

## 微粒子の高機能化のための粉体加工技術（7）

### Powder Processing Technology for High Functional Fabrication of Fine Particles (7)

小石 眞純

キーワード：微粒子、粉体加工、界面制御、静電気利用、粉粒体設計工学、高速気流中衝撃処理

Keywords: Fine particle, Powder processing, Interfacial control, Electrostatic utilization, Particulate materials design Technology, Impact treatment in high speed air-flow

#### 1. はじめに

最近の粉体・材料の高機能化の一つに粉砕技術がある。堀田によれば、特に微粒化や複合化のための粉砕プロセスは、粒子径、粒子形状、粒子表面状態などに影響を与える。そのため、高機能性材料の創製や製造プロセス開発のためには、「粉砕」を知り、且つ「粉砕技術」を如何に使いこなすかが重要であることを指摘している<sup>1)</sup>。

さらに粉砕に関わる処理エネルギーを利用したメカノケミカル反応による粉体合成や粒子複合化、コーティングなど新しいプロセス技術の開発が展開されており、粉砕技術は多くの学術領域分野の研究者らにとって興味深いテーマである。

今回は、粉砕で調製された微粒子の有効利用に関連して、高機能化のための粉体加工技術である“摩擦・摩耗・潤滑・衝撃・せん断”などの諸現象を活用することを中心に解説する。

さて、粒子が小さくなると単位体積中の粒子個数が増えるので、反発力が働かなければ、ブラウン運動で粒子同士の衝突・合体（凝集）が頻繁に起こり、粒子は成長しその個数濃度は低下していく。例えば、 $0.1\mu\text{m}$ の粒子が体積濃

度を0.05%で分散した系を考えると、その粒子個数濃度が $10^{12}$ 個/ $\text{cm}^3$ なので、空気中では1秒後に、また、水中では100秒後に粒子個数濃度はいずれも約3桁減少した $10^9$ 個/ $\text{cm}^3$ 程度になってしまう。ただし、粒子間に電気的な反発作用がない場合のことであり、空気中と液中に浮遊する粒子とでは様相が異なる<sup>1)</sup>。気相中の粒子では、他方の粒子が接近するのにファンデルワールス力の引力に助けられて何らの妨げもないのに対して、液相中の粒子では、他方の粒子が接近する途中で電気的な反発（エネルギー障害）のためそれ以上接近出来ないことが起こる。このエネルギー障害は気相中の粒子では実現しにくい、液相中粒子では人工的に制御でき、エネルギー障壁をなくすることもできる。

なお、粒子が乱流状態の流体中にあり、かつ粒子径が $1\mu\text{m}$ 程度より大きいときは前述のブラウン運動の凝集より進行が1桁程度速くなるとされている。

さて、粒子同士が付着した塊を凝集粒子と呼ぶが、凝集粒子を構成する粒子は一次粒子と呼ばれる。また、凝集粒子をほぐして一次粒子にばらばらにする操作は分散と定義される。

凝集粒子は沢山の一次粒子が集合したもので、一種の粒子層（粒子集合体：粉体）と考えられる。したがって、粉体/粉体系における乾式混合により、凝集粒子を母粒子表面に子粒子として単分散（一次粒子）付着・被覆・固定化することは、気相中での有意な粒子加工技術である

2020年4月20日受付  
KOISHI Masumi  
東京理科大学名誉教授