

シリーズ刊行によせて i

はじめに iii

第I部 基礎編

第I章 シミュレーション基礎論 3

- I.1 シミュレーションとは 3
- I.2 方程式の分類 7
- I.3 数の内部表現, 誤差, 計算量 12
- I.4 計算機の状況 17

第2章 常微分方程式の数値解法 25

- 2.1 はじめに 25
- 2.2 基本的な積分公式とその振る舞い 26
- 2.3 線形多段階法 34
- 2.4 ルンゲ-クッタ法 41
- 2.5 外挿法 48
- 2.6 ハミルトン系向けの方法 51
- 2.7 硬い微分方程式 52
- 2.8 境界値問題と固有値問題 56

第3章 偏微分方程式の数値解法(1) ——流体力学/双曲型 59

- 3.1 差分法の基礎 59
- 3.2 線形波動方程式 60

- 3.3 数値不安定性 61
- 3.4 非線形波動方程式 69
- 3.5 流体力学方程式の風上差分法 77
- 3.6 高次精度 91
- 3.7 多次元問題への拡張 100
- 3.8 円筒座標・球座標への拡張 107
- 3.9 境界条件 109
- 3.10 その他の数値解法 111

第4章 偏微分方程式の数値解法(2) ——楕円型と放物型の偏微分方程式 115

- 4.1 楕円型方程式の反復解法 115
- 4.2 共役勾配法 121
- 4.3 多重格子反復法 126
- 4.4 高速フーリエ変換(FFT)による楕円型方程式の直接解法 128
- 4.5 放物型方程式:陽解法と陰解法 131
- 4.6 非線形拡散問題 134
- 4.7 デカルト座標以外の差分法 135

第5章 天文シミュレーションの基礎方程式と その数値解法 139

- 5.1 多体シミュレーション 139
- 5.2 流体力学と磁気流体力学 143
- 5.3 重力場をともなう流体力学シミュレーション 150
- 5.4 相対論的効果 152
- 5.5 放射の効果 154
- 5.6 天体物理学で取り扱うその他の物理過程 156
- 5.7 恒星進化論 159

第II部 応用編

第6章 多体系シミュレーション 167

- 6.1 無衝突系の重力多体シミュレーション——宇宙の構造形成 167
- 6.2 衝突系の重力多体シミュレーション 180
- 6.3 プラズマ粒子シミュレーション 193

第7章 SPH法 211

- 7.1 はじめに 211
- 7.2 標準SPH法について 211
- 7.3 SPH法の発展 218
- 7.4 計算例 220

第8章 磁気流体力学数値シミュレーション 225

- 8.1 磁場の重要性 225
- 8.2 磁気流体力学の特徴：磁気張力と角運動量輸送 227
- 8.3 磁気流体力学数値シミュレーションの特徴と注意点 229
- 8.4 磁気流体力学数値シミュレーションの実際 232
- 8.5 まとめ 238

第9章 数値相対論 239

- 9.1 3+1分解 240
- 9.2 拡張された3+1形式 243
- 9.3 ゲージ条件(座標条件) 245
- 9.4 一般相対論的流体方程式 249
- 9.5 必要になる計算機の性能 252
- 9.6 現状 253

第10章 複合系のシミュレーション 257

- 10.1 複合した物理過程のシミュレーション 257
- 10.2 銀河の多相シミュレーション 268

第11章 放射輸送計算 279

- 11.1 問題の把握 279
- 11.2 対象領域内部の放射エネルギー流束を求める場合 280
- 11.3 天体からの放射強度を求める場合 282
- 11.4 対象領域内部の放射強度を求める場合 285
- 11.5 実例 289

第Ⅲ部 発展編

第12章 適合格子細分化法 293

I2.1 適合格子細分化法の有用性 293

I2.2 適合格子細分化法の分類 294

I2.3 格子の細分化 297

I2.4 流体力学の解法 299

I2.5 計算例 301

第13章 専用計算機によるシミュレーション 305

I3.1 専用計算機の考え方 305

I3.2 専用計算機の歴史 308

I3.3 専用計算機の利害得失 310

I3.4 専用計算機の将来 310

参考文献 313

記号表 316

索引 318

執筆者一覧 324

