

粉体不均質の理解と制御への期待 Understanding and Controlling Powder Inhomogeneity



多々見 純一*
Junichi Tatami

固体粒子が粒子間相互作用によって集合している粉体は、特異な流動性や高比表面積、化学的活性など、粒子集合体特有の性質を有している。このような性質を活用して、粉体は古代の壁画や陶器、食料などから始まり、芸術から現代の先端産業まで幅広く利用されており、人類の文明と文化の基盤には常に粉体があったといっても過言ではない。現在、粉体工学は多様な分野を支える基盤科学となっており、特に、粉体は持続可能な開発目標(SDGs)の中で、②飢餓、③保健、⑥水・衛生、⑦エネルギー、⑨イノベーション、⑩都市、⑫生産・消費、⑬気候変動にも関係し、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーとも強い繋がりがあがる。これらの分野で粉体を適切に扱うことは望む成果を上げるために必須であることは、粉体工学に携わる研究者・技術者にとっては周知の事実であろう。

一方で、粉体に関わる様々なトラブルが生じることも知られているが、従来その解決は勘と経験に頼ることが多かった。これは、現実の粉体は球形ではなく、粒子径分布を有しており、さらには、微粒子表面の状態も均質とは限らず、分散剤やバインダーなどの有機添加物および微粒子間の相互作用も一様ではないこと、すなわち、粉体が本質的に内包する『不均質』とその時空間的分布の理解と制御が不十分であったことが、大きな要因の一つであった。例えば、粉体から製造される典型的な材料の一つである比較的信頼性の高い軸受用 Si₃N₄セラミックスでも、その曲げ強度は粉体プロセスに起因する数十μm程度の不均質領域が破壊源となって最大 1.5 GPa 程度であり、超微小試験片で測定した値(約 5 GPa)や理想強度(数十 GPa)に遠く及ばず、優れたポテンシャルを発揮できずにいた。粒子径、形状、粒子間相互作用が同じ理想的な粉体を利用することも解決策の一つではあるが、そのような粉体の調製には膨大なエネルギー、労力、時間が必要であり、課題の抜本的な解決には至っていなかった。従って、粉体材料の持つ潜在的に優れた機能を覚醒させていくためには、従来の『球状粒子』、『同

一粒径』、『相互作用にばらつきはない』という考えから脱却し、粉体に関連した課題の根本原因となる粉体の不均質に真摯に向き合うことで、その理解と制御のための新たな学理を構築することが急務である。このような課題を受けて、これまでに、本学会では、2018年に「不均質構造の利用と制御に関するワークショップ」を設置し、不均質構造の積極的な利用・制御に関する分野横断的な講演会を開催することで、粉体工学には関連しながらも分野を超えた情報交換を進めてきた。

2022年11月15日(火)～18日(金)の4日間にわたって、富士山の麓、山梨県富士吉田市にあるハイランドリゾート&スパにて第57回夏期シンポジウムが行われた。テーマは「粉体の多様な不均質の理解と制御による材料創製“Understanding and Controlling Various Inhomogeneity in Powders for Advanced Materials”」であり、上記に示したようなワークショップでの議論を発展させながら、ある意味で粉体の本質に迫ることをテーマとしたシンポジウムである。このシンポジウムの趣旨は、「粉体の不均質構造制御による材料機能発現、粉体の不均質とその支配因子の計測・観察、粉体の不均質を制御するための計算科学などに焦点を当てて幅広い議論を実施し、多分野にわたるこれらの領域で活躍する研究者・技術者が一同に会し、密に情報交換することによって、粉体の不均質をキーワードにした粉体工学の新しい展開を期待すると共に、その理解の深化を目指すこと」である。第57回夏期シンポジウムは、本学会の主催行事である国際会議“The 7th International Conference on the Characterization and Control of Interfaces for High Quality Advanced Materials (ICCCI2022)”と連携して開催し、会議中の1つのセッションを夏期シンポジウムとして、国内外からの多数の発表者(ICCCI2022における発表全体の1/4)とともに粉体の不均質に関する濃密な発表と議論が展開された。COVID-19に関する水際対策が大きく緩和した後の国際会議であり、粉体工学におけるグローバルな活動の重要性が再認識された会議でもある。粉体の不均質をテーマとする国際会議でのセッションは初めての試みであったにもかかわらず多数の発表が行われたのは、世界的に粉体の不均質に関する多数の潜在的課題があるためであり、粉体の不均質の理解と制御が今まさに解決が求められているのだということが強く認識された。本号は、その夏期シンポジウムの特集号である。粉体の不均質に関わる多様な研究成果とシンポジウムの様子を是非味わっていただければ幸いである。

〈著者紹介〉

1997年 東京工業大学 大学院理工学研究科 無機材料工学専攻 博士課程修了、日本学術振興会 特別研究員 PD、横浜国立大学 工学部 物質工学科 助手、2002年 横浜国立大学 大学院環境情報研究院 助教授、2007年 同 准教授、2012年 同 教授 現在に至る。

学位：博士(工学)

専門：セラミックスの粉体プロセスに基づく高機能化・高信頼性化

*連絡先 tatami-junichi-xv@ynu.ac.jp