

# 乾式粉碎機

Dry grinding mills



 日本コークス工業  
化工機事業部

 NIPPON COKE &  
ENGINEERING CO., LTD.  
Chemical Machinery Department



乾式粉碎

# 日本コークス工業の乾式粉碎技術

Nippon Coke & Engineering's Dry Grinding Technology

乾式粉碎では一般的に数  $\mu\text{m}$  までしか粉碎できませんが、  
材料によっては、適切な粉碎をすることで  $1\mu\text{m}$  以下にすることも可能です。  
当社では方式の異なった数種類の乾式粉碎機を利用し、  
お客様のご要望にあった製品をご提案させていただきます。

Generally with dry grinding, materials can only be grinded to several microns, but some materials can be grinded to sub-micron grain sizes by appropriate grinding methods. At Nippon Coke & Engineering, we propose products that match customer needs from a lineup of dry grinding mills that provide a number of different types of grinding processes.

## 日本コークス工業の乾式粉碎機の歴史

History of Nippon Coke & Engineering's dry grinding mills

### 1978年 アトライタ(乾式)

Attritor (dry)



メカノケミカル・  
メカニカルアロイングで活躍  
Employed in mechano-chemical and  
mechanical alloying processes

### 1982年 ダイナミックミル

Dynamic Mill



乾式の媒体攪拌ミルで  
連続粉碎に成功  
Achieved continuous grinding with  
an agitated-media dry grinding mill

### 2000年 ファインミル

Fine Mill



分級機を内蔵し  
1 $\mu\text{m}$ の壁に挑戦  
Addressed the 1 $\mu\text{m}$   
challenge by  
incorporating a classifier



### 2008年 ストリームミル

Stream Mill

旋回気流を利用して  
材料同士で粉碎  
Uses an airstream to grind  
materials together

### 2012年 アルケミ

Alchemy



メカニカルアロイングに  
特化した粉碎機  
A grinding mill specializing  
in mechanical alloying



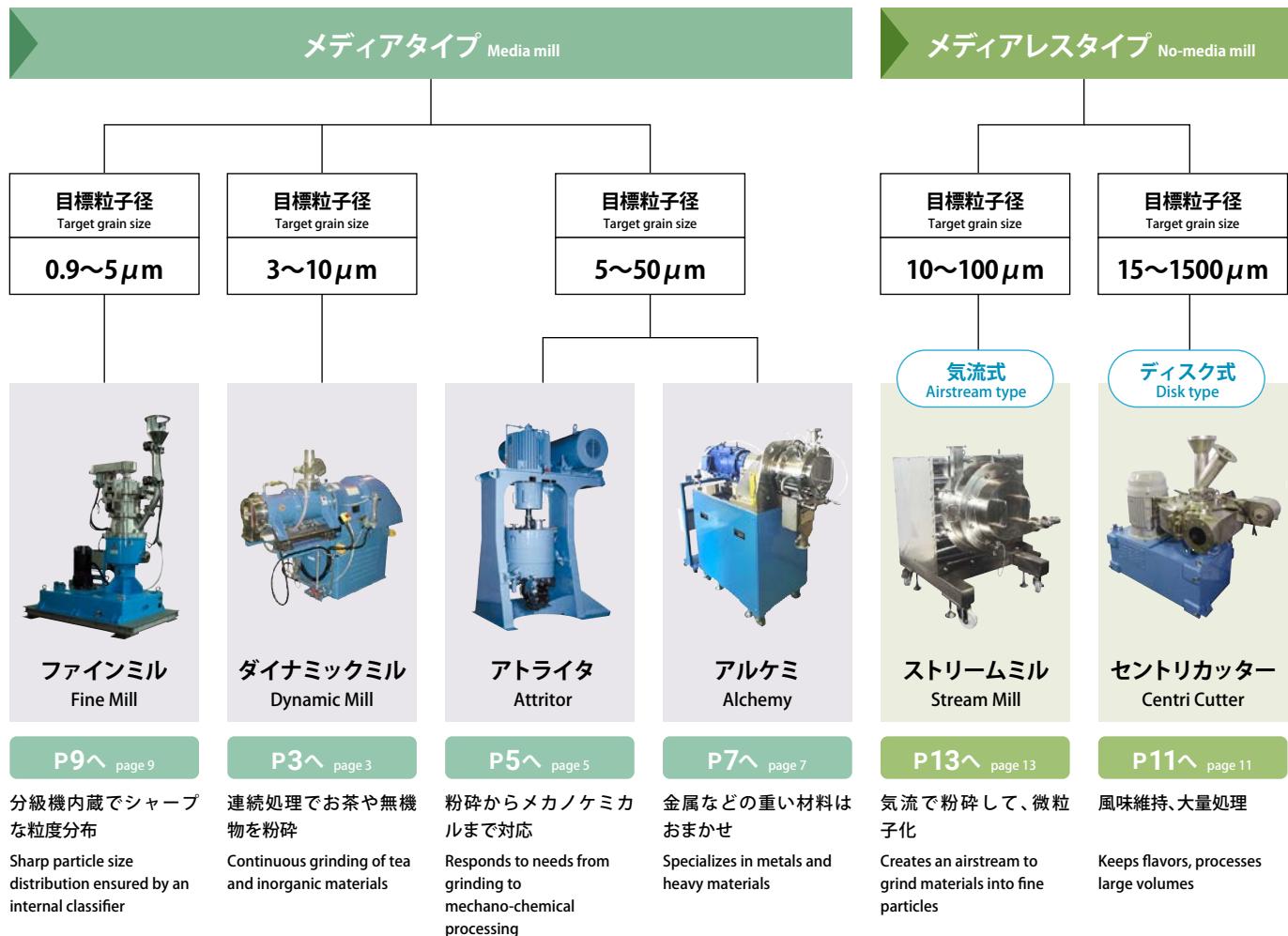
### 2014年 セントリカッター

Centri Cutter

W冷却機構で  
熱の影響を削減  
Eliminates thermal effects with a  
double cooling mechanism

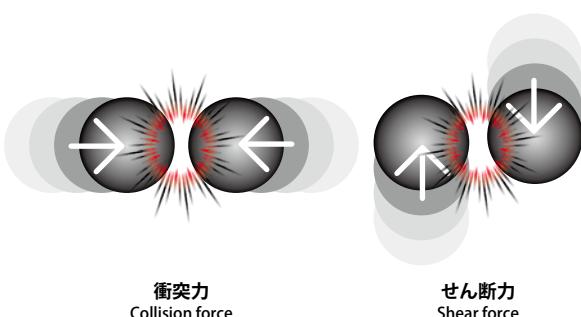
# 日本コークス工業の乾式粉碎機

Nippon Coke & Engineering's Dry Grinding Mills



## 粉碎原理 Grinding mechanism

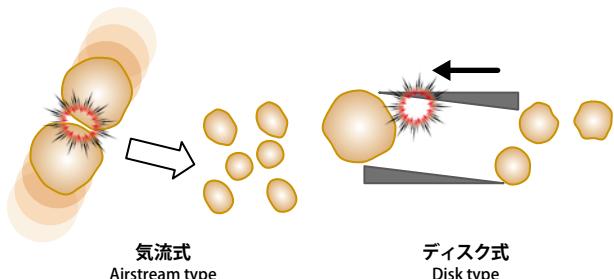
### メディアタイプ Media mill



粉碎室の粉碎アームを回転させることで、材料とメディアが混合されます。このときメディアが材料に衝突力やせん断力を与え粉碎が行われます。また、発生するエネルギーが高いため、粉碎だけでなくメカノケミカルやメカニカルアロイングも行うことができます。

The materials and media are mixed together by rotating a grinding arm inside the grinding chamber, and the collision and shear forces that occur between them in effect grind the materials. A high level of energy is generated, so mechano-chemical and mechanical alloying processing can also be performed in addition to grinding.

### メディアレスタイプ No-media mill



気流式は粉碎室の内部の羽根を高速回転することによって、材料にエネルギーを与え、材料同士で粉碎する方法です。数 μmまで粉碎できるものもあります。

ディスク式は刃が形成されたディスクを高速回転させることによって、材料を粉碎します。数十 μm~数百 μmで粉碎でき、大量粉碎にも適しています。

Airstream-type mills cause materials to mutually grind each other by rotating the blades in the grinding chamber at high speed and applying the generated energy to the materials. Some models can grind materials down to several microns.

Disk-type mills grind materials by rotating a disk composed of blades at high speed. They can grind materials down to several tens to hundreds of microns, and are suited to grinding large volumes of materials.

# ダイナミックミル

## DYNAMIC MILL

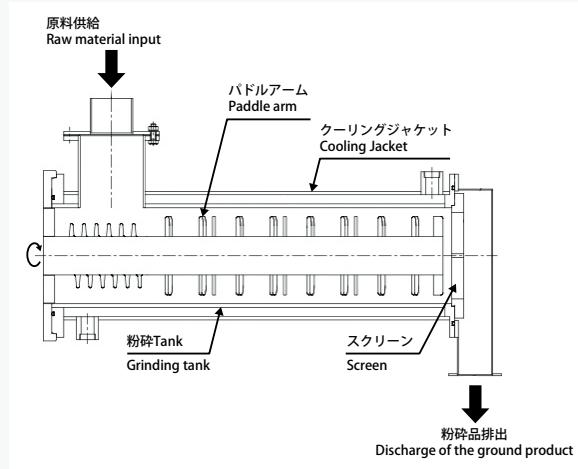
3-10mmの粉碎ボールを攪拌することで、  
その衝突や剪断作用により粉碎を行う乾式粉碎機です。

The Dynamic Mill is a dry grinding mill that uses 3-10mm grinding balls to create collision and shearing actions to grind materials.



### 特長 Features

- ・省スペース、省力、省エネルギー
- ・シャープな粒度分布
- ・粒度分布コントロールが可能
- ・メカノケミカル効果が期待できる
- ・セラミック化による耐摩耗対策、コンタミ低減対策が可能
- ・メンテナンスが容易な構造
- ・湿式粉碎機と組み合わせることで効率アップ
- ・Space saving, labor saving and energy saving
- ・Sharp particle size distribution
- ・Particle size distribution can be controlled.
- ・Mechanochemical effects can be obtained.
- ・A ceramic specification is available for wear resistance and mitigation of contamination.
- ・Designed for easy maintenance.
- ・Efficiency can be increased in combination with a wet grinding mill.



### 用途 Applications

- ・高純度アルミナ、窒化珪素、電融アルミナ、チタン酸バリウム、PZT、SiC、ハードフェライト、酸化鉄、カーボン、窒化硼素、鉱石、金属粉、ソフトフェライト、お茶、封止材、活性炭、ガラスなど
- ・High-purity alumina, silicon nitride, electro-fused alumina, barium titanate, PZT, SiC, hard ferrite, iron oxide, carbons, boron nitride, ores, metal powders, soft ferrite, tea, sealing materials, activated carbons, glass, etc.

### 主要仕様 Specifications

型式	MODEL	MYD5	MYD10	MYD25	MYD50	MYD100	MYD250	MYD300	MYD500
粉碎タンク全容量(L)	Grinding Tank Capacity (L)	5.2	10.7	25.8	48.5	98	275	380.5	498
標準ボール量(L)	Standard ball volume (L)	2.78	6.08	15	29	56	153	215	280
処理量(L/h)	Throughput (L/h)	4	8	20	38	75	205	290	375
モータ出力(kW)	Motor Output (kW)	5.5	11	22	30	55	75	110	110-220
回転速度(min <sup>-1</sup> )	Revolution (min <sup>-1</sup> )	1,000	650	500	390	290	185	160	150
高さH(mm)	Height H(mm)	1,040	1,280	1,650	1,350	1,220	1,770	1,970	1,730
幅W(mm)	Width W(mm)	700	630	850	1,780	1,820	2,280	2,750	2,900
長さL(mm)	Length L(mm)	1,220	1,610	1,890	2,550	3,340	4,180	4,950	5,460
質量(kg)	Weight (kg)	350	700	1,700	2,500	3,400	6,500	9,500	13,000

## ボールミルの10倍の粉碎能力 Ten times the grinding capacity of a ball mill

ダイナミックミルは複数の異なるアームを適切に配置することで、ボールの偏りや材料の詰まりを防止し、最適なボールの動きを実現しています。材料は原料投入口よりフィーダーで定量的に送り込まれ、ボールの層を通過していきます。そのときに発生するボールの衝突とせん断によって、材料は細かく粉碎されて吐出口より排出されます。ダイナミックミルは、同じ大きさのボールミルと比べ10~20倍の粉碎能力を有し、設置スペースを大幅に削減することができます。

The Dynamic Mill is characterized by a multiple number of different arms that are strategically placed to prevent ball inclination and material clogging and realize optimum ball movement. Materials are quantitatively fed into the mill from the raw material inlet via a feeder. When they pass through the ball layer, the collision and shearing action of the balls grind the materials into fine particles and discharge them from the discharge outlet. Compared to a same-size ball mill, the Dynamic Mill has ten to twenty times greater grinding capacity, and also significantly saves installation space.



## ツインタンク Twin tanks

通常は1種類のボールで粉碎しますが、粗粉碎と微粉碎を同時に行うため、ツインタンク仕様も用意しています。粉碎室を2つに区切り、2種類の大きさのボールを利用することができるです。

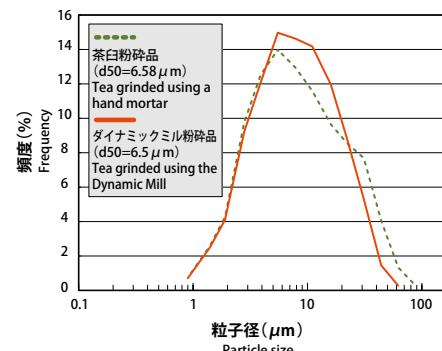
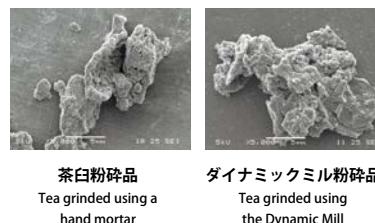
Normally, only one type of ball is used for grinding, but a grinding mill with a twin tank specification is available to perform coarse and fine grinding simultaneously. By dividing the grinding chamber into two compartments, two different sizes of balls can be used.



## 抹茶の粉碎 Grinding powdered green tea

人の舌が「ざらつき」を感じる粒子径の最小単位は約20μmといわれており、品質の良い抹茶の粒子径が8μm程度と言われています。ダイナミックミルは、ボールと処理物を混合、攪拌することでボール間の衝突、せん断、圧縮、摩擦などの力の複合作用により粉碎が行われます。適正な条件で粉碎することにより、茶臼の粉碎品に近い抹茶を効率よく生産できます。

The human tongue is said to sense a grainy texture when grain sizes are roughly 20 μm or more, and good quality powdered green tea is said to be around 8 μm. The Dynamic Mill grinds materials by using the combined action of such forces as collision, shearing, compression and friction that occur when mixing and agitating the materials together with grinding balls. Powdered green tea that is almost the same quality as products made with a hand mortar can be produced efficiently by grinding tea leaves under appropriate conditions.



## ■ 处理例 Example Processing

処理物	Material	原料粒径 Material Size (μm)	製品粒径 Product Size (μm)	処理量 Throughput (kg/h)	型式 MODEL
高純度アルミナ	High-purity alumina	1.7	0.35	18.5	MYD25
チタン酸バリウム	Barium titanate	1.5	0.8	21	MYD25
酸化鉄	Iron oxide	Max 4.21	1.07	20.5	MYD25
ハードフェライト	Hard ferrite	3-5	1	20	MYD25
窒化珪素	Silicon nitride	30	0.68	2	MYD10
SiC	Silicon carbide	Max. 100	D90 14.0	5	MYD25
珪砂	Silica sand	250	3	50	MYD25
カーボン	Carbon	0.2~1.7mm	3.38	12	MYD25
バデライト	Baddeleyite	50	1.33	15	MYD25
パーライト	Perlite	Max. 350	D90 18.13	15	MYD25
金属粉	Metal powder	Max. 700	0.74	29	MYD25
胡粉	Chalk	60	8.31	58	MYD25
茶葉	Tea leaves	5mm	7	10	MYD25

# 乾式アトライタ (Dシリーズ)

## DRY GRINDING ATTRITOR (D Series)

3-10mmの粉碎ボールを攪拌することで、  
その衝突や剪断作用により粉碎を行う乾式粉碎機です。

The Grinding Attritor is a dry grinding mill that uses 3-10mm grinding balls to create collision and shearing actions to grind materials.



### 特長 Features

- メカニカルアロイング、メカノケミカル処理が可能
- 乾燥工程省略によるコストダウン
- 冷却ジャケット構造による温度コントロールが可能
- 不活性ガス雰囲気での処理が可能
- メディアをはじめ粉碎部は処理物がコーティングされるのでコンタミが少ない
- ボールミル、遊星ボールミルなどと比較しスケールアップが容易
- Performs mechanical alloying and mechanochemical processing.
- The drying process is eliminated to reduce cost.
- The temperature can be controlled by cooling jackets.
- Processing is possible in an inert gas environment.
- Materials are coated to minimize contamination of the media and grinding unit.
- Scale-ups are easy compared to ball mills and planetary ball mills.



クローズドシステム  
Closed system

### 用途 Applications

- 電池原料、金属、セラミックス、顔料、電子部品材料、お茶、他
- Battery materials, metals, ceramics, pigments, electronic parts materials, tea, etc.

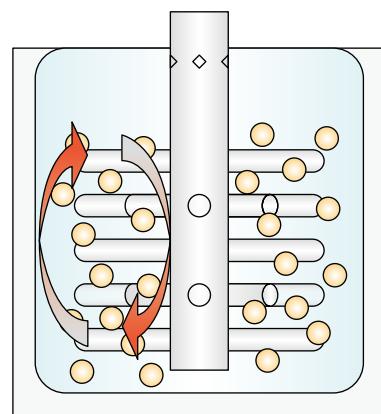
### 主要仕様 Specifications

型式	MODEL	MA01D	MA1D	MA5D	MA10D	MA30D	MA60D	MA100D
粉碎タンク全容量(L)	Grinding Tank Capacity(L)	0.8	5	24	50	150	260	490
標準ボール量(L)	Standard ball volume(L)	0.5	3.5	17	35	105	200	350
処理容量(L)	Processing Capacity(L)	0.14	1	5	10	30	76	103
モータ出力(kW)	Motor Output (kW)	0.4	3.7	7.5	11/5.5	37/11	75	90/22
回転速度(min <sup>-1</sup> )	Revolution (min <sup>-1</sup> )	400	300	250	200/110	150/37.5	150/77.5	100/25
高さH(mm)	Height H(mm)	748	1,200	1,530	2,020	2,080	2,880	1,674
幅W(mm)	Width W(mm)	320	655	852	1,437	1,657	2,230	2,545
長さL(mm)	Length L(mm)	636	970	1,418	950	1,050	1,400	3,725
質量(kg)	Weight (kg)	80	331	700	1,100	2,850	4,700	6,500

## 粉碎原理 Grinding mechanism

乾式アトライタは、円筒形の粉碎タンク内にメディア（ボール）と処理物を入れ、丸断面の棒状アームで攪拌し、粉碎・分散処理を行う非常に汎用性の高いメディア攪拌型粉碎機です。アームにより粉碎タンク内のメディアが衝突や回転を起こしながら運動し、メディア間に挾撃された処理物を効率よく粉碎します。粉碎の因子は、衝突、せん断、圧縮、摩擦の単独および複合作用です。特にせん断と摩擦の複合作用である摩擦力は、微粉を得るのに非常に効果的に作用するため、高い粉碎能力とエネルギー効率を持つとともに、シャープな粒度分布を得ることができます。

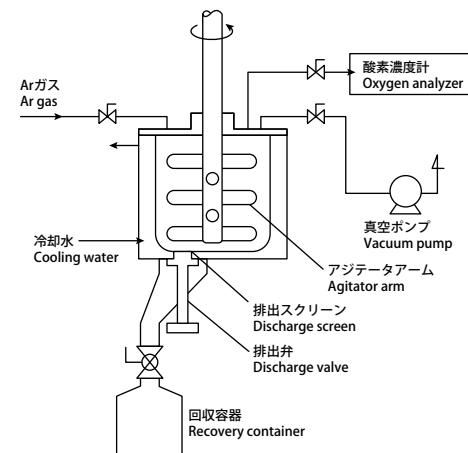
The Dry Grinding Attritor is a highly versatile agitated-media mill for grinding and dispersion processes. The material that is fed into the cylindrical grinding tank along with grinding balls is agitated using rod-shaped arms having a circular section. By causing the balls inside the grinding tank to collide and rotate, the arms efficiently grind the material that is caught between the balls. Collision, shearing, compression, and friction forces act independently and in combination to grind the material. The frictional force that is the compound effect of shearing and friction, in particular, is extremely effective in producing fine powders. The Dry Grinding Attritor thus delivers high grinding capacity, energy efficiency, and a sharp particle size distribution.



## クローズドシステム Inerting system

乾式アトライタは、クローズドシステムとすることもできます。右図はクローズドシステムの模式図です。真空ポンプによりタンク内の空気を排気してArガスと置換することで、酸素濃度を極力低くします。さらに運転中も少量のArガスを流し続け、処理物の酸化防止を図ります。また必要に応じて酸素濃度計を取り付け、濃度を監視しながら処理を進めます。運転中に発生する熱はタンクに設けたジャケットに冷却水を流し制御します。発火性や酸化性の高い処理物、メカニカルアロイングなどで採用されています。

The Dry Grinding Attritor can also be used as an inerting system. The figure at right is a schematic diagram of a closed system. By discharging the air inside the tank using a vacuum pump and replacing it with Ar gas, oxygen concentration is lowered to the greatest extent possible. Furthermore, a small amount of Ar gas is continuously supplied during operations to prevent oxidation of the material, and an oxygen analyzer is attached as necessary to perform the grinding process while monitoring oxygen concentration. The heat that is generated during the processing is controlled by supplying cooling water to the jacket attached to the tank. This inerting system is employed for highly flammable and oxidizing materials and for mechanical alloying.



## 耐汚染対策 Contamination resistance

粉碎タンクはアルミナなどのセラミックスにすることができます。アームは韌性と耐摩耗性から、ジルコニアになります。

The grinding tank is available in alumina or other ceramics. The arms are made of zirconia for toughness and wear resistance.

## ■ 处理例 Example Processing

処理物	Material	原料粒径 Material Size ( $\mu\text{m}$ )	製品粒径 Product Size ( $\mu\text{m}$ )	処理量 Throughput (kg/h)	型式 MODEL
備長炭	Charcoal	-	5	8	MA10D
Si3N4		14.46	2.08	2.9	MA30D
フライアッシュ	Fly ash	11.53	1.2	2.5	MA30D
珪砂	Silica sand	5.0mm	3.65	30	MA30D
セメント	Cement	10.34	3.66	30	MA30D
バクハンセキ	Maifan stone	10.0	3.75	240	MA30D
酸化セリウム	Cerium oxide	17	0.9	78	MA30D
酸化鉄	Iron oxide	2.28	0.62	23	MA30D
青色顔料	Blue pigment	-	-	67	MA200D
碾茶	Tencha tea leaves	-	8.1	24	MA60D
金属粉(Cu, Ni, Si)	Metal powders (Cu, Ni, Si)	-	5.0	15	MA30D

# アルケミ

## ALCHEMY

アルケミは、均一なエネルギー分布と高い粉碎エネルギーにより、メカニカルアロイング、メカノケミカル処理の時間の大幅短縮を実現した乾式粉碎機です。

The Alchemy is a dry grinding mill that provides uniform energy distribution and high grinding energy and significantly reduces mechanical alloying and mechanochemical processing times.

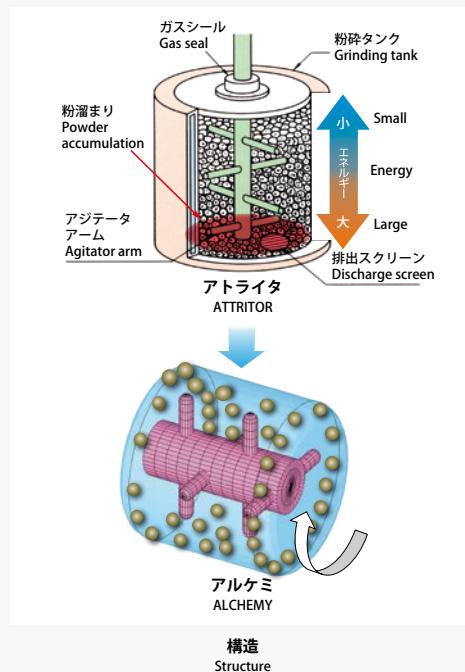


### | 特長 Features

- ・メカニカルアロイング、メカノケミカル処理時間を大幅短縮
- ・均一なエネルギー分布により、確実なスケールアップが可能
- ・低中回転速度、ボール高充填
- ・不活性ガス雰囲気での処理が可能
- ・Mechanical alloying and mechanochemical processing times are significantly reduced.
- ・Uniform energy distribution allows steady scale-ups.
- ・Low and medium rotating speeds, high loading of balls
- ・Processing is possible in an inert gas environment.

### | 用途 Applications

- ・二次電池材料(金属系負極材など)、複合材料、アモルファス合金材料、金属の扁平化、メカニカルアロイング、メカノケミカル
- ・Secondary battery materials (metal anode materials, etc.), composite materials, amorphous alloy materials, flattening of metals, mechanical alloying, mechanochemical processing.



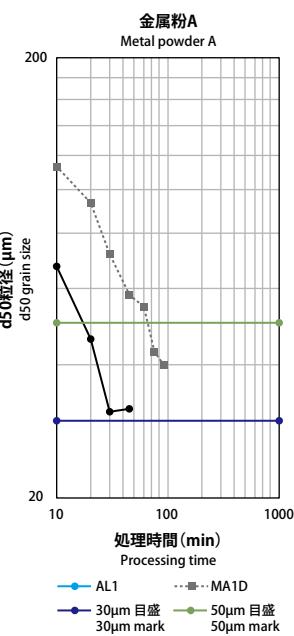
### ■ 主要仕様 Specifications

型式	MODEL	AL01	AL1	AL5	AL15	AL30
粉碎タンク全容量 (L)	Grinding Tank Capacity (L)	0.6	4.8	25	75	143
標準ボール量 (L)	Standard ball volume (L)	0.42	3.36	17.5	52.5	100
処理容量 (L)	Processing Capacity (L)	0.14	1.3	6.1	19	36
モータ出力 (kW)	Motor Output (kW)	0.75	5.5	15	37	75
回転速度 (min <sup>-1</sup> )	Revolution (min <sup>-1</sup> )	400	300	250	200	155
高さ H (mm)	Height H (mm)	500	1,300	1,800	2,500	3,100
幅 W (mm)	Width W (mm)	420	700	1,000	1,500	2,100
長さ L (mm)	Length L (mm)	640	1,000	1,500	2,000	2,900
質量 (kg)	Weight (kg)	60	450	1,200	2,500	4,000

## 乾式アトライタの3倍の能力 Three times the grinding capacity of the Dry Grinding Attritor

右図は、アルケミと乾式アトライタの金属粉の粉碎処理の比較です。アルケミは乾式アトライタよりも粉碎速度が約3倍速いことがわかります。アルケミは処理物の比重に左右されず粉碎エネルギーを有効に利用できます。

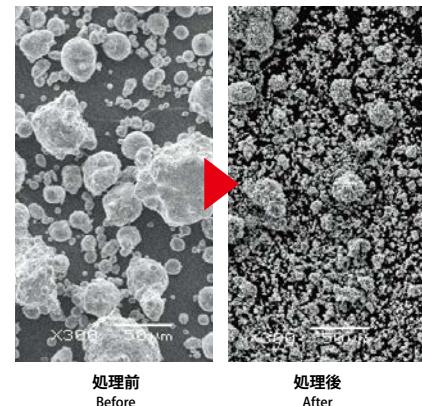
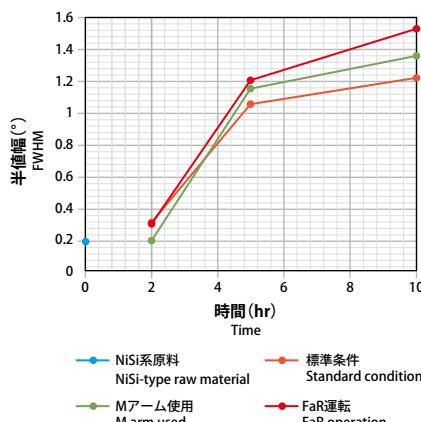
The figure at right compares the grinding of metal powder using the Alchemy and the Dry Grinding Attritor. It shows that the Alchemy has a grinding speed roughly three times faster than the Dry Grinding Attritor. The Alchemy thus uses grinding energy effectively regardless of the weight of the grinding material.



## メカニカルグライディング Mechanical grinding

右図は、金属負極材料の処理例です。アルケミのメカニカルグライディングにより結晶子サイズを微細化することで、電池サイクル特性の改善、電子伝導性向上および結晶子の割れ抑制が見込まれます。半値幅が大きいほど結晶サイズは小さくなる傾向です。

The figure at right shows the processing of a metal anode material. By using the Alchemy's mechanical grinding capacity to grind crystallites into fine particles, battery cycle can be enhanced, electronic conductivity can be increased, and the fracturing of crystallites can be minimized. Crystal size tends to become smaller the larger the full width at half maximum.



## スケールアップ Scale-ups

アルケミのスケールアップは、ボール量比で可能です。アルケミはアームを適切に配置し、最適なボールの動きを実現しています。そのため、大型機でも効率の低下はありません。

The Alchemy can be scaled up in proportion to the quantitative volume of the grinding balls. As optimum ball movement is realized in accordance with the appropriate placement of the arm, efficiency is not undermined even with large-size mills.

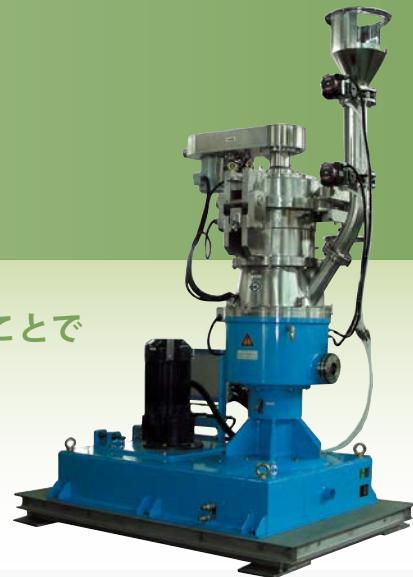


AL30型

# ファインミル FINE MILL

ファインミルは、乾式アトライタに分級機を内蔵させることで高効率の乾式超微粉碎を実現しました。

The Fine Mill is a grinding mill that incorporates a classifier in a dry attritor to provide high-efficiency dry ultra-fine grinding.



## 特長 Features

- ・高効率粉碎を実現
- ・連続粉碎処理が可能
- ・粒度コントロールが容易
- ・シャープな粒度分布
- ・幅広い原料サイズに対応
- ・セラミック化による金属コンタミネーションフリーが可能
- ・クローズシステムによる不活性ガス雰囲気での処理が可能
- ・Realizes high-efficiency grinding.
- ・Also performs continuous grinding.
- ・Easy particle size control
- ・Sharp particle size distribution
- ・Compatible with materials of various sizes
- ・A ceramic specification is available to prevent metal contamination.
- ・A closed system allows processing in an inert gas environment.



システム全体  
Entire system

## 用途 Applications

- ・各種ガラス(鉛ガラス、無鉛ガラスなど)、各種セラミック(アルミナ、窒化珪素など)、シリカ、無機物など
- ・Various types of glass (lead glass, lead-free glass, etc.), various types of ceramics (alumina, silicon nitride, etc.), silica, inorganic materials, etc.

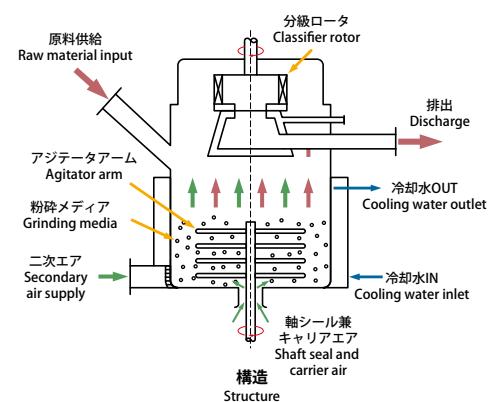
## 主要仕様 Specifications

型式	MODEL	SF15	SF30	SF100	SF300
粉碎タンク全容量 (L)	Grinding Tank Capacity (L)	15	30	100	300
標準ボール量 (L)	Standard ball volume (L)	5	11	35	127
処理量 (L/h)	Throughput (L/h)	5-10	10-20	30-60	90-180
モータ出力 (kW)	Motor Output (kW)	5.5	5.5	15	45
回転速度 (min <sup>-1</sup> )	Revolution (min <sup>-1</sup> )	480	360	240	170
高さH (mm)	Height H (mm)	1,600	2,300	3,000	4,000
幅W (mm)	Width W (mm)	700	900	1,600	2,200
長さL (mm)	Length L (mm)	1,100	1,500	2,100	3,000
質量 (kg)	Weight (kg)	1,000	1,540	3,200	10,000

## 分級機内蔵 Built-in classifier

メディア搅拌ミルの上部に分級機を取り付けることで、高効率の乾式超微粉碎を実現しました。下部のメディア搅拌ミルで高効率に粉碎し、粉碎粒子をキャリアガスで上部分級機に搬送、ロータ式分級機によって所定の粒度に到達した粒子のみを分級し系外に排出します。生成した粒子は速やかに系外に排出されますので、微粉による粉碎への悪影響が少なく粉碎効率が飛躍的に向上します。

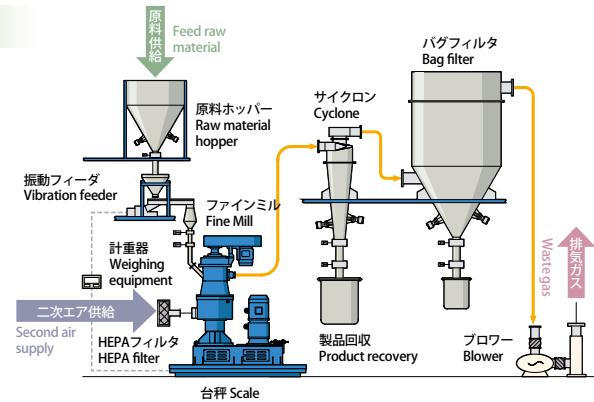
By attaching a classifier to the top of the agitated-media grinding mill, dry ultrafine grinding is realized at a high efficiency level. Materials are efficiently grinded in the lower agitated-media mill, and the fine particles are carried to the upper classifier by a carrier gas, where the classifier rotor classifies and discharges only particles of the specified size. The produced particles are promptly discharged from the mill to prevent any adverse impact of fine powders, and grinding efficiency is dramatically enhanced.



## 省エネルギー微粉碎システム Energy-saving fine grinding system

右図は、ファインミルのシステムフローです。供給機、ファインミル、サイクロン、バグフィルタ、ブロワから構成されています。ジェットミルと比較してエアの消費量が非常に少なく、ランニングコストを大幅に削減できます。

The figure at right shows the system of the Fine Mill. It is composed of a feeder, the Fine Mill, cyclone, bag filter and blower. Compared to the Jet Mill, air consumption is extremely small, and running costs are reduced considerably.



## 耐汚染対策 Contamination resistance

金属コンタミを嫌う処理物に対しては接粉部の材質を耐汚染材質に変更することができます。粉碎タンクは冷却効果を考慮してアルミナ、アジャーティアおよび分級ロータは耐摩耗性と強度を考慮してジルコニアを採用しています。

For materials that do not tolerate metal contamination, the powder contact surfaces may be changed to a contamination-resistant material. The grinding tank is made of alumina, in consideration of its cooling effect, and the agitator and classifier rotor are made of zirconia in consideration of wear resistance and strength.



セラミック仕様  
Ceramic specification

## ■処理例 Example Processing

処理物	Material	原料粒径 Material Size ( $\mu\text{m}$ )	製品粒径 Product Size ( $\mu\text{m}$ )	処理量 Throughput (kg/h)	型式 MODEL
カーボン	Carbon	10	2.7	6	SF30
鉛系ガラス	Lead glass	15	2.5	52	SF100
リン酸塩系ガラス	Phosphate glass	8.5	2.1	51	SF100
ホウケイ酸ガラス	Borosilicate glass	17	2	5	SF15
セラミックス	Ceramics	1,000	7	5	SF30

# セントリカッター CENTRI CUTTER

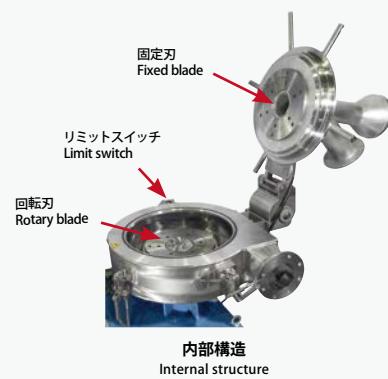


セントリカッターは、高速回転する回転刃と一定間隔で配置された固定刃間の剪断作用により、碎料を粉碎するディスクタイプの粉碎機です。回転刃と固定刃を冷却することで、大幅な性能アップを実現しました。

The Centri Cutter is a disc-type grinding mill that grind materials using the shearing force that is generated between the high-speed rotary blades and fixed blades arranged at regular intervals. By cooling the rotary blades and fixed blades, performance is significantly increased.

## 特長 Features

- 回転刃と固定刃を冷却可能
- メルトしやすく粉碎が困難な樹脂の粉碎も可能
- 低温粉碎により、大幅処理量アップ(冷却機構未使用時比)
- 低温粉碎により、食品の風味、色合いを保持
- 粒度調整が容易
- 用途に合わせた粉碎刃を用意(付着防止など)
- メンテナンスが容易な構造
- The rotary blades and fixed blades can be cooled.
- Resins that melt easily and are difficult to grind can also be processed.
- Throughput can be significantly increased by low-temperature grinding (compared to when no cooling mechanism is used).
- Food flavor and coloring can be maintained by low-temperature grinding.
- Particle size can be easily adjusted.
- Optimal grinding blades are available for various applications (adhesion prevention, etc.).
- Designed for easy maintenance.



ポリプロピレンの粉碎  
Grinding of polypropylene

## 用途 Applications

- PP、PE、PA、PSなどの樹脂、低融点樹脂、風味を維持したい食品、高含油食品、米、珈琲豆、香辛料、大豆、出汁、干し椎茸、ハーブ、医薬品原体、木材チップ、顔料、トナーなど
- Resins such as PP, PE, PA and PS, low melting point resins, foods with flavors that need to be kept, foods that have a high oil content, rice, coffee beans, spices, soybeans, soup stock, dried mushrooms, herbs, active pharmaceutical ingredients, wooden chips, pigments, toners, etc.



120kg/hでメルト発生  
Melting occurs at 120kg/h

従来機  
Conventional mill



300kg/hでもメルトは無し  
No melting even at 300kg/h

セントリカッター  
Centri Cutter

## 主要仕様 Specifications

型式	MODEL	UCM150	UCM300	UCM450
ディスク径 (mm)	Grinding Disc Diameter (mm)	150	300	450
処理量 (kg/h)	Throughput (kg/h)	50-150	200-500	400-1,000
モータ出力 (kW)	Motor Output (kW)	5.5	22	45
回転速度 (min <sup>-1</sup> )	Revolution (min <sup>-1</sup> )	12,000	8,000	5,500
高さ H (mm)	Height H (mm)	1,020	1,240	1,716
幅 W (mm)	Width W (mm)	510	790	1,138
長さ L (mm)	Length L (mm)	1,014	1,538	2,100
質量 (mm)	Weight (kg)	250	700	1,950
スケールアップ係数	Scale-up Coefficient	0.3	1	2

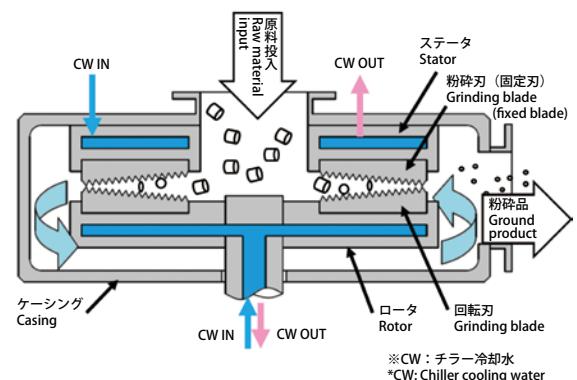
## ダブル冷却機構 Double cooling mechanism

回転刃と固定刃の両方を冷却水で冷やすダブル冷却機構を搭載したセントリカッターは、素材に熱の影響を与えることなく粉碎出来る、ディスクタイプ粉碎機です。

粉碎刃の最高回転速度は100m/s、刃と刃の隙間は最小0.15mmまで調整することが可能で、食品であれば数十μm、樹脂であれば百数十μmに微粒化することが可能です。

The Centri Cutter is a disc-type grinding mill incorporating a double cooling mechanism that uses cooling water to cool both the rotary blades and fixed blades, to grind materials without applying any thermal effect on the material.

The grinding blades rotate at a maximum speed of 100m/s, and the blades can be arranged at intervals down to 0.15mm. Materials can be ground into particles several tens of microns in the case of food ingredients and hundred-tens of microns in the case of resin, for example.



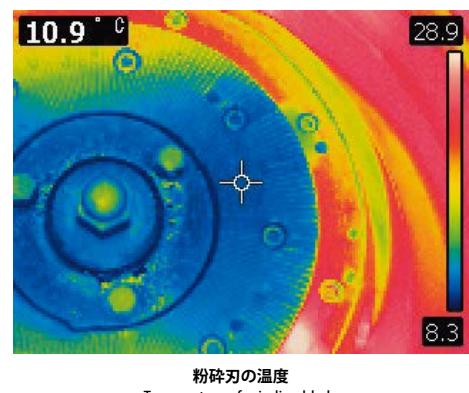
## 低温粉碎の利点 Benefits of cryogenic grinding

右の写真は、樹脂粉碎後の粉碎刃の表面温度を熱画像カメラで撮影したものです。表面温度は約10°Cに抑えられています。低温で粉碎することにより、樹脂の溶融等を抑制し、効率の良い樹脂粉碎が可能になります。

また、珈琲豆や香辛料などの食品の粉碎では、粉碎中でも刃の温度はほとんど上昇しません。-10°Cの冷却水を使用した場合、粉碎後の素材の温度が、粉碎前よりも低いこともあります。このような低温粉碎により、珈琲豆や香辛料など食品の風味を損なうことなく粉碎することができます。

The photo at right shows the surface temperature of a grinding blade after grinding resin, taken with a thermal imaging camera. The surface temperature is maintained at approx. 10°C. By grinding at low temperatures, the melting of resin can be controlled, and efficient grinding can be achieved.

With foods such as coffee beans and spices, the temperature of the blades hardly rise even during grinding. In fact, when using -10°C cooling water, the temperature of the material after grinding is sometimes even lower than before grinding. Owing to this type of cryogenic grinding, foods such as coffee beans and spices can be ground without losing their flavor.



## 付着対策 Adhesion prevention

香辛料など高油分の食品を粉碎すると油分が染み出で、ケーシングの内側に付着し、生産性が著しく悪化することがあります。セントリカッターでは、付着防止構造(オプション)を用意しており、油分の多い材料も安定した粉碎が可能です。

When grinding foods that have high oil content, such as spices, the oil seeps out from the material and adheres to the inside of the casing in many cases, severely affecting production. The Centri Cutter, however, can stably grind even materials with high oil content, as an adhesion preventing structure (optional) is available.



## ■処理例 Example Processing

処理物	Material	原料粒径 Material Size (μm)	製品粒径 Product Size (μm)	処理量 Throughput (kg/h)	型式 MODEL
PP		3mm (pellet)	470	300	UCM300
PS		3mm (pellet)	200	80	UCM300
PS		3-4mm (pellet)	350	80	UCM300
PS		3-4mm (pellet)	246	60	UCM300
ABS		3mm (pellet)	300	13	UCM300
PPS		3mm (pellet)	111	20	UCM300
PA12		3mm (pellet)	400	200	UCM300
TPU		3-5mm (pellet)	250	50	UCM300
AS		3-5mm (pellet)	600-700	1,100	UCM300
香辛料	Spices		150	200	UCM300
黒胡椒	Black pepper		160-620	50	UCM150
白胡椒	White pepper		165	50	UCM150
唐辛子	Chili		338	50	UCM150
ハーブ	Herbs		40	150	UCM300
珈琲豆	Coffee beans		23	25	UCM150
珈琲豆	Coffee beans		800	1,500	UCM300
米	Rice		30-120	50	UCM150

# ストリームミル

## STREAM MILL

ストリームミルは、粉碎室内部に搭載された羽根を高速回転させることで発生する強力な旋回気流により、原料同士を衝突させる自生粉碎機です。

The Stream Mill is an autogenous grinding mill in which a strong swirling flow that is generated by the high-speed rotation of blades inside the grinding chamber causes materials to collide against each other.

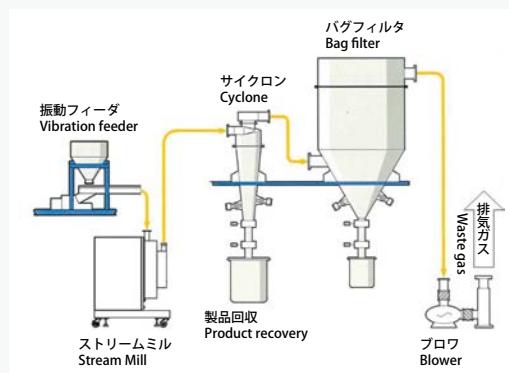


### 特長 Features

- ・自生粉碎により、発熱を最小限に抑制
- ・滞留時間が短く、材料への熱影響を最小化
- ・消費動力が少なく、省エネルギー
- ・自生粉碎により、異物混入を最小限に抑制
- ・比較的油分を多く含む大豆などの原料の粉碎も可能
- ・シンプルな構造で、分解・清掃などのメンテナンスが容易
- ・微粉体を効率よく生産可能
- ・Autogenous grinding minimizes heat generation.
- ・Materials are retained in the mill for a short time to minimize the thermal effect on the materials.
- ・Lower power consumption contributes to saving energy.
- ・Autogenous grinding minimizes contamination by foreign matter.
- ・Can also be used to grind materials that have a relatively high oil content, such as soybeans.
- ・A simple design allows for easy maintenance, including disassembly and cleaning.
- ・Ultra-fine powders can be produced efficiently.

### 用途 Applications

- ・漢方薬、茶、大麦、小麦、明日葉、大豆、小豆、米、煮干し、海苔、鰯節、干物、塩、砂糖、その他食品、医薬品、ビタミンなど
- ・Kampo drugs, tea, barley, ashitaba, soybeans, azuki beans, rice, dried sardines, seaweeds, dried bonito shavings, dried fish, salt, sugar, other foods, pharmaceuticals, vitamins, etc.



システム全体  
Entire system

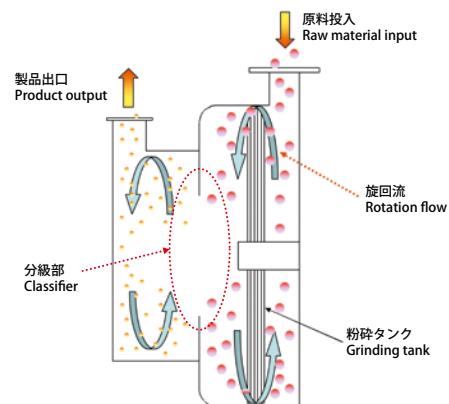
### 主要仕様 Specifications

型式	MODEL	ST300	ST550	ST800
粉碎タンク容量 (L)	Grinding Tank Capacity (L)	7	30	90
処理量 (kg/h)	Throughput (kg/h)	5-10	10-30	30-60
モータ出力 (kW)	Motor Output (kW)	3.7	7.5	30
回転速度 (min <sup>-1</sup> )	Revolution (min <sup>-1</sup> )	7,500	4,000	2,750
高さH (mm)	Height H (mm)	1,260	1,230	1,300
幅W (mm)	Width W (mm)	500	700	1,200
長さL (mm)	Length L (mm)	750	800	1,600
質量 (mm)	Weight (kg)	170	320	800
ブロワ風量 (m <sup>3</sup> /h)	Blower air volume (m <sup>3</sup> /h)	180	240	600

## 気流式粉碎 Airstream grinding

ストリームミルは粉碎室内部の羽根を高速回転させることで発生する強力な旋回気流により、材料同士を衝突させる自生粉碎機です。ボールやビーズなどのメディアを使用しないので、熱の発生やコンタミを抑えて粉碎することができます。当社独自の分級部によって、確実に微粉と粗粉を分級し、粉碎室の詰まりを防止します。

The Stream Mill is an autogenous grinding mill in which a strong swirling airstream generated by rotating the blades inside the grinding chamber at high speed causes materials to collide against each other. As it uses no balls, beads, or other media, heat and contamination are minimized during grinding. Nippon Coke & Engineering's original classifier ensures the classification of fine particles and coarse particles and prevents clogging in the grinding chamber.



## 衛生的な構造 Sanitary structure

ミル内部の部品が少なく、部品の取り付け取り外しは、とても簡単です。さらに各部品はステンレス製で水洗いが可能です。

The inside of the mill is composed of few components, so they can be easily attached/detached. Furthermore, each part is made of stainless steel and can be easily washed.



構造  
Structure

## セラミックス仕様 Contamination resistance

ストリームミルは自生粉碎方式を採用しているため、コンタミが非常に少ないですが、粉碎室内部はステンレス製のため、鉄コンタミを100%防止することはできません。

コンタミ対策として、接粉部の材質をジルコニアに変更することができます。  
(ST300型のみ対応)

The Stream Mill employs an autogenous grinding system, so contamination is almost negligible, but because the inside of the grinding chamber is stainless steel, steel contamination cannot be prevented 100%. As an anti-contamination measure, the powder contact surfaces may be changed to zirconia. (Model ST300 only)



セラミック仕様  
Ceramic specification

## ■ 处理例 Example Processing

処理物	Material	原料粒径 Material Size ( $\mu\text{m}$ )	製品粒径 Product Size ( $\mu\text{m}$ )	処理量 Throughput (kg/h)	型式 MODEL
米	Rice	5	14	4	ST300
茶葉	Tea leaves	5	24	4	ST300
大豆	Soy beans	10	56	4	ST300
乾燥野菜	Dried vegetables	30	38	15	ST550
塩	Salt	0.6	15	4	ST300
漢方薬	Kampo drugs	10	14	20	ST550
無鉛ガラス	Non-lead glass	10	14	4	ST300
珪砂	Silica sand	0.25	13	4	ST300
カーボン	Carbon	0.4	3.5	4	ST300
金属酸化物	Metal oxides	0.013	6	290	ST300

# 主要材質

## Major Materials

実績あり Proven : ○ 製作可能 Feasible : ○  
引合を要す Please inquire : △ 製作不可 Not feasible : ×

### ■ダイナミックミル Dynamic Mill

型式 MODEL	部品 Part	SUS304	SDK11	超硬溶射 Carbide thermal spray	超硬 Carbide	アルミナ Alumina	ジルコニア Zirconia
MYD5	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	○	○
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	○	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○
MYD10	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	○	○
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	○	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○
MYD25	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	○	×
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	○	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○
MYD50	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	○	×
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	△	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○
MYD100	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	○	×
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	△	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○
MYD250	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	△	×
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	△	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○
MYD300	粉碎タンク Grinding Tank	○	×	○	×	△	×
	粉碎アーム Grinding arm	-	○	○	△	○	○
	先端アーム End arm	-	○	-	○	×	×
	スクリーン Screen	-	○	×	○	○	○

### ■アルケミ Alchemy

型式 MODEL	部品 Part	SUS304	SUS316L	SKD11	アルミナ Alumina	ジルコニア Zirconia
AL01	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	-	○	○
	アーム arm	○	○	○	×	○
AL1	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	-	△	△
	アーム arm	○	○	○	△	△
	スクリーン Screen	○	○	○	×	×
AL5	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	-	×	×
	アーム arm	○	○	○	△	△
	スクリーン Screen	○	○	○	×	×
AL15	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	-	×	×
	アーム arm	○	○	○	△	△
	スクリーン Screen	○	○	○	×	×
AL30	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	-	×	×
	アーム arm	○	○	○	△	△
	スクリーン Screen	○	○	○	×	×

### ■ファインミル Fine Mill

型式 MODEL	部品 Part	アルミナ Alumina	ジルコニア Zirconia	超硬 Carbide
SF15	粉碎タンク Grinding Tank	○	△	-
	粉碎アーム Grinding arm	△	○	△
	スクリーン Screen	×	○	△
	分級ロータ Classifier rotor	×	○	-
SF30	粉碎タンク Grinding Tank	○	△	-
	粉碎アーム Grinding arm	△	○	△
	スクリーン Screen	×	○	△
	分級ロータ Classifier rotor	×	○	-
SF100	粉碎タンク Grinding Tank	○	△	-
	粉碎アーム Grinding arm	△	○	△
	スクリーン Screen	×	○	○
	分級ロータ Classifier rotor	×	○	-

△、×は都度、問い合わせ願います。 鉄系材質は錆が発生するので注意が必要です。

Please inquire with us regarding items marked with an △ or ×. Ferrous materials require caution as they are subject to rust.

実績あり Proven : ○

製作可能 Feasible : ○

引合を要す Please inquire : △

製作不可 Not feasible : ×

## ■乾式アトライタ Dry Grinding Attritor

型式 MODEL	部品 Part	SUS304	SUS316L	SUS630	SUS420J2	ジルコニア Zirconia	アルミナ Alumina	SKD11	超硬 Carbide	PTFE PTFE lining	ナイロン Nylon lining	ウレタン Urethane lining	超硬溶射 Carbide thermal spray
MA01D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	○	○	-	-	-	-	-	△
	シャフト Shaft	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	△	△
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-
MA1D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	△	○	-	-	-	-	-	△
	シャフト Shaft	○	○	○	○	-	-	-	-	△	△	○	△
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-
	スクリーン Screen	○	○	○	○	×	×	○	○	-	-	-	-
MA5D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	△	○	-	-	-	-	-	○
	シャフト Shaft	○	○	○	○	-	-	-	-	△	△	△	○
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-
	スクリーン Screen	○	○	○	○	×	×	○	○	-	-	-	-
MA10D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	△ 注 Note	○	-	-	-	-	-	○
	シャフト Shaft	○	○	○	○	-	-	-	-	△	△	△	△
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	△	○	○	-	-	-	-
	スクリーン Screen	○	○	○	○	×	×	○	○	-	-	-	-
MA30D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	△ 注 Note	○	-	-	-	-	-	△
	シャフト Shaft	○	○	○	○	-	-	-	-	△	△	△	△
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	△	○	○	-	-	-	-
	スクリーン Screen	○	○	○	○	×	×	○	○	-	-	-	-
MA60D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	△ 注 Note	△ 注 Note	-	-	-	-	-	△
	シャフト Shaft	○	○	△	○	-	-	-	-	△	△	△	△
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	△	○	○	-	-	-	-
	スクリーン Screen	○	○	○	○	×	×	○	○	-	-	-	-
MA100D	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	△	×	△ 注 Note	△ 注 Note	-	-	-	-	-	△
	シャフト Shaft	○	○	△	○	-	-	-	-	△	△	△	△
	粉碎アーム Grinding arm	○	○	○	○	○	△	○	○	-	-	-	-
	スクリーン Screen	○	○	○	○	×	×	○	○	-	-	-	-

注:表中の「注」はセグメント方式です。Note: "Note" in the chart means the material is available for segment systems.

## ■ストリームミル Stream Mill

型式 MODEL	部品 Part	SUS304	SUS316L	ジルコニア (Y-PSZ) Zirconia
ST300	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	○
	インペラ Impeller	○	○	○
ST550	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	×
	インペラ Impeller	○	○	×
ST800	粉碎タンク Grinding Tank	○	○	×
	インペラ Impeller	○	○	×

## ■セントリカッター Centri Cutter

型式 MODEL	部品 Part	SKD11	SKH51	DLC
UCM150	粉碎刃 Grinding blade	○	○	○
UCM300	粉碎刃 Grinding blade	○	○	○
UCM450	粉碎刃 Grinding blade	○	○	△

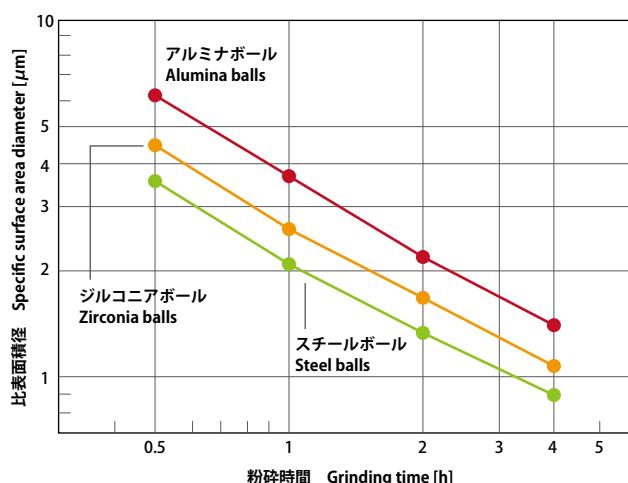
△、×は都度、問い合わせ願います。 鉄系材質は錆が発生するので注意が必要です。  
Please inquire with us regarding items marked with an △ or ×.  
Ferrous materials require caution as they are subject to rust.

# 粉碎メディア

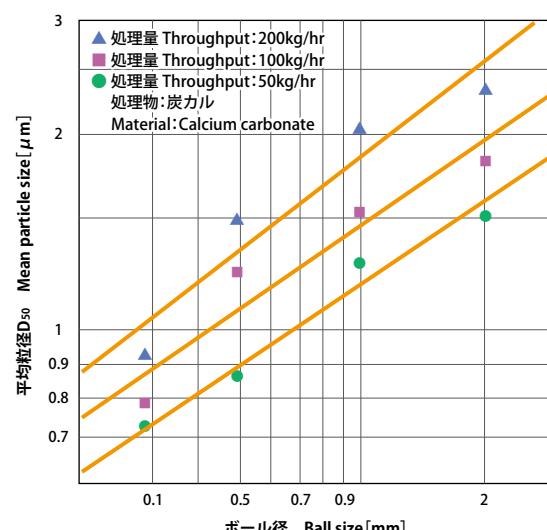
## Grinding Media

品名 Description	材質 Material	特徴 Features	硬さ Hardness	充填密度 Specific Gravity	サイズ Size
カーボンスチールボール Carbon Steel Balls	SWCH10R	一般用 General use	HRC60	5.0	1/16", 3/32", 1/8", 3/16", 1/4", 3/8"
クロムスチールボール Chrome Steel Balls	SUJ2	一般用 General use	HRC62-67	5.0	1/16", 3/32", 1/8", 3/16", 1/4", 3/8" φ0.5mm, φ0.8mm, φ1mm, φ1.2mm, φ1.5mm φ1.6mm, φ2mm
ステンレスボール Stainless Steel Balls	SUS440C	耐食性良好、耐摩耗性良好 Good corrosion resistance, good abrasion resistance	HRC58-65	5.0	3/32", 1/8", 3/16", 1/4", 3/8"
	SUS304	耐食性良好 Good corrosion resistance	HRC11	5.0	1/16", 1/8", 3/16", 1/4", 3/8" φ0.3mm, φ0.5mm, φ1mm, φ2mm, φ2.4mm
超硬ボール Tungsten Carbide Balls	WC	耐摩耗性良好、比重最大 Good abrasion resistance, maximum specific gravity	HRA90	10.0	φ0.5mm, φ0.7mm, φ1mm, φ2mm, φ3mm φ5mm, φ10mm
ジルコニアボール Zirconia Balls	Y-PSZ	耐摩耗性良好、白色 Good abrasion resistance, white	HV1250	3.5	φ0.03mm, φ0.05mm
				3.8	φ0.1mm, φ0.2mm, φ0.3mm, φ0.4mm, φ0.5mm
				3.7	φ0.65mm, φ0.8mm, φ1.0mm, φ1.5mm
				3.6	φ2mm, φ3mm
				3.5	φ4mm, φ5mm
				3.4	φ8mm, φ10mm
ハイアルミナボール Hi-Alumina Balls	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	一般用、白色 General use, white	HV1100	2.4	φ0.1mm, φ0.2mm, φ0.3mm, φ0.4mm, φ0.5mm
				2.2	φ3mm, φ5mm, φ8mm, φ10mm
炭化ケイ素ボール Silicon Carbide Balls	SiC	耐摩耗性良好、グレー Good abrasion resistance, gray	HRA94 HV2100	2.0	φ5mm, φ10mm φ3mm
窒化ケイ素ボール Silicon Nitride Balls	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	耐摩耗性良好、グレー Good abrasion resistance, gray	HRA91 HV1600	2.0	φ1mm, φ2mm, φ3mm, φ4mm, φ5mm

■ボール材質と粉碎時間 Ball materials and grinding times

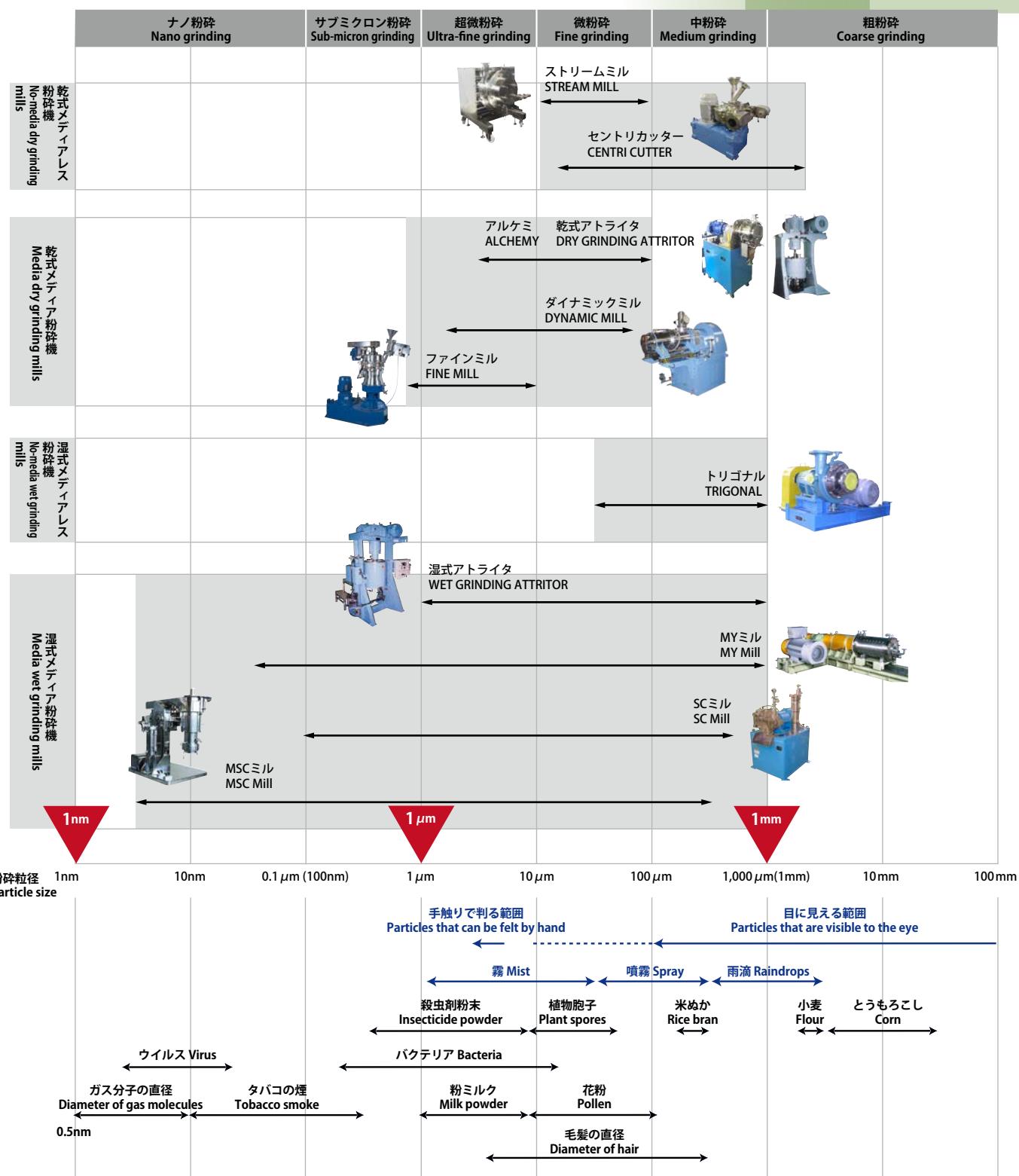


■粒径とボール径 Particle sizes and ball sizes



上の図はボール径と粒度の関係を示しています。  
ボール径を小さくすることにより粉碎性能を飛躍的に向上させることができます、到達粒度も小さくなります。  
The above figure shows the relationship between ball size and particle size.  
By reducing the ball size, grinding performance can be dramatically improved, and smaller particle sizes can be achieved.

## 粉碎機分類表 Classification List of Grinding Mill Series



## メッシュ換算表 Mesh - μm

メッシュ Mesh	3.5	3.85	4	4.7	5.5	6.5	7.5	8.6	10	12	14	16	18	22	26
目開き μm	5,600	5,000	4,750	4,000	3,350	2,800	2,360	2,000	1,700	1,400	1,180	1,000	850	710	600
メッシュ Mesh	30	36	42	50	60	70	74	83	93	100	119	140	149	166	200
目開き μm	500	425	355	300	250	212	200	180	160	150	125	106	100	90	75
メッシュ Mesh	235	281	330	390	440	518	580								
目開き μm	63	53	45	38	32	26	22								

※表は、日本工業規格JIS Z8801-1982「標準ふるい」によります。

\*The chart above is based on Japan Industrial Standard JIS Z8801-1982 "Standard Sieve List."



## 日本コークス工業株式会社

化工機事業部

東日本営業グループ	〒135-6007	東京都江東区豊洲3丁目3番3号 豊洲センタービル7F	TEL.03-5560-2906
西日本営業グループ	〒564-0051	大阪府吹田市豊津町17番32号	TEL.06-6389-3212
名古屋営業所	〒453-0015	愛知県名古屋市中村区椿町21番2号 第二太閤ビル	TEL.052-453-8228
上海事務所	〒201103	上海市长宁区虹桥路1438号古北财富中心5F	TEL.+86-21-6197-6279
栃木工場	〒328-8503	栃木県栃木市国府町1番地	TEL.0282-28-1111 (代)
粉体技術センター	〒328-8503	栃木県栃木市国府町1番地	TEL.0282-28-1161
西日本粉体技術センター	〒564-0051	大阪府吹田市豊津町17番32号	TEL.06-6389-3213

## NIPPON COKE & ENGINEERING CO., LTD.

Chemical Machinery Department

East Japan Sales Group	7F, Toyosu Center Building, 3-3, Toyosu3-chome, Koto-ku, Tokyo 135-6007, Japan	TEL.+81-3-5560-2906
West Japan Sales Group	17-32, Toyotsu-cho, Suita-shi, Osaka 564-0051, Japan	TEL.+81-6-6389-3212
Nagoya Office	Daini Taikou Bldg., 21-2, Tsubaki-cho, Nakamura-ku, Nagoya-shi, Aichi 453-0015, Japan	TEL.+81-52-453-8228
Shanghai Office	5F, Gubei International fortune center II, 1438, Hongqiao Rd., Changning district, Shanghai 201103, China	TEL.+86-21-6197-6279
Tochigi Engineering Factory	1, Kou-machi, Tochigi-shi, Tochigi 328-0006, Japan	TEL.+81-282-28-1111
Powder Technology Center	1, Kou-machi, Tochigi-shi, Tochigi 328-0006, Japan	TEL.+81-282-28-1161
West Japan Powder Technology Center	17-32, Tsubaki-cho, Suita-shi, Osaka 564-0051, Japan	TEL.+81-6-6389-3213