



# 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	32
3. 原子核の構造	37
3. 1  原子質量単位	37
3. 2  結合エネルギーと原子核の大きさ	38
4. 放射性壊変	45
4. 1 $\alpha$ 壊変	45
4. 2 $\beta$ 壊変	47
4. 3 $\gamma$ 線の放出と原子核のエネルギー準位	50
4. 4  自発核分裂	51

目 次

4. 5	壊変の法則	51
4. 6	壊変図式	54
5.	核 反 応	61
5. 1	核反応の表式	61
5. 2	核反応断面積	62
5. 3	放射性核種の生成	64
5. 4	核反応の種類	64
5. 5	放 射 化	70
6.	加 速 器	79
6. 1	加速器の原理	79
6. 2	加速器の種類	80
7.	荷電粒子と物質の相互作用	88
7. 1	電離と励起	88
7. 2	阻止能と飛程	89
7. 3	電子と物質の相互作用	91
7. 4	重荷電粒子と物質の相互作用	93
8.	光子と物質の相互作用	104
8. 1	光 電 効 果	104
8. 2	コンプトン効果	106
8. 3	電子対生成	108
8. 4	光子の減衰と物質へのエネルギー伝達	108
8. 5	衝突カーマ, 吸収線量, 照射線量	112
9.	中性子と物質の相互作用	121
9. 1	中性子捕獲反応	121
9. 2	弾性散乱	122
9. 3	その他の中性子反応	123

## 〔化 学〕

1. 放射性壊変と放射能	129
1. 1 放射能とその単位	129
1. 2 放射性核種の質量と放射能の関係式	130
2. 放射平衡	134
2. 1 過渡平衡	134
2. 2 永続平衡	136
2. 3 ミルキング	138
3. 天然放射性核種	144
3. 1 壊変系列を作る天然の放射性核種	144
3. 2 壊変系列を作らない天然放射性核種	147
3. 3 天然誘導放射性核種	148
3. 4 人間活動によって増加する天然放射線	149
4. 核反応と RI の製造	153
4. 1 核反応の種類	154
4. 2 主な核反応の原子番号, 質量数の関係	155
4. 3 励起関数	158
4. 4 $1/\nu$ 法則	159
4. 5 原子断面積と同位体断面積	159
4. 6 無担体 RI の調製法	160
5. 核分裂	164
5. 1 自発核分裂	165
5. 2 誘導核分裂	165
5. 3 核分裂生成物	167
6. RI の分離法	171

## 目 次

6. 1 RI 分離法の特徴	171
6. 2 共沈による分離法	172
6. 3 溶媒抽出による分離法	175
6. 4 イオン交換樹脂による分離法	178
6. 5 ラジオコロイド	184
6. 6 イオン化傾向	186
6. 7 イオンの沈殿生成と系統的分離	187
7. 放射化分析	195
7. 1 概 要	195
7. 2 生成放射能の計算	195
7. 3 放射化分析の利点と欠点	197
8. ホットアトムの化学	204
8. 1 概 要	204
8. 2 比放射能の高い RI の製造	205
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	206
9. RI の化学分析への利用	210
9. 1 放射化学分析	210
9. 2 放 射 分 析	210
9. 3 同位体希釈分析法	211
10. トレーサとしての化学的利用	219
10. 1 利用上の留意点	219
10. 2 年代決定への利用	221
10. 3 有機標識化合物	222
11. 放射線化学	233
11. 1 放射線化学反応の基礎過程	233
11. 2 一次過程の概要	234
11. 3 二次過程の概要	235

目 次

11. 4 二次過程の素反応-----237  
11. 5 化学線量計-----239  
11. 6 放射線と高分子化合物-----240

[生 物 学]

はじめに-----247  
1. 放射線の人体に対する影響の概観-----249  
2. 放射線影響の分類-----252  
    2. 1 確率的影響と確定的影響-----252  
    2. 2 身体的影響と遺伝的影響-----254  
3. 分子レベルの影響-----257  
    3. 1 直接作用と間接作用-----257  
    3. 2 フリーラジカルの生成と消長-----258  
    3. 3 間接作用の修飾要因-----260  
    3. 4 DNA 損傷と修復-----261  
4. 細胞レベルの影響-----268  
    4. 1 細胞周期による放射線感受性の変化-----268  
    4. 2 分裂遅延と細胞死-----269  
    4. 3 細胞の生存率曲線-----271  
    4. 4 SLD 回復と PLD 回復-----273  
    4. 5 突 然 変 異-----275  
5. 臓器・組織レベルの影響-----281  
    5. 1 ベルゴニー・トリボンドーの法則-----281  
    5. 2 臓器・組織の放射線感受性-----282  
    5. 3 臓器・組織の確定的影響-----282

## 目 次

6. 個体レベルの影響	291
6. 1 個体レベルの確定的影響	291
6. 2 確率的影響	294
7. 胎児影響	301
8. 放射線影響の修飾要因	304
8. 1 物理的要因	304
8. 2 化学的要因	306
8. 3 生物的要因	306
9. 生物領域における放射線の利用	308
9. 1 生化学領域における標識化合物を用いたトレーサ実験	308
9. 2 骨髄移植	310
9. 3 がん治療	311
9. 4 核医学診療	314
10. 体内被ばく	318
10. 1 放射性物質の体内への摂取経路	318
10. 2 臓器親和性	319
10. 3 放射性物質の体内動態	320
10. 4 体内放射能の測定方法	321
10. 5 サブマージョン	321

## 〔測定技術〕

1. はじめに	327
1. 1 どのような量を測定するのか	327
1. 2 どのようにして測定するのか	330
2. 気体の検出器	331

## 目 次

2. 1 電 離 箱	331
2. 2 比例計数管	337
2. 3 ガイガー・ミュラー (GM) 計数管	341
3. 固体・液体の検出器	359
3. 1 NaI (TI) シンチレーション・カウンタ	359
3. 2 その他のシンチレーション・カウンタ	364
3. 3 半導体検出器	366
3. 4 液体シンチレーション・カウンタ	376
3. 5 イメージングプレート	381
4. 個人被ばく線量の測定器	395
4. 1 蛍光ガラス線量計	395
4. 2 OSL 線量計	396
4. 3 熱蛍光線量計 (TLD, Thermoluminescent Dosimeter)	397
4. 4 フィルム線量計 (フィルムバッジ)	399
4. 5 固体飛跡検出器	400
4. 6 電子式個人線量計	401
5. その他の測定器	406
5. 1 中性子検出器	406
5. 2 化学的線量計	409
5. 3 $\beta - \gamma$ 同時計数法	410
6. 放射線測定の実際	414
6. 1 計数値の統計	414
6. 2 空間線量の測定	417
6. 3 放射能の測定	419
6. 4 個人被ばく線量の測定	421



## 〔管理技術〕

1. 予備知識	435
1. 1 放射線管理のあり方	435
1. 2 自然及び人工の放射線について	436
1. 3 放射性物質の放出の影響	437
2. 国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告	443
2. 1 1990年勧告（Publ. 60）	443
2. 2 2007年勧告（Publ. 103）	448
3. 被ばく管理に用いる量	456
3. 1 防護量	456
3. 2 実用量	459
4. 防護の基準と線量の同定	466
4. 1 防護の基準	466
4. 2 線量の評価方法	468
5. 体外からの放射線に対する防護	472
5. 1 外部被ばくに対する防護	472
5. 2 被ばく時間の短縮	472
5. 3 距離の制御	473
5. 4 遮蔽	473
6. 体内に取り込まれた放射性物質に対する防護	483
6. 1 非密封放射性同位元素	483
6. 2 体内取り込みの経路	483
6. 3 体内の放射性核種量の減少	485
6. 4 内部被ばくに対する防護	485
7. 健康診断	494

## 目 次

7. 1	健康診断の種類	494
7. 2	健康診断の項目	495
8.	場所の管理	497
8. 1	環境放射線管理の考え方	497
8. 2	環境放射線の管理基準	497
8. 3	管理区域の設定	498
8. 4	空間線量率の測定	498
8. 5	空气中放射性核種の濃度測定	501
8. 6	水中の放射性核種の濃度測定	503
8. 7	表面汚染の測定	504
8. 8	測定の頻度	505
9.	個人被ばくの管理	513
9. 1	個人被ばく管理の概要	513
9. 2	個人被ばく管理の目的	513
9. 3	外部被ばく線量の管理	514
9. 4	内部被ばく線量の管理	515
9. 5	測定の頻度	518
10.	放射線取扱い施設	526
10. 1	密封放射性同位元素の取扱い施設	526
10. 2	非密封放射性同位元素の取扱い施設	528
11.	放射性同位元素の使用	540
11. 1	密封放射性同位元素の使用	540
11. 2	非密封放射性同位元素	547
11. 3	主要な放射性核種の特徴	553
12.	放射性物質の保管	579
12. 1	小 線 源	579
12. 2	無機の非密封 RI	579

## 目 次

12. 3 標識化合物	579
12. 4 揮散する可能性のある RI	581
12. 5 RI の引き渡し	581
12. 6 運搬時の容器及び包装	582
13. 放射性廃棄物の処理	587
13. 1 気体廃棄物	587
13. 2 液体廃棄物	588
13. 3 固体廃棄物	590
14. 放射性同位元素等の運搬	600
14. 1 運搬の区分と基準	600
14. 2 事業所内運搬	600
14. 3 事業所外運搬	601
15. 事故対策	604
15. 1 事故の予防措置	604
15. 2 緊急措置の原則	604
15. 3 緊急措置の手順	605
15. 4 火災に対する注意事項	606

## [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	615
2. 法令についてのあらまし	617
3. 平成 13 年以降の放射線障害防止法関係の法規制の変更	626
1. 法の目的	629
1. 1 原子力基本法の本質	629

## 目 次

1. 2	放射線障害防止法の目的	630
1. 3	放射線障害防止法の規制の概要	630
2.	定 義	634
2. 1	放 射 線	634
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	635
2. 3	放射性同位元素等, 取扱等業務, 放射線業務従事者及び埋設廃棄物	639
2. 4	実効線量限度, 等価線量限度, 表面密度限度, 空气中濃度限度等	640
2. 5	線量の計算, 濃度との複合等	642
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	648
3. 1	使用の許可	648
3. 2	使用の届出	649
3. 3	販売, 賃貸の業の届出及び廃棄の業の許可	651
3. 4	欠 格 条 項	656
3. 5	許可の基準及び許可の条件	656
3. 6	許 可 証	657
3. 7	事務的内容等の変更	658
3. 8	技術的内容の変更	659
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	661
4.	表示付認証機器等	668
4. 1	放射性同位元素装備機器の設計認証等	668
4. 2	認証の基準	670
4. 3	設計合致義務等	673
4. 4	認証機器の表示等	674
4. 5	認証の取消し等	675
4. 6	みなし表示付認証機器	675
5.	放射線施設の基準	680

## 目 次

5. 1	管理区域等の定義	680
5. 2	使用施設等の基準	681
5. 3	貯蔵施設等の基準	687
5. 4	廃棄施設の基準	689
5. 5	標識と表示	695
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	704
6. 1	施設検査, 定期検査及び定期確認	704
6. 2	使用施設等の基準適合義務及び基準適合命令	707
6. 3	使用及び保管の基準	708
6. 4	運搬の基準, 運搬に関する確認等	713
6. 5	廃棄の基準等	727
6. 6	測定, 放射線障害予防規程, 教育訓練, 健康診断, 記帳等	735
6. 7	許可の取消し, 合併, 使用の廃止等	751
6. 8	譲渡し, 譲受け, 所持, 海洋投棄等の制限	756
6. 9	取扱いの制限	759
6. 10	事故及び危険時の措置	759
6. 11	濃度確認	761
7.	放射線取扱主任者	769
7. 1	放射線取扱主任者の選任	769
7. 2	放射線取扱主任者試験	770
7. 3	合格証, 資格講習, 免状の交付等	772
7. 4	放射線取扱主任者免状	774
7. 5	放射線取扱主任者の義務等	775
7. 6	定期講習	775
7. 7	研修の指示	777
7. 8	放射線取扱主任者の代理者	777

## 目 次

7. 9 解任命令	778
8. 登録認証機関等	782
9. 報告の徴収, その他	784
9. 1 報告の徴収	784
9. 2 その他	788
10. 定義, 略語及び主要な数値	791
10. 1 おもな定義及び略語	791
10. 2 記憶すべきおもな数値	802
11. 試験における法令の重要ポイント	809
参 考 告 示 別 表	811
演習問題の解答	817
付 録	
1. 基本定数	837
2. 粒子の質量	837
3. 時 間	838
4. エネルギーと関連する単位	838
5. 接頭語とその記号	838
6. 放射能(数量)に対する BSS 免除レベル	839
7. 放射能濃度に対する BSS 免除レベル	840
索 引	843