

目 次

第1章 一般相対性理論の基礎

§1. 序 論	1	§4. 重力による時間のおくれ, 赤方偏移	15
§2. 一般相対性原理と等価原理	5	§5. 計量と重力ポテンシャル	20
§3. 慣性質量と重力質量, 光線の 屈曲	10		

第2章 テンソル解析

§6. 4次元連続体	24	§9. 計量テンソルの2,3の特別な 性質	40
§7. スカラー, ベクトル, テンソル	26	§10. テンソル密度, 反対称テンソル, デュアル・テンソル	44
(a) スカラー	27	§11. 積分, Stokes の定理, Gauss の定理	52
(b) ベクトル	27	§12. アフィン・テンソル, 保存則, 自由ベクトル	59
(c) テンソル	29	§13. 平行移動, 測地系	66
§8. テンソル代数	32	§14. 共変微分	77
(a) テンソルの等式	32	§15. 曲 率	81
(b) テンソルの和と差	33		
(c) テンソルの積	34		
(d) 縮 約	37		
(e) 内 積	38		

第3章 一般相対論的力学および電磁気学

§16. 質点の運動方程式	94	テンソル	103
§17. Newton の運動方程式との比較, 永久重力場	98	§19. 重力場のなかにおける電磁気 の法則	108
§18. 質点系のエネルギー運動量		§20. Hamilton の原理	115

第4章 重力場の方程式

§ 21. Einstein の方程式	121	方程式	131
§ 22. Newton の重力論との比較, 変分原理	125	§ 24. 時空の対称性, Killing ベク トル, Lie 微分	137
§ 23. 重力場の方程式と質点の運動			

第5章 不変変分論

§ 25. 作用積分を不変にする変分	146	(c) 位相変換と電荷の保存則	156
§ 26. Noether の第1定理	151	§ 27. Noether の第2定理	158
(a) エネルギー・運動量の 保存則	152	§ 28. 第2定理の応用例	163
(b) Lorentz 不変性と角運動量の 保存則	154	(a) ゲージ変換	163
		(b) 一般座標変換	166
		§ 29. 重力場のエネルギー・運動量	175

第6章 重力波

§ 30. 弱い重力場	184	§ 33. 調和振動子からの重力波放射	201
§ 31. 重力波	188	§ 34. 重力波の吸収	209
§ 32. 重力波の放射	194	§ 35. 重力波に対するまとめ	214

第7章 Einstein 方程式の厳密解

§ 36. Schwarzschild の外部解	223	おける光の振舞	240
§ 37. 重力による光のスペクトルの 赤方偏移	231	§ 41. ブラック・ホールの近くに おける質点の運動	245
§ 38. Schwarzschild 時空における 惑星運動	233	§ 42. Kruskal 座標	253
§ 39. 重力場内における光線の弯曲	237	§ 43. 荷電粒子のまわりの重力場	257
§ 40. ブラック・ホールの近くに		§ 44. 回転している物体の作る重力 場, Kerr の解	260

(a) Einstein の方程式 261 (b) 定常時空の場合 265 (c) Schwarzschild の解 276 (d) Kerr の解 277	(e) 他の座標系を用いた場合の Kerr の解 279 § 45. Kerr の解の性質 282 § 46. Kerr の特異面 285
---	--

第 8 章 Einstein 方程式の数学的性質

§ 47. Einstein の方程式の初期値 問題 292 § 48. 束縛条件 $G^0_\mu = 0$ 298 § 49. Einstein の方程式の特有曲面 . 301 § 50. 局所 Lorentz 系 306	§ 51. スピノール算 309 § 52. 特別なテンソルのスピノール 表現 316 § 53. 対称スピノールの標準分解, 時空の分類 324
---	---

第 9 章 宇宙論への応用

§ 54. 宇宙論への応用 332 § 55. Robertson-Walker 型計量 . . 335 § 56. Robertson-Walker 型計量の 性質 339 § 57. Robertson-Walker 型計量と	Hubble の法則 342 § 58. Robertson-Walker 型計量と Einstein の方程式 346 § 59. 宇宙の静的模型 348 § 60. 動的宇宙模型 351
---	---

第 10 章 重力場の理論の正準形式

§ 61. 場の理論の正準形式の概説 . . 361 § 62. 重力場の正準変数 367 § 63. 束縛条件, Hamiltonian . . . 375 § 64. 束縛条件の間の無矛盾性 . . . 382	§ 65. 座標条件 385 § 66. Poisson 括弧の修正 389 § 67. 弱い重力場の正準理論 395
--	---

付録 1. 定理 3, 4 (§ 11) の証明 401	
付録 2. 流体のエネルギー・テンソル (§ 18) 403	
参考書 405	
索引 407	