超微粒子・超微粉体の利用

加 藤 昭 夫
Akio KATO

理化学分野には“超”の接頭語がつく術語がかなりあって以前から使用されているが、今日では日常生活に関連した事物にも数多くの例がある。後者の例には、超小型〇〇，超軽量〇〇，超薄型〇〇，あるいは超能力，超ファインプレーなどがある。“超”に対する英語には super- と ultra- が使用される。理化学分野の例を挙げると，superconduction, superfluidity, supersonic, supercooling, supersaturation, superlattice, superoxide, ultrafiltration (限外濾過), ultracentrifuge, ultramicon (限外微粒子), ultraviolet, ultra high vacuum や pressure, などがある。super- は性質の不連続的变化や自由エネルギーの符号の変化など，科学的に明確に定義できる状態に対して使用されている場合が多い。一方，ultra- は“普通”の範囲外(限外)を表わすのに使用されており，その両範囲の境界は明確でないものが多い。

超微粒子・超微粉体の“超”には一般に ultrafine が使用されている。理化学辞典(岩波，増訂版，1964年)には，粒子の大きさに関する術語に ultramicon, submicon, amicon がある。submicon は普通の顕微鏡では解像できず，限外顕微鏡(ultramicroscope)で初めてその存在が認められる大きさ 6~200 nm 程度の粒子，amicon は限外顕微鏡でも認めることができない 1~6 nm の粒子で，ultramicon は両者の総称である。神保元二著「粉体の科学」では超微粉体としては粒子径 1~300 nm が与えられている。超微粉体の“超”の明確な定義はなく粒子の大きさ 1 μm 以下(submicon)を超微粒子と呼ぶことが多い。しかし超微粉体の製造技術が進んで，製造が容易になるとともに，“超”の範囲が小さい方へシフトする傾向にある。粒子の大きさが 0.2~0.3 μm 程度以下を超微粒子・超微粉体と呼べば，従来からの理化学的用法と大きくは外れないようである。

＜著者紹介＞

昭和9年生

昭和31年 九大・工・応用化学科卒

昭和36年 九大・大学院工学研究科応用化学専攻博士課程単位修得の上退学

昭和36年 九大講師(工学部)

昭和37年 九大助教授(“ ”)

昭和47年 九大教授(“ ”)

昭和55年 } 名大併任教授(“ ”)

昭和59年 }

今日，重要な多くの無機化合物および金属の超微粒子・超微粉体が工業的スケールで製造できるようになっている。我が国の製造技術は世界的にみてトップレベルにあるといえる。しかし，超微粒子の特徴を有効に活かすためには製造技術のみでなく，製造以降の処理技術，利用技術の確立が重要となる。

粉体の多くの基本的性質は粒子の大きさに関係している。化学反応性，触媒活性，吸着特性(表面不純物)と関係する比表面積は(粒子の直径)⁻¹ に比例する。超微粉体では流動性，分散性を支配する粒子の凝集が問題となるが，粒子間相互作用力は(粒の直径)^{-1~2} に比例して増加する。粒子間の焼結速度も(粒子の直径)⁻ⁿ の関数である。このように粉体の基本的性質は粒子の大きさによって変化するが，“超”の範囲に入ることによって不連続的に変化する訳ではない。いわゆる“超”の範囲に入ると粒径の効果が著しくなり，“超”でないものでは問題にならないことが，重要になるのである。

超微粉体の利用は，粒子を分散して利用する場合と焼結体の原料とする場合に大別される。いずれの場合においても共通して重要な利用上の問題は粒子の分散性である。粒子の凝集はいずれの利用でも有害である。焼結体の製造においては，粉体の製造履歴の影響が大きい。電子顕微鏡的観察，比表面積，不純物には差が見られないのに，実際に成形，焼成を行うと粉体間に大きな差があることをよく聞く。その原因の解明は困難であるが，成形時の粒子の流動性，分散性に関係していると考えられる。超微粒子になると焼結性が向上することは多くの例で認められているが，超微粉体の取扱い上の問題が工業的利用のネックになっている。粒子の分散性，流動性は粒子の大きさ，形状のほか表面状態，一表面の物理的および化学的構造と関係している。超微粒子では，特に表面状態の影響が大きくなる。したがって，超微粉体のキャラクタリゼーションは，粒子の幾何学的形状のみでは不十分で，表面状態の把握が重要となる。最近，米国では，粉体表面のキャラクタリゼーション，粒子分散系の科学に関する研究が活発である。我が国においても，苦勞して製造した超微粒子・超微粉体を有効に活用するため，あるいは利用を拡大するためには，超微粉体の表面科学の研究を強力に推進する必要がある。

(九州大学工学部教授)