

目 次

第1章 はじめに——宇宙の理解と計算の役割	1
1 自然法則と基本方程式	1
2 基本方程式と計算	3
3 基本方程式の数値解法とスーパーコンピュータ	3
4 本巻の構成	5
5 単位と記号	7
第2章 宇宙の構成要素と宇宙の歴史	9
1 素粒子の標準理論	9
2 宇宙の標準理論	21
第3章 時空格子上のクォークとグルオンから ハドロンへ	31
1 序論：ハドロンとQCD	31
2 格子上のグルオンとクォークの閉じ込め	37
3 格子上のクォークとカイラル対称性の自発的破れ	49
4 ハドロン質量の計算	61
第4章 クォークからハドロン・原子核へ	73
1 QCDの三態	74
2 クォーク・グルオン・プラズマ	74
3 ハドロンと原子核の形成	87
4 核力と原子核構造	94
5 高密度物質と中性子星	101

6 おわりに	110
第5章 星の一生と終末	113
1 天体を支配する法則	113
2 星を支配する法則	116
3 星の形成過程	126
4 恒星の進化と終末	134
5 重い恒星の死と超新星爆発	140
6 ブラックホールの形成と数値相対論	153
第6章 第一世代天体と銀河の形成	161
1 宇宙晴れ上がり期における密度ゆらぎ	162
2 密度ゆらぎの非線形成長の解法	164
3 第一世代天体形成	166
4 第二世代の星形成	178
5 宇宙再電離	184
6 銀河形成	190
7 おわりに	203
第7章 宇宙の始まりと超弦理論	205
1 超弦理論とは	205
2 ブラックホールの内部構造	211
3 宇宙の創成	219
4 おわりに	224
付録A ハイブリッドモンテカルロ(HMC)法の詳細	225
付録B 共役傾斜(CG)法のアルゴリズム	230
付録C 圧縮性流体力学・磁気流体力学における方程式	232
付録D 粒子法における重力計算法	236

付録E SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics)法	239
付録F 輻射輸送方程式の数値解法	241
参考文献	245
索引	247