

試験対策問題（17）

問題 20 問 試験時間 30 分

[1] 特性 X 線に関係するのはどれか。

- (1) クラマースの式
- (2) モーズレーの法則
- (3) メスパウワー効果
- (4) ディエン・ハントの法則
- (5) ガイガーヌッタルの法則

[2] インバータ式 X 線高圧装置について誤っているのはどれか。2つ選べ。

- (1) 方形波形と共振形の2種類ある。
- (2) 電源は単相または3相が用いられる。
- (3) AC-DC コンバータは一次電圧の調整を行う。
- (4) DC-DC コンバータは電圧を平滑にする。
- (5) ブリッジ整流回路を経て X 線管へ直流電圧を供給する。

[3] X 線管焦点について誤っているのはどれか。すべて選べ。

- (1) 乳房撮影用 X 線管でのターゲット角は 7 ~ 20° である。
- (2) 実焦点は陰極からの加速電子が衝突する面積である。
- (3) 実効焦点は中心 X 線束に沿って投影された焦点の大きさである。
- (4) X 線焦点が小さいほどボケ像は小さく鮮鋭な画像が得られる。
- (5) ターゲット角が小さいと実焦点面積に対し実効焦点面積が大きくなる。

[4] X 線出力について誤っているのはどれか。2つ選べ。

- (1) 線質は X 線の透過力を示し、半価層によって表示される。
- (2) 流量は X 線束中で単位面積当たりの光子数を示している。
- (3) 照射線量は X エネルギー流量に比例して X 線強度を示している。
- (4) 管電圧は特性 X 線スペクトルにおいて最大エネルギーを決定する。
- (5) X 線撮影領域に置いて出力照射線量はほぼ管電圧の3乗に比例する。

[5] 短時間許容負荷を大きくする因子として正しいのはどれか。2つ選べ。

- (1) 陽極角度を小さくする。
- (2) 実焦点面積を大きくする。
- (3) 陽極の回転数を小さくする。
- (4) 管電圧波形のリップル率を大きくする。
- (5) ターゲットの回転軌道直径を小さくする。

[6] 鮮鋭度に一番影響しない因子はどれか。

- (1) 散乱線
- (2) 乳剤層
- (3) 被写体厚
- (4) 蛍光体層
- (5) 撮影時間

[7] 誤っているのはどれか。2つ選べ。

- (1) 符号化した2進数がデジタルデータである。
- (2) 画素1個の大きさをマトリックサイズという。
- (3) 縦横の画素の個数をピクセルスサイズという。
- (4) アナログ値を離散値で近似するのが量子化である。
- (5) アナログ画像を点の集合に変換する操作が標本化である。

[8] オーバーオール特性曲線の縦軸に該当するのはどれか。

- (1) X線量
- (2) 画素値
- (3) 発光量
- (4) 出力値
- (5) X線強度

[9] デジタル画像で入射 X 線量に依存するノイズはどれか。2つ選べ。

- (1) 量子化ノイズ
- (2) 光量子モトル
- (3) 電気系ノイズ
- (4) X 線量子モトル
- (5) IP の構造モトル

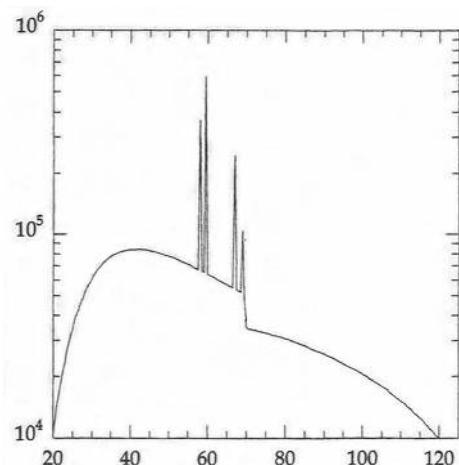
[10] X 線の半価層測定に適しているのはどれか。

- (1) 空気電離箱
- (2) ガラス線量計
- (3) フリッケ線量計
- (4) ゲルマニウム半導体検出器
- (5) NAI シンチレーション検出器

[11] 図はタンクスステン陽極の X 線管が発生する X 線エネルギースペクトルである。

この時の管電圧 (kV) はどれか。

- (1) 40
- (2) 60
- (3) 80
- (4) 100
- (5) 120



[12] IP について正しいのはどれか。すべて選べ。

- (1) 荧光体は CsI が使用される。
- (2) フェーディング現象は起こらない。
- (3) 二次励起光を照射すると青色に発光する。
- (4) 消去光を照射しても繰り返し使用は不可能である。
- (5) 増感紙-フィルム系に比べてダイナミックレンジが狭い。

[13] 医用 X 線高電圧装置について正しいのはどれか。2つ選べ。

- (1) 6 ピーク形は単相電源でも作動する。
- (2) 12 ピーク形は三相電源で作動する。
- (3) 定電圧形の出力管電圧のリップル百分率は 5 ~ 8 % である。
- (4) 変圧器形インバータ式の X 線照射エネルギーはコンデンサから供給される。
- (5) エネルギー蓄積型インバータ式の X 線照射エネルギーはコンデンサから供給される。

[14] X 線管装置で誤っているのはどれか。すべて選べ。

- (1) X 線強度は管電圧の 2 乗に反比例する。
- (2) 管電流は電極間距離の 2 乗に反比例する。
- (3) 実効焦点面積は実焦点面積よりも小さい。
- (4) X 線強度は陰極側よりも陽極側で大きくなる。
- (5) ターゲット角度が小さいほど実焦点面積は大きい。

[15] 自動露出制御装置について誤っているのはどれか。2つ選べ。

- (1) 被覆特性は被写体厚に依存しない。
- (2) 管電圧特性は採光方式に依存する。
- (3) センサは 2 ~ 3 個設置されている。
- (4) センサは被写体透過後の X 線を検出する。
- (5) センサの大きさはフィルム濃度に影響しない。

[16] マンモグラフィの拡大撮影について誤っているのはどれか。すべて選べ。

- (1) 微細石灰化の描出を目的とする。
- (2) 拡大率は 1.5 ~ 2.0 倍程度である。
- (3) 格子比の高いグリッドを使用する。
- (4) 密着撮影よりも皮膚線量は増加する。
- (5) 焦点受像面間距離を 120 cm 程度にする。

[17] 特性 X 線について正しいのはどれか。すべて選べ。

- (1) エネルギーは元素固有である。
- (2) エネルギースペクトルは連続である。
- (3) $K\alpha$ の放出確率は $K\beta$ よりも大きい。
- (4) $K\alpha$ のエネルギーは $K\beta$ よりも大きい。
- (5) 蛍光吸収率は原子番号が大きいほど小さい。

[18] PACS 導入によるフィルムレス化について誤っているのはどれか。すべて選べ。

- (1) 画像保管スペースが削除される。
- (2) 過去画像との比較が簡単になる。
- (3) 画像の紛失がなくなるわけではない。
- (4) 法的には画像を永久保存する義務がある。
- (5) 病棟と外来とで同時に画像を見ることができる。

[19] 正しいのはどれか。2つ選べ。

- (1) RIS は物流管理システムのことである。
- (2) SSL はデータを暗号化する方式である。
- (3) HIS は医用画像保管管理システムのことである。
- (4) ファイアウォールはセキュリティ対策に有効である。
- (5) テレラジオロジーとは放射線治療情報のことである。

[20] 乳房温存療法の全乳房照射で正しいのはどれか。2つ選べ。

- (1) 腋窩リンパ節は照射範囲に入る。
- (2) 傍胸骨リンパ節は照射範囲に入る。
- (3) 治療成績は乳房全摘術より劣る。
- (4) 切除断端陽性では追加照射が必要である。
- (5) 照射範囲はホルモン感受性に影響されない。

[1] 正解 : (2)

(2) モーズレーの法則

※モーズレイの法則

原子番号が高くなるほど特性 X 線波長が短くなることを確立した式である。

[2] 正解 : (3) と (4)

(3) AC-DC コンバータは電圧を平滑にする。

(4) DC-DC コンバータは一次電圧の調整を行う。

※インバータ式 X 線高圧装置

電源は単相または 3 相が用いられ、AC-DC コンバータを用いて整流により電圧を平滑にする。平滑用コンデンサが使用され、整流後の脈動を平滑にする。DC-DC コンバータでは主変圧器に供給する一次電圧の調整を行う回路で、チョッパから出力される方形波パルスで平均化し、直流一次電圧を得る。これを高圧変圧器により高圧にし、ブリッジ整流回路を経て X 線管へ直流高電圧を供給する。

[3] 正解 : (5)

(5) ターゲット角が小さいと実焦点面積に対し実効焦点面積が小さくなる。

※ターゲット角と焦点サイズ

ターゲット角は実焦点面と基準軸とがなす角度として定義されている。診断用 X 線管においては $12 \sim 15^\circ$ 、乳房撮影用 X 線管では $7 \sim 20^\circ$ である。実焦点はターゲット上で陰極からの加速電子が衝突する面積であり、陰極フィラメントの長さや収束電極で決定される。実効焦点は中心 X 線束に従って投影された焦点の大きさである。X 線管焦点は実効焦点で表示され、この焦点サイズが小さいほど X 線写真においてボケ像が小さく、鮮鋭な画像が得られる。

[4] 正解 : (4) と (5)

(4) 管電圧は制動 X 線スペクトルにおいて最大エネルギーを決定する。

(5) X 線撮影領域に置いて X 線出力照射線量 kV はほぼ管電圧の 2 乗に比例する。

※ X 線出力の諸因子

X 線出力には線質、流量、照射線量といった用語が用いられる。線質は X 線の透過力を示し、半価層によって表示されている。流量は X 線束中に単位面積当たりの光子数を意味している。照射線量は X 線のエネルギー流量に比例していて X 線強度とも呼ばれている。X 線出力はさらに X 線管球のターゲット物質、管電圧、管電流、照射時間、付加フィルタ、高電圧発生装置の出力波形の因子により異なる。

- ・ 制動 X 線による X 線出力線量は陽極のターゲット物質の原子番号に比例する。
- ・ 特性 X 線はターゲット物質に依存してエネルギーが異なる。
- ・ 管電圧 (kV) は制動 X 線スペクトルにおいて最大エネルギーを決定し、これが線質に大きく影響する。X 線の発生効率は管電圧に直接影響する。
- ・ X 線撮影領域において出力照射線量は管電圧のほぼ 2 乗に比例する。
- ・ 管電圧を上げることにより線質が硬くなり、線量が大きくなる。X 線発生率が増大する。
- ・ 出力照射線量は管電流 (mA) に比例する。
- ・ 出力照射線量は照射時間 (s) に比例する。
- ・ 付加フィルターはターゲットから放射された X 線束の低エネルギー成分を除去するために用いられ、X 線の線質が硬くなる。

- ・X線管電圧からの出力波形はX線スペクトルの線質に影響する。

[5] 正解：(1)と(2)

- (3) 陽極の回転数を大きくする。
- (4) 管電圧波形のリップル率を小さくする。
- (5) ターゲットの回転軌道直径を大きくする。

※短時間許容負荷

ターゲットの瞬間的な温度上昇によって許容負荷が決まる。短時間許容負荷を大きくする因子として次の項目があげられる。

- ・実焦点面積を大きくする。
- ・陽極角度を小さくする。
- ・陽極の回転数を大きくする。
- ・管電圧波形のリップル率を小さくする。
- ・ターゲットの回転軌道直径を大きくする。

[6] 正解：(3)

- (3) 被写体厚：コントラストに影響する因子。

※鮮鋭度

鮮鋭度低下の要因は主に幾何学的不鋭、運動による不鋭、感光材料による不鋭である。なお、鮮鋭度低下に大きな影響を及ぼすのは半影と散乱線である。

①幾何学的不鋭

幾何学的不鋭の主な原因は像の拡大に伴う半影である。鮮鋭度を良くするにはX線管焦を小さくする。焦点・フィルム間距離は鮮鋭度、解像度に関与し、長くすると鮮鋭度が向上する。被写体・フィルム間距離のみを長くすると鮮鋭度が低下する。

②運動による不鋭

被写体の動きにより鮮鋭度が低下する。

③感光材料による不鋭

鮮鋭度は増感紙の使用により低下する。鮮鋭度は高感度増感紙(感度が高い)ほど悪くなる。その理由は感度を高くするほど蛍光体の粒子径が大きくなることや、蛍光体層が厚くなるからである。一般に鮮鋭度と感度は相反する。増感紙・フィルムが密着不良のとき MTF は低下する。X線の斜入によりボケが増大し、鮮鋭度が低下する。

※鮮鋭度に影響する因子

- ・撮影条件：焦点サイズ、拡大率、撮影時間。
- ・増感紙：蛍光体層、フィルムとの密着。
- ・フィルム：乳剤層、特性曲線、現像条件、写真濃度。
- ・観察条件：シャウカステン輝度、周囲の明るさ。

※鮮鋭度が良くなる因子

- ・撮影時間が短い。散乱線が少ない。焦点が小さい。管球-被写体間距離が長い。

[7] 正解：(2)と(3)

- (2) 画素1個の大きさをピクセルサイズという。
- (3) 縦横の画素の個数をマトリックスサイズという。

※標本化と量子化

無限個のデータから有限個の代表値を選び出すことを標本化(サンプリング)、サンプリン

グ値を四捨五入などの手法を用いて離散的な値で近似することを量子化という。近似値を整数で表し、これを2進数で表す(符号化)。これがデジタルデータである。デジタル画像では画像を画素(ピクセル)と呼ばれる小さな点の集まりとして表現し、画素1個の大きさをピクセルサイズという。標本化とは空間的に連続的に濃度が分布したアナログ画像を飛び飛びの点の集合に変換することをいう。

[8] 正解：(4)

(4) 出力値

※オーバーオール特性曲線

相対照射量に対してレーザーイメージヤーなどによってフィルム上に写真濃度として出力した特性曲線をいう。システム全体の入出力特性を示す曲線をいう。

- ・入力X線量に対する写真濃度との関係示したものである。
- ・縦軸は濃度(最終出力値)、横軸は相対照射線量(相対X線強度)の対数(logRE)で表す。

※ディスプレイの特性曲線

- ・縦軸は輝度、横軸は画素値で表す。

※検出器自体の特性曲線

- ・縦軸はX線量、横軸は発光量で表す。

[9] 正解：(2) と (4)

(2) 光量子モトル

(4) X線量子モトル

※デジタル画像における入射X線量に依存するノイズ

X線量子のゆらぎであるX線量子モトルと輝尽発行の光量子モトルである。

[10] 正解：(1)

(1) 空気電離箱

※X線の線質測定

X線の線質測定には照射線量の絶対測定が可能である自由空気電離箱が一次標準器として世界的に採用されている。またエネルギー依存性の少ない半導体検出器が用いられている。

※半導体検出器

半導体はそのままでは電気を通さないが、放射線が入射すると電離作用により電子正孔対が生成され電気が通るようになる。これはすなわち、放射線の入射を電気信号に変換できることを意味するが、この性質を利用した放射線検出器を半導体検出器という。他の放射線検出器に比べて半導体検出器はエネルギー分解能が高く、ゲルマニウム半導体検出器はガンマ線のスペクトル分析を正確に行えることから放射性核種の同定や放射能の測定をするにあたって広く用いられている。

[11] 正解：(5)

(5) 120

※最大エネルギー=管電圧

デュ・エンハントの式からX線の最大エネルギー(最短波長)は物質によらず一定であり、エネルギースペクトルの最大値を示す。したがって最大エネルギーは120kVとなる。

[12] 正解：(3)

- (1) 蛍光体は CsI が使用されない。
- (2) フェーディング現象は起きる。
- (4) 消去光を照射しても繰り返し使用は可能である。
- (5) 増感紙-フィルム系に比べてダイナミックレンジが広い。

※ IP の蛍光体

BaFBr : Eu₂ のような輝尽性蛍光体が用いられる。

※ フェーディング現象

X 線照射よって IP 中にメモリされた X 線像情報が撮影後読みとられるまでの経過時間により減少していく現象をいう。これか輝尽性蛍光結晶中で X 線などの一次電圧により光電子が発生し、この電子が結晶中に捕獲されている状態の時に時間の経過とともに熱的に解放されてしまい、輝尽発光に寄与しなくなる。フェーディングは時間が長いほど保管温度が高いほど大きくなる。

[13] 正解：(2) と (5)

- (1) 6 ピーク形は三相電源で作動する。
- (3) 定電圧形の出力管電圧のリップル百分率は 4 % 以下である。
- (4) 変圧器形インバータ式の X 線照射エネルギーは電源設備から供給される。

※ 医用 X 線高電圧装置

- ・ ピーク形は三相電源で作動する。
- ・ 定電圧形の出力管電圧のリップル百分率は 4 % を超えないものをいう。
- ・ エネルギー蓄積型インバータ式はコンデンサから供給される

[14] 正解：(1) と (4)

- (1) X 線強度は管電圧の 2 乗に比例する。
- (4) X 線強度は陰極側よりも陽極側で低下する。

※ X 線強度

- ・ $I = kV^2$ (k は定数) の関係があり、管電圧の 2 乗に比例する。
- ・ 陽極近傍でヒール効果が発生するため、陽極側のほうが低下する。

※ ヒール効果

X 線は陰極から発生した熱電子が陽極に衝突することで発生する。

① 陽極は陰極側に比べて線質が硬い。

陰極側は低エネルギーから高エネルギーの X 線が存在しますが、陽極側では、ターゲット内で低エネルギー X 線は吸収されているため、高エネルギー X 線が残っている。平均した X 線のエネルギーは陽極側のほうが高く線質は硬くなる。透過力の強い X 線のみが残っている。

② 陽極は陰極側に比べて強度が弱い。

吸収が少ない陰極側に比べて陽極側は吸収が多い。陽極側のほうが X 線量は少なくなり強度は弱い。

※ ターゲット角度

小さいほど実焦点面積は大きい(実効焦点を一定とした場合)。

[15] 正解：(1) と (5)

- (1) 被覆特性は被写体厚に依存する。
- (5) センサの大きさはフィルム濃度に影響する。

※自動露出制御装置

被写体を透過した X 線を検出するセンサーが 2 ~ 3 個設置され、フィルム濃度が一定の値となったときに自動的に X 線を遮断するものである。管電圧の変化や被写体厚などによる X 線吸収の違いによって大きな影響を受ける。

・被覆特性

採光野の占める高吸収体(造影剤や被写体)の占有面積が大きく、検出器に入射する線量率が極端に小さくなり、適正な線量が得られない。

・管電圧特性

X 線検出方法に影響される。管電圧が低いほどフィルム濃度に影響を与える。線検出部の蛍光体線質依存性は写真濃度に影響する。

・センサ

被写体透過後の X 線を検出する。センサの大きさはフィルム濃度に依存する。

[16] 正解：(3) と (5)

(3) 格子比の低いグリッドを使用する。

(5) 焦点受像面間距離を 80 cm 程度にする。

※拡大撮影

- ・微細石灰化像早期癌のサインでもあるので拡大撮影により微小な石灰化を有する。
- ・エアギャップ(グレーデル)効果によって散乱線は減少するので格子比は低くて良い。
- ・拡大撮影は狭い面積に入射するので、その部分の皮膚線量は増加する。

[17] 正解：(1) と (3)

(2) エネルギースペクトルは線である。

(4) K α のエネルギーは K β よりも小さい。

(5) 蛍光吸収率は原子番号が大きいほど大きい。

※特性 X 線

- ・エネルギーは元素固有である。
- ・エネルギーは線スペクトルである。
- ・K α の放出確率は K β よりも大きい。
- ・K α のエネルギーは K β よりも小さい。
- ・蛍光吸収率は原子番号が大きいほど大きくなる。
- ・特性 X 線 K の α 、 β 、 γ と大きくなるにつれてエネルギーが増加する。

[18] 正解：(4)

(4) 法的には画像を永久保存する義務はない。

※法的な義務

- ・保管された画像データが操作ミスやハードウェアの故障によって紛失することが起こりえる。
- ・診療等(記載事項：住所、氏名、年齢、性別、病名、主要症状、治療方法、診療の年月日)は 5 年間保存(医師法第 24 条、歯科医師法第 23 条)、診療に関わる諸記録(エックス線写真や検体検査結果数値など判断の元になるデータ)は 2 年間保存する(医療法第 21 条、同施行規則第 20 条)。

※医師法、歯科医師法

医師法第 24 条 1 項に医師は患者を診療したら遅滞なく「経過を記録すること」が義務づ

けられている。これを「診療録」としている。また、2項で記録後最低5年間は保存することが義務づけられている（医療機関内で診療したものについては、その医療機関の義務である）。

※医療法施行規則

診療録以外の検査記録や画像写真、手術所見など「診療に関する諸記録」は病院に対し、2年間の保存が義務付けられている。

[19] 正解：(2) と (4)

- (1) RISは予約から検査結果までの管理を行うシステムのことである。
- (3) HISは病院管理（電子カルテ、医事会計、薬局管理など）システムのことである。
- (5) テレラジオロジーとは遠隔放射線診断のことである。

※RIS

放射線関連部門の情報システム、放射線装置などによる検査・治療の予約から検査結果までの管理を行うシステムである。

※SSL

インターネット上で情報を暗号化して送受信するプロトコルである。

※HIS

病院管理システム、一般に自動受付システム、入退院管理システム、医事会計システム、薬局管理システムなど。

※ファイアウォール

組織内のコンピュータネットワークへ外部から進入させるのを防ぐセキュリティシステムである。

※テレラジオロジー

遠隔診断装置のこと。X線画像などをネットワークで伝送し、遠隔地の医師が診断を行うことであり、そのための技術やシステムのこと。

[20] 正解：(4) と (5)

- (1) 腋窩郭清を行わない場合は照射範囲に入れる。
- (2) 腋窩郭清を行わない場合は照射範囲に入れる。
- (3) 治療成績は乳房全摘術と同等である。

※乳房温存療法の全乳房照射

乳房温存手術後の全乳房照射により乳癌再発、乳癌死のリスクが低減できる。現時点では全乳房照射を安全に省略できる患者も明らかではないことから乳房温存手術後には全乳房照射を行うことが標準治療である。

※化学療法

ホルモン感受性に関係する。

〈参考文献〉

- ・乳房撮影精度管理マニュアル（14-4） 日本放射線技術学会
- ・デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアル 医学書院
- ・マンモグラフィガイドライン第3版（増補版） 医学書院
- ・マンモグラフィによる乳がん検診の手引き-精度管理マニュアル-第3版
日本医事新報社
- ・マンモグラフィ技術編（改訂増補版） 医療科学社
- ・手にとるようにわかるマンモグラフィ 撮影の基本と診断の基礎
ベクトル・コア
- ・マンモグラフィ診断の進め方とポイント 金原出版株式会社
- ・乳腺 Top100診断 メディカル・サイエンスインターナショナル
- ・臨床・病理乳癌取扱い規約 第18版 金原出版
- ・乳腺の組織型診断とその病態 じほう
- ・乳癌診療ハンドブック 中外医学舎
- ・マンモグラフィ読影に必要な乳腺画像・病理アトラス 学際企画
- ・デジタルマンモグラフィ オーム社
- ・デジタルマンモグラフィ 基礎から診断まで 中山書店
- ・医用画像情報学改訂2 南山堂
- ・放射線物理学 南山堂
- ・医用放射線物理学 医療科学社
- ・入門医療統計学 Evidenceを見出すために 出版社： 東京図書