

〈 目 次 〉

はじめに

Chapter 1 量子の世界へようこそ

量子論のすすめ 私たちと関係の深い量子の世界	10
ミクロとはいったい何だろう？	
モノはミクロから成り立っている	12
宇宙と量子の世界① 宇宙とつながるミクロの世界	14
宇宙と量子の世界② 量子論が描く宇宙の歴史	16
身近にある量子の世界① テレビと量子論の関係	18
身近にある量子の世界② 半導体に見る量子論	20
身近にある量子の世界③ 原子力発電と量子論	22
古典力学について ニュートンが考えた力学の世界	24
古典力学と量子力学 古典力学ではわからないミクロの世界	26
そもそも量子論とは何か？ ミクロの世界の不思議なルール	28
量子論が敬遠されるわけ 量子論の数式はとっても難解	30
量子論で何が語られるのか？ 量子論の誕生物語へ	32
コラム (量子コンピュータ)	34

Chapter 2 光はジキルとハイド？

光の二面性が生んだ量子論 光は波なのか、粒なのか	36
光の特徴を見てみよう 光の直進、反射、屈折	38
波とは何か？ 縄とびの波、水の波	40

波についての基礎知識 波長、振動数、振幅、速さ	42
波の回折について 波は障害物の背後に回り込む	44
波の干渉について 波は強め合い、打ち消し合う	46
光の回折と干渉 ヤングのダブルスリットの実験	48
「光は粒」派 v s 「光は波」派	
光は粒なのか、波なのかの論争	50
フーコーの光速測定実験 「光は波」派が勝利する	52
電磁気学の発展 電気と磁気	54
マクスウェルの電磁気学 光は電磁波である	56
量子論が生まれたキッカケ 溶鉱炉の中は何千度か?	58
光の色と明るさ 「光の色」と「波の振動数」の関係	60
スペクトルについて 混ざり合った光を分けるには?	62
黒体放射について 「箱の中」には不思議がいっぱい	64
レイリー&ジーンズとウィーンの見方	
箱の中の謎に挑む	66
プランクが開いた量子論の扉①	
ウィーンの式から1を引いてみる	68
プランクが開いた量子論の扉②	
光のエネルギーはとびとびになる	70
アインシュタインの光量子仮説 光を再び粒として考える	72
光電効果① 金属に光をあてると電子が飛び出す	74
光電効果② 光が粒であることの証拠	76
コンプトン効果について 光の粒のビリヤード	78
光の正体を追いかけて 光は粒であり波である	80
コラム (マックス・プランク)	82

Chapter 3 **アトムを分解しよう**

ミクロのしくみを探る 電子の正体をめぐる量子論	84
世界でいちばん小さなモノは？	
物質を極限まで細かくしてみる	86
ミクロの世界は分子から始まる 物質は分子の集合体	88
分子の次には原子がある もうそれ以上分けられないモノ？	90
原子はどれくらい小さいのか 原子のサイズとウエイト	92
原子モデルについて 原子の姿を考える	94
2つの原子モデル スイカなのか、土星なのか？	96
ラザフォードの実験 どちらの原子モデルが正しかったのか？	98
原子核について 陽子と中性子からできている	100
電子の発見 100年前に発見された小さな粒	102
電子についてわかっていること 電子の質量、電荷、大きさ ..	104
電子の姿を見る 霧箱と泡箱の実験	106
ラザフォードの原子モデル 原子が潰れてしまう	108
ボーアの考えた原子の構造 電子はとびとびの軌道をまわる ...	110
水素のスペクトルの謎	
なぜ規則性のあるスペクトルを出すのか？	112
遷移について 電子は軌道をジャンプする	114
水素のスペクトルを説明する 電子の遷移と光の色の関係	116
電子の軌道について 円軌道と楕円軌道	118
振動数条件と量子条件 原子の構造を式にする	120
原子の構造をめぐって 「とびとび」の考えが持ち込まれる	122
コラム（ニールス・ボーア）	124

量子論の完成に向けて 電子は粒なのか、波なのか	126
コペンハーゲンに集う天才集団	
量子論に貢献した物理学者たち	128
前期量子論の問題点 ボーア理論の未解決なところ	130
ハイゼンベルクの大突破 スペクトルの強さを求める	132
行列力学の完成 電子の描像を捨てて光だけを説明する	134
ド・ブロイの物質波 電子を波として考える	136
シュレーディンガーの登場 波動力学が成立するまで	138
シュレーディンガー方程式 あらゆる物質は波である	140
物質波の姿とは？ 粒である波をイメージしてみる	142
波動力学が思い描く電子の姿 電子は雲の波	144
ボルンの確率解釈① 電子の姿は確率でしかわからない	146
ボルンの確率解釈② 電子は確率波である	148
電子の波が粒に見える 波の共存と収縮	150
確率について 天気予報で確率を知る	152
観測とは何か？ 測るという行為が状態を変える	154
ハイゼンベルクの不確定性原理①	
あちらを立てると、こちらが立たず	156
ハイゼンベルクの不確定性原理②	
不確定性原理にも式がある	158
量子論の出した結論 ミクロの世界は粒と波の両面を持つ	160
コラム (ウェルナー・ハイゼンベルク)	162

Chapter 5 量子論はSFチック？

量子論の不確かさをどう考えるか？ 量子論の解釈問題	164
ボーアとアインシュタインの論争	
隠れたパラメータをめくって	166
ボーアの相補性原理 相反するものはお互いに補いあう	168
シュレーディンガーの猫① 箱の中の猫と青酸カリのビン	170
シュレーディンガーの猫②	
半分は生きていて、半分は死んでいる猫？	172
相対性理論を取り入れた量子論 ディラック方程式の予言	174
陽電子って何？ 符号が逆でもまったく同じモノ	176
多世界解釈① 複数の世界にたくさんのあなたがいる	178
多世界解釈② 猫が生きている世界と死んでいる世界	180
電子のスピン 電子はコマのように回る	182
トンネル効果 粒子がトンネルを抜ける	184
ゼロ点振動 粒子の振動はゼロにならない	186
場の量子論へ 量子論で「場」を表す	188
コラム（エルヴィン・シュレーディンガー）	190

Chapter 6 ミクロとマクロのドッキング

量子論がつなぐミクロとマクロ

ミクロからマクロの世界を説明する	192
放射線と原子核 3種類の放射線	194
核分裂と核融合 原子は膨大なエネルギーを出す	196
超流動とは何か？ マクロの世界に現れる量子現象	198

超伝導の不思議	極低温の金属が起こす怪現象	200
素粒子の世界へ	物質の究極を求めて	202
パイ中間子の役割	湯川秀樹の中間子理論	204
ニュートリノ	ニュートリノが必要だった理由	206
究極の物質クォーク	宇宙でいちばん小さなモノ	208
4つの力について	素粒子に働く4種類の力	210
統一理論と力の進化	宇宙の初期には力は1つだった	212
量子論と宇宙論①	インフレーション理論	214
量子論と宇宙論②	「無」からの宇宙創成論	216
不思議の国の量子論	2001年ミクロの世界への旅	218
コラム（湯川秀樹と朝永振一郎）		220
索引		221

