

目 次

第 V 部 量子力学の構造

はじめに	3
第 16 章 状態と力学変数	9
§ 16.1 状態の表現	9
§ 16.2 Hilbert 空間	13
a) 定義と例 (13) b) Hilbert 空間の幾何学 (17)	
§ 16.3 演算子と観測量	23
a) 線形演算子 (23) b) 演算子の Hermite 性, 対称性 (24)	
c) 自己共役な演算子 (29) d) 運動量演算子 (有限区間) (31)	
e) 座標演算子, スペクトル分解 (37) f) 運動量演算子 (全空間) (44)	
g) 測定値の確率 (51) h) 観測量の関数 (53)	
§ 16.4 観測量の構成	55
a) 演算子の代数 (56) b) 有界な演算子 (57) c) 運動エネルギー (58)	
d) 水素原子の問題など (64)	
§ 16.5 正準変数の表現と一意性	70
a) 問題 (70) b) 正準交換関係の Weyl 型 (73) c) von Neumann の一意性定理 (75)	
§ 16.6 状態をきめる観測	83
a) 同時確定可能な必要条件 (84) b) von Neumann 代数 (86)	
c) 可換な観測量の組の同時確定 (92) d) 2 重可換子代数の定理 (97)	
e) 1 つの観測量の関数 (103) f) 極大観測量 (106)	
§ 16. A von Neumann の稠密性定理	113
§ 16.7 変換理論	117
a) ブラ空間, ケットの空間 (117) b) 一般化された固有ベクトル (122)	

第 17 章 運動の法則	127
§ 17.1 時間推進の演算子	129
a) 運動方程式とその解 (129)	
b) 解析ベクトル (137)	
§ 17.2 Green 関数	144
a) 時間推進の積分核 (144)	
b) 正準集団の密度行列と時間推進 (148)	
§ 17.3 経路積分	150
a) 着想 (152)	
b) Trotter の公式 (154)	
c) 経路の測度の構成——密度行列の場合 (157)	
d) WKB 近似 (164)	
e) 時間推進の経路積分表示 (166)	
§ 17. A Kolmogolov の拡張定理	168
§ 17. 4 古典近似	172
第 18 章 力学系の対称性と運動の恒量	181
§ 18. 1 座標系の変換とその表現	182
§ 18. 2 運動量	192
§ 18. 3 角運動量	194
§ 18. 4 鏡映と時間反転	209
§ 18. 5 Galilei 変換	215
§ 18. 6 ゲージ変換	218
§ 18. 7 力学系に内在する対称性	220
例 1 2次元の等方的調和振動子 (220)	
例 2 Kepler 運動における対称性 (222)	
第 19 章 無限自由度の問題	229
§ 19. 1 Hilbert 空間のテンソル積	229
a) 自由度が有限の場合 (229)	
b) 2, 3 の注意 (236)	
c) 無限自由度の場合: 完全テンソル積 (237)	
d) 不完全テンソル積 (241)	
§ 19. 2 第 2 量子化	245
a) 体積有限の Bose 気体, Fock 空間 (245)	
b) Fock の表現と粒子数無限大の極限 (253)	
c) 無限 Bose 気体, Bogoliubov の処方 (257)	

§ 19. 3	正準変数の表現, 非同値性	262
	a) CCR の表現 (265) b) テンソル積表現の構成 (266)	
§ 19. 4	GNS 構成法	269
	a) * 代数と正值線形汎関数 (269) b) CCR の表現の GNS 構成 (276) c) 再び無限 Bose 気体について (279)	
§ 19. 5	表現の物理的同値	283
第 VI 部 量子力学と情報の物理学		
第 20 章 微視的世界の情報とその論理		
§ 20. 1	物理系とその情報	290
	a) 物理系の定義 (290) b) 測定による情報の取得 (291) c) 命題とその構造 (293) d) 情報の細分化 (296)	
§ 20. 2	古典物理学の論理構造	297
	a) 古典物理学における測定の例 (297) b) 古典力学系の情 報とその表現 (301) c) 微小振動系と Hilbert 空間 (303)	
§ 20. 3	微視的世界の情報	304
	a) スピン成分の観測 (304) b) Heisenberg の不確定性関 係 (306) c) 古典論理の枠組の拡大 (307) d) 有限次元直 相補モジュラー束の表現 (310)	
§ 20. 4	命題とその確率	315
	a) 有限次元の場合 (315) b) 無限次元の場合 (328) c) 無 限自由度の力学系 (332) d) 測定の定式化 (333)	
§ 20. 5	測定過程の内容	339
	a) 量子力学における情報量 (341) b) 測定過程 I (347) c) 測定過程 II (355)	
第 21 章 力学・統計・情報		
§ 21. 1	巨視的過程と情報	359
§ 21. 2	物理学の理論形式と情報	363
§ 21. 3	理論生物学と情報	370

第 VII 部 量子力学的世界像

第 22 章 観測の理論	379
§ 22.1 量子力学的測定的基本的性格	379
§ 22.2 不確定性関係のふたつの解釈	383
§ 22.3 観測過程の全体としての記述	387
§ 22.4 間接測定のパラドックス	395
第 23 章 実在論と時間論	399
§ 23.1 事実と法則の 2 重構造	399
§ 23.2 実在の概念	405
§ 23.3 観測における時間の役割	410
§ 23.4 時間の流れ	415
文献・参考書	423

