



ガイダンス
基準
推奨事項

仕様
使いやすさ
サンプル

適切な水分計の選定 ガイダンスと基準

METTLER TOLEDO

はじめに

水分率は、製品の加工性、保存期間、食べやすさ、品質に影響を与えます。このため、正確な水分率測定は、食品、製薬、化学薬品など多くの業界で品質を確保するために重要な役割を果たします。今日では、オープンと天びんを組み合わせた従来のメソッドよりも大幅に高速なソリューションを使用した水分率測定が必要なため、多くの業界が水分計を使用しています。

市場の水分計には数多くのモデルがあるため、ご自分の要件に適した水分計を確実に見つけるのは困難です。データシートの比較は重要ですが、全体像を把握できない簡単な仕様だけでは、お客様に固有の用途に適した水分計を選定することはできません。特定のサンプルの実際の測定性能や、24時間365日のシフト運用における使いやすさは、データシートでは確認できない基準のほんの一例ですしたがって、水分計の機能と性能を総合的に理解することが不可欠です。

この選定ガイドは、今後長期にわたり高い価値と最高度の品質を確保できるように、水分計の購入時に考慮する必要がある重要な要素を理解するうえで役立ちます。要件を簡単にまとめた表と、推奨するメトラ・トレドの水分計を本書の最後に示します。

目次

1	技術仕様の説明
2	考慮すべき重要な要素
2.1	サンプルのタイプと特性
2.2	オペレーターと使いやすさ
2.3	データ管理
2.4	機器の性能検査
2.5	サービスとサポート
2.6	オプションの機器とアクセサリ
3	要件のまとめと推奨する機器
	概要

1 技術仕様の説明

水分計を比較する場合は、技術仕様の意味を理解することが重要です。データシートに通常含まれる最も重要な仕様をいくつか以下に示します。

繰返し性

定義

水分計の最も重要な仕様は繰返し性です。

- 同一機器で同一サンプルを繰返し試験したときに、結果がどの程度互いに近づくかを示します
- 標準偏差で表します

測定に対する影響

水分率測定は相対的な測定であるため（湿潤重量と乾燥重量の比較）、繰返し性はサンプル重量（開始重量または湿潤重量）に左右されます。

- 異なるモデルの繰返し性を比較する場合は、同じサンプル重量の繰返し性を比較することが重要です
- 示された繰返し性が適切なサンプル（物質依存の不確かさがないもの）の値である点に注意してください

実際には、サンプルの繰返し性がデータシートの値とは異なることがあります。これは、以下の機器依存の特性のためです。

- サンプル表面への均一の熱分布
- すばやく高精度で繰返し性の高い加熱調整
- 冷温性能（最初の測定とそれ以降の測定の相違）

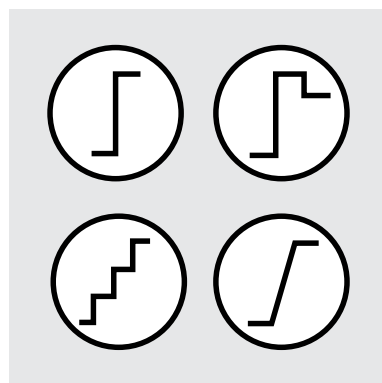
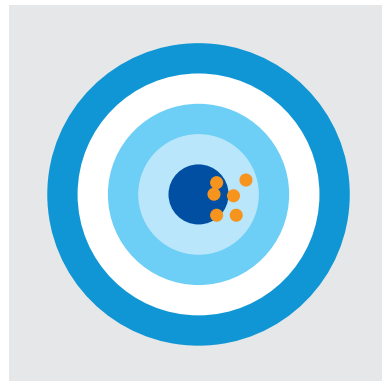
これらは、繰返し性に影響を与える最も重要な要因の一例です。これらの要因は定量的というよりもむしろ定性的な側面であるため、データシートには明確に記載されませんが、それでも考慮する必要があります。

乾燥プログラム

定義

乾燥プログラムは測定における加熱プロファイルを示すものです。乾燥プログラムとそのアプリケーションの一例：

- 標準：機器を目標温度まで加熱します。ほとんどのサンプルで使用できます。
- 急速：設定時間だけ目標温度を超えた後、目標温度に達します（40%のオーバーシュートを3分間など）。液体や、水分率が30%を超えるサンプルに推奨されます。
- 緩速：温度を継続的に上げ、定義された時間（「勾配時間」）後に目標温度に達します。揮発性サンプルやスキنفォーミングサンプルに推奨されます。
- ステップ：異なる目標温度（ステップ）を定義できます。温度上昇（上向きのステップ）または温度下降（下向きのステップ）を定義できます。表面の水分と結晶水を区別するために使用し、カスタマイズされた急速または緩速乾燥プログラムとしても使用できます。



測定に対する影響

一部のモデルでは、多様な乾燥プログラム(加熱プロファイル)を利用できます。これらのプログラムは、一部のサンプルで信頼性の高い結果を迅速に取得するために有効であり、一般的に、柔軟性が高いと、メソッドを最適化できる能力も高まります。

最小表示

定義

最小表示単位です(水分率または灰分率はgと%の両方の単位で示されます)。

ほとんどのモデルの最小表示は0.001g/0.01%であり、これはほとんどの用途やサンプルで十分な最小表示です。

測定に対する影響

最小表示が高いからと言って、それが水分計の総合的な性能(繰返し性)に影響を与えることはないことに注意してください。ただし、最終桁の丸め誤差が測定エラーの主な原因になる場合は、最小表示が制限要因になることがあります。これは、プラスチックペレットや砂糖など、小数点以下2桁目(水分率)によって良品(合格、規格内)と不良品(不合格、規格外)の評価が決まる、水分率が非常に低いサンプルなどが当てはまります。

2桁	3桁
0.03% – 不合格	0.025% – 合格
0.02% – 合格	0.024% – 合格

つまり、小数点以下2桁目(%MC)が重要である場合は、高い分解能(最小表示0.1mg、0.001%)が必要です。

推奨%MC

この仕様は、特定のモデルで測定する最小水分率に関するメーカーの推奨値です。この推奨値は主に、最小表示と繰返し性に基づきます。

スイッチオフ基準(SOC)

定義

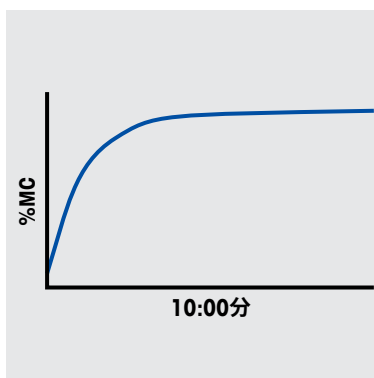
スイッチオフ基準(SOC)は測定を終了するタイミングを定義します。最も一般的な基準は、時間あたりの重量損失(例: 過去50秒間の平均重量損失が1mgのときに測定を停止)と時間によるスイッチオフです。

測定に対する影響

時間あたりの重量損失によるスイッチオフが推奨されます。これは、サンプルの乾燥状況を基準にしており、機器、環境、開始条件に左右されにくいからです。

1.253 %MC

MC<1%



異なるスイッチオフ基準が用意されているのは、乾燥メソッドをより柔軟に適応できるようにして、繰返し性、正確さ、サンプルタイプに合わせて測定を最適化できるようにするためです。

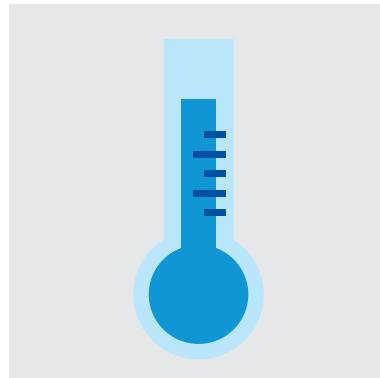
乾燥温度

定義

乾燥温度は定義済みのアプリケーション温度です。乾燥温度が乾燥時のサンプルの温度でない点に注意してください。サンプル温度は実際には測定されていないため、不明です。

測定に対する影響

乾燥温度は水分率の結果に直接的な影響を与えるため、最も重要なメソッドパラメータです。これは、温度が参照メソッド（通常はオープンメソッド）と同じ結果が得られるように変更すべきパラメータであるということを意味します。したがって、高い柔軟性が必要な場合、特に有機/無機、液体/固体など、さまざまなタイプのサンプルが存在する場合には、幅広い設定温度範囲を利用することが重要です。通常は、乾燥温度は1°Cきざみで設定できます。



加熱システム

定義

熱重量測定の実理を適用した水分計を使用すると、サンプルは赤外線を受取り加熱されます（マイクロ波水分計を除く）。

最も一般的な熱源は次のとおりです。

- ハロゲンランプ
- 石英ランプ
- 金属棒
- セラミック素子



熱源とその調整は熱システムとして定義されています。

測定に対する影響

最も重要な性能要素は、温度調整の精度と迅速性です。これは、質量が小さく、反応時間が短いハロゲンランプで最大化することができます。さらに、サンプル表面の均一な熱分布も、繰返し性と信頼性の高い結果には不可欠です。高精度のすばやい熱調整と均一な熱分布の両方の要素は、熱源だけではなく構造と加熱アルゴリズムによって決まります。これらの属性は機器に固有のものであるため、メーカーにデモを要請し、実際の機器の性能を確認することが適切です。

ひょう量

定義

計量範囲の公称値。計量範囲の上限である最大ひょう量にも使用されることがあります。

測定に対する影響

70g (サンプル+風袋重量) を超えるひょう量が必要な場合は多くないため、高いひょう量は水分計にとってそれ程重要なパラメータではありません。



前述の技術仕様のほか、性能にとって重要な要素や、機器の使用を安全かつ簡単にする要素が他にも存在します。これらの特性について次の章で説明します。本書の最後にまとめの表も掲載しています。

2 考慮すべき重要な要素

2.1 サンプルのタイプと特性

どのようなサンプルの測定をご希望ですか？

サンプルのタイプ (固体、液体、ペースト状、溶媒含有など) に応じて、特定のメソッドパラメータとアクセサリを使用する必要があります (2.6章「オプションの機器とアクセサリ」を参照)。たとえば、溶媒が含まれるサンプルには、緩速乾燥プログラムと手動開始モードが推奨されます。したがって、どの水分計のモデルが、対象のサンプルタイプに必要なメソッドの柔軟性 (乾燥プログラム、スイッチオフ基準、設定温度範囲) を提供するかを確認することが重要です。

サンプルに対してメソッドパラメータを最適化できるメソッドの柔軟性に加えて、一部のモデルでは、サンプルに適したメソッドパラメータを簡単に見つけるための機器ソフトウェアのサポートも利用できます。HX204とHS153では、この機能は「テスト測定」と呼ばれます。

何種類の物質の測定をご希望ですか？

異なる物質を測定する場合、同じメソッドパラメータを使用している場合でも、サンプルタイプごとに1つのメソッドを使用することをお勧めします。そのため、水分計のメソッドのストレージ機能を確認する必要があります。物質ごとに1つのメソッドを保存し、これに専用の名前を指定することで、水分計の使いやすさが向上するだけでなく、印字の際にサンプル名を印字できるなど、優れた文書化とレポート作成が実現します。

水分率の低いサンプルの測定をご希望ですか？

プラスチックや砂糖などの水分率が非常に低いサンプルでは (< 1% MC)、信頼性の高い結果を得るために優れた測定性能と0.1mg (0.001% MC) の最小表示が必要です。さらに、特にプラスチックでは、予熱やSOC遅延 (サンプル加熱の時間を追加するためにスイッチオフ基準の開始時間を遅らせること) が重要です。

許容誤差は厳密ですか？最高度の正確さと繰返し性が必要ですか？

プロセストレランスが厳密である場合は (水分率が5.6~6.0%でなければならないなど)、繰返し性が非常に高い水分率の結果を得る必要があります。このため、優れた堅牢なメソッドに加えて、最高度の繰返し性を持つ高性能の水分計も必要になります。そのような目的のために特別に設計されたモデルがあります。それらのモデルは、高性能計量セルによる0.001% MCの優れた最小表示と、できる限り測定エラーを抑える特別な構造を備えています。たとえば、温度変化は計量セルに悪影響を与えますが、それに対しては、エアチャネルや、計量セルと加熱ユニットの分離などの機能を持つ特別な構造が非常に効果的です。

2.2 オペレーターと使いやすさ

何人のオペレーターが水分計を使用しますか？オペレーターはどの程度トレーニングを受け、専門知識を持っていますか？

多くのオペレーターが機器を使用しており、オペレーターによるエラーを防ぎたい場合は、オペレーターに測定ガイドを提供し、簡単に使用できる機器を使用することが重要です。ユーザーガイダンス (グラフィックやテキスト)、メソッドのショートカット、量り込みガイドなどの機能によって、すべてのオペレーターが適切な手順に確実に従うことができます。さらに、測定を行ったユーザー名を直接文書に記録したり、機器設定の不要な変更を防ぐことも必要な場合があります。これを行う場合、設定可能なユーザー権限とパスワード保護を使用したユーザー管理がオプションとして適切です。また、希望する言語での操作と文書化を機器がサポートしているかも確認する必要があります。

埃の多い環境やその他の厳しい環境で操作しますか？

測定機器を常に稼働状態に維持することは重要です。したがって、機器やその表面の頻繁な清掃が不可欠です。表面が平坦なステンレススチールであり、尖った角がなく、埃が溜まる箇所がないなど、水分計の清掃が簡単であることを確認してください。HX204/HS153水分計の懸架式計量皿が清掃しやすい設計のわかりやすい例です。ロードセルに開口部がなく、表面が密封されているため、容易にすばやく清掃できます、そのため計量セルの損傷のリスクを回避することができます。

2.3 データ管理

測定対象となる製品の許容誤差をモニタリングする必要がありますか？

ほとんどのアプリケーションでは、サンプルの水分率は特定の限界内でなければなりません。一部のモデルでは、サンプルごとにこのような管理限界を定義し、わかりやすい視覚的な合格/不合格表示を測定終了時に提供できます。内蔵の管理チャートを使用することで、製品ごとの水分率結果の傾向を長期的に把握できます。これらすべての機能により、品質モニタリングがきわめて容易になります。

バッチIDやサンプルIDをレポートに記載する必要がありますか？

特に製造や品質管理部門では、すべてのサンプルに専用のサンプルIDまたはバッチIDが付与されています。ストリップ印字にIDを手で書き込むこともできますが、機器に内蔵されているID管理を使用して簡単に書き込むこともできます。エラーを防ぎ、使いやすくするために、一部の水分計は、文書化用にIDを簡単に読み取るバーコードリーダーを使用することができます。

帰属可能な結果をレポートする必要がありますか？

特に規制の厳しい業界では (GMP、GLP、USP、ISOなど)、結果だけではなく、測定を実行したユーザーも文書化することが重要です。このためには、ユーザー管理機能を備え、ユーザー名をレポートに記載する機器が必要です。

どのような結果の保存/確認方法をご希望ですか？

機器モデルが異なれば、保存できる結果の数も異なります。最も便利なのは、最新の10個、特定の週の全結果など、結果を絞り込んで表示できるフィルタオプションを持つ結果保存機能です。機器内への保存に加えて、一部の水分計は、接続されたUSBフラッシュドライブや中央のFTPサーバーに、ケーブルまたはワイヤレスEthernet経由で結果レポートを自動的に送信します。

どのような結果の印字方法をご希望ですか？

ほとんどの水分計のモデルはシンプルなストリッププリンタで結果を印字できます。ただし、モデルごとに異なるため、ストリップ印字には注意が必要です。日時がレポートに記載されるか、必要なすべての情報 (メソッド名、サンプルID) が記載されるか、コメントを追加するためのスペースがあるか、ストリップ印字をニーズ (内容や言語) に合わせて設定できるかなどに注意してください。

今日では、接続されたストリッププリンタを使用して水分率測定装置の結果を印字するだけではありません。一部の新しい水分計では、機器をネットワークに接続して (Wi-FiまたはEthernet)、ネットワークプリンタから直接かつ簡単に印字することができます。

2.4 機器の性能検査

どのように高精度の結果を維持しますか？

水分計の性能と水分率の結果を保証することは重要です。このため、計量ユニット、加熱ユニット、機器全体の日常点検を頻繁に実施する必要があります。水分計の以下の点検/調整機能を確認してください。

- 点検と調整: 機器では点検と調整の区別が必要です。点検は日常的に実施し、調整は、機器が許容誤差を超えた場合にのみ実施します。
- カスタマイズ可能な点検/調整ポイント: 重量と温度の両方に関して、使用時点での点検と調整が可能になります。
- 温度キットの使用: 乾燥温度の点検と調整に必要です。これは、管理すべき最も重要なパラメータです。
- 自動点検手順: 温度校正プロセスでユーザーの介入が不要になる便利な機能です。時間の節約とエラーの排除が実現します。
- 総合的な機器点検: 加熱ユニットと計量ユニットの点検に加えて、機器全体の点検が重要です。ほとんどの場合、実際の測定と同様に機能する温度感受性点検を使用して機器の性能を確認することが好まれます。
- 内部分銅: 内部分銅を使用することで、計量ユニットを簡単に点検/調整できます。
- 完全な文書化: すべての点検と調整を適切に文書化します。すべての点検/調整の履歴が機器に保存されます。

どのユーザーが何を実行したかを把握する必要がありますか？オペレーターごとに異なる権限を与える必要がありますか？

そのためには、点検と調整の実施やメソッドの追加/削除など、特定のユーザー権限を編集できる、パスワード保護付きのユーザー管理が必要です。ユーザー管理の柔軟性によって容易で安全な（エラーのない）操作が可能になり、すべてのユーザーが実行すべき操作だけを実施できるようになります。

2.5 サービスとサポート

すばやく的確なサポートやサービスをご希望ですか？

水分計の選定時には、機器自体だけではなく、サプライヤーやサポートネットワークも確認する必要があります。以下の点を確認する必要があります。

サポートのタイプ	利点
製品のデモと購入前の試用	機器の機能を理解し、現在と将来のニーズを満たすものを選定できる。 サンプルを測定することで、機器を確認し、性能と使いやすさを体験できる。
アプリケーション開発	特定のサンプルの測定と良好な結果の取得に役立つ。 高い専門知識を利用でき、不明点がある場合に支援を受けることができる。
オンサイトサービス	機器の修理と予防保全。 スペア部品を調達できる。 機器の定期校正（保証付き）と校正済みの機器性能。
設置とトレーニング	専門家による新しい機器の設置と文書化（機器適格性評価）。 オペレーターが機器の使用と日常点検に関する技術を習得可能。

2.6 オプションの機器とアクセサリ

最も一般的で価値のある水分計のアクセサリを以下に一覧で示します。一部の水分計では、利用できないアクセサリや互換性がないアクセサリが存在することにご注意ください（バーコードリーダーなど）。

サンプルの取り扱い用アクセサリ

一部のサンプルには特別な取り扱いが必要です。メトラー・トレドは、そのようなサンプルの水分率測定用に専用アクセサリを用意しています。

アクセサリ	説明	目的
アルミニウム製サンプル皿（標準）	油脂が含まれない高品質の使い捨てサンプル皿	あらゆる用途に適した推奨サンプル皿で、最高度の繰返し性を確保できます。
アルミニウム製サンプル皿（強化型）	標準のアルミニウム製サンプル皿よりも厚手	乾燥時に収縮して通常のサンプル皿を曲げる可能性があるサンプルの測定に使用できます。
グラスファイバーパット	水分を含まず、湿気を吸わない高品質の使い捨てフィルタ	液体サンプルやペーストを最適に分散、蒸発させて、繰返し性と測定時間が最大で50%向上します。
ダウンホルダー	スチールリング	水分率測定中にサンプルやグラスファイバーパットを押さえまします。測定中に曲がるサンプルに便利です。
かさばるサンプルに使用可能なケージ	蓋付きの金製計量皿	テキスタイルなど、かさばるサンプルの水分率測定に使用できます。サンプルをこのケージ内に押し込めることができます。

日常性能点検用アクセサリ

アクセサリ	目的
機器の性能検査（SmartCalなど）	通常の測定と同様の方法で、すばやく簡単に水分計の性能を検査できます。
温度キット（校正証明書付き）	加熱ユニットの動作温度を確認し、必要に応じて調整できます。
校正済み分銅	計量ユニットを検査し、必要に応じて調整できます。

データ管理用アクセサリ

アクセサリ	目的
プリンタ	ストリッププリンタまたはネットワークプリンタを使用して結果を文書化できます。
バーコードリーダー	接続されたUSBバーコードリーダーを使用してIDを容易に読み取ることができます。

3 要件のまとめと推奨する機器

要件	推奨する機器	理由
サンプルのタイプと特性		
水分率<1%	HX204	必要とされる最高度の測定性能と特殊な機器設定: 高分解能 (0.1mg/0.001% MC)、予熱、SOC遅延。
最高度の繰返し性 (厳密な許容誤差)	HX204、HS153	測定エラーを防ぐ最高度の測定性能: 高性能計量セル、計量セルと加熱ユニットとの分離。
3つ以上の異なるサンプルに対応	HX204、HS153、HC103	メソッドの保存、メソッドの柔軟性 ¹ 、ショートカットとメソッドの名前付け、レポート作成 (結果の保存)。
定期的に新しい物質とメソッドが追加される環境	HX204、HS153	メソッドの柔軟性 ¹ 、内蔵のメソッド開発サポート (テスト測定)。
プラスチック	HX204	必要とされる最高度の測定性能と特殊な機器設定: 高分解能 (0.1mg)、予熱、SOC遅延。
揮発性物質	HX204、HS153	緩速乾燥プログラムと手動開始モード。
ペーストまたは液体サンプル	グラスファイバーパット	液体サンプルやペーストを最適に分散、蒸発させて、繰返し性と測定時間が最大で50%向上します。急速乾燥プログラムの使用も推奨します。
かさばるサンプル (テキスタイル、綿など)	HA-CAGE	サンプルをこの金製ケージ内に押し込めることができます。
曲がるサンプル	ダウンホルダー	スチールリングが湿度計測中にサンプルまたはグラスファイバーパットを押さえます。
オペレーター、安全性、使いやすさ		
さまざまな専門知識レベルのさまざまなユーザー	HX204、HS153	パスワード保護付きのユーザー管理 ² 、ユーザーガイダンス (グラフィックとテキスト)、各種言語、量り込みガイド、メソッド管理 ³ 、ショートカット。
手順に従っていることを確認し、エラーを回避	HX204、HS153	パスワード保護付きのユーザー管理 ² 、ユーザーガイダンス (グラフィックとテキスト)、各種言語、量り込みガイド、メソッド管理 ³ 、メソッドショートカット。
設定を変更から保護	HX204、HS153、HC103	HX204/HS153: パスワード保護付きのユーザー管理 ² HC103: 設定の保護。
規制の厳しい業界 (GLP、GMP、USPなど)	HX204	パスワード保護付きのユーザー管理 ² 、使用時点での点検/調整 (重量、温度、SmartCal)、内部点検用分銅、データ管理 (以下を参照)、レベルコントロール。
複数の機器で同一の設定を使用	HX204、HS153、HC103	1つの機器 (主ユニット) を設定したあと、簡単に同じ設定 (ユーザー管理、品質管理、設定、メソッド、印字設定など) を他の機器にロード (インポート) できます。
データ管理		
バッチ番号の文書化	HX204、HS153、HC103	バーコードリーダーを使用したID管理。
プロセストレランスのモニタリング	HX204、HS153	管理限界 (合格/不合格) と管理チャート。
さまざまなレポートオプション	HX204、HS153、HC103	HX204/HS153: ストリップ印字、ネットワークプリンタ、FTPサーバー (Wi-Fi、Ethernet) とUSBメモリへのファイル (PDF、CSV) の送信。 HC103: ストリップ印字、USBメモリへのファイル (PDF、CSV) の送信。
FTPサーバーまたはネットワークプリンタへの結果の送信	HX204、HS153	結果 (CSVまたはPDF) を送信するためのEthernetまたはWi-Fi接続。

¹ メソッドの柔軟性: さまざまなスイッチオフ基準、乾燥プログラム、幅広い乾燥温度範囲を使用できる柔軟性。これにより、メソッドを最適化してすばやく高精度で正確な結果を取得できます。

² ユーザー管理: すべてのユーザーを対象にしたパスワード、設定可能なユーザー権限、カスタマイズされたホーム画面、結果へのオペレーター名の記載。ユーザー管理により機器を安全に使用できます。これは、特定のユーザーを設定して、その権限を制約することで、オペレーターが設定を変更できないようになり、毎日の使用が容易で安全になるためです。

³ メソッド管理: ユーザーにメソッドを割り当てることで、オペレーターは自分が使用するメソッドだけを表示し、使用できるようになります。

概要

データシートの比較は重要ですが、データシートの技術仕様だけでは適切な水分計を選定できません。他にも確認しなければならない要素が存在し、仕様だけでは全体像を把握できません。特定のサンプルの実際の測定性能や、24時間365日のシフト運用における使いやすさ、データ管理機能は、すべて考慮する必要がある重要な要素です。

ご自身で機器を調べることが推奨されます。メーカーに連絡して機器のデモを要請し、製品と用途に関するメーカーの専門知識をご活用ください。

詳しくは、メトラー・トレドの水分率測定に関するウェブサイトをご覧ください。

▶ www.mt.com/moisture-analyzer-library

- 水分計のFAQ
- 水分率測定についてのガイド
- 水分率測定のエラーニング
- その他

www.mt.com

詳しくはウェブサイトへ

METTLER TOLEDO Group
Laboratory Weighing
Local contact: www.mt.com/contacts

Subject to technical changes.
© 06/2018 METTLER TOLEDO. All rights reserved
Group MarCom 2550 MB

メトラー・トレド株式会社
ラボテック事業部
Tel. 03-5815-5515
Fax. 03-5815-5525

© 06/2018 Mettler-Toledo K.K.,
30481369
製品仕様は予告なく変更することがあります。