

放射線衛生学 試験 2017. 8. 4

問題文を読み、内容が正しい場合は、解答用紙（マークシート）の①を、正しくない場合は②を、
ていねいに塗りつぶしなさい。（50問、1問2点、60点以上が合格）

問題 1 (X) 確定的影響（組織反応）のしきい値は、個人差があるため1%の人に影響が現れる線量として
ている。

問題 2 (X) 放射線被ばくの影響は、被ばくの線量率の大小に関係なく、線量が同じであれば同じ影響と
なる。

問題 3 (O) 短時間で大量の放射線被ばくが全身に起こったとき、その量が1 Gy 以上である場合、骨髄
障害でほぼ100%の人が死亡する。

問題 4 (X) 全身に0.5 Gy 程度の放射線被ばくが起こった後、血液中の顆粒球の数は一時的に増加する
ことがある。

問題 5 (O) 血液中の血小板の放射線感受性は高く、0.25 Gy からその数の減少が検出できる。

問題 6 (O) 生殖腺の被ばくにより一次不妊となるのは、低い線量で、精管、卵管が障害を受けるため
である。

問題 7 (X) 目の水晶体が放射線被ばくを受けると、0.5 Gy 程度から水晶体混濁が始まる。

問題 8 (X) 消化器系で最も放射線感受性が高いのは、大腸である。

問題 9 (O) 放射線被ばくによる皮膚の初期紅斑のしきい値は、2 Gy である。

問題 10 (O) 放射線の人体への確率的影響は、発がんと言伝的影響のみである。

問題 11 (X) 胎児の発育は着床前期、器官形成期、胎児期の3つに分けられ、着床前期に被ばくを受けると
奇形の可能性がある。

問題 12 (X) 言伝的影響には、言伝子突然変異と染色体突然変異がある。

問題 13 (O) 放射線のDNAへの直接作用とは、放射線により直接的にがんを誘発することである。

※ ウラにも問題あり！！

18
14
32

問題 14 (○) 放射線のDNAへの間接作用で主な役割を果たすのはヒドロキシラジカル ($\cdot\text{OH}$) である。

問題 15 (○) LET (線エネルギー付与) は荷電粒子が単位長さ進むとき物質に与えるエネルギー量である。

問題 16 (X) 生物学的効果比とは、ある生物学的効果を起こす標準放射線の吸収線量を、それと同じ生物学的効果を引き起こす対象放射線の吸収線量で除した値である。

問題 17 (○) 1Gyのガンマ線照射により細胞1個あたりに生じる塩基損傷の数は、自然に1細胞あたり1日あたりに生じる塩基損傷 (自然に生じる塩基損傷) よりも数が多い。

問題 18 (○) 放射線アポトーシスとは、障害を受けた細胞が何回かの細胞周期を経た後、能動的に死んでいくことである。

問題 19 (X) 細胞周期においてM期 (細胞分裂期) が最も放射線感受性が低い。

問題 20 (X) ベルゴニエ・トリボンドーの法則では、放射線感受性は、細胞分裂頻度の高い組織ほど、将来起こりうる細胞分裂の高い組織ほど、形態及び機能が未分化な組織ほど高いとしている。

問題 21 (○) 非荷電粒子では、物質との相互作用により2次的に発生した荷電粒子が主に物質と相互作用を繰り返す。

問題 22 (X) 核異性体とは、原子番号が同じで中性子の数が異なる原子核をもつ元素のことである。

問題 23 (X) 元素が α 壊変すると、その原子核は陽子が2個、中性子が1個少ない原子核となる。

問題 24 (X) β^- 壊変で放出される β^- 線は、単色エネルギーを持ち、線スペクトルを示す。

問題 25 (○) r 遷移に伴って、 r 線、内部転換電子、特性X線、消滅放射線、オージェ電子などが連鎖的に放出されることがある。

問題 26 (○) h をプランク定数、 ν を光子の振動数とすると、光子のエネルギー E は、 $h \cdot \nu$ で求められる。

- 問題 27 (X) 電子ボルト (eV) は、1クーロンの電荷が1 Vの電位差によって加速されたときに得るエネルギーである。
- 問題 28 (O) 放射性同位元素の放射能は、どれだけ時間がたっても0になることはない。
- 問題 29 (X) 連鎖壊変（親核種から壊変したものが放射性核種になる）で、娘核種より親核種の方が半減期が極端に短いとき放射平衡（永続平衡）となる。
- 問題 30 (O) 重粒子線は物質中を直線的に進み、そのエネルギーに応じて一定の距離で止まる。
- 問題 31 (O) 光電効果は原子核に近い軌道電子で、コンプトン効果は原子核から遠い軌道電子に対して起こりやすい。
- 問題 32 (X) 電子対生成は、0.511 MeV以上の光子によって起こる。
- 問題 33 (O) 放射線化学反応におけるG値とは、100 eVのエネルギーが物質に吸収されたときに生成する原子・分子の数である。
- 問題 34 (O) 一定量の放射線が入射している気体をはさんだ2枚の電極に正負の電圧を加え、その電圧を増加させていったときの収集される電子-イオン対の数をグラフにすると、再結合領域、電離箱領域、GM計数管領域、比例計数管領域の順に測定器の原理として使われる電圧の領域が現れる。
- 問題 35 (X) GM計数管（ガイガー・ミュラー計数管）には、1個のパルスを計測後に、不感時間、分解時間、回復時間があり、回復時間まで待たないと次のパルスが計測できない。
- 問題 36 (X) シンチレーション式の検出器で用いられる光電子増倍管（ホトマル）では、光電陰極から放出された電子の数を6倍程度増幅する。
- 問題 37 (O) 液体シンチレーション検出器においては、幾何学的検出効率 は 100%である。
- 問題 38 (O) 半導体検出器では順方向にバイアス（電位差）を加えることによって、固体の電離箱として機能させる。
- 問題 39 (O) 電離箱式サーベイメータ（可搬式線量計）は、シンチレーション式のものに比べ、感度は低いがエネルギー依存性が良好（小さい）である。
- 問題 40 (X) 人が自然環境から受ける放射線量は、世界平均で1年あたり 10 mSvである。

問題 41 (○) 宇宙線は地球の上空で大気と反応して生成された炭素 14 は地球上の植物や生物に取り込まれる。

問題 42 (X) コンクリートの材料として微量に含まれているウラン系列 (^{238}U がはじめ) の元素から ^{222}Rn が気体として放出される。

問題 43 (○) フォールアウトとは、宇宙からの宇宙線が大気圏で相互作用して地面に降りてくる二次宇宙線のことである。

問題 44 (X) 現行の日本の放射線防護に関わる法令は、ICRP (国際放射線防護委員会) の 2007 年の勧告に基づいている。

問題 45 (○) 放射線防護の目的では、個人の確率的影響の発生を防止し、確定的影響の発生を少なくするようにする (制限する) としている。

問題 46 (X) LNT 仮説では、100 mSv 以下の全身被ばくでも放射線影響の割合が線量に比例するとしている。

問題 47 (X) 放射線を利用するには、「防護の最適化を行う」、「行為の正当化を行う」、「個人の線量限度を守る」ということを順に適用する。

問題 48 (○) 放射線業務従事者の被ばく線量を評価する実効線量は、実用量としての 1 cm 線量当量をそれとして用いる。

問題 49 (X) 預託実効線量とは、内部被ばくした場合の最初の 1 年間の実効線量を見積もったものである。

問題 50 (○) 一般公衆の 1 年間の実効線量限度は、1 mSv である。

- 問題 1 (○) 確定的影響（組織反応）のしきい値は、個人差があるため1%の人に影響が現れる線量としてい
る。
- 問題 2 (×) 放射線被ばくの影響は、被ばくの線量率の大小に関係なく、線量が同じであれば同じ影響とな
る。
線量率の低いときは、高いときに比べて、同じ量の線量を被ばくしても、影響が小さくなる。これを、線量率効果と呼
ぶ。
- 問題 3 (×) 短時間で大量の放射線被ばくが全身に起こったとき、その量が1 Gy 以上である場合、骨髄障害
でほぼ100%の人が死亡する。
7 Gy 以上である場合、骨髄障害でほぼ100%の人が死亡する。
- 問題 4 (○) 全身に0.5 Gy 程度の放射線被ばくが起こった後、血液中の顆粒球の数は一時的に増加すること
がある。
- 問題 5 (×) 血液中の血小板の放射線感受性は高く、0.25 Gy からその数の減少が検出できる。
放射線感受性が高いのはリンパ球である。
- 問題 6 (×) 生殖腺の被ばくにより一次不妊となるのは、低い線量で、精管、卵管が障害を受けるためであ
る。
生殖腺の被ばくにより一次不妊となるのはおおもとの精原細胞、卵母細胞よりも成熟の進んだ精原細胞B、第二次卵母細胞
の方が活性度が高く放射線感受性が高いことによる。
- 問題 7 (○) 目の水晶体が放射線被ばくを受けると、0.5 Gy 程度から水晶体混濁が始まる。
さらに短期に5 Gy 程度、慢性的な被ばくで8 Gy 程度で放射線白内障となる。
- 問題 8 (×) 消化器系で最も放射線感受性が高いのは、大腸である。
小腸のクリプト細胞（腺窩細胞）である。
- 問題 9 (○) 放射線被ばくによる皮膚の初期紅斑のしきい値は、2 Gy である。
- 問題 10 (○) 放射線の人体への確率的影響は、発がんと遺伝的影響のみである。
- 問題 11 (×) 胎児の発育は着床前期、器官形成期、胎児期の3つに分けられ、着床前期に被ばくを受けると奇形
の可能性はある。
器官形成期に、0.1 Gy (100mGy) 以上の被ばくを受けると奇形の可能性はある。

- 問題 12 (○) 遺伝的影響には、遺伝子突然変異と染色体突然変異がある。
- 問題 13 (×) 放射線のDNAへの直接作用とは、放射線により直接的にがんを誘発することである。
直接作用とは、放射線がDNAにあたり、直接DNAに障害を与えることである。
- 問題 14 (○) 放射線のDNAへの間接作用で主な役割を果たすのはヒドロキシラジカル ($\cdot\text{OH}$) である。
- 問題 15 (○) LET (線エネルギー付与) は荷電粒子が単位長さ進むとき物質に与えるエネルギー量である。
- 問題 16 (○) 生物学的効果比とは、ある生物学的効果を起こす標準放射線の吸収線量を、それと同じ生物学的効果を引き起こす対象放射線の吸収線量で除した値である。
- 問題 17 (×) 1Gyのガンマ線照射により細胞1個あたりに生じる塩基損傷の数は、自然に1細胞あたり1日あたりに生じる塩基損傷 (自然に生じる塩基損傷) よりも数が多い。
自然に生じる塩基損傷の方が数が多い。
- 問題 18 (○) 放射線アポトーシスとは、障害を受けた細胞が何回かの細胞周期を経た後、能動的に死んでいくことである。
- 問題 19 (×) 細胞周期においてM期 (細胞分裂期) が最も放射線感受性が低い。
最も感受性が高い。次に高いのがG1期からS期への移行期。
- 問題 20 (○) ベルゴニエ・トリボンドーの法則では、放射線感受性は、細胞分裂頻度の高い組織ほど、将来起こりうる細胞分裂の高い組織ほど、形態及び機能が未分化な組織ほど高いとしている。
- 問題 21 (○) 非荷電粒子では、物質との相互作用により2次的に発生した荷電粒子が主に物質と相互作用を繰り返す。
- 問題 22 (×) 核異性体とは、原子番号が同じで中性子の数が異なる原子核をもつ元素のことである。
核異性体は、原子核が基底状態より高いエネルギーを有する (励起状態) 元素のことである。
- 問題 23 (×) 元素が α 壊変すると、その原子核は陽子が2個、中性子が1個少ない原子核となる。
陽子が2個、中性子が2個少ない原子核となる。
- 問題 24 (×) β^- 壊変で放出される β^- 線は、単色エネルギーを持ち、線スペクトルを示す。
 β^- 線は、ニュートリノとその都度異なった割合でエネルギーを分け合うため連続スペクトルを示す。

問題 25 (×) γ 遷移に伴って、 γ 線、内部転換電子、特性 X 線、消滅放射線、オージェ電子などが連鎖的に放出されることがある。

消滅放射線は、電子と陽電子が結合して 180 度方向に 2 本の 0.511 MeV の電磁波を放出するもので、 γ 遷移とは関連が薄い。

問題 26 (○) h をプランク定数、 ν を光子の振動数とすると、光子のエネルギー E は、 $h \cdot \nu$ で求められる。

問題 27 (×) 電子ボルト (eV) は、1 クーロンの電荷が 1 V の電位差によって加速されたときに得るエネルギーである。

電子ボルト (eV) は、電気素量 e の電荷を持つ粒子 (1 個の電子) が 1 V の電位差によって加速されたときに得るエネルギー。

問題 28 (○) 放射性同位元素の放射能は、どれだけ時間がたっても 0 になることはない。

問題 29 (×) 連鎖壊変 (親核種から壊変したものが放射性核種になる) で、娘核種より親核種の方が半減期が極端に短いとき放射平衡 (永続平衡) となる。

娘核種より親核種の方が半減期が極端に "長い" とき永続平衡となる。

問題 30 (○) 重粒子線は物質中を直線的に進み、そのエネルギーに応じて一定の距離で止まる。

問題 31 (○) 光電効果は原子核に近い軌道電子で、コンプトン効果は原子核から遠い軌道電子に対して起こりやすい。

問題 32 (×) 電子対生成は、0.511 MeV 以上の光子によって起こる。
1.022 MeV 以上で起こる。

問題 33 (○) 放射線化学反応における G 値とは、100 eV のエネルギーが物質に吸収されたときに生成する原子・分子の数である。

問題 34 (×) 一定量の放射線が入射している気体をはさんだ 2 枚の電極に正負の電圧を加え、その電圧を増加させていったときの収集される電子-イオン対の数をグラフにすると、再結合領域、電離箱領域、GM 計数管領域、比例計数管領域の順に測定器の原理として使われる電圧の領域が現れる。
再結合領域、電離箱領域、比例計数管領域、GM 計数管領域の順

問題 35 (×) GM 計数管 (ガイガー・ミュラー計数管) には、1 個のパルスを計測後に、不感時間、分解時間、回復時間があり、回復時間まで待たないと次のパルスが計測できない。
回復時間でなく、分解時間が正しい。

問題 36 (×) シンチレーション式の検出器で用いられる光電子増倍管 (ホトマル) では、光電陰極から放出された電子の数を 6 倍程度増幅する。
10⁶ 倍

問題 37 (○) 液体シンチレーション検出器においては、幾何学的検出効率は 100% である。

- 問題 38 (×) 半導体検出器では順方向にバイアス（電位差）を加えることによって、固体の電離箱として機能させる。
順方向でなく、逆バイアスを加える。
- 問題 39 (○) 電離箱式サーベイメータ（可搬式線量計）は、シンチレーション式のものに比べ、感度は低いが生エネルギー依存性が良好（小さい）である。
- 問題 40 (×) 人が自然環境から受ける放射線量は、世界平均で 1 年あたり 10 mSv である。
2.4 mSv/年
- 問題 41 (○) 宇宙線は地球の上空で大気と反応して生成された炭素 14 は地球上の植物や生物に取り込まれる。
- 問題 42 (○) コンクリートの材料として微量に含まれているウラン系列（ ^{238}U がはじめ）の元素から ^{222}Rn が気体として放出される。
- 問題 43 (×) フォールアウトとは、宇宙からの宇宙線が大気圏で相互作用して地面に降りてくる二次宇宙線のことである。
フォールアウトとは、大気圏核実験で生成された放射性同位元素が偏西風や貿易風に乗って地球規模で降りてくるその降下物のこと。
- 問題 44 (×) 現行の日本の放射線防護に関わる法令は、ICRP（国際放射線防護委員会）の 2007 年の勧告に基づいている。
2007 年でなく、1990 年勧告
- 問題 45 (×) 放射線防護の目的では、個人の確率的影響の発生を防止し、確定的影響の発生を少なくするようにする（制限する）としている。
個人の確定的影響の発生を防止し、確率的影響の発生を少なくするようにする。
確定的影響にはしきい値があり、これを超えないようにすれば発生を防止できる。
- 問題 46 (○) LNT 仮説では、100 mSv 以下の全身被ばくでも放射線影響の割合が線量に比例するとしている。
- 問題 47 (×) 放射線を利用するには、「防護の最適化を行う」、「行為の正当化を行う」、「個人の線量限度を守る」ということを順に適用する。
「行為の正当化を行う」、「防護の最適化を行う」、「個人の線量限度を守るの順
- 問題 48 (○) 放射線業務従事者の被ばく線量を評価する実効線量は、実用量としての 1 cm 線量当量をそれぞれとして用いる。
- 問題 49 (×) 預託実効線量とは、内部被ばくした場合の最初の 1 年間の実効線量を見積もったものである。
長年にわたる実効線量を 1 度に受けたものとして見積もったもの
- 問題 50 (○) 一般公衆の 1 年間の実効線量限度は、1 mSv である。