目　　次

〔物　理　学〕

1. 予 備 知 識 ---- 21
1. 1　粒子の運動量とエネルギー ---- 21
1. 2　光子のエネルギーと運動量 ---- 22
1. 3　粒子のドブロイ波 ---- 22
1. 4　クーロンエネルギー ---- 22
1. 5　エネルギーの単位 ---- 23
2. 原子の構造 ---- 27
2. 1　原 子 模 型 ---- 27
2. 2　励 起 と 電 離 ---- 29
2. 3　X　　線 ---- 30
2. 4　オージェ効果 ---- 34
3. 原子核の構造 ---- 39
3. 1　原子質量単位 ---- 39
3. 2　結合エネルギーと原子核の大きさ ---- 40
4. 放射性壊変 ---- 48
4. 1　α 壊 変 ---- 48
4. 2　β 壊 変 ---- 50
4. 3　γ線の放出と原子核のエネルギー準位 ---- 53
4. 4　自 発 核 分 裂 ---- 56

4. 5　壊 変 の 法 則 ---- 56
4. 6　壊 変 図 ---- 58
5. 核　反　応 ---- 68
5. 1　核反応の表式 ---- 68
5. 2　核反応の運動学 ---- 69
5. 3　核反応断面積 ---- 71
5. 4　放射性核種の生成 ---- 73
5. 5　核反応の種類 ---- 75
5. 6　放　射　化 ---- 80
6. 加　速　器 ---- 92
6. 1　加速器の原理 ---- 92
6. 2　加速器の種類 ---- 93
7. 荷電粒子と物質の相互作用 ---- 105
7. 1　電離と励起 ---- 105
7. 2　阻止能と飛程 ---- 106
7. 3　電子と物質の相互作用 ---- 108
7. 4　重荷電粒子と物質の相互作用 ---- 110
8. 光子と物質の相互作用 ---- 121
8. 1　光 電 効 果 ---- 121
8. 2　コンプトン効果 ---- 123
8. 3　電 子 対 生 成 ---- 125
8. 4　光子の減衰と物質へのエネルギー伝達 ---- 125
8. 5　衝突カーマ，吸収線量，照射線量 ---- 129
9. 中性子と物質の相互作用 ---- 137
9. 1　中性子捕獲反応 ---- 137
9. 2　弾 性 散 乱 ---- 138
9. 3　その他の中性子核反応 ---- 138

〔化　　学〕

1. 放射性壊変と放射能 145
1. 1 元素の周期表 145
1. 2 放射能とその単位 147
1. 3 放射性核種の質量と放射能(Bq)の関係式 148
1. 4 半減期と原子数 150
1. 5 部分半減期 151
1. 6 単核種元素 152
2. 放 射 平 衡 156
2. 1 過 渡 平 衡 156
2. 2 永 続 平 衡 159
2. 3 放射平衡が成立しない場合 161
2. 4 ミルキング 162
2. 5 分岐壊変する核種での放射平衡 163
3. 天然放射性核種 171
3. 1 壊変系列を作る天然の放射性核種 171
3. 2 壊変系列を作らない天然放射性核種 174
3. 3 天然誘導放射性核種 175
4. 核反応と RI の製造 181
4. 1 核反応の種類 183
4. 2 主な核反応の原子番号，質量数の関係 183
4. 3 励 起 関 数 186
4. 4 1／v 法 則 187
4. 5 原子断面積と同位体断面積 188

4. 6 無担体 RI の調製法 188
5. 核　分　裂 196
5. 1 自 発 核 分 裂 197
5. 2 誘 導 核 分 裂 197
5. 3 核分裂生成物 199
6. 放射性核種の分離法 204
6. 1 分離法の特徴 204
6. 2 共沈による分離法 205
6. 3 溶媒抽出による分離法 208
6. 4 イオン交換樹脂による分離法 211
6. 5 ラジオコロイド 217
6. 6 イオン化傾向 219
6. 7 イオンの沈殿生成と系統分離 220
6. 8 放射性気体の発生 223
7. 放射化分析 229
7. 1 概　　要 229
7. 2 生成放射能の計算 229
7. 3 放射化分析の利点と欠点 232
7. 4 アクチバブルトレーサー 236
7. 5 PIXE 法 236
8. ホットアトムの化学 241
8. 1 概　　要 241
8. 2 比放射能の高い RI の製造 243
8. 3 ホットアトム効果を利用する比放射能の高い RI の製造例 244
9. RI の化学分析への利用 248
9. 1 放射化学分析 248
9. 2 放 射 分 析 249

9. 3　同位体希釈分析法 ---- 250
9. 4　ラジオイムノアッセイ ---- 255
10. トレーサーとしての化学的利用 ---- 260
10. 1　利用上の留意点 ---- 260
10. 2　年代決定への利用 ---- 262
10. 3　有機標識化合物 ---- 264
10. 4　核医学診療での有機化合物の利用 ---- 271
11. 放 射 線 化 学 ---- 278
11. 1　放射線化学反応の基礎過程 ---- 278
11. 2　一次過程の概要 ---- 279
11. 3　二次過程の概要 ---- 281
11. 4　二次過程の素反応 ---- 282
11. 5　化 学 線 量 計 ---- 284
11. 6　放射線と高分子化合物 ---- 287
12. 放射性同位元素装備機器 ---- 291
12. 1　放射性同位元素装備機器の原理 ---- 291
12. 2　特定設計認証機器としての利用 ---- 296

〔生　物　学〕

は　じ　め　に ---- 303
1. 放射線の人体に対する影響の概観 ---- 306
2. 放射線影響の分類 ---- 311
2. 1　確率的影響と組織反応（確定的影響） ---- 311
2. 2　身体的影響と遺伝性影響 ---- 313
3. 線質の違いによる放射線影響の修飾 ---- 318

3. 1　線エネルギー付与（LET）と生物学的効果比（RBE） ---- 318
3. 2　直接作用と間接作用 ---- 321
3. 3　フリーラジカルの生成と消長 ---- 322
3. 4　間接作用の修飾要因 ---- 325
3. 5　高 LET 放射線と低 LET 放射線の影響の比較 ---- 328
4. 分子レベルの影響 ---- 333
4. 1　DNA の構造 ---- 333
4. 2　DNA 損傷 ---- 336
4. 3　DNA 損傷の修復 ---- 338
5. 細胞レベルの影響 ---- 344
5. 1　細胞周期による放射線感受性の変化 ---- 344
5. 2　分裂遅延と細胞死 ---- 345
5. 3　細胞の生存率曲線 ---- 349
5. 4　SLD 回復と PLD 回復 ---- 354
5. 5　突然変異・染色体異常 ---- 357
6. 臓器・組織レベルの影響 ---- 367
6. 1　ベルゴニー・トリボンドーの法則 ---- 367
6. 2　臓器・組織の放射線感受性 ---- 368
6. 3　臓器・組織の組織反応（確定的影響） ---- 368
7. 個体レベルの影響 ---- 382
7. 1　個体レベルの組織反応（確定的影響） ---- 382
7. 2　確 率 的 影 響 ---- 386
8. 胎 児 影 響 ---- 398
9. 生物領域における放射線の利用 ---- 402
9. 1　生化学領域における標識化合物を用いたトレーサー実験 ---- 402
9. 2　骨 髄 移 植 ---- 405
9. 3　が ん 治 療 ---- 406

9. 4　核医学診療 411
9. 5　その他の放射線の利用 413
10. 体内被ばく 418
10. 1　放射性物質の体内への摂取経路 418
10. 2　臓器親和性 419
10. 3　放射性物質の体内動態 421
10. 4　体内放射能の測定方法 422
10. 5　サブマージョン 423
11. 自然放射線，人工放射線からの被ばく 426
11. 1　自然放射線からの被ばく 426
11. 2　人工放射線 428

〔測　定　技　術〕

1. はじめに 435
1. 1　どのような量を測定するのか 435
1. 2　どのようにして測定するのか 439
2. 気体の検出器 440
2. 1　電離箱 440
2. 2　比例計数管 446
2. 3　ガイガー・ミュラー（GM）計数管 450
3. 固体・液体の検出器 465
3. 1　NaI(Tl)シンチレーション・カウンタ 465
3. 2　その他のシンチレーション・カウンタ 471
3. 3　半導体検出器 473
3. 4　液体シンチレーション・カウンタ 485

3. 5　イメージングプレート 491
4. 個人被ばく線量の測定器 503
4. 1　蛍光ガラス線量計 503
4. 2　OSL 線量計 504
4. 3　熱蛍光線量計（TLD，Thermoluminescent Dosimeter） 506
4. 4　フィルム線量計（フィルムバッジ） 508
4. 5　固体飛跡検出器 508
4. 6　電子式個人線量計 509
5. その他の測定器 513
5. 1　中性子検出器 513
5. 2　化学線量計 518
5. 3　アラニン線量計 519
5. 4　ラジオクロミック線量計・PMMA 線量計 519
5. 5　β－γ同時計数法 519
6. 放射線測定の実際 524
6. 1　計数値の統計 524
6. 2　空間線量の測定 528
6. 3　放射能の測定 531
6. 4　個人被ばく線量の測定 535
6. 5　測定器の校正 536

〔管　理　技　術〕

はじめに 551
1. 予備知識 553
1. 1　放射線管理のあり方 553

1．2　放射線の利用とそれに伴う被ばく ---- 554
1．3　自然界の放射線からの被ばく ---- 556
2．放射線の障害防止に係る体系 ---- 563
2．1　1990 年勧告（Publ. 60） ---- 563
2．2　2007 年勧告（Publ. 103） ---- 569
3．被ばく管理に用いる量と基準 ---- 579
3．1　防　護　量 ---- 579
3．2　実　用　量 ---- 582
3．3　防護の基準 ---- 584
4．個人被ばくの管理 ---- 592
4．1　個人被ばく管理の概要 ---- 592
4．2　個人被ばく管理の目的 ---- 592
4．3　外部被ばく線量の管理 ---- 593
4．4　内部被ばく線量の管理 ---- 594
4．5　測定の頻度と信頼性確保 ---- 595
4．6　健 康 診 断 ---- 596
5．体外からの放射線に対する防護 ---- 603
5．1　外部被ばく線量の評価方法 ---- 603
5．2　外部被ばくに対する防護 ---- 605
6．体内に取り込まれた放射性物質に対する防護 ---- 614
6．1　内部被ばく線量の評価方法 ---- 614
6．2　体内取り込みの経路 ---- 616
6．3　体内の放射性核種量の減少 ---- 618
6．4　内部被ばくに対する防護 ---- 619
7．場 所 の 管 理 ---- 627
7．1　放射線施設における管理 ---- 627
7．2　規制対象となる放射性同位元素 ---- 627

7．3　密封放射性同位元素の取扱い施設 ---- 628
7．4　非密封放射性同位元素の取扱い施設 ---- 630
7．5　環境放射線の管理 ---- 636
8．管理上重要な放射性核種 ---- 647
8．1　核分裂生成物 ---- 647
8．2　天然放射性核種 ---- 653
8．3　中 性 子 源 ---- 658
8．4　種々の放射性核種 ---- 659
9．放射性同位元素の使用 ---- 667
9．1　密封放射性同位元素の使用 ---- 667
9．2　非密封放射性同位元素の使用 ---- 674
10．放射性同位元素の保管及び運搬 ---- 684
10．1　放射性同位元素の保管 ---- 684
10．2　放射性同位元素等の運搬 ---- 687
11．放射性廃棄物の処理 ---- 693
11．1　気 体 廃 棄 物 ---- 694
11．2　液 体 廃 棄 物 ---- 694
11．3　固 体 廃 棄 物 ---- 697
12．事 故 対 応 ---- 702
12．1　放射線事故 ---- 702
12．2　事故の分類 ---- 702
12．3　事故の予防 ---- 704
12．4　初動対応 ---- 704
12．5　被ばく事故への対応 ---- 707
12．6　火災への対応 ---- 708

〔法　　令〕

はじめに

1. 本書を用いて法令の勉強を始めるにあたって ---- 719

2. 法令についてのあらまし ---- 722

3. 平成 13 年以降の放射性同位元素等規制法（放射線障害防止法）関係の法規制の変更 ---- 730

1. 法の目的 ---- 734

1. 1　原子力基本法の精神 ---- 734

1. 2　放射性同位元素等規制法の目的 ---- 735

1. 3　放射性同位元素等規制法の規制の概要 ---- 736

2. 定　　義 ---- 739

2. 1　放　射　線 ---- 739

2. 2　放射性同位元素，放射性同位元素装備機器，放射線発生装置等 ---- 740

2. 3　放射性同位元素等，取扱等業務，放射線業務従事者等 ---- 745

2. 4　実効線量限度，等価線量限度，表面密度限度，空気中濃度限度等 ---- 746

2. 5　線量の計算，濃度との複合等 ---- 748

3. 使用の許可及び届出，販売及び賃貸の業の届出並びに廃棄の業の許可 ---- 754

3. 1　使用の許可 ---- 754

3. 2　使用の届出 ---- 755

3. 3　販売，賃貸の業の届出及び廃棄の業の許可 ---- 757

3. 4　欠格条項 ---- 762

3. 5　許可の基準及び許可の条件 ---- 763

3. 6　許　可　証 ---- 763

3. 7　事務的内容等の変更 ---- 764

3. 8　技術的内容の変更 ---- 765

3. 9　許可使用者の変更の許可を要しない技術的内容の変更 ---- 767

4. 表示付認証機器等 ---- 776

4. 1　放射性同位元素装備機器の設計認証等 ---- 776

4. 2　認証の基準 ---- 779

4. 3　設計合致義務等 ---- 782

4. 4　認証機器の表示等 ---- 782

4. 5　認証の取消し等 ---- 784

4. 6　みなし表示付認証機器 ---- 784

5. 放射線施設の基準 ---- 788

5. 1　管理区域等の定義 ---- 788

5. 2　使用施設等の基準 ---- 789

5. 3　貯蔵施設等の基準 ---- 795

5. 4　廃棄施設の基準 ---- 797

5. 5　標識と表示 ---- 803

6. 許可届出使用者，届出販売業者，届出賃貸業者，許可廃棄業者等の義務等 ---- 812

6. 1　施設検査，定期検査及び定期確認 ---- 812

6. 2　使用施設等の基準適合義務及び基準適合命令 ---- 815

6. 3　使用及び保管の基準 ---- 816

6. 4　運搬の基準，運搬に関する確認等 ---- 821

6. 5　廃棄の基準等 ---- 837

6. 6　測定，放射線障害予防規程，教育訓練，健康診断，記帳等 ---- 844

6. 7　許可の取消し，合併，使用の廃止等 ---- 865

6. 8　譲渡し，譲受け，所持，海洋投棄等の制限 ---- 869

6. 9　取扱いの制限 ---- 871

6. 10　事故及び危険時の措置 ---- 872

6. 11　放射性汚染物でないことの濃度確認等---- 875
7. 放射線取扱主任者等---- 895
7. 1　放射線取扱主任者の選任---- 895
7. 2　放射線取扱主任者試験---- 897
7. 3　合格証，資格講習，免状の交付等---- 898
7. 4　放射線取扱主任者免状---- 901
7. 5　放射線取扱主任者の義務等---- 901
7. 6　放射線取扱主任者定期講習---- 902
7. 7　研修の指示---- 904
7. 8　放射線取扱主任者の代理者---- 904
7. 9　解任命令---- 905
7. 10　特定放射性同位元素防護管理者---- 905
7. 11　許可届出使用者等の責務---- 906
8. 登録認証機関等---- 912
9. 報告の徴収，その他---- 914
9. 1　報告の徴収---- 914
9. 2　そ　の　他---- 916
10. 定義，略語及び主要な数値---- 918
10. 1　おもな定義及び略語---- 918
10. 2　記憶すべきおもな数値---- 929
参　考　告示別表---- 937

付　　録
1. 基本定数---- 947
2. 粒子の質量---- 947
3. 時　　間---- 948
4. 質量とエネルギー各々の単位の関係---- 948

5. 接頭語とその記号---- 948
6. 放射能（数量）に対する BSS 免除レベル---- 949
7. 放射能濃度に対する BSS 免除レベル---- 950
8. 主要放射性核種---- 951
索　　引---- 955