



# 電 気 磁 気 学

## 目 次

### 第 1 章 緒 論

### 第 2 章 電 荷

2. 1	帯電現象	3
2. 2	導体と不導体	3
2. 3	検電器	5
2. 4	電 荷	6
2. 5	電荷の保存	7
2. 6	クーロンの法則	8
2. 7	静電誘導	9
2. 8	電荷の蒐集	10
	原理—電気盆—ウィムズハースト起電機	
2. 9	電気量の単位	12
	C. G. S. 単位系—MKS有理単位系	
2. 10	電気の本質	14
2. 11	摘 要	16
2. 12	問 題	17

### 第 3 章 真空中の静電界

3. 1	電 界	18
	電界の定義—電界の強さ—ベクトルとスカラー—電界の強さの単位	
3. 2	真空中にある点電荷による電界	20
	1個の点電荷による電界—幾つかの点電荷による電界	
3. 3	電気力線	22
	電気力線の定義—点電荷による電気力線の例—電気力線の数式的求め方—電	

	気力線の密度と電界の強さ	
3. 4	電荷を動かすに要する仕事	24
3. 5	電位	27
	電位差の定義—電位の定義—電位と電界の強さとの関係—電位の単位—電位の基準	
3. 6	等電位面	31
	等電位面の定義—等電位面の性質	
3. 7	電位の傾き	32
	電位の傾きの定義—電位の傾きと電界の強さとの関係—電位の傾きおよび電界の単位	
3. 8	ガウスの定理	34
	定理—証明—物理的意義—ガウスの定理の成立根拠	
3. 9	導体における帯電	36
3. 10	電気力線の発散	38
3. 11	ベクトルの発散	40
3. 12	ラプラスおよびポアソンの方程式	42
	方程式の誘導—方程式の物理的意義	
3. 13	電気力線の性質	43
3. 14	静電界の例	45
	点対称を持つ電荷分布—軸対称を持つ電荷分布—平面板状の電荷—導体上の電界—双極子—電気2重層	
3. 15	摘要	54
3. 16	問題	55

## 第4章 真空中にある導体系

4. 1	導体系における帯電	58
4. 2	電荷および電位分布の一義性	58
	導体に一定電荷を与えるばあい—導体の電位を一定に保つばあい	
4. 3	重ねの理	60
4. 4	電位係数	61
	電位係数の定義—電位係数の性質—電位係数の単位	
4. 5	容量係数と誘導係数	64
	容量係数と誘導係数の定義—容量係数と誘導係数の性質—容量係数と誘導係数の単位	

4. 6	導体系の有するエネルギー	67
4. 7	導体に働く力 導体表面に働く力—仮想変位による力の求め方	71
4. 8	静電容量 孤立した導体の静電容量—二つの導体の間の静電容量—静電容量の単位—静電容量と電位係数, 容量係数, 誘導係数との関係—静電容量に蓄えられるエネルギー	73
4. 9	静電容量の値 2個の同心球—同心円筒—2板の平行板—導体板の面積が有限になったばあい—2本の平行導線	75
4. 10	静電コンデンサ コンデンサの定義—コンデンサの構造—コンデンサの種類—コンデンサ用絶縁物の目的—コンデンサの記号	79
4. 11	コンデンサの接続 合成静電容量—並列接続—直列接続	80
4. 12	導体系に等価なコンデンサ	82
4. 13	静電シールド	83
4. 14	摘 要	84
4. 15	問 題	85

## 第5章 誘 電 体

5. 1	誘電体	89
5. 2	分 極 分極の意義—分極の量的考察—分極の大きさと電界との関係	90
5. 3	電 束	94
5. 4	誘電率	95
5. 5	誘電体のある電界 電界の満足すべき条件—誘電体の界面—平行板間にある誘電体—同心円筒間にある誘電体	96
5. 6	ファラデー管 ファラデー管の定義—ファラデー管の性質—ファラデー管と電束との関係	103
5. 7	電界のエネルギー ファラデー管に蓄えられるエネルギー—誘電体内に蓄えられるエネルギーの体積密度—電荷周囲の媒質によるエネルギー貯蔵—トムソンの定理	104

5. 8	誘電体に働く力……………	107
	電界が界面に垂直なばあい—電界が界面に平行なばあい—導体の表面に働く力	
5. 9	マクスウェルのひずみ力……………	109
5.10	誘電体の特殊現象……………	111
	接触電気—パイロ電気—圧電気	
5.11	摘 要……………	113
5.12	問 題……………	113

## 第6章 電界の決定

6. 1	概 説……………	116
6. 2	境界条件……………	116
6. 3	映像法……………	117
	導体平面と点電荷—接地球形導体と点電荷—絶縁球形導体と点電荷—誘電体と点電荷—平等電界中にある誘電体球—2個の導体球	
6. 4	二次元電界……………	127
	二次元電界の性質—電気力線と等電位線との関係—電気力線、等電位線と静電容量との関係	
6. 5	等角写像……………	130
6. 6	一般の電界決定……………	130
6. 7	摘 要……………	131
6. 8	問 題……………	131

## 第7章 電 流

7. 1	電 流……………	134
	電流の単位—電流の向き—電流の機構—コンデンサの充放電—動電学	
7. 2	オームの法則……………	136
	金属導体のばあい—金属以外の導体のばあい—抵抗の単位—抵抗の記号	
7. 3	抵抗率……………	139
	抵抗率の定義—金属導体の抵抗率—絶縁物の抵抗率—電解液および半導体—抵抗率と抵抗との関係—抵抗率の単位	

7. 4	抵抗の温度係数	141
	抵抗率の温度係数—抵抗率の温度係数と抵抗の温度係数との関係—単体の金属体以外のものの温度係数	
7. 5	コンダクタンスおよび導電率	142
	コンダクタンス—導電率	
7. 6	起電力	143
	電気回路一起電力の定義一起電力の記号一起電力の単位	
7. 7	印加電気力	145
7. 8	キルヒホッフの法則	148
	キルヒホッフの法則—キルヒホッフの法則の証明—キルヒホッフの法則の適用方法—キルヒホッフの法則の適用例	
7. 9	合成抵抗	151
	直列接続—並列接続—直並列接続	
7. 10	等価回路	153
	等価回路の意義—等価回路の例	
7. 11	逆起電力	155
7. 12	ジュール熱	157
	ジュール熱の定義—ジュール熱の利用例—発生カロリー	
7. 13	銅損	158
	銅損の定義—銅損の害—機器の最高許容温度—電線の安全電流	
7. 14	電力	159
	電力の定義—電力の授受—電力および電力量の単位	
7. 15	連続導体中の電流分布	161
	電流密度—電流の発散—電界分布	
7. 16	電流の場と静電界	164
	電流の場と静電界との類似性—流線の屈折—静電容量と合成抵抗—電界分布の測定	
7. 17	連続導体中のジュール熱	167
7. 18	熱電流	167
	ゼーベック効果—熱起電力に関する法則—熱起電力の応用	
7. 19	ペルチエ効果およびトムソン効果	170
	ペルチエ効果—トムソン効果	
7. 20	摘要	171
7. 21	問題	171

## 第8章 真空中の磁界

8. 1	磁気現象	176
8. 2	磁 界	176
8. 3	電流による磁界	177
	アンペアの右ねじの法則—閉路電流の方向と磁力線の向き—微小ループ電流の作る磁界—閉路に流れる電流による磁界—等価板磁石—等価板磁石の位置	
8. 4	アンペアの周回積分の法則	181
	電気2重層における周回積分—磁界における周回積分—磁界の単位	
8. 5	鎖 交	183
	鎖交の定義—鎖交数の求め方	
8. 6	周回積分の法則による磁界の計算例	185
	無限長線状電流による磁界—無限長円筒形電流による磁界—無限長ソレノイドによる磁界—無端ソレノイドによる磁界	
8. 7	磁 位	188
	電位と磁位—磁界の切断と等価板磁石—電流による磁界の磁位—磁位の単位	
8. 8	ビオ・サバールの法則	192
8. 9	二つの電流の間に働く力	194
	電流の流れている二つの導体間に働く力—電気2重層に働く力—等価板磁石に働く力	
8. 10	電流の単位	196
8. 11	ベクトル積	197
	ベクトル積の定義—ベクトル積の性質—座標成分による標示—3ベクトルの積	
8. 12	磁界と電流との間に働く力	201
	電流通路の変位による磁力線鎖交数の変化—電流に働く力—電流単位長に働く力—直線状電流に働くばあい—フレミングの左手の法則—電磁力—磁界中の運動電子に働く力	
8. 13	導体に働く力	206
8. 14	ホール効果	207
8. 15	ベクトルの回転	209
	定義—ストークスの定理—保存的な場と回転	
8. 16	分布電流による磁界	213
8. 17	摘 要	214
8. 18	問 題	214

## 第9章 磁 束

9. 1	磁気誘導	218
	磁化—磁化の根拠	
9. 2	磁 束	219
	微小ループ電流が物体内に作る磁界—磁束密度—磁性体外の磁界—磁束の連続性—磁化の強さ, 磁束密度, 磁束の単位	
9. 3	透磁率と磁化率	222
	定義—比磁化率の値	
9. 4	磁束分布	223
	周回積分—磁束分布に対する法則—静電界との対応	
9. 5	磁性体の界面	224
9. 6	磁 極	225
	磁極—磁極のみの作る磁界	
9. 7	減磁力	227
	自己減磁力—自己減磁力の磁束による説明—自己減磁力の磁極による説明—減磁率—減磁率の値—磁性体中の空洞	
9. 8	磁気シールド	230
9. 9	ベクトル・ポテンシャル	232
	定義—ベクトル・ポテンシャルに含まれる任意関数—与えられた電流分布に対する透磁率—様な媒質中のベクトル・ポテンシャル—線状電流に対するベクトル・ポテンシャル—単位	
9. 10	磁界のエネルギー	237
	磁界のエネルギー密度—強磁性体に供給されるエネルギー	
9. 11	強磁性体の磁化	239
	磁化曲線—ヒステリシス環線—強磁性体の磁化の説明—バルクハウゼン効果	
9. 12	ヒステリシス損	242
	ヒステリシス環線を—循するに—加うべきエネルギー—ヒステリシス損—スタインメッツの実験式	
9. 13	磁性と周囲状態	243
	磁気ひずみ—臨界温度	
9. 14	鉄の透磁率	244
	各種の透磁率の定義—磁化曲線を表わす式—電気機器と透磁率	
9. 15	磁気回路	246
	磁気回路と電気回路—磁気抵抗—磁気抵抗と電気抵抗との差異—励磁アンペ	

ア回数	
9. 16	磁気回路の並列および直列接続…………… 249 磁気回路におけるキルヒホッフの法則—直列および並列磁気回路
9. 17	飽和する鉄心を含む磁気回路…………… 251
9. 18	漏れ磁束…………… 252 磁束の漏れ—漏れ磁束の求め方
9. 19	永久磁石…………… 253 永久磁石と減磁力—永久磁石の磁化の強さ—永久磁石と保持力—磁石の材料
9. 20	摘 要…………… 255
9. 21	問 題…………… 255

## 第 10 章 インダクタンス

10. 1	電流の有する磁気的エネルギー…………… 260
10. 2	インダクタンス…………… 261 自己インダクタンスおよび相互インダクタンスの定義—インダクタンスの単位—ノイマンの公式—相互インダクタンスの相反性—透磁率の単位
10. 3	インダクタンスの大きさの関係…………… 264 $L_1$ , $L_2$ , $M_{12}$ 間の関係—相互インダクタンスの正負と大きさの限度—漏れ磁束と結合係数
10. 4	簡単な形のコイルのインダクタンス…………… 265 無端ソレノイド—無限長ソレノイド—有限長ソレノイド—無限長ソレノイド内にある円形コイル
10. 5	インダクタンスの直列接続…………… 269 直列接続の合成インダクタンス—応用例
10. 6	2本の平行導線間の相互インダクタンス…………… 270
10. 7	2個の円形コイルの間の相互インダクタンス…………… 272
10. 8	断面積のある導体のインダクタンス…………… 273
10. 9	幾何学的平均距離…………… 275 定義—定理—円周と一点との間の幾何学的平均距離—円周自身の幾何学的平均距離—円形面積と一点との幾何学的平均距離—円形面積自身の幾何学的平均距離
10. 10	電線のインダクタンス…………… 278 電線の自己および相互インダクタンス—全電流零のばあいのインダクタンス—往復線路のインダクタンス

10.11	摘 要	282
10.12	問 題	282

## 第 11 章 電 磁 誘 導

11.1	電磁誘導現象	288
	磁束の変化による起電力の発生—電磁誘導の法則—電磁誘導現象の応用	
11.2	自己誘導作用および相互誘導作用	287
11.3	磁界のエネルギーと電磁誘導	288
11.4	導体の運動による起電力	290
	運動する回路に現われる起電力—導体単位長当りの起電力—フレミングの右手の法則—導体の切る磁束	
11.5	導体の運動と磁束の時間的变化のあるばあいの起電力	292
	一般式と使用上の注意—磁束を切るという意味—磁石を通る回路	
11.6	電流に働く力	294
	電流に働く力と磁束の変化—発電機と電動機	
11.7	電磁誘導のある回路	297
	抵抗のみよりなる回路の自己誘導作用—抵抗と静電容量とのある回路の自己誘導作用—起電力のあるばあい—相互誘導作用のあるばあい	
11.8	インダクタンスのある回路の性質	299
	電流の持つ慣性—磁束鎖交数の連続性	
11.9	電磁誘導による電界	302
11.10	導体内の電流分布	303
	一般式—一定周波数の交流のばあい—表皮効果—導体表面に平行な磁界のばあい—表皮効果を考慮すべき限界—電磁シールド	
11.11	大地上に張られた電線のインダクタンス	308
	電線が1本のばあい—電線が2本のばあい—大地の抵抗の影響	
11.12	渦電流	310
11.13	摘 要	312
11.14	問 題	313

## 第 12 章 電 磁 界

12. 1	変位電流	317
12. 2	マクスウェルの電磁方程式	318
12. 3	電磁波 平面波—電磁波の偏波—一般の波動方程式—電磁波の存在とその意義—電磁波の伝搬速度—伝搬時間を考慮に入れるべき限界	321
12. 4	導体内の電磁波 一般式—平面波—変位電流と伝導電流	327
12. 5	印加電気力のあるばあいの電磁方程式	330
12. 6	界面における条件 界面に電流の存在しないばあい—完全導体の表面	330
12. 7	電磁界における電圧 電圧の定義—平行の導体における電圧—単位長当りの電圧降下—等価回路に対する注意—導体電流の変化	336
12. 8	ポインティング・ベクトル 閉曲面に囲まれた空間に供給されるエネルギー—面を通過する電力—ポインティング・ベクトルの意義—導体による電力の伝送	340
12. 9	電磁波の放射 導体表面におけるポインティング・ベクトル—アンテナからの放射—静電磁界と放射電磁波—振動双極子からの放射	346
12. 10	摘 要	348
12. 11	問 題	349

## 第13章 電気単位系

13. 1	単 位 単位および数値—基本単位と誘導単位	351
13. 2	次元式と単位式	351
13. 3	電気および磁気の単位	352
13. 4	電気磁気量の単位の次元	352
13. 5	MKS 有理単位系	353
13. 6	C. G. S. 静電単位系	354
13.	C. G. S. 電磁単位系	355
13. 8	ガウス単位系	356
13. 9	MKS 非有理単位系	357
13. 10	有理単位系と非有理単位系	357

13.11	実用単位系	357
13.12	単位系間の変換	360
13.13	摘 要	360
13.14	問 題	360
	付録 ベクトル算法の公式	363
	索 引	365