

目 次

第2版への序文	iii
第1版への序文	v
第1章 序 章	1
1.1 光ファイバーの進歩の概略	1
1.2 ファイバーの特性	3
1.2.1 材料と作製法	4
1.2.2 光損失	6
1.2.3 色分散	8
1.2.4 モード複屈折	14
1.3 ファイバーの非線形性	17
1.3.1 非線形屈折	18
1.3.2 誘導非弾性散乱	20
1.3.3 非線形効果の重要性	22
1.4 本書の構成	24
問 題	28
参考文献	29
第2章 光ファイバー中の波動の伝播	32
2.1 マクスウェル方程式	32
2.2 ファイバーモード	36
2.2.1 固有値方程式	36

2.2.2	単一モードの条件	38
2.2.3	基本モードの特性	39
2.3	伝播の基本式	41
2.3.1	非線形パルス伝播	42
2.3.2	高次の非線形効果	49
2.3.3	遅延非線形応答	52
2.4	数値計算法	56
2.4.1	スプリットステップフーリエ法	56
2.4.2	差分法	60
	問 題	62
	参考文献	63
第 3 章	群速度分散	67
3.1	2つの伝播状態	67
3.2	パルスの分散誘起による拡がり	71
3.2.1	ガウス型パルス	72
3.2.2	チャープしたガウス型パルス	74
3.2.3	sech 型パルス	77
3.2.4	超ガウス型パルス	78
3.2.5	実験結果	81
3.3	高次の分散	83
3.3.1	パルス波形の変化	84
3.3.2	拡がり因子	87
3.4	光通信システムとの関連	90
3.4.1	光源のスペクトル幅による制限	90
3.4.2	パルススペクトル幅による制限	92
3.4.3	システムの性能	94
	問 題	96

目次	ix
参考文献	97
第 4 章 自己位相変調	99
4.1 SPM で誘起されるスペクトルの拡がり	99
4.1.1 非線形位相シフト	100
4.1.2 パルススペクトルの変化	103
4.1.3 パルス波形と初期チャープの効果	107
4.1.4 部分的コヒーレンスの効果	110
4.2 群速度分散の効果	113
4.2.1 パルスの時間発展	113
4.2.2 拡がり因子	117
4.2.3 光波破壊	119
4.2.4 高次分散の効果	124
4.3 自己急峻化	127
4.3.1 光衝撃波面	128
4.3.2 光衝撃波への GVD の効果	132
4.4 SPM の応用	135
4.4.1 非線形光スイッチ	136
4.4.2 パルス重ね合せモード同期	141
問題	143
参考文献	145
第 5 章 光ソリトン	149
5.1 変調不安定性	150
5.1.1 連続光ビームの安定性	150
5.1.2 利得スペクトル	152
5.1.3 実験での観測	154
5.1.4 別の視点からの考察	156

5.2	ファイバーソリトン	159
5.2.1	逆散乱法	159
5.2.2	ソリトンの特徴	162
5.2.3	実験結果	166
5.2.4	ソリトンの安定性	168
5.2.5	暗いソリトン	170
5.2.6	その他のソリトン	175
5.3	ファイバーソリトンの応用	177
5.3.1	ソリトンレーザー	178
5.3.2	ソリトンスイッチ	182
5.4	ソリトンを利用した通信システム	184
5.4.1	ファイバー損失	185
5.4.2	周波数チャープ	190
5.4.3	ソリトンの相互作用	192
5.4.4	設計上の問題点	195
5.4.5	実験の進歩	202
5.5	高次非線形効果	206
	問 題	215
	参考文献	217
第 6 章 光パルス圧縮		226
6.1	はじめに	226
6.2	回折格子対	228
6.3	ファイバー回折格子圧縮器	232
6.3.1	理 論	233
6.3.2	実 験	240
6.4	ソリトン効果圧縮器	246
6.4.1	理 論	247

目次		xi
6.4.2	実験	249
6.4.3	高次非線形効果	252
6.5	その他のパルス圧縮技術	253
6.5.1	チャープパルス増幅	254
6.5.2	利得スイッチ半導体レーザー	255
6.5.3	光増幅器	256
6.5.4	分散減少ファイバー	258
6.5.5	非線形ファイバーループミラー	262
	問題	263
	参考文献	263
第 7 章	交差位相変調	269
7.1	XPM による非線形相互作用	270
7.1.1	異なった周波数をもつ光波間の相互作用	270
7.1.2	直交する偏光成分間の相互作用	274
7.2	非線形複屈折	278
7.2.1	光カー効果	279
7.2.2	パルス整形	285
7.2.3	偏光不安定性	288
7.2.4	ソリトンに対する複屈折の効果	292
7.2.5	ベクトルソリトン	297
7.2.6	ソリトンドラッグ論理ゲート	299
7.2.7	非線形複屈折のその他の応用	301
7.3	変調不安定性とソリトン	302
7.3.1	XPM で誘起される変調不安定性	302
7.3.2	XPM 対ソリトン	309
7.3.3	複屈折ファイバー中のツインビーム伝播	312
7.4	スペクトル効果と時間波形効果	314

7.4.1	非対称スペクトル拡がり	315
7.4.2	非対称時間波形変化	323
7.4.3	XPM 誘起パルス圧縮	327
7.4.4	XPM 誘起光スイッチ	330
7.4.5	高次非線形効果	332
7.5	その他の XPM に関連した問題	334
7.5.1	非線形方向性結合器	334
7.5.2	XPM 誘起の非相反性	341
7.6	光通信との関連	344
	問 題	347
	参考文献	348
第 8 章	誘導ラマン散乱	356
8.1	基本概念	356
8.1.1	ラマン利得スペクトル	357
8.1.2	ラマン閾値	359
8.1.3	連立振幅方程式	363
8.2	準 cw 誘導ラマン散乱	365
8.2.1	単一経路ラマン光発生	365
8.2.2	ファイバーラマンレーザー	368
8.2.3	ファイバーラマン増幅器	372
8.2.4	ラマン誘導混線	377
8.3	短いポンパルスの誘導ラマン散乱	379
8.3.1	理 論	380
8.3.2	実 験	389
8.3.3	同期ポンプファイバーラマンレーザー	393
8.4	SRS におけるソリトン効果	396
8.4.1	ファイバーラマンソリトン	396

目次	xiii
8.4.2 ファイバーラマンソリトンレーザー	403
8.4.3 ソリトン効果パルス圧縮	406
8.5 4 光波混合の効果	407
問題	410
参考文献	411
第 9 章 誘導ブリュアン散乱	418
9.1 ブリュアン利得	418
9.2 理論	423
9.2.1 ブリュアン閾値	424
9.2.2 ポンプの減衰と利得飽和	426
9.2.3 動的特徴	428
9.2.4 過渡的 SBS	434
9.3 実験結果	435
9.3.1 単一経路ブリュアン波発生	435
9.3.2 ファイバーブリュアンレーザー	440
9.3.3 ファイバーブリュアン増幅器	443
9.3.4 その他の応用	445
9.4 光通信システムとの関連	446
9.4.1 周波数選択ブリュアン増幅器	447
9.4.2 光波システムに対する SBS による制限	449
問題	452
参考文献	453
第 10 章 パラメトリック過程	457
10.1 4 光波混合	457
10.2 パラメトリック利得	461
10.3 位相整合の方法	467

10.3.1	多モードファイバーにおける位相整合	468
10.3.2	単一モードファイバーにおける位相整合	473
10.3.3	複屈折ファイバーにおける位相整合	479
10.4	パラメトリック増幅とその応用	483
10.4.1	増幅器利得と帯域幅	484
10.4.2	実験結果	488
10.4.3	応 用	490
10.5	第2高調波発生	493
10.5.1	実験結果	493
10.5.2	発生の物理的な機構	496
10.5.3	簡単な理論	498
10.6	ファイバークラッグ回折格子	502
10.6.1	製作方法	503
10.6.2	感光性の物理的機構	509
10.6.3	分布帰還の理論	510
10.6.4	応 用	520
	問 題	522
	参考文献	523
第 11 章 ファイバー増幅器		532
11.1	一般的概念	533
11.1.1	利得係数	535
11.1.2	増幅器利得と帯域幅	536
11.1.3	利得飽和	538
11.1.4	増幅器雑音	539
11.1.5	増幅器の応用	541
11.2	動作特性	543
11.2.1	ポンプ条件	543

11.2.2	利得スペクトル	545
11.2.3	増幅器利得	547
11.2.4	増幅器雑音	550
11.2.5	多重チャンネル増幅	553
11.2.6	その他のファイバー増幅器	555
11.3	超短パルス増幅	557
11.3.1	ギンツブルグ-ランダウ方程式	557
11.3.2	増幅器ソリトン	563
11.3.3	パルス増幅	571
11.4	通信システムへの応用	582
11.4.1	光前置増幅器	582
11.4.2	中継ファイバー増幅器	585
11.4.3	局地ネットワーク (LAN)	587
	問 題	589
	参考文献	590
第 12 章	ファイバーレーザー	598
12.1	一般的特徴	599
12.1.1	ポンプと光利得	600
12.1.2	レーザー閾値	603
12.1.3	出力パワーと傾き効率	605
12.2	共振器の設計	606
12.2.1	ファブリペロー共振器	606
12.2.2	リング共振器	608
12.3	連続波発振	610
12.3.1	Nd ドープファイバーレーザー	610
12.3.2	Er ドープファイバーレーザー	614
12.3.3	その他のファイバーレーザー	618

12.4	モード同期ファイバーレーザー	619
12.4.1	モード同期の物理	620
12.4.2	能動モード同期	622
12.4.3	XPM 誘起モード同期	625
12.5	受動モード同期	627
12.5.1	可飽和吸収	627
12.5.2	非線形ファイバーループミラー	631
12.5.3	非線形偏光回転	634
12.5.4	ファイバーの非線形性と分散の役割	636
12.6	応 用	641
	問 題	644
	参考文献	645
	補 遺	654
	付録 A デシベル単位	654
	付録 B 非線形屈折率	656
	訳者あとがき	659
	索 引	661