

演習課題 M05 : 質量分析器を組み立ててみよう

担当教員：上智大学 小田切 丈、星野 正光 KEK 物質構造科学研究所 足立 純一

質量分析法は、物質の組成を分析する重要な手段の一つである。本演習では、質量分析器の組み立て、真空立ち上げ (測定槽内部に気体がほとんどない状態にすること)、レンズ系および検出器の調整を行なうことにより、質量分析法の原理・実験操作を理解し、実際に簡単な分子の質量分析スペクトルの測定を行うことにより、電子衝撃あるいは光励起による分子の電離過程および引き続く解離過程について考察を行う。

質量分析に用いられる機器として、磁場偏向型質量分析器、4重極質量分析器、飛行時間型質量分析器などが挙げられるが、これらの質量分析計に共通しているのは、試料をイオン化して、それらのイオンを電磁気力によって質量電荷比 (m/q) に応じて分離して検出していることである。

イオンに働く電磁気力の違いによって m/q を分離しているため、質量分析をおこなう際には、どのように試料をイオン化するかがとても大切な問題になる。例えば、田中耕一さんは、ソフトレーザー脱離イオン化法の発明が認められ、ノーベル化学賞を受賞した。

本演習では、比較的操作が容易である飛行時間型質量分析器 (TOF-MS) を用いる。下図には、TOF-MS の原理を理解するため、簡単な1段加速方式のTOF-MSを示す。TOF-MSの原理は、直感的には“かけっこ”である。スタート地点 (電場 E の中央の●) に整列した種々のイオンが、「よーいドン」で一斉にゴール (イオンコレクター) に向かって走り出す。イオンがゴールに到達する時間は m/q に依存するため、 m/q の分離を行うことができる。具体的には、追いつ返し電極に正パルスを与え、生成したイオンが追い出される時間からイオン検知器に到着する時間を飛行時間として測定する。飛行時間と m/q の関係式は簡単に導出できるので確かめてほしい。

追いつ返し電極



図 : 1 段加速方式の飛行時間型質量分析器の模式図

写真 : 使用する装置の組立