

リチウムイオン電池産業向けの 分析測定・真空ソリューション

お客様の成功を支えるパートナー



目次

電池産業を方向づけるクリーンエネルギー需要	3
リチウムイオン電池のバリューチェーン	5
採鉱と原料の処理	6
電池材料の製造	11
電池の組み立て	17
電池のリサイクル	20
電池の研究開発	22
立ち上げから運営までをサポートする豊富なサービス	23
リチウム電池産業に最適なアジレントの製品	27
持続可能性と環境への取り組み	28



電池産業を方向づける クリーンエネルギー需要

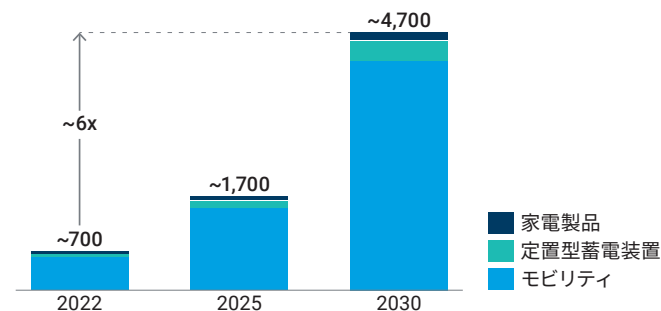


急成長する産業には、幅広い製品とサービスでニーズに柔軟に対応できる分析パートナーが必要です

電気自動車（EV）や再生可能エネルギー貯蔵に対する需要を背景に、リチウムイオン電池（LIB）市場は前例のない成長を遂げています。この成長により、電池製品の品質を確保し、環境や労働者の健康を守り、電池材料の循環利用を実現するために必要な分析の需要が増加しています。原材料や製品の特性解析が正確でなければ、生産の遅延や中断に陥り、徹底的な原因究明が必要になる可能性があります。

アジレントは、再生可能エネルギーへの移行を支持する企業のパートナーとして、分析機器から真空ポンプ、トレーニング、メソッド開発、技術的コンサルティング、さらに購入資金の調達、ラボの監査、アセットマネージメントまで、幅広いソリューションでお客様をサポートします。資金調達やメソッド開発の支援が必要なスタートアップも、生産目標の達成に向けて、機器を無休で稼働させる必要のある大手電池メーカーも、アジレントにお任せください。

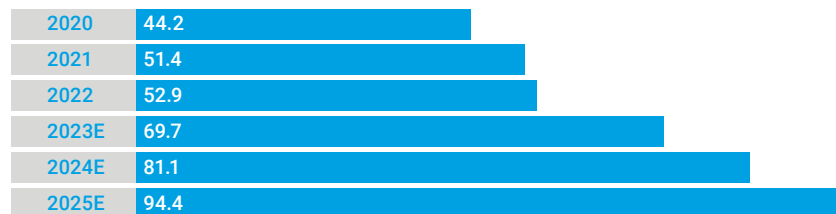
世界のリチウムイオン電池の需要、GWh、セクター別



電気自動車がリチウムイオン電池産業の成長を牽引しています。

出典：[McKinsey & Company](#)

世界のリチウムイオン市場の規模（10億ドル）



リチウムイオン電池市場は2025年までに約1,000億ドルまで成長すると見積もられています。

分析機器



高精度で信頼性の高いクロマトグラフィー、質量分析、および分光分析機器により、お客様の分析試験のニーズを確実に満たします。アジレントの分析機器は、電池サプライチェーンへの幅広い導入実績があります。

[詳細情報](#)

真空およびリーク検出機器



お客様の設計、生産、組み立て、および試験要件に合わせてカスタマイズされた統合型ソリューションなど、アジレントの真空およびリーク検出製品が、製造作業にわたって高水準の品質と効率を実現します。

[詳細情報](#)

ラボ用消耗品



アジレントの幅広い消耗品、標準物質、認証標準物質、およびサンプル前処理消耗品により、正確な分析結果が確実に得られ、機器から最適な性能を引き出せます。

[詳細情報](#)

分析メソッドの開発および アプリケーションのコンサルティング



最適なメソッド、機器、およびプロトコルにより、お客様の試験の経済性を高めます。

[メソッドコンサルティングサービス](#)

分析者のトレーニングとサポート



トラブルシューティング、メンテナンス、サンプル前処理、およびソフトウェア操作について取り上げた教育コースにより、ラボの作業を改善し、ダウンタイムを最小化します。活発なオンラインコミュニティでは、分析者が直面している問題に対する解決策が得られます。

[アジレントの教育サービス](#)

[アジレントコミュニティ](#)

製品サービスとメンテナンス



柔軟なサービスおよびメンテナンスプランにより、ダウンタイムを減らし、正確で信頼性の高いデータが得られます。

[機器サービス](#)

[資産運用管理](#)

[CrossLab Connect](#)

中古機器、機器の買取り



認定整備済機器は、高い性能と信頼性を手ごろな価格で提供します。アジレントの下取り・買取りプログラムにより、資産が利益に変わります。寿命を終えた機器の製品は安全に処分されます。

[認定整備済機器](#)

[機器の買取り](#)* 日本では未対応です（2023年現在）

ソフトウェアソリューション



分析記録を安全に一元管理できるデータ管理システムからアセットマネジメントシステムまで、お客様の投資を最大限に活かします。

[詳細情報](#)

ファイナンシャルサービス

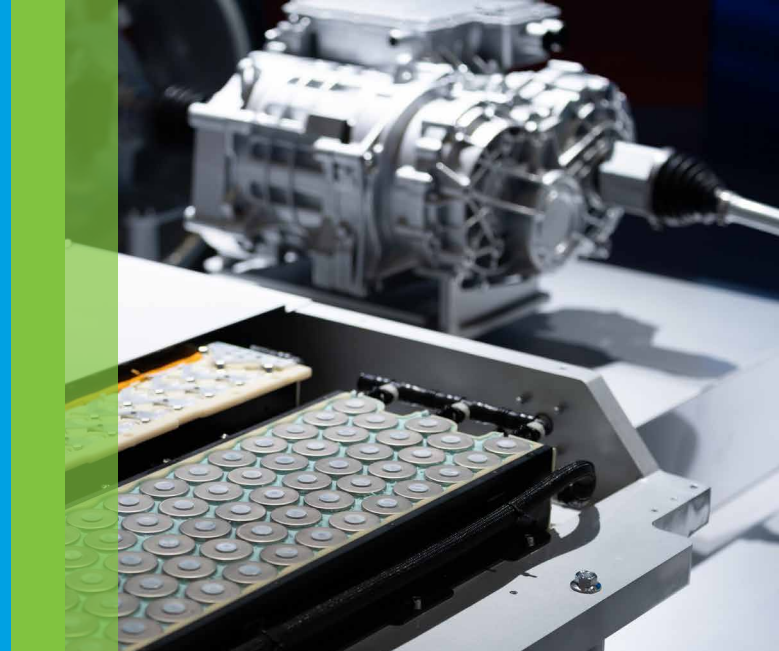


アジレントでは、設備投資、機器サブスクリプションサービス、バンドルサービス、消耗品、およびサポートの料金について、柔軟な支払いプランをご用意しています。

* 日本では未対応です（2023年現在）

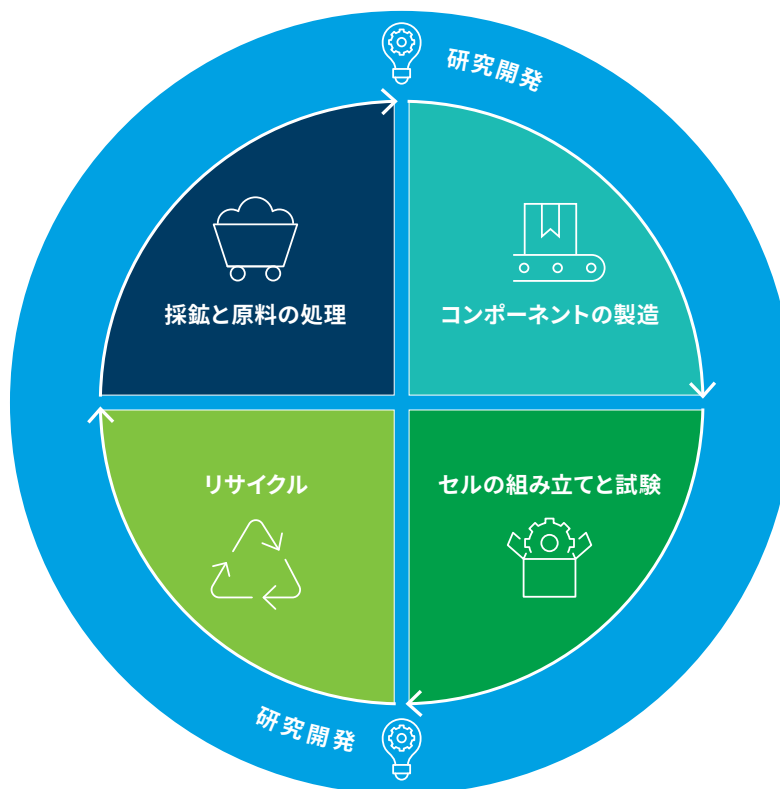
[詳細情報](#)

リチウムイオン電池のバリューチェーン



電池のライフサイクルは、高品質の原料鉱床を見つけ、抽出物の収量と純度を最大化することから始まります。そのすべてを、労働者と環境の安全性を維持しながら行わなければなりません。

急成長する電池リサイクル産業は、サーキュラーエコノミーの一部として、CO₂ 発生量、および原料不足の軽減に貢献しています。



安全で高性能の電池を作成するために、高水準のカソード、電解液、アノード、およびセパレータを製造します。

電池の製造時には、性能、寿命、および安全性を確保するために、セルの組み立て、電解液の充填、電極の脱気、アノード/カソード/電池アセンブリの試験、および電池ハウジングのリーク試験が不可欠です。

採鉱と原料の処理



探査と抽出

リチウムイオン電池（LiB）の生産に不可欠な鉱床の探査手法は、大気分光分析から、地上でのサンプリングおよびボーリングコアまでさまざまです。初期の探査には、遠隔機器または基本的な現場機器を使用できますが、包括的な分析には広範なサンプリングとラボでの試験が必要になります。

リチウムは、アルミノケイ酸リチウム（スポジューメン）で構成される岩石から抽出できます。鉱物を豊富に含む塩水中にリチウムが存在している、地下貯留層のかん水からも得られます。この水は、処理のため地表に汲み上げられます。LiBの生産には、ニッケル、コバルト、マンガン、銅、アルミニウム、鉄、リン酸塩、グラファイトなどその他の鉱物も必須です。探査において正確なデータをタイムリーに得るうえで、FTIR、フレイムAAS、MP-AES、ICP-OES、ICP-MSなどの分析法がきわめて重要な役割を担います。

採鉱環境は要求が厳しく、頑丈で使いやすい機器が求められます。現代の採鉱は、安全に、また環境に配慮して実施することが要求されます。労働者の安全を確保するため、また生産を最適化するために、さまざまな材料の分析に多様な機器を使用して、定期的にモニタリングと分析を行わなければなりません。また、採鉱時には大量の廃棄物も発生しますが、徹底的に分析することで、その組成、将来的価値、環境への影響を理解する必要があります。

効果的かつ効率的な採鉱には、安全性、最適な収量、廃棄物が少ないことを同時に実現できる堅牢で高精度の分析ツールが求められます。

電池鉱物資源：

元素分析の重要性と手引き

[ガイドをダウンロード](#)



試験の必要性

電池用鉱物の探査とその抽出を行う企業は、通常、採鉱現場または民間ラボで以下の分析試験を実施する必要があります。

採鉱のライフサイクルの段階	試験の目的	必要な機器	アプリケーション例
鉱物の探査	地球物理学的手法による鉱床の特定後、地表および地表下の岩石またはかん水サンプルの試験により、存在する元素の確認と特定解析を行います。	蛍光 X 線 (XRF) FTIR、ICP-OES、ICP-MS、AAS	ICP-OES によるリチウムを含むかん水中の主要元素の定量 (英語) ICP-OES を使用した地球化学サンプル中の卑金属の超高速定量 (英語) アジレントのハンドヘルド FTIR を用いた現場での岩石および鉱物の測定 (英語) ペグマタイトおよびスボジュメン鉱石中のアルカリ金属の分析
鉱床の規模と品質の判断	鉱物の分析により、鉱床が経済的に実行可能か、環境に責任を持てるかを判断します。	蛍光 X 線 (XRF) ICP-OES、ICP-MS、AAS、 イオンクロマトグラフィー	AAS によるペグマタイト鉱石中のリチウム含有量の分析 (英語) Agilent MP-AES を使用した卑金属鉱石中の金属の定量 (英語) ICP-OES によるペグマタイトおよびスボジュメン鉱石中のアルカリ金属の分析
鉱物の抽出性	冶金学的試験により、鉱石から鉱物を容易に抽出して処理できる方法を確立し、複数の抽出法を評価します。	X 線回折 (XRD)、ICP-OES、 ICP-MS、AAS、FTIR	アジレントのハンドヘルド FTIR による岩石および鉱物の組成の解明 (英語) 鉱石サンプルの含水量の測定 (英語)
環境アセスメント	空気、水、および土壌の品質と現場の生物多様性への潜在的影響を調べます。	ICP-MS、ICP-OES、FAAS、 ガスクロマトグラフィー / 質量分析 (GC/MS)、さまざまな微生物学的 アッセイ	標準メソッドに基づく ICP-OES による環境水の分析 (英語) US EPA 6010D に基づく ICP-OES による土壌、堆積物、汚泥の分析 (英語)
採鉱現場と精製所の環境・衛生・安全	収量をモニタリングし、作業による廃棄物を最小化します。 ガスや塵をモニタリングして、鉱山労働者の安全を確保します。 廃棄物の流れをモニタリングして、環境コンプライアンスを確保し、さらに廃棄物の抽出可否を判断します。	GC、LC、UV-Vis、FTIR、FAAS、 MP-AES、ICP-OES、ICP-MS	マイクロ GC による炭鉱ガスの分析 (英語) ICP-OES によるエアフィルタの多元素分析 (英語)

鋳物の処理

鋳物は、精製によって純度が高まり、使用可能な化学形態に変化します。処理段階では、材料として用いる化学物質をモニタリングしてプロセスが汚染されないようにするため、また中間生成物をモニタリングして適切な純度と収量がプロセスにより得られるようするために、化学分析が必要になります。

化学分析には、最終生成物の品質と収量を確保するという目的もあります。金属濃縮物と中間生成物のマトリックスは複雑なため、通常、分析機器の操作は、高いスキルを持ったラボの化学者や分光学者に任せなければなりません。

スポジューメン（アルミノケイ酸リチウム鋳石）から抽出されたリチウムは、精製されてリチウム塩（炭酸リチウムおよび水酸化リチウム）になります。一般に、処理は焙焼段階から始まり、続いて酸浸出、炭酸ナトリウムによる炭酸リチウムへの変換が行われます。その後、リチウム塩は加熱、ろ過、乾燥されます。

かん水から抽出されたリチウムは蒸発池で濃縮された後、不要なホウ素とマグネシウムが除去されます。その後、炭酸ナトリウムでの処理により、炭酸リチウムが沈殿します。この場合も、ろ過、洗浄、乾燥が必要になります。

リチウム処理プラントでは、サンプルの元素含有量を試験するための分析法として ICP-OES が一般的です。これらの分析は、FTIR や UV-Vis でも行えます。高純度材料で求める要求が厳しい場合は、ICP-MS のような高感度の分析法が必要になります。

試験の必要性

電池用鋳物を処理する企業は、通常、以下の分析試験を必要とします。

鋳物の処理段階	試験の目的	必要な機器	アプリケーション例
精製	存在する不純物元素の同定と定量	ICP-OES または ICP-MS、FTIR	ICP-OES による硫酸銅中の元素不純物の測定 (英語)
最終生成物	最終生成物の純度の試験	ICP-OES または ICP-MS	ICP-OES による炭酸リチウム中の不純物元素の測定 (英語) ICP-MS/MS によるリチウムイオン電池原料中の 64 種類の微量濃度元素の定量 ICP-OES による水酸化リチウム中の元素不純物の測定 (英語)

Global Battery Alliance パスポート

Global Battery Alliance は、持続可能性と循環型バリューチェーンの透明性の達成を目指し、「バッテリーパスポート」を制定しました。このパスポートは、電池の出所、化学組成、および性能の他、生産時のカーボンフットプリント、循環性、資源効率など持続可能性に関する実績を報告するものです。欧州連合電池規則の Article 65 では、電池モデルおよび個々の電池に関する情報が含まれる「バッテリーパスポート」を義務付けています。

中国政府でも、EU との貿易促進に向けて、中国電池産業に同様のデータ透明性要件を義務付けるデジタルバッテリーパスポートの導入が進められています。

報告要件の理解および準拠が、電池バリューチェーンに関与するすべての企業に求められることとなります。

有機原料の処理

リチウムイオン電池のバリューチェーンにわたり、有機ポリマーと有機溶媒が使用されます。原油の精製とその後の処理によって得られる材料には、以下のものがあります。

- エチレンおよびプロピレンポリマー
- ドーピングされたポリアセチレンポリチオフェン、コーティングされた処理済みポリエステル（PET）、フッ化ポリビニリデン（PVDF）などの特殊ポリマー
- さまざまなカーボネート溶媒および特殊添加物

原料、中間体、および最終生成物を同定、特性解析、評価するには、分析機器が必要です。通常、この試験は、一般に認められた規格（ASTM、ISO など）に従って行われます。

ガスクロマトグラフィーおよびガスクロマトグラフィー/質量分析計では、複雑な炭化水素ストリームに関する詳細な特性情報がすばやく得られます。この情報は、原料の価値や、処理溶媒、ポリマー、および特殊化学品の純度と品質を正確に計算するうえで役立ちます。

石油化学処理のさまざまな段階での無機不純物の定量には、MP-AES、ICP-OES、ICP-MS などの原子分光分析法が使用されます。

UV-Vis や FTIR 分光分析などの分子分光分析機器により、化学プロセス全般にわたり、定量的知見が得られます。UV-Vis では有機溶媒の品質を確認できます。また、FTIR 分光分析では、有機溶媒およびポリマーの同定を確認し、分解を研究し、ポリマーの比率、添加物、および汚染物質を定量できます。



試験の必要性

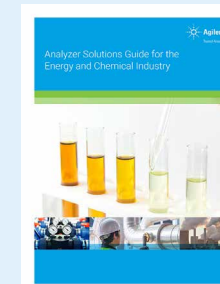
電池用有機材料を処理する企業は、通常、以下の分析試験を必要とします。

試験の目的	必要な機器	アプリケーション例
処理前の原油の評価	MP-AES、ICP-OES	原油のハイスループット多元素分析 (英語) Agilent 4200/4210 マイクロ波プラズマ原子発光分光分析装置 (MP-AES) を用いた原油の直接多元素分析
生産プロセスにおける不純物のモニタリング	GC、GC/MS	ガスクロマトグラフィーおよび化学発光窒素検出器によるエチレン中の微量アンモニアの分析 Agilent 7890A GC キャピラリーフローテクノロジーを応用した、ポリマーグレードエチレン原料中の微量含酸素化合物および炭化水素不純物の同時分析 超高感度イオン源を搭載した Agilent アルシン、ホスフィン GC/MS アナライザによるエチレンおよびプロピレン中のアルシンおよびホスフィンの分析 (英語) エチレンおよびプロピレンの炭化水素生成物中の永久ガスの微量分析 (英語)
	MP-AES、ICP-OES、ICP-MS	MP-AES による、o-キシレンで希釈した原油残留物中の鉄、ニッケル、バナジウムの定量 (英語)
プラスチック材料の同定と特性解析	FTIR	FTIR 分光分析によるライフサイクルを通じたプラスチックの材料同定 FTIR によるポリマー分析 FTIR によるリチウムイオン電池中の溶媒のすばやく簡単な材料同定

エネルギー・化学産業向けの アナライザソリューション

このガイドは、エネルギーおよび化学産業を対象としたアジレントのアナライザポートフォリオをまとめたものです。お客様に合ったワークフローソリューションをお探してください。

[ガイドをダウンロード](#)

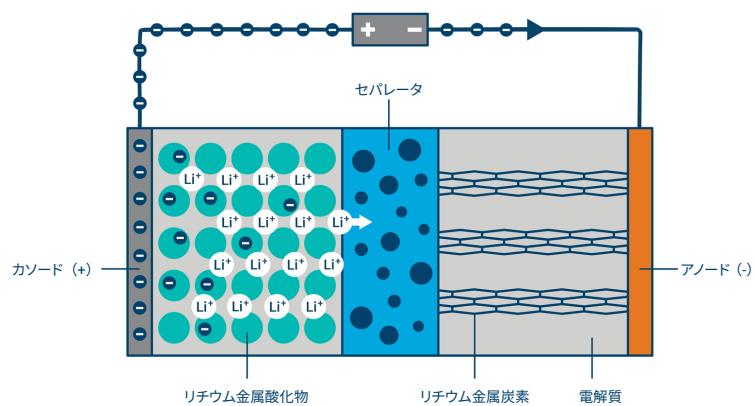


電池材料の製造



リチウムイオン電池で使用される各材料は電池の性能と寿命を左右します。配合や製造を適切に行わないと、初期故障が発生します。

リチウムイオン電池の主な材料として、カソード、アノード、電解液、セパレータの4つがあります。



ICP-OES を使用したリチウムイオン電池材料の元素分析
実践ガイド

[ガイドをダウンロード](#)



カソード

カソードは、電池の性能において重要な役割を果たします。前駆体カソード活物質（pCAM）の組成とカソードの機械的構造は、エネルギー密度、安全性、寿命などの性能仕様に影響をおよぼす可能性があります。一般に、カソードケミストリとして、リン酸鉄リチウム（LFP）、リチウムニッケルマンガンコバルト酸化物（NMC）、リチウムニッケルコバルトアルミニウム酸化物（NCA）、リチウムコバルト酸化物（LCO）が使用されています。

カソードは、pCAM スラリーをカソード基板（通常はアルミ箔）に塗布することにより作られます。スラリーは、粉末 pCAM と、スチレンブタジエンゴム（SBR）またはフッ化ポリビニリデン（PVDF）結合剤および導電粉末（グラファイト）を分散させた n-メチルピロリドン（NMP）溶媒から生成されます。

通常、pCAM スラリーの分散は、ガスの巻き込みを防ぐため真空下で行われます。スラリーがカソードに塗布されると、その場での化学試験ができなくなるため、すべての不純物試験はカソードへの成膜前に行われます。その後、アルミ箔は加熱と乾燥によって NMP 溶媒が除去され、巻き取られます。加熱中に除去された NMP 溶媒は回収して再利用できますが、不純物の混入を避けるため試験を実施する必要があります。

これで、カソードは適切なサイズに切断できる状態になります。セルの作成前に、カソードを真空加熱することにより残留水分が除去されます。その後、真空下でドライパックされます。

不純物試験

カソード中の金属不純物は、電池の性能、寿命、安全性に悪影響をおよぼします。カソードへの塗布前に、材料として用いる化学物質、結合剤、導電粉末、およびスラリー溶媒や、最終的な pCAM 生成物の分析試験を行うことで、品質と純度を確保します。濃縮金属塩溶液中の微量不純物の測定は複雑なため、分析者の専門知識や高度な機器が必要になることがあります。

試験と処理の必要性

電池カソードを製造する企業は、通常、以下の分析試験機能が必要とします。

試験/処理の目的	必要な機器	アプリケーション例
材料として用いる化学物質の同定および純度の確認	ICP-OES ICP-MS FTIR	ICP-OES による高純度硝酸アルミニウム中の微量金属不純物の測定 (英語) ICP-OES によるリチウムイオン電池 (LiB) 用の中間原料化学物質の元素分析 (英語) FTIR によるリチウムイオン電池中の塩のすばやく簡単な材料同定
生産プロセスにおける不純物のモニタリング	ICP-OES ICP-MS FTIR	ICP-OES による、LiB のカソード材料として用いられるリン酸鉄リチウム中の元素不純物の分析 (英語) LiB カソード材料中の微量元素の ICP-MS 分析
基材の混合	ロータリポンプおよびルーツポンプ	アジレントの e-モビリティ向け真空およびリーク検出ソリューション (英語)
集電体のコーティング	ディフュージョンポンプ	
積層リチウムイオン電極の真空乾燥	ドライスクロールポンプ	アジレントの e-モビリティ向け真空およびリーク検出ソリューション (英語)

長期におよぶ手順策定作業を大幅に短縮

アジレントには、LFPカソードの不純物分析に関する完全な標準操作手順書（SOP）があります（GB/T 30835-2014 のメソッドにもとづく）。この SOP は Word 形式で無料で提供され、お客様のテンプレートにコピーしてご利用いただけます。

[SOP のサンプル](#)はオンラインで入手できます。



アノード

LiBのアノードは、グラファイトでコーティングされた銅箔を基板とし、化学組成や構成が比較的単純です。電池のエネルギー効率の向上、軽量化、およびコスト削減を目的とした研究が続けられており、例えば、グラファイトとシリコンのハイブリッドコーティングはエネルギー密度を高めます。また、銅めっき金属または銅めっきポリマーは、アノード基板のコスト削減と軽量化が期待されています。

従来、アノード活物質（AAM）の主要材料として、天然グラファイトまたは合成グラファイト（NG または SG）が使用されてきました。グラファイトの粒径と純度は重要な仕様です。NG は採鉱後、適切な粒径に粉砕されます。SG は高温下でコークスから作られますが、その過程で大量のプロセスエネルギーが消費され、大量の CO₂ が排出されます。その一方で、SG には、管理されたプロセスで高純度を達成できるという利点もあることから、電池メーカーに選ばれています。

アノードの生産は、グラファイト、グラフェンなどの導電材料、スチレンブタジエンゴム（SBR）またはフッ化ポリビニリデン（PVDF）結合剤、およびヒドロキシメチルセルロースナトリウム（CMC）などの分散剤で構成されるスラリーから始まります。このスラリーは集電体（通常は銅箔）にコーティングされます。その後、炭化水素フリーの真空ポンプを使用した真空乾燥により水分が除去されます。このようにして作成されたコーティング済み銅箔は、適切なサイズに切断されます。真空乾燥は、セルの電気性能を損なう可能性のある不純物、残留ガス、および残留油分を排除するために不可欠なステップです。

不純物試験

生成物の品質を守るため、アノードの構成前に、材料に不純物がないか試験する必要があります。この材料には、アノード基板の製造のため電着に用いられる CuSO₄ の他、銅アノードのコーティングに使用されるグラファイト、PVDF、SBR、および水が含まれます。

試験と処理の必要性

電池アノードを製造する企業は、通常、以下の分析試験機能を必要とします。

試験/処理の目的	必要な機器	アプリケーション例
材料として用いる化学物質の 同定および純度の確認	ICP-OES ICP-MS	ICP-OES によるリチウムイオン電池のケイ素 - 炭素アノード材料中の元素不純物の測定 ICP-OES による硫酸銅中の元素不純物の測定 (英語)
アノードの不純物の定量と同定	ICP-OES ICP-MS	Agilent 5110 ICP-OES を用いたグラファイトベースアノード中の元素不純物の測定 Agilent ICP-MS を使用したリチウムイオン電池アノードの元素不純物分析 ICP-OES による硫酸銅中の元素不純物の測定 (英語)
基材の混合	ロータリポンプおよび ルーツポンプ	アジレントの e-モビリティ向け真空およびリーク検出ソリューション (英語)
集電体のコーティング	ディフュージョンポンプ	
積層リチウムイオン電極の真空 乾燥	ドライスクロールポンプ	

長期におよぶ手順策定作業を大幅に短縮

アジレントには、アノード材料として用いられるグラファイトおよびシリコングラファイトの不純物分析に関する完全な標準操作手順書（SOP）があります（GB/T 24533-2019 のメソッドにもとづく）。この SOP は Word 形式で無料で提供され、お客様のテンプレートにコピーしてご利用いただけます。

[SOP のサンプル](#)はオンラインで入手できます。



カソードおよびアノード製造時の真空の使用

真空技術は、リチウム電池用の電極を生産するための基材の混合、コーティング、真空乾燥という3つの重要な製造段階において、きわめて重要な役割を果たします。

基材の混合時には、活物質、結合剤、および導電材を真空条件下で混合することで、必要とされる均一性、粘度、純度を達成します。その際、真空が気泡の除去、電極の材料純度と全体的な電気性能の向上に役立ちます。

コーティング段階では、集電体への活物質の正確な成膜が、最適な電気化学性能を得るために不可欠になります。ここでは、真空が適切なプロセス条件を達成するうえで非常に重要になります。

最後に、真空乾燥は、微細構造を損なうことなく積層リチウムイオン電極から水分を除去するためにはなくてはならない段階です。真空条件は水の質量抽出率に影響するため、電極品質の確保には、ドライスクロール真空ポンプで適切な真空度を保つことが必須です。



画像は Nordmeccanica 社の許可を得て使用しています。

アジレントの e-モビリティ向け 真空およびリーク検出 ソリューション

カタログ（英語）を[こちらからダウンロード](#)いただけます。アジレントの電池産業向け製品の詳細をご覧ください。



電解質

電池で最適な性能と寿命を実現するには、リチウム塩および有機溶媒と保護添加物および性能向上添加物が適切なバランスで混合された電解液でなければなりません。短い電池寿命の多くは、原材料中の不純物や不適切な比率の添加物など、製造プロセスに関連する問題が原因です。

電解液の試験

特に電解液スラリーにおいて（重量ベースで）最大のコストを占める成分であるリチウム塩については、原材料の純度、前駆体混合物、および電解液の配合を確認することが重要な品質管理ステップとなります。これらの試験は、迅速かつ正確で、簡単に実施できなければならず、生産遅れをもたらすようなものであってはなりません。生産に関連する分解の研究にも迅速さが求められます。その一方、製品の開発および改善には詳細な調査も必要です。

ヘキサフルオロリン酸リチウムは、車載電池の電解液のリチウム塩として最も広く使用されています。このリチウム塩は、有機リン酸エステルなど幅広い有機カーボネート溶媒に溶解されます。市販の参照標準がないか、新規物質を使用した新たな生成物/配合の試験を必要とする独自の材料が生産に使用されることもあります。

一般に、有機溶媒は環状および鎖状アルキルカーボネートの混合物で、リチウム塩を効率よく溶解し、イオン解離を促進する役割を担います。溶媒は（重量ベースで）スラリーの大半を占めるため、その純度の試験とモニタリングが重要になります。成膜添加剤など、さまざまな組成と機能を持つ添加剤が、その含有量に関わらず、電解液の性能を高めるうえで重要になります。このような複雑なサンプルを徹底的に分析するには、クロマトグラフィーによる分離が必要になりますが、この試験についても迅速で容易に実行できなければなりません。

サンプルの取り扱いに関する要件を考慮することも必要です。例えば、リチウム塩の試験を安全に実施するには、これらの材料の取り扱いを、必ず、グローブボックスなど酸素と湿度が管理された環境で行うことが推奨されます。グローブボックス内でのリチウム塩の試験に使用できる機器があれば、分析者を保護でき、測定が容易になります。

試験と処理の必要性

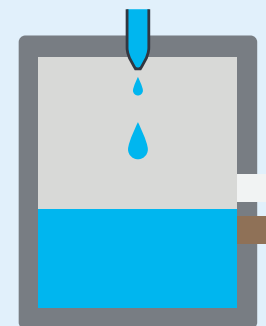
電池電解液の製造には、以下の機能が使用されます。

試験/処理の目的	必要な機器	アプリケーション例
材料として用いる化学物質の同定および純度の確認	ICP-OES および ICP-MS	FTIR によるリチウムイオン電池中の塩のすばやく簡単な材料同定
	FTIR	FTIR によるリチウムイオン電池中の溶媒のすばやく簡単な材料同定
	GC/MS GC/FID	
生産プロセス全般にわたる電解液中の不純物の定量と同定 電解液の組成の確認	ICP-OES および ICP-MS	ICP-OES による電池電解液中の元素不純物の高速分析 (英語)
	FTIR	リチウムイオン電池用電解液中の元素不純物の正確な ICP-MS 分析
	GC/MS GC/FID	GC/MSD によるリチウム電池電解液中のカーボネート溶媒および添加物の測定 (英語)
		Agilent 8860 GC による電池電解液中の炭酸エステルと添加物の分析
電解液充填プロセスの実施	ロータリポンプ、ルーツポンプ、ドライスクロールポンプ	アジレントの e-モビリティ向け真空およびリーク検出ソリューション (英語)

プロセス管理 – 電池への充填

電池への電解液の充填が、電池の効率と寿命に影響を与えることがあります。このプロセスでは、以下の2つの重要な目的を達成するために、真空技術が使用されます。

- セル内に電解液を均一に分布させること。電解液は電極間でのリチウムイオンの移動を可能にする媒体であるため、この目的を満たすことがきわめて重要になります。電解液の不均一な分布は、電池性能の効率低下につながります。
- 電極を湿潤状態に確実に保ち、気泡のトラップを防ぐこと。電解液によって電極表面を完全に覆い、残留ガスを排除しなければなりません。これにより、カソードの有効性とリチウムイオンのスムーズな流れが実現されます。



セパレータ

LiBのセパレータは、2つの電極間でのリチウムイオンの輸送を行いながら、アノードをカソードから電気的に絶縁します。セパレータの設計と品質は、電池の安全性、熱安定性、および全体的な性能に影響を与えます。セパレータは、イオンを輸送できるよう多孔質でなければなりません、十分な剛性と機械的性能も備えている必要があります。また、過度の熱条件下では、セパレータによってイオン輸送を停止して、熱暴走を防がなければなりません。現在、電気自動車用途での材料として、ポリプロピレン (PP) またはポリエチレン (PE) が最も広く使用されていますが、その他のポリマー配合物やセラミック添加物も開発されています。不要な反応や制御不能な反応を防ぐには、セパレータ材料中の不純物を最小化する必要があります。セラミックを使用する場合は、超高純度でなければなりません。純度と組成の試験を迅速化すれば、製造プロセスは大幅に改善されます。技術者が情報にもとづいて生産に関する意思決定を行うためには、材料の品質を製造ラインまたはその近くで簡単に確認し、合格/不合格の結果が明確に得られなければなりません。バッチが不合格になると、ダウンストリーム処理が遅れ、コストの上昇を招きます。

試験の必要性

電池セパレータを製造する企業は、通常、以下の分析試験機能が必要とします。

試験の目的	必要な機器	アプリケーション例
電池の分解の研究 - 充電および放電中に結合剤およびセパレータ材料の化学結合に変化が起こらないかを調査	FTIR	FTIR によるポリマー分析
表面修飾および機能化の研究や添加物濃度、モノマー含有量、分岐、および立体規則性のモニタリングなど、製造時の原料および仕掛品の同定の確認	FTIR	FTIR 分光分析によるライフサイクルを通じたプラスチックの材料同定 FTIR によるポリマー分析 キャストフィルム FTIR 手法を用いたポリエチレン/ポリプロピレン混合物中のポリエチレン比率の測定

電池の組み立て



電池生産の最終段階では、個々のセルを組み合わせて電池パックにします。生産要件は最終的な電池の構成と用途によってさまざまですが、最適な寿命、性能、安全性を実現するために高品質を維持することが必要なのは、他の生産段階と同じです。電池モジュールと最終的な電池アセンブリの両方で気密性を確保することがきわめて重要になります。

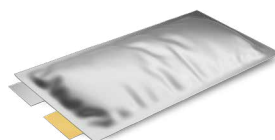
バッテリーフォームファクタ



角形リチウムバッテリー



円筒リチウムバッテリー

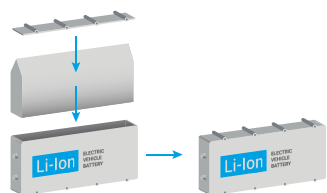


パウチセルリチウムバッテリー

電池セルは外部電池ケースまたは筐体に収容され、損傷やさまざまな環境要因から保護されます。これらのハウジングは、耐水性と防塵性、適切な耐腐食性、電磁遮蔽性、および効率的な冷却性を備えていなければなりません。一般に、ケースはアルミニウム、スチール、ポリマーなど耐久性のある材料でできており、高温やその他の過酷な条件に耐えられるように設計されています。電池はソフトパウチに収容されることもあります。

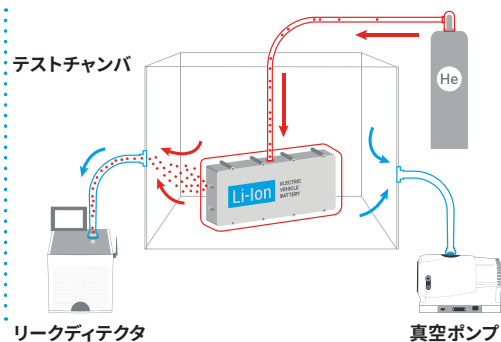
電池の組み立て

バッテリー組み立て



バッテリー検査

- テストチャンバを排気
- バッテリーパックに He を充填
- リークによる He 放出をリークディテクタで検出



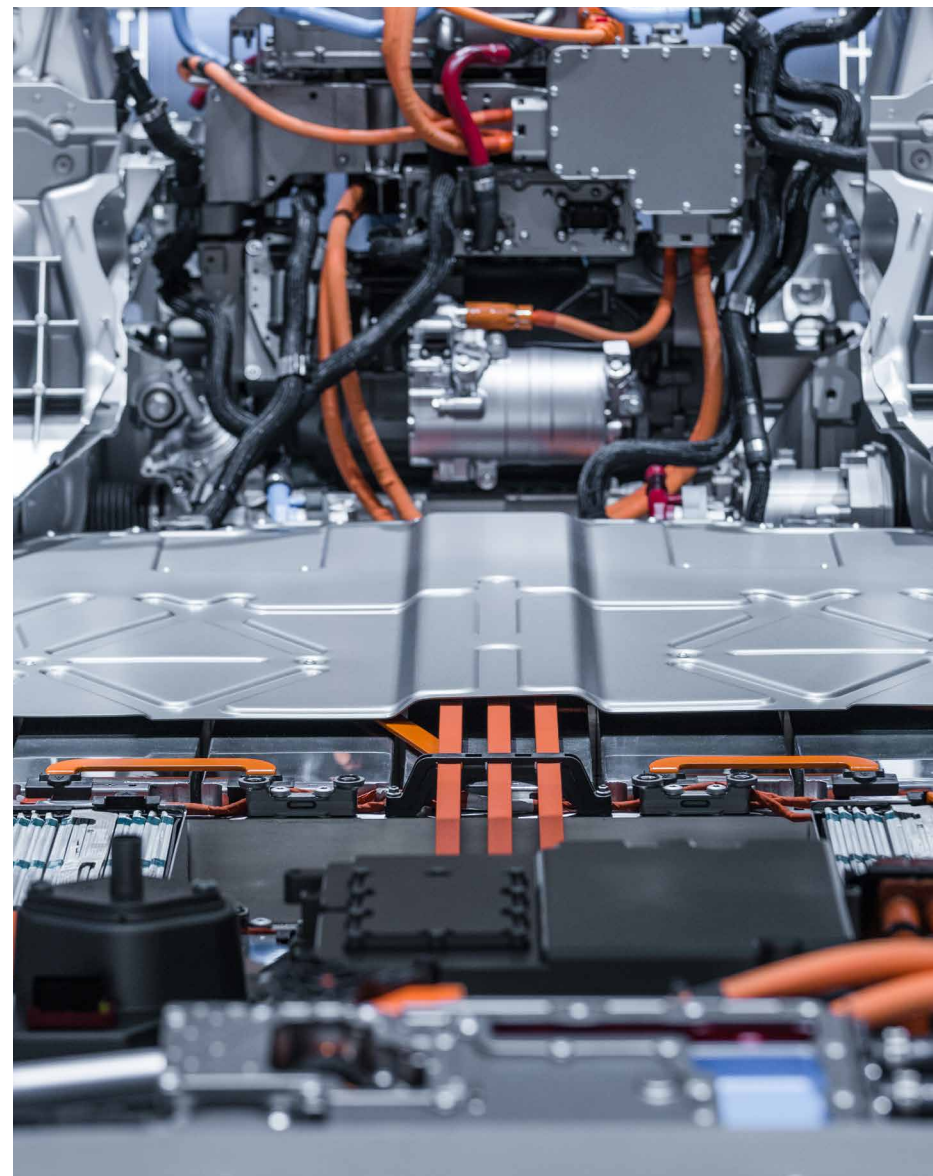
リーク試験

一般的なリーク試験構成では、真空ポンプによってテストチャンバの排気が行われます。チャンバ内に置かれた電池パックにヘリウムが充填された後、チャンバにヘリウムリークディテクタが接続されます。この試験では、電池筐体の潜在的なリークや亀裂によるヘリウムの放出を特定できます。

検出システムが真空に対応していない場合は、電池のリークを特定する代替手段として、**ガスを蓄積してリーク検出する方法**が使用されます。この方法では、ヘリウムリークディテクタのスニフアップローブ吸気口を、潜在的なリーク源を囲む筐体に取り付けます。筐体では十分な密閉性を形成し、潜在的なリークによるヘリウムを蓄積して容量内のヘリウム濃度が増加するようにしなければなりません。電池ハウジングは、耐水性と防塵性を持つように設計され、特定のリーク検出試験が必要になります。

電池の温度管理

電池ハウジングには、温度を制御するための温度管理システムも収容されます。温度は、電池の動作、容量、寿命、再充電、および安全性に深刻な影響を与えます。具体的には、低温は、電池内の化学反応速度を低下させるため、容量ロスにつながります。また、高温は、火災や爆発のリスクなど、重大な危険をもたらす可能性があります。昇温も、電池電極の分解プロセスを加速させ、サイクルごとに最大蓄電容量に影響をおよぼします。

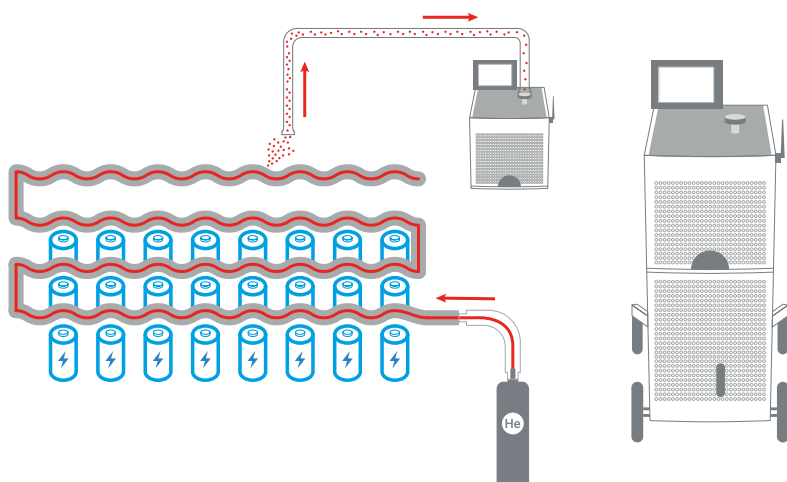


電池の組み立て

最新の電気自動車用冷却システムは、液の循環によって、エレクトロニクス、モーター、車内、電池自体など、すべての重要な材料の温度を正確に制御します。電池冷却システム内に潜在的リークや電池要素との接触の可能性があるため、電池の耐久性と電池パックの安全性が脅かされます。そのため、冷却システムの生産プロセスでこのようなリークを迅速かつ正確に検出することが不可欠です。

冷却システムの検査

- 自由大気中で検査を実施
- 冷却サーペンタインに He を充填
- リークによる He 放出をリークディテクタで検出



生産中および生産後、ヘリウムリーク検出システムにより、電池冷却システム内のリークが検出されます。

分解、膨張ガス、および経年の研究

電池の経年に伴う性能の低下は、多くの場合、電解液の分解が原因です。この分解により、電池内に膨張ガスと呼ばれるガス（通常は永久ガス）と軽質炭化水素が発生します。膨張ガスの組成から生産上の問題を突き止め、電池の設計改善につなげることができます。実際、開発時には、分解後の分析とプロセスおよび配合の最適化を行うために、電池を人為的に経年劣化させて分解を進ませることがよくあります。膨張ガスの分析には、シンプルな操作で信頼性の高い化合物の同定結果が得られるガスクロマトグラフィーが理想的です。



試験の必要性

電池ケースおよびハウジングを製造する企業は、通常、以下の試験機能を必要とします。

試験の目的	必要な機器	アプリケーション例
電池ケース内のリークの検出 電池ハウジングおよび冷却システム内のリークの検出	ヘリウムリークディテクタ GC	マイクロ GC によるリチウムイオン電池内の膨張ガスの分析 (英語) 電池の冷却システムのリーク試験 (英語) - 8 ページを参照 質量分析計用ヘリウムリークディテクタ (英語) 累積法による加圧コンポーネントのヘリウムリーク試験 (英語)
製造時の原料および仕掛品の同定の確認	FTIR	FTIR 分光分析によるライフサイクルを通じたプラスチックの材料同定 FTIR によるポリマー分析 キャストフィルム FTIR 手法を用いたポリエチレン/ポリプロピレン混合物中のポリエチレン比率の測定
電池セル内での電解液分解とガス発生を検出	GC	マイクロ GC によるリチウムイオン電池内の膨張ガスの分析 (英語)

電池のリサイクル



リチウムイオン電池のリサイクルは、環境保護、廃棄物削減、および経済的な持続可能性の達成に不可欠です。電気自動車による環境保護および持続可能性への期待を実現するうえでも、きわめて重要になります。EV の普及により、使用済み電池から環境に浸出する金属や有機化合物の潜在的な影響が高まっています。

電池の性能は時間とともに低下しますが、材料（リチウム、ニッケル、コバルトなど）はそのまま存在するため、回収してリサイクルすることができます。NMP などの溶媒も、回収された物質が十分な純度であることが示されれば、再利用可能です。

今後、リチウムイオン電池市場の成長につれ、より多くの原料が採鉱からではなく電池のリサイクルによって供給されるようになるでしょう。

とは言え、リサイクル施設を設置して運営していくのは大変です。電池は標準化されていないうえ、リサイクルを想定して設計されていません。化学組成もメーカーによって異なることが、コスト効率の高いリサイクルをさらに難しくしています。

分析試験については、電池のリサイクルプロセスに必要な試験は電池を製造する場合と同様です。つまり、物質の同定、不純物の分析、材料が仕様を満たしていることの確認を目的とした試験が必要です。リサイクル材料に対する業界標準メソッドはほとんどないため、標準的な品質管理分析メソッドを回収材料の試験に適用させるのが一般的です。

電池製造時に発生する廃棄物

電池メーカーは、原料廃棄物も回収して生産チェーンに戻します。これらの回収材料には、既存の品質管理試験プログラムが適用されます。

試験の必要性

電池をリサイクルする企業は、通常、以下の試験機能を必要とします。

試験の目的	必要な機器	アプリケーション例
リサイクルプロセスを最適化するためのブラックマスの元素含有量の測定	ICP-OES ICP-MS	ICP-OES によるリチウムイオン電池用中間原料化学物質の元素分析 (リサイクル電池) (英語) ICP-OES による再生リチウムイオン電池サンプル中の金属の測定
リサイクル電池材料の元素含有量の測定による材料純度の特定	ICP-OES ICP-MS	これらの測定は、電池の製造時に使用されるものと同じです。本書の「アノード」および「カソード」を参照してください。
環境への放出と労働者の安全のモニタリング	ICP-OES、UV-Vis、GC、GC/MS、LC、LC/MS	SPADNS 比色分析法による水中のフッ化物の定量 メソッド HJ 776-2015 にもとづく ICP-OES による多様な水の堅牢な高速分析 (英語) エアフィルタの多元素分析 (英語)

電池のリサイクル

電池のリサイクルプロセス

電池のリサイクルプロセスは、以下の段階で構成されます。

湿式冶金プロセス：

細断による微粉残留物または製錬プロセスの産物には、湿式冶金処理が行われます。その際、残留物から金属を浸出させるために化学物質が使用されます。例えば、酸浸出プロセスを使用すると、炭酸リチウムの形でリチウムを抽出し、それをさらに処理して新しい電池で再利用できます。

物理的分離：

一部の高度なリサイクル方法では、フロス浮選や比重分離などの物理的プロセスにより、材料がその物理的性質にもとづいて識別および抽出されます。

精製：

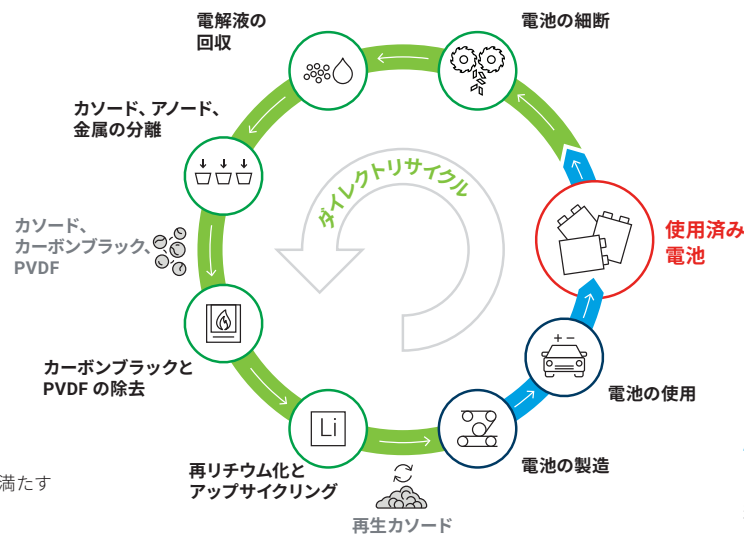
抽出された金属は、再利用に求められる品質基準を満たすため、精製プロセスによって不純物が除去されます。

高温冶金（製錬）プロセス：

電池くずを炉に投入する高温プロセスです。熱により有機成分が焼失し、コバルト、ニッケル、銅などの金属が合金として融解スラグから回収されます。この方法は、コバルトなどの金属を回収する場合は効率的ですが、リチウムにはそれほど有効ではありません。

再処理（細断または破碎）：

電池は小片に細断または破碎され、金属含有材料とその他の材料の混合物が生成されます。この混合物はふるいによって大きな金属片が微粉材料から分離され、「ブラックマス」材料になります。



廃棄物の処理：

電解液、有機溶媒、その他の回収不能な材料など残りの材料には、有害物質を無毒化するための処理が行われます。その後、環境規制に従って管理され、廃棄されます。

再利用のための材料の精製と準備：

金属は精製後、金属塩や前駆体材料など、製造に適した形態に処理されます。これらの材料は、電池の生産チェーンに戻るか、他の産業で使用できます。

電池の研究開発



電池産業における研究開発（R&D）により、イノベーションが加速し、電池の性能、寿命、安全性、およびコスト効率の向上が促進されています。R&D では、エネルギー密度を高める新たな材料と化学性能が探求されています。これらの材料が、電気自動車の幅を広げ、電力グリッドの蓄電容量を増加させる鍵を握ります。生産規模を拡大し、コストを削減するための製造プロセスの改善と、製造に関する問題の解決に向けた関与にも重点が置かれています。さらに、より効率的なリサイクル技術と有害物質や希少材料の低減または排除により環境への影響を最小化する方法を見いだすことで、持続可能性にも貢献しています。

この入門書で前述した分析の実施という形で、R&D グループから生産支援が提供されることもあります。多くの R&D ラボは、新たな材料、配合、および性能を調査し、分解の研究を行うために、品質管理ラボよりも高感度で柔軟な分析機器を必要としています。新材料の試験を行う際に幅広いサンプルを扱ったり、低濃度の不純物を検出しなければならないからです。ICP-MS、UV-Vis、GC/MS、LC/MS など質量分析が組み込まれた分析法なら、R&D アプリケーションに求められる高感度が得られます。

アプリケーション例

[四重極飛行時間型 LC/MS による有機溶媒ベースのリチウムイオン電池電解液および分解生成物の調査とプロファイリング（英語）](#)

[ICP-MS/MS によるリチウムイオン電池原料中の金属不純物の定量](#)

[リチウムイオン電池用電解液中の元素不純物の正確な ICP-MS 分析](#)

[LC/MS によるリチウムイオン電池電解液の品質管理（英語）](#)

立ち上げから運営までをサポートする豊富なサービス



機器の購入資金が必要なときも、スタッフトレーニングの支援やテクニカルサポートが必要なときも、アジレントは頼れるパートナーです。アジレントが提供しているサポートを以下に紹介します。

ファイナンシャルサービス * 日本では未対応です (2023 年現在)

生産能力の強化、他のバリューチェーン区分への運営の拡張、電池の新たな配合や種類への R&D の展開、そのどれを目指す場合も、資本予算が障害になる可能性があります。これは望ましい状況とは言えません。

技術の進化と規制項目の厳格化を前にしながら高い競争力を保つという課題は、機器の所有が潜在的リスクになることを意味します。資本予算の縮小や運営予算へのインフレの影響に直面しているなら、なおさらです。アジレントのファイナンシャルサービスなら、予算を抑えながら重要な技術が手に入ります。

お客様のビジネスと分析のニーズに合った支払いプランをアジレントが柔軟に設計いたします。支払いは予算サイクルにもとづいて調整し、増額、減額、または延期することができます。サービス、消耗品、およびサポートの料金を月 1 回まとめてお支払いいただくことも可能です。また、フレキシブル Spend プランでは、お客様が運営予算を管理できます。

機器サブスクリプションもご利用いただけます。アジレントをパートナーにお選びいただくことで、お客様のソーシング、購入、予算管理がシンプルになります。

詳細情報

アジレント・テクノロジーでは、該当する国の優先金融プロバイダの協力を通して、お客様にファイナンシャルソリューションを提供しています。

ご利用は、金融プロバイダの判断により、与信承認を受け、必要書類をすべて完成させることが条件となります。

本資料に記載の情報は予告なしに変更されることがあります。

立ち上げから運営までをサポートする豊富なサービス

認定整備済機器で予算を有効活用

認定整備済機器は、お客様のラボに優れた性能、信頼性、価値をお届けします。包括的な修理調整とテストが実施された認定整備済機器は、1年間の保証付きのため、新品機器と変わりません。また、工場でのアップグレードが適用され、消耗品およびスタートアップキットが付属し、外装が修復された状態で提供されます。アジレントの品質と性能を非常にお求めやすい価格で活用いただけます。

詳細情報

機器の買取りで最新技術のコストを節約 * 日本では未対応です (2023年現在)

アジレントでは、ラボ資産の下取りおよび買取りも行っています。このサービスにより、あまり活用できていない資産が収入になります。中古機器の撤去にも無料で対応します。価値を解き放つと同時に、廃棄物の削減および中古機器の適正な処分に関する持続可能性目標を支援し、寿命を終えたラボ機器の「終わり」をサポートします。

詳細情報





製品サービスとメンテナンス

生産または分析のスピードが重視される場合は、安心して頼れる機器が必要です。お客様のニーズに合った柔軟なサービスおよびメンテナンスプランにより、ダウンタイムを低減し、正確で信頼性の高いデータを生成し、業界規制に準拠することができます。

一部のサービスプランに含まれている点検サービスは、修理コストを抑え、年間数日分のダウンタイムを削減できることが実証されています。リモート診断オプションは、深刻化する前に問題を突き止めて解決するうえで役立ちます。アジレント機器はもちろん、他社製機器もサポートとメンテナンスの対象となります。

機器サービス

真空製品およびリークディテクタサービス

ソフトウェアソリューション

アジレントでは、機器コントロールおよびデータ解析用データシステム、ラボインフォマティクスおよび自動化ソフトウェア、データおよびワークフロー管理、より高度なデータの視覚化およびデータマイニングを実現するその他のラボ向けソフトウェアパッケージを提供しています。これらのソリューションにより、分析機器を最大限に活用できます。

お客様の分析上の課題とビジネスニーズに応えるソリューションの提供は、オープンデータを基軸としています。重要な意思決定を行うには、必要なときに適切な場所にデータがなければならないからです。複数のデータストリームとデータプロセスのある環境には、分析機器とインフォマティクスのシームレスな統合が必要です。お客様が既存のシステムにアジレントの機器を容易に導入したり、お客様がカスタマイズされたアジレント独自のソリューションを検討できるのは、機器コントロールフレームワークに対するアジレントの取り組みの成果と言えます。

Agilent OpenLab ソフトウェアポートフォリオは、サンプル管理、データ取り込み、データ解析、データ管理、ラボワークフロー管理を含む製品群です。これらの製品は簡単に統合でき、分析依頼が出されてからデータがアーカイブされるまでの分析ワークフロー全体に対応します。ラボのスループットと分析結果の品質を向上する OpenLab ソフトウェアは、お客様のデータインテグリティ戦略に欠かせないものになるでしょう。

Agilent SLIMS ワークフロー管理は、ラボの運営を効率化し、体系化するソリューションです。サンプル追跡、実験管理、自動化された結果レポート作成など、さまざまな機能が搭載されています。直感的なインターフェースと柔軟なオプションにより、規模、複雑さ、品質システムを問わず、ラボ固有のニーズが満たされるようにカスタマイズできます。

OpenLab スイートによるデータ管理

SLIMS

分析メソッドの開発およびアプリケーションのコンサルティング

メソッドコンサルティングサービス

お客様のニーズを満たすことのできる最適なメソッドとプロトコルがあれば、試験の経済性が高まります。小さな変化が大きな成果をもたらすこともあります。アジレントのチームが知見を活かしてメソッドを開発します。お客様が現在のメソッドの性能を維持するためのお手伝いもできます。お客様サイトへの機器の設置および検証の一環として、国外も含めメソッドを機器間またはサイト間で移管することもできるため、高い生産性がすぐに得られます。

メソッドコンサルティングサービス

品質システムサービス

Agilent CrossLab 検証サービスにより、お客様の品質システムのニーズを確実に満たすことができます。幅広い分析機器を対象に、検証の証明がコスト効率よく実施されます。検証には、アジレントのシステムの工場推奨試験が含まれ、最適な機器性能であることを証明する文書が提供されます。計測試験により、重要な機器機能の精度と検証が確認されます。

コンプライアンスサービス

分析者のトレーニングとサポート

現在の需要を満たし、同時に将来的な課題に備えることのできるチームを編成するには、スタッフの育成と教育が不可欠です。アジレントのトレーニングは、新たな技術の基礎や高度な手法を用いた実世界のアプリケーションの学習を通して、堅実なチームの編成を支援します。トラブルシューティング、メンテナンス、およびサンプル前処理について取り上げたコースに参加することで、ラボの運営を改善し、ダウンタイムを最小限に抑えることができます。クロマトグラフィー、質量分析、および分光分析用のオペレーティングソフトウェアに関するコースもご用意しています。

教育サービス



CrossLab Connect * 日本では未対応です (2023 年現在)

ラボの運営を得意とするパートナーがいれば、ラボのパフォーマンスを容易に最適化し、分析業務に専念できます。デジタルラボの時代には、このようなパートナーシップがあってこそ、コストの削減と持続可能性の向上を両立しながら、これまでにないレベルの可視性と資産管理を果たすことができます。Agilent CrossLab Connect は、ラボ向けの包括的な資産運用管理プログラムのデジタルバックボーンです。

CrossLab Connect によりアセットマネジメント、データ解析、および産業に関する専門知識が組み合わせられ、ラボ全体を瞬時に把握できるようになります。お客様のラボ用にカスタマイズされた一連のデジタルツールから重要な情報が得られるため、分析に効率的、効果的、かつ持続的に取り組むことができます。

資産運用管理

リチウム電池産業に最適な アジレントの製品



5800 ICP-OES



7850 ICP-MS



Cary 630 FTIR



Cary 60 UV-Vis



真空ポンプとリーク検出システム



Revident LC/Q-TOF と
1290 Infinity II HPLC



990 マイクロ GC



5977C GC/MSD

持続可能性と環境への取り組み

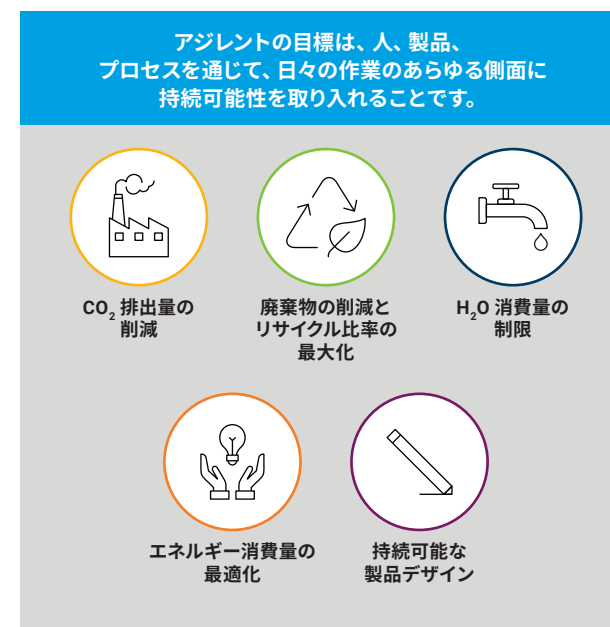


電気自動車による環境保護への期待がメーカーの活動や成果の原動力となっています。お客様が環境および持続可能性にもたらす価値は、再製造、セルのリサイクル、施設の環境・衛生・安全管理という日々の活動を通して示されます。

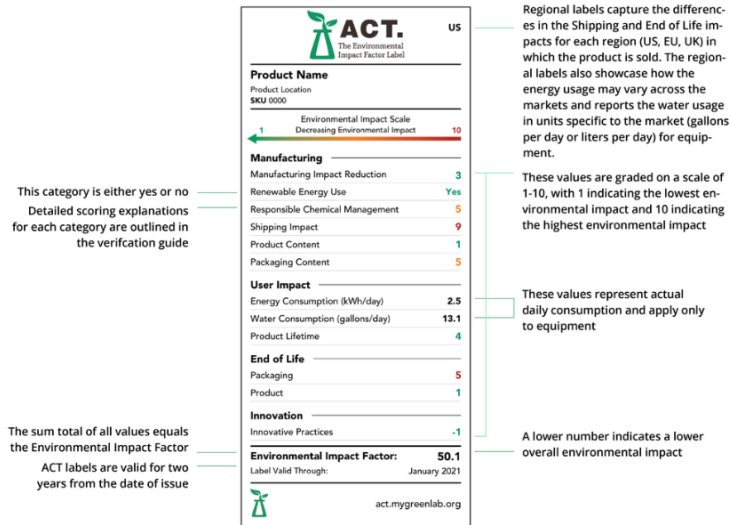
アジレントは、これらの価値をお客様とともに築いていくため、持続可能性の問題に継続的に対処し、[その進捗状況を報告](#)します。現在、こうした取り組みを強化し、パリ協定と整合した中間目標を掲げて、[温室効果ガス実質ゼロを目指しています](#)。アジレントはその達成に向けて、アジレントの製品、お客様やサプライヤとの協力体制、社内業務の管理方法、および目標達成に対して責任を果たすことに尽力しています。

アジレントの取り組みの多くは、特にお客様がビジネスへの取り組みに妥協することなくそれぞれの持続可能性目標を達成できるようにすることを目的としています。これには、以下のような取り組みがあります。

- My Green Lab の ACT ラベル (Accountability = 説明責任、Consistency = 整合性、Transparency = 透明性) の取得機器の増加
- 製品パッケージへの「How2Recycle」ラベルの追加
- アジレントのお客様向けデモンストレーションラボでの My Green Lab 認定の取得
- 再生できないヘリウムに代わって再生可能な水素をキャリアガスとして分析可能な GC/MS 用 HydroInert イオン源の導入
- ラボのエネルギー消費量を削減できる資産運用管理ソフトウェアの提供



アジレントの ESG へのアプローチについて[詳しく見る](#)



アジレントは、持続可能性のグローバル文化を科学分野に創り上げることに重点を置く非営利組織 My Green Lab とのパートナーシップを通して、日常的な試験や研究に持続可能な戦略を組み入れるための、第三者機関による指導と検証プロセスを提供しています。これにより、機器、ワークフロー、さらにラボ全体が認定を受けることができます。

これらのスポンサーシップと認定は、アジレントと My Green Lab の継続的なパートナーシップにもとづいて行われており、これには My Green Lab の ACT ラベルの取得が含まれます。これらのラベルは、アジレントの製品やサービスが環境に与える影響について第三者機関の検証済みの情報を消費者に提供するものであり、ラボにとって持続可能な選択が容易になります。

ACT ラベル付き製品

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンタ

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。

DE99519736

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2023

Printed in Japan, November 30, 2023

5994-6848JAJP

