



Agilent ICP-MS ジャーナル

2015年11月 – 第63号

本号の内容

- 2-3 $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ 比: ICP-QQQ を使用した ^{176}Yb と ^{176}Lu の干渉物からの分離
- 4 Agilent 7900 ICP-MS と UHMI を使用した無希釈海水の分析
- 5 中国が主催しアジレントが後援する最初の石油研究開発会議
- 6 NPL 放射能グループでの ICP-MS ラボ開設の共同キックオフ
- 7 ソフトウェアのヒントとコツ: ICP-MS MassHunter 4.2: バッチ結果の LIMS へのアップロード
- 8 第二版 Agilent 8800 ICP-QQQ Application Handbook (英文)、Web セミナー: トリプル四重極 ICP-MS と ICP-OES を使用した原油のフィンガープリンティング分析、2016 Winter Plasma Conference でのアジレントのイベント、カンファレンス、会議、セミナー、最新のアジレントの ICP-MS 資料



表 1. 3つの異なる ICP-QQQ 動作モードを使用してさまざまな干渉物ソースを含むサンプルを測定した^{176/177}Hf 同位体比 (IR) データ。「偏差」は真の比 0.282796 に対する相対的な測定比での誤差です。

サンプル	ノーガス、シングル四重極		NH ₃ シングル四重極バンドパス		NH ₃ MS/MS	
	IR	偏差	IR	偏差	IR	偏差
Hf 5 ppb	0.27981	0.989	0.28252	0.999	0.28196	0.997
Hf 5 ppb、Yb 100 ppb	15.25251	53.935	0.30461	1.077	0.28370	1.003
Hf 5 ppb、Lu 100 ppb	3.18739	11.271	1.06062	3.750	0.28051	0.992
Hf 5 ppb、Yb と Lu 100 ppb	18.51262	65.463	1.06267	3.758	0.28099	0.994
Hf 5 ppb、REE 混合 100 ppb	15.26995	53.996	0.64603	2.284	0.28139	0.995
Hf 5 ppb、鉱物 REE 混合 100 ppb	16.16150	57.149	0.63479	2.245	0.28230	0.998

^{176/177}Hf 比を測定するために、8800 を次の 3 つのモードに設定しました。

- セルガスなし
- NH₃ リアクションガス、バンドフィルタを用いたシングル四重極モード
- NH₃ リアクションガス、MS/MS モード

表 1 は、各モードでのテスト溶液それぞれに対する Hf 同位体比データを示しています。両方のシングル四重極モードの動作 (ノーガスおよびバンドマスフィルタ付きアンモニア) で予想していた比から大幅に正の偏差があったことがわかります。つまり、「シングル四重極」動作は m/z 176 で Yb と Lu の同重体を分離しなかったか、あるいは新しい反応プロダクトイオンの干渉物の形成を止められなかったことを示しています。対照的に、NH₃ セルガスを使用した MS/MS モード、一貫して正確な Hf IR データをすべてのサンプルマトリックスで提供しました。シングル四重極モードの Hf 同位体比性能が

劣っている理由を視覚化し、また、潜在的オーバーラップをさらに調査するために、シングル四重極のバンドパスモードと NH₃ リアクションガスを使用して、鉱物サンプルのマススキャンを実行しました。図 3 にスペクトルを示します。測定された Hf 同位体パターン (スペクトルの右端) は理論存在量のテンプレートとは一致せず、反応プロセスに対する制御がないために、Hf 同位体がセルで生成された新たなクラスターイオンからのオーバーラップを受けることを示しています。

多くのマトリックス元素および他の対象分析成分がアンモニアと反応してより高次の反応プロダクトを生成するため、これらのプリカーサイオンがセルに入り新しい干渉物を形成する前にプリカーサイオンを除去する MS/MS モードが必要不可欠です。

リアクションセルの前に質量分解能単位で動

作する四重極マスフィルタを搭載した 8800 ICP-QQQ のみがどのイオンがリアクションセルに入るかを制御することができます。セル内で起こる反応プロセスを確実に制御する優れたレベルを保証します。そのため、望ましくないすべての副反応が排除され、基本的な対象分析成分の同位体比が維持されます。

結論

Agilent 8800 ICP-QQQ のユニークな MS/MS 機能を使用して、サンプルが高いレベルで共存する元素および潜在的に干渉するマトリックス元素を含む場合でも、Hf の同位体比をきわめて高い真度で測定できました。

¹⁷⁶Lu および ¹⁷⁶Yb からの ¹⁷⁶Hf への同重体オーバーラップは NH₃ をリアクションガスとして使用して除去できました。反応の化学的性質は、 m/z 176 に設定されたマスフィルタとして最初の四重極を動作させることによってセル内で制御されました。これにより m/z 176 (¹⁷⁶Lu、¹⁷⁶Yb、¹⁷⁶Hf) 以外のすべてのイオンを排除しました。Hf のみが NH₃ と容易に反応したので、¹⁷⁶Hf は最も量の多いクラスターイオンの m/z 258 で干渉なしに測定されました。¹⁷⁷Hf 同位体から形成されるのと同じアンモニアクラスターイオンと一緒に正確な Hf 同位体分析を実行できました。

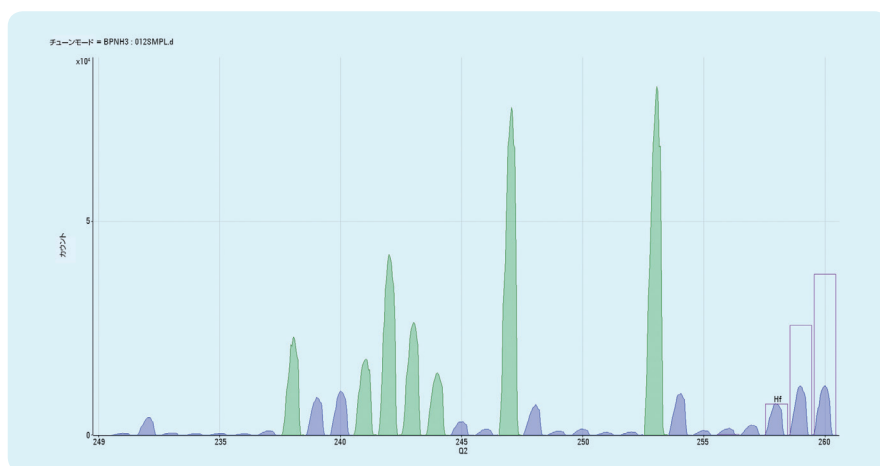


図 3. 鉱物サンプルのアンモニア反応シングル四重極のバンドパスモードで測定された質量スペクトル。測定された Hf 同位体パターンが一致しないことで (右端)、シングル四重極モードで干渉が発生することを例証できます。

Agilent 7900 ICP-MS と UHMI を使用した無希釈海水の分析

酒井徹志, Ed McCurdy Agilent Technologies

海水は、ほとんどが NaCl で構成される極めて高いレベルの塩類マトリックスを含んでいます。汚染されていない外洋の海水に含まれる極めて微量の元素を正確に分析するには、特にクリーンなサンプル前処理および分析設備が必要です。沿岸の海水には微量元素がより高い濃度で含まれていますが、ルーチン分析では高塩類マトリックスに対する ICP-MS の耐性の多くの障害をなおも克服しなければなりません。沿岸および河口の水は有機物質や無機成分を高いレベルで含んでいたり、淡水流出との混合の結果、大幅に塩分濃度が変化することもあります。

超高マトリックス導入

アジレントが特許を保有する UHMI テクノロジーは、ICP-MS のマトリックス耐性を総溶解固形分 (TDS) で最大 25 % 向上させます。UHMI はプラズマの堅牢性を大幅に向上させます。つまり、マトリックス抑制を低減し、イオン化しにくい元素のために良好な感度を維持できます。

実験

使用機器と測定条件

すべての測定に、標準 Agilent 7900 ICP-MS に UHMI オプションを付けたものを使用しました。分析対象物の同位体、積分時間、セルモードはプリセットメソッド (EPA6020) によって設定しました。プリセットメソッドの設定によってプラズマ条件が設定され、ICP-MS MassHunter オートチューン機能を使用して他のすべてのチューン設定が自動的に最適化されました。設定条件を表 1 に示します。マニュアルで最適化する必要はありませんでした。

表 1. EPA6020 プリセットメソッドであらかじめ設定された ICP-MS パラメータ

セルモード	ノーガス	He
安定化 (秒)	0	5
プラズマモード	HMI-8	
RF 出力 (W)	1600	
サンプリング深さ (mm)	10	
キャリアガス (L/min)	0.69	
希釈ガス (L/min)	0.28	
セルガス (mL/min)	オフ	4.3

表 2. 無希釈 CASS-4 および NASS-5 の 8 時間連続分析から得られた添加回収率および安定性。すべての元素が He モードで測定されました。

元素	同位体	CASS-4		NASS-5	
		回収率 %	RSD%	回収率 %	RSD%
V	51	104.7	2.68	103.4	2.70
Cr	52	102.2	3.46	101.0	2.49
Mn	55	98.6	6.30	97.7	2.31
Co	59	96.6	1.85	96.7	2.09
Ni	60	96.5	2.89	96.2	2.92
Cu	63	104.4	2.83	103.1	2.97
Zn	66	100.8	16.74	96.1	10.86
As	75	106.4	2.74	106.4	2.14
Se	78	95.5	9.76	95.7	7.84
Mo	95	103.2	4.14	103.2	3.73
Ag	107	99.2	1.60	99.3	1.44
Cd	111	98.0	1.45	98.4	2.15
Sn	118	102.8	2.28	102.8	2.76
Sb	123	113.1	2.07	112.7	2.20
Ba	135	94.9	5.67	94.6	5.41
Hg	202	112.5	4.72	113.2	4.46
Tl	205	101.9	1.57	103.8	1.71
Pb	208	102.6	1.42	102.3	1.63
Th	232	108.8	1.96	108.9	2.21
U	238	106.4	2.07	106.1	2.69

結果と考察

添加回収率と安定性

約 140 サンプルの海水認証標準物質 (CRM) の CASS-4 と NASS-5 を無希釈で約 8 時間にわたってシーケンスで分析しました。無添加のサンプルと 10 µg/L (Hg は 1 µg/L) で分析対象物を添加したサンプルを交互に分析しました。微量元素を水性標準溶液で作成された検量線を使用して定量した結果の添加回収率を表 2 に示しています。

ほぼ全ての元素が添加された値の +/- 5 % 内となり優れた添加回収率を実現し、8 時間のシーケンスにわたって RSD は < 5 % でした。マトリックスマッチングをしていない検量線標準溶液を使用して高濃度の塩類マトリックス存在下で分析対象物が測定されたことを考えると素晴らしい結果です。イオン化しにくい元素である Zn、As、Se、Cd の良好な回収率は、イオン化抑制を低減する UHMI の性能を示しています。

内部標準溶液の信号がシーケンス全体でモニタリングされました。ISTD の回収率が図 1 に示されています。ISTD 信号の良好な安定性により、7900 ICP-MS と UHMI が無希釈海水サンプルのルーチン分析に最適であることは確実です。8 時間のシーケンスを通して信号の抑制は極めて小さく、低および高質量元素でおよびイオン化ポテンシャル (IP) が低い場合も高い場合も ISTD 信号は一貫性がありました。この一貫性は内部標準補正およびインラン品質管理を格段にシンプルにさらに信頼できるものにします。

結論

UHMI を搭載した Agilent 7900 ICP-MS は TDS レベルが高く多様な場合に耐性があり、高マトリックスサンプルを分析前に希釈することなく安定して正確に長時間分析することができます。

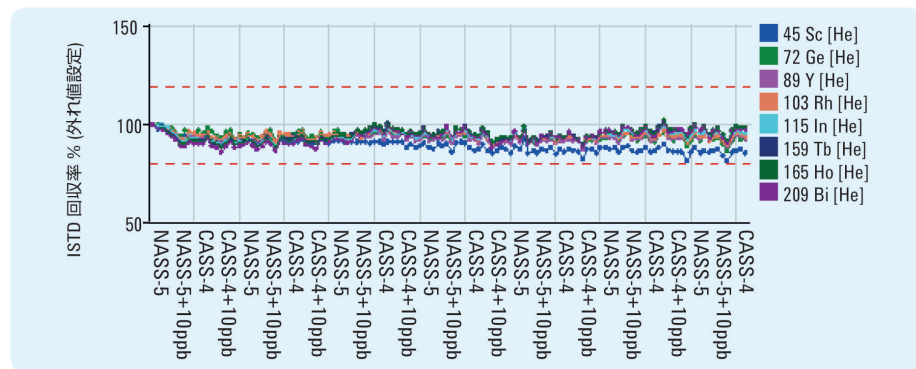


図 1. 約 8 時間にわたっての 140 の無希釈海水サンプル中での内部標準溶液の信号回収率。回収率限界値 (赤の破線) は 80 % と 120 % です。

中国が主催し、アジレントが後援する最初の石油研究開発会議

Wayne Collins Agilent Technologies

アジレントは、2015年5月に北京で開催され200人以上の研究者が出席した最初の石油研究開発会議を後援しました。このイベントには、中国の大学および企業からの科学者だけでなく、ヒューストン大学の地球大気科学学科から4人が講演者として参加しました。会議のプログラムでは高度な機器のアプリケーション、主に質量分析装置をベースとする原油の分析に焦点が当てられました。

石油システムおよび地球化学プログラムのディレクターである Adry Bissada 教授は、地球化学的インバージョンと自ら名付けた、根源岩の特性を導き出すための原油の特性の使用についてのプレゼンテーションでプログラムを盛り上げました。これに続くプレゼンテーションでは、このコンセプトが2つの異なる手法によってどのように適用されるか解説されました。1つは原油の無機構成物に焦点を当てた手法、もう1つは有機成分に焦点を当てた手法です。

誘導結合プラズマ研究ラボのディレクターである John Casey 博士は、原油中の最大47元素を ppb レベルで求め、そのデータを原油源と関係する「フィンガープリント」として使用するためのプロセスを説明しました。この研究では ICP-OES と ICP-MS の両方を使用して世界中の異なる地域からの原油サンプルを調査しました。各サンプルは異なるパターンを作り出し、地質学上の起源や形成の条件に関して推論することができました。その後、Agilent 8800 ICP-QQQ の使用により、この研究では57元素までカバーしました。

カリフォルニアのある地域で20の油井から得たデータを、図1に対数スケールの「レーダー」プロットで示します。石油の探鉱および貯留層の特性解析における重要な意味のあるデータを提供するだけでなく、この技法は環境へ放出された石油の源の特定にも適用できます。例えば、南カリフォルニアのビーチで見つかる「廃油ボール」から得られる元素マップは、海底の浸出場所または沖合いでの掘削作業などの潜在源の元素マップと比較することができます。

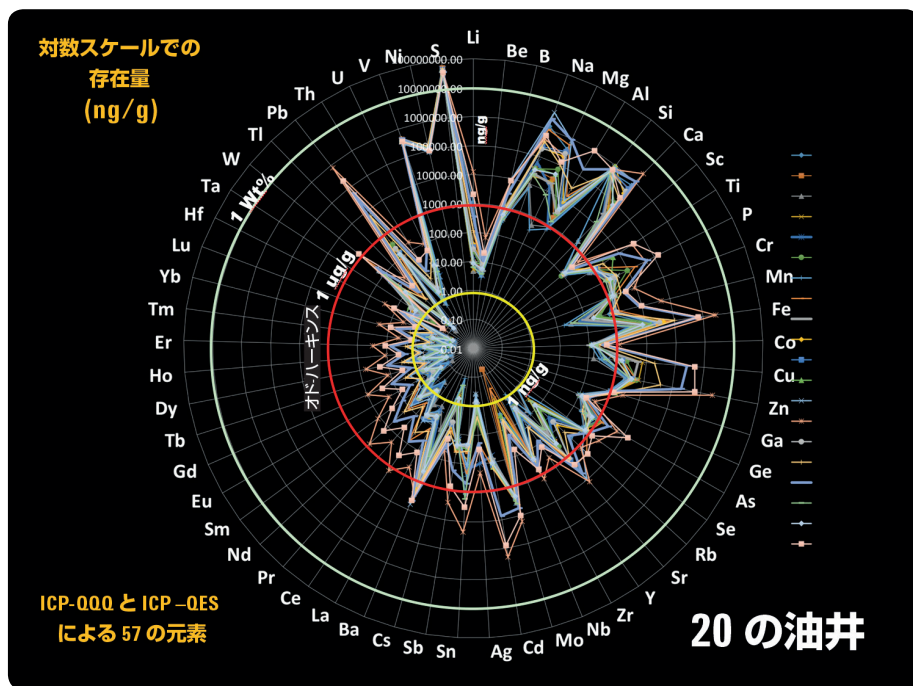


図 1. Agilent 8800 ICP-QQQ と Agilent 725 ICP-OES を使用してヒューストン大学 ICP ラボで決定した、カリフォルニアのある地域で20の油井から得た主要元素から超微量元素までの存在量 (ng/g スケール) の対数スケールでのレーダープロット (Casey 他、2015、Goldschmidt Conference、Casey 他、準備中、J. of Geological Society., Spec., Pub.)

ヒューストン大学の研究教授、Yongjun Gao 博士は、原油中のバナジウム同位体比を高精度に決定する手順を説明しました。V 同位体比はバナジウム/ニッケル比を補足し、バナジウムの存在量は根源岩の堆積環境を求めるための地球化学トレーサー、相対熱熟成度および原油-原油および原油/根源岩対比のインデックスとしてよく使用されます。手順には原油のマイクロ波分解が含まれ、次に陽イオン交換カラムと陰イオン交換カラムの両方で処理する干渉イオンの除去が続きます。準備された溶液は ^{50}V および ^{51}V について分析できます。ICP-QQQ と LC-ICP-QQQ を使用し、V 同位体組成を他の元素の濃度、V 分子スペシエーション、熱分解実験と関係付けることによって原油中の V 同位体分離を制御するメカニズムをさらに調査していきます。ICP-QQQ は、V の完全な回収を立証するための溶出したフラクションの評価にも重要です。

有機 MS を使用したプレゼンテーションに次のものがありました。Sinopec の石油探査開発研究所の石油地質学の無錫市研究施設のチーフ研究者である Zhang Zhirong 博士による「GC/MS を使用した、石油の基礎的な法則および石油の生物学的マーカーの分析の調査」、ヒューストン大学の博士候補 Mei Mei 氏の「凝縮物および関係する天然ガスの出所と熱熟成度の解明における GC-QQQ および GC-IRMS のアプリケーション」、Sinopec の石油精製の研究所の教授級高級エンジニアの Liu Zelong 氏による「GC-QTOF を用いた軽油中の低濃度硫化物の分析」、中国石油大学(北京)の重油精製の国家重点実験室の副校長である Shi Quan 氏による「複雑な石油成分のための最新の分析テクノロジー：イオンモビリティ Q-TOF LC/MS」、Sinopec の化学業界の北京研究機関の教授級高級エンジニアの Zhang Ying 氏による「オレフィン触媒の研究および品質管理での GC-MS 手法のアプリケーション」。

NPL 放射能グループでの ICP-MS ラボ開設の共同キックオフ

Ben Russell, Richard Brown

NPL, ロンドン, 英国

Raimund Wahlen Agilent Technologies

Agilent 8800 トリプル四重極 ICP-MS (ICP-QQQ) が最近、国立物理研究所 (NPL, ロンドン, 英国) の放射能グループで新たに編成されたラボに導入されました。ラボは新しい空気処理システムと通風室を装備し、サンプルのクロスコンタミネーションを最小に低減できます。ラボ施設は新しい放射性核種測定を提供し、廃炉、環境放射能モニタリング、放射性崩壊計測、核法医学におけるニーズに対処していくことになります。ベケレルへのトレーサビリティを可能にする新しいメソッドが開発され、面倒なサンプルの前処理を必要とせず、複雑なマトリックス中の難しい放射性核種の分析を可能にします。従来の放射化学法単独では十分な精度と速度を実現できそうになく、革新的な ICP-MS ベースの手段によって向上させなければなりません。

核アプリケーションの範囲の拡大

8800 ICP-QQQ は、同重体干渉物 (例えば、 ^{90}Sr に対する ^{90}Zr 、 ^{135}Cs に対する ^{135}Ba) の除去に使用できる MS/MS モードで動作し、測定可能な核種の範囲を拡大し、放射性核種分析の精度を向上させます。サンプル導入の前に面倒な化学分離を必要とすることなく、複雑なサンプルに含まれる放射性核種の高速度測定の可能性が広がります。

このため、NPL で開発されたこの方法は最終的に大きな経済的利益を核施設にもたらします。

NPL での研究は、要求の高まる、中、長寿命の放射性核種、例えば、 ^{90}Sr 、 ^{93}Zr 、 ^{151}Sm 、 ^{135}Cs 、 ^{129}I などの高精度な低レベル測定に対処することになります。また、原子力産業に関係するサンプルでの測定の不確かさの低減にも対処していきます。原子力産業および関連するサプライチェーンによって採用されることになるさまざまな放射性核種およびサンプルマトリックスに対応する信頼性が高くかつ高感度な手順を開発することが目標です。



(左から右へ) NPL の Ben Russell, Ian Severn, Agilent の Jake Brown, the Geoscience Advisory Unit (サウサンプトン) の Phil Warwick です。NPL 放射能グループの質量分析ラボの開設時。

対象となる追加のアプリケーションには、 $^{236,237}\text{Np}$ や $^{239,240}\text{Pu}$ などの原子燃料放射性生成物および ^{236}Np や ^{244}Pu などの標識元素の測定、 $^{135}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ や $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ などの核法医学に関連する同位体比測定があります。

ICP-MS による放射性核種の以前の研究では限界として特定されてきた分野で参照物質としても使用される内部標準溶液および品質管理標準溶液が開発されます。高精度な半減期測定を実現するための放射性同位元素の標準化に向け、8800 ICP-QQQ は放射分析の専門知識と組み合わせることで NPL で使用されます。

情報の共有

影響力のある雑誌での発表に加え、新しい ICP-MS アプリケーションは、ベストプラクティスガイドおよび業界全体で他のラボにも移転されるドキュメント標準として開発されることとなります。

注文中の 2 台目の ICP-QQQ

新しい ICP-MS 設備の開設の後、NPL の環境課が Agilent 8800 ICP-QQQ を購入しました。2 台目の ICP-QQQ は主に空気モニタリング測定用に使用されます。

共同アプローチ

NPL とアジレントの代表者は、ICP-MS ラボの開設をお祝いしました (写真を参照)。今後、NPL とアジレントは ICP-MS を使用した原子力アプリケーションのメソッド開発において緊密に協力していきます。この施設はトレーニング目的にも使用する予定です。



新しいラボの開設をお祝いする Agilent 8800 ICP-QQQ の形状をしたケーキ

アジレントは、LGC およびサウサンプトンの Geoscience Advisory Unit などの他の英国に本拠地を置く機関とも緊密に協力しています。両方の機関の施設でも Agilent 8800 ICP-QQQ が使用されています。

NPL の詳細については、以下の宛先で Ben Russell 氏にお問い合わせください。

ben.russell@npl.co.uk

ソフトウェアのヒントとコツ

ICP-MS MassHunter 4.2: バッチ結果の LIMS への アップロード

Steve Wilbur

Agilent ICP-MS ソフトウェア
プロダクトマネージャ

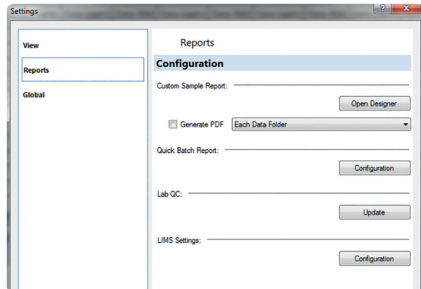
接続

ICP-MS MassHunter 4.2 (rev. C.01.02) は、ラボ情報管理システム (LIMS) へのアップロード用にバッチ結果をコンパイルするための優れたユーザー設定可能ツールを備えています。LIMS 設定ツールで希望する情報を選択するだけで容易に、選択したサンプルと分析対象物の情報をバッチ用に設定でき、出力ファイルのフォーマット (.csv または .txt) を指定して名前と出力ファイルの場所を指定します。

設定

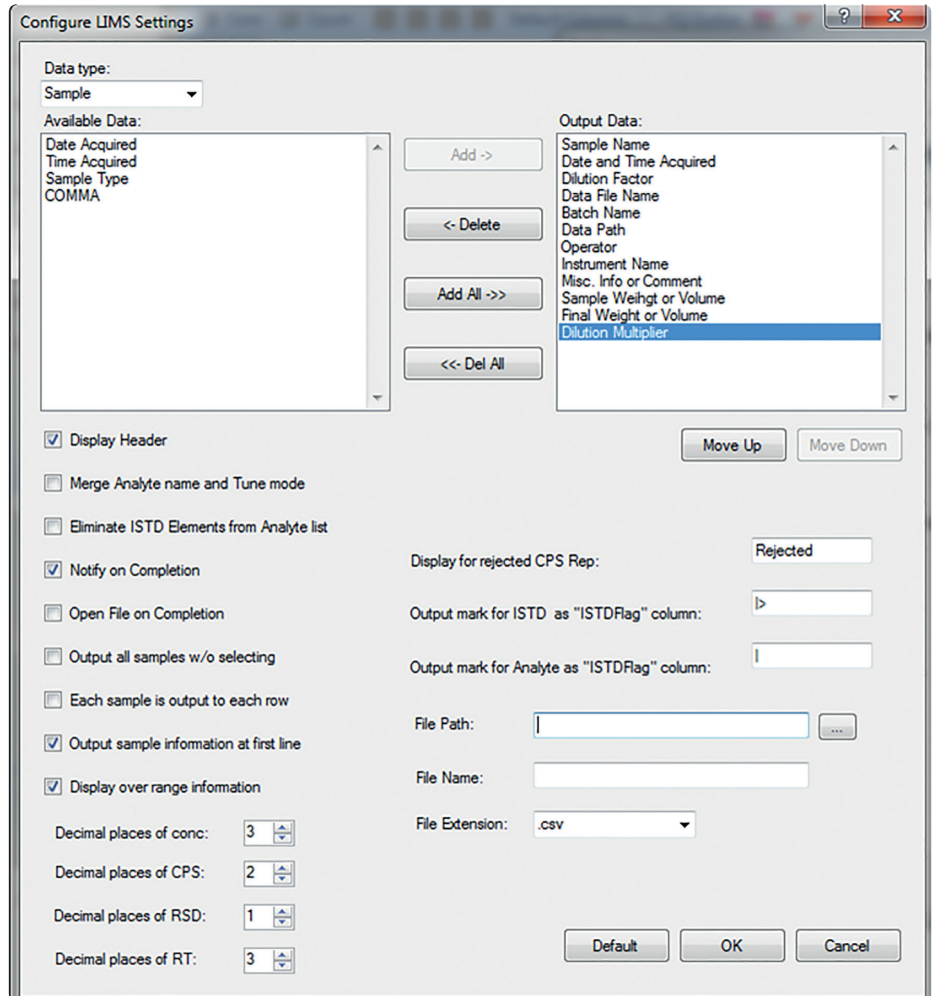


LIMS 設定ツールには、Data Analysis (データ解析) ウィンドウ内の Settings (設定) ガジェットの下にある Reports (レポート) からアクセスできます。



LIMS Settings (LIMS 設定) の下にある Configuration (設定) をクリックすると LIMS Configuration (設定) ペインを開くことができます。ここで、Data type (データタイプ) リストボックス (左上の角) から Sample (サンプル) または Analyte (分析対象物) を選択します。選択したデータタイプの使用可能なデータが表示されます。必要な情報をダブルクリックするだけで (またはクリックして "Add ->" を選択するだけで) Output Data (出力データ) リストボックスに移動して LIMS 出力ファイルに含めることができます。出力データファイルに入れるデータを指定した後、データ項目の表示の順序を変更するには Move Up (上に移動) または Move Down (下に移動) ボタンを使用します。

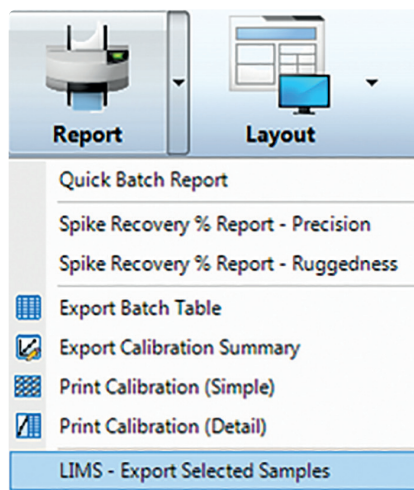
追加のフォーマット情報は、このペインの左側の下のチェックボックスで容易に設定できます。出力ファイルの File Path (ファイルパス)、File Name (ファイル名)、.csv または .txt Extension



(拡張子) はユーザーが指定できます。ファイルパスやファイル名が選択されない場合、LIMS 出力ファイルには自動的に Batch と同じ名前が付けられ /agilent/ICPMS/LIMS フォルダに出力されます。

実行

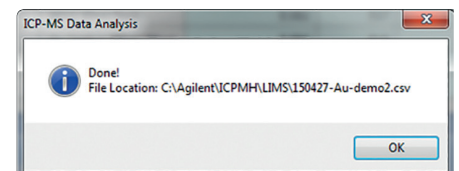
LIMS ファイルフォーマットの設定を保存した後、Data Analysis (データ解析) 内の Reports Gadget



(レポートガジェット) を選択して LIMS - Export Selected Samples (LIMS - 選択したサンプルをエクスポートする) をクリックするだけで、バッチの結果を LIMS にシンプルに送信できます。

完了

LIMS 出力ファイルは高速に作成できますが、実際の速度はバッチのサイズ、PC の設定、その他の実行中のプロセスに依存します。アジレントのテストシステムでは、それぞれに 50 以上の分析対象物がある 100 個のサンプルを含むバッチのアップロードは 30 秒以内でした。ファイルの作成とアップロードが完了したら、確認メッセージが表示されます。



詳細については、以下のウェブサイトをご覧ください。

agilent.com/chem/icpmsmasshunter

第二版 Agilent 8800 ICP-QQQ Application Handbook (英文)



タイトル: Agilent 8800 ICP-QQQ
Application Handbook
Pub No.: 5991-2802EN

2012年1月の発売以来、8800 ICP-QQQは極めて課題の多いICP-MSアプリケーションに対処するために一般的に選ばれる分析手法となっており、MS/MSモードで制御された反応プロセスを使用してスペクトルのオーバーラップを解決します。

3年間でICP-QQQの機能はより広範囲の研究や産業分野に応用されるようになり、最初のAgilent 8800 Application Handbookの更新に最適なときがきました。

このアプリケーション入門書には現在、9つのアプリケーションセクションに分かれる34の文献とともに、よく使用される用語集、総合索引が含まれています。

Agilent 8800 ICP-QQQが半導体、環境、材料、地球化学、ライフサイエンス、食品などの広範なアプリケーションにおいていかに活用されているかをご確認ください。Agilent 8800 ICP-QQQ Application Handbookは次のページでご請求ください。

www.chem-agilent.com/contents.php?id=1002400

本書に記載の情報は予告なく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. 2015
Printed in Japan October 29, 2015
5991-6349JAJP

Winter Plasma Conference 2016 でのアジレントのイベント

2016年1月11～16日にツーソン(米国アリゾナ州)で開催される2016 Winter Plasma Conferenceにお越しください。最新の技術に関するランチセミナー、お得意様向けのイブニングイベントなどさまざまなお客様向けイベントを用意しています。

このカンファレンスの詳細については、次のページを参照してください。

<http://icpinformation.org> カンファレンスでのアジレントのアクティビティについては、最寄のアジレントのICP-MS製品担当者にお問い合わせください。

カンファレンス/会議/セミナー

2016 Winter Conference on Plasma Spectrochemistry, 2016年1月11～16日、ツーソン(米国アリゾナ州)、<http://icpinformation.org>

Web セミナー: トリプル四重極 ICP-MS と ICP-OES を使用した原油のフィンガープリンティング分析

「単一のサンプル前処理メソッドを用いた原油中の最大57の微量および希少元素のフィンガープリンティング分析」について、ヒューストン大学の地球大気科学学科のJohn F. Casey教授によるWebセミナーで学習することができます。

2015年10月20日にC&ENによって最初に開催されました。次のページからご覧になれます。
<http://cen.acs.org/media/webinar.html>

Agilent ICP-MS 関連資料

ICP-MSに関する最新の文献を参照およびダウンロードいただけます。

www.agilent.com/chem/icpms

- **アプリケーションノート:** Application note: Determination of pesticides in foods using phosphorus and sulfur detection by GC-ICP-QQQ (GC-ICP-QQQによるリンおよび硫黄検出を使用した食品中の農薬の検出) 5991-6260EN
- **アプリケーションノート:** Routine, high-throughput, multi-element analysis of milk and milk powder using the Agilent 7900 ICP-MS (Agilent 7900 ICP-MSを使用した牛乳および粉ミルクの高スループットのルーチン多元素分析) 5991-6185EN
- **アプリケーションノート:** The impact of vineyard origin and winery on the elemental profile of red wines (ぶどう畑の出所およびワイナリーが赤ワインの元素プロファイルに与える影響) 5991-6111EN
- **アプリケーションノート:** Fast and accurate absolute-quantification of proteins and antibodies using Isotope Dilution-Triple Quadrupole ICP-MS (同位体希釈法トリプル四重極ICP-MSを使用したタンパク質および抗体の高速かつ正確な絶対定量) 5991-6118EN
- **アプリケーションノート:** Determination of trace elements in steel using the Agilent 7900 ICP-MS (Agilent 7900 ICP-MSを使用したスチール中の微量元素の決定) 5991-6116EN
- **アプリケーションノート:** Quantitative analysis of high purity metals using laser ablation coupled to an Agilent 7900 ICP-MS (レーザーアブレーションとAgilent 7900 ICP-MSを組み合わせて使用した高純度金属の定量分析) 5991-6156EN

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メール: icpms@agilent.com



Agilent Technologies