

# リチウムイオン電池の評価

リチウムイオン電池の製造工程と評価装置



## 概要

リチウムイオン電池の製造工程においては金属箔洗浄状態や、スラリー作成工程の評価、塗布工程の評価、組立工程の評価をすることで、生産性や電池性能の向上において重要な指標となります。英弘精機では、リチウムイオン電池の開発、生産の過程において発生する様々な課題について材料物性計測の側面から解決をご提案をさせていただきます。

## 分野



粘度粘弾性



溶液分散安定性



表面張力



水分計



ナノ粒子・エアロゾル



粉体流動特性



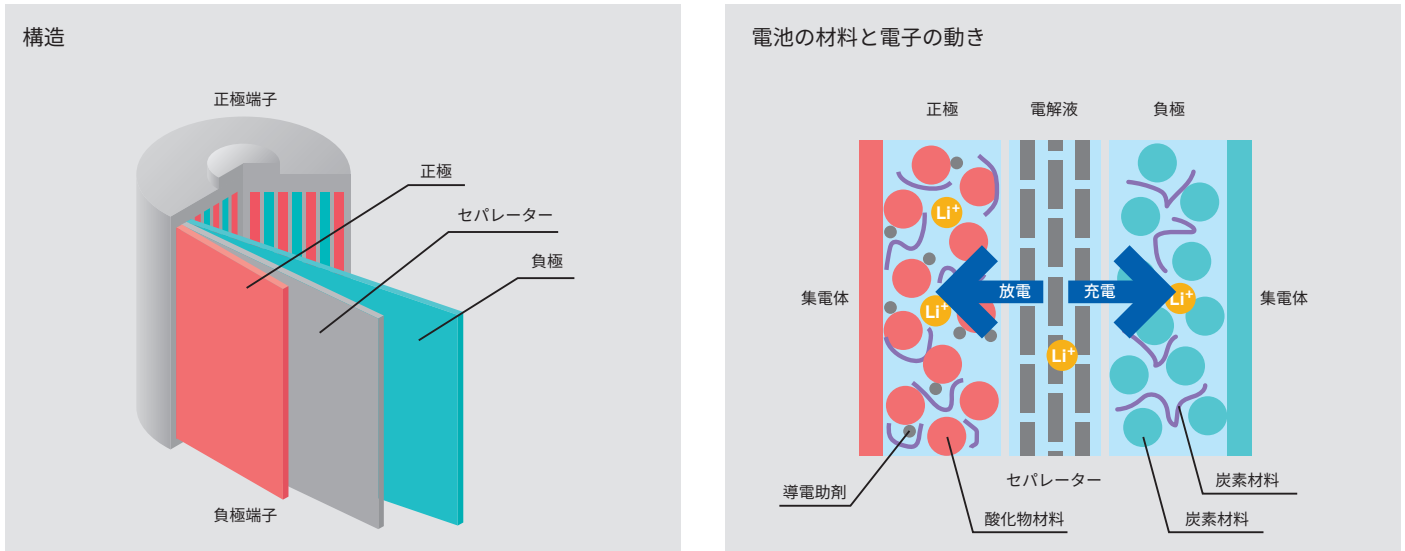
材料評価



静置安定性・粒径成長

## リチウムイオン電池の評価

リチウムイオン電池の開発、生産において発生するさまざまな問題について材料物性の側面からソリューションをご提案いたします。



## リチウムイオン電池の製造工程と評価装置

さまざまな工程に必要な評価項目に対応する評価装置をご選択ください。

工程	評価項目	評価装置
<b>正極, 負極 電極作製, 検査工程</b> 金属箔洗浄状態の確認	金属箔の洗浄性評価 接触角    表面の汚れ	自動接触角計 表面状態テスター ハイパースペクトルカメラ
<b>スラリー作製工程</b> 活物質、結着剤、導電材の搬送、混練、分散	スラリー作製工程の評価 分散性    沈降・凝集    作業環境 粒子径    粘度・粘弾性 分散安定性    含水率	ラボ用分散機 溶液安定性評価装置 パウダーフローテスター 粘度計、粘度粘弾性測定装置 水分計 自動接触角計 表面張力計 ナノ粒子測定
<b>塗工, 乾燥工程</b> 電極スラリーを金属箔へ塗布 プレス、裁断	塗布工程の評価 粘度・粘弾性    めれ性    表面張力	自動接触角計 表面張力計 ナノ粒子測定
<b>組立工程</b> 電極・セパレーター巻き取り ラミネートへ封入 電解液注入	組立工程の評価 セパレーターのめれ性    ラミネートの強度	万能物性試験機 自動接触角計 表面張力測定装置
<b>電極取付, ラミネート密封</b>		
<b>検査, 仕上げ, 完成</b>		

### 解決すべき課題：電極用金属箔の洗浄不良の評価

電極用金属箔にオイルなどが残留していると、スラリーの塗布不良の原因となる可能性があります。

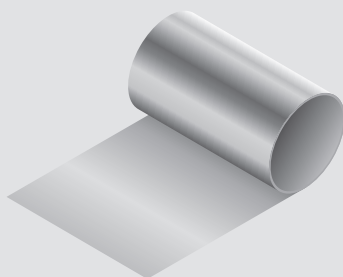
### 従来の方法：スポットでの評価

接触角測定や濡れ試薬によって、金属箔の清浄性を評価することは可能ですが、スポットでの評価であり、全面の清浄性を監視することはできません。

### ハイパースペクトルカメラでの清浄性評価

1. 反射スペクトルの解析によって汚れを検出。CCD カメラでは認識できない汚れも検出することができます。

電極用アルミ箔ロール

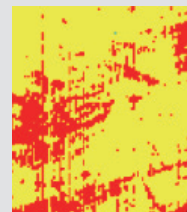


2. ハイパースペクトルカメラを使用し、金属箔全面について連続的に分析が可能です。

### 具体例

洗浄が不十分なため、アルミ上に残留するオイル(赤色)を検出。

金属箔上の油污れを検出



### イメージングスペクトロメーター

OP SIS HSI-1700

### アプリケーション

- 金属箔の清浄性評価
- 不純物の検出



## 原料粉体の流動性

### 解決すべき課題：粉体流動性

安定した生産を行うために原料粉体の流動不良は避けたいトラブルの1つです。粉体の流動特性評価は製造コスト低減を行うのに重要なファクターとなり得ます。

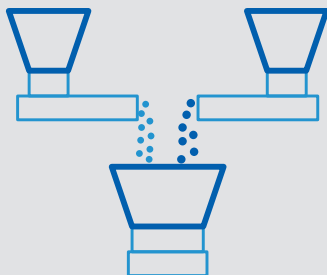
### 従来の方法：安息角による評価

安息角は無荷重での粉体流動性を評価しています。排出不良など実際の問題の多くは圧密された状態で起こるため評価が難しい場合があります。

### PFT による粉体流動性評価

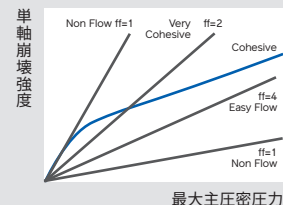
1. 環状せん断セル法を採用しています。
2. フローファンクション測定により流動性に関する粉体物性評価が行えます。
3. 測定結果はホッパー指標としても算出できます。

電極用粉体原料の搬送、混合



### 具体例

下図フローファンクショングラフではどの領域にグラフが位置するかによって流動性を評価することができます。



### パウダーフローテスター

PFT

### アプリケーション

- 原料粉体の流動性
- 原料粉体のアーチング径の算出



**解決すべき課題：電極スラリー分散状態の微細な差異を評価**

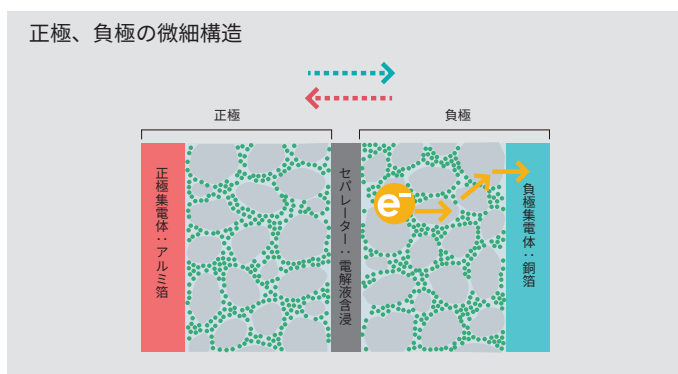
発電効率に影響を与える正極、負極における粒子の3次元構造を、スラリーの分散構造を制御することによって最適化します。

**従来の方法：粘度による評価**

粘度は、流動により破壊された分散構造を観測しており、間接的な評価となることから微細な差異を観測することは難しい場合が多くなります。

**動的粘弾性によるペーストの分散状態の評価**

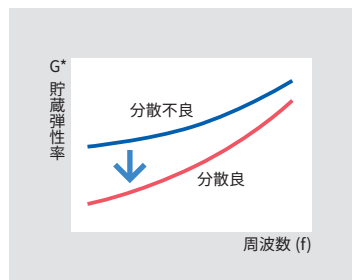
1. スラリー内で形成されている粒子の構造を破壊することなく、直接分散構造を観測することが可能です。
2. 分散構造の差異は、観測される弾性、粘性的な性質の違いとしてとらえることができます。



**具体例**

周波数依存測定では、スラリーの攪拌時間にともなう分散構造の変化を観測しています。

分散状態によって、スラリー内で粒子が形成する分散構造は変化します。一般的には分散不良がある場合は分散構造を形成しやすいことから貯蔵弾性率  $G^*$  は大きくなります。



**粘度粘弾性測定装置**

MARS 40, MARS 60

**アプリケーション**

- スラリーの分散構造評価
- 塗膜のレベリング、たれ
- 塗工性、貯蔵安定性



**ドライ環境下で粘度測定**

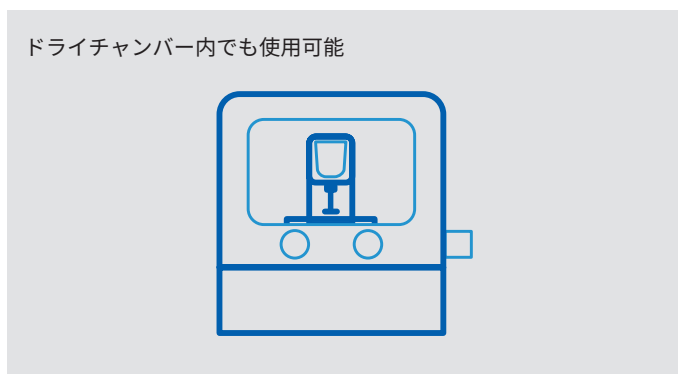
**解決すべき課題：不活性ガス環境下での粘度測定**

発製造した電極スラリーの物性評価として、粘度測定が行われています。粘度測定を行うには、循環恒温槽などを用いて温調しながら測定を行う必要があります。

一方、水分や酸素を嫌う電極スラリーでは、粘度測定も不活性ガス環境下で行う必要があります。不活性ガス環境下で粘度測定を行うには、スラリーと粘度計をグローブボックスなどに設置する必要があります。

**ペルチェ温調型のRSXレオメータを用いた粘度測定**

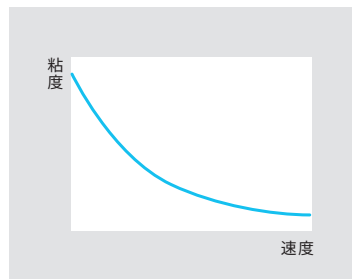
1. RSXレオメータは、応力制御型の回転粘度計です。回転数制御で行う粘度測定だけでなく、応力制御で行う降伏応力測定など、構造性を評価することもできます。



2. ペルチェモジュールを搭載したRSXレオメータは、本体のみで温調が可能ですので、グローブボックス内に設置して粘度測定を行うことができます。

**具体例**

せん断速度を変化させながら粘度を測定するフローカーブ測定では、塗布工程やレベリングなど、それぞれの工程における粘度を見積もることができます。



**精密回転粘度計**

RSX-CPS-PA

**アプリケーション**

- 電極スラリーの粘度測定
- フローカーブ
- 降伏応力測定



**解決すべき課題：電極スラリーの分散安定性の評価**

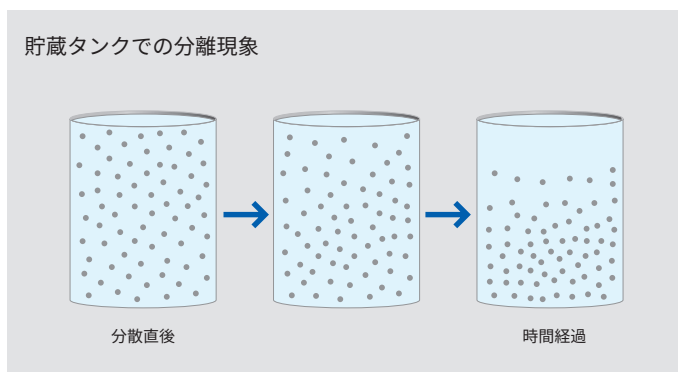
スラリー調整後、安定性が悪いと構成成分の分離が起こり、塗布時にムラが生じてしまいます。塗布するまでにスラリーの分散状態をキープする必要があります。

**従来の方法：目視による評価**

経時での安定性は、従来目視での確認が行われています。しかし、評価者によって見え方が変わる主観的な評価であることや数値化しにくいなどの問題があります。

**スタビリティテスターによる分散安定性の評価**

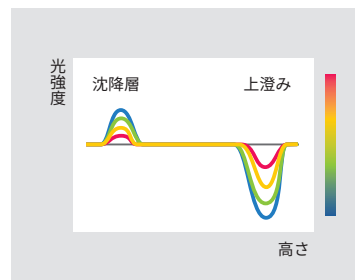
1. 目視と同じく静置した状態で、目視よりも短期間で評価できます。
2. 4～80℃まで温調できるので、保管温度による安定性の違いも評価できます。



3. ソフトウェア解析により、沈降しやすさを数値化できます。
4. 沈降などの粒子の移動のほか、凝集などの粒径変化も捉えられます。

**具体例**

安定剤などの添加物の選定、スラリー製造工程の最適化、スケールアップ時の評価などにおいて、より安定性の高い試料ができてきているかのチェックに使用できます。

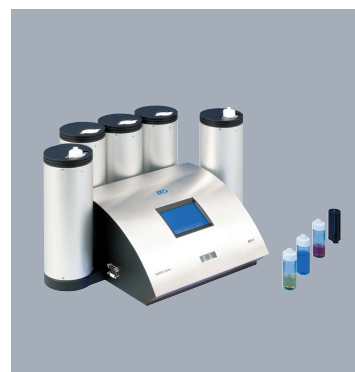


**溶液安定性評価装置**

ST-1

**アプリケーション**

- 経時安定性
- 粒子沈降
- 層分離
- 凝集性



電極材料・電極の乾燥確認

**解決すべき課題：劣化促進因子**

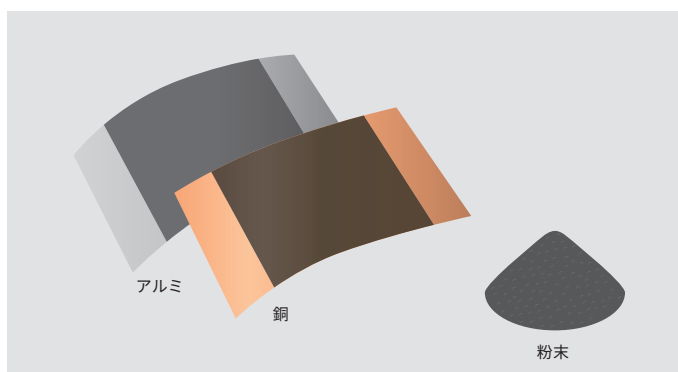
電池の寿命を考える上で性能劣化の主な原因として、電極乾燥の不足による水分の残存があり、水分量の把握は重要になります。

**従来の方法：カールフィッシャー法による水分量の確認**

水と選択的に、且つ定量的に反応するカールフィッシャー試薬を用いて水分を測定する方法であり、リチウムイオン電池は水分に弱いため、製造工程における水分管理は非常に重要になります。

**Vapor Pro XL による水分量の把握**

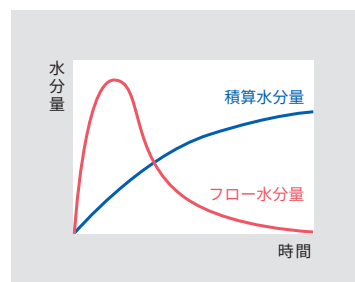
1. 溶媒を使用せず、誰でも簡単に水分測定を行うことができます。
2. 固体、液体、粉体でも測定可能です。
3. 測定範囲 0.001% (10 µg | 10 ppm) ～ 100 %



**具体例**

ドライエアーを一定流量で流入させ、ヒーターで温められたサンプルから水蒸気が発生、センサーにて水分量を測定します。

パージ時間、測定温度、終了条件を設定します。測定データをリアルタイムで本体の液晶ディスプレイに表示します。



**水分計**

Vapor Pro XL

**アプリケーション**

- 正極板、負極板の水分測定
- コバルト酸リチウム、カーボンブラックの水分測定



## 解決すべき課題：作業環境でのナノ粒子モニタリング

正負電極用の材料など、リチウムイオン電池の原料は粉体状態で扱うことが多く、混合や粉体搬送時にナノ粒子が飛散する可能性があります。

## 従来の方法：粉塵計による評価

作業現場では、粉塵計やパーティクルカウンターなどで飛散粒子を監視している事例はありますが、観測している粒子径はミクロンからサブミクロンオーダーであり、ナノ粒子を簡便に常時監視できる装置は多くありません。

## ナノ粒子の常時監視

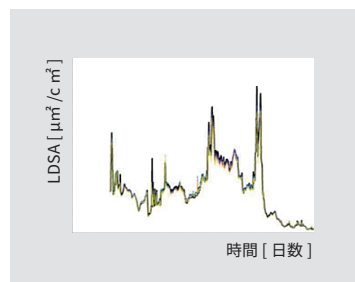
1. 10～300nmのナノ粒子の濃度を計測します。
2. 作動溶媒が不要であり、長期間メンテナンス不要で常時監視が可能。
3. IOTにより、監視データを遠隔にてPCで監視できます。



ラボ、製造現場での観測

## 具体例

小型のため、壁掛け、ドラフトや作業チャンバー内への設置が可能です。  
また作業者が携帯することで、作業中のナノ粒子の暴露量を観測することができます。



## ハンドヘルド型 ナノ粒子センサー

Partector2

## アプリケーション

- 作業環境の常時監視
- 作業中の暴露量の監視
- 作業チャンバーの排気状態の確認



# 電解液とのぬれ性

## 解決すべき課題：電極・セパレータと電解液とのぬれ性評価

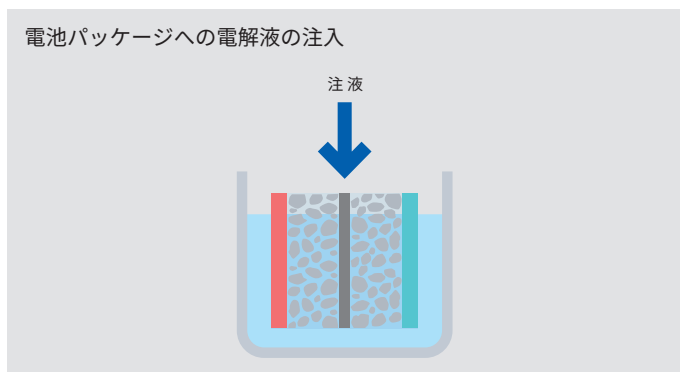
イオンを伝導する電解液とのぬれ性を良くすることは接触面での抵抗を抑えるうえで必要です。ぬれ性は発電効率向上のための微細構造への浸透挙動などにも影響します。

## 従来の方法：光学的な接触角の評価

基材の上に液体を落とし、液体の接触角からぬれ性を評価します。動的挙動をとらえぬれ広がる様子からぬれ性を評価できます。

## DCAT による電解液の浸透挙動の評価

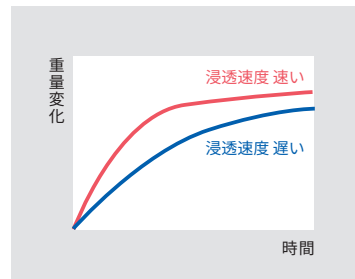
1. 電解液の浸透による重量変化によりぬれ性を評価することができます。
2. 実装状態に近い形状での電解浸透挙動を評価できる可能性があります。



## 具体例

電解液の重量変化をとらえ、浸透速度や浸透液量などの評価ができます。

密度、粘度、表面張力既知の液体を使用し、粉体原料のぬれ性評価も行えます。



## 表面張力性測定装置

DCAT

## アプリケーション

- 動的接触角
- 表面張力、界面張力
- 浸透挙動
- 粉体の接触角



**解決すべき課題：ラミネートパウチの各種物性評価**

フィルムの引張強度、ラミネート用接着剤のシール強度、曲げ試験や突刺し試験など様々な評価を1台で測定可能です。

**従来の方法：大型の万能試験機による評価**

大型の万能試験機では治具の交換やサンプルセットも大掛かりになりますが、テクスチャーアナライザーはセットも簡単に行うことができ、微細な力まで測定が可能です。

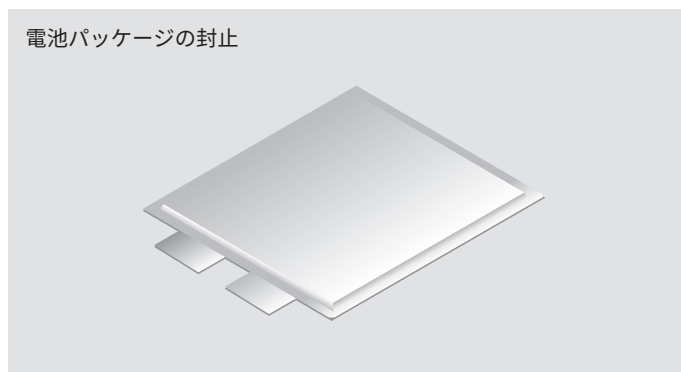
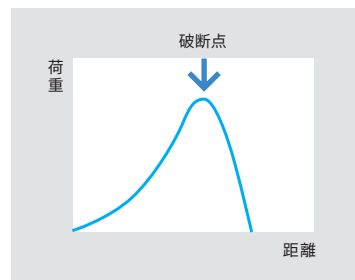
**豊富な治具で最適な測定を再現**

1. 様々な形状のプローブを使用することで、突き刺しや圧縮試験を行うことができます。

2. 90度剥離、180度剥離など評価したい状況に合わせた治具のご用意がございます。

**具体例**

フィルムの引張試験では、フィルムが切れるまでの力と距離の評価を行うことができます。

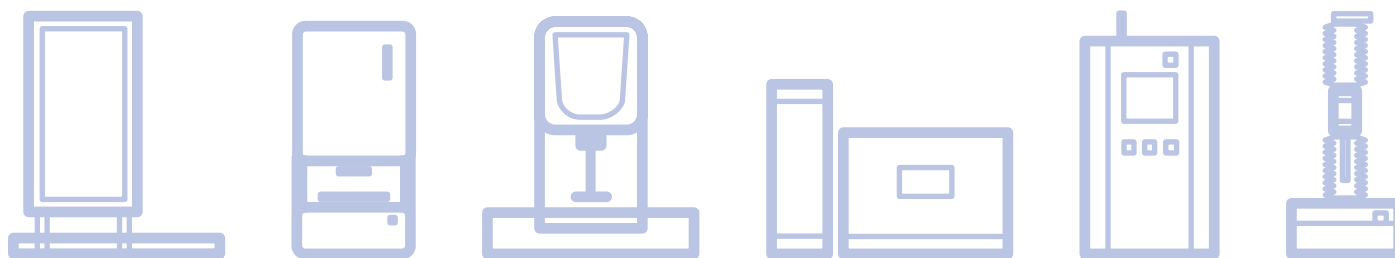


**テクスチャーアナライザー**

TA.XT plus Connect

**アプリケーション**

- フィルムの突刺し強度
- フィルムの引張強度
- シールの接着強度



## 測定・デモ・受託分析・セミナー

英弘精機では装置だけではなく、お客様により効果的にお使いいただけるようテクニカルセンターが様々な無償、有償のサービスを行っております。

### お問い合わせ

操作方法、測定条件設定、装置・スピンドル選定、データ解析法

### サンプル測定、デモ

実測した結果から、お客様に適した機種・オプション選定、条件設定をご提案します。

### セミナー・ワークショップ

製品をより有効にご活用いただけるよう随時開催しております。

### 展示会

各展示会に出展し、弊社で取り扱う最新の機器をご紹介、説明いたします。また講演やプレゼンテーションなどもございます。



テクニカルセンター

TEL 03-3469-4516

## QR

QRコードを使って、EKO ホームページにアクセスすることができます。また、お問い合わせいただくことも可能です。さらに詳しい製品情報や、関連製品、そのほかイベント情報などもご覧いただけます。



## EKO 取扱製品

英弘精機では、90年以上に亘り理化学機器を取り扱っており、とくに熱センサーに関連する自社製品を革新的な技術と高精度を誇る品質で開発製造しています。太陽エネルギーを測定するセンサーや環境測定機器は地球温暖化防止に貢献しています。

物性分析機器分野においても、多くの製品群から多分野のアプリケーションへのシステムへの構築まで幅広い製品とサービスをご提供いたします。お気軽にご相談ください。



粘度・粘弾性



接触角・動的接触角



TLC 薄層クロマト



テクスチャーアナライザー



溶液安定性



循環 恒温槽



熱伝導率



ガスモニター



分散機



ライフサイエンス



日射計



分光放射計



日照計



太陽電池評価装置



風向風速  
ドップラーライダー



熱流計

## 英弘精機株式会社

物性・分析機器事業部

〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8

TEL 03-3469-6711

FAX 03-3469-6719

関西営業所

〒532-0012 大阪市淀川区木川東 3-1-31

TEL 06-6307-3830

FAX 06-6307-3860

eko.co.jp