

## 乾式粒子複合化装置 ノビルタ ベルコム Dry Particle Composing Machine: NOBILTA VERCOM

羽木 孝輔

Kosuke HAGI

ホソカワミクロン株式会社 粉体工学研究所

Powder Technology Research Institute, Hosokawa Micron Corporation, JAPAN

### 抄 録

ノビルタは、精密分散や複合化・表面改質・球形化といった粒子設計が乾式で可能な機械である。2004年に世に出て以来、100を超えるユーザーに納入され、様々な分野で活躍してきた。本報では、ノビルタの優れた複合化性能を維持したまま、最大500ℓの大型機まで製作が可能な新型乾式粒子複合化装置 ノビルタ ベルコム (NOB-VC) を紹介する。

### ABSTRACT

The NOBILTA has been used by over 100 companies worldwide for particle designing such as micro-mixing, nanoparticle composing, surface treatment and spheronization since it was launched in 2004. The newly introduced machine NOBILTA VERCOM (NOB-VC) has the ability to particle design at high performance and has much larger process capacity (Max. 500ℓ) compared to the previous model. The following paper will introduce the composing capabilities of the NOBILTA series as well as a few process examples.

### 1 はじめに

粒子設計とは、「粉体の化学的性質を変えることなく、粉体の性質を望ましい性質に改変したり、新しい粉体物性を創製すること」である。粒子設計によって、次のようなことが実現されている。

- 1) 粒子の流動性や充填性を向上。
- 2) 熱的・機械的強度・電気特性を改善。
- 3) 溶解性を向上。
- 4) 溶出速度を制御。
- 5) 複数の機能を粒子に持たせる。
- 6) 化学反応速度を向上・抑制。

粉体には、凝集や付着といった問題があることは広く知られている。特にナノ粒子の応用に際して

は、従来とは比べ物にならないほど強い凝集性を克服しなければならない。粒子を構成している分子レベルで制御しようという試みも行われているが、基本構造の機能性が損なわれる場合もあるため、粒子レベルで物性を制御できる粒子設計技術が注目を集めている。

### 2 ノビルタシリーズの特徴

弊社では、1980年代から乾式で粒子設計を実現するための様々な装置を開発・製造してきた<sup>1)</sup>。その一つであるノビルタは、2004年に世に出て以来、100を超えるユーザーに納入され、様々な分野で研究や生産のために活躍してきた。

ノビルタシリーズは次の特徴を持つ。

- 1) 精密分散・複合化・表面改質・球形化などの乾式粒子設計が可能。
- 2) ナノ粒子からミクロン粒子まで幅広い処理が可能。
- 3) 低いエネルギー負荷で処理が可能。
- 4) 処理時間を大幅に短縮。
- 5) 省スペース、ランニングコストを低減。
- 6) 分解・洗浄・組立が容易。
- 7) 弱熱性・摩耗性・高付着性など取り扱いが難しい性状の原料に対しても処理可能。
- 8) 耐摩耗性仕様が可能。

### 2.1 ノビルタの構造と特徴

ノビルタ（以下、NOB）は水平円筒型の容器内で、特殊な形状の羽根を有するロータが高速で回転することによって、衝撃・圧縮・せん断の力が個々の粒子に均一に作用するように設計されている<sup>2)</sup>。また本体ケーシングは水冷ジャケット構造になっており、弱熱性原料に高いエネルギーを加えた際にも品温の上昇を抑制できるため、機内融着や品質劣化を低減することができる。

### 2.2 ノビルタ ベルコムの構造と特徴

NOB への大型化の要望に応えるために、ノビルタベルコム（以下、NOB-VC）が開発された。NOB の構造を見直すことによって、有効容量は最大 500 ℓ（NOB の約 5 倍）まで対応でき、また容積あたりの投入量を 2 倍にすることによって機械をコンパクトにした。さらに垂直軸を採用したシンプルな構造に

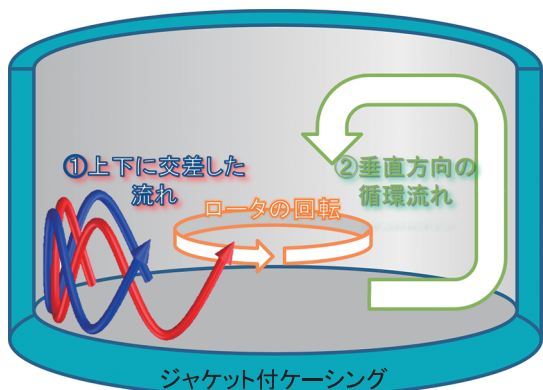


図 1 NOB-VC 内での粉体の流れ  
Fig. 1 Powder flow inside NOB-VC

より、コストを低減し、清掃性も向上した。もちろん NOB の優れた複合化能力を受け継ぎ、同等以上の複合化性能を有する。

NOB-VC はジャケットを持つ容器と上昇・下降羽根を有するロータからなるシンプルな構造である。円筒状の容器内で、底面に設けられたロータが高速で回転することにより、粉体は①上下に交差した流れと②垂直方向の流れを加えられて機内を循環し、複合化、表面改質、球形化などの処理が行われる（図 1）。

### 3 ノビルタシリーズの複合化性能

NOB と NOB-VC を用いて、ケイ砂（平均粒子径：21 μm）とシリカ（平均粒子径：7 nm）を質量比で 10：1 の割合で投入し、処理した。供給した複合化エネルギーに対する BET 比表面積の変化を図 2 に示す。また高速攪拌機における結果を併せて示した。図中の（ ）は各機器の有効容量を示す。

いずれの場合でも、複合化の進行に伴って処理品の比表面積が低下する。NOB と NOB-VC は同じ複合化エネルギーで、同じ比表面積に到達しており、さらに従来の高速攪拌機に比べて、低いエネルギーで複合化していることがわかる。またスケールの異なる NOB-VC（有効容量：5 ℓ および 165 ℓ）でも同じように比表面積が減少しており、大型機でも同じエネルギーで複合化処理できることを実証した。

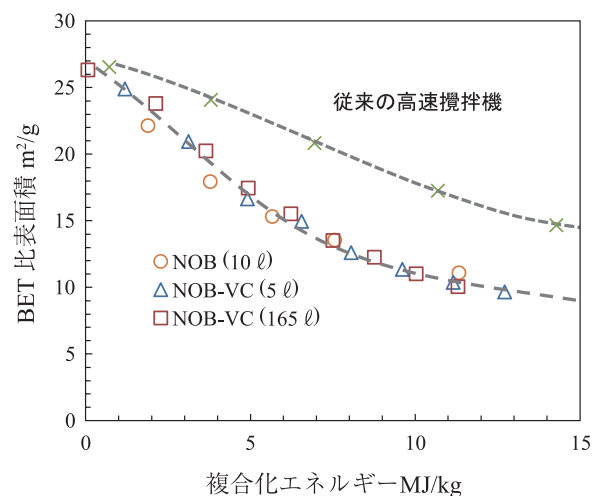


図 2 ケイ砂 - シリカ複合化性能の比較  
Fig. 2 Comparison of composing performance with silica sand and nano-sized silica

テクニカルノート

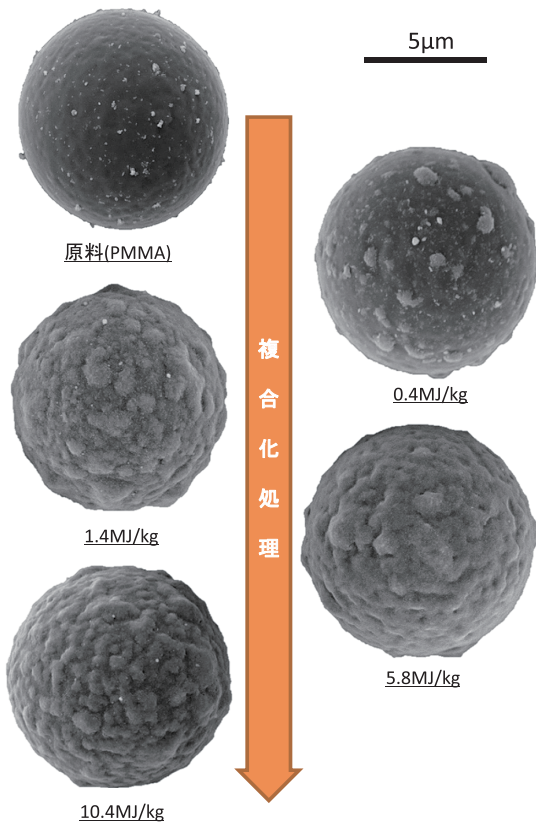


図3 PMMA/TiO<sub>2</sub>の複合化処理例  
Fig. 3 Composition of PMMA-TiO<sub>2</sub>

#### 4 ノビルタ ベルコム の処理例

##### 4.1 ミクロン粒子へのナノ粒子複合化

ノビルタ ベルコムでのナノ粒子複合化処理の一例として、PMMA（平均粒子径：12 μm）の粒子表面に酸化チタン（平均粒子径：15 nm）を複合化（被覆）処理した例を図3に示す。

処理の進行（複合化エネルギーの増加）に伴い、PMMA表面に酸化チタンが被覆し、凹凸のある表面に変化した。このようにバインダを使用することなく、容易にナノ粒子を複合化することができる。

##### 4.2 樹脂粉体の球形化・造粒

樹脂粉体（平均粒子径：30 μm）をノビルタ ベルコムで球形化および造粒した例を図4と図5に示す。この系では、処理温度を負荷により調整し、樹脂の表面だけを融合させる方法を用いた。この処理によって粒子形状は球形に変化し、さらに微粒子が粗粒子に融合することによって、微粉量を減らすことができた。

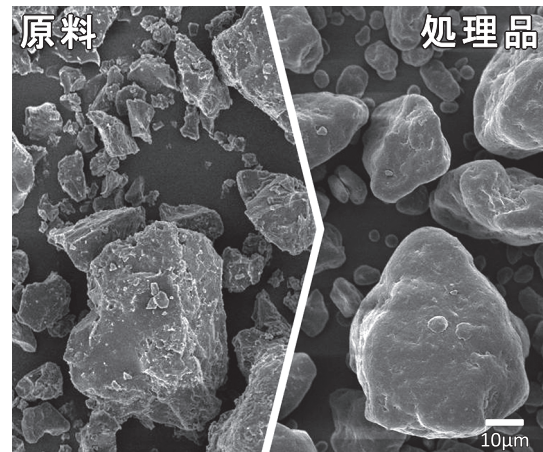


図4 樹脂粉体の球形化処理例  
Fig. 4 Spherulization of resin particles

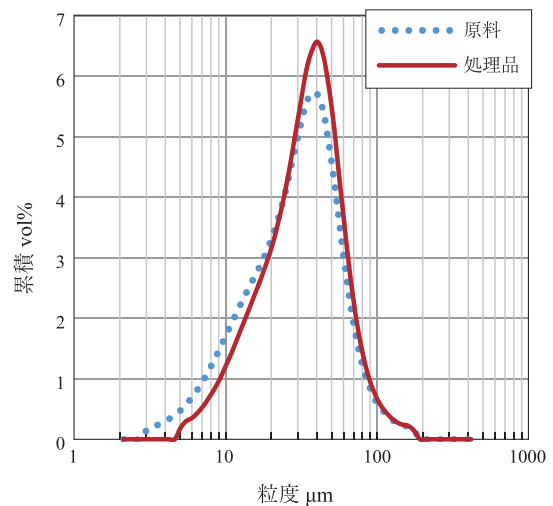


図5 樹脂粉体の造粒処理例  
Fig. 5 Agglomeration of resin particles

#### 4.3 その他の適用例

- 1) 2次電池・燃料電池・キャパシタの電極・固体電解質などの性能向上。
- 2) 高性能磁石の充填率や保持力などの向上。
- 3) 医薬用途での微粒子マスキング，OD錠のマイクロカプセリング。
- 4) 断熱材や伝熱材の性能向上。
- 5) 複合樹脂，触媒性能の向上，焼結性の向上。
- 6) トナーの流動性向上，キャリア粒子の表面改質（コーティングなど）。

表1 ノビルタ ベルコムの仕様  
Table 1 Specification of NOBILTA VERCOM

| NOB-VC |     | 130VC | 300VC | 600VC | 1000VC | 1400VC |
|--------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|
| 投入量    | ℓ   | 0.4   | 5     | 40    | 180    | 500    |
| モータ動力  | kW  | 2.2   | 15    | 75    | 160    | 315    |
| 回転速度   | rpm | 6000  | 2600  | 1300  | 780    | 560    |
| 概略寸法   | 全幅  | mm    | 370   | 640   | 1500   | 1870   |
|        | 全長  | mm    | 480   | 1070  | 2000   | 3140   |
|        | 全高  | mm    | 570   | 1140  | 1800   | 2500   |
| 概略質量   | kg  | 65    | 420   | 3000  | 8000   | 10000  |

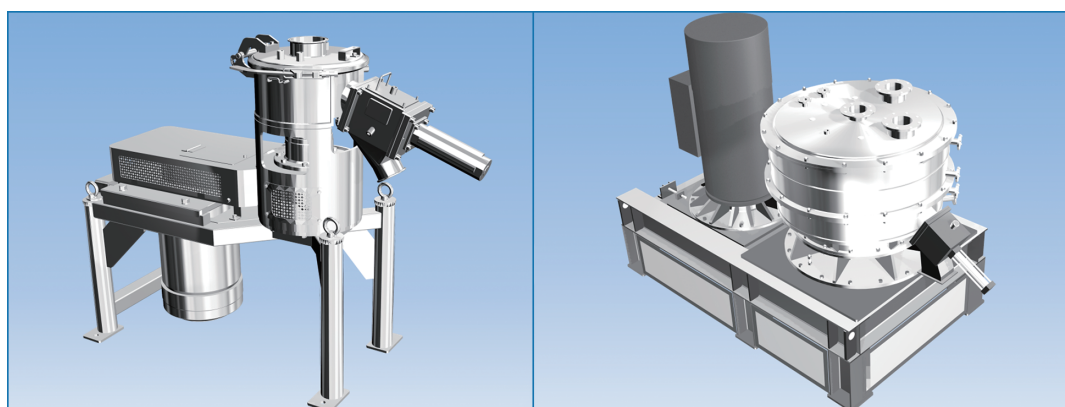


図6 ノビルタ ベルコム (左: NOB-300VC, 右: NOB-1400VC)  
Fig. 6 NOBILTA VERCOM (Left: NOB-300VC) (Right: NOB-1400VC)

テクニカルノート

## 5 ノビルタ ベルコムのラインナップ

ノビルタ ベルコムはNOB-130VC (有効容量: 0.4 ℓ) からNOB-1400VC (有効容量: 500 ℓ) までの5機種をラインナップしている (表1)。最小機種であるNOB-130VCは研究開発や小規模生産用のラボ機器である。電源と冷却水を準備するだけで、卓上で複合化や球形化などの粒子設計を行うことができる。

弊社大阪テストセンターにはテスト機として、NOB-MINI, 130, 300, 700 (0.2~100 ℓ) とNOB-130VC, 300VC, 1000VC (0.4~180 ℓ) を用意している。

## 6 おわりに

ノビルタは、高機能性粉体を実現する粒子設計装置として様々な用途で用いられてきた。そして現在、世界規模へと拡大する市場に対して、十分な高機能性粉体を供給するために、ノビルタ ベルコムが産み出された。これからも弊社が培ってきた粒子設計技術で粉体製品の性能向上を実現できれば幸いである。

## References

- 1) 猪ノ木 雅裕, 今世紀に進展した粉体処理技術の紹介 (日本), 粉砕, 59 (2016) 60-68.
- 2) ホソカワミクロン (株) 編: ホソカワ製品ハンド

ブック, “ノビルタ<sup>®</sup> NOB—乾式粒子複合化装置”, pp. 312-313, 凸版印刷 (株), 大阪 (2013).