



## 第1章 緒 論

§ 1.1 放射能の発見および原子核の 確認時代 . . . . . 1	§ 1.3 高エネルギー加速器, 原子炉 完成以降 . . . . . 3
§ 1.2 原子核の人工転換および中性 子発見時代 . . . . . 2	第1章 参考文献 . . . . . 4

## 第2章 放射線測定 of 原理

§ 2.1 荷電重粒子と物質 . . . . . 6	§ 2.3 $\gamma$ 線および X 線と物質 . . . 20
(i) 原子の電離, 励起によるエ ネルギー損失 . . . . . 6	(i) $\gamma$ 線, X線の吸収 . . . . . 20
(ii) 阻止能 . . . . . 8	(ii) 光電効果 . . . . . 22
(iii) 飛程 . . . . . 9	(iii) Compton 効果 . . . . . 22
(iv) 1次電離と全電離 . . . . . 14	(iv) 電子対創生 . . . . . 23
(v) 荷電重粒子の電磁散乱 . . . 15	(v) カスケード・シャワー . . . 23
§ 2.2 電子と物質 . . . . . 16	§ 2.4 中性子と物質 . . . . . 24
(i) 電離, 励起によるエネルギ ー損失 . . . . . 16	(i) 中性子と物質との相互作用 24
(ii) 輻射過程によるエネルギ ー損失 . . . . . 16	(ii) 核断面積 . . . . . 26
(iii) 電子の飛程 . . . . . 18	(iii) 断面積と中性子エネルギー の関係 . . . . . 26
(iv) 電子の電磁散乱 . . . . . 19	第2章 演 習 . . . . . 29
	第2章 参考文献 . . . . . 30

## 第3章 放射線測定の方法

§ 3.1 放射線の種類とエネルギー . 31	(iii) 比例計数管 . . . . . 35
§ 3.2 放射線検出器の種類 . . . . . 31	(iv) 電離箱 . . . . . 35
(i) 電氣的検出器 . . . . . 33	(v) スパーク計数管 . . . . . 36
(ii) 光を利用する検出器 . . . . . 33	(vi) シンチレーター . . . . . 36
(iii) 飛跡による検出器 . . . . . 33	(vii) チェレンコフ検出器 . . . 36
§ 3.3 放射線測定の方法 . . . . . 34	(viii) 霧箱 . . . . . 37
(i) 検電器 . . . . . 35	(ix) 泡箱 . . . . . 37
(ii) GM 計数管 . . . . . 35	(x) 原子核乾板 . . . . . 37

(xi) 放電箱 . . . . .	37	(ii) 物理量測定の方法 . . . . .	41
§ 3.4 放射線の物理量の測定 . . . . .	40	第3章 演習 . . . . .	42
(i) 物理量測定に関連する公式 . . . . .	40	第3章 参考文献 . . . . .	42

## 第4章 電氣的な検出器

§ 4.1 電離箱 . . . . .	43	(v) 計数効率 . . . . .	67
(i) 気体中の電子およびイオン . . . . .	43	(vi) 各種の GM 計数管 . . . . .	67
(ii) 平行板型電離箱 . . . . .	47	§ 4.4 結晶計数体 . . . . .	70
(iii) 空間電荷効果 . . . . .	48	(i) 結晶計数体の原理 . . . . .	70
(iv) 積分型電離箱設計上の注意 . . . . .	49	(ii) パルスの大きさと波形 . . . . .	70
(v) 電離電流の測定器械 . . . . .	51	(iii) 効 率 . . . . .	71
(vi) 微分型電離箱 . . . . .	52	(iv) 結晶計数体の特長および欠 点 . . . . .	71
(vii) 電離箱の応用 . . . . .	55	§ 4.5 Solid state counter . . . . .	71
§ 4.2 比例計数管 . . . . .	59	(i) solid state counter の動作 原理 . . . . .	72
(i) ガス増幅 . . . . .	60	(ii) $\alpha$ 粒子のエネルギーと波高 との関係 . . . . .	72
(ii) 電圧パルス . . . . .	61	(iii) $\alpha$ 粒子のエネルギー分解能 . . . . .	73
(iii) 計数特性 . . . . .	62	(iv) その他の特長 . . . . .	73
(iv) 比例計数管による測定 . . . . .	62	第4章 演習 . . . . .	74
§ 4.3 GM 計数管 . . . . .	64	第4章 参考文献 . . . . .	74
(i) GM 計数管の計数特性 . . . . .	65		
(ii) GM 計数管の動作 . . . . .	65		
(iii) パルス波形 . . . . .	66		
(iv) 分解時間 . . . . .	66		

## 第5章 光を利用する検出器

§ 5.1 光電増幅管 . . . . .	75	§ 5.2 シンチレーター . . . . .	93
(i) 光電子放出と2次電子放出 . . . . .	75	(i) シンチレーターの種類と特 性 . . . . .	93
(ii) 光電増幅管の構造 . . . . .	77	(ii) 無機シンチレーター . . . . .	95
(iii) 光電増幅管の特性 . . . . .	80	(iii) 有機シンチレーター . . . . .	97
(iv) 光電増幅管特性表 . . . . .	88	(iv) 特殊なシンチレーター . . . . .	105
(v) 光電増幅管の電圧のかけ方 と出力 . . . . .	88	(v) シンチレーターの発光機構 . . . . .	108
(vi) 光電増幅管のテストの仕方, 比, 陰極面から出た電子 数のきめ方, $S/N$ 比 . . . . .	91	(vi) シンチレーターの作り方 . . . . .	109
		§ 5.3 チェレンコフ輻射 . . . . .	110
		(i) チェレンコフ輻射の原理と	

特性	110	(iv) 分解能	130
(ii) チェレンコフ検出器の 実例	114	(v) 光電増幅管とシンチレータ (チェレンコフ放射体) の結合	133
(iii) ウェーブレングスシフター	121	(vi) シンチレーターの加工	136
§ 5.4 測定技術 (シンチレーター, チェレンコフ放射)	122	(vii) 特殊なシンチレーション 検出器	137
(i) 荷電粒子の測定	122	第5章 演習	138
(ii) $\gamma$ 線のエネルギー測定	124	第5章 参考文献	140
(iii) 中性子の測定	128		

## 第6章 飛跡による検出器

§ 6.1 霧箱	141	§ 6.3 原子核乾板	177
(i) まえがき	141	(i) まえがき	177
(ii) 霧の生成	142	(ii) 原子核乾板の性質	179
(iii) 霧箱の性質	143	(iii) 乾板の処理	181
(iv) 霧箱の種類と構造	152	(iv) 飛跡の測定	184
(v) 拡散霧箱	155	(v) 他の検出器との比較	194
(vi) 飛跡の撮影	159	(vi) 原子核乾板の応用	194
(vii) 飛跡の測定	161	§ 6.4 その他の飛跡検出器	197
§ 6.2 泡箱	166	(i) ホドスコープ	197
(i) まえがき	166	(ii) 放電箱	198
(ii) 泡の発生	168	(iii) スパーク箱	199
(iii) 泡箱の性質	170	第6章 演習	199
(iv) 泡箱の種類と構造	174	第6章 参考文献	200

## 第7章 放射線測定 of 技術

§ 7.1 放射線測定法の種類	201	(ii) 速い中性子スペクトロメー ター	212
(i) 放射線強度の測定	201	(iii) 加速器による実験	213
(ii) 波高測定	204	(iv) 宇宙線の実験	214
(iii) 時間の測定	206	第7章 演習	215
§ 7.2 測定の実例	210	第7章 参考文献	215
(i) 弱い放射線の測定	211		

## 第8章 試験用測定器および装置

§ 8.1 シンクロスコープ . . . . . 217	§ 8.2 パルサー . . . . . 227
(i) 構成と性能 . . . . . 217	(i) 機械的方法 . . . . . 228
(ii) 時間軸発生回路 . . . . . 221	(ii) 真空管による方法 . . . . . 229
(iii) 入力回路および垂直増幅回路 . . . . . 225	§ 8.3 減衰器 . . . . . 231
(iv) 高速現象用シンクロスコープ . . . . . 226	§ 8.4 テストベンチ . . . . . 232
	第8章 演習 . . . . . 233
	第8章 参考文献 . . . . . 233

## 第9章 安定電圧電源

§ 9.1 安定低電圧電源 . . . . . 234	(ii) 真空管を使用した回路 . . . . . 239
(i) 定電圧放電管を使用した回路 . . . . . 234	(iii) その他の回路 . . . . . 240
(ii) 真空管を使用した回路 . . . . . 235	§ 9.3 トランジスター用安定電源 . . . . . 241
§ 9.2 安定高圧電源 . . . . . 237	第9章 演習 . . . . . 242
(i) 定電圧放電管を使用した回路 . . . . . 238	第9章 参考文献 . . . . . 242

## 第10章 増幅器

§ 10.1 放射線計測増幅器の性能 . . . . . 243	(ii) 核研 Model 1 増幅器 . . . . . 255
§ 10.2 パルス増幅器の基礎 . . . . . 244	(iii) ディレイ・アテニュエーション増幅器 . . . . . 255
(i) パルス整形と低周波特性 . . . . . 244	(iv) 対数増幅器 . . . . . 259
(ii) 高周波特性 . . . . . 246	§ 10.4 分布増幅器 . . . . . 261
(iii) 負饋還増幅 . . . . . 249	§ 10.5 増幅器の製作, 保守, 修理 . . . . . 264
(iv) 雑音 . . . . . 251	第10章 演習 . . . . . 266
§ 10.3 パルス増幅器の実例 . . . . . 253	第10章 参考文献 . . . . . 266
(i) Model 100 増幅器 . . . . . 253	

## 第11章 波高分析器

§ 11.1 パルス波高測定の方法 . . . . . 267	§ 11.3 シングルチャンネル PHA . . . . . 270
§ 11.2 ディスクリミネーター . . . . . 268	§ 11.4 マルチチャンネル PHA . . . . . 273
(i) 二極管を用いた回路 . . . . . 268	(i) ディスクリミネーター型 PHA . . . . . 273
(ii) シュミット回路 . . . . . 269	(ii) パルス波高を長さに変換する
(iii) ユニバイプレーター回路 . . . . . 269	

目	次	ix
PHA . . . . . 274	第11章 演 習 . . . . . 278	
(iii) パルス波高を時間の長さに変換する PHA . . . . . 276	第11章 参考文献 . . . . . 278	

## 第12章 計 数 回 路

§ 12.1 数のかぞえ方 . . . . . 279	§ 12.5 トロコロンによる方法 . . . 289
§ 12.2 真空管による方法 . . . . . 280	§ 12.6 計数率計 . . . . . 293
§ 12.3 デカトロンによる方法 . . . 282	第12章 演 習 . . . . . 296
§ 12.4 E1T による方法 . . . . . 286	第12章 参考文献 . . . . . 296

## 第13章 時間測定の方法

§ 13.1 時間測定法の原理 . . . . . 297	§ 13.5 時間差を電荷に変換する法 . 305
§ 13.2 同時計数回路法 . . . . . 297	§ 13.6 陰極線オシロスコープによる方法 . . . . . 306
(i) 並列型同時計数回路 . . . 297	§ 13.7 時間測定のリミット . . . . . 307
(ii) 直列型同時計数回路 . . . 300	第13章 演 習 . . . . . 309
(iii) ブリッチ型同時計数回路 . 301	第13章 参考文献 . . . . . 310
§ 13.3 遅延同時計数法 . . . . . 301	
§ 13.4 クロノトロン法 . . . . . 303	

## 第14章 記 録 方 法

§ 14.1 放射線測定からデーターまでの道 . . . . . 311	§ 14.5 デジタル記録(コード記録法) . . . . . 316
§ 14.2 アナログ記録とデジタル記録 . . . . . 312	(i) パンチカード . . . . . 317
§ 14.3 アナログ記録 . . . . . 313	(ii) パンチテープ . . . . . 317
(i) メーター自記記録計 . . . 313	(iii) 磁気テープ . . . . . 318
(ii) シンクロスコープ記録 . . 314	§ 14.6 記録装置をもった記録法 . . 319
(iii) 磁気テープ記録 . . . . . 314	(i) 遅延回路記憶法 . . . . . 319
§ 14.4 デジタル記録法 . . . . . 315	(ii) 磁心記憶装置 . . . . . 320
(i) 機械記録計 . . . . . 315	第14章 演 習 . . . . . 321
(ii) スケイラー . . . . . 315	第14章 参考文献 . . . . . 322

## 第15章 データーの整理

§ 15.1 データーの整理の仕方 . . . 323	§ 15.2 統計的変動 . . . . . 325
-----------------------------	----------------------------

x	目	次
§ 15.3	統計精度の上の二、三の問題 かぞえ落とし、かぞえ過ぎ の補正 . . . . .	(iii) 最小2乗法 . . . . . 333 (iv) $\chi^2$ の方法 . . . . . 336 (v) ラシサを最大にする方法 . 336
(i)	バックグラウンドの補正の ときの精度 . . . . .	328
(ii)	かぞえ過ぎの補正 . . . . .	329
(iii)	かぞえ落としの補正 . . . . .	331
§ 15.4	データーの整理に使われる統 計的方法 . . . . .	332
(i)	誤差の成分 . . . . .	333
(ii)	重み付き平均 . . . . .	333
		§ 15.5 計算用具 . . . . . 337
		(i) 計算用具 . . . . . 337
		(ii) 計算尺 . . . . . 338
		(iii) 計算機械 . . . . . 338
		(iv) 電子計算機 . . . . . 338
		第15章 演習 . . . . . 339
		第15章 参考文献 . . . . . 339

## 第16章 測定器の部品および材料

§ 16.1	電線 . . . . .	341	§ 16.3	コネクター . . . . .	351
(i)	線材 . . . . .	341	(i)	多芯線用コネクター . . . . .	351
(ii)	絶縁物 . . . . .	342	(ii)	伝送線用コネクター . . . . .	352
(iii)	電線の電氣的性質 . . . . .	342	§ 16.4	回路部品 . . . . .	354
(iv)	多芯電線 . . . . .	343	(i)	抵抗器 . . . . .	354
§ 16.2	伝送線 . . . . .	343	(ii)	コンデンサー . . . . .	357
(i)	パルスの伝播と伝送線 . . . . .	343	(iii)	その他の部品 . . . . .	360
(ii)	特性インピーダンス . . . . .	344	(iv)	真空管 . . . . .	360
(iii)	実際の伝送線 . . . . .	346		真空管特性表 . . . . .	362
(iv)	連続遅延線 . . . . .	349			
	演習略解 . . . . .	365			
	付表 1 物理定数表 . . . . .	377			
	付表 2 波長とエネルギー換算表 . . . . .	377			
	付表 3 粒子のエネルギー、運動量と速度との関係 . . . . .	378			
	付表 4 $\gamma$ 線の全質量吸収係数 $\mu/\rho$ ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) . . . . .	379			
	付表 5 放射性同位元素 . . . . .	380			
	付表 6 質量—エネルギー換算表 . . . . .	383			
	付表 7 デシベル表 . . . . .	384			
	付図 1 ブラウン管用高圧電源の例 . . . . .	385			
	付図 2 シンクロスコープ垂直方向増幅器の例 . . . . .	386			
	索引 . . . . .	387			

