

# 企画にあたって

奥村 圭二\*

我が国の基幹産業である鉄鋼業は、現在、世界最高水準の技術で鉄を製造している。一方で、多量なエネルギーを消費しており、CO<sub>2</sub>排出量は産業全体の約4割を占めている。鉄鋼業においてはCO<sub>2</sub>の排出は不可避であるが、鉄は年間1億トン以上も生産されており、その生産量の多さから、エネルギー効率化や使用燃料の削減、技術改善によりCO<sub>2</sub>の排出量を大きく削減することができる。政府はCO<sub>2</sub>などの温暖化ガスの排出量を2030年までに2013年比で26%減らす目標案を公表した。より一層の省エネルギー、省資源が産業界に課せられることとなった。このことから、高効率な金属製造プロセスおよび高機能な金属材料の製造が志向されており、それに対する様々な研究がなされている。

金属の製造過程で起こる様々な現象を詳しく理解するアプローチとして、数値シミュレーションがある。図1は数値シミュレーション法を分類した図である。現象を記述する方程式を立てて、それを数値的に解くという手法は、従来は、有限差分法や有限要素法のような格子法で行われてきた。しかし、計算領域を設定して格子(計算メッシュ)を作成し、固定された計算点の範囲内での収束計算であるため、気-液界面のように界面が大きく変形または液体が分裂するような現象はシミュレートすることが難しいとされてきた。それに対して、粒子法は格子分割することなしに、連続体の運動を有限の数の粒子の運動として解析する手法である。前述の格子法はオイラー的に現象をとらえているのに対して、粒子法はラグランジュ的に現象をとらえている。連続体を構成する粒子各々の運動を独立してみているので、複雑に変化する境界面の問題に容易に適用できる利点がある。また、近年のコンピュータの進歩により、負荷の大きい計算が従来に比べて短時間で計算できるようになったことも粒子数の多い計算を可能にした。このような理由により、粒子法は様々な分野で注目され、金属製造プロセスに適用した研究も行われている。

本ミニ特集では、金属製錬から凝固、溶接プロセスへ粒子法を適用した研究について4件の解説記事の執筆を依頼した。この4件の記事は、金属製造プロセスの上工程から下工程への物流を意識して構成した。また、金属関連以外からも1件執筆をいただいた。夏井俊吾助教、菊地竜也准教授、鈴木亮輔教授(北大)には製鉄プロセスにおける高炉内装入物の運動解析について解説いただいた。伊藤公久教授(早大)には金属精錬過程における大変形を伴う異相界面への粒子法の適用例と今後の展望について解説いただいた。平田直哉助教、安斎浩一教授(東北大)には熔融金属の流動および凝固現象を連成した系への適用例を解説いただいた。宮坂史和准教

## 数値シミュレーション法

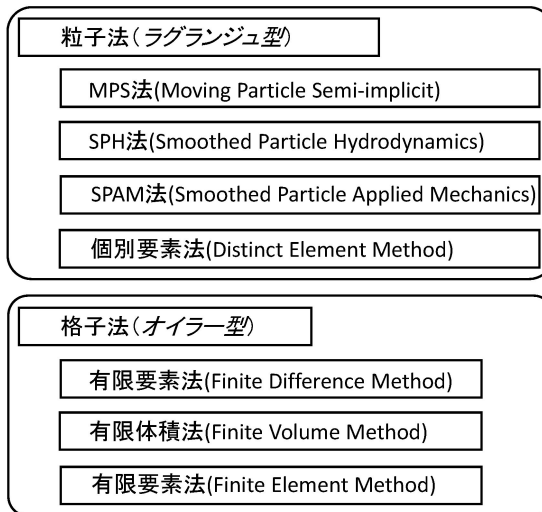


図1 数値シミュレーション法の分類。

授(阪大)には摩擦攪拌接合現象への粒子法の適用について解説いただいた。このように金属製造の各要素プロセスにおける流動を伴う現象への粒子法の応用について概観する。また、金属製造とは異なる分野における研究紹介として、角田和彦教授(日大)には水柱崩壊流れや液封入式真空ポンプ内流れのような界面が大きく変形する系への適用例について解説いただいた。

本企画が金属製造プロセスにおける新たなシミュレーション手法の発展と、読者の今後の研究開発の一助となれば幸いである。

最後に、執筆をお引き受けいただいた先生方に改めて御礼申し上げます。また、本企画にあたりご協力いただきました第2分科の皆様がこの場を借りて厚く御礼申し上げます。



奥村圭二

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★  
 1988年 名古屋大学大学院工学研究科博士課程前期課程修了  
 1988年 名古屋大学大学院工学研究科助手  
 2003年 名古屋工業大学大学院工学研究科准教授  
 専門分野: 金属生産工学  
 ◎熔融金属からの不純物の除去, リサイクル, 超音波材料プロセスの研究に従事。  
 ★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

\* 名古屋工業大学准教授; 大学院工学研究科(〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)  
 Preface for Special Issue on Applications of Particle Method for Metal Production Processes; Keiji Okumura (Department of Materials Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology, Nagoya)  
 Keywords: simulation, numerical analysis, particle method, Lagrangian, metal production  
 2015年7月16日受理[doi:10.2320/materia.54.431]