Japan Society for Simulation Technology

書評

粒子法入門
流体シミュレーションの基礎から並列計算と可視化まで[†]
C/C++ ソースコード付

越塚　誠一・柴田　和也・室谷　浩平　著

粒子法はメッシュを必要としない連続体力学の計算手法であり，その代表的な方法の１つが越塚らの開発したMPS（Moving Particle Simulation）法である．本書ではMPS法の入門書という位置づけで，MPS法の研究者によって書かれたものである．本書は以下の6章による構成となっている．

1. 序論
2. 粒子法による流体シミュレーションの基礎
3. 粒子法による流体シミュレーションの発展的機能
4. 粒子法の並列計算
5. 粒子法の可視化
6. 粒子法シミュレーションの適用例

さらに付録としてサンプルコードのダウンロード方法が記載されており，その記述に従えば本書で解説されているサンプルコードを入手することができる．

第1章は序論で，粒子法の基本的な考え方，特徴，産業応用する上での品質確保についてまとめられている．特に，計算上の仮想的な粒子によって流体の計算を行うという粒子法の考え方が，実際の流体の運動や，実際の粒子の運動とどのような違いにあるのかがわかりやすく解説されている．

第2章は粒子法の基本的機能の解説であり，入門書としての本書の中核部分である．これから粒子法の研究を始める研究者には大いに役に立つ．また，粒子法を使って問題を解きたいと考えているユーザにも，粒子法の基本的な理解につながり，粒子法を使いこなす助けになる．なお，ここで扱われているプログラムは，標準的な半陰的アルゴリズムを用いるMPS法である．粒子数密度や粒子間相互作用モデルに関して，実際に数値を代入して確認していくことによって丁寧に説明している．最後にまとめられている「よくある質問とその回答」は，粒子法の研究者やユーザがほぼ必ず遭遇する疑問点が取り上げられていて，読者には貴重である．

第3章は粒子法の発展的機能の解説である．ここで取り上げられている機能は，表面張力と濡れ性のポテンシャルモデル，高粘性流体・非ニュートン流体，乱流，ポリゴンによる壁境界，陽解法である．このうち，陽解法は第4章で用いられる．粒子法流体シミュレーションの発展的機能は，2005年に同じ丸善出版による「粒子法」にも記述されており，それらは境界条件，表面張力のCSFモデル，温度場，沸騰，凝固・融解，密度差の大きい2流体である．本書「粒子法入門」では「粒子法」には書かれなかった機能についてまとめられており，内容に重複はない．

第4章は並列計算による高速化に関する解説である．まず，並列化されていない陽解法のプログラムが示される．その後にOpenMPによる並列計算，CUDAによる並列計算，MPIによる並列計算がプログラムとともに説明されている．粒子法では近傍粒子探索に工夫が無いとそこが計算時間に対して支配的になり，結果として格子法よりも膨大な計算時間が必要になってしまう．ここではバケットを用いたリンクリストにより近傍粒子探索を高速化するアルゴリズムが紹介されている．この工夫は粒子法の実用的な規模の計算を行うためには必須である．

第5章は粒子法の計算結果の可視化について解説されている．ParaViewおよびPOV-Rayによる具体的な可視化方法が示されている．どちらも代表的なフリーの可視化ソフトウェアであり，読者にはありがたい．なお，大規模解析の可視化例として，評者らが開発した粒子ベースの半透明可視化ソフトウェアが使われている．本可視化は評者と著者との共同研究の成果である．

第6章は適用例の紹介であり，8件が載せられている．計算例はいずれも民間会社から提供されたもので

[†] 丸善出版
定価5,184（消費税込）

NII-Electronic Library Service

Japan Society for Simulation Technology

ある．こうした例からは，粒子法がどのような問題に適用されてきた実績があるのかが読み取れる．さらに，各例では計算条件や計算時間が掲載されているので，実際の問題を粒子法で計算する場合のイメージをつかむことができる．また，計算結果として示されているカラーの図は見栄えが良く，粒子法が自由液面を有する複雑な流れの解析に優れていることが一目瞭然となる．

このように，本書は丁寧に読んでいけば粒子法を基礎から詳しく理解しながらそのプログラミング技術を習得することができ，一通りの粒子法シミュレーションが自分自身でできるようになると思われる．

立命館大学　田中　覚

NII-Electronic Library Service