

2018 年 10 月第 74 号



1 ページ

環境モニタリングにおいて拡大する
ICP-MS の役割

2-3 ページ

Agilent 7800 ICP-MS を使用した
多元素分析法による中国土壌汚染
状況調査

4-5 ページ

MS/MS を使用した同重体スペクトル
オーバーラップの解決による ICP-
MS 機能の拡張

6 ページ

医学研究への LA-ICP-MS 応用
のパイオニアが名誉ある Atomic
Spectroscopy Award を受賞

7 ページ

教育用オンデマンドウェビナー
シリーズ: エキスパートから
ICP-QQQ を学ぶ

8 ページ

New! 半導体業界アプリケーション
集、最新の Agilent ICP-MS 関連
資料

環境モニタリングにおいて拡大する ICP-MS の役割

Ed McCurdy, ICP-MS Product Marketing, Agilent UK

ICP-MS の登場当初から、この分析法の主要アプリケーションの 1 つとなってきたのが、環境サンプル中の微量元素の測定です。産業化が新たな領域へと進展し、食物連鎖における微量金属の影響が明らかになるに伴い、微量汚染物質モニタリングの需要は高まっています。今号の ICP-MS ジャーナルでは、中国の農地を対象に新たに実施された大規模な微量元素汚染物質 (TCE) 調査について取り上げます。また、関心が高まりつつある ICP-MS による「技術上重要な意味を持つ元素」の微量分析にも焦点を当てます。TCE には、白金族元素 (PGE)、希土類元素 (REE) の他、Ga、Ge、In、Nb、Ta、Te、Tl など「一般的でない」元素が含まれます。



図 1. Agilent 8900 ICP-QQQ と Agilent SPS 4 オートサンブラ

Agilent 7800 ICP-MS を使用した多元素分析法による 中国土壤汚染状況調査

Tetsuo Kubota¹ and Dong Yan², Agilent Technologies, Japan¹ and Agilent Technologies, China²

はじめに

中国は他の多くの国々と同様に、土壌の質、特に食物生産に用いられる土壌の改善に取り組んでいます。中国で 2016 年に採択された第 13 次五カ年計画 (2016 ~ 2020 年) には、土壤污染防治行動計画が盛り込まれました。2017 年には、中国土壤汚染状況調査に向けて土壌分析に関する技術規定 (1) が定められ、全国土壤汚染状況調査が開始されました。この調査は、どの地域の農地がどの程度汚染されているのかを明らかにすることを狙いとしており、その結果は今後の是正活動の指針となります。

土壌調査の要件

2017 年に定められた技術規定の土壌調査メソッドでは、土壌中の多様な有機および無機汚染物質を測定することが義務付けられています。対象物質は約 15 種類の重金属とその他元素です。分析法は、ICP-MS、ICP-OES、グラファイトファーンネス AAS (GFAAS)、またはフレイム AAS と、As および Hg (または任意で Sb) の検出用に原子蛍光 (AFS) を組み合わせた構成が推奨されています。毒性の高い一部の元素 (Cr、As、Cd、Hg、Pb) の測定は必須です。Be、V、Mn、Co、Mo、Sn などその他元素については、現地の汚染源を根拠に分析の妥当性が示されれば、地方自治体に対象元素として指定することができます。

この調査は 2018 年末に完了予定ですが、膨大な量の多様な土壌および堆積物の分解物中に低濃度で存在する複数の元素を測定することが要求されています。このような要件を踏まえると、優れた分析スピード、感度、多元素分析機能を備えた ICP-MS がこの調査の分析法として最適です。

この記事では、低圧高周波分解で前処理した土壌および堆積物の分解物を、Agilent 7800 ICP-MS と SPS 4 オートサンブラで構成されるシステムで分析した結果について説明します。

実験方法

ルーチン環境ラボに適したトータルワークフローを実現するためには、ICP-MS による高速測定に加え、迅速かつ効率的なサンプル前処理も必要です。そこでアジレントは、30 種類の土壌および堆積物サンプルのバッチを完全に分解するよう最適化された低圧高周波分解アプローチを開発しました。

メソッド性能を検証するために、中国の NCS から入手した 5 種類の沢砂 CRM サンプルを MARS 6 マイクロ波分解システム (CEM 社、日本) で分解しました。その後、これらの CRM を添加ありおよび添加なしの状態 で連続 7 時間にわたって繰り返し測定しました。詳細については、参考文献 (2) をご覧ください。別の実験として、8 種類の土壌 CRM を分析しました。ここでは、土壌および堆積物 CRM で得られた代表的な結果を紹介します。

装置構成

すべての測定には、高マトリックス導入 (HMI)、Ni インタフェースコーン、および He モードで動作する ORS⁴ コリジョンセルを標準搭載した Agilent 7800 ICP-MS を使用しました。標準溶液およびサンプルの導入には、Agilent SPS 4 オートサンブラを使用しました。ICP-MS の使用条件を表 1 に示します。HMI の設定は、分析対象サンプルのマトリックス濃度に合わせて適宜オートチューンにより調整しました。今回の実験では、希釈係数 4 を適用しました。

表 1. 7800 ICP-MS の使用条件

パラメータ	ノーガスモード	He モード
プラズマモード	HMI-4	
RF 出力 (W)	1600	
ネブライザガス流量 (L/min)	0.60	
希釈ガス流量 (L/min)	0.35	
レンズチューン	オートチューン	
セルガス流量 (mL/min)	0.0	4.5
エネルギー弁別 (V)	5.0	

表中の網掛けされたパラメータは、メソッドおよび HMI-4 プラズマのプリセットで定義されている値です。すべてのパラメータは、起動およびオートチューン時に自動的に最適化されました。

結果と考察

キャリブレーション

代表的な検量線を図 1 に示します。どの検量線についても R 値が 0.9999 を超え、メソッド要件 0.999 を上回りました。

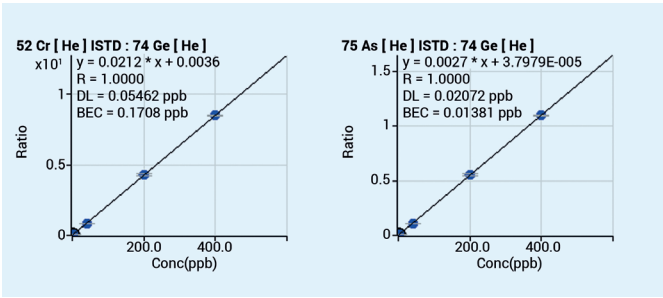


図 1. 重要な毒性微量元素である Cr および As の代表的な検量線。He モードの有効性が示されています

QC サンプルの回収率

継続的キャリブレーション確認 (CCV) 用 QC サンプルには、検量線の中点付近の濃度の標準溶液を使用しました。CCV 用 QC サンプルは、メソッドの規定に従って 20 サンプルごとに自動測定しました。メソッドでは、CCV 回収率が ±10 % 以内であることが求められるため、回収率がこの限度外だった場合は再キャリブレーションを行う必要があります。図 2 に示すように、すべての元素が CCV 回収率の基準を満たし、連続 7 時間の測定中に再キャリブレーションは必要ありませんでした。

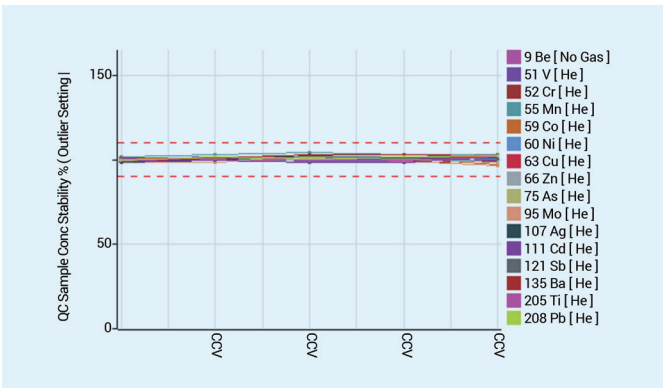


図 2. 連続測定における継続的キャリブレーション確認 (CCV) の回収率。赤線は ±10 % の限度を示します

CRM 回収率

表 2 は、代表的な堆積物および土壌 CRM の測定により得られた平均濃度と平均回収率の結果です。すべての元素の結果が認証値と良好に一致しています。密閉容器分解を使用することで、As や Sb などの揮発性元素についても良好な回収率が得られました。

結論

HMI 搭載の 7800 ICP-MS により、中国土壌汚染状況調査の技術規定に定められたメソッドで対象とされている環境サンプルのルーチン分析を確実に、すばやく簡単に行うことができます。迅速な低圧高周波分解アプローチにより、規定されたすべての元素を 1 回の分析で測定することができました。

表 2. 堆積物および土壌 CRM 中の各元素の平均測定濃度 (n=3) (mg/kg、希釈分を補正)。すべての認証元素について、各 CRM の認証値 (mg/kg) と平均回収率 (%) を示しています

	GBW07307a 堆積物 CRM			GSS-12 土壌 CRM		
	測定値 (mg/kg)	認証値 (mg/kg)	回収率 (%)	測定値 (mg/kg)	認証値 (mg/kg)	回収率 (%)
Be	1.6 ± 0.4	1.6 ± 0.1	100	2.04	2.04 ± 0.06	100
V	77 ± 9	77 ± 4	100	88	86 ± 4	103
Cr	44 ± 5	43 ± 1	103	59	59 ± 2	100
Mn	896 ± 100	886 ± 25	101	758	774 ± 19	98
Co	14.8 ± 2.1	15.2 ± 0.7	98	12.3	12.6 ± 0.3	98
Ni	23.3 ± 3.6	22.0 ± 0.6	106	34	32 ± 1	106
Cu	23.4 ± 3.6	22.5 ± 1.0	104	27	29 ± 1	93
Zn	844 ± 54	780 ± 19	108	74	78 ± 5	95
As	13.2 ± 1.6	11.3 ± 1.0	117	NA		
Mo	0.82 ± 0.67	0.82 ± 0.05	99	1.02	0.96 ± 0.06	106
Ag	1.24 ± 0.7	1.20 ± 0.08	103	NA		
Cd	6.0 ± 0.4	5.6 ± 0.6	107	0.16	0.15 ± 0.02	106
Sb	2.4 ± 0.8	2.1 ± 0.2	112	1.47	1.17	125
Ba	441 ± 50	437 ± 12	101	444	492 ± 20	90
Ti	0.38 ± 0.58	0.45 ± 0.07	85	0.46	0.51 ± 0.04	90
Pb	609 ± 80	555 ± 19	110	18	19 ± 2	96

参考文献

1. Technical Stipulation of Soil Analysis for China Soil Pollution Survey, 2017, accessed August 2018, Chinese language only: http://www.edcmep.org.cn/ywly_14986/hjfxcs/201709/W020180315331626102260.pdf
2. Agilent アプリケーションノート、2018 年、5994-0309EN

MS/MS を使用した同重体スペクトルオーバーラップの解決による ICP-MS 機能の拡張

Ed McCurdy and Glenn Woods, Agilent Technologies Ltd, UK

ICP-MS における同重体オーバーラップ

2 つの異なる元素の同位体が同じ質量になることで生じる同重体干渉は、シングル四重極 ICP-MS では解決が困難です。「高分解能」の二重収束型 ICP-MS でも、分離することはできません。これは、オーバーラップする同位体の質量差がきわめて小さいからです。例えば、整数質量がどちらも 204 である ^{204}Hg と ^{204}Pb の真の質量は、それぞれ 203.97349398 u と 203.9730440 u です。これらの同重体を分離するためには、約 500,000 の分解能 ($M/\Delta M$) が必要になります。これは、市販されている高分解能 ICP-MS 機器で達成可能な最大性能の約 50 倍に相当します (1)。

その代替アプローチとして用いられているのが「化学的分離」です。この手法では、一方の同重体元素とすばやく反応し、他方の元素とはゆっくり反応するか、まったく反応しないコリジョンリアクションセルガスが使用されます (2)。目的とするプロダクトイオンのみが生成されるようにするには、(コリジョンリアクションセルの前に) 質量選別ステップの追加が必要です。これを実現するのが、タンデム質量分析 (ICP-MS/MS) 構成の Agilent 8900 ICP-QQQ です。

一般的でない環境汚染物質の測定の改善

ハイテク業界では、Ga、Ge、Nb、In、Te、Ta など技術上重要な意味を持つ元素の新たな特性が注目されています。ただし、その毒性学的影響や環境への影響は十分に解明されていません (3)。

これらの元素はどれも ICP-MS で測定できますが、環境モニタリングで必要となる低濃度での測定は必ずしも容易ではありません。例えば、テルル (Te) は第一イオン化ポテンシャル (IP) が 9.01 eV と比較的高く、ICP でイオン化されるのは全体の 25 % 程度にすぎないため、感度が低下し、検出下限が高くなります。

また、 ^{125}Te は同重体オーバーラップが生じない唯一の Te 同位体であり、ICP-MS での測定に適しているように思われますが、 ^{125}Te の同位体アバ

環境サンプル中に低濃度で存在する Te を分析するために、比較的アバ

ンダンスの高い同位体である ^{128}Te (31.74 %) や ^{130}Te (34.08 %) を測定できれば好都合です。ただし、そのどちらの同位体も Xe (高純度アルゴンガス中の一般的な微量汚染物質) との同重体オーバーラップが生じます。また、 ^{130}Te 同位体は、天然環境サンプル中に mg/kg (ppm) レベルで存在する ^{130}Ba とオーバーラップします。Xe および Ba との同重体オーバーラップを排除できる ICP-MS/MS メソッドがあれば、Te の微量測定は大きく前進するはずです。

装置構成

すべての測定には、標準構成の Agilent 8900 ICP-QQQ を使用しました。

2 種類の干渉イオンを最大限に除去するために、リアクションガスを混合して使用しました。具体的には、 NH_3 を流量 2.0 mL/min (マスフローコントローラの設定 20 %)、 N_2O を流量 0.45 mL/min (30 %) で追加し、He をバッファガスとして 1.0 mL/min で追加しました。その他の使用条件については、「関連情報」に記載されている記事でご確認ください。

テルルに対する同重体オーバーラップの解決

m/z 128 および 130 で Te にオーバーラップする Xe および Ba の同重体干渉を解決するために、 N_2O および NH_3 の混合セルガスを使用しました。Xe による同重体オーバーラップを除去することで Te の微量検出がどのように改善されたかを、図 1 の検量線に示します。検量線の濃度範囲は 1 ~ 1000 ng/L (ppt) ですが、わかりやすくするために、図では 0 ~ 200 ppt の範囲を拡大しています。

図に示した検量線は、最も同位体比が多い 2 つの Te 同位体である Te^{128}Te (左) と ^{130}Te (右) のものです。上段の検量線は、ノーガスモードで得られた検量線です。y 軸上のずれは、 ^{128}Xe および ^{130}Xe がブランク信号に寄与したことによるもので、そのバックグラウンド相当濃度 (BEC) は、 ^{128}Te で 16 ng/L、 ^{130}Te では 32 ng/L です。2 つの BEC が異なるのは、 ^{130}Xe のアバ

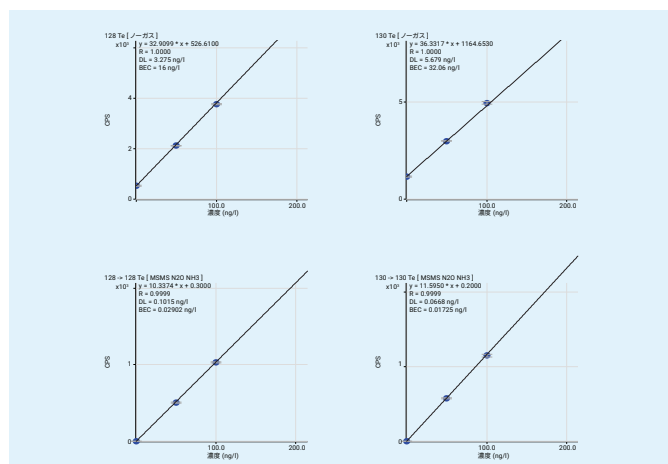


図 1. ノーガスモード (上段) と $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスを使用した MS/MS モード (下段) による ^{128}Te (左) および ^{130}Te (右) の検量線 (低濃度範囲を拡大)

一方、 $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスモード (図 1 の下段) では、y 軸上のずれが完全に解消され (バックグラウンド信号はそれぞれ 0.3 および 0.2 カウント/秒)、BEC が ^{128}Te で 0.029 ng/L、 ^{130}Te で 0.017 ng/L に低減しています。すなわち、Agilent 8900 の MS/MS モードで $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスを使用することにより、BEC を ^{128}Te で 1/500 に、また ^{130}Te では約 1/2000 に抑えることができました。

多様なバリウムマトリックス溶液中の ^{130}Te の測定

$\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスメソッドでは、Ba による同重体オーバーラップも排除されます。このアプローチの有効性を実証するために、サンプルとして Ba 含有濃度が 20 ~ 1000 $\mu\text{g}/\text{L}$ (ppb) の一連の溶液を使用しました。各 Ba 標準溶液に 500 ng/L (ppt) の Te を添加し、ノーガスモードと $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスモードで測定しました。測定により得られた Te 濃度を図 2 のプロットに、また回収率を表 1 に示します。

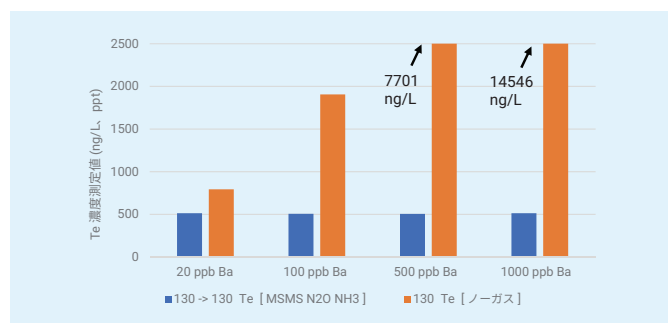


図 2. さまざまな Ba マトリックス濃度の溶液に 500 ng/L の Te を添加し、 $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスモードとノーガスモードで測定して得られた濃度

表 1. Ba マトリックス中の Te の回収率。 $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ セルガスを使用した MS/MS モードとノーガスモードで得られた結果の比較。

500 ng/L Te 添加時の回収率 (%)		
バリウムマトリックス	^{130}Te , $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$	^{130}Te , ノーガス
20 ppb Ba	103	159
100 ppb Ba	101	381
500 ppb Ba	101	1540
1000 ppb Ba	102	2909

ノーガスモードでの Ba マトリックスによる Te の回収率の誤差は、20 ppb の Ba で 150 %、1000 ppb の Ba では 2909 % (実際の 30 倍) にもなっています。これに対し、 $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ モードでの Te の回収率は、すべての Ba 濃度について $\pm 3\%$ の範囲に収まっています。これは、このメソッドによる ^{130}Ba の解決効果の高さを表しています。

結論

反応性の高いセルガスと、Agilent 8900 ICP-QQQ の 2 段階の質量選別 (MS/MS) 機能により、直接的な同重体オーバーラップを解決することができます。

今回の実験では、 N_2O および NH_3 セルガスを使用して、 ^{128}Te および ^{130}Te に干渉する Xe および Ba の同重体オーバーラップを化学的に解決しました。これにより、最も豊富な m/z 128 および 130 の Te 同位体を測定できました。 $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$ メソッドでは、 ^{130}Te に対する Xe の寄与をノーガスモードの約 1/2000 に抑え、多様な Ba マトリックス中の Te を正確に分析することができました。

ICP-MS/MS を使用して同重体オーバーラップを解決することにより、Te などの元素を正確に測定できるようになります。また、リアクションガスを付いた MS/MS メソッドでは、特定元素の複数の同位体も分析できるため、同位体比法および同位体希釈法による測定も可能になります。

参考文献

1. N. Jakubowski, T. Prohaska, L. Rottmann and F. Vanhaecke, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2011**, 26, 693–726
2. S. D. Tanner, V. I. Baranov and U. Vollkopf, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2000**, 15, 1261–1269
3. M. Filiella and I. Rodushkin, *Spectrochim Acta Part B*, **2018**, (141), 80–84

関連情報

E. McCurdy, G. Woods, Using Double Mass Selection (MS/MS) and Reaction Cell Gases to Resolve Isobaric Spectral Overlaps in ICP-MS, *Spectroscopy*, **2018**, 33, 9, 26–34.

医学研究への LA-ICP-MS 応用のパイオニアが名誉ある Atomic Spectroscopy Award を受賞

Fred Fryer, Agilent Technologies, Australia

生体組織の金属イメージング

毎年、『Spectroscopy』誌では、独立系科学委員会の協力のもと、原子分光分析分野への著しい貢献が認められる若き分光学者の業績を表彰しています。2019 年の「Emerging Leader in Atomic Spectroscopy Award」の受賞者は Dr Dominic Hare です(1)。Dr Hare はシニア研究員であり、オーストラリアのメルボルンにある The Florey Institute of Neuroscience and Mental Health で Atomic Pathology Laboratory の責任者を務めています。

同研究機関は、脳研究を通じた生活の質の向上を目指しています。ここで Dr Hare が成し遂げた先駆的業績の 1 つが、レーザーアブレーション (LA-)ICP-MS を応用した組織サンプル中の元素のイメージングです。Dr Hare 率いる研究チームでは通常、New Wave レーザーアブレーションシステムを Agilent ICP-MS または Agilent トリプル四重極 ICP-MS に連結したシステムを使用しています。

脳内金属の 3D マッピング

LA-ICP-MS イメージング手法を成功させるうえで不可欠だったのが、サンプルの断面の元素分布を表示するデータ解析ソフトウェアの開発です(2, 3)。このソフトウェアでは、研究チームが「Biolite」と呼ぶケモメトリックスパッケージを使用してデータを照合し、図 1 に示すような 3D イメージを作成することも可能です。Dr Hare は、この先駆的アプローチを活用してマウスの金属分布マップを標準化し、パーキンソン病などの疾患に関わる脳内金属の研究に役立ててもらおうと計画しています。

神経疾患の研究

パーキンソン病の神経変性に関する研究では、鉄(すべての脳細胞に存在)とドーパミン(特定の数種類のニューロンにのみ存在)間の相互作用を解明することが不可欠です。研究チームは、ドーパミンを作り出す酵素をイッテルビウム (Yb) で標識し、その後 Yb の分布を LA-ICP-MS で測定することで、脳全体のドーパミンの

空間的マップを作成しています。図 1 では、鉄とドーパミンがどちらも高濃度で存在する領域がハイライトされています。ここで重要なのが、これらの領域がパーキンソン病のリスク領域、すなわち大脳黒質の緻密部および嗅球に対応しているということです。実際、嗅覚の喪失はパーキンソン病の初期症状の 1 つです(3)。

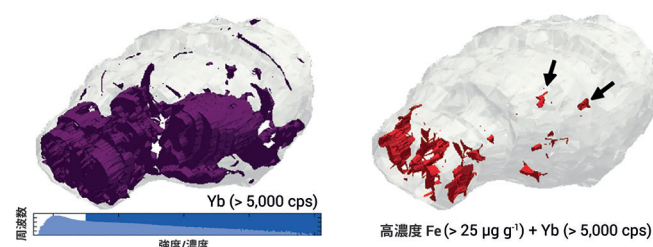


図 1. (左) Yb (> 5000 cps) の 3D マップ (右) Fe (> 25 µg/g) および Yb (> 5000 cps) をどちらも高濃度を含む脳領域

多元素 LA-ICP-MS メソッド

現在、Florey Institute チームは、組織内のより幅広い元素の分布を調査するための新たなメソッドの開発に取り組んでいます。Dr Hare のこれまでの業績から、タンパク質とタンパク質が必要とする金属イオンとの複雑な相互作用の調査にも LA-ICP-MS を活用できる可能性が見出されています。

この賞は、2019 European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry において Dr Hare に授与されます。同氏はこのカンファレンスで基調講演を行う予定です。

関連情報および参考文献

1. L. Bush, [Spectroscopy Announces the Winner of the 2019 Emerging Leader in Atomic Spectroscopy Award](#)
2. D. Hare et al., [Imaging Metals in Brain Tissue by LA-ICP-MS](#), *J. Vis. Exp.* (119), **2017**
3. Ferrum Blogger: [Mapping Metals in the Brain](#)
4. [Agilent Aids Research into How Essential Elements Can Become Killers](#), Agilent Web サイト

教育用オンデマンドウェビナーシリーズ: エキスパートから ICP-QQQ を学ぶ

Abe Gutierrez and Bert Woods, Agilent Technologies Inc., USA

ICP-MS/MS ウェビナーシリーズ、パート 1: ICP-MS の未来を決定づける 4 つの機能



この ICP-MS/MS ウェビナーシリーズのパート 1 では、アジレントの ICP-MS スペシャリストである Abe Gutierrez が、1980 年代から始まる ICP-MS の歴史について簡単に説明します。最初に、新たな、また発展し続けるアプリケーションニーズに応えるため、性能の向上に向けてどのような進化をたどってきたのかに焦点を当てます。また、多くの業界やアプリケーションにおいて多原子、同重体、二価などの干渉物質をより厳密に抑制することが必要になった背景について説明します。これらのニーズは最終的に、2012 年に発売の Agilent 8800 トリプル四重極 ICP-MS の開発へとつながりました。

次に、イオン/分子の化学反応の正確なコントロールにより実現される、タンデム質量分析計 (MS/MS) の 4 つの独自機能について取り上げます。Agilent 8900 ICP-QQQ での分析例を交えながら、次の機能について説明します。

- ・ オンマス測定
- ・ マスシフト測定
- ・ プリカーサイオンスキャン
- ・ プロダクトイオンスキャン

ICP-QQQ により新たに可能になった研究およびルーチンアプリケーション例の説明では、コリジョンリアクションセルの仕組みを効果的なアニメーションで楽しみながら理解できます。

最後に、ICP-MS 機器の干渉除去機能の簡単なテスト方法に関するヒントをいくつか紹介します。

[いつでも受講できる便利なウェビナー](#)

パート 2:あらゆるアプリケーションの ICP-MS データ品質を向上させる MS/MS の可能性

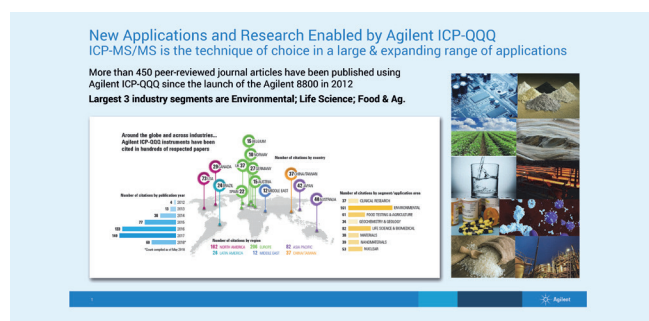
このウェブキャストでは、アジレントのアプリケーションケミストである Bert Woods が、さらに多様化するアプリケーションの成果向上に ICP-QQQ の MS/MS モードがいかに役立っているかを概説します。

まず、一般には扱うことのない分析困難な元素に対する ICP-QQQ の性能について、Te の微量測定および 50 nm 未満の SiO₂ ナノ粒子の検出例を示しながら説明します。次に、有機溶媒中の B および U マトリックス中の Np の測定を例に、2 段階の質量選別により、隣接するピークの分離がいかに改善されるかを考察します。この改善により、主要元素と隣り合った微量成分の測定も可能になります。

また、長寿命核種に対する天然同位体の同重体オーバーラップの解決に ICP-QQQ が用いられている近年の論文をいくつか紹介します。これは、原子力産業や環境産業に新たな可能性をもたらす機能として期待されています。シングル四重極や高分解能 ICP-MS など他の機器では満足できる結果が得られていませんでした。

さらに、ICP-QQQ の主要アプリケーションであるプロセス薬品の超微量分析における MS/MS の利点を、半導体産業に携わった経歴を持つ Bert が豊富な知識をもとに説明します。

このウェビナーでは、新たなアプリケーションの他、MS/MS を使用することで性能が劇的に向上する既存の ICP-MS メソッドについても取り上げます。



[いつでも受講できる便利なウェビナー](#)

New!半導体業界アプリケーション集

アジレントの新しいアプリケーション集「Measuring Inorganic Impurities in Semiconductor Manufacturing」をご利用いただけるようになりました。半導体業界の現状について学ぶことのできる包括的なリソースです。このガイドは、半導体業界における ICP-MS および ICP-QQQ の役割の概要と、この業界に関連するアプリケーションノート 23 件で構成されています。

汚染管理、有機溶媒および腐食性や粘性の高い酸に適した機器の設定、およびシリコンウエハやプロセス薬品の自動分析に関する情報をご覧ください。

この 152 ページにわたるガイドは、次の Web サイトから無料でダウンロードいただけます。英語版のみの提供です。

アプリケーションノート集: Measuring Inorganic Impurities in Semiconductor Manufacturing、[5991-9495EN](#)

オンデマンドウェビナー

タイトル: This is How you ICP-MS: Mastering the Art of Cone Performance

(ICP-MS 活用のための秘訣: コーンにより性能を引き出す方法)

講演者: Gareth Pearson、ICP-MS Supplies Product Manager、Agilent Australia

分野: 分離科学

[登録する \(英語\)](#)

ICP-MS 機器およびラボのアプリケーションに最適なコーンの選択と、コーンのメンテナンスに関するベストプラクティスについて取り上げます。

会議とイベント

第 6 回 FFF-MS Workshop、2018 年 11 月 22 ~ 23 日、ドイツ コブレンツ

[European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry \(EWCPS\)](#)、2019 年 2 月 3 ~ 8 日、フランス ポー

Agilent ICP-MS 関連資料

- **アプリケーションノート:** Quantifying Copper Nanoparticles on Edible Plant Leaves using Single-Particle ICP-MS (spICP-MS)、[5994-0214EN](#)
- **アプリケーションノート:** spICP-MS によるナノ粒子中の多元素の測定、[5994-0310JAJP](#)
- **アプリケーションノート:** Agilent 8900 ICP-QQQ によるイソプロピルアルコールの超微量元素の自動分析、[5994-0273JAJP](#)
- **アプリケーションノート:** China Soil Pollution Survey: Determination of Multiple Elements in Sediment and Soil Digests using ICP-MS、[5994-0309EN](#)
- **アプリケーションノート集:** Measuring Inorganic Impurities in Semiconductor Manufacturing、[5991-9495EN](#)

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタマコンタクトセンタ

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おりません。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。

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2018

Printed in Japan, September 24, 2018

5994-0284JAJP