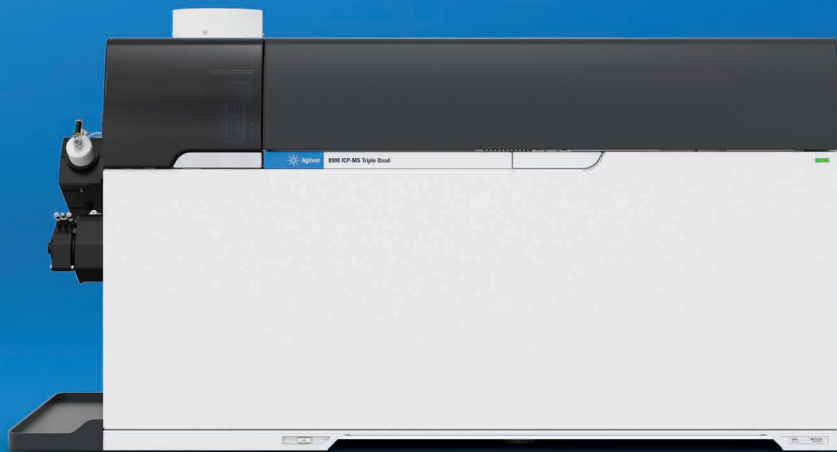


干渉除去により究極の性能を実現する MS/MS テクノロジー

Agilent 8900 トリプル四重極 ICP-MS



分析結果にさらなる確信をもたらす ICP-MS

第 2 世代の Agilent 8900 ICP-QQQ は、より確実かつ容易な干渉除去を実現します。

2012 年、アジレントは MS/MS 機能を備えた世界初のトリプル四重極 ICP-MS (ICP-QQQ)、Agilent 8800 を発売しました。この画期的な機器により、世界中の数百ものラボに新たな分析の可能性が切り開かれました。

第 2 世代の 8900 ICP-QQQ は、幅広い機器構成により、分析ラボのルーチン分析から高度な研究や高性能の材料分析まで、多様なアプリケーションで威力を発揮します。業界をリードするアジレントの四重極 ICP-MS システムが備えるヘリウムモードの優れた性能と生産性を引き継ぎつつ、さらに MS/MS モードを搭載することで、リアクションモードでの干渉除去をより一層確実なものにします。Agilent 8900 ICP QQQ は、世界最高レベルの性能と柔軟性を兼ね備えています。

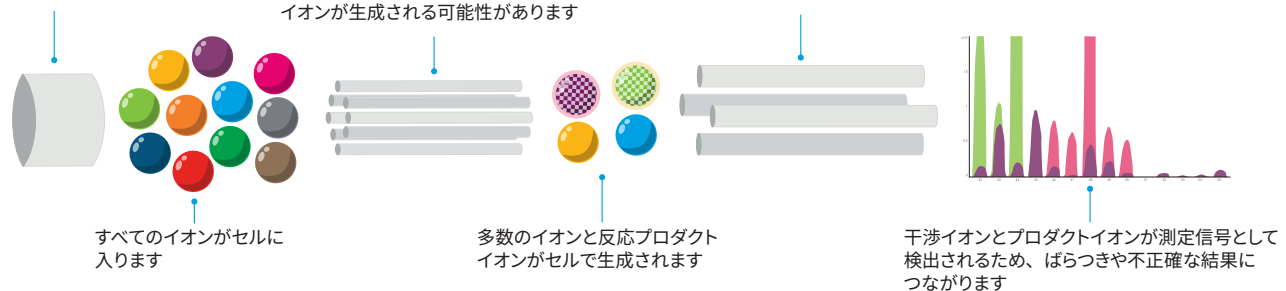
リアクションガスメソッドにおける MS/MS の利点

シングル四重極 ICP-MS

イオンガイド*
質量数の選択機能なし

リアクションセル
オンマス干渉イオンを除去しますが、反応性の低い干渉物はそのまま残され、新しいプロダクトイオンが生成される可能性があります

四重極マスアナライザ
分析対象物と同じ質量数のイオンをすべて検出器に向けて通過させます



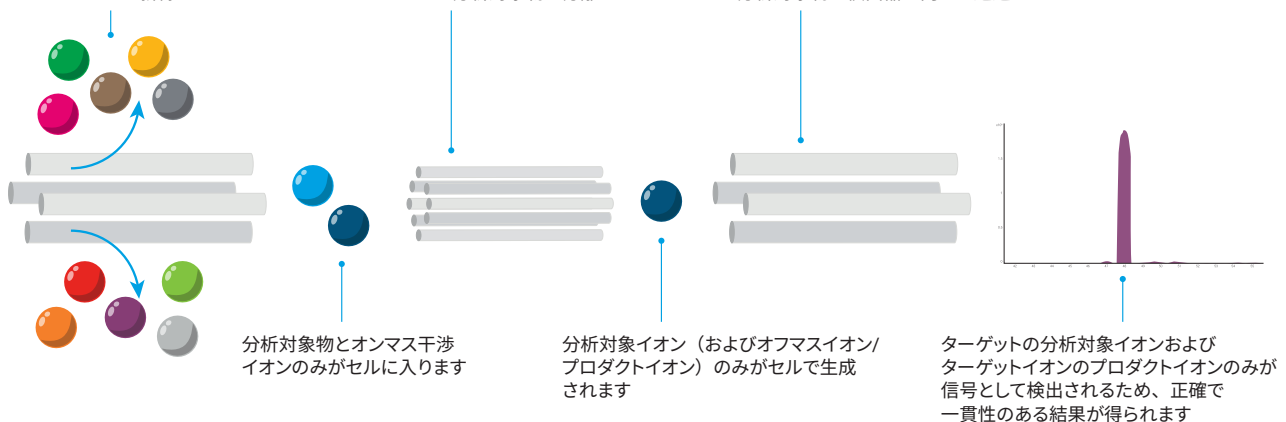
* 四重極イオンガイドは低質量カットオフあるいはバンドパスフィルタとして使用でき、すべてではないものの、一部のノンターゲットイオンを排除します

Agilent トリプル四重極 ICP-MS と MS/MS

四重極マスフィルタ (Q1)
セルに入る前にすべてのオフマスイオンを排除します

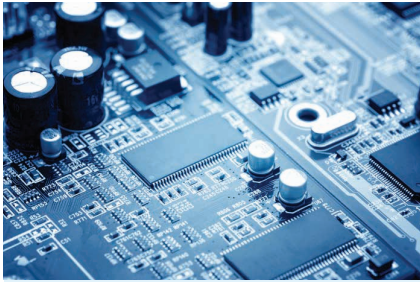
リアクションセル
化学反応を使用してオンマス干渉イオンから分析対象物を分離します

四重極マスフィルタ (Q2)
オフマスイオンを排除し、干渉を受けない分析対象物を検出器に向けて通過させます



実績に裏付けられた ICP-QQQ 技術

アジレント独自のトリプル四重極 ICP-MS の MS/MS が世界中のラボの可能性を広げます。



半導体および材料

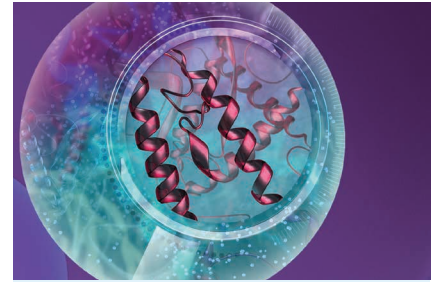
半導体の製造では、**プロセスで用いられる試薬と材料**の溶解金属や異物粒子が大きな問題になります。

ICP-QQQ により、原料、バルク試薬、ウェハ処理において低濃度で存在する超微量汚染物質をモニタリングすることで、製品の歩留りを高め、欠陥率を最小限に抑えることができます。



環境

環境中の微量濃度の汚染物質を正確に測定することは、これまで以上に重要になっています。Agilent ICP-QQQ メソッドは、比類のない検出下限と結果の信頼性を実現しているため、希土類元素や放射性核種など、超微量レベルの新規汚染物質のモニタリングに不可欠です。



ライフサイエンスおよびバイオ医薬品

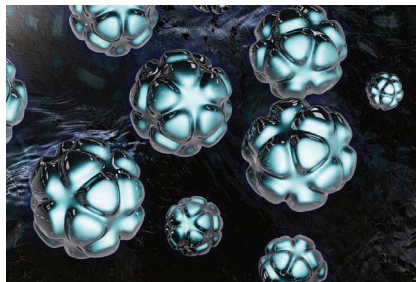
ICP-QQQ により、未知の**タンパク質やペプチド**を正確に定量することができます。そのためには、MS/MS モードを使用して、硫黄およびリンなどヘテロ元素を低濃度で正確に測定します。

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。



食品検査

ICP-QQQ では、多原子および二価イオン干渉を効果的に除去できるため、**食品サンプル**に低濃度で含まれるヒ素やセレンをより正確に測定することができます。また、ICP-QQQ の優れた感度により、これまで以上に低濃度でのヒ素のスペーシオン分析が可能になります。



ナノ粒子

環境、食品、および生物系に存在する**ナノ粒子 (NP)** の測定に対する関心が高まっています。ところが、シリカおよびチタン由来の NP は粒子サイズが非常に小さく、四重極 ICP-MS での測定は容易ではありません。MS/MS 機能を備えた ICP-QQQ なら、複雑なサンプルに含まれる 50 nm 未満の NP の特性分析も可能です。



地質学

アジレントの ICP-QQQ のリアクションセルケミストリでは、直接干渉する同重体を分離できます。鉛 204 に干渉する水銀 204、ルビジウムおよびストロンチウム 87、ハフニウム 176 に干渉するイットルビウムおよびルテチウム 176 など、**地質年代学**で重要となる同位体時計を利用できるようになります。この分離能は、二重収束型高分解能 ICP-MS で得られる性能をはるかに超えています。

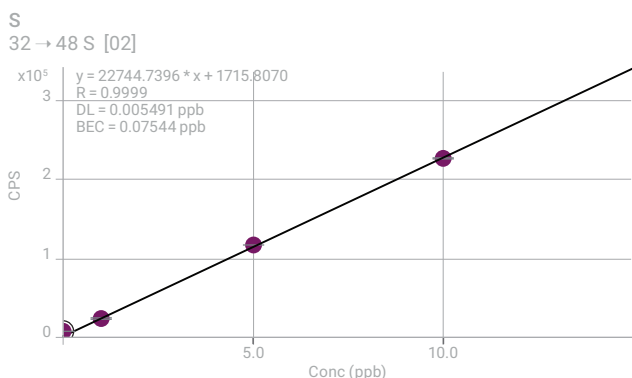
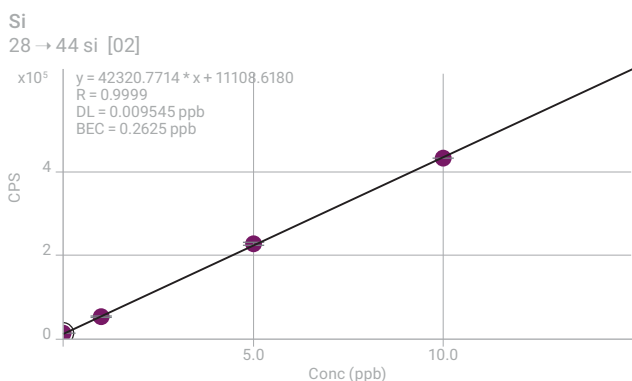
ICP-MS/MS がもたらす信頼の性能

Agilent 8900 ICP-QQQ は、既存の多元素分析を行う ICP-MS アプリケーションで卓越した性能を発揮します。また、従来の ICP-MS では不可能だった分析も可能になります。これまで分析困難だった元素の低い検出下限、同重体干渉の解決、新たに注目されているナノスケール物質の微量分析などにより、ICP-MS のアプリケーションに新たな可能性が切り開かれます。

ケイ素および硫黄の超微量分析

Si および S は多原子干渉を受けやすく、従来の四重極 ICP-MS では ng/L (ppt) レベルの測定は不可能でした。ICP-QQQ なら、MS/MS と反応性の高いセルガスを用いることで、きわめて高い信頼性で干渉を解決することができます。8900 ICP-QQQ の高度なアプリケーション向けおよび半導体向けの構成では、新たなガスフローシステムにより Si および S の汚染を最小限に抑え、シリコンおよび硫黄のバックグラウンド信号をきわめて厳密にコントロールすることができます。

下図の検量線は、8900 ICP-QQQ で MS/MS モードと O₂ セルガスを使用した場合に、Si (上) と S (下) の検出下限 (DL) が 10 ng/L 未満であることを示しています。

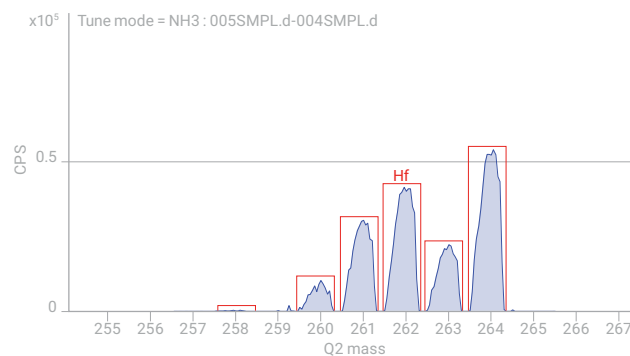


同重体干渉の解決

公称分解能 1 u で動作する ICP-QQQ により、二重収束型高分解能 (HR) ICP-MS を超える分解能が実現されるのはなぜなのでしょう。その答えは、MS/MS を用いた化学反応の選択性にあります。ICP-QQQ の MS/MS モードでは、特定の元素とのみ反応するセルガスを選択することで、同重体干渉、すなわち²⁰⁴Hg に干渉する²⁰⁴Pbのように、質量数は同じでも元素が異なる原子種を分離することができます。こういった同重体の分離には、通常であれば、一般的な HR-ICP-MS の能力をはるかに超える質量分解能 (M/DM) が必要になります。

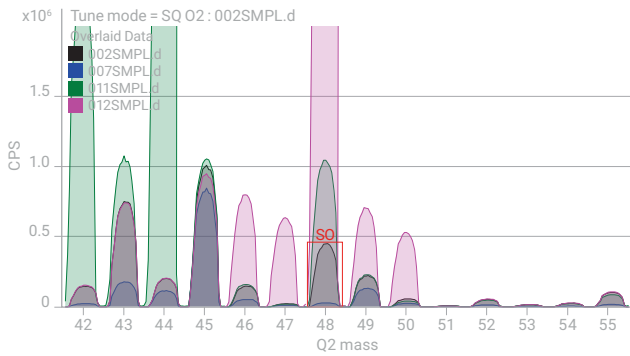
地球化学、地質年代学、および核科学分野のアプリケーションには、同重体干渉によって正確な分析が困難になるものがあります。例えば地質年代学における¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 比の正確な測定、Pb/Pb および Pb/U の年代測定、Rb-Sr 比の分析などです。核科学では、⁹³Zr、¹⁵¹Sm、¹²⁹I のような放射性同位体は、異なる元素の天然同位体とオーバーラップすることがよくあります。同重体は、ICP-MS/MS と反応性セルガスを用いて分離することができます。

以下のスペクトルは、8900 ICP-QQQ により、Hf をプロダクトイオン Hf(NH₂)(NH₃)₄⁺ として測定した結果です。MS/MS を用いることで、m/z 176 で干渉する可能性のある Lu、Yb、およびその他のマトリックス元素の存在下でも、¹⁷⁶/¹⁷⁷Hf 同位体比を正確に測定することができます。

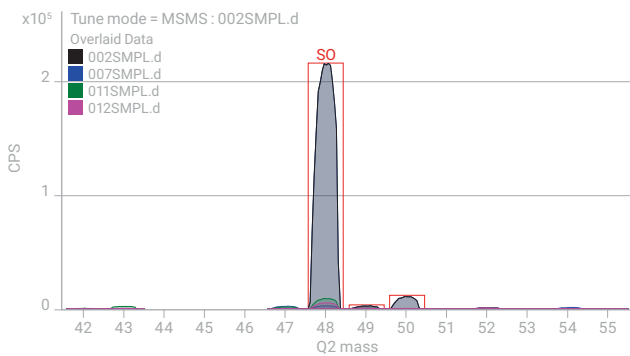


MS/MS による硫黄および硫黄同位体比の正確な分析

S は、O₂ セルガスを使用することにより、プロダクトイオン SO⁺ として m/z 48 (主同位体 ³²S)、49、および 50 で測定できます。複数の同位体を測定することで、S の同位体比の分析と同位体希釈法 (ID) を用いた正確な定量が可能になります。下図に示すように、このアプリケーションでは、MS/MS を使用しないで SO⁺ プロダクトイオンが測定された場合に、炭素、カルシウム、およびチタンが干渉する可能性があるため、8900 ICP-QQQ の MS/MS モードが不可欠です。



MS/MS を使用しない場合、Ca (緑)、Ti (ピンク)、および C (青) による SO⁺ プロダクトイオンへの干渉が生じます。

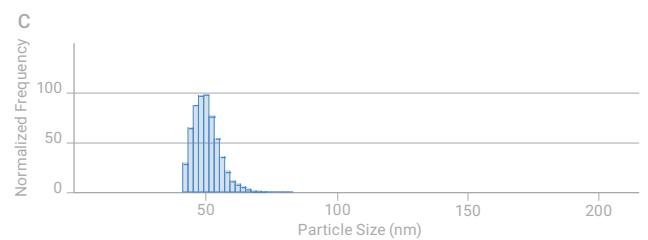
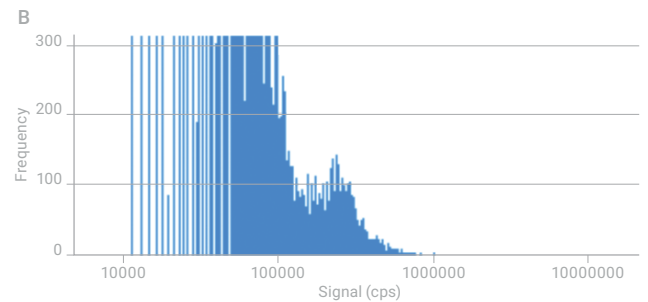
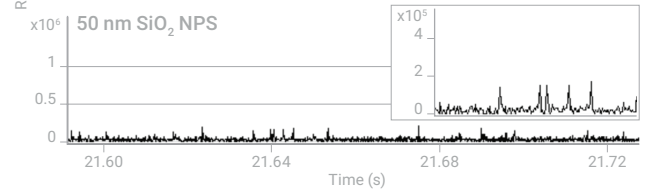
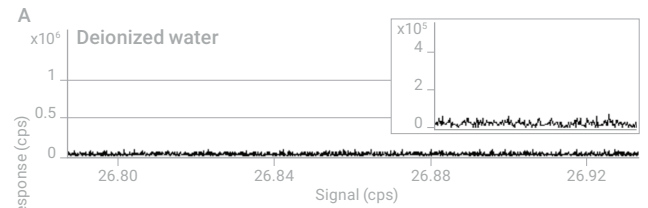


MS/MS を使用すると、Ca⁺、Ti⁺、および C⁺ イオンが Q1 で排除されるため干渉が生じず、正確かつ一貫性のある SO⁺ プロダクトイオンの測定結果が得られます。

単一粒子/セル ICP-MS (sp/scICP-MS) によるナノ粒子 (NP) の特性解析

8900 ICP-QQQ は、超高感度と、最小ドウェルタイム 0.1 ms による高速時間分析 (TRA) の両方を実現しています。この高感度と高速性を効果的な干渉除去と組み合わせることにより、既存のナノ粒子分析の可能性が広がり、Si、S、Fe、Ti などの元素から成る粒子の分析も可能になります。これらのナノ粒子は、四重極 ICP-MS では測定困難です。

以下の例に示すように、50 nm の SiO₂ NPs とブランク超純水の信号を容易に区別することができます (A)。周波数分布をプロットし (B)、粒子サイズを正確に測定することができます (C)。



干渉除去により究極の性能を実現する MS/MS テクノロジー

超高マトリックス導入 (UHMI)

UHMI によりマトリックス耐性が高まり、総溶解固形分 (TDS) 25 % までのサンプルに対応できるようになります。

UHMI は 8900 の標準仕様およびアドバンス仕様に標準搭載されています。マトリックス抑制が解消され、高マトリックスサンプルのルーチン分析が可能になります。



サンプル導入

低流量のペルチェ冷却サンプル導入システムが、サンプルの安定性と一貫性を確保します。オプションのアドバンスバルブシステム (AVS MS) を用いて、ピストンポンプと 7 ポートスイッチングバルブを追加すれば、高速 ISIS-DS 測定が可能になります。



ガス制御部

プラズマガス用の 4 チャンネルのアルゴンマスフローコントロール。高度なアプリケーション向けおよび半導体向けの構成には、第 5 (オプション) ガスコントローラと Si/S 汚染を抑えたアルゴン流路が搭載されています。

27 MHz プラズマ RF ジェネレータ

高速の周波数マッチング RF ジェネレータがきわめて高い出力伝達効率を実現します。揮発性有機溶媒などのサンプルマトリックスの変化にも対応できます。

プラズマおよびシールドトーチシステム (STS)

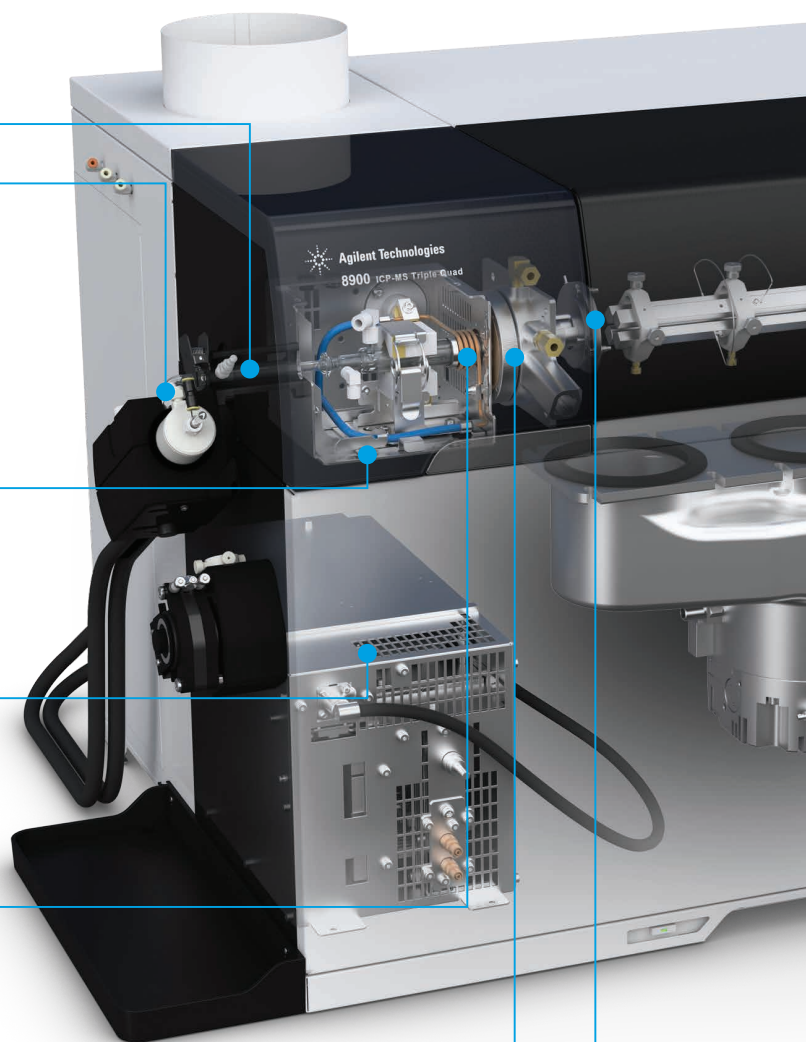
高エネルギーを供給することで効果的にマトリックスを分解し、厳密なイオンエネルギー制御により、ヘリウムモードでの効率的な干渉除去を可能にします。トーチは、日常のメンテナンス後に自動的にアライメントが行われます。

インタフェースコーン

Ni または Pt 製のコーンが卓越したマトリックス耐性と感度を実現します。日常のメンテナンス時に容易に取り外せるネジ構造です。

イオンレンズ

2 つの引き出しレンズとオフアクシスオメガレンズが、最適化された単一のインタフェースで優れたイオン透過率とマトリックス耐性を実現します。イオンレンズは高真空領域の外にあるため、定期メンテナンスの際のアクセスが容易です。



図にはオプションが含まれています。

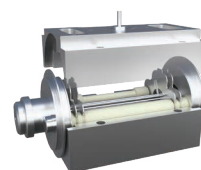
詳細については、アジレントの担当者にお問い合わせください。

最初の四重極マスフィルタ (Q1)

高周波の双曲面四重極マスフィルタ。MS/MS モードでは、Q1 は 0.7 u の分解能で動作しており、ターゲット化合物と異なる質量数を持つ化合物がすべて排除されるため、セルでの化学反応を制御できます。

第 4 世代オクタポールリアクションシステム (ORS⁴)

柔軟なセルガスメソッドを可能にする 4 チャンネルのガスコントローラを搭載した温度制御コリジョンリアクションセル。ヘリウム (He) モードで優れた性能を発揮する他、MS/MS を使用したリアクションモードでは、干渉イオンを効果的かつ確実に抑制します。また、軸方向の加速機能 (アドバンス仕様および半導体仕様) により、高次プロダクトイオンの生成を抑え、分析感度を高めます。



エレクトロンマルチプライア検出器

デュアルモードのエレクトロンマルチプライアが最大 11 桁のダイナミックレンジを実現します。最小ドウェルタイムが短い (0.1 ms) ため、高速過渡信号の分析にも対応できます (単一ナノ粒子、単一細胞、およびレーザーアブレーションに最適)。

2 番目の四重極マスフィルタ (Q2)

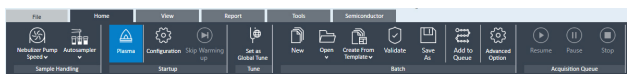
2 番目の高周波の双曲面四重極マスフィルタも、通常、0.7 u の分解能で動作します。Q2 は、リアクションセル出口から送り込まれたイオンを選択し、ターゲットの分析対象イオン/プロダクトイオンのみを検出器へと送り出します。

真空システム

スプリットフローターボポンプとターボポンプ (各 1 台)、および外付けロータリーポンプで構成される高性能ポンプシステム。優れた真空性能が 8900 ICP-QQQ の超高感度と低バックグラウンドを支えており、MS/MS に必要な 1 u 未満の分解能を Q1 で発揮できるようにしています。

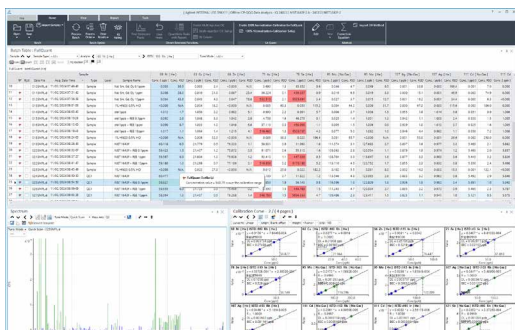
IUPAC では、「トリプル四重極」(または QQQ) は、「直列する **2 つの透過型四重極** で構成され、コリジョンセルとして機能する (イオンの選択は行わない) RF のみの四重極 (またはその他の多重極) がその中間に位置する、タンデム質量分析計」として定義されています。IUPAC 2013 勧告、用語 538。

パワフルで柔軟、直感的な ICP-MS ソフトウェア



ICP-MS MassHunter ソフトウェアは、直感的なタスクナビゲータとツールバーレイアウトを採用しています。操作方法を短時間で習得し、簡単に使用できます。

- ホームタブでは、スタートアップ、バッチ、取り込みキューなどの一般的な設定と操作機能に簡単にアクセスできます。
- 取り込み画面には、チューニング設定、元素選択、取り込みパラメータが一覧表示されています。IntelliQuant Assistant は、各分析対象物に適したセルモードを事前を選択するため、メソッド設定がさらに簡単になります。
- シーケンス画面にはサンプルリストが表示されており、キュー画面には、現在のタスクと予定されているタスク、現在のバッチ進捗状況、分析中のサンプルのリアルタイム取り込みモニタが表示されます。
- データ解析画面のデータバッチテーブルは、シーケンシングの進行に従ってリアルタイムに更新されます。データテーブルはインタラクティブで、現在選択中のサンプルのスペクトルまたはクロマトグラム、内部標準および QC 回収率、検量線が表示されます。
- カスタマイズ可能な外れ値フラグと、LabQC チャート、添加回収率の機能、およびメソッド固有の性能レポートを利用できます。



ICP-MS MassHunter のデータ解析画面。インタラクティブなバッチテーブル、外れ値フラグ、選択されているサンプルのスペクトル、およびキャリブレーションの要約が表示されています。

プリセットメソッドと自動化

ICP-MS MassHunter のプリセットメソッドとレポートテンプレートを使用すれば、一般的なアプリケーションのメソッドをわずか数クリックで設定できます。または、メソッドウィザードを使用して、サンプルの種類やアプリケーションをもとに最適なメソッドを新たに作成することもできます。オプションの ICP Go のシンプルなユーザーインターフェースを使用すれば、ルーチンバッチ分析をこれまでになく簡単に実行できます。

ICP-MS MassHunter ソフトウェアは、プラズマ点火後の自動スタートアップチェックから、メソッドの設定とシーケンス、積分データの解析、最終的なレポート作成まで、ICP-MS 分析を総合的にサポートします。ICP-MS MassHunter のシステムチェックでは、あらゆる分析ニーズに対応して、Agilent 8900 ICP-QQQ の性能を存分に引き出すことができます。

ICP-MS MassHunter ソフトウェアの互換性

医薬品製造など厳しい規制が課される業界では、ICP-MS MassHunter ソフトウェアに Agilent コンプライアンスソリューションを組み込むことができます。

1 台のワークステーションから国際企業レベルの環境にまで対応できるデータセキュリティ、インテグリティ、トレーサビリティソリューションを実現できます。

ICP-MS MassHunter は、統計にもとづいて ICP-MS データセットを詳細に評価するためのツールが含まれる Agilent Mass Profiler Professional (MPP) との互換性もあります。

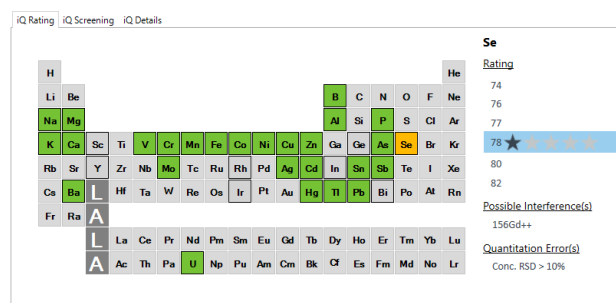
MassHunter は、多様な Agilent MS プラットフォームに渡って利用できる共通のソフトウェアです。Agilent 四重極 ICP-MS、ICP-QQQ、LC/MS、GC/MS 製品のトレーニングを簡略化することができます。

IntelliQuant と星ランキング

IntelliQuant は、高速フルスペクトルスキャンを使用して、キャリブレーションされていない元素の場合でも、すべてのサンプルを半定量的に分析します。また、このデータとその他のデータを使用して、結果の品質に関する問題をシンプルな 5 つ星ランキングで強調表示します。これにより、データに信頼性を与えると同時に、あらゆる問題に即座にアクセスできるようになります。多変量データ解析を使用した星ランキングにより、データ品質評価の際の分析者のストレスと時間を軽減することができます。星ランキングでは、以下の項目を考慮します。

- 未知の元素やマトリックス成分による干渉
- 測定品質
- 検出下限

これが分析全体を通して、すべてのサンプルで測定されるすべての同位体に対して実行されます。まるで全サンプルに品質管理を行うようなものです。



実績のスペシエーション機能



ICP-QQQ による統合スペシエーション

環境、食品の安全性、医薬品、一般消費財に関する規制の厳格化により、元素種を同定するだけでなく、その総濃度を定量する必要があります。アジレントは、LC、CE、IC、FFF など、ICP-QQQ 用の統合スペシエーションシステムおよびメソッドを提供しています。

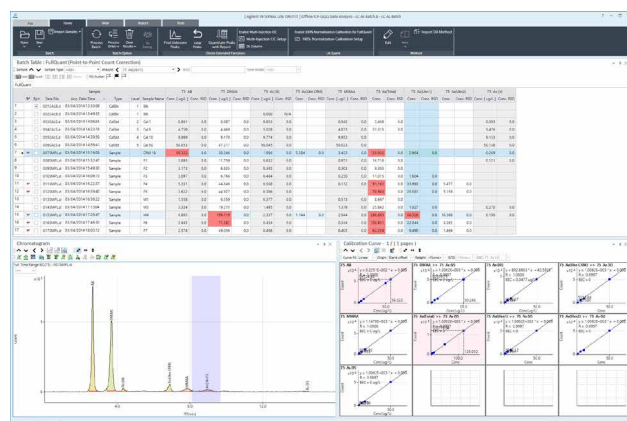
石油化学アプリケーションにおいて、より幅広い分析対象物に対し、より低い検出下限要件を満たすためには、優れた感度と厳密な干渉抑制が必要です。また、ライフサイエンス分野のバイオ分析では、従来の四重極 ICP-MS では測定困難な S、P、Cl などの元素を正確に定量分析できることが大きな成果につながります。それを可能にするのが Agilent 8900 ICP-QQQ です。

LC-ICP-MS キット

LC/IC は ICP-MS でのスペシエーション分析法として広く利用されています。アジレントは、キャピラリーおよびナノフロー LC-ICP-MS、および従来の HPLC/IC-ICP-MS 用に、そのまま利用できる幅広いキットを提供しています。優れた感度を備え、確実な干渉抑制を実現する 8900 ICP-QQQ は、高度な LC/IC-ICP-MS アプリケーションに最適なソリューションです。

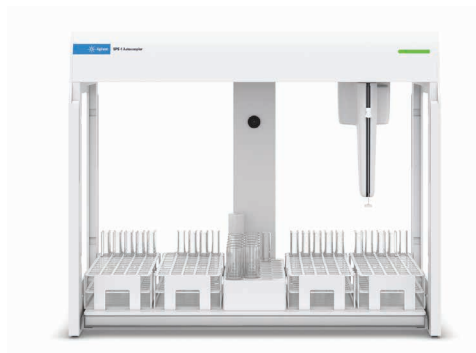
クロマトグラムデータ解析ソフト

Agilent ICP-MS クロマトグラフィーソフトウェアは、8900 ICP-QQQ でクロマトグラフィーデータをシームレスに処理します。これはアジレントが開発したオプションソフトウェアであり、統合、キャリブレーション（化合物非依存性キャリブレーション (CIC) など）、定量用の優れた機能を備えています。また Agile2 インテグレータでは、パラメータ不要積分により正確で一貫した LC ピーク検出が可能です。積分パラメータを手動で入力する必要はありません。



キャリブラントを用いたヒ素スペシエーションの LC-ICP-MS クロマトグラム：アルセノベタイン (AB)、ジメチルアルシン酸 (DMA)、亜ヒ酸塩 (As(III))、モノメチルアルソン酸 (MMAA)、ヒ酸塩 (As(V))。CIC を使用し、無機 As(V) 反応に基づいて未知のヒ素種と総ヒ素を定量しました。

オプションとアクセサリ



SPS 4 および SPS 6 オートサンプラ

ハイスループットのルーチン分析や多検体処理を実行するラボに適した高性能オートサンプラです。SPS 4 は最大 360 個、SPS 6 は最大 540 個のサンプルを収容できるため、長時間の自動分析に適しています。堅牢性に優れ、使いやすく、自動元素分析に最適です。



Advanced Dilution System (ADS)

アジレントが設計・製造した ADS は、標準溶液の前処理と測定前のサンプル希釈を自動化します。また、測定中にリアルタイムで検量線範囲外のサンプルを再希釈することで、分析後のサンプル希釈を自動化できます。希釈を自動化することで、一般的な人的ミス要因、汚染、時間の無駄を排除できます。



インテグレートオートサンプラ (I-AS)

高純度半導体化学物質の超微量分析、少量サンプル (0.5 mL) の分析に最適です。フレキシビリティの高いラック構成により、最大で 89 本のバイアルと 3 本の洗浄バイアルを搭載できます。



アドバンスドバルブシステム (AVS MS)

高速取り込みポンプおよび 7 ポートスイッチングバルブでは、ディスクリットサンプリングにより、1 サンプルあたり 1 分未満の高速分析を実現します。

SEMI S2 コンプライアンスキット

8900 半導体 ICP-QQQ の緊急オフボタンが含まれています。お客様によるラボ安全対策と組み合わせることで、このキットにより SEMI S2 ガイドラインに確実に準拠できます。

統合ソフトウェアによるサードパーティ製アクセサリの設定およびコントロール

サードパーティ製アクセサリのサプライヤは、ICP-MS MassHunter のソフトウェア開発キット (SDK) を使用して、自社製品用のドライバを ICP-MS MassHunter ワークフローに組み込むことができます。ICP-MS MassHunter ワークステーション PC からシームレスに動作する、メソッド設定および実行コントロールインタフェースを実装できます。

SDK プラグインにより、サードパーティ製アクセサリの機能が追加され、ICP-MS の操作の幅が広がります。

豊富なオプションとアクセサリ

ネプライザオプション：低流量、同軸型、耐フッ酸およびパラレル型など、さまざまなサンプルタイプとボリュウムに適したネプライザを提供しています。

耐フッ酸導入キット：O-リングを使用しない PFA 製のキットが汚染レベルを低く抑えます。フッ酸に対する耐性があり、高純度試薬の分析にも適しています。

有機溶媒導入キット：多くの有機溶媒の分析に必要なサンプル導入パーツが含まれています。

レーザーアブレーション (LA-ICP-MS) 統合ソフトウェアコントロール：長い取り込み時間 (24 時間以上) を必要とするイメージングアプリケーションなどのバルクおよび時間分析アプリケーションにおいて、固体サンプルを直接分析することができます。

フィールドフロー分離 (FFF)：Agilent 8900 ICP-QQQ と非対称フロー FFF (AF4) を組み合わせることで、サンプル中のナノ粒子の特性解析に最適な分離および検出アプローチが実現されます。

アジレント部品と消耗品

きわめて厳しい仕様に基づく製造により最高レベルの品質が、また厳格な試験により最高レベルの機器性能が実現されています。

詳細情報：

www.agilent.com/chem/icp-ms-supplies

Agilent CrossLab : 「見えない価値」を「目に見える成果」へ

CrossLab では、機器にとどまらず、各種サービス、消耗品、およびラボ全体のリソース管理を通してお客様を総合的にサポートします。ラボの効率の向上、運用の最適化、機器の稼働時間の増加、スタッフのスキル育成などにお役立ていただけます。



ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンター

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っていません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE44140.8991435185

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2024-2025

Printed in Japan, December 12, 2025

5991-6900JAJP

