

光音響分光法はいま…

澤 田 嗣 郎

(東京農工大学)

光音響効果の起源は古い。電話の発明で知られる G. ベルによる発見とされる。100 年以上も前の話である。その後長らく忘れ去られていたが、約 40 年前、レーザーの発明とその発展に連動して再び注目された。ルビーレーザーが発振すると、きまってパチンと音がするのである。それは、レーザー光があまりに強烈なため、その強い電場によって空気中のゴミや空気自身がブレイクダウンして音が発生したのである。これはまぎれもなく光音響効果によるものであった。

ベルの時代とちがってその当時はすでに量子力学も分光学も十分発達していたため、光音響効果を原理とする分光学がここに誕生したのである。それを称して光音響分光法 (PAS)、あるいは光熱変換分光法とよばれて今日にいたる。その後のレーザーの進展や、コンピューターをはじめとする情報処理技術の急速な進歩とあいまって、この古くて新しい分光技術は 21 世紀になくってはならない新分光学、新評価技術として新局面を迎えつつある。

光と物質との相互作用の結果発生する音は、可聴音からたかだか 100 MHz 程度である。この音を使って微小な物質を測定しようとしても、マイクロオーダーの分解能しか得られない。これでは昨今注目されるナノメートルオーダーの微小物質の測定にはとても適用できない。その結果、ピコ秒、フェムト秒レーザーという超短パルスレーザーを用いて発生する光熱信号に注目が集まった。これを利用すると、ナノ空間の異物や欠陥を十分判別できる。またナノ微粒子を個別に測定することもできる。たとえば水中での熱拡散は、数ナノメートル動くのに約 1 ピコ秒程度である。すなわち、光音響効果は通常のパルス光から超短パルス光といった広い時間領域のパルス光を利用することにより、ミリからナノメートルまでの幅広いレンジにわたる空間を、単純な光学装置を用いて非破壊評価技術として、また分光法として活用できる。

本評価技術は、上記の時間・空間分解能のほか、測定感度の向上や、適用範囲が広いこと多彩な測定環境の問題、たとえば被測定物質の置かれた環境が大気中か溶液中なのか、また高温・低温中にさらされた過激な状態にあるのか等々に応じて測定系を工夫することにより、必要な情報を得ることができる。それだけ応用性が広いということである。今後の発展に期待する。