

〈総 説〉

和周波発生 (SFG) 分光法の基礎とその応用展開

Fundamentals of Sum Frequency Generation (SFG) Spectroscopy and Its Application for the Interface Analysis

宮前 孝行

Abstract

Sum-frequency generation (SFG) spectroscopy is well-known as the surface and/or interface selective vibrational spectroscopic technique. In this paper, we present the fundamentals and an application of SFG spectroscopy, especially for the analysis of the surfaces and interfaces of liquids and polymeric materials.

キーワード：和周波発生分光、表面・界面、高分子、接着

Keywords : sum-frequency generation spectroscopy, surface and interface, polymer, adhesion

1. はじめに

我々の身の回りに存在する物質、製品には全て「界面」が存在する。「界面」というのは、2つの物質が混じらずに接している境界面のことを指し、物質の一方が気体、または真空の場合、それを特に「表面」と呼ぶ。この「界面」が創り出す機能には、実に多種多彩なものがあり、我々は日々その恩恵を享受している。例えば、現在広く生活に密着した材料として使用されている高分子には、親水（疎水）、摩擦、帯電、接着特性、生体適合性、ガス透過性などの様々な機能が求められているが、この機能性の多くが表面・界面の性状に左右されるということは周知のとおりである。材料表面の研究は表面・界面については、接触角測定などの物理的評価法だけでなく、X線光電子分光 (XPS) や二

次イオン質量分析 (SIMS) などの表面分析法や、赤外反射吸収スペクトル (IRAS)、赤外全反射分光 (ATR-IR)、表面増強ラマン散乱などの表面敏感な振動分光により、原子、分子の構造とその物性について詳細な解析が行われるようになってきた。しかしながら、こうした表面分析手法の多くは超高真空や基板の導電性を必要とするなどの制約が多く、実際の高分子の表面や、接着や摩擦などの界面における諸問題を非破壊で分析する手法として赤外・可視和周波発生分光法 (Sum-Frequency Generation, SFG) への関心が急速に高まってきている。SFGは光第二次高調波発生 (SHG) と同様、二次の非線形光学効果を利用した分光法で、媒質が反転中心を持つときにはSFGは不活性となるが、異なる誘電率をもつ媒質同士の界面では、この対称性が崩れることを利用した振動分光法である¹⁻²⁾。SFGは光を使った分光法であるので、光が通過してくる媒質は入射する光に対して十分透明であれば基本的には系を選ばず、基板の導電性を必要とせず絶縁体表面の観察が可能である。また、気体/固体界面 (いわゆる固体表

2022年8月30日受付
MIYAMAE Takayuki
千葉大学大学院工学研究院 物質科学コース