

目 次

1. 光の科学技術の歴史	1
1.1 原始・古代の光学	1
1.1.1 青銅やガラスの利用	1
1.1.2 古代の光計測器	4
1.1.3 視覚に関する諸説	8
1.1.4 反射と屈折の幾何学の誕生	10
1.2 中世からルネッサンス期までの光学	12
1.2.1 光線の反射と屈折	12
1.2.2 光線流入説と眼の像形成	15
1.2.3 レンズの像形成	18
1.2.4 顕微鏡と望遠鏡の発明	21
1.2.5 ガラス鏡とレンズの製作	23
1.2.6 中国の光技術	24
1.3 近代光学の成立	26
1.3.1 屈折法則	27
1.3.2 白色光と諸色の光	28
1.3.3 虹の幾何光学	30
1.3.4 光の伝播	33
1.3.5 回折, 干渉, 複屈折の発見	34
1.3.6 地球と天体間での光速度測定	38
1.3.7 顕微鏡や望遠鏡の改良	41
1.3.8 照明と測光学	44
1.4 近代光学の発展	46
1.4.1 光の弾性波動説	47
1.4.2 電磁光学	51

1.4.3	分光学の発達と不可視光の発見	53
1.4.4	写真の発達	58
1.4.5	光学器械の開発	61
1.4.6	エーテルと特殊相対性理論	68
1.4.7	光量子説	70
1.5	日本の光学	74
1.5.1	江戸時代前の光技術	74
1.5.2	江戸時代の光技術と希代の珍器	78
1.5.3	江戸時代の光科学	85
1.5.4	明治時代の光学	91
1.6	光の科学と技術の歴史	98
2.	光と物理	111
2.1	光	111
2.1.1	光はどのように理解されてきたか	111
2.1.2	光子の誕生	114
2.1.3	いろいろな波長の光	115
2.2	波としての光	118
2.2.1	波と振動	118
2.2.2	ホイヘンスの原理	124
2.3	光の性質	125
2.3.1	光速度	125
2.3.2	屈折率	127
2.3.3	分散	128
2.3.4	偏光	130
2.4	光の伝わり	133
2.4.1	反射・屈折	134
2.4.2	全反射	139
2.4.3	反射率・透過率	141
2.4.4	ブリュースター角	142
2.4.5	群速度	142
2.4.6	光線	144

2.5	発光と受光	144
2.6	反射鏡・レンズと像	155
2.6.1	スネルの法則	155
2.6.2	平面鏡	155
2.6.3	凹球面による反射	159
2.6.4	凹面鏡の焦点距離	161
2.6.5	凸球面による反射と結像	162
2.6.6	球面鏡の像の作図	162
2.6.7	球面での屈折	164
2.6.8	レンズ (薄肉レンズの式)	165
2.6.9	薄肉レンズによる像の作図	167
2.6.10	ニュートンの公式	169
2.6.11	薄肉レンズの組み合わせ	169
2.6.12	厚肉レンズ	171
2.6.13	収差	171
2.7	レーザー	176
2.8	干渉と回折	182
2.8.1	干渉	182
2.8.2	ヤングの干渉実験	183
2.8.3	薄い膜の干渉	185
2.8.4	等厚干渉と等傾角干渉	189
2.8.5	干渉性	189
2.8.6	干渉計	190
2.8.7	多光束干渉	193
2.8.8	回折格子	194
2.8.9	回折	197
2.8.10	フレネル回折	200
2.8.11	フラウンホーファー回折	203
2.8.12	F ナンバー	207
2.8.13	開口数 (N. A.)	207
コラム 1	J. ケプラー	209
コラム 2	C. ホイヘンス	210

コラム 3	R. フック	211
コラム 4	I. ニュートン	212
コラム 5	T. ヤング	213
コラム 6	J. フラウンホーファー	214
コラム 7	A. J. フレネル	215
コラム 8	J. C. マクスウェル	216
コラム 9	A. アインシュタイン	217
3.	光の技術	219
3.1	光学素子	219
3.1.1	レンズ, プリズム, 反射鏡	219
3.1.2	回折格子	223
3.1.3	偏光素子	224
3.2	光学器械	226
3.3	光学薄膜 (反射防止膜, 干渉フィルター)	234
3.4	フィルター	240
3.4.1	色ガラスフィルター	240
3.4.2	干渉フィルター	241
3.4.3	ND フィルターと偏光フィルター	241
3.4.4	空間周波数フィルター	242
3.5	画像の記録と光記録	242
3.5.1	銀塩写真	243
3.5.2	電子写真	246
3.6	モアレ	247
3.6.1	モアレの発生	248
3.6.2	モアレ測長器	250
3.6.3	モアレトポグラフィ	250
3.7	光ファイバー通信	252
3.8	ホログラフィ	258
3.8.1	ホログラムの記録と再生	258
3.8.2	いろいろなホログラム	261
3.8.3	ホログラムの複製 (印刷)	264

3.8.4	計算機でつくるホログラム	264
3.8.5	ホログラフィの応用	264
3.8.6	スペックルパターン	266
3.9	光記録	267
3.9.1	光ディスクの発達	267
3.9.2	光ディスクの仕組み	269
3.9.3	高密度記録の工夫	275
3.10	半導体レーザー	283
3.11	フェムト秒レーザー	286
3.12	光ジャイロ	288
3.13	光ピンセット	290
3.14	ステッパー	292
3.15	レーザー加工	295
3.16	レーザーの安全性	298
3.17	光トモグラフィ	300
3.17.1	光散乱トモグラフィ	300
3.17.2	光コヒーレンストモグラフィ (OCT)	301
3.17.3	フーリエ領域 OCT	302
3.18	レーザーメス	303
3.19	光コンピューター	309
3.19.1	画像を記録表示するデバイス	309
3.19.2	光による並列演算	310
3.19.3	光インターコネクション	313
コラム 1	D. ブルースター	314
コラム 2	A. A. マイケルソン	315
4.	光のおもちゃ	317
4.1	鏡のおもちゃ	317
4.1.1	合わせ鏡	318
4.1.2	魔鏡	319
4.1.3	万華鏡	320
4.1.4	鏡仕掛けの箱 (お金が消える貯金箱)	322

4.1.5	カーブミラー	323
4.1.6	ハーフミラー	324
4.2	メガネのおもちゃ	325
4.2.1	虫メガネ, ルーペ	325
4.2.2	顕微鏡 (学習用, 家庭用)	326
4.2.3	望遠鏡 (学習用, 家庭用)	327
4.2.4	オペラグラス・単眼鏡	328
4.2.5	立体鏡 (ステレオスコープ, ステレオビューアー)	330
4.2.6	偏光メガネ	331
4.2.7	プリズムスコープ (タコタコ眼鏡, 八角眼鏡, 将門眼鏡, 将軍鏡, ドラゴンフライ)	333
4.2.8	ホログラムメガネと回折格子メガネ	334
4.2.9	色メガネ	336
4.2.10	逆さメガネ	337
4.3	あかり, 影のおもちゃ	338
4.3.1	幻灯器, 写し絵	338
4.3.2	ミラーボール	338
4.3.3	プラネタリウム	339
4.3.4	影絵	340
4.4	レンズ・カメラのおもちゃ	341
4.4.1	のぞきからくり (視機関, 覗き絡繰り)	341
4.4.2	プリズム	342
4.4.3	フレネルレンズ	343
4.4.4	レンチキュラーステレオ写真	344
4.4.5	レンチキュラーチェンジングピクチャー	346
4.4.6	おもちゃカメラ	347
4.4.7	ピンホールカメラ (針穴写真機, 針孔写真機)	349
4.4.8	写生器	351
4.5	仕掛け絵	352
4.5.1	アナモルフォーズ (アナモルフォーシス, 歪像絵画)	352
4.5.2	モアレ絵本	355

5. 光の化学, 材料, エネルギー	359
5.1 液晶ディスプレイ	359
5.2 ブラウン管と FED	361
5.3 プラズマディスプレイ	362
5.4 有機エレクトロルミネッセンス	363
5.5 透明電極	365
5.6 位相差フィルム	366
5.7 偏光板	367
5.8 花火	370
5.9 紙	371
5.10 材料と複屈折	372
5.11 光が化学する	374
5.11.1 光合成	374
5.11.2 ホトクロミズム	376
5.11.3 光触媒	377
5.11.4 ケミカルライト	380
5.11.5 ルミノール反応	381
5.11.6 ホトレジスト	381
5.11.7 日焼け	382
5.12 イカの変色とエレクトロウエッティングディスプレイ	383
5.13 おわんくらげの蛍光	385
5.14 染料	385
5.15 顔料	387
5.16 陶器の色	390
5.17 家電リモコン	391
5.18 バーコード	391
5.19 サングラス	392
5.20 蛍光と燐光	393
5.21 光化学スモッグ	393
5.22 熱放射	394
5.23 電球, 蛍光灯	396
5.24 光学活性分子と円偏光	397

5.25	光記録	399
5.26	カラー画像方式（カラー写真，カラー映画，カラーテレビ， カラー印刷・プリンター）	399
5.26.1	カラー画像（映像）の撮影から表示・プリントまで総論	399
5.26.2	カラー画像システムの基本構成	401
5.26.3	写真・映画・テレビにおける各種カラー方式	402
5.26.4	カラーモザイクフィルター方式	402
5.26.5	ハーフミラー分割／合成方式	405
5.26.6	多層式カラー方式	406
5.26.7	時分割（面順次）カラー方式	408
5.26.8	カラー印刷，カラープリンター	409
5.27	非線形光学	411
6.	光と生物・鉱石	419
6.1	地表に届く光	419
6.2	構造色	420
6.2.1	昆虫の羽の色	421
6.2.2	甲虫の羽の異なる発色現象	426
6.2.3	孔雀の羽	427
6.2.4	水にきらめくネオンテトラ	429
6.2.5	モルフォチョウの深色ブルー	429
6.2.6	銀色，金色，桃色吐息——ブロードバンド反射	431
6.3	生物が発する光	432
6.3.1	ホタルの光	432
6.4	体表を変えるカメレオン	434
6.5	ミツバチと偏光	435
6.6	飛んで火にいる夏の虫	437
6.7	紅葉	438
6.8	昆虫の眼	439
6.9	植物の発芽と光	439
6.10	生物の赤外線センサー	440
6.11	シロクマの白	442

6.12	クリスチャンセン散乱	442
6.13	角膜の反射防止膜	443
6.14	ワカメの色	445
6.15	宝石の輝き	445
6.15.1	ダイヤモンド	445
6.15.2	不純なほど美しい宝石	448
6.15.3	オパールの色	449
6.15.4	海の宝石——真珠	450
6.16	肌や目の色と光	452
6.16.1	光と肌の色	452
6.16.2	光と毛髪	455
7.	光と人間	461
7.1	眼の進化, さまざまな眼	461
7.2	ピント調節	466
7.3	見える範囲 (視野)	472
7.4	視線移動 (眼球運動)	479
7.4.1	眼球運動の仕組み・種類とその測定方法はどのように なっているのか	479
7.4.2	眼球運動により視対象をどのように見ているか	485
7.4.3	眼球運動がなくなるとどうなるのか	488
7.5	内視現象	490
7.6	強調・平滑化されて見える効果 (視覚情報の微分・積分処理)	493
7.7	大脳処理系	500
7.7.1	視覚情報は脳内でどのように処理されるか	500
7.8	順応	508
7.9	さまざまな視力と光学的特性 (点像強度分布, 空間周波数特性)	511
7.10	パターン認識	517
7.10.1	視対象物体は脳内でどのように認識されるか	517
7.10.2	人物の認識はどのように行われるか	520
7.11	混色	522
7.12	測色	527

7.13	色の心理効果	530
7.14	光沢	534
7.15	McCollough 効果	537
7.16	表色	539
7.17	幾何学的錯視とその他の錯視	549
7.18	動きの錯視	556
7.19	照明	560
7.20	眼の病気	567
8.	光と自然	575
8.1	太陽光と幾何光学	575
8.1.1	太陽の光と熱	575
8.1.2	スネルの法則	578
8.2	大気 の 散乱による光学現象	580
8.2.1	レイリー散乱とミー散乱	580
8.2.2	太陽の色, 空の色, 雲の色	587
8.2.3	晴天大気 の 偏光	591
8.2.4	月の色, 星の色	594
8.2.5	蜃気楼	601
8.2.6	平べったい太陽	607
8.2.7	薄明	612
8.2.8	グリーンフラッシュ	614
8.2.9	ライダー	616
8.2.10	火映	619
8.2.11	光芒	619
8.3	水滴による光学現象	621
8.3.1	虹	621
8.3.2	その他の虹	633
8.3.3	光冠	634
8.3.4	オーリオール	637
8.3.5	彩雲	638
8.3.6	ビショップリング	638

8.3.7	グローリー, ブロッケン現象	639
8.4	氷晶の屈折効果による光学現象	641
8.4.1	氷の結晶による光の屈折	641
8.4.2	22度ハロと46度ハロ	653
8.4.3	その他のハロ	654
8.4.4	幻日	656
8.4.5	環天頂アーク	659
8.5	氷晶の反射効果による光学現象	662
8.5.1	光柱	662
8.5.2	幻日環	665
8.6	太陽と地球	666
8.6.1	太陽放射と地球放射	666
8.6.2	夜天光	669
8.6.3	オゾン	673
8.6.4	稲妻	677
8.6.5	オーロラ	682
8.6.6	視程	690
8.6.7	紫外線	696
8.6.8	気体分子による光の吸収	701
8.6.9	放射伝達	707
8.6.10	温室効果	713
8.6.11	太陽放射と地球	715
8.6.12	視太陽時と平均太陽時	722
8.6.13	太陽黒点	728
8.6.14	地球照	732
8.6.15	リモートセンシングによる大気温度測定	733
8.6.16	リモートセンシングによるオゾン測定	736
コラム 1	M. ミランコヴィッチ	742
コラム 2	G. ドブソン	746
	索引	749