目　次

まえがき

第Ⅰ部　運動学：数式をまったく使わない相対論 …… 1

第１章　相対性理論の世界へようこそ …… 2

第２章　運動学の基礎 …… 5

2.1　運動についての初歩的な問題 …… 5
2.2　座標系 …… 6
2.3　運動の相対性 …… 14
2.4　慣性の法則 …… 16
2.5　慣性系と非慣性系 …… 20
2.6　特殊相対性理論は，何が「特殊」なのか …… 28

第３章　ガリレイ相対性 …… 32

3.1　運動についての初歩的な問題 …… 32
3.2　時空図 …… 36
3.3　ガリレイ変換 …… 42
3.4　速度の足し算 …… 54
3.5　加速度とニュートンの第２法則 …… 58

第４章　アインシュタイン相対性 …… 62

4.1　光速度の謎 …… 62
4.2　時空図の改変 …… 68

4.3　問題編 …… 70
4.4　解決編 …… 78
4.5　アインシュタインの説明 …… 86
4.6　解決編，つづき …… 94
4.7　時空容積の保存 …… 100
4.8　ローレンツ変換 …… 106
4.9　ローレンツ変換の低速度極限 …… 122
4.10　速度の足し算 …… 124
4.11　速度に依存する慣性 …… 130

第5章　因 果 律 …… 134

5.1　できごとの前後関係 …… 134
5.2　パラドックス？ …… 136
5.3　瞬間的交信？ …… 138
5.4　光速度を超えることが不可能なわけ …… 140
5.5　光円錐 …… 142

第6章　相対性理論から導かれる諸現象 …… 146

6.1　時計を同期させることについて …… 146
6.2　時間短縮 …… 148
6.3　時間短縮について，よくある誤解 …… 154
6.4　ローレンツ収縮 …… 156
6.5　ローレンツ収縮について，よくある誤解 …… 162
6.6　双子のパラドックス …… 164
6.7　ドップラー効果 …… 170

第7章　第Ⅰ部のまとめ …… 178

第Ⅱ部　練習問題 …… 181

第8章　定性的問題 …… 182

8.1　時空図を読む …… 182
8.2　前後関係の問題 …… 186
8.3　相対論的スポーツ …… 194
8.4　ローレンツ収縮 …… 200
第8章の問題解答 …… 210

第9章　定量的問題——速度の足し算 …… 216

第Ⅲ部　力学：数式を少し使う相対論 …… 223

第10章　世界一有名な式 …… 224

第11章　問題提起 …… 226

第12章　ニュートン力学 …… 228

12.1　質量・運動量ベクトル …… 228
12.2　力積ベクトル …… 234
12.3　慣性質量 …… 236
12.4　ニュートンの第2法則 …… 238
12.5　ニュートンの第3法則と質量・運動量ベクトルの保存 …… 240

第13章　アインシュタイン力学 …… 244

13.1　エネルギー・運動量ベクトル …… 244

13.2　光子のエネルギー・運動量ベクトル …… 250
13.3　仕事・力積ベクトル …… 254
13.4　エネルギー・運動量ベクトルの保存 …… 258
13.5　$E = mc^2$ …… 260
13.6　$E = mc^2$ についてよくある誤解 …… 262

第14章　第III部のまとめ …… 265

あとがき …… 267