

## 質量分析計

キーワード：定性・定量分析、微量成分分析、組成解析

### はじめに

環境意識の高まりや、ものづくりにおける技術の発達から、安全性の保証や精密な品質管理が必要となり、これまで以上に高度な分析が求められています。そのような要求に対し、本稿で述べる質量分析法は、非常に高感度であり、有機・無機成分双方の分析が可能であるため、幅広く利用されています。本稿では、当所所有の質量分析計について紹介します（別表に一覧示す）。

### 質量分析法

質量分析法とは、測定対象物質をイオン化し、生成したイオンをその質量によって分離し検出する方法です。この方法は、得られた質量スペクトルから定性分析が、信号強度から定量分析が可能で、高感度で迅速な分析が行えます。特に、精密な分子量の測定や、同位体の識別も可能という特徴があります。この特徴を利用し、有機化合物・高分子の分子量測定から、未知の化合物の同定、製品や環境中の無機成分の微量分析、同位体識別から、より精密な組成解析が行われています。

### 質量分析計

質量分析計は基本的に 試料導入系、イオン化を行うイオン化源、生成したイオンを分離するイオン光学系、検出器から構成されます。とくに、質量分解能と測定範囲に影響を与えるのイオン光学系には、比較的汎用的であり、低分子量分析に適している四重極型、高分解能な二重収束型、高分子量分析に適している飛行時間型などがあります。また、固体・液体・気体など試料の状態やイオン化のしやすさを考慮し、適切な選択することで、様々な対象物の分析が可能です。次に当所所有の機器について記します。

#### (i) ガスクロマトグラフ質量分析計

ガスクロマトグラフと質量分析計の複合装置

であるガスクロマトグラフ質量分析計は、気体成分を分析する装置で、測定対象物質の濃縮（加熱脱着法：別表A,F）や前処理なしに、溶媒不溶材料を熱分解して測定対象気体を発生させる（熱分解法）など、臭気成分分析やポリマー分析に広く使用されています。また、試料を加温することで、水中や材料中からの揮発成分分析が可能なヘッドスペース型ガスクロマトグラフ質量分析計（別表B）もあります。この装置も前処理部に濃縮機能を有しており、微量成分分析も可能です。

#### (ii) 液体-気体クロマトグラフ質量分析計

この質量分析計は、磁場先行形の逆配置イオン光学系と四重極レンズの採用により高いイオン収束性を持った装置で、非常に精密な分子量測定に有効です（別表C）。



液体-気体クロマトグラフ(LC-GC)質量分析計

#### (iii) レーザイオン化飛行時間型質量分析装置

この装置は、窒素レーザーを照射し試料をイオン化して、発生したイオンが検出器に達するまでの時間で分子量を測定するもので、分子構造を破壊せずに、分子量分布の測定ができます（別表D）。

#### (iv) ICP 質量分析計

この装置は、試料溶液をアルゴンプラズマ中に導入し、測定対象物質をイオン化して分析します。微量金属成分の環境分析や材料分析が行えます（別表E）。

|       |   |   |   |
|-------|---|---|---|
| 機器名   | 加熱脱着(熱分解)ガスクロマトグラフ質量分析計(A)  | ヘッドスペース型ガスクロマト質量分析計(B)  | LC-GC 質量分析計(C)  |
| メーカー  | 日本電子株式会社  | Thermo Fisher Scientific 株式会社   | 日本電子株式会社  |
| 形式    | AM SUN200T  | Trace DSQII   | JMS-SX102A  |
| 主な対象物 | 高分子・有機材料(熱分解により固体あるいは不揮発液体も可)   | 液体および固体試料中の揮発性有機化合物   | 質量数が 24,000 以下の有機化合物  |
| 仕様    | 温度範囲: 室温+4 °C~450 °C<br>加熱脱着: 室温~350 °C で任意設定<br>熱分解温度: 200~800 °C で任意設定  | サンプル量: 10 mL 程度   | サンプル量: LC:10 mL 以上<br>GC:1 mL 以上  |
|       | イオン化方式: EI 30~200 eV<br>検出部: 四重極<br>測定質量範囲: m/z 4~1,000   | イオン化方式: EI 0~130 eV<br>検出部: 四重極<br>測定質量範囲: m/z 1~1,050  | 分解能: 60,000(10%)<br>質量範囲: m/z 1~24,000 (加速電圧 1kV)   |
| 用途    | <ul style="list-style-type: none"> <li>高分子材料の定性分析</li> <li>有機材料の加熱時の発生ガス成分の分析</li> <li>共重合体モノマーの種類の情報が得られる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>有機化合物や混合物の定性・定量分析</li> <li>材料中の揮発性有機化合物の分析</li> <li>臭気成分の分析</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>有機化合物や混合物の定性・定量分析</li> <li>含ハロゲン化合物の分析</li> <li>灯油の分析</li> <li>プラスチック中の可塑剤の分析</li> <li>色素化合物の分析</li> </ul> |
| 備考    | 通常の GCMS としても使用可(液体試料の直接導入)   | イオン源として、EI、CI に対応濃縮可能なヘッドスペースオートサンプラーを有する。  | イオン源として、EI、CI、DI、FAB、ESI を有する。GC として EI、CI 利用。LC として FAB 利用。精製固体試料なら DI、FAB、ESI で質量数計測可能。   |

注) EI: 電子イオン化法, CI: 化学イオン化法, FAB: 高速原子衝突法, ESI: エレクトロスプレーイオン化法

|       |   |  |  |
|-------|---|--|--|
| 機器名   | レーザーイオン化飛行時間型質量分析装置(D)  | ICP-MS(E)  | 加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析計(F)<br>(皮革試験所)                                     |
| メーカー  | 島津/KRATOS   | Thermo Fisher Scientific 株式会社  | 株式会社島津製作所  |
| 形式    | KOMPACT MALDI2  | X series II  | GCMS-QP5000  |
| 主な対象物 | 生化学分野の材料、化学材料、プラスチック材料  | 金属・プラスチック材料、水、食品   | 皮革、繊維、雑貨、稀に食品  |
| 仕様    | サンプル量: 約 10 µL  | サンプル量: 10 mL 以上  | 温度範囲: 室温+4 °C~450 °C<br>加熱脱着温度: 200~800°C で任意設定                      |
|       | 測定質量範囲: 1~350,000   |  | イオン化方式: EI 70 eV<br>検出部: 四重極<br>測定質量範囲: m/z 10~700                   |
| 用途    | <ul style="list-style-type: none"> <li>たんぱく質などの生化学分野</li> <li>染料などの化学材料</li> <li>ポリマーなどのプラスチック材料</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>材料中微量金属成分分析</li> <li>環境分析</li> <li>半導体などファインエンジニアリング</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>皮革製品から放散される揮発成分の分析</li> </ul> |
| 備考    | 微量な試料を短時間で測定可能。分析する試料ごとに励起助剤の種類や温度などを検討して分析条件を最適化する必要がある。   | 測定には水溶液化が必要。マイクロ波分解装置(マイルストーンゼネラル株式会社、ETHOS TC)で、金属・プラスチック材料の分解・溶液化が可能                                 |  |