



# 目 次

## I. 概 論

### 1. 宇宙放射線概論

西 村 純

1.1	はじめに .....	1
1.2	宇宙線の発見 .....	2
1.3	放射線検出器の発達 .....	3
	A. 飛跡を見る検出器…(3)/ B. 電気信号でとり出す検出器…(7)/ C. 位置検出計数管…(10)	
1.4	宇宙線の本姓 .....	11
	A. 宇宙線ガンマ線説…(11)/ B. 宇宙線陽電子説…(11)/ C. 宇宙線陽子説…(13)/ D. 宇宙線の組成…(13)	
1.5	超高エネルギー現象 .....	21
	A. 中間子多重発生…(21)/ B. 空気シャワー…(22)/ C. 高エネルギーニュートリノ…(23)	
1.6	む す び .....	25
	文 献 .....	26

## II. 放射線検出器概論

<b>2. 放射線検出器の基礎</b>	道家忠義
2.1 放射線と物質との相互作用 .....	27
A. 1次過程...(28)/ B. 2次過程...(44)	
2.2 物質中での電子とイオン（またはホール）の運動 .....	50
A. 生成電子・イオン（またはホール）の分離...(50)/ B. 電子・イオン （またはホール）の移動速度...(51)/ C. 電子の不純物分子（または原子） への付着...(54)/ D. 電子および光子の電場増殖...(55)	
文献.....	57
<b>3. 検出器の原理・構造・特性</b>	道家忠義
3.1 電離現象を利用した検出器 .....	60
A. 電離箱...(60)/ B. 比例計数管...(68)/ C. 蛍光比例計数管...(71)/ D. GM計数管...(73)/ E. 半導体検出器...(75)/ F. 電離現象を利用 した飛跡検出器...(82)	
3.2 発光現象を利用した検出器 .....	86
A. シンチレーション計数管...(86)/ B. シンチレーターの特性...(88)/ C. チェレンコフ計数管...(96)/ D. 遷移放射検出器...(96)	
3.3 飛跡の生成現象を利用した検出器 .....	98
A. 霧箱...(98)/ B. 泡箱...(100)/ C. 原子核乾板...(102)/ D. 固体飛跡検出器...(103)	
3.4 その他の検出器 .....	105
A. ガラス線量計...(105)/ B. 熱蛍光線量計...(106)/ C. エキゾ電子 線量計...(106)	
文献.....	107

## III. 飛翔体による観測

<b>4. 飛翔体</b>	広沢 春任・藤井 正美・山上 隆正 小川原嘉明・村上 浩之
4.1 気球による観測	109
A. はしがき	(109)
B. 気球の利用	(110)
C. テレメトリーおよびコマンド	(117)
D. 気球搭載機器	(119)
E. 気球観測機器の姿勢制御	(133)
4.2 ロケット, 人工衛星による観測	136
A. 観測ロケット	(136)
B. 人工衛星	(141)
4.3 放射線検出器用電子回路	146
A. 電子回路	(146)
B. 飛翔体搭載用回路に対する注意事項	(157)
文献	160
<b>5. 粒子線の観測</b>	道家 忠義
5.1 粒子線観測の意義	163
5.2 粒子線の観測	167
A. 粒子強度の測定	(167)
B. 原子核成分の観測	(174)
C. 粒子エネルギーの観測	(204)
D. 電子, 陽電子成分の観測	(212)
E. 反陽子の観測	(221)
文献	226
<b>6. X線, <math>\gamma</math>線観測</b>	田中 靖郎・松岡 勝・楨野 文命 宮本 重徳・常深 博・牧島 一夫
6.1 X線, $\gamma$ 線観測の意義	229
6.2 X線, $\gamma$ 線の検出器	231
A. 比例計数管	(232)
B. 蛍光比例計数管	(236)
C. シンチレーション計数管	(242)
D. スパークチェンバー (放電箱)	266
E. X線観測用コリメーターおよびミラー	(273)
文献	281

## IV. 2次宇宙放射線

<b>7. ジェットシャワー</b>	丹 生 潔
7.1 ま え が き .....	285
7.2 原子核乾板とペリクル .....	287
7.3 エマルジョンチェンバー .....	289
A. 巨大エマルジョンチェンバー...(291)/ B. 精密測定用エマルジョン チェンバー...(297)	
7.4 原子核乾板・X線フィルムの準備 .....	300
7.5 エマルジョンチェンバーの組み立て .....	304
A. 巨大エマルジョンチェンバー...(304)/ B. 精密測定用エマルジョン チェンバー...(306)	
7.6 原子核乾板・X線フィルムの現像処理 .....	307
7.7 ジェットシャワーの検出と観察 .....	312
7.8 発生粒子のエネルギー・運動量の測定 .....	313
A. 多重散乱法...(313)/ B. 電子シャワー法...(317)	
7.9 加速器実験への応用と新技術 .....	322
7.10 ま と め .....	327
文 献 .....	328
 <b>8. 空気シャワー</b>	 菅 浩 一
8.1 空気シャワーの観測 .....	329
A. 空気シャワー...(329)/ B. 空気シャワーの構造...(330)/ C. 空気 シャワーの観測...(334)	
8.2 検 出 計 測 器 .....	335
A. GM 計数管...(335)/ B. 電離箱...(335)/ C. SSD...(335)/ D. 比例計数管...(335)/ E. シンチレーション検出器...(336)/ F. 空気シ ンチレーション光の観測...(342)/ G. チェレンコフ検出器...(342)/ H. 空気チェレンコフ光の観測...(343)/ I. AS からの電波の観測...(344)/	

	J. 霧箱…(345)/	K. ネオンフラッシュチューブと放電箱…(345)/
	L. 原子核乾板とX線フィルム…(348)/	M. カロリメーター…(348)/
	N. 開発中の検出器, 提案検討中の観測方法…(349)	
8.3	回路系, 記録系, 校正とモニターシステム …… 350	
	A. 回路系…(350)/ B. 記録系…(351)/ C. 校正とチェックシステム…(352)	
8.4	空気シャワー観測装置 …… 357	
	A. $10^{11}\sim 10^{14}$ eV…(357)/ B. $10^{14}\sim 10^{17}$ eV…(358)/ C. $10^{17}\sim 10^{20}$ eV…(360)/ D. $10^{20}$ eV 以上…(362)	
8.5	空気シャワー基本パラメーターの決定 …… 364	
	A. AS の到来方向…(364)/ B. AS の中心軸とサイズ…(365)/ C. AS の頻度…(367)	
8.6	将来の問題とあとがき …… 370	
	文献…… 371	
	付記…… 374	
<b>9.</b>	<b>ミュー粒子およびニュートリノ</b>	北村 崇・大橋 陽三 高橋 保・須田 英博
9.1	研究の意義 …… 377	
9.2	物質との相互作用 …… 380	
	A. 電離…(380)/ B. 電子対生成…(381)/ C. 制動放射…(383)/ D. 核相互作用…(384)	
9.3	宇宙線ミュー粒子のエネルギー分布およびその測定 …… 387	
	A. エネルギー分布について…(387)/ B. エネルギー分布の式…(389)/ C. 飛程分布による測定…(393)/ D. 電磁石スペクトロメーターによる測定法…(403)/ E. パーストサイズの分布測定…(424)/ F. ペアメーター…(425)	
9.4	宇宙線ニュートリノの実験 …… 426	
	A. ニュートリノ源…(427)/ B. これまでの実験…(432)	
9.5	DUMAND プロジェクト …… 441	
	A. DUMAND…(441)/ B. DUMAND におけるチェレンコフ検出器	

…(443)/ C. DUMAND における超音波検出装置…(449)/ D. 第1 期の DUMAND 装置…(451)	
9.6 天体ニュートリノ ……………	454
A. 太陽ニュートリノ実験…(454)/ B. 星の重力崩壊に伴うニュートリ ノ…(464)	
文 献……………	467

## V. 環境放射線と宇宙放射線

### 10. 地球大気圏内における宇宙放射線場

小 玉 正 弘

10.1 序 言……………	474
10.2 空間分布……………	475
A. 高度変化…(475)/ B. 経緯度分布…(476)/ C. 方向分布…(477)/ D. 地表面境界効果…(480)	
10.3 エネルギースペクトル……………	480
A. 1次宇宙放射線…(480)/ B. 2次宇宙放射線…(481)	
10.4 時間変化……………	482
A. 長期変化…(482)/ B. 短期変化…(484)/ C. 気象的变化…(485)	
10.5 線量評価……………	486
A. 吸収線量…(486)/ B. 線量当量…(490)	
10.6 おわりに……………	491
文 献……………	492

### 11. 環境放射線

岡 野 眞 治

11.1 環境に存在する放射性物質……………	494
11.2 環境 $\gamma$ 線の方向分布……………	500
11.3 環境放射線の時間変化……………	501
11.4 環境放射線の測定……………	505
文 献……………	508

## VI. 宇宙放射線生成核種

<b>12. 総論</b>	本田 雅健	509
<b>13. 放射性核種の計数法</b>	小村 和久・坂本 浩・本田 雅健	
13.1 非破壊計数法		515
A. 大型試料の直接 $\gamma$ 線測定…(516)/ B. 検出器の figure of merit (FOM)…(517)/ C. 検出器, 測定システム…(518)/ D. 測定器の自然計数除去…(520)/ E. 測定試料の取扱い…(523)/ F. 検出器の較正(525)/ G. バックグラウンド測定用試料…(527)/ H. 測定例…(527)		
13.2 放射化学的方法		531
A. $^{10}\text{Be}$ の測定…(532)/ B. $^{53}\text{Mn}$ の測定…(533)		
文献		534
<b>14. 質量分析法</b>	本田 雅健・高岡 宣雄	
14.1 はしがき		539
14.2 希ガスの測定		540
A. 概論…(540)/ B. 試料の調製…(542)/ C. ガス抽出…(542)/ D. ガス精製, 分離…(545)/ E. 質量分析…(549)/ F. 結果の解析—混合成分の判定と宇宙放射線起源成分の同定…(554)/ G. おわりに…(558)		
14.3 不揮発性同位体の測定		558
A. 質量分析法…(558)/ B. 中性子放射化法…(562)		
14.4 加速器法		563
A. はしがき…(563)/ B. 原理…(564)/ C. 方法…(564)/ D. イオン源…(565)/ E. 検出器…(565)/ F. 目的核種…(566)/ G. 測定稼働時間…(566)/ H. 各論…(566)/ I. 放射壊変生成物および元素分析…(569)		
文献		569
索引		573