

## はじめに

この本は物理をわかりやすく学びなおして、その楽しさや魅力を発見していく事を目的に作られています。

高校までの物理では受験対策などのため、単に実用的な計算ができることが重要視されて、その結果、退屈で物理がきらいになってしまった人も多いのではないのでしょうか。

しかしながら本来、物理学はあらゆる自然科学、工学の基本となる学問であるだけでなく、たいへん面白く魅力的な学問です。例えば、

私たちの未来はどれくらい決まっているのでしょうか？

光の正体はいったいなんなのでしょうか？

何故、エネルギーは保存するのでしょうか？

などの興味深い疑問を解き明かしてくれるのが物理学です。この3つの例のように、力学、波、

電磁気学、熱学、ミクロな世界の物理学といった、主に高校物理で学び始める物理学は、少し視点を変えて学びなおすだけでも楽しく、魅力的なものになります。

この本では、さまざまな魅力的な話題を通じて物理学を学びなおします。ただし、数式はほとんど出てきません。わかりやすい説明と図によって物理の楽しさや魅力を学びなおしていきます。しかしながら一方で、「物理学は数式で説明されるべきだ」という考えもあります。もちろん、物理学を真に理解して使えるようになるためには数式を用いて計算をする事が重要です。しかし、それと同じくらいに物理学をわかりやすい言葉や絵で理解できるようになることも重要なことです。そしてさらにもう一つ、どれだけ物理学を面白いと思うか、その魅力を理解するかということも物理学を理解し使えるようになる上で重要です。人間はなんだかんだ言って感情の生き物です。結局は、その学問を楽しむことができた人が、よりきちんと物理学が使えるようになるのです。この本を通じて、「高校などで学んだ物理ってこんなに面白い学問だったのか」ということを感じていただければと思います。

牟田淳

## 学びなおすと物理はおもしろい——もくじ

はじめに 3

### 第1章 未来を解き明かす力学

- 力学を学ぶと未来がわかる? 16
- 速度×時間∥距離 で未来がわかる 17
- 慣性の法則 19
- 力が働くと加速する 21
- 減速も加速も「加速度」 22
- 加速度がわかれば未来がわかる 25
- 加速度と重量 27

運動方程式——未来を解き明かす方程式	29
ベクトル——未来を解き明かす方程式（最終版）	30
横に投げたボールの未来は？	32
つり合いの法則——机の上のリングは何故落ちないのか？	33
作用反作用の法則	35
未来を解き明かす3つの法則——ニュートンの運動の法則	38
ニュートンと万有引力	39
〈参考〉どんな人間どうしもお互いに引き合っている	40
身近な接触する力は電磁気力	42
原子核には強い力がある	44
もう一つの弱い力がある——すべての力は4つの力	45
<b>コラム</b> 未来はすべて決まっている？——ラプラスの魔物	46

## 第2章 エネルギーとはなんだろう？

「エネルギー」と「変わらないもの」の関係	50
エネルギーは仕事をすると生まれる	52
位置エネルギーとその他のエネルギー	55
エネルギーは入れ替わる	57
「変わらないもの」が重要なわけ	58
エネルギー保存則——全エネルギーは変わらない	60
エネルギー保存則を使うと問題が簡単に解ける	61
エネルギー保存則はニュートン力学を超える！	63
<b>コラム</b> 質量がエネルギーに——アインシュタインと $E=mc^2$	64

## 第3章 もつひとつの変わらないもの「運動量」

「勢い」はとても大事——運動量とは？	68
運動量と力の関係	70
運動量も入れ替わる？——速いボールを投げる方法は？	71
床にコップを落とすと割れるわけ	73
運動量保存則とエネルギー保存則の関係	75

運動量と運動エネルギーの違い——ベクトルとスカラー 79

コラム 作用反作用の法則と運動量保存則 80

コラム 自然に変わらないものがあるわけは？ 82

コラム 自然は最小を好む——最小作用の原理 85

## 第4章 音と光は波で出来ている

音と光は波で出来ている 90

波の基本——波長と振動数 91

波長と振動数の関係 93

音の正体 94

音の振動数と音の高低 95

音の波長 96

口笛が遠くまで聞こえるわけ 97

ドミソの和音 100

私たちはいろんな高さの音を同時に出している 101

倍音がキーワード 102

〈参考〉リズム楽器 104

音階はどうやって決まる？ 106

音が綺麗に響きあうピタゴラス音階 107

光の波長と色彩 111

紫外線も赤外線も光 112

光の正体は？ 114

ピンクはどうやって作るの？ 115

コラム 光から元素を知る 117

## 第5章 世界は波であふれている

波はどこにある？ 120

波の重ね合わせ 121

干渉模様 124

見えなくても音が聞こえるわけ 126

## 第6章 電気と磁気が似ているわけ

- 波か粒子かを見分けてみよう 129
- 5・1chサウンドシステムの0・1とは？ 131
- 日光の鳴竜は音の反射を利用している 133
- 海の中で綺麗な音楽は聞こえるの？ 135
- ドップラー効果 136
- コラム 宇宙は大きくなっている？ 138
- 電気と磁気は双子みたい？ 144
- 磁石と磁力線 146
- 磁場と場 148
- 電気と電磁力線 150
- クーロンの法則 152
- ガウスの法則 154
- 電気と磁気を結び付ける電磁石 157

## 第7章 温度と熱の正体はなんだろう？

- アンペールの法則と右ねじ（右手）の法則 158
- アンペールの法則から電磁石を作ってみる 159
- 磁石から電気ができる？——ファラデーの法則 161
- 電気と磁石は似ている？ 163
- コラム 磁石と電気は同じなの？——電磁力と力 164
- 暖かい空気と冷たい空気の違いは？ 170
- 温度が上がると動きが活発に 171
- 温度が上がると熱運動の運動エネルギーが大きくなる 173
- 絶対温度と身近な温度との関係 174
- 絶対零度の世界はあるの？ 175
- 湯たんぽから熱を考える 176
- 熱力学第1法則（エネルギー保存則） 176
- 熱力学第2法則 178

熱エネルギーを全て仕事に利用することはできないのか？	180
真夏に打ち水をまき、ジュースに氷を入れるわけ	183
氷点下でも水は必ずしも凍らない	184
<b>コラム</b> 火の玉のビッグバン宇宙がはじまったわけ	185
<b>コラム</b> 最果ての惑星の温度と星の温度——世界のいろいろな温度	186
<b>第8章 小さな原子の世界はサイクロの世界？</b>	
小さな世界は不思議の世界	190
原子のしくみ	192
同位体	193
原子における電子の役割	194
原子から出る光	196
ミクロの世界では未来は確率的にしかわからない	199
電子は確率の波で出来ている	202
電子は分身の術が使える？	205
電子はどつちの穴を通ったの？	206
私たちも確率の波である	208
ミクロな世界はいつも動いている——不確定性原理	210
トンネル効果	212
電気製品にも量子力学がいっぱい使われている	214
<b>コラム</b> パラレルワールドはあるの？	215
おわりに	217
付録 さらに詳しく知りたい人向けの説明	218
関連図書	222