目　　次

はじめに

第1章　序　　章

1. 1　ベクトル量 ……………………………… 1
1. 2　ベクトルの演算 ……………………………… 5
1. 3　力のつり合い ……………………………… 9

第2章　直線上の運動

2. 1　速度，加速度 ……………………………… 15
2. 2　ガリレイ変換 ……………………………… 19
2. 3　ニュートンの運動の法則 ……………………………… 20
2. 4　直線運動の例 ……………………………… 24
2. 5　運動の第3法則と運動量保存の法則 ……………………………… 32
2. 6　2物体の衝突 ……………………………… 35
2. 7　調和振動子 ……………………………… 37

第3章　平面運動

3. 1　速度，加速度と運動方程式 ……………………………… 45
3. 2　運動座標系 ……………………………… 51
3. 3　等速円運動 ……………………………… 56
3. 4　平面調和振動子 ……………………………… 60

第4章　仕事とエネルギー

4. 1　仕事と運動エネルギー ……………………………… 65
4. 2　保存力の場と力学的エネルギーの保存 ……………………………… 69
4. 3　ポテンシャル・エネルギー ……………………………… 74
4. 4　エネルギーの散逸 ……………………………… 82
4. 5　力とエネルギーの単位 ……………………………… 83

第5章　束縛運動

5. 1 滑らかな束縛 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
5. 2 保存力の作用と滑らかな束縛を受けた1次元の運動 ・・・・・ 91
5. 3 摩擦や抵抗がある場合の束縛運動 ・・・・・・・・・・・・・・ 98
5. 4 束　縛　力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 101

第6章　剛　　体

6. 1 剛体回転子のつり合い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109
6. 2 一般の剛体のつり合い ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 114
6. 3 固定軸のまわりの剛体の回転 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 120
6. 4 剛体の平面運動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 129

第7章　ベクトルと行列

7. 1 ベクトルの定義と四則演算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 137
7. 2 座標の変換 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 140
7. 3 行　　列 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 149
7. 4 演算子とテンソル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 154
7. 5 3次元空間の反対称テンソルとベクトル積 ・・・・・・・・・・ 159
7. 6 対称行列の固有値と主軸 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 166
7. 7 ベクトル場とベクトルの微分 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
7. 8 万有引力と万有引力ポテンシャル ・・・・・・・・・・・・・・ 177
7. 9 複　素　数 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 180

第8章　運　動　学

8. 1 空間における質点の速度と加速度 ・・・・・・・・・・・・・・ 183
8. 2 曲線座標系における速度，加速度 ・・・・・・・・・・・・・・ 190
8. 3 剛体の平面運動と瞬間中心 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 194
8. 4 回転と角速度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 202
8. 5 剛体の空間運動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 206

第9章　空間における質点の力学

9. 1 運動方程式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 213
9. 2 球対称，軸対称な場と角運動量の保存 ・・・・・・・・・・・・ 216

9. 3 逆2乗法則の力を受けた質点の運動 ・・・・・・・・・・・・・ 221
9. 4 逆2乗法則の例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 228
9. 5 磁界内における荷電粒子 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 234
9. 6 球 面 振 子 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 238
9. 7 回転座標系 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 241

第10章　線形および非線形振動

10. 1 減 衰 振 動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 253
10. 2 強 制 振 動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 258
10. 3 パラメーター励起 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 263
10. 4 非調和振動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 268
10. 5 ファン・デル・ポールの方程式と自励振動 ・・・・・・・・・ 275

第11章　質点系の力学

11. 1 重心と質点系の運動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 281
11. 2 質点系の運動方程式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 283
11. 3 質点系のエネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 289
11. 4 2体問題と重心運動の分離 ・・・・・・・・・・・・・・・ 293
11. 5 2粒子の衝突 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 297
11. 6 調和振動子系の力学 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 302

第12章　剛体のつり合いと運動

12. 1 剛体および剛体系のつり合い ・・・・・・・・・・・・・・ 309
12. 2 剛体および剛体系のつり合いの例 ・・・・・・・・・・・・ 312
12. 3 トラスとリンク機構 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 316
12. 4 剛体の運動方程式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 323
12. 5 外力の作用を受けないときの固定点のまわりの剛体の運動 ・・ 327
12. 6 こまとジャイロの運動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 333

第13章　ラグランジュの方程式とその応用

13. 1 曲線座標系における運動方程式 ・・・・・・・・・・・・・ 347
13. 2 曲線座標系における運動方程式の例 ・・・・・・・・・・・ 352
13. 3 束縛された質点系の運動 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 358
13. 4 質点系に対するラグランジュの方程式 ・・・・・・・・・・ 362

第14章　変分原理と正準方程式

14. 1 変　分　法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 373
14. 2 ハミルトンの原理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 379
14. 3 ハミルトンの正準方程式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 384
14. 4 ポアソンの括弧式とラグランジュの括弧式 ・・・・・・・・・ 389
14. 5 運動の積分 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 395
14. 6 正 準 変 換 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 398
14. 7 母関数と正準方程式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 399
14. 8 正準変換の例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 406
14. 9 ハミルトン-ヤコビの方程式 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 409
14.10 モーペルテュイの原理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 414
14.11 積分不変式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 420

第15章　幾何光学と粒子光学

15. 1 幾何光学の基礎 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 423
15. 2 光の射線とフェルマーの原理 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 426
15. 3 結像の条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 434
15. 4 クラウジウス-ヘルムホルツの定理 ・・・・・・・・・・・・・ 439
15. 5 近 軸 光 線 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 441
15. 6 収　　差 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 448

表紙カット製作：渡辺茂・槌屋治紀・藤野孝爾・幸村真佐男
(IBM データセンター設置 IBM 7090・プロッター使用)