目　　次

まえがき

第Ⅰ章　質点の力学 …… 3

§1. ニュートンの3法則…… 3

§2. 空間，時間と座標系…… 9

§3. 質点の直線運動…… 17

例題

1. 地表面での自由落下（石の落下）…… 20

2. 遠距離からの自由落下（流星）…… 21

3. 空気の抵抗を考慮に入れたときの自由落下…… 23

4. 調和振動…… 24

5. 2個の質点の衝突…… 26

§4. 質量の変化する場合…… 29

§5. 平面内および空間における質点の運動学と静力学…… 34

1. 平面内での運動学…… 34

2. 平面内での静力学，運動学におけるモーメントの概念…… 36

3. 3次元空間での運動学…… 38

4. 3次元空間の静力学　点および軸のまわりの力の能率…… 39

§6. 自由運動質点の動力学　ケプラー問題と
ポテンシャル・エネルギーの概念…… 40

1. 太陽が静止しているとしたとき…… 40

2. 太陽が運動しているとき…… 45

3. ポテンシャル・エネルギーの存在する力場…… 47

第Ⅱ章　質点系の力学　仮想仕事およびダランベールの原理…… 49

§7. 自由度　力学系の仮想変位ホロノーム
および非ホロノーム条件…… 49
a. 自由に運動している剛体 …… 49
b. 平面上の“こま”…… 50
c. 固定点を持つ“こま”…… 50
d. 固定軸を持つ剛体と振り子 …… 50
e. 自由度が無限大 …… 50
f. 運動を伝える機械の例としてのクランク機構 …… 51
§8. 仮想仕事の原理…… 52
§9. 仮想仕事の原理；例題…… 55
1. てこ（アルキメデス）…… 55
2. てこの逆　自転車　橋…… 57
3. 輪軸（ギリシャの昔から知られていた）…… 57
4 クランク機構…… 59
5. 軸のまわりの力の能率と仮想回転による仕事…… 60
§10. ダランベールの原理　慣性抵抗(慣性力)の導入…… 60
§11. ダランベールの原理の簡単な問題への応用 …… 63
1. 固定軸のまわりの剛体の回転…… 63
2. 回転運動と並進運動の結合…… 65
3. 斜面上の球のころがり…… 66
4. あらかじめきめられた軌道に沿っての運動…… 67
§12. 第1種のラグランジュ方程式 …… 68
§13. 運動量および角運動量の方程式 …… 72
1 運動量の方程式…… 72
2. 角運動量の方程式…… 73
3. 直角座標による証明…… 76
4. 例　題…… 77
5. 船のエンジンの質量調整…… 79

6. 閉じた系に於ける積分可能な方程式の数
　　についての一般的法則…… 82
§14. 摩擦の法則 …… 84
　1. 静摩擦…… 84
　2. 動摩擦…… 87

第Ⅲ章　振　動　論…… 91
§15. 単振り子（数学的振り子）…… 91
§16. 物理（複合）振り子…… 95
　補遺　慣性能率に関する法則 …… 97
§17. サイクロイド振り子 …… 98
§18　球面振り子 ……101
§19　振動の種々のタイプ ……105
　自由および強制，および非減衰振動 ……105
　強制非減衰振動 ……105
　自由減衰振動 ……108
　減衰，強制振動 ……109
§20. 同調振動 ……111
§21. 二重振り子 ……117

第Ⅳ章　剛　　体…… 123
§22　剛体の運動学 …… 123
§23　剛体の静力学 ……131
　1　平衡条件…… 131
　2　等価な問題，外力系の整理……132
　3　基準点の変更……132
　4　運動学と静力学の比較……133
　補遺：ねじる力と螺旋運動 ……134

§24. 剛体の運動量および角運動量
並進速度と角速度との関係 ……135
§25. 剛体の動力学 ……139
運動の型の考察 ……139
1. 力が働かない場合の球型コマ……141
2. 力が働かない場合の対称コマ……141
3. 力が働かない場合の非対称コマ……142
4. 重力場に於ける対称コマ……143
5. 重子場に於ける非対称コマ……145
§26. オイラーの方程式 ……146
力が働かない場合のコマの定量的取り扱い ……146
1. 回転に対するオイラーの方程式……146
2. 力が働かない場合の対称コマの正常歳差運動と
極の“ゆらぎ”に対するオイラー理論……150
3. 非対称コマの運動……154
回転の安定性 ……154
§27. コマの理論のデモンストレーション
とその技術的応用 ……158
a. ジャイロ・スタビライザーと応用 ……161
b. ジャイロ・コンパス ……162
c. 鉄道車輪と自転車のコマの作用 ……164
補遺 玉突きの力学 ……166
1. 高目突きと低目突き……166
2. 押し玉と引き玉……167
3. 水平方向に突いて“ひねり”を持たせた玉の軌跡……168
4. 鉛直成分を持たせた突きの場合の放物線軌道……169

第V章 相対運動……171

§28. コリオリ力の特殊な書き方 ……171
§29. 相対運動の一般的な微分方程式 ……174
§30. 回転している地球上での自由落下 ……176
ジャイロスコピックな項の性質 ……176
§31. フーコー振り子 ……180
§32. 3体問題のラグランジュによる特殊な場合 ……183

第Ⅵ章　力学の積分原理と一般的なラグランジュの方程式 ……191
§33. ハミルトンの最小作用原理 ……191
§34. 一般的なラグランジュ方程式 ……195
§35. ラグランジュ方程式の例題 ……203
1. サイクロイド振り子……203
2. 球面振り子……204
3. 二重振り子……206
4. 重力場での対称コマ……207
§36. ラグランジュ方程式の別の導き方 ……212
§37. モーペルテュイの最小作用原理 ……216

第Ⅶ章　力学の微分原理 ……223
§38. ガウスの最小束縛の原理 ……223
§39. ヘルツの最小曲率の原理 ……225
§40. 測地線に関する補説 ……227

第Ⅷ章　ハミルトンの理論 ……231
§41. ハミルトン方程式 ……231
a. ラグランジュ方程式からハミルトン方程式を導く方法 ……232
b. ハミルトン原理からハミルトン方程式を導く方法 ……233
§42. ラウスの方程式と循環座標 ……237

§43. 非ホロノームの速度パラメーターに対する微分方程式 ……241
§44. ハミルトンの偏微分方程式 ……243
a. 保存系 ……245
b. 非保存系 …… 246
§45. ハミルトンの偏微分方程式に対するヤコービの定理…… 248
§46. ケプラー問題の古典的，量子論的取り扱かい…… 250

問 題 ……256
問題解答のヒント ……273
付 録 ……305