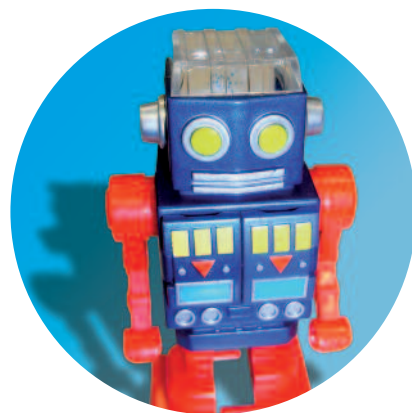


Agilent ICP-MS ジャーナル

2009年9月 - 第39号



7700
シリーズ
ICP-MS
特集号

本号の内容

- 2 ICP-MS の進化形：7700 シリーズ登場、Agilent 7700 紹介ビデオが YouTube に
- 3 アジレントの第3世代オクタポールリアクションシステム
- 4-5 7700x を用いた飲料水分析によるデータ信頼性と生産性の向上
- 6-7 7700x を用いた食品中微量金属の高速分析
- 8 7700 のアニメーション公開、ICP-MS e-セミナー、展示会と国際会議、セミナー、最新 ICP-MS 関連資料



Agilent Technologies

7700 シリーズ ICP-MS 登場

Don Potter, Ed McCurdy

ICP-MS プロダクトマーケティング、
アジレント・テクノロジー

20年以上前に ICP-MS が開発されて以来、ICP-MS の性能は着実に向上しています。しかし、初期の装置に見られた欠点のいくつかは、いまでも分析上の問題として残されています。

ICP-MS が開発され始めた初期の頃から、アジレントはこの市場をリードしてきました。そして現在、アジレントの最新の革新技術から生まれたのが、新製品 Agilent 7700 シリーズです (図 1)。世界中で多くのお客様にご使用いただいていた 7500 シリーズをさらに進化させた 7700 シリーズは、汎用性の高い 7700x と半導体業界向けの 7700s をご用意しております。7700 シリーズは、ICP-MS に求められる性能のすべてを提供します。

新製品 7700 シリーズの主要技術と性能:

- 揮発性の高い有機溶媒にも対応できる、新しい高速周波数マッチング型 RF ジェネレータ
- 高マトリクス導入 (HMI) 機能 (7700x に標準装備)
- バックグラウンドノイズを低減し、高感度を実現する、新設計のイオンレンズ
- ヘリウム (He) コリジョンモードの性能を劇的に向上させる、第 3 世代のオクタポールリアクションシステム (ORS³)
- 9 桁のダイナミックレンジを備えた検出器 (DL レベル ~ 500 ppm 超)
- Excel 2007 に対応し、総合的なデータ解析とレポート作成機能を備えた新しい Agilent MassHunter ソフトウェア
- 7500 シリーズに比べ、30% のサイズダウンに成功、重量はわずか 115 kg

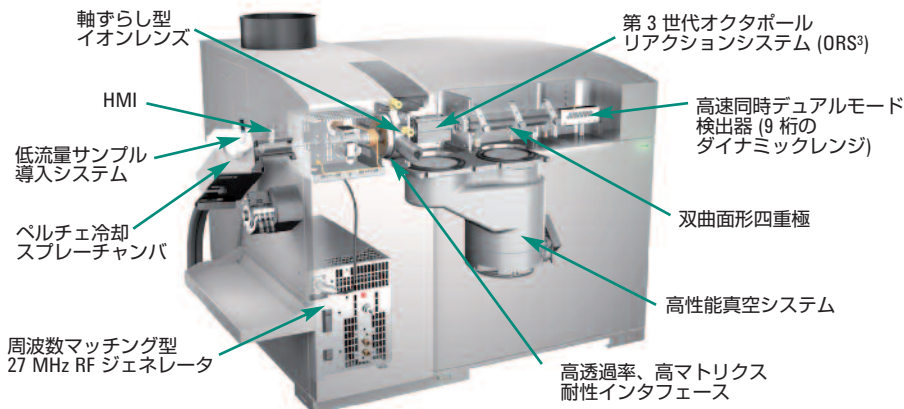


図 1. Agilent 7700x ICP-MS の詳細

Agilent 7700x - 信頼性高く、未知サンプルのハイスループット分析を実現

7700x では、前述の改良により、従来の ICP-MS の多くに見られる 3 つの大きな制約である、マトリクス耐性の弱さ、限定されたダイナミックレンジ、多原子イオン干渉によるエラーを克服しました。

- 1) HMI を備えた 7700x では、他の ICP-MS よりもはるかに濃いマトリクスレベル (% TDS) にも対応できます。これまでは希釈や ICP-OES による分析が必要だったマトリクスも処理できます。
- 2) 7700x は 9 桁にわたるワイドなダイナミックレンジを備え、1 回の取り込みでサブ ppt レベルから 500 ppm 以上にまで対応できます。
- 3) He モード搭載の ORS³ により、あらゆる多原子イオン干渉を効果的に除去します。反応性セルガスに伴う複雑さや不確定要素を排除できます。

7700x を用いれば、メソッド開発やルーチン操作を単純化しながら、幅広い化合物濃度やサンプルマトリクスでより正確な分析データを得ることができます。同時に、高度な研究アプリケーションに求められる性能や柔軟性も備えています。

Agilent 7700s - 最高の半導体分析

7700x と同じメインフレームをベースにした 7700s は、半導体業界でモニタリングされるような高純度物質の分析用に構成されています。高効率のサンプル導入システムに加えて、第 5 のガスライン (通常は酸素ラインとして使用)、第 2 の (反応性) セルガスラインを標準装備した 7700s は、既知のマトリクスや一貫したマトリクスにおいて干渉を除去できる高い性能を備えています。

Agilent 7700 シリーズ紹介ビデオが YouTube に登場

田野島三奈

ICP-MS プロダクトマーケティング、
アジレント・テクノロジー



この度、アジレントでは Agilent 7700 シリーズ ICP-MS の新発売に伴い、製品を紹介するビデオを製作し、YouTube 上で公開しています。この 7 分間のビデオでは、本誌の表紙を飾っているアジレントのロボット Bill の出演とともに、Agilent ICP-MS 研究開発エンジニア 5 名のインタビューをすることができます。それぞれのエンジニアが、異なる側面から 7700 シリーズのデザインやおもな新技術を説明しています。

その他に、Bill が 7700 シリーズやアクセサリに対して行われた苛酷な品質および耐久試験を体験した様子も写し出されています。テストセンターで実施された 1 m からの落下試験、梱包前後でのコンクリート落下試験、そして振動テスト (Bill のお気に入り) など見ることができます。こうした試験をパスした優れた仕様の装置がお客様のラボに届けられます。

ビデオを観るには、YouTube の Web サイト (www.youtube.com) で「Agilent 7700 ICP-MS」をキーワードに検索してください。また、以下の URL から直接アクセスすることもできます:

www.youtube.com/watch?v=1nNXzR9MYCQ

ORS³ - アジレントの 第3世代オクタポール リアクションシステム

杉山尚樹, Ed McCurdy

ICP-MS プロダクトマーケティング,
アジレント・テクノロジー

Agilent 7700 シリーズ ICP-MS には第3世代のオクタポールリアクションシステム - ORS³ が導入されています。ORS³ の標準モードであるヘリウム (He) コリジョンは運動エネルギー弁別 (KED) を利用して、多原子イオンによるスペクトル干渉を効果的に除去します。このために複雑なマトリクスサンプルにおいても低い定量限界を得ることができます。効果的なスペクトル干渉の除去には次の技術が求められます:

- 1) 狭いイオンエネルギー幅: KED により多原子イオンを効果的に除去するにはイオンの初期エネルギーの幅を狭くする必要があります。7700 はアジレント独自のシールドトーチシステムによりきわめて狭い初期エネルギーの ICP を可能としました。
- 2) 高いイオンのセル透過率: 複雑なマトリクスサンプル中の多原子イオンを除去し低い検出限界を得るには高いセルガス圧力で高いイオン透過率を維持しなければなりません。ORS³ は小体積セル、高周波数駆動オクタポールイオンガイド、高い初期運動エネルギーでこれを実現しました。

KED は、多原子 (分子) イオンと分析対象イオンのセルガスに対する衝突断面積の違いを利用してスペクトル干渉を除去します。衝突断面積の大きい多原子イオンは分析対象イオンよりセルガスとの衝突頻度が多いためセルの出口までにより多くの運動エネルギーを失います。そのため、一定のバイアス電圧差をセルと四重極の間に設けることで多原子イオンの四重極への進入を阻止できます。

ORS³ のヘリウムモード

図1のスペクトルは、第1遷移元素に対する多原子イオン干渉の除去における各セルモードの性能を示しています。

同マトリクスサンプル (5% HNO₃, 5% HCl, 1% H₂SO₄, 1% IPA) のノーガスモード (上)、H₂リアクションモード (中)、Heモード (下) のスペクトルを、同じ強度スケールで示しています。

図1のノーガスモードのスペクトル (上) から、このマトリクスサンプルで複雑な多原子イオン干渉が生じていることがわかります。

図1の H₂ リアクションモードのスペクトル (中) を見ると、このモードでは、一部の多原子イオン干渉が残っていること、またノーガスモードには見られない新たな干渉が生じていることがわかります。それに対して、図1の He モードのスペクトル (下) では、複雑なマトリクス中の多原子イオン干渉が、すべて除去されています。

www.agilent.com/chem/icpms

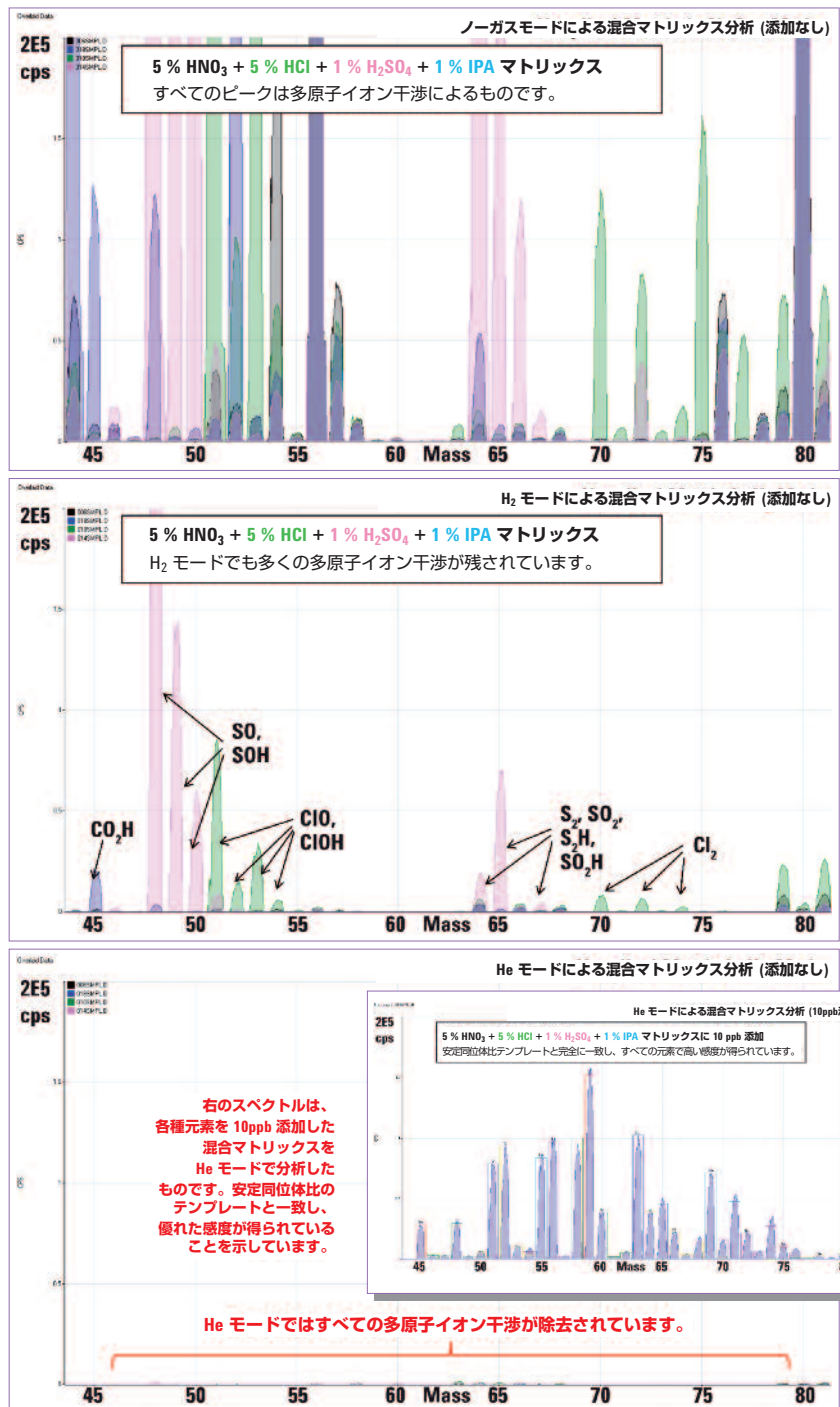


図1. ノーガス、H₂リアクション、He モードでの混合マトリクス分析 (挿入図: 10 ppb 添加スペクトル)

He モード図中に挿入したスペクトルは、同じ条件で 10 ppb の混合標準を添加して得られたものです (下段スペクトルの挿入図)。これから He モードでも高感度が保たれていることがわかります。

結論

これらのスペクトルは、複雑な化合物サンプルもしくはマトリクスサンプル中の多原子イオンによるスペクトル干渉の効果的な除去と、新たなスペクトル干渉を生まない不活性なセルガスという、KED を利用した He モードの2つの特長を示しています。このように、Agilent 7700 シリーズ ICP-

MS は分析対象物やサンプルの種類に左右されない He モードという単一の機器条件を用い、幅広い種類のサンプルで信頼性の高い分析が可能です。

参考文献

アジレント文献: Comparing Collision/Reaction Cell Modes for the Measurement of Interfered Analytes in Complex Matrices using the Agilent 7700 Series ICP-MS, 5990-3236EN

7700x を用いた飲料水分析 によるデータ信頼性と 生産性の向上

Steven Wilbur ICP-MS スペシャリスト、
アジレント・テクノロジー

はじめに

Agilent 7700x ICP-MS により、第3世代のオクタポールリアクションシステム (ORS³) 技術を、飲料水中微量金属のルーチン環境分析に利用できるようになりました。定評のある Agilent 7500 シリーズ ICP-MS のセル技術をベースにした ORS³ では、デザインが全面的に一新され、ヘリウム (He) コリジョンモードの多原子イオン干渉除去性能が大幅に向上しています。シンプルかつ汎用的な He モードを使えば、単一のガスモードですべての多原子イオン干渉を除去することができます。サンプルマトリクスの詳細についてあらかじめ把握しておく必要がなく、複雑な干渉補正式も不要です。7700x を用いると、簡単なチューニング設定、優れた検出下限、高速スループレット、多原子イオン干渉除去の改良が実現します。特に、鉄やセレンに影響を与える、ArO⁺、ArAr⁺などの干渉除去に効果があります。He モードにおけるセレンの検出下限は、20 ppt 未満です。

感度、精度、ダイナミックレンジが向上

7700x ICP-MS では、性能がさらに向上した ORS³ に加えて、先行機種種の 7500cx ICP-MS よりも高い感度と低いバックグラウンドを実現する新しいインタフェースとイオンレンズも導入されています。特別なチューニングや最適化を行わなくても、上水から総溶解固形分 (Total Dissolved Solid = TDS) の多い鉱水までの幅広い水サンプルのルーチン分析が可能で、装置のチューニングに関しても、新しいワンクリックプラズマ設定機能や、速度と再現性を高めた Expert オートチューン機能などにより、機器の最適化も全面的に自動化されています。

図1では、7700x ICP-MS により得られる一般的な検量線を示しています。検量線用標準溶液の液性は、1% HNO₃ + 0.5% HCl ベースです。従来の ICP-MS では、As、Se、Cr、V の元素に Cl ベースの干渉が生じるため、HCl の使用を避けるのが一般的でしたが、

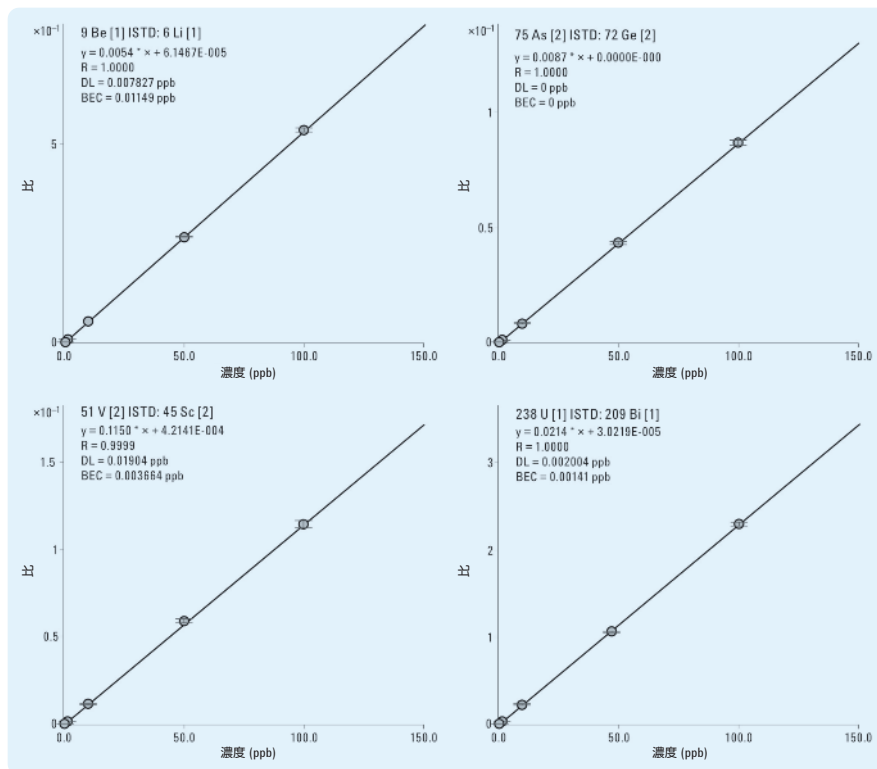


図1. 飲料水メソッドの代表的な検量線。Be と U はノーガスモードで、As と V は He モードで分析。すべての標準溶液の液性は、1% HNO₃ + 0.5% HCl。

ORS³ では、He モードによりこれらの干渉を除去することができます。水素などの反応性ガスを使用する必要はありません。3.7 ppt というバナジウムのバックグラウンド相当濃度 (Background Equivalent Concentration = BEC) は、7700x の He モードにおいて、ClO⁺ 干渉 (質量数 51) が効果的に除去されていることを示しています。この干渉は、他の手法で除去するのは難しく、通常は NH₃ や NH₃/He といった反応性の高いセルガスが必要とされます。こうした反応性の高いセルガスの場合、セル内で反応副生成物

が生成され、他の測定元素に新たな多原子イオン干渉する可能性があるため、多元素同時分析には、一般的に適しません。

ppt 域における一般的なメソッド検出下限 (MDL) を表1に示しています。これらの MDL の評価は、特別に最適化されたチューニング条件下ではなく、オートチューニングを用いて、ワンクリックプラズマ設定ルーチンにより得られたデフォルトのロバストプラズマ条件下で出されたものです (CeO⁺/Ce⁺ < 1%)。

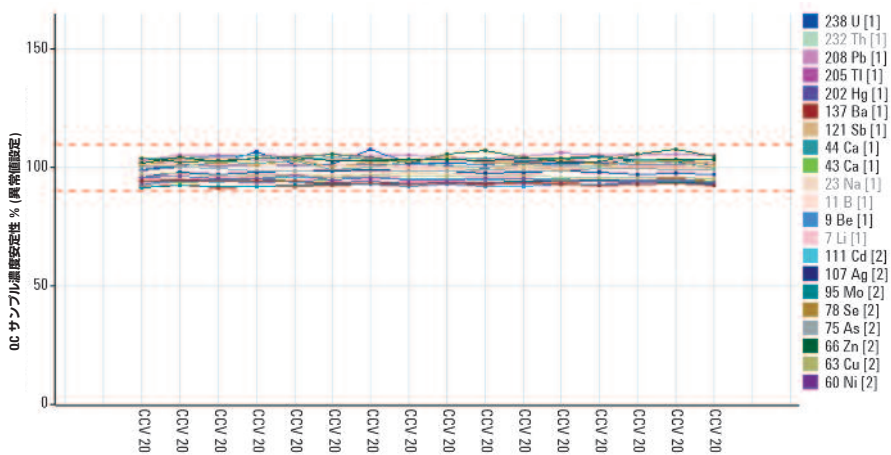


図2. 全 190 回のサンプルシーケンスにおける全メソッド分析対象元素の CCV 回収率 (20 ppb)。CCV エラーは生じていません。モード [1] = ノーガス、モード [2] = He モード。

質量	元素	MDL (ppt)	セルモード
9	Be	5.2	ノーガス
11	B	5.0	ノーガス
23	Na	58.5	ノーガス
24	Mg	2.8	ノーガス
27	Al	7.9	ノーガス
39	K	76.9	He
42	Ca	57.8	He
51	V	14.3	He
52	Cr	4.3	He
55	Mn	8.5	He
56	Fe	14.8	He
59	Co	4.4	He
60	Ni	14.7	He
63	Cu	2.7	He

質量	元素	MDL (ppt)	セルモード
66	Zn	14.0	He
75	As	11.9	He
78	Se	17.6	He
88	Sr	2.1	He
95	Mo	6.9	He
107	Ag	2.3	He
111	Cd	2.9	He
121	Sb	6.1	He
137	Ba	5.7	He
202	Hg	1.2	He
205	Tl	2.4	He
208	Pb	1.3	He
232	Th	1.8	He
238	U	1.7	He

表 1. 飲料水中微量元素の検出下限。Fe と Se の検出下限が、He モードで 20 ppt 以下である点に注目。Be と B でも、5 ppt という優れた DL が得られています。

7700x ICP-MS は高い感度を備えているため、水に含まれる微量汚染物質の分析を簡単に実施できます。また、内蔵の高マトリクス導入 (High Matrix Introduction = HMI) システムにより、高マトリクスサンプルを長期間にわたって分析する場合でも、優れた堅牢性と長期安定性が得られます。飲料水、2 種類の高 TDS 鉱水 (TDS 109 mg/L のサンプル A および TDS 309 mg/L のサンプル B)、NIST 1643e 参照水 (1/10 に希釈) からなるシーケンスを 11 時間連続で分析しました。このシーケンスには、米国 EPA の定める検量線感度確認用サンプル (Continuous Calibration Validation = CCV) および検量線ブランク確認サンプル (Continuous Calibration Blank = CCB) が含まれます。分析の回数は 190 回で、1 回あたりの平均分析時間は 3.5 分未満でした。シーケンス全体における全メソッド分析対象元素の CCV 回収率を図 2 にプロットしました。どの CCV においても、 $\pm 10\%$ という米国 EPA 限界値 (赤で表示) を超えた元素はありませんでした。

結論

新しい ORS³、イオンレンズ、インタフェースを搭載した 7700x は、反応性の高いセルガスや複雑な干渉方程式を用いずに、飲料水に含まれる ppt レベルの分析対象元素のすべてを He モードのみで測定できます。これにより、データ品質の信頼性が高まり、生産性も大幅に向上します。7700x は、いかなる四重極 ICP-MS よりも優れたダイナミックレンジを備えています。また、標準装備された HMI システムにより、高マトリクスサンプルに対する究極のマトリクス耐性が実現しています。さらに、飲料水分析に用いたシンプルなチューニング条件は、土壌や汚泥などの複雑な環境サンプルにも応用できます。反応性セルガスしか使用できない機器とは異なり、各サンプルで個別のチューニングの最適化を行う必要はありません。

参考文献：

アジレント文献：「Agilent 7700x ICP-MS を用いた飲料水分析」, 5990-4315JA.JP

Agilent 7700x ICP-MS を 用いた食品中微量金属の 簡単な高速分析

Steve Wilbur, 山中 理子

ICP-MS アプリケーションスペシャリスト、
アジレント・テクノロジー

はじめに

Agilent 7700x ICP-MS は、単一の簡単なコリジョンセルメソッドにより、食品中の幅広い主要微量元素を正確に分析する機能を備えています。このアプローチを用いることにより、多数のサンプルを迅速にスクリーニングし、すべての毒性金属を検出することができます。その後、特定の金属を一定濃度以上含むことが判明し、化学構造(または化学種)を特定する必要が生じたサンプルについては、アジレントの LC-ICP-MS や GC-ICP-MS などの連結 ICP-MS テクニックを用いて、さらなる分析を行うことができます。

実験手法

Agilent 7700x は、さまざまな金属をさまざまな濃度で含む食品を幅広く分析することが可能です。この機能をテストするために、複数の食品認証標準物質を分析しました。ワンクリックプラズマ設定機能を用いて 7700x のプラズマ条件をロバストモードに設定し、さらにオートチューン機能によって感度の最適化、マス軸調整、干渉の最小化を行いました。動作条件を表 1 に示しています。

パラメータ	値
RF 電源 (W)	1550
キャリアガス流量 (L/min)	0.99
スプレーチャンバ温度 (°C)	2
サンプリング深さ (mm)	8
引出し電極 1 (V)	0
CeO ⁺ /Ce ⁺ (%)	1.1
Ce ⁺⁺ /Ce ⁺ (%)	1.9
感度 cps/ppb	Li 62700 Y 92920 Tl 87080

表 1. ワンクリックプラズマ設定機能およびオートチューン機能により設定した 7700x の動作条件

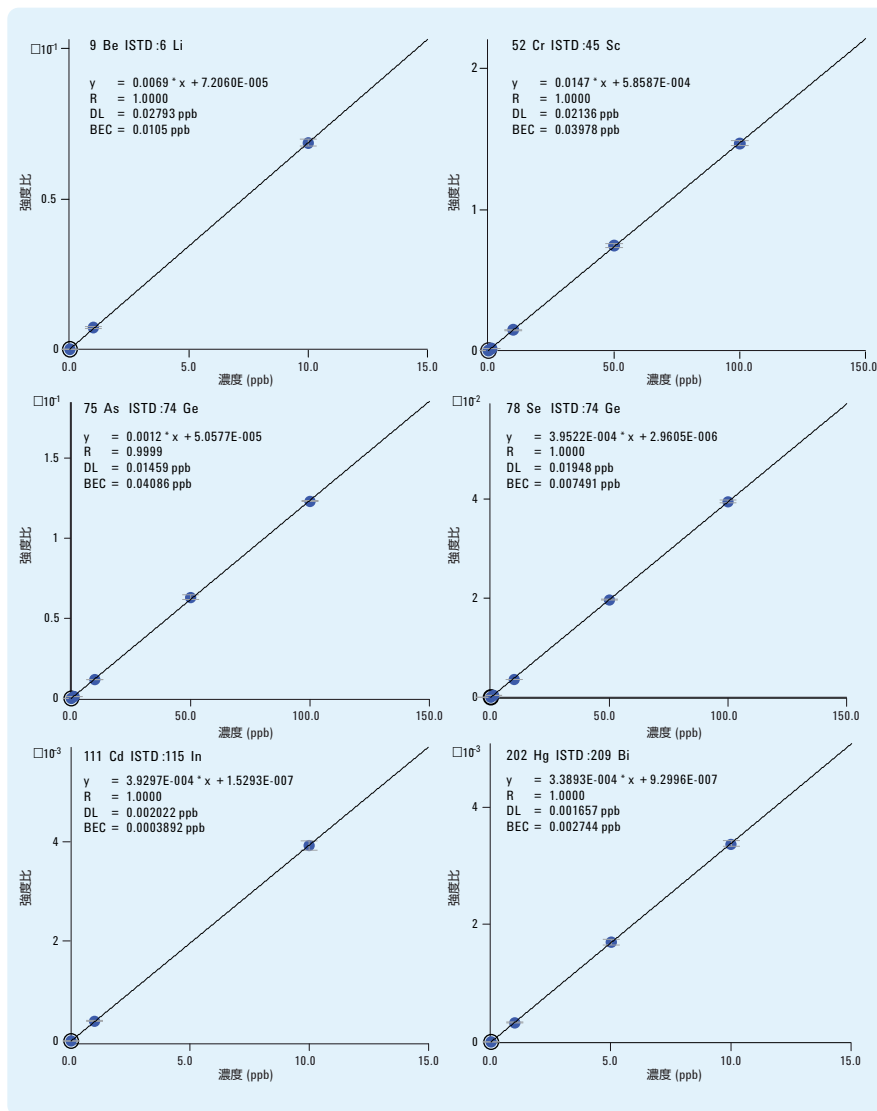


図 1. Be、Cr、As、Se、Cd、Hg の検量線

メソッドを可能な限り簡単かつ高速にするために、ヘリウム (He) セルガスを用いた単一のガスモードでオクタポールリアクションシステム (ORS³) を使用しました。このセルメソッドを用いれば、分析対象元素やマトリクスの組成にかかわらず、すべての多原子イオン干渉を効果的に除去することが可能となります。

重要元素および比較的的分析に注意が必要な元素の検量線例を図 1 に示しています。

従来、今回用いた食品標準物質のような濃度レベルの分析を行うためには、主要元素 (Na と Ca) については ICP-OES、Pb と Cd については黒鉛炉原子吸光、Hg については専用の Hg アナライザか冷却蒸気原子吸光、As と Se については水素化物発生原子吸光が必要です。これに対し、Agilent 7700x ICP-MS を He モードで使用すれば、一度の分析ですべての元素を簡単に測定できます。一般的な多原子イオン干渉を受けず、通常はノーガス条件で測定される Be や Hg といった元素でも、He モードで優れた感度が得られています (Be 検出下限 = 28 ppt、Hg 検出下限 = 1.6 ppt)。

質量数/ 元素	NRC-CNRC DORM3 魚タンパク質		NIST SRM 2976 ムラサキガイ		NIST RM 8415 全卵粉末	
	認証値 (mg/kg)	測定値 (mg/kg)	認証値 (mg/kg)	測定値 (mg/kg)	認証値 (mg/kg)	測定値 (mg/kg)
23 Na	-		-		3770 ± 340	3807
43 Ca	-		-		2480 ± 190	2703
52 Cr	-		-		0.37 ± 0.18	0.344
55 Mn	-		-		1.78 ± 0.38	1.64
56 Fe	347 ± 20	324.0	171 ± 4.9	158.5	-	
60 Ni	1.28 ± 0.24	1.29	-		-	
63 Cu	15.5 ± 0.63	14.4	4.02 ± 0.33	3.32	2.7 ± 0.35	2.61
66 Zn	51.3 ± 3.1	45.86	137 ± 13	121.2	-	
75 As	6.88 ± 0.3	6.15	13.3 ± 1.8	12.57	-	
78 Se	-		1.8 ± 0.15	1.87	1.39 ± 0.17	1.25
95 Mo	-		-		0.247 ± 0.023	0.215
111 Cd	0.29 ± 0.02	0.28	0.82 ± 0.16	0.794	-	
202 Hg	0.355 ±	0.359	0.061 ±	0.068	-	
208 Pb	0.395 ±	0.398	1.19 ± 0.18	1.163	0.061 ± 0.012	0.055

表 2 3 種類の食品認証標準物質の測定値と認証値。回収率は分解効率と分析精度により異なります。すべての測定値は、含水率補正した乾燥サンプル重量をもとにしています。また、認証元素は、サンプルそれぞれについて認証されているもので、すべてのサンプルにおいてすべての元素が認証されているわけではありません。

本分析では、食品認証標準物質をマイクロ波分解し、その後直接測定しました。各サンプル 0.5g~1g を計量し(含水率測定後)、HNO₃ 6 mL と H₂O₂ 2 mL を用いてマイクロ波分解を行いました。超純水を加えて、すべてのサンプルの最終体積を 100 mL としました。分析結果を表 2 に示します。Ni、Mn、Cu、As、Se、Cd、Hg、Pb といった微量元素の測定値は、3 種類すべてのサンプルで認証値と良好に一致しています。Fe、Ca、Zn の測定値は認証値と若干ずれていますが、このずれは、分析手法ではなく分解手順に由来するものです。

結論

一般的な食品サンプルの分析で、複数のサンプル前処理手順や分析テクニックを使用する必要はなくなりました。マイクロ波分解と ICP-MS 分析を用いたシンプルなメソッドを使えば、食品を迅速かつ正確に分析し、主要微量元素の濃度を測定することができます。

Agilent 7700x を単一のセルガスモード (He モード) で使用すれば、一般食品に含まれる幅広い金属の分析において、多元素イオン干渉を完全に除去し、優れた感度と精度を得ることができます。He モードは高感度であり汎用性を備えているため、サンプルマトリクスや組成について前もってデータを収集する必要なしに、あらゆる食品サンプルの微量元素分析に応用することが可能です。

参考文献：

アジレント文献：Simple, Rapid Analysis of Trace Metals in Foods Using the Agilent 7700x ICP-MS, 5990-4539EN

7700 シリーズの360° アニメーションを ホームページに掲載



アジレントのホームページでは、7700シリーズの360°アニメーション図解を掲載しています。

www.agilent.com/chem/icpms:jp から、7700xのページに進むとご覧いただけます。

- ICP-MSを360°回転させ、外側のキャビネットや背面パネルを見ることができます。
- 装置内を流れる冷却風の流れをご覧いただけます。
- 装置図解をクリックすると、HMIやORS³から、双曲面形四重極マスフィルタ、検出器まで、7700の11の主要コンポーネントの詳細が表示されます。

お使いのコンピュータに、このアニメーションファイル(6.5 MB)をダウンロードすることもできます。装置の説明やトレーニングにも役立つアニメーションです。

7700 Webinar の新タイトル

Spectroscopy Now が提供する Webinar に、アジレントの新しいセミナーが加まりました。ご都合のよい時間に 7700 Webinar をご覧いただけます(英語版)。

タイトル: Redefining ICP-MS Analysis; Higher Matrix Levels, Simpler Operation; Better Removal of Interferences: The Extraordinary New 7700 Series ICP-MS (進化した ICP-MS による分析; 高マトリクス、シンプルな操作; より効果的な干渉除去; 優れた性能を備えた革新的な 7700 シリーズ ICP-MS)

詳細: www.spectroscopynow.com で「Webinars」リンクをご覧ください。



ICP-MS e-セミナー

e-セミナーでは、ICP-MSの最先端技術やアプリケーションの最新情報を提供しています(英語版)。

www.agilent.com/chem/icpms-eseminars からご登録いただけます。

- 表示される指示に従ってください。

本文書に記載の情報は、予告なく変更されることがあります。また、発行時点で終了しているキャンペーンやイベントが含まれる場合があります。

アジレント・テクノロジー株式会社
© Agilent Technologies, Inc. 2009
Printed in Japan September 22, 2009
5990-4489JAJP

展示会と国際会議

2010 Winter Conference on Plasma Spectrochemistry
(2010 年プラズマ質量分析冬季会議)

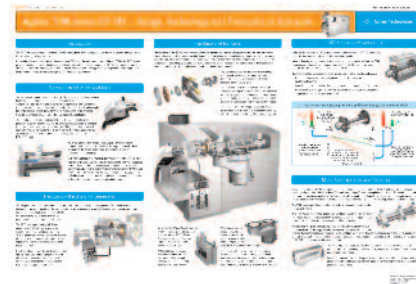
2010 年 1 月 4~9 日
Fort Myers, フロリダ州, 米国
www.icpinformation.org

Agilent ICP-MS 文献

最新の資料の閲覧、ダウンロードは、www.agilent.com/chem/jp の「Library Information (ライブラリ情報)」から検索してください。

- カタログ: Agilent 7700 シリーズ ICP-MS: ICP-MS の進化形, 5990-4025JAJP
- アプリケーションノート: 「Agilent 7700 による飲料水の分析」, 5990-4315JAJP
- アプリケーションノート: Simple, Rapid Analysis of Trace Metals in Foods Using the Agilent 7700x ICP-MS, 5990-4539EN
- 技術概要: Comparing Collision/Reaction Cell Modes for the Measurement of Interfered Analytes in Complex Matrices using the Agilent 7700 Series ICP-MS, 5990-3236EN
- PR 記事: Clearly Better ICP-MS: Agilent 7700 シリーズ ICP-MS 登場, 5990-4302JAJP
- PR 記事: ORS³ 搭載 Agilent 7700 ICP-MS のヘリウムモード, 5990-4408JAJP
- E ニュースレター「Access Agilent」2009 年 9 月号: Agilent 7700 シリーズ ORS³ を使用した ICP-MS のスペクトル干渉の除去 (日本語ホームページ上で公開中)

ICP-MS ポスター



アジレントの ICP-MS の Web サイトで、新しい 7700 ポスターの PDF ファイルをダウンロードできます。

ポスター: Agilent 7700 Series ICP-MS – Design, Technology and Principles of Operation. 5990-4234EN (英語版)

表紙写真: Bill (アジレントのテスト用ロボット) — www.youtube.com で配信中の Agilent 7700 シリーズビデオに登場

Agilent ICP-MS ジャーナル編集者

Karen Morton, アジレント・テクノロジー
e-mail: editor@agilent.com



Agilent Technologies