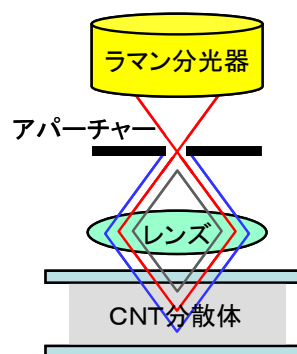


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

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

概要（200字以内）

ナノ材料を分析する手法として、表面増強ラマン分光とコンフォーカル・ラマン顕微鏡がある。単分子膜より少ない量の化合物の同定や、分解能1ミクロンでの特定化合物の3次元マッピングが可能である。また、共鳴ラマン分光はカーボンナノチューブの異性体構造や電子相互作用を分析する手段として非常に有効である。



現状と最前線

ラマン分光は、試料により吸収された光エネルギーが原子結合の振動などにより変調され、異なるエネルギーを持った光（すなわち入射光と異なる波長）となって散乱される現象に基づく。原子結合の振動に固有なエネルギー分だけ波長が変調されるので、化学種の同定や結合間の相互作用を分析できる。試料は、液体、固体、薄膜など様々な状態で測定可能であり、光を試料に照射して、散乱される光を分光するだけなので、非破壊的である。ナノ材料分析法としてのラマン分光には、測定手法として表面増強ラマン分光とコンフォーカル・ラマン顕微鏡、また、材料としてカーボンナノチューブの分析があげられる。

（1）測定手法

（1. 1）表面増強ラマン分光

ある光学条件を満たす金属表面とある種の化合物では、電場と振動吸収の増強が起こり、溶液中などの場合に比べて100万倍もの強度でラマン光が散乱される。結果的に、金属表面に吸着した単分子膜以下の量の分子を分析できる。問題としては、条件を満たす金属や化合物の種類が限定されていることがある。

（1. 2）コンフォーカル・ラマン顕微鏡

レーザー光を顕微鏡の対物レンズを通して試料に照射し、アパーチャーを集光系に組み合わせることで、レンズの焦点距離に位置する試料部分のみのラマン分光ができる。焦点を移動させることで、試料の3次元ラマンマッピングも可能である。現時点での厚さ方向の解像度がおよそ1ミクロンなので、もう1桁高くなると更なる応用が期待できる。

(2) ナノ材料

カーボンナノチューブ (CNT) には様々な異性体が存在するが、それぞれが固有の波長の光を吸収するので、入射レーザー光に共鳴した異性体のみがラマン分光に寄与する。多種の異性体が混在する試料から、特定の異性体構造や電子相互作用を分析できる。

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
 - コンフォーカル・ラマン顕微鏡の分解能の向上
 - 近赤外レーザーを用いたラマン分光
 - ラマンスペクトルデータベースの充実
 - 高スループット光学系によるS/Nの向上

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - STMなどの探針を備えた表面プローブ装置とラマン顕微鏡の組み合わせによるナノメータ分解能を持つラマン分光の実用化

キーワード

表面増強ラマン分光、コンフォーカル・ラマン顕微鏡、カーボンナノチューブ

(執筆者：佐野正人)