

目次

第 1 章 “Down the Classical-Hole”	9
ある日の昼下がりにて	10
1.1 古典力学の矛盾	12
1.1.1 黒体放射問題	13
1.1.2 エネルギー量子仮説	14
1.1.3 光電効果と光量子説	15
1.1.4 原子モデル	18
1.2 量子力学の夜明け	20
1.2.1 前期量子論	21
1.2.2 シュテルン・ゲルラッハの実験	24
1.3 量子力学の導入と波動力学	29
1.3.1 シュレディンガー方程式	29
1.3.2 ボルン則	32
1.3.3 トンネル効果	35
1.4 量子力学の妥当性	40
1.4.1 不確定性原理	40
1.4.2 ベルの不等式の破れ	43
素晴らしき日々 I	46
俯瞰 A	47
第 2 章 “It’s Heisenberg’s Invention”	49
救世主	50
2.1 数学的な準備	51

2.1.1	ヒルベルト空間	51
2.1.2	ブラ・ケット表記	54
2.1.3	固有値問題	56
2.1.4	正規直交完全系	59
2.1.5	射影演算子とスペクトル分解	60
2.2	行列力学	64
2.2.1	物理量と測定結果	66
2.2.2	ボルン則と射影仮説	68
2.2.3	重ね合わせと干渉	70
2.2.4	交換関係と不確定性原理	72
2.3	ハイゼンベルク描像	79
2.3.1	時間発展	80
2.3.2	ハイゼンベルク描像とシュレディンガー描像	84
	素晴らしき日々 II	87
	俯瞰 B	90

第 3 章 “Looking-glass Quantum” 91

	文学少女と化学少女	92
3.1	合成系と混合状態	94
3.1.1	合成系と量子もつれ	94
3.1.2	混合状態と密度演算子	98
3.1.3	合成系から部分系の状態を取り出す	106
3.2	ベルの不等式の破れ	109
3.2.1	ベルの不等式の動機づけ	109
3.2.2	量子論によるベルの不等式の破れの検証	113
3.3	量子測定入門	117
3.3.1	直接測定と間接測定	117
3.3.2	測定誤差と反作用	122
3.3.3	同時測定の不確定性原理	125
3.3.4	測定のまとめと量子推定	128
	素晴らしき日々 III	130
	俯瞰 C	132

付録: 射影測定を自然に定義してみる	133
参考文献	137
あとがき	139
索引	141

音無さんの補足一覧

観測者の意識が世界を決定しているの?	34
ミクロとマクロの境界は?	39
物理量 $\neq$ 測定結果 に対する様々な立場	45
量子力学は直感に反する?	68
測定順序の非可換性	78
量子もつれをつかって超光速通信ができるの?	98
合成系の可換性について	107
相関が完全なら測定誤差は 0 になるのか?	124
小澤の不等式	128