



## ミキサーミル MM 400

オールラウンドな粉砕機

ミキサーミル**MM400**は、先代の登場から**15年**の時を経てモデルチェンジした。**20ml**までの少量の試料を乾式・湿式・凍結で粉碎を行える汎用性の高いボールミルです。試料や懸濁液を**30Hz**の周波数で数秒以内に混合・ホモジナイズし、短時間での粉碎が可能です。

コンパクトな卓上型で、従来のホモジナイザー処理だけでなく、DNA/RNAやタンパク質抽出のための細胞破碎にも適しています。最大99時間という長い粉碎時間が可能になりメカノケミストリーなどの研究用途にも幅広く対応できます。

MM 500 NANOとMM 500 VARIOは、粉碎原理は同じですが周波数35Hzで振とうし、より高い粉碎力を発生させることが出来ます。MM500コントロールは、試料を冷却または加熱する必要があるアプリケーションに最適です。レッチェのミキサーミルは、ご要望に応じて様々な特長のある機器から最適なものを選びいただけます。

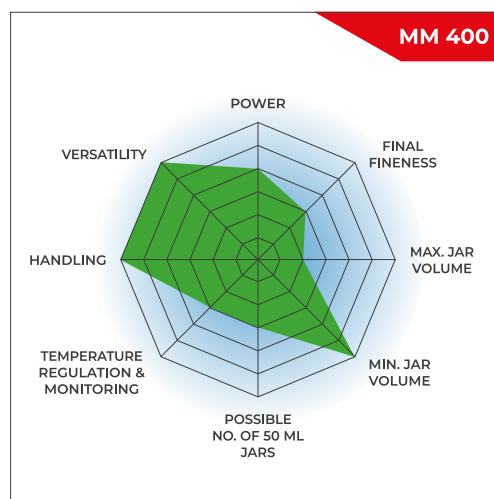


[クリックして動画を見る](#)

商品動画

#### ボールミルの中で最も汎用性の高いオールラウンダー

- | 最高速度 30 Hz
- | 水平振動が強い衝撃を与え、効果的なサンプル処理を実現
- | 最大投入サイズ8 mm、粉碎粒度5 µm
- | 最小2mlから最大50mlのジャー用粉碎ステーション2基、2mlバイアル瓶10本用アダプター、50mlコニカル遠心チューブ4本用アダプター
- | スチール製ジャーは液体窒素を使用し手動で予冷可能です
- | スピードと時間の校正、小型卓上型、保存可能なSOPとサイクルプログラム、7種類のジャー材料



## デザインと機能

- | 最大30Hzの衝撃力と摩擦力
- | 1回に最大20検体の処理が可能
- | SOP（標準作業手順）12件とプログラムした粉碎サイクル6件の登録が可能
- | タッチディスプレイで簡単操作、大幅な静音化

## その他の製品にはない汎用性

- | 3つの粉碎方式（乾式、湿式、凍結粉碎）
- | 再現性の高い乾式粉碎（例：XRF 分析の試料作成）
- | メカノケミストリーなどの研究アプリケーションや、ビーズビートによる生体細胞の破壊に適しています
- | 農薬（QuEChERS）と生薬成分の抽出



### ミキサーミル MM 400

## 校正を行うことにより、再現性の高い結果を実現

サンプリングから分析までのプロセスでは、再現性が最も重要です。校正可能なラボ機器は、毎回最小の標準偏差で再現性のある結果を保証します。これは、異なる場所で使用した結果を比較する場合に特に有効です。

MM400は、校正可能な最初のラボ用粉碎機です。レッチェは、最初に粉碎機の時間と周波数を校正し、再現性のある粉碎プロセスを保証するために、定期的な校正サービスを提供しています。

この機能は、特に以下のような場合に適しています。

- | 異なる場所で使用する場合
- | ISO/IEC 17025またはISO 9000ffを適用した認定ラボ。
- | 医薬品

| Soil  | Target | Messwert    | Ergebnis | Soil   | Target | Messwert    | Ergebnis |
|-------|--------|-------------|----------|--------|--------|-------------|----------|
|       |        | Measurement | Result   |        |        | Measurement | Result   |
| 10 Hz | 10 Hz  | 10,16 Hz    | OK       | 30 sec | 30,00s | 30,00s      | OK       |
| 15 Hz | 15 Hz  | 15,04 Hz    | OK       | 60 sec | 60,02s | 60,02s      | OK       |

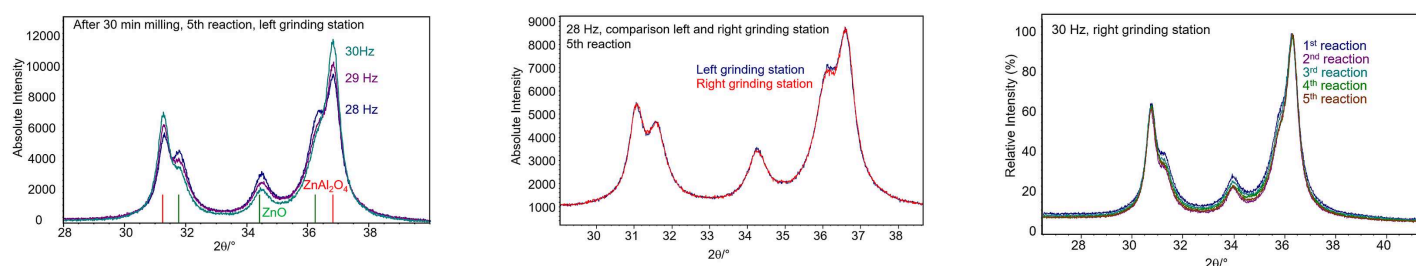
ミキサーミル MM 400

## ミキサーミルMM400におけるメカノケミカル反応の再現性

再現性は科学研究の基本原則であり、科学的知見の信憑性と信頼性を確保するために不可欠です。ミキサーミルMM400は、メカノケミカル反応における再現性についてテストされ、クランプ位置の違いや異なる装置間でも、数回の繰り返しで優れた再現性が得られることが証明されました。 [1]

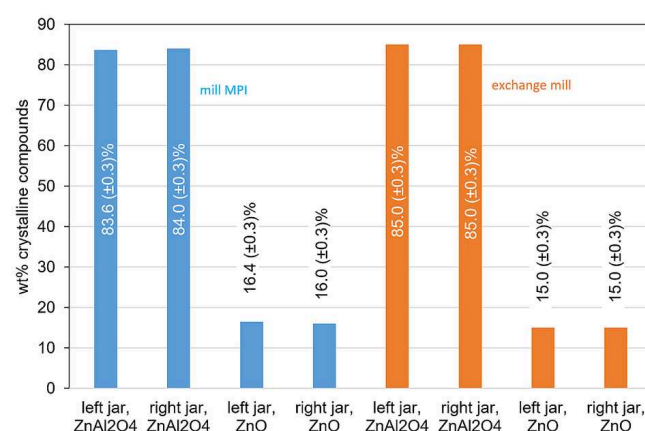
30Hzから29Hzまたは28Hzへの周波数のわずかな変動は、反応の収率に影響を与える。ミキサーミルが設定値、例えば30Hzを維持し、そこから逸脱しないことが基本的な関心事である。MM 400には校正証明書が付属しています。

メカノケミカル反応である $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ は、25mlの粉碎ジャー、2 x 15mmの粉碎ボール、1gのエダクトを用い、28Hz、29Hz、30Hzで5回連続して30分間行った。左右のクランピング・ステーションの比較では、5回の試行間の比較でも再現性の高い結果が得られた。



メカノケミカル反応 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ 後のXRDパターン：左：28Hz、29Hz、30Hzでの粉碎、5回目の反応後の結果。中：28Hzの5回目の反応における左右の粉碎ステーションの比較。右：30 Hzでの1～5回目の反応、右の粉碎ステーション。クラウドニア・ヴァイデンハラーのグループによる結果。 [8]

2つの粉碎機の結果を比較するため、もう1台のMM400を使用して実験を繰り返した。ここでも、左右の粉碎ステーションとも30Hzで5回の試験を行い、優れた再現性が確認された。



異なるMM400装置でも、ほぼ同じ結果（エダクトと製品の重量%）と再現性が得られた。Claudia Weidenthalerのグループによる結果。[1]

ミキサーミル MM 400

## 細胞破碎や生体試料からのDNA/RNAの抽出にも使用可能

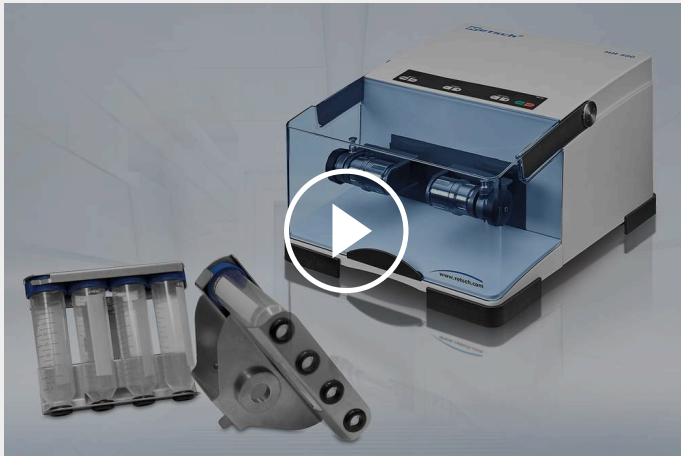
ミキサーミルは、生体試料のホモジナイズによく使われます。酵母、微細藻類、細菌などの細胞破碎には、小さなガラスビーズを用いたビーズビートングと呼ばれる方法が確立されています。この工程では、試料を予冷することで温度上昇を最小限に抑えることができます。

MM 400は、DNA/RNAやタンパク質の抽出のために、最大240mlの細胞懸濁液を効率的に破碎することが可能です。感染症の正確な診断のために、アダプターを使用することにより、8 x 30 mlボトルまたは10 x 5 mlバイアルに組織から無傷の細菌を分離することが可能です。

MM 400は、以下の容量を持つバイアル用のさまざまなアダプタを装着することができます。

20 x 0.2 ml / 20 x 1.5 or 2 ml / 10 x 5 ml / 8 x 30 ml / 8 x 50 ml

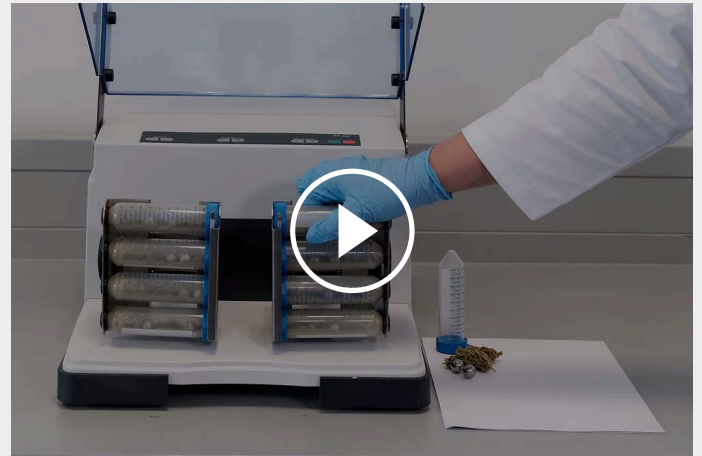
海外ではカンナビス（医療用大麻）花など25~30gの植物原料を粉碎するために、円錐形の遠心分離機が使用します。また、緩衝液に浸した新鮮な肝臓など、最大8個の組織サンプルを、ステンレス粉碎ボールやジルコニア粉碎ボールを使って、この50mlチューブでホモジナイズすることができます。バイアルにかかる機械的ストレスをできるだけ低く抑えるため、緩衝液や試料の充填頻度を少なくし、充填量を多くすることをお勧めします。



[クリックして動画を見る](#)

ミキサーミル MM 400 - 酵母細胞の破碎\*

\*動画は、粉碎原理が同じ前モデルを撮影したものです。



[クリックして動画を見る](#)

ミキサーミル MM 400 - カンナビス（医療用大麻）のホモジナイズ\*



## ミキサーミル MM 400

### 凍結粉碎

クライオキットは、ミキサーミルMM400で凍結粉碎を行うための費用対効果の高いソリューションです。このセットは、2つの断熱容器、2つの tong、安全メガネがセットになっています。

ステンレス製の粉碎ジャーに、脆化させる試料と粉碎ボールを入れ、しっかりと容器を締めます。液体窒素に粉碎ジャーを浸けこむことで、試料の間接的な脆化が行われます。約2分間で試料は凍結粉碎が可能な状態になります。

液体窒素に直接触れてしまう可能性を避けたい場合は、クライオミルやミキサーミルMM500コントロールが適しています。両粉碎機に関しては、ステンレス製以外の材質でも凍結粉碎が行えます。



[クリックして動画を見る](#)

ミキサーミル MM 400 - 凍結粉碎\*

## ミキサーミル MM 400

# メカノケミストリーへの応用

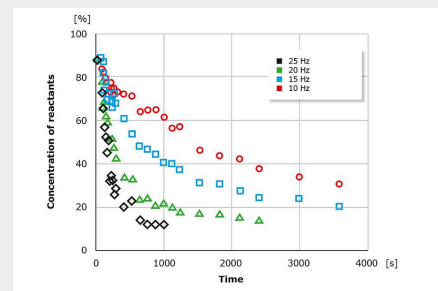
メカノケミストリーは、無溶媒の環境下で物質の高速反応を可能にします。化学反応の中には、遊星ボールミルのような摩擦力を必要とするものもあれば、衝撃によるエネルギー投入を必要とするものもあり、ミキサーミルMM400は最適な機器です。

研究用途で利用できる試料量は、非常に少ないことが多く、MM400のような50mlまでの小さな粉碎ジャーが有効です。また、反応時間が長いことが多いため、数時間のプロセス時間を設定できることも重要なポイントです。

ミキサーミルは、メカノケミカルアプリケーションにおいて、遊星ボールミルにはない透明な粉碎ジャーがあります。透明な粉碎ジャーを使用し、ジャーを水平に動かすことで、その場でのRAMAN分光が可能になります。このため、反応プロセスをリアルタイムで監視し、最大収率を得るための最適な時間を特定し、長時間の処理を回避することができます。

MM400は、メカノケミカルアプリケーションにおいてこれらの多くの利点があります。

- | 最大99時間までの粉碎時間設定（従来は最大99分）
- | 多様な粉碎ジャーサイズと材質
- | 新開発の透明なPMMA製粉碎ジャーでin-situな分光実験手法も適用可能\*
- | プログラム可能な振とう数と休止時間
- | アダプターを使用し、5mlステンレス製粉碎ジャーの4本架けを行う事で、最大8検体の同時粉碎が可能です。



10mlのPMMA製粉碎ジャーに2x10mmのジルコニア製粉碎ボールを入れ、30Hzのメカノケミカル条件でバニリンとバルビツール酸のクローベナーゲル反応の時間経過を示しています。反応は30分かけて進行し、色の変化で進行が確認できます。

提供：Sven Grätz, Ruhr-University Bochum, Faculty of Chemistry and Biochemistry, AG Prof. Borchardt, Dr. Sven Grätz.

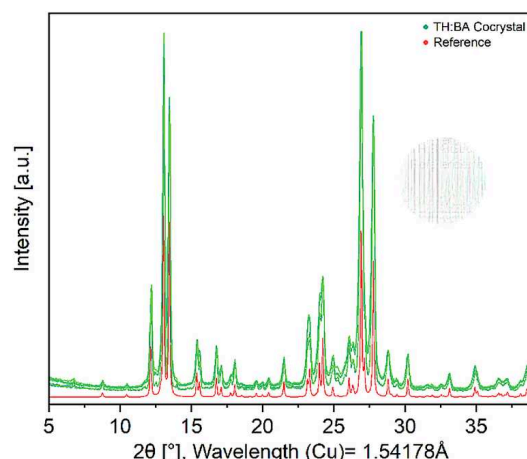


## CO-CRYSTAL SCREENING WITH THE MM 400

コクリスタルのスクリーニングはミキサーミルで効果的に実施できます。MM 400を用いたある研究[9]では、2 mlのスチールチューブと対応するPTFEアダプターを使用し、テオフィリンとベンズアミドを1:1の比率で以下の条件下で共結晶化しました。

- | 粉碎時間：60分
- | 周波数：30 Hz
- | 各チューブに6 mmのスチールボールを1個
- | 溶媒なしで4回、エタノール20 µLを加えて4回の実験

得られた8つのサンプルのX線粉末回折パターン（緑で表示）は、ターゲットのコクリスタルのシミュレーション参照パターンと非常に近い一致を示しています。観測された信号はすべて目的の生成物に対応し、顕著な追加信号はなく、コクリスタル形成が成功し再現性があることを示しています。MM 400と2 mLスチールチューブは一貫した結果を提供し、この互換性はMM 500シリーズにも拡張され、同様に2 mLスチールチューブを使用できます。



XRD patterns after the co-crystal formation of theophylline and benzamide after 60 min milling time in the MM 400 against a simulated reference. Results presented by experiments of Dominik Al-Sabbagh. [2]

## CHEMISTRY IN THE MILL: TEFLON RECYCLING (PTFE) USING MECHANICAL ENERGY

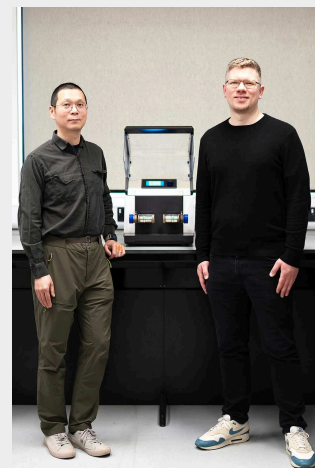
### MECHANOCHEMICAL RECYCLING OF PTFE (TEFLON)

Mechanochemical reactions can also be carried out particularly efficiently using the MM 400. Recent research shows how PTFE (Teflon) can be broken down in the MM 400 through a reaction with sodium, using mechanical energy. The intense movement of the grinding balls provides the energy needed to break the stable carbon-fluorine bonds – without any additional heat or pressure. In this way, large portions of the material can be converted into sodium fluoride and carbon – a promising approach for future recycling processes.

Image on the right: Dr. Erli Lu and Dr. Dominik Kubicki with the Mixer Mill MM 400, which was used to decompose PFAs. [4]

The process using MM 400 was part of the renowned science program – “Forschung aktuell” on Deutschlandfunk. Give it a listen!

**The radio segment is available only in German.**



## FUNCTIONALIZING BIOMASS FOR PHARMA APPLICATIONS VIA MECHANOCHEMISTRY

Mechanochemistry is transforming how functional biomaterials are made, and cationic cellulose is a prime example. Using a solvent-free process, cotton fibers are combined with a catalytic base and a minimal additive, then milled together with the cationic reagent to activate the reaction using the Mixer Mill MM 400. This solid-state approach eliminates water and bulk solvents, dramatically reducing chemical use and waste compared to conventional methods. After milling, a short aging step completes the reaction, delivering highly charged cellulose fibers with exceptional performance. [3]

Optimal reaction conditions: Cotton fibers were milled in a 50 ml stainless steel jar with 3 x 10 mm balls for 5 min at 25 Hz, then EPTMAC was added, and the mixture was milled for additional 30 min. The subsequent aging of the reaction mixture at 50 °C for 24 h, followed by Soxhlet extraction (48 h) and freeze drying, resulted in the isolation of pure cCF material.

### Why is this exciting for pharma?

These cationic fibers show strong electrostatic binding to viruses, enabling efficient removal of pathogens from water and process streams—critical for sterile manufacturing and clean water applications. Beyond filtration, the material offers potential in drug delivery, antimicrobial surfaces, and bioprocessing aids. The process achieves outstanding sustainability metrics aligning with green chemistry principles and industry goals. It also allows precise control over charge density for tailored performance.

This innovation demonstrates how mechanochemistry can deliver high-value, eco-friendly solutions for pharmaceutical production—combining safety, efficiency, and sustainability in one breakthrough approach.

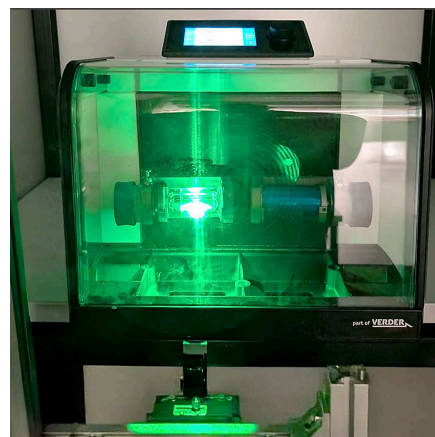
### ミキサーミル MM 400

## IN-SITUラマン分光法

in-situラマン分光法は、自然環境またはプロセス環境における物質のモニタリングと分析を可能にする強力な分析技術です。この方法では、光が分子振動と相互作用して散乱光の波長がシフトする現象であるラマン散乱を利用します。これらのシフトは、分析される材料のユニークなスペクトル指紋を提供し、その化学組成や分子構造に関する洞察を提供する。

in-situとは、進行中のプロセス中にこれらの特性を直接観察・測定する能力のことである。これには、さまざまな化

学反応の存在下での変化を観察することも含まれ、いわゆるメカノケミストリーと呼ばれる。メカノケミストリーは、衝撃、せん断、摩擦などの作用を利用して、固体の化学変化を引き起こす。このアプローチは、溶媒を必要としないため、環境にやさしくエネルギー効率に優れた化学合成経路を提供できる可能性があり、ますます人気が高まっている。ラマン分光法は、反応メカニズム、相変態、反応速度論、あるいは反応条件の最適化に関する貴重な洞察を提供することができる。



MM400は「ラマン対応」なので、底板インレイを簡単に取り外すことができます。底板にはラマンプローブ用の開口部があり、粉碎機の下、つまり粒子の相互作用が最も激しいジャーの下にラマンプローブを設置することで、ジャーの底で一貫した測定を行い、正確なデータを得ることができます。レッチェのPMMA粉碎ジャーは、透明性と耐薬品性に優れ、汚染されことなくスペクトルデータを向上させます。ジャーの外側の平面形状は、分光データをさらに向上させる。これらの設計調整により、実験ワークフローが効率化されました。研究者は、より簡単かつ正確にin-situラマン分光法を実施できるようになり、詳細な材料分析に新たな可能性が開かれました。

安全で効率的な粉碎手順

## MM400 用?????



粉碎ジャーは7種類の材質から選択可能

ネジ式粉碎ジャーは優れた機密性があり、材質により1.5 ml ~ 50mlの容量から、粉碎セットの材質は硬化鋼, ステンレス, タングステンカーバイド, メノウ, 酸化ジルコニウム, PTFEからお選びいただけます。

透明なPMMA製粉碎ジャーは、in-situ RAMAN法に使用されますが、光化学反応への応用も可能です。さらに、さまざまな化学物質への耐性も備えています。一部粉碎ジャーは前モデルとの相互性があり、このジャーはMM400の前モデルにも装着可能です。



### 2 ML TUBES FOR CRYOGENIC GRINDING

Small 2 ml steel tubes are used for cryogenic applications. Up to 20 of these tubes can be clamped into the MM 400 using an adapter. The advantage: they can withstand low temperatures and mechanical stress and do not break like disposable vessels. Ideal for the smallest sample quantities in the cryogenic range.



### ディスポチューブ用アダプタ

ディスポチューブ、0.2mL、1.5mL、2.0mL、5.0mLが取り付けられる遠心チューブホルダーや、コニカルチューブ 50mL、広口ボトル 30mLが取り付けられるホルダーのお取り扱いがございました。

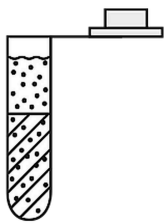


一度に破碎できる検体数を増やすことが出来るアダプタ

MM 400は、5mlのステンレス製粉碎ジャーを4本取り付けることが出来るアダプタを装着することが可能です。最大8個の試料を同時に粉碎することができます。一度に行える検体数の増加は、メカノケミカルアプリケーションに特に有効です。

## MM400用のバイアル、ボトル、チューブをご用意しています。

1.5または2mlバイアル  
最大2 × 10 ml



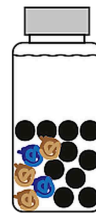
- | DNA/RNAタンパク質/  
代謝産物の細胞破壊
- | 軟質試料（組織、植  
物、細胞ペレット、昆  
虫）の凍結粉碎。
- | 軟質サンプル（組織、  
昆虫）の乾式または湿  
式ホモジナイズ

5 mlバイアル  
2 × 5 mlまで



- | DNA/RNAタンパク質/  
代謝産物の細胞破壊
- | 軟質試料（組織、植  
物、細胞ペレット、昆  
虫）の凍結粉碎。
- | 軟質サンプル（組織、  
昆虫）の乾式または湿  
式ホモジナイズ

30mlの場合  
広口ボトル  
2×4本まで。



- | DNA/RNAタンパク質/  
代謝産物の細胞破壊
- | 軟質サンプル（組織、  
昆虫）の乾式または湿  
式ホモジナイズ
- | 硬質試料（珪砂）の乾  
式粉碎処理

50mlの場合  
コニカルチューブ  
2×4本まで



- | DNA/RNAタンパク質/  
代謝産物の細胞破壊
- | 軟質サンプル（組織、  
昆虫）の乾式または湿  
式ホモジナイズ
- | 食品・植物からの農薬  
抽出（QuEChERS）
- | 粉末とワックスを混合  
し、XRF用ペレットを  
成形する。



ミキサーミル MM 400

## おすすめのジャー投入量を紹介

最適な結果を得るために、試料投入量に合わせて粉碎ジャーのサイズを選定する必要があります。粉碎ボールは試料サイズの3倍の大きさを使用することを推奨しています。例えば、8mmサイズの粒子からなる試料20mlを粉碎する場合、50mlの粉碎ジャーと25mmの粉碎ボールの使用を推奨しています。表によると、粉碎ボールは1個必要です。しかし、5mmの試料20mlの場合、15mmの粉碎ボール4個でホモジナイズすることができます。

| 粉碎ジャー<br>通常容量 | 試料量          | 最大投入サイズ | 推奨ボール投入量（個） |        |         |         |         |         |         |
|---------------|--------------|---------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|               |              |         | Ø 5 mm      | Ø 7 mm | Ø 10 mm | Ø 12 mm | Ø 15 mm | Ø 20 mm | Ø 25 mm |
| 1.5 ml        | 0.2 – 0.5 ml | 1 mm    | 1 – 2       | -      | -       | -       | -       | -       | -       |
| 5 ml          | 0.5 – 2 ml   | 2 mm    | -           | 1 – 2  | -       | -       | -       | -       | -       |
| 10 ml         | 2 – 4 ml     | 4 mm    | -           | 5 – 7  | 1 – 2   | 1 – 2   | -       | -       | -       |
| 25 ml         | 4 – 10 ml    | 6 mm    | -           | -      | 5 – 6   | 2 – 4   | 1 – 2   | -       | -       |
| 35 ml         | 6 – 15 ml    | 6 mm    | -           | -      | 6 – 9   | 4 – 6   | 2 – 3   | 1       | -       |
| 50 ml         | 8 – 20 ml    | 8 mm    | -           | -      | 12 – 14 | 6 – 8   | 3 – 4   | 1       | 1       |

表は、粉碎ジャー容積、試料量、最大供給量に対する、異なるサイズの粉碎ボールの推奨装填量（個数）を示しています。

ミキサーミル MM 400

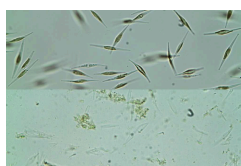
## 典型的なサンプル材料

レッチェのミキサーミルはオールラウンドに使用可能で様々な試料に対応しています：オイルシード, ガラス, コークス, タバコ, プラスチック, 化学製品, 合金, 土壌, 廃棄物サンプル, 木材, 植物, 汚泥, 石炭, 穀物, 穀物, 紙, 細胞, 織物, 羊毛, 薬剤, 薬, 配合飼料, 鉱物, 鉱石, 錠剤, 陶磁器, 電気製品廃棄物, 骨, 髪など



**繊維質：毛髪**

試料 30ml  
ステンレス製粉碎ジャー 50ml  
ステンレス製粉碎ボール 25mm×1個  
30Hzで2分間



**細胞破碎：微細藻類**

細胞懸濁液 30ml  
コニカルチューブ  
(アダプタに装着)  
50ml×8本  
各コニカルチューブに25mlのガラスビーズ;  
0.5~0.75mm  
30Hzで30秒



**弾性液体:液体入りカプセル**

15mlの試料  
50mlのステンレス製粉碎ジャー  
25mmステンレス製粉碎ボール×1個  
液体窒素による3分間の脆化处理  
4回×2分、30Hz、  
粉碎間に再冷却も行う



**中硬質・繊維質：土壌**

試料 20 ml  
ステンレス製粉碎ジャー 50 ml  
ステンレス製粉碎ボール 1 x 25 mm  
粉碎条件 30 Hz 1分



[クリックして動画を見る](#)

パセリ



**繊維質な試料：木材**

試料 5 ml  
ジルコニア製粉碎ジャー 10 ml  
ジルコニア製粉碎ボール 2 x 12 mm  
粉碎条件 30 Hz 3 分



**弾性試料：ポリウレタンペレット**

試料 20 ml  
ステンレス製粉碎ジャー 50 ml  
ステンレス製粉碎ボール 1 x 25 mm  
液体窒素を使用した試料の脆化 3 分  
粉碎条件 4 回 x 2 分、30 Hz、粉碎ごとに液体窒素による再凍結を行う



**繊維質：カンナビス（医療用大麻）**

試料 3 g  
ステンレス製粉碎ジャー 50 ml  
ステンレス製粉碎ボール 25 mm 1 個  
液体窒素による 2 分間の脆化処理  
粉碎条件 30 Hz で 90 秒



**硬質・脆い：コンクリート**

試料 10 ml  
ジルコニア製粉碎ジャー 25 ml  
ジルコニア製粉碎ボール 15 mm x 2 個  
粉碎条件 30 Hz で 2 分

ミキサーミル MM 400

**機能**

水平に装着された粉碎ジャーを高速で往復運動させることで、中の粉碎ボールがジャー内壁に衝突させ試料を粉碎します。

また、混合・ホモジナイジング効果があり、小さいボールを複数個使うと、いっそう高まります。ガラスビーズなどの極小のボールを使って、細胞破碎に使用することもできます。



[クリックして動画を見る](#)

## ミキサーミル MM 400

### 製品仕様

|                              |                                                                                               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 用途                           | size reduction, mixing, homogenization, cell disruption, cryogenic grinding, mechanochemistry |
| 分野                           | 農業、生物学、化学・プラスチック、建築材料、工学・エレクトロニクス、環境・リサイクル、食品、地質・金属、ガラス・セラミックス、医学・薬学                          |
| 投入試料の性質                      | 硬い、中硬い、柔らかい、脆い、弾力がある、繊維質                                                                      |
| 粉碎方法                         | 衝撃力, 摩擦力                                                                                      |
| 試料投入サイズ*                     | <= 8 mm                                                                                       |
| 粉碎粒度*                        | ~ 5 µm                                                                                        |
| 投入試料量*                       | max. 2 x 20 ml                                                                                |
| 粉碎ジャー装填台数                    | 2台                                                                                            |
| 振とう数                         | 3 - 30 Hz (180 - 1800 min-1)                                                                  |
| 粉碎時間(通常)                     | 30 秒 ~ 2 分                                                                                    |
| <b>Max. grindig time</b>     | 99時間                                                                                          |
| 乾式粉碎                         | 準拠                                                                                            |
| 湿式粉碎                         | 準拠                                                                                            |
| 凍結粉碎                         | 準拠                                                                                            |
| 遠心管による細胞破碎                   | 可, 最大20 x 2.0 ml                                                                              |
| 粉碎ジャー装填位置補正                  | 準拠                                                                                            |
| 粉碎ジャーの種類                     | ネジ式粉碎ジャー                                                                                      |
| 粉碎セットの材質                     | 硬化鋼, ステンレス, タングステンカーバイド, メノウ, 酸化ジルコニウム, PTFE, PMMA                                            |
| 粉碎ジャーのサイズ                    | 1.5 ml / 5 ml / 10 ml / 25 ml / 35 ml / 50ml                                                  |
| 粉碎時間の設定                      | デジタル、10秒~ 8 時間                                                                                |
| <b>SOP</b> を設定可              | 12                                                                                            |
| 粉碎サイクル設定数                    | 6                                                                                             |
| 電圧                           | 100-240 V, 50/60 Hz                                                                           |
| 電源                           | 単相                                                                                            |
| 保護等級                         | IP 30                                                                                         |
| 消費電力                         | 165W                                                                                          |
| <b>W x H x D(????を閉じた状態)</b> | 385 x 350 x 470 mm                                                                            |
| 本体重量                         | ~ 27,5 kg                                                                                     |

\*試料と機器種別により異なります。

## 参考文献

[1] 反応スキームと実験のパフォーマンス：Prof. Dr. Claudia Weidenthaler, Research Group Leader Heterogeneous Catalysis Powder Diffraction and Surface Spectroscopy, Max-Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr.

[2] Reaction scheme and performance of the experiments: Dominik Al-Sabbagh, Chemistry Laboratory Technician, Division 6.3 – Structure Analysis, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin.

[3] Tatsiana Nikonovich, Yao Yu, Mikko Korkiakoski, Chengji Yang, Iris Seitz, Daniel Langerreiter, Mauri A. Kostianen, Eduardo Anaya-Plaza, and Sandra Kaabel; Solid-State Synthesis of Cationic Cellulose Fibers from Low-Processed Cotton for Efficient Virus Capture; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2025 13 (42), DOI: 10.1021/acssuschemeng.5c07884

[4] With permission of Dr Erli Lu, Associate Professor in Mechanochemistry & Sustainable Synthesis School of Chemistry, University of Birmingham

[www.retsch.com/mm400](http://www.retsch.com/mm400)

## 注文データ

### ミキサーミル MM 400

**Mixer Mill MM 400 with quick release clamp**  
(please order grinding jars and balls separately)

20.715.0001



MM 400

100–240 V, 50/60 Hz

### MM 400 用粉碎ジャー ネジ式

#### 硬化鋼製

01.462.0237



25 mL

#### ステンレス製

01.462.0230



1.5 mL

01.462.0231



5 mL

01.462.0290

5 mL (for use with adapter 02.706.0351)

01.462.0236



10 mL

01.462.0213



25 mL

01.462.0214



35 mL

01.462.0216



50 mL

#### タングステンカーバイド製

01.462.0235



10 mL

01.462.0217



25 mL

#### メノウ製

01.462.0232



5 mL

01.462.0233



10 mL

#### ジルコニア製

01.462.0234



10 mL

01.462.0201



25 mL

01.462.0215



35 mL

#### テフロン製

01.462.0238



25 mL

01.462.0244



35 mL

22.041.0004



Mixing beakers of polystyrene, 56 ml, 100 pcs.

#### PMMA, TRANSPARENT JARS FOR MECHANOSYNTHESSES

01.462.0539



10 ml, 10 pieces

02.462.0539



10 ml, 2 pieces

#### ACCESSORIES FOR AERATION AND INCREASED PRESSURE

01.462.0548

Jar set incl. aeration jar 28 ml stainless steel, filter 10 µm, sealings and fittings 2 x 1/



8" for hose diameter 3 mm and 0.65 mm wall thickness (2x3 m hose included)

22.050.0005 Conversion kit including 2 connectors for the hoses on grinding arm, bottom plate for leading hoses out of the housing, counterweight

## MM 400 用ジャーのアクセサリー

22.486.0005  Opening aid for grinding jars, 2 pcs.

02.706.0351  Adapter for use of 2/4 grinding jars 5 ml (01.462.0550)

22.085.0007  Gasket for grinding jar 1.5 ml, 10 pcs.

22.085.0008  Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0231)

22.111.0001 Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0550)

22.085.0009  Gasket for grinding jar 10 ml, 10 pcs.

22.085.0006  Gasket for grinding jar 25 ml hardened steel and stainless steel, 10 pcs.

22.085.0003  Gasket for grinding jar 25 ml zirconium oxide and tungsten carbide, 10 pcs.

22.085.0005  Gasket for grinding jar 35 ml stainless steel, 10 pcs.

22.085.0004  Gasket for grinding jar 35 ml zirconium oxide, 10 pcs.

22.085.0002  Gasket for grinding jar 50 ml stainless steel, 10 pcs.

## MM400用アクセサリー

22.001.0020 50mLコニカルチューブ4本用アダプタ 2個/組 50mLコニカルチューブ20本付

05.026.0001  コニカルチューブ50ml 20個

22.001.0021  30 mL広口ボトル4本用アダプタ 2個/組 30 mL 広口ボトル 12本付

## MM 400 用凍結粉碎用アクセサリー

|             |                                                                                   |                                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 22.354.0001 |  | 凍結粉碎キット（容器：1L,4L トング：大、小 保護メガネ）C |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|

## MM 400 用アクセサリー

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| 99.200.0043 | IQ/OQ 検査 MM 400 |
|-------------|-----------------|

## 遠心チューブホルダー

|             |                                                                                     |                                                                                                    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22.008.0010 |    | Adapter for 5 reaction vials 5.0 ml, made of PTFE                                                  |
| 22.008.0014 |                                                                                     | Adapter for 10 reaction vials 1.5 and 2.0 ml, made of PTFE or stainless steel                      |
| 22.008.0005 |   | Adapter for 5 reaction vials 1.5 and 2.0 ml, made of PTFE or stainless steel                       |
| 22.008.0006 |  | 筒型ホルダー 10本架 0.2mL用 テフロン製                                                                           |
| 22.749.0006 |                                                                                     | ディスポチューブ 5.0 mL 200個組                                                                              |
| 22.749.0001 |  | ディスポチューブ 2.0mL 1000個組                                                                              |
| 22.749.0002 |  | ディスポチューブ 1.5mL 1000個組                                                                              |
| 22.749.0004 |  | ディスポチューブ 0.2mL 1000個組                                                                              |
| 22.749.0008 |  | Reaction vials made of stainless steel 316L, 2.0 ml, 10 pcs.<br>(for use with adapter 22.008.0014) |

## 粉碎ボール

### 硬化鋼製

|             |                                                                                     |        |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 05.368.0029 |  | Ø 5 mm |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|

|             |                                                                                   |         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 05.368.0030 |  | Ø 7mm   |
| 05.368.0059 |  | Ø 10 mm |
| 05.368.0032 |  | Ø 12mm  |
| 05.368.0108 |  | Ø 15mm  |

#### ステンレス製

|             |                                                                                     |                          |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 22.455.0010 |    | Ø 2 mm, 500 g (約 110 mL) |
| 22.455.0011 |    | Ø 3 mm 500 g (約 120 mL)  |
| 22.455.0002 |  | Ø 3 mm, 200 個 (約 6 mL)   |
| 22.455.0001 |  | Ø 4 mm, 200 個 (約 14 mL)  |
| 22.455.0003 |  | Ø 5 mm, 200個 (約 25 mL)   |
| 05.368.0034 |  | Ø 5 mm                   |
| 05.368.0035 |  | Ø 7mm                    |
| 05.368.0063 |  | Ø 10 mm                  |
| 05.368.0037 |  | Ø 12mm                   |
| 05.368.0109 |  | Ø 15mm                   |
| 05.368.0062 |  | Ø 20 mm                  |

05.368.0105 25 mm Ø



#### タングステンカーバイド製

22.455.0006 Ø 3 mm, 200 個 (約 6 mL)



22.455.0005 Ø 4 mm, 200 個 (約 14 mL)



22.455.0004 Ø 5 mm, 200 個 (約 25 mL)



05.368.0038 Ø 5 mm



05.368.0039 Ø 7mm



05.368.0071 Ø 10 mm



05.368.0041 Ø 12mm



05.368.0110 Ø 15mm



#### メノウ製

05.368.0024 Ø 5 mm



05.368.0025 Ø 7mm



05.368.0067 Ø 10 mm



05.368.0027 Ø 12mm



#### ジルコニア製

05.368.0089



2 mm Ø, 0.5 kg (約 135 mL)

05.368.0090



3 mm Ø, 0.5 kg (約 140 mL)

22.455.0007



Ø 3 mm, 200 個 (約 6 mL)

22.455.0009



Ø 5 mm, 200個 (約 25 mL)

05.368.0146

Ø 7mm

05.368.0094



Ø 10 mm

05.368.0096



Ø 12mm

05.368.0113



Ø 15mm

05.368.0093



Ø 20 mm

05.368.0106



25 mm Ø

#### テフロン製(スチールコア)

05.368.0045



Ø 10 mm

05.368.0046



Ø 12mm

05.368.0114



Ø 15mm

05.368.0047



Ø 20 mm

#### ポリアミド製混合用ボール

05.368.0042



Ø 5 mm

|             |                                                                                   |        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 05.368.0043 |  | Ø 7mm  |
| 05.368.0044 |  | Ø 9 mm |
| 05.368.0003 |  | Ø 12mm |

#### ガラスビーズ

|             |                                                                                     |                                    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 22.222.0001 |    | Ø 0.10 – 0.25 mm, 500 g (約 320 mL) |
| 22.222.0002 |    | Ø 0.25 – 0.50 mm, 500 g (約 320 mL) |
| 22.222.0003 |    | Ø 0.50 – 0.75 mm, 500 g (約 320 mL) |
| 22.222.0004 |   | Ø 0.75 – 1.00 mm, 500 g (約 320 mL) |
| 22.222.0005 |  | Ø 1.00 – 1.50 mm, 500 g (約 320 mL) |