

目次

第1章 力学 (ニュートン力学)

1.1	物理学=数学? 空間、時間、座標系	2
1.2	飛んでいる矢は止まっている? 速度と加速度	4
1.3	目にみえない力 力と基本力	6
1.4	力が働いていなければ運動は変化しない 運動の第1法則	10
1.5	どんな行動にも、必ずそれと等しい反対の反応がある 運動の第3法則	12
1.6	空間と物体は不可分 運動の第2法則	14
1.7	時間は一様に流れる 質量保存の法則	18
1.8	空間は一様に広がる 運動量保存の法則	20
1.9	空間は等方的に広がる 角運動量保存の法則	22
1.10	神様のチェスのルール 力学的エネルギー保存の法則	26
1.11	星空から物理学の基本法則がみえてくる ケプラーの法則	30
1.12	リンゴと月の共通点 万有引力の法則	34
1.13	見かけの力は真の力ではない 慣性力	38

第2章 振動と波動

2.1	波をとらえる 波の性質	44
2.2	縦か横か 波の種類	46
2.3	わいわいがやがや話ができる理由 重ね合わせの原理	48
2.4	くずれず、ばらけず 孤立波 (ソリトン)	50
2.5	振り子とばねは単振動 振動の力学	52
2.6	波は強め合い、そして、弱め合う 波の干渉	58
2.7	波はカゲに回りこめる 波の回折	60
2.8	音色は波形に依存する 音の3要素と音速	62
2.9	ドレミは振動数と関係がある 基本振動と音階	64
2.10	近づく救急車はせわしない 音のドップラー効果	68
2.11	震源がすぐに割り出せる理由 マグニチュードと震度	70
2.12	ソニックブームも非線形 衝撃波	72

第3章 光学

3.1	光を追い求める 光学とは	76
3.2	光は波なのか、粒なのか 波長と振動数、光速	78
3.3	白は7色から出づる 光の色とスペクトル	80
3.4	光はまっすぐに進む 光の直進、反射、屈折	82
3.5	光には波のような性質もある 光の分散、干渉、回折	84
3.6	青空と夕焼けの理由 光の散乱	86
3.7	光の屈折や分散によって生じる大気的美 曇気楼と虹	88

3.8	眼鏡は光学機器 プリズムとレンズ	90
3.9	7色のスペクトルは幻? 光の3原色と色の3原色	92
3.10	近づくと青、遠ざかると赤 光のドップラー効果	94
3.11	波なのか粒なのか 波動説と粒子説	96

第4章 電磁気学

4.1	電気と磁石の密な関係 電磁気学とは	102
4.2	静電場の特徴 静電場に関するクーロンの法則	104
4.3	静磁場の特徴 静磁場に関するクーロンの法則	106
4.4	電位は電荷の位置エネルギー 電位と電圧	108
4.5	電流? 電力? 電力?? 電流?? 電流と電力	110
4.6	タコ足配線はとっても危険 オームの法則	112
4.7	モーターよ、なにゆえに動く アンペールの法則	114
4.8	現状維持が発電のしくみ ファラデーの電磁誘導の法則	116
4.9	電磁気にかかわる4本の式 マクスウェル方程式	118
4.10	光の正体は電磁波 電磁波と光	120

第5章 熱力学・統計力学

5.1	統計で熱の運動を理解する 熱力学と統計力学	124
5.2	温めますか?の3つの方法 熱伝導、熱対流、熱放射	126
5.3	熱は「もの」か「エネルギー」か 熱運動	128
5.4	時間が経てば温度は一定になる 熱力学の第0法則	130

5.5	熱はどうやって測る? 熱量、熱容量、比熱	132
5.6	エネルギーは全体として保存される 熱力学の第1法則	136
5.7	内に秘めたエネルギー 理想気体の状態方程式	138
5.8	勝手にちらかる部屋 熱力学の第2法則	140
5.9	熱を力学的エネルギーに変える 熱機関とカルノーサイクル	144
5.10	温度には「絶対」がある 熱力学の第3法則	148
5.11	速いも遅いも統計分布のうち マクスウェル-ボルツマン分布	150
5.12	熱力学からブラックホールがみえてくる ブラックホールの熱力学	152

第6章 流体力学

6.1	変幻自在の物理学 流体力学とは?	160
6.2	つり合って丸い形に パスカルの原理	164
6.3	圧力差をならず物理法則 静水圧平衡	166
6.4	流量は場所によらず一定 連続の式	168
6.5	流体力学のポイントは圧力の勾配 流体の運動方程式	170
6.6	発熱と冷却はつり合う 流体のエネルギー式	172
6.7	落差と流れの関係 ベルヌーイの定理	174
6.8	流れはどうして乱れる レイノルズ数	176
6.9	流体と波の関係 星震学と山岳波	178
6.10	太陽の表面は不安定 対流と不安定性	180
6.11	天気予報に絶対はない 複雑系とカオス	182

第7章 特殊相対性理論

7.1	光はいつもマイペース 光速度不変の原理	190
7.2	誰もが自分の空間と時間を生きている 慣性系と固有時間	192
7.3	光時計で時をきざんで♪ 時間の遅れとローレンツ因子	196
7.4	空間も変貌する ローレンツフィッツジェラルド短縮	198
7.5	ミューオンがみる世界 相対性理論の無矛盾な体系	200
7.6	4次元時空は表現できちゃう! ミンコフスキーダイアグラム	202
7.7	宇宙旅行で若さは保てるか? ウラシマ効果	206
7.8	運動する光源からの光は波長がずれる ドップラー因子	208
7.9	運動する光源からの光はみえる方向まで変わる 光行差	210
7.10	形のないエネルギーと物質の等価交換 アインシュタインの式	212

第8章 一般相対性理論

8.1	落下中は自分の重さを感じない 等価原理	220
8.2	感じていない系と感じている系 非慣性系と固有時間	224
8.3	重力場でも時間が遅れる 時間の遅れと遅延関数	226
8.4	カーナビって一般相対性理論的? 時間の遅れの実証	230
8.5	まっすぐじゃなくちゃいけませんか? 非ユークリッド空間	232
8.6	光線が曲がる不可思議 埋め込みダイアグラム	236
8.7	時を旅する 重力場タイムマシン	238
8.8	重力場に交われば光も赤くなる 重力赤方偏移	240

8.9	「あらゆる可能な経路」をたどり最短距離へ 重力場中での「直線」	242
8.10	世界を表す基本方程式 アインシュタイン方程式	244
8.11	一線を越えたらもどれない ブラックホール	246
8.12	目の前に自分の後ろ髪がみえる 光子半径とブラックホールシャドウ	248
8.13	宇宙も解ける一般相対性理論 宇宙膨張	252
8.14	時空を伝わる金色のさざ波 重力波	254

第9章 量子論と量子力学

9.1	ミクロな世界の物理学 量子論、量子力学	260
9.2	世界は原子と真空でできている 原子論	264
9.3	分割不可能なものが分割できる 電子、陽子、中性子	266
9.4	量子の登場 光量子仮説	268
9.5	すべてのものは波である 粒子と波動の二重性	270
9.6	電子は決められた軌道を回る ボーアの原子模型	272
9.7	電子の軌道はとびとびに 量子条件	274
9.8	行列や虚数を使って計算する 行列力学と波動力学	276
9.9	ミクロな世界は確率的で不確定 確率解釈と不確定性原理	280
9.10	さいころを振る神 コペンハーゲン解釈	282
9.11	入れ物と中身はもともとは同じもの 場の量子論	284

第 10 章 素粒子論

10.1 エネルギーをもち去るみえざるもの ニュートリノ	290
10.2 原子核をつなぎ留めるもの 中間子	292
10.3 物質を構成する基本粒子 クォークとレプトン	294
10.4 クォークとレプトンに働く力 電磁力、弱い力、強い力、そして重力	298
10.5 残された課題は重力 大統一理論	300
10.6 物質粒子と力の粒子の統一 超対称性粒子	302
10.7 統一理論 (万物理論) への道程 超ひも理論	304
10.8 光が質量をもつ ヒッグス場とヒッグスボソン	306
参考文献	310
索引	311

【偉人伝】

ニュートン	9
ガリレオ	25
ケプラー	37
ドップラー	67
スネル	98
ケルビン卿	135
ボルツマン	142
カルノー	155
アルキメデス	163
パスカル	185
アインシュタイン	194
マクスウェル	229

【コラム】

ライフセーバーの問題 (フェルマーの原理)	99
マクスウェルの魔	156
ラプラスの悪魔	186
運動物体の不思議な見え方 (テレル回転)	204
超光速粒子「タキオン」	215
亜光速宇宙船から眺めた星界	216
ホワイトホールとワームホール	256
ブラックホールの蒸発	263
シュレーディンガーのネコ	279
誰もみていない月	287
量子もつれ	308