

自転・公転ナノ粉碎機

粉碎ナノ太郎

THINKY

アッ

たった2分で
100ナノ粉碎!?



自転・公転ナノ粉碎機

粉碎ナノ太郎

多くのニーズに応えるために

自転・公転ナノ粉碎機 NP-100

粉碎ナノ太郎

低温下でナノ粉碎処理。
超微量 (100mg) の材料粉碎を
最短2分で完了。

自転・公転方式を応用して開発された高機能な粉碎専用機。
乾式粉碎では3ミクロン以下の粉碎が原理上難しいとされているのに対し、湿式粉碎ではナノ粉碎が可能です。
独自のノウハウの積み重ねで、最短2分という短時間粉碎を可能にしました。お客様のかゆいところが手が届く工夫が詰まったNP-100。是非、そのすごさをお確かめください。



NP-100 Nano Pulverizer

弛まぬチャレンジの末に

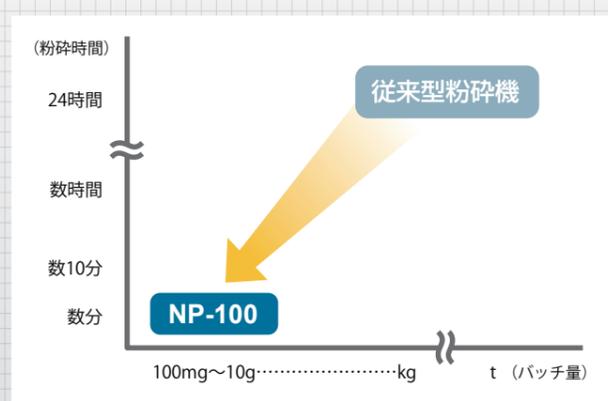
私たちが粉碎分野において、革新的且つ多くの皆様にお喜びいただけると自信を持って送り出した製品がNP-100です。自転・公転ミキサー「あわとり練太郎」シリーズを通して様々な分野の方々と接点をいただく中で、ある研究者からナノ材料分野での可能性の示唆をいただき研究がスタートしました。全く新しい視点、分野での開発のため、常に苦難の連続でしたが、多くの研究者の方々にご協力いただき、弛まぬチャレンジの末、比類なき革新の粉碎技術を生み出しました。

比類なき革新の粉碎技術

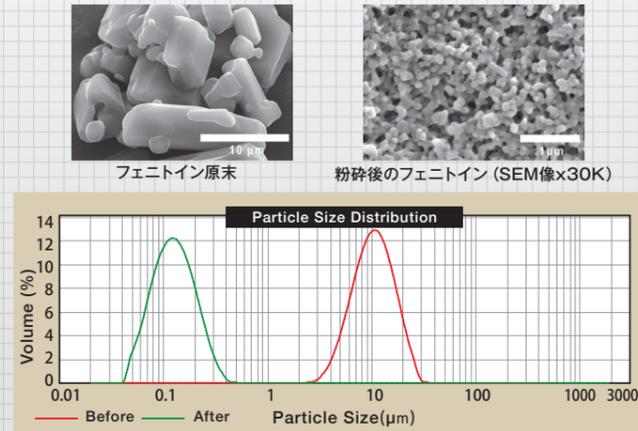
自転・公転ナノ粉碎機NP-100は、粉碎メディアの衝突エネルギーを最大化するよう自転・公転比率を最適化したナノ粉碎機です。NP-100では、自転・公転時に発生する強力な遠心力により、容器内に入れた粉碎メディアに加速度を加え、材料の粉碎を行います。
粉碎効率を大幅に向上させることで、今まで不可能とされていた微量粉碎 (最少100mg)、微小粉碎 (100nmレベル)、短時間粉碎 (最短2分) を実現しました。更に冷却機構搭載により、チャンバー雰囲気をも -20°C まで冷却することでコンタミを抑え、低融点の化合物も結晶構造を保持したままのナノ粉碎が可能です。
簡単操作、バッチ式で清掃の手間もなく、粉碎後のメディアの回収もメッシュフィルター採用により簡便、と使い勝手も折り紙つきです。粉碎対象は無機・有機を選ばず、必要最低量の試料を都度粉碎可能で、高コストの先端材料の研究等に不可欠なツールとして高い評価と実績を得ています。そして、医療分野はもとより一般工業分野に広くご採用いただいております。

NP-100の特長

ナノレベルの粉碎	ミリグラムオーダーでの微量粉碎	粉碎時間の大幅短縮
簡易的な材料の回収プロセス	冷却機を標準装備	低ランニングコスト



粉碎例



アクセサリ

● 粉碎容器セット
80mlジルコニア容器&アダプター
耐摩耗性に優れたジルコニア製の専用容器とアダプターです。粉碎時に生じるメディア・容器からのコンタミを極力抑制します。

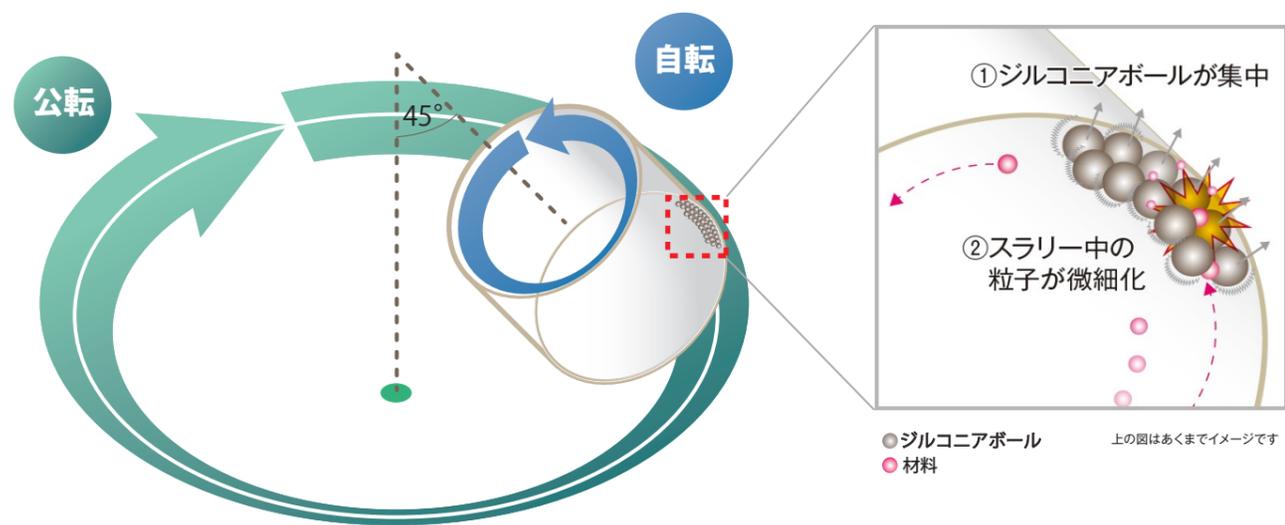
● メディア分離セット
ナイロン製の200メッシュ (目開き0.08mm) を使用し、微小ジルコニアボール (0.1mm) を分離します。

シンキーの自転・公転粉碎原理

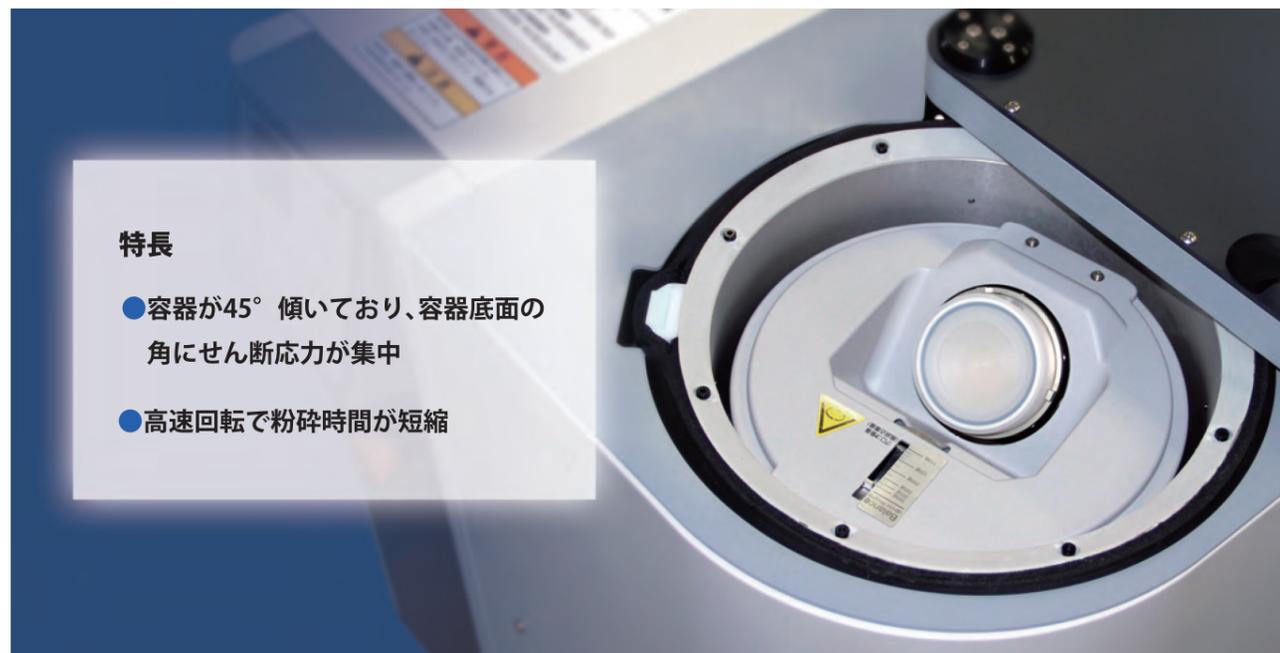
■ 独創的な自転・公転方式

NP-100は、自社開発した攪拌・脱泡機「あわとり練太郎」の原理「自転・公転方式」を応用した今までにない革新的な粉碎機です。

自転・公転方式とは、容器が静止軸を中心とし、ある半径をもって時計方向に公転しながら、その軌道上で容器自体が反時計方向に自転する機構のことをいいます。その容器の中に耐摩耗性に優れたジルコニア製の粉碎メディアを入れ、高速で自転・公転をすることにより、メディアに遠心力が与えられます。遠心力を持った粉碎メディアが材料に衝突し、その衝突エネルギーにより材料が微細化されていきます。



●ジルコニアボール
●材料
上の図はあくまでイメージです



特長

- 容器が45°傾いており、容器底面の角にせん断応力が集中
- 高速回転で粉碎時間が短縮

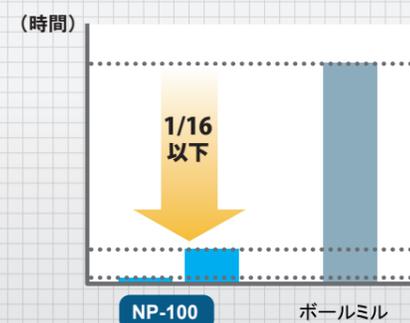
導入のメリット 〈類を見ない優位性〉

■ 短時間粉碎

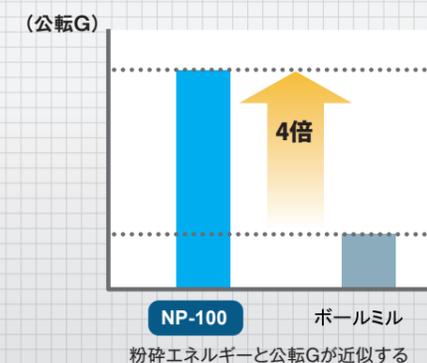
● NP-100の優位性

	NP-100 自転・公転方式	他社製遊星ボールミル 垂直パッチ式
公転回転数	Max.2,000rpm	Max.1,100rpm
粉碎時間	2分(有機化合物)~15分(無機物)	240分

● 粉碎時間



● 粉碎エネルギー



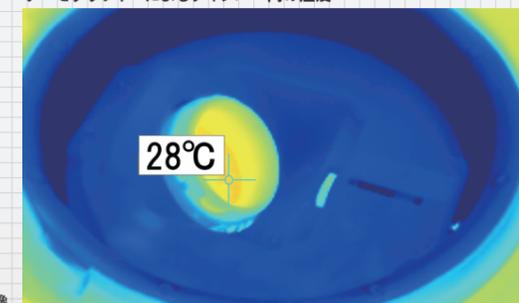
■ 冷却による粉碎時の発熱抑制

冷却あり

冷却されたチャンバー内で
粉碎でき、粉碎時の材料発熱を
大幅に抑制する。

- 材料物性への影響が少ない
- 作業者の安全を確保
- 容器の摩耗を抑制することができる
- すぐに次の作業に取り掛かれる
- 機械のクールダウン不要

サーモグラフィーによるチャンバー内の温度



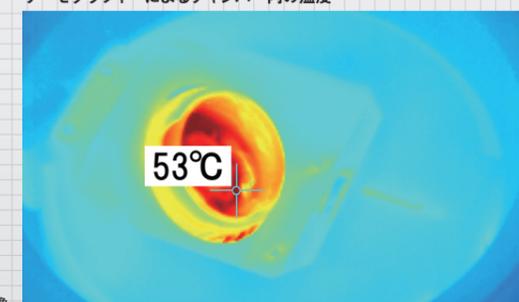
FLIR E50画像

冷却なし

粉碎時の材料発熱を抑制できず、
材料温度が上昇する。(装置にも蓄熱)

- 材料の物性に悪影響
- コンタミ量が増加
- 機械が熱を持ち、再現性が低下
- 連続運転ができなくなる
- 機械の放熱インターバルが必要
- プロセス全体の時間が長くなる

サーモグラフィーによるチャンバー内の温度



FLIR E50画像

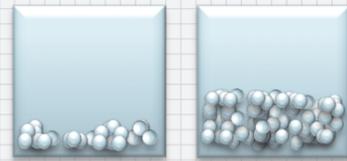
導入のメリット 〈類を見ない優位性〉

■ コンタミの抑制

		NP-100 自転・公転方式	遊星ボールミル 垂直バッチ式
ジルコニア成分 コンタミ濃度 (ppm)		≤0.1	≥100
コンタミの 要因	メディア投入量	≤10%	約33%
	材料温度の上昇	抑制機構あり	抑制機構なし
	粉砕時間	≤2分※	≥240分※

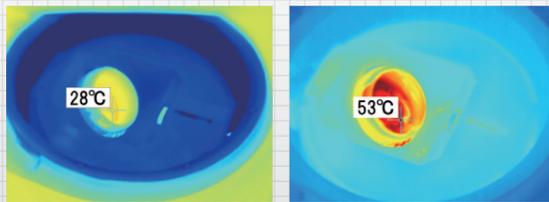
※数値は当社実験によります。また、材料によっても変動します。

●メディア投入量 (容積比)



NP-100 10%以下 ボールミル 約33%

●冷却による材料温度の上昇抑制



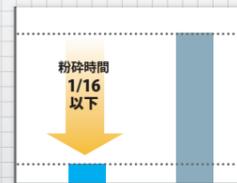
-20°C環境 (チラーON) 常温環境 (チラーOFF)

●コンタミ発生量



NP-100 ボールミル

●粉砕時間の短縮



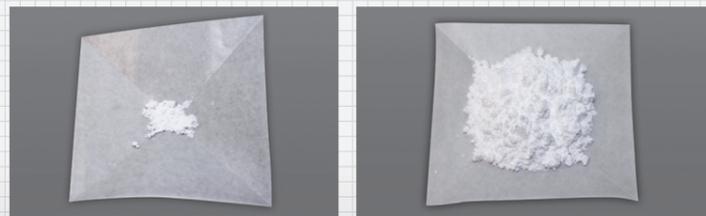
NP-100 ボールミル

■ 微量粉砕

●研究開発のニーズ

- ・多種多様な材料物性の評価を短時間で実施したい。
- ・材料は希少かつ高価であることが多く、ごく微量で評価したい。

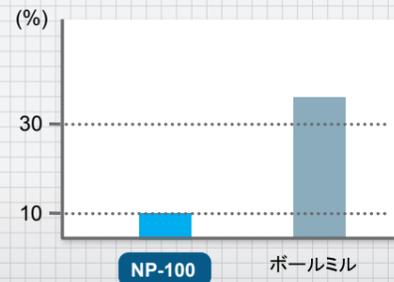
●1回の粉砕に必要な最小材料のイメージ



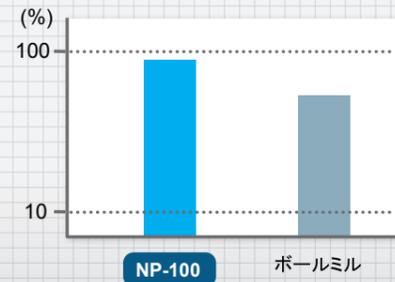
NP-100 最小の材料投入量: 100mg ボールミル 最小の材料投入量: 数十グラム

■ 低ランニングコスト

●ジルコニアボールの使用量



●ジルコニアボールを洗浄後の回収率

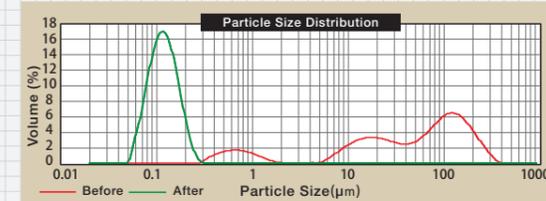


粉砕・解砕事例

■ リチウムイオン電池材料

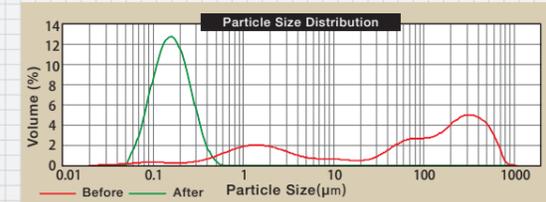
●正極材/粉砕: 炭酸リチウム (Lithium Carbonate)

化合物量	1g		
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm) 20g		
条件	1700rpm 20分 ※別途、冷却時間が必要です。		
■ 粒度分布 (μm)			
	D10	D50	D90
粉砕前	1.031	59.842	186.178
粉砕後	0.075	0.117	0.181



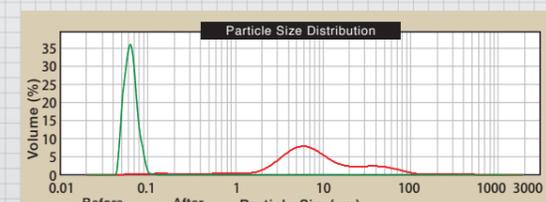
●正極材/粉砕: ニッケル酸リチウム (Lithium Nickelate)

化合物量	1g		
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm) 20g		
条件	1700rpm 20分 ※別途、冷却時間が必要です。		
■ 粒度分布 (μm)			
	D10	D50	D90
粉砕前	0.906	98.271	461.035
粉砕後	0.089	0.160	0.288



●負極材/カーボン系材料 解砕: カーボンブラック (Carbon Black)

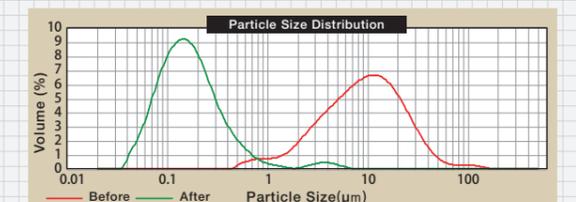
化合物量	1g		
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm) 20g		
条件	1300rpm 10分		
■ 粒度分布 (μm)			
	D10	D50	D90
解砕前	2.794	7.363	42.575
解砕後	0.052	0.064	0.080



■ 無機材料

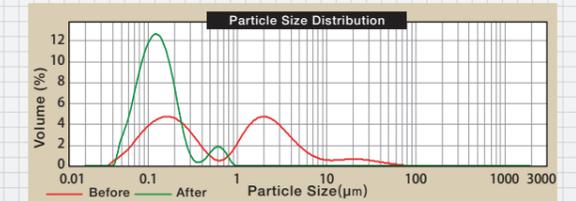
●粉砕: ガラス (Glass)

化合物量	1g		
粉砕メディア	粗粉砕...ジルコニアボール (φ0.5mm) 6g 微粉砕...ジルコニアボール (φ0.1mm) 15g		
条件	粗粉砕...2000rpm 4分 微粉砕...2000rpm 4分 ※別途、冷却時間が必要です。		
■ 粒度分布 (μm)			
	D10	D50	D90
粉砕前	2.468	9.260	26.784
粉砕後	0.072	0.156	0.414



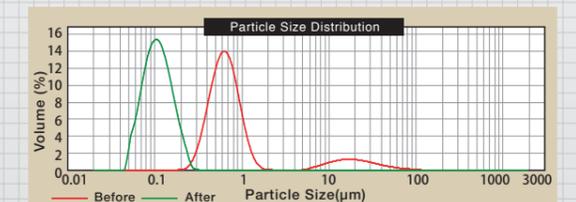
●粉砕: 無機顔料 (Inorganic Pigments)

化合物量	1g		
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm) 20g		
条件	1700rpm 10分		
■ 粒度分布 (μm)			
	D10	D50	D90
粉砕前	0.095	0.821	4.919
粉砕後	0.069	0.125	0.239



●解砕: 酸化チタン (Titanium Oxide)

化合物量	1g		
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm) 20g		
条件	1200rpm 2分		
■ 粒度分布 (μm)			
	D10	D50	D90
解砕前	0.406	0.681	11.706
解砕後	0.067	0.108	0.178



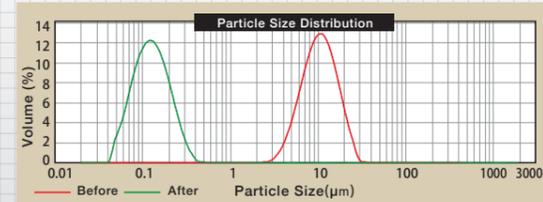
粉砕・解砕事例

医薬系材料

●フェニトイン (難水溶性化合物)

粉砕条件	2000rpm 2分
化合物名	フェニトイン
化合物量	100 mg
調製後懸濁液濃度	10 mg/ml
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm)

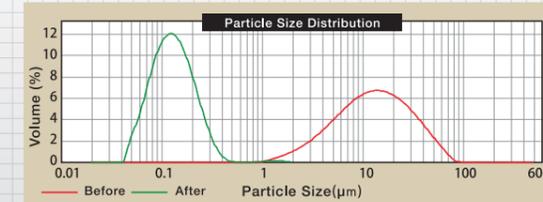
■ 粒度分布 (μm)	
	D10 D50 D90
粉砕前	5.774 10.58 18.639
粉砕後	0.069 0.125 0.231



●インドメタシン (難水溶性化合物)

粉砕条件	2000rpm 3分
化合物名	インドメタシン
化合物量	100 mg
調製後懸濁液濃度	10 mg/ml
粉砕メディア	ジルコニアボール (φ0.1mm)

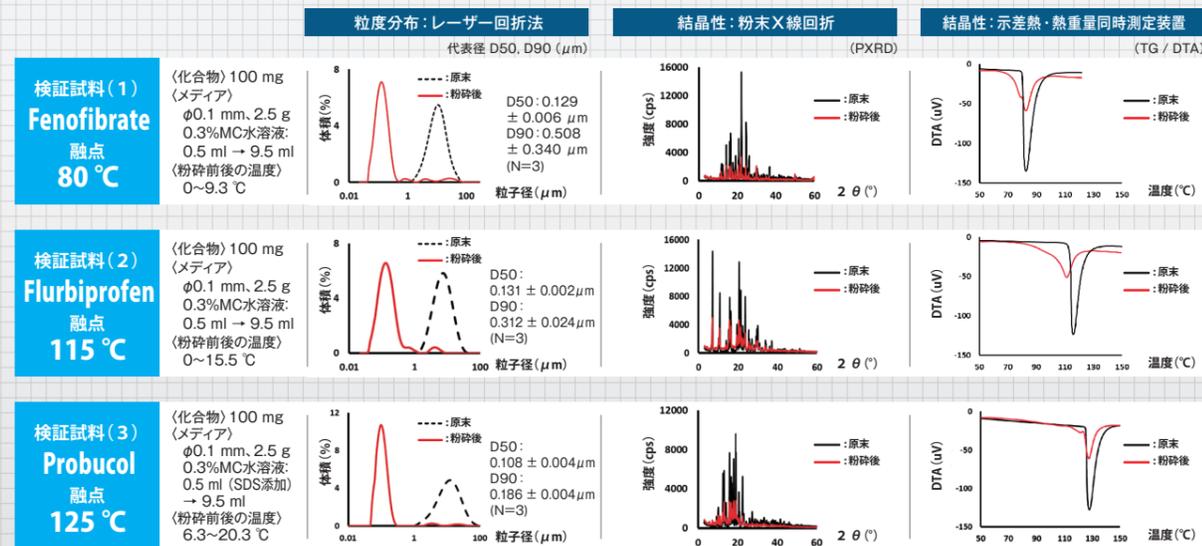
■ 粒度分布 (μm)	
	D10 D50 D90
粉砕前	3.89 12.894 37.092
粉砕後	0.069 0.126 0.237



低融点化合物のナノ粒子化

低融点化合物のナノ粉砕には、過剰な粉砕エネルギーと粉砕時の発熱をともに抑制することがアモルファス低減の必須条件と考えられます。NP-100では、回転速度を下げて、-20℃の低温環境を実現する冷却機構によって、ジルコニア容器を効果的に冷却し、また化合物に最適な溶媒を選択することで、低融点化合物でもナノ粉砕が可能であることが実証されました。

■ 粉砕後の結晶性 評価方法



参考文献: Nano-pulverization of poorly water soluble compounds with low melting points by a rotation/revolution pulverizer K.Yuminoki, M.Takeda, K.Kitamura, S.Numata, K.Kimura, T.Takatsuka, N.Hashimoto Journal of pharmaceutical sciences 103:3772-3781,2014

操作方法

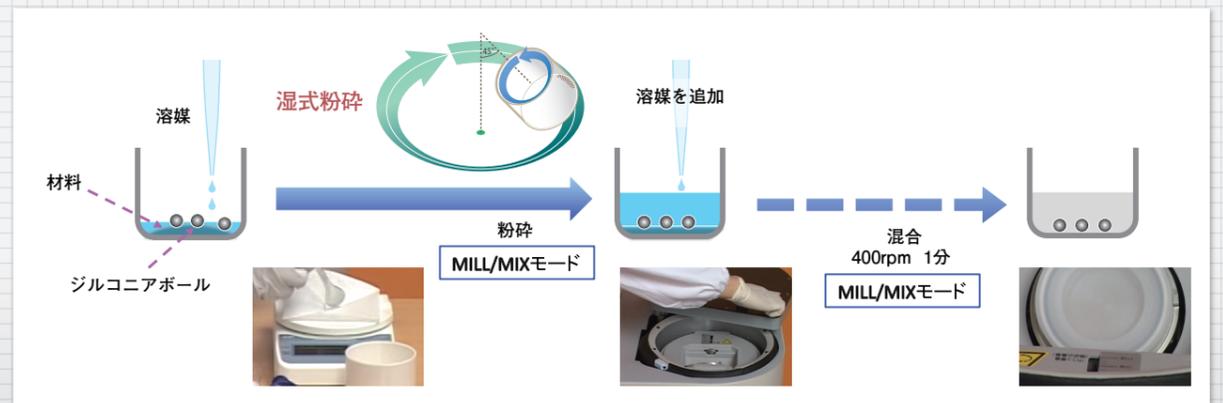
■ 粉砕前の予備冷却

■ チャンバー内の冷却時間

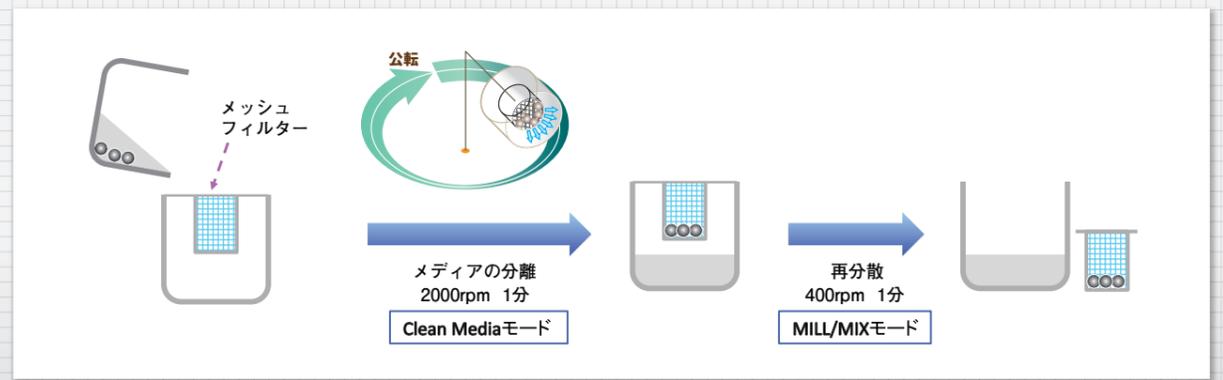
■ -20℃冷却時間の目安

- 表示温度≒30分 (チャンバー内の雰囲気温度)
- カップホルダー≒60分

■ 基本操作 (粉砕)



■ 基本操作 (メディアの分離)



ユーザーの声・コラム

■ ユーザーの声

次世代電池の研究に不可欠なナノ粉碎機NP-100



大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻
複合メカニクス部門 エネルギー反応輸送学領域
教授 博士 (工学)

津島 将司 様

研究の概要

現在の主な研究対象は「フロー電池」(レドックスフロー電池)や、「固体高分子形燃料電池」などです。「フロー電池」は、大型化が容易で、大規模電力貯蔵用のデバイスとして期待され

ています。大規模化と同時に重要なのが電池デバイスの高性能化ですが、私が取り組んでいるのは、多孔質炭素電極に電解液を効率的に供給し、電極と電解液で形成される相界面を極限まで利用することにより、「フロー電池」の性能を飛躍的に向上させる研究です。

NP-100導入のきっかけと活用領域

元々、「固体高分子形燃料電池」の電極材のスラリー調整用に「あわとり練太郎」を使っていました。それ以前は乳鉢で手攪拌をしていましたが、ある方から「あわとり練太郎」がデ・ファクト・スタンダードだと紹介され導入したところ、作業による仕上がりのばらつきが解消し、実験効率が格段にアップしました。その後、JST戦略的創造研究推進事業さきがけ「エネルギー高効率利用と相界面」プロジェクトの一員として「フロー電池」の研究に着手し、電極材料で

あるカーボンの粉碎/解砕用途でNP-100を導入しました。前述した多孔質炭素電極は従来型の物は厚く、イオンの移動距離が長くなるため性能が伸びないという問題がありました。しかし、薄くするとイオンの反応面積が小さくなってしまいます。そこで、薄い電極の表面に緻密なカーボンの層を作り、表面積を増やすことで十分な反応面積を確保でき、薄さと性能の両立が可能になります。そのカーボン粒子を解砕するためにNP-100を使います。カーボンを電極に載せる際には、カーボンと溶媒をインク状にし、インクジェットプリンターで塗布しますが、ノズルの径が小さいのでカーボンの粒子径を微細に保つ必要があり、NP-100が活躍します。加えて、超微量処理が可能、冷却機能がある、再現性に優れている、といった点もニーズに合っていました。今後もこの装置を大いに活用し、将来のエネルギーデバイスのための研究開発に貢献したいと思っています。

■ コラム

NP-100共同開発者からの開発秘話



摂南大学 薬学部 薬学科
教授 博士 (薬学)

橋本 直文 様

NP-100開発に至る経緯

十数年前、当時在籍していたファイザー株式会社の中央研究所で、安全性試験用の懸濁液調整に「あわとり練太郎」を使い始めました。安全性試験というのは懸濁液にした薬物を動物に投与して副作用や毒性を調べる試験で、懸濁液が不均一だと投与する薬物量が一定

にならず、データがばらつく原因となるため、均一な懸濁液を作ることが最も重要になります。従来のスターラー攪拌と比べ、練太郎では簡便、且つ短時間で均一な懸濁液の調整ができました。そして、社内で提案した結果、練太郎が各国の研究所の安全性試験に採用されました。一方、部下が薬物の懸濁液を攪拌して粒子を細かくする実験を行っていたので、練太郎にビーズを入れると薬物がより細かく、早く粉碎されると考えて試したところ、数百マイクロの薬物が数マイクロまで粉碎されました。丸一日かかっていた粉碎時間も数分に短縮できました。その後、中央研究所が閉鎖になったため、大学に移って研究を継続すると共に、シンキーと共同でナノ粉碎機の開発を進めました。

薬をナノ粒子化することによる主なメリット

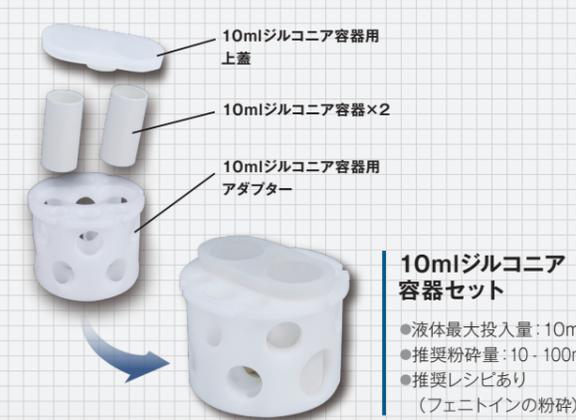
薬物をナノ粒子化することにより粉末の総表面積が格段に大きくなるため、溶解速度が上が

り、経口投与後の消化管からの吸収性が良くなります。当時、研究者を悩ませていた薬理活性は高いが水に溶けにくい薬物に対してナノ粒子化は非常に有効な手段だと考えました。また、経口投与による吸収性の改善に加え、200ナノ以下に粉碎することにより、点眼、経皮投与、静脈内投与、筋肉内投与など、様々な投与経路に適用できることもわかりました。投与量が多いと、吸収性のばらつき、あるいは副作用などの悪影響が出ることもありますが、ナノ粒子化することにより、過剰な薬を投与する必要がなくなり、少ない投与量で従来の投与量と同じ薬効を得ることができるとなりました。ナノ粒子化製剤は、より安全性の高い医薬品の開発に繋がります。今後飛躍的に増えていくと思います。今ではこの装置が様々な分野で利用されていると知り、非常に嬉しく思っています。

最新オプションツール・サポート体制

■ 最新オプションツール

最小10mlの材料が粉碎できるジルコニア容器



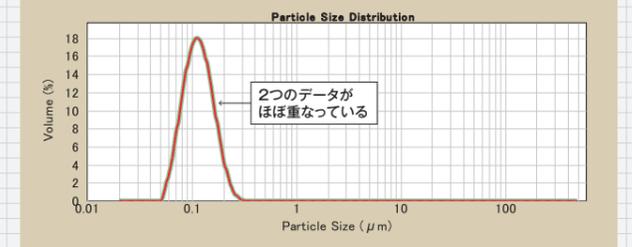
10mlジルコニア容器セット

- 液体最大投入量: 10ml
- 推奨粉砕量: 10 - 100mg
- 推奨レシピあり (フェニトインの粉砕)

標準容器 (80ml容器) との比較

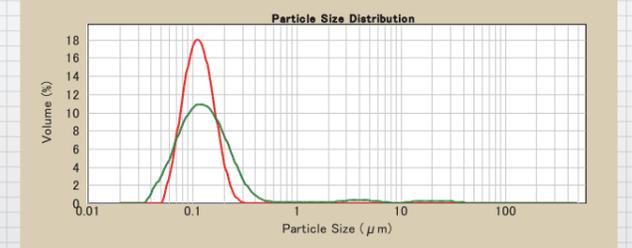
- ボールと材料の衝突回数が増し、粉砕効率が向上
- 100mg以下の粉砕で、粉砕後の粒度が揃う傾向がある
- 容器に付着する材料ロスが軽減
- 2つの試料の同時処理で、多品種の粉砕評価の作業効率を向上
- 粉砕時の発熱がほとんどない

●10mlジルコニア容器で2つの試料を同時処理した場合



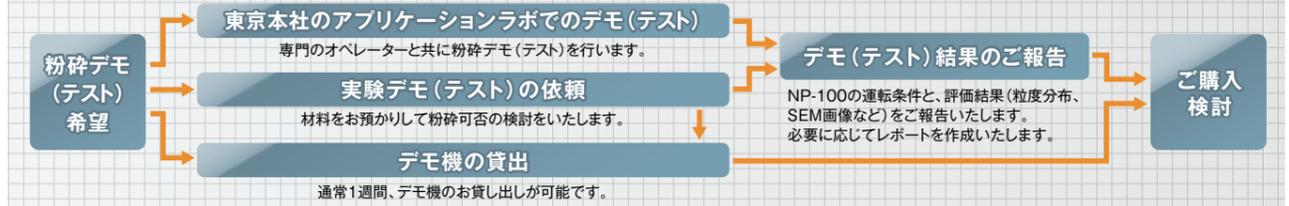
※2つのデータがほぼ重なり、同時処理した2検体の粒度がばらつきなく揃っている。

●100mg以下の粉砕における10mlジルコニア容器 (赤) と80ml標準容器 (緑) の粉砕粒度比較



※標準容器に比べて、10mlジルコニア容器の方が粉砕粒度が揃う傾向がある。これは10ml容器の口径が小さいことが、ボールと材料の衝突回数を増して、粉砕効率の向上に寄与していると考えられる。

■ 粉砕デモ (テスト) の流れ



■ サポート体制

2つの安心サポート体制

| アフターサービス対応

製品が故障してしまった場合でも、ご購入後1年間の無償修理保証 (無償の範囲詳細は各取扱説明書をご参照下さい)。訪問修理対応や代替機手配が可能ですので、お気軽にお問い合わせください。

メンテナンスサービスのご用命は

- 東京サービス課… 03-5207-2718
- 大阪サービス課… 06-6966-5522

| アプリケーション対応

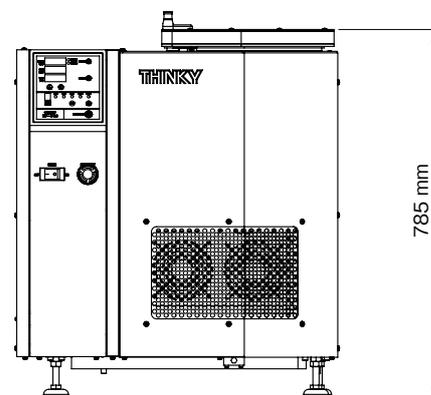
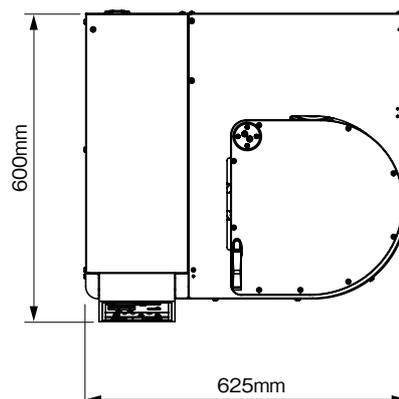
シンキーにはアプリケーションの専門スタッフがおり、お客様の条件出しのサポートを行っています。また、粉砕デモの際、事前評価を実施することにより、スムーズなデモ運営が可能となっています。まずは裏面の連絡先へご一報ください。

今後もシンキーは、万全のサポート体制でお客様を支えます。

製品仕様

品名	自転・公転ナノ粉碎機 粉砕ナノ太郎	
型式	NP-100 (Nano Pulverizer - 100)	
方式	自転公転プロペラレス粉碎方式	
運転時間設定範囲	00分00秒~30分00秒 (レシピ合計運転時間最大30分、1秒単位で設定可) ※MILL/MIXモードの場合、特定の回転数の範囲で最大粉砕時間の制限あり。	
公転速度 (MILL/MIXモード)	最大2000 rpm (0 rpmおよび400~2000 rpmの範囲で表示。 10rpm単位で設定可。)	
公転速度 (CLEAN MEDIAモード)	最大2000 rpm (0 rpmおよび400~2000 rpmの範囲で表示。 10rpm単位で設定可。)	
チャンバ内温度設定範囲	-20℃~+20℃	
推奨容器	ジルコニア製 粉碎容器セット ステンレス製 メディア分離セット	
粉碎用メディア	ジルコニアボール (最大メディア添加量35g、最大直径5mm)	
材料量	100 mg~10 g(オプションツール:最小10mg)	
最大スラリー量	50 ml	
最大グロス重量	350 g	
供給電源	電圧	単相 AC100V±10%、50/60 Hz
	消費電力	待機時: 55/53VA [50/60Hz] 待機運転時: 540/400VA [50/60Hz] 動作時: 最大 1400 VA
使用周囲環境	10~30℃、35~85% RH(結露なきこと)	
本体外形寸法	785 mm (H)×625 mm (W)×600 mm (D)	
本体質量	約96 kg	

※製品の仕様は予告なく変更する場合がございます。あらかじめご了承ください。



デモ・評価試験のご用命は

TEL.03-5207-2713 (東京)
TEL.06-6966-5522 (大阪)
TEL.052-526-7775 (名古屋)
TEL.092-292-3070 (福岡)

または下記販売代理店までお気軽にお問い合わせ下さい。

製品案内、展示会出展情報など最新情報は

<https://www.thinkymixer.com/ja-jp/>

お客様相談室 お気軽にご連絡ください

無料相談フリーダイヤル

0120-660-318

平日 9:30~12:00 / 13:00~17:00 (土日・祝日休み)

株式会社 シンキー

本社 東京都千代田区外神田2-16-2 〒101-0021 TEL.03-5207-2666 FAX.03-5289-7955
東京営業課 東京都千代田区外神田2-16-2 〒101-0021 TEL.03-5207-2713 FAX.03-5289-3281
大阪営業所 大阪府大阪市中央区北新町3-4 〒540-0023 TEL.06-6966-5522 FAX.06-6966-5523
名古屋営業所 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 〒450-0003 TEL.052-526-7775 FAX.052-526-7776
福岡営業所 福岡県福岡市博多区古門戸町5-18 〒812-0029 TEL.092-292-3070 FAX.092-292-3080
THINKY USA, Inc. 23151 Verdugo Drive, Suite 112, Laguna Hills, CA92653, USA
日新貿易(深圳)有限公司 深圳市南山区深南大道前海路海岸卡夫诺大厦东座

販売代理店