

もくじ

はじめに 原子の世界を眺めてみよう 3

第1章 ミクロな世界は二重人格？ 13

ミクロな世界は二重人格―自然の二面性― 14

物質の世界は粒子の立場から見るとわかりやすい 18

基本粒子はクォークとレプトン 23

光や音は波の立場から見るとわかりやすい 27

波の基本的性質―振動数と波長― 30

光も二重人格？	33
光子はビリヤード球のような粒子	39
原子から出る光	44
電子も粒子であり波？	46

第2章 サイコロで決まる私達の未来 53

未来はどれくらい決まっている？	54
放射線にはどんな種類がある？	58
放射線はいつ出てくる？	63
確率で決まるミクロな世界の未来	66

第3章 私達の未来を決める確率の波 69

波と粒子と確率の関係は？	70
光子の未来はサイコロ(確率)で決まる	70
光子は確率の波でできている	74
電子も確率の波でできている	78
確率の波の立場から見たミクロな世界とマクロな世界の関係	81
電子は分身の術が使える？	84
ありのままの電子を見る事はできないの？	86
パラレルワールドと多世界解釈	87

第4章

ミクロな世界は不確かな世界？ —不確定性原理—

91

位置や運動はどれくらいはつきりしている？

92

光学顕微鏡では原子は見えない？

94

不確定性原理

98

エネルギーと時間に関する不確定性原理

103

不確定性原理とトンネル効果

106

第5章

ミクロな世界の方程式 —シュレーディンガー方程式—

109

ミクロな世界を支配する方程式とは？

110

ミクロな世界を支配する方程式、シュレーディンガー方程式

113

時間に依存する(時間変化する)シュレーディンガー方程式

117

シュレーディンガー方程式と位置エネルギー

121

シュレーディンガー方程式と運動エネルギー

125

ミクロな世界とバイオリンの音色の関係

127

ミクロな世界でとびとびの運動が生まれるわけ

132

(上級者向け)シュレーディンガー方程式を直接解いてみよう

135

原子や原子核の大まかな波の形①

137

ミクロな世界では壁をすり抜ける？—トンネル効果—

141

原子や原子核の大まかな波の形②

144

放射性物質の半減期がいろいろあるわけ

146

(上級者向け)私達が壁をすり抜ける確率はいくつ？

150

ミクロナ世界では静止できないーゼロ点振動ー	153
不確定性原理を直感的に理解してみよう	157
宇宙は無から生まれた？	159
章末問題	162

第6章 ミクロナ世界の量子論の体系 167

シュレーディンガー方程式の波と確率の関係	168
期待値と演算子	172
量子論の世界では $A \times B$ と $B \times A$ は異なる？	180
固有値と固有関数	185
(上級者向け) 不確定性原理ノート	188

第7章 2つの原子は区別できるの？ ー粒子の同一性ー 191

2つの原子は区別できるの？	192
ボース粒子とフェルミ粒子	195
電子は1つの状態に1つしか入れない？ーフェルミ粒子の特徴ー	199
原子のしくみとスピン	204
光子は1つの状態にいくらでも入れる？ーボース粒子の特徴ー	210
フェルミ粒子からボース粒子ができる？	213
ボース・アインシュタイン凝縮	217
超流動ーボース・アインシュタイン凝縮の例ー	218

第8章

物質の反対の反物質とは？

223

物質の反対の反物質とは 224

真空はからっぽでない？ 227

反物質を予言したディラック 231

半導体とホール 233

コラム 反物質がほとんどない理由とCP対称性 239

おわりに 245

《関連図書》 247