



# 目次

はじめに

## Chapter 1 相対性理論の考え方

あなたは止まっているか	10
互いに相手が動いて見える	12
相対性理論が考えたこと	14
電車の中で走ると？	16
光の場合はどうなる？	18
マクスウェルの電磁波の理論	20
光の速度は変わらない	22
光速不変性についての注意	24
電車の中央から発した光①	26
電車の中央から発した光②	28
同時性の破れ	30
横と縦は入れ替わる	32
座標の見方	34
時空図の見方	36
時空図で光の動きを読み取る	38
ガリレイの相対性の原理と時空図	40
同時性の破れと時空図	42
電車を基準にした時空図	44
時計を合わせる	46
地上の時計と電車上の時計の比較	48
時計のずれ方	50

時空座標の特徴①	52
時空座標の特徴②	54
光の速度：ガリレイ的計算	56
光の速度：アインシュタイン的計算	58
過去と未来の逆転	60
原因と結果	62
コラム（時空図の大切さ）	64

## Chapter 2 相対性理論のふしぎな現象

電車を上下に往復する光	66
時計の遅れ	68
どちらからも相手が遅れて見える	70
どれだけ遅れるか	72
$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ について	74
どのように見えるか	76
危機一髪	78
走っている人を基準にすると	80
長さが縮まる	82
どれだけ縮まるか	84
時空図の目盛り①	86
時空図の目盛り②	88
アインシュタイン的計算の確認	90
コラム（長さの縮みの変な説明）	92

## Chapter 3 相対性理論のパズル

双子のパラドックス①	94
双子のパラドックス②	96
双子のパラドックス③	98
双子のパラドックス④	100
鏡のパラドックス①	102
鏡のパラドックス②	104
空中戦のパラドックス①	106
空中戦のパラドックス②	108
空中戦のパラドックス③	110
車とガレージのパラドックス①	112
車とガレージのパラドックス②	114
車とガレージのパラドックス③	116
縮んで見えるか①	118
縮んで見えるか②	120
コラム（よく考えてみよう）	122

## Chapter 4 エネルギーの新しい考え方

衝突前と衝突後の運動	124
運動量保存則とは	126
斜めに動いているときの運動量保存則	128
相対性理論との矛盾	130
質量の変化①	132

質量の変化②	134
斜めから衝突するときの運動量保存則	136
激しく衝突するほど重くなる	138
エネルギー保存則とは	140
相対性理論でのエネルギー保存則	142
$E = mc^2$	144
物体は光速度にはなれない	146
光と物質はどう違うのか	148
粒子が光速度で動くためには	150
光子が質量を運ぶ①	152
光子が質量を運ぶ②	154
コラム (エネルギーの式はシンプルに)	156

## Chapter 5 相対性理論と実験

光の波動説とエーテル	158
マイケルソン=モーレーの実験	160
実験の結果	162
ローレンツ収縮	164
相対性理論とマイケルソン=モーレーの実験	166
時間の遅れの実験①	168
時間の遅れの実験②	170
いろいろな粒子の世界	172
素粒子の発生	174
コラム (相対性理論の正しさ)	176

## Chapter 6 時空の本質

絶対空間・絶対時間の否定と時空	178
相対性理論は時空の理論	180
平面で成り立つピタゴラスの定理	182
固有時間とミンコフスキーの定理	184
簡単にわかること	186
時間の遅れの公式	188
光速度不変性を導く	190
ミンコフスキーの定理の意味①	192
ミンコフスキーの定理の意味②	194
過去と未来	196
コラム (アインシュタインの貢献)	198

## Chapter 7 一般相対性理論とは？

特殊と一般	200
ガリレイの等価原理	202
最短の経路	204
歪んでいない時空とは	206
時空での測地線とは	208
重力は時空の歪み	210
アインシュタイン方程式	212
なぜ加速するのか	214
どれくらい歪んでいるのか	216

コラム（アインシュタインにも予想外） .....218

索引 .....219

