

# あらゆる場面で活躍する粉体技術

粉体とは粒子の集まりである。物質を粉砕して粉体にしていくと、それまでは見られなかった機能が出てくる。前回六月十三日付日経産業新聞紙上で、「食品を噛み砕く」として「粉」を通して粉体技術を紹介し、エンジニアリング産業では集塵技術、機械産業では研磨技術として活躍しているなど、現代の産業・個人生活にとって重要な技術であることを紹介した。今回は粉体の持つ性質について検討してみよう。

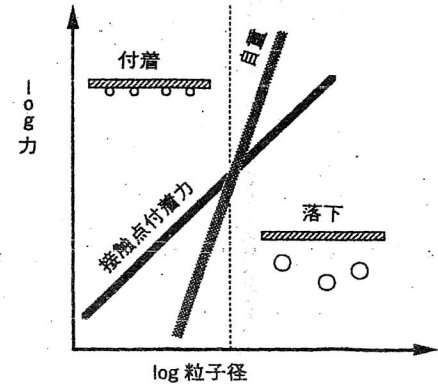
(名古屋大学工学部教授 梅 淳一郎)

## 粒子とは何か

粉体は粒子の集まりである。粒子の大きさは粉体の性質に支配的な影響を及ぼす。図1に示すように粒子の自重は粒子径の三乗に比例し、接触点に働く付着力は粒子径に比例するので、粒子が小さくなると粒子径の二乗に逆比例して、自重に比べて接触点に働く付着力が強くなる。従って粒子が小さくなるほど粉体は粘りやすくなる。流動は悪くなる。また、粒子が小さくなるほど融点も下がると、粒子そのものの性質も、粒子径によって大きく変わる。つまり粉体を扱う上で粒子の大きさと関係する重要な情報となる。

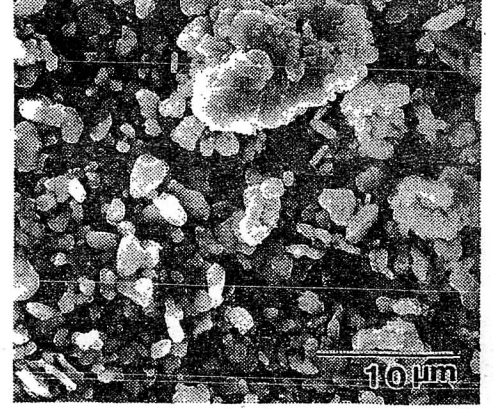
## 大きさが重要な要素 細かいほど凝集しやすい

図1 細かい粒子が凝集しやすい理由



展途上の技術であることは、前回六月十三日付の記事で解説したが、何をもって粒子と呼ぶかという、より根本的な問題が残っている。

図2 アルミナ原料粉体



広 告

粒子径分布測定技術が発見されたのは、超音波を用いて測定する前に、超音波などによって凝集体を分散する必要がある。粒子径分布測定を行う。粒子間に働く付着力は、分子間結合力よりはるかに弱いため、一定時間超音波を照射すると、粒子径分布は変化しなくなる。ところが図1に示したように、粒子径が小さくなるほど、付着力が異なる場合がある。図2はスパークプラズマIC基盤に使用されるアルミナであるが、アルミナは水酸化アルミニウムを仮焼して製造されるため、粒子同士は軽く焼結されている。従って粒子は、弱い付着力から分子間結合力に近い力まで、様々な大きさの力で結合されている。その結果、測定される粒子径分布は、分散力に対応して変化することになり、つまりには一次粒子の破壊まで起きてしまう。

測定の前、超音波などによって凝集体を分散する必要がある。粒子とは一次粒子のことであるが、例えば液中での沈降運動を考えると、運動の単位となるのは凝集体である。沈降運動を対象とする、粒子とは凝集体を言うことになる。このように何を以て粒子とするかは、対象としている現象、測定する目的によって違ってくる。

一般に、ある凝集体の大きさをそのままの姿で測ることはきわめて難しく、超音波によって分散された状態の測定結果を粒子径と称している。

## 液体と粉体

なぜ「粉体」かは、前回の記事で説明したので、ここでは粉体の性質を説明したい。

文献を検索する時に「粒子」をキーワードに選んで、お目当ての粉体関係の文献のほかに、ニュートリノなどの素粒子物理関係の文献もたくさん出てくる。素粒子まで行かなくても、粒子の集まりが粉体なら、分子が集まってできているものはすべて粉体になってしまう。

## 構造的には似た関係 粉体は粉砕後も同じ組成

文庫のほかに、ニュートリノなどの素粒子物理関係の文献もたくさん出てくる。素粒子まで行かなくても、粒子の集まりが粉体なら、分子が集まってできているものはすべて粉体になってしまう。

しかし、例えば無数の水分子が集まったPETAポットで絶えず運動している。構

成粒子が絶えず運動しているために、水よりも密度の大きいものは沈んでしまふ。一方、小麦粉粒子は大き過ぎてじっとしているの置いても沈まない。ところがその小麦粉を揺すってやると小麦粉粒子は動き出し、百円玉は次第に小麦粉の中に沈んで行く。この現象が地上で起きると地盤の液化化と呼ばれる。水を粉体と呼ぶ人は多いが、水と粉体には似通った性質があるのである。事実、粉体の構造は、溶液論

る。小麦粉粒子が動かない、百円玉は次第に小麦粉の中に沈んで行く。この現象が地上で起きると地盤の液化化と呼ばれる。水を粉体と呼ぶ人は多いが、水と粉体には似通った性質があるのである。事実、粉体の構造は、溶液論

る。小麦粉粒子が動かない、百円玉は次第に小麦粉の中に沈んで行く。この現象が地上で起きると地盤の液化化と呼ばれる。水を粉体と呼ぶ人は多いが、水と粉体には似通った性質があるのである。事実、粉体の構造は、溶液論

# 家庭の台所から先端技術産業まで

## 粒子と気体

水や小麦粉は、すし詰め  
の電車のように粒子がかな  
りぎっしり詰  
まっている  
が、赤字ロー  
カル線のように  
バラバラと  
集まるという  
なるか。

で空中を浮遊し、枯れ木に  
花を咲かせる。  
つまり粒子も軽くてサラ  
サラしているものは、風に  
乗って気体のように振る舞  
うし、重くても非常に小さ  
くなれば、煙となって気体  
で、もはや粉体(小さな粒  
子の集まり)としてではな  
く、大きな一塊(連続体)  
として扱われる。

分子がバラバラ集まった  
ものは気体であるが、例え  
ば大相撲の水戸泉のよう  
なだけ、気体とは似ても  
似つかない振る舞いをす  
る。しかし花咲か爺(じい)  
さんのまく灰は、風に乗っ

液体と気体のほかに、分  
子が集まってできる状態に  
固体がある。固体の分子は  
固く結合され、身動き一つ  
できない状態にある。  
粉体で言え  
ば、焼き固め  
られたような  
状態、レイン  
方お茶碗の  
ようなもの

## 気体に似た振る舞いも 粒子の重さ、大きさで違い

## 粉体の流動性

「粉体は魔物」。これは  
昔から言い古されたセリフ  
であるが、粉体を扱ったこ  
とのある人なら、必ず一度  
も二度その魔性を実感した  
ことがあるに違いない。粉  
体の魔性はどこから来るの  
か、考えてみたい。

卓塩が、湿気のために流れ  
にくくなることは良く経験  
することである。摩擦係数  
は表面の粗さの影響を受け  
るので、粒子のわずかな摩  
耗や表面の酸化、汚染など  
によっても、今まで流れて  
いたものが流れなくなつた  
りだ。

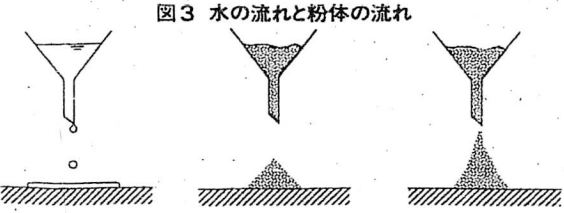


図3 水の流れと粉体の流れ

粉体も外から力を加えて  
やれば、液体のように流動  
化することを経験した。では  
流動化のしやすさは何で決  
まるか。図3に示すように  
ロートから水と粉体を、平  
板上に流してみる。水では  
分子自身が動いているので、  
お互いに位置を入れ替  
えて水膜を形成する。

次に粒子同士の摩擦抵抗  
が大きければ、それだけ険  
しい山になり、付着性の強  
い粒子では、先端が塔のよ  
うな形になる。つまり同じ  
球粒子でも、接触点の条件  
が違えば、ガラッと挙動が  
変わってしまう。

一方粉体は、一般に山状  
に堆(た)積するが、粒  
子が球形で、粒子接触点に  
摩擦力も付着力も働かない  
場合は、粒子は平板上に堆  
積できず、水の場合のよう  
に粒子が一層並ぶことにな  
る。

容器がプラスチックだった  
たりすると、さらに静電気  
の影響が現れ、その挙動は  
予想もつかないものにな  
り、電荷が蓄えられると火  
花を発生し粉塵爆発の災害  
を引き起こす。

## キメ手は接触点の条件 表面の酸化などで変化

## 環境と挙動

表面のわずかな違いで、  
その挙動をガラッと変える  
と言つては、ちょっと環  
境を変えるか、ほん  
の薄化粧すれば、  
見違えるほど美人に  
なると言つては、  
浮いてしまふ粉も、  
台所用洗剤を一滴た  
らすだけで、スーッ  
と水に分散する。あ  
らかじめアルコール  
などの水になじみや  
すいもので粒子の表  
面を温らせておいて  
も、粉体は良く分散  
する。

筆者が粉体工学の手  
ほどきを受けたころ  
は、「粉体は魔物」説  
が支配的であったが、  
最近はまだ聞きな  
い。むしろその魔性を  
巧みに利用して粉体の  
高機能化に成功してい  
る。「粉屋」の努力の  
結果、鼻薬は、助  
剤とか添加剤と呼ばれ、粉  
砕性や流動性、分散性など  
の向上になくてはならない  
技術である。薄化粧は表面  
改質と呼ばれ、吸着、表面  
反応、マイクロカプセル、  
コーティングなど、  
様々な処理技術が研究  
開発され、重要な粒子  
高機能化技術として、  
現在の粉体技術の重要  
な柱の一つとなっている。

## 広告

企画・制作 日本経済新聞社広告局

## 表面改質で粒子高機能化