

質量分析基礎講座-ソフトイオン化法:光イオン化法を中心に

光イオン化の基礎

Fundamentals of Photoionization of Molecules

戸野倉 賢一

Kenichi TONOKURA

東京大学大学院新領域創成科学研究科 環境システム学専攻
〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

TEL : 04-7136-4706

E-mail : tonokura@k.u-tokyo.ac.jp

光イオン化が質量分析法に初めて用いられたのは、1956年に Lossing と田中によってである¹⁾。光イオン化の特徴としては、原子の共鳴線からの発光等による真空紫外光をイオン化源として分子をイオン化エネルギー近傍でイオン化(閾値イオン化)することにより、イオン化における余剰エネルギーを小さく抑えてフラグメンテーションを抑止した質量分析が可能となる点である。この際、イオン化に用いる光のエネルギー ($h\nu$) とイオン化エネルギー (IE) の差は余剰エネルギー ($h\nu - IE = E_{ex1}$) となり、光エネルギーがイオン化の閾値近傍であれば、 E_{ex1} は自由電子の運動エネルギーとなる (式 (1))。



一方で、エネルギー E_{ei} をもつ電子によるイオン化では、余剰エネルギー ($E_{ei} - IE = E_{ex2}$) が入射電子と放出された自由電子に分配される (式 (2))。



光イオン化の場合、イオン化確率が閾値近傍で鋭く立ち上がるのに対し、電子イオン化では2つの電子を同時に放出するため閾値近傍から次第にイオン化確率が大きくなる²⁾。このように、一般に光による閾値近傍でのイオン化は電子によるイオン化に比べ、イオン化確率が高い特徴がある。

近年、真空紫外光の高強度化によって真空紫外光をイオン化源とした光イオン化質量分析装置が開発・市販化されつつある。シックハウス症候群原因物質、爆発物をはじめとしたセキュリティ関連物質の検知、熱分析、燃焼過程、自動車排ガス計測などにも応用されている。光イオン化源としての真空紫外レーザーの利用についても、近年の光イオン化質量分析技術の発展を導いている³⁾。

1) F. P. Lossing, I. Tanaka: *J. Chem. Phys.*, **25**, 1031 (1956)

2) K. Tanaka, I. Koyano: *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **58**, 13(2010)

3) 戸野倉賢一: ぶんせき, **444**, 720 (2011).