放射線安全管理学（改訂 4 版）
演習問題　解答解説

◎第 1 章

問題 1　答　3，4

問題 2　答　2，5
参照　1・1・2 節および図 1・1，図 1・4

問題 3　答　3
解説　3 は最適化に合致しない．1，2 は正当化，4 は線量限度にあたる．5 は最適化に合致する．

問題 4　答　5
解説　1 は公衆被ばく，2 は職業被ばく，3 は医療被ばく，4 は医療被ばくである．

問題 5　答　5
参照　表 1・1

問題 6　答　2，3
解説　1，4 は職業被ばくの低減に該当する．5 は公衆被ばくの低減に該当する．

問題 7　答　2，4
解説　診断参考レベルは防護の最適化の過程で用いられ，放射線治療には適用されない．

問題 8　答　3
参照　表 1・3

問題 9　答　4
参照　表 1・1

問題 10　答　3
解説　4 は計画被ばく状況に該当する．
参照　表 1・1，表 1・3

◎第 2 章

問題 1　答　5

問題 2　答　1

問題 3　答　1

問題 4　答　3，5

問題 5　答　3

問題 6　答　5

問題 7　答　2

問題 8　答　1

問題 9　答　5

問題 10　答　2

◎第 3 章

問題 1 答　4，5

解説　1．誤：シーマは荷電粒子に対して定義される．
2．誤：カーマは光子などの非荷電粒子に対して定義される．
3．誤：照射線量は光子に対して定義される．
4．正：吸収線量はすべての放射線に対して定義される．
5．正：フルエンスはすべての放射線に対して定義される．

問題 2　答　5

解説　1．誤：Bq は放射能を表す単位である．
2．誤：C/kg は照射線量を表す．
3．誤：J/kg は吸収線量あるいはカーマの単位である．
4．誤：m^{-2} はフルエンスを表す．
5．正：Sv は防護量である等価線量および実効線量，あるいは実用量である線量当量を表す単位である．

問題 3

答　1，4

解説　1．正：ICRU 球は，場のモニタリングの実用量（周辺線量当量，方向性線量当量）評価に用いられる．線量計算用数値ファントムの一つであり，実際には存在しない．
2．誤：個人のモニタリングの実用量（個人線量当量）評価に用いられる．
3．誤：実用量の線量計算用数値ファントム（ICRU 球および ICRU スラブファントム）の媒質は酸素 76.2%，炭素 11.1%，水素 10.1%，窒素 2.6%の質量組成である．
4．正：場のモニタリングには周辺線量当量と方向性線量当量が用いられる．
5．誤：方向性線量当量は，入射方向によって線量が大きく変化する「透過性の低い放射線」の測定時に重要である．透過性の低い放射線として β 線や低エネルギー光子が挙げられる．

問題 4　答　2

解説　1．誤：実効線量は防護量である．
2．正：水晶体線量管理には 3 mm 線量当量が推奨されている．
3．誤：皮膚等価線量管理には 70 μm 線量当量を用いる．
4．誤：実用量は測定により求める値である．リファレンスファントムなどの人体形状数学ファントムを用いたシミュレーション計算により求めるのは防護量である．
5．誤：妊娠中の女子の腹部表面の等価線量管理には 1 cm 線量当量が用いられる．

問題 5　答　5

解説　1．誤：等価線量は吸収線量と放射線加重係数の積である．

2．誤：預託線量は内部被ばくした際のリスク評価に用いられる．内部被ばくは体内に放射性物質が残留する限り被ばくし続ける．残留する一定期間の最大量として被ばくし続けた場合の安全側の評価の指標となる．

3．誤：実効線量は確率的影響の発現を推定する線量である．

4．誤：実効線量限度値は放射線業務従事者に対して 5 年間の積算限度値のほか，年間最大値，緊急作業時の線量限度値などを規定する．

5．正：組織加重係数は個々の臓器に対して確率的影響のリスクを重み付けした係数である．

問題 6　答　4

解説　1．誤：放射線加重係数「1」は光子，電子，ミュー粒子が相当する．

2．誤：放射線加重係数「2」は陽子，荷電パイ中間子が相当する．

3．誤：放射線加重係数「3」は存在しない．

4．正：放射線加重係数「20」は α 線，核分裂片，重イオンが相当する．

5．誤：放射線加重係数「連続関数」は中性子が相当する．

問題 7　答　2

解説　1．誤：肺の組織加重係数は 0.12 である．

2．正：心臓は「残りの組織・臓器」に分類され，単体では組織加重係数が定義されていない．14 の組織・臓器の合計値として組織加重係数は 0.12 である．

3．誤：乳房の組織加重係数は 0.12 である．

4．誤：結腸の組織加重係数は 0.12 である．

5．誤：骨髄の組織加重係数は 0.12 である．

問題 8　答　1

解説　実効線量は，臓器・組織ごとで等価線量と組織加重係数の積をし，そのすべてを積算した値である．問題文より甲状腺に限局した被ばくであり，甲状腺の組織加重係数は ICRP2007 年勧告において 0.04 であることから，下式で実効線量を求めることができる．

1mSv（等価線量）×0.04＝0.04mSv（実効線量）

よって，実効線量は 0.04mSv である．

問題 9　答　2

解説　実効線量は，等価線量×組織加重係数で求められる．実効線量算出に必要な等価線量は，吸収線量×放射線加重係数で求められる．つまり，放射線加重係数と組織加重係数の積が最も大きいものが，実効線量においても最も大きくなる．

1．誤：光子の放射線加重係数は「1」，肺の組織加重係数は「0.12」である．
　　1×0.12＝0.12

2．正：陽子の放射線加重係数は「2」，結腸の組織加重係数は「0.12」である．
　　2×0.12＝0.24

3．誤：電子の放射線加重係数は「1」，生殖腺の組織加重係数は「0.08」である．
　　1×0.08＝0.08

4．誤：α 粒子の放射線加重係数は「20」，脳の組織加重係数は「0.01」である．
　　20×0.01＝0.2

5．誤：μ 粒子の放射線加重係数は「1」，骨表面の組織加重係数は「0.01」である．
　　1×0.01＝0.01

問題 10　答　4，5

解説　1．誤：摂取経路（吸入あるいは経口）で預託線量は異なる．

2．誤：預託線量は成人で積算開始時から 50 年間被ばくし続けることを仮定する．ただし，子供や乳幼児に対しては摂取時から 70 歳までとなる．

3．誤：預託実効線量はある一定の時間（成人 50 年，子ども：70 歳まで）で実効線量率を積分したものである．

4．正：内部被ばくについて，年摂取限度（annual limits on intake：ALI）として，20 mSv/年となるような預託実効線量に基づいて摂取量が算定されている．

5．正：線量預託は時間を無限として等価線量率または実効線量率を積分したものである．

◎第 4 章

問題 1　答　4，5

解説　1. 放射性同位元素を挿入する行為は，規定されていない.
2. 国家試験合格後に，診療放射線技師籍に登録されてから業務が行える.
3. 医師の指示の下，診療の補助として磁気共鳴画像診断装置を用いて検査を行うことができる.

問題 2　答　5

解説　1. 照射機器を人体に挿入することはできない.
2. 医師の指示の下,診療の補助として超音波診断装置を用いて検査を行うことができる.
3. マイクロ波は,「放射線」として定義されていない.
4. 一部例外的に病院または診療所で照射が可能である.

問題 3　答　3，5

参照　表 4・19，表 4・20

問題 4　答　2

参照　表 4・17

問題 5　答　2

参照　表 4・11

問題 6　答　1，5

参照　表 4・10

問題 7　答　3

解説　特別措置病室の防護措置および汚染防止措置は選択肢の 1，2 および 4，5 の通りである. そのほか，特別措置病室は治療患者が退院した後に，以下の措置を講じることで治療患者以外の患者を入院させることが可能となる.
①空気中放射性同位元素濃度については,3 月間についての平均濃度が空気中濃度限度の 10 分の 1 以下とすること.
②放射性同位元素による汚染物表面の放射性同位元素の密度については,表面密度限度の 0 分の 1 以下とすること.

問題 8　答　2

参照　表 4・4

問題 9　答　5

解説　表示付認証機器は定期確認や定期検査はなく，すべて届出のみで使用が可能となる．またこれのみを使用する事業所では，放射線取扱主任者の選任や測定などを要しない．

問題 10　答　2

参照　4・7 節

◎第 5 章

問題 1　答　1，4

解説　2．敷地の境界は 250 μSv/3 月を超えるおそれのある場所

3．3 か月平均で濃度限度の 1/10 を超えるおそれのある場所

5．それぞれの規定の割合の和が 1 を超えるような実効線量および空気中濃度である場所

問題 2　答　3，4

解説　1．乳房の組織加重係数は 0.12 である．

2．生殖腺の組織加重係数は 0.08 である．

5．等価線量は各臓器の吸収線量に放射線加重係数を乗じて得られる．

問題 3　答　割合の和＝(0.8/1.3)＋$(1.2\times10^{-4})/(3\times10^{-3}\times1/10)$＝0.62＋0.40＝1.02

したがって，割合の和が 1 以上となるため，管理区域とする必要がある．

問題 4　答　2

解説　2．放射線管理室は管理区域外に設置し，放射線業務従事者以外が管理を担当する場合もある．

問題 5　答　5

解説　5．外部に面した部分では，関係者以外の者がみだりに立ち入らないような措置を講じる必要がある．

問題 6　答　3，4

解説　1，2．X 線 CT 室および I 乳房用撮影装置使用室はエックス線診療室となるため規定されていない．

5．診療用高エネルギー放射線発生装置使用室は規定されていない．

問題 7　答　4，5

解説　1．飛程が長くても表面汚染の測定が必要である．

2．校正は 1～2 年に 1 回必要である．

3．サーベイメータは環境放射線など広い範囲の線量測定に用いられる．

問題 8　答　1，3

解説　2．電離箱式はエネルギー依存性が小さい．

4．$^{10}BF_3$ ガスが使用されている．

5. NaI(Tl)は無機結晶のシンチレーションであり窒息現象はない.

問題 9　答　1

解説　1. ダストモニタにはろ紙が使用されることが多い.

問題 10　答　2, 5

解説　1. 衣類表面の汚染検査には端窓型 GM 管式を使用している.

3. 移動ろ紙式ダストモニタはろ紙を 2.5cm/h 程度で移動させる.

4. 感度の良いサーベイメータの順は, 半導体式, GM 管式, 電離箱式である.

問題 11　答　1, 2

参照　表 5・1

問題 12　答　4

解説　放射線の種類に適した放射線測定器を使用することが重要である. また方向特性, エネルギー特性, 測定レンジは使用前に熟知したうえで使用しなければならない.

問題 13　答　3

解説　直接測定法は固着性汚染の測定に適しているが, バックグラウンド計数率の高い場所で行うと, 測定値にバックグラウンドの影響を大きく受けるため, その際には間接測定法を選択する. 間接測定法は遊離性汚染の測定に適しており, 特にα線放出核種や低エネルギーβ線放出核種の測定に適している. 汚染面を拭き取る際には, 必ずゴム手袋を着用し, 汚染の拡大を防止する必要がある. また測定の際には測定装置の時定数の 3 倍以上静止してから測定を行うことが望まれる.

問題 14　答　1

解説　外部放射線の測定結果の記録事項は, 測定日時, 測定箇所（図面を添付するとよい）, 測定者, 放射線測定器の種類および型式, 測定方法, 測定結果である.

問題 15　答　1, 3

解説　排水管は腐食の少ない合成樹脂パイプ, ステンレス製のものが用いられ, 管理区域からの排水管はすべて貯留槽に接続する. また希釈槽は排水中の放射性同位元素濃度を濃度限度以下にするために用いられるが, 半減期の短い放射性同位元素は, 貯留槽で減衰を待つことが多い.

問題 16　答　3

解説　排気設備に使用するフィルタは，プレフィルタ，HEPA フィルタ，チャコールフィルタ，HEPA フィルタの順に設置する．これは，チャコールフィルタから出る活性炭の微粉末を捕集することを目的としている．

空気中の ^{3}H を捕集する際にはコールドトラップ法を行う．

放射性ヨウ素の捕集をする際には活性炭含浸ろ紙を使用する．

空気中の天然放射性同位元素もろ紙上に捕集されるため，3 日～1 週間後の減衰した後に測定をする方法やスペクトル分析を行う方法，もしくは空気汚染がない場所での測定との比較による補正をする方法で，その影響を除く必要がある．

問題 17　答　3

解説　β 線の測定には GM 計数管式サーベイメータが適している．

問題 18　答　2

参照　式（5・2）

問題 19　答　4，5

解説　サンプリング法で放射性ヨウ素を含む試料を測定する際には，ウェル型シンチレーションカウンタなどを使用するが，試料調整時には濃硝酸は加えないようにする．またヨウ化ナトリウムを加え，さらに塩化セシウムを加えることでヨウ化セシウムの化学形とし，沸騰しないように蒸発乾固を行う．

問題 20　答　4

解説　積算線量計は，間欠的な放射線が発生する作業環境の測定に適している．

環境測定時に個人被ばく線量計を使用する場合には環境測定用に調整する必要がある．

また測定については，長期間の積算線量の測定を可能とし，測定器によってはトレンド表示も可能である．

◎第 6 章

問題 1　答　3

解説　1. 1 次 X 線だけでなく散乱線・漏えい線も考慮する.
2. 付加フィルタは患者の被ばく低減が目的である.
3. 散乱 X 線は人体や物体で散乱して生じる.
4. 漏えい X 線は重要な被ばく要因である.
5. 照射中は原則立ち入り禁止である.

問題 2　答　3

解説　1. 1mSv/週：常時立入区域の限度である.
2. 250 μ Sv/3 月：敷地境界の限度である.
3. 管理区域境界の実効線量限度は 1.3mSv/3 月である.
4. 50mSv/年：職業被ばく限度である.
5. 1mSv/年：公衆被ばく限度である.

問題 3　答　3

解説　乳房 X 線撮影装置は例外的に室内操作が認められる.

問題 4　答　1

解説　1. X 線管容器または患者から 2m 以上離れる，または 0.25mmPb 以上の防護衣を着用する.
2. 0.10mmPb では防護が不足する.
3. 散乱線に対する防護は必須である.
4. 患者近くは線量が高く不適切である.
5. 管電圧に関係なく防護は必要である.

問題 5　答　3

解説　1. 点検は必要である.
2. 破損は遮へい性能に影響する.
3. 年 1 回程度，透視装置で破損を確認する.
4. 記録は必要である.
5. 破損したら使用不可である.

問題 6　答　1

解説　1. 50mSv/年：職業被ばくの年間上限.
2. 1mSv/週：常時立入区域の限度である.

3．1.3mSv/3 月：管理区域内の限度である．

4．1mSv/年：公衆被ばく限度である．

5．250 μ Sv/3 月：管理区域境界の限度である．

問題 7　答　2

解説　1．電子線散乱は低下しない．

2．光核反応により中性子が発生する．

3．半価層は減少しない．

4．陽子線は発生しない．

5．散乱線は減少しない．

問題 8　答　2

解説　1．鉛のみでは中性子遮へいができない．

2．中性子減速材と吸収材を組み合わせる．

3．遮へい材には規定がある．

4．誘導放射能は照射後の注意点である．

5．X 線のみの遮へいでは不十分である．

問題 9　答　2

解説　1．核医学診断に用いる非密封放射性同位元素である．

2．密封同位元素である．

3．甲状腺治療に用いる非密封放射性同位元素である．

4．PET に用いる非密封放射性同位元素である．

5．シンチグラフィに用いる非密封放射性同位元素である．

問題 10　答　4

解説　1．140keV γ 線を放出する．

2．159keV γ 線を放出する．

3．364keV γ 線を放出する．

4．陽電子放出核種であり，消滅放射線（511keV γ 線）を放出する．

5．662keV γ 線を放出する．

◎第 7 章

問題 1　答　3

解説　外部被ばく防護の三原則は，線源から距離をとる「距離」，線源と人体の間に遮へい体を置く「遮へい」，線源を扱う時間を短くする「時間」である．希釈・分散・閉じ込めなどは，主に内部被ばく防護や汚染拡大防止の考え方に関係する．

問題 2　答　4

解説　内部被ばく防護の 3D2C は，Dilute（希釈），Disperse（分散），Decontaminate（除去），Contain（閉じ込め），Concentrate（集中化）である．放射性物質を体内に取り込ませないため，作業環境中の濃度低減，汚染除去，閉じ込め，管理の集中化を行う．

問題 3　答　5

解説　非密封放射性同位元素を扱う際は，汚染の拡大を防ぐため，実験台やフードにポリエチレンろ紙を敷き，液体をこぼすおそれがある作業では受皿やバット内で操作する．素手での取扱い，フード内へ頭部を入れること，手袋を着用したまま共用設備を操作すること，所定の作業室外での取扱いはいずれも不適切である．

問題 4　答　5

解説　貯蔵施設は外部と区画された構造とし，人が常時出入りする出入口は 1 か所とする．また，扉や蓋などには鍵その他の閉鎖設備を設け，貯蔵施設である旨の標識を掲げる必要がある．貯蔵施設外側の実効線量についても，例外を除き 1 週間につき 1mSv 以下となるよう遮へいする．

問題 5　答　5

解説　排気浄化装置は，管理区域内やフードなどからの排気に含まれる塵埃，放射性ガス，エアロゾルなどを除去し，排気口における放射性同位元素濃度を限度以下にするための設備である．排水処理，遮へい，放射化物の半減期短縮を目的とする設備ではない．

問題 6　答　2

解説　管理区域内の空気が外部へ漏れることを防ぐため，管理区域内は一般に外気より陰圧に保つ．管理区域内での飲食は禁止され，排気フィルタの点検・交換や排気中濃度の監視も重要である．汚染検査は，管理区域から退出する際や作業終了時など，適切な場所と時点で行う．

問題 7　答　1

解説　除染係数 DF は，除染前の表面汚染密度を除染後の表面汚染密度で除した値であり，除染により汚染がどの程度低減したかを示す．除染指数 DI は DF の常用対数で表される．除去率 DR は，除染により汚染がどの程度除去されたかを百分率で示す指標である．

問題 8　答　4

解説　汚染を放置すると，汚染物質が器具や床面の微細な傷，隙間などに浸透したり，表面材質と結合したりして除染が困難になる．また，汚染拡大や内部被ばくの原因となる可能性も高まるため，汚染が確認された場合は速やかに除染することが原則である．

問題 9　答　5

解説　放射化物は，放射線発生装置から発生した放射線により生じた，放射線を放出する同位元素によって汚染されたものをいう．単に密封線源の容器や排水を指すものではなく，自然放射線を受けた物品や遮へい材料が無条件に放射化物となるわけでもない．

問題 10　答　4

解説　放射化物は，放射線発生装置から取り外した時点から，原則として管理対象となる．ただし，装置に組み込まれて本来の目的に使用されている場合や，メンテナンスなどで一時的に取り外した後に元の装置へ戻す場合は，放射化物としての管理を要しない．生成核種は材料により異なり，管理対象部位も X 線最大エネルギーなどにより異なる．放射化物保管設備には，外部との区画や鍵などの閉鎖設備が必要である．

◎第８章

問題１　答　4
参照　表８・1，図８・4

問題２　答　2
参照　８・５節

問題３　答　3
参照　8･5･2 項

問題４　答　5

問題５　答　4

問題６　答　3

問題７　答　5

問題８　答　5

問題９　答　5
解説　放射性医薬品を投与された患者のオムツなどには，尿や便を介して放射性医薬品が混入している可能性がある．特に，比較的半減期の長い^{201}Tl や^{67}Ga が検出されることがあるため，一般の医療廃棄物として直ちに廃棄せず，放射線量がバックグラウンドレベル（0.04～0.15μSv/h）になるまで保管する．適切な放射線測定器で確認し，測定・管理状況を記録して，その結果を２年間保存する．

問題10　答　2
解説　特別措置病室で^{177}Lu 投与患者から発生した簡易トイレの汚染物や蓄尿は、病室内で廃棄せず，管理区域内に持ち帰って処理する．排水設備で減衰管理する方法，または尿を凝固剤などで固形化し，十分に減衰させた後に感染性廃棄物として処理する方法がある．

◎第 9 章

問題 1　答　2
参照　9･1･1 項

問題 2　答　2
参照　9･1･1 項

問題 3　答　1
参照　9･1･1 項

問題 4　答　2
解説　1．誤：実効線量は人体（臓器）線量から算出される防護量であり，ファントムで直接測定する量ではない．
2．正：ICRU スラブファントムは人体（体幹）を模擬し，個人線量計の校正・評価に用いられるため，個人線量当量$H_{\mathrm{P}}(d)$を計測する．
3．誤：周辺線量当量$H^{*}(d)$は ICRU 球（sphere）ファントムで定義・測定する．
4．誤：預託等価線量は内部被ばく評価で用いる量であり，スラブファントムの測定対象ではない．
5．誤：方向性線量当量$H'(d,\Omega)$は ICRU 球ファントムを用いる．

問題 5　答　2
解説　頭頸部の線量当量を H_{a}=5mSv，腹部（防護衣下）の線量当量を H_{c}=1mSv とする．胸部も腹部同様，防護衣により遮へいされるため H_{b}=1mSv，三つのうちの最大値より H_{m}=5 mSv となる．

$$E=0.08H_{\mathrm{a}}+0.44H_{\mathrm{b}}+0.45H_{\mathrm{c}}+0.03H_{\mathrm{m}}$$
$$=0.08\times5+0.44\times1+0.45\times1+0.03\times5=0.40+0.44+0.45+0.15=1.44\ \mathrm{mSv}$$

となり，2 が正しい．

問題 6　答　3
参照　9･1･3 項

問題 7　答　4
参照　9･2･1 項

問題 8　答　1，5

解説　バイオアッセイ法は，尿や便などの排泄物を試料として測定するため，多数の試料を並列処理しやすい．また，体外計測法では評価が難しい α 線放出核種や純 β 線放出核種の内部被ばく評価にも適している．一方，体表面汚染の直接測定は体外計測法の特徴であり，バイオアッセイ法は間接的な評価であるため，常に高精度とはいえない．

問題 9　答　5

参照　1．誤：遮へい体の使用は主に体外計測（例：ホールボディカウンタ）で BG 低減のために行う．

2．誤：γ 線放出核種に限定されない．尿・便などの生体試料を分析して評価でき，α・β 核種にも適用される．

3．誤：測定法・分析法によっては微量でも検出可能である．

4．誤：ホールボディカウンタは体外計測法であり，バイオアッセイ法ではない．

5．正：尿・便などの生体試料を分析し，摂取量（最終的には預託実効線量）を推定する方法である．

問題 10　答　2

参照　9・3・2 項，9・3・3 項

問題 11　答　4，5

参照　9･2･5 項

問題 12　答　2

参照　9･3･3 項

問題 13　答　4

参照　9･3･2 項，9･3･3 項，9･3･5 項

問題 14　答　4

問題 15　答　3

◎第 10 章

問題 1　答　5

解説　1．臨床的に正当な理由があれば，超過してもかまわない．

2．確率的影響の回避を目的としている．

3．DRL は最適化の指標である．

4．標準的な体格の患者に対する値である．

問題 2　答　1

解説　2．$K_{a,r}$（患者入射基準点空気カーマ）

3．$K_{a,i}$（入射空気カーマ）

4．E_{eff}（実効エネルギー）

5．BSF（後方散乱係数）

問題 3　答　2

解説　1．P_{KA}（面積空気カーマ積）

3．AGD（平均乳腺線量）

4．EI（Exposure Index，デジタルシステムにおける線量指標）

5．D_{skin}（皮膚吸収線量）

問題 4　答　4

参照　10･3･1 項，表 10・32

問題 5　答　2

参照　10･3･2 項

問題 6　答　2

参照　10･3･4 項

問題 7　答　4，5

解説　1．ALARA の原則を遵守して可能な限り最小限に抑え，治療計画過程で治療線量の 5%を超える恐れがある場合，治療線量の一部として扱うことが推奨されている．

2．患者のリスクは，治療の目的が達成できず，悪性であるならば致命的となることと，正常組織の損傷である．つまり，過剰照射だけでなく過小照射も重大な事故に発展する可能性がある．

3．放射線治療において，正常組織の線量限度は適用されない．少なからず正常組織への

照射は避けられないため，正常組織の副作用や合併症は，治療の一部として正当化される．

問題 8　答　1

解説　肺：17.5Gy，肝臓：30Gy，小腸：40Gy，脊髄：47Gy（20cm），脳幹：50Gy

問題 9　答　4，5

解説　1．^{89}Sr の物理的半減期は 50 日である．

2．^{131}I：0.6MeV，^{90}Y：2.3MeV

3．^{90}Y の退出基準は，投与量または体内残留放射能量が 1,184MBq である．

問題 10　答　3，4

解説　医療被ばくには線量限度は適用されない（選択肢 1 は誤り）．放射線診療の利益とリスクは同一患者に帰属するため，正当化と最適化の 2 原則が極めて重要となる（選択肢 3，4 は正しい）．最適化は画質と線量のバランスを保つことであり，単純な線量低減ではない（選択肢 5 は誤り）．DRLs の目的は最適化であって線量低減ではない（選択肢 2 は誤り）．

参照　10･1･1 項

問題 11　答　4，5

解説　DRLs は患者群または検査群に対して用いるものであり，個々の患者の線量評価には用いない（選択肢 2 は誤り）．DRL 値は線量限度ではなく，最適化のための目安である（選択肢 1 は誤り）．臨床的に正当な理由があれば DRL 値を超えてもよい（選択肢 5 は正しい）．ICRP Publication 135 では 3～5 年ごとの改定を推奨している（選択肢 4 は正しい）．DRL 値は各施設の線量中央値の 75 パーセンタイル値を基準とする（選択肢 3 は誤り）．

参照　10･1･2 項

問題 12　答　5

解説　DRL 量は線量評価に用いる物理量の種類，DRL 値は具体的な数値基準であり，異なる概念である（選択肢 3 は誤り）．CT では $CTDI_{vol}$ と DLP が DRL 量として用いられる（選択肢 5 は正しい）．DRL 値は国または地域ごとに設定され（選択肢 2，4 は誤り），DRL 量は実効線量ではなく測定可能な線量指標である（選択肢 1 は誤り）．

参照　10･1･2 項，解説①

問題 13　答　4

解説　わが国の特徴は，欧州とは逆に行政ではなくアカデミアや関連団体の主導により national DRLs を策定した点にある．J-RIME は 2010 年 3 月に設立され，2015 年 6 月に Japan DRLs 2015，2020 年 7 月に Japan DRLs2020，2025 年 7 月に Japan DRLs2025 が公表された．

参照　10･1･3 項，解説②

問題 14　答　3，5

解説　各施設において標準体型の患者 30 例の中央値を施設代表値とし(選択肢 3 は正しい)，全国の施設中央値から 75 パーセンタイル値を求め，これを参考に DRL 値を設定することが多い（選択肢 5 は正しい）．ただし，DRL 値は専門家の判断により，測定の不確かさや国際的整合性も考慮して設定されるため，必ずしも 75 パーセンタイル値そのものではない（選択肢 4 は誤り）．線量調査は 3〜5 年ごとに実施される（選択肢 1 は誤り）．各施設の最大値ではなく中央値を用いる（選択肢 2 は誤り）．

参照　10･1･4 項

問題 15　答　1，4

解説　$CTDI_{vol}$ の単位は mGy（選択肢 3 は誤り），DLP の単位が mGy･cm である．DLP は線量長積（Dose Length Product）を表し（選択肢 1 は正しい），$CTDI_{vol}$ と撮影範囲の長さの積である（選択肢 4 は正しい）．$CTDI_{vol}$ は頭部で 16 cm 径，体幹部で 32 cm 径ファントムを用いる（選択肢 5 は誤り）．$CTDI_{vol}$ は実効線量ではなく吸収線量の指標である（選択肢 2 は誤り）．

参照　10･1･5 項，表 10・2

問題 16　答　3

解説　Japan DRLs 2025 では，成人 CT 頭部単純ルーチンの DRL 値は $CTDI_{vol}$ 67 mGy，DLP 1,260 mGy･cm である（選択肢 3 は正しい）．DRLs 2015 では 85 mGy（選択肢 5），DRLs 2020 では 77 mGy（選択肢 4）であり，経時的に低下している．

参照　10･1･5 項，表 10・2

問題 17　答　5

解説　小児には専用の DRL 値が設定されている（選択肢 1 は誤り）．頭部は 16 cm 径ファントム，体幹部は 32 cm 径ファントムを用いる（選択肢 2 は誤り）．小児 CT では年齢と体重の両方による層別化が設定されている（選択肢 3 は誤り）．小児心臓 CT の DRL 値は Japan DRLs 2025 で初めて策定された（選択肢 4 は誤り）．体重<5 kg の新生児や乳児では極めて低線量での撮影が求められる（選択肢 5 は正しい）．

参照　10･1･5 項，解説④

問題 18　答　1

解説　Japan DRLs 2025 における一般撮影では，小児一般撮影に体重別区分は設定されていない．小児の DRL 値は年齢区分別（0〜1 歳，5 歳，10 歳）に設定されている．したがって，1 は誤りである．また，面積空気カーマ積（P_{KA}）は参考値として示されており，DRL 量は入射表面空気カーマ（$K_{a,e}$）が用いられる．さらに，小児全脊柱（5 歳，10 歳）は新たに DRL 対象項目として追加されている．したがって，2，3，4，5 はいずれも正しい．

問題 19　答　2，4

解説　$K_{a,r}$（患者照射基準点空気カーマ）は JIS 規格で定められた指標であり（選択肢 4 は正しい），後方散乱を含まない（選択肢 1 は誤り）．P_{KA}（面積空気カーマ積）はビーム全体の線量を表す指標である（選択肢 2 は正しい）．透視時間も DRL 量として用いられる（選択肢 3 は誤り）．$K_{a,r}$ の基準点はアイソセンタから 15 cm である（選択肢 5 は誤り）．

参照　10･1･9 項，表 10・15

問題 20　答　4

解説　2020 年 4 月施行の医療 2020 年 4 月施行の医療法施行規則改正により，放射線診療を行う医療機関では，医療被ばくの安全管理に関する体制整備が求められるようになった．具体的には，医療放射線安全管理責任者の配置，診療用放射線の安全利用のための指針の策定，研修の実施，被ばく線量の管理・記録などである．したがって，1，2，3 は正しい．また，線量管理では診断参考レベル（DRL）を用いて線量の最適化を図るとされており，5 も正しい．一方で，法令上求められているのは線量管理・記録を行う体制の整備であり，すべての医療機関に一律に線量管理システムの導入そのものを義務化したわけではない．したがって，誤っているのは 4 である．

参照　10･5･1 項，解説⑲，10･5･6 項

問題 21　答　4，5

解説　DICOM 規格は画像データと関連データの両方を扱う国際規格である（選択肢 1，2 は誤り）．線量情報は Primary image，Secondary Capture（SC），RDSR に記録される（選択肢 3 は誤り）．RDSR（Radiation Dose Structured Report）は線量情報専用の構造化データである（選択肢 4 は正しい）．異なるメーカー間でのデータ相互運用性を実現する（選択肢 5 は正しい）．

参照　10･5･2 項

問題 22　答　5

解説　RDSR は画像を含まない線量情報専用の構造化データである（選択肢 3 は誤り）．装置から自動送信されるため手入力エラーがなく（選択肢 5 は正しい），手書き記録より高精度である（選択肢 2 は誤り）．RDSR 対応装置は普及しつつあるが，すべての装置が対応しているわけではない（選択肢 4 は誤り）．患者 ID，年齢，性別などの患者情報も記録される（選択肢 1 は誤り）．

参照　10･5･3 項，解説⑳

問題 23　答　4，5

解説　DICOM RDSR は線量情報専用の構造化データであり，患者の被ばく線量に関連する情報を記録する．CT では $CTDI_{vol}$ や DLP，一般撮影では入射表面線量，透視では $K_{a,r}$ や P_{KA} などの線量指標が含まれる（選択肢 4 は正しい）．また，線量に影響する撮影条件（管電圧，管電流，撮影時間，照射野サイズなど）も記録される（選択肢 5 は正しい）．装置の保守点検履歴は別途管理される情報であり，RDSR の対象外である（選択肢 1 は誤り）．読影レポート，診断結果，治療方針は医療情報システム（HIS/RIS）が扱う情報であり，RDSR には含まれない（選択肢 2，3 は誤り）．

参照　10･5･3 項，表 10・40，表 10・41

問題 24　答　4，5

解説　画質評価機能をもつシステムもある（選択肢 1 は誤り）．線量管理システムは記録保存だけでなく，統計解析，最適化支援など多機能である（選択肢 2 は誤り）．装置の品質管理（QC）にも活用できる（選択肢 3 は誤り）．自施設の線量分布をグラフ化して Japan DRLs と比較する機能（選択肢 4 は正しい），高線量検査を自動検出してアラート通知する機能（選択肢 5 は正しい）をもつ．

参照　10･5･5 項，解説㉑

問題 25　答　5

解説　Plan（目標設定）では自施設の線量データ収集と現状把握が必須である（選択肢 2 は誤り）．Do（撮影実施）では最適化のための条件変更を行う（選択肢 3 は誤り）．Check（DRL 値との比較）では線量管理システムの統計機能を活用する（選択肢 5 は正しい）．Act（プロトコル改善）では診断を行う医師と協調しながら進めるべきである（選択肢 4 は誤り）．PDCA サイクルは継続的に繰り返すことで最適化を実現する（選択肢 1 は誤り）．

参照　10･5･5 項，解説㉑

◎第 11 章

問題 1　答　4

解説　INES の評価レベルはレベル 0－とレベル 0＋を加えた 9 段階である．また，国際原子力事象評価尺度（INES）とは，国際原子力機関（IAEA）が示す指標である．放射線事故と放射線災害の用語の説明は逆に記載されている．

参照　11・1 節，11・2 節

問題 2　答　5

解説　世界的に医療機関における放射線事故・放射線災害は年々増加傾向にある．事業所別にみると医療機関が最も多い．放射線事故の業務内容に関する改善策は PDCA サイクルの実施が有効とされる．

参照　11･3･1 項，11･3･2 項

問題 3　答　1

解説　住民避難は 11･4･1 項と 11･4･2 項で紹介しているすべての原子力事故で実施された．福島第一原子力発電所事故では，急性放射線障害は作業者に発生していない．チョルノービリ原子力発電所事故，福島第一原子力発電所事故ともに，図 11・3 と図 11・5 より同心円状の距離に比例した放射性セシウムによる汚染濃度分布にならないことがわかる．これは事故時の天候（風向や風速，降雨や降雪など）が関連している．また，JCO 臨界事故，福島第一原子力発電所事故で住民への急性放射線症候群の影響はみられていない．

問題 4　答　5

解説　SE は施設敷地緊急事態であり，GE は全面緊急事態となる．PAZ は原子力施設からおおむね半径 5km 圏内を指し，UPZ は原子力施設からおおむね半径 30km 圏内を指す．

参照　11･5･1 項，表 11・6

問題 5　答　5

解説　OIL1 は数時間から 1 日以内に避難を実施する緊急防護措置である．OIL2 は 1 週間以内に一時移転を実施する早期防護措置である．OIL4 は体表面汚染の cpm を基準として簡易除染を実施する防護措置である．飲食物に係るスクリーニング基準は飲食物の空間放射線量率が基準となっている．

参照　11･5･2 項，表 11・7

問題 6　答　4

解説　数値の変化を見る場合，画面右側のグラフを参照するとよい．図 11・9 の時定数は 3 秒で

ある．測定音はミュートになっている．現在のカウント数は 62cpm である．カウント数の読み取りは，時定数の 3 倍の時間を待つことが求められる．

参照　11･5･3 項，図 11・9

問題 7　答　1

解説　確認検査の測定箇所は全身の体表面汚染検査のため，頭部・顔面が含まれる．指定箇所検査の測定箇所は，頭部・顔面，手指及び掌，靴底の 3 か所である．簡易除染は，確認検査で OIL4 を超過した場合に実施される．簡易除染は OIL4 の 2 回の除染に留める．指定箇所検査で使用する測定機器は，GM 計数管式サーベイメータである．

参照　11･5･4 項，11･5･5 項

問題 8　答　5

解説　緊急被ばく医療でも通常の救急医療同様に，体表面汚染の除染よりも救命を優先する．緊急被ばく医療に関わるすべてのスタッフの外部被ばく線量を管理する．汚染傷病者の体表面汚染の除染は脱衣やふき取りによる除染を優先する．放射性物質に対する汚染拡大防止対策は，医療資機材が該当する．また，洗浄による除染は放射性物質を含んだ廃液を回収と保管できる場合のみ可能である．

参照　11･6･2 項

問題 9　答　1

解説　体表面汚染の除染後は，体表面汚染の再測定が必要である．内部被ばく線量を調べるために，ホールボディカウンタを実施する．内部被ばくの有無を判断するためにスワブする箇所は，両鼻腔と口角である．体表面汚染の測定は GM 計数管式サーベイメータで実施する．

参照　11･6･2 項

問題 10　答　1

解説　災害弱者には，外国人のほかに，妊産婦や母親，子供，高齢者，障がい者が含まれる．PFA は，被災者が生活を再建できるまで長期間にわたり続く．世界保健機関（WHO）より PFA が提唱された．PFA の行動原則は，「見る」，「聴く」，「つなぐ」である．傾聴は，話を聴く環境と姿勢，そして，無理に話を聴き出さないことが重要である．

参照　11・7 節

問題 11　答　3

解説　原子力規制委員会へ 10 日以内に通報しなければいけない．安全確保の原則として，人命救助は体表面汚染の除染より優先となる．危険性評価の原則として，緊急事態の対応として，被ばくは過大評価して，活動の記録を残さなくてはいけない．

参照　11・8・2 項

問題 12　答　1

解説　RI 施設にある，一般的なモニタリングポストは通電が無くなると測定不能になる．放射線発生装置のインターロックの稼働確認は絶えず必要となる．風水害による浸水に備え，放射性同位元素や放射性廃棄物は高所に設置する．原子力規制委員会は自然災害に対して，法令報告の対象となる異常事態が発生した場合には，直ちに通報をすることを義務付けている．

参照　11・8・3 項

問題 13　答　4

解説　人命救助と避難誘導を最優先して実施し，初期消火は余裕があるときに実施する．鎮火後の密封放射性同位元素の損傷や流出の有無の確認は必要である．避難などで放射性物質を緊急的に持ち出す場合，放射線線源台帳も一緒に持ち出す．原子力規制委員会は火災時に対して，法令報告の対象となる異常事態が発生しなくとも，連絡をするように通知している

参照　11・8・4 項

◎第 12 章

問題 1　答　5

解説　メラビアンの法則では，コミュニケーションの 3 大要素として，「言語」，「話し方」，「視覚」を挙げている．それぞれの影響力の割合は，「言語」が 7%，「話し方」が 38%，「視覚」が 55%となり，視覚の影響力が最も大きい．

問題 2　答　5

問題 3　答　5

問題 4　答　3，4

解説　1．誤：リスク認知とはリスクの性質の違い（感じ方の違い）であり，不安を感じる要因である．

2．誤：コミュニケアはコミュニケーションの語源となるラテン語である．

3．正：ミラーリングとは，相手との共通項が存在することによって，距離が縮まったように感じる人間の心理特性を利用した聴くスキルである．

4．正：ゼロポジションは先入観を排除し，傾聴のみに集中する状態を維持することであり，聴くスキルの 1 つである．

5．誤：リスクアセスメントとはリスク対策を行う上で，リスクの有害性等を評価すること．

問題 5　答　3，5

解説　リスクが人にとって未知であるかどうかという指標を未知性因子という．未知性因子の例として,「観察できないものか」,「暴露されている人にもわからないか(目に見えない)」,「遅れて影響が現れるか」,「新しいものか」,「科学的にわかっているか」等が挙げられる．

問題 6　答　5

問題 7　答　4

解説　1．誤：リスクコミュニケーションの時間スケールは，長期間に渡って取り組むこともあり得る．

2．誤：ハザード（危険因子）が自然災害なのか人為的なのかどうか，種類によりリスクコミュニケーションは異なる．

3．誤：アクターの知識には不確かさがある．これを知識の不定性という．

4．正：通常は平常時のリスクコミュニケーション（防災訓練など）を行うが，災害発生

時および収束後に行うリスクコミュニケーションは異なる．

5．誤：アクターは行政，市民，メディア，事業者，専門家から構成される．

問題 8　答　2

解説　1．誤：専門家からの情報提供のような一方向性のコミュニケーション形態と，意見交換会の様な双方向的なコミュニケーション形態がある．

2．正：DRLs は，施設の線量水準を比較・評価し，医療被ばくにおける放射線防護の最適化を進めるためのツールであり，不要な被ばくの低減に有効である．ただし，単なる線量低減を目的とするものではなく，必要な画質や診断能を確保しながら最適化を図ることが重要である．

3．誤：緊急時にはクライシスコミュニケーションを行う．

4．誤：被ばく線量によって状況は異なり，確率的影響は LNT 仮説によりゼロリスクとはならないためこのような表現は好ましくない．

5．誤：平常時，原子力施設の近隣住民に測定値の意味を理解してもらうためのリスクコミュニケーションは，コンセンサスコミュニケーションである．

問題 9　答　3

問題 10　答　1

問題 11　答　5