

part of **VERDER**
scientific

食品の試料調製特集

レッチェ粉碎機を使った、
代表性の高い食品分析の前処理



グラインドミックス GM 200

www.retsch.jp/gm200



「食品」は、我々の生活において、重要なテーマです。テレビでは料理番組や、食品スキャンダルが常にお茶の間を賑わせています。食生活を、より健康的で、よりバランスのとれ、そして無理なく長期的に続けられ、しかも質の高いものにしたいと、消費者の関心は高まっています。EU 諸国では最近、食品成分として許容される添加物は何か、人体に害を与える限界値をどこで設けるか、といった様々な食品規制が施行されています。食品の安全と品質を保証するためには、高価ではあっても信頼のおける品質管理システムの導入が必要です。例えばクロマトグラフィーや、ケルダール法を使ったタンパク質の定量分析、NIR、水素化物発生-原子蛍光分析 (HG-AFS) のような分光分析といった分析法です。これらの分析法は、確立しており、分析結果も汎用的です。しかし、ここで前提になるのは、ホモジナイズされた代表的な試料が分析に使用されていることです。レッチェの粉砕機をお使いいただくことで、試料調製が簡単にできます。分析に適した、ホモジナイズされた代表試料が、分析結果をより確実なものにします。今回の「the sample 43号」では、食品の試料調製に最適なレッチェの粉砕機とふるい振とう機を特集しました。また、食品における粒度測定の重要性に関する、CAMSIZER XTを使ったコーヒーの粒度測定の記事も掲載しています。食品の品質管理における画像解析式粒度測定の優位点がお分かりいただけると思います。

それでは、レッチェ食品用粉砕機・粒度測定装置特集号「the sample 43号」をお楽しみください。

ヴァーダー・サイエンティフィック会長
Dr. Jürgen Pankratz



試料調製

食品分析用の代表試料の作製

多種多様な組成を持つ試料を、素早く、再現性高く、ホモジナイズして、その特性を出す











食品といえば、様々な形状と成分からでき、そのままでは、全く均一ではない状態です。一方、栄養素の評価や、有害物質の検出といった食品検査では、試料の均一化と代表性が必須とされ、分析結果の信頼性と汎用性がそれによって保たれます。分析前の試料調製において、食品は大変複合的な成分を持つために、まず、ホモジナイズされ、分析に適した小さなサイズにしなければなりません。様々なデザインと特長を持つ、広範囲なレッチェの粉砕機群が、この試料調製で活躍します。

ほとんどの分析では、数グラム、またはそれ以下のほんの少量しか試料を必要としないのに、その試料が、食品全体を代表するものでなければいけません。しかし食品のどの部分から試料を作製するかによって、成分の構成が大きく変わってしまう可能性があります。例えば、シリアルバーの場合、様々な構成要素から成っていますが、その一部を取り出して栄養分析をする場合でも、その試料サンプルから、シリアルバー1本分の栄養素を測定できなくてはなりません。その為には、分析前処理の段階で、完全に試料をホモジナイズする必要があります。試料調製は、その後の分析で間違った結果が出ないように、その試料の持つ特性を最大限に出せるものを作製することが基本です。粉砕過程でその試料のもつ特性を損なわないように、粉砕条件と粉砕メディアの材質は、最適なものを選択する必要があります。また、重要なのは、可能な限り細かく粉砕することではなく、必要な粒度に粉砕することです。なぜなら粉砕することによって、試料にはエネルギーがかかり、熱を持ち、摩耗するからです。また、それだけ時間もかかります。試料調製の方法と必要な粒度は、分析方法によって異なりますが、食品分析の栄養分析と抽出法には、大体0.5mm前後の粒度が多くの分析方法に適合します。

硬さ、水分量、油分など、食品の特性は非常にバラエティーに富んでいます。レッチェの粉砕機は豊富な種類で、その食品にぴったり適した粉砕機をご提案しています。食品分析の現場で毎日多数作製される試料サンプルに、扱いやすく、効果的に粉砕でき、粉砕後の清掃も簡単なレッチェの粉砕機をお使いいただくことで、日々の作業の効率は格段にアップします。



食品分析用レッチェ粉碎機一選択リスト

										
パン	●	●	●	●	レ	レ	-	-	●	-
魚	-	-	-	-	レ	●	-	-	●	-
肉	-	-	-	-	レ	●	-	-	●	-
果物	●	-	-	-	レ	●	-	-	●	-
葉野菜	●	-	-	-	レ	●	-	-	●	-
穀物	レ	レ	レ	●	レ	●	レ	●	レ	レ
香辛料	レ	レ	●	●	レ	レ	レ	●	レ	レ
コーヒー豆	レ	レ	レ	●	レ	-	-	-	●	-
カカオのニブ	-	-	-	-	●	-	レ	-	●	●
ジャガイモ	-	-	-	-	レ	●	-	-	●	-
ハーブ	レ	レ	●	●	レ	レ	レ	●	レ	レ
チーズ	●	-	-	-	レ	-	-	-	●	-
麺	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	●	レ	レ
ナッツ	●	-	-	-	レ	●	●	-	●	-
オリーブ	-	-	-	-	●	-	-	レ	-	-
きのこ	●	-	-	-	レ	●	-	-	レ	-
柔らかいキャンディ	-	-	-	-	●	-	●	-	●	-
米	レ	レ	レ	レ	-	-	レ	●	レ	レ
塩	レ	●	レ	レ	-	●	レ	●	●	●
たばこ	レ	レ	レ	●	●	レ	レ	レ	レ	レ
茶	レ	レ	レ	●	レ	レ	レ	レ	レ	レ
砂糖	レ	●	レ	レ	-	-	レ	●	●	●

レ= 大変適している ● = 適している - = 適さない

食品の特性や形状はそれぞれ異なるため、食品分析における前処理粉碎には常に試行錯誤が伴います。硬い試料であっても、水分を含む試料であっても、分析前には均質で十分な細かさにしなければなりません。レッチェのグラインドミックスは多種多様な試料を対象とする食品の前処理粉碎に最適の粉碎機です。GM200 は最大 700mL 程度の少量試料の均質化に最適です。より多くの量を一度に処理したい場合は、容器容量が 5,000mL の GM300 があります。

ミューズリーからベーコンまで 粉碎困難な試料も完全にホモジナイズ

屈強な肉の粉碎

生活状況の改善と消費動向の変化に伴い、世界における肉の消費量は現在の一人あたり年間 42.5kg から更なる大幅な増加が予測されています。それに応じて、脂肪量などの成分分析など、品質管理の重要性も高まっています。その中でも、ベーコンの様な脂肪分が非常に多く、不均質で、脂身の混じった肉は試料の均質化に苦勞する試料のひとつです。

しかし、信頼性のある分析結果を得るためには、均質で再現性のある代表試料を作製する事は何より大切な工程です。厚皮のかたまりや薄皮が粉碎されずに残っていたとしたら、それは均質な試料ではなく、分析にでる数値も正しくないものとなります。また、水分量が多い試料の粉碎にも注意が必要です。グラインドミックスはこの様な試料に対しても、完全に均質粉碎できる事が証明されています。

ナイフミル グラインドミックス GM200 は強力な産業用モーターを備えています。これにより回転数も安定し、カッティング効果が試料に行き渡ります。新発売の刃先が鋸型の回転刃は肉のようなタフな試料に最適で、短時間の内に均質な試料を作製する事ができます。短時間で粉碎できる事で、熱の発生も低減できます。



グラインドミックスGM 200
www.retsch.jp/gm200





仕様

ナイフミル グラインドミックスGM200/300

用途：	粉碎、ホモジナイズ
対象試料：	軟質、中硬質、弾性試料、及び水分、脂肪分、油分を含む試料
投入サイズ*：	<40 mm / <130 mm
最終到達粒度*：	<300 μm

*試料と粉碎セットの組み合わせにより異なります。

対象試料一例：

魚、肉、ペットフード、野菜、香辛料、チーズ、カカオ豆、シリアルバー、ナッツ類、アブラナ、植物の部位、医薬品、菓子類、サラダ、ハム、石鰯、冷凍食品、ドライフルーツ、ソーセージ類

GRINDMIX GM 300

www.retsch.jp/gm300

グラインドミックスGM300は最大処理量が4,500mLの大容量モデルです。パンや、サラダ、ピザの様な試料も前粉碎なしに、素早く、再現性良く粉碎できます。

3ステップの粉碎

- 1 厚い皮付きの 250g の豚肩肉を GM200 を使って粉碎します。まず、3,000rpm のインターバルモードで 30 秒間、粗粉碎します。ナイフは鋸型回転刃を用います。
- 2 次に 30 秒間、7,000rpm の定速で粉碎します。これを2回行います。
- 3 仕上げに 30 秒間、最高速度の 10,000rpm で粉碎します。試料は非常に均一に粉碎されます。

粉碎中、ペーストになった試料はナイフの上方に片寄っていきます。上記ステップの間にスクレーパーで下方に落としてあげて、粉碎を継続して下さい。

粉碎のヒント GM200 による肉の粉碎方法はアプリケーションビデオをご覧ください。
www.retsch.jp/gm-fleisch

グラインドミックスはナイフの回転数だけではなく、回転方向なども変える事ができます。1) 正回転による切断粉碎、2) 逆回転による打撃粉碎、そして試料の混合を促す効果のある 3) インターバル（断続）回転を試料の性質に応じて使い分ける事で、多様な試料を最適な条件で粉碎できます。

また、アクセサリーが多様である事もグラインドミックスの大きな特長です。これらを併用する事で粉碎の幅が更に広がります。容器はポリカーボネート、ポリプロピレン、ステンレス、ガラスの4種類です。ドライアイスを用いた凍結粉碎にはステンレス容器をお使い頂けます。

レッチェが特許を持つグラビティーリッド（重し蓋）はその自重による浮き沈みで、粉碎中に変化する容器内の空間を常に最適化します。溝付きのグラビティーリッドは特に水分の多い試料などに適しています。容器の壁面を昇ってきた粉碎物はこの溝によって、回転部に戻されます。これが繰り返される事で試料全体が均一に粉碎されます。少量の試料を粉碎したい場合は減量蓋（プラスチック製容器のみ使用可能）をお使い下さい。容器内の空間が 0.5L に減量される事で、試料は常にナイフで切られる状態となります。最大 0.35L の試料を粉碎可能です。

ナイフミル

グラインドミックス

- ▶ 試料を完全に均一粉碎
- ▶ 標準偏差を最小限に抑えた粉碎結果
- ▶ 回転数を自由に可変
- ▶ 最大処理量は700mL、若しくは4,500mL
- ▶ オートクレーブ滅菌可能な容器とナイフ
- ▶ 容器内の空間を常に最適化するグラビティーリッド
- ▶ 重金属分析に対応した容器とナイフ



肉
粉碎前



肉
粉碎後



有毒物質の分析

有害物質分析のための前処理粉碎

果物と野菜からは農薬が、米からはヒ素が、又は茶葉に有毒な植物が混入していたなど、食品から有害物質が検出されたという調査報告が相次いでいます。

消費者保護の観点からも、品質管理の継続と強化の重要性は日々高まっている中、前処理粉碎をいかに適切に行えるかが、信頼性のある分析結果を得る為のカギとなります。



コメに含まれるヒ素

近年、規定値を超える量のヒ素がコメとその加工品から検出されたという報告書が多数発表されています。コメは主食としてはもちろんですが、ベビーフード、朝食用シリアル、餅など多様な製品の原料としても使用されています。アメリカの消費者報告は検査により60を超すコメの加工食品からヒ素が検出されたことを受けて、2012年に、摂取の制限を奨励しています。ヒ素は汚染物質で、発がん性物質として知られています。他の植物と比べると、コメは土壌や水からヒ素をより吸

収しやすい上、水田で栽培されます。これにより、ヒ素は根からより簡単に吸収されてしまい、実に蓄えられてしまいます。EUの委員会は種類と用途によって、ヒ素の許容値を0.10mg/kg ~ 0.30mg/kgの間に規定しています。

代表的なサンプルを採取した後、コメを分析に必要とされる細かさの範囲にまで粉碎しなければいけません。粉碎のプロセスは、まず、最初にサンプルを均質化することから始まり

超遠心粉碎機 ZM 200

www.retsch.jp/zm200

ます。レッチェの超遠心粉碎機 ZM200 は分析に必要とされる粒度に粉碎するのに最適な粉碎機です。

総ヒ素の定量分析には酸分解、原水素化物発生 - 原子蛍光分析 (HG-AFS) のような分光学的検出によって行われます。

サンプル	米
投入量	100 g
投入サイズ	3~7 mm
回転数	18,000 rpm
粉碎セット	24本刃、ディスタンススクリーン0.12mm、サイクロンキット
粉碎時間	<3 分
最終粒度	<100 μ m

お茶に含まれるピロリジジナルカロイド

ピロリジジナルカロイドのグループは 500 もの化合物から成り、キク科の花、ルリジサ系、マメ科の植物から多く見つけられます。良く知られたものとしてはサワギクに見つけられるセネシオニン、センキルキン又はリコプサミンなどがあります。

これらの有毒植物がハーブティーの様な食品から度々検出されていることを受けて、ドイツ連邦リスクアセスメント研究所はピロリジジナルカロイドが持つ毒性に対し、例外なしの法規適用を求めています。対象の中心は妊婦、授乳中の女性、子供に対するお茶です。

乾燥したカモミールの花を以下の条件で粉碎しました。:

サンプル	乾燥したカモミールの花
投入量	25 g
投入サイズ	5 mm
回転数	18,000rpm
粉碎セット	12本刃ロータ、スクリーン0.50mm/0.20mm、サイクロンキット
粉碎時間	<2 分
最終粒度	<100 μ m

サイクロンキットは連続的に試料を粉碎したい場合に有用ですが、同時に空冷効果もあります。ピロリジジナルカロイドは熱に敏感な性質を持ちます。サイクロンキットを併用する事で熱による影響を防ぐことができます。

超遠心粉碎機 ZM 200

ZM200 はロータに試料がぶつかる事による衝撃力、そしてロータとスクリーンの間のせん断により、試料を瞬時に粉碎する高速ロータミルです。ホッパーから投入された試料は高速で回転するロータ上部に落ち、それによって生じる遠心力により外側に飛ばされます。この様に、まずロータの先端に試料が衝突する事で最初の粉碎が行われます。衝撃粉碎された試料はロータ外周とスクリーンの内周の間に飛ばされ、そこでせん断粉碎されます。つまり最終粒度は使用するスクリーンサイズに依存します。試料は回転するロータに接触する時間はほんの僅かな時間ですので、負荷が少なく、熱の発生を抑えた粉碎が行えます。

超遠心粉碎機

ZM 200

- ▶ ロータ、スクリーンの2段階方式により、試料に負荷をかけずに瞬時に粉碎
- ▶ 可変できる回転数。最高回転数は 18,000rpm
- ▶ 特許取得のカセット容器：試料の回収と清掃が簡単
- ▶ 0.08mm から 10mm のスクリーンを使い分けることで、容易に粒度調整が可能
- ▶ ディスプレイ上で簡単に条件設定
- ▶ サイクロンキットをはじめ、供給機、ロータ、スクリーンなど数多くのアクセサリー



仕様

超遠心粉碎機 ZM 200

アプリケーション:	微粉碎
対象試料:	軟質、中硬質、脆い試料、 繊維質試料
投入サイズ*:	<10 mm
最終粒度*:	<40 μ m

* 試料の性質と粉碎セットの組み合わせにより異なります。

対象試料(例)

とうもろこし、米、茶、コーヒー豆、カカオ豆、コショウ、種子、乾燥した果物と野菜、ゼラチン、パスタ、砂糖、ミューズリー、果物の皮など

健康的でバランスのとれた食事への関心は日々高まっています。その中でも魚はオメガ3脂肪酸を含む健康に良い食品として、注目が高まっています。これは人体では作り出す事ができず、食品を介してしか摂取する事ができません。魚の人気の高まりはドイツ統計局の報告からも読み取れます。2012年7月から2014年7月までの2年間の間、ドイツ国内だけでも、水産業は2.4%の消費の伸びがありました。すべての食品に対しそうである様に、栄養価と栄養物質の分析は魚の品質管理の重要な部分を占めます。蛋白、脂肪分析もそのひとつです。魚は部位によっては、脂質が多いので、試料を均一にホモジナイズすることは正確な試料分析の為に非常に大切な工程となります。また、安全面でも消費者保護の観点から、重金属、発がん性のポリ塩化ビフェニル、医薬残留物などの汚染物質の分析が求められます。これらの汚染物質は魚の体内に蓄積されるので、水質の汚染の指標にもなります。適切な分析を以てすれば、ごくわずかな汚染であっても、ポリ塩化ビフェニルなども検出可能になりました。

魚の中には何が含まれているか？ カuttingによる効率的な粉碎

魚を早く簡単に粉碎する方法

魚の粉碎は常に困難の連続です。鱗、皮、骨。魚の部位は粉碎するだけで相当の労力が伴い、粉碎後もうまく粉碎されずに部位が固まりとして残ってしまった経験があるのではないのでしょうか？高い脂肪分の魚に至っては更に厄介です。脂肪分が多いために、粉碎が進むにつれ、固まりが固まりを呼び、試料そのものがナイフをブロックしてしまい、不均質なまま粉碎が終わってしまいます。ナイフミル グラインドミックスは、生の

魚の均一粉碎に最適の機種です。一方、乾燥した魚の粉碎はどうでしょうか？

GMA社（Gesellschaft fuer Marine Aquakulture GmbH）のミヒヤエル・シャラヒター氏は凍結乾燥した魚の粉碎方法について、困っていましたが、このような試料の粉碎にはカuttingミル SM300 が最適である事がテストにより、明らかになりました。

サンプル	フリーズドライされた魚(ヒラメ、鯉)
投入量	125g (=魚4匹分、包丁で1~2分割したもの)
回転数	3,000rpm
粉碎セット	Vローター、スクリーン1mm、サイクロンキット
粉碎時間	<2分
最終粒度	<1~2mm

Vローターは繊維質でタフな試料の粉碎に適しています。フリーズドライのような試料は、まさにうってつけです。その特別な形状により、粉碎室内のデッドスペースを減らすことで粉碎され

た試料をすばやく排出します。勿論、粉碎時間も短くなります。



カuttingミル SM 300
www.retsch.jp/sm300



Cuttingミル SM 100

www.retsch.jp/sm100

お手頃な価格のベーシックモデル
一般的なアプリケーションにお使い
頂けます。



Cuttingミル SM 200

www.retsch.jp/sm200

清掃性も加味されたスタンダードモデル
一般的なアプリケーションにお使い頂け
ます。



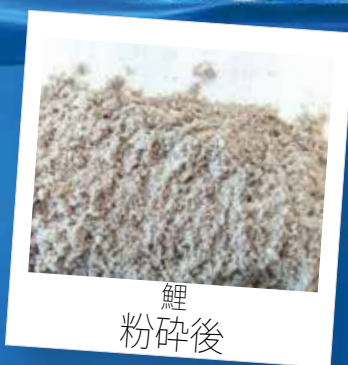
Cuttingミル SM 300

www.retsch.jp/sm300

圧倒的な粉砕力を持つ高性能モデル
幅広いアプリケーションにお使い頂け
ます。



鯉
粉碎前



鯉
粉碎後

更に、V ローターは主要な部位である鱗も効
率良く粉砕するので、結果として試料全体が
均一なものとなります。**サイクロンキットを併
用することで排出は更に促進され、粉碎室内
の残留物も少なくなります。**モーターパワー
が強いので、発熱が少ないのも SM300 の
特長です。従って脂肪分がスクリーンの目詰
まりを引き起こす事もなく粉砕されます。

粉砕が終了した後の清掃も簡単です。ホッ
パーは蝶番式で横倒しでき、ロータースクリー
ンは工具なしに簡単に取り外しができます。
SM300 はサイクロンキットを付けた状態で

も、最大5 Lの量を一回で処理できます。

一般的な魚の分析においては、SM300 だけ
で十分な粉砕物が得られますが、**更に細かく
粉砕したい場合は超遠心粉砕機 ZM200 を
ご使用下さい。**

Cuttingミル SM300 は脂肪分が高いフ
リーズドライの魚であっても、パワフルなモー
ター、V ローターによるCutting効果、
そしてサイクロンキットによる試料の効率的
な排出により、効果的に粉砕します。

Cuttingミル SM 300

- ▶ 高いトルクの 3kW のモーターと RES テクノロジーによるパワフルな粉砕
- ▶ 回転数は 700rpm ~ 3,000rpm の可変式：試料の特性に合わせた粉砕が可能です。
- ▶ 2 重構造の固定刃による効果的な粉砕
- ▶ 蝶番式ホッパー、スムーズな表面、工具なしで着脱できるローター
- ▶ 最大周辺速度は 20.3 m/s
- ▶ 粒度はスクリーンにより調節可。サイズは 0.25mm から 20mm まで
- ▶ ホッパー、ローター、サイクロンなど粉砕を最適化する豊富なアクセサリー
- ▶ モーターブレーキ搭載、高い安全要求にも答えられる設計



仕様

Cuttingミル SM 300

アプリケーション:	中粉砕
対象試料:	軟質、中硬質、タフ、弾性、繊維質試料
投入サイズ:	<60 x 80 mm
最終粒度*:	<0.25~20 mm

* 試料の性質、および粉砕セットの組み合わせにより異なります。

対象試料(例)

植物、骨、香辛料、カカオ豆、とうもろこし、コーヒー豆、冷凍された鳥の脚、乾燥果物と野菜、たばこ、果物の皮、パスタ、ナッツ類、にんじん、コーラルビなど

粘りがあるもの、タフなもの、弾力のあるものは一般に粉碎が難しいとされます。たとえば、チーズはナイフミルで粉碎はできますが、粉碎粒度は1～2mm程度であり、多くの場合、分析にかけるには十分な細かさといえません。多くのお菓子はキャンディーの糖液や泡状のマシュマロのような粘りのある成分からできています。この類いの試料はそのまま粉碎すると、粉碎機の働きを阻害する傾向がありますが、凍結処理し脆化させることで、チーズやキャンディーの様な弾性のある試料でも、上手く粉碎できるようになります。常温では粉碎が難しい、柔らかいチーズや、とろりとしたキャンディーも凍結する事で微粉碎が容易になります。

チーズやキャンディーを微粉碎

破碎効果をもつめる凍結粉碎

クライオミル

- 振とう数は最大 30Hz の衝撃と摩擦による強力な凍結粉碎
- 凍結粉碎のほか、常温での乾式・湿式粉碎も可能
- 液体窒素に直接触れずに粉碎が行える自動充填システム
- 密閉性の高いネジ式の粉碎ジャーを採用
- 豊富なアクセサリ
- 液体窒素の消費節約
- 分かりやすい操作ボタンと9つのプログラムを登録できるメモリ
- 冷却時間と粉碎時間が設定可能 (10秒～99分)

レッチェのクライオミルは液体窒素による連続冷却での微粉碎に最適の機器です。粉碎ジャーは水平方向に最大 30Hz で振とうし、試料を粉碎ボールの衝撃と摩擦によって粉碎することで他の凍結粉碎機よりも際立って細かくすることができます。連続的に粉碎ジャーを冷却することにより試料は脆化した状態を保ち続けるので、軟らかく弾性のある試料も単に変形したりこすれあったりするだけになるのを防げます。クライオミルの粉碎ジャーは液体窒素と一体化した冷却システムによって、粉碎前および粉碎中に冷却されます。温度を常に -196°C に保つために必要な量の液体窒素が自動充填システムによって供給されるため、直接、液体窒素に触れる必要がなく、作業が行え、非常に安全かつ効率的です。また、揮発性の成分を含む物質を粉碎するのにも適しています。

仕様

凍結粉碎機	クライオミル
アプリケーション:	粉碎、混合、ホモジナイズ、細胞破碎
対象試料:	硬質、中硬質、軟質、脆質、繊維質、弾性のある試料
投入サイズ*	<8 mm
最終粒度*	<5 μm

* 試料の特性と機器の設定条件による

対象試料(例)

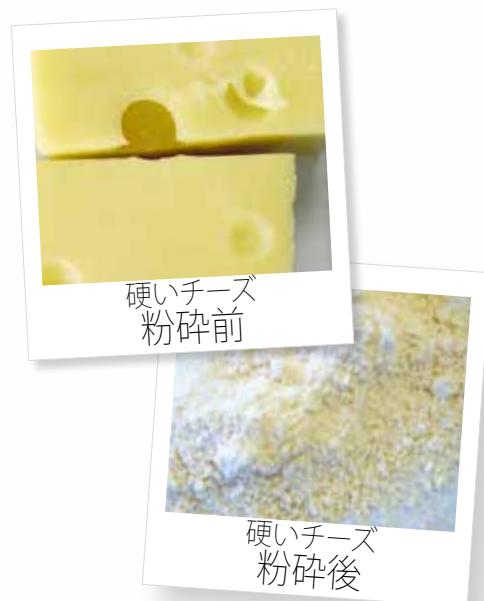
乳児食、骨、チーズ、チョコレート、ダイエットサプリ、飼料原料、魚、果物、グミ、キャンディー、肉、オイルシード、植物、ブラリネ、タフィー、野菜など

チーズの粉碎

チーズの品質管理はタンパク質やアミノ酸などの栄養価の測定だけでなく、カビ菌やカビ毒の検査があります。硬いチーズのような製品をより軟らかいチーズへと処理する場合、潜在的な品質の欠陥を次の工程へ持ち越さないよう保証するため、厳しい分析と品質管理が特に重要です。

硬いチーズを下記の条件で粉碎しました。:

サンプル	硬いチーズ
投入量	5 g
投入サイズ	8 mm
粉碎セット	ステンレス製50mL粉碎ジャー、同25mm粉碎ボール
予備凍結	振とう数5Hzで7分
粉碎時間	2分
振とう数	30 Hz
最終粒度	<300 μ m(試料の90%)



抽出した試料を成分・栄養価測定用の高性能液体クロマトグラフィー (HPLC) にて分析



キャラメル状の粘り気のあるキャンディー

全ての食品と同様に、お菓子の製造も厳しい品質管理に従っており、栄養価や水分、脂質の分析から、ビタミンやアルカロイドなどの定量化まで幅広く行われています。通常、HPCLのような色層分析の手法が成分分析に用いられますが、このためには一般に0.3mm ~ 0.75mmの粒子径が求められます。

柔らかいキャンディーを下記の条件で粉碎しました。:

サンプル	とろりとしたフィリング入りのキャンディー
投入量	キャンディー1個
粉碎セット	ステンレス製50mL粉碎ジャー、ステンレス製25mm粉碎ボール
予備凍結	振とう数5Hzで5分
粉碎時間	2分
振とう数	30 Hz
最終粒度	<400 μ m(試料の90%)

試料は完全にホモジナイズされ、粉碎ジャーの壁面に固着することはありませんでした。



クライオミル

www.retsch.jp/cryomill

白い黄金

ロータミルによる塩の中量粉碎

ロータービータミル SR 300

- 多量サンプルのバッチ粉碎に最適
- 粉碎チャンバー、ホッパー、試料排出口はステンレス製
- ホッパー、ロータともに取り外しが可能
- 試料投入サイズは最大 25mm
- 硬くて脆い試料を粉碎する際はグライダ+ 180°スクリーンに切り替え可能
- 熱の発生を軽減するディスタンスロータ
- 最終粉碎粒度は 0.08mm ~ 10mm のスクリーンを換えることで調整可能

塩はかつて「白い黄金」と呼ばれたように大変貴重で高価なものでした。考古学上の発見からも、塩は早くも紀元前 10,000 年から使用されていた事が証明されています。塩は調味料としてだけでなく、保存用の用途にも使われています。浅瀬で海水が干上がると、ミネラルが結晶化し海塩となります。岩塩は天然の岩塩鉱床から切り出され、世界の塩の生産の約 70% を占めます。これらの天然鉱床は数千年を超える海の乾燥により造られていきます。多様なミネラルはつぎつぎに結晶化します。まず、最初に石灰層を形成し、石膏、塩（塩化ナトリウム）、粘土鉱物がこれに続きます。地殻変動の末、干上がった海は再び海中に沈み、長い年月をかけて岩塩層を堆積物が覆い隠しました。地下深部に埋もれた岩塩層は隆起と沈降を繰り返し、部分的に地表面近くへと押し上げられます。塩はどの場所でも産出しないので、長い道のりを経て輸送しなければいけませんでした。通商路にあった多くの都市は通行料と税金で塩貿易の莫大な富を得ました。





仕様

ロータビータミルSR 300

アプリケーション:	用途 粉碎、解砕
対象試料:	軟質、中硬質
投入サイズ:	<25 mm
最終粒度:	<50 μm

* 試料の性質、および粉碎セットの組み合わせにより異なります。

対象試料(例)

穀類、米、サフラン、塩、胡椒、砂糖、お茶、ハーブ、豆、シナモンスティック、乾燥エビ、乾燥した野菜と果物、カカオ豆、キャラウェイ、ナッツの殻、ぶどうの種、硬いキャンディー、樹脂

塩
粉碎前塩
粉碎後

まとまった量の塩の粉碎

採掘場や採掘方法にもよりますが、岩塩と海塩は塩化ナトリウムだけでなく他のミネラルとケイ酸塩を含有している場合があります。塩の組成を調べる際、大きい岩塩の塊りは通常、非常に不均質であるという事を踏まえて、サンプルを十分に粉碎しなければいけません。塩の元素濃度は通常非常に低く、キログラム単位での処理が頻繁に必要とされます。

ロータビータミル SR300 は数kgの試料を簡単に粉碎できるので、この様な試料の粉碎には非常に適しています。試料の粉碎と解砕は衝撃力とせん断力により行われます。

ホッパーから投入された試料は粉碎室へと送り込まれ、ロータで衝撃粉碎され、スクリーンでせん断、及び粒度調整されます。粉碎室内の試料は装着しているスクリーンサイズ以下に粉碎されると、順次捕集容器に回収されます。粉碎チャンバー、ホッパー、ロータ、スクリーン、試料排出口は全てステンレス製です。粉碎室の開閉はクイックアクション方式なので、粉碎室へのアクセスや清掃も簡単です。

塩を以下の条件で粉碎しました。:

サンプル	塩
投入量	5 kg
投入サイズ	<10 mm
回転数	8,000 rpm
粉碎セット	360° 0.25mmスクリーン、ディスタンスローター
粉碎時間	<6 分
最終粒度	<200 μm

ディスタンスローターは粉碎時の発熱を抑制する効果があります。5Lの試料受器が標準付属しているので、5kgのサンプルも1回で粉碎できました。

ロータビータミルSR 300
www.retsch.jp/sr300

カカオの実がチョコレートバーになるまで 自動乳鉢によるホモジナイズ

もしチョコレートがなければ世界はどのようなでしょう。チョコレートができるまでの工程はかなり複雑で、原料の段階から幾重もの厳しい品質管理を行っています。

カカオの実からチョコレートになるまでは、長い工程を経ます。収穫、発酵、乾燥、洗浄、焙煎、摩砕、そしてさらにそのカカオ片を粉碎して、カカオ粉とカカオバターからなる濃縮液となり、最終的にプレス成形されます。その間、それぞれの工程で品質が管理されています。製品に有害物質（カビや重金属）が含まれていないか調べたり、成分（油脂や炭水化物）の検査をするだけでなく、ココアの滑らかさを見るために適切な粒度にまで細かく粉碎されているかどうかまで検査します。人間の味覚は $30\ \mu\text{m}$ 以下の小さい粒子を好むので、粒度もまた重要な要素なのです。



モルターグラインダ RM 200

www.retsch.jp/rm200



仕様

モルターグラインダ RM 200

アプリケーション:	粉碎、混合、摩砕
対象試料:	軟質、硬質、脆性質の試料、ペースト、乾式と湿式
投入サイズ*:	<8 mm
最終粒度*:	<10 μm

*試料の性質、および粉碎セットの組み合わせにより異なります。

対象試料(例)

カカオ豆のニブ、凍結したパン生地、乳糖、むき身のナッツ類、オイルシード、香辛料、ビタミン顆粒

実際の分析の前に焙煎されたカカオ豆は外皮、胚芽、薄皮などを取り除きニブにしてから、濃縮液を作るためにローラーミルで摩砕されます。モルターグラインダ RM200 は、実際の生産で使われるローラーミルと非常によく似た粉碎方式なので、品質管理のために分析室で使うのに理想的な粉碎機です。ニブは 54% もの油脂分を含んでいるので粉碎すると、粉体ではなくペースト状になってしまいます。乳棒、乳鉢および試料をあらかじめネット型の乾燥機で 50°C に加熱しておく、試料が乳棒と乳鉢に固着することを軽減でき、ニブに含まれる油脂分の粘性を抑えることができるので効率的に粉碎できます。この方法で、RM200 はニブを 20 μm 未満の流れるような試料にしてしまうので、分析用に代表性の高い試料を採取することができます。同じような方法は、チョコレート油脂分、水分および炭水化物の分析の試料調製にも使えます。

モルターグラインダ RM 200

モルターグラインダ RM200 は、粉碎はもちろん、粉体、懸濁液、および粘性の高いペーストを混合・ホモジナイズできます。軟らかいものからモース硬度 9 までの硬い試料、脆いものおよびペーストを、乾式・湿式問わず高い再現性で調製できます。RM200 は、重たくて骨の折れる手乳鉢に代わる高性能自動乳鉢です。乳棒の負荷目盛とデジタル式タイマーで、より再現性のある試料を調製できます。

処理の難しい試料は、粉碎助剤を使ったり、乳棒・乳鉢を冷やしたり温めたりすることで粉碎しやすくなります。様々な材質の乳棒と乳鉢を用意しているので、分析に影響を与えない試料調製ができます。”レッツェミル”の愛称で親しまれてきたモルターグラインダの最新バージョンは、格別に強力で、安全で、使いやすく、清掃しやすいものとなっています。

モルターグラインダ
RM 200

- ▶ 乾式、湿式、凍結粉碎が可能
- ▶ 乳棒とスクレーパの圧力が調整可能なことによる高い再現性
- ▶ 密閉された状態で粉碎可能。粉碎の進行は窓より確認
- ▶ 乳棒・乳鉢は工具なしで容易な取り外し可能
- ▶ 負荷メーターの表示
- ▶ 乳棒とスクレーパーの圧力調整が可能
- ▶ コンタミ防止のための幅広い材質

カカオ豆のニブを下記の条件で粉碎しました。:

サンプル	カカオ豆のニブ
投入量	150 g
投入サイズ	10 mm
粉碎セット	メノウ
粉碎時間	20 分
最終粒度	均質なペースト状



カカオ豆のニブ
粉碎前

カカオ豆のニブ
粉碎後

食品加工会社において、品質管理は製品の品質を保つ上で、非常に大切な役割を果たします。消費者から要求される食の安全に応える為には、製造工程だけではなく、原材料の品質検査も極めて重要です。原材料の受け入れ検査を継続して行うことは、最終製品の高い品質を保つためにも必須です。

電磁式ふるい振とう機

AS 200 コントロール

- 3次元の分級とパワフルな電磁式駆動方式
- 分級効果が高いため、ふるい分け時間も短縮
- ふるい加速度gモード搭載。世界中で再現性の高いふるい分けをお約束
- 全ての条件はデジタル設定

微粉の測定

ふるい振とう機を使った受け入れ検査

大学院生のジェニファー・フランツはドイツの食品会社、レーベンスガルテン社でインターンとして働いていた時に、新しい検査方法を開発しました。ふるい分析法による、受け入れ原料の品質管理です。これにより同社は**シリアルフレーク中の細粉と微粉を正しく確かめる**事ができる様になりました。原料中に微粉末の割合が多いと、材料を混ぜる際や、袋詰めの際に良くない影響を及ぼします。ここでいう微粉は $500\ \mu\text{m}$ の微粒子を示します。

この微粉が袋詰めの際にシーリング部に付着する事で、密封度を妨げます。もう一つのマイナス要因は、クランチの生産工程中に起こります。クランチはカリッとした食感に焼かれたシリアルフレークの事で、ハチミツ等を添加する事で原料をコンパクトにかためてから、焼くことでその様な食感が得られます。但し、微粉の割合が多いと、割れやすく、細孔が多いクランチになってしまいます。そこで、ふるい分析法による品質評価を導入し、シリアルフレークの大きさを管理する事で、製品の品質に影響を及ぼす悪い影響を取り除けないかと考えました。

まず、シリアルフレークの内容物をおおまかに、完全なフレーク、半分フレーク、割れたフレーク、細かいフレークに分けました。分級に使用したふるいの目開きは4mm、2mm、1mm、

0.5mm、そして受け器(0.50mm以下)です。受け器に落ちた粉体は袋詰めと生産の両方で特に悪影響を与える微粉として定義しました。ふるい分けの時間を決める前に、まずシリアルフレークの構造組成を評価しました。

そして、シリアルフレークは脆く砕けやすい原料であるという評価を前提に、ふるい分け時間を2分に設定しました。次にそれぞれのシリアルフレークに適した、強すぎず、弱すぎない振幅を見出す為の実験を繰り返しました。振幅を弱く設定すると、シリアルフレークは上手く分散せず、適当な分級効果が得られません。強すぎれば、比重の軽い粒子は舞い上がってしまいます。

オーツ麦、小麦、ライ麦、スペルト小麦、オオムギのフレークを測定するにあたり、脆いフレークに対しては、0.9mm、又は1mmの振幅を設定し、比較的丈夫なフレークに対しては1.5mmの振幅を選びました。

経験に基づくふるい分析を行った結果、最終的に合計4つの異なるふるい分け条件を確立しました。ふるい分け分析は細粉と微粉を分ける事によって、原料の品質をコントロールする上で非常に適した手法であることが証明されました。



仕様

電磁式ふるい振とう機 AS200コントロール

アプリケーション:	分級、粒度測定
対象試料:	粉末、バルク材、懸濁液
測定範囲:	20 μm - 25 mm
最大処理量:	3 kg

*試料、及び使用するふるいにより異なります。

対象試料(例)

米、コーヒー、小麦粉、砂糖、ハーブ、ナッツ類、種子類、ホップ、香辛料、クエン酸、粒状食品、ゼラチン、ふすま、たばこ、レンティル豆、レバーソーセージ、ヒマワリの種など



電磁式ふるい振とう機 AS200 コントロール

ジェニファー・フランツは電磁式ふるい振とう機 AS200 コントロールを使いテストを行いました。**レッチェのふるい振とう機は特許取得の電磁式駆動方式により、試料を最適な条件でふるい分けれます。**電磁石とファイバー・スプリングの組み合わせによって、試料をふるいの網目全体に移行させながら

次元でふるいます。20 μm から 125 μm のふるい分けが可能です。レッチェの電磁式ふるい振とう機は AS200 の他にも幅広いラインナップを揃えています。試験ふるいは ϕ 100mm から ϕ 450mm を乗せる事が出来、ふるいの高さは最大 450mm、最大で 17 分画が可能です。**コントロールモデルは振幅、**

加速度、インターバル運転まで、全てデジタルで設定できます。ふるい分けの条件は最大 9 件まで登録できるので、日常の作業もボタン一つで簡単に行えます。



平均値と標準偏差

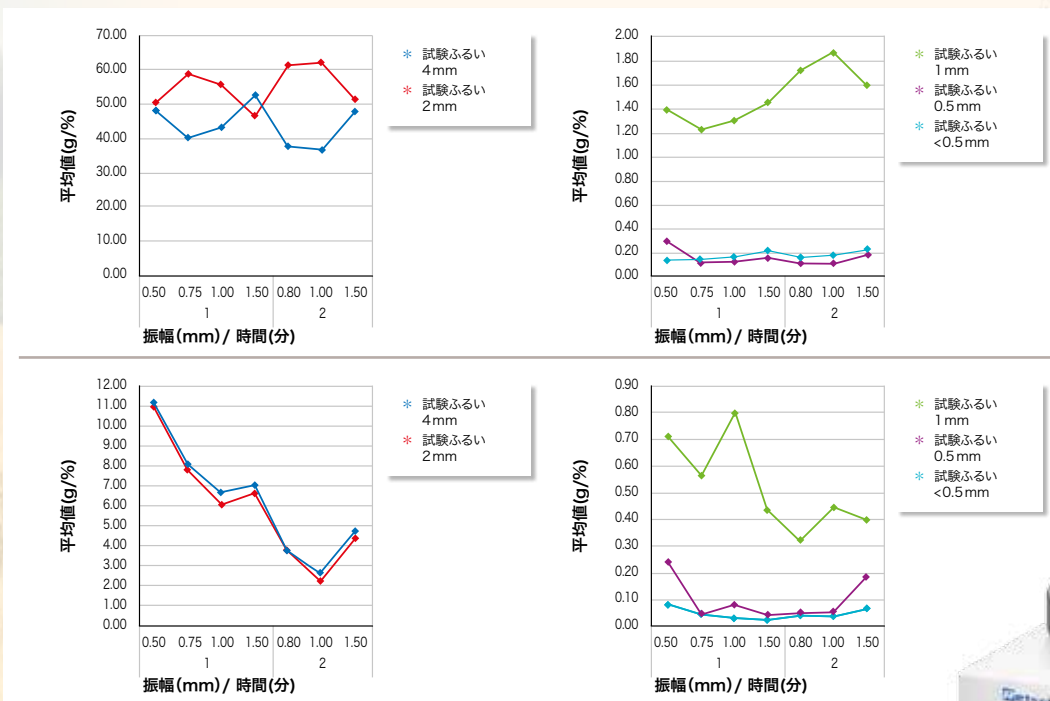


図1：異なるふるい分け条件（振幅 / 時間）で行った有機オーツ麦のフレーク平均値（上）と標準偏差（下）

標準偏差が最も低いのはふるい分け時間が2分で振幅が1mmの時でした。従って、シリアルフレークのふるい分け条件としては最適であると見なし、レーベンスガルテン社では今日でもこの条件下で品質管理を行っています。

電磁式ふるい振とう機 AS 200 コントロール

www.retschi.jp/as200



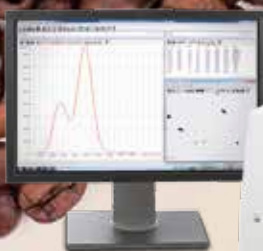


粒子径測定装置

CAMSIZER® XT

- 特許化された2台のカメラを用いたシステムでの動的画像処理
- 1 μm から 8mm までの幅広い測定範囲
- 極微量存在する、規格値より大きいサイズの粒子または小さいサイズの粒子を、高精度で検出
- 1 - 3 分という極めて短い測定時間
- 乾式、湿式どちらにも対応可能な X-Change モジュールシステム
- ふるい試験結果と 100% 関連する測定結果

毎日世界中で、推定 14 億杯のコーヒーが消費されている現在、グローバル市場においてコーヒー豆には非常に大きな需要があり、さらにその需要は増え続けています。コーヒーの味には、豆の焙煎、粉碎の程度（粉碎度）、下準備の方法や質などが影響します。香り高いコーヒーを得るためには、抽出やフィルタリング（例：エスプレッソ機、フィルターで入れるコーヒー、モカ）など、異なる下準備の種類に対して、異なる粉碎度のコーヒーパウダーが必要になります。焙煎豆をパウダーに粉碎する際、粒子サイズは抽出やフィルタリングの特性、ひいてはコーヒーの味や健康に良いコーヒー作りに影響するため、粒子サイズの測定は極めて重要なポイントになります。



粒子径測定装置 CAMSIZER® XT

www.retsch-technology.jp/camsizerxt

香り高いコーヒー豆を コーヒーパウダーの粒子サイズおよび粒子形状解析

粒子サイズの影響

コーヒーの下準備には、例えば熱水を用いた適切なコーヒー成分の抽出などが含まれます。コーヒー豆を細かく粉碎すればするほど、短い時間でコーヒー成分が大量に抽出されることとなります。もし粉碎度が抽出工程の時間や温度に対して適切なものでなければ、コーヒーが抽出されすぎたり、逆に抽出が足りなくなる危険性があります。抽出が足りない（粉碎が粗すぎる）と香りが足りないコーヒーとなり、逆に抽出しすぎると、苦味成分やタンニン酸などの影響で味が苦くなります。

信頼できる粒子サイズの測定方法があつてこそ、香り高さとおいしい味を両立したコーヒー作りのための、それぞれの下準備方法に応じた粉碎度を決定できるのです。コーヒーパウダーは油分を多く含み、広い粒子径分布を持ち、かつ不定形の形状を有しています。加え

て粒子同士は強く凝集しているため、測定時にフィーダーで流動させるのが困難です。この点は機械的、光学的装置で粒子サイズを測定する際に考慮に入れる必要があります。

従来は、コーヒーパウダーのサイズはふるい試験により測定され、今日においてはレーザー散乱・回折法による測定が主流になっています。ふるい試験法にもレーザー散乱・回折法にも、コーヒーパウダーのサイズを測定するには機械的および技術的限界があります。ふるい試験法では、コーヒーパウダーが極めて強く凝集しているために凝集がとどきれず、粗い粒度のパウダーと細かい粒度のパウダーを完全に分離することができません。したがって正確な粒子径分布測定もできません。レーザー散乱・回折法ではコーヒーパウダーを圧縮空気または液中に分散させるため、ふるい試験法と違い凝集はほぼ完全に

とれます。しかし測定範囲が狭く、特に大きい粒子に対して低分解能・低感度で信頼性の高い測定結果を出すことができないため、大きい粒子を含むコーヒーパウダーのようなサンプルを測定するには不向きな測定方法であると言わざるを得ません。加えてこの2つの測定方法では、粒子の形状については何の情報も得ることができません。

RETSCH Technology の光学式粒子径測定装置 CAMSIZER XT は動的画像解析法により測定を行い、コーヒーパウダーの測定に限らず様々な分野で、レーザー散乱・回折法に代わる、主流の粒子径測定方法になってきています。

典型的にコーヒーパウダーの粒子径分布は、コーヒーパウダー特有の粗い部分と細かい部分を含んでいます。細かい部分は 200 μm

以下に存在し、粗い部分は2mmまでに存在することが多いです。特許化された2台のカメラを用いる測定システムと、その結果可能となった、1度で極めて広い測定範囲を測定できる CAMSIZER XT によって、そのどちらの部分も高精度・高再現性をもって測定することが可能です。様々な粉碎度で粉碎したコーヒーパウダーの粒子径分布を

1に示します。測定は圧縮空気中に分散させる方式のX-Jet モジュール(図2参照)を用いて行いました。RETSCH Technology はコーヒーパウダーのようなサンプルでも、シュート上で測定部までスムーズに運ぶことが可能な、振動式フィーダー機器を開発しました。

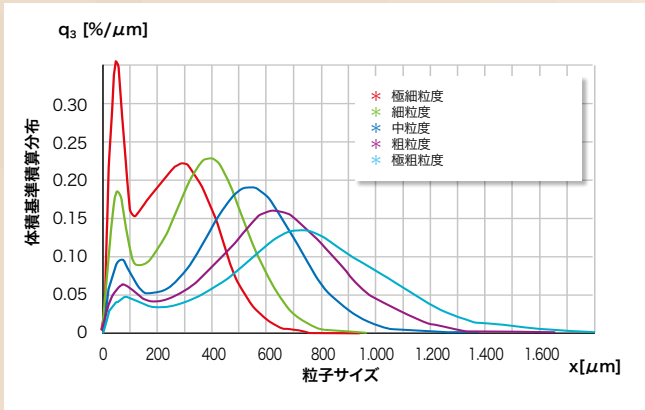


図1 CAMSIZER XT を用いた、異なる5つの粗さを有するコーヒーサンプルの測定結果

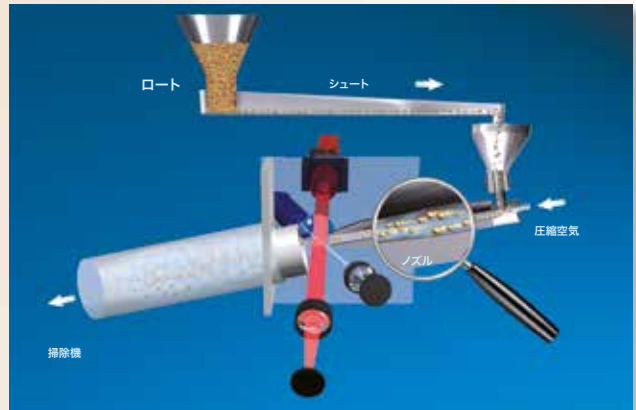


図2 X-Jetモジュールの概略図

粒子形状の影響

焙煎をどの程度行うかは、コーヒー豆の脆さに影響します。脆い豆から粉碎したコーヒーパウダーは角張った、または先端の尖った粉を含み、これにより袋入りコーヒーなどの充填密度が低くなる可能性があります。粒子サイズおよび粒子形状はどちらも、充填密度やパウダーのフィルターおよび抽出特性、ひいてはコーヒーの出来具合に強く影響するので。

図3a および図3bに、画像解析によりコーヒーパウダーの幅、長さ、

円相当径(平均サイズ)を同時に測定した結果を示します。3つの粒子径分布は大きく違いますが、不定形な粒子形状を有するサンプルを測定すると散見される結果です。これに対して、レーザー散乱・回折法による結果は、全ての粒子を球と仮定して測定しますが、粒子の幅および長さの断面部の粒子サイズ情報しか得られません。図3bに示す通り、レーザー散乱・回折法では1mm以上の大きさの粒子を正確に検出できていません。

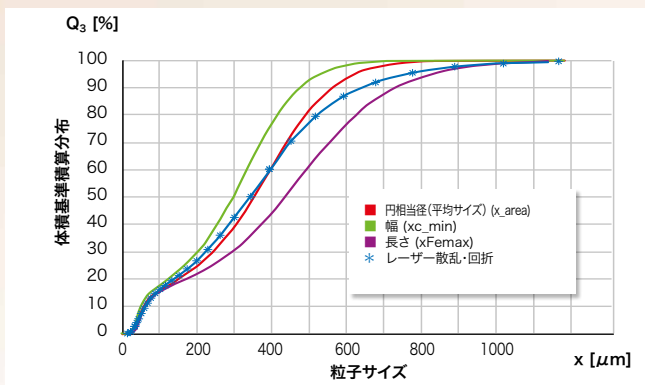


図3a コーヒーサンプル(10μm~1000μm)の測定結果(CAMSIZER XTとレーザー散乱・回折装置の測定結果比較)

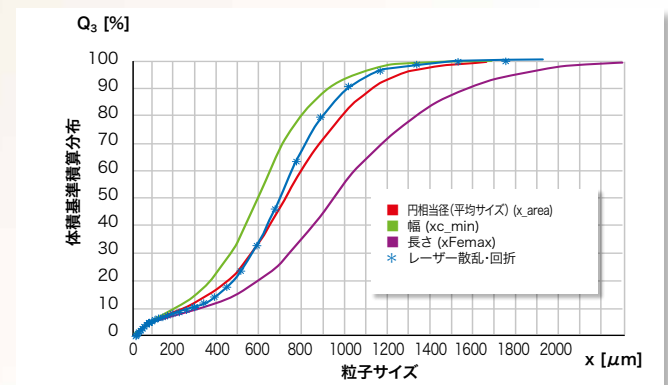
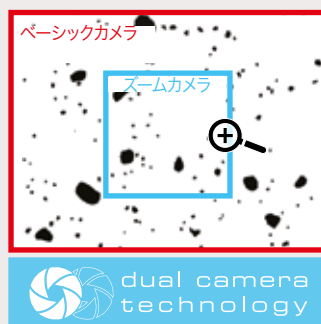


図3b コーヒーサンプル(10μm~2000μm)の測定結果(CAMSIZER XTとレーザー散乱・回折装置の測定結果比較) レーザー散乱・回折法では粒子サイズが1mmを超えると正確に検出できなくなります。



仕様

粒子径分布測定装置 CAMSIZER® XT

測定原理:	動画画像解析(ISO 13322-2)
測定範囲*:	1 μm-8 mm (10μm-8mm (自由落下分散 XFall)) (1μm-4.5mm (圧縮空気分散 XJet)) (1μm-600μm (液中分散 X-Flow))
測定方式	乾式・湿式両方に対応
測定時間	1~3分

測定サンプル例

食品添加物(ビタミン、クエン酸、亜硫酸塩など)、コーヒー(パウダー、凍結乾燥したコーヒー、インスタントコーヒー豆)、食品粉末、顆粒状食品、顆粒状製品(スプレー方式および流動床上造粒された製品)、塩、香辛料、砂糖 等

スタンダードをつくる **RETSCH**

→ www.retsch.jp

レッチェは試料調製と特性評価のエキスパートです。

RETSCHは世界中の品質管理の現場で、粉碎、ホモジナイズ、粒度測定に関するソリューションをご提供しています。

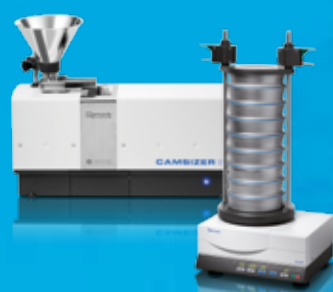
粉碎機

- ジョークラッシャ
- 超遠心粉碎機
- カッティングミル
- グラインドミックス
- カッティングミル
- モルターグラインダ
- ミキサーミル
- ボールミル



粒度測定

- ふるい振とう機
- 試験ふるい
- 粒度測定ソフトウェア
- 画像解析式粒子径測定装置(レッチェテクノロジー)



周辺機器

- 縮分機
- 試料供給機
- 試料迅速乾燥機
- 超音波洗浄器
- ペレットプレス



食品分析に、ヴァーダー・サイエンティフィックのブランド

CARBOLITE®

カーボライトの灰化炉

カーボライトの灰化炉AAFシリーズは食品と飼料の灰化に最適です。庫内の容量が大きく、最高1,200°Cまで温度を上げることができ、一度にたくさんの試料を灰化処理できます。大変優れた熱均一性も特長です。

www.carbolite.jp



ELTRA

エルトラの熱重量分析計

エルトラは成分分析のスペシャリストです。エルトラの熱重量分析計TGAは水分、灰分、揮発性物質の分量と、特性値の測定が素早く、確実にできます。

www.eltra.jp



世界中で約870人の従業員を持つヴァーダー (Verder) グループには、レッチェを含む理化学機器の「サイエンティフィック・ディビジョン」と、移送式ポンプの「リキッド・ディビジョン」があります。サイエンティフィック・ディビジョンの高品質な製品群は、品質管理、研究、開発用の理化学機器のスタンダードとなっています。試料調製から分析機まで、数多くの製品をカバーしています。

VERDER

scientific

CARBOLITE

ELTRA

Retsch

Retsch
TECHNOLOGY