



<b>第1章 放射線とその線源</b> .....	1	2.2.1 比エネルギー損失 .....	46
1.1 単位および定義 .....	2	2.2.2 電子の飛程と透過曲線 .....	46
1.1.1 放射能 .....	2	2.2.3 陽電子の相互作用 .....	50
1.1.2 エネルギー .....	3	2.3 ガンマ線の相互作用 .....	50
1.2 高速電子線源 .....	3	2.3.1 相互作用の諸過程 .....	50
1.2.1 ベータ崩壊 .....	3	2.3.2 ガンマ線の減衰 .....	55
1.2.2 内部転換 .....	5	2.4 中性子の相互作用 .....	57
1.2.3 オージェ電子 .....	6	2.4.1 一般的性質 .....	57
1.3 重荷電粒子 .....	7	2.4.2 低速中性子の相互作用 .....	57
1.3.1 アルファ崩壊 .....	7	2.4.3 高速中性子の相互作用 .....	58
1.3.2 自発核分裂 .....	10	2.4.4 中性子断面積 .....	58
1.4 電磁放射線の線源 .....	11	2.5 放射線照射線量と吸収線量 .....	59
1.4.1 ベータ崩壊に伴うガンマ線 .....	11	2.5.1 ガンマ線照射線量 .....	60
1.4.2 消滅放射線 .....	13	2.5.2 吸収線量 .....	61
1.4.3 核反応に伴って発生するガンマ線 .....	13	2.5.3 線量当量 .....	62
1.4.4 制動放射 .....	14	2.5.4 フルエンスから線量への変換 .....	63
1.4.5 特性 X 線 .....	15	2.5.5 ICRP 線量単位 .....	64
1.4.6 シンクロトン放射 .....	20	2.5.6 計測実用量 .....	65
1.5 中性子源 .....	20	問題 .....	66
1.5.1 自発核分裂 .....	20	文献 .....	67
1.5.2 放射性同位体 ( $\alpha, n$ ) 線源 .....	21	<b>第3章 計数の統計と誤差の評価</b> .....	69
1.5.3 光中性子源 .....	25	3.1 データの特性の表わし方 .....	69
1.5.4 加速された荷電粒子の反応 .....	27	3.2 統計モデル .....	73
1.5.5 原子炉 .....	28	3.2.1 2項分布 .....	74
問題 .....	28	3.2.2 ポアソン分布 .....	76
文献 .....	29	3.2.3 ガウス分布 (正規分布) .....	78
<b>第2章 放射線と物質の相互作用</b> .....	31	3.3 統計モデルの応用 .....	81
2.1 重荷電粒子の相互作用 .....	32	3.3.1 変動量の観測値が統計変動の予想値と 一致するか否かを調べるための計数系の検定 .....	82
2.1.1 相互作用の性質 .....	32	3.3.2 1回の測定における精度の評価 .....	85
2.1.2 阻止能 .....	33	3.4 誤差の伝播 .....	88
2.1.3 エネルギー損失特性 .....	34	3.4.1 計数値の和または差の場合 .....	89
2.1.4 粒子の飛程 .....	36	3.4.2 定数との積または定数による割り算 .....	90
2.1.5 薄い吸収物質中におけるエネルギー損失 .....	40	3.4.3 計数値の積または割り算 .....	91
2.1.6 比例則 .....	43	3.4.4 多数の独立した計数の平均値 .....	91
2.1.7 核分裂片の振舞 .....	44	3.4.5 誤差が等しくない独立した測定の組み合わせ .....	92
2.1.8 表面からの2次電子放出 .....	44	3.5 計数実験の最適化 .....	94
2.2 高速電子の相互作用 .....	45	3.6 検出可能な限界 .....	96
		3.6.1 ROC 曲線 .....	96

3.6.2 最小検出可能量 (MDA) .....	97	5.5 直流電離箱の応用 .....	150
3.6.3 ROC 曲線と MDA の実際的な制限 ..	100	5.5.1 放射線サーベイメータ .....	150
3.7 時間間隔の分布 .....	100	5.5.2 放射線線源校正装置 .....	151
3.7.1 隣接事象間の間隔 .....	101	5.5.3 放射性ガスの測定 .....	152
3.7.2 次の事象までの時間測定 .....	102	5.5.4 電離の遠隔測定 .....	153
3.7.3 スケーラで計数された事象間の間隔 ..	103	5.6 パルスモード動作 .....	153
問題 .....	104	5.6.1 一般的考察 .....	153
文献 .....	107	5.6.2 パルス波形の導出 .....	154
<hr/>		5.6.3 格子付電離箱 .....	157
<b>第 4 章 放射線検出器の一般的性質</b> .....	109	5.6.4 パルスの波高 .....	158
<hr/>		5.6.5 エネルギー分解能の統計的限界 .....	159
4.1 簡略化した検出器モデル .....	109	5.6.6 荷電粒子のスペクトル測定 .....	160
4.2 検出器の動作方式 .....	110	問題 .....	161
4.3 パルス波高スペクトル .....	115	文献 .....	162
4.4 計数曲線とプラトー .....	117	<hr/>	
4.5 エネルギー分解能 .....	119	<b>第 6 章 比例計数管</b> .....	163
4.6 検出効率 .....	122	<hr/>	
4.7 不感時間 .....	125	6.1 ガス増幅 .....	163
4.7.1 不感時間の振舞に対するモデル .....	125	6.1.1 電子なだれの形成 .....	163
4.7.2 不感時間の測定法 .....	128	6.1.2 検出器の動作領域 .....	164
4.7.3 不感時間による数え落しの統計 .....	130	6.1.3 形状の選択 .....	166
4.7.4 パルス状線源の場合の不感時間による数え落し ..	130	6.2 比例計数管の設計上の特徴 .....	168
問題 .....	132	6.2.1 封じ切り型比例計数管 .....	168
文献 .....	134	6.2.2 窓なしフロー型比例計数管 .....	170
<hr/>		6.2.3 充填ガス .....	171
<b>第 5 章 電離箱</b> .....	135	6.3 比例計数管の性能 .....	174
<hr/>		6.3.1 ガス増幅率 .....	174
5.1 ガス中の電離過程 .....	135	6.3.2 空間電荷効果 .....	177
5.1.1 形成されるイオン対の数 .....	135	6.3.3 エネルギー分解能 .....	178
5.1.2 ファノ因子 .....	136	6.3.4 信号パルスの時間特性 .....	183
5.1.3 拡散, 電荷移動および再結合 .....	137	6.3.5 擬似パルス .....	188
5.2 電荷移動および収集 .....	139	6.4 検出効率および計数曲線 .....	189
5.2.1 電荷移動度 .....	139	6.4.1 動作電圧の選択 .....	189
5.2.2 電離電流 .....	140	6.4.2 アルファ粒子の計数 .....	189
5.2.3 飽和に影響を与える要因 .....	141	6.4.3 ベータ粒子の計数 .....	190
5.3 直流電離箱の設計および作動 .....	143	6.4.4 混合線源 .....	190
5.3.1 一般的考察 .....	143	6.4.5 X 線およびガンマ線の計数 .....	191
5.3.2 絶縁物および保護環 .....	143	6.5 比例計数管の変形 .....	193
5.3.3 電離電流の測定 .....	144	6.5.1 組織等価比例計数管 .....	193
5.3.4 エレクトレット .....	145	6.5.2 平行平板型なだれ計数管 .....	194
5.4 電離箱による放射線線量測定 .....	146	6.5.3 位置敏感型比例計数管 .....	194
5.4.1 ガンマ線照射線量 .....	146	6.5.4 マルチワイヤ比例計数管 .....	195
5.4.2 吸収線量 .....	149	6.5.5 ガス比例シンチレーション計数管 .....	197

6.6 マイクロパターンガス入り計数管	200
6.6.1 マイクロストリップガス入り計数管	200
6.6.2 ガス電子増倍器	202
6.6.3 マイクロメガス	204
6.6.4 抵抗性平板検出器	205
問題	207
文献	208

## 第7章 ガイガーミュラー計数管 211

7.1 ガイガー放電	212
7.2 充填ガス	214
7.3 消滅	214
7.4 時間的挙動	216
7.4.1 パルス波形	216
7.4.2 不感時間	217
7.5 ガイガー計数プラトー	218
7.6 設計の特徴	220
7.7 計数効率	222
7.7.1 荷電粒子	222
7.7.2 中性子	222
7.7.3 ガンマ線	222
7.8 最初の計数までの時間測定	224
7.9 GM サーベイメータ	225
問題	226
文献	227

## 第8章 シンチレーション検出器の原理 229

8.1 有機シンチレータ	230
8.1.1 有機物質中のシンチレーション機構	230
8.1.2 有機シンチレータの種類	232
8.1.3 有機シンチレータの応答	235
8.2 無機シンチレータ	241
8.2.1 活性化物質入り無機結晶中のシンチレーション機構	242
8.2.2 アルカリハライドシンチレータの特性	246
8.2.3 他の応答の遅い各種の無機結晶	249
8.2.4 低発光量の高速の非活性化シンチレータ	252
8.2.5 セリウム活性化高速無機シンチレータ	254
8.2.6 透明セラミックスシンチレータ	261
8.2.7 ガラスシンチレータ	262
8.2.8 希ガスシンチレータ	263
8.2.9 極低温液体および固体シンチレータ	264

8.2.10 無機シンチレータの放射線損傷効果	265
8.3 集光およびシンチレータの取り付け方法	265
8.3.1 集光の均一性	265
8.3.2 光パイプ	268
8.3.3 ファイバーシンチレータ	271
8.3.4 波長シフタ	277
問題	279
文献	280

## 第9章 光電子増倍管と光ダイオード 283

9.1 序言	283
9.2 光電陰極	284
9.2.1 光電子放出過程	284
9.2.2 自発的電子放出	285
9.2.3 光電陰極の製法	286
9.2.4 量子効率とスペクトル感度	286
9.3 電子増倍	288
9.3.1 2次電子放出	288
9.3.2 負の電子親和性物質	289
9.3.3 多段増倍	290
9.3.4 電子増倍の統計	291
9.4 光電子増倍管の特性	293
9.4.1 構造の違い	293
9.4.2 パルスタイミング特性	295
9.4.3 最大定格	298
9.4.4 光電子増倍管の仕様	299
9.4.5 直線性	299
9.4.6 雑音および擬似パルス	300
9.4.7 光電陰極の不均一性	302
9.4.8 計数率による利得の変化	302
9.5 光電子増倍管の付属品	303
9.5.1 高電圧電源および分圧器	303
9.5.2 磁気遮蔽	306
9.6 光電子増倍管の代替品としての光ダイオード	306
9.6.1 光ダイオードの潜在的特徴	306
9.6.2 通常の光ダイオード	307
9.6.3 なだれ型光ダイオード	311
9.6.4 シリコン光増幅器	314
9.7 シンチレーションパルス波形の解析	317
9.8 ハイブリッド型光電子増倍管	321
9.8.1 HPMT の設計	322
9.8.2 HPMT の動作特性	322

9.8.3 新種の HPMT	324
9.9 位置敏感型光電子増倍管	324
9.10 光電離検出器	327
問題	327
文献	329

## 第10章 シンチレータを用いた放射線スペクトル測定 331

10.1 ガンマ線スペクトル測定の一般的考察	331
10.2 ガンマ線の相互作用	332
10.2.1 光電吸収	333
10.2.2 コンプトン散乱	333
10.2.3 電子対生成	335
10.3 予測される応答関数	336
10.3.1 小形の検出器	336
10.3.2 非常に大形の検出器	338
10.3.3 中形の検出器	339
10.3.4 応答関数複雑化の要因	341
10.3.5 加算効果	346
10.3.6 ガンマ線スペクトロメータにおける同時計数法	348
10.4 シンチレーションガンマ線スペクトロメータの特性	349
10.4.1 応答関数	349
10.4.2 エネルギー分解能	355
10.4.3 エネルギーの較正	360
10.4.4 検出効率	361
10.5 シンチレーション検出器の中性子に対する応答	367
10.6 シンチレータによる電子スペクトル測定	368
10.7 シンチレーションに基づく特殊な検出器	369
10.7.1 ホスウィッチ検出器	369
10.7.2 液体シンチレーションカウンタ	370
10.7.3 位置敏感型シンチレータ	372
問題	375
文献	377

## 第11章 半導体ダイオード検出器 379

11.1 半導体の性質	380
11.1.1 固体中のバンド構造	380
11.1.2 電荷キャリア	381
11.1.3 電界中の電荷キャリアの移動	382
11.1.4 不純物あるいはドーパントの影響	384
11.1.5 捕獲および再結合	389
11.2 半導体中の電離性放射線の作用	390

11.2.1 電離エネルギー	390
11.2.2 ファノ因子	392
11.3 放射線検出器としての半導体	392
11.3.1 パルスの形成	392
11.3.2 電極	393
11.3.3 漏れ電流	394
11.3.4 半導体接合	394
11.4 半導体検出器の形式	402
11.4.1 拡散接合型検出器	402
11.4.2 表面障壁型検出器	403
11.4.3 イオン注入型検出器	404
11.4.4 全空乏層型検出器	404
11.4.5 不活性化プレナ型検出器	407
11.5 動作特性	408
11.5.1 漏れ電流	408
11.5.2 検出器雑音およびエネルギー分解能	409
11.5.3 検出器バイアス電圧による変化	410
11.5.4 パルスの立ち上がり時間	410
11.5.5 入射窓および不感層	411
11.5.6 チャネリング	412
11.5.7 放射線損傷	413
11.5.8 エネルギー較正	414
11.5.9 パルス波高欠損	415
11.6 シリコンダイオード検出器の応用	418
11.6.1 荷電粒子スペクトル測定の概要	418
11.6.2 アルファ粒子スペクトル測定	418
11.6.3 重イオンと核分裂片のスペクトル測定	420
11.6.4 エネルギー損失測定—粒子識別	422
11.6.5 シリコン <i>p-i-n</i> ダイオードによる X 線スペクトル測定	424
11.6.6 光電池モードでの使用	425
11.6.7 従事者モニターとしてのシリコンダイオード	425
問題	427
文献	428

## 第12章 ゲルマニウムガンマ線検出器 431

12.1 一般的考察	431
12.2 ゲルマニウム検出器の形態	432
12.2.1 高純度ゲルマニウム (HPGe) 検出器の製作方法	432
12.2.2 プレナ型検出器の形態	433
12.2.3 同軸型検出器の形態	435
12.2.4 電圧と静電容量	437
12.2.5 表面不感層	440

12.3	ゲルマニウム検出器の動作特性	440
12.3.1	検出器クライオスタットおよびデュワー	440
12.3.2	エネルギー分解能	444
12.3.3	パルス波形およびタイミング特性	446
12.4	ゲルマニウム検出器を使用した	
	ガンマ線スペクトル測定	454
12.4.1	応答関数	456
12.4.2	連続部分を減少させる方法	464
12.4.3	エネルギーの較正	468
12.4.4	検出効率	470
12.4.5	検出器の性能に及ぼす種々の効果	478
	問題	480
	文献	481

### 第13章 その他の半導体検出器 483

13.1	リチウムドリフト型シリコン検出器	483
13.1.1	イオンドリフト過程	484
13.1.2	<i>p-i-n</i> 構造	485
13.1.3	電界およびパルス波形	486
13.1.4	低エネルギー光子スペクトル測定	489
13.1.5	電子スペクトル測定	498
13.2	シリコン、ゲルマニウム以外の半導体物質	501
13.2.1	全般的事項	501
13.2.2	プレナ型検出器の動作の概要	504
13.2.3	CdTe 検出器	507
13.2.4	HgI <sub>2</sub> 検出器	509
13.2.5	Cd <sub>1-x</sub> Zn <sub>x</sub> Te (CZT) 検出器	511
13.2.6	その他の半導体検出器	513
13.3	電子なだれ型検出器	515
13.4	光伝導型検出器	517
13.5	位置敏感型半導体検出器	518
13.5.1	抵抗電荷分割	518
13.5.2	マイクロストリップ半導体検出器	518
13.5.3	パッド型検出器・ピクセル型検出器	520
13.5.4	半導体ドリフト型検出器	521
13.5.5	電荷結合素子 (CCD) の応用	523
13.5.6	X線画像用の厚膜半導体	527
	問題	530
	文献	531

### 第14章 低速中性子検出法 535

14.1	中性子検出に用いる重要な核反応	535
14.1.1	<sup>10</sup> B( <i>n,α</i> ) 反応	536
14.1.2	<sup>6</sup> Li( <i>n,α</i> ) 反応	538
14.1.3	<sup>3</sup> He( <i>n,p</i> ) 反応	538
14.1.4	ガドリニウムの中性子捕獲反応	538
14.1.5	中性子核分裂反応	540
14.2	ホウ素反応に基づく検出器	540
14.2.1	BF <sub>3</sub> 計数管のパルス波高分布—壁効果	540
14.2.2	BF <sub>3</sub> 計数管の構造	543
14.2.3	ガンマ線の弁別	544
14.2.4	BF <sub>3</sub> 計数管の検出効率	544
14.2.5	ホウ素被覆比例計数管	545
14.2.6	ホウ素装荷シンチレータ	546
14.2.7	中性子変換膜	547
14.3	他の変換反応に基づく検出器	548
14.3.1	リチウム含有低速中性子検出器	548
14.3.2	<sup>3</sup> He 比例計数管	550
14.3.3	核分裂計数管	553
14.3.4	シリコンカーバイド検出器	555
14.4	原子炉計装	555
14.4.1	一般的考察	555
14.4.2	原子炉計装システムの概要	557
14.4.3	炉心内検出器	560
	問題	568
	文献	569

### 第15章 高速中性子の検出とスペクトル測定 571

15.1	中性子減速に基づく検出器	572
15.1.1	一般的考察	572
15.1.2	ボナボール	573
15.1.3	球形の中性子線量計	574
15.1.4	ロングカウンタ	577
15.1.5	その他の減速に基づく検出器	580
15.2	高速中性子反応に基づく検出器	580
15.2.1	<sup>6</sup> Li( <i>n,α</i> ) 反応による方法	581
15.2.2	<sup>3</sup> He( <i>n,p</i> ) 反応を用いた検出器	585
15.3	高速中性子散乱を用いた検出器	588
15.3.1	一般的性質	588
15.3.2	反跳陽子シンチレータ	593
15.3.3	ガス入り反跳比例計数管	601

15.3.4 水素変換膜	604	17.2.3 スケータあるいはカウンタ	663
15.3.5 陽子反跳テレスコープ	605	17.2.4 タイマ	664
15.3.6 捕獲ゲート方式中性子スペクトロメータ	607	17.2.5 計数率計	665
問題	610	17.2.6 計数装置の不感時間	667
文献	611	17.3 パルス波高分析装置	668
<hr/>			
<b>第16章 パルスの処理</b>	613	17.3.1 一般的考察	668
<hr/>			
16.1 パルスの処理の概要	613	17.3.2 弾道欠損	669
16.1.1 パルス処理回路とその役割	613	17.3.3 信号対雑音比に関する考察	670
16.1.2 主要な電子装置の考察	615	17.3.4 雑音の整形時間と静電容量依存性	675
16.2 装置のインピーダンス	616	17.3.5 パイルアップ	676
16.3 同軸ケーブル	618	17.3.6 比例増幅器	686
16.3.1 ケーブルの構造	618	17.3.7 バイアス増幅器	689
16.3.2 ケーブルの性質	619	17.3.8 加算増幅器あるいは差動増幅器	690
16.3.3 雑音の拾い込みと装置の接地法	620	17.3.9 リニアゲート	690
16.3.4 特性インピーダンスとケーブルの反射	621	17.3.10 パルスストレッチャ	690
16.3.5 有用な同軸ケーブル用アクセサリ	624	17.4 デジタルパルス処理	691
16.4 リニアパルスとロジックパルス	626	17.4.1 アナログデジタル変換器 (ADC)	692
16.4.1 リニアパルス	627	17.4.2 デジタル整形およびフィルタ動作	698
16.4.2 ロジックパルス	628	17.4.3 パルス波形解析	702
16.5 装置の規格	628	17.4.4 デジタルベースライン再生	702
16.6 パルス処理ユニットの概要	629	17.4.5 パイルアップしたパルスのデコンポリューション	703
16.7 特定用途向け集積回路 (ASIC)	631	17.5 パルスのタイミングに関連する装置	703
16.7.1 ASICの種類	632	17.5.1 タイムピックオフ法	704
16.7.2 スケージング則	633	17.5.2 タイミング性能の測定	710
16.8 多くの測定に共通な回路要素	634	17.5.3 タイミング測定用モジュール装置	721
16.8.1 前置増幅器	634	17.6 波形弁別法	725
16.8.2 検出器バイアスと高電圧電源	641	問題	727
16.8.3 パルス発生器	642	文献	729
問題	644	<hr/>	
文献	644	<b>第18章 マルチチャネルパルス分析</b>	731
<hr/>			
<b>第17章 パルスの整形, 計数と時間測定</b>	645	18.1 シングルチャネル法	731
<hr/>			
17.1 パルス整形	645	18.2 マルチチャネル波高分析器の一般的な特性	733
17.1.1 CR整形とRC整形	646	18.2.1 必要なチャネル数	733
17.1.2 ポールゼロ消去	653	18.2.2 較正と直線性	734
17.1.3 ベースラインのシフト	654	18.3 マルチチャネル波高分析器	737
17.1.4 その他のパルス整形法	657	18.3.1 基本回路と機能	737
17.2 パルス計数装置	660	18.3.2 スペクトル測定用アナログデジタル変換器	741
17.2.1 積分型波高弁別器	661	18.3.3 メモリ	745
17.2.2 微分型波高分析器	662	18.3.4 補助機能	745
		18.3.5 アナログパルス処理におけるMCAの不感時間	747
		18.4 スペクトルの安定化と整列法	749
		18.4.1 能動的スペクトル安定化	749

18.4.2	スペクトルの整列法	751
18.5	スペクトル分析	752
18.5.1	デコンボリューションあるいはアンフォールディング	752
18.5.2	スペクトルストリッピング	755
18.5.3	ピークを持つスペクトルの解析	755
18.5.4	放射性核種の同定	757
問題		759
文献		760

## 第19章 その他の放射線検出器 763

19.1	チェレンコフ検出器	763
19.2	自己消滅ストリーマモードのガス入り検出器	766
19.3	高圧キセノンスペクトロメータ	768
19.4	液体電離箱と液体比例計数管	769
19.5	極低温検出器	771
19.5.1	半導体マイクロカロリメータ	773
19.5.2	超伝導遷移端検出器	775
19.5.3	磁気マイクロカロリメータ	777
19.5.4	超伝導トンネル接合	778
19.6	写真乳剤	780
19.6.1	ラジオグラフィ用フィルム	780
19.6.2	原子核乾板	782
19.7	熱ルミネセンス線量計とイメージングプレート	783
19.7.1	熱ルミネセンスの機構	783
19.7.2	熱ルミネセンス材料	786
19.7.3	輝尽発光	789
19.7.4	イメージングプレート	791
19.8	固体飛跡検出器	792
19.8.1	飛跡記録の過程	792
19.8.2	飛跡のエッチング	794
19.8.3	飛跡の計数と応用	796
19.9	過熱液滴のバブル検出器	797
19.9.1	一般的な原理	797
19.9.2	受動的バブル検出器	798
19.9.3	能動的バブル検出器	798
19.9.4	中性子線量測定への応用	798
19.9.5	その他の考慮すべき点	799
19.10	放射化による中性子の検出	800
19.10.1	放射化と崩壊	800
19.10.2	放射化検出器の材料	801
19.10.3	放射化カウンタ	804
19.11	集積回路素子を用いた放射線検出法	806

19.11.1	直接イオン蓄積線量計(DIS線量計)	806
19.11.2	MOSFET線量計	807
19.11.3	放射線検出器としてのメモリセル	808
問題		809
文献		810

## 第20章 バックグラウンドと検出器の遮蔽 813

20.1	バックグラウンドの起源	813
20.1.1	一般の物質の放射能	813
20.1.2	気中放射能	817
20.1.3	宇宙線	817
20.2	ガンマ線スペクトル中のバックグラウンド	818
20.2.1	相対的寄与	818
20.2.2	バックグラウンド計数率の変動	821
20.2.3	線源に関連したバックグラウンド	822
20.3	その他の検出器のバックグラウンド	823
20.3.1	ガス入り計数管	823
20.3.2	半導体荷電粒子検出器	824
20.3.3	中性子検出器のバックグラウンド	824
20.4	遮蔽材料	825
20.4.1	低バックグラウンド遮蔽用の一般的な材料	825
20.4.2	中性子遮蔽	828
20.5	能動的バックグラウンド低減法	830
20.5.1	逆同時計数遮蔽	830
20.5.2	同時計数	831
20.5.3	検出器の分割	832
問題		833
文献		833

### 〔付録〕

付録 1.	NIM, CAMAC および VME 装置の規格	835
付録 2.	第 3 章の標本分散の式(3.9)の導出	843
付録 3.	平均値が変化する場合の 計数データの統計的振舞	844
付録 4.	誘導電荷に対する Shockley-Ramo の定理	847
付録 5.	放射線に関連する主要単位〔訳補〕	852

索引		854
----	--	-----