

目 次

1. 幾何光学	1
1.1 光 線	1
1.2 反射の法則	2
1.2.1 平面鏡	2
1.2.2 平面鏡の回転	3
1.2.3 光 て こ	4
1.2.4 六 分 儀	4
1.3 屈折の法則	5
1.3.1 光線逆進の原理	6
1.3.2 屈 折 率	6
1.3.3 多層膜における屈折	6
1.3.4 プリズム	7
1.3.5 媒質中の波長	9
1.3.6 分 散	9
1.3.7 プリズムの屈折率測定	10
1.4 フェルマの原理	10
1.5 マリユスの定理	13
1.6 全 反 射	14
1.6.1 全反射プリズム	15
1.6.2 アッペの屈折計	15
1.7 近軸光線と結像	16
1.7.1 幾何光学における距離, 角度, 曲率の符号の定義	16
1.7.2 球面における屈折	17
1.7.3 球面における反射	21
1.7.4 薄肉レンズ	22
1.7.5 換 算 距 離	23
1.7.6 薄肉レンズの組み合わせ	23
1.7.7 ジオプター	24
1.7.8 厚肉レンズ	25
1.7.9 2つの光学系の結合	28

1.7.10	アフォーカル光学系	30
1.7.11	シャイムプルークの条件	31
1.7.12	ベンディング	32
1.7.13	絞 り	32
1.8	収 差	35
1.8.1	球面収差	35
1.8.2	コマ収差	36
1.8.3	非点収差	39
1.8.4	像面湾曲	40
1.8.5	歪曲収差	42
1.8.6	色収差	43
1.8.7	波面収差	45
1.9	光学器械	49
1.9.1	拡大鏡	49
1.9.2	接眼レンズ	51
1.9.3	顕微鏡	51
1.9.4	望遠鏡	55
1.10	光線追跡と光学系の評価, 設計	56
1.10.1	近軸光線の追跡	57
2.	波動と屈折, 反射	64
2.1	波動の表現	64
2.2	電磁波	65
2.2.1	ベクトル波とスカラー波	66
2.2.2	正弦波	66
2.2.3	重ね合わせの原理	68
2.2.4	波動の複素表示	70
2.2.5	平面波, 球面波, 近軸波	70
2.3	重ね合わせの原理とフーリエ変換	73
2.4	波のエネルギー	75
2.5	横波としての電磁波	75
2.6	電磁波のエネルギーの流れ	76
2.7	電界と磁界の境界条件	77
2.8	波の反射と屈折	77
2.8.1	スネルの法則	78
2.8.2	フレネルの反射透過係数	79
2.8.3	ブリュスター角	82

2.9	ストークスの関係式	83
2.10	強度反射率と透過率	84
2.11	全 反 射	85
2.11.1	グース・ヘンシェンシフト	87
2.12	金属における反射	88
2.13	複素屈折率の測定	89
3.	偏 光	92
3.1	偏光の表し方	92
3.2	複屈折	97
3.3	偏光子	98
3.4	波長板	99
3.5	ストークスパラメータとミュラー行列	99
3.5.1	ストークスパラメータ	99
3.5.2	ミュラー行列	102
3.6	ポアンカレ球	106
3.7	ジョーンズベクトルとジョーンズ行列	109
3.7.1	ジョーンズ行列	109
3.7.2	固有偏光	110
3.7.3	旋光子	110
3.7.4	波長板	110
3.7.5	直交直線偏光子	111
3.7.6	アイソレーター	111
4.	光の干渉	114
4.1	ヤングの実験	114
4.2	白色光による干渉	117
4.3	干渉縞の鮮明度と可干渉性	117
4.3.1	鮮明度	117
4.3.2	可干渉性	118
4.3.3	時間的可干渉性	118
4.3.4	空間的可干渉性	120
4.3.5	ファンシッター・ツェルニケの定理	121
4.4	二光束干渉	122
4.4.1	等傾角干渉	123
4.4.2	等厚干渉	125
4.5	多光束干渉	127

4.6	多層膜における干渉	131
4.7	干渉計	136
4.7.1	マイケルソン干渉計	137
4.7.2	トワイマン・グリーン干渉計	137
4.7.3	フィゾー干渉計	137
4.7.4	ファブリ・ペロー干渉計	139
5.	回折	141
5.1	ホイヘンスの原理とフレネルの説明	141
5.2	フレネル・キルヒホッフの回折式	144
5.3	フレネル回折とフラウンホーファー回折	147
5.4	フラウンホーファー回折	148
5.4.1	スリットのフラウンホーファー回折	148
5.4.2	矩形開口のフラウンホーファー回折	150
5.4.3	円形開口のフラウンホーファー回折	152
5.5	分解能	155
5.6	フレネル回折	157
5.6.1	ナイフエッジによるフレネル回折	159
5.6.2	スリットのフレネル回折	160
5.6.3	矩形開口のフレネル回折	160
5.6.4	円形開口のフレネル回折	161
5.6.5	フレネルのゾーンプレート	163
5.7	光波の伝搬と角スペクトル	164
6.	フーリエ光学, 光情報処理, ホログラフィ	171
6.1	フーリエ変換とコンボリューション	171
6.2	フレネル回折とコンボリューション積分	174
6.3	レンズのフーリエ変換作用	175
6.4	結像	177
6.5	光学系の伝達関数	179
6.5.1	コヒーレント光学系の伝達関数	179
6.5.2	インコヒーレント光学系の伝達関数	180
6.6	光情報処理	182
6.6.1	空間周波数フィルタリング	182
6.6.2	周波数制限フィルター	182
6.6.3	マッチトフィルター	183
6.6.4	結合フーリエ変換による相関演算	183

6.7	ホログラフィ	184
6.7.1	ホログラムの記録と再生	184
6.7.2	ホログラムの種類	186
6.7.3	ホログラフィとデジタル処理	187
6.8	ホログラフィの応用	191
7.	物質と光	196
7.1	電気双極子モーメントと分極, 屈折率	196
7.2	分散と吸収	197
7.2.1	気体の分散	197
7.3	液体, 固体の屈折率分散	200
7.4	金属の屈折率分散	202
7.5	クラマース・クローニツヒの関係	204
7.6	分散式	204
8.	発光と受光	207
8.1	電気双極子による電磁波の放射	207
8.2	黒体からの光放射	210
8.3	自然放出と誘導放出	211
8.4	蛍光とLED	213
8.5	レーザー	213
8.5.1	半導体レーザー	214
8.5.2	半導体励起固体レーザー	215
8.5.3	ファイバーレーザー	215
8.6	光検出器	215
8.6.1	光電子増倍管	216
8.6.2	フォトセルとフォトダイオード	216
8.6.3	固体撮像素子	217
9.	光の散乱と吸収	219
9.1	散乱と吸収	219
9.1.1	ランバート・ベールの法則	220
9.1.2	クベルカ・ムンクの式	220
9.2	微粒子や媒質による散乱	221
9.2.1	レイリー散乱	223
9.2.2	ミー散乱	224
9.3	表面による散乱	227

9.4	一般的な散乱理論	228
10.	結晶中の光	230
10.1	非等方的媒質中の平面波	230
10.1.1	誘電率テンソル	230
10.1.2	電磁場の振動方向	231
10.1.3	屈折率楕円体	232
10.1.4	法線速度面と光線速度面の関係	239
10.2	一軸性結晶	241
10.3	二軸性結晶	244
10.4	結晶を使った光学素子	244
10.4.1	偏光子	244
10.4.2	位相板	245
10.4.3	複像プリズム	246
10.5	光学活性と二色性	246
10.5.1	光学活性	246
10.5.2	二色性	247
10.6	液晶	247
11.	光ファイバーと不均質媒質中の光	250
11.1	光ファイバー	250
11.2	不均質媒質中の光伝搬	252
11.2.1	アイコナルと光線方程式	252
11.3	屈折率分布形光導波路	254
11.3.1	2乗屈折率分布形光ファイバー	255
11.4	ステップ屈折率形光ファイバー	257
12.	ガウスビームの伝搬	260
12.1	近軸波	260
12.2	ガウスビーム	261
12.3	薄肉レンズを透過したガウスビーム	263
12.4	ABCD 行列によるガウスビーム伝搬の記述	265
13.	測光と測色	268
13.1	立体角	268
13.2	放射量と測光量	270
13.2.1	放射束	270

13.2.2	視感度	270
13.2.3	光束	271
13.3	光度, 輝度, 光束発散度	272
13.4	照度	273
13.5	完全拡散性の面光源	274
13.6	コサイン 4 乗則	275
13.7	光学系の明るさ	276
13.8	エタンデュ	277
13.9	測色	277
13.9.1	RGB 表色系	278
13.9.2	XYZ 表色系	279
13.9.3	色温度	281
付 録		285
A	球面の屈折 フェルマの原理による	285
B	薄肉レンズの球面収差	286
C	マックスウエルの方程式から波動方程式へ	287
D	電磁ポテンシャル	290
E	フレネル・キルヒホッフの回折式	292
F	レイリー・ゾンマーフェルドの回折式	297
G	役に立つ公式	299
H	SI 単位系で使われる接頭語	304
参 考 書		305
問題解答		309
索 引		349