

## 微粒子の高機能化のための粉体加工技術（４）

### Powder Processing Technology for High Functional Fabrication of Fine Particles (4)

小石 眞純

キーワード：微粒子、粉体加工、界面制御、粒粒体設計工学、熱物理学

Keywords: Fine particle, Powder processing, Interfacial control, Particulate materials design technology, Thermophysics

#### 1. はじめに

粒子の機能設計は、粒子加工技術のなかでも重要な基礎的課題である。既に、粉体加工技術（１）－（３）では、可能な諸技術を解説してきた。ここでは、熱物理学の立場より粉体加工技術を解析した事例を中心に説明する。

一定の境界によって他の部分から区切られた空間内に存在する物質の集団は系と呼ばれる。外界から絶縁され、外界と交渉をもたない系を閉系または孤立系といい、外界と交渉をもつ系を開系という。

閉系内にある物質は、放置すれば時間が経過しても変化しない定常状態、すなわち平衡に達する。他方、開系のように外界と交渉をもつ場合は、状態変化を経て平衡状態になる。カルノー・サイクル的過程により負の自由エネルギーがつくりだされると、例えばメカノケミカル反応では粉体粒子の化学的反応の促進に利用できる。

本稿では、粉体/粉体系の混合による新機能性物質、すなわち機能性複合粒子の調製例を主体に説明する。

#### 2. 粉粒体設計における熱物理学

##### 2.1 粉粒体における表面改質

粒子設計の基本は粒子表面の改質である。表 1 は粉体粒子の表面改質法（1980年頃）である<sup>1)</sup>。参考までに現在の「粉体の表面処理技術/表面改質技術の分類」を表 2 に示す<sup>1)</sup>。多くの研究・開発に幅広く活用可能なことがわかる。

ここでは表 1 の表面改質法範囲での「熱物理学」解析の基礎的事項を説明する。

この議論は、小石/本田の提案した「粉粒体の粒子設計」予想の各種モデルを、当時、1990年、秋田大学鉱山学部の牧野和孝教授グループが取りあげて、熱物理学の立場で詳細に考察・評価いただいたものである<sup>2)</sup>。

丁度、筆者らのグループは微粒子設計という概念<sup>1)</sup>をモデルで提案し、実験を開始したところであり、大変に示唆の富んだ有難い考察・議論である。この熱物理学的な考え方は、その後の小石らの実質的な実証研究に参考になり感謝している。

さて、粉碎誌に掲載された「解説：粉粒体設

表 1 粉体粒子表面の改質法

- ・コーティング（単分子層被覆）による改質
- ・メカノケミカル（機械化学的）な改質
- ・トポケミカル（場所化学的）な改質
- ・高エネルギー利用による改質
- ・沈殿反応（表面複合化）による改質
- ・カプセル（膜被覆化）による改質

2020年3月3日受付  
KOISHI Masumi  
東京理科大学名誉教授