



Kanomax Analytical



infITOF-DUO

高分解能飛行時間型質量分析装置



同一飛行空間を複数回周回させることで、
長い飛行距離を得るマルチターン技術を利用し、
小型ながら高感度・高質量分解能を達成した飛行時間型質量分析計です。

飛行時間型質量分析装置の高分解能と かつてない超小型・省電力化

小型の質量分析計としては、これまで磁場型・イオントラップ型・四重極型・飛行時間型の装置が開発されてきました。

一般的に装置の大きさと分解能には相関があり、小型の装置で高分解能を得ることは難しく、質量分解能は10～1,000程度を得るのが限界でした。

しかし、実験室ではなく現場で測定する場合、十分な分離・精製・前処理などができないことが多く、低分解能の質量分析計では夾雑物や近い質量の物質を分離できず、物質の検出および同定を正確に行えていないことも少なくありません。

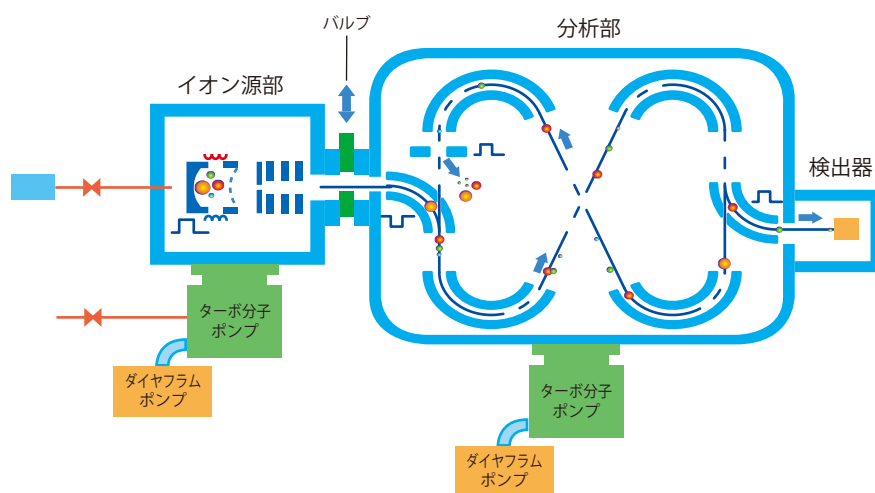
大阪大学で開発されたマルチターン飛行時間型質量分析計は、同一飛行空間を複数回周回させることで長い飛行距離を確保し、小型でありながら高い質量分解能を達成することができます。

高性能なのに可搬性に優れたコンパクト設計

イオン源で生成されたイオン（分析対象物）は、高電圧（5 kV）で加速され、入射電極により周回軌道に入射されます。4つの周回電極には一定電圧が印加されており、周回軌道に入ったイオンが1周して戻る前に入射電極をOFFにし、連続した周回を可能とします。分解能は飛行距離に比例するため、必要な分解能が得られるまで周回を重ね、出射電極をONにすることで検出器に取り込み、イオンの到達時間を正確に計測します。

同一周回を異なる質量（速度）のイオンが飛行するため、軽いイオンが重いイオンを追い越してしまい、データの信ぴょう性が損なわれます。本商品では追い越しを回避するため、追い越し・周回遅れが生じないよう、分析対象外のイオンを除去します。

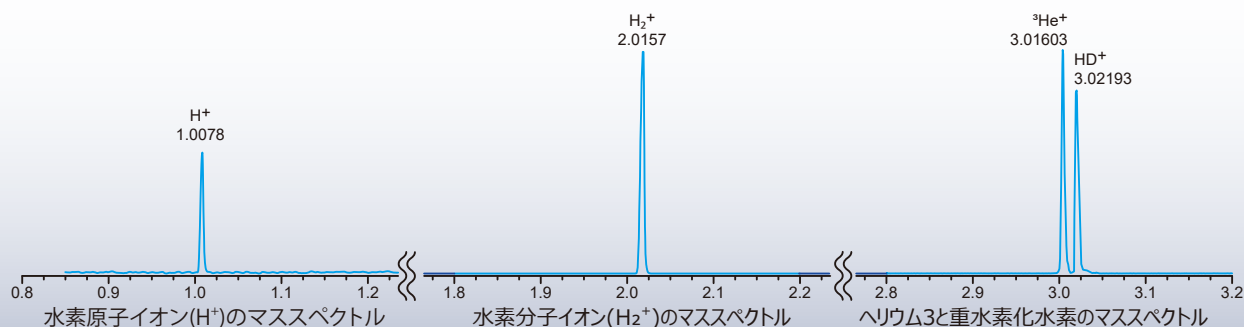
infiTOF-DUOは、デスクトップPC並みのサイズに真空ポンプ（ターボ分子ポンプ×2、ダイヤフラムポンプ×2）を内蔵し、重量も約40kgとコンパクト設計です。可搬性に優れており、一般実験室への運搬が難しいガス試料など、現場にinfiTOFを移動し設置する事でin-situ分析や高質量分解能でのモニタリング分析を行うことができます。



infiTOF-DUOの構成概略図

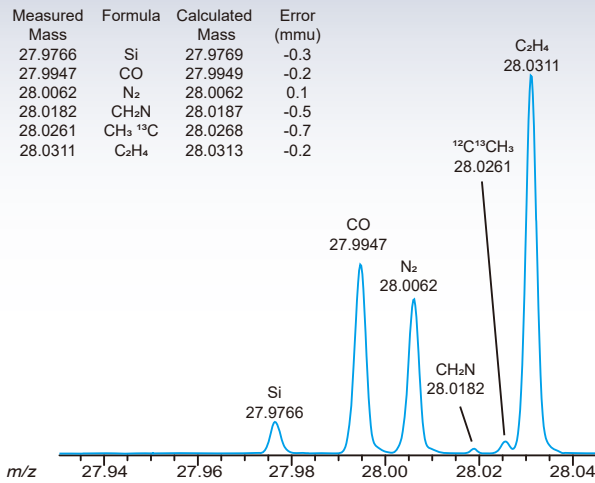
低質量域での高い質量分解能を実現

infiTO-DUOは、一般的な飛行時間型質量分析計(TOF-MS)では難しい低質量領域の高感度・高分解能分析を可能としています。他の元素に比べて非常に軽く高速で飛行する水素原子イオン (m/z 1.0078) も測定可能で、極低質量域 (m/z : ~10) においても、高質量分解能を得ることができます。

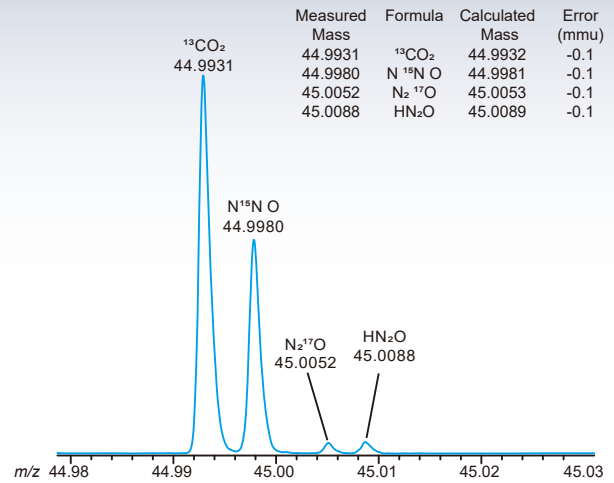


精密質量分析

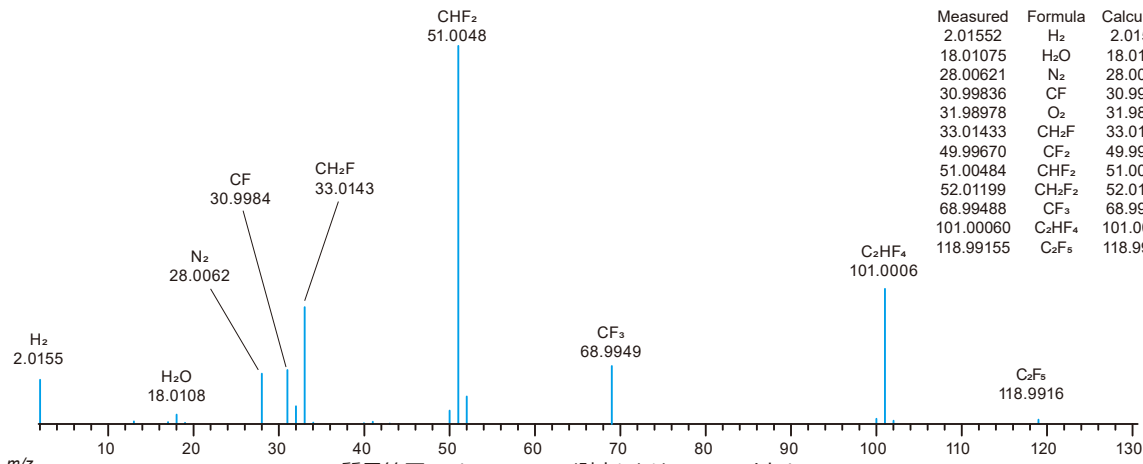
高質量分解能・高精度を有するinfiTOF-DUOは同整数質量のピークを精密質量で分離・解析することができます。



m/z 28 の質量分離と精密質量解析結果



m/z 45 の質量分離と精密質量解析結果

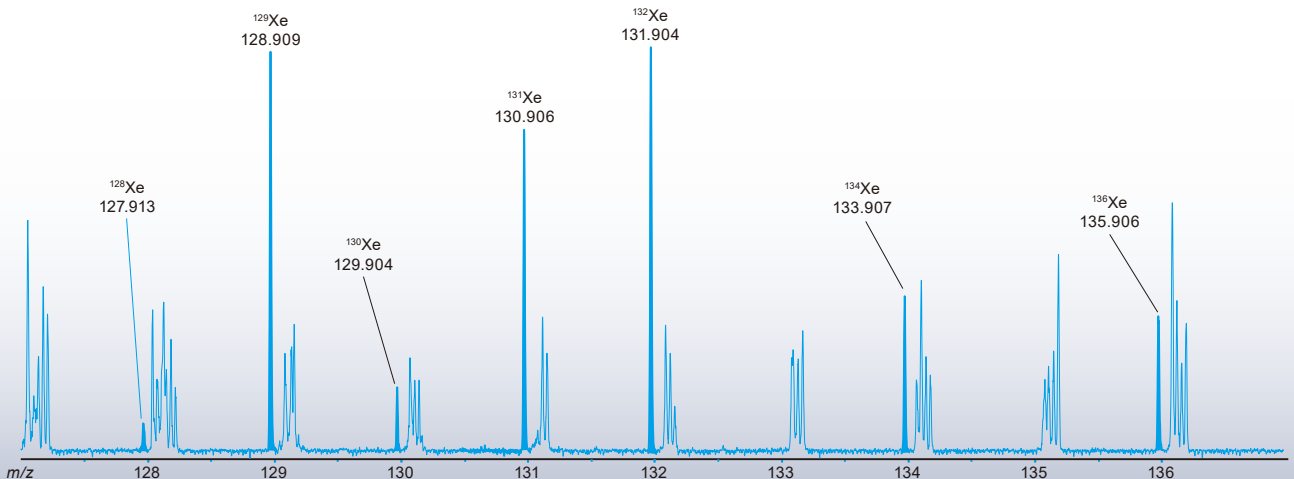


質量範囲 m/z 1~130の測定におけるマススペクトル

(m/z 1~130 において、質量誤差の少ない、高い質量精度を達成しており、この質量量域において、ほぼ全てのピークの同定 (組成推定) を可能としています。)

直接導入分析

infiTOF-DUOは、ガスクロマトグラフ(GC)などの前処理を使用せずに、ガスを直接導入して多成分のガスをリアルタイムでモニタリングすることが可能です。ガス分析用にイオン源チャンバーを含め、イオン源部品にチタン材料を用いています。チタンは、化学的に安定であり腐食性ガスに強く真空特性にも優れた材料です。また、真空チャンバー内は研磨処理を施すことで真空特性をより向上させ、真空シールにメタルガスケットを用いることで大気成分の浸透を防ぎ、より正確な分析が可能です。



キャピラリーチューブを用いた直接導入による大気中キセノン(Xe)の検出

大気中に¹³²Xeは30ppb程度存在し、infiTOF-DUOはGCなどの前処理装置を使用せずに直接導入での検出が可能です。

リアルタイムモニタリング分析

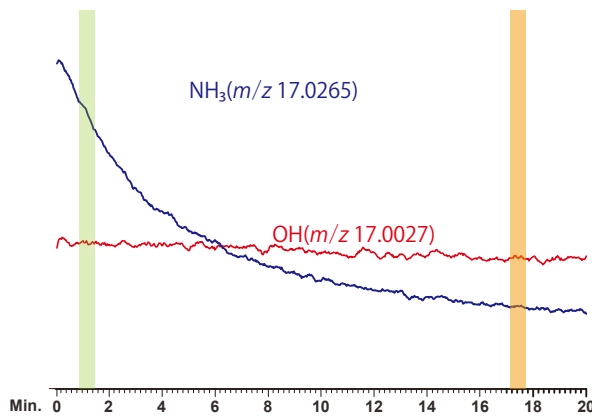
infiTOF-DUOは、可搬性に優れたコンパクト設計で、現場での高質量分解能でのリアルタイム測定を可能としています。使いやすいinfiTOF-DUO専用ソフトウェアにより、質量範囲、周回数（分解能）、測定対象成分の組成式を入力するだけで、多成分のリアルタイムモニタリングが可能です。



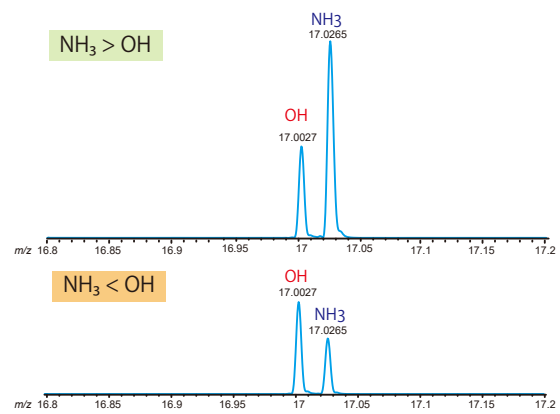
大気成分のリアルタイムモニタリング測定の画面

吸着性・反応性化合物分析

infiTOF-DUOは、吸着性・反応性化合物の測定を可能としています。イオン源チャンバーを含め、イオン源部品に化学的に安定であり腐食性ガスに強いチタン材料を用いています。また、不活性チューブによる直接導入により、アンモニアや塩化水素等の配管への吸着や反応を起こしやすい成分の測定を可能とします。特にアンモニア(NH₃)は水(H₂O)のフラグメントイオンOHと整数質量(m/z 17)で重なるため、一般的な質量分析計でピークを分離・判別することは困難です。しかし、高い質量分解性能を持つinfiTOF-DUOでは精密質量でのNH₃(m/z 17.026)とOH(m/z 17.003)の分離が可能です。



アンモニア (NH₃) と水 (OH) のモニタリング例



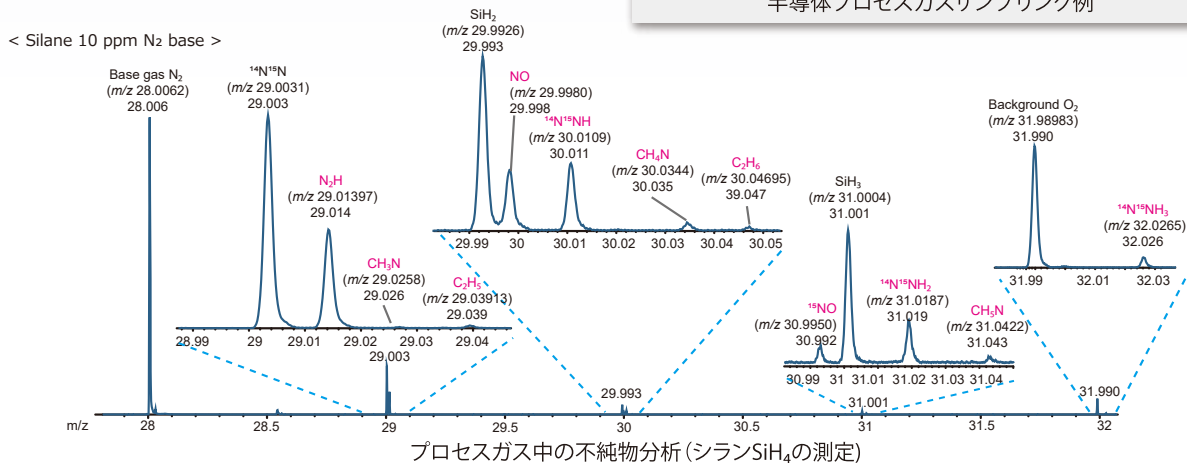
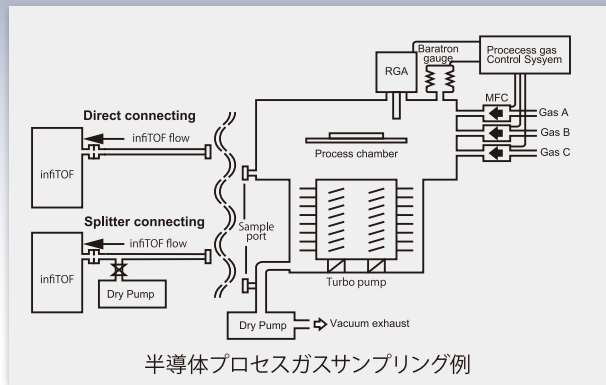
アンモニア (NH₃) と水 (OH) のマススペクトル



infiTOF-DUO アプリケーション例

半導体プロセスガスモニタリング

半導体プロセスには結晶成長（エピタキシャル成長）、成膜（CVD, ALD）、エッチング、クリーニングなど様々な工程があります。また、これらのプロセスでは多種の原料ガスが使われております。プロセスチャンパー内における反応生成物、分解物、残留成分をリアルタイムでモニタリングすることにより、歩留りの向上、生産性の向上、さらには次世代に向けた半導体研究開発に貢献することができます。高分解能を有し、リアルタイム測定が可能な infiTOF-DUO は、より高品質な製品の研究・開発・製造のサポートが可能です。



材料から発生ガス精密質量分析

材料を加熱や熱分解あるいは破碎した際に発生するガスの挙動を質量分析計で分析することにより、試料から発生するガスの定性分析や分解反応の解析が可能です。一般的には四重極型質量分析計 (QMS) が使用されていますが、QMS では質量分解能・質量精度の関係で発生ガスの定性分析や挙動解析が困難な場合があります。マルチターン飛行時間型質量分析計 infiTOF-DUO を用いることで QMS では困難な精密質量分析により、発生ガスの定性および挙動解析が可能です。

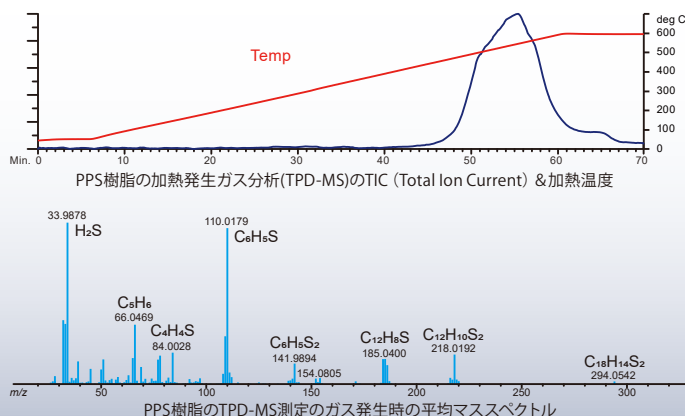
昇温脱離 - 質量分析 (TPD-MS)

試料を石英管などのセルに入れ、不活性ガス雰囲気中で加熱し、発生・脱離したガスを質量分析計でリアルタイムで分析する装置です。

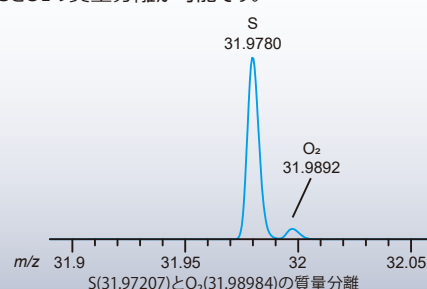
熱重量 - 質量分析 (TG-MS)

試料を加熱した際の重量変化 (TG) と、同時に発生するガス成分 (MS) をリアルタイムで分析する装置です。

infiTOF による PPS 樹脂の加熱発生ガス (TPD-MS) の精密質量分析



infiTOF-DUOの高質量分解能・高質量精度によるPPS樹脂の加熱発生ガスに分析を行いました。発生したガス中のPPS樹脂由来のオリゴマーについて精密質量分析による組成解析や、高質量分解能によるSとO₂の質量分離が可能です。



主な仕様

| | |
|--------|---|
| 分解能 | ≥ 30,000 (FWHM @ m/z 44) |
| 質量範囲 | m/z 0.8 ~ 1,000 |
| イオン化方式 | 電子イオン化 (EI) |
| イオン極性 | 正イオン (Positive) |
| 寸法 | 271 (W) × 464 (H) × 554 (D) mm (突起部は含まない) |
| 重量 | 39 kg |
| 電源 | 100 ~ 240 VAC (50/60Hz) |
| 消費電力 | 500 VA (本体のみ) |

