

排気ガスを動力とした噴霧乾燥室下部の捕集効率を高めた着脱式旋回流分級アタッチメントの開発

(プリス) ○(正)川口晋也*・加藤晋介・三隅雄一

1. 緒言

噴霧乾燥法とは原液を瞬時に粒子にする手法である。原液を乾燥室内のノズルまたはディスクにより微粒化し、単位体積あたりの表面積を増大させながら連続して熱風を接触させることにより瞬間的に乾燥・造粒を行い、粒子を製造する。したがって、熱に敏感な物質であっても変質が極めて少なく、濃縮、濾過、粉碎、分級、乾燥という多くの工程を一挙に省略することが出来る。

噴霧乾燥法のファインセラミックス・金属等の粉末冶金用途の大きな利点は、粒度分布がシャープで高流動性の球形乾燥粒子が造粒できることにある。プレス成形の前工程の中間材料用途に適した、数十 μm ～百 μm 程度の粒度分布の顆粒体が得られる。

一般的な粉末冶金用途の噴霧乾燥は、乾燥室の逆円錐下部から製品として使用する顆粒体を捕集し、排気に混入する顆粒体は、サイクロンにて排気と分離され捕集される。サイクロンで捕集された顆粒体は微粉が多く流動性が低いためプレス金型に均一に充填されないことがあり、製品にはせずに廃棄、または原料に戻されることが多い。したがって、乾燥室下部での捕集を増加させ、サイクロンでの捕集を減少させることが、噴霧乾燥の高効率化となる。

我々は、2018年にモーター駆動の旋回流分級機構を開発し、乾燥室下部での捕集率を向上させたことを報告した¹⁾。しかし、この分級機構には下記2つの課題があった。

1. 噴霧乾燥室内は高温多湿の粉塵環境のため、モーター駆動による長時間連続運転が困難である。

2. モーター動力の電気又は圧空の配線工事のため、大掛かりな改造が必要となる。また乾燥室内に配線されることにより、コンタミリスク、洗浄工程の増加、メンテナンス工程の増加等が発生する。

上記2つの課題を解決するために、動力をモーターではなく、機械運転時に発生する排気ガスを利用することにより、新たな動力を必要とせずに長時間運転を可能とした旋回流分級アタッチメントを開発した。

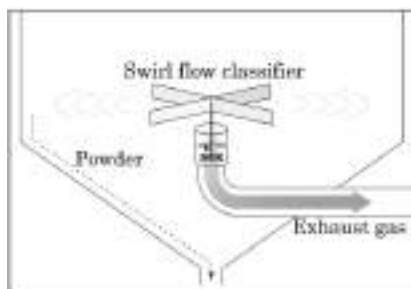


Fig.1 Diagram of swirl flow classifier

Fig.1に簡易図を記載する。噴霧乾燥機の排気ガス配管に動力羽根を設置し、配管内を流れる5～10m/sec程度のガスを駆動源として高速回転する。動力羽根が高速回転することにより、シャフトを介して接続した旋回流発生羽根も回転し、乾燥室内に旋回流が発生し、顆粒が乾燥室の外側へ移動することにより、乾燥室下部での捕集効率が向上する。

2. 実験

下記条件で、旋回流分級アタッチメントの有無にて乾燥室下部、サイクロン下部の回収率、粒度分布を比較した。

- ・噴霧乾燥機：TR160(ϕ 1600mm プリス製)
- ・原料： Al_2O_3 50wt%水スラリー
- ・温度条件：入口150 $^{\circ}\text{C}$ /出口86 $^{\circ}\text{C}$
- ・原液供給速度：2.8kg/h
- ・噴霧ディスク回転数：12000rpm
- ・運転時間：45min

3. 結果・考察

Table.1の通り、旋回流分級アタッチメントを設置した系は、乾燥室下部回収率が向上し、サイクロン下部回収率が低下したことにより、旋回流分級が有効であることが示された。サイクロンの粒度分布が大きく低下しているのは、分級機構が大きい粒子に対してより有効に作用するためと考えられる。分級効果、粒度分布共に、既開発のモーター駆動分級機構と同等の傾向となった。

	Classification	Not Classification
Recovered by drying chamber	81.6wt%	63.5wt%
Recovered by cyclone	18.4wt%	36.5wt%
CE Diameter of drying chamber (Dv50)	36.1 μm	35.3 μm
CE Diameter of cyclone (Dv50)	21.6 μm	26.9 μm

Table.1 Recovery rate and particle size distribution

参考文献

- 1) Kawaguchi, S.*et al.*, Preprint of The 31th Fall Meeting of The Ceramic Society of Japan, 2N01, (2018).

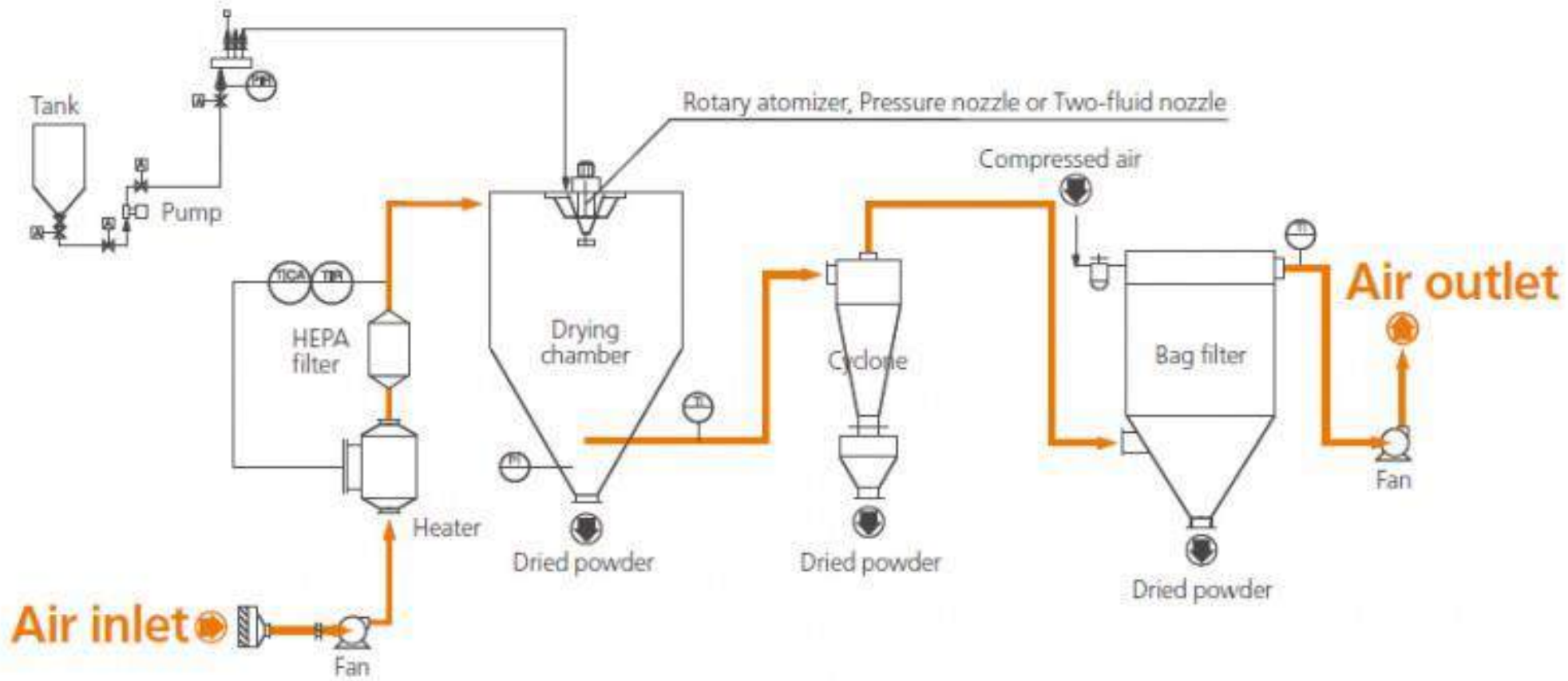
Development of detachable swirl flow classifier with improved recovery rate at the spray drying chamber powered by exhaust gas

排気ガスを動力とした噴霧乾燥室下部の捕集効率を高めた
着脱式旋回流分級アタッチメントの開発

PRECi CO., LTD.

○Shinya Kawaguchi・Shinsuke Kato・Yuichi Misumi

Process flow of spray dryer



Applicable fields of spray dryer

Foods



Pharmaceuticals



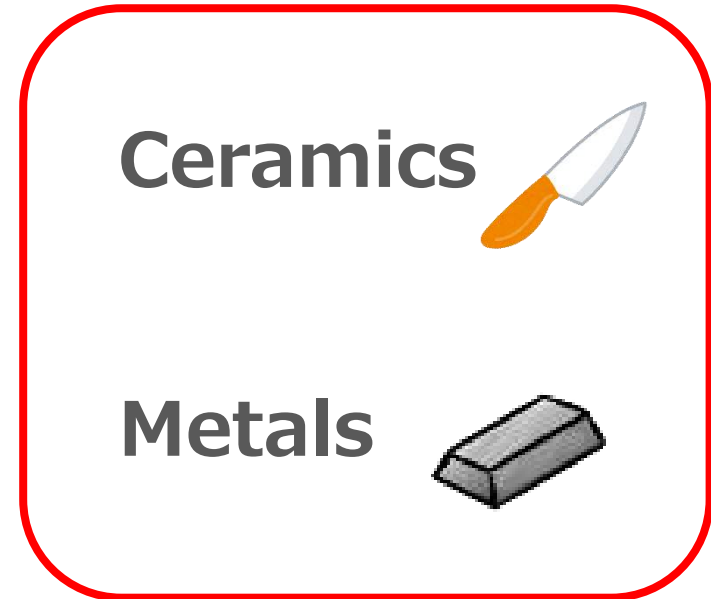
Chemicals



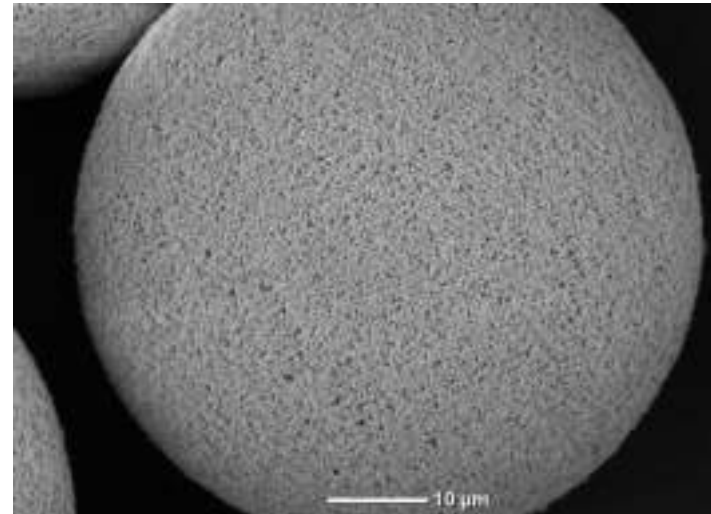
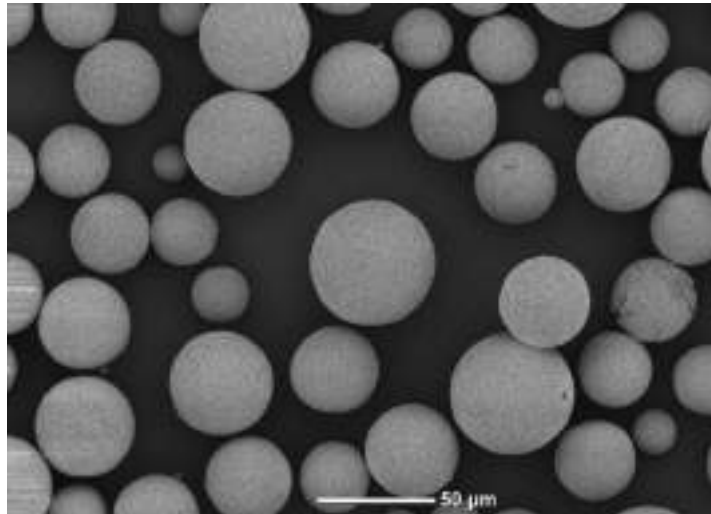
Ceramics



Metals



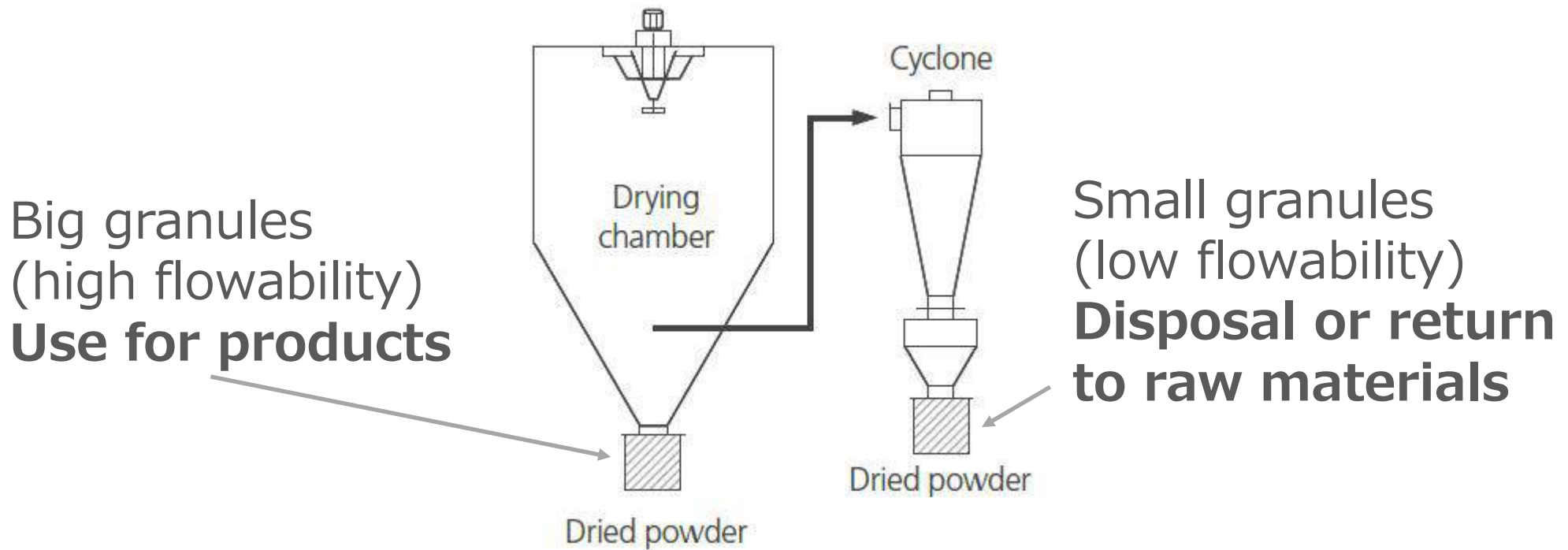
Example of granules by spray drying



Alumina ceramics (primary particle Dv50:0.6μm)

Spherical granules by spray drying have high flowability and are uniformly filled into the pressing die, which are suitable for molding process.

Granules collection method



Increasing the powder recovery by drying chamber will improve the efficiency of spray drying.

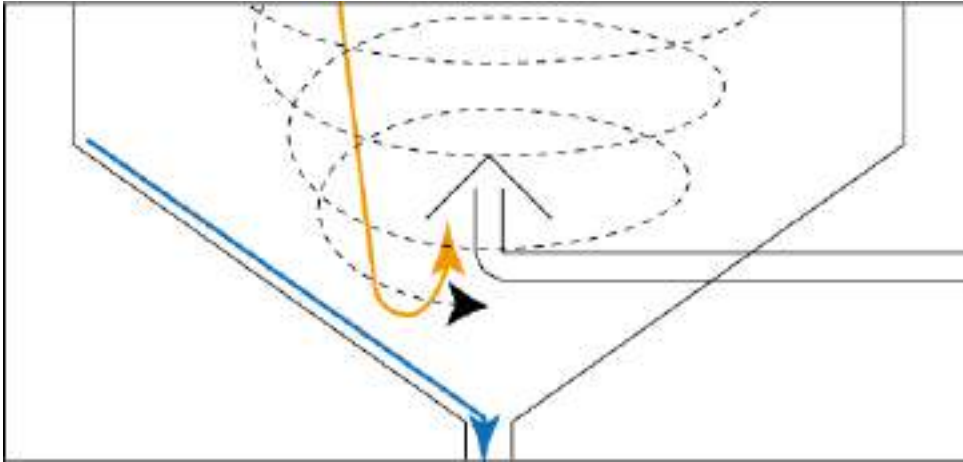
Development of a prototype of swirl flow classifier (2018)



A rotary vane is installed in the drying chamber, which is driven by a motor that runs on compressed air.

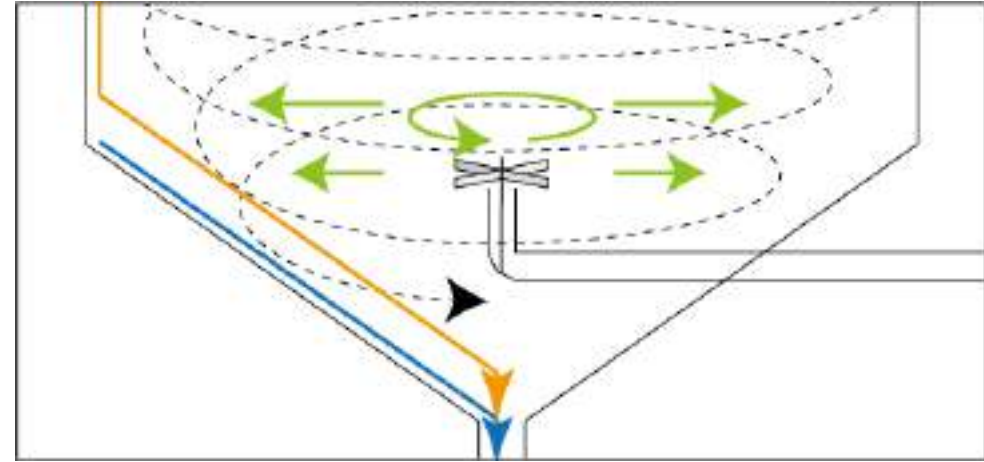
Image of swirl flow classification

Not classification



Big granules
Small granules

classification



The swirling flow moves the granules to the outside of drying chamber and collects them.

Experimentation (2018)

Basic operating conditions

- Inlet gas temp : 150°C
- Exhaust gas temp : 80~90°C
- Slurry feed rate : 3.5kg/h
- Atomizer speed : 12000rpm
- operating time : 15min

Change of operating conditions

Classification / Not Classification

Spray dryer • Raw materials

- Spray dryer : TR160(φ1600mm)
- Spraying Method : Rotary atomizer
- Raw materials : Alumina 50wt%
Water 49.75wt%
PVA 0.25wt%

Results (2018)

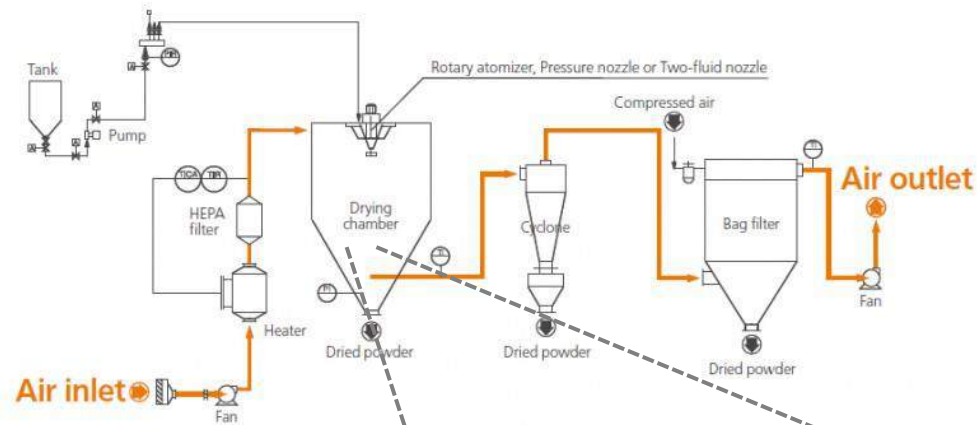
	Recovered by drying chamber	Recovered by cyclone	recovery rate of drying chamber	recovery rate of cyclone
Classification	345.7g	57.8g	85.7%	14.3%
Not Classification	268.1g	117.7g	69.5%	30.5%

The classifier was effective.

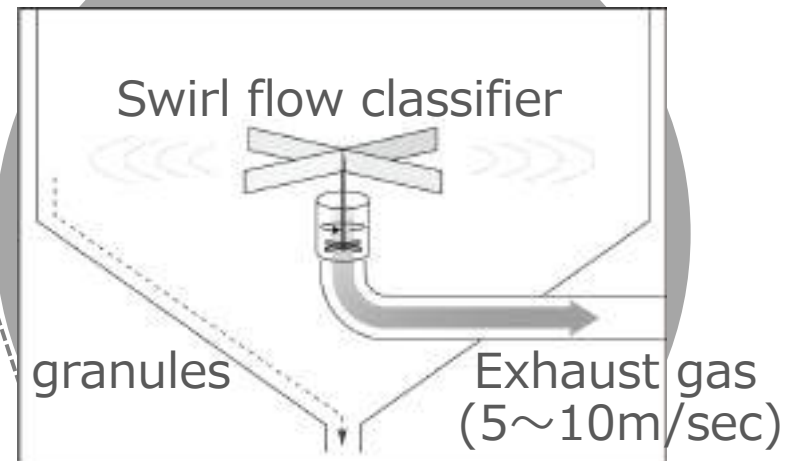
Problems with prototype of swirl flow classifier

- ✓ The motor cannot run for long time in the drying chamber due to the hot, humid, and dusty environment.
- ✓ Piping to supply air to the motor must be installed in the drying chamber, which increases the risk of contamination, cleaning time, and maintenance time.

Development of a new swirl flow classifier



We have developed a classifier that does not require additional power by using exhaust gas to drive a rotating vane.



Characteristic of a new swirl flow classifier



- No power required.
- No modification work required.
- Easy to install and remove.
- Easy to clean and maintain.

Video of a new swirl flow classifier



Experimentation (a new swirl flow classifier)

Basic operating conditions

- Inlet gas temp : 150°C
- Exhaust gas temp : 86~93°C
- Slurry feed rate : 2.8~3.2kg/h
- Atomizer speed : 12000rpm
- operating time : 45min

Change of operating conditions

Classification / Not Classification

- Vane diameter
- Vane angle
- Rotary direction

Spray dryer • Raw materials

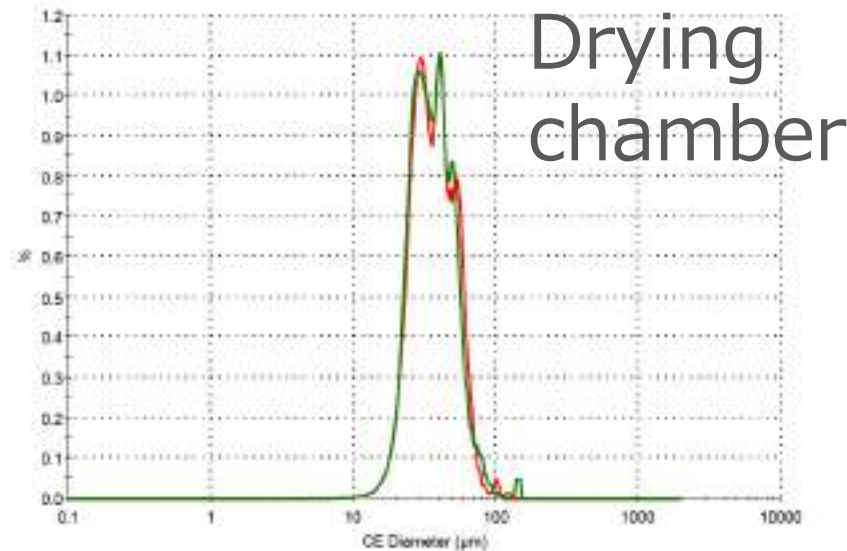
- Spray dryer : TR160(φ1600mm)
- Spraying Method : Rotary atomizer
- Raw materials : Alumina 50wt%
Water 49.75wt%
PVA 0.25wt%

Results① -recovered rate- (a new swirl flow classifier)

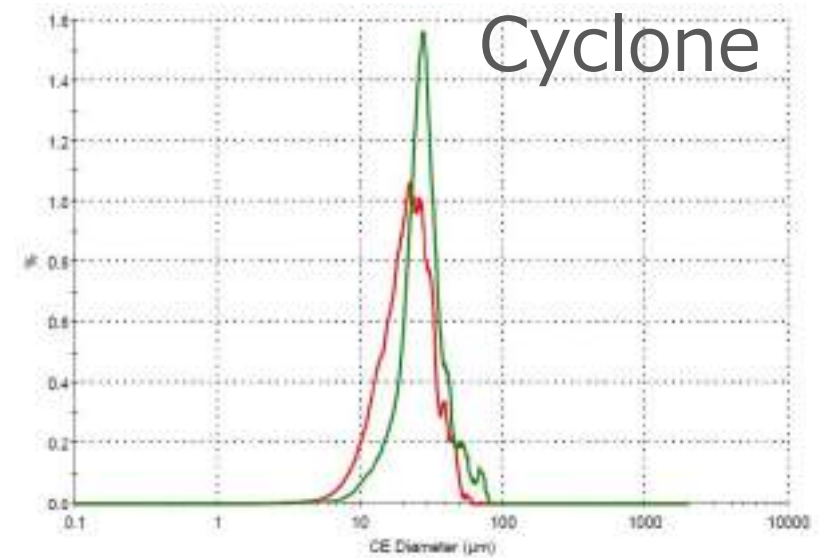
	Recovered by drying chamber	Recovered by cyclone	Inlet gas temperature	Exhaust gas temperature	recovery rate of drying chamber	recovery rate of cyclone
Φ200 vane 0° clockwise	840.0g	190.0g	150°C	86°C	81.6%	18.4%
Not Classification	610.0g	350.0g	150°C	86°C	63.5%	36.5%

Similar trends to the prototype.

Results -particle size distribution- (a new swirl flow classifier)



Classification : 36.1 μm
Not classification : 35.3 μm



Classification : 21.6 μm
Not classification : 26.9 μm

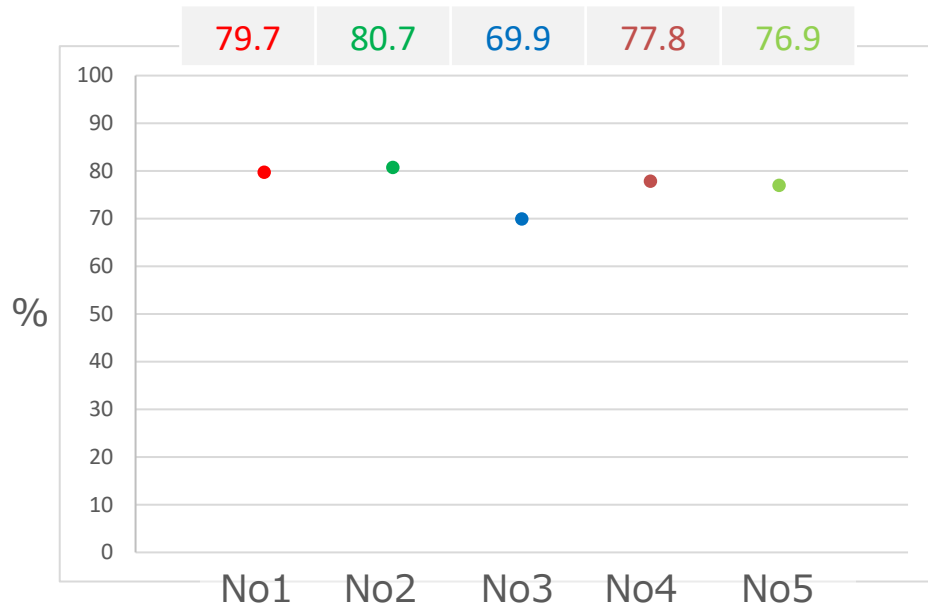
There is a large difference in the PSD of the cyclone.



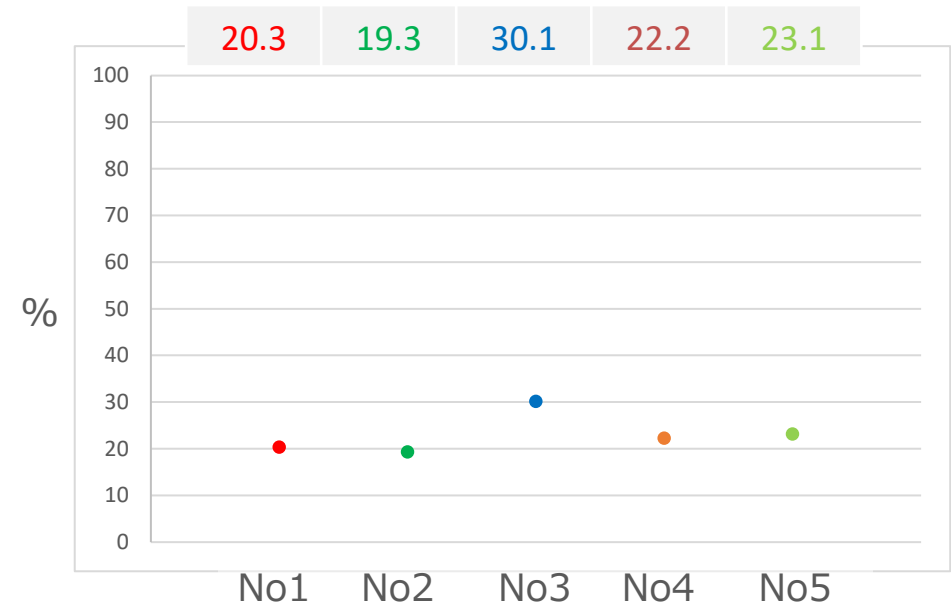
Big granules are classified to a drying chamber.

Results② -recovered rate- (a new swirl flow classifier)

Drying chamber



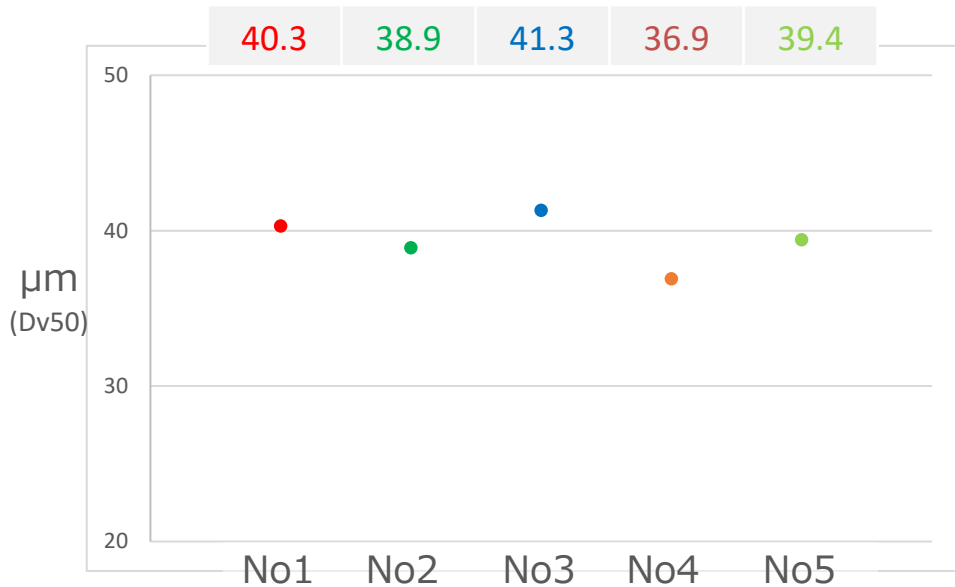
Cyclone



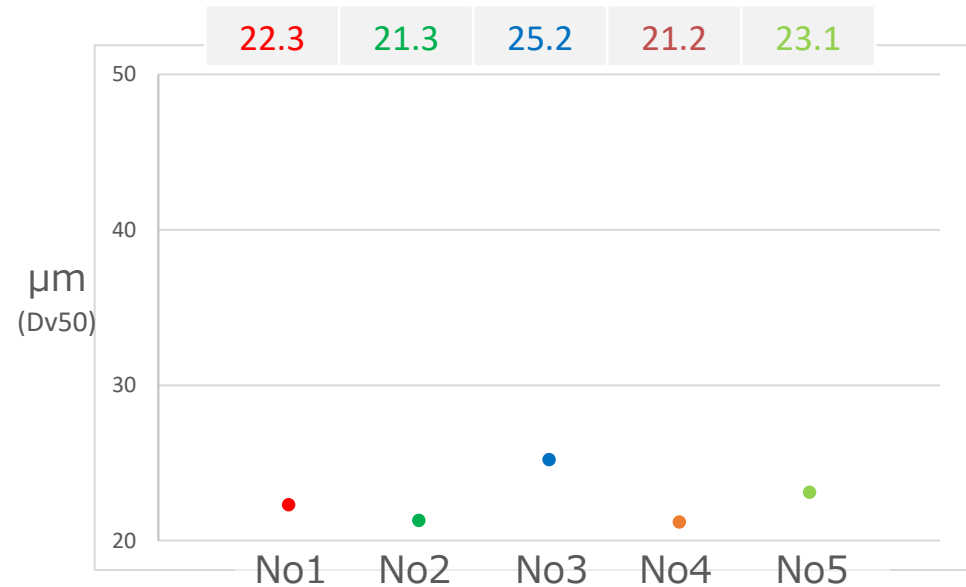
- No1 $\Phi 200$ vane 30° clockwise
- No2 $\Phi 200$ vane 30° counter-clockwise
- No3 Not classification
- No4 $\Phi 300$ vane 0° clockwise
- No5 $\Phi 300$ vane 45° counter-clockwise

Results② -particle size distribution- (a new swirl flow classifier)

Drying chamber



Cyclone



- No1 $\Phi 200$ vane 30° clockwise
- No2 $\Phi 200$ vane 30° counter-clockwise
- No3 Not classification
- No4 $\Phi 300$ vane 0° clockwise
- No5 $\Phi 300$ vane 45° counter-clockwise

Summary

- ✓ Compared to the prototype, a swirl flow classifier that requires no modification work, has no piping, and can be operated for a long time has been developed.
- ✓ We would like to cooperate with the manufacturer to confirm the very long operation.(~a month)



ありがとうございました