

目次

まえがき

1	多様体の力学	1
1-1	重力と時間空間	2
1-2	多様体の力学	2
1-3	多様体と変分原理	4
1-4	多様体上の質点の運動	5
1-5	測地線偏移の方程式	7
1-6	時空を決める変分原理	8
1-7	エネルギー運動量テンソル	10
1-8	弱い重力場	10
1-9	時空の動力学の例：一様等方膨張宇宙モデル	12
2	時空多様体	15
2-1	テンソルと微分形式	15
	a) 多様体(15) b) ベクトルと1形式(17) c) テンソル(20)	
	d) 微分形式(22) e) Lie微分と共変微分(25)	
	f) 写像(28) g) 無限小変換(30) h) 計量(32)	
	i) Riemann接続とその微分形式による表現(36)	

j) 共形変換(38)

2-2 部分多様体と時空の分解 40

a) 部分多様体と Frobenius の定理(41) b) 擬 Riemann
多様体の分解(44)

3 時空の対称性 51

3-1 変換群と Killing ベクトル 52

a) Lie 群と Lie 代数(52) b) 変換群(56) c) 対称性
と等長変換群(59) d) 対称性の分類(62)

3-2 極大対称空間 64

a) 定曲率空間(64) b) 定曲率空間の分類(67) c) de
Sitter 時空(73) d) 反 de Sitter 時空(79)

4 一様な宇宙モデル 83

4-1 Bianchi 時空 83

a) 不変基底と不変微分形式(83) b) 3次元 Lie 代数の
分類(86) c) 空間的に一様な時空(96)

4-2 厳密解 100

a) 真空解と計量の対角化(100) b) Taub-NUT 解(104)
c) 一様等方宇宙(110) d) 時空的に一様なモデル(112)

5 ブラックホール時空 116

5-1 球対称なブラックホール 116

a) $G_3(2)$ 型の対称性をもつ時空計量(116) b) 一般化さ
れた Birkhoff の定理(121) c) 球対称真空解の大域的構
造(124)

5-2 軸対称なブラックホール 132

a) G_1 不変な時空の射影分解(132) b) Ernst ポテンシ
ャルと変換論(137) c) 定常軸対称時空(142) d) 厳
密解(147)

6	時空の動力学	157
6-1	重力の正準理論	157
	a) (3+1)分解(157)	b) 拘束条件をもつ系の正準理論(163)
	c) 重力理論への応用(177)	d) 初期値問題(180)
6-2	Bianchi 宇宙論	182
	a) 空間的に一様な時空の正準理論(183)	b) クラス A
	真空 Bianchi 時空の振舞い(185)	
7	統一理論と量子化	193
7-1	Kaluza-Klein 理論	194
	a) G 空間の不変計量の分解(194)	b) 不変正規基底(198)
	c) 接続形式(200)	d) 作用積分(202)
7-2	Ashtekar 理論	206
	a) 1 階の作用積分(207)	b) カイラル分解(209)
	c) 複素正準理論(210)	
7-3	重力の量子論	216
	a) 歴史的背景(218)	b) 正準量子化と Wheeler-DeWitt
	方程式(222)	c) mini-superspace モデル(226)
	d) 波動関数の解釈の問題(230)	
	文献・参考書	233
	索引	239