

## 粉体工学×情報科学の交差点： 複雑系プロセスへの挑戦と新地平

Intersection of Powder Engineering and Information Science:  
Challenges in Complex Systems and New Frontiers

高井 千加\*  
Chika Takai



本号は、第59回夏期シンポジウムの特集号である。「粉体の関わるマテリアルズインフォマティクス(MI)」をテーマに、2024年10月4日に横浜国立大学にて開催された。粉体工学会粉体材料設計研究会および粉体グリーンプロセス研究会との共催のもと、粉体技術と情報科学の融合について、さまざまな角度から活発な議論が行われた。

材料開発の現場では、経験と試行錯誤に基づいた最適化が長らく主流であったが、近年では、実験データと人工知能(AI)・統計的手法を組み合わせることで、より効率のかつ再現性の高い開発プロセスが模索されている。例えば、粉体を基点とするセラミックスの製造においては、粉碎や成形、乾燥、脱脂、焼成といった複数の単位操作が連続しており、それぞれの工程での評価とフィードバックが不可欠である。製造プロセス全体を見渡し、定量的なデータとMI・プロセスインフォマティクス(PI)の手法を組み合わせることが、今後の材料開発の鍵を握ると考える。

しかしながら、これは、簡単ではない。先のセラミックス製造でいえば、“最終製品の良し悪しは生まれたときに決まっている”と言える。“生まれたとき”，つまり、原料粉体が作られたときだ。粉の製造はトップダウン・ボトムアップに分類され、各々さらに細分化された製造プロセスがある。これらは、成形プロセスで、型に流し込み部材に近い形に整えられる。複雑な形状を寸法精度よく成形するだけでなく、緻密性が高いこと、そして部材全体で均質性が保たれていることが必要となる。技術の進化とともに、需要が多様化し、より高度で複雑な材料設計が求められるようになった。それによって、個々のプロセスも多様化し、ノウハウも含めた独自の手法も多くなってきているように思う。つまり、個々のプロセス間で一定のギャップがあり、これらを“つなぐ技術”が必要になってくる。

これらのプロセスすべての最適化を、実験系だけで補うことには無理がある。逆も然りで、シミュレーションだけで補うこともできない。本シンポジウムの「粉体の関わる

マテリアルズインフォマティクス」では、実験系・シミュレーション系というアプローチを異にするだけでなく、幅広い素材やプロセス、多岐にわたる分野の研究者や技術者に集まっていただき、様々な垣根を越えた議論ができる場を目指した。

本シンポジウムでは、まさにその“つなぐ技術”の可能性を感じさせる多様な発表が行われた。とりわけ、プロセス中に埋もれた情報の可視化と、AIによる解析を組み合わせた研究が目立った。高速度イメージングとDeep Learningを組み合わせた燃焼挙動の解析は、経時変化を追うことが困難なプロセス内部の変化を定量的に捉え、解析可能とする試みである。これは、これまで経験や感覚に頼ってきた評価を、データ駆動へと転換する象徴的な取り組みといえる。また、AI画像解析によるプロセス条件探索、時系列データや形状情報からの特微量抽出と分類は、PIとしてのアプローチの多様性を示していた。素材や対象が異なっても、共通するのは「定量化」と「汎用性のある手法の構築」である。一方で、スラリーや分散体といった、より複雑な粉体システムに対する評価技術も注目された。乾燥体の粘弾性の三次元可視化や、接触角測定に加え、分散状態の定量化、さらにはOCTとレオメーターの融合システムなど、従来困難とされていた物性評価に対して、新しい計測技術と情報処理が導入されつつあることが伺えた。

これらの取り組みから明らかになったのは、「データの見える化」にとどまらず、その解析と応用の視点が各所に芽生えてきているという点である。プロセス間のギャップを埋め、材料開発の効率を高めるには、個別最適化だけでなく、全体を見渡した体系的な理解が必要であり、そこにMIやPIが果たす役割はますます大きくなるだろう。

私は2025年4月より名古屋工業大学先進セラミックス研究センターにて教授として新たな研究体制を立ち上げた。本シンポジウムのテーマである「粉体工学×情報科学」は、まさに今後の私自身の研究においても重要な役割を占めるものであり、絶好のタイミングでこのような企画を主催できたことを嬉しく思う。

本特集号では、当日の講演の中から、MI・PI技術の活用に向けた実践的な取り組みを記事として収録している。読者の皆様にとって、本号が粉体工学と情報科学の交差点を考える一助となり、今後の研究・技術開発の新たなヒントとなれば幸いである。

最後に、本シンポジウムの開催にご協力いただいた関係者の皆様、ご講演・ご執筆いただいた皆様、そして熱心にご参加くださったすべての方々、心より御礼申し上げます。

### (著者紹介)

2007年名古屋工業大学大学院工学系研究科物質工学専攻博士後期課程修了、博士(工学)。2007年栗本鐵工所、2010年グランデックス、2011年名古屋工業大学博士研究員(2014年から2015年出産・育児による退職)、2021年岐阜大学助教、2022年同准教授、2025年名古屋工業大学大学院工学研究科・東北大学多元物質科学研究所(クロスアポイントメント)教授、現在に至る。

2017年日本学術振興会特別研究員 RPD、2018年 Academic guest, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA)、2018年～2022年文部科学省卓越研究員  
専門：分散凝集制御と評価技術の開発

\* 連絡先 takai.chika@nitech.ac.jp