ラマンなどの振動分光法は情報分解能が高く、ナノ材料の分析計測手段として信頼できる。これらの手法は原子・分子レベルの情報を豊富に与えてくれるものの、単一分子測定など超高感度分光としては今一步の感がある。このために、表面増強効果、近接場光、共焦点顕微鏡、チップ増強効果などを得る工夫がなされてきた。近年超短パルスレーザーが開発され、非線形分光、テラヘルツ分光などの新しい分光法が開拓されるに至っている。</p>	<p>赤外・ラマン分光法の特徴：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ナノ材料を構成している原子・分子間結合の強さが判明するので確かな材料評価が可能である。 2. 単1分子測定など高感度測定が可能になりつつある。 3. 超短パルスレーザーとの組み合わせた新しい振動分光法に変化しつつある。
現状と最前線	
<p>赤外・ラマンなどのいわゆる振動分光法は、気体、液体、固体あるいは結晶状態、無定形状態を問わず、分子構造、電子状態など化学結合に関する豊富な情報を提供してきた。ナノ分子、超微粒子、クラスター分子などの新材料に関する分析、計測法として最も信頼できる方法の一つである。赤外分光法は、試料の形態を問わず、光源の試料への影響もなく、in-situ 測定が容易である。また、装置が安価で普及しているので手軽に測定が可能である。外部反射、内部反射、拡散反射、顕微装置など豊富なアクセサリも市販されている。分子の振動状態を知るうえで、赤外分光法と相補的に用いられるラマン散乱法は、微量試料の測定に際しては、感度が問題になることが多く、限界があった。しかし、1974年に Surface Enhanced Raman Scattering (SERS)が見出されて以来状況は一変した。極めて微量な化学種を検出する有力なプラズモン共鳴分光として応用されている。近年各種レーザーが開発されてからは Sum Frequency Generation (SFG)などの非線形分光が脚光をあびるようになってきた。この方法は過渡吸収分光や高感度分光に大変威力を発揮している。</p>	

図は赤外分光・ラマン分光の一般的な測定手法、装置、測定例をそれぞれ示したものである。ナノ計測・ナノ材料分析としては顕微分析が最もよく利用されている。赤外分光はラマン分光より一般的には高感度であるので、ミクロンオーダーのサンプル部分からの赤外吸収を捉えることが可能である。一方近年、共焦点顕微鏡やチップ増強法、近接場分光など多様な方法によるラマン顕微分光法も開発されている。



赤外・ラマン分光法はナノ分子やナノ材料中の分子振動によるミクロな情報（構造、分子配向、化学結合の強さ、電子状態、格子・分子振動エネルギーなど原子分子レベルの情報）を豊富にあたえてくれるので分析手法としては非常に有力である。しかし、単分子計測、高感度センサーなど超高感度分光を行うためには、近接場、表面プラズモン分光など振動電場の増強効果を利用することが求められる。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

実験装置は現時点で完成の域に達しており、光源、検出器、分光器をはじめとして大きな課題は特にみあたらない。赤外装置はセンサーとしての利用上、分解能は犠牲になるとしてもコンパクト化が一層進むと考えられる。ラマン装置は高価であることが問題であり、普及型が開発されることが望ましい。

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

超短パルスレーザーの進歩により、非線形分光 (SFG) の測定がさらに容易に実現できること、テラヘルツ分光、X線ラマン、イメージング分光、近接場分光など、従来の古典的な赤外・ラマン分光の域を超えた新しい振動分光の時代が完成することを望みます。

キーワード

赤外・ラマン分光、振動分光、和周波分光、顕微分光、非線形分光

(執筆者：伊藤正時)