

Kinryo

マルチ反応リアルタイム質量分析計

SIFT-MS シリーズ

Selected Ion Flow Tube Mass Spectrometry



SyftTM
Simply. Faster.

SIFT-MS 技術原理

SIFT-MS (Selected Ion Flow Tube Mass Spectrometry) は、一度の分析で多種多様な化合物をリアルタイムで検出でき、高い再現性と選択性、優れた感度を持つ最先端の分析手法です。SIFT-MSは、イオン化による開裂を起こしにくい非常にソフトで精密に制御された化学イオン化法 (CI) と質量分析技術を組合せることで、揮発性有機化合物 (VOCs) や無機化合物をpptvレベルでリアルタイムに定量します。

Syft Technologies社のSyft Tracer型を初めとするSIFT-MSシリーズには、最大8種類のリージェントイオン (反応試薬イオン) を搭載可能です。



これらのリージェントイオンは、対象となるVOCや無機化合物と極めて精密に制御されたイオン化反応を行います。大気の主成分 (N₂、O₂、Ar、CO₂) とはほとんど、もしくは全く反応しません。これにより、SIFT-MSは濃縮等のサンプルの前処理を行わずに、大気中の微量～超微量成分をダイレクトに分析することが可能になります。

また、リージェントイオンをミリ秒単位で迅速に切り替えることで、一度の分析で最大22種のイオン化反応によるプロダクトイオン情報が得られます。

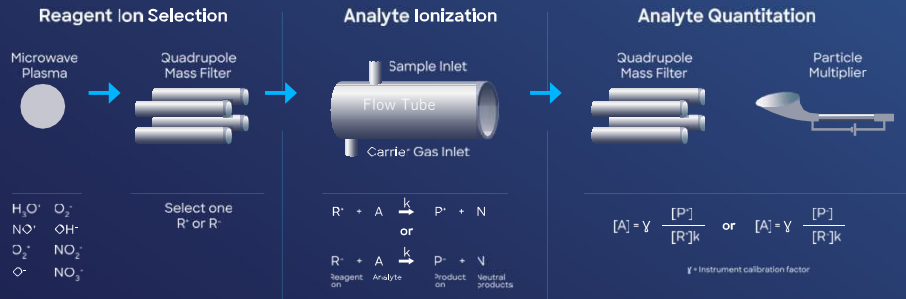


図1 : SIFT-MS原理図

1

リージェントイオン
生成・選択

8種リージェントイオンはマイクロ波により超純水と大気から生成され、四重極によりミリ秒単位で切替・選択されたリージェントイオンのみがイオン化反応槽のFlow Tube (フローチューブ) へ到達します。

2

サンプルのイオン化

サンプル中の化合物がイオン化されキャリアガスによって運ばれます。電場による加速エネルギーを与えないため、真に開裂を抑えたイオン化により干渉を抑えつつ、高質量域でも感度の良い分析を可能にします。

3

検出・定量

定量値はリージェントイオンR⁺とプロダクトイオンP⁺のシグナル量、反応速度定数“k”値から算出することができます。化合物に固有な反応速度定数“k”値がライブラリに登録されていれば、標準サンプルで検量線を作成しなくともリアルタイム定量が可能です。

SIFT-MS のイオン化反応一覧

	Positive Ions			Negative Ions Option				
反応メカニズム	H ₃ O ⁺	NO ⁺	O ₂ ⁺	OH ⁻	O ⁻	O ₂ ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Proton transfer (PT) プロトン移動反応	✓							
Electron transfer (ET) 電荷移動反応		✓	✓					
Dissociative ET 電荷移動解離反応		✓	✓					
Hydride abstraction ヒドリド引き抜き反応		✓						
Association 会合反応	✓	✓		✓	✓	✓		
Proton Abstraction プロトン引き抜き反応				✓	✓	✓	✓	✓
Hydrogen atom transfer 水素原子移動反応					✓			
Associative Detachment 会合性脱離反応				✓	✓	✓		
Displacement 置換反応				✓	✓			

図2 : SIFT-MSのイオン化反応一覧

SIFT-MS の機能・測定モード一覧

- **Syft Library** : 約1500種の化合物情報搭載 (変更、追加可能)。
- **Performance Tune** : 自動診断 & 簡易校正機能。
- **SIM SCANモード** : Syft Libraryからターゲット化合物を選択し、複数のイオン化反応を用いたリアルタイム定量分析モード。
- **MASS SCANモード** : 複数のイオン化反応パターンから未知化合物を特定する、迅速かつ簡易定性分析モード。
- **Batch SCANモード** : 24時間等の長時間稼働 & 連続測定モード。
- **Lab Syft Live Viewer** : リアルタイムデータ表示機能。
- **Lab Syft Data Viewer** : データ解析機能 (複数 & 設定範囲データ表示)。
- **Lab Syft Identify** : Syft Libraryを用いてMASS SCANデータを解析、検索機能。

SIFT-MS の幅広く使用できる分野・ソリューション



環境

空気や水、土壌中のベンゼンやホルムアルデヒド、エチレンオキシド等の有害物質、アンモニアや硫化水素等の悪臭原因物質を前処理を必要とせず、高い選択性かつ高感度でリアルタイムに定量モニタリングすることが可能です。



半導体

半導体製造における歩留まり率向上のため、分子状汚染物質（AMC）の管理が重要となっています。SIFT-MSはアルデヒド類や有機塩素化合物、酸性ガス等の幅広い化学物質を高時間分解能で定量モニタリングすることが可能です。



ラボ&品質管理

SIFT-MSは日常的に大量のルーティン分析を必要とするラボにおいて、従来の分析手法と比較して20倍以上のスループットを実現します。また、官能評価にかわる、日間再現性のよい品質管理手法としても使用されています。



食品

SIFT-MSは食品の加工や製品開発において、食品や容器包装から揮発する香気、臭気原因物質の高感度で迅速な測定や、従来のメソッドでは難しいとされた瞬間的香気変化を捉えるリアルタイム測定を可能にします。



バイオメディカル

近年は人や微生物由来の揮発性化合物の分析ニーズが高まっています。特に、呼吸や皮膚、体液、組織からの生体ガス中のバイオマーカーと疾患の関係について、SIFT-MSを用いた研究論文が多く発表されています。



室内環境

燻蒸剤由来成分やベンゼン、ホルムアルデヒド等の発がん性物質、アンモニアやギ酸、二酸化窒素にいたる幅広い化学物質を1台で選択的かつリアルタイムに定量することが可能です。多点自動切換えサンプリング等のオプションもあります。



自動車

近年世界各国で車室内空気質規制が厳しくなる中、SIFT-MSはベンゼンやホルムアルデヒド等の自動車部品からの発生ガスや車室内空気中の化合物、排気ガス中の化合物濃度等を1台で選択的にリアルタイム測定することが可能です。



エネルギー

水素中の二酸化炭素や含硫黄化合物等の不純物は、燃料電池の性能を左右します。SIFT-MSはこれら成分を選択的で高感度に測定可能です。また、そのリアルタイム性を用いて発電や触媒反応における発生ガスの濃度変化のモニタリングにも使用されています。

Syft Tracer i3/i8 型 SIFT-MS

Syft Tracer i3 / i8 型 SIFT-MS は、SIFT-MS シリーズのフラッグシップモデルです。3種もしくは8種のリージェントイオン搭載の2モデルから、サンプルや対象化合物に応じてお選びいただけます。

ダイレクトサンプリングによる呼気、レトロネーザルアロマ、バイアルやサンプリングバッグ中の測定まで幅広いアプリケーションに対応できます。

標準装備の HPI (High Performance Inlet) は、最高120°Cまで加熱可能で、サンプリング流量は約25 mL/minです。漏斗やニードル、チューブなどを用途に応じて接続できます。



図3 : Syft Tracer型SIFT-MS HPI

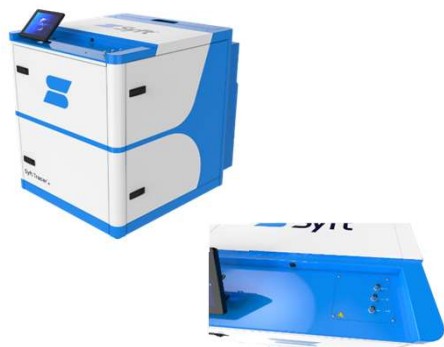


図4 : Syft Tracer型SIFT-MS AVI

オプションとして AVI (Auto Validation Inlet) を接続可能です。自動Performance Tune機能に加え、3つのサンプルポートを用いてのカスタムアプリケーションに対応可能です。

最高120°Cまで加熱可能で、サンプリング流量は約25 mL/min。サンプリングポート間の高速切替 (<約5秒)。

他にも多機能オートサンプラーや可搬式モジュール、固定式モジュールとの組合せに使用でき、さまざまな分野でのリアルタイムモニタリングソリューションへ生まれ変わります。

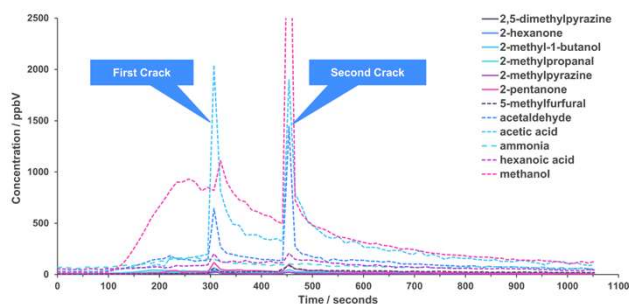


図5 : 焙煎中コーヒー豆の揮発性成分の濃度変化をリアルタイムモニタリング。

Faster and more flexible than GC workflows. Real-time results across a wide range of compounds including low molecular weight and/or highly polar.

Highly selective, delivering actionable insights from every analysis.

車載Syft Tracer 型 SIFT-MS + Syft Enviroソフトウェア

Syft Tracer型SIFT-MSは車載することにより走行しながらの測定が可能な移動式ラボソリューションへと生まれ変わります。

Syft Enviroソフトウェアは車載Syft Tracer型SIFT-MS向けに設計され、ユーザーフレンドリーなプラットフォームを通じてリアルタイムデータや過去のデータを地形情報上にマッピング、表示可能です。

フェンスラインモニタリングの24時間実施、臭気苦情や化学物質流出に迅速対応可能です。



図6 : 車載Syft Tracer型SIFT-MS 移動式ラボ

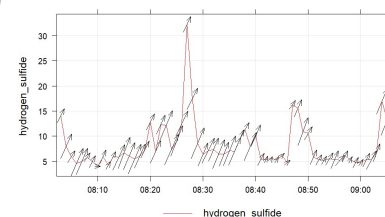


図7 : hydrogen sulfideの測定データ

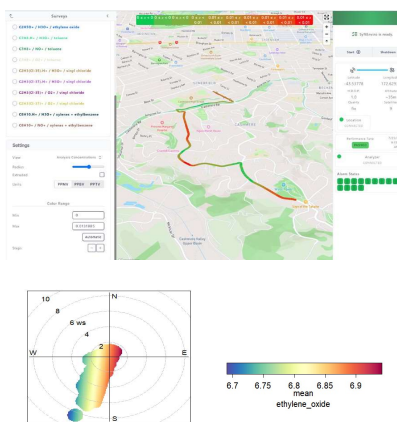


図8 : Syft Enviroソフトウェア上のethylene oxideの測定データ

Syft Enviroソフトウェアを用いて環境イベントを完全に把握：

- **排出源の特定** – 走行中でも地形情報上にリアルタイムデータをマッピング可能。
- **柔軟性** – 走行しながらの測定と定点測定を迅速に切替可能。
- **環境要因との相関解析** – 気象観測データ統合機能搭載。
- **リアルタイム通知** – 個別化合物に対する閾値を設定し、超過時に即通知可能。
- **操作性** – 専門的教育は最小限で操作可能。

車載Syft Tracer型SIFT-MS+ Syft Enviroソフトウェアで多様な化合物を同時にpptv~ppmvまでの幅広い濃度範囲で地形情報上にマッピングし、環境条件と分析結果を関連付け可能。

Geospatially map diverse compounds simultaneously with wide concentration range pptv to ppmv and correlate environmental conditions to analytical results.

Syft (AMC) Guardian型SIFT-MS

Syft (AMC) Guardian型SIFT-MSは、複数拠点にわたって揮発性化合物を連続的かつ無人でモニタリングする固定型モニタリングソリューションです。

半導体工場内でのAMC (Airborne Molecular Contamination) モニタリング、環境分野でのフェンスライン監視、ポリマーや医薬品製造における室内空気の品質管理等に活用できます。

24時間365日の自動分析と最適化されたマルチポートサンプリング、堅牢な自動ワークフローを組み合わせ、複雑な環境においても重要な揮発性化合物を確実に定点モニタリングします。



図9: Syft (AMC) Guardian型SIFT-MS

工場全体の意思決定を支える24時間モニタリング

- **マルチポートモニタリング** – 32以上のサンプリングポイントでの無人分析（最大200m先）。
- **SyftGuard ソフトウェア** – リアルタイムデータ表示、アラーム、リモートアクセス。
- **タッチスクリーンインターフェース** – 24インチスクリーン、キーボード/マウス対応。
- **柔軟性** – 他分析装置（CRDS型測定器、オゾン測定器等）の追加統合にも対応。
- **稼働率の最大化** – メンテナンス性に優れ、ダウンタイムを最小化。
- **安全対策** – 半導体安全規格準拠のシグナルタワーと緊急遮断（EMO） 搭載。

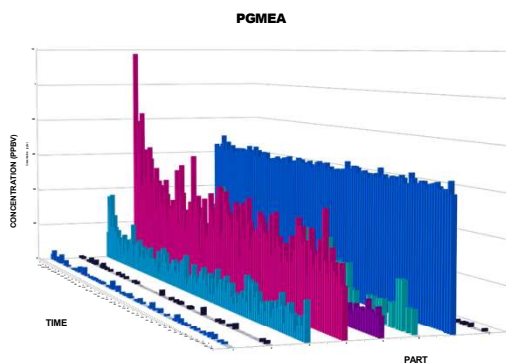


図10: PGMEA, Sulfur Dioxide, Ammoniaの測定データ

全てのAMCモニタリングニーズに対応可能、多様な化学汚染物質を選択的に定量します。

手間のかかる手動サンプリングや、ラボに持ち帰っての分析が不要で、複数拠点における汚染状況を現場で把握・比較できます。

Syft (AMC) Explorer型SIFT-MS

Syft (AMC) Explorer型SIFT-MSは、重要な意思決定を現場のどこでも迅速に行える可搬型モニタリングソリューションです。

これにより、汚染源や短期的な化学物質漏洩を調査し、半導体工場でのAMC (Airborne Molecular Contamination) 等の発生源で直接対処することが可能になります。

Syft (AMC) Explorer型SIFT-MSは、室内環境、半導体工場環境測定向けに設計されたオールインワンシステムです。



図11: Syft (AMC) Explorer型SIFT-MS

移動しながら現場にてあらゆる揮発性化合物をリアルタイムモニタリング

- **現場測定** – 汚染源や化学物質漏洩、プロセス逸脱をその場で迅速に検出。（最大50mチューブ接続）。
- **SyftExplore ソフトウェア** – アラーム、リモートアクセス、スケジュール機能搭載。
- **柔軟性** – 他分析装置（CRDS型測定器、オゾン測定器等）の追加統合にも対応可能。
- **稼働率の最大化** – メンテナンス性に優れ、ダウンタイムを最小化。
- **安全対策** – 半導体安全規格準拠の表示灯と緊急遮断（EMO）、ブレーキ、バンパー、耐震固定搭載。

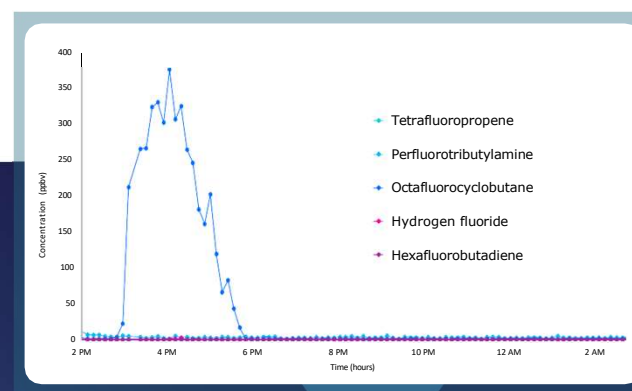


図12: Syft (AMC) Explorer型SIFT-MSによるフッ素化合物漏洩源のリアルタイム検出

Pinpointing fluorinated leaks in Semiconductor fabs can be difficult due to facility complexity and the ability to measure individual compounds.

The mobility and ability of Syft Explorer to identify individual compounds enables rapid pinpointing with immediately actionable data.

Syft Tracer Pharm11型 SIFT-MS + Syft Audit Tracerソフトウェア

Syft Tracer Pharm11型は、SIFT-MSによるクロマトグラフィー不要の分析と、専用ソフトウェアであるSyft Audit Tracerとの組み合わせにより、21 CFR Part 11に準拠した自動化ワークフローソリューションです。

ライフサイエンス分野における残留溶媒、ニトロソアミン、酸化エチレン（EtO）等の検査を、より迅速、簡便、効率的に実施可能です。

ハイサンプルスループットと合理化された操作性により、従来の分析手法に比べより多くのサンプルに対応可能です。測定時間を減らし、常にDI(Data Integrity)対応可能な状態を維持できます。



図13：Syft Tracer Pharm11型SIFT-MS

QA/QC試験プロセスのスピードと効率を飛躍的に向上

- **カラム分離やサンプル前処理不要** – ヘッドスペースからのダイレクト測定でワークフローを簡素化。
- **ハイスループット** – 一般的にサンプルスループットは10～15倍、初回QC試験結果は5～6倍の速度で取得可能。
- **多様なアプリケーションに対応分析** – 残留溶媒、EtO、1,4-ジオキサン、ニトロソアミン等を連続分析可能。
- **効率向上** – 溶媒や消耗品の使用を最小限に抑えつつ、1日あたり約230サンプルを処理。
- **Syft Audit Tracerソフトウェア** – 21 CFR Part 11準拠のワークフローに対応。

Syft Tracer Pharm11は、複雑で時間のかかるGCベースのワークフローに比べよりシンプルで高速に対応可能です。

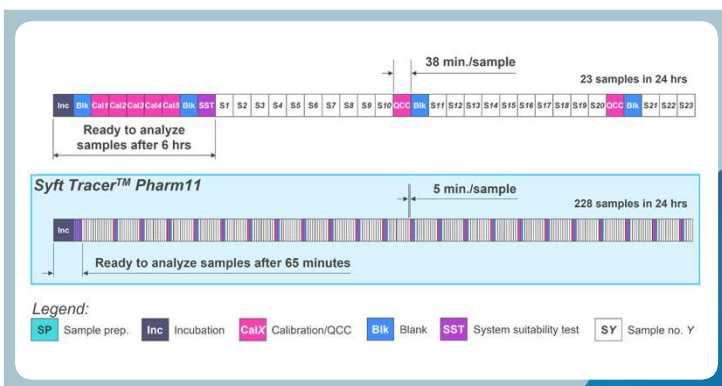


図14：Syft Tracer Pharm11型SIFT-MSのスループット例

While traditional test processes are constrained by slow results and require highly trained operators, Syft Tracer Pharm11 offers a faster, simpler alternative to complicated and time-consuming GC-based workflows.

Syft Safety Sure型SIFT-MS

Syft Safety Sure型SIFT-MSは、コンテナ等の作業環境における燻蒸剤成分や揮発性有害化学物質を迅速かつ確実に検出する、業界最高水準の現場安全ソリューションです。

臭化メチル、フッ化スルフルリル、クロロピクリン、ジプロモエタン、酸化エチレン、リン化水素等の有害化学物質を、高再現性で特定・定量できます。

短期曝露限界（STEL）や長期平均曝露限界（TWA）の濃度範囲を十分にカバーするように最適化されており、リアルタイムにその濃度値の測定結果を提供します。



図15：Syft Safety Sure型SIFT-MS

危険化学物質の迅速かつ簡便な検出により、現場作業者の安全を守ります

- **ラボでの分析不要** – 現場で有害化合物を迅速かつ定量的に検出。
- **人命安全のための信頼性** – 安全基準値の10倍以上・10分の1下まで正確に定量。
- **オペレータ向けデザイン** – 専門的な化学・電気知識が無くとも簡単に操作可能。
- **カスタマイズ可能** – 運用ニーズに合わせた柔軟なメソッド開発とスケジューリング。

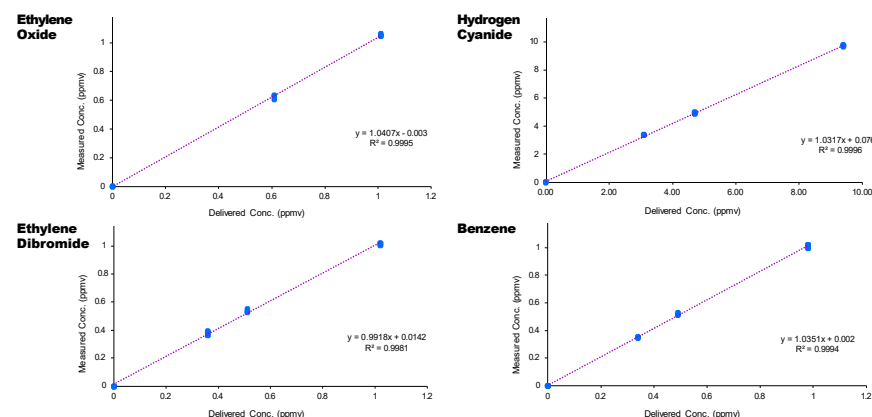
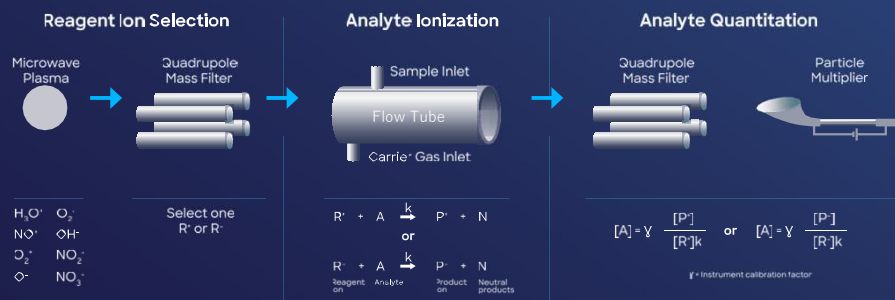


図16：代表的な有害化学物質の測定データ。



MT-7000-010-Rev.Aug25

金陵電機株式会社
 分析営業部 テクニカルソリューション課

〒532-0033 大阪市淀川区新高3丁目3番11号
 TEL:06-6394-1163 FAX:06-6394-5250
<https://kinryo-electric.co.jp/analys/>



SyftTM
 Simply. Faster.

Kinryo