

積分球を用いた粉体粒径計測

Particle characterization of silica powders using an integrating sphere.

東京農工大 BASE, °宍戸 大悟, 岩井 俊昭

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., BASE, °Daigo Shishido and Toshiaki Iwai

E-mail: tiwai@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

粉体の粒径計測は、粉体製造プロセスを制御するために重要である。通常、粒子の集合体である粉体の粒径計測は困難な計測に分類されており、高精度な粒径計測が必要な場合は顕微鏡法が用いられている¹⁾。顕微鏡法では試料のサイズを直接測定するため、粒径の情報しか取得されない。本報告では、積分球を用いることによって粉体の拡散反射率と透過率のスペクトル特性から粒径を評価する新しいアルゴリズムを提案する。本手法を用いれば、試料の粒径のみならず散乱断面積や g パラメータという光学的な粒質パラメータを同時に取得可能である。実証においては既知の粒径を有するシリカ粉体試料の計測を行い、提案アルゴリズムの有効性を実証する。

2. 実験

Fig.1には、粒径推定のためのアルゴリズムを示す。本アルゴリズムは、Mie 散乱理論²⁾によって散乱断面積と g パラメータを算出する部分と拡散反射率と透過率の実測値を用いた逆モンテカルロ法³⁾によってそれらを推定する部分で構成されている。前者では、試料の粒径を一様乱数で与え、Mie 散乱理論により散乱断面積と g パラメータを計算する。後者では、積分球により計測した拡散反射率および透過率を条件値として、逆モンテカルロ法により散乱断面積と g パラメータを推定する。両方法によって算出した値を比較し誤差判定を行い、それが予め設定した誤差閾値以下になるまで前述のルーティンを繰り返す、試料の粒径を推定する。

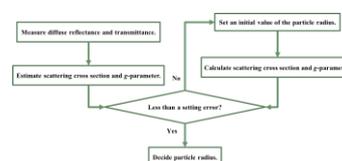


Fig.1 Flow-chart of the algorithm to estimate the particle size.

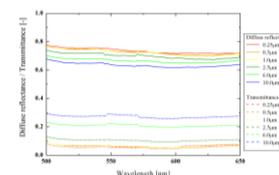


Fig.2 Diffuse reflectance and transmittance produced from the powder of silica particles.

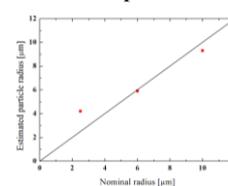


Fig.3 Comparison between the estimated and given radii of silica powders.

3. 結果

Fig.2に積分球により計測した粒径 $0.25\mu\text{m}$, $0.5\mu\text{m}$, $1.0\mu\text{m}$, $2.5\mu\text{m}$, $6.0\mu\text{m}$, $10.0\mu\text{m}$ のシリカ粒子の拡散反射率と透過率のスペクトル特性を示す。実線は拡散反射率、破線は透過率を示す。粒径 $0.25\sim 1.0\mu\text{m}$ では各スペクトルに差は見られないが、 $2.5\sim 10.0\mu\text{m}$ においてスペクトルの粒径依存性を確認した。この結果から、粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以上の粉体試料について、取得したスペクトルから粒径の推定が可能であると考えられる。Fig.3に、本アルゴリズムによる粒径推定結果を示す。横軸は測定試料の公称値、縦軸は推定値を示す。実線は、公称値と推定値が等しくなる点を結んだ線である。粒径 $6.0\mu\text{m}$, $10.0\mu\text{m}$ においては、測定誤差10%以内で推定された。

$2.5\mu\text{m}$ では、粒径が小さいためそれに依存したスペクトルの差異を精度よく計測ができなかったため、誤差を生じたと考えられる。発表では、粒径の測定可能範囲について考察し、その結果も合わせて報告する。

参考文献

- 1) T. Allen: *Particle Size Measurement* (Chapman and Hall, London, 1975) pp.128-150.
- 2) レーザー学会(編), “レーザーハンドブック” (オーム社, 2005).
- 3) 島田美帆, 畑寿太郎, 伊藤雅英, 内田彰子, 谷田貝豊彦: “皮膚下における色素の見え方の変化”, 光学, **29**, 6(2000)392-398.