目　　次

11.　電流と磁場

頁
§ 11.1　緒　言 ・・・・・・・・・・・・ 1
（1）磁　石 ・・・・・・・・・・・・ 1
（2）磁　荷 ・・・・・・・・・・・・ 1
（3）Coulomb の法則 ・・・・・・ 2
（4）磁　場 ・・・・・・・・・・・・ 3
（5）磁場と電流 ・・・・・・・・・ 3
§ 11.2　直線電流の間の力 ・・・・・・ 4
§ 11.3　電流の単位 ・・・・・・・・・ 6
（1）電磁単位系 ・・・・・・・・・ 7
（2）MKSA 単位系 ・・・・・・・ 7
§ 11.4　磁束密度 ・・・・・・・・・・ 9
§ 11.5　ベクトル積 ・・・・・・・・・ 11
§ 11.6　無限に長い直線電流による磁束密度 ・・・・・・・・・ 14
§ 11.7　電流素片に基づく磁束密度 ・・ 16
§ 11.8　ベクトルポテンシャル ・・・・ 19
§ 11.9　磁　束 ・・・・・・・・・・・ 22

12.　環状電流の作る磁場

§ 12.1　円電流の軸上の磁束密度 ・・・ 25
§ 12.2　ソレノイドの軸上の磁束密度 ・ 29
§ 12.3　素回路 ・・・・・・・・・・・ 30
§ 12.4　磁　位 ・・・・・・・・・・・ 35
§ 12.5　Ampère の法則 ・・・・・・・ 39
§ 12.6　ソレノイドの作る磁場 ・・・・ 42
§ 12.7　電流密度 ・・・・・・・・・・ 45
§ 12.8　rot の特性 ・・・・・・・・・ 47
§ 12.9　直交曲線座標による rot ・・・ 51
§ 12.10　Stokes の定理 ・・・・・・・ 54

13.　磁場が電流におよぼす力

§ 13.1　環状電流が磁場から受ける力 ・ 57
§ 13.2　電流素片の間に働く力 ・・・・ 61
§ 13.3　環状電流間に働く力 ・・・・・ 62
§ 13.4　平行な直線電流間に働く力 ・・ 64
§ 13.5　円電流が直線電流や他の円電流から受ける力 ・・・・・・ 66
§ 13.6　磁場内で運動する帯電粒子の受ける力 ・・・・・・・・・ 70
§ 13.7　磁場による電子線の曲がり ・・ 71
§ 13.8　磁気抵抗効果 ・・・・・・・・ 74
§ 13.9　Hall 効果 ・・・・・・・・・ 76

14. 磁性体

§ 14.1 原子の磁気モーメント・・・・80
§ 14.2 磁化の強さ・・・・・・・・・・81
§ 14.3 一様に磁化された磁性体による磁束密度・・・・・・・・83
（1） 一様に磁化された円柱・・・・83
（2） 一様に磁化された磁石板・・・84
（3） 一様な強さをもつ円形磁石板・85
§ 14.4 磁性体内の磁場の強さ・・・・87
§ 14.5 磁化率，透磁率・・・・・・・90
§ 14.6 磁性体の境界面における磁束密度，磁場の強さの変化・・91
§ 14.7 無限に広い一様な磁性体中の磁束密度・・・・・・・・・94
§ 14.8 電流と磁性体の分布が与えられたとき，磁束密度を求める方法・・・・・・・・・・95
§ 14.9 磁位に関する微分方程式・・・97
§ 14.10 磁気回路・・・・・・・・・98
§ 14.11 強磁性体の透磁率・・・・100
§ 14.12 磁歪現象・・・・・・・・・103
§ 14.13 磁気ヒステリシス・・・・103
§ 14.14 電流計・電圧計・検流計・106
§ 14.15 磁荷を基礎とした磁気学・108
（1） 磁荷・・・・・・・・・・108
（2） 磁化・・・・・・・・・・109
（3） 磁場の強さ・・・・・・・・110
（4） 磁束密度・・・・・・・・・110

15. 分子と磁性

§ 15.1 磁場が磁性体におよぼす力・112
§ 15.2 常磁性体・・・・・・・・・・114
§ 15.3 反磁性体・・・・・・・・・・116
§ 15.4 強磁性体と電子のスピン・・120
§ 15.5 磁区・・・・・・・・・・・121

16. 電磁誘導

§ 16.1 準定常過程・・・・・・・・・123
§ 16.2 誘導起電力・・・・・・・・・124
§ 16.3 回路に生ずる誘導起電力・・127
§ 16.4 電磁誘導の法則・・・・・・128
§ 16.5 ベータトロンの原理・・・・131
§ 16.6 自己誘導・・・・・・・・・・133
§ 16.7 回路の開閉・・・・・・・・・134
（1） 電流が流れはじめるとき・・134
（2） 電流を切ったとき・・・・・135
§ 16.8 コンデンサーの放電・・・・138
§ 16.9 磁場のエネルギー・・・・・139
§ 16.10 相互誘導・・・・・・・・・142
§ 16.11 相互インダクタンス・・・145
§ 16.12 多くの回路によるエネル

ギー ・・・・・・・・・・ 149
§ 16.13 フーコー電流 ・・・・・・ 150
§ 16.14 誘導コイル ・・・・・・・ 152
§ 16.15 衝撃検流計 ・・・・・・・・ 154

17. 交　流

§ 17.1 交流起電力・・・・・・・・ 157
§ 17.2 *RLC* 回路・・・・・・・・ 159
§ 17.3 2階1次常微分方程式の解・ 160
§ 17.4 複素数・・・・・・・・・・ 163
§ 17.5 インピーダンス・・・・・・ 164
§ 17.6 インピーダンスの連結・・・ 169
（1） 直列連結・・・・・・・・・ 169
（2） 並列連結・・・・・・・・・ 170
§ 17.7 交流回路網・・・・・・・・ 172
（1） *L*の測定（その1）・・・・ 174
（2） *L*の測定（その2）・・・・ 175
（3） *C*の測定・・・・・・・・・ 175
§ 17.8 実効値・・・・・・・・・・ 176
§ 17.9 相互誘導による1次電流と2次電流 ・・・・・・・ 178
§ 17.10 変圧器 ・・・・・・・・・ 180
（1） 熱損（heat loss）・・・・・ 183
（2） 渦電流損（eddy current loss）・・・・・・・・・ 183
（3） ヒステリシス損（hysteresis loss）・・・・・・・・・ 183
§ 17.11 交流用電流計 ・・・・・・ 184
（1） 整流型 ・・・・・・・・・ 184
（2） 可動鉄片型 ・・・・・・・ 185
（3） 電流力計型 ・・・・・・・ 186
（4） 熱電型 ・・・・・・・・・ 186
§ 17.12 三相交流 ・・・・・・・・ 187
§ 17.13 回転磁場 ・・・・・・・・ 189

18. 電 磁 波

§ 18.1 電気振動・・・・・・・・・ 191
§ 18.2 変位電流・・・・・・・・・ 194
§ 18.3 Maxwell の基礎方程式（積分型）・・・・・・・・・ 196
§ 18.4 Maxwell の基礎微分方程式 198
§ 18.5 完全導体・・・・・・・・・ 199
§ 18.6 簡単な場合の Maxwell の微分方程式・・・・・・・ 200
§ 18.7 平面電磁波・・・・・・・・ 202
§ 18.8 一般電磁波・・・・・・・・ 205
§ 18.9 電磁波の性質・・・・・・・ 206
§ 18.10 Hertz の実験 ・・・・・・ 211
（1） 屈　折 ・・・・・・・・・ 212
（2） 反　射 ・・・・・・・・・ 213
（3） 定常波 ・・・・・・・・・ 214
§ 18.11 Poynting ベクトル・・・・ 215
§ 18.12 電磁波の吸収 ・・・・・・ 219
§ 18.13 プラズマによる電磁波の反射 ・・・・・・・・・ 221
§ 18.14 電磁波の圧力 ・・・・・・ 223
§ 18.15 電磁波の運動量と質量 ・・ 227

19. 相対論と電磁場

§ 19.1 光速度不変の原理・・・・・ 229
§ 19.2 時空の相対性と Lorentz 変換・・・・・・・・・・ 230
§ 19.3 法則の相対性・・・・・・・ 234
§ 19.4 Maxwell の基礎微分方程式の相対性・・・・・・・・ 236
§ 19.5 相対論的電磁気学における 2, 3 の公式 ・・・・・・ 240
（1） $\boldsymbol{D}=\varepsilon\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{B}=\mu\boldsymbol{H}$ の関係・ 240
（2） $\mathrm{div}\,\boldsymbol{B}=0$ の関係・・・・・ 241
（3） 電荷不変の原理・・・・・・ 241
§ 19.6 運動する電荷の作る電磁場・ 243

索　引・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 246