

目 次

1. 用語解説	1
欧文索引	14
2. 数表・数式	17
2.1 指数関数の数値表	17
2.2 平方, 平方根および逆数の数値表	20
2.3 四桁常用対数表	28
2.4 自然対数表 0.00~10.09	29
2.5 三角関数表	32
3. 単位換算表	35
3.1 時 間	35
3.2 エネルギー	35
3.3 質量エネルギー	35
3.4 出 力	35
3.5 長 さ	36
3.6 面 積	36
3.7 容 積	36
3.8 重 量	36
4. 主要公式集	37
5. 原子核の特質	41
5.1 原子核の電荷	41
5.2 原子核の大きさ	41
5.3 原子核の質量	41
5.4 核子当りの結合エネルギー	42
5.5 スピン, パリティ	43
5.6 磁気二重極能率, 電気四重極能率	43
5.7 核 力	43
5.8 原子核構造論	44
6. 放 射 能	47
6.1 崩 壊 則	47
6.2 α 崩 壊	48
6.3 β 崩 壊	49
6.4 γ 線放射	51
6.5 内部転換	51

6.6	核異性体	52
7.	原子核反応	53
7.1	核反応の種類および断面積	53
7.2	エネルギーおよび運動量の保存	54
7.3	核反応の実例と理論の概観	56
7.4	核分裂	60
7.5	核融合	70
8.	放射線と物質との相互作用	73
8.1	電子と物質との相互作用	73
8.2	重荷電粒子と物質との相互作用	75
8.3	γ 線(光子)と物質との相互作用	80
8.4	メスバウア効果	90
8.5	中性子と物質との相互作用	94
9.	放射性同位元素の製造, 分離と精製	97
9.1	ターゲットの化学	97
9.1.1	荷電粒子衝撃のためのターゲット	97
9.1.2	中性子照射のためのターゲット	97
9.2	製造に用いられる核反応と収率	98
9.3	放射性同位元素の分離法	100
9.4	無担体放射性同位元素の調製法	118
9.5	標識化合物の合成法	125
9.6	標識化合物の保管	132
9.6.1	自己放射線分解の様式	132
9.6.2	$G(-M)$ 値と分解率の関係	132
9.6.3	標識化合物の不純物定量のための分析	133
9.6.4	保管中に生じた標識化合物の自己放射線分解の経験例	133
9.6.5	自己放射線分解を抑制する保管方法	134
10.	放射性同位元素の化学的特性	137
10.1	ラジオコロイド	137
10.1.1	ラジオコロイドの検知	137
10.1.2	ラジオコロイド生成に影響を与える諸因子	141
10.1.3	ラジオコロイド粒子の本態	142
10.1.4	ラジオコロイドの応用と操作上の注意	143
10.2	反跳効果	144
10.2.1	反跳効果概観	144
10.2.2	反跳原子のエネルギーと電荷	145
10.2.3	気相の反跳効果	146

10.2.4	液相の反跳効果	148
10.2.5	固相の反跳効果	148
10.2.6	反跳効果の応用	149
10.3	同位体効果	150
10.4	同位体交換反応	155
10.4.1	はじめに	155
10.4.2	均一系における交換法則	156
10.4.3	実験方法	156
10.4.4	均一相交換反応の機構	157
10.4.5	不均一系における同位体交換反応	160
10.5	アクチノイド元素の化学	165
11.	放射能と化学分析	173
11.1	放射化学分析	173
11.2	放射分析	176
11.2.1	放射分析	176
11.2.2	放射滴定	178
11.3	同位体希釈法	181
11.3.1	はじめに	181
11.3.2	直接希釈法	182
11.3.3	逆希釈法	183
11.3.4	二重希釈法	184
11.3.5	アイソトープ誘導体法	185
11.3.6	不足当量法	185
11.3.7	安定同位体を用いる同位体希釈法	186
11.4	放射化分析	187
11.4.1	原理	187
11.4.2	飽和係数の計算	188
11.4.3	放射化分析の利点と欠点	188
11.4.4	感 度	189
11.4.5	妨害核種の検討	194
11.4.6	実 験	195
11.4.7	熱-原子炉中性子以外の粒子による放射化分析	196
11.4.8	図書・総説	197
12.	放射線の化学的効果	199
12.1	放射線の化学作用	199
12.1.1	エネルギー吸収過程	201
12.1.2	放射線の一次過程	202
12.1.3	放射線の二次過程	202

12.1.4	各種の素過程とその実験方法	203
12.2	低分子の放射線化学	209
12.2.1	気相の放射線化学	209
12.2.2	水の放射線分解	214
12.2.3	無機塩水溶液	218
12.2.4	有機化合物	222
12.3	放射線重合および放射線グラフト重合	227
12.3.1	気相の放射線重合	227
12.3.2	液相の放射線重合	231
12.3.3	固相の放射線重合	238
12.3.4	放射線グラフト重合	243
12.3.5	放射線キュアリング	246
12.3.6	木材・ポリマー複合体	247
12.4	固体に対する放射線効果	251
12.4.1	高分子物質	251
12.4.2	無機固体	257
12.4.3	金属その他	261
13.	放射線の生物への影響	265
13.1	放射線生物作用の分子機構	265
13.1.1	放射線物理的過程	265
13.1.2	放射線化学的過程	267
13.1.3	生化学的過程と回復機構	271
13.1.4	生物的過程と放射線抵抗機構の進化論的考察	272
13.2	放射線の細胞に対する作用	274
13.2.1	致死効果	274
13.2.2	分裂遅延と細胞周期のみだれ	277
13.2.3	形態学的変化	277
13.2.4	生化学的变化	278
13.3	放射線の遺伝的影響	279
13.3.1	染色体異常	279
13.3.2	遺伝的影響	282
13.4	高等生物における放射線生物学的効果の特性	290
13.4.1	放射線反応に関連のある組織	290
13.4.2	急性放射線障害	291
13.4.3	特別な急性放射線障害, 急性中枢神経死	293
13.4.4	急性障害の評価	294
13.4.5	慢性放射線障害, 晩発性障害	294
13.4.6	有意に高率な障害	295

13.4.7	有意性の確かでない障害	296
13.4.8	寿命の短縮	297
13.4.9	慢性放射線障害の評価	297
13.5	体内照射の特性	298
13.5.1	体内にとりこまれる経路と体内での動き	298
13.5.2	器官内にある放射性物質の消長	300
13.5.3	吸収線量の計算	301
13.5.4	Transmutation effect	302
13.6	放射性同位元素の生物学的性質	303
13.7	LD ₅₀ と各種哺乳動物の放射線感受性	306
13.7.1	LD ₅₀ 表	306
13.7.2	各種哺乳動物の放射線感受性	307
14.	安定同位体の分離・測定	309
14.1	物理的方法による同位体分離	309
14.2	化学的方法による同位体分離	311
14.3	質量分析計による同位体分析	315
14.3.1	原理	315
14.3.2	構造	316
14.3.3	測定	317
14.3.4	固体用イオン源	318
14.3.5	気体試料の極微量分析	319
14.3.6	二次電子増倍管による増幅	319
14.4	その他の方法による同位体分析	319
14.4.1	密度差による分析法	320
14.4.2	その他の方法	321
15.	放射線の検出	323
15.1	荷電粒子による物質の電離と生成電子およびイオン(またはホール)の運動	323
15.1.1	1個のイオン対(または電子・ホール対)を作るに要する平均のエネルギー	323
15.1.2	生成イオン対(または電子・ホール対)数のゆらぎ	325
15.1.3	気体または絶縁物体中における電子とイオン(またはホール)の移動速度	326
15.1.4	電子とイオン(またはホール)の再結合と中性分子(または格子欠陥)への電子(またはホール)の捕獲	328
15.2	電離箱	331
15.2.1	直流電離箱	331
15.2.2	パルス電離箱	334
15.3	計数管	336
15.3.1	比例計数管	337
15.3.2	GM計数管	339

15.4	シンチレーションカウンター	342
15.4.1	原理と構造	342
15.4.2	光電子増倍管	344
15.4.3	分解能	348
15.4.4	シンチレーター	345
15.5	半導体検出器	357
15.5.1	絶縁体または半導体の放射線検出器の素材としての条件	357
15.5.2	半導体検出器の種類および製法	358
15.5.3	半導体検出器の特性	362
15.5.4	半導体検出器による実測例	364
15.6	その他の放射線検出器	365
15.6.1	霧箱	365
15.6.2	泡箱	365
15.6.3	チェレンコフ・カウンター	365
15.6.4	ガスシンチレーションカウンター	366
15.6.5	固体飛跡検出器	366
15.7	写真乳剤による放射線の検出	368
15.7.1	放射線の写真的記録	368
15.7.2	荷電粒子飛跡の記録	368
15.7.3	中性子の検出	370
15.7.4	β 線の記録	370
15.7.5	X線, γ 線の記録	371
16.	放射線の測定	375
16.1	α 線の測定	375
16.1.1	各種測定法の比較	375
16.1.2	α 線の絶対測定	376
16.1.3	α 線のエネルギー測定	378
16.2	β 線の測定	379
16.2.1	測定器の選択	379
16.2.2	測定効率に影響する諸因子	379
16.2.3	β 線エネルギーの決定	382
16.3	γ 線の測定	385
16.3.1	シンチレーションカウンターの特性	385
16.3.2	シンチレーターの選択	386
16.3.3	基本測定事項の測定方法	386
16.3.4	シンチレーションカウンターによる γ 線エネルギーの測定	388
16.3.5	半導体検出器による γ 線エネルギーの測定	392
16.3.6	γ 線スペクトルによる核種の定量	393

16.4	中性子の測定	395
16.4.1	中性子源強度の測定	395
16.4.2	中性子線束密度の測定	397
16.4.3	中性子エネルギーの測定	398
16.5	半減期の測定	401
16.5.1	放射能の減衰を追跡する方法	401
16.5.2	試料の量とその放射能の絶対値から求める方法	402
16.6	放射能標準体および放射能の絶対測定	402
16.6.1	放射能標準体	402
16.6.2	放射能の絶対測定	403
16.7	微弱放射能の測定	405
16.7.1	一般的考察	405
16.7.2	バックグラウンドの減少	405
16.7.3	計数効率の上昇	406
16.8	放射線量の測定	407
16.8.1	線量の定義と単位	407
16.8.2	微視的線量概念	408
16.8.3	照射線量の測定	409
16.8.4	X, γ 線の吸収線量の測定	411
16.8.5	荷電粒子の線量測定	412
16.8.6	中性子の吸収線量の測定	414
16.8.7	いろいろな二次的線量計	415
16.9	測定値の取扱い方	422
16.9.1	計数値の分解時間のための補正	422
16.9.2	計数値の精度	422
16.9.3	直流電離箱における測定誤差	423
16.10	測定試料の調製	423
16.10.1	試料調製の一般論	423
16.10.2	固体試料の調製	424
16.10.3	液体試料の取扱い	425
16.10.4	気体試料の調製	425
16.10.5	試料の前処理	426
16.11	オートラジオグラフィ	427
16.11.1	オートラジオグラフィの種類	427
16.11.2	試料の作成	427
16.11.3	オートラジオグラム作製法の種類	428
16.11.4	マクロオートラジオグラフィの技術的手順	429
16.11.5	マイクロオートラジオグラフィ(含飛跡オートラジオグラフィ)の技術的手順	429

16.11.6	電子顕微鏡的オートラジオグラフィの技術的手順	433
16.11.7	露出, 現像, 定着, 後染色	433
16.11.8	^3H -チミジン, ^3H -シチジンのオートラジオグラフィ	433
16.11.9	失敗およびその対策	434
17.	放射線測定器	435
17.1	放射能の強さをパルス数で測る装置	435
17.1.1	GM(シンチレーション)計数装置	435
17.1.2	比例計数管を用いるための計数装置	436
17.1.3	半導体検出器を用いるための装置	437
17.1.4	低バックグラウンド装置	438
17.1.5	液体シンチレーションカウンター	439
17.1.6	全身カウンター	441
17.2	放射能(または放射線)の強さを直流で測る装置	445
17.2.1	電離箱を用いた線量測定装置	445
17.2.2	計数率計およびサーベイメーター	447
17.2.3	モニター	448
17.3	エネルギーを測定するための装置	449
17.3.1	シングルチャンネル型波高分析装置	449
17.3.2	マルチチャンネル型波高分析装置	451
17.4	放射能の分布を知るための装置	455
17.4.1	シンチスキャンナー	455
17.4.2	シンチレーション・カメラ	457
17.4.3	クロマトスキャンナー	458
18.	トレーサー利用の基礎	461
18.1	トレーサー法の原理と基礎	461
18.2	比放射能とキャリアー	462
18.3	トレーサーの選択	463
18.3.1	用いる放射性同位元素の種類	463
18.3.2	放射化学的純度	465
18.3.3	トレーサーの化学型と交換反応	467
18.3.4	同位体効果	467
18.4	トレーサー実験に用いる量	468
18.5	トレーサーカイネティクス	470
18.5.1	反応速度論的応用	470
18.5.2	コンパートメント解析	471
18.6	トレーサー実験の問題点	476
18.6.1	化学行動の異常性	476
18.6.2	交換反応	477

18.6.3	同位体効果	478
18.6.4	放射線効果	479
18.6.5	化学的效果	479
18.7	標識化合物の問題点	479
18.8	アクチバブルトレーサー法	481
19.	線源・照射装置	485
19.1	エネルギー標準用線源一覧表	485
19.2	放射能標準線源	486
19.3	γ 線放射定数表	486
19.4	主な工業用および医療用 β 線源	487
19.4.1	主な工業用 β 線源	487
19.4.2	主な医療用 β 線源	489
19.5	中・小量 γ 線源	490
19.5.1	円筒状線源	490
19.5.2	針・管	492
19.5.3	アプリケーション	492
19.5.4	ワイヤ	492
19.5.5	グレーン	492
19.6	大量 γ 線源	493
19.7	中性子源	497
19.7.1	放射性同位元素を利用した中性子源	497
19.7.2	加速器による中性子源	499
19.8	照射装置	499
19.8.1	医療用照射装置	499
19.8.2	γ 線ラジオグラフィ用小型照射装置	502
19.8.3	研究用照射装置	504
19.8.4	工業用照射装置	509
19.9	粒子加速器と原子炉	512
19.9.1	粒子加速器とそれから得られる放射線	512
19.9.2	原子炉とそれから得られる放射線	513
20.	放射性物質安全取扱法	515
20.1	概 説	515
20.1.1	防護の原則	515
20.1.2	防護の手段	516
20.2	危険性による放射性核種の分類	517
20.2.1	体外被曝	517
20.2.2	体内被曝	518
20.3	非密封放射性物質安全取扱いの一般的注意	519

20.3.1	実験開始に先立つ注意	519
20.3.2	実験中の注意	520
20.3.3	実験終了後の注意	521
20.3.4	特殊な使用法の場合の 2, 3 の注意	521
20.4	安全取扱器具類	521
20.4.1	距離をとるための用具	521
20.4.2	遮蔽用具	522
20.4.3	汚染を防ぐ用具	523
21.	最大許容線量, 最大許容濃度	525
21.1	最大許容線量	525
21.1.1	許容線量	525
21.1.2	線量当量	526
21.1.3	決定器官および組織	526
21.1.4	被曝する個人の 카테고리	527
21.1.5	被曝源	527
21.1.6	最大許容線量	527
21.2	最大許容濃度	529
21.2.1	最大許容身体負荷量	529
21.2.2	放射性核種の空気中および水中の濃度と身体負荷量の関係	530
21.2.3	希ガスその他の放射性核種	532
21.2.4	混合被曝	532
22.	放射線の遮蔽	535
22.1	遮蔽設計の基本方針	535
22.2	β 線の遮蔽	535
22.3	γ 線の遮蔽	536
22.3.1	線源強度の計算	536
22.3.2	遮蔽体のない場合の線量率	536
22.3.3	遮蔽体による減衰	537
22.3.4	γ 線の減衰図表	542
22.4	後方散乱 γ 線	545
22.4.1	エネルギーアルベド	545
22.4.2	1回散乱 γ 線	545
22.4.3	スカイシャイン	546
22.5	制動放射線の遮蔽	546
22.6	中性子の遮蔽	548
22.6.1	中性子遮蔽計算法-多群拡散法	549
22.6.2	中性子遮蔽計算法-除去・拡散法	550
22.7	ダクトの遮蔽, 迷路による遮蔽	552

22.7.1	ダクトの遮蔽	552
22.7.2	迷路による遮蔽	552
22.8	遮蔽材料	553
22.8.1	コンクリート	554
22.8.2	金属材料	554
22.8.3	ガラスおよび遮蔽窓材料	555
22.8.4	水および土	555
23.	密封された線源を使用する施設	557
23.1	設計方針	557
23.1.1	一般計画	557
23.1.2	構造	558
23.2	工業用照射室	561
23.2.1	一般計画	561
23.2.2	大量照射室の実例	562
23.2.3	ラジオグラフィ用照射室の例	565
23.3	医療用照射室	565
23.3.1	一般計画	565
23.3.2	実例	567
23.4	生物用照射室	569
23.4.1	一般計画	569
23.4.2	実例	570
23.5	安全取扱装置, 器具	573
23.5.1	マニプレーター	573
23.5.2	試料移送装置	575
23.5.3	遠隔監視装置	575
24.	汚染のおそれのある放射性物質を使用する施設	577
24.1	全体の設計方針	577
24.1.1	一般計画	577
24.1.2	場所の選定	578
24.1.3	放射能レベルの区分	578
24.1.4	基準尺度	578
24.1.5	室の配置計画	579
24.1.6	構造	581
24.1.7	実施例	581
24.2	作業室	584
24.2.1	定義と計画上の注意	584
24.2.2	壁仕上げ	586
24.2.3	床仕上げ	587

24.2.4 特殊作業室	589
24.3 給気および排気設備	591
24.3.1 給気および排気設備の一般計画	591
24.3.2 空気調和設備	594
24.3.3 各種装置	594
24.3.4 材料および器具	595
24.3.5 保安設備	596
24.3.6 実施例	598
24.4 排水設備	599
24.4.1 一般計画	599
24.4.2 放射性廃液の流し	600
24.4.3 排水管	601
24.4.4 貯留槽	601
24.4.5 沈殿・ろ過装置	604
24.4.6 実施例	604
24.5 付属の設備	605
24.5.1 フード	605
24.5.2 グローブボックス	607
24.5.3 流し	608
24.5.4 実験台	608
24.6 ホットセル	609
25. 放射性同位元素の貯蔵, 保管施設	611
25.1 一般方針	611
25.2 貯蔵室	611
25.3 貯蔵箱	612
25.4 貯蔵だな, 貯蔵孔	613
25.5 容器	614
25.5.1 個装容器	614
25.5.2 遮蔽容器	615
25.6 廃棄物保管施設	617
25.7 廃棄するための一時保管施設	618
26. 放射性物質の輸送と運搬	619
26.1 一般的注意	619
26.2 容器	620
26.3 事業所内における運搬	621
27. 職業人の個人管理	627
27.1 身体検査	627
27.2 個人被曝線量の決定	630

27.2.1	外部放射線による被曝の測定	630
27.2.2	内部放射線による被曝の測定	639
27.2.3	皮膚表面汚染による被曝の測定	643
27.2.4	自然放射線源からの被曝	645
27.3	記 録	645
27.3.1	記録の種類	645
27.3.2	記録カードの整理形式	646
28.	環境の放射線管理	649
28.1	密封された線源を使用する場合	649
28.1.1	管理区域の設定と管理	649
28.1.2	空間線量率の測定	650
28.2	汚染のおそれのある放射性物質を使用する場合	651
28.2.1	管理区域の設定と管理	651
28.2.2	空間線量率の測定と管理	652
28.2.3	空気中の放射性物質の濃度の測定および管理	652
28.2.4	水中の放射性物質の濃度の測定および管理	657
28.2.5	放射能表面汚染度の測定と管理	658
28.3	放射性同位元素投与患者の管理	661
28.4	施設外の放射線測定	662
29.	放射線管理における放射化学分析	665
29.1	目 的	665
29.2	分析用試料の採取	666
29.3	分析方法の選択	667
29.4	分析・測定の設備	668
29.5	分析結果の判定基準	668
29.6	代表的分析法文献集	668
30.	標 識	673
31.	汚 染 除 去	681
31.1	ま え が き	681
31.2	汚染除去一覧表	682
31.2.1	皮 膚	682
31.2.2	傷口または粘膜	682
31.2.3	織 維 類	682
31.2.4	金 属	683
31.2.5	ガ ラ ス	685
31.2.6	磁 器	686
31.2.7	ペイント塗装面	686
31.2.8	プラスチック	686

31.2.9	ゴ ム	687
31.2.10	リノリウムその他床材	687
31.2.11	タ イ ル	687
31.2.12	コンクリート, れんが	687
31.2.13	木 材	687
31.3	簡易除染法	687
32.	放射性廃棄物の処理	689
32.1	実験室, 研究所, 事業所における処理	689
32.1.1	気体廃棄物の処理	690
32.1.2	液体廃棄物の処理	692
32.1.3	固体廃棄物の処理	700
32.2	一括処理機関の利用	704
33.	事故に対する対策	707
33.1	事故対策	707
33.2	事故処理	707
33.3	事故時における緊急処置の原則	708
33.4	放射性物質取扱いに伴う事故における緊急処置の手順	708
33.5	事故の予防	709
34.	工業への応用	713
34.1	非破壊検査	713
34.1.1	γ線ラジオグラフィ	713
34.1.2	中性子ラジオグラフィ	718
34.1.3	写真によらない検査方法	719
34.2	放射線利用機器	720
34.2.1	厚 さ 計	720
34.2.2	レベル計	723
34.2.3	中性子水分計	724
34.2.4	密 度 計	725
34.2.5	分 析 計	725
34.2.6	気圧計, その他	726
34.3	工業におけるトレーサー利用	727
34.3.1	非同位体トレーサー	727
34.3.2	同位体トレーサー	730
34.4	その他の工業利用	732
34.4.1	線源利用	732
34.4.2	エネルギー的利用	733
35.	農学への応用	735
35.1	代謝経路推定法	735

35.1.1	パルス標識法による代謝経路の推定	735
35.1.2	適当な位置を標識した先駆体を利用する代謝経路の推定	737
35.1.3	交換反応による代謝機構の推定	738
35.2	作物栽培試験	739
35.2.1	ポット栽培試験	739
35.2.2	野外圃場における植物栽培試験	742
35.3	動物試験	744
35.3.1	一般的注意事項	744
35.3.2	動物実験設備	745
35.3.3	放射性同位元素投与方法	746
35.3.4	試料採集方法	747
35.4	水産生物試験	748
35.4.1	水産学における放射性同位元素利用	748
35.4.2	実験器具・方法に関する一般的注意事項	748
35.4.3	研究の実際	750
35.5	カンガイ水研究	753
35.5.1	トレーサーによる方法	753
35.5.2	中性子水分計による方法	755
35.6	品種改良	757
35.6.1	放射線の育種的利用方法	758
35.6.2	突然変異の誘発	759
35.6.3	放射線感受性	759
35.6.4	突然変異体の選抜	760
35.6.5	微生物育種	761
35.6.6	動物育種	761
35.7	食品照射	761
35.7.1	放射線照射の目的	761
35.7.2	実用化が期待される処理例と法的許可	762
35.7.3	照射食品のホールサムネス	762
35.7.4	技術的諸問題	765
36.	臨床医学への応用	769
36.1	シンチスキャンナーの診断学への応用	769
36.1.1	諸器官のシンチグラフィと用いられる核種	769
36.1.2	シンチグラフィの諸疾患診断への寄与	770
36.1.3	カラーシキャンニング法, リスキャンニング法	773
36.1.4	シンチカメラの利用	774
36.2	器官機能診断への応用	775
36.2.1	甲状腺	775

36.2.2	内 分 泌	779
36.2.3	呼吸器機能診断への応用	781
36.2.4	循環器, 血液	784
36.2.5	消化管, 肝・胆道, 脾, 膵	788
36.2.6	泌 尿 器	791
36.2.7	神 經 系	795
36.2.8	骨	797
36.3	放射化分析の医学への応用	800
36.3.1	医学における放射化分析の特殊性	800
36.3.2	非破壊分析	801
36.3.3	化学操作を伴う分析	802
36.3.4	トレーサーとしての利用	802
36.4	放射性同位元素の治療への応用	802
36.4.1	放射性同位元素による体内照射療法	802
36.4.2	β 線外面照射とその他の密封小線源による治療	804
36.4.3	大量遠隔照射と重粒子線照射療法	807
36.5	中性子捕獲療法	811
36.5.1	中性子源	812
36.5.2	^{10}B の化合物	812
36.5.3	わが国における現状	812
36.6	放射性医薬品	812
付 録		817
索 引		995

