

粉体工学と技術の展開

The Future of Powder Science and Technology

日高 重助

Jusuke HIDAKA, Ph. D

同志社大学理工学部化学システム創成工学科, 教授

Professor, Department of Chemical Engineering and Materials Science, Doshisha University



「粉碎」誌は52巻を数え、本誌を発行されているホソカワ粉体技術研究所は今年創立50周年を迎えられると聞いています。半世紀にわたって、我が国の粉体工学と技術の先頭に立ち、いち早く本誌を刊行されて広く粉体工学と技術の啓蒙・普及に尽力された慧眼に深い感動と敬意を表します。

粉体工学と技術は、その時代が抱えるいろいろな課題を解決しながら発達し、今後一層の発展が強く期待されているが、今大きな転機を迎えていることも確かである。

粉体は固体粒子群集合体の総称である。一般に、物質は気体、液体および固体の三態をとり、常温・常圧下では固体状態を呈する物質が圧倒的に多い。化学便覧には、およそ数千種の代表的な無機および有機物質の物性が一覧表で掲載されている。それによると常温、常圧下で無機物質の約75%、有機物質の約60%が固体である。そこで、人類は太古の昔から、固体を利用するため、あるいは食べ易くするには、「細かい粒子の集合体である粉体にすれば良い」ことを知っていた。したがって、我々の身の回りには粉体が満ち溢れ、食品、医薬品、自然の土や砂あるいは絵の具など、我々の生活や文化はこの粉体が育み、粉体によって支えられていると言っても過言ではない。

昭和30~40年代から我が国は工業化社会に突入し、我々の住む社会を便利で、豊かにするために、物質の大多数を占める固体物質を有用な物質に変えて、多様な機能を持つ材料を大量生産するようになった。この材料生産プロセスでは、(a) 物質組成の分離、混合や精製を容易にする、(b) 反応性を高くする、(c) 固体物質を流動させて固体の連続プロセスを可能にするために、固体を「粉体」にして、流体プロセスと同

同志社大学微粒子科学技術研究センター長
科学技術振興機構京都府地域結集型共同研究事業研究統括
粉体工学会会長
連絡先：〒610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷1-3
TEL:(0774)65-6608
E-mail: jhidaka@mail.doshisha.ac.jp

じように固体物質の連続処理プロセスを構築して物質の大量生産を行った。

粉体工学と技術は、この粉体プロセスの操作や設計のために形成され、大量生産、コストダウンや品質安定化がキーワードであった‘工業化社会’で、大変大きな貢献を果たし、社会から熱い眼差しを得た。その頃の謳い文句は「粉体を征する者、材料を征す」であった。この言葉は、粉体流動挙動の‘御しにくさ’を意味していた。粉体は流動するけれども、流体の流動とは全く異なる性質を持つ。たとえば、容器に入った粉体をその容器の底に排出口を設けて流出させるとしよう。このとき、容器底部からの粉体表面の高さが異なっても、排出量はいつも一定である。液体の場合は、言うまでも無く、液体面の降下とともに排出量が少なくなる。この原因は、粉体の流動では粉体層内にすべり帯と呼ぶ不連続帯が発生するからである。このすべり帯に関係する摩擦相互作用と環境に依存して変化する粒子間付着相互作用が粉体挙動の理論的取り扱いを阻み、粉体挙動の基礎的理解が進まず、思いのままに制御することが難しかったのである。その後の大いなる努力により粉体状態論や粉体力学が整備され、いわゆる「物作りの工学、プロセス工学」としての粉体工学の骨格がしっかり形成された。

ところが、その頃には、社会は急速な変化を遂げ、我々を工業化社会から‘知識社会’へと導いていた。とくに現代社会は高度の知識とアイデアにもとづく粉体産業の展開を求め、これまでの「単なる物作りの工学」はすっかり魅力を失い、今後の社会に有用な「高度機能材料・粒子とその利用システムの創出ならびにその材料独特の生産システムの設計に関する工学」の確立を求めている。「何のため、何を、どのように作るか？」に関する工学である。電気工学や機械工学など合理的な大量生産を支えることを源として発達した全ての工学において事情は同じであろう。

粉体工学において「何のために何を作るか？」に関する機能性粉体材料・粒子の設計工学を展開するのは容易でない。とくに、新しい材料や機能物質の創出は主としてケミストが担当しており、学の独立の点からは、ケミストと異なる工学的方法(=数理工学的方法)による材料追求法を確立しなければならない。

ご承知の通り、粉体工学の分野では、早くから粒子設計なる言葉が飛び交い、その言葉の下に種々の研究がなされたが、基本的なコンセプトとアプローチの方

法が不明瞭なように思う。

機能性粒子とは、ある環境に置かれたとき、目的の特性を発現する粒子である。例えば、設定した電場内で目的のとおり挙動するように帯電設計をした粉体トナー粒子、あるいは体液に浸されて目的の位置で溶解する医薬品粒子などがこれに該当する。また、機能性材料とは入力エネルギーを異なる出力エネルギーに変化するエネルギー変換材料である。したがって、これらの機能性粒子や材料の設計は、通常の人工物や化学装置の設計と同様に、まずこれら機能の発現機構に対する数理モデルが明らかにされ、それにもとづいて所望の機能を発現する材料構造が定量的に設計されなければならない。これが、粉体工学が永い間にわたって培った工学センスを生かす独特の粉体材料・粒子設計法の一つであろう。次代の粉体工学は新しい粉体材料や粒子の開発を包含し、「機能粒子と粉体材料の設計からその生産に関する工学」としてその完結性を高め、粉体技術の進展の基盤とならなければならない。

幸いにもこうした設計法を支援する重要なツールであるコンピュータの発達は目覚しく、近々神戸のポートアイランドには、1秒間に「兆から京」の単位の演算回数を持つ世界最速のコンピュータの建設が予定されており、次代の粉体工学・技術の展開に大きな役割を果たすであろう。
