



# 目 次

## 1. 序 論

1.1 放射線障害の歴史 .....	1
1.1.1 はじめに	1
1.1.2 X線の発見と初期の障害例	2
1.1.3 放射能の発見——体内被曝	4
1.1.4 放射線影響の種類	4
1.2 国際放射線防護委員会の設立と活動 .....	5
1.2.1 初期の放射線防護活動	5
1.2.2 ICRP の設立——耐容線量	7
1.2.3 1950年勧告以後——最大許容線量	8
1.2.4 1965年勧告	11
1.2.5 1977年勧告	12
1.2.6 医療被曝とICRP	13
1.2.7 おわりに	14
1.3 他の国際機関などの活動 .....	15
1.3.1 UNSCEAR	15
1.3.2 IAEA	16
1.3.3 NCRP	17
1.4 放射線防護と保健物理学 .....	18

## 2. 物理的基礎

2.1 序 論 .....	21
2.1.1 単 位 系	21
2.1.2 エネルギーの保存則	22
2.1.3 電子ボルト	22
2.1.4 光子, 物質波	23
2.2 原子の構造 .....	24
2.2.1 ラザフォードの原子模型	24

2.2.2	原子スペクトルと Bohr の原子模型	24
2.2.3	励起と電離	27
<b>2.3</b>	<b>X 線</b> .....	<b>28</b>
2.3.1	X 線の発生	28
2.3.2	X線スペクトル	29
2.3.3	オージェ効果	30
<b>2.4</b>	<b>原子核の構造</b> .....	<b>31</b>
2.4.1	原子核の構成と同位体	31
2.4.2	原子質量単位	32
2.4.3	結合エネルギー	32
2.4.4	原子核の形と大きさ	34
<b>2.5</b>	<b>放射性核種</b> .....	<b>34</b>
2.5.1	放射性元素の発見	34
2.5.2	放射性壊変の指数法則	35
2.5.3	$\alpha$ 壊変	36
2.5.4	$\beta$ 壊変	37
2.5.5	核異性体転移, 内部転換	38
2.5.6	壊変図式	39
2.5.7	天然放射性核種	39
<b>2.6</b>	<b>系列壊変</b> .....	<b>41</b>
2.6.1	放射性系列元素	41
2.6.2	系列放射性壊変の式, 放射平衡	45
<b>2.7</b>	<b>核反応</b> .....	<b>47</b>
2.7.1	狭義の核反応の例	47
2.7.2	核反応断面積	48
2.7.3	核分裂	50
2.7.4	核融合	50
<b>2.8</b>	<b>荷電粒子と物質の相互作用</b> .....	<b>51</b>
2.8.1	用語の定義	51
2.8.2	$\beta^-$ 線, 電子線	53
2.8.3	$\beta^+$ 線	57

2.8.4	$\alpha$ 線	58
<b>2.9</b>	<b>光子と物質の相互作用</b>	<b>59</b>
2.9.1	減弱の指数法則	59
2.9.2	光電効果	62
2.9.3	コンプトン効果	62
2.9.4	電子対生成	64
2.9.5	エネルギー転移係数	64
2.9.6	エネルギー吸収係数	65
2.9.7	カーマ, カーマ率	66
2.9.8	照射線量, 照射線量率	66
2.9.9	照射線量率定数	67
2.9.10	X線の減弱	68
<b>2.10</b>	<b>中性子と物質の相互作用</b>	<b>69</b>
<b>2.11</b>	<b>その他の放射線</b>	<b>71</b>
2.11.1	電磁波	71
2.11.2	中間子	72
2.11.3	宇宙線	72
2.11.4	放射線の種類	74

### 3. 放射線の測定および測定器

<b>3.1</b>	<b>放射線測定器の原理と一般的性質</b>	<b>75</b>
3.1.1	電離箱	75
3.1.2	GM計数管と比例計数管	78
3.1.3	シンチレーションカウンター	81
3.1.4	半導体検出器	86
3.1.5	写真乳剤	88
3.1.6	蛍光ガラス線量計	90
3.1.7	熱ルミネセンス線量計 (TLD)	92
3.1.8	その他の放射線検出器	94
3.1.9	計数値の統計的処理	96

<b>3.2 放射能測定法</b> .....	<b>99</b>
3.2.1 $\beta$ 放射能の測定	101
3.2.2 $\alpha$ 放射能の測定	107
3.2.3 $\gamma$ 放射能の測定	108
3.2.4 放射能標準線源および校正用線源	117
3.2.5 放射能絶対測定法	119
<b>3.3 放射線量(率)の測定法および評価法</b> .....	<b>121</b>
3.3.1 X線および $\gamma$ 線	121
3.3.2 荷電粒子線	125
3.3.3 中性子線	127
<b>3.4 放射線防護用測定器</b> .....	<b>132</b>
3.4.1 照射線量率計(サーベイメーター)	132
3.4.2 中性子用サーベイメーター	135
3.4.3 中性子用レムカウンター	135
3.4.4 表面汚染検査計	136
3.4.5 個人用放射線モニター	138
3.4.6 据置型モニター	144
3.4.7 ヒューマンカウンター	147
<b>4. 放射線の人体に及ぼす影響</b>	
<b>4.1 放射線被曝形式</b> .....	<b>151</b>
<b>4.2 放射線障害の分類</b> .....	<b>152</b>
4.2.1 急性障害と晩発障害	152
4.2.2 身体的障害と遺伝的障害	152
<b>4.3 細胞と細胞系</b> .....	<b>152</b>
4.3.1 細胞	152
4.3.2 細胞更新系	154
<b>4.4 障害に影響する諸因子</b> .....	<b>155</b>
4.4.1 体外被曝	155
4.4.2 体内被曝	157
<b>4.5 人体放射線障害の経験</b> .....	<b>157</b>

4.5.1 職業的被曝者	157
4.5.2 医療による被曝者	159
4.5.3 原爆被曝者	160
4.5.4 放射性降下物による被曝者	160
<b>4.6 放射線障害</b>	<b>161</b>
4.6.1 急性障害	161
4.6.2 晩発障害	168
4.6.3 体内被曝	174
4.6.4 放射線障害の治療	178
<b>4.7 遺伝的影響</b>	<b>179</b>
<b>4.8 障害の危険度推測</b>	<b>181</b>

## 5. 被曝の制限

<b>5.1 ICRP 勧告</b>	<b>183</b>
<b>5.2 放射線防護において使われる諸量</b>	<b>185</b>
5.2.1 線量当量	185
5.2.2 実効線量当量	187
5.2.3 線量当量指標	188
5.2.4 預託線量当量	188
5.2.5 年摂取限度	189
5.2.6 集団線量当量	189
5.2.7 線量当量預託	189
<b>5.3 放射線の人に対する影響のまとめ</b>	<b>189</b>
5.3.1 確率的影響と非確率的影響	189
5.3.2 非確率的影響のしきい値	190
5.3.3 確率的影響, リスク係数	190
<b>5.4 線量当量限度の勧告値</b>	<b>192</b>
5.4.1 一般論	192
5.4.2 作業者に対する線量当量限度	193
5.4.3 公衆の構成員に関する線量当量限度	195

5.5	容認できるリスクレベルと、限度に対応するリスクの推定	196
5.6	集団の被曝の制限について	197
5.7	体内被曝に関する限度	198
5.7.1	年摂取限度の計算	198
5.7.2	最大許容濃度の計算	199
5.8	自然放射線および医療用放射線からの被曝	210
5.8.1	自然放射線からの被曝	210
5.8.2	フォールアウト	212
5.8.3	医療上の被曝	213
5.8.4	種々の線源からの照射による比較危険度	215
<b>6. 放 射 線 源</b>		
6.1	X 線 装 置	217
6.1.1	X 線発生装置	217
6.1.2	医療用X線装置	218
6.1.3	工業用X線装置	222
6.1.4	そ の 他	223
6.2	高エネルギー放射線発生装置	223
6.2.1	定電圧加速器	223
6.2.2	円型加速器	225
6.2.3	線型加速器	231
6.2.4	中性子発生装置	232
6.3	放 射 線 物 質	234
6.3.1	概 説	234
6.3.2	密 封 線 源	235
6.3.3	非 密 封 線 源	238
6.4	原子炉および関係分野	240
6.4.1	原 子 炉	240
6.4.2	臨界実験装置	251
6.4.3	核 燃 料	252

<b>6.5 副次的に放射線を出すもの</b> .....	<b>256</b>
6.5.1 放射性発光塗料	256
6.5.2 その他の副次的X線源	258

## 7. 安全取扱と放射線の遮蔽

<b>7.1 安全取扱の原則</b> .....	<b>261</b>
<b>7.2 体外被曝に対する防護</b> .....	<b>262</b>
7.2.1 概 説	262
7.2.2 距離による防護	263
7.2.3 遮蔽による防護	263
7.2.4 被曝時間の短縮による防護	265
<b>7.3 体内被曝に対する防護</b> .....	<b>265</b>
7.3.1 概 説	265
7.3.2 放射性核種の危険性による分類と作業室	266
<b>7.4 遮蔽計算の概要</b> .....	<b>268</b>
7.4.1 ここでの問題	268
7.4.2 $\alpha$ 線	268
7.4.3 $\beta$ 線	268
7.4.4 $\gamma$ 線, X 線	269
7.4.5 中性子線の遮蔽	274
<b>7.5 放射線防護施設</b> .....	<b>276</b>
7.5.1 一 般 原 則	276
7.5.2 配 置	277
7.5.3 構 造・材 料	277
7.5.4 換 気	279
7.5.5 排 水	280

## 8. 放射線管理の実際

<b>8.1. 放射線防護の体系と手段</b> .....	<b>281</b>
8.1.1 放射線管理における線量制限の体系	281
8.1.2 放射線防護におけるいろいろな基準	282



8.1.3	放射線管理に関する二三の指針	283
8.1.4	環境管理と個人管理	285
8.1.5	放射線管理の対象者の2区分——職業人と公衆	286
<b>8.2</b>	<b>個人管理</b> .....	<b>286</b>
8.2.1	個人管理の内容	286
8.2.2	作業条件による個人管理方法の区分	287
8.2.3	被曝線量管理によって得る情報	288
8.2.4	被曝線量管理の二つの方法	289
8.2.5	個人モニターを選択する際に考慮する事項	289
8.2.6	個人モニターの着用部位と数	291
8.2.7	体内に存在する放射性物質の量の測定	292
8.2.8	個人被曝管理業務の内容	294
8.2.9	放射線健診の位置づけと目的	296
8.2.10	実施時間による健康診断の区分	297
8.2.11	健康診断の内容とその区分	297
8.2.12	離職時健康診断	299
<b>8.3</b>	<b>環境の放射線管理</b> .....	<b>300</b>
8.3.1	総 説	300
8.3.2	管理区域等の設定と作業環境の管理	301
8.3.3	一般環境の管理	303
8.3.4	空間線量率の測定	304
8.3.5	空気中の放射性物質の捕集と測定	306
8.3.6	水中の放射性物質濃度の測定	309
8.3.7	表面汚染の測定	310
8.3.8	放射線管理における化学分析	314
<b>8.4</b>	<b>放射線管理の組織と機構</b> .....	<b>317</b>
8.4.1	放射線管理部門のあり方の二つの基本方式	317
8.4.2	放射線管理機構を決めるに際して考慮すべき事項	318
8.4.3	教 育・訓 練	319
<b>8.5</b>	<b>放射線事故とその対策</b> .....	<b>321</b>
8.5.1	放射線事故とは	321

8.5.2	放射線事故の種類	322
8.5.3	事故の発生要因	323
8.5.4	事故対策のプランニング	324
8.5.5	放射線事故の応急処置	324
8.5.6	事故による放射線障害の応急処置に際しての主な留意点	327
8.5.7	事故によって生じた放射線障害の処置の段階	328
参 考 文 献		331
付 録		347
索 引		365