

持続可能なリチウムイオン電池のリサイクル： ICP-OES によるグリーン溶媒中の金属の回収

Agilent 5800 VDV ICP-OES とスイッチングバルブによる
深共晶溶媒の高速分析



著者

Leo Huang,
Agilent Technologies, Inc.

はじめに

近年、充電式バッテリーのグローバル市場は急速に成長しています。それを牽引しているのは電気自動車 (EV)、ポータブル電子機器、エネルギー貯蔵システムでのリチウムイオン電池 (LIB) の使用です。各国は炭素排出量の削減のために化石燃料からよりクリーンなエネルギーソリューションに移行しているため、この傾向は続く予想されます。¹ ただし、LIB 産業がクリティカル元素、特にバッテリーの主要成分 (アノードやカソードなど) で使用されるリチウム (Li)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni) などに依存していることが、この分野のいくつかの課題の原因となっています。供給やコストの問題がこれらの主要金属の入手の可能性に影響し、LIB の生産制限や価格変動をもたらす可能性があります。² このような課題に対応するため、使用済み LIB からの金属の回収が注目されています。材料の回収と再利用によって、クリティカル元素の需要に対応し、価格を安定させ、LIB 製造の循環経済の持続の可能性を高めることができます。³

現在、使用済み LIB のリサイクルには、2 つの主要な工業プロセス（乾式冶金と湿式冶金）が使用されています。乾式冶金には金属の高温抽出が含まれるため、エネルギー消費量が大きく、生産物の品質が比較的低くなります。³ 湿式冶金は多くの抽出剤の使用が必要でプロセス時間も長いですが、乾式冶金より金属回収率が高くなります。³ ただし湿式冶金プロセスでは酸性やアルカリ性の廃水が大量に発生するため、適切に管理しないと環境に悪影響を与える可能性があります。³

深共晶溶媒（DES）は、LIB リサイクルの画期的な解決策となる新たな種類のグリーン溶媒です。生分解成分の混合物から生成される DES は、前処理が容易で安価、非毒性、再利用可能です。⁴ 科学者は、この DES 独自の特性を利用して使用済み LIB からクリティカル元素を効率的に浸出させる方法の研究に取り組んでいます。⁴

金属回収率に関する DES の有効性を検証するため、研究者は誘導結合プラズマ発光分光分析（ICP-OES）などの多元素分析手法をよく使用します。ただし、ICP-OES による DES 中の浸出金属の分析に、課題がないわけではありません。総溶解固形分（TDS）が高いマトリックスサンプルによりサンプル導入系が摩耗し、結果がエラーになる可能性があります。また、使用済み LIB の元素プロファイルは多様である可能性があるため、広い直線ダイナミックレンジ（LDR）が必要です。

Agilent 5800 パーティカルデュアルビュー（VDV）ICP-OES は、LIB の電池材料中の金属およびその他の元素の測定に広く使用されています。⁵ 5800 は堅牢性と安定性を重視して設計されており、多くのサンプルタイプで 70 種類以上の元素を高速で同時測定できます。この装置の Vista Chip III 検出器は LDR が広く、同一サンプル中のさまざまな元素を分析できるため、希釈を複数回実行する必要がありません。⁶ この実証済み装置の高度なツールとアクセサリは新規メソッドの作成に役立つため、DES による貴重金属の回収の促進など、LIB のリサイクルの取り組みに最適です。

Agilent アドバンスドバルブシステム 7 ポートスイッチングバルブ（AVS 7）⁷ と Agilent SPS 4 オートサンブラアクセサリを 5800 と組み合わせて使用することで、分析を自動化し、サンプルスループットを上げ、装置のサンプル導入系の摩耗を減らしました。サンプル導入系は Agilent ICP Expert Pro 装置コントロールソフトウェアで制御しました。この研究では、AVS を使用することでサンプルあたりの分析時間を約 90 秒から 41 秒に短縮できました。これは AVS の効率的な洗浄メカニズムによるものです。読み取り時間の短縮によりコンポーネントの摩耗を最小化し、アルゴン消費量を 50 % 以上削減できました。

ソフトウェアにはスマートな IntelliQuant スクリーニング機能も含まれます。これは、サンプルの元素含有量を特定し、メソッド作成を支援するために使用される便利なツールです。⁸ 分析者は IntelliQuant スクリーニングによって生成される半定量データにより、自信を持って分析対象物の検量線範囲を設定し、最適な波長を選択し、サンプルマトリックスから発生する予想外のスペクトル干渉を特定できます。

このアプリケーションでは、5800 VDV ICP-OES を使用して、塩化コリンおよび尿素（ChCl:Urea）DES 溶液にスパイクした使用済み LIB の代表的な 8 元素を測定しました。分析対象物であるアルミニウム（Al）、Co、銅（Cu）、鉄（Fe）、Li、マンガン（Mn）、Ni、リン（P）は、各種カソード活性物質（CAM）中の存在に基づいて選択しました。

実験方法

装置構成

Agilent 5800 VDV ICP-OES に一体型 AVS 7 ポートスイッチングバルブと SPS 4 オートサンブラを取り付けました。AVS 6 とは異なり、7 ポートシステムは内部標準をバルブに直接導入できます。

5800 ICP-OES に、SeaSpray ネブライザ、ダブルパスガラスサイクロニックスプレーチャンバ、Agilent Easy-fit 内径 1.8 mm インジェクター一体型トーチを取り付けました。すべての装置を ICP Expert Pro ソフトウェアで制御しました。

表 1 と表 2 に、シンプルな自動ワークフローのための装置の測定条件を示します。

表 1. Agilent 5800 VDV ICP-OES 装置パラメータ

パラメータ	設定
観測モード	ラディアル
観測位置（高さ）(mm)	8
RF パワー (kW)	1.35
ネブライザ流量 (L/min)	0.7
プラズマガス流量 (L/min)	12
補助ガス流量 (L/min)	1
繰り返し回数	3
リンス時間（秒）	3
読み取り時間（秒）	5
安定化時間（秒）	7
サンプルポンプチューブ	白/白
内部標準ポンプチューブ	オレンジ/白
排液ポンプチューブ	青/青

表 2. Agilent AVS 7 の操作パラメータ

パラメータ	設定
サンプルループサイズ (mL)	1
ポンプ流量 - 取り込み (mL/min)	35.1
ポンプ流量 - 注入 (mL/min)	9
バルブ取り込み遅延 (秒)	8.2
パルseinジェクタ時間 (秒)	2.0
プレリンス時間 (秒)	1.5

メソッド作成

IntelliQuant スクリーニング

IntelliQuant スクリーニングは ICP Expert Pro ソフトウェアの一部であり、分析者の入力作業はほぼなしで、フルスペクトルデータを数秒で取得します。⁸ その後、IntelliQuant アルゴリズムがフルスペクトルデータを事前測定した検量線と照合して処理し、サンプル中に存在する各元素の半定量測定値を生成します。⁹ 図 1 のように、データは表および周期表ヒートマップとして表示され、分析者がスペクトルを詳しく確認することもできます。解析しやすい星ランキングシステムにより、どの分析対象物の波長がスペクトル干渉、バックグラウンドシフト、低感度の影響を受けやすいかがわかります。 図 2 は、定量メソッドでのサンプル分析前に、IntelliQuant スクリーニングを使用して AI の最高感度の行を選択する方法を示しています。

IntelliQuant は、分析者が定量分析に最適な波長を選択でき、各元素の検量線範囲を特定できる、導入が容易で作業時間を節約できるメソッド作成ツールです。IntelliQuant は特に、未知のサンプル（DES 溶媒中の浸出金属など）を分析するための新しいメソッドの作成に便利です。

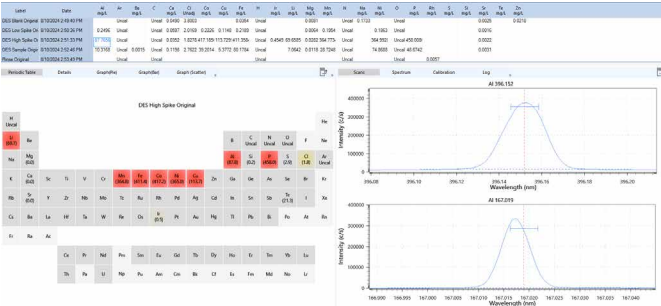


図 1. IntelliQuant スクリーニングのフルスペクトルスキャン中に、IntelliQuant のアルゴリズムが各分析対象サンプルの半定量結果を生成します。

Periodic Table		Details	Graph(Pie)	Graph(Bar)	Graph (Scatter)	
Element	Used	Flags	Wavelength	Rating	Concentration	Intensity
AI						
	✓		396.152	★★★★★	3.86	25567.8
			167.019	★★★★★	5.83	18367.7
			237.312	★★★	2.36	1716.6
			308.215	★★★	6.73	14607.7
			309.271	★★★★★	7.18	14709.7

図 2. IntelliQuant は各分析対象物に使用する最適な波長を特定します（アルミニウムを例として）。このソフトウェアは自動的に各種分析対象物の波長に星ランキングを適用し、推奨する行に緑のチェック記号を付けます。

標準溶液とサンプル前処理法

標準溶液

希釈液を調製するため、HNO₃ (Emsure、Merck) を 18.2 MΩ の脱イオン水 (Merck Millipore) で希釈して、2 % HNO₃ になるように調製しました。次に、ブランクと標準を、いずれも 2 % HNO₃ で調製しました。表 3 のとおり、8 元素の標準溶液を 1 mg/L、10 mg/L、100 mg/L で調製し、さらに 5 元素の標準溶液を 200 mg/L と 500 mg/L を調製しました。標準溶液を調製するために、アジレントの 1000 mg/L および 10,000 mg/L 単元素標準溶液を希釈液で希釈しました。(表 3 の) 標準溶液の濃度で、各元素の広い直線範囲と低い検出下限を実現できました。

表 3. 各元素の標準溶液濃度

分析対象物	標準溶液の濃度 (mg/L)
Co、Fe、Mn、Ni、P	0、1、10、100、200、500
Al、Cu、Li	0、1、10、100

DES の調製

DES を重量測定法で調製するために、ChCl (≥98 %、Sigma-Aldrich) と尿素 (Sigma-Aldrich) を 1:2 のモル比で混合しました。粘度が高い ChCl:Urea 液体混合物を継続的に攪拌しながら 80 °C まで加熱し、その温度で数時間維持しました。DES を重量測定法で計量する (50 mL バイアルに 5 g) 前に室温になるまで冷却し、2 % HNO₃ で 1:10 で希釈しました。分析前に、希釈した DES のアリコートに 30 秒間ボルテックスして均一に混合しました。検出下限はこれらの DES サンプル (検出下限セクションでは「サンプルブランク」) を用いて計算しました。

DES 添加回収試験用溶液

DES 中の浸出金属を表すため、アジレントの各分析対象物の単元素原液を使用して、標準を添加した 2 組の DES 溶液を 3 個調製しました。添加濃度は、実際のアプリケーションでの一般的な濃度と非常に高い濃度を表す数値を選択しました。Al、Cu、Li の添加濃度を 0.2 mg/L と 90 mg/L で調製し、分析対象物の検出下限と中範囲定量精度の試験を実施しました。Co、Fe、Mn、Ni、P の添加濃度は 0.2 mg/L と 400 mg/L で調製し、より広いダイナミックレンジでシステムの性能を評価しました。

長期安定性試験のために、標準を添加した DES 溶液の残りと無添加の DES 溶液を混合して、7 時間の試験に十分な量を確保しました。

品質管理

品質管理 (QC) のために、2 % HNO_3 のブランクを連続校正ブランク (CCB) 溶液として使用しました。すべての元素がそれぞれ 1 mg/L と 100 mg/L で含まれる 2 種類の溶液を、連続校正ベリフィケーション (CCV) 溶液として使用しました。CCV 溶液は、アジレントの 1000 mg/L および 10,000 mg/L 単元素標準原液から調製しました。

内部標準溶液

アジレントの 1000 mg/L 単元素標準原液から、5 mg/L のイットリウム (Y)、20 mg/L のインジウム (In)、50 mg/L のテルル (Te) を含む内部標準 (IS) 溶液を、2 % HNO_3 で調製しました。この IS 溶液を使用して、DES マトリックスから生じるマトリックス効果やイオン化干渉を補正しました。

バックグラウンド補正

この研究では、ICP Expert ソフトウェアのフィッティングバックグラウンド補正 (FBC) と高速自動曲線適合テクニック (FACT) という干渉補正手法を使用しました。FBC は、分析対象物のピークでのバックグラウンドスペクトルを数学的にモデル化し、バックグラウンド形状がシンプルでも複雑でも、バックグラウンドを高速かつ正確に自動補正します。¹⁰ この研究では、ユーザー入力が不要な FBC を Li 670.783 nm 以外のすべての分析対象物に適用しました。FACT を使用して、670.803 nm でアルゴンバックグラウンド信号から干渉を除去し、DES から生じるマトリックス関連の干渉に対して最終補正することで、真度を向上させました。¹¹

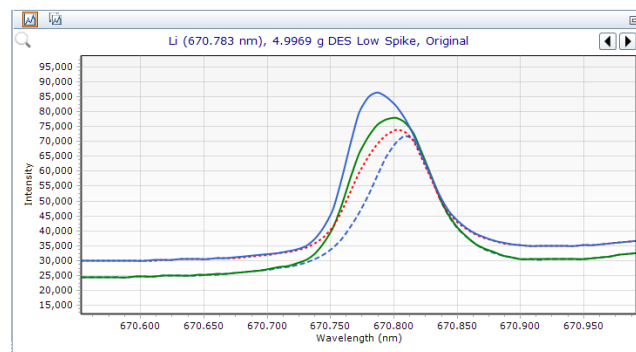
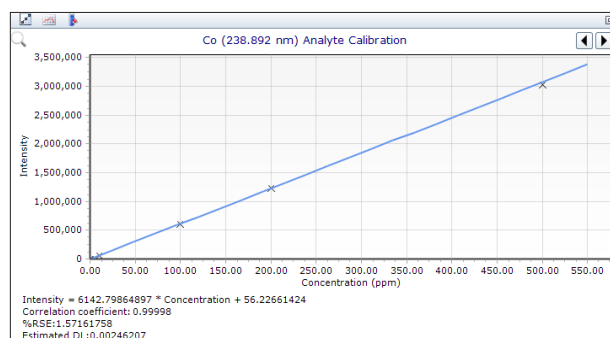
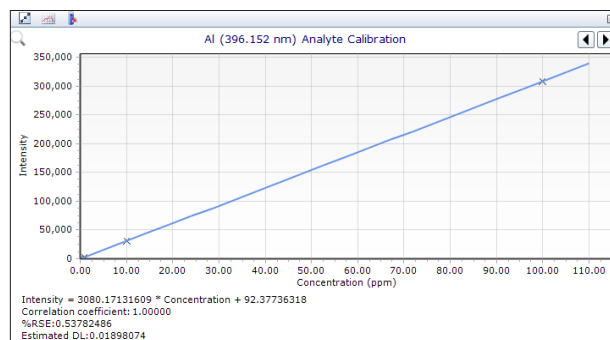


図 3. Li へのアルゴンベースとマトリックスベースの干渉の補正に使用される FACT モデル (補正済みの信号は青の実線で示されています)。Ar 670.803 および DES ベースの干渉からの信号 (赤の点線) は、分析対象の Li 670.783 (緑の線) にオーバーラップしています。ブランクは水色の破線で表しています。

結果と考察

検量線

装置を校正して、DES の広い濃度範囲で分析対象物を正確に検出できるようにしました。表 3 のとおり、Al、Co、Cu、Fe、Li、Mn、Ni、P は、1 ~ 100 mg/L または 1 ~ 500 mg/L の範囲で検量線を作成しました。図 4 のとおり、すべての元素で、>0.9999 の相関係数で直線の検量線が得られました。



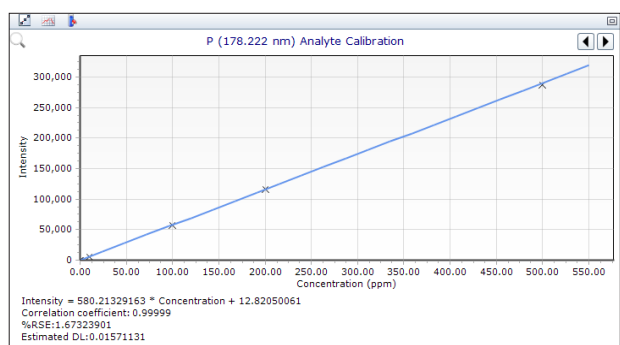
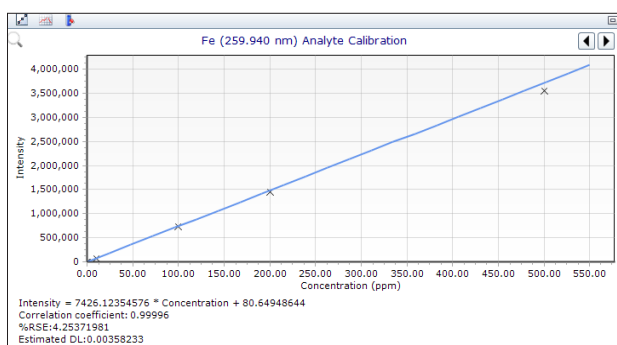
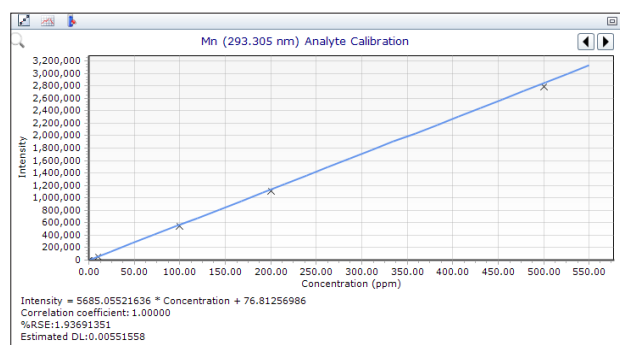
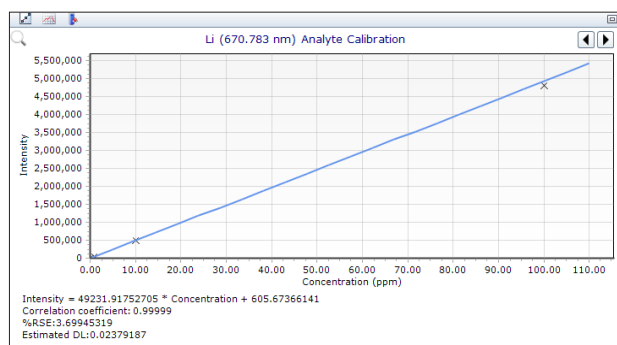
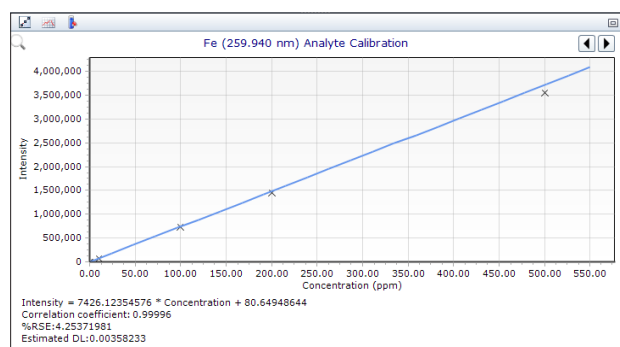
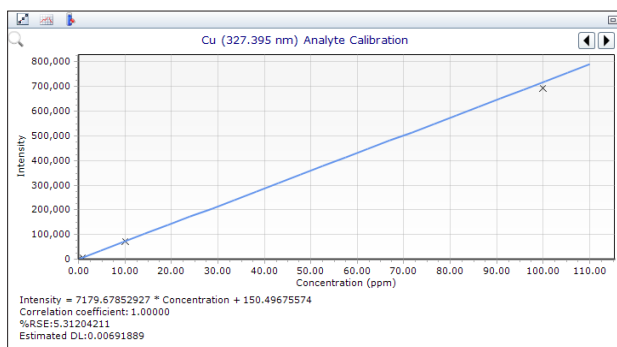


図 4. Al、Co、Cu、Fe、Li、Mn、Ni、P の検量線。すべての分析対象物の相関係数 (R) 値が 0.9999 を超えていることは、Agilent 5800 ICP-OES の優れた直線性を示しています。

検出下限

定量下限 (LOQ) とメソッド検出下限 (MDL) は、10 種類の溶液を 1 台の装置で連続しない 3 日間分析した結果に基づいて計算しました。LOQ は、サンプルブランクの 10 回の繰り返し分析の標準偏差に 10 を掛けて計算しました。MDL は、サンプルブランクの繰り返し分析の標準偏差に 3 を掛けて特定しました。「溶液の」MDL では希釈係数が考慮されていませんが、「サンプルの」結果には希釈係数 10 が適用されています (表 4)。

添加回収率

アプリケーションに適した認証標準物質 (CRM) がない場合は、添加回収率試験を使用してメソッドの真度を確認しました。

表 5 のとおり、低濃度と高濃度の分析対象物元素で DES サンプルに標準液を添加しました。標準を添加したサンプルを 3 回繰り返して調製し、連続しない 3 日間分析しました。表 5 のとおり、全分析対象物のすべての回収率が 100 ± 10 % 以内でした。

優れた添加回収試験の結果により、複雑な ChCl:Urea DES 溶液中の低濃度および高濃度の Al、Co、Cu、Fe、Li、Mn、Ni、P の高精度分析に、5800 VDV ICP-OES メソッドが適していることを確認できました。

表 4. 同じブランクの分析対象物、バックグラウンド補正、検量線情報、内部標準（IS）、LOQ、MDL。「サンプルの」MDL は、希釈係数のために補正されています。

元素と波長 (nm)	バックグラウンド補正	相関係数	IS と波長 (nm)	LOQ (mg/L)	溶液の MDL (mg/L)	サンプルの MDL (mg/kg)
Al 396.152	フィッティング	1.00000	Y 371.029	0.042	0.013	0.13
Co 238.892	フィッティング	0.99998	In 410.176	0.007	0.002	0.02
Cu 327.395	フィッティング	1.00000	Y 371.029	0.017	0.005	0.05
Fe 259.940	フィッティング	0.99996	In 410.176	0.010	0.003	0.03
Li 670.783	FACT	0.99999	Y 371.029	0.043	0.013	0.13
Mn 293.305	フィッティング	1.00000	In 410.176	0.011	0.004	0.04
Ni 230.299	フィッティング	0.99996	In 410.176	0.023	0.007	0.07
P 178.222	フィッティング	0.99999	Te 214.282	0.049	0.015	0.15

表 5. 8 元素において低濃度と高濃度で標準を添加した DES サンプルの添加回収率の結果（Agilent 5800 VDV ICP-OES で測定）

元素と波長 (nm)	DES 測定値 (mg/L)	添加濃度 (mg/L)	DES 添加後測定値 (mg/L)	添加回収率 (%)	添加濃度 (mg/L)	DES 添加後測定値 (mg/L)	添加回収率 (%)
Al 196.152	0.018	0.2	0.225	104	90	89.8	100
Co 238.892	<MDL	0.2	0.197	99	400	401	100
Cu 327.395	<MDL	0.2	0.205	103	90	91.5	102
Fe 259.940	0.018	0.2	0.224	103	400	396	99
Li 670.783	<MDL	0.2	0.189	94	90	91.5	102
Mn 293.305	<MDL	0.2	0.198	99	400	403	101
Ni 230.299	<MDL	0.2	0.197	99	400	400	100
P 178.222	0.030	0.2	0.224	97	400	387	97

注：標準を添加していない DES サンプルで Al、Fe、P が検出されました。これはおそらく、化学薬品（前処理に使用した純度 98 % の ChCl など）に含まれる微量不純物によるものです。

長期安定性

5800 VDV ICP-OES の安定性を評価するために、645の溶液を 7 時間分析しました（サンプルあたり 41 秒）。この溶液には、QC 溶液、および標準を添加した残りの DES 溶液と無添加の DES 溶液の混合液が含まれます。図 5 のとおり、CCV 溶液中の元素の回収率は、分析中ずっと 100 ±10 % 以内でした。表 6 のとおり、DES サンプル中に標準を添加した分析対象物の回収率も、分析中ずっと予想値の 100 ±10 % 以内であり、すべての元素の RSD が ≤2.2 % でした。

両方の安定性データから、複雑な DES マトリックスサンプルの分析全体で、5800 ICP-OES メソッドが優れた堅牢性と精度を示すことがわかります。

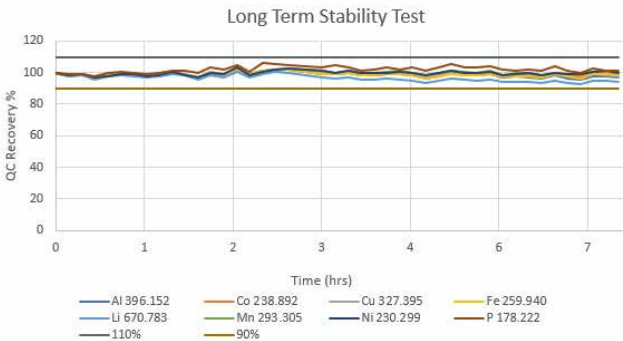


図 5. 7 時間分析した CCV 溶液の回収率を示す長期安定性試験。実線は、±10% の管理限界値を示します。

表 6. 7 時間測定 の %RSD (サンプルあたり 41 秒) および平均回収率 (%)
データ。n = 425

元素	RSD (%)	平均回収率 (%)
Al	1.79	98
Co	1.72	99
Cu	1.67	99
Fe	1.66	98
Li	2.20	96
Mn	1.80	99
Ni	1.71	99
P	2.10	101

結論

Agilent 5800 VDV ICP-OES と一体型 AVS 7 スイッチングバルブにより、DES 中の貴重な LIB 関連元素を効率的に測定できました。DES を用いた使用済み LIB からの金属浸出は、従来の冶金プロセスに代わる、電池リサイクルのための持続可能な手段です。5800 を Agilent ICP Expert Pro ソフトウェアで制御することで、標準を添加した ChCl:Urea DES 溶液に含まれる LIB の代表的な 8 元素を高速で確実に高精度で分析できました。次のハードウェアおよびソフトウェアツールを使用して、定量データの品質を確保しました。

- IntelliQuant スクリーニングにより、すべての分析対象物の最適な検量線範囲と干渉のない波長が推奨され、DES 中の分析対象物を正確に分析するためのメソッド作成を効率化できました。
- AVS 7 によりサンプルスルー時間が向上し、サンプルあたりの分析時間を 90 秒 (AVS なしの場合) から 41 秒に短縮できました。また、サンプルあたりのアルゴン消費量が 9.8 L に減り、トーチやネブライザなどの消耗品の洗浄頻度が下がったため、コストを大幅に削減できました。
- FBC で Al、Co、Cu、Fe、Mn、Ni、P のバックグラウンド形状を自動的に補正し、FACT でより複雑なバックグラウンドスペクトルから Li ピークをデコンボリュートしました。

5800 ICP-OES メソッドの真度は、DES に高濃度と低濃度で標準を添加した全分析対象物の回収率で確認し、結果は 100 ± 10 % 以内でした。645 の溶液を 7 時間分析した結果、優れた長期安定性が証明されました。QC と標準を添加した DES サンプルの回収率は、予想値の ±10 % 以内でした。標準を添加した DES サンプルの測定では、すべての元素の RSD が ≤2.2 % という高い精度を達成しました。

5800 VDV ICP-OES と AVS 7 を組み合わせた場合の性能は、ChCl:Urea DES などの複雑なマトリックスに含まれる LIB 関連のクリティカル元素 (Co、Mn、Li など) の高速定量分析に適していることが証明されました。

参考文献

- Battery Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Lead Acid, Lithium Ion), By End-use (Aerospace, Automobile), By Application (Automotive Batteries, Industrial Batteries), By Region, And Segment Forecasts, 2024 – 2030, Grand View Research, [Battery Market Size, Share & Growth Analysis Report, 2030](#) (accessed December 2024)
- Jin, S.; Mu, D.; Lu, Z.; Li, R.; Liu, Z.; Wang, Y.; Tian, S.; Dai, C. A comprehensive review on the recycling of spent lithium-ion batteries: Urgent status and technology advances. *J. Clean. Prod.*, 340, **2022**, 130535, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130535>
- Zhu, A.; Bian, X.; Han, W.; Cao, D.; Wen, Y.; Zhu, K.; Wang, S. The application of deep eutectic solvents in lithium-ion battery recycling: A comprehensive review. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 188, **2023**, 106690, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106690>
- Lu, Q.; Chen, L.; Li, X.; Chao, Y.; Sun, J.; Ji, H.; Zhu, W. Sustainable and Convenient Recovery of Valuable Metals from Spent Li-Ion Batteries by a One-Pot Extraction Process. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 9(41), **2021**, 13851–13861. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c04717>
- A Practical Guide to Elemental Analysis of Lithium-Ion Battery Materials Using ICP-OES, Agilent publication, [5994-5489EN](#)
- Innovative Freeform Optical Design Improves ICP-OES Speed and Analytical Performance, Agilent publication, [5994-5891EN](#)
- アドバンスドバルブシステム (AVS) によるコストの削減と生産性の向上, Agilent publication, [5991-6863JAJP](#)
- Agilent IntelliQuant スクリーニング: スマートで高速な ICP-OES 半定量分析, Agilent publication, [5994-1518JAJP](#)
- Agilent IntelliQuant ソフトウェア: サンプルの組成を知り、メソッド作成を簡素化, Agilent publication, [5994-1516JAJP](#)
- 適合バックグラウンド補正 (FBC) 高速かつ正確で個人差のない自動化されたバックグラウンド補正, Agilent publication, [5991-4836JAJP](#)
- FACT スペクトルデコンボリューションソフトウェアによるリアルタイムスペクトル補正, [5991-483JAJP](#)

アジレント部品番号

説明	部品番号
Easy-fit 一体型トーチ、内径 1.8 mm 石英インジェクタ、5000 シリーズ VDV/SVDV ICP-OES 用	G8010-60228
ダブルパスブレイクチャンバ、ボールジョイントソケットおよび UniFit ドレイン アウトレット付きガラス製サイクロニック設計、Agilent 5000 シリーズ ICP-OES 用	G8010-60256
ネプライザ、SeaSpray ガラス製同軸ネプライザ、Agilent 5000 シリーズ ICP-OES 用	G8010-60255
サンプルループ、ADS/AVS 用、1.00 mL、内径 1.00 mm、1 個	5005-0423
ペリスタルティックポンプチューブ、白/白、12 本	3710034400
PVC ペリスタルティックポンプチューブ、オレンジ/白、12 本	3710046900
ペリスタルティックポンプチューブ、青/青、12 本	3710034600
廃液容器キット、10 L、セーフティキャップおよびフィルタ付き	5005-0437
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Al 用、500 mL	5190-8243
Agilent 10,000 ppm 単元素原液、Co 用、500 mL	5190-8377
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Co 用、500 mL	5190-8347
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Cu 用、500 mL	5190-8349
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Fe 用、500 mL	5190-8472
Agilent 10,000 ppm 単元素原液、Fe 用、500 mL	5190-8403
Agilent 1000 ppm 単元素原液、In 用、500 mL	5190-8468
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Li 用、500 mL	5190-8478
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Mn 用、500 mL	5190-8484
Agilent 10,000 ppm 単元素原液、Mn 用、500 mL	5190-8415
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Ni 用、500 mL	5190-8492
Agilent 10,000 ppm 単元素原液、Ni 用、500 mL	5190-8423
Agilent 1000 ppm 単元素原液、P 用、500 mL	5190-8500
Agilent 10,000 ppm 単元素原液、P 用、500 mL	5190-8429
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Te 用、500 mL	5190-8534
Agilent 1000 ppm 単元素原液、Y 用、500 mL	5190-8556

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。

DE-003064

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2025

Printed in Japan, January 27, 2025

5994-8017JAJP