

フーリエ分光法

光を利用して材料の化学構造や組成などを調べる方法として、赤外分光法や原子吸光分析法などがよく知られています。これらの方法は、ある特定の波長の光（あるいはそれらの組み合わせ）が化学構造や組成と対応していることに注目して、試料に光を照射し、透過あるいは反射した光のスペクトル強度を測定（分光）することにより分析が行われます。

分光する方法として、一般には回折格子による分散型分光法が用いられています。一方、これに代わり干渉計による光の干渉を利用して分光を行い、コンピュータによる信号処理により、高感度かつ短時間での測定が可能なフーリエ分光法が用いられるようになってきました。ここではこのフーリエ分光法の原理について簡単に紹介します。

フーリエ分光の干渉計としてよく用いられるのは図に示すようなマイケルソン干渉計です。光源から干渉計に入射した強度 I_0 の光は、ビームスプリッタ(BS)により、反射光 $R_0 I_0$ は移動鏡 M1 に向かい、透過光 $T_0 I_0$ は固定鏡 M2 の方向に分割されます。それぞれの光は反射された後、再び BS で透過、反射され、検出器のある出力側に強度 $I_{obs}=2R_0 T_0 I_0$ で取り出されます。

マイケルソン干渉計の移動鏡を動かすと、固定鏡との位相差 δ により、出力は

$$I_{obs} = 2R_0 T_0 I_0 (1 + \cos \delta)$$

となります。今、ビームスプリッタに吸収がなく、 $R_0 = T_0 = 0.5$ とすると、

$$I_{obs} = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos \delta)$$

がえられます。ここで単色光の波数 σ_0 を用いると、位相差 δ は光路差 x で置き換えられ、
 $\delta = 2 \pi \sigma_0 x$

が得られます。これを代入すると、

$$I_{obs} = \frac{1}{2} I_0 (1 + \cos 2\pi x \sigma_0)$$

と表現できます。

図に示すように光路の途中に試料を挿入すると出力は、

$$I_{obs}(x) = \int_{\sigma_1}^{\sigma_2} \frac{B(\sigma)}{2} (1 + \cos 2\pi x \sigma) d\sigma$$

と表されます。ここで $B(\sigma)$ は試料による吸収係数。ここには直流分、

$$I_{dc} = \int_{\sigma_1}^{\sigma_2} \frac{B(\sigma)}{2} d\sigma = \frac{1}{2} I_{obs}(0)$$

が含まれるので、干渉計出力から直流分を差し引いたもの

$$F(x) = I_{obs}(x) - \frac{1}{2} I_{obs}(0)$$

が干渉計からの出力です。さらに一般化して

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} B(\sigma) \cos(2\pi x \sigma) d\sigma$$

が得られます。これをフーリエ余弦変換すれば、試料のスペクトルが得られます。

フーリエ分光法の応用した分析方法としては、赤外分光分析法 (FT-IR) があり、分子の振動や結晶中の格子振動などの状態を観測して、物質を同定等に利用されています。FT-IR では分散型分光法に比べてスリットを広くできるため高感度の測定ができ、以下のような種々の測定に応用することができます。

(1) 光音響分光法 (PAS)

試料によって吸収されたエネルギーが試料内部で無放射遷移によって熱エネルギーに変化する過程を利用するため、前処理なしで非破壊で測定できます。

(2) 顕微測定

カセグレン鏡を使い試料に集光した赤外線照射して、微小部分の測定が可能です。

(3) 全反射吸収法 (ATR)

赤外域で吸収がなく屈折率が高い結晶を試料に密着させると、試料側にわずかにはみ出した光による吸収が測定できます。極めて表面の測定に用いられます。

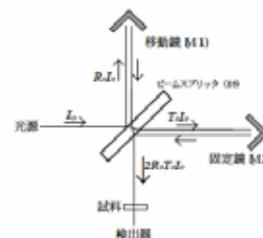


図 マイケルソン干渉計



工業技術部 材料技術室 木村和幸 (kazuyuki_kimura@pref.aichi.lg.jp)
 研究テーマ：導電性高分子の開発
 指導分野：有機材料