

第1部 ダークエネルギーの謎と物理学……………23

第1章 膨張する宇宙 25

- 1-1 ニュートンの法則と宇宙 25
- 1-2 一般相対性理論の登場 29
- 1-3 膨張する宇宙の発見 38
- 1-4 ビッグバン理論 47
- 1-5 宇宙のダークマター 54
- 1-6 宇宙のダークエネルギー 59

〈コラム〉天文学は基礎科学の代表選手 65

第2章 宇宙のタイムライン 67

- 2-1 宇宙の始まり 67
- 2-2 宇宙のインフレーション 69
- 2-3 宇宙の「初期ゆらぎ」 73
- 2-4 クォーク・スープ 75
- 2-5 原子の誕生と「宇宙の晴れ上がり」 77
- 2-6 宇宙マイクロ波背景放射 78
- 2-7 バリオン音響振動 81
- 2-8 暗黒時代と銀河の誕生 84

第3章 小さな真空のエネルギー 88

3・1 真空のエネルギー 88

3・2 量子論 90

3・3 量子論と真空エネルギー 93

3・4 人間原理 98

〈コラム〉 量子論の観測問題と人間原理 106

第4章 ダークエネルギーの正体をめぐる理論の混乱 109

4・1 真空エネルギー 110

4・2 スカラー場 114

4・3 重力理論の修正 119

4・4 非一様宇宙 123

〈コラム〉 自然をとことん観察する姿勢 126

第2部 ダークエネルギーの謎と天体観測…………… 129

第1章 天体の観測 131

1・1 天体望遠鏡とカメラ 131

1・2 恒星の大きさと明るさ 138

1・3 天の川と銀河 143

1、4 銀河の集まりと宇宙の大規模構造 150

1、5 光を色に分ける——分光観測 153

1、6 天体の赤方偏移の観測 155

〈コラム〉赤方偏移 160

第2章 超新星を使ってダークエネルギーを測る 162

2、1 天体までの距離の測定 163

2、2 超新星による距離測定 166

2、3 宇宙膨張の速さの変化 171

2、4 超新星による初期の観測結果 174

2、5 超新星観測の実際 177

2、6 超新星観測の最新結果 184

〈コラム〉超新星による宇宙論の始まり 188

第3章 様々なダークエネルギー測定方法 191

3、1 宇宙背景放射のゆらぎによる測定 192

3、2 銀河分布を使った測定 196

3、3 宇宙膨張と宇宙のエネルギー密度 198

3、4 暗い銀河の数と宇宙項 200

3、5 銀河団の数 204

3、6 重力レンズ 205

3、7 ダークエネルギー観測のまとめ 208

第4章 ダークエネルギー観測の現状と展望 212

4・1 広範囲の写真を撮る 213

4・2 多数の銀河の分光探査 222

4・3 衛星望遠鏡による観測 227

4・4 30メートル級望遠鏡 230

4・5 ダークエネルギー観測の将来展望 232

4・6 日本のダークエネルギー観測の展望 234

〈コラム〉10年先を見据える研究 241

エピローグ——さらなる未知の世界へ向かって 245

謝 辞 253