

キャリブレーション（校正）とは

VTS 関根 和弘

校正の意味とトレーサビリティ：測定機器の示す値が正確であるためには定期的な校正が不可欠です。ヘリウムリークディテクタを校正する際に使用する校正器は、国家機関にトレーサブルである必要があります。「トレーサブル」(Traceable:追跡可能)とは、その校正器の漏れ値が他の上位校正器との比較により、ある誤差の範囲内で、確かに表示された値である事が証明され、その比較の最上位で国家機関(ドイツの PTB、アメリカの NIST 等)に繋がっている事を意味します。

校正とは、上記のようなトレーサビリティの確保された校正器(基準器)によって、測定装置の示す値を調整する行為です。校正により、その測定装置の示す測定値も正しいものであると見なすことができるようになります。(詳細は次ページ)

180° 偏向型質量分析装置の基礎知識：ヘリウムリークディテクタ UL200、PhoeniXL300 等は、「180° 偏向型質量分析装置」を内蔵した測定器です。

質量分析装置の前段には、質量分析装置内部を排気する方向で取り付けられたターボ分子ポンプが搭載され、質量分析装置内に He 原子よりも質量数の大きな(即ち、分子速度の小さな)気体分子は入ることができないよう、ターボ分子ポンプの 10 枚の動翼先端速度がほぼ音速程度となるように調整されています。

ターボ分子ポンプの排気方向に逆らって(逆拡散：カウンターフロー方式)、質量分析装置内に入ってきた He と H₂ 分子は、カソードフィラメントから放出される熱電子によって叩かれ、陽イオン化します。陽イオン化した気体分子はアノードポテンシャル(加速電圧)によって加速され、磁気フィールドに飛び込みます。ローレンツ力によって磁気フィールド内で進路を曲げられた陽イオンは、それぞれ、磁場強度、加速電圧、質量数、イオン化数に応じて、特有の半径を持つ円軌道を描きます。このときに、磁気フィールド内において、質量電荷比(M/Z：質量数 M とイオン化数 Z の比)が 4 のもの(He イオンの多く)が描く半円軌道にスリットを設けることで他の分子をふるいに掛け、He イオンのみがスリットを通り抜けてイオンコレクタへたどり着くように設計されています。

キャリブレーション（校正）に際し、ドイツ・ライボルト社製ヘリウムリークディテクタ内部で行われている事：まず、リークディテクタに内蔵された標準リーク（校正器）のバルブを開き、リークディテクタ配管内にヘリウムが放出されます。標準リークのバルブが開いて暫くするとヘリウム流量が安定するので、この後、質量分析装置内のアノードポテンシャル（加速電圧）を少しずつ変化させ、磁気フィールド内に設けられたスリットを通過する He イオンの数が最大になるように加速電圧を調整します。（ピーク調整）

このスリットは、1 価でイオン化($Z=1$)した He ($M=4$) がローレンツ力によって描く回転軌道の半径に等しい場所に設けられているため、He 以外のガス分子がイオンコレクタに到達することを阻害します。

次に、そのピーク時のイオン電流を測定し、その値と標準リーク（校正器）のリークレートに関連付けます。例えば、このときのイオン電流が I [A] で、国家機関によって保証された He 校正器のリーク値が Q [Pa.m³/s] であるならば、 I [A] のイオン電流が検出されたときにヘリウム流量は校正器の表示値を Q [Pa.m³/s]、イオン電流が I [A] の n 倍であればリークディテクタの He 流量表示値も Q [Pa.m³/s] の n 倍、イオン電流値が $1/n$ 倍であれば流量も Q の $1/n$ 倍である、とします。この関連付けが適切でないと正しい測定結果は得られません。

即ち、キャリブレーション（校正）とは、トレーサビリティが取れている（リーク流量が国家機関によって保証された）校正器によって、ヘリウムリークディテクタ内部のイオン電流値と測定ヘリウム流量の関係を適切に結びつけ、リークディテクタの目盛りを付け直す事を意味するのです。

VTS

Vacuum Technology Systems

株式会社ヴィティーエス

〒354-0015 埼玉県富士見市東みずほ台 1-7-18

TEL 049-268-6570 FAX 049-252-6355