
目次

1	電荷と電荷間に働く力	1
1.1	空の青, 海の青	1
1.2	原子を信じた男たち	4
1.3	ボルツマン:『ドゥイノの悲歌』	7
1.4	アンペールとヴェーバー:電子は回る	8
1.5	クーロン:静止した電荷間に働く力	12
1.6	運動する電荷間に働く力	15
1.7	ファラデーとマクスウェル:場の理論	17
1.8	ローレンツ:それでも電子は回る	20
1.9	ガリレイとアインシュタイン:相対性原理	22
1.10	電磁気の単位	24
1.11	グラスマン:ベクトルの内積と外積	25
2	静電場	29
2.1	電荷は場をつくる	29
2.2	テイラーの定理とカルノーの微分	32
2.3	非カルテジャン:曲線座標	34
2.4	直線電荷の場	36

2.5	円柱対称電荷の場合	38
2.6	平面一様電荷の場合	39
2.7	球対称電荷の場合	40
2.8	電場と立体角	42
2.9	ガウスの法則	44
2.10	ファラデーの心眼：電気力線	47
2.11	電場の発散と発散密度	49
2.12	発散定理	53
2.13	静電場の基本方程式	55
2.14	循環のない場：保存場	57
2.15	ヘヴィサイドとディラック：階段関数とデルタ関数	59
3	ポテンシャル関数：電位	63
3.1	クーロンポテンシャル	63
3.2	水素原子：球対称電荷の電位	65
3.3	ノイマンの対数ポテンシャル：円柱対称電荷の電位	67
3.4	発散面密度と回転面密度：境界面における電場と電位	69
3.5	ポアソン：ポテンシャル方程式	71
3.6	電気双極子モーメント	74
3.7	電気双極子層	76
3.8	多極子展開	78
3.9	ギブズのダイアドとテンソル	79
3.10	電気4極子モーメント	81
3.11	回転定理	83
3.12	コーシーの積分定理	85
3.13	リーマンのツェータ関数	87
3.14	カルターンの微分形式	89
3.15	微分演算子を曲線座標で表す	92
3.16	反変ベクトルと共変ベクトル	94
3.17	クリストッフエルの共変微分	96

4	導体	99
4.1	導体の静電場と電位：クーロンの定理	99
4.2	鏡の国のトムソン：鏡像法	100
4.3	“分離して積分せよ”：変数分離法	104
4.4	とうもろこし製粉所での発見：グリーン関数	107
4.5	ディリクレ問題とノイマン問題	109
4.6	多次元空間のグリーン関数	111
4.7	湯川ポテンシャルとグリーン関数	112
4.8	電場はエネルギーを蓄える	114
4.9	自己場と自己エネルギー	119
4.10	容量係数と電位係数	120
4.11	コンデンサーの電気容量	122
4.12	キャヴェンディッシュ：逆2乗則の検証	123
4.13	アーンショーの定理	125
4.14	導体に働く力	126
4.15	帯電したシャボン玉：電気力線に働く張力と圧力	129
4.16	電場のマクスウェル応力	131
4.17	同軸円筒コンデンサーと応力	133
4.18	マクスウェル応力からクーロンの法則を導く	136
5	物質の電気分極	137
5.1	原子の分極	137
5.2	電気双極子モーメント密度：分極	139
5.3	電気4極子モーメント密度	141
5.4	誘電体中の静電場の基本方程式	142
5.5	誘電率	143
5.6	誘電体球の中心に点電荷を置いてみると	144
5.7	一様静電場中の誘電体球	145
5.8	微視的電場と巨視的電場：線平均	147
5.9	誘電体のエネルギー：熱力学的関係式	151

6	電流	153
6.1	電流と電荷保存則：連続の方程式	153
6.2	微視的電流と巨視的電流	155
6.3	定常電流：シャールの定理	156
6.4	オームの法則	158
6.5	ドルーデとゾマーフェルト：自由電子模型	159
6.6	電流の発熱作用：ジュールの法則	163
6.7	起電力：非保存場	164
6.8	定常電流の基礎方程式	166
7	静磁場	169
7.1	アンペール力	169
7.2	グラスマンの法則	171
7.3	ビオー-サヴァールの法則：電流も場をつくる	173
7.4	静磁場の基本方程式	176
7.5	ベクトルポテンシャル	177
7.6	電流要素の場	179
7.7	平面電流の場	182
7.8	環状電流の場	183
7.9	螺旋状ソレノイドの場	185
7.10	アンペールの回路定理：トポロジー	187
7.11	ゲージ不変性	190
7.12	極性ベクトルと軸性ベクトル	192
7.13	ヘルムホルツの定理	195
8	磁気モーメント	199
8.1	磁気双極子モーメント	199
8.2	磁気4極子モーメント	202
8.3	補助場 \mathbf{H}	203
8.4	外磁場中の磁気モーメント	205

8.5	ヴェーバーとコールラウシュ：光速度の電磁的測定	207
8.6	アンペールの定理：等価双極子層	209
8.7	回転荷電球殻の場合	210
8.8	シュレーディンガー：地球磁場と光子の質量	212
8.9	外磁場中の回路に働く力	215
8.10	ノイマンの電気力学ポテンシャル	216
8.11	並進対称電流の誘導係数	219
8.12	電子の磁気モーメント	220
8.13	ラービ：磁気スピン共鳴	222
9	電流に働く力	225
9.1	ヘヴィサイド-ローレンツ力	225
9.2	磁場中の伝導電流とホール効果	226
9.3	荷電粒子の正準運動量	229
9.4	一様静磁場中の電子：サイクロトロン振動	231
9.5	一様静電磁場中の電子：サイクロイド運動	234
9.6	ラーモアの歳差運動とゼーマン効果	236
9.7	軸対称磁場中の荷電粒子：ブッシュの定理	238
9.8	アラゴの円板：運動する導体に発生する起電力	240
9.9	レンツの法則	242
9.10	磁場もエネルギーを蓄える	244
9.11	電流のエネルギーと磁場のエネルギー	245
9.12	回転荷電球のエネルギー	247
9.13	磁気圧：太陽黒点はなぜ黒い？	248
9.14	磁場のマクスウェル応力	249
10	物質の磁性	251
10.1	原子の反磁性	251
10.2	原子の常磁性と強磁性	254
10.3	ポアソンの磁化	257

10.4	磁性体中の静磁場の基本方程式	259
10.5	透磁率	262
10.6	一様磁化球の場合	265
10.7	微視的磁場と巨視的磁場：面平均	266
10.8	磁性体のエネルギー：熱力学的方程式	268
11	時間的に変動する電磁場	271
11.1	ファラデー-ノイマンの法則	271
11.2	電気力学ポテンシャルと電流のエネルギー	273
11.3	電流回路に働く力	275
11.4	ベータトロン：ヴィーデレーエの 1/2 則	276
11.5	エーレンフェストの断熱定理	278
11.6	画竜点睛：マクスウェルの変位電流	281
11.7	変位電流は磁場をつくらない	285
11.8	運動する点電荷のつくる場	287
11.9	ファラデーの法則とガリレイ不変性	289
11.10	アルヴェーンの閉じ込め定理：銀河の磁場	291
11.11	ヘルツ方程式：克服できなかった矛盾	294
11.12	電磁場の非相対論的変換	297

電磁気学 II の内容

12	マクスウェル-ローレンツの理論
13	波動と波動方程式
14	電磁波
15	電磁波の放射
16	電磁気学と相対論
17	電磁気学と解析力学
18	電磁気学と量子論
19	物質中の変動電磁場
