

# 目 次

第 0 章 蛇 足 .....	1
第 I 章 座標系, 座標変換 .....	7
1.1 直交座標, 斜交座標 7 直線直交座標 7 / 直線斜交座標 8 / 反変成分, 共変成分 9	
1.2 2次元空間における座標変換 13 a. 推進 14 / b. 回転 14 / c. 反転 16 / d. 座標間の同時 1 次変換, 等長変換 17 / e. 等長変換と回転および反転 19 / f. 無限小回転 19	
1.3 3次元空間 22 a. 等長変換 22 / b. 無限小回転 (1) 22 / c. 無限小回転 (2) 24 / d. 回転の異なった表現 26 / e. 3次元空間の反転 28 / f. 直交しない座標系間の線型変換 28	
1.4 空間と時間のからみあった変換 29 a. Galilei 変換 29 / b. Lorentz 変換 32 / c. 無限小 Lorentz 変換 35 / d. Lorentz 変換の物理的意味 37	
第 II 章 場の量, 場の量の変換性 .....	41
2.1 はじめに 41	
2.2 Scalar, vector, tensor 43 Scalar 積 · vector 積 44 / $n$ 階 tensor 44	
2.3 Spinor 場 45 Spinor の二価性 46 / Spinor と scalar, vector 47	
2.4 場の spin 47	
2.5 4次元空間における回転 49 Maxwell の方程式 50	

目 次

- 2.6 4次元 spin の導入 52
  - a. 復習 52/b. 4次元 spinor と  $\gamma_\mu$ -行列 52/c. Pauli conjugate 53/  
d. Spinor の bilinear 形式 54
- 2.7 Galilei 変換 58
- 2.8 空間時間と関係のない変換 59

**第三章 場の解析力学** ..... 61

- 3.1 はじめに 61
- 3.2 場の量についての微分および変分 63
  - a. Euler-Lagrange 微分に関する1つの定理 65/b. 全変分・変分 67
- 3.3 Hamilton の原理 69
  - 例1・Klein-Gordon の方程式 70/例2・Schrödinger方程式 71/例3  
・弾性波の方程式 72/例4・電磁場の方程式 72/例5・Dirac 方程式  
75/例6・Schrödinger 場と電磁場の相互作用 75/例7・Dirac 場と電  
磁場 77/例8・Proca の場 78
- 3.4 Hamiltonian, 正準運動方程式 79
  - 正準運動方程式 80/Schrödinger 場の正準形式 81/Dirac 場の正準形  
式 82/相互作用によって正準運動が変わる例 82
- 3.5 無限小正準変数と Poisson 括弧 84
  - Lie 微分 84/無限小変換の母関数 86/Poisson 括弧 86/Poisson 括弧  
と無限小変換 88/不変性と保存則 88
- 3.6 無限小変換の母関数 90
  - 例1・無限小空間推進 93/例2・無限小時間推進 94/例3・無限小位  
相変換 96/例4・無限小 Galilei 変換 98
- 3.7 Noether の恒等式 99
  - 作用積分の変化 100/Noether の恒等式 102/理論のある変換に対する  
不変性と保存則 102/例1・空間時間の推進 103/例2・3次元回転  
104/例3・Lorentz 変換 105
- 3.8 Noether current と母関数 110
- 3.9 空間的曲面 116
- 1.10 対称 energy-momentum tensor 121
- 3.11 再び, 正準形式について 126
- 3.12 電磁場の正準形式 129

第IV章 場の相互作用 .....	137
4.1 はじめに	137
4.2 Iso 空間	138
相互作用	139
電磁相互作用	140
Noether current	140
Phase変換	141
4.3 4個の spinor 場間の相互作用	142
Fermi型相互作用	142
Spinor 場の順序	143
空間反転	143
V-A 相 互作用	144
Yukawa 型か Fermi 型か	144
4.4 Non-Abelian geuge theory	145
電磁相互作用	146
第1種の Iso-gauge 変換	147
第2種の Iso-gauge 変換	147
Gauge 場の Lagrangian	149
保存する current	150
統一 的な見方	150
付録A Dirac の $\gamma_\mu$ -matrices .....	152
付録B Klein-Gordon 方程式の解, および Cauchy 問題 .....	155
付録C Constraint variables の取扱い [III-(11, 12) の導出] .....	161
付録D 式IV-(4.23), (4.24) および (4.25) の証明 .....	162
文 献 .....	164
あ と が き .....	166
索 引 .....	168