2022 年版

診療放射線技師 国家試験

合格！ Myテキスト

過去問データベース＋模擬問題付

オーム社［編］

Ohmsha

第1章
放射化学

全　般

過去問データベース

□ 放射性炭素 ^{14}C を測定することで年代推定が可能である．(68)

□ 放射化学の実験操作ではあらかじめ cold run によって問題点を調べておく．(63)

□ 壊変図では分岐壊変を表すことができる．(72)

1.1　元　素　□□□

過去問データベース

■1.1.1　元素の性質

□ 核異性体は原子番号と質量数が同一で核のエネルギー準位が異なる．(67)

〔1〕 周期律

□ ^{90}Sr は，アルカリ土類金属元素である．(64)

□ 放射性核種と元素名との組合せで正しいのはどれか．(71, 66, 63)

〔2〕 同位体存在比

■1.1.2　放射性核種

□ ^{99}Mo は β^- 壊変核種である．(73)

□ ^{13}N と ^{15}O はともに β^+ 壊変核種である．(69)

□ ^{67}Ga，^{81m}Kr，^{99m}Tc，^{111}In，と ^{123}I では ^{67}Ga が最も物理的半減期が長い．(73)

□ ^{3}H，^{90}Sr，^{131}I，^{133}Xe，と ^{137}Cs では ^{133}Xe が最も物理的半減期が短い．(66)

□ ^{13}C は天然に存在する．(68)

□ ^{127}I は安定同位体である．(67)

□ ^{123}I は SPECT に用いられる．(67)

□ ^{131}I は内照射療法に用いられる．(67)

□ ^{125}I はラジオイムノアッセイに用いられる．(67)

□ ^{15}O はポジトロン放出核種である．(67)

□ ^{18}F はポジトロン放出核種である．(67)

□ 放出される陽電子の最大エネルギーは $^{15}O > ^{13}N > ^{18}F > ^{11}C$ の順に小さい．(73)

□ ^{14}C と ^{14}N は同重体である．(72)

□ ^{123}I は放射性同位体である．(72)

□ ^{99m}Tc と ^{99}Tc は核異性体である．(72)

□ ^{133}I と ^{135}Cs は同中性子体である．(72)

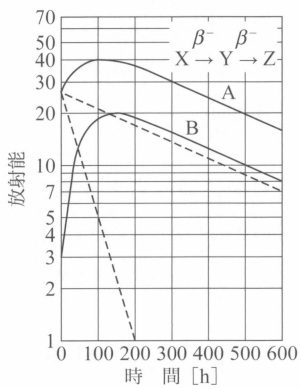
〔1〕 過渡平衡

□ 放射平衡に達すると親核種と娘核種の放射能比は一定になる．(68)

□ 親核種X，娘核種Yおよび孫核種Zの間の放射平衡を示す図は**図A**である．(59)

・曲線Aは全体の放射能の推移を示す．

・曲線Bは生成する娘核種の生成と減衰とを示す．



図A

□ 親核種（壊変定数 λ_1，原子数 N_1）と娘核種（壊変定数 λ_2，原子数 N_2）が過渡平衡にあるとき，娘核種の原子数 N_2 は $\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_1$ である．(64)

＜過渡平衡＞

□ 親核種の壊変定数 λ_1 と娘核種の壊変定数 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ のとき過渡平衡が成立する．(65)

〔2〕永続平衡

＜永続平衡＞

□ 親核種の半減期が10年のとき娘核種の半減期が1日ならば永続平衡が成立する．(73)

〔3〕物理的半減期，生物学的半減期，有効半減期

□ ^{18}Fの半減期は約110分である．(60)

□ 放射性医薬品（物理的半減期 T_p［時間］）を投与し，6時間後に体内分布が投与量の半分になった場合の生物学的半減期は何［時間］か．(60)

□ 物理学的半減期が6時間である放射性医薬品の有効半減期が2.4時間のとき，生物学的半減期は4時間である．(62)

□ 核種A（半減期：3時間）と核種B（半減期：4時間）の放射能が等しいとき，Aの放射能がB放射能の0.5倍になるのは12時間後である．ただし，AとBに親核種，娘核種の関係はないものとする．(63)

□ 有効半減期は生物的半減期 T_b，物理的半減期 T_p として $\dfrac{T_bT_p}{(T_b+T_p)}$ と表される．(65)

〔4〕天然放射性核種，人工放射性核種

□ ^{90}Srと^{137}Csは共に放射性の娘核種を持つ．(64)

□ ^{18}F，^{67}Ga，^{99m}Tc，^{123}I，と^{201}Tlでは^{18}Fが最もγ線エネルギーが高い．(65)

□ ^{40}Kは天然放射性核種である．(71)

合格テキスト

■1.1.1　元素の性質

memo

原子番号（陽子数）が同じ原子の種類のことを元素という．また，原子番号，質量数，エネルギー状態で決められる原子核の種類を核種と呼ぶ（**図1.1**）．

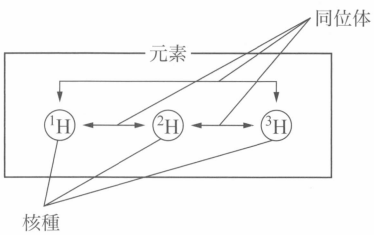


図1.1　元素，同位体，核種の関係

原子番号（陽子数）が同じで，質量数（陽子数＋中性子数）が異なる核種同士を同位体という．同位体同士の質量は異なっているが核外の電子数や電子状態は同じであるので化学的性質は同じである．同位体のうち，放射線を放出して壊変するものを放射性同位体（RI），放射線を放出せず安定に存在するものを安定同位体と呼ぶ．また，質量数が同じ核種同士を同重体，中性子数が同じ核種同士を同中性子体，原子番号も質量数も同じで核のエネルギー準位のみが異なる核種同士を核異性体と呼ぶ．

〔1〕周期律

元素を原子番号順に並べると元素の性質が周期的に変化するが，このことを周期律といい，「周期律がわかるように元素を配列した表」を周期表（**図1.2**）という．横の配列を周期といい，周期表の縦の並びを族と呼ぶ．典型元素の族には性質の似たものが並ぶ．

43番のTc（テクネチウム），61番のPm（プロメチウム）には安定同位体が存在せず天然にも存在しない．この2つの元素（Tc, Pm）を除く1番のH（水素）から92番のU（ウラン）までの元素が天然に存在する．また，83番のBi（ビスマス）以降の元素には安定同位体は存在せず，すべて放射性同位体である（原子量表2010参照）．93番のNp（ネプツニウム）以降の元素は超ウラン元素と呼ばれ，すべて人工のものである．

〔2〕同位体存在比

天然に存在する元素中で，ある特定の同位体がその元素全体に対して占める割合を同位体存在比といい，パーセントで表される．

安定同位体が1つしか存在しない（同位体存在比100%）元素は単核種元素とよ

1.2 放射性核種の製造 □□□

過去問データベース

■1.2.1 核反応

〔1〕中性子核反応

□ ある元素M（原子量m）は同位体^{60}M 8%と^{64}M 92%から構成されている．この元素（質量数w [g]）を原子炉（中性子フルエンス率f [$cm^{-2}\cdot s^{-1}$]）で生成核の半減期の2倍時間照射した．(n, γ)反応で生成する^{61}Mの照射終了時における放射能は何[Bq]か．
ただし，^{60}M(n, γ)^{61}Mの核反応断面積はσ [cm^2]，アボガドロ数をN_Aとする．(61)

□ 半減期10分の核種を製造することとした．10分間照射した生成放射能に対する30分照射した生成放射能の比は1.75である．(64)

□ ^{137}Csは核分裂生成物から精製される．(70)

□ ^{235}Uの熱中性子照射で核分裂収率の高いのはどれか．(61)

□ ^{90}Srと^{137}Csは共に^{235}Uの熱中性子による核分裂で高収率に生成される．(64)

□(n, p)反応では原子番号は1減少し，質量数は変化しない．(71)

□ ^{6}Li(n, α)^{3}H (59)

□ ^{32}S(n, p)^{32}P (62)

□ 中性子による核反応で，^{6}Li(n, α)^{3}H，^{23}Na(n, γ)^{24}Na，^{32}S(n, p)^{32}P，^{54}Fe(n, pn)^{53}Mnは正しい．(73)

〔2〕荷電粒子による核反応

□ ^{18}O(p, n)^{18}F (62)

□ 半減期10分の核種を加速器で製造するとき，10分間照射した生成放射能（A_1）に対する20分間照射した生成放射能（A_2）の比（A_2/A_1）は1.5である．(72)

〔3〕サイクロトロン生成核種

□ ^{111}In (69)

□ ^{201}Tl (69)

〔4〕原子炉生成核種

□ ^{131}Iと^{137}Csは原子炉生成核種である．(65)

□ ^{99}Moと^{131}Iは原子炉生成核種である．(68)

■1.2.2 ジェネレータ

〔1〕ジェネレータの親核種と娘核種

□ ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータ内で娘核種の放射能は極大値を示す．(68)

□ ^{99}Moをアルミナカラムに吸着させて^{99m}Tcを分離する．(70, 60)

□ ^{82}Rbはジェネレータで抽出される．(63)

□ ^{99m}Tcはジェネレータで抽出される．(66, 63)

□ ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータでは一度溶出した後，約23時間で^{99m}Tcの放射能が最大となる．(67)

〔2〕ミルキング

□ ^{99}Moの半減期は^{99m}Tcの半減期よりも長い．(62)

□ ^{99}Moと^{99m}Tcとの間に過渡平衡が成立している．(67, 62)

□ 娘核種がβ^+線を放出するミルキングは親核種^{68}Ge–娘核種^{68}Gaである．(61)

□ ^{99}Moの放射能が100 MBq，^{99m}Tcの放射能が0のとき，48時間後の^{99m}Tcの放射能は60 MBqである．(65)

合格テキスト

■1.2.1 核反応

memo

原子核に荷電粒子，中性子，光子などが衝突して，新たな核種が生成する現象を核反応と呼ぶ．核反応において衝突する粒子を入射粒子，衝突される原子核を標的核（ターゲット核）と呼び，核反応により新たに生成した原子核および粒子をそれぞれ生成核，放出粒子と呼ぶ．

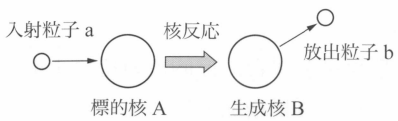


図1.5 核反応A(a, b)Bの模式図
Aは標的核，aは入射粒子，bは放出粒子，Bは核反応後の生成核

標的核をA，入射粒子をa，生成核をB，放出粒子をbとしたとき，この核反応は簡単にA(a, b)Bと書かれる（**図1.5**）．aやbの粒子としてはp（陽子），n（中性

1.3　放射化学分離と純度検定 □□□

過去問データベース

■1.3.1　分離の基本

〔1〕担体（キャリア），無担体（キャリアフリー）

□ 放射性核種の効果的分離のために加える非放射性物質を担体という．(66)

〔2〕同位体担体，非同位体担体

〔3〕保持担体

□ ^{140}Ba–^{140}La の ^{140}La 分離には保持担体として Ba^{2+} を添加する．(63)

〔4〕スカベンジャ

□ スカベンジャは目的とする放射性核種を溶液に残し，不要な放射性核種を沈殿させる．(65)

〔5〕捕集剤（共沈剤）

〔6〕比放射能

□ 無担体の放射性同位体は比放射能が高い．(63)

〔7〕ラジオコロイド

□ ラジオコロイドはイオン交換樹脂に吸着されない．(69)

□ 吸着現象によってラジオコロイドは生成する．(64, 62)

□ ラジオコロイド法はコロイド粒子の性質を利用する．(72)

〔8〕同位体効果

□ 水素原子では同位体効果が大きい．(63)

〔9〕同位体交換

□ ウィルツバッハ法は同位体交換反応を利用する．(64, 62)

■1.3.2　共沈法

□ 共沈法は溶解度積の法則を用いる．(64, 59)

□ 共沈法を用いた，^{140}Ba–^{140}La から ^{140}La の分離について．(67)

- 保持担体の Ba^{2+} を添加する．
- 共沈剤の Fe^{3+} を添加する．
- Fe^{3+} は溶媒抽出法で分離する．
- ^{140}La を無担体分離することができる．

□ 共沈法は担体を加え沈殿反応を利用する．(63)

□ 共沈法では目的放射性核種に類似する化学的性質の非同位体担体を用いる．(68)

■1.3.3　溶媒抽出法

□ 溶媒抽出法はトレーサ量からマクロ量までの利用が可能である．(61)

□ 溶媒抽出法は分配係数の差を利用する．(63, 59)

□ 溶媒抽出法では溶媒に成分物質を抽出する．(64)

□ 溶媒抽出法による分離はイオン交換法より迅速である．(65)

□ 溶媒抽出法で，分配比を D，有機相と水相の体積をそれぞれ V_o と V_w とした時，抽出率は $D/(D + V_w/V_o)$ で表わされる．(72)

■1.3.4　クロマトグラフィの種類と原理

〔1〕ガスクロマトグラフィ

□ ガスクロマトグラフィはカラムに固定相を充填する．(71)

〔2〕液体クロマトグラフィ

□ 高速液体クロマトグラフィは放射化学的純度の検定に用いる．(72)

〔3〕高速液体クロマトグラフィ（HPLC）

〔4〕カラムクロマトグラフィ

□ イオン交換クロマトグラフィはカラムを利用する．(69)

〔5〕ペーパークロマトグラフィ

□ ペーパークロマトグラフィではろ紙の繊維上に保持された水が固定相である．(66)

□ ペーパークロマトグラフィは標識率測定に利用する．(60)

□ R_f 値，原点，スポット，展開溶媒はペーパークロマトグラフィに関係する．(72)

〔6〕薄層クロマトグラフィ

〔7〕イオン交換クロマトグラフィ

□ イオン交換法では分布係数の違いを利用する．(69)

□ イオン交換樹脂による分離法は分離係数が高い．(62)

□ 陽イオン交換樹脂は核分裂生成物の分離に用いる．(66)

■1.3.5　その他の分離法

□ Szilard-Chalmers〈ジラード・チャルマー法〉は反跳効果を利用する．(73)

〔1〕電気化学的方法

□ 電気化学的分離法は酸化還元反応を利用する．(61)

□ 電気化学的方法はイオン化傾向の差を利用する．(65)

〔2〕電気泳動法

□ 電気泳動法は放射性標識化合物の放射化学的純度の検定に用いる．(72, 66)

□電気泳動法は目的物質の電荷を利用する．(63)

〔3〕ラジオコロイド法

□ラジオコロイド法はろ紙などへの吸着性を利用する．(63)

〔4〕昇華・蒸留法

□蒸留法は試料の揮発性の差を利用する．(70, 67)

合格テキスト

■1.3.1　分離の基本

memo

〔1〕担体（キャリア），無担体（キャリアフリー）

放射性核種の分離操作のために加える非放射性の物質を担体（キャリア）といい，担体を加えていない状態を無担体（キャリアフリー）という．

〔2〕同位体担体，非同位体担体

目的放射性核種の安定同位体を担体とするとき，この担体を同位体担体と呼ぶ．同位体ではない別の核種を用いるとき，この担体を非同位体担体と呼ぶ．前者を加えると比放射能は低下するが，後者では低下しない．

〔3〕保持担体

目的核種を溶液内に留めておくために加える担体．

〔4〕スカベンジャ

除去したい核種を共沈させるために加える物質．

〔5〕捕集剤（共沈剤）

目的核種を共沈させるために加える物質．

〔6〕比放射能

放射性同位元素を含む物質の単位質量当たりの放射能の強さ．放射能の単位はBq（ベクレル）．その元素または物質1 g当たりの比放射能の単位はBq/gである．

〔7〕ラジオコロイド

放射性化合物が溶解度よりもはるかに低い濃度で，溶液とならずにコロイドとして分散していると考えられる状態をラジオコロイドと呼ぶ．

〔8〕同位体効果

化合物中のある原子を同位体に変えたとき，元の原子との質量の違いによって反応速度など，物理的，化学的行動が変化することを同位体効果と呼ぶ．

〔9〕同位体交換

共通の元素Xを持つAXとBXを混在しておくと，Xは交換されて同位体組成が同一の組成に近づく傾向を示す．このとき，Xの放射性同位体X*を用いると同位体交換が起こる．

$$AX + BX^* \rightleftarrows AX^* + BX$$

■1.3.2　共沈法

溶液内に共存している放射性化合物の中から，目的とする化合物を担体とともに沈殿させて分離する方法を共沈法（**図1.7**）という．

1.4 放射性標識化合物 □□□

過去問データベース

■1.4.1 合　成

□ PET 薬剤の標識合成は短時間で効率良く行わなければならない．(68)

〔1〕化学合成法

□ ^{125}I 標識化合物はボルトン・ハンター法で合成する．(67, 64)

□ Bolton-Hunter〈ボルトン・ハンター〉法は蛋白質の放射性ヨウ素の間接標識法である．(70)

〔2〕生合成法

□ 生合成法は ^{14}C 標識化合物の合成法である．(67, 64)

〔3〕同位体交換法

□ ウイルツバッハ法は ^{3}H 標識化合物の合成法である．(71, 69, 66, 63)

〔4〕ホットアトム法

〔5〕^{99m}Tc の標識法

〔6〕標識率の確認法

■1.4.2 標識化合物の純度

〔1〕放射性核種純度

□ 標識化合物の放射性核種純度の検定には γ 線スペクトロメトリを用いる．(70)

□ ある放射性溶液に $^{131}I^-$ が 60 kBq，$Na^{123}I$ が 30 kBq，$^{131}IO_2^-$ が 10 kBq 含まれていたならば，^{131}I の放射性核種純度は 70% である．(71)

〔2〕放射化学的純度

□ 標識化合物の純度検定では化学的純度と放射化学的純度を調べる．(65)

＜放射化学的純度の測定＞

□ PET 薬剤の放射化学的純度の検定には高速液体クロマトグラフィが用いられる．(68)

□ 放射化学的純度の測定に逆希釈分析法が用いられる．(64, 62)

□ 放射化学的純度の測定に電気泳動法が用いられる．(64, 62)

〔3〕放射能濃度

■1.4.3 保　存

〔1〕放射線分解

□ α 線は β 線より放射線分解を起こしやすい．(71)

〔2〕化学変化

〔3〕保存法

＜標識化合物の放射線分解の低減化＞

□ 標識化合物の放射線分解の低減化について．(71, 67, 62, 58)

- 他の強い放射線源から離して置く．
- 放射能濃度を低くする．
- 比放射能を低くする．
- 少量ずつ保管する．

合格テキスト

■1.4.1 合　成

memo

〔1〕化学合成法

化学反応を用いて人工的に合成する方法．

・長所：自由に標識位置，比放射能や放射化学的収率を変えることが可能であり，比較的短時間で合成が可能である．

・短所：蛋白質などの複雑な化合物の合成は困難である．

放射性ヨウ素による蛋白質の標識法には直接法（**図 1.8**）と間接法（**図 1.9**）がある．間接法ではボルトン–ハンター試薬やウッド試薬などが用いられる．標識には ^{125}I が用いられる．

1.5　放射性核種の化学的利用　□□□

過去問データベース

■1.5.1　化学分析への利用

〔1〕放射化学分析法

〔2〕放射分析法

□直接法は分析試料と標識化合物の反応で生成した沈殿物の放射能を測定する．(71)

□放射滴定法は間接法に分類される．(71)

□分析試料と標識化合物の反応によって沈殿物が生成されなくても分析可能である．(71)

〔3〕放射化分析法

□放射化分析は元素の化学的性質に依存しない．(66)

□放射化分析は多元素同時分析が可能である．(68, 61)

□放射化分析は検出感度が高い．(68, 61)

□核反応時の温度は生成される核種の放射能に影響しない．(69, 60)

□鉄代謝測定には放射化分析が利用される．(63)

□アクチバブルトレーサは野外調査に利用される．(62)

□中性子放射化分析法は原子炉を利用する．(72)

〔4〕PIXE 法

□PIXE 法はサイクロトロンなどの加速器を用いる．(73)

□PIXE 法は特性 X 線のエネルギースペクトルを測定する．(73)

□PIXE 法は高エネルギーのイオンビームで物質の構成元素を定量的に分析する．(60)

〔5〕同位体希釈分析法

＜同位体希釈分析＞

□直接希釈分析法で目的化合物に添加する放射性同位体の質量 M_a，比放射能を R_a とし，混合物の比放射能が R_m であった場合の目的化合物の質量を示す式はどれか．(62)

■1.5.2　トレーサ利用

□放射性トレーサ法では生体に薬理効果は現れない．(70)

〔1〕オートラジオグラフィ

□オートラジオグラムで最も高い解像度が得られる核種は何か．(61)

＜オートラジオグラフィの解像力＞

＜イメージングプレートの利用＞

□イメージングプレートを用いたオートラジオグラフィの解像度を向上させるためには，試料とイメージングプレートを密着させる．(73)

□イメージングプレートはオートラジオグラフィに利用できる．(62)

□イメージングプレート法は光刺激ルミネセンスを利用している．(70)

□イメージングプレート法は写真法より高感度である．(70)

合格テキスト

■1.5.1　化学分析への利用

memo

〔1〕放射化学分析法

試料に含まれている放射性核種の放射能を測定することにより，試料の種類や決定する分析法．目的物は放射性である．

〔2〕放射分析法

非放射性物質と定量的に結合する標識化合物を加えて沈殿を生成させ，その沈殿の放射能測定（直接法）あるいは上澄み液の放射能測定（間接法）から非放射性物質の定量を行う（**図 1.10**）．上澄み液の放射能を連続的に測定しながら滴定を行う放射滴定では標識化合物は指示薬として働く．目的物は非放射性である．

滴定（てきてい）：化学反応を用いて化学物質の量を測定する定量分析法．

第2章
診療画像機器学

2.1 診療画像機器 □□□

過去問データベース

■2.1.1 X線源装置

〔1〕X線管の構造と機能

□反射型ターゲットは主にX線診断領域で使われている．(73)

□X線管装置は，ターゲット角度が小さいほど実焦点面積は大きい．(61)

□実効焦点面積は実焦点面積より小さい．(72)

□X線の線質は陰極側よりも陽極側で硬い．(60)

□X線の空間強度は陽極側よりも陰極側で強い．(73, 72, 66)

□放射強度分布はターゲット角度で変化する．(59, 58)

□管電圧が高いほど焦点外X線は多くなる．(73)

□焦点外X線は焦点近傍で最も多く発生する．(68, 61)

□焦点外X線の発生はターゲット物質内から放出される2次電子による．(68)

□焦点外X線の線質は焦点近傍ほど軟質で，写真コントラストを低下させる．(72, 68)

□焦点外X線の量は回転陽極が固定陽極よりも多い．(68, 64)

□熱電子密度は副焦点よりも正焦点で大きい．(60)

〔2〕X線管の特性

□ターゲット角度が小さいほど短時間許容負荷が大きい．(68, 67, 66, 62)

□ターゲット角度が大きいほど利用可能な放射角度は大きい．(73, 66, 64)

□X線管装置の最大許容入力は実焦点面積に比例する．(60)

□ヒートユニットは2ピーク波形を基準としたX線管の陽極熱容量を表す特別な単位である．(66, 60)

□管電流はX線管のターゲットに入射する電子ビームの電流をいう．(60)

□管電圧波形のリプル百分率は短時間許容負荷に影響する．(67)

□管電流は電極間距離の2乗に反比例する．(73, 69)

□空間電荷電流は管電圧の3/2乗に比例する．(73, 69, 66, 64)

□空間電荷制限領域の管電流は陰極温度に関係しない．(73)

□空間電荷制限領域では管電圧が高いほど大きな電流を選択できる．(73)

□小焦点ほど空間電荷は多くなる．(73)

□実効焦点サイズは低管電圧・大管電流ほど大きくなる．(72, 66, 64)

□管電流の大きさによって焦点寸法が変化する現象をblooming（ブルーミング）効果という．(69)

□エミッション特性とは管電流とフィラメント電流の関係をいう．(73)

□短時間許容負荷は主に焦点温度によって制限される．(66)

□短時間許容負荷は負荷時間に反比例しない．(66)

□長時間許容負荷は陽極全体の温度で制限される．(72, 67)

□連続的に負荷を加えられる限界値はX線管装置最大冷却率で定まる．(67, 66)

□回転陽極X線管の短時間許容負荷は焦点軌道直径と陽極回転数の積の平方根に比例する．(68, 67, 65)

□回転陽極X線管で焦点軌道半径を20%大きくした場合の，0.1s以下の短時間許容負荷の増加割合は約10%である．(70)

〔3〕X線可動絞り

□X線用可動絞りの奥羽根は焦点外X線の低減に有効である．(64)

□奥羽根は最もX線管側にある．(68)

□上羽根は利用線錘を必要最小限のX線照射野に設定する．(66)

〔4〕放射口のろ過材

□固有ろ過とは取り外しできない物質による線質等価ろ過をいう．(58)

□X線撮影において付加フィルタの厚さを厚くすると被検者の被ばく線量低減に効果がある．(70)

□X線放射口にフィルタを付加するとX線強度の均等性が向上する．(73)

□X線源装置の総ろ過を増したとき，線量は少なくなり，半価層は厚く，線質指標は高く，実効エネルギーは高くなり，被写体コントラストは低くなる．(71)

■2.1.2 X線高電圧装置

〔1〕種類と構造

□ 2ピーク装置では4個の高電圧ダイオードで整流する．(67)

□ 2ピーク装置の撮影時間は電源の半周期の倍数になる．(67)

□ 2ピーク形の撮影時間は電気角45°を超えた部分を1パルスと数える．(64)

□ 三相12ピーク整流X線撮影装置は2次巻線をY-Δに直列接続する．(72, 65)

□ 三相12ピーク装置の管電圧リプル百分率は3.4%である．(72, 67)

□ 12ピーク形X線高電圧装置は三相電源で作動する．(61)

□ 単巻変圧器は管電圧の調整に使用される．(64)

□ 自己整流装置は他の装置に比べて撮影時間が長くなる．(67)

□ 定電圧形装置は管電圧のリプル百分率が4%を超えない．(63)

□ 空間電荷補償回路は管電流を一定に保つ．(64)

□ X線管フィラメント加熱変圧器は高電圧絶縁の必要がある．(64)

〔2〕機能と特性

□ コンデンサ式装置では暗流X線が発生する．(67)

＜計算問題＞

□ 容量0.5 μFのコンデンサ式X線装置において充電電圧90 kVで15 mAs放出したときの波尾切断電圧は60［kV］である．(73, 66, 61)

□ 管電圧100 kV，管電流800 mA，撮影時間0.1 s，管電圧リプル百分率30%のインバータ式X線高電圧装置がある．この装置の公称最大電力は59.2［kW］である．(71, 67, 62, 60)

□ 短時間負荷が80 kV，400 mAのとき，X線管入力が30.4 kWであった．管電圧のリプル百分率は10＜～≦25［%］である．(72, 64)

□ 無負荷時において1次電圧200 Vで管電圧150 kVを発生する単相2ピーク形X線高電圧装置で管電流200 mA通電したときの1次電流は約118 Aである．(70, 65)

＜インバータ式高電圧発生装置＞

□ 管電圧リプル百分率が小さいほどX線発生効率が良い．(67)

□ X線の発生，遮断は電源位相と無関係に行える．(68)

□ X線の線質は単相電源でも12ピーク装置と同等のものが得られる．(67)

□ インバータ周波数が高いほど高周波高電圧変圧器の損失は大きい．(73, 71, 69, 68, 64, 62)

□ インバータ周波数が高いほど単位時間当たりのスイッチング損失は増大する．(68)

□ インバータ周波数が高いほど電源効率は低くなり，管電圧リプル百分率は小さくなる．(73, 71, 69, 64, 62)

□ インバータ周波数が高いほど高電圧変圧器の巻数が減らせて小型化が可能である．(73)

□ インバータ周波数が高いほど電磁障害対策の必要性が高い．(73, 70)

□ 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電池から供給される．(61)

□ 交流電源を直流に変換したのち高周波交流に変換する．(60)

□ 短時間最大定格は電源容量で制限を受ける．(59, 58)

□ 電源インピーダンスが高いほど装置の定格出力は小さい．(71, 69)

□ インバータ式X線装置ではフィードバック制御が行われる．(68)

□ 共振形装置は周波数可変形だけでなく固定形もある．(67)

□ 共振形装置の立下り時間は撮影条件に影響される．(67)

□ 直列共振回路で流れる電流は周波数が共振周波数の時，最大となる．(68)

□ 共振形インバータ式X線装置では，大負荷になるほどインバータ周波数が高くなる．(72)

□ パルス幅変調制御共振形インバータ式X線高電圧装置では位相シフト角を調整してフィードバック制御を行う．(70)

□ 方形波形装置のインバータ周波数は一定である．(66)

□ 方形波形装置では管電流が増加すると管電圧リプル百分率は増加する．(66)

□ 方形波形装置は共振形装置よりスイッチング時の電力損失が大きい．(66)

□ DC-DCコンバータは非共振形インバータ式X線装置で管電圧を制御する．(72, 68)

□ インバータ周波数は1～50 kHzが使用される．(67, 64)

□ インバータ式X線装置の管電圧波形が**図A**(a)であった時，同一の管電流時間積で管電流を大きくしたときの管電圧波形は図A(b)である．ただし，両方の縦軸・横軸の目盛は同じである．(69)

□ 共振形インバータ方式の基本回路が**図B**の時，管電圧のフィードバック制御を行う箇所はインバータである．(71)

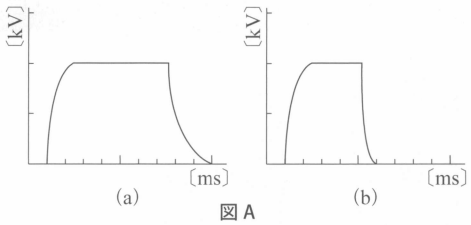


図 A

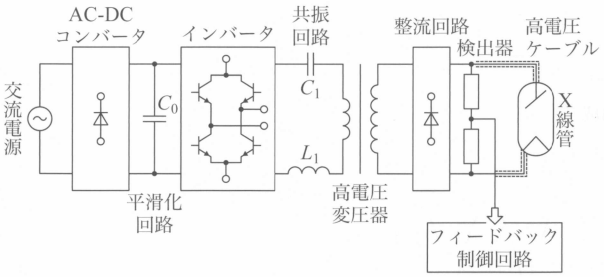


図 B

〔3〕X線高電圧ケーブル

□ X線用高電圧ケーブルには250 pF/m程度の静電容量がある．(64)

□ 高電圧ケーブルが長いほど管電圧のリプル百分率は小さい．(71, 69)

〔4〕自動露出制御装置

□ 写真濃度は吸収体の薄い領域で高く，厚い領域で低い傾向を示す．(68, 62)

□ 前面検出方式における管電圧の低下は画像濃度の低下になる．(69, 68)

□ 後面検出方式は，管電圧が低くなるほど光学濃度が高くなる．(69)

□ 短時間特性は，撮影時間が短くなるほど光学濃度が高くなる．(69)

□ 長時間特性は，撮影時間が長くなるほど光学濃度が低くなる．(69)

□ 管電圧特性は，管電圧によって光学濃度が変動する現象をいう．(69)

□ X線自動露出制御装置（ホトタイマ）を用いた撮影で，被写体厚が増加すると受像器入射線量が低下する．(72)

□ 線質の変化は写真濃度に影響する．(62)

□ センサは被写体透過後のX線を検出する．(61)

□ センサの大きさはフィルム濃度に影響する．(61)

□ 公称最短撮影時間は自動露出制御装置の最短応答時間をいう．(60)

〔5〕電源設備

□ 短時間最大定格での電源電圧変動率は10%以下とする．(63)

合格テキスト

■2.1.2 X線高電圧装置

memo

〔1〕種類と構造

X線高電圧発生装置は入力電源を設定した管電圧にまで上げて，X線管に電力を供給する装置である．整流回路の有無で分けると，高電圧装置に内蔵する方式と，X線管の整流作用を利用して交流電圧をそのまま供給する自己整流方式に分けられる．自己整流方式は交流電圧のプラス側しかX線発生に寄与しないため撮影時間が長くなる事や，低圧成分が多く被ばく線量が多くなるのでほとんど使用されない．供給電源で分けると，交流電源を利用する方式と蓄電池を利用する方式に分けられる．コンデンサ式装置では，高電圧電力をいったんコンデンサに充電してX線発生時に放電させる．X線撮影室で利用される据置型装置は200 Vまたは415 Vの交流電源を利用し，昇圧・整流をX線発生時に行う方式である．可搬型装置では100 V電源を利用して自己整流，蓄電池，コンデンサを利用する場合がある．

変圧器式高電圧発生装置では大別して，単相電源と三相電源を利用するものに分けられる．それをそのまま昇圧・整流する方式と，インバータで高周波高圧電力に変換する方式に分けられる．近年の装置はインバータ方式が主流だが，基本構造は**図 2.6** に示す単相2ピーク形装置に共通する部分が多い．電源電圧は1つの連続した巻線で1次・2次回路の一部を共通化した単巻変圧器に供給される．1次側で電源電圧の調整，2次側で管電圧の調整が行われる．主回路の開閉はサイリスタにより行われ，これによりX線の発生が制御される．単巻変圧器の2次側は高電圧変圧

過去問データベース

■2.1.3　X線映像装置

〔1〕X線イメージインテンシファイア

□ 変換係数は入射X線量に対する出力輝度の比で求められる．(72, 62)

□ 変換係数が大きくなるほど感度が高い．(64)

□ 変換係数，量子検出効率はI.I.の性能指標である．(68)

□ 量子検出効率とは入射X線の信号対雑音比とI.I.出力像の信号対雑音比のエネルギー比をいう．(58)

□ 量子検出効率は {(I.I.出力像のSN比)/(I.I.入力像のSN比)}^{2} × 100［%］で定義される．(73)

□ ベーリンググレア指数はコントラスト比の逆数で表される．(72)

□ 入力蛍光面にCsI:Naを用いる．(66)

□ 出力蛍光面に(Zn, Cd)S:Agを用いる．(64)

□ 出力蛍光面の輝度は(像の拡大率の逆数)^2 ×(陽極電圧)に比例する．(73, 58)

□ 視野が大きいほど出力輝度は明るくなる．(73, 72, 66, 64)

□ 大視野ほど空間周波数特性が悪い．(73)

□ 空間分解能は中心部と周辺部とでは異なる．(72, 66)

□ 解像度は中心部に比べて周辺部で低下する．(64)

□ 出力側の蛍光体層は厚すぎると空間分解能が低下する．(66)

□ 可変視野管は管内電極の電圧を変化させて視野を制御する．(72, 66, 64)

〔2〕X線間接撮影ミラーカメラ

〔3〕X線テレビ装置

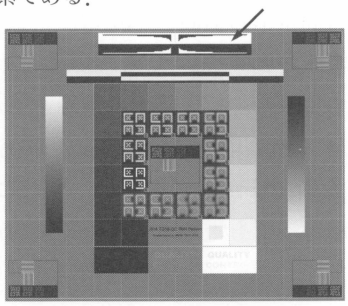
□ 撮像管と比べCCDは振動に強い，画像歪みがない，ダイナミックレンジが広いなどの特徴がある．(68)

□ X線テレビカメラのCCDは残像が少ない．(68, 65)

□ FPD，CCDカメラ，映像増幅回路，タンデムレンズなどはX線TV装置の構成部品である．(67)

〔4〕画像表示モニタ

□ 医用画像表示用モニタの品質管理で用いられているTG18-QCパターンを**図A**に示す．矢印部分はクロストーク要素である．(71)



図A

合格テキスト

■2.1.3　X線映像装置

memo

〔1〕X線イメージインテンシファイア

X線 image intensifier（I.I.）は，**図2.10**のような構造をした真空管で，入射X線を蛍光体（入力蛍光面）でいったん光に変換，蛍光面に接した光電面から光の強さに応じて発生する光電子を加速・集束することにより電子密度を増倍し，これを再び蛍光体（出力蛍光面）で可視光に変換する装置である．出力蛍光面の輝度は(像の拡大率の逆数)^2 × 陽極電圧に比例するので，数万倍の輝度増幅が得られる．蛍光体は光電面やテレビカメラの感度スペクトルに合わせるために，入力面にはCsI:Naが，出力面にはZnS:AgまたはCdS:Agが用いられる．CsI:Naは微細柱状構造のため，厚さを厚くして感度を上げても光散乱によるボケを最小限にできる効果があるが，出力蛍光体層はあまり厚くしすぎると空間分解能の低下をまねく．外容器は従来ガラスであったが，現在ではアルミやチタンなどの金属となり，強度が高い上に入力面を薄くでき

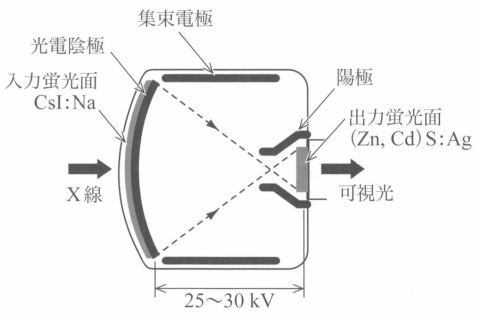


図2.10　イメージインテンシファイアの構造

過去問データベース

■2.1.4　X線画像処理装置

〔1〕DR・DF装置

□ デジタル検出器では標本化を行った後に量子化を行う.(68)

□ DSAはリアルタイムに観察できる.(66, 61, 60)

□ DSAの空間分解能は増感紙–フィルム系よりも劣る.(61)

□ DSAではlog変換器が使われている.(66)

□ DSAでは被写体の動きによるミスレジストレーションアーチファクトが生じる.(66, 61)

□ DSAの体動アーチファクトの補正にリマスキングがある.(66, 60)

□ DSAのリカーシブフィルタはノイズを低減する.(66, 60)

□ I.I.の入力視野が小さいほど被ばく線量は多い.(66, 60)

〔2〕CR装置

□ 階調処理により変換特性を任意に制御できる.(73)

□ リアルタイムに画像を見ることはできない.(64)

□ 両面集光方式では発光の検出効率が向上する.(64)

□ AD変換器，光電子増倍管，レーザー光源，輝尽性蛍光プレートはCR装置の構成要素である.(73)

□ 集光ガイド，光電子増倍管，半導体レーザー，ポリゴンミラーはCRの読み取りシステムに関係ある.(67, 66, 65)

□ 読み取りのレーザービーム径は画素サイズに影響する.(71, 67)

□ 非鮮鋭マスク処理により必要な周波数帯域を強調できる.(73)

〔3〕FPD装置

□ FPD装置ではパルス透視が可能である.(62, 60)

□ FPD装置は動画撮影に使用できる.(61)

□ FPDはX線像をリアルタイムに観察できる.(70)

合格テキスト

■2.1.4　X線画像処理装置

memo

〔1〕DR・DF装置

X線画像を小さな画素の集合とし，画像の濃淡を画素値として数値化，デジタル画像として扱うものを総称してdigital radiography（DR）といい，中でも透視・動画像をデジタル画像として扱うものをdigital fluorography（DF）という．広義のDRはX線単純撮影も含むが，一般的には透視ができるDF装置を指すことが多い．digital subtraction angiography（DSA）が血管撮影の手技として定着していることから，DFのことをDSAと呼ぶ場合も多い．画像のデジタル化はI.I.を用いたシステムではCCDカメラの出力を利用し，FPDを用いたシステムでは出力をそのまま利用する．画像は多い場合で60 frames/secの速度でデジタルデータとしてメモリに読み込むことが可能で，画質の劣化がない，静止画・動画として繰り返し再生が可能，各種画像処理が可能，電子保管が可能で省スペースなどの特徴がある．

DSAでは造影剤注入前にマスク像を撮影しておき，注入後に連続撮影したライブ像からマスク像を引き算（サブトラクション）すると，骨などの背景組織が消された血管像が経時的にリアルタイムに取得できる（**図2.16**）．DSAではlog変換により被写体厚依存性をなくしておりコントラスト分解能が高い．一方，空間分解能はマトリクスサイズ，X線管焦点サイズ等にも依存するが従来のフィルム法に比べ劣る．濃度分解能はX線量の平方根に比例し，I.I.を用いたシステムでは，入力視野が小さいほど出力光量が減るため入射X線量を増やす必要があり被ばく線量は多くなる．

DSAで取り込まれる各画像間には時間差があるため，撮影中に患者の動きなどがあると背景組織がうまく差分できず，ミスレジストレーションアーチファクトを生ずる．この対策としてライブ像とマスク像の位置を画素単位でずらすピクセルシフト，マスク像を別の時相のものと入れ替えるリマスキングなどがある．また，複数のライブ像の単純加算処理や，ライブ像の時間分解能を損なわないように重みづけ加算するリカーシブフィルタは，線量不足等による画質不良を改善しノイズを低

■2.1.5 関連・付属機器

〔1〕X線機械装置

〔2〕カセッテ，増感紙

〔3〕蛍光体

□ Gd_2O_2S:Tbはグリーン発光増感紙に使われる蛍光体である．(66)

□ 蛍光体Gd_2O_2S:Tbは蛍光板にも使用される．(69)

□ 蛍光体Gd_2O_2S:Tbの発光スペクトルの最大ピーク波長は545 nmである．(69)

□ 蛍光体Gd_2O_2S:Tbを増感紙に使用するときの適合フィルムはオルソタイプである．(69)

〔4〕散乱X線除去グリッド

□ グリッド密度は直線グリッド中心部の1 cm当たりのはくの数で表す．(72, 68, 67)

□ グリッド密度が小さいほどグリッド露出係数は大きい．(70, 68)

□ グリッド密度が高いほど選択度は小さくなる．(70)

□ グリッド比が大きいほど散乱線除去効果は上昇する．(72)

□ グリッド比は直線グリッド中心部のはくの間隙に対するはくの高さの比で表す．(68, 67, 63)

□ 選択度，グリッド露出係数（倍数），イメージ改善係数，コントラスト改善比は散乱線除去グリッドの物理的性能の評価項目である．(70)

□ 全放射線透過率はX線ビーム内のグリッドの有無による全透過X線量の比で表す．(63)

□ コントラスト改善比は全放射線透過率に対する一次放射線透過率の比である．(63)

□ 一次放射線透過率の2乗はイメージ改善係数に比例する．(73)

□ グリッド露出係数は全放射線透過率の逆数である．(67, 63)

□ 管電圧が低いほどグリッド露出係数は大きい．(68)

□ 格子比が大きいほどグリッド露出係数は増加する．(73, 68)

□ 選択度は散乱線放射線透過率に対する一次放射線透過率の比である．(73, 63)

□ 管電圧が低いほど選択度は大きい．(67)

□ 管電圧が低いほどコントラスト改善比は大きい．(67)

□ 散乱線除去グリッドの物理的性能で1次放射線透過率をTp，散乱放射線透過率をTs，全放射線透過半をTtとしたとき，イメージ改善係数はTp^2/Ttで表される．(71)

□ 散乱X線除去グリッドの中間物質にはアルミニウムが用いられる．(65)

□ 乳房撮影用グリッドの使用距離限界距離は一次X線透過率が80%となる距離である．(72)

〔5〕イメージングプレート

□ $BaFBr:Eu^{2+}$はイメージングプレートに用いられる輝尽性蛍光体である．(66, 64, 63)

□ He–Neレーザー光（赤色）はイメージングプレート読み取りに使用される．(71, 67, 64)

□ 輝尽励起光のエネルギーは輝尽発光より小さい．(73)

□ 輝尽性蛍光プレートの有効発光時間は2～3 μsである．(73)

□ 輝尽性蛍光プレートの最頻発光波長は約400 nmである．(73)

□ フェーディング現象は画質に影響する．(71, 67)

□ 温度が高いほどフェーディングが大きい．(72)

□ 読み取りを終えた輝尽性蛍光プレートに白色光を与えて情報を消去する．(71, 68, 67)

□ CRとFPDの画像性能を比較するのにDQEを用いる．(68)

〔6〕FPD

□ 直接変換方式ではアモルファスセレンを用いる．(72, 68, 67, 66, 63)

□ 直接変換方式は間接変換方式と比べて解像力が高い．(58)

□ 間接変換方式FPD装置ではシンチレータを用いる．(65)

□ 間接変換方式FPDではシンチレータの厚みは500 μm程度である．(68)

□ CsI:Tlは間接変換方式FPDに使われる蛍光体である．(67, 66)

□ Gd_2O_2S:TbはFPDに使用され，蛍光体からの発光を受光素子で電荷に変換する．(69)

□ 間接変換方式にはフォトダイオードが用いられる．(69)

□ 素子間の感度補正（キャリブレーションまたはゲイン補正）が必要である．(72, 63, 61, 60)

□ オフセット補正は素子から常時漏れてくる電荷などを補正する．(72, 67)

□ 欠損補正は欠損画素を周囲の正常画素により補間処理を行う．(72)

□ 検出器の素子サイズは100 μm程度である．(63, 60)

□ ダイナミックレンジは増感紙–フィルム系，I.I.よりも広い．(63, 60)

□ 半導体スイッチには薄膜トランジスタが利用されている．(67)

□ 画像読み取り部にはTFTアレイが用いられる．(70, 69)

□ X線変換層と画像読み取り部が一体化している．(69)

〔7〕造影剤自動注入器（インジェクタ）

□ MRIの造影剤自動注入器にシリンジタイプ造影剤を用いる．(68)

□ MRIに用いる造影剤自動注入器は超音波モータを使用している．(68)

□ 血管造影検査に用いる造影剤自動注入器はX線制御装置と連動する．(68)

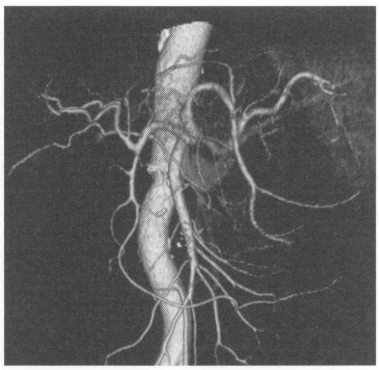
□ CTコロノグラフィでは炭酸ガス自動注入器が用いられる．(68)

□ X線CTにはデュアルインジェクタヘッドの造影剤自動注入器を使用する．(68)

〔8〕レーザーイメージャ

〔9〕3次元画像処理装置

□ 図Aに示す造影CT像から作成した再構成画像で用いられている画像処理法はvolume rendering（VR）法である．(69)



図A

合格テキスト

memo

■2.1.5　関連・付属機器

〔1〕X線機械装置

X線機械装置はX線透視撮影台，X線撮影台，保持装置などがあり，JISでは**図2.20**に示すような分類をしている．X線診断装置は数十～数百kgの重量があり，このような重量機器が被検者を挟んで配置されるため，各装置を安全に保持し連携した的確な動作が求められる．そのため100kgの負荷質量で正常に動作し，135kgの負荷質量に耐えること，使用時には10度以下の角度で転倒せず，あらゆる状態において5度以下で転倒しない．また，動く部分・危害を与える恐れのある部分の制御は，操作者が力を入れている間だけ動作するデッドマン形制御であることなどがJISで規定されている．一般的に使用するスイッチ類や注意喚起が必要な部分はメーカーを問わず統一記号（機器図記号）で示すこととされており，一般機器・放射線機器を合わせると百数十種類に及ぶ（**図2.21**）．

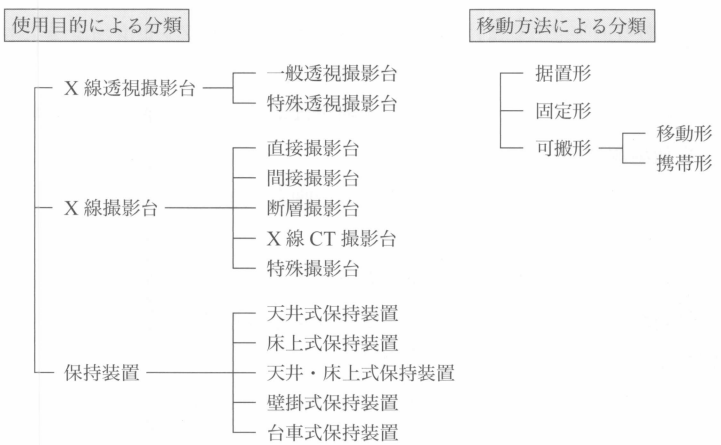


図2.20　医用X線機械装置の分類

過去問データベース

■2.1.6　X線装置システム

〔1〕一般X線撮影装置

〔2〕X線透視撮影装置

□近接式は遠隔式に比べ術者の被ばくが多い．(68)

□アンダーテーブルX線管形はオーバーテーブルX線管形に比べ術者の被ばくは少ない．(68)

□オーバーテーブルX線管形はアンダーテーブルX線管形に比べ患者の体位変換が容易である．(68)

〔3〕X線断層撮影装置

□乳腺トモシンセシスの空間分解能はX線CTより高く，患者被ばく線量はX線CTより少ない．(73)

〔4〕循環器用X線装置

□Cアームは循環器用X線装置に使用される．(66)

□Ωアームは循環器用X線装置で使用される．(67)

〔5〕乳房用X線装置

□圧迫板，自動露出機構は乳房X線撮影装置の構成要素である．(62, 60)

□乳房用X線装置ではCアームが使われる．(62)

□乳房X線装置の焦点はモリブデンを用いる．(65, 61)

□Moターゲットの特性X線は，17.5 keV，19.5 keVである．(70, 64)

□付加フィルタにはモリブデンが使われる．(67, 66)

□密着撮影では運動グリッドが使用される．(64)

□焦点寸法は0.1～0.3 mmが標準である．(71, 70, 66, 65, 64)

□ヒール効果を利用して撮影する．(66)

□放射窓にはベリリウムを用いる．(71, 70, 66, 64)

□圧迫板を用いて圧迫撮影を行う．(67, 66)

□デジタル装置の画素サイズは50～100 μm程度である．(67)

□デジタル装置ではインバータ式が使用される．(67)

□乳房用X線装置では胸壁側に陰極が配置されている．(71)

□乳房用装置のX線管焦点検出器間距離は65 cm前後である．(71)

□FPD装置ではタングステンターゲットも使用される．(70, 67)

□フィラメント–ターゲット間距離は一般撮影用X線管よりも短い．(70)

〔6〕集団検診用X線装置

□集団検診用X線装置ではミラーカメラが使われる．(62)

〔7〕可搬形X線撮影装置

□移動形と携帯形がある．(70, 66)

□インバータ式が主流である．(70, 66)

□FPDを搭載した装置がある．(70, 66)

□電池エネルギー蓄積形が多い．(70, 66)

□15～30 kW程度の出力の装置が多い．(70, 66)

〔8〕骨密度測定装置

□骨塩定量測定法で大腿骨頸部はDXA法で腰椎はQCT法で測定できる．(63)

〔9〕歯科用X線装置

□セファロX線装置は歯科用規格撮影に使われる．(64)

□口内法撮影装置にはインバータ式高電圧装置を搭載した装置がある．(70)

□スリットはパノラマX線装置に使用される．(70, 66, 64, 62)

□検出器にCCDセンサを用いているパノラマX線装置がある．(67)

□歯科用パノラマ断層撮影装置の撮影時間は10秒前後で，撮影管電圧は70 kV前後である．(71)

□歯科用パノラマ断層撮影装置の焦点皮膚間距離は15 cm以上必要である．(73, 71)

□歯科用コーンビームCTの検出器にI.I.とCCDの組合せを用いたものがある．(65)

合格テキスト

■2.1.6　X線装置システム

memo

〔1〕一般X線撮影装置

胸部・腹部や全身の骨のX線写真など，いわゆるレントゲン写真を撮る単純直接撮影用のシステムが一般X線撮影装置である（**図2.32**）．最小限の装備としてX線発生装置とIPまたは増感紙–フィルムのカセッテ一式，画像読取り装置または現像機があればシステムが成立する．これに加えて，立位と臥位の撮影台を装備するのが一般的である．

撮影件数が少ない施設では，立位撮影台はカセッテ保持部が上下に可動式の

■2.1.7 X線CT装置

〔1〕撮影原理

□画像再構成の方法としてフィルタ補正逆投影法がある．(67)

□CT値の校正のためにキャリブレーション補正を行う．(67)

□被写体による線質硬化でCT値は変化する．(64)

□水のCT値を0として，空気のCT値は−1,000 HUである．(69, 64)

□X線の減弱係数が水の1.2倍である組織のCT値は200 HUである．(69)

□CT値が50 HUである物質のX線減弱係数μ_aと水のX線減弱係数μ_wとの比μ_a/μ_wは1.05である．(72, 70)

□灰白質のCT値は白質より高い．(69)

□甲状腺のCT値は筋肉より高い．(69)

□造影効果を高めるには管電圧を低くする．(71)

□1回転当たりの投影データ数を増加させるにはX線管の回転速度を低くする．(71)

□仮想的な非造影画像を作成するためにはdual energyで撮影する．(71)

□単列検出器のヘリカルCT装置で，ビームコリメーション10 mm，ピッチファクタ2で撮影する場合，X線管球1回転あたりのテーブル移動距離は20 mmである．(65)

□スライス厚0.625 mm，64列マルチスライスCT装置で，1回転0.5秒，テーブル移動速度8 cm/sの撮影をしたときのビームピッチは1である．(73, 71, 69)

□ヘリカルスキャンの補間には線形補間法を用いる．(67)

□180度補間法は360度補間法よりも実効スライス厚を薄くできる．(71)

□ヘリカルピッチが大きい場合，撮影時間は短く，被ばく線量は少なく，実効スライス厚は厚くなり，体軸方向の分解能は低下する．(71, 67)

〔2〕システムの構成と特徴

□検出器の多列化とスリップリング機構は造影CTで冠動脈を描出するのに必須となる技術要素である．(62)

□心臓CTは心電図同期を用いて行う．(73)

□X線CT装置の検出器には半導体素子が使われる．(60)

□X線CT装置のガントリとチルト機構は関係がある．(65)

□X線管，X線検出器，コリメータ，ビームトリマはX線CT装置のガントリ回転部に含まれる．(66)

□検出器ではX線を電気信号に変換する．(66)

□データ収集システム（DAS）が検出器の出力を最初に受ける．(68)

□自動露出機構は患者被ばくの低減に寄与する．(73, 72)

□自動露出機構は部位や体型に応じて管電流を制御する．(72)

□自動露出機構は骨盤部では中腹部よりも線量を多くする．(72)

□自動露出機構は肺底部では肺尖部よりも線量を少なくする．(72)

□自動露出機構は位置決め用スキャンデータから照射する線量を求める．(72)

□ボーラストラッキングすることで時間濃度曲線を得て最適タイミングで撮影開始することができる．(73)

<マルチスライスCT>

□シングルスライスCTよりもコーン角が広い．(67)

□複数のDAS（data acquisition system）を有する．(67, 63)

□コーン角を考慮した再構成法が必要である．(71)

□精度の高い等方性画像（アイソトロピックイメージ）が得られる．(67)

□最終的な画像スライス厚は検出素子列の組合せで決まる．(58)

□コリメータの役割として不要な被ばく低減，X線ビームのプロファイル制御がある．(66)

□スリップリング機構を採用している．(66)

□患者寝台は精密な移動速度が要求される．(66)

□ガントリの円筒状フレームは遠心力に耐える能力がある．(66)

〔3〕システムの性能　性能評価

□ヘリカルスキャンではオーバースキャンニングによって被ばくが増加しやすい．(71)

□ヘリカルCTでスライス厚，寝台移動速度，ヘリカルピッチは体軸方向の空間分解能に関係する．(73, 63, 61)

□CTDI，ノイズ，スライス厚，空間分解能，低コントラスト分解能はX線CT装置の点検項目である．(69, 68, 67, 65, 60)

□JISのX線CT性能評価で空間分解能はステンレス鋼線を用いたファントムで評価する．(63)

□JISのX線CT性能評価でCT線量指数はメタクリル樹脂ファントムで測定する．(63)

□重み付けCTDI（$CTDI_w$）の定義式は$CTDI_w = a \times CTDI_c + b \times CTDI_p$で示される．係数$a$，$b$の正しい組合せは1/3，2/3である．ただし，$CTDI_c$はファントム

中心におけるCTDI，$CTDI_p$はファントム周辺におけるCTDIである．(61)

□ X線CT装置で中心値CTDIが10 mGy，周辺値CTDIが15 mGyのとき，重み付けCTDIは13.3［mGy］である．(60)

□ CTDI（computed tomography dose index）は管電流に比例する．(58)

□ DLPはCTの線量指標である．(71)

〔4〕システムの性能　アーチファクト

□ X線CTでシャワー，ストリークは，特定の回転角度の投影データが不良の場合に発生する．(62)

□ リング，シャワー，コーンビーム，ビームハードニングはCTのアーチファクトである．(70, 69)

□ リングアーチファクトが発生したら装置の調整や整備が必要である．(72)

□ カッピングアーチファクトはビームハードニング効果によるものである．(67)

□ 円形の被写体の中心部が低CT値になるのはカッピングアーチファクトである．(73)

□ X線CTにおいて，特定の検出器素子の感度異常によって生じるのはリングアーチファクトである．(71)

□ ヘリカルピッチが大きい場合，風車状アーチファクトは出現しやすくなる．(67)

□ ピッチ係数（ピッチファクタ）が大きいほどアーチファクトは出やすい．(71)

□ エリアシングの影響は画像再構成間隔をスライス厚よりも小さくすることで抑制できる．(71)

□ CTにおいてスライス厚の減少は部分体積効果を減少させる．(73)

□ 金属アーチファクトを抑制するには管電圧を高くする．(71)

合格テキスト

■2.1.7　X線CT装置

memo

〔1〕撮影原理

X線computed tomography（CT）装置は，被写体のX線透過情報を多方向から得て，512×512マトリクスの各画素（ピクセル）のCT値を計算で求めて横断像を再構成するものである．CT値（HU：hounsfield unit）は次式で求められる．

$$\text{CT値} = \frac{\mu_t - \mu_w}{\mu_w} \cdot k \qquad (2.22)$$

ここでμ_tは対象物の線減弱係数，μ_wは水の線減弱係数，kは定数で通常は1,000が用いられる．したがって，水のCT値は0，空気のCT値は−1,000となり，水よりX線吸収が少ない脂肪などはマイナスのCT値を示す．軟部組織は0～100の範囲に集中し，正常なCT値は白質＜灰白質，胆のう＜肝臓，筋肉＜甲状腺の関係にある．骨や造影剤は100以上の高いCT値を示す．常に水のCT値が0で計算されるように，定期的に水ファントムを撮影してCT値を校正する必要があり，この操作をキャリブレーションという．

画像再構成の方法としては，フィルタ補正逆投影法，コンボリューション逆投影法，逐次近似法，フーリエ変換法などがあるが，フィルタ補正逆投影法が主流である．フィルタ関数を変えることで特定の空間周波数成分を強調した画像再構成が可能で，骨や肺では高分解能CT（HR-CT）に利用される．近年では，低線量での撮影でもノイズの少ない画像が得られる逐次近似法が臨床応用されている．またマルチスライスCTでは体軸方向へのX線ビームの広がりを考慮したフェルドカンプ再構成法などが同時に利用されている．

スキャン方式には，同一断面上でX線管を1回転させるコンベンショナルスキャンと，X線管を連続的に回転させながら寝台を同時に動かすヘリカルスキャンがある（**図2.39**）．画像再構成には同一断面上の投影データが必要なため，ヘリカルスキャンでは前後の投影データから補間計算により求める．360度補間と180度

■2.1.8 MRI装置

〔1〕撮影原理

□ ラーモア周波数は静磁場強度と比例関係にある．(68, 62)

□ 1.5 T MRI装置でのラーモア周波数は63.9 MHzである．(63)

□ 1.5 Tでの水素原子核の共鳴周波数を64 MHzとしたとき，7 TのMRIにおける水素原子核の共鳴周波数は約299 MHzである．(69)

□ T（テスラ）は磁束密度の単位である．(61)

□ MRIにおいて，スライス厚の増加，加算回数の増加，狭いバンド幅，FOVの増加，TRの延長，TEの短縮はSN比を上昇させる．(69, 64, 61)

□ MRIにおいてパラレルイメージングの使用はSN比を低下させる．(69, 64)

□ 3.0 T MRI装置のSN比は1.5 Tの2倍になる．(73, 63)

□ MRI検査時に発生する大きな音は傾斜磁場コイルが振動する音である．(70, 61)

□ SE法でプロトン密度，縦緩和時間，横緩和時間，拡散定数はMR画像のコントラストに影響を与える．(66, 60)

□ 励起（フリップ）角度を小さくすることは，比吸収率（SAR）増加の抑制法として有効である．(65)

□ ハーフフーリエ法を用いるとSN比は低くなる．(73)

□ 静磁場強度の低い装置を使用することやスライス数を少なくすることはSARを低くするのに有効である．(70)

□RFパルスは横磁化を発生させる．(72, 67)

□ スライス位置はRFの周波数で決まる．(72, 67)

□ スライス厚は傾斜磁場勾配を強くすると薄くなる．(72, 67)

□ T_1は磁場が強いほど長くなる．(73, 72, 68, 67, 66)

□ 磁気回転比は核種に固有な定数であり磁場強度で変化しない．(73)

□ 肝臓のT_2^*は筋肉，肝臓，脳脊髄液の中では最も短い緩和時間である．(70)

□ MRIにおいて，ある物質のT_1，T_2，T_2^*の値の関係は，$T_1 > T_2 > T_2^*$である．(71)

□ 3 T MRIは1.5 T MRIに比べ化学シフトアーチファクトが大きい．RF磁場（B_1）不均一の影響を受けやすい．(73, 66)

□ 高磁場装置ほどラジオ波の組織内浸透距離は短くなる．(68, 67)

□ 3 T MRIは1.5 T MRIに比べてSN比は高いが磁化率効果が増強する．(68, 66, 61)

□ 3 T MRIは1.5 T MRIに比べSARが上昇する．(73, 68, 66)

□ SARの単位はW/kgである．(66)

□ SARはJIS規格で上限値が定められている．(64)

□ 傾斜磁場出力（dB/dt）はJIS規格で上限値が定められている．(64)

□ MRI撮影中にクエンチが発生し検査室のドアが開かなくなった場合，検査室の窓ガラスを割るのが適切な対応である．(65)

□ 騒音，静磁場強度，高周波出力，傾斜磁場出力はMRIの安全性と関係がある．(63)

〔2〕システムの構成と特徴

□ シムコイル，高周波送信器，傾斜磁場コイル，冷凍機用圧縮機，クライオスタットは超伝導MRI装置の構成要素である．(67)

□ 高周波回路系送信部はRFパルスを生成する．(70)

□ 超伝導の静磁場コイルは液体ヘリウムに浸されている．(68)

□ 超伝導状態にある電磁石の電気抵抗は0である．(73)

□ 液体のヘリウムは不燃性である．(73)

□ 気体のヘリウムは空気より軽く無色透明である．(73)

□ 超伝導磁石の静磁場方向は体軸に平行な装置が多い．(68)

□ 傾斜磁場コイルは静磁場コイルの内側に配置されている．(69)

□ 傾斜磁場コイルはx, y, zのそれぞれの方向に必要である．(69)

□ 傾斜磁場コイルでスピンの位置情報を付加できる．(70)

□ 渦電流は希望する傾斜磁場に拮抗する磁場を形成する．(59)

□ 超電導磁石方式でクエンチが発生すると冷却剤の沸騰蒸散の危険がある．(63)

□ 永久磁石は超電導磁石に比べ維持費が安い．(68)

□ シミングとは静磁場の均一性を高めるために行われるMRI装置の調整である．(63)

□ アクティブシールドは静磁場に拮抗する磁場で漏洩磁場を遮へいする．(63)

□ 永久磁石装置では恒温対策を必要とする．(68, 63)

〔3〕システムの性能

□ スリューレートの単位は$T \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$である．(69)

□ 最大傾斜磁場の単位は$T \cdot m^{-1}$である．(69)

□ JISによるMRI用ファントムを用いた日常点検項目にSN比，均一性，スライス厚，空間分解能，幾何学的歪みがある．(69, 61)

□ 化学アーチファクトは水と脂肪との接触面で生じる．(58)

□ SE法，GRE法では化学アーチファクトは周波数エンコード方向にみられる．(58)

□ EPI法では化学アーチファクトは位相エンコード方向にみられる．(71, 58)

〔4〕コイルの種類と性能

□ RFコイルは受信コイルとして機能する．(70)

□ MRIのphased array coilではコイルユニットは複数である．(68, 62)

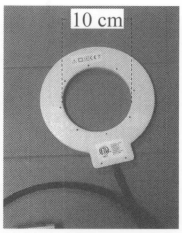
□ フェーズドアレイコイルはコイルから離れた部位のSNが低くなる．(68)

□ フェーズドアレイコイルはパラレルイメージングを行う際に使用される．(68)

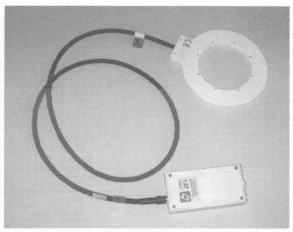
□ 円形表面コイルでは身体表層部の信号が飽和しやすい．(63)

□ **図A**に示すコイルを用いて，月状骨壊死に対する有効なMRI検査ができる．(65)

□ **図B**に示す5インチRFコイルは手掌の撮影に適する．(69)



図A



図B

合格テキスト

■2.1.8 MRI装置

〔1〕撮影原理

(1) 基本原理

MRI（magnetic resonance imaging）は水素原子核が持つ微小磁気が静磁場内に置かれた時に生じる回転運動（歳差運動）が，この周波数に一致する電磁波（RF：radio frequency）に共鳴してエネルギーを吸収，放出する現象を利用している．歳差運動の周波数（ラーモア周波数）ω_0［MHz］と静磁場強度（磁束密度）B_0［T］には比例関係が成り立ち，ラーモアの方程式と呼ばれる．

$$\omega_0 = \gamma B_0 \qquad (2.26)$$

ここで，γは磁気回転比［MHz/T］といい核種に固有な定数で，水素（プロトン）の場合は42.6 MHz/Tである．

MRIでは静磁場方向に向いている磁化ベクトル（縦磁化）がRFの印加により傾けられ横磁化を生じる（励起）．RFが切られた直後から放出されるラーモア周波数と同じ周波数の電波を様々な方法で観測することで画像化を実現している．この電波の放出過程を緩和といい，**図2.43**のような指数関数で表すことができる．縦緩和（スピン-格子緩和），横緩和（スピン-スピン緩和），それぞれの時定数をT_1値，T_2値で表し，これらは組織や分子の組成や状態により異なり画像コントラストを形成する元となる．生体組織のT_1値は200～4,000 ms，T_2値は20～200 msの範囲がほとんどで，脳脊髄液の値が最も大きく実質臓器はその半分以下の値を持つ．一般に，T_1値はT_2値よりも長い値をとる．局所磁場不均一の影響を受けて観測される横緩和の時定数をT_2^*（T_2スター）と呼び，T_2値よりも短い値を示す．静磁場強度の上昇に伴い共鳴に寄与するプロトン数が増えるため，信号対雑音比（SN比）はほぼ静磁場強度に比例するといわれている．その他，磁場強度の上昇に伴う変化として，T_1値の延長，磁化率効果の増大，ケミカルシフト（アーチファクト）の増大，RF磁場（B_1）不均一の増大（RFの組織内浸透距離の短縮）などがある．

画像化にはRFと3つの傾斜磁場を組み合わせたパルスシーケンスが用いられる（**表2.6**）．スライス選択傾斜磁場の印加に合わせてRFパルスを照射することでス

memo

■2.1.9 超音波画像診断装置

〔1〕撮影原理

□反射波と透過波の割合は周波数とは無関係である．(61)
□圧電効果は超音波の送受信に関係する．(63)
□サイドローブは超音波のアーチファクトである．(61)
□骨・脂肪・空気の順で，固有音速は大きい．(72, 68, 60)
□媒質の密度は伝搬速度に影響する．(66)
□媒質の体積弾性率は伝搬速度に影響する．(66)
□伝播速度が異なる2つの媒質の境界に音波が斜めに入射すると透過波は屈折する．(72)
□同一物質中の音速は周波数によらず一定である．(73, 67)
□反射波と透過波の割合は媒質の音響インピーダンスと関係する．(66)
□音響インピーダンスが異なる境界では反射が生じる．(72)
□音響インピーダンスは媒質の密度と媒質中の伝搬速度の積である．(67, 66)
□骨，空気，血液，脂肪，筋肉の中で，骨の音響インピーダンスが最も大きい．(65)
□周波数が高いほど減衰が大きく，深部の映像化が困難である．(73, 68, 67, 66, 63)
□深部臓器を観察するためには低い周波数を用いる．(69)

〔2〕システムの構成と特徴

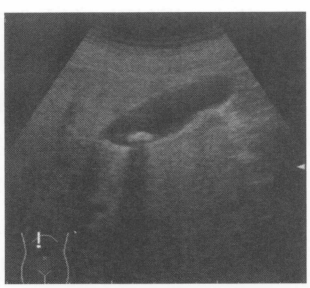
□送信回路，圧電素子，TVモニタ，ビデオプリンタは超音波画像診断装置の構成要素である．(60)
□ゲインはエコーの強度を全体的に調整する．(63)
□ダイナミックレンジを広くすると画像のコントラストが低くなる．(69)
□深部の減衰を補正するために感度補正（STC）の調整をする．(69, 68)
□Mモードは心室壁運動の評価に適する．(66)
□音響レンズにはシリコンが使用される．(73, 67, 63)
□音響レンズは超音波を集束させる役割を持つ．(64)
□振動子，整合層，音響レンズ，バッキング材は探触子の構成部品である．(68)
□ドプラ法で血流エコーを主に生じているのは赤血球である．(72)
□カラードップラーでは探触子に近づく血流を赤で表示する．(68)
□Doppler（ドプラ）法において，送信周波数5 MHz，ドプラシフト周波数1 kHz，音速1,500 m/s，超音波入射方向と血管走行方向のなす角度が60度のときの血流速度は30 cm/sである．(69)
□血流方向に対して60度で超音波を送信したところ，周波数が100 ppmズレて受信された．生体中の音速を1,500 m/sとしたとき，この場合の血流速度は15 cm/sである．(72)

〔3〕システムの性能

□フレームレートは時間分解能を表す．(65)
□高周波数プローブは超音波画像診断装置の距離分解能を向上させる．(62)
□パルス幅が短いほど距離分解能はよくなる．(73, 72, 65, 63)
□一般に距離分解能のほうが方位分解能に比べ高い．(59)
□距離分解能とは超音波ビームの進行方向に並ぶものを識別する能力をいう．(67, 65)
□方位分解能とは超音波ビームの垂直方向に並ぶものを識別する能力をいう．(65)
□方位分解能は振動子の口径が大きく周波数が高いほど向上する．(73, 63)

〔4〕探触子の種類と性能

□プローブ周波数が高いほど表在組織の検査に適している．(72, 63)
□乳腺や頸動脈などの体表臓器にはリニア型の超音波プローブによる観察が適している．(73)
□心臓の超音波検査ではセクタ式プローブを選択する．(64)
□心エコー検査用のセクタ型プローブではBモードと，Mモードやドップラ法の同時施行ができる．(71)
□心エコー検査用のセクタ型プローブは狭いエコーウィンドウからの観察に適し，深部よりも体表近くの空間分解能が高い．(71)
□コンベックス式探触子では複数の振動子が扇状に配列されている．(69, 68)
□腹部の体外式超音波検査では5 MHz近辺の周波数が用いられる．(71)
□ラジアル走査は消化管や血管内に挿入する細径の超音波プローブで最も多く用いられる．(70)
□**図A**に示す超音波画像の走査方式はコンベックス走査である．(69)



図A

過去問データベース

■2.1.10　眼底写真撮影装置（無散瞳）

〔1〕撮影原理

□無散瞳眼底写真は可視光で撮影し，写真はカラー画像である．(65, 63)

□無散瞳眼底写真は赤外光で位置合わせを行う．(63)

□無散瞳眼底写真撮影装置の撮影画角は45度である．(63, 62)

□無散瞳眼底写真撮影装置は自然散瞳で使用する．(64)

〔2〕システムの構成と特徴

□最も眼底に近いのは対物レンズである．(68, 64)

□被検眼からカメラまでの構造は，対物レンズ→有効ミラー→撮影レンズの順である．(72)

□対物レンズ，接眼レンズ，リレーレンズ，フォーカスレンズは眼底カメラに用いられる．(61)

□対物レンズ，有孔ミラー，ストロボランプ，リング状スリットは無散瞳眼底カメラの構成要素である．(67)

合格テキスト

■2.1.10　眼底写真撮影装置（無散瞳）

memo

〔1〕撮影原理

眼底は人体の中で唯一，体外から直接血管を観察できる部位で，動脈硬化などの血管病変を早期に発見し，高血圧，糖尿病，脳卒中といった生活習慣病のスクリーニング，経過観察に有用である．眼底写真撮影装置（眼底カメラ）には，散瞳型と無散瞳型の2種類があるが，散瞳眼底カメラは散瞳剤の点眼が必要で，精密検査目的で医師が行う．検診目的に使用されるのは無散瞳型眼底カメラである．

眼球の構造は**図2.51**のようになっており，眼球内を観察するには瞳孔を通して内部を照明する必要がある．眼底カメラでは照明用の光路と撮影用の光路は同軸にとる．しかし，人間の目は虹彩により入射光量を調節するため，明るい光で内部を照明すると瞳孔が閉じてしまい，観察窓が狭くなってしまう．そのため無散瞳眼底カメラでの撮影は，被検者を薄暗い検査室でしばらく待機させて自然散瞳させる．その状態で，目には感じない赤外線で内部を照明し，位置合わせ，ピント合わせを行ったのち，撮影時のみ可視光線を用いる．

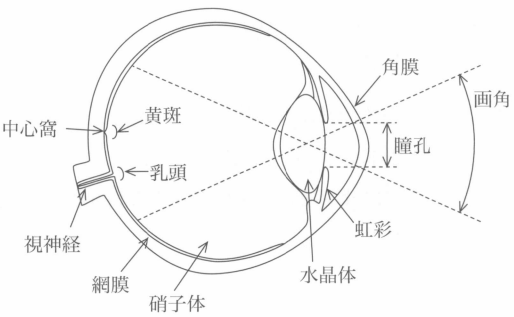


図2.51　眼球の構造

水晶体，硝子体を通して眼底を観察すると，乳頭から樹枝状に分岐した動静脈が網膜上に見える．乳頭から約15度耳側には黄斑，中心窩が観察される．十分に瞳孔が開いていれば撮影範囲を広くとることができ，無散瞳眼底カメラでは画角45度が一般的に用いられる．

〔2〕システムの構成と特徴

眼底写真を撮影するときは，被検者は顎受け（あご）と額当て（ひたい）で頭部を固定した状態で，眼底カメラの対物レンズの前に片方の目が位置するように座らせる．眼底を照らす光は，位置合わせの時にはフィルタにより赤外線のみを抽出して使用する．撮影時には可視光を使用するが，ストロボ撮影のため撮影光源を別に持つ装置もある．照明光は中央に穴のあいた有孔ミラーで反射し対物レンズを通過し眼球に達する（**図2.52**）．

■2.1.11　品質・安全管理

〔1〕受入と保守

□受入試験，不変性試験は，JIS Z 4752「医用画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法」に定められている．(73, 64)

□不変性試験は使用者または代理人が行う．(66)

□不変性試験の担当者は診療放射線技師である．(66)

□不変性試験の基礎値は現状試験直後の最初の不変性試験の値を用いる．(66)

□不変性試験は機器の構成要素の性能変化を早期に発見する．(66)

□不変性試験は機器の性能が設定基準を満足していることを確認する．(66)

□幾何学的特性，受像面へのX線入力，X線像全域の光学的濃度，X線源装置からのX線出力は，直接撮影用X線装置の不変性試験項目である．(67)

□高コントラスト解像度は直接撮影用X線装置の不変性試験（JIS Z4752-2-11）項目で試験頻度は3か月である．(70)

□直接撮影用X線装置の不変性試験において，X線像全域の光学的濃度差は基礎値の±0.1以内である．(72)

□直接撮影用X線装置の不変性試験において，表示された焦点受像器間距離は表示値の±1%以内である．(72)

□直接撮影用X線装置の不変性試験において，自動露出制御試験における受像面へのX線入力は基礎値の±15%以内である．(72)

□直接撮影用X線装置の不変性試験において，X線照射野サイズの数値表示の正確さは焦点受像器間距離の±2%以内である．(72)

□直接撮影用X線装置の不変性試験において，マニュアル制御試験におけるX線源からのX線出力は基礎値の±20%以内である．(72)

〔2〕管理体制と対策

〔3〕関係法規

□医療法施行規則で定められているX線管焦点皮膚間距離は，歯科用パノラマ装置で15 cm以上，定格70 kV以下の口内法用装置で15 cm以上，移動型装置で20 cm以上，X線CT装置で15 cm以上，乳房用X線装置（拡大撮影時）で20 cm以上である．(73, 64, 62, 60)

□乳房用X線装置（定格50 kV以下）の総ろ過は0.5 mm Al当量以上である．(63)

□患者入射線量は通常透視で50 mGy/min以下である．(73, 63)

□一般X線撮影装置の漏れX線は焦点から1 mの距離で1.0 mGy/h以下である．(64)

〔4〕JIS規格

□透視用X線装置の規格（JIS Z4751-2-43）で，高線量率透視制御を備える装置にあっては最大空気カーマ率が125 mGy/minに制限される．(73)

□透視用X線装置の規格（JIS Z4751-2-43）で，透視用積算タイマは透視中に一定時間が経過した場合に警告音を発することとされている．(73)

□JISで高電圧発生装置とX線制御装置はX線高電圧装置に含まれる．(62)

□一般X線撮影装置の外装漏れ電流の許容値は0.1 mAである．(64)

□乳房用X線装置の圧迫器の動力による圧迫圧は200 Nを超えない．(59)

□患者に危害を加える恐れのある動く部分はデッドマン形制御とする．(73, 65)

□管電圧の許容差は±10%以内である．(58)

□管電流の許容差は±20%以内である．(58)

□管電流時間積の許容差は±(10% + 0.2 mA s)以内である．(63)

□X線可動絞りのX線と光照射野とのずれは焦点–光照射野間距離の2%以下にする．(64)

□X線可動絞りの最大照射野はSID 65 cmにおいて35 × 35 cmを超えない．(64)

□X線可動絞りの最小照射野はSID 100 cmにおいて5 × 5 cm以下である．(64)

□JIS規格における乳房用X線装置の管電圧の正確度は±5%以内である．(65)

□JIS規格におけるX線装置のX線出力の再現性（変動係数）は0.05以下である．(65)

□乳房用X線装置および乳房撮影定位装置の規格（JIS Z4751-2-45）で撮影用タイマの許容差は±(10% + 1 ms)以内で，管電流時間積の許容差は±(10% + 0.2 mAs)以内である．(70)

□乳房用X線装置等の規格（JIS Z4751-2-45）で，半価層は圧迫板は加えないで測定する．(71)

□乳房用X線装置等の規格（JIS Z4751-2-45）で，防護壁の減弱等量は0.08 mmPb以上とされている．(71)

□ 乳房用X線装置等の規格（JIS Z4751-2-45）で，余剰放射線の空気カーマは1回の照射あたり1μGy以下とされている．(71)

□ 乳房用X線装置等の規格（JIS Z4751-2-45）で，X線照射野は胸壁側の患者支持器の縁から2mmを超えてはならないとされている．(71)

合格テキスト

■2.1.11　品質・安全管理

memo

〔1〕受入と保守

医療機器の安全性確保，性能維持，故障の未然防止のため，機器の保守点検を計画的に実施することが重要である．性能試験には機器の設置時または大幅な改造を行った時点で仕様を満たしているかを確認する受入試験，性能パラメータの修正や部品の変更を行ったときなどに実施する現状試験，機器の性能が基準を満たすかを定期的に確認する不変性試験の3つがある．このうち不変性試験は，機器の性能が設定基準を満足することを確認する，または機器の構成要素の性能変化を早期に発見するために実施する一連の試験で，使用者が行わなければならない．この際，現状試験直後の最初の不変性試験で得られたパラメータの値を基礎値として試験結果を比較することにより品質管理を行う．

受入試験や不変性試験の具体的な試験方法はIEC（international electrotechnical commission）が規格化しており，順次JIS規格にも取り入れられている．診断用X線装置の主な不変性試験項目について**表2.13**～**表2.15**に示す．

表2.13　直接撮影用X線装置の不変性試験

試験項目		試験頻度
X線源装置からのX線出力		3か月
受像面のX線入力		3か月
幾何学的特性	表示された焦点受像器間距離	3か月
	X線ビーム軸とX線受像器との垂直度	
	X線照射野と光照射野の一致	
	X線照射野と受像器との一致	
	X線照射野サイズの数値表示の正確さ	
高コントラスト解像度		3か月
X線像全域の光学的濃度変化		3か月

表2.14　乳房用X線装置の不変性試験

試験項目		試験頻度
X線装置–画像性能	画像濃度	3か月
	アーチファクト	3か月
	高コントラスト解像度	6か月
X線ビーム–幾何学的特性		規定なし
圧迫器		6か月
乳房撮影用カセッテおよび増感紙	増感紙とフィルムの密着性	1年
	増感紙つきカセッテの相対感度	1年
乳房X線撮影用フィルムの濃度		乳剤番号変更時

表2.15　X線CT装置の不変性試験

試験項目	試験頻度
ノイズ，平均CT値，均一性	1か月
空間分解能	3か月
スライス厚	1か月
線　量	6か月
患者支持器の位置決め，患者位置決め精度	3か月

第3章 診療画像検査学

3.1 診療画像検査 □□□

過去問データベース

■3.1.1 MRI検査

□ MRIは検査中の体位変換は困難である．(62)

□ 人工内耳装着者の検査は禁忌である．(65)

□ MRI検査時は手や足を組まない．(71)

□ 湿布薬は火傷の原因になるため剥がす．(71)

□ 大腿や足首等，直接接する場合はクッション等をはさむ．(71)

□ SARを下げるのはフリップ角とスライス数である．(71)

□ 液体ヘリウムが気化して検査室内に白い煙のようなものが認められた．(73)

〔1〕 データ収集法と画像再構成

□ SARはデューティサイクルに比例して増加する．(73)

□ 脂肪はT_1強調像で高信号である．(64, 62)

□ 水はT_2強調像で高信号である．(62)

〔2〕 主なパルスシーケンス

□ スピンエコー法の撮影時間は繰り返し時間（TR）×位相エンコード数（Np）×加算回数（NEX）である．(66)

□ パラレルイメージング（PI）を使用した高速SE法の撮影時間は

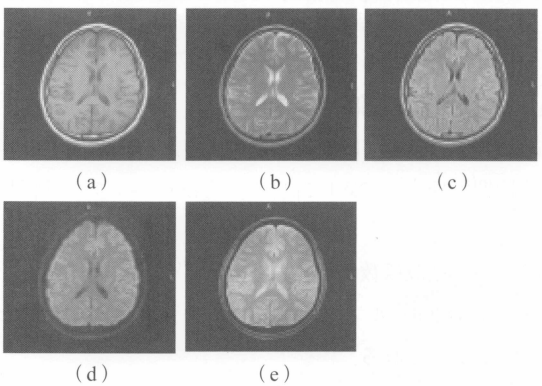
$$\frac{TR \times Np \times NEX}{\text{エコートレイン数（ETL）} \times \text{PIのリダクションファクター}}$$

である．(73, 71, 70, 69, 68)

□ SE法でTR，TEを短くすればT_1強調像が得られる．(59)

□ MR画像（**図A**）を示す．画像と名称との正しい組合せは（a）：T_1強調像，（b）：T_2強調像（T_2に比しT_2*は組織コントラストが低い），（c）：FLAIR（T_2系：白質（$T_1 > T_2$であるが脳脊髄液が抑制されている），（d）：poorな形態画像拡散強調像，（e）：T_2*強調像（T_2系であるがコントラストが低い）である．

正常脳画像の撮像法の区別は脳室（T_1系：低，T_2系：高），白質（$T_1 > T_2$）により区別し，信号抑制の有無（脂肪：STIR，CHESS，脊髄液：FLAIR），poorな形態画像（DWI，ADC）を参考とする．(69)



（a） （b） （c）

（d） （e）

図A

□ 高速SE法はSE法と比較し，脂肪の高信号，辺縁のボケ，SARの上昇が見られるが，撮像時間は短く，磁化率効果の影響も少ない．(72, 69, 67)

□ 脳脊髄液の拍動はアーチファクトの原因となる．(65)

□ EPI法は磁化率効果を受けやすい．(72, 60)

□ 磁化率強調画像は静脈及び小出血巣の抽出に有用である．(64)

〔3〕 造影・非造影MRA

□ 渦流，乱流等による位相分散はTOF法MRAで血管内の信号低下の原因となる．(70, 65, 62)

□ 躯幹部の3次元造影MRAは1回の造影で胸部から骨盤部までを連続して撮影できる．(62)

□ PC法では位相差の大きさが流れの速度に比例する．(60)

□ TOF法の撮影には2次元法と3次元法がある．(60)

□ TOF法で脳実質の信号を抑制するため，MTパルスを使用する．(71)

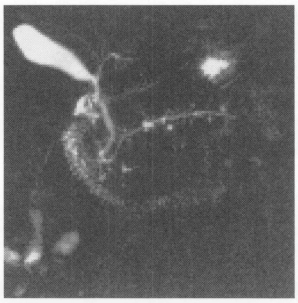
□ PC法はvelocity encodingの設定が必要である．(68)

〔4〕 MR hydrography（水強調画像）

□ MRCP検査は前日に低脂肪・低繊維の食事を必要としない．(62)

□ MRCPは完全閉塞した膵管の上流側の観察が可能である．(62)

□ MRCPは強いT_2（heavy T_2）強調画像である（**図B**）．(66, 62, 60)



図B

□ MRCPは最大値投影法（MIP）が有用である．(68)

□ MRCPは陰性造影剤を使用する．(72)

〔5〕拡散強調画像

□ 組織の水分子のブラウン運動の大きさを画像化する．(70)

□ 急性期脳梗塞はDWIで高信号，ADCマップで低信号となる．(71, 70)

□ 見かけの拡散係数が得られる．(71, 70)

□ b値はMPGパルス（傾斜磁場）の強度と印加時間と間隔から計算される．(73, 70)

□ DTI（diffusion tensor imaging）は拡散異方性を示す．(70)

□ 拡散強調画像のb値はMPGパルスの強度（大きさ）を示す．(66)

□ 拡散係数の差だけではなく，組織のT_2値の影響を受けることをT_2シャインスルーと呼ぶ．(71)

□ 生体では細胞密度の上昇による制限拡散によって拡散係数が低下する．(72)

〔6〕脂肪抑制画像

□ 拡散強調像では副腎は肝実質よりも高信号である．(73)

□ STIRは脂肪を抑制するための反転回復法である．(70, 65, 60)

□ STIRは磁場の不均一性の影響を受けにくい．(68)

□ FLAIRは液体を抑制するための反転回復法である．(70, 60)

□ 周波数の差を利用したCHESS法は高磁場装置に適している．(66)

〔7〕MRスペクトロスコピー（MRS）

□ MRスペクトロスコピーは，生体内の代謝情報を取得できる．(69)

□ ^{1}H-MRSでNAA（N-acetyl-L-aspartate）のピークは2.0 ppmに見られる．(68)

〔8〕ファンクショナルMRI

□ ファンクショナルMRIは脳機能画像である．(61)

□ ファンクショナルMRIは脳の活動に伴う血流変化を画像化している．(72, 66)

□ 運動野を描出するために，タスクとして指先の運動を行う．(71)

〔9〕アーチファクト

□ 折り返しアーチファクトの抑制にはオーバーサンプリングが効果的である．(62)

□ 金属アーチファクトは高磁場に比べ低磁場で軽減できる．(62)

□ 磁化率アーチファクトはTE短縮，スライス厚を薄くすることで軽減できる．(69, 67, 61, 60, 59)

□ 磁化率アーチファクトはSE法よりGRE法で強く，EPI（echo planar imaging）で最も大きい．(69, 61, 60, 59)

□ 磁化率アーチファクトは空気と組織等の境界面で起きやすい．(61, 60)

□ 磁化率アーチファクトは受信バンド幅を広げると軽減する．(69)

□ RFジッパーアーチファクトは励起RFパルスが受信データに混入して生じる．(60)

□ 水と脂肪組織では化学シフトアーチファクトが生じやすい．(60)

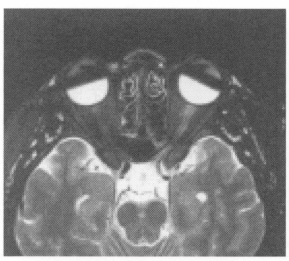
□ ケミカルシフトアーチファクトは受信周波数帯域幅を拡大することで減少する．(64)

□ ケミカルシフトアーチファクトは静磁場強度が高いほど大きくなる．(73, 70)

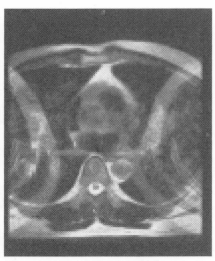
□ 腹部MRI検査のモーションアーチファクトの軽減方法を問う．(67)

□ 画像（**図C**）を示す．アーチファクトの原因はアイシャドーである．(59)

□ 折り返しアーチファクトの対処法の問題（**図D**）．折り返しアーチファクトは表面コイル，位相エンコード方向のオーバーサンプリングを使用する．折り返しアーチファクトは小さな表面コイル使用，FOVを広げる，オーバーサンプリングで対処できる．(64)



図C



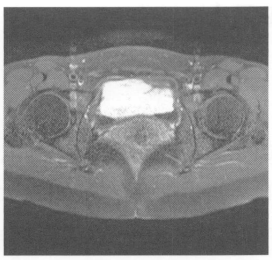
図D

□ 画像（**図E**）の矢印は歯科金属ブレース等による磁化率アーチファクトである．(66)

□ 画像（**図F**）は血流によるフローアーチファクトである．(67)



図E



図F

□トランケーションアーチファクトはピクセル径を小さくする（マトリクス数の増加，FOVを小さくする）ことで減少する．(71, 68, 64)

□モーションアーチファクトは位相エンコード方向に出現する．(71, 68)

□マジックアングルアーチファクトは短いTE（T_1強調，プロトン強調）で生じやすい．(70)

〔10〕造影剤

□細胞外液性造影剤はT_1，T_2緩和時間を短縮する．(72, 71)

□MRI造影剤の血中濃度と血液中の信号強度の直線相関は低い．(62)

□超常磁性体酸化鉄コロイドは細網内皮系に取り込まれる．(62)

□ガドキセト酸ナトリウム（Gd-EOB-DTPA）は投与後から徐々に肝細胞に取り込まれる．(72, 71, 68, 65)

□ガドキセト酸ナトリウム（Gd-EOB-DTPA）は投与後20分程度（肝細胞相）で正常肝細胞の信号がピークになり，肝細胞がん，転移腫瘍，肝のう胞へは造影剤が入らないため，低信号で描出される．(72)

□ガドキセト酸ナトリウム（Gd-EOB-DTPA）は尿と糞便中に排出される．(72)

□局所血流速度の増加はMR造影効果を低下させる．(61)

□MRI造影剤のガドリニウムはアナフィラキシー様ショックと腎性全身性線維症（NSF）がある．(72, 70, 61)

□MRI造影剤のガドリニウムは気管支喘息，重篤な腎障害には禁忌である．(72, 61)

□著しいeGFRの低下は，腎性全身性繊維症〈NSF〉の危険因子と考えられる．(73)

□MRI造影剤のガドリニウムは重金属イオンで毒性が強いためキレート化して使用する（そのままでは使用できない）．(61)

□MRI造影剤でガドリニウムはT_1緩和を短縮させる．(72, 67, 60)

□ガドリニウム（Gd）造影はある濃度以上になるとMR信号強度が低下する．(59)

□MRI造影剤でガドリニウムは常磁性体である．(67)

□クエン酸鉄アンモニウム製剤，塩化マンガン四水和物はMRI用経口消化管造影剤である．(71, 66, 64)

〔11〕脳脊髄

□脳脊髄液はT_2強調像で高信号．(70)

□脊椎のレベルは矢状断像で決定する．(70)

〔12〕頭頸部

□脳脊髄液は側脳室・第三脳室・第四脳室の脈絡叢で産生される．(73)

□脳室の解剖的位置関係を覚える．(67)

□頭蓋内の解剖を覚える．(68, 67)

□頭部MRAの血管名を覚える．(70)

〔13〕胸　部

□乳腺MRIは，腹臥位で撮像する．(70)

□乳腺MRIの撮像法はT_1強調像，脂肪抑制T_2強調像，拡散強調像，造影脂肪抑制T_1強調像である．(70)

〔14〕腹　部

□副腎腫瘍の診断はin-phaseとopposed-phaseのマルチエコーGRE法で撮像する．opposed-phaseで信号が低下すれば副腎腺腫である．(68, 67)

□MRCPは脂肪抑制T_2強調像を用い，MIP（maximum intensity projection）処理を行う．(70)

□女性骨盤，男性骨盤臓器の解剖的位置関係を覚える．(70)

□MRCPの適応疾患は，総胆管癌，胆嚢結石，膵癌，慢性膵炎などがある．(73)

〔15〕心臓・大血管

□Gd-造影剤ダイナミック撮影の動脈相では，腎皮質は腎髄質よりも造影効果が高い．(73)

□心筋評価のための心臓MRIは，シネ撮影，ファーストパス，遅延造影がある．(70)

〔16〕骨軟部・乳房

□肩関節の解剖を覚える．(70)

□膝関節の解剖を覚える．(70)

「3.1.1　MRI検査」参考文献

1）松本満臣，土井司編集：考えるMRI撮像技術，文光堂，2008
2）荒木力監訳：MRIの基本，第2版，メディカル・サイエンス・インターナショナル，2007
3）笠井俊文，土井司共編：MR撮像技術学，改訂3版，オーム社，2017
4）小倉明夫 他　編集：超実践マニュアルMRI，医療科学社，2010

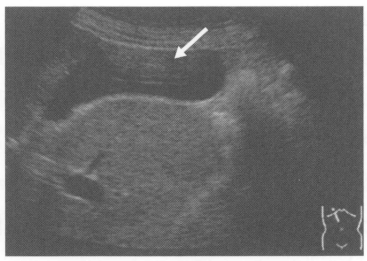
■3.1.2 超音波検査

〔1〕検査目的と検査方法

□体表面にエコーゼリーを塗る目的は効率よい超音波の送受信を行うためである．(69)
□エコーゼリーは使用前に保温すると良い．(71)
□超音波検査は非侵襲的である．(61)
□術者の技量により結果に差が生じる．(72, 61)
□Mモード法は対象物の時間的位置変化を表示する方法である．(68)
□超音波検査では頸動脈の内中膜複合体厚を計測できる．(63)
□血流解析にはドップラー法を用いる．(72, 63)
□超音波による骨塩定量の測定部位で最もよく用いられるのは踵骨である．(64)
□超音波ガイド下では経皮的生検やドレナージを目的とした穿刺術が行われる．(58)
□心臓ペースメーカーを装着している場合でも超音波検査が可能である．(68, 63)
□内視鏡や術中の超音波検査にはリニア電子走査法が用いられる．(60)
□超音波検査はリアルタイムでの観察が可能である．(63, 62, 61)
□超音波検査の適応となる疾患は脂肪肝，頸部動脈硬化症である．(62)
□超音波検査では，脂肪の多い人ほど臓器の描出が不明瞭になる．(69, 65)
□超音波検査は形態情報を得ることができる．(61)
□リニア電子走査の目的臓器は体表臓器である．(72, 60)
□検査体位には，臥位に加え，半坐位や立位がある．(71, 59)
□Bモード法やMモード法ではリアルタイムにモニタ上で画像が観察できる．(60)
□反射波が最も生じやすいのは音響インピーダンス差が大きい境界面である．(58)
□超音波画像は探触子に向かう血流を赤色で表示するように決めている．(58)
□超音波検査は軟部組織の描出が優れている．(58)
□超音波検査は断層面を自由に選択できる．(61)
□超音波検査は腸管ガスの影響を受けやすい．(61, 60)
□ラジアル走査では360°の視野画像が得られる．(65)
□血流解析には造影剤を必要としない．(67)
□Bモード法やMモード法ではパルス波を用いる．(69, 67, 66)
□乳癌，子宮筋腫は超音波検査の対象である．(60)
□探触子による適度な圧迫を加えて走査する．(71)

〔2〕アーチファクト

□超音波画像でみられるアーチファクトは鏡面現象である．(70, 63, 60)
□超音波画像でみられるアーチファクトは折り返し現象である．(60)
□レンズ効果は超音波の屈折により生じる．(73, 70, 63)
□多重反射により胆嚢内に生じるアーチファクトをコメットサインと呼ぶ．(62)
□矢印が示すアーチファクト（**図A**）の要因は多重反射である．(68)



図A

□超音波画像でみられるアーチファクトは多重反射である．(70, 66, 62, 60)
□音響陰影は超音波検査でみられるアーチファクトである．(70, 69)
□ミラージュ現象は超音波検査でみられるアーチファクトである．(64)
□超音波画像でみられるアーチファクトはサイドローブである．(66, 62, 60)
□外側陰影は超音波の屈折により生じる．(73, 66)
□鏡面現象は反射により生じる．(66)
□多重反射は超音波ビームが反射体の間を何往復も反射する現象である．(66)
□サイドローブは中心軸からはずれた方向に放射される弱い超音波ビームのことである．(66)
□後方エコー増強は超音波の減衰の少ない組織の後方エコーが増強する現象である．(72, 70, 69, 66)
□ドップラー超音波検査で発生するアーチファクトは折り返しである．(72, 67, 64)
□矢印が示すアーチファクト（**図A**）への対処方法はプローブによる圧迫強度を変える．反射面に対するビーム角度を変える．(59)
□打ち切りアーチファクトはMRI検査やCT検査にみられるアーチファクトである．(60)

□ 折り返しアーチファクト低減の対処方法は送信周波数を下げる．(72)

□ 折り返しアーチファクト低減の対処方法はパルス繰返し周波数を上げる．(72)

□ 折り返しアーチファクト低減の対処方法は超音波ビームの方向と血流方向のなす角度を大きくする．(72)

〔3〕造影剤

□ 微小気泡を含む超音波造影剤は肝臓検査に用いられる．(63, 61)

□ 超音波検査の造影剤として空気が用いられる．(68)

□ 超音波造影剤は腫瘤性病変に用いる．(73)

〔4〕心臓・大血管

□ 脳・心臓にはセクタ型プローブを用いる．(70, 67, 65, 60)

□ 心臓超音波検査での基本体位は左側臥位である．(70, 69)

〔5〕腹　部

□ 腸内ガスの増加を避けるため前処置として絶食を指示する．(63)

□ 膵臓を描出するために飲水法を用いる．(70, 65)

□ 腹部超音波検査は坐位でも検査ができる．(70, 60)

□ 肝臓にはコンベックス型プローブを用いる．(65, 60)

□ 胆嚢の収縮を防止するために検査当日は絶食とする．(68, 65, 63, 60)

□ 上腹部超音波検査ではコンベックス型プローブを使用する．(66, 65)

〔6〕骨盤腔

□ 骨盤内検査は膀胱に尿を溜めた状態で行う．(71, 70, 60)

□ 前立腺の検査は膀胱に尿を貯めた状態で行う．(67)

□ 前立腺の検査では体腔内ラジアル走査法が用いられる．(60)

〔7〕乳房・甲状腺・軟部組織

□ 乳腺超音波検査では絶食の必要はない．(70, 68)

□ 微細石灰化の描出はマンモグラフィの方が超音波検査よりも優れている．(63, 62)

□ 乳房超音波検査では強い圧迫は必要ない．(63, 61)

□ 乳房超音波検査は乳腺の発達した乳房における乳がんの描出に適している．(63)

□ 乳腺や甲状腺には電子リニア走査プローブを用いる．(73, 69, 65)

□ 乳房超音波検査では通常は水平走査と矢状走査の２方向である．(61)

□ 甲状腺の検査には腹部よりも高い周波数のプローブを用いる．(68)

□ 頸部用プローブの周波数は腹部用より高い．(72, 67, 65)

合格テキスト

■3.1.2　超音波検査

memo

〔1〕検査目的と検査方法

人体に超音波を入射し，生体組織から反射してくる超音波を電気信号に変換し，モニタに表示する検査法である．

＜モニタの表示方式＞

① A（amplitude：振幅）モード法
　音波の反射強度と時間（距離）との関係をグラフ表示．
　横軸に時間，縦軸に反射強度．

② B（brightness：明るさ）モード法
　音波の反射強度を明るさの変化に変換しモニタに表示．
　明るさと信号源の位置を２次元表示．

③ M（motion：動き）モード法
　動いている反射体からの音波の時間的な変化をモニタに表示．

④ ドップラー（Doppler）法
　ドップラー効果を応用して体内の血流情報を解析してモニタに表示．
　連続波ドップラー法，パルスドップラー法，カラードップラー法がある．
　・連続波ドップラー法（CWD）
　　音波の送信と受信を別々の素子で行い，連続して送受信する．
　　高速血流の測定が可能で折り返しアーチファクトが発生しない．

過去問データベース

■3.1.3　眼底カメラ検査

□無散瞳眼底カメラ検査では撮影終了直後から車の運転を許可してよい．(65, 64, 61)

□無散瞳眼底写真撮影では撮影前に眼振の有無を確認する．(63)

□無散瞳眼底写真撮影では両眼を開けた状態で眼の位置合わせを行う．(63)

□眼瞼下垂のある患者では上眼瞼を挙上した状態で撮影する．(63)

□無散瞳眼底写真撮影後のコンタクトレンズ装着に制限はない．(63)

□眼窩部のアルコール消毒は必要ない．(64, 61)

□眼底出血の診断に眼底写真が用いられる．(64, 61)

□無散瞳眼底カメラ検査の撮影光には白色光を使用する．(71, 64)

□無散瞳眼底カメラ検査では眼底後極部の観察が可能である．(64)

□無散瞳眼底カメラ検査の記録媒体にはポラロイドカメラやデジタルカメラが利用される．(64)

□高度の近視でもピントは合わせられる．(65)

□眼底撮影は両眼を撮影する．(67, 66, 62)

□無散瞳眼底写真撮影ではハードコンタクトレンズは外して撮影する．(64, 61)

□無散瞳眼底写真撮影で眼底の観察照明には赤外線が用いられる．(73, 72, 71, 69, 68, 64, 61, 60)

□照明光はリング状である．(71)

□無散瞳眼底写真撮影の撮影画角は45°程度である．(71, 64, 60)

□無散瞳眼底カメラ検査では左右を続けて撮影することは対光反射による縮瞳のため不適である．(65, 60)

□高感度CCDカメラを備えた装置では両眼連続撮影が可能である．(70)

□フレア，三日月状の画像は無散瞳眼底カメラのアーチファクトである．(58)

□緑内障は無散瞳眼底カメラ検査で確認できる疾患である．(65)

□無散瞳眼底写真撮影は前もって暗所で自然散瞳させた状態で行う．(73, 72, 70, 68, 67, 66, 65, 62, 60)

□撮影開始前に眼圧の測定を必要としない．(73, 67, 66, 62)

□無散瞳眼底写真撮影で黄斑部と視神経乳頭は重なって描出されない．(67, 66, 62)

□無散瞳眼底写真撮影時はまばたきしないよう指示をする．(67, 66, 62)

□瞳孔径が4 mm以上あれば撮影可能である．(73, 70)

□被検眼に最も近いレンズは対物レンズである．(71)

□撮影距離は眼底カメラを被検眼に近づけながら決定する．(70)

□アライメント調整とは眼球とカメラの光学系を一線化させることである．(70)

□レッドフリー画像は緑内障の診断に用いられる．(71)

合格テキスト

■3.1.3　眼底カメラ検査

memo

眼底カメラにて，瞳孔を通して眼の奥の網膜，血管，視神経乳頭，黄斑などの眼底（網膜）の状態を観察する．

眼底カメラには，散瞳剤を用いる散瞳型とそれを用いない無散瞳型がある．

＜検査方法（無散瞳型）＞

① 薄暗い部屋で自然散瞳を行い，撮影の準備をする．

② 額受けと顎受けで患者の顔面を固定する．

③ 前眼部位置合わせ：赤外線TVカメラによりモニタして，対物レンズと瞳までの距離と瞳孔の位置合わせを行う．

・距離合わせは対物レンズと瞳が離れた位置から近づく方向で行う．

・撮影可能な瞳孔径（約4 mm）まで散瞳しているかを確認する．

・瞼が重ならないか確認する．

この位置合わせ等が不適切な場合，ゴースト，フレア，三日月状陰影などのアーチファクトが生じる．

3.2 画像解剖 □□□

過去問データベース

■3.2.1 MR像

〔1〕正常像

□画像（**図A**）はア：視床，イ：中脳，ウ：小脳，エ：橋，オ：下垂体前葉を示す頭部T_1強調矢状断像である．なお，下垂体後葉は高信号であることに要注意する．(71, 69, 67, 62) → 3.2.1図3.14参照

□画像（**図B**）はア：膝蓋靱帯，イ：腓腹筋，ウ：前十字靱帯，エ：内側広筋，オ：後十字靱帯を示す．膝関節プロトン強調矢状断像で前十字靱帯を答える問題で靱帯，腱はPD，T_1，T_2，T_2*において低信号であり正常から逸脱した場合には高信号と成る．(70, 61) → 3.2.1図3.25参照

□MRA画像（**図C**）を示し，脳底動脈を答える問題．(72, 70, 65, 61)

□画像（**図D**）は横断像であり，第三脳室，側脳室前角・三角部が低信号（脳脊髄液），視床，被殻等の部位（基低核レベル）が抽出され，T_1強調画像（灰白質より白質がやや高信号となっている）．(67, 60) → 3.2.1 MR像〔1〕正常像，図3.9，3.15参照

□画像（**図E**）はA：外側溝（シルビウス裂），B：大脳脚（黒質網様層，内側毛帯を含む），C：側頭葉，D：小脳を示す．脳脊髄液によりT_2強調像（高）とT_1強調像（低）を区別する．(60) → 3.2.1 MR像〔1〕正常像，図3.14参照

□画像（**図F**）の矢印は4つあり膀胱，膀胱筋層，膀胱周囲脂肪組織か迷うところだが，選択肢は膀胱のみなので答えは膀胱となる．画像より股関節，直腸部位が抽出されている．(59)

□頭部T_2強調横断像（**図G**）で側頭葉を解答とする問題．脳脊髄液，眼球が高信号，脳底動脈flow void，図Gは灰白質＞白質であることよりT_2強調像であり，アは側頭葉の一部である．(69) → 3.1.1 MRI検査〔11〕脳脊髄，図3.14参照

□腰髄T_2強調矢状断像（**図H**）で脳脊髄液を答える問題．脳脊髄液（高い）骨髄（低い）椎間板（髄核は高い）よりT_2強調像であり靱帯，神経は低信号である．イは脳脊髄液であるために高信号である．馬尾神経は低信号となる．(70, 65) → 3.1.1 MRI検査〔11〕脳脊髄参照

□画像（**図I**）は頭部矢状断MR像．ア（脳梁膝部），イ（脳梁），ウ（脳梁膨大部），エ（視床），オ（中脳），カ（橋），キ（中脳水道）である．(69)

□画像（**図J**）は腹壁の脂肪が抑制されている，胃液が高信号であるので水抑制ではない．また胆嚢は抽出されず肝内血管が高信号であることより造影後である．正常膵実質はT_1で高信号を呈し，正常から逸脱した場合，低信号となるために，通常は脂肪抑制併用T_1強調像で撮像する．ア（膵臓），イ（胃），ウ（脾臓），エ（腎臓），オ（下行大動脈）である．(69)

□頭部T_1強調矢状断像（**図K**）で下垂体を解答とする問題．下垂体は後葉が高信号，前葉が脳実質と等信号となっていることが確認できる．(58) → 3.2.1 MR像〔1〕正常像，図3.14参照

□肩関節の斜めMR像（**図L**）で矢印の示す筋肉は棘上筋である．(66)

□頭部MR像（**図M**）は内耳道と乳突蜂巣が抽出されている．(66)

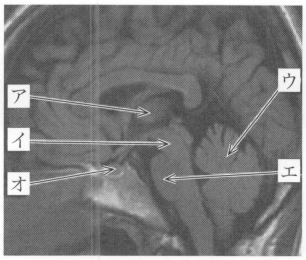
□骨盤部MR像（**図N**）はア（椎間板），イ（子宮体部），ウ（直腸），エ（膀胱），オ（恥骨）である．(71, 66)

□頸部MRA像（**図O**）はア（右椎骨動脈），イ（左鎖骨下動脈），ウ（左総頸動脈），エ（左外頸動脈），オ（右内頸動脈）である．(69, 66)

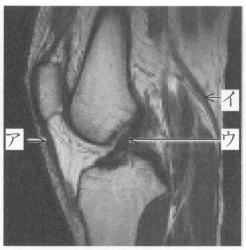
□胸部MR像（**図P**）はア（右心房），イ（右心室），ウ（左心室），エ（左心房），オ（下行大動脈），カ（脊髄）である．(71, 69)

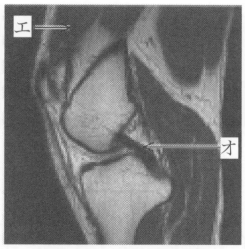
□頭部静脈MRA像（**図Q**）の矢印は上矢状静脈洞である．(73)

□手部MR像（**図R**）の矢印は有頭骨である．(73)

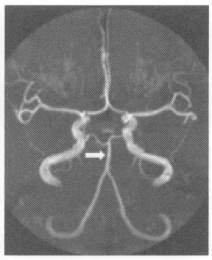


図A

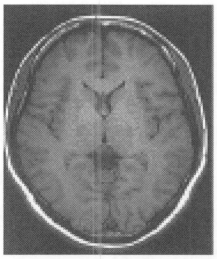




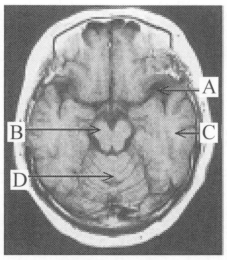
図B



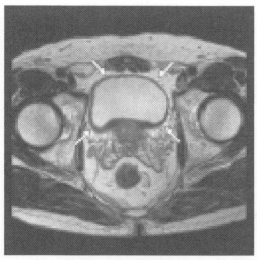
図C



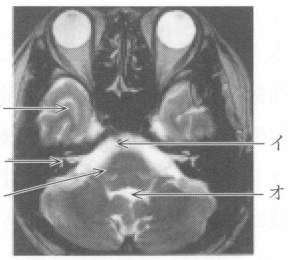
図D



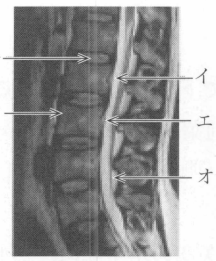
図E



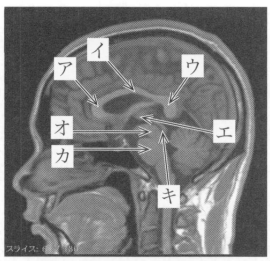
図F



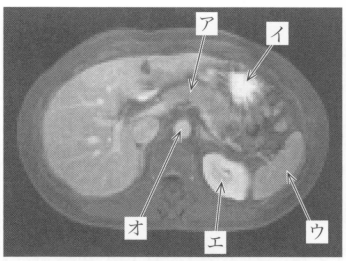
図G



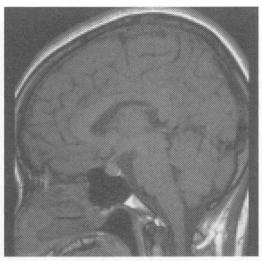
図H



図I

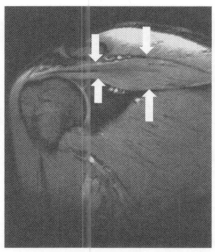


図J



図K

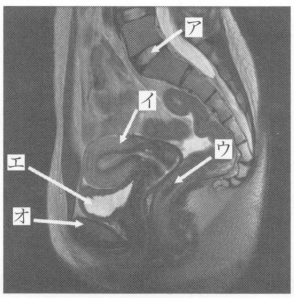
斜め冠状断像



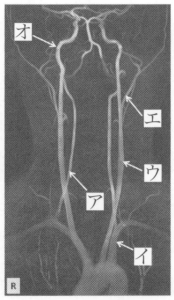
図L



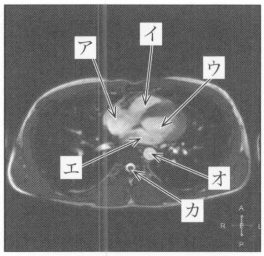
図M



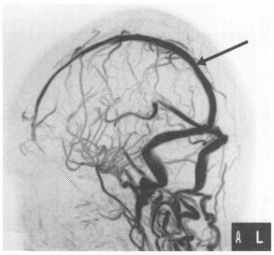
図N



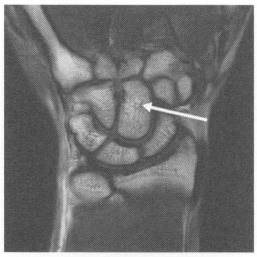
図O



図P



図Q　頭部静脈像



図R　手部 MRI

〔2〕異常像の形成要因と形状表現

〔3〕主要疾患像

□ 前立腺癌，アルツハイマー病においてMRIはCTより優位である．(61)

□ 拡散強調画像は脳梗塞が早期に抽出できる検査法である．(61, 60)

□ 超急性期脳梗塞部位は拡散強調画像で高信号，ADC画像で低信号を示す．(64)

□ 急性期脳梗塞と椎間板ヘルニアのMRIはCTより優位である．(61, 60)

□ 脳出血のMR像でT_1強調，T_2強調像がともに高信号になるのは亜急性期でヘム鉄が赤血球外メトヘモグロビンの時である．(71)

□ 膝の半月板損傷，靱帯損傷の診断においてMRIはCTより優位である．(65, 64, 60)

□ 子宮頸癌のMRIはCTより優位である．(65)

□ 子宮筋腫（＊印）を持つ患者の骨盤部MR画像（**図S**）でアは子宮内膜である．子宮はT_2強調像では比較的高信号の筋層とやや低信号の筋層（junctional zone），高信号の内膜の3層構造となる．(64) → 3.1.1 MRI検査〔15〕骨盤部参照

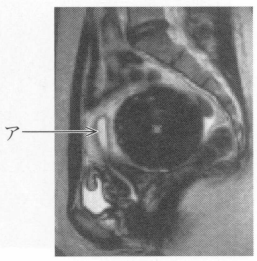
□ 脳動脈瘤好発部位は前交通動脈，中大脳動脈分岐部，内頸動脈–後交通動脈分岐である．(64)

□ 頭部MRA正面像（**図T**）の矢印で示す脳動脈瘤の部位は脳底動脈である．(66)

□ 左片麻痺患者の頭部MR像（**図U**）で病変が局在するのは橋である．(66)

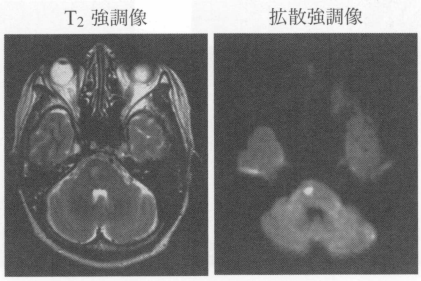
□ 頸部MR像（**図V**）はC5/6のレベルに椎間板病変がある．(66)

□ 膝関節のMR像（**図W**）の矢印で示す病変は内側半月板後角損傷である．(72, 66)

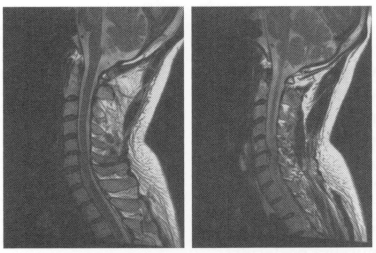


図S

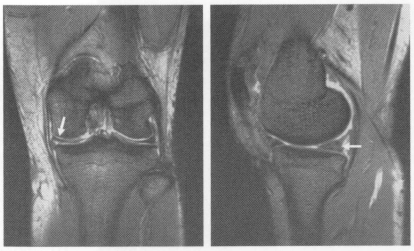

図T



図U



図V



図W

■3.2.2 超音波画像

〔1〕基本走査と正常像

□ 右季肋部斜走査では，門脈が描出される．(68)

□ 心臓の胸骨左縁左室長軸断層像では，左心房，右心室，僧帽弁，心室中隔が描出される．(71)

□ 心尖長軸像から約120°時計方向にプローブを回転すると心臓四腔断層像が描出される．(68)

□ 腹部超音波像（**図A**）は心窩部横走査で，膵の背側に脾静脈が描出されている．(73, 72, 65)

□ 腹部超音波像（**図B**）は右肋弓下走査である．(69, 64)

□ 心窩部縦走査（**図C**）では肝臓の左葉が描出されている．(63)

□ 心窩部縦走査（**図C**）のイは上腸間膜動脈である．(73, 63)

□ 脾臓を描出するためには，左肋間走査が適している．(65)

□ 膵臓を描出するには心窩部横走査を用いる．(65)

□ 右側腹部斜走査（**図D**）の矢印は右腎上極を示し，肝は腎の腹側に描出されている．(73, 66)

□ 男性の下腹部超音波像（**図E**）の矢印が示すのは前立腺である．(67)

□ 頸部超音波像（**図F**）の矢印（ウ）が示すのは総頸動脈である．(71, 67)

〔2〕異常像と主要疾患像

□ 転移性肝腫瘍ではクラスターサインやブルズアイサインがみられる．(69, 64, 63)

□ 肝細胞癌ではハンプサインやモザイクパターンがみられる．(69, 64)

□ 胆嚢壁内結石や胆嚢腺筋腫症ではコメットサインがみられる．(69, 64)

□ 肝外胆管拡張ではショットガンサインがみられる．(63)

□ 腹水はエコーフリースペースとして黒く描出される．(65, 64)

□ 肋間走査の上腹部超音波画像（**図G**）には胆嚢ポリープがみられる．(64)

□ 胆石の症例では体位変換を行い隆起性病変との鑑別を行う．(65)

□ 結石では音響陰影が認められる．(69)

□ 嚢胞は境界明瞭な無エコー像を呈する．(70, 68, 66, 63, 62)

□ 肝血管腫は超音波所見で腫瘤像を示す．(60)

□ 転移性肝癌は超音波所見で腫瘤像を示す．(60)

□ 肝硬変では，肝表面の凹凸不整，肝内エコーレベルの不均一化がみられる．(68, 66, 63)

□ 肝膿瘍では，境界不明瞭な腫瘤がみられる．(68, 66)

□ 脂肪肝では，肝内エコーレベルの上昇や肝腎コントラストの増強がみられる（**図H**）．(69, 68, 66, 64, 63, 61)

□ 肝血管腫では，辺縁が凹凸不整で境界明瞭な高エコー腫瘤，chameleon signがみられる．(68, 66, 64, 63)

□ 右腎の超音波像（**図I**）には水腎症がみられる．(67)

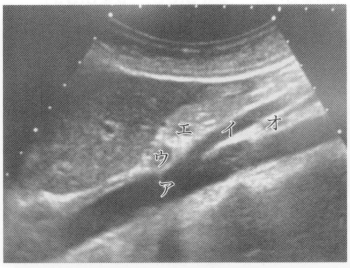
□ 腹部超音波像（**図J**）には胆嚢結石がみられる．(67)



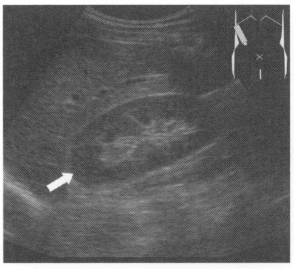
図A



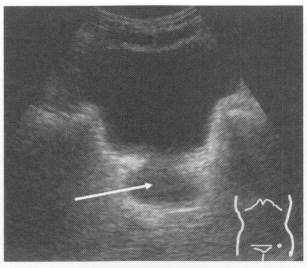
図B



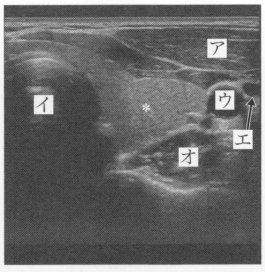
図C



図D

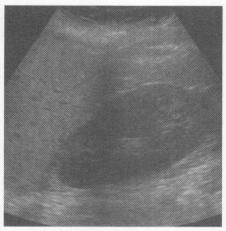


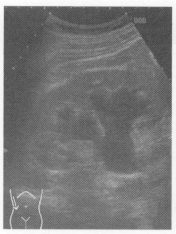
図E

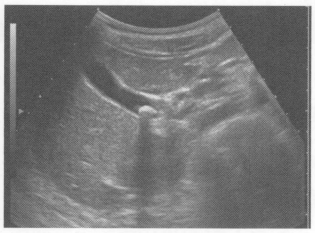


図F


図G


図H


図I


図J

合格テキスト

■3.2.2　超音波画像

memo

〔1〕基本走査と正常像

＜心　臓＞

通常は，胸骨左縁（長軸像・短軸像），心尖部（心尖長軸像，四腔像，二腔像），心窩部（剣状突起下）の方向から検査を行う．

胸骨左縁左室長軸像では，左心房，左心室，僧帽弁，大動脈弁，上行大動脈，右心室，心室中隔が描出される．心尖部四腔断層像では，左心房，左心室，右心房，右心室，三尖弁，僧帽弁が描出される．

＜上腹部＞

肝臓は区域を支配する，門脈や肝静脈によって区分される．中肝静脈と胆嚢窩を結ぶカントリー線（Cantlie 線）で右葉と左葉に分けられる．Couinaud の肝区域分類では，肝を 8 区域に分類している．肝区域を同定するためには，区域を支配する門脈の走行や肝静脈の走行を立体的に把握しておくことが必要である．

門脈は壁の厚い管腔構造であるため，境界明瞭なエコー像として表示される．

撮影は一般的には吸気時に行うが，右肋間走査や左肋間走査では，肺の影響を受けるため，呼気時に行う．

(1) 心窩部縦走査（**図 3.58**，**図 3.59**）

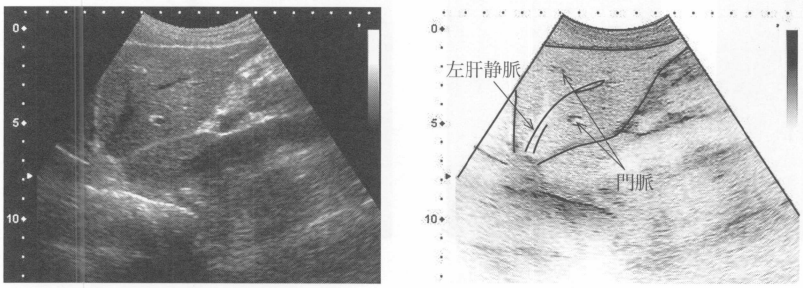


図 3.58　心窩部縦走査

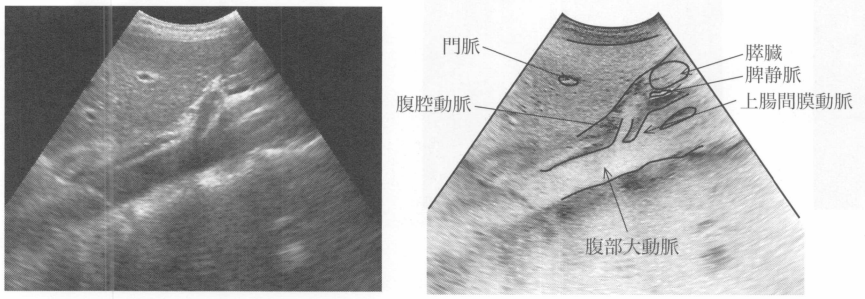


図 3.59　心窩部縦走査

過去問データベース

■3.2.3　眼底画像

□ 無散瞳眼底写真撮影で視神経乳頭は鼻側に位置する．(68)

□ 視神経乳頭部から動脈と静脈が出入りする．(58)

□ 太く暗赤色に描出されているのが静脈である．(73, 65)

□ 中心窩は黄斑部の中央にある．(65)

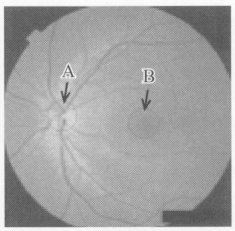
□ 無散瞳眼底写真撮影では角結膜乾燥症は観察できない．(59)

□ 無散瞳眼底写真撮影で加齢黄斑変性症を観察できる．(60, 59)

□ 網膜中心動脈の閉塞により中心窩に cherry-red spot が描出される．(58)

□ 画像（**図A**）は左目で，Bは黄斑部である．(72, 71, 65)

□ 白血病ではドーナツ状の出血がみられる．(58)



図A

合格テキスト

■3.2.3　眼底画像（図3.75）

memo

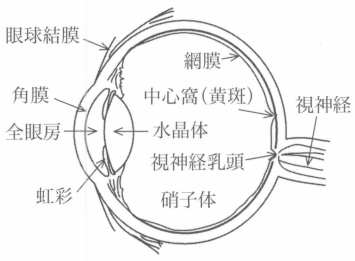
眼底血管の走行状態や出血の有無，網膜の状態により，眼病（加齢黄斑変性，緑内障，網膜はく離，網膜静脈閉塞，視神経萎縮）や生活習慣病（高血圧・糖尿病・脳梗塞・高脂血症）などに起因する合併症が判断できる．

眼底画像は眼底カメラにより，被検者の瞳孔を通して行うため，被検眼の水晶体も撮像系に関与する．

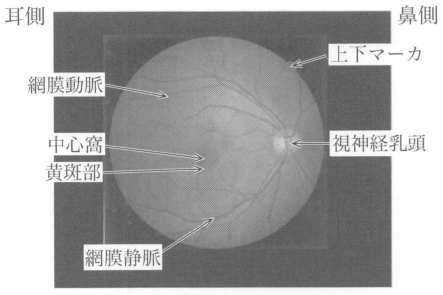
・視神経乳頭（視神経円板）：楕円形．鼻側に位置．
　色素上皮層を欠くため淡黄から乳白色っぽく見える．
　神経や血管の進入部．
　視細胞がないため，視野上では盲点を形成．

・網膜の血管：動脈は鮮紅色，静脈は動脈よりやや太く暗赤色．
　動脈と静脈は交叉する．動脈どうし，静脈どうしは交叉しない．

・黄斑部：視神経乳頭の外側（耳側）にあり，中心には中心窩がある．やや暗く褐色に見える．



(a) 眼球模型図（右眼横断図）



(b) 正常画像（右眼）

図3.75　眼球と眼底画像

第4章 核医学検査技術学

4.1 放射性医薬品 □□□

過去問データベース

■4.1.1 シングルフォトン放射性医薬品

〔1〕放射性医薬品の特徴

□ 核医学検査に用いる放射性同位元素からはγ線（あるいは特性X線）が放出されなければならない．(62)

□ 薬理作用はほとんどない．(73, 61)

□ 診断用放射性医薬品はβ^-線を放出しないことが望ましい．(73, 67, 60)

〔2〕標識方法

□ ^{99m}Tc-MAG3は標識する際に加熱する．(69)

〔3〕品質管理

□ 放射化学的純度試験には薄層クロマトグラフィがある．(66)

□ 発熱試験にはエンドトキシンがある．(58)

■4.1.2 ポジトロン放射性薬剤

〔1〕放射性薬剤の特徴

□ ^{11}C-PIBでアミロイド沈着の情報が得られる．(66)

□ ^{18}F-FMISOで低酸素状態の情報が得られる．(66)

□ ^{13}N-NH_3で心筋血流量の評価ができる．(70)

〔2〕合成方法

□ ^{18}F-FDG合成に必要な装置・設備には自動合成装置，ホットセル，ホットラボ室がある．(57)

〔3〕品質管理

□ 無菌試験にはバクテック試験法がある．(58)

■4.1.3 放射性医薬品の集積

〔1〕集積機序と動態

□ $^{99m}TcO_4^-$が特異的に集積するのは唾液腺，甲状腺，胃粘膜である．(65, 64)

□ 健常人の腎に集積するものに^{99m}Tc-MAG3，^{99m}Tc-DMSA，^{99m}Tc-MDP，^{201}TlClなどがある．(73, 65)

□ ^{99m}Tc-PMTで臓器への集積から排泄までの動態を評価する．(66)

□ ^{99m}Tc-MAG3で臓器への集積から排泄までの動態を評価する．(66)

□ ^{99m}Tc-MAG3の有効半減期は比較的短い．(65, 60)

□ ^{99m}Tc-HMPAOは正常の血液脳関門を通過する．(61)

□ ^{123}I-イオマゼニル(IMZ)の集積機序はレセプタ（受容体）結合である．(69)

□ ^{18}F-FDGの集積は糖代謝を反映する．(71, 60)

□ ^{99m}Tc-DTPAの集積機序は糸球体ろ過である．(68, 60)

□ ^{99m}Tc-MDPの集積機序は化学的吸着である．(60)

□ ^{99m}Tc-DMSAは腎臓に長く保持される．(60)

□ ^{99m}Tc-MAAは毛細血管塞栓で集積する．(63)

□ 門脈内に留置したカテーテルから^{99m}Tc-MAAを注入すると肝臓が強く描出される．(64)

□ 治療用放射性薬剤は目的臓器に特異的に集積し長く停滞する必要がある．(56)

□ ^{123}I-MIBGはノルエピネフリン（カテコラミンの一種）と同様に取り込まれる．(72)

〔2〕集積に影響する因子

□ 肝胆道シンチグラフィの^{99m}Tc-PMTは食事摂取の有無で排泄が変化する．(55)

□ 脳血流シンチグラフィにおいて，投与時に開眼するか閉眼するかで分布は変化する．(55)

■4.1.4 放射性医薬品の副作用

□ 重篤な副作用の出現は極めてまれである．(57)

□ ^{131}I-アドステロールの注射液にはエタノールが含まれており，副作用に顔面紅潮がある．また，急性アルコール中毒に注意しなければならない．(72, 57)

□ 静注時に血管迷走反射による症状が発現することがある．(71)

4.2 核医学測定装置 □□□

過去問データベース

■4.2.1 ガンマカメラ

〔1〕装置の概要と構成

□ 検出器に半導体CdZnTe〈CZT〉を用いているものもある．(73, 72, 71)

□ 視野50 cmのガンマカメラで2倍拡大撮影する場合，収集マトリクスを128×128とするとナイキスト周波数は2.56 cycles/cmである．(69)

□ 収集カウントを増やすと統計変動は減る．(68)

〔2〕コリメータの種類と性能

□ スラントホールコリメータは斜め方向から撮影する．(66)

□ 平行多孔型コリメータの空間分解能は線源からの距離に依存する．(70, 63)

□ 平行多孔型コリメータにおいて空間分解能と感度は相反する．(62)

□ ピンホールコリメータでは上下左右反転した画像が得られる．(63, 60)

□ ピンホールやコンバージングコリメータで拡大像を収集することができる．(68)

□ ^{67}Ga，^{111}Inは中エネルギー用コリメータが適している．(71, 64)

〔3〕シンチレータ

□ NaI(Tl)は潮解性を持つ．(60)

□ シンチレータが厚くなると空間分解能は低くなる．(58)

□ 入射γ線エネルギーが高いほどシンチレータの検出効率は低くなる．(58)

〔4〕光電子増倍管

□ 均一性に寄与する．(60)

□ 光電子増倍管の不良により，シンチグラム上で数cmの円形欠損像が生じる．(66, 60)

〔5〕位置計算回路

〔6〕エネルギー選別機構

□ 波高分析器により散乱線が除去できる．(65)

□ 波高分析器で核種のエネルギーにあったエネルギーウィンドウを設定できる．(65)

〔7〕各種補正機構

〔8〕付属機器

〔9〕性能評価

□ 固有空間分解能には点線源が使用される．(68)

□ 空間分解能の評価のために線広がり関数が測定されFWHMで評価される．(69, 61, 60)

□ 総合空間分解能には線線源が使用される．(65)

□ 固有空間分解能は総合空間分解能よりよい．(65)

□ 総合空間分解能とコリメータの空間分解能およびガンマカメラの固有空間分解能との関係が出題された．(69, 65)

□ ガンマカメラ固有の感度均一性，画像直線性には点線源が使用される．(61)

□ 計数率特性の測定方法に線源減衰法がある．(64, 61)

□ 画像直線性には鉛スリットファントムを使用する．(57)

□ 総合均一性には面線源を使用する．(57)

□ エネルギー分解能試験の指標に光電ピークの半値全幅を用いる．(53)

□ エネルギー分解能は光電ピーク（全吸収ピーク）の広がりから求められる．(61)

合格テキスト

■4.2.1 ガンマカメラ

memo

〔1〕装置の概要と構成

ガンマカメラの検出器部分に，シンチレータであるNaI(Tl)結晶を用いているものの他に，半導体であるCdZnTe（CZT）を用いているものもある．画像の統計誤差（統計ノイズ）を少なくするためには，収集カウント数を多くする必要がある（**図4.8**）．

デジタル画像に含まれる最高周波数（最も細かい波）をデジタル画像のナイキスト周波数と呼ぶ．いまデジタル画像で，どこまで細かい波が再現できるか考えてみる．最高周波数の波は1画素が山で，すぐ隣が谷となり，山と谷を繰り返す場合で

過去問データベース

■4.2.2 SPECT装置

〔1〕装置の概要と種類

□ SPECTがPETより優れている点は，検査室の遮へいが容易であること，2核種同時収集が可能なことである．(71, 65)

□ SPECT画像で生じるリング状アーチファクトの原因として，検出器の均一性低下，回転中心のずれが考えられる．(69, 64)

□ 高集積部の経時変化が大きいとストリークアーチファクトが発生する．(67)

〔2〕原理とデータ収集法

□ 最適なサンプリング角度は画素サイズで決定される．(62)

□ 近接軌道は円軌道よりも空間分解能が高い．(68, 66, 62)

□ コリメータに近接してデータを収集する．(60)

□ 回転半径はSPECTの空間分解能に影響する．(72, 68)

□ 1検出器型で180度収集は可能である．(72)

〔3〕画像再構成法

□ OS-EM法はML-EM法よりも計算時間が短い．(64, 61)

□ ML-EM法では画素値の総和を保存できる．(64, 61)

□ ML-EM法は再構成時に各種の補正を織り込み定量性を上げることができる．(60)

□ OS-EM法で画像再構成ができる．(67)

□ OS-EM法で線状アーチファクトが軽減できる．(64)

□ Ramachandranフィルタ，Shepp & Loganフィルタおよび Chesler フィルタはフィルタ補正逆投影法に用いる．(71, 70, 61)

□ フィルタ補正逆投影法は高集積部にストリークアーチファクトを生じる．(61, 60)

□ 重畳積分法と逐次近似法はSPECTの再構成法である．(54)

〔4〕各種補正法

□ Chang法は減弱補正である．(63)

□ ソレンソン（Sorenson）法は減弱補正である．(60)

□ 減弱補正のためにX線CTのデータが使用されることもある．(61)

□ TEW (triple energy window) 法は散乱線補正である．(69)

〔5〕性能評価

□ 回転中心のずれはサイノグラムから測定できる．(63)

□ SPECT再構成後の総合空間分解能を散乱体なしで測定するときは点線源とする．(70)

合格テキスト

■4.2.2 SPECT装置

memo

〔1〕装置の概要と種類

SPECTがPETより優れている点に，検査室の遮へいが容易であることがあげられる．PETは511 keVという高エネルギー消滅放射線を対象としている．

また，SPECTでは異なる核種による2核種同時収集が可能である．しかし，PETでは核種が異なっていても同一の511 keVエネルギーの消滅放射線が放出されるため，エネルギー分別で核種を区別することはできない．

SPECTで使用されているコリメータは平行多孔（型）コリメータが基本である．SPECT専用装置では，ファンビームコリメータ，スラントホールコリメータである．コーンビームコリメータを使用した研究も行われている．

SPECT画像で生じるリング（状）アーチファクトの原因としては，検出器の均一性低下，回転中心のずれが考えられる．

極端に強い放射能が存在した場合，ストリーク状アーチファクトの原因となる．

また高集積部の経時変化が大きいとストリーク状アーチファクトが発生する．

被検者が撮影中に動いた場合も，アーチファクトの原因となる．

〔2〕原理とデータ収集法

ガンマカメラは被写体にできるだけ近接してデータを収集する．理由はコリメータと被写体の距離が離れると空間的ボケが大きくなるためである．SPECTの回転半径は空間分解能に影響を与え，半径が大きいと空間分解能は低下する．近接軌道や楕円軌道は円軌道よりも被写体にコリメータを接近することができるため，

過去問データベース

■4.2.3　PET装置

〔1〕装置の概要と種類

□BGOシンチレータはNaI(Tl)に比べてエネルギー分解能が低い．(62)

□光の減衰時間が短い検出器は最大計数率が高い．(61)

□相対発光量はBGOよりLSOのほうが多い．(67, 59)

□同時計数分解時間が短いほど計数率特性がよい．(59)

□検出器素子が小さいほど空間分解能がよくなる．(73, 59)

□視野中心から遠ざかると空間分解能が悪くなる．(71, 59)

□リング径が大きくなると空間分解能が悪くなる．(59)

〔2〕原理とデータ収集法

□陽電子の飛程が長いほど空間分解能は低下する．(71, 66, 64)

□3次元（3D）収集は2次元（2D）収集よりも感度が高い．(72, 69, 64, 62, 58)

□小型サイクロトロンで生産された陽電子放出核種を利用する．(60)

□511 keVの消滅放射線を測定する．(60)

□同時計数回路を使用しているので平行多孔型コリメータを使用せずにデータを収集することができる．(60, 57)

□計測する放射線のエネルギーは核種によらず一定である．(58)

〔3〕画像再構成法

□PETの再構成に逐次近似法がある．(70)

〔4〕各種補正法

□偶発同時計数は放射能の2乗に比例する．(70, 65)

□偶発同時計数の除去に遅延同時計数回路を用いる．(65, 62)

□トランスミッションスキャンやX線CTによる透過率データで減弱補正が可能である．(70, 63)

□SPECTと比較してPETに特有の補正にブランク補正，偶発同時計数補正などがある．(58)

〔5〕性能評価

□性能評価項目には空間分解能，計数率特性，感度，画像濃度の均一性などがある．(73, 65)

□NECR（Noise Equivalent Count Rate）でSN比を評価できる．(70)

■4.2.4　試料計測装置

〔1〕ウェル型シンチレーションカウンタ

□幾何学的検出効率が高い．(62)

□試料の自己吸収の影響を受ける．(65, 62)

□エネルギーウィンドウを設定する．(67)

〔2〕液体シンチレーションカウンタ

□低エネルギーβ線の測定に適している．(63)

□クエンチングによって計数効率が低下する．(63)

■4.2.5　その他の測定装置

〔1〕摂取率測定装置

□甲状腺機能測定が測定できる．(59)

〔2〕ガンマプローブ

□手術中でセンチネルリンパ節の探索に使用される．(71, 59)

〔3〕半導体検出器

□核医学検査装置の検出器にCdZnTe〈CZT〉が用いられることがある．(71)

〔4〕ホールボディカウンタ

〔5〕キュリーメータ

■4.2.6　品質・安全管理

〔1〕品質管理と保守

□装置の始業点検結果を記帳する．(58, 57)

〔2〕安全管理と対策

□ガンマカメラを被検者へ近づける際はコリメータ表面と平行に目視する．(60)

合格テキスト

memo

■4.2.3　PET装置

〔1〕装置の概要と種類

PET装置のシンチレータはBGO，LSO，LYSO，GSOなどが使用されている．

NaI(Tl)はBGOシンチレータに比べてエネルギー分解能が高い．しかし，NaI(Tl)は密度，原子番号が低いため511 keVにはあまり適していない．

相対発光量はBGOよりLSOのほうが多い．

光の減衰時間が短い検出器は最大計数率が高い．シンチレータ中で発光している

4.3 核医学検査技術 □□□

過去問データベース

■4.3.1 体外計測検査法

〔1〕摂取率測定法

□ 甲状腺摂取率算出のためにバックグラウンドの補正が行われる．(62)

□ 24時間後の甲状腺摂取率が70%の場合は非常に機能が亢進しておりバセドウ病も考えられる．(67, 62)

〔2〕動態測定法

□ 関心領域を設定してレノグラムを得ることができる．(67)

〔3〕全身撮影法

〔4〕断層撮影法

□ ^{99m}Tcガスを用いた肺換気シンチグラフィでのSPECT撮影は可能である．(68)

〔5〕2核種同時収集法

□ ^{123}Iと組み合わせて核種同時収集に用いられる頻度の高い核種は^{201}Tlである．(68)

〔6〕同期撮影法

□ 心電図同期心筋血流SPECTでのR-R間隔の分割数は8から16程度とされることが多い．(62)

□ 心電図同期心筋血流SPECTで左室駆出率は測定できる．(73, 72, 66, 61)

■4.3.2 試料計測検査法

〔1〕希釈法

〔2〕血液クリアランスによる測定

合格テキスト

■4.3.1 体外計測検査法

memo

〔1〕摂取率測定法

甲状腺ヨード摂取率検査は，1週間以上のヨード制限食の後，Na^{123}Iカプセルを経口投与し，3時間後および24時間後に測定する．検査は，①頸部ファントムに1カプセルを入れて測定．②患者さんの頸部を同じ条件で測定する．③それぞれの測定値にはバックグラウンドを含んでいるため，バックグラウンド（減算）補正を行って摂取率を計算する．24時間後の摂取率が10～35%程度が正常値である．70%の場合は甲状腺機能が亢進しておりバセドウ病も考えられる，また1～2%では無痛性甲状腺炎が考えられる．（「4.5.2 内分泌」参照）

〔2〕動態測定法

投与した放射性医薬品の目的臓器における取込み（量や濃度分布の時間的変化）を測定して，脳，心臓，肺，腎臓などの動態機能を調べる．

レノグラム（腎機能検査）専用装置は2個の検出器を備え，左右の腎臓における時間放射能曲線から種々の解析を行う．ガンマカメラで行う場合は，一連のデータにROIを左右腎臓部とバックグラウンド除去のために適切な部位に設定して，時間放射能曲線から解析を行う（**図4.25**，**図4.26**）．（「4.5.6 泌尿生殖器」参照）

4.4 核医学データ解析 □□□

過去問データベース

■4.4.1 画像処理

〔1〕画像処理装置の概要

〔2〕フレーム演算処理

□サブトラクションは2画像間の減算処理である．(73, 62)

□副甲状腺シンチグラフィで画像サブトラクションが使用されることがある．(59)

〔3〕フィルタ処理

□スムージング（平滑化）は統計ノイズ低減効果がある．(65, 62, 60)

□画像フィルタの使用によって画素値が変化する．(73, 63, 62, 61)

□計数値が高いと統計ノイズによる影響は小さくなる．(60)

□バターワース（Butterworth）フィルタのカットオフ周波数を小さくすると空間分解能が低下する．(60)

□バターワース（Butterworth）フィルタは低域通過フィルタであり統計ノイズを除去できる．(70, 68)

□SPECTの前処理フィルタで投影画像の統計ノイズ除去を行うことができる．(65)

□ウィナー（Wiener）フィルタは特定の空間周波数を強調する．(70)

〔4〕関心領域〈ROI〉処理

□関心領域〈ROI〉を設定して時間放射能曲線を得ることができる．(57)

〔5〕時間放射能曲線

□時間方向にスムージングをかけることがある．(59)

□左室駆出率が求められる．(73, 66)

〔6〕バックグラウンド処理

□バックグラウンド関心領域の形状と部位との設定で分腎機能測定値は変化する．(73, 63, 61)

〔7〕輪郭抽出法

□輪郭抽出で左室壁運動が評価できる．(59)

〔8〕機能画像処理〈ファンクショナルイメージ処理〉

〔9〕ゲート画像処理

〔10〕三次元画像処理

〔11〕画像表示

□グレースケール表示をカラー表示に変えても画素値は変化しない．(73, 61)

■4.4.2 薬物動態解析

〔1〕コンパートメント解析

〔2〕デコンボリューション解析

〔3〕平均通過時間

合格テキスト

■4.4.1 画像処理

memo

〔1〕画像処理装置の概要

〔2〕フレーム演算処理

サブトラクションは2画像間の減算処理である．副甲状腺シンチグラフィでは^{201}TlClと$^{99m}TcO_4^-$のサブトラクション処理を行う．

〔3〕フィルタ処理

スムージング（平滑化）は統計ノイズ低減効果がある．しかし，空間分解能は低下（ぼけてしまう）する．画像フィルタの使用によって画素値は変化する．

バターワース（Butterworth）フィルタがよく使用され，統計ノイズの低減に用いている．バターワースフィルタの遮断周波数（カットオフ周波数）を小さくすると，スムージングの効果は大きくなるが，空間分解能が低下する（**図4.27**）．バターワースフィルタはSPECTの前処理フィルタに使用される．

4.5 臨床核医学検査 □□□

過去問データベース

■4.5.1 脳神経

〔1〕脳血流シンチグラフィ

□ Patlak plot（パトラックプロット）法は非採血脳血流定量法である．(69, 68, 66)

□ Patlak plot（パトラックプロット）法は大視野ガンマカメラにて脳から心臓領域までの前面像ダイナミック収集を行う．(69, 68, 66)

□ 脳血流SPECTは統計学的画像解析が行われることがある．(70, 65)

□ ^{99m}Tc-ECDも使用される．(69, 68, 62)

□ 脳血流SPECTでアルツハイマー病は側頭頭頂葉優位の血流低下が認められる．(68, 65, 61)

□ 負荷にはアセタゾラミド（ダイアモックス）が使用される．(59)

□ 放射性医薬品は^{123}I-IMP，^{99m}Tc-ECD，^{99m}Tc-HMPAOである．(70, 65, 63)

□ 投与は被検者に対し遮光して行われる．(54)

□ 灰白質は白質よりも集積が強い．(63)

〔2〕脳脊髄腔シンチグラフィ

□ 投与方法は腰椎穿刺で髄腔内投与となる．(69, 67, 62)

〔3〕神経受容体シンチグラフィ

□ ^{123}I-イオマゼニル（IMZ）を使用する．(64)

〔4〕PET

□ 難治性部分てんかんで外科切除が必要とされる患者さんのてんかん焦点探索に適用される．(68)

■4.5.2 内分泌

〔1〕甲状腺摂取率測定

□ ^{123}Iによる甲状腺摂取率検査を行う場合のヨード含有食品の摂取制限期間は1週間である．(73, 70)

〔2〕甲状腺シンチグラフィ

□ Na^{123}I（ヨウ化ナトリウム）甲状腺シンチグラフィの投与方法は経口である．(72, 63)

□ Na^{123}I（ヨウ化ナトリウム）で橋本病の検査が行われる．(60)

□ Na^{123}I（ヨウ化ナトリウム）甲状腺シンチグラフィにてバセドウ病では甲状腺への集積が高くなる．(68)

□ 負荷に甲状腺ホルモン（T_3）が使用されることがある．(59)

〔3〕副甲状腺シンチグラフィ

□ ^{201}Tlと$^{99m}TcO_4^-$とのサブトラクション法も行われる．(62)

□ 異所性副甲状腺の検出に優れる．(66, 62)

〔4〕副腎シンチグラフィ

□ ^{131}I-アドステロールの場合，投与後7日まで撮影されることがある．(64)

□ 副腎皮質シンチグラフィは^{131}I-アドステロールを使用し，前処置はルゴール投与である．(69, 62)

□ クッシング症候群では，副腎が腫大した腺腫側において^{131}I-アドステロールが高集積になり，正常側副腎は抑制されて描出されない．(72, 61, 60)

□ 副腎髄質シンチグラフィでは静注24時間後に撮影する．(70)

合格テキスト

■4.5.1 脳神経

memo

〔1〕脳血流シンチグラフィ

放射性医薬品は^{123}I-IMP，^{99m}Tc-ECD，^{99m}Tc-HMPAOである（**表4.3**）．放射性医薬品を静脈内に投与する．投与は被検者に対し遮光して行われる．

SPECT撮影は必須である（**図4.29**）．使用されるコリメータは平行多孔型コリメータ，あるいはファンビームコリメータである．ファンビームコリメータにより画質は向上する．

脳血流SPECTで局所脳血流量を測定することができる．Patlak plot（パトラックプロット）法は非採血（採血する必要がない）脳血流定量法である．^{99m}Tc製剤で用いられる．大視野ガンマカメラにて脳から心臓領域までの前面像ダイナミック収集を行う．その後SPECT収集を行う．

■4.5.3 呼吸器

〔1〕肺血流シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-MAAを上肢から投与して脳に高集積がみられた場合，右左シャントが考えられる．(61)

□ 肺血流・換気シンチグラフィにおいて肺血栓塞栓症は，肺血流の異常が換気異常よりも著しい．(60)

□ 肺塞栓症の診断に有用である．(69)

□ 肺塞栓症は適応疾患であり，陰性像となる．(58, 57)

□ 投与時の体位によって分布は変化する．(70, 68)

〔2〕肺換気シンチグラフィ

□ ^{81m}Kr肺換気シンチグラフィは^{133}Xe肺換気シンチグラフィと比べると多方向からの撮影に適している．(61)

□ ^{133}Xe肺換気シンチグラフィにより洗い出し相の検査ができる．(66, 64)

□ ^{81m}Krはジェネレータから抽出する．(56)

■4.5.4 循環器

〔1〕心筋血流シンチグラフィ

□ 左前下行枝の狭窄が疑われる画像が出題された．(60)

□ 極座標表示が出題された．(73, 67)

□ 心電図同期心筋SPECTで心機能を評価できる．(66, 63)

□ 心電図同期心筋SPECTの解析で心拍出量，左室駆出率，左室拡張期容量，左室収縮期容量を得ることができる．(67)

□ 心電図同期心筋SPECTにおいて，小さな心臓では左室容量が過小評価となる．(68)

□ 虚血部位では^{201}TlCl(塩化タリウム)の洗い出しが遅い．(61)

□ 自転車エルゴメータ，トレッドミルによる運動負荷がある．(59)

□ 短軸断層像，水平面長軸断層像が出題された．(65, 63)

□ 薬物負荷心筋シンチグラフィにジピリダモール（ペルサンチン）やアデノシンが使用される．(67)

□ ^{201}Tlでは運動負荷終了5～10分後から撮影を開始する．(55)

□ ^{201}Tlには再分布現象がある．(54)

□ ^{99m}Tc-MIBIも使用される．(67)

□ 大きな乳房は前壁集積低下のアーチファクトの原因となり得る．(67)

〔2〕心筋梗塞シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-ピロリン酸が使用される．(64, 61)

□ 急性心筋梗塞巣に集積する．(64)

〔3〕心筋脂肪酸代謝シンチグラフィ

□ ^{123}I-BMIPPが使用される．(70, 69, 63)

□ ^{123}I-BMIPPと2核種同時収集でよく使用されるのは^{201}TlCl（塩化タリウム）である．(69, 68)

〔4〕心臓交感神経機能シンチグラフィ

□ ^{123}I-MIBGが使用される．(54)

〔5〕心プールシンチグラフィ

□ 右室駆出率の測定にはファーストパス法が適する．(62)

□ ^{99m}Tc-ヒト血清アルブミンが使用される．(61)

□ 心電図同期心プールシンチグラフィから心駆出率が測定できる．(53)

〔6〕末梢血管シンチグラフィ

〔7〕PET

□ 心臓サルコイドーシスの^{18}F-FDG-PET検査では長時間の絶食が必要である．(72)

■4.5.5 消化器

〔1〕肝シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-スズコロイド静注後に脾臓が描出される．(69, 61)

□ 転移性肝腫瘍（肝癌）は陰性像になる．(61)

〔2〕肝受容体シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-GSAを使用し，前処置は絶食である．(71, 69, 62, 60)

□ 転移性肝腫瘍は欠損像を呈する．(60)

□ 経時的に心プール放射能は減少する．(65, 60)

□ アシアロ糖蛋白の受容体を反映する．(60)

〔3〕肝胆道シンチグラフィ

□ 胆嚢が描出される．(63)

□ ^{99m}Tc-PMTを使用し，肝細胞に取り込まれる．(69, 62)

□ 乳児肝炎と先天性胆道閉鎖症の鑑別に使用する．(68)

□ 前処置に絶食がある．(54)

〔4〕唾液腺シンチグラフィ

□ 負荷にレモンが使用されることがある．(65)

□ ^{99m}Tc-パーテクネテートが使用される．(70, 69)

〔5〕異所性胃粘膜〈Meckel憩室〉シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-パーテクネテートが使用される．(73, 66)

〔6〕消化管出血シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-標識赤血球が使用される．(67)

□ ^{99m}Tc-HSA-Dも使用される．(69)

□ 間欠的出血や微量出血でも検出できる．(72)

過去問データベース

■4.5.6　泌尿生殖器

〔1〕腎静態シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-DMSAが使用される．(73, 69, 67, 54)

□ 腎臓腫瘍や瘢痕は欠損像として描出される．(68)

〔2〕腎動態シンチグラフィ

□ 放射性医薬品は尿中に排泄される．(65, 62)

□ 腎臓関心領域〈ROI〉は，右腎と左腎に設定する．(64)

□ 負荷には利尿剤フロセミド（ラシックス）が使用される．(66, 61)

□ 腎血管性高血圧をみるためにカプトプリル（ACE阻害薬）負荷が行われる．(61)

□ ^{99m}Tc-MAG3では有効腎血漿流量〈ERPF〉を求めることができる．(72)

■4.5.7　血液・造血器・リンパ

〔1〕脾シンチグラフィ

□ ^{99m}Tc-スズコロイドが使用される．(61)

〔2〕骨髄シンチグラフィ

□ 塩化インジウム（^{111}In）が使用される．(62)

□ 健常成人では肝への集積が高い．(61)

〔3〕リンパシンチグラフィ

□ 投与方法は経皮である．(62)

〔4〕センチネルリンパ節シンチグラフィ

□ ガンマプローブで高集積部位を検出する．(59)

□ 適応疾患に乳癌がある．(67)

■4.5.8　骨・関節

〔1〕骨シンチグラフィ

□ 骨折（特に疲労骨折）や代謝性骨疾患の診断に有用である．(73, 71)

□ ^{99m}Tc標識のリン酸化合物を使用する．(73, 68)

□ 放射性医薬品投与2時間以降から撮影する．(58)

□ 骨シンチグラフィでは前面像と後面像の双方を撮影する．(66)

□ 被検者の着衣を点検する必要がある欠損状アーチファクトを含む骨シンチグラムが出題された．(64)

□ 低エネルギー高空間分解能コリメータを用いる．(62)

□ 膀胱に尿が溜まっている場合は再度排尿後に撮影する．(61)

□ 被検者の被ばくを軽減するには投与放射能量を減らし，頻回の排尿を促す．(60)

□ 骨折で集積増加域（陽性像）がみられる．(60)

□ ペースメーカにより欠損像となる．(63, 60)

□ 転移性骨腫瘍は適応疾患である．(59)

□ 撮影前に排尿させる．(70, 67)

□ 金属製の装身具をはずす．(58)

□ 収集ウィンドウ幅を±7～10%程度とする．(58)

□ 小児では骨端線に集積亢進が認められる．(72)

〔2〕関節シンチグラフィ

合格テキスト

memo

■4.5.6　泌尿生殖器

〔1〕腎静態シンチグラフィ

^{99m}Tc-DMSAが使用される．静注後，尿細管上皮細胞に摂集されて長時間停滞する．これにより腎の形態評価ができる．そして腎臓腫瘍や瘢痕は欠損像として描出される．

〔2〕腎動態シンチグラフィ

^{99m}Tc-DTPA，^{99m}Tc-MAG3は尿中に排泄される（**表4.9**）．有効腎血漿流量に^{131}I-OIH（ヒップラン）が使用されていたが，被ばくが多いため現在は使用されていない．

負荷には利尿剤フロセミド（ラシックス）が使用され，腎血管性高血圧をみるためにカプトプリル（ACE阻害薬）負荷が行われる．

^{99m}Tc-DTPA腎動態シンチグラフィの前処置に飲水を実施する．

後面像を撮影するのが一般的である．

放射性医薬品静注直後から連続的に撮影する．

過去問データベース

■4.5.9 腫瘍・炎症

〔1〕腫瘍シンチグラフィ

□ $Na^{131}I$（ヨウ化ナトリウム）で甲状腺癌骨転移の検査が行われる．(71, 66, 63, 60)

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）の投与から撮影までの時間は3日の場合がある．(63)

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）が使用され，健常成人では肝への集積が高い．(61)

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）は中エネルギー用コリメータを用いる．(60)

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）において縦隔病変の検出にSPECTが有用である．(60)

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）において悪性リンパ腫は適応疾患である．(68)

□ ^{123}I-MIBGで褐色細胞腫の検査が行われる．(66)

□ ^{123}I-MIBGの画像が出題された．(67)

□ ^{123}I-MIBGで褐色細胞腫，神経芽（細胞）腫の検査が行われ，陽性像となる．(60)

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）において正常でも大腸がしばしば描出される．(70)

〔2〕炎症シンチグラフィ

□ ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）は放射性医薬品投与2，3日後に撮影する．(72, 63)

□ ^{111}In標識白血球による炎症シンチグラフィでは中エネルギーコリメータが使用される．(57)

〔3〕PET

□ FDG-PETの正常例が出題された．(60)

□ FDG腫瘍PETでは撮影前に排尿する．(72, 64)

□ FDG腫瘍PETでは投与前に血糖値を測定する．(72, 64)

□ FDG-PETは投与前4～6時間以上絶食し，投与前および投与後に激しい運動をしてはならない．(73, 72, 69, 68, 62)

□ ^{18}F-FDGの集積が低い腫瘍に肝細胞癌や腎細胞癌がある．(68)

□ 尿路系にFDG集積を認めることがある．(69)

□ 集積程度の評価にSUVを用いる．(72, 70, 68, 64)

□ SUVの算出には体重が必要である．(72, 70, 67, 63)

■4.5.10 非密封核種内用療法に関わる検査

〔1〕線量計算のための検査

□ 甲状腺の吸収線量を求めるのに24時間摂取率，投与放射能量，甲状腺推定重量，有効半減期の因子が必要となる．(67)

〔2〕治療適応決定のための検査

□ ^{123}I-MIBGで褐色細胞腫，神経芽細胞腫の検査が行われ陽性像となる．(60)

合格テキスト

memo

■4.5.9 腫瘍・炎症

〔1〕腫瘍シンチグラフィ

^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）が使用され，健常成人では肝への集積が高い（**表4.12**）．正常集積に涙腺，鼻咽腔，胸椎，胸骨，骨盤骨，外陰部，関節部などがある（**図4.37**）．

^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）の撮影は投与後2～3日に行う．

^{67}Ga（93，185，300 keV）は中エネルギー用コリメータを用いて，全身2方向（前・後像）の撮影を行う．

^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）は腸管排泄されるため，撮影前日の下剤投与や検査前の浣腸などの処置が必要である（**図4.38**）．異常集積では，翌日に撮影を追加する場合がある．腸管内容物による集積では排泄される，あるいは集積部位が移動することで鑑別がつく．

^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）の適応疾患には悪性リンパ腫，サルコイドーシスなどがあり，膿瘍が陽性像となることがある．縦隔病変の検出にSPECTが有用である．

^{123}I-MIBGで褐色細胞腫，神経芽細胞腫の検査が行われ，陽性像となる（**図4.39**）．

第5章
放射線治療技術学

5.1 癌治療総論 □□□

過去問データベース

■5.1.1 腫瘍の病理と病期

□ TNM分類は組織型分類，放射線感受性分類，分化度分類，悪性度分類，治療成績分類ではない．(62)

□ 腫瘍の進行度分類としてTNM分類があり，TNM分類は放射線治療計画，予後推定，成績評価，施設間情報交換などにとって重要な情報である．(58)

□ 舌癌や食道癌はTNM分類が用いられるが，脳腫瘍や多発性骨髄腫，リンパ腫は用いられない．(68)

□ Nはリンパ節転移の進行度を表している．(62)

□ Mは他部位への遠隔転移の進行度を表している．(65)

□ pTNMは術後病理組織学的分類である．(72, 67)

□ T_1かT_2の判断に迷うときはT_1とする．(72)

■5.1.2 癌治療の指針の基本

□ 妊婦は放射線治療の適応としない．(68)

■5.1.3 癌の予後因子

□ 胸水を伴った肺癌患者．身の回りのことはある程度できるが，しばしば介助を要し，日中の50%以上は就床している．この患者の全身状態であるperformance status (PS) は3である．(71, 60)

□ 患者のPS（全身状態）で最も良好なのはPS＝0である．(66)

□ グリソンスコアは前立腺癌の予後因子に用いられる．(69)

□ 治療効果判定の結果CR：5例，PR：25例，SD：40例，PD：30例であると奏功率は30%である．(61)

CR：完全奏功（すべての標的病変の消失）

PR：部分奏功（標的病変が30%以上減少）

SD：安定（30%未満の減少または20%未満の増加）

PD：進行（20%以上増加または新病変の出現）

合格テキスト

■5.1.1 腫瘍の病理と病期

memo

病理組織診断の後，治療戦略を決定する．その際に，TNM分類を利用する．

TNM分類は悪性腫瘍の進行度分類であり，病期を決定するために必要で，放射線治療計画，予後推定，成績評価，施設間情報交換などにとって重要な情報である．

［注］TNM分類は組織型や放射線感受性，分化度，悪性度を分類するものではない．また，TNM分類は多くの癌腫や一部の肉腫に適応され，脳腫瘍や悪性リンパ腫は適応外である．

5.2 放射線治療機器 □□□

過去問データベース

■5.2.1 外部放射線治療装置

〔1〕電子直線加速器（リニアック）

□高エネルギーX線では平坦度の規定は照射野サイズに依存しない．(62)

□治療用リニアックの構成部品にはマイクロ波（高周波）発振管，パルス変調器，平坦化フィルタ，電子銃，導波管，イオンポンプ，偏向コイル，モニタ線量計，照射ヘッド，マルチリーフコリメータなどがある．(61)

□リニアックのガントリに装備されるのはモニタ線量計，フラットニングフィルタがある．(63)

□治療用リニアックに関係するものに，コリメータ，モニタ線量計，回転ガントリがある．(61)

□リニアックの電子線照射で関係するものは，電子銃，モニタ線量計，散乱箔（スキャッタリングホイル），腔内照射コーン，導波管，加速管である．(61, 60)

□医療用リニアックのほとんどが電子加速器でX線，電子線を放出し，高エネルギーX線治療，高エネルギー電子線治療に用いられる．(60)

□直線加速装置によるX線照射に関係するものは，平坦化用フィルタ，楔フィルタ，原体照射，IMRT（強度変調放射線治療）がある．(60)

□加速電子ビームの取り出し用偏向方式には90度偏向，270度偏向およびスラローム偏向がある．(60)

□X線用ターゲットの材質はX線発生効率，融点および中性子の発生を考慮して選択される．(60)

□平坦化フィルタの形状はX線のエネルギーに依存する．(60)

□平坦化フィルタは（空中でなく）水中での照射野内線量を均一化する．(60)

□リニアックのパルス変調回路で必要なのはサイラトロンである．(63)

□加速管の長さは一般的に定在波型より進行波型が長い．(70, 68, 67, 65)

□偏向マグネット部は電子線のエネルギーを均一化する役割も担っている．(66)

□加速周波数を高くするほど加速管の長さを短くできる．(67)

□マグネトロンとクライストロンはマイクロ波発振管である．(70, 68)

□フラットニングフィルタ（平坦化フィルタ）はX線治療に用いられる．(68)

□出力エネルギーは非連続的な数種類のエネルギーが選択可能である．(70)

□加速管内は常に高真空に保たれている．(70)

□偏向電磁石で偏向されたビーム直径は数ミリ程度の細さである．(71)

□プライマリコリメータは固定絞りであり，照射ヘッドからの漏洩線の遮蔽のために用いられる．(73)

■5.2.2 定位放射線治療装置

■5.2.3 重粒子・陽子線照射装置等

□放射線治療に用いる原子炉では中性子線を発生させる．(60)

〔1〕サイクロトロン

□陽子線治療用照射装置の加速器はサイクロトロン(60)またはシンクロトロンである．(66)

□サイクロトロンの高周波電圧の周波数は一定である．(66)

□AVFサイクロトロンは強収束の原理を用いる．(66)

□一様な磁束密度Bを持つサイクロトロンの回転半径は$\frac{mv}{qB}$である．ただし，mは加速粒子の質量，vは速さ，qは電荷である．(69)

〔2〕シンクロトロン

□一定半径の円周に沿って粒子を加速するのはシンクロトロンである．(64)

□シンクロトロンは重粒子を加速し，陽子線治療または重粒子線（炭素線）治療に使用する．(60)

□シンクロトロンには入射器が必要である．(67, 66, 65)

□シンクロトロンの偏向電磁石の磁場は可変である．(66, 65)

□シンクロトロンに関連するものは，イオン源，線形加速器，偏向電磁石，四重極電磁石である．(67)

〔3〕シンクロサイクロトン

〔4〕原子炉

■5.2.4 密封小線源治療装置

□密封小線源で使用されるγ線源には^{60}Co，^{137}Cs，^{192}Ir，^{125}I，^{198}Au，^{226}Raがあり，このうち最もエネルギーが高いのは^{60}Co（1.25 MeV），最も低いのは^{125}I（27.5 keV，

35.5 keV）である．(67, 65, 62, 60)

□ 密封小線源治療で使用される核種は ^{10}B，^{11}C，^{131}I，^{192}Ir，^{201}Tl の中で，^{192}Ir である．(62)

□ 放射性同位元素を利用する放射線治療装置には，RALS，ガンマナイフがある．(62)

□ 半減期は，^{137}Cs（30 年），^{60}Co（5.2 年），^{192}Ir（73.8 日），^{125}I（60.1 日），^{131}I（8.01 日），^{137}Cs（30.0 年），^{198}Au（2.7 日）である．(68, 63)

□ ^{89}Sr 内用療法は疼痛緩和が目的である．(70)

□ 舌癌には組織内照射法を用いる．(68)

□ 子宮頸癌ではタンデムとオボイドを用いる．(68)

〔1〕遠隔操作式後充填式システム（RALS）

□ RALS にはγ線が用いられる．(61)

〔2〕一時刺入用密封小線源

□ ^{137}Cs 線源は ^{60}Co 線源より半減期が長い．(59)

〔3〕永久刺入用密封小線源

□ 永久刺入法の組織内照射法に使用されるγ線源には，^{198}Au，^{125}I がある．(69, 68, 66, 61)

□ ^{125}I は ^{131}I よりγ線エネルギーが低い．(58)

■5.2.5　非密封核種内用療法

□ 治療に用いるβ線源には ^{131}I がある．(60)

□ ^{131}I の物理的半減期は 8 日である．(65)

□ ^{89}Sr 内用療法は疼痛緩和が目的である．(70)

□ 甲状腺癌，甲状腺癌転移，甲状腺機能亢進症には ^{131}I 内用療法（β線）が行われる．(60)

□ ^{60}Co，^{131}I，^{137}Cs，^{192}Ir，^{222}Rn の中で，分化型甲状腺癌の内照射療法に用いるのは ^{131}I である．(64)

合格テキスト

memo

■5.2.1　外部放射線治療装置

〔1〕電子直線加速器（リニアック）

（1）電子直線加速器の構成

加速対象の電子を大量に発生させ加速管内に送り込む電子銃，電子を加速させる加速管，そのための大電力マイクロ波を発生させる大出力マイクロ波管（クライストロン）がある．マイクロ波は導波管を介して加速管に送られる．電子銃や大出力マイクロ波管はパルス動作させるので，その電力供給源としてパルス変調器が用意される．したがって，X線や電子線はパルス状に放出される．加速された電子は加速管から照射ヘッドへ送られ偏向されて患者へ向けられる．照射ヘッド内にはターゲット，フィルタ，モニタ線量計，コリメータなどが置かれている（**図 5.1**）．

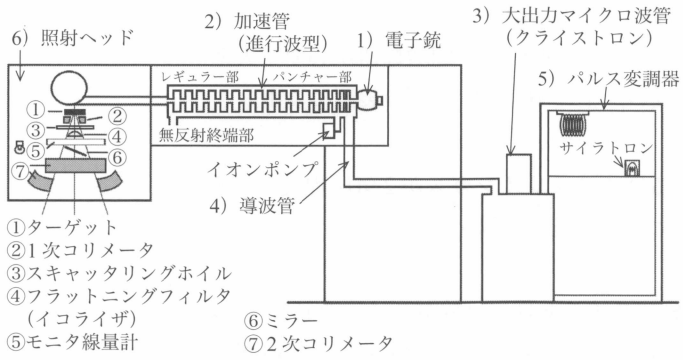


図 5.1　リニアックの構造

1）電子銃

・電子銃には熱電子の発生方式により，直熱型と主流の電子衝撃型がある．

過去問データベース

■5.2.6　治療計画用装置

〔1〕X線シミュレータ

〔2〕CTシミュレータ

□放射線治療におけるCTの利点には，CT画像に等線量曲線を重ね合わせて表示することができる．(65)

〔3〕放射線治療計画システム

□コンピュータを用いた治療計画装置では，

ⅰ）線量分布計算にはテーブル参照法を用いる．

ⅱ）CT像に線量分布を重ね合わせることができる．

ⅲ）不均質補正を行った線量分布計算ができる．

ⅳ）ディジタイザによる体輪郭入力ができる．

ⅴ）任意方向からのビームの選択ができる．

ⅵ）線量・体積ヒストグラム（DVH）の作成ができる．

などの特徴がある．(65)

■5.2.7　各種補助器具

〔1〕照射野整形用器具

〔2〕線量分布改善用器具

□線量分布の改善に寄与しないのは，シェル，ボーラス，補償フィルタ，くさびフィルタ，マルチリーフコリメータのうちシェルである．(62)

□くさび角はくさびフィルタ断面の角度ではない．(62)

□ウェッジフィルタは線量分布を均一にするために使用される補償フィルタの一種である．(61)

〔3〕再現性保証用器具

〔4〕小線源治療用器具

■5.2.8　品質保証，品質管理

〔1〕精度管理

＜放射線治療の品質保証（QA：quality assurance）＞

□加速器および関連システムにおいて6か月点検項目に含まれるのは，X線ビームの平坦度，モニタ線量計の応答の直線性である．(61)

□精度管理の基準はガイドラインを参考に施設ごとに決める．(65)

□モニタ線量計は積算線量，線量率，ビームの対称性を監視する．(60)

ⅰ）治療計画は患者が動くことを前提で行う．

ⅱ）アイソセンターを示すレーザー光の精度を毎朝確認する．

ⅲ）計画ごとに設定するモニタ単位数（MU値）の独立計算を行う．

ⅳ）光照射野と放射線照射野との一致はフィルムを用いて確認する．

ⅴ）リニアックグラフィによる位置確認は医師と放射線技師の両者で行う．

□放射線治療装置の保守管理プログラムの試験項目と点検頻度について．(64, 63)

ⅰ）1週間に一度行うものは，モニタ線量計の校正（線量モニタシステムの校正）．

ⅱ）6か月に一度行うものは，深部量百分率の測定，X線照射野の確認，治療台天板の高さ確認．

ⅲ）1年に一度行うものは，リファレンス線量計の校正，出力係数の測定，X線深部線量曲線測定．

□X線照射野の確認は月1回実施する．(68)

□リファレンス線量計は年に1回校正を受ける．(68)

〔2〕コミッショニング

□受入試験（引き渡し試験）はユーザ立会いのもと，メーカ主体で行う．(65)

□放射線治療の品質管理において，コミッショニングはユーザが行う．(68, 65, 63)

〔3〕照射野確認・照合システム

〔4〕ポータルイメージング，EPID，側視鏡

■5.2.9　安全管理

〔1〕関係法規

合格テキスト

■5.2.6　治療計画用装置

memo

放射線治療計画とは病巣（計画標的体積：PTV）に対し最も効果的に放射線を照射する方法を決定することである．そのための装置が治療計画用装置（RTPs：radiotherapy treatment planning systemやTPS）で，外観はコンピュータである．コンピュータ本体には治療計画を行うための各種ソフトウエアや治療装置のビームデータが内蔵され，シミュレータから得られたX線画像やCT画像などの入力装置，

5.3 吸収線量の評価 □□□

過去問データベース

■5.3.1 治療用放射線計測の基礎

〔1〕放射線の種類と特性，相互作用

□電子や陽電子のような軽い荷電粒子には制動放射，電子線（β線）は多重散乱，クーロン力，γ線（光子，^{192}Ir γ線，^{60}Co γ線）と原子の相互作用にはコヒーレント散乱（干渉性散乱）・コンプトン散乱（効果），中性子線は弾性散乱がある．(60)

□重粒子線は生体との相互作用としてフラグメンテーションがある．(60)

〔2〕電子平衡，ビルドアップ

〔3〕水吸収線量校正定数

□電離箱の表示値を吸収線量に変換するには，水吸収線量校正定数，温度気圧補正係数，イオン再結合補正係数，極性効果補正係数，線質変換係数が必要である．(59)

□外部放射線治療における校正深の水吸収線量測定には気圧，線質指標，線質変換係数，水吸収線量校正定数は関与するが，軸外線量比は必要ない．(69)

〔4〕線質変換係数

〔5〕擾乱補正係数

〔6〕線量計とその校正，補正

□リファレンス線量計は1年に一度の校正を行う．(59, 58)

□リファレンス線量計の校正の基準線質は^{60}Co γ線である．(65)

□リファレンス線量計にはファーマ形電離箱がある．(69)

□ファーマ形電離箱のX線の吸収線量測定点は幾何学的中心が用いられる．(69, 67, 66)

□高エネルギー光子線の基準測定条件は，SAD 100 cm，水中の10 cm深，照射野10 cm × 10 cmであり，ファーマ形電離箱を幾何学的中心に設置する．水中での測定ではビルトアップキャップは装着しない．(67)

□光子線吸収線量の測定における校正深はエネルギーに依らず水中10 cmである．(69)

□光子線の線質はTPR_{10}^{20}で求められる．(69)

□平行平板形電離箱による電子線吸収線量は電離箱空洞内前面の中心で測定する．(70)

□電子線吸収線量で円筒形電離箱を用いる場合，幾何学中心から0.5 r線源側で測定する．(70)

□放射線治療の吸収線量の正しさを保証するためには，第三者評価機関の利用も有用である．(71)

□相互校正により平行平板形電離箱のP_{wall}の不確かさが減少する．(71)

□相互校正したフィールド電離箱には線質変換係数$k_{Q,Qcross}$を適応する．(71)

〔7〕基準の距離と線量評価点

〔8〕ファントム

□固体ファントムを使用した線量計測では，深さスケーリング係数とフルエンススケーリングを考慮する．(72)

合格テキスト

■5.3.1 治療用放射線計測の基礎

memo

〔1〕放射線の種類と特性，相互作用

(1) 放射線の種類

- 放射線
  - 直接電離放射線
    - 電子　…電子，陽電子，β粒子
    - ⇕　荷電性放射線
    - 重荷電粒子（電子よりも重い荷電粒子）
      …陽子，α粒子，炭素原子核
  - 間接電離放射線
    - 電磁波　…光子（X線やγ線）
    - ⇕　非荷電性放射線
    - 非荷電粒子　…中性子

［注］粒子が運動エネルギーを得れば粒子線となる．

過去問データベース

■5.3.2　吸収線量計測法

〔1〕X線，γ線の吸収線量の計測法

□モニタ線量計の校正には固定ファントムを使用する．(63)

□媒質中のX線透過率は1次線の透過率に等しくない．(62)

□測定にはファーマ形電離箱を用いる．(67, 61)

□線量測定時に気温および気圧を測定する．(61)

□校正点吸収線量評価には，気圧，線質指標，線質変換係数，照射野サイズ，水吸収線量校正定数に関係する．(61)

□$TPR_{20,10}$は，X線の放射線治療線量評価の線質指標として用いられる．(60)

□放射線治療線量評価の線質指標とならないものは，X線のOPF，校正深の吸収線量，電子線の実用飛程，基準深である．(60)

□外部放射線治療で水吸収線量の標準計測法（標準計測12）に準拠した光子線の線量測定の正しい方法(67, 63)

i）校正深は線質に無関係に10 g/cm^2（水中10 cm）の深さである．

ii）線質変換係数の決定には$TPR_{20,10}$が必要である．

iii）水ファントム中心軸上の深さで行う．

iv）校正点吸収線量の測定ではファーマ形電離箱の幾何学的中心と校正深とを一致させる．

v）X線の基準照射野は10 cm × 10 cmである．

□外部放射線治療の吸収線量評価の際に用いる線質変換係数について(71, 64)

i）コバルト60 γ線に対する値は1.0である．

ii）基準物質に対する測定対象線質の水吸収線量校正定数の比として定義される．

iii）線質変換係数の決定には$TPR_{20,10}$が必要である．

iv）光子線のエネルギーが高くなるほど線質変換係数は小さくなる．

□標準測定法01におけるX線およびγ線の吸収線量測定(71, 64)

i）ファーマ形電離箱を用いる．

ii）TMR測定には実効中心（変位法）を用いる．

〔2〕電子線の吸収線量計測法

□電子線の平均エネルギーは深さに依存する．(62)

□SSDを100 cmに設定して測定する．(66)

□照射野は10 cm × 10 cm以上とする．(69, 66)

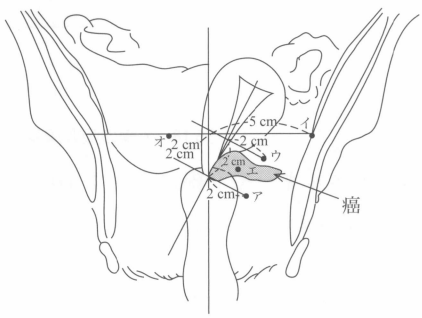
□校正深は0.6 R_{50} − 0.1 gcm^{-2}である．(69, 66)

□平行平板形電離箱の基準点は電離空洞内前面の中心とする．(66)

□R_{50} < 4 gcm^{-2}の場合，平行平板形電離箱を用いる．(69, 66)

〔3〕密封小線源γ線の吸収線量計測法

□A点線量は**図A**の「ウ」になる．(62, 60)



図A　子宮頸癌の膣内照射法におけるA点，B点(62)

〔4〕陽子線の吸収線量計測法

□陽子線の水吸収線量計測において線質指標は残余飛程R_{res}である．(73)

合格テキスト

■5.3.2　吸収線量計測法

memo

放射線治療での吸収線量の測定とは，週に1度程度実施されるモニタ線量計の校正を指す．リニアックに100 MUを設定して照射すると，照射ヘッド内の透過型電離箱（モニタ線量計）が100 cGy計測したところで照射を停止させる．モニタ線量計の校正が不適切であると，照射される線量に過不足が生じる．モニタ線量計の校正は極めて重要である．吸収線量の測定は「標準計測法12」に沿って実施される．

〔1〕X線，γ線の吸収線量の計測法

<STD法によるX線の吸収線量測定法をモニタ線量計の校正として以下に示す>

(1) 校正深吸収線量$D(d_c, A)$の測定

①ファーマ形電離箱をリファレンス線量計として使用する（図5.14参照）．

■5.3.3　外部X線，γ線の線量計算

〔1〕深部量百分率（PDD）

□ PDDはSSDによって変わる．(64, 61)

□ PDDはSSD一定での深さによる吸収線量百分率の変化である．(60)

□ PDDは照射野によって変わる．(64)

〔2〕組織空中線量比（TAR）

□ TARはSSDに依存しない．(61)

〔3〕組織最大線量比（TMR）

□ TMRは照射野によって変わる．(64)

□ TMRはエネルギーによって変わる．(64)

□ TMRはSSDによって変化しない．(64)

〔4〕組織ファントム線量比（TPR）

□ TPRの基準深は最大線量深ではない．(62)

□ TPRは照射野の大きさに依存するが，線源–表面間距離には依存しない．(61)

□ TPRは組織ファントム線量比の略語である．(60)

□ TPRはSAD一定での深さによる吸収線量の変化である．(60)

〔5〕照射野，等価照射野，出力係数

□ 散乱線は照射野サイズに依存する．(62)

□ 出力係数はSSDに依存しない．(61)

□ 散乱係数はSSDに依存しない．(61)

□ OPFは出力係数の略語である．(60)

□ OARは中心軸外線量比の略語である．(60)

□ 高エネルギーX線の照射野の大きさと出力係数との関係を示したグラフは1.（**図A**）である．(64)

〔6〕モニタユニット（MU）

□ DMUはモニタ単位当たりの基準点吸収線量である．(60)

□ X線照射でモニタ値の計算に，くさび係数，出力係数，TMR，TPRを用いる．(58)

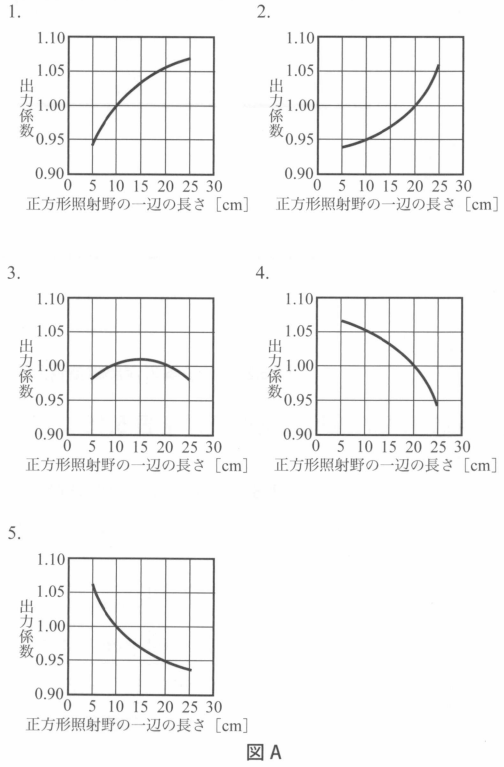
〔7〕線量計算アルゴリズム

〔8〕インバースプランニング

＜計算問題＞①

□ 4MV X線，照射野8 cm×8 cm，SSD法一門照射で，深さ5cmの病巣に2Gy照射したときのMU値は220であった．5cm深のPDD［%］を求めよ．ただし，出力係数は0.95，DMUは1.0cGy/MUとする．(63)

解答：モニタ値（MU）を算出する計算式は，SSD法の場合



図A

$MU = D(d, A) \div (DMU \times OPF \times PDD(d, A)/100)$ となる．よって，220[MU] = 200[cGy] ÷ (1.0[cGy/MU] × 0.95 × PDD) より，PDDは，0.957となり96［%］となる．

＜計算問題＞②

□ 治療用X線に対して線量測定を行った．極性効果，イオン再結合は無視できることとし，算出時に使用すべきデータを**表A**，**表B**に示す．校正点水吸収線量（Gy）を求めよ．(62)

表A

電離箱の水吸収線量校正定数［mGy/nC］	50.0
水中10cm深での電離箱の収集電荷［kPa］	20.0
水中20cm深での電離箱の収集電荷［kPa］	12.0
測定時の温度［°C］	22.0
測定時の気圧［kPa］	101.3

表B

線質：$TPR_{20,10}$	0.5	0.6	0.7	0.8
線質変換係数	1.004	1.000	0.988	0.962

解答：電離箱の水吸収線量校正定数は，50［mGy/nC］で，校正点は水の場合10cmである．水中10cm深での電離箱の収集電荷は，20［nC］であることから，50

[mGy/nC] × 20 [nC] × ktp (=1.000) = 1,000 [mGy] = 1.000 [Gy] となる．よって校正点水吸収線量 [Gy] は 1.000 である．なお，温度気圧補正係数は，ktp = (273.2 + T) ÷ (273.2 + T_0) × (P_0)/(P) で求める，「標準測定法 01」では T_0 = 22.0 [°C]，P_0 = 101.33 [kPa] であり，校正時の温度 T = 22.0 [°C]，P = 101.3 [kPa] であるため ktp = 1.000 となる．

＜計算問題＞③

□ STD 一定の 3 門照射でターゲットに 2 Gy 照射することとした．条件を**表 C** に示す．1 から 3 の各門に対し設定すべき MU 値は，1 から 3 の各門に対し設定すべき MU 値を求めよ．(62)

表 C

門	100 MU 当たりのアイソセンタ位置での吸収線量の実測値 [Gy]	ターゲットへの線量寄与の比率
1	0.70	1.0
2	0.35	0.5
3	0.35	0.5

解答：1 から 3 の各門の投与線量はターゲットの寄与率よりそれぞれ 1 Gy，0.5 Gy，0.5 Gy となる．各門の投与量は 1 門は 1 ÷ 0.7 = 1.43，2 門は 0.5 ÷ 0.35 = 1.43，3 門は 0.5 ÷ 0.7 = 1.43，よって MU 値は，143 となる．

＜計算問題＞④

□ SAD 一定の患者配置で対向 2 門照射を行う．ICRU 基準点への処方線量は 2 Gy/回，ビーム 1 とビーム 2 の照射野サイズは 8 cm × 8 cm，線量比は 1 : 1 である．モニタ値（モニタ単位数）はいずれのビームも 204 MU であった．TMR を 0.500，DMU を 1,000 CG/MU とすると，このときの出力係数を求めよ．(61)

解答：2 門照射により 2 Gy，線量比は 1 : 1 であるため，1 門では 1 Gy の投与となる．TMR 0.500，DMU 1,000 cGy/MU = (0.01 Gy/MU)，モニタ値 204 MU より，204 = 1 [Gy] ÷ 0.5 ÷ 0.01 [Gy/MU] ÷ 出力係数，よって出力係数 = 0.98 となる．

＜計算問題＞⑤

□ X 線に対してリニアックの出力校正を行った．1 MU 当たりの基準点水吸収線量 (Gy) を求めよ．ただし，極性効果，イオン再結合は無視し，算出には以下の**表 D** および**図 B** のデータを使用するものとする．(61)

解答：温度気圧補正係数は，ktp = (273.2 + T) ÷ (273.2 + T_0) × (P_0)/(P) で求める，標準測定法 01 では T_0 = 22.0°C，P_0 = 101.33 kPa であり，校正時の温度 T = 22.0°C，P = 101.3 kPa であるため ktp = 1.000 となる．校正深は水中 10 cm の深さであるため組織最大線量比はグラフより 0.75 となる．よって 1 MU 当たりの基準点水吸収線量は，0.15 [nC] × 50 [mGy/nC] ÷ 0.75 = 10 mGy となり，0.01 Gy となる．

表 D

100 MU 当たりの校正点での電離箱の収集電荷 [nC]	15.0
電離箱の水吸収線量校正定数 [mGy/nC]	50.0
校正時の温度 [°C]	22.0
校正時の気圧 [kPa]	101.3
線質変換係数	1.000

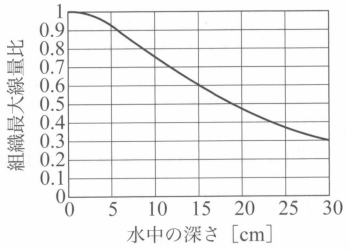


図 B (61-77)

＜計算問題＞⑥

□ X 線一門照射を STD 法で行う．8 cm × 8 cm の照射野中心で体表面からの深さが 8 cm の点に 2 Gy 照射するのに必要となる MU 値を求めよ．ただし，MU 値の計算に必要なデータは**表 E** とする．(60)

表 E

DMU	1 cGy/MU
OPF (8 × 8)	0.900
TMR (8, 8 × 8)	0.800

解答：2 Gy 照射に必要な MU 値は 2 Gy = 200 cGy より，OPF 0.900，TMR 0.800 より，200 ÷ 0.900 ÷ 0.800 ≒ 278 となる．

＜計算問題＞⑦

□ くさびフィルタ直交 2 門照射を SAD 一定法で行う（**図 C**）．線量評価点 P の吸収線量 2 Gy，線量加重は同じである．**図 C** と**図 D** に示すデータに基づいた各門のモニタ単位数（MU 値）を求めよ．ただし，図中の WF はくさび係数である．加速器の出力は 10 cm × 10 cm の基準深（最大線量深）で 1 cGy/MU に校正されている．(59)

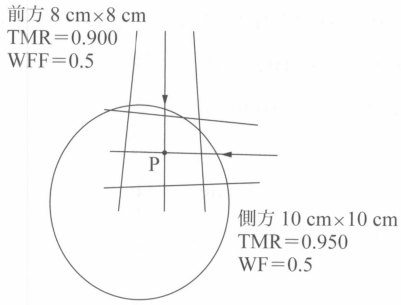


図 C

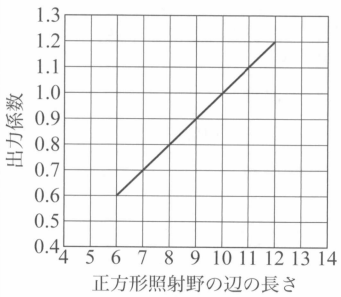


図 D (59-79)

解答：対向 2 門より，2 Gy，線量加重は同じであるため，前方，側方とも 1 Gy の投与となる．前方は図 D より出力係数は 0.8，TMR＝0.900，WF＝0.5 より MU 値は，$1 \div 0.900 \div 0.5 \div 0.8(1/100) \fallingdotseq 278$ となる．側方は，出力係数 1.0 より，$1 \div 0.95 \div 0.5 \div (1/100) \fallingdotseq 211$ となる．

＜計算問題＞⑧

□ 体厚 16 cm の STD2 門照射で前方と後方から線量比 2 : 1 で 3 Gy を照射する場合，ICRU 基準点でのモニタ単位数［MU］を求めよ．ただし，照射野 10 cm × 10 cm，TMR (8, 10 × 10) ＝ 0.500，DMU は 1 cGy/MU とする．(63)

解答：モニタ値（MU）を算出する計算式は，$MU = D(d, A) \div (DMU \times OPF \times TMR(d, A))$ となる．さらに線量 3 Gy に対して，前方 2 であるので前方から 2 Gy（200 cGy）投与，後方から 1 Gy（100 cGy）となる．

それぞれを計算すればよい．前方からは，MU＝200［cGy］÷ (1.0［cGy/MU］× 1.0 × 0.5) ＝ 400 となる．同様に後方からは，MU＝100［cGy］÷ (1.0［cGy/MU］× 1.0 × 0.5) ＝ 200 となる．

＜計算問題＞⑨

□ 照射野 10 cm × 10 cm の条件で**図 E** の組織最大線量比を示す高エネルギー X 線 100 MU の照射に対し，校正点でリファレンス線量計により 15 nC を得た．このとき DMU の値［Gy/MU］を求めよ．ただし，リファレンス線量計の水吸収線量校正定数は 50 mGy/nC，測定時の温度と気温はそれぞれ 22°C，1,013 hPa であり，イオン再結合や極性効果は無視できるものとする．(64)

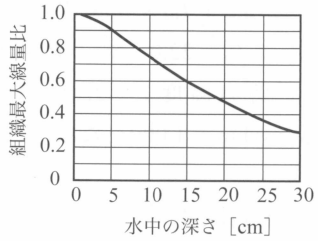


図 E

解答：モニタ値（MU）は，$MU = D(d, A) \div (DMU \times OPF \times TMR(d, A))$ となる．OPF は 1.00 となる．$D(d, A)$ は 10［nC］，TMR は，校正点が水中 10 cm であることから**図 E** より 0.75 が得られる．気温気圧は標準状態，さらにイオン再結合や極性効果は無視できることから，MU は式に当てはめると，100［MU］＝ (15［nC］× 50［mGy/nC］) ÷ 0.75 ＝ 750［mGy］÷ 0.75 となる．

さらに，750［mGy］＝ 0.75［Gy］から，100［MU］＝ 1［Gy］となり，［Gy/MU］は 1 ÷ 100 ＝ 0.01［Gy/MU］となる．

＜計算問題＞⑩

□ 最深部 3 cm の腫瘤に対し，9 MeV 電子線を用いて照射野 12 cm × 12 cm で治療する．処方線量 2 Gy での MU 値を求めよ．ただし，出力係数は 1.02，DMU は 1.0 cGy/MU，深度 3 cm の PDD は 82%，吸収線量最大深は 2.0 cm とする．(64)

解答：電子線の計算では吸収線量最大深（2.0 cm）で計算を行う．3 cm の PDD は計算で使用しない．よって，2［Gy］＝ 200［cGy］，出力係数は 1.02，DMU は 1.0 cGy/MU から MU 値は，200 ÷ 1.02 ＝ 196 となる．

＜計算問題＞⑪

□ SAD セットアップ，照射野サイズ 10 cm × 10 cm で 100 MU を照射したときの基準点吸収線量 $D(d_r, 10\,cm \times 10\,cm)$ は 101.0 cGy であった．

この時，同じ SAD で 100 MU 照射した場合のビーム軸上の深さ d，照射野サイズ A での吸収線量［cGy］を求めよ．ただし，$TMR(d, A) = 0.88$，$TMR(d, 10\,cm \times 10\,cm) = 0.90$，$OPF(d_r, A) = 0.97$ とする．(65)

解答：基準深（点）で 100 MU を照射したときの線量が 101.0 cGy なので DMU は DMU＝101/100＝1.01［cGy/MU］である．ここで，同じセットアップ

(SAD) で照射野のサイズを基準照射野から照射野 A に変更したときに 100 MU を照射する場合の吸収線量 (D) を求めるので，$D = \mathrm{DMU} \times \mathrm{TMR}(d, A) \times \mathrm{MU} \times \mathrm{OPF}(d_r, A) = 1.01 \times 0.88 \times 100 \times 0.97 = 86.213$ [cGy] である．TMR の測定条件と MU 計算式の整合性を問う問題．

＜計算問題＞⑫

□ ウェッジフィルタを使用した直交二門照射で病巣に 2 Gy を照射するとき，1 門当たりのモニタ単位 (MU) はいくつか．小数点以下を切り上げ，整数値で答えよ．ただし，線量の重み付け 1 : 1，TMR 0.92，ウェッジ係数 0.70，出力係数 0.95，モニタ校正値 1.02 cGy/MU とする．(66)

解答：直交二門照射で 2 Gy を照射することを想定し，線量の重み付けは 1 : 1 であるので，1 門当たりの線量は 1 GyMU である．ゆえに以下の式で示される．

$$\mathrm{MU} = \frac{\mathrm{Dose(cGy)} \times \mathrm{weight}}{\mathrm{DMU} \times \mathrm{OPF} \times \mathrm{TMR} \times \mathrm{WF}} \quad \text{より}$$

$$\mathrm{MU} = \frac{200(\mathrm{cGy}) \times 0.5}{1.02 \times 0.95 \times 0.92 \times 0.70} = 160.247\ [\mathrm{MU}]$$

今回は，小数点以下を切り上げて整数値で答えるので，161 MU が解答である．

＜総合選択問題＞

PDD，TAR，TPR の定義で正しいのはどれか．2 つ選べ．ただし，$D(d, A)$，$D(d, A_0)$ は深さ d における照射野 A，A_0 のときの吸収線量で，$D(d_r, A)$，$D(d_r, A_0)$ は基準深吸収線量，$D_{\Delta m}(A)$ は空中組織吸収線量である．

1. $\mathrm{TAR}(d, A) = \dfrac{D_{\Delta m}(A)}{D(d, A)}$
2. $\mathrm{TPR}(d, A) = \dfrac{D(d, A)}{D_{\Delta m}(A)}$
3. $\mathrm{TPR}(d, A) = \dfrac{D(d, A)}{D(d_r, A)}$
4. $\mathrm{PDD}(d, A) = 100 \cdot \dfrac{D(d, A)}{D(d_r, A)}$
5. $\mathrm{PDD}(d, A_0) = 100 \cdot \dfrac{D(d, A_0)}{D(d_r, A_0)}$

解答：3，5

1 について，TAR の定義で分母と分子が逆である．2 について，TPR は水中で求めるため，誤り．4 について，PDD は SSD 一定法で求めるため誤り．よって解答は 3 と 5 である．それぞれの深部線量関数を正しく理解していることを問う問題である．(68)

合格テキスト

■5.3.3 外部 X 線，γ 線の線量計算

memo

〔1〕深部量百分率（PDD：percentage depth dose）

(1) 定義 [X 線，γ 線，電子線に利用]

深部量百分率 (PDD) は，表面の照射野が A_0 のときビーム中心軸上における線量最大深吸収線量 $D(d_{max}, A_0)$ と任意の深さ d における水吸収線量 $D(d, A_0)$ との比の百分率である (**図 5.25**)．このとき，線源表面間距離 (SSD) とファントム表面での照射野 A_0 は一定である．測定に当たってはファントムとして一般に水が使用される．

$$\mathrm{PDD}(d, A_0) = 100 \cdot \frac{D(d, A_0)}{D(d_{max}, A_0)}$$

・表面から 10 cm の深さで照射野が 10 × 10 cm 程度の場合，中心軸上の深部量百分率は，およそ以下となる．

① 200 kV X 線 (半価層 2.0 mmCu，SSD 50 cm) で 30 ～ 40%
② ^{60}Co γ 線 (SSD 80 cm) で 50 ～ 60%
③ 4 MV X 線 (SSD 80 cm) で 60 ～ 65%
④ 22 MV X 線 (SSD 100 cm) で 75 ～ 80%

・深部線量 (百分率) 曲線は図 5.30 参照．

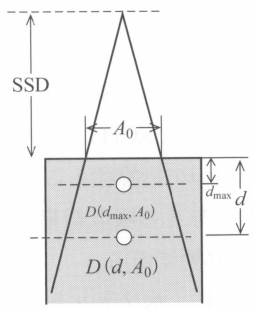


図 5.25 深部量百分率 (PDD)

過去問データベース

■5.3.4　外部電子線の線量計算

□ 治療用電子線の吸収線量測定では，校正深は0.6×線量半価深(R_{50}) − 0.1 g cm^{-2}で，水中10 cmではない．(69, 62)

□ 基準照射野は15 cm×15 cmでなく，10 cm×10 cmである．(69, 62)

□ 電離箱にはビルドアップキャップを装着しない．(62)

□ 10 MeV以下の電子線に対しては平行平板形電離箱を使用する．(62)

□ 深部量百分率の決定には水/気平均制限衝突阻止能比が必要である．(62)

□ 電子線の表面近傍の線量勾配はエネルギーが低いほど急峻である．(62)

□ I_{50}は電離量半価深である．(60)

□ PDIは深さによる電離量百分率の変化である．(60)

□ 高エネルギー電子線の線量測定では，10 MeV以上では指頭形電離箱も使用できる．(64)

□ 高エネルギー電子線の線量測定では，セットアップにはSSD法を使用する．(64)

□ 線質指標として線量半価深が用いられる．(64)

□ 高エネルギー電子線治療では水/空気の質量阻止能比は深部ほど大きくなる．(65)

□ 一般に使われるエネルギー領域の電子線では線量最大深はエネルギーが高くなるほど深い．(70, 65)

□ 深部百分率は深部電離量百分率とは異なる．(64)

□ 6 MVリニアックのX線での平均エネルギーは6 MeVではない．(68)

□ 測定には水ファントムを用いる．(69)

□ 電子線エネルギーが高いほど制動放射線が増加する．(70)

■5.3.5　密封小線源γ線の線量計算

■5.3.6　投与線量の空間分布

□ DVH，OAR，PDD，SCD，TPRの中で線量分布に関係がないのはSCDである．(63)

〔1〕深部線量分布

□ 荷電粒子では線量分布の側方散乱は表面で小さい．(62)

〔2〕等線量曲線，軸外線量比（OAR）

〔3〕線量体積ヒストグラム（DVH）

□ 線量体積ヒストグラムの表示法には微分型と積分型がある．(69)

□ DVHは治療計画の比較に用いられる．(69)

□ 並列臓器の評価にも用いることができる．(69)

□ 標的やリスク臓器の線量や体積の関係を示す．(69)

□ 通常は積分型表示が利用される．(70)

□ V20は20 Gy以上の照射体積である．(70)

合格テキスト

■5.3.4　外部電子線の線量計算

memo

(1) 吸収線量評価点

・校正深吸収線量$D(d_c, A_0)$（5.3.2〔2〕(1) 参照）．

・基準深吸収線量$D(d_r, A_0)$（5.3.2〔2〕(2) 参照）．

・電子線の線質表示，線量半価深R_{50}．

(2) 吸収線量計算法

・深部量百分率（5.3.3〔1〕参照）．

・病巣投与線量［cGy］とモニタユニット（MU）の計算（5.3.3〔6〕参照）．

・深部電離量百分率PDI（percentage depth of ionization）

平行平板形電離箱線量計を用い基準点を空洞内前壁とする変位法により測定を行い，次式にて求める．円筒形を用いる場合は電離空洞の幾何学的中心から0.5 r_{cyl}線源側にする．なお，電離箱内に発生する電離電荷量の測定なのでリファレンス線量計を使用する必要はなく，フィールド線量計を使用してもかまわない．

$$\mathrm{PDI}(d, A_0) = 100 \cdot \frac{M_d}{M_{max}}$$

5.4 照射術式 □□□

過去問データベース

■5.4.1 X線，γ線

〔1〕SSD法

□固定照射（法）はSSD一定法でセットアップを行う．(62)

〔2〕STD法（SAD法）

□運動照射（法）はSTD一定法でセットアップを行う．(62)

□X線照射（法）はSTD一定法でセットアップを行う．(62)

〔3〕固定照射

□乳房温存療法には接線照射が用いられる．(72)

〔4〕運動照射

〔5〕原体照射

〔6〕全身照射

□全身照射は腫瘤細胞の根絶と免疫抑制を目的とする．(72, 66, 61, 60)

□全身照射で期待されるのは抗腫瘍効果である．(61)

□投与線量は通常，1回3Gy程度，合計12Gy，4回照射を行う．(60)

□分割照射で合併症を減らす．(66, 60)

□全身照射の合併症には放射線性肺炎がある．(66, 60)

□線量率は10cGy/min程度である．(66, 60)

□X線と患者の間にアクリル板を置くことにより皮膚線量の不足を補う効果を期待できる．(70)

〔7〕定位放射線照射（STI）

□定位放射線照射はnarrow beamで線量を集中的に照射する方法で，そのうち1回照射を定位手術的照射，分割照射を定位放射線治療という．(60)

□脳動静脈奇形は定位手術的照射の治療適応である．(60)

□定位手術的照射の治療は一病巣に限定されない．(60)

□定位手術的照射は病巣へ3次元的に線量を集中させる．(60)

□画像誘導放射線治療（IGRT）と組み合わせて実施できる．(68)

□食道癌，早期肺癌，子宮頸癌，前立腺癌，転移性脳腫瘍の中で定位放射線照射の適応は早期肺癌と転移性脳腫瘍（単発性）である．(69, 63)

□装置によっては，強度変調放射線治療（IMRT）と組み合わせて実施できる．(68)

□体幹部定位放射線治療について．(59)

ⅰ）位置精度の確認は毎回行う．

ⅱ）腫瘍径は5cm以内が保険適応となる．

ⅲ）3次元放射線治療計画システムを必要とする．

ⅳ）照射中心に対する臓器の体内移動を制限する装置を必要とする．

ⅴ）放射線治療に関する臓器の精度管理を専ら担当する者を必要とする．

□頸部の照射に対しては，4～6MVのX線を用いて左右対向二門照射を実施する．(68)

□照射中心位置精度の許容範囲は頭頸部では2mm以下，体幹部では5mmである．(68)

〔8〕ノンコプラナ照射

□ノンコプラナ照射（法）はSTD一定法でセットアップを行う．(62)

〔9〕強度変調放射線治療（IMRT）

□強度変調放射線治療における投与線量の不確かさのうち，不均質補正，ビームモデリング，線量計算アルゴリズム，CT値–電子密度変換テーブルが関係する．(68)

□強度変調放射線治療について．(71)

ⅰ）回転照射による強度変調法もある．

ⅱ）金属フィルタを用いる方法もある．

ⅲ）マルチリーフコリメータが使用される．

ⅳ）インバースプランにより計画を立案する．

〔10〕強度変調回転放射線治療（VMAT）

〔11〕画像誘導放射線治療（IGRT）

〔12〕画像誘導小線源治療（IGBT）

■5.4.2 電子線

〔1〕エネルギーと飛程

〔2〕照射方法

□電子線照射（法）はSSD一定法でセットアップを行う．(62)

□菌状息肉症/皮膚T細胞悪性リンパ腫では電子線を用いた皮膚の全身照射を行うことがある．(70)

■5.4.3 粒子線

□炭素線の特徴について．(70, 63)

ⅰ）生物学的効果比が高い．

ⅱ）ブラッグピークを有する．

ⅲ）酸素増感比が小さい．

ⅳ）線エネルギー付与が大きい．

□炭素線，陽子線，速中性子線，コバルトγ線，高エネルギーX線の中で量分布には優れていないが生物学的効果に優れているのは，速中性子線である．(64)

□診療用の陽子線エネルギーは150 MeVから250 MeV程度が利用されている．(71)

□患者ボーラスは照射方向ごとに異なる．(68)

〔1〕ビームの拡大法

□ワブラ電磁石には交流電源を用いる．(68)

□スキャニング法のビーム利用効率は散乱体法より良い．(68)

□散乱体法（Passive法）では患者ボーラスを用いる．(69)

□スキャニング法では強度変調が可能である．(69)

〔2〕拡大ブラッグピーク（SOBP）

□拡大ブラッグピーク（SOBP）は，重粒子線に使用される．(59)

□リッジフィルタはSOBPの形成に用いる．(68, 66)

□SOBPの形成はエネルギー変調の一種である．(66)

□陽子線では物理線量が平坦になるようにSOBPを形成する．(66)

□重粒子線治療におけるSOBP領域の物理線量分布は，深くなるほど減少する．(72)

■5.4.4　中性子線

〔1〕ホウ素（熱）中性子捕捉療法

□ホウ素中性子捕捉療法は$^{10}B(n, \alpha)^{7}Li$反応を利用している．(63)

□ホウ素中性子捕獲療法で抗腫瘍効果を示す放射線はα線である．(60)

■5.4.5　密封小線源

〔1〕高線量率密封小線源治療

□RALS（リモートアフターローディング法）は聴神経腫瘍には適応されない．(62)

〔2〕低線量率密封小線源治療

□髄芽腫は組織内照射の適応とならない．(62)

□小線源組織内照射治療の特徴．(63)

i）骨髄抑制は弱い．

ii）治療日数は短い．

iii）均一な線量分布が得られにくい．

iv）術者による効果の差が大きい．

v）治療体積に対する照射体積の比が小さい．

〔3〕退室基準

□放射線遮へい治療病室での治療が必要なのは，舌癌^{198}Au治療，転移性甲状腺癌^{131}I治療がある．必要がないのは前立腺癌骨転移^{89}Sr治療，悪性リンパ腫^{90}Y標識抗体治療，子宮頸癌^{192}Ir高線量率腔内治療がある．(63)

合格テキスト

memo

■5.4.1　X線，γ線

〔1〕SSD法（source to surface（skin）distance）

SSD法はSSD（線源–表面（皮膚）間距離）を一定とする照射法である．表在性病巣に対して用いられる．電子線や軟X線，^{60}Co γ線や比較的低エネルギーのX線による一門照射で採用される．

〔2〕STD法（SAD法）（source to target（axis）distance）

STD法はSTD（線源–標的（回転軸）間距離）を一定とする照射法である．深部性病巣に対して，高エネルギーのX線による多門照射や回転照射で採用される．STD法では病巣部と回転軸（axis）とを一致させる．

〔3〕固定照射

(1) 一門照射法

体表面から3～4 cmの比較的浅い病巣に用いられる．高エネルギー電子線で多用され，病巣の深さに応じてエネルギーが選択される．一門照射は側頸部，鎖骨窩，腋窩，鼠径部リンパ節腫瘍や胸壁，腹壁などの腫瘍に用いられる．

・固定一門照射の特殊な照射法にマントル照射法がある．下頸部，鎖骨上窩，腋窩に限局した非ホジキンリンパ腫に対して利用される．

5.5 放射線治療 □□□

過去問データベース

■5.5.1 正常組織と腫瘍の放射線感受性

□ 胃癌，骨肉腫，食道癌，精上皮腫，悪性黒色腫の中で放射線感受性が最も高いのは精上皮腫である．(63)

□ 下垂体腺腫，喉頭癌，舌癌，肝細胞癌，Hodgkin（ホジキン）リンパ腫の中で最も感受性が高いのは Hodgkin（ホジキン）リンパ腫である．(65)

□ 骨肉腫，肺腺癌，松果体胚腫，喉頭扁平上皮癌，皮膚有棘細胞癌のうち，最も感受性の高いものは松果体胚腫である．(67)

〔1〕正常組織の耐容線量

□ 肺，脊髄，食道，鎖骨，大胸筋の中で成人で臓器全体が照射された場合，放射線耐容線量が最も低いのは肺である．(63)

□ 通常分割照射（2 Gy/回）で放射線脊髄症の耐容線量は 50 Gy である．(72, 62)

□ 成人で耐容線量が最も低いのは下垂体，球結膜，視神経，水晶体，網膜のうち水晶体である．(66, 62)

□ 膣，小腸，卵巣，膀胱，直腸，全骨盤照射の中で，耐容線量が最も低いのは卵巣である．(64)

□ リスク臓器の線用低減には，不整形照射野，ハーフフィールド，ノンコプラナ照射，強度変調放射線治療を用いるとよい．(61)

□ 脳幹，網膜，顎関節，視交叉，水晶体の中で，最も耐容線量が低いのは水晶体である．(66)

〔2〕腫瘍の致死線量

〔3〕放射線治療可能比（TR）

□ 治療可能比は正常組織の耐容線量を腫瘍の致死線量（治癒線量）で割った（除した）ものである．(60)

□ 障害発生予測率，組織腫瘍線量比，生物学的等価比，腫瘍制御期待率は，正常組織の耐容線量を腫瘍の治癒線量で除したものではない．(60)

□ 総線量の増加，多分割照射法，1回線量の増加，照射範囲の拡大，総治療期間の延長の中で，放射線治療可能比を高める効果があるのは多分割照射法である．(64)

□ 翼状片，網膜剥離，ケロイド，甲状腺眼症，脳動静脈奇形の中で放射線治療の適応でないのは網膜剥離である．(63)

■5.5.2 放射線治療の目的

〔1〕根治的照射，緩和照射，緊急照射，予防照射

□ 肺腺癌，喉頭癌，前立腺癌，子宮頸癌，松果体胚腫の中で，放射線単独で根治的治療を行う場合，総線量が最も低いのは松果体胚腫である．(64)

□ 予防的全脳照射の適応となるのは，進行乳癌，神経膠芽腫，非小細胞肺癌，濾胞性リンパ腫，限局型小細胞肺癌のうち限局型小細胞肺癌である．(62)

□ 骨転移に対する放射線治療で除痛効果が高いのは乳癌と前立腺癌である．(61)

□ 子宮頸癌による水腎症，総胆管癌による閉塞性黄疸，骨転移による膀胱直腸障害は対症的放射線治療の適応となる．(59)

□ 緊急照射の適応には気道閉塞，脊髄圧迫，上大静脈症候群，脳転移（麻痺を伴う場合）がある．(73, 69, 66, 65)

□ 中咽頭癌 I 期は根治的放射線治療の対象である．(67)

■5.5.3 他の治療法との併用

〔1〕術前，術中，術後

□ 術前照射の対象となる疾患には食道癌がある．(61)

□ 電子線治療法の対象となる疾患には，乳癌がある．(60)

□ 電子線照射法の適応とならない疾患には，肺癌，食道癌，子宮体癌，前立腺癌などがある．(67, 60)

□ 術中（電子線）照射法の対象となる疾患には，膵癌，胃癌，胃癌リンパ節転移，膀胱癌，前立腺癌，軟部脂肪肉腫などがある．(59, 58)

〔2〕化学療法との併用

□ 放射線に抗腫瘍薬を併用すると，生残率曲線が実線から点線へ変化する効果を相加効果という（図 A）．(60)

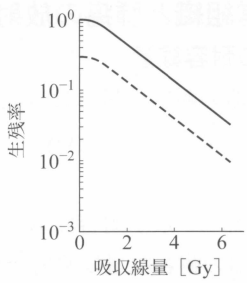


図 A (60-86)

□ 放射線治療単独と比べて，抗癌薬同時併用で最も起こりやすいのは，皮膚炎の憎悪，食欲低下の憎悪，治療完遂率の低下，白血球の減少である．(60)

□ 化学放射線療法で起こりにくいものは遠隔転移の減少である．(60)

□ その他，化学療法と併用される疾患に，上咽頭癌，小細胞肺癌，食道癌などがある．(68, 66, 65)

□ ホルモン療法と外照射が併用される疾患に前立腺癌がある．(66)

〔3〕温熱療法との併用

〔4〕集学的治療

■5.5.4　放射線治療計画

〔1〕治療計画の流れ

□ 固定具を作成した場合はそれを患者に使用した状態で治療計画用CTを撮影する．(72)

〔2〕放射線治療の体積

□ 標的体積と線量分布との一致性は治療計画の妥当性の指標となる．(62)

□ 放射線治療計画における各種体積について．(58)

i）肉眼的腫瘍体積は臨床標的体積より小さい．

ii）臨床的腫瘍体積は計画標的体積より小さい．

iii）計画標的体積は治療体積より小さい．

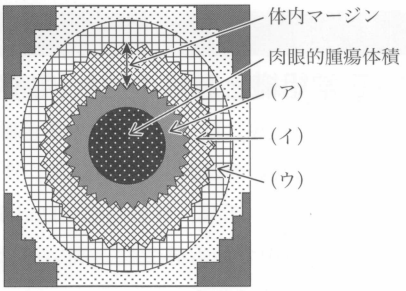
iv）照射体積は計画標的体積より大きい．

v）治療体積は計画的体積より大きい．

□ 投与線量で許容される不確かさは処方線量の+7%～−5%以内である．(63)

□ 胚腫，卵巣癌，髄芽腫，非小細胞肺癌，急性骨髄性白血病の中で放射線治療の標的体積が最も大きくなる可能性があるのは非小細胞肺癌である．(63)

□ **図B**の放射線治療計画の各種体積のうち，（ア）は臨床標的体積，（イ）は体内（内的）標的体積，（ウ）は計画標的体積を表す．(69)



図B

〔3〕空間的線量分布

■5.5.5　時間的線量配分

〔1〕1回線量，総線量，全治療期間

〔2〕通常分割照射

〔3〕多＜過＞分割照射

□ 膠芽腫，中咽頭癌，前立腺癌，精上皮腫，胃悪性リンパ腫の中で，多分割照射法が有効なのは中咽頭癌である．(64)

□ 過分割照射法は1回線量を減らして1日2回以上照射し，治療期間を変えずに総線量を増加させる治療法である．(70, 58)

□ 多分割照射と化学療法との同時併用が用いられる疾患として，小細胞肺癌がある．(73, 66)

〔4〕少＜寡＞分割照射

〔5〕生物学的等価線量

□ 腫瘍のα/β比は一般に早期反応組織と同様に大きい．(58)

□ BEDの計算は1回線量をd，照射回数をnとすると次式となる．$BED = nd(1 + d/(\alpha/\beta))$ (70)

合格テキスト

■5.5.1　正常組織と腫瘍の放射線感受性

memo

〔1〕正常組織の耐容線量

正常組織・臓器の耐容線量とは，通常$TD_{5/5}$（治療を受けた患者の5%が5年以内に重篤な障害を呈する線量［Gy］）で示す（**表5.22**）．他に$TD_{50/5}$を用いることもある．

［注］$TD_{5/5}$を指標 → 最小耐容線量，$TD_{50/5}$を指標 → 最大耐容線量

・正常組織や臓器の耐容線量は照射面積，照射時間，分割回数などに依存する．

・放射線治療中の全身耐容量の指標には白血球数のモニタが有用である．

・手術を受けた部位の皮膚は耐容線量が低下し，皮膚反応が憎悪することがある．

■5.5.6　各臓器腫瘍の放射線治療

〔1〕脳，脊髄

□定位放射線照射，ラジオサージャリの適応となるものに脳動脈奇形，脳転移，転移性悪性腫瘍，聴神経腫瘍がある．適応とならないものに，脳動脈瘤，脳出血，慢性硬膜下出血，脳梗塞，小脳梗塞，多発性硬化症がある．(69, 62)

□髄芽腫，脳動脈瘤，悪性神経膠腫，多発性硬化症，転移性脳腫瘍の中で，定位放射線照射が適応となるのは転移性脳腫瘍である．(64)

〔2〕頭頸部

□早期喉頭癌は化学放射線療法の適応とならない．(62)

□10 MV X線による外部照射が適切でないのは，肺癌，膵癌，前立腺癌，胸部食道癌，声門型喉頭癌のうち声門型喉頭癌である．(62)

□病理組織像で癌真珠が認められるのは，舌癌，肺癌，食道癌，上咽頭癌，子宮頸癌のうち舌癌である．(61)

□甲状腺眼症，神経鞘腫は放射線治療の適応となる．(61)

□乳癌，上顎癌，前立腺癌，小細胞肺癌，ホジキンリンパ腫の中で放射線治療と抗腫瘍薬の動脈内投与とが同時併用されるのは上顎癌である．(63)

□甲状腺眼症は放射線治療の適応である．(68)

□舌癌は組織内照射の適応である．(69)

〔3〕肺，縦隔

□小細胞肺癌は予防的全脳照射の適応である．(61)

□転移性肺腫瘍（3個以内）は定位放射線照射の適応である．(69)

〔4〕消化器

□食道癌は高線量率（HDR）小線源治療が適応となる．(61)

□非切除膵癌には原体照射を用いる．(61)

〔5〕泌尿器

□前立腺癌はIMRTが適応となる．(62)

□前立腺癌の治療法には，3次元原体照射，高線量率組織内照射，強度変調放射線治療，放射性ヨウ素永久挿入がある．(61)

□^{125}Iを用いた前立腺癌の小線源治療について．(59)

ⅰ）線源の異所性移動は肺が最も多い．

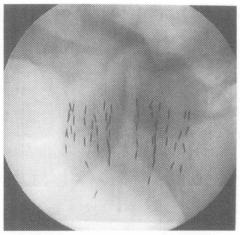
ⅱ）挿入後1日間は隔離病室に入室する．

ⅲ）^{125}Iは^{131}Iよりγ線エネルギーは低い．

ⅳ）畜尿は膀胱・尿道への脱落線源の回収のために実施する．

ⅴ）退院後は公共交通機関の利用は制限されない．

□小線源治療中の骨盤部X線写真の線源は^{125}Iである（図A）．(66, 63)



図A
※第63回で既出．この図は第66回でも出題．

□前立腺癌の根治的外部照射で考えられる晩期障害は直腸出血である．(68)

〔6〕生殖腺

□子宮頸癌Ⅲ期の根治的放射線治療について．(66, 63)

ⅰ）腔内照射線量は通常A点線量を基準として決められる．

ⅱ）外部照射における中央遮へいの幅は，3～4 cmである．

ⅲ）外部照射期間終了または後半から腔内照射を開始する．

ⅳ）5年生存率は50％以上期待できる．

ⅴ）直腸の遅発達性有害事象は治療後半年から1年で見られる．

□外部照射と密封小線源による腔内照射を併用する場合には中央遮へいを行う．(69)

〔7〕皮　膚

□真性ケロイドは放射線治療の適応である．(69, 68)

〔8〕乳　腺

□乳房温存術後の全乳房照射について．(62)

ⅰ）切除断端陽性では追加照射が必要である．(68, 62)

ⅱ）治療成績は乳房全摘術よりも劣らない

ⅲ）腋窩リンパ節は照射範囲に入れない．

ⅳ）傍胸骨リンパ節は照射範囲に入れない．

ⅴ）ホルモン感受性の有無によって照射範囲が異なることはない．

□乳房温存術後の照射について．(63)

ⅰ）放射線食道炎は起こらない．

ⅱ）照射で再発率は1/2以下である．

ⅲ）治療後に放射線誘発乳癌は起きることがある．

ⅳ）5年以降の再発率は子宮頸癌よりも多い．

ⅴ）左側乳房の治療では心臓を照射野から外す．

□乳癌は接線照射の適応である．(68, 66)

〔9〕骨，軟部組織

□癌の骨転移について．(58)

ⅰ）骨融解部（骨転位部位）の再石灰化には2～3か月を要する．

ⅱ）治療後でも，骨シンチグラムの異常集積は完全には消滅しない（低下する）．

ⅲ）30 Gy/2週（10回）はしばしば用いられる分割照射法である．

ⅳ）腎細胞癌では骨外発育を考慮して照射野を設定する．

〔10〕造血器，リンパ系組織

□急性白血病はガンマナイフの適応とはならない．(62)

□全中枢神経系照射の適応となるものは髄芽腫，松果体部胚腫であり，適応とならないものは膠芽腫，頭蓋咽頭腫，下垂体線種である．(60)

〔11〕転移性腫瘍

□乳癌単発脳転移は定位照射の適応である．(61)

□肺癌，胃癌，子宮癌，大腸癌，前立腺癌のうち転移性脳腫瘍の原発巣で最も多いのは肺癌である．(71)

〔12〕良性疾患

□ケロイドの放射線治療の総線量は8～30 Gyの範囲で試みられているが，1回照射なら13 Gy，通常分割照射だと24 Gy相当必要である．予防照射として10～15 Gy程度である．(59)

合格テキスト

memo

■5.5.6　各臓器腫瘍の放射線治療

〔1〕脳，脊髄

・放射線治療が第一選択となる疾患に松果体腫瘍（特に胚腫；ジャーミノーマ）がある．

・下垂体腫瘍では小照射野で限局した二門照射，多門照射，回転照射，振子照射による治療が行われる．

・神経膠芽腫は60 Gy以上の外照射でも局所制御が得られない．難治性である．

・多発性脳転移の放射線治療には左右対向二門照射が行われ，脳転移での総線量は30 Gy/2週程度である．

・多発性脳転移，多形性神経膠芽腫，中枢神経悪性リンパ腫では照射範囲が広い．

・全中枢神経系照射の適応

→髄芽（細胞）腫，松果体部胚腫，脳室上衣芽腫，原始神経外胚葉性腫瘍，髄上皮細胞腫，神経芽腫（[注]膠芽腫，頭蓋咽頭腫，下垂体線種は適応外）

・予防的全脳照射（PCI：prophylactic cranial irradiation）（5.5.2〔1〕(4) 予防照射の項 参照）

→小細胞肺癌，小児白血病

〔2〕頭頸部

・喉頭癌は喫煙と関係があり，発声機能温存のために第1選択として放射線治療を行う．一般的に4～6 MVのX線が用いられ，左右対向二門照射（ウェッジフィルタ）で60～70 Gy/6～7週で照射される．根治療法のよい適応例で5年生存率は50％以上期待できる．喉頭の原発性腫瘍として扁平上皮癌が多い．声門癌では頸部リンパ節転移の頻度が舌癌，咽頭癌よりも低い．

・上顎癌は偏在性腫瘍で主としてウェッジフィルタ使用直交二門照射法や回転打ち抜き照射（回転照射・原体照射）により治療されるが眼球は要注意臓器になる．

・上咽頭癌は放射線治療が第一選択で，根治的放射線治療の適用となる．

[注]近年，有害事象軽減のため，頭頸部癌にIMRTを用いる事が多くなってきている．また，頭頸部癌では高頻度で化学療法が併用される．

・中咽頭癌Ⅰ期は根治的放射線治療の対象である．

過去問データベース

■5.5.7　有害事象（有害反応・障害）

〔1〕早期有害事象（急性反応）

□ 肺癌の放射線治療中には白血球減少，皮膚炎，食道炎，肺炎が発生することがある．(58)

□ 脱毛，脊髄症，白内障，肺線維症，膀胱萎縮のうち最も早期に出現するのは脱毛である．(69)

〔2〕晩期有害事象（晩期反応）

□ 下痢，下腿浮腫，食欲不振，骨盤骨折，皮膚萎縮，子宮頸癌の中で，根治的放射線治療を行った場合に生じる急性期の有害事象は下痢と食欲不振である．(64)

□ 脊髄症は晩期反応である．(67)

□ 晩期有害反応は不可逆的である．(67)

□ 乳房温存術後の全乳房照射によって生じる有害事象には肋骨骨折がある．(70)

□ 前立腺癌の根治的局所外部照射で生じうる晩期有害事象は直腸出血である．(72)

〔3〕直列臓器，並列臓器

□ 放射線治療に伴う有害事象を考慮する場合の並列臓器の1つとして肝臓がある．(66)

■5.5.8　記録，評価

〔1〕照射の記録

〔2〕吸収線量の統一と評価

合格テキスト

memo

■5.5.7　有害事象（有害反応・障害）

〔1〕早期有害事象（急性反応）

放射線治療中や直後に見られる正常組織の有害事象である．早期有害事象は適切なケアにより一般に治療後は消失する（**表5.24**）．

〔2〕晩期有害事象（晩期反応）

照射後，数か月から数年後に発生する正常組織の有害事象は不可逆的（難治性）である．放射線治療では晩期有害事象の発生を防ぐことが重要である（表5.24）．

・晩期有害事象の増強 → 1回投与線量が大きい，照射体積が大きい，抗癌薬の併用

〔3〕直列臓器，並列臓器

・直列臓器：腸管などは各部分の機能が統合して臓器の機能を果たす．一部が損傷を受けると臓器としての機能が失われるため耐容線量以内に押さえる．他に重要な臓器としては脊髄があり，通常分割照射では50 Gy程度が耐用線量となる．放射線治療では最も注意が必要な部位の1つである．

・並列臓器：肝などはどの部分も同じ機能を果たしているため一部が損傷しても機能は保持される．照射する体積を全体の何％にするかが重要である．

表5.24　放射線治療における有害事象

部位	有害事象（副作用・傷害）
脳・脊髄	神経系：放射線脊髄症，脳壊死，末梢神経障害． 頭部脱毛：照射期間中に20 Gy程度で一時脱毛が生じるが，総線量60 Gy程度では永久脱毛にはならない．
頭頸部	口腔・（中）咽頭：口腔咽頭痛，口腔乾燥，味覚低下，嗄声． 口腔：放射線潰瘍（組織内照射後），下顎骨壊死． 咽頭・下咽頭：浮腫で高度になると気道狭窄を起こす． 唾液腺：高感受性なので唾液分泌が停止． 頸部リンパ節転移：放射線骨髄炎
肺 縦隔	肺：放射線肺臓炎，放射線肺線維症（晩期），白血球減少，皮膚炎，食道炎，咳嗽，嚥下困難． 縦隔：食道炎，白血球減少，脊髄症．
消化器	食道：食道潰瘍，食道穿孔，気管支食道瘻，肺炎，脊髄麻痺． 腹部食道：白血球減少，食道粘膜炎，皮膚炎，晩発性障害（心筋炎，放射線脊髄炎）． 腸管：穿孔，上腹部より下腹部のほうが消化管症状は出やすい．

第6章 医用画像情報学

6.1 医用画像情報の基礎 □□□

過去問データベース

■6.1.1 情報の表現

〔1〕数の表現

□ 2バイト整数型では各画素に0から65535の値を割り振る．(73)

□ 10進数の2^{10}は1バイトでは表現できない．(70)

□ コンピュータにおける情報の表現で1 bitは2進数の1桁分である．(71)

□ コンピュータにおける情報の表現で1 Gbitは1,024 Mbyteである．(71)

□ コンピュータにおける情報の表現で1 byteは2進数の8桁分である．(71)

□ 8進数では，0から7までの数字を使って数値を表現する．(71)

□ 負の数は符号ビットに1を入れて表現する．(70)

□ アスキーコードは非数値データの表現形式である．(70)

〔2〕基数変換

□ 2進数1100100を8進数に変換すると144である．(64)

□ 2進数1001101110101101を16進数に変換すると9BADである．(66)

□ 2進数10101001を16進数に変換するとA9である．(69)

□ 2進数1010と0111の積は，01000110である．(72)

□ 10進数の255は16進数ではFFである．(70)

□ 10進数の255を2進数で表現すると11111111である．(61)

□ 10進数0.6875を2進数に変換すると0.1011となる．(63医用工学)

□ 10進法の12.4を2進法に変換した値は1100.0110である．ただし，小数点は第4位まで表示されたものとする．(73)

□ 10進数の0.1は2進数では循環小数になる．(70)

□ 10進数の0.5は2進数では循環小数にならない．(71)

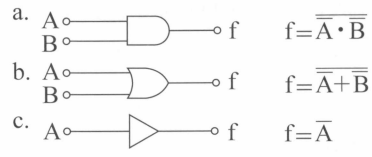
□ 10進数で14は，2進数では「00001110」，16進数では「0E」となる．(65)

□ 16進数A8を2進数に変換すると10101000である．(67)

□ 16進数ECを2進数に変換すると11101100である．(68)

■6.1.2 論理回路

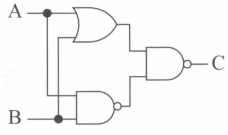
〔1〕論理素子



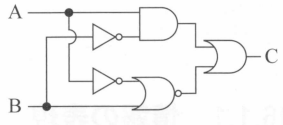
□ 図Aの論理回路の論理式は$C=\overline{(A+B)\cdot(\overline{A\cdot B})}$である．(66)

□ 論理回路を図Bに示す．対応する論理演算式は$C=(A\cdot\overline{B})+\overline{(\overline{A}+B)}$である．(68)

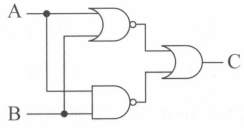
□ 図Cの論理回路の論理式は$\overline{(A+B)}+\overline{A\cdot B}$である．(69)



図A



図B



図C

〔2〕論理演算

□ 図Dの真理値表に対応する論理演算は排他的論理和である．(71)

入力A	入力B	出力
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

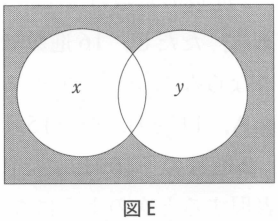
図D

□ 論理式$\overline{(A+B)\cdot C}$と$\overline{A}\cdot\overline{B}+\overline{C}$は等しい．(61医用工学)

□ 論理演算で，$\overline{(1+0)\cdot 0}$は1，$\overline{(1+0)}\cdot 1$と$\overline{1\cdot 1}+0\cdot 0$と$\overline{0\cdot 1+1\cdot 1}$と$\overline{(1\cdot 1+0\cdot 0)\cdot(1+0)}$は0である．(67)

□ ベン図（図E）の黒部分に対応する論理式は$\overline{x+y}$である．(60医用工学)

□ 論理演算で$\overline{0\cdot 1+1\cdot 1}$は0となる．(65)

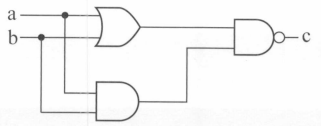


図E

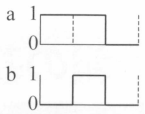
□論理式$(A+B)\cdot(\overline{A}+\overline{B})$と$\overline{A}\cdot B+A\cdot\overline{B}$は等しい．(70)

〔3〕論理回路

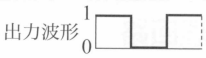
□**図F**の論理回路に**図G**の波形aとbをそれぞれ入力するとき，出力波形は**図H**となる．(72)



図F

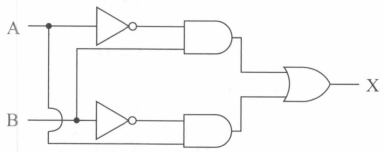


図G



図H

□論理回路**図I**と等価な回路はEx-OR回路である．(64)



図I

■6.1.3　医用画像の基礎

□マイクロデンシトメータで得られる濃度は平行光濃度である．(62)

□マッハ効果はエッジ強調に関与する．(65)

■6.1.4　コンピュータの基礎

〔1〕ハードウェア構成

□入力装置，出力装置，制御装置，記憶装置，演算装置はコンピュータの基本構成である．(63, 62)

□コンピュータの五大機能でないのは通信である．(69)

□通信とHUBは関係がある．(64)

□LCDはコンピュータの出力装置である．(65)

□コンピュータの機能と対応装置の組み合わせでは，「演算－CPU」，「記憶－SSD」，「出力－CRT」となる．(70)

〔2〕ソフトウェアの役割

□コンピュータソフトウエアにおけるオペレーティングシステム〈OS〉の機能はユーザインターフェースの提供である．(73)

〔3〕コンピュータネットワーク

□TCP/IPはインターネットで用いられるネットワークプロトコルである．(60)

□MACアドレスは通信機器固有の物理アドレスである．(60)

合格テキスト

■6.1.1　情報の表現

〔1〕数の表現

我々が通常使っている数の表現は10進数である．しかし，コンピュータの内部ではON・OFF（電圧のhigh・low）の2値で動作するため，2進数が使われている．また，2進数で表記すると桁数が非常に多くなるため，16進数で表現する場合がある．これは，2進数の4桁が16進数の1桁に対応しており，変換が容易なためである（**表6.1**の対応表参照）．

10進数は10を基数として表現しており，例えば「4,321」という数値は次のように書くことができる．

$$4{,}321 = 4\times10^3 + 3\times10^2 + 2\times10^1 + 1\times10^0$$

2進数の基数は2で，16進数の基数は16である．ただし，16進数は10以上の数値が2桁にならないようにアルファベットを用いて10をA，11をB，…，15をFと表記する．

2進数の「10011」と16進数の「2A3F」を表現すると次のようになる．

memo

表6.1　10・2・8・進数の対応表

10進数	2進数	8進数	16進数
0	00000	00	00
1	00001	01	01
2	00010	02	02
3	00011	03	03
4	00100	04	04
5	00101	05	05
6	00110	06	06
7	00111	07	07
8	01000	10	08
9	01001	11	09
10	01010	12	0A
11	01011	13	0B
12	01100	14	0C
13	01101	15	0D
14	01110	16	0E
15	01111	17	0F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14

6.2 医用画像 □□□

過去問データベース

■6.2.1 アナログ画像

〔1〕増感紙フィルムシステム

□現像主薬においてPQ現像液はMQ現像液よりも耐久性に優れる．(61)

□フェニドンは現像主薬である．(64)

□無水亜硫酸ナトリウムは現像液と定着液の両方で使用される．(60)

□X線用自動現像機では補充液量は現像液の方が定着液に比べ少ない．(60)

□チオ硫酸アンモニウムは迅速定着液に用いられる．(64)

□現像液のpHは定着液のpHより高い．(64)

□臭化カリウムは抑制剤である．(64)

□炭酸ナトリウムは促進剤である．(64)

□増感紙の管電圧依存性は蛍光体によって異なる．(62)

□増感紙で保護膜を薄くすると鮮鋭度の向上に寄与する．(62)

□増感紙で蛍光体粒子を小さくすると鮮鋭度の向上に寄与する．(58)

□増感紙フィルムシステムではオルソシステムが主流である．(67)

□増感紙フィルムシステムではフィルムのみと比較して鮮鋭度は低下する．コントラストは向上する．(67)

□増感紙フィルムシステムではX線写真の粒状は，フィルムの粒状よりも増感紙モトルの影響を受ける．(67)

□増感紙フィルムシステムでは蛍光体に$CaWO_4$を用いる増感紙にはレギュラーフィルムを組合せて使用する．(67)

□相反則不軌に基づく写真現象に間欠露光効果がある．(68, 62, 60)

□片面乳剤フイルムではクロスオーバー効果は発生しない．(66)

〔2〕センシトメトリ

□拡散光濃度は平行光濃度よりも低い値を示す．(63)

□bootstrap法は散乱X線の影響を受ける．(62)

□距離法は放射口に金属フィルタを付加する．(62)

□特性曲線の距離法で作成する．X線管焦点フイルム間距離360 cmを基準としたとき，$\log_{10} RE$〈relative exposure〉が0.6となるところのX線管焦点フイルム間距離は180 cmとなる．(73)

□光センシトメトリは自動現像機の濃度管理に役立つ．(62)

□S–F系でタイムスケール法は相反則不軌の影響を受ける．(72, 62)

□X線センシトメトリで得られた特性曲線からは階調度，寛容度が計測できる．(69, 60)

□寛容度は特性曲線の直線部の露光域をいう．(59)

□階調度が高いほどラチチュードは狭くなる．(63)

□ラチチュードが狭いほどコントラストが高い．(64)

□一定濃度に必要な露光量と感度は反比例する．(63)

□特性曲線の直線部の傾斜度をガンマという．(63)

□増感紙・フイルムのセンシトメトリでは感度が高い増感紙・フイルムの方が特性曲線は左側に位置する．(72)

□現像処理温度が高いと特性曲線は左側にシフトする．(72)

□ブーツストラップ法にはアルミステップを用いる．(72)

□焦点–フイルム間距離が2倍になればX線強度は$\frac{1}{4}$倍になる．(72)

□透過光が入射光の5%になる写真濃度は1.3である．ただし，$\log_{10} 2 = 0.3$とする．(65)

□透過光が入射光の10%になる写真濃度は1.0である．(63)

□透過光が入射光の10%になるフイルムF_Aがある．別のフイルムF_Bを重ねたとき，透過光は入射光の5%になった．F_Bの写真濃度は0.30である．ただし，$\log_{10} 2 = 0.30$とする．(66)

□透過光が入射光の5%になるフィルムAと2%になるフィルムBがある．2枚のフィルムを重ねて観察したときの写真濃度は3.0である．(68)

□透過率が50%のフィルムと5%のフィルムを重ねたときの全体の写真濃度は1.6である．ただし，$\log_{10} 2 = 0.30$とする．(69)

□グラディエント曲線は特性曲線を微分した曲線である．(64)

□平均階調度は低濃度部（ベース濃度＋カブリ濃度＋0.25）と高濃度部（ベース濃度＋カブリ濃度＋2.0）の2点間の傾きで表す．(64)

■6.2.2 デジタル画像

〔1〕画素，画像データ量

□x軸方向の画素数が1,024，y軸方向の画素数が1,024，量子化レベル数が256の二次元デジタル画像のデータ量は約1 MBである．(71)

□ x 軸方向の画素数が 1,024，y 軸方向の画素数が 1,024，量子化レベル数が 1,024，圧縮率が 1/2 の二次元デジタル画像のデータ量は約 1.3 MB である．(71)

□ x 軸方向の画素数が 256，y 軸方向の画素数が 256，量子化レベル数が 256，フレーム数が 32 の二次元デジタル動画像のデータ量は約 2 MB である．(71)

□ x 軸方向の画素数が 256，y 軸方向の画素数が 256，z 軸方向の画素数が 128，量子化レベル数が 256 の三次元デジタル画像のデータ量は約 8 MB である．(71)

□ x 軸方向の画素数が 1,024，y 軸方向の画素数が 1,024，量子化レベル数が赤・緑・青それぞれ 256 の二次元デジタルカラー画像のデータ量は約 3 MB である．(71)

□ CT 像（1 枚）の全ファイルサイズが 133,120 バイトで，ヘッダ情報が 2,048 バイトであるとき，画像マトリクスは 256 × 256 である．ただし，全画像ファイルサイズはヘッダ情報と画像データとの和とし，1 画素が 2 バイトの情報とする．(62)

□ 1 ピクセルが 143 μm の FPD で撮影した胸部画像のデータ量［Mbyte］は約 18 MB である．ただし，FPD の有効視野は 43 cm × 43 cm，階調数は 16 ビットとする．(61)

〔2〕画像の標本化・量子化

□ アナログ画像は標本化と量子化でデジタル信号に変換される．(65)

□ 標本化は画像の分解能に影響する．(71, 65)

□ 標本化間隔はナイキスト周波数によって決まる．(60)

□ Δx で標本化を行う最高周波数は $\dfrac{1}{2 \cdot \Delta x}$ である．(63)

□ 標本化間隔を小さくするとアナログ画像に近づく．(65, 64, 63)

□ 濃度分解能は量子化レベルで決まる．(60)

□ 量子化は濃度を離散的な実数値で読み取る作業である．(65)

□ 量子化間隔がすべて等しい時を線形量子化という．(65)

□ 量子化レベル数が大きいほど量子化誤差は減少する．(64)

□ 量子化で得られる階調が多いほどアナログ濃度分布に近くなる．(65)

□ 8 bit 階調の画像は 12 bit 階調の画像より濃度分解能が劣る．(65)

□ 8 bit で量子化された画像の階調数は 256 である．(66)

□ 10 bit で量子化された画像の階調数は 1,024 である．(71)

□ 標本化定理を満足しない間隔で標本化するとエリアシングが発生する．(64)

□ 画素間隔 0.1 mm で標本化された画像のナイキスト周波数は 5 cycles/mm である．(66)

□ ナイキスト周波数は標本化間隔の逆数の 1/2 で表現される．(64)

□ 8 cycles/mm の正弦波を 0.1 mm 間隔で標本化したデジタルデータから再現される正弦波の空間周波数は 2.0 cycles/mm となる．(73)

□ アナログ画像を量子化しデジタル画像で表すと量子化誤差を生じる．(63)

□ 一定の視野内ではマトリクスサイズが大きいほど画素サイズは小さい．(63)

〔3〕空間周波数とフーリエ変換

□ 奇関数の Fourier 変換は虚数になる．(71, 68)

□ Fourier 変換で得られる周波数成分には虚部と実部がある．(71, 68)

□ 画像のパワースペクトルを逆 Fourier 変換しても元の画像にならない．(71, 68)

□ 畳み込み積分の Fourier 変換はそれぞれの Fourier 変換の積に等しい．(71, 68)

□ 画像処理前の 2 次元画像を $f(x, y)$，フィルタ関数を $h(x, y)$，フィルタ処理後の画像を $g(x, y)$ とし，それぞれのフーリエ変換を $F(u, v)$，$H(u, v)$，$G(u, v)$ するとき，$f(x, y) \otimes h(x, y) = g(x, y)$ の重畳積分と等価なのは $F(u, v) \times H(u, v) = G(u, v)$ である．ただし，$\otimes$ は重畳積分とする．(73)

□ Fourier 変換で得られるスペクトルの二乗をパワースペクトルという．(71, 68)

□ フーリエ変換は対称性を持つ．(62)

□ 離散フーリエ変換はデータ数に依存しない．(62)

□ Fourier〈フーリエ〉変換は線形変換である．(69)

□ Parseval〈パーシバル〉の定理はパワースペクトルの性質を表している．(69)

□ 有効視野 40 cm × 40 cm，マトリクスサイズ 512 × 512，拡大率 1.5 倍で収集を行う場合，そのデジタル画像で表現できる最高周波数 9.62 cycles/cm である．(60)

□ 原画像とそのフーリエ変換の振幅画像（対数変換）を示す（**図 A**）．原画像の画素サイズを 2 倍にした時のフーリエ変換の振幅画像はア～オのうちアである．(59)

□ **図 B** の図 1 に画素値が x 方向に 4 画素ごとに白と黒に変化する画像を，図 2 にそのフーリエ変換の振幅画像を，図 3 に図 2 の矢印で示した線上の振幅分布曲線を示す．図 3 の ※ 印で示す周波数［cycles/pixel］は 0.125 cycles/pixel である．(63)

□ **図 C** に示す関数 $f(x)$ をフーリエ変換すると関数 $F(u)$ となる．(69, 66)

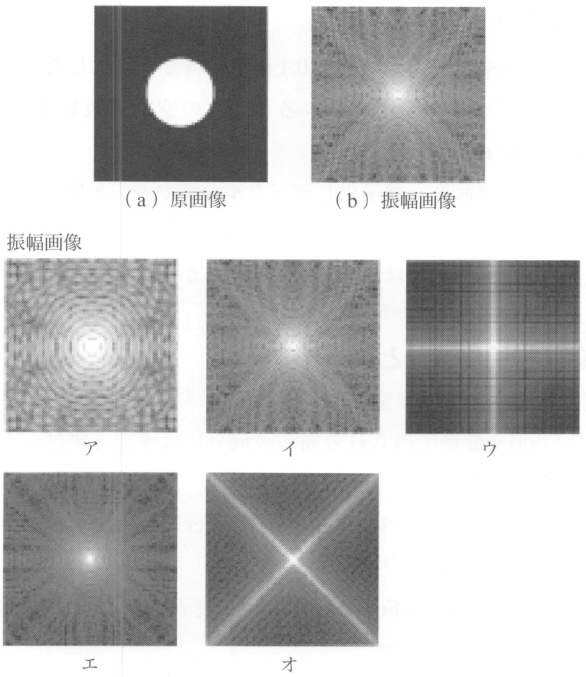


図 A

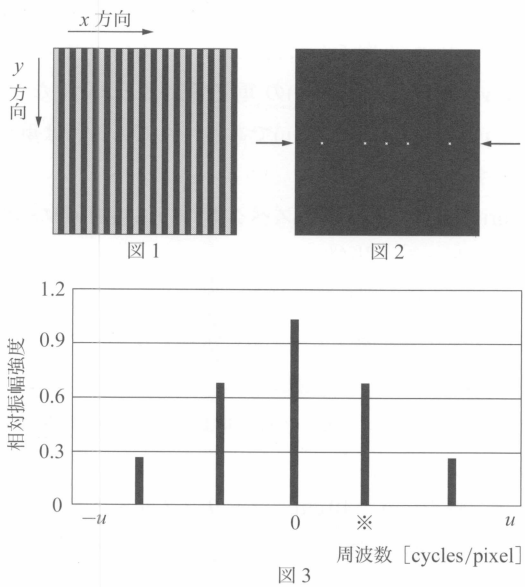


図 B

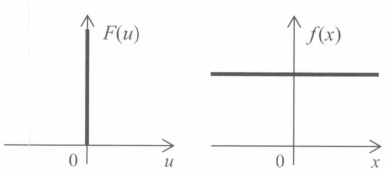


図 C

□ 図 D に示す余弦関数を Fourier〈フーリエ〉変換すると，1［cycles/mm］と −1［cycles/mm］の実数部は ∞ である．ただし，図は −6 ～ +6 の一部だけを表示しており，余弦関数は −∞ ～ +∞ とする．(72)

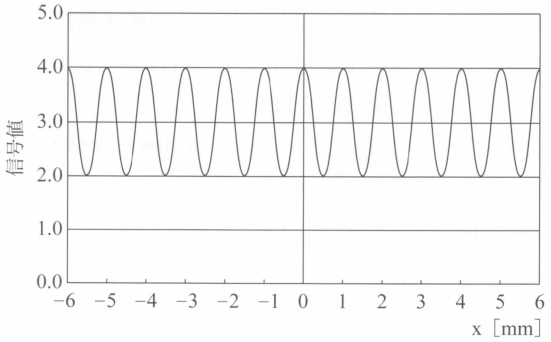


図 D

〔4〕画像作成

□ 画像の変形にはアフィン変換が使用される．(73)

□ 胸部 X 線写真（図 E 上）に示した直線 AB のピクセル値のプロファイルは図 E 下となる．(62)

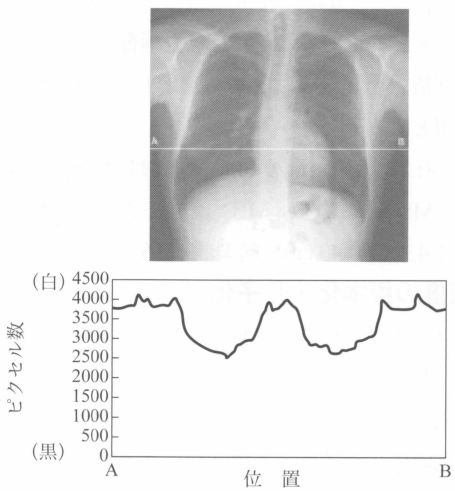


図 E

□ 診断用デジタル X 線装置の CR は X 線検出に IP を用いる．(61)

□ 診断用デジタル X 線装置の DSA は造影前画像と造影後画像との差分である．(61)

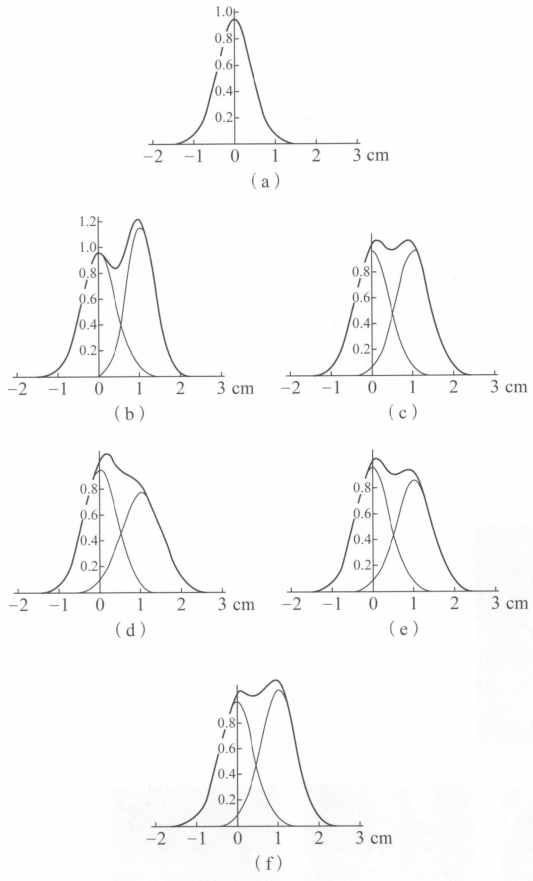
□ 診断用デジタル X 線装置の DF は TV カメラ信号を A/D 変換器でデジタル化する．(61)

□ 診断用デジタル X 線装置の平面検出器は半導体等を用いて X 線エネルギーを電気信号に変換する．(61)

□ IP では 2 次励起光を照射すると青色に発光する．(61)

□ IP では消去光を照射することで繰り返し使用が可能である．(61)

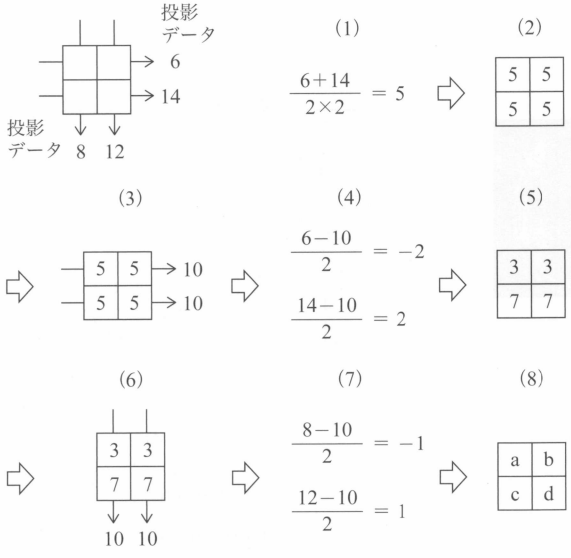
□ ある線形なイメージングシステムで原点に位置する強度 A の線線源について，図 F（a）のような FWHM（半値全幅）1 cm の線広がり関数が得られたとする．原点から 1 cm 離れた位置に同じ強度 A の線線源がある場合，2 つの線線源に対する出力（太線）として正しいのは図 F



図F

(b) ～ (f) のうち (c) となる.[60]

□ 2方向からの投影データを基に，2×2画素からなるCT画像を逐次近似法 (ART〈algebraic reconstruction technique〉法) によって再構成する手順を**図G**に示す．a ～ dの数値の組合せはa＝2, b＝4, c＝6, d＝8である.[67]



図G

■6.2.3 画像処理

〔1〕階調処理

□ ヒストグラム平坦化処理は階調処理である.[73, 68]

□ ダイナミックレンジ圧縮処理は階調処理である.[68]

□ 階調処理によってプリサンプルドMTFは変化しない.[65]

□ LUTを用いて原画像の反転ができる.[65]

□ 画像モニタに表示する際にウインドウ処理を用いる.[65]

□ ウインドウ幅を大きくするとコントラストが低くなる.[73]

□ ウィンドウレベルを変化させるとモニタの輝度が変化する.[73]

〔2〕周波数処理

□ 一次元の関数$f(x)$と$g(x)$の畳み込み積分を表す式は，$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x') \cdot g(x-x')dx'$となる．ただし，$x$, x'はともにx軸上の位置を表す変数である.[70]

□ 加重平均フィルタ（**図H**右）で処理すると5×5の画素の原画像（図H左）の太枠で囲まれた部分の画素値は5になる.[62]

0	0	0	0	0
0	10	10	10	0
0	10	10	10	0
0	10	10	10	0
0	0	0	0	0

$\frac{1}{10}$

1	1	1
1	2	1
1	1	1

図H

□ 画像Aと空間フィルタFを**図I**に示す．画像Aに対してFの9点加重平均フィルタ処理したときの画像値a_{ij} ($i=2, j=3$)は4.5である.[67]

画像A

	j＝1	2	3	4	5
i＝1	9	2	6	3	0
2	10	9	4	7	6
3	5	4	5	1	2
4	1	3	3	7	4

空間フィルタF

1/10×

1	1	1
1	2	1
1	1	1

図I

□ 画像Aと空間フィルタFを**図J**に示す．画像Aに対してFのフィルタで処理したときの画素値a_{ij} ($i=3, j=3$)は2である.[68]

画像A

	j＝1	2	3	4	5
i＝1	0	0	0	1	2
2	1	1	1	2	3
3	1	2	2	2	3
4	2	2	2	3	3

空間フィルタF

−1	0	1
−2	0	2
−1	0	1

図J

□ 二次元画像の画素値を**図K**に示す．この画像にフィルタサイズ3×3の平均値フィルタを用いた重み係数1のアンシャープマスク処理をしたとき，座標（1, 1）における出力値は−2である．(72)

y＼x	0	1	2	3	4	5	6
0	1	6	7	9	4	3	5
1	5	1	0	8	1	2	4
2	5	8	3	8	4	0	2
3	1	9	7	0	2	5	9
4	7	4	9	1	0	6	5
5	5	8	9	4	1	7	6
6	8	2	5	2	6	0	8

図K

□ ソーベルフィルタはデジタル画像処理におけるエッジ検出フィルタである．(61)

□ **図L**の原画像に対して次式で示される処理画像はア～オのうちイとなる．

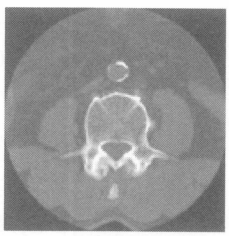
$$g(x, y) = f(x, y) + k[f(x, y) - f_s(x, y)]$$

ただし，$g(x, y)$は処理画像，$f(x, y)$は原画像，$f_s(x, y)$は平滑化画像，kは強調係数とする．(61)

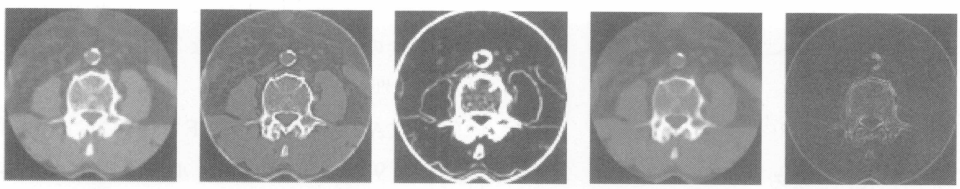
□ MR画像に空間フィルタ処理を行った（**図M**）．ただし，数字は重み係数を示す．処理画像はア～オのウとなる．(60)

□ 3×3の空間フィルタを**図N**に示す．エッジの抽出に用いるのは2と4である．ただし，数字は重み係数を示す．(66)

□ 関数$f(x) = \sqrt{4 - x^2}\{-2 \leqq x \leqq 2,\ 0.0 \leqq f(x) \leqq 2.0\}$と関数$g(x)$とを**図O**に示す．関数$f(x)$と関数$g(x)$の重畳積分は**図P**である．ただし，関数$g(x)\{g(\pm 2) = 0.0,\ g(\pm 1) = -0.4,\ g(0) = 1.0\}$とし，標本化間隔は1とする．(63)

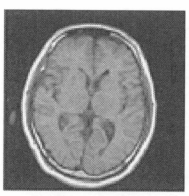


原画像



ア　イ　ウ　エ　オ

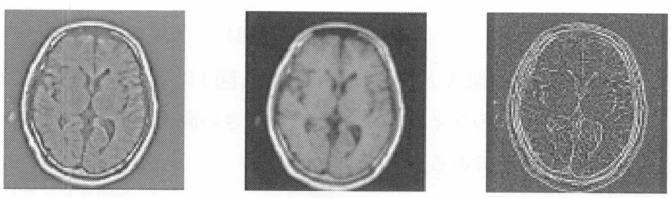
図L



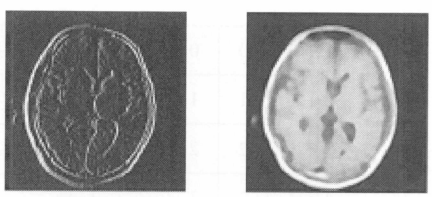
（a）原画像

0	1	0
1	−4	1
0	1	0

（b）空間フィルタ



ア　イ　ウ



エ　オ

図M

1.

0	0	0
0	1	0
0	0	0

2.

1	2	1
0	0	0
−1	−2	−1

3.

−1	−1	−1
−1	9	−1
−1	−1	−1

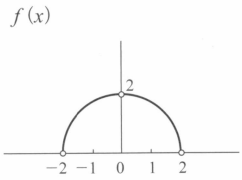
4.

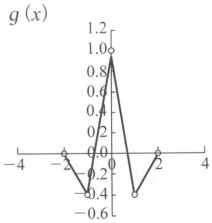
1	1	1
1	−8	1
1	1	1

5.

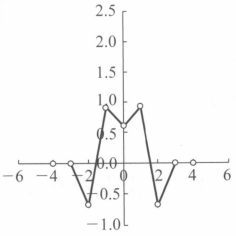
$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$
$\frac{1}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$
$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$

図N





図O



図P

0	−1	0
−1	5	−1
0	−1	0

図Q

□ ラプラシアンフィルタはエッジ強調に関与する．(65)

□ メディアンフィルタはスパイク状雑音の除去に用いられる．(67, 64)

□ 3×3の空間フィルタ**図Q**は画像の鮮鋭化に用いる．(58)

□ 次式で表される画像処理法はボケマスク処理である．

$$g(x, y) = f(x, y) + k[f(x, y) - f_a(x, y)]$$

ただし，$g(x, y)$は処理後の画像，$f(x, y)$は原画像，$f_a(x, y)$は原画像の平滑化画像，kは強調係数とする．(66)

□ 平滑化処理は雑音を低減する．(63)

□ DR圧縮は局所的な階調処理である．(63)

□ 微分フィルタ処理は高周波領域を強調する．(63)

□ ウィンドウ幅を狭くするとコントラストが増加する．(63)

□ ボケマスク処理はエッジのコントラストを増大する．(63)

□ ボケマスク処理をすると原画像より雑音成分は増大する．(69)

□ ボケマスク処理を応用した多重解像度処理がある．(69)

□ ボケマスク処理における非線形処理では原画像の画素値に依存した係数を用いる．(69)

□ ボケマスク処理のマスクサイズが小さいほど一番強調されるピークは高周波側となる．(69)

□ アンシャープマスキング処理はエッジ強調に関与する．(65)

□ 次式で表される画像処理法はダイナミックレンジ圧縮処理である．ただし，$g(x, y)$は処理後の画像，$f(x, y)$は原画像，$f_a(x, y)$は原画像の平滑化画像で係数hの変数とする．(67)

$$g(x, y) = f(x, y) + h(f_a(x, y))$$

〔3〕 データ圧縮

□ マトリクスサイズ512×512，量子化レベル数256，画像圧縮率1/2のデジタル画像のデータ量は131,072バイトである．(58)

□ DCT法は非可逆圧縮である．(63)

□ 画像圧縮はネットワークの負荷を軽減する．(63)

□ ウェーブレット変換は非可逆圧縮である．(63)

□ 可逆圧縮の圧縮率は1/3程度である．(63)

□ ハフマン符号化はエントロピー符号化の一種である．(63)

□ 画像圧縮には，JPEG，ウェーブレット変換，離散コサイン変換，ランレングス法が用いられる．(70)

〔4〕 画像間演算

□ サブトラクション処理によってノイズは目立つようになる．(58)

□ 経時サブトラクションでは，肺野形状を一致させるためにはワーピングを用いる．(70)

□ 経時サブトラクションでは，造影剤注入前後の画像の引き算で血管を高コントラストに描出できる．(70)

□ 1回曝射法を用いるとエネルギーサブトラクション画像の粒状性は劣化する．(70)

〔5〕 三次元表示

□ 物体表面に陰影処理を施して立体感を表現する三次元表示法にはボリュームレンダリング法がある．(70)

□ 物体表面に陰影処理を施して立体感を表現する三次元表示法にはサーフェイスレンダリング法がある．(70)

□ ボリュームレンダリング法はサーフェイスレンダリングに比べデータの精度が落ちない．(65)

□ ボリュームレンダリング法はボクセル値に合わせた不透明度と透過光を乗算し透過度を計算する．(65)

□ サーフェイスレンダリング法はボリュームデータから表面を抽出し多角形図形で表面情報を表示する．(65)

〔6〕 コンピュータ支援診断

□ アナログ画像をデジタル化してもCADを活用できる．(71, 63)

□ CADはマンモグラフィの微小石灰化検出に有効である．(63)

□ CADとはコンピュータによる診断支援システムである．(66)

□ CADのテンプレートマッチングは画像認識で利用される．(71)

□ 人工ニューラルネットワークは脳の情報処理を模擬する．(71)

□ 畳み込みニューラルネットワークはディープラーニングに利用される．(71)

6.3 医療情報 □□□

過去問データベース

■6.3.1 基本事項

〔1〕標準化（DICOM，HL7，IHE）

□ 医療機関間のCDでの画像情報交換で利用する規格はIHE/PDIである．(66)

□ IHEのPDIに準拠したCD等の可搬型媒体による他医療機関からの診療画像情報の提供にはDICOM画像を使用する．(71)

□ DICOMは，医療画像に関する通信と保存の規格である．(67, 60)

□ DICOMデータはオブジェクト指向モデルに基づいて構成されている．(71, 66)

□ DICOMでは，サービスクラス，SOP〈Service Object Pair〉，SCP〈Service Class Provider〉，コンフォーマンスステートメントなどが定義されている．(72)

□ モニタにおいて画像表示の整合性をとるためにDICOMにはGSDFの規定がある．(70, 65)

□ DICOM規格は医用画像の閲覧互換性を確保するために用いられる．(73)

□ PACSは医用画像管理システムである．(63)

□ HL7は医用情報交換の標準規格である．(72, 63)

□ HL7はデータ交換のトランザクションを規定している．(72)

□ HL7はOSI参照モデルのアプリケーション層に対応している．(72)

□ MWMサービスはオーダ情報の医療機器への伝達標準規格である．(63)

□ 診療録におけるSOAP形式記録の項目と記載事項の組合せの例は，Sは患者の訴え，Oは検査結果，Aは病名，Pは処方オーダとなる．(73)

〔2〕ICDコード

□ IDC-10はコード体系化された病名である．(63)

〔3〕セキュリティ

□ ファイアウォールはセキュリティ対策に有効である．(62)

□ SSLは情報を暗号化して送受信するプロトコルである．(67, 62, 60)

□ ユーザ認証，デジタル署名，データの暗号化は情報セキュリティ対策に用いられる．(59)

□ 生体認証方式は不正アクセスを防止するために用いる．(65)

□ VPN（virtual private network）は情報セキュリティ対策に用いられる．(59)

□ 生体情報認証システムの導入やアクセスログの定期的な監視は医療情報システムにおける個人情報保護に有用である．(64)

□ 医療情報の安全管理について．(71)

・個人所有のパソコンに患者情報を保存してはいけない．

・他施設と電子メールで患者情報を交換してはいけない．

・電子カルテで部署共通のアカウントを使用してはいけない．

・不正アクセスを防止するため生体認証方式を用いる．

□ 電子カルテ端末の通信には無線LANも使用されている．(71)

□ RAID〈Redundant Arrays of Inexpensive Disks〉の機能の一つは，複数のハードディスクを組み合わせて，仮想的に全体を1つのディスク装置として実現すものである．(72)

〔4〕電子保存

□ 伝送速度1 Gbpsのネットワークシステムで，1枚2Mバイトの画像を送信することとした．1秒間に送信できる最大の画像数は62枚である．(62)

□ PACS導入によるフィルムレス化で法律や規則によって2年～7年と定められている．(71, 62)

□ PACSには動画像の保管，カラー画像の保管もでき，過去画像との比較が容易にできる．(71)

□ PACSでは複数の電子カルテ端末で同時に画像を参照することができる．(71)

□ PACS導入によるフィルムレス化で画像保管スペースが削減され，画像の紛失がなくなる．(62)

□ PACS導入によるフィルムレス化で過去画像との比較が簡単になる．(62)

□ PACS導入によるフィルムレス化で病棟と外来とで同時に画像を見ることができる．(62)

□ 診療録等の電子媒体による保存の3条件は見読性・保存性・真正性である．(69, 65, 64)

□ 診療録等の電子保存における見読性の確保について．(68)

・情報内容を直ちに書面表示できること．

・必要に応じて情報内容を肉眼で確認できること．

□ 医療情報の電子媒体による保存における真正性の確保について．(70, 67)

・作成の責任の所在を明確にすること．
・保存義務のある画像情報の消去ができないこと．
・故意または過失による虚偽入力を防止すること．

□医用画像を原本としてデジタル保存する時は可逆圧縮を用いる．(66)

■6.3.2 システム

〔1〕病院情報システム＜HIS＞

□HL7は病院情報システムに用いられている．(61)

□HIS–RIS間の患者基本情報の通信で利用する規格はHL7である．(66)

□電子カルテは情報の一元管理に利用される．(60)

□オーダリングシステムは，発生源で入力を行う．(60)

〔2〕放射線情報システム＜RIS＞

□装置–RIS間の検査実施情報の通信で利用する規格はDICOM/MPPSである．(66)

□装置–RIS間の検査オーダ情報の通信で利用する規格はDICOM/MWMである．(66)

□RIS–PACS間の画像情報の通信で利用する規格はDICOM/Storageである．(66)

□RISとは放射線情報システムである．(61, 60)

〔3〕医用画像保存・通信システム＜PACS＞

□遠隔医療システムとテレラジオロジーは通信システムを利用する．(60)

□伝送速度が1 Gbpsのネットワークで100 Mbyteの医療画像を伝送するとき，伝送時間［秒］は0.8秒である．(61)

□伝送速度が1 Gbpsのネットワークで1枚4Mバイトの画像を伝送するとき，1秒間に伝送できる最大の画像枚数は31枚である．(69, 67)

〔4〕画像表示システム

□液晶モニタはCRTモニタに比べて残像が多い．(63)

□液晶モニタはCRTモニタに比べて視野角特性が悪い，消費電力が小さい，動画特性が劣る．(63)

□液晶モニタの輝度の劣化はバックライトに依存する．(63)

〔5〕検像システム

〔6〕遠隔画像診断＜テレラジオロジー＞

□遠隔画像診断〈テレラジオロジー〉では，各施設間はセキュリティ担保のためVPN〈Virtual Private Network〉回線等で接続する．(73)

■6.3.3 品質管理

〔1〕画像表示モニタ

□画像表示モニタ医用画像表示用のLCDの不変性試験には，最大輝度，輝度均一性，アーチファクト，コントラスト応答などがある．(73)

□医用モニタの品質管理における試験項目で，最大輝度は測定器具を使用する．(64)

□モニタ精度管理で色度とコントラスト応答は測定器を用いる．(66)

□モニタの品質管理項目の輝度応答評価はTG18-CTテストパターンを使用する．(72)

□モニタの品質管理項目の全体評価ではTG18-QCパターンを使用する．(72, 69)

□モニタの品質管理項目のコントラスト応答では輝度計を使用する．(69)

□医用モニタの品質管理で幾何学的歪みは目視試験項目である．(67)

□医用モニタの不変性試験項目における目視確認の一つに輝度均一性がある．(68)

□医用画像表示システムの規格（JIS T 62563-1）で規定されている評価方法は，色度・輝度応答・視野角特性・輝度均一性がある．(71)

合格テキスト

memo

■6.3.1 基本事項

〔1〕標準化（DICOM，HL7，IHE）

(1) DICOM（digital imaging and communications in medicine）

画像ファイルを保存する形式には，ヘッダ付の画像ファイルと，ヘッダなしの画像ファイルがある．ヘッダには，画像ファイルの画素数や階調数などの画像に関する情報が入力されており，JPEGなどの一般的なファイル形式の画像もヘッダ付きである．

DICOMとは，米国放射線学会（ACR）と北米電子機器工業会（NEMA）が定めた，医用画像の保存と通信の標準規格のことである．DICOMのヘッダには患者番号・患者名・撮影日などの情報がデータエレメントとして入力されている．

第7章
基礎医学大要

7.1 人体の構造と機能の基礎 □□□

過去問データベース

■7.1.1 人体の構成，方向と断面

〔1〕人体の構成

□ 人体を構成する主要4大元素は水素，炭素，窒素，酸素である．(68, 60)

〔2〕方向と断面

□ 胃は副腎よりも腹側に位置する．(69)
□ 膵尾部は胃体部の背側にある．(70)
□ 冠状断面で脾臓は副腎よりも外側にある．(62)
□ 人体の方向で大腿伸側は前面である．(61)
□ 中足骨は距骨よりも遠位に位置する．(61)
□ 寛骨は仙骨の外側にある．(68)
□ 右腎は左腎よりも低位である．(72)

■7.1.2 体腔，腹膜の構造と機能

〔1〕胸膜，心膜，腹膜

〔2〕腹膜による構造物

□ 横行結腸とS状結腸は間膜を有する．(61)

〔3〕腹腔内臓器と後腹膜臓器

□ 肝，脾，胃は腹腔内臓器である．(63)
□ 卵巣は骨盤腔内臓器であるが，腹膜内臓器であるため，腹腔内臓器に含める場合もある．(66)
□ 空腸，横行結腸，S状結腸は腹腔内臓器である．(64)
□ 上行結腸，下行結腸は後腹膜臓器である．(64, 63)
□ 膵臓，腎臓，副腎，十二指腸は後腹膜臓器である．(70, 63)
□ 十二指腸下行脚は後腹膜腔にある．(73)
□ 脾臓は腹腔内臓器である．(63)
□ 腎周囲腔は後腹膜腔に含まれる．(71)
□ 直腸膨大部は直腸の肛側部分を指す．(71)
□ 女性では，直腸・肛門は膣の後方に位置する．(71)

■7.1.3 内部環境の恒常性

〔1〕ホメオスタシス＜恒常性＞

□ 人体の内部環境を外部環境に応じて自動的に変化させることをいう．(58)
□ 血清カルシウム濃度の調節，体温調節はホメオスタシスに含まれる．(58)
□ 細胞内液で K^+ 濃度は高く，細胞外液では Na^+ 濃度が高い．(66)
□ 正常の血液のpHは7.4に保たれる．(70)

〔2〕フィードバック機構

□ バセドウ病でTSHは低下する．(72)

合格テキスト

memo

■7.1.1 人体の構成，方向と断面

〔1〕人体の構成

表7.1 人体組成の内訳

人体を構成する4大元素	重量比：酸素（65%），炭素（18%），水素（10%），窒素（3%）
	原子数：水素（63%），酸素（26%），炭素（10%），窒素（1%）
生体を構成する細胞の数	60兆個（100兆個ともいう）
生体を構成する主要4分子	炭水化物，脂質，蛋白質，核酸
体液	体重の60%
体液内訳：細胞内液40%＋細胞外液20%［間質液15%＋血漿・リンパ液5%］	
血液量（血球+血漿）	体重の7.7%（体重の1/13）

［注］数値は概算値

7.6 心臓，脈管 □□□

過去問データベース

■7.6.1 心臓・血管の構造と機能

〔1〕栄養血管と機能血管

□ 肺や肝臓は血管の二重支配を受ける．(64, 61)

□ 門脈は機能血管である．(60)

□ 肺の栄養血管は気管支動脈である．(69)

□ 気管支動脈は肺の組織に酸素を供給する．(73)

□ 脳幹の栄養血管は脳底動脈である．(60)

□ 肺と肝は機能血管と栄養血管とが異なる．(64)

□ 子宮動脈は内腸骨動脈から分岐する．(72)

□ 乳房の栄養血管は内胸動脈，肋間動脈，外側胸動脈である．(69)

〔2〕動脈血と静脈血

□ 肺動脈や臍動脈には静脈血が流れている．(62)

□ 肺静脈や気管支動脈内を動脈血が流れる．(64)

〔3〕体表から触れる動脈

〔4〕心筋の興奮と伝導

□ プルキンエ線維は刺激伝導系の構造である．(71)

□ 心房の興奮は心電図のP波として現れる．(73)

■7.6.2 頭頸部の血管

〔1〕ウィリス動脈輪と脳動脈

□ 上小脳動脈は脳底動脈から直接分岐する．(68)

□ （浅）側頭動脈は硬膜よりも体表にある．(65)

□ 髄膜腫は外頸動脈から血流を受けることが多い．(70)

〔2〕脳動脈の栄養領域

〔3〕脳静脈と海綿静脈洞

□ 内頸動脈は海綿静脈洞内を走行する．(59)

□ 大動脈弁の開放時に僧帽弁は閉じる．(65)

〔4〕頸部の血管

□ 内頸動脈は総頸動脈から分岐する．(69)

□ 腕頭動脈は末梢で右総頸動脈と右鎖骨下動脈に分れる．(70)

□ 左総頸動脈は大動脈から直接分岐する．(62)

■7.6.3 心臓と胸部の血管

〔1〕心臓の弁

□ 右上肢から経静脈性DSA検査で濃染する順番は上大静脈→右腕頭静脈→肺動脈→肺静脈→左心房である．(60)

□ 右心系に属する房室弁は三尖弁である．(67, 59)

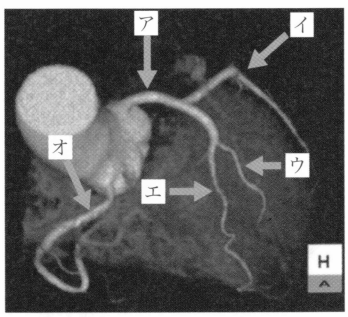
□ 大動脈弁の開放時に僧帽弁は閉じる．(65)

〔2〕冠状動脈と冠状静脈

□ 右冠動脈は大動脈から直接分岐する．(62)

□ 冠状動脈はバルサルバ洞上縁を起始部とする．(71)

□ 図A冠動脈の造影3D-CT像で右冠動脈はオである．(72)



図A

〔3〕胸部の血管

□ 左心房は右心室よりも背側に存在する．(61)

□ 肺動脈弁は大動脈弁よりも頭側に位置する．(59)

□ 健常人で大動脈弓は気管左側に位置する．(56)

□ 心房心室で最も前方に位置するのは右心室である．(64)

□ 心臓の4腔で最も胸骨体部近く（腹側）に位置するのは右心室である．(65, 64)

□ 肺静脈は左心系に還流する．(70)

■7.6.4 腹部の血管

〔1〕大動脈，大静脈と直接交通する血管

□ 肝静脈は下大静脈に流入する．(73)

□ 右精巣動脈は腹大動脈から起始する．(61)

□ 卵巣動脈は大動脈から直接分枝する．(69)

〔2〕腹腔動脈からの分岐

□ 左腎静脈は腹部大動脈と上腸間膜動脈の間を走行する．(58)

□ 脾動脈，左胃動脈，総肝動脈は腹腔動脈から直接分岐する．(64)

□ 胆嚢動脈は左胃動脈や右肝動脈よりも径が細い．(63)

〔3〕膵臓に分布する動脈

□ 胃十二指腸動脈，上腸間膜動脈，脾動脈は膵臓に分布する．(58)

第7章 基礎医学大要

7.1 人体の構造と機能の基礎 □□□

過去問データベース

■7.1.1 人体の構成，方向と断面

〔1〕人体の構成

□ 人体を構成する主要4大元素は水素，炭素，窒素，酸素である．(68, 60)

〔2〕方向と断面

□ 胃は副腎よりも腹側に位置する．(69)
□ 膵尾部は胃体部の背側にある．(70)
□ 冠状断面で脾臓は副腎よりも外側にある．(62)
□ 人体の方向で大腿伸側は前面である．(61)
□ 中足骨は距骨よりも遠位に位置する．(61)
□ 寛骨は仙骨の外側にある．(68)
□ 右腎は左腎よりも低位である．(72)

■7.1.2 体腔，腹膜の構造と機能

〔1〕胸膜，心膜，腹膜

〔2〕腹膜による構造物

□ 横行結腸とS状結腸は間膜を有する．(61)

〔3〕腹腔内臓器と後腹膜臓器

□ 肝，脾，胃は腹腔内臓器である．(63)
□ 卵巣は骨盤腔内臓器であるが，腹膜内臓器であるため，腹腔内臓器に含める場合もある．(66)
□ 空腸，横行結腸，S状結腸は腹腔内臓器である．(64)
□ 上行結腸，下行結腸は後腹膜臓器である．(64, 63)
□ 膵臓，腎臓，副腎，十二指腸は後腹膜臓器である．(70, 63)
□ 十二指腸下行脚は後腹膜腔にある．(73)
□ 脾臓は腹腔内臓器である．(63)
□ 腎周囲腔は後腹膜腔に含まれる．(71)
□ 直腸膨大部は直腸の肛側部分を指す．(71)
□ 女性では，直腸・肛門は膣の後方に位置する．(71)

■7.1.3 内部環境の恒常性

〔1〕ホメオスタシス＜恒常性＞

□ 人体の内部環境を外部環境に応じて自動的に変化させることをいう．(58)
□ 血清カルシウム濃度の調節，体温調節はホメオスタシスに含まれる．(58)
□ 細胞内液でK^+濃度は高く，細胞外液ではNa^+濃度が高い．(66)
□ 正常の血液のpHは7.4に保たれる．(70)

〔2〕フィードバック機構

□ バセドウ病でTSHは低下する．(72)

合格テキスト

■7.1.1 人体の構成，方向と断面

〔1〕人体の構成

memo

表7.1 人体組成の内訳

人体を構成する4大元素	重量比：酸素（65%），炭素（18%），水素（10%），窒素（3%）
	原子数：水素（63%），酸素（26%），炭素（10%），窒素（1%）
生体を構成する細胞の数	60兆個（100兆個ともいう）
生体を構成する主要4分子	炭水化物，脂質，蛋白質，核酸
体液	体重の60%
体液内訳：細胞内液40%＋細胞外液20%［間質液15%＋血漿・リンパ液5%］	
血液量（血球+血漿）	体重の7.7%（体重の1/13）

［注］数値は概算値

7.2 細胞と組織 □□□

過去問データベース

■7.2.1 細胞の構造

〔1〕細胞の構造

□ 核には遺伝子保持の機能がある．(60)

□ 細胞膜の層構造を形成する主成分はリン脂質である．(64)

□ リン脂質，蛋白質，糖質は細胞膜を形成する．(64)

〔2〕細胞の種類

〔3〕細胞周期

□ G2期，M期は細胞周期で1細胞中のDNA量が多い．(68)

〔4〕細胞の死

□ 核の断片化や組織球による貪食はアポトーシスの特徴である．(58)

■7.2.2 細胞の機能

〔1〕核

□ ヒストンはDNAと結合し核内に収める蛋白質である．(69)

□ ウラシルはヒトDNAでなくRNAを構成する塩基である．(62)

□ DNAが直接関わるのは転写と複製である．(61)

□ DNA合成期はS期である．(64)

□ 核小体は核酸（RNA）合成を行う．(64, 60)

□ 精巣や卵巣には減数分裂を生じる細胞が存在する．(67)

〔2〕細胞内小器官

□ 粗面小胞体は蛋白合成を行う．(60)

□ 滑面小胞体は脂質代謝を行う．(60)

□ リボソームは小胞体に付着する．(69)

□ ゴルジ体は合成された蛋白質を加工する．(64)

□ ミトコンドリアは細胞内で酸化的リン酸化によりATPを産生し，エネルギー産生に関与する．(71, 67, 65, 64, 63)

□ リソソームは不要となった物質などを分解する．(68, 64)

■7.2.3 組　織

〔1〕上皮組織

□ 胃，小腸，大腸，直腸，胆管は円柱上皮である．(73, 71)

□ 食道，皮膚，口腔は重層扁平上皮で覆われる．(70, 67, 66, 62, 61)

□ 顎下腺，唾液腺，涙腺，汗腺，乳腺は外分泌臓器である．(71, 62)

□ 線毛上皮は粉塵を気道から排除する機能を有する．(61)

□ 甲状腺は左右が連続する．(58)

□ 唾液腺や肝臓は外分泌機能のみを有する．(58)

□ 腎盂，尿管，膀胱は移行上皮である．(71, 65)

□ 膵臓は外分泌機能と内分泌機能とを有する．(65)

〔2〕結合支持組織

□ 骨端軟骨が存在するのは，成人になる前である．(69)

□ 耳介，喉頭蓋は軟骨を含む．(71)

□ 骨はハイドロキシアパタイトを含む．(72)

〔3〕筋組織

□ 心臓には横紋筋組織が存在する．(72, 69)

□ クレアチンキナーゼは筋疾患のスクリーニングに用いられる．(71)

□ アクチン，ミオシンは筋原線維を構成する．(72)

〔4〕神経組織

□ 脊髄では白質が表面で灰白質が内部にある．大脳や小脳は灰白質が表面で白質が内部にある．(59)

□ ミエリンは髄鞘〈ミエリン鞘〉の構成要素である．(72)

合格テキスト

■7.2.1 細胞の構造

memo

〔1〕細胞の構造

核と細胞質からなる．生体を構成する最小単位で様々な形，構造を持つ．

- 核……通常1個であるが肝細胞は25%に，軟骨細胞では時に2個見られ，骨格筋細胞のように複数あるものもある．遺伝情報を持ち遺伝子保持の機能がある．核は染色質，核小体，核液，核膜よりなる．
- 細胞質…核以外の部分でリボソームなど細胞内小器官を納めている．

7.3　生体の防御機構と免疫

過去問データベース

■7.3.1　免疫系の構成

〔1〕免疫系の器官・組織

□胸腺や骨髄はヒトの中枢性（1次）リンパ組織である．(61)

□胸腺と骨髄は免疫担当細胞の分化に関与する．(65)

□リンパ球となる前駆細胞は胸腺で分化・成熟する．(71)

〔2〕主な免疫系細胞

□扁桃は感染防御に関与する．(62)

□単球はマクロファージの前駆細胞である．(60)

□抗体を産生する形質細胞に分化するのはB細胞である．(68, 64)

□B細胞は形質細胞に分化する．(64)

■7.3.2　免疫系の機能，免疫応答

〔1〕体液性免疫

□Bリンパ球は体液性免疫に関る．(59)

〔2〕細胞性免疫

□細胞性免疫と胸腺，T細胞，移植免疫，ツベルクリン反応は関係する．(63)

□移植免疫は細胞性免疫と最も関連が深い．(70, 63)

合格テキスト

■7.3.1　免疫系の構成

免疫系は胸腺，脾臓などの器官や骨髄，リンパ節，扁桃などの組織，さらに全身に分布する免疫細胞から構成される．

〔1〕免疫系の器官・組織

(1) 中枢性（1次）リンパ組織…骨髄，胸腺

免疫細胞が増殖，分化する場所が中枢性リンパ組織である．血液中のすべての細胞は骨髄中の多能性造血幹細胞（7.8.2参照）から生じる．骨髄は免疫細胞の起源となる場所である．胸腺はT細胞の分化を行う場所である．

(2) 末梢性（2次）リンパ組織…リンパ節，脾臓，扁桃，パイエル板など

免疫応答の活動場所となるのが末梢性リンパ組織である．

〔2〕主な免疫系細胞

Ⅰ）リンパ球

(1) B細胞

B細胞（Bリンパ球）は，前駆細胞が骨髄〈Bone marrow〉で分化して作られる．リンパ節や脾臓で成熟し，体液性免疫に関与する．B細胞は以下に分化する(7.8.2参照)．

①B細胞（Bリンパ球）：形質細胞の前駆細胞である．

②形質細胞：抗体（免疫グロブリン）の産生と放出を行う細胞である．

③記憶B細胞：抗原を記憶するB細胞である．

(2) T細胞

T細胞（Tリンパ球）は，前駆細胞が胸腺〈Thymus〉で分化，成熟して作られる．攻撃すべき抗原とそうすべきでない抗原（自己抗原）を学びT細胞となる．これを免疫寛容という．T細胞は免疫応答の調節や細胞性免疫に関与する．T細胞は以下に分化する（7.8.2参照）．

①細胞傷害性T細胞：抗原となったウイルス感染細胞や癌細胞を破壊する．

②ヘルパーT細胞：形質細胞や細胞傷害性T細胞を活性化し抗原提示細胞上で抗

memo

7.4 運 動 器 □□□

過去問データベース

■7.4.1 骨・関節の構造と機能

〔1〕 骨の総数と内訳

〔2〕 骨の種類と構造

□ 骨端軟骨は思春期（17 ～ 18 才）までに見られる．(69)

□ 腸骨は扁平骨である．(71)

□ 骨はハイドロキシアパタイトを含む．(72)

□ 骨髄は造血機能を有する．(73)

□ 骨膜は知覚神経に富んでいる．(73)

□ 長管骨の成長は骨端軟骨で起こる．(73)

□ 骨には体内のカルシウム貯蔵機能がある．(73)

□ 長管骨の骨幹の端を骨幹端部という．(73)

〔3〕 軟 骨

□ 甲状軟骨は声帯が付着する構造で声帯の前方に位置する．(68)

□ 耳介や喉頭蓋は軟骨を含む．(71)

〔4〕 関節の基本構造

□ 股関節，膝関節は関節内靭帯を有する．(67)

〔5〕 関節の種類

□ 球関節の可動域は広い．(69)

□ 肩関節は単関節である．(73)

■7.4.2 頭部の骨・関節

〔1〕 頭蓋骨

□ 成人で側頭骨と頭頂骨は左右に一対ある．(71, 60)

□ 篩骨と蝶形骨は頭蓋骨を構成する．(69)

□ 篩骨と蝶形骨は眼窩を構成する．(70)

□ 上顎洞，前頭洞，篩骨洞，蝶形骨洞は副鼻腔である．(60)

□ 舌骨は関節を形成せず，嚥下運動に関与する．(66)

□ 卵円孔，頸静脈孔は脳神経が通過する．(70)

■7.4.3 胸部，骨盤の骨・関節

〔1〕 肩甲骨

□ 肩関節部に烏口突起がある．(59)

〔2〕 胸骨，肋骨

□ 第 8 ～ 10 肋骨は肋骨弓を形成する．(61)

〔3〕 骨 盤

□ 腸骨，坐骨，恥骨は寛骨を構成する．(55)

■7.4.4 脊柱の骨・関節

〔1〕 脊 柱

□ 脊柱の生理的弯曲は頸部で前弯，胸部で後弯，腰部で前弯，仙尾部で後弯．(60)

□ 横突起，関節突起，椎間孔，椎弓根は対構造である．(63)

□ 棘突起は正中に 1 つある．(63)

〔2〕 頸 椎

〔3〕 胸 椎

〔4〕 腰 椎

〔5〕 仙 骨

〔6〕 尾 骨

■7.4.5 上肢の骨・関節

〔1〕 上腕骨

〔2〕 前 腕

〔3〕 手

□ 月状骨，三角骨，舟状骨，有鉤骨は手根骨を構成する．(72)

□ 大菱形骨は最も母指側に位置する手根骨である．(73)

□ X 線による小児の骨年齢評価に手根骨が用いられる．(73)

□ 正中神経は手根管を通過する．(73)

■7.4.6 下肢の骨・関節

〔1〕 大腿骨

〔2〕 下腿と膝関節

□ 半月板は膝関節で衝撃を和らげる．(62)

〔3〕 足

□ リスフラン関節は立方骨，中足骨，第 1 ～ 3 楔状骨で構成される．(66)

□ 中足骨は距骨，腓骨，脛骨よりも遠位に位置する．(61)

■7.4.7 筋の構造と機能

□ 横紋筋組織は心臓，骨格筋に存在する．(72, 69)

〔1〕 筋組織の種類

〔2〕 骨格筋の働き

□ アクチン，ミオシンは筋原線維を構成する．(72)

□ 骨格筋は体温を発生させる最大の器官である．(64)

〔3〕 筋の付属器

■7.4.8　頭頸部，四肢の筋

〔1〕頭頸部の筋

□外側直筋は眼球を外転させる．(67)

□内側翼突筋は咀嚼に関わる．(68)

□下斜筋は眼球運動に関係する．(72)

〔2〕四肢の筋

□腓腹筋，ヒラメ筋は下腿の筋肉である．(69)

□腓腹筋，ヒラメ筋，踵骨はアキレス腱と関係する．(58)

□棘上筋，広背筋，三角筋，大円筋は肩関節の運動に関与する．(66)

□肩関節の回旋腱板は肩甲下筋，棘上筋，棘下筋，小円筋の腱からなる．(73)

□回外筋は前腕の運動に関与する．(66)

■7.4.9　体幹部の筋

〔1〕胸部，腹部の筋

□腹式呼吸は横隔膜を主に用いる深い呼吸であり，胸式呼吸は肋間筋と横隔膜を用いる浅い呼吸である．(67)

□肋間筋は呼吸筋である．(70, 58)

□胸鎖乳突筋は補助呼吸筋である．(70, 58)

〔2〕横隔膜

□横隔膜には大動脈が通過する孔がある．(58)

□胸管は大動脈裂孔を通る．(73)

合格テキスト

memo

■7.4.1　骨・関節の構造と機能

〔1〕骨の総数と内訳

成人の骨格は200個の骨からなる．尾椎など癒合したものは1個と数え，膝蓋骨と豆状骨を含み，それ以外の種子骨，耳小骨3×2個，歯は除いた場合である．耳小骨6個を加え206個とする場合もある．

［注］新生児は骨の癒合がなく，骨の数は350個以上もある．
成人の骨の総数は個人差が多い．特に種子骨の数は著しく異なる．
歯は骨格に含まないが，乳歯20本，永久歯32本がある．

［注］種子骨は腱や靭帯の中に生じる骨で摩擦の軽減を担う．最大の種子骨は膝蓋骨であり，手根骨の中の豆状骨も本来は種子骨である．

(1) 体幹骨

・頭蓋骨…23個：頭蓋骨15種23個＝脳頭蓋骨（6種8個）＋顔面骨（9種15個）
・脊柱……26個：頸椎7個，胸椎12個，腰椎5個，仙骨1個，尾骨1個
・胸骨……1個
・肋骨……24個：左右12本で24個

(2) 体肢骨

・上肢（左右）…64個：上肢帯…鎖骨1×2，肩甲骨1×2
　計64個　　：自由上肢…上腕骨1×2，橈骨1×2，尺骨1×2，手根骨8×2，中手骨5×2，指骨14×2
・下肢（左右）…62個：下肢帯…寛骨（腸骨，恥骨，坐骨が癒合）1×2
　計62個　　：自由下肢…大腿骨1×2，膝蓋骨1×2，脛骨1×2，腓骨1×2，足根骨7×2，中手骨5×2，趾骨14×2

〔2〕骨の種類と構造

・含気骨　　：副鼻腔に関する骨，側頭骨など．
・扁平骨　　：肋骨，頭頂骨，肩甲骨，腸骨など．
・長（管）骨：四肢の骨，鎖骨，中手骨，指骨など．
・短骨　　：手根骨，足根骨など．

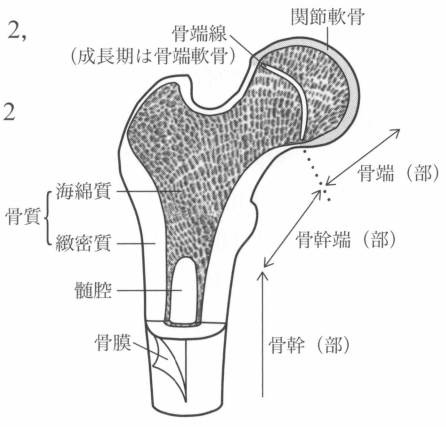


図7.14　骨の構造（長管骨）

7.5 呼吸器，胸郭，胸壁，胸膜，乳房 □□□

過去問データベース

■7.5.1 呼吸器の構造と機能

〔1〕気管，気管支

□肺胞は最も末梢にある．末梢に向けて気管支→細気管支→終末細気管支→呼吸細気管支→肺胞の順である．(62)

□右中葉と下葉は大葉間裂で境される．(59)

□舌区気管支は左上葉気管支から分岐する（B^4, B^5）．(70)

□健常成人の血中酸素分圧で肺静脈＞肺動脈である．(58)

□健常人の主気管支は右より左が長い．(56)

□肺胞サーファクタントは表面張力を減少させる．(56)

〔2〕肺紋理と肺門

〔3〕その他

■7.5.2 縦隔，乳房の構造と機能

〔1〕縦　隔

□横隔膜は縦隔の外にある．(61)

□胸腺は前縦隔に存在する．(73, 67)

□奇静脈は後縦隔に存在する．(66)

□右1弓は上大静脈で形成される．(58)

□右2弓は右心房で形成される．(58)

□左1弓は大動脈弓で形成される．(58)

□左2弓は肺動脈幹で形成される．(58)

□左3弓は左心房（左心耳）で形成される．(58)

〔2〕乳　房

□乳腺は外分泌器官である．(71)

□乳房の栄養血管は内胸動脈，肋間動脈，外側胸動脈である．(69)

■7.5.3 胸郭，胸壁，胸膜

合格テキスト

■7.5.1 呼吸器の構造と機能

memo

呼吸器系は気道と肺からなる．気道から肺胞内に達した空気と，肺胞壁を取り巻く肺動脈・肺静脈の毛細血管網との間でガス（酸素と炭酸ガス）交換を行い，全身から集まってきた静脈血を動脈血に変えて，肺静脈から左心房に戻す．

血中酸素分圧は「肺静脈（動脈血）＞肺動脈（静脈血）」である．

〔1〕気管，気管支

気管は喉頭下縁（C_6）から気管分岐部（Th_4）までの気道で，筋・軟骨性の管．気管分岐部で左右に分かれ主気管支となり肺門部へ向う．

◎末梢に向けて気管支→細気管支→終末細気管支→呼吸細気管支→肺胞の順である．

～覚え方～
「最（細），終（終末），呼吸（呼吸）は，肺胞で」

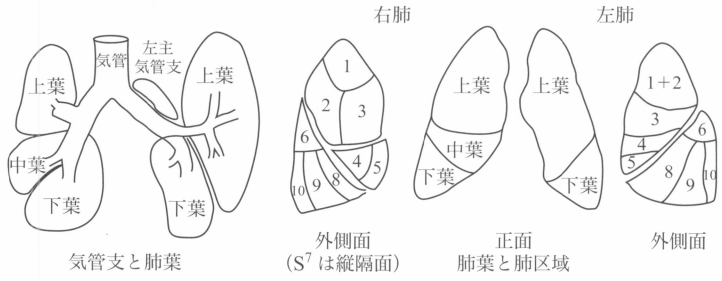


図 7.54　気管支と肺葉，肺区域

7.6 心臓，脈管 □□□

過去問データベース

■7.6.1 心臓・血管の構造と機能

〔1〕栄養血管と機能血管

□肺や肝臓は血管の二重支配を受ける．(64, 61)

□門脈は機能血管である．(60)

□肺の栄養血管は気管支動脈である．(69)

□気管支動脈は肺の組織に酸素を供給する．(73)

□脳幹の栄養血管は脳底動脈である．(60)

□肺と肝は機能血管と栄養血管とが異なる．(64)

□子宮動脈は内腸骨動脈から分岐する．(72)

□乳房の栄養血管は内胸動脈，肋間動脈，外側胸動脈である．(69)

〔2〕動脈血と静脈血

□肺動脈や臍動脈には静脈血が流れている．(62)

□肺静脈や気管支動脈内を動脈血が流れる．(64)

〔3〕体表から触れる動脈

〔4〕心筋の興奮と伝導

□プルキンエ線維は刺激伝導系の構造である．(71)

□心房の興奮は心電図のP波として現れる．(73)

■7.6.2 頭頸部の血管

〔1〕ウィリス動脈輪と脳動脈

□上小脳動脈は脳底動脈から直接分岐する．(68)

□（浅）側頭動脈は硬膜よりも体表にある．(65)

□髄膜腫は外頸動脈から血流を受けることが多い．(70)

〔2〕脳動脈の栄養領域

〔3〕脳静脈と海綿静脈洞

□内頸動脈は海綿静脈洞内を走行する．(59)

□大動脈弁の開放時に僧帽弁は閉じる．(65)

〔4〕頸部の血管

□内頸動脈は総頸動脈から分岐する．(69)

□腕頭動脈は末梢で右総頸動脈と右鎖骨下動脈に分れる．(70)

□左総頸動脈は大動脈から直接分岐する．(62)

■7.6.3 心臓と胸部の血管

〔1〕心臓の弁

□右上肢から経静脈性DSA検査で濃染する順番は上大静脈→右腕頭静脈→肺動脈→肺静脈→左心房である．(60)

□右心系に属する房室弁は三尖弁である．(67, 59)

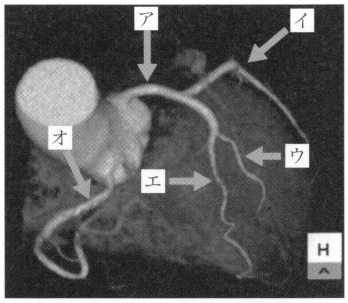
□大動脈弁の開放時に僧帽弁は閉じる．(65)

〔2〕冠状動脈と冠状静脈

□右冠動脈は大動脈から直接分岐する．(62)

□冠状動脈はバルサルバ洞上縁を起始部とする．(71)

□図A冠動脈の造影3D-CT像で右冠動脈はオである．(72)



図A

〔3〕胸部の血管

□左心房は右心室よりも背側に存在する．(61)

□肺動脈弁は大動脈弁よりも頭側に位置する．(59)

□健常人で大動脈弓は気管左側に位置する．(56)

□心房心室で最も前方に位置するのは右心室である．(64)

□心臓の4腔で最も胸骨体部近く（腹側）に位置するのは右心室である．(65, 64)

□肺静脈は左心系に還流する．(70)

■7.6.4 腹部の血管

〔1〕大動脈，大静脈と直接交通する血管

□肝静脈は下大静脈に流入する．(73)

□右精巣動脈は腹大動脈から起始する．(61)

□卵巣動脈は大動脈から直接分枝する．(69)

〔2〕腹腔動脈からの分岐

□左腎静脈は腹部大動脈と上腸間膜動脈の間を走行する．(58)

□脾動脈，左胃動脈，総肝動脈は腹腔動脈から直接分岐する．(64)

□胆嚢動脈は左胃動脈や右肝動脈よりも径が細い．(63)

〔3〕膵臓に分布する動脈

□胃十二指腸動脈，上腸間膜動脈，脾動脈は膵臓に分布する．(58)

■7.6.5　四肢の血管

〔1〕 上肢の血管

〔2〕 下肢の血管

■7.6.6　門脈系と奇静脈系

〔1〕 門脈系

□ 門脈と肝動脈の血液は肝臓に流入する．(62)

□ 肝臓は門脈と肝静脈の２種類の静脈系を有する．(67)

□ 食後の門脈血の血中糖濃度は高い．(65)

〔2〕 奇静脈系

□ 奇静脈は上大静脈に合流する．(61)

□ 胎児では右心房から卵円孔を介して左心房への血流がある．(60)

□ 胎児では肺動脈幹から動脈管を介して大動脈弓へ血流がある．(60)

■7.6.7　胎児の血液循環

〔1〕 胎児特有の構造

〔2〕 胎盤循環

□ 肺動脈や臍動脈には静脈血が流れている．(62)

□ 肝臓は胎生期に臍を介して母体と直接つながっている．(61)

□ 臍帯の臍動脈は２本である．(60)

□ 胎児のガス交換は胎盤を通して行われる．(60)

□ 卵円孔は心房中隔に存在する．(59)

■7.6.8　リンパ系

〔1〕 リンパ液

〔2〕 リンパ管とリンパ節

〔3〕 リンパの流れ

□ 胸管は左鎖骨下静脈に流入する．(66)

□ 右下半身のリンパ液は左の静脈角に注ぐ．(68)

□ 胸管内のリンパ流速度は海綿静脈洞内の静脈血流より遅い．(65)

□ 胸管はリンパ系の構造である．(71)

□ 胸管の起始部を乳び槽という．(68)

□ 胸管は左上半身のリンパ液を集める．(68)

□ 胸管は大動脈裂孔を通る．(73)

□ 静脈角とは内頸静脈と鎖骨下静脈の合流部をいう．(68)

合格テキスト

memo

■7.6.1　心臓・血管の構造と機能

〔1〕 栄養血管と機能血管

臓器を栄養する血管が栄養血管（肺の組織に酸素を供給する）で，その臓器の主要な機能に直接関係する血管が機能血管である．肺の栄養血管は気管支動脈，機能血管は肺動脈と肺静脈である．

なお，栄養血管は動脈血，機能血管は動脈血や静脈血とされる．

・肺と肝は機能血管と栄養血管とが異なる．二重支配を受ける．

・門脈は機能血管である．

・内腸骨動脈は骨盤内臓器（子宮，膣，卵管，膀胱，精巣，前立腺，直腸中部など）へ動脈を分岐する．

表 7.10　主な臓器の栄養血管と機能血管

臓器	栄養血管	機能血管
肺	気管支動脈	肺動脈，肺静脈
心臓	冠状動脈	大動脈，上下大静脈
肝臓	固有肝動脈（肝の約30％を栄養） ［門脈（約70％）は静脈血なので除く］	門脈

臓器	栄養血管	臓器	栄養血管
空腸・回腸の大半	上腸間膜動脈	腎臓	腎動脈
乳房	内胸動脈	上肢	鎖骨下動脈
骨盤内臓器	内腸骨動脈	下肢	外腸骨動脈

7.7 消化器，腹壁，腹膜 □□□

過去問データベース

■7.7.1 口腔，咽頭，喉頭の構造と機能

□ 口腔の粘膜は重層扁平上皮で覆われる．(66)

〔1〕唾液腺

□ 唾液腺，顎下腺は外分泌臓器である．(71, 65, 62)

〔2〕扁　桃

□ 扁桃は感染防御に関与する．(62)

□ 扁桃は末梢性（二次性）リンパ組織である．(61)

〔3〕咽　頭

□ 咽頭は耳管と直接交通する．(73)

〔4〕喉　頭

□ 喉頭蓋と軟口蓋は嚥下時に食道以外への食物の移動を防止する．(67)

□ 甲状軟骨後面に声帯の前縁が附着する．(68)

■7.7.2 消化管の構造と機能

〔1〕消化管の基本構造

□ 食道は漿膜の代わりに外膜を有する．(60)

□ 横行結腸，S状結腸は間膜を有する．(61)

〔2〕食　道

□ 食道は重層扁平上皮で覆われる．(67, 62)

〔3〕胃

□ 胃角は小弯にある．(68)

□ 胃の入口を噴門という．(68)

□ 胃の上部の膨らんだ部分を穹窿部という．(68)

□ 胃の内腔の粘膜上皮は円柱上皮である．(71)

□ 胃において幽門が十二指腸に連続する．(71)

〔4〕小　腸

□ 空腸は腹膜腔に存在する．(64)

□ 小十二指腸乳頭に副膵管が開口する．(68)

□ 小腸の内腔の粘膜上皮は円柱上皮である．(71)

□ 大十二指腸乳頭は十二指腸下行脚にある．(68)

〔5〕大　腸

□ 上行結腸，下行結腸は後腹膜に存在する．(64)

□ 大腸の内腔の粘膜上皮は円柱上皮である．(71)

□ 肛門管の長さは約3 cmである．(71)

□ 肛門管の粘膜下には静脈叢が含まれる．(71)

■7.7.3 肝・胆・膵の構造と機能

〔1〕肝　臓

□ 肝臓の機能は胆汁の生成，アルブミンの生成，ホルモンの不活性化，フィブリノゲンの生成である．(58)

□ 肝臓で血液凝固因子が産生される．(73)

□ 中肝静脈は肝の外科的左葉と外科的右葉との境界に位置する．(63)

〔2〕胆嚢，胆道

□ 胆嚢動脈は，左胃動脈，左右肝動脈，胃十二指腸動脈より径は細い．(63)

□ 胆管の内腔の粘膜上皮は円柱上皮である．(71)

〔3〕膵　臓

□ リパーゼとアミラーゼは膵臓の外分泌酵素である．(64)

□ 膵臓は外分泌機能と内分泌機能を有する．(65)

■7.7.4 消化作用

〔1〕主な消化酵素と働き

□ 胃液に炭水化物の分解作用はない．(65)

□ 胃液の粘液は胃粘膜を保護する．(65)

□ 胃液中にペプシンが含まれる．(71)

□ 胃液には少量のリパーゼが含まれ，脂肪の分解作用がある．(65)

□ 胃液はpH値が低い．(62)

□ 塩酸，内因子，ガストリン，ペプシノゲンは胃腺から分泌する．(61)

□ ガストリンは主に幽門部の胃腺（幽門腺）から分泌されるホルモンである．(67)

□ 消化酵素ペプシンの至適pHは2前後である．(59)

□ リパーゼ，アミラーゼは膵臓の外分泌酵素に含まれる．(64)

■7.7.5 腹壁，腹膜

7.8 血液，造血器 □□□

過去問データベース

■7.8.1 造血器の構造と役割

〔1〕骨 髄

□骨髄はヒトの中枢性（1次）リンパ組織である．(61)

□骨髄は免疫担当細胞の分化に関与する．(63)

□骨髄は造血機能を有する．(73)

〔2〕脾 臓

□脾臓は腹腔内臓器である，(70, 63)

□脾臓はヒトの末梢性（2次性）リンパ組織である．(61)

〔3〕造 血

■7.8.2 血液の成分と役割

〔1〕赤血球

□健常成人の赤血球の平均寿命は約120日である．(73)

□鉄やビタミンB_{12}が欠乏すると赤血球産生が低下する．(71)

□腎臓の機能低下によって貧血を生じる．(70)

〔2〕血小板

□血小板を産生するのは巨核球である．(72)

□血小板は血液凝固（止血）に関与する．(67)

〔3〕白血球

□好中球は急性細菌感染で増加する．(62)

□好中球は病原体を貪食する．(63)

□好酸球はⅠ型アレルギーに関与し，ヒスタミンを不活性化する．(59)

□好塩基球はアレルギー抗原に関わる．(59)

〔4〕単 球

□単球はマクロファージの前駆細胞である．(60)

〔5〕リンパ球

□B細胞は形質細胞に分化し，抗体を産成する．(68, 64)

□リンパ球は胸腺で分化・成熟しT細胞となる．(71)

□細胞性免疫とT細胞，移植免疫は関連が深い．(70, 63)

合格テキスト

■7.8.1 造血器の構造と役割

memo

〔1〕骨 髄

骨の表層部は緻密質，深部は海綿質でできている．海綿質の中に腔所（骨髄腔）があり，骨髄が詰まっている．骨髄には造血機能を持つ赤色骨髄と造血を停止し脂肪組織に置き換わった黄色骨髄がある．

なお，小児の骨髄腔はみな赤色骨髄で満たされている．赤色骨髄は造血機能を担う組織である．

赤色骨髄のある場所（成人）→肋骨，胸骨，腸骨などの扁平骨，椎骨などの不規則骨や短骨に見られる．上腕骨や大腿骨などの長骨の骨端にも見られる．

〔2〕脾 臓

胎生期には肝臓とともに造血機能を担うが，成人では造血器としての役割を骨髄に譲る．しかし，原発性骨髄線維症など，骨髄での造血機能が失われる特殊な病態では，肝臓，脾臓など胎生造血が行われる臓器で造血が行われることがある（髄外造血）．脾臓の実質は脾髄で赤脾髄と白脾髄がある．

赤脾髄→赤血球が充満しており，老化した赤血球や血小板をマクロファージが破壊している．
白脾髄→リンパ性組織でリンパ球が充満し，貪食作用を有す細網細胞がある．異物の除去をマクロファージが行うなど免疫を担う．

脾臓は，血小板が不足した時に貯蓄してある血小板を放出するなど血液を貯蔵したり，リンパ球とマクロファージを含み免疫機能に関与したり，老廃血球や異物の

7.9 泌尿器，生殖器

過去問データベース

■7.9.1 泌尿器，生殖器の構造と機能

〔1〕腎 臓

□ 一般に右腎は左腎よりも低位である．(72)

□ 腎臓と腎周囲腔は後腹膜腔にある．(71, 58)

□ 腎門部は内側前方（腹側）を向いている．(58)

□ 腎臓は皮質と髄質で構成される．(66, 58)

□ 皮質は主に糸球体からなり，髄質は主に尿細管からなる．(72)

□ レニン，エリスロポエチンは腎臓で産生，分泌される．(71, 66, 60)

□ 腎障害でエリスロポエチンの産生が低下し（腎性）貧血が生じる．(70)

□ 腎臓の機能に血圧の調節，老廃物の排出，体液量の調節，酸塩基平衡の調節がある．(64)

〔2〕尿の生成と排泄

□ 尿の排泄の順は腎杯→腎盂→尿管→膀胱→尿道となる．(62)

□ 糸球体は腎臓で血液のろ過を行う．(68)

□ 健常成人の腎尿細管では水分の糸球体ろ過量の約99％が再吸収される．1日の糸球体ろ過量は約150Lである．(60)

□ 尿細管での再吸収率が高いのは，ブドウ糖，水，ナトリウム〈Na〉である．

□ レニン，バソプレシン，アルドステロン，アンジオテンシンは尿量調節に関係する．(69)

□ 女性は男性よりも尿道が短い．(70)

□ 女性は男性よりも外尿道口と肛門の距離が短い．(70)

□ 男性では尿道を精液が通過する．(70)

□ 男性は女性よりも尿道括約筋が発達している．(70)

〔3〕生殖器

□ 卵巣は腹腔内臓器である．(66)

□ 28日周期の月経では，14日目が排卵日に最も近い．(63)

□ 精巣で減数分裂により精子がつくられる．(67)

□ 前立腺は直腸の腹側に位置する．(70)

□ 精嚢は前立腺の頭側に位置する．(70)

□ 陰茎は陰茎海綿体と尿道海綿体からなる．(70)

□ 精巣上体，精管を精子が通過する．(71)

□ ヒトにおいて受精は通常卵管で起こる．(72)

合格テキスト

■7.9.1 泌尿器，生殖器の構造と機能

memo

〔1〕腎 臓

(1) 構 造

① マクロな構造：腎臓と腎周囲腔は後腹膜腔に存在する．腎臓は皮質と髄質で構成され，腎門部は内側前方（腹側）を向いている．Th_{12}～L_3の高さにあり右腎は上の肝臓に押され，左腎より半ないし1椎体低位にある．腎の輪郭が腹部X線単純写真で描出されるのは副腎とともに包まれている脂肪被膜によるX線吸収差による．

② ミクロな構造：腎皮質の中に腎小体＝マルピギー小体が片側で約100万個散在する．ボーマン嚢から続く尿細管は，近位尿細管→ヘンレ係蹄（ヘンレループ）→遠位尿細管→集合管を経て腎盂へ向かう．腎小体から遠位尿細管までは腎臓の最小機能単位と

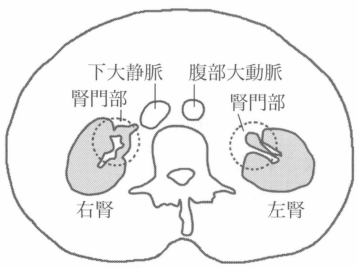


図 7.95 腎門部の横断図

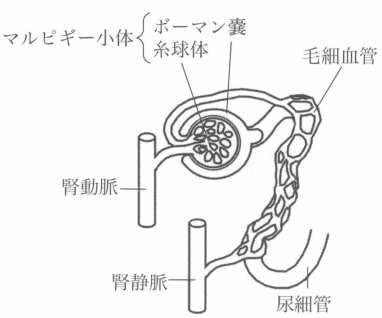


図 7.96 ネフロン図

7.10 脳，神経 □□□

過去問データベース

■7.10.1 脳・神経の構造と機能

〔1〕発生学的な分類

□健常成人のおよその脳重量は1,400 gである．(62)

□橋と脊髄は中枢神経系に含まれる．(71)

〔2〕間　脳

□視床下部は自律神経機能を調節する．(66)

□視床は左右一対存在する．(70)

〔3〕中　脳

〔4〕後　脳

□小脳は平衡感覚を司る．(70)

〔5〕髄脳（延髄）

■7.10.2 大脳の構造と機能

〔1〕外　套

□脳梁は左右が連続している．(62)

□中心溝は前頭葉と頭頂葉とを分ける．(61)

□後頭葉は視覚に関与する．(69)

〔2〕嗅　脳

□海馬はアルツハイマー型認知症で萎縮する．(72)

〔3〕大脳基底核（大脳核）

□淡蒼球と尾状核は大脳基底核を構成する．(64, 60)

□被殻と尾状核は線条体を構成する．(72)

■7.10.3 脳室と髄膜の構造と機能

〔1〕脳　室

□脳脊髄液はくも膜下腔に存在する．(72)

□第三脳室は正中部にある．(61)

□脳脊髄液の流出経路は側脳室→モンロー孔→第三脳室→中脳水道→第四脳室である．(59)

□側脳室は左右一対ある．(63)

〔2〕髄　膜

□髄膜は体表から硬膜→くも膜→軟膜の順である．(65)

■7.10.4 脊髄の構造と機能

〔1〕脊髄神経

□脊髄神経の中で頸神経は8対ある．(58)

□脊髄神経は末梢神経系に含まれる．(71)

〔2〕脊髄の断面

□脊髄で皮質は白質，髄質は灰白質である．(59)

〔3〕脊髄の末端

〔4〕脊髄反射

■7.10.5 脳神経の機能

〔1〕脳神経

□正円孔を第Ⅴ脳神経第2枝上顎神経が通る．(61)

□卵円孔を第Ⅴ脳神経第3枝下顎神経が通る．(61)

□卵円孔を三叉神経（下顎神経）が通る．(72, 70)

□内耳孔を第Ⅷ脳神経内耳神経や第Ⅶ脳神経顔面神経が通る．(61)

□頸静脈孔を第Ⅹ脳神経迷走神経や第Ⅺ脳神経副神経が通る．(61)

□頸静脈孔を内頸静脈の他に舌咽神経，迷走神経，副神経が通る．(70)

□第Ⅲ，第Ⅳ，第Ⅵ脳神経は眼球運動に関与する．(64)

□三叉神経は顔面の知覚を伝達する．(68)

□迷走神経は声帯の動きを支配する．(67)

□滑車神経は眼球運動に関わる．(69, 64)

□内耳神経は平衡覚に関連が深い．(63)

□前庭神経は平衡感覚に関連する．(69)

■7.10.6 脊髄神経の機能

〔1〕脊髄神経の種類と分布

〔2〕脊髄神経と4種類の神経線維

■7.10.7 自律神経系の機能

〔1〕自律神経系の種類

□反回神経，迷走神経は胸部を走行する．(71)

〔2〕自律神経系の働き

□瞳孔収縮は副交感神経刺激による反応である．(62)

□腸蠕動抑制は交感神経刺激による反応である．(61)

□消化管蠕動亢進は副交感神経刺激による反応である．(60)

7.11 内分泌，代謝，栄養 □□□

過去問データベース

■7.11.1 内分泌器官の構造と機能

〔1〕主な内分泌器官とホルモン

□バソプレシンは下垂体後葉から分泌される．(68, 62)
□精巣からテストステロンが分泌される．(60)
□レニンとエリスロポエチンは腎臓から分泌される．(60)
□下垂体は甲状腺刺激ホルモンを産生する．(73)
□下垂体後葉から抗利尿ホルモンが分泌される．(68)
□甲状腺の下端は鎖骨のやや上で，気管上端部に位置する．(66)
□甲状腺は内分泌器官でサイロキシンを分泌する．(71)
□甲状腺，副甲状腺はカルシウム代謝に関わるホルモンを分泌する．(70)
□膵臓からインスリンとグルカゴンが分泌される．(69)
□膵臓からソマトスタチンが分泌される．(59)
□松果体からメラトニンが分泌される．(57)
□副腎は皮質と髄質で構成される．(66, 57)
□コルチゾール，アルドステロンは副腎皮質から分泌される．(65)
□ノルアドレナリンは副腎が産生するホルモンである．(72)
□グルカゴンは血糖値を上昇させる．(64)
□レニン，バソプレシン，アルドステロン，アンジオテンシンは尿量調節に関係する．(69)

合格テキスト

■7.11.1 内分泌器官の構造と機能

内分泌器官は導管を介さずホルモンを分泌し血行により標的臓器に作用を与える．

〔1〕主な内分泌器官とホルモン

表 7.22（1） 主な内分泌器官とホルモン

内分泌器官		ホルモン	作　用
下垂体	前葉	成長ホルモン〈GH〉	成長を促進．長骨を伸ばす．
		甲状腺刺激ホルモン〈TSH〉	甲状腺のヨウ素吸収を促進．サイロキシンの分泌を促進．
		副腎皮質刺激ホルモン〈ACTH〉	副腎皮質に働き，副腎皮質ホルモン，特に糖質コルチコイドと性ステロイドの生成と分泌を促す．
		卵胞刺激ホルモン〈FSH〉	卵巣内の卵胞を成熟．エストロゲン産生，排卵，精子形成．
		黄体化ホルモン〈LH〉	排卵の促進．プロゲステロン産生，精巣アンドロゲン産生．
		プロラクチン〈PRL〉	乳汁産生と分泌促進．免疫・生長・促進効果も弱いが認められる．動物の種類により卵胞の生長や黄体機能の維持に関与．
	中葉	メラニン細胞刺激ホルモン〈MSH〉	メラニン形成．
	後葉	オキシトシン	成熟子宮を収縮，乳汁排出を促進．
		バソプレシン〈抗利尿ホルモン，ADH〉	腎臓で水の再吸収促進（尿細管の水分再吸収を促進）．血圧を上昇．
松果体		メラトニン	抗性腺刺激作用で小児では性腺の発育を抑制．生体リズムにも関係．
甲状腺		サイロキシン〈T_4〉トリヨードサイロニン〈T_3〉	全身細胞の代謝促進，骨，生殖腺促進．物質代謝の亢進，発育成長の促進，交感神経系の活動促進，知能発育を促進．尿量増加．
		カルシトニン	血中カルシウム値を低下させる．
副甲状腺〈上皮小体〉		パラトルモン〈PTH〉	カルシウムや無機リンの代謝促進作用．血中カルシウム値を増加させる．

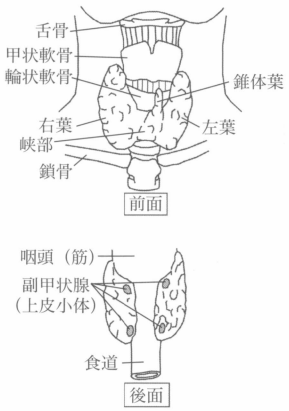


図 7.115 甲状腺と副甲状腺

7.12　皮膚，感覚器

過去問データベース

■7.12.1　皮膚，感覚器の構造と機能

〔1〕皮　膚

□ 皮膚と食道は重層扁平上皮である．(70)

〔2〕視覚器

□ 眼球運動に関わるのは滑車神経である．(69, 64)

□ 瞳孔収縮は副交感神経刺激による反応である．(62)

□ 角膜移植では拒絶反応を生じる可能性が低い．(71)

□ 下斜筋は眼球運動に関係する．(72)

□ 眼球を外転させる筋肉は外側直筋である．(67)

□ 水晶体の混濁は白内障でみられる．(69)

〔3〕聴覚・平衡器

□ 音は鼓膜→耳小骨→蝸牛→聴神経の順で伝わる．(68)

□ 蝸牛は内耳を構成する．(70)

□ 音波の振動をキヌタ骨，蝸牛が伝える．(67)

□ 平衡感覚と関連するのは内耳神経（前庭神経）である．(69, 63)

□ 咽頭は耳管と直接交通する．(73)

〔4〕嗅覚器

〔5〕味覚器

□ 亜鉛の欠乏は味覚障害の原因となる．(66)

合格テキスト

■7.12.1　皮膚，感覚器の構造と機能

memo

〔1〕皮　膚

上から表皮（重層扁平上皮），真皮，皮下組織の3層よりなる．真皮の表層に基底層があり表皮の幹細胞が表皮細胞を作り続ける．皮膚の付属器として全身に分布するエックリン汗腺，腋窩や外耳道に分布するアポクリン汗腺がある．

〔2〕視覚器

視覚器＝眼球＋副眼器（眼瞼・眉毛・涙器・眼筋）

- 眼球
  - 眼球内容：眼房水（前・後眼房），水晶体，硝子体
  - 眼球壁
    - 外膜（線維膜）：角膜（1/5）＋強膜（4/5）
    - 中膜（血管膜）：前方は毛様体＋虹彩
      後方は脈絡膜（ブドウ膜）
    - 内膜（網膜）：色素上皮と前方は網膜盲部
      後方は網膜視部
  - 血管と神経：眼動脈→内頸動脈の枝，眼神経→三叉神経第1枝

・毛様体（平滑筋）が水晶体の厚みを調整してピントを合わせる．

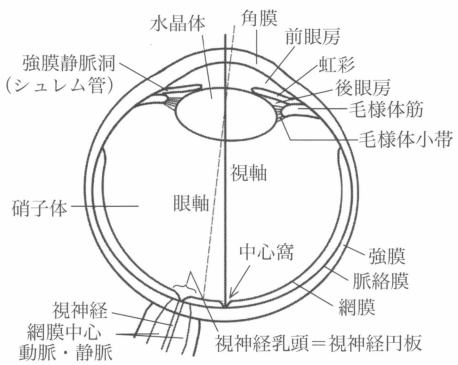


図 7.116　眼球構造

眼とカメラとの比較

水晶体-レンズ
虹彩-絞り
網膜-フィルム，CCD
脈絡膜・強膜-暗箱
角膜-フィルタ
眼瞼-キャップ
硝子体-空洞

7.13　妊娠・成長・発達・加齢　□□□

過去問データベース

■7.13.1　妊娠と分娩

〔1〕性周期

□ 卵胞刺激ホルモンの分泌は排卵時にピークとなる．(68)

□ 28日周期の月経では，月経の開始日を1日目とすると，排卵日は14日目である．(63)

〔2〕妊　娠

□ 通常，受精は卵管で起こる．(72)

〔3〕胎　盤

□ 胎盤には大脳と同様に血液関門がある．(67)

〔4〕分　娩

■7.13.2　成長，発達，加齢

〔1〕成長，発達による変化

□ X線による小児の骨年齢評価に手根骨が用いられる．(73)

〔2〕加齢による変化

□ 寝たきりの高齢者に起こりやすいのは褥瘡や骨粗鬆症である．(60)

□ 高齢者の骨折部位は上腕骨近位部，橈骨遠位部，椎体，大腿骨近位部が多く，骨盤骨で少ない．(57)

□ 血糖値は生理的老化（加齢）による影響が非常に少ない．腎機能，肺活量，免疫機能，ヘモグロビン濃度は影響が大きい．(57)

□ 加齢，閉経は骨粗鬆症の原因となる．(65)

合格テキスト

■7.13.1　妊娠と分娩

memo

〔1〕性周期

卵巣内には出生時，既に約80万個もの卵胞が備わっている．卵胞は1個の卵細胞とそれを包む上皮組織からできている．卵胞も卵細胞も胎生期に作られ生後は新生されず，逆に淘汰されて思春期までには一部が生き残るだけである．脳下垂体前葉から卵胞刺激ホルモンが分泌され卵巣に届くと卵胞の一つが刺激を受けて成長を始める．成熟した卵胞＝グラーフ卵胞はエストロゲンを分泌し子宮内膜を厚くし，黄体化ホルモンの分泌を促す．エストロゲンの分泌量がピークに達すると黄体化ホルモンが急激に分泌され排卵の引き金を引く．グラーフ細胞内で卵細胞が減数分裂して卵子が形成される．黄体化ホルモンがピークに達するとグラーフ卵胞の表面が破れて卵細胞（卵子）が腹膜腔に放出される．これが排卵である．この時，卵胞刺激ホルモンの分泌量もピークとなる．卵子を放出した後，卵巣内に残された卵胞は黄体に変化しプロゲステロンを多量に分泌して新たな排卵を抑制すると共に子宮内膜の成熟を進め受精卵の着床に備える．しかし受精が成立しないと黄体は退行しプロゲステロンの分泌は急速に減って排卵抑制が解かれる．肥厚した子宮粘膜層は維持できず剥離し経血となって膣から排泄される．これが月経で約5日間続く．月経はほぼ28日を1周期として繰返される．月経開始日より14日目が排卵日であり，排卵から14日目後に月経が始まる．

表7.24　性周期に関与するホルモン

下垂体前葉から分泌	卵胞刺激ホルモン〈FSH〉	卵胞の成熟
	黄体化ホルモン〈LH〉	排卵を促進，プロゲステロン分泌促進
卵巣から分泌	卵胞ホルモン（エストロゲン）	卵胞の成熟，子宮内膜の肥厚，黄体化ホルモン分泌促進
	黄体ホルモン（プロゲステロン）	排卵を抑制，子宮内膜の肥厚

7.14　病態の基礎　□□□

過去問データベース

■7.14.1　炎　症

〔1〕 炎症の5徴候

〔2〕 炎症の成り立ち

□ 急性期の膿瘍内部に主に好中球が観察される．(71)

〔3〕 炎症の種類

□ 好中球は急性細菌感染で増加する．(62)

□ 滲出液は急性期の炎症で認められる．(60)

〔4〕 炎症の形態分類

■7.14.2　感　染

〔1〕 感染症の成立

□ 淋病，破傷風，帯状疱疹，流行性耳下腺炎は感染症である．(64)

□ オウム病はクラミジア感染症である．(63)

〔2〕 感染防御機構

□ 涙の分泌，尿の排泄，気道の線毛運動，鼻毛によるろ過は感染の防御に寄与する．(60)

□ 扁桃は感染防御に関与する．(62)

〔3〕 常在細菌叢と菌交代現象

□ 免疫力低下や抗菌薬長期投与は菌交代現象の要因となる．(67)

〔4〕 菌血症と敗血症

■7.14.3　感染源

〔1〕 病原微生物と感染症

□ マラリアは原虫で，ジフテリアは細菌である．(59)

□ オウム病はオウム病クラミジアによる人畜共通感染症である．(63)

□ レジオネラ肺炎は細菌感染症で，ヘルペス脳炎，流行性角結膜炎，流行性耳下腺炎はウイルス感染症である．(67)

□ 猩紅熱，結核，破傷風は細菌感染，AIDS，麻疹はウイルス感染による感染症である．(58)

□ レジオネラ肺炎は好気性グラム陰性桿菌であるレジオネラ菌の感染による細菌性感染症である．(67)

□ アスペルギルスは肺真菌症の原因となる．(72)

□ ジカ熱，デング熱，日本脳炎，マラリアの主な感染経路は蚊が媒介する．(70)

□ 風疹，麻疹，C型肝炎，帯状疱疹はウイルス感染症である．(71)

□ 日本脳炎はウイルス感染症である．(73)

■7.14.4　感染症法による分類

〔1〕 類型別感染症

■7.14.5　性感染症

〔1〕 性感染症の定義

〔2〕 代表的な性感染症と病原微生物

□ 性感染症の原因で多いのは淋菌やクラミジアである．(61)

□ HIV感染症は後天性免疫不全症候群〈AIDS〉と関連する．(63)

□ HIV感染者の精液にはHIVウイルスが多く含まれる．(70)

□ 梅毒はウイルスではなくスピロヘータで感染する．(71)

□ 淋病は性感染症である．(64)

■7.14.6　様々な感染

〔1〕 垂直感染と水平感染

□ AIDSやB型肝炎は垂直感染を起こす．(62)

□ 血液はC型肝炎の感染経路となる．(63)

□ B型肝炎ウイルス，ヒト免疫不全ウイルス〈HIV〉は垂直感染を起こす．(73, 66)

□ 風疹ウイルス，インフルエンザウイルスは飛沫感染する．(66)

□ サルモネラ菌は経口感染して食中毒を起こす．(69)

□ 血液，膣分泌液はヒト免疫不全ウイルス〈HIV〉の感染源となる．(61)

〔2〕 院内感染と市中感染

□ 結核の院内感染防止で空調対策が必要である．(58)

□ 院内感染の主因は結核菌，MRSA，レジオネラ菌，C型肝炎ウイルスである．(57)

〔3〕 日和見感染

□ 白血病は日和見感染の生じやすい基礎疾患である．(65)

□ ニューモシスチス肺炎は日和見感染症である．(72)

〔4〕 その他

□ 狂牛病にプリオンが関係する．(59)

□ 胃潰瘍にヘリコバクター・ピロリが関係する．(59)

□ 子宮頸癌の発症にヒトパピローマウイルスが関係する．(70, 59)

□ 上咽頭癌，肝細胞癌，子宮頸癌，成人T細胞白血病の発症にウイルスが関係する．(61)

■7.14.7 アレルギー

〔1〕アレルギー

□ IgEはアレルギー性疾患で増加する．(73)

〔2〕アレルギーの分類（クームスの分類）

□ I 型アレルギーにはIgE抗体が関与する．(68)

□ 気管支喘息はI型アレルギー反応（アナフィラキシー）である．(61)

□ ツベルクリン反応はIV型アレルギー反応（遅延型，細胞性免疫型）である．(64)

□ 季節性アレルギー性鼻炎は吸入抗原として花粉が最も多い．(73)

■7.14.8 免疫不全，膠原病＜結合組織病＞

〔1〕免疫不全

□ 後天性免疫不全症候群〈AIDS〉はHIV感染症と関連する．(63)

□ 白血病やAIDSは日和見感染を生じやすい．(65)

〔2〕膠原病＜結合組織病＞

□ 皮膚筋炎，関節リウマチ，全身性強皮症，全身性エリテマトーデスは膠原病である．(70)

□ 大動脈炎症候群，結節性多発動脈炎，多発性筋炎は膠原病である．(64, 59)

□ 膠原病や膠原病類縁疾患は自己免疫疾患である．(65)

□ Sjören（シェーグレン）症候群は自己免疫疾患である．(65)

□ 全身性エリテマトーデスは自己免疫疾患である．(72)

□ リウマチ熱は心臓弁膜症に関連する．(63)

■7.14.9 腫　瘍

〔1〕腫瘍の定義

□ 軟口蓋癌を除き舌癌や歯肉癌，頬粘膜癌，口腔底癌は口腔がんに分類される．(63)

〔2〕癌の進行度

□ 悪性腫瘍のTNM分類でT1N0M1の病期はIV期である．(57)

〔3〕不顕性癌

□ 甲状腺癌や前立腺癌は病理解剖時に初めて発見される頻度が高い．(62)

■7.14.10 腫瘍の組織型，転移

〔1〕発生母体による腫瘍の分類

□ 軟口蓋癌は口腔癌ではなく，中咽頭癌に分類される．(63)

〔2〕癌腫の組織型と好発臓器

□ 肺癌の組織型は腺癌，扁平上皮癌の順に多い．(59)

□ 皮膚癌の最も頻度の高い組織型は扁平上皮癌である．(68, 60)

□ 胃癌は腺癌が代表的な病理組織型である．(58)

□ 食道癌の代表的な組織型は扁平上皮癌である．(64)

〔3〕悪性腫瘍の転移

□ 髄芽腫や胚芽腫は髄液を介して播種しやすい．(57)

□ 卵巣癌は腹膜へ転移しやすい．(63)

□ 腎癌，乳癌，肺癌，前立腺癌は骨への転移頻度が高い．(68)

□ 肺癌は転移性脳腫瘍の原発巣で最も多い．(61)

■7.14.11 良性腫瘍と悪性腫瘍

〔1〕良性腫瘍と悪性腫瘍の特徴

〔2〕発生母体による良性腫瘍と悪性腫瘍

□ ウィルムス腫瘍や精上皮腫は悪性腫瘍である．(59)

□ ウィルムス腫瘍は小児に好発する腎腫瘍である．(69, 68)

□ 髄芽腫は小児に好発する脳腫瘍である．(69)

□ 骨髄腫は悪性腫瘍である．(59)

□ 脂肪腫や線推腫は良性腫瘍である．(65)

□ 下咽頭癌の最も頻度の高い組織型は扁平上皮癌である．(67)

□ 子宮に最も高頻度に生じる良性腫瘍の由来細胞は子宮体部筋層平滑筋細胞である．(66)

□ 神経芽腫は成人と比較して小児に生じる頻度が高い．(66)

■7.14.12 腫瘍の病因

〔1〕腫瘍の病因

□ 皮膚癌に対し紫外線は危険因子である．(63)

□ 中皮腫，肺癌とアスベストばく露とは関係が深い．(65, 62, 60, 58)

□ 上咽頭癌，肝細胞癌，子宮頸癌，成人T細胞性白血病はウイルスが発症に関与する．(61)

□ 肝細胞癌は肝硬変と関係が深い．(60)

□ 石綿肺は肺癌の誘因となる疾患である．(63)

□ 白血病は電離放射線作業に伴う健康被害である．(66)

□ 肺扁平上皮癌は喫煙と関連が深い．(69)

□ 子宮頸癌の発症はウイルス感染と関連が深い．(70)

〔2〕発癌の機序（発癌の多段階説）

■7.14.13　腫瘍マーカー，腫瘍と症状

〔1〕腫瘍マーカー

以下は各腫瘍の腫瘍マーカーである．

□ CA15-3－乳癌 (61)
□ CA19-9－膵癌，胆管癌 (63, 61)
□ CA125－卵巣癌，子宮体癌 (65)
□ PSA－前立腺癌 (63, 61)
□ PIVKA-Ⅱ－肝細胞癌 (71, 65, 61)
□ CEA－大腸癌 (65)，腺癌 (63)
□ AFP－肝（細胞）癌 (64, 63)
□ HCG〈hCG〉－絨毛上皮癌 (65, 64)
□ SCC－子宮頸癌 (64)，扁平上皮癌 (63)
□ NSE－肺小細胞癌，神経芽細胞腫 (64)

〔2〕腫瘍と症状

□ 膠芽腫の好発年齢は高い．(70)
□ 褐色細胞腫は副腎髄質の腫瘍である．(73, 64)
□ 卵巣腫瘍は脂肪を含む頻度が高い．(73)

合格テキスト

■7.14.1　炎　症

memo

〔1〕炎症の5徴候

ケルススの4徴「発赤，発熱，疼痛，腫脹」にウィルヒョウは機能障害を加え5徴とした．

急性炎症の5徴候…「発赤，発熱，疼痛，腫脹，機能障害」

〔2〕炎症の成り立ち

炎症の原因は生物学的因子（病原体の侵入による感染），物理的因子（外力や放射線など），化学的因子（化学物質による）の3つに分類される．

障害を受けた組織は血管の拡張を起こし，血管の透過性が増して血管内から組織に液状成分が漏れ出す．滲出液には蛋白質が多く含まれている．障害を受けた組織からは炎症細胞（好中球やリンパ球，マクロファージ）が出て炎症部位に集まる．

急性期には好中球，慢性期ではリンパ球やマクロファージが増加し集まる．炎症細胞は障害を受け破壊された組織を処理する．この間，滲出液と血管の拡張により血流は遅滞する．そのため炎症部は外観上，腫れがひどく炎症が増強したように見える．このような急性期の炎症反応が落ち着くと修復が始まる．

修復とは炎症の原因となった有害物質や壊死を起こした組織が取り除かれ，欠損した組織が埋められる作業である．修復により肉芽組織や膠原組織によって組織は再生され治癒に至る．

〔3〕炎症の種類

炎症の経過から，急性炎症，亜急性炎症，慢性炎症の3つに分類される．

①急性炎症：数日から数週間で早期に炎症が終息し治癒する経過をとる．
「滲出液は急性期の炎症で生じる」「好中球は急性細菌感染で増加する」
②亜急性炎症：炎症が長引き数か月の経過をとる．
③慢性炎症：炎症が更に長引き緩やかに持続する経過をとる．

〔4〕炎症の形態分類

(1) 変質性炎

強い外力を受けると組織の変性や壊死が顕著に生じるが，滲出や増殖がまだ生じない状態が起きる．これが変質性炎である．火傷や劇症肝炎などに見られる．

(2) 滲出性炎

局所の循環障害と血液成分の滲出を特徴とする炎症．滲出液の成分の違いにより細分化される．代表的な5つの形態がある．

7.15　疾病と障害の基礎　□□□

過去問データベース

■7.15.1　骨・関節・筋の疾患

〔1〕脊椎・脊髄疾患

〔2〕骨関節疾患

□ 開放骨折では受傷部の感染に対する処置が重要である．(72)

□ 中足骨は疲労骨折を生じやすい．(66)

□ 上顎洞や篩骨洞は眼窩吹き抜け骨折が生じる頻度が高い．(67)

□ 顔面骨折は鼻骨が最も多い．(68)

□ 眼窩吹き抜け骨折の症状に複視，鼻出血，眼窩気腫がある．(69)

□ 関節軟骨変性は変形性膝関節症の初めに生じる．(70)

□ 変形性膝関節症，半月板損傷，前十字靱帯損傷，内側側副靱帯損傷は膝関節痛の原因となる．(71)

□ 腱板断裂は肩関節痛の原因となる．(71)

□ 棘上筋は腱板損傷をきたす回旋腱板の筋である．(73)

〔3〕骨・軟部腫瘍と類似疾患

〔4〕代謝性骨疾患

□ 副腎皮質ステロイド薬投与，クッシング症候群，甲状腺機能亢進症，栄養失調，閉経，加齢は骨粗鬆症の原因となる．(65)

〔5〕筋疾患

□ 血液生化学検査で筋疾患のスクリーニングにクレアチンキナーゼが用いられる．(71)

□ 皮膚筋炎，多発性筋炎は膠原病である．(70, 65)

■7.15.2　呼吸器（縦隔・乳腺含む）の疾患

〔1〕気道と肺の感染症

〔2〕慢性閉塞性肺疾患

□ 慢性閉塞性肺疾患は肺の容積が増加する疾患である．(67)

〔3〕間質性肺炎・肺線維症

□ サルコイドーシスの発生頻度が最も高いのは肺である．(64)

〔4〕無気肺

□ 成人における無気肺の原因で肺癌は頻度が高い．(66)

〔5〕肺循環障害

□ 深部静脈血栓症は肺塞栓症の原因となる．(68)

□ 長期臥床や大腿骨頭置換術は肺血栓塞栓症の危険因子である．(70, 64)

□ 肺血栓塞栓症は緊急CTで造影剤の使用が必要である．(73)

〔6〕胸膜・胸壁疾患

□ 中皮腫はアスベスト曝露と関係が深い．(65, 62, 60, 58)

□ 気腫性嚢胞〈ブラ，ブレブ〉は自然気胸の発症と関係が深い．(72)

〔7〕肺腫瘍

□ 肺癌の組織型で多いのは腺癌，扁平上皮癌である．(59)

□ 肺扁平上皮癌は喫煙と関連が深い．(69)

〔8〕縦隔腫瘍

□ 神経鞘腫は後縦隔に好発する．(62)

□ 胸腺腫，奇形腫は前縦隔に好発する．(71, 65)

〔9〕乳腺疾患

■7.15.3　心臓，脈管の疾患

〔1〕先天性心疾患（奇形）

□ 動脈管開存症，肺動脈狭窄症，心室中隔欠損症，心房中隔欠損症は先天性心疾患である．(71)

□ 心室中隔欠損症は先天性心疾患で最も発生頻度が高い．(71)

□ ファロー四徴症は先天性心疾患である．(72)

□ ファロー四徴症は早期からチアノーゼを伴う．(63)

□ ファロー四徴症は胸部X線正面写真で木靴型の心陰影を示す．(67)

□ 心房中隔や心室中隔の欠損で肺血流が増加する．(65)

〔2〕心臓弁膜症

□ リウマチ熱と心臓弁膜症は関連がある．(63)

□ 僧帽弁狭窄症，僧帽弁閉鎖不全症，大動脈弁狭窄症，大動脈弁閉鎖不全症は心臓弁膜症である．(72)

〔3〕虚血性心疾患

□ 動脈硬化症は心筋梗塞の原因として関連が深い．(66, 62)

□ 心筋梗塞，異型狭心症は虚血性心疾患である．(61)

□ 労作性狭心症は血管障害である．(69)

〔4〕心不全

□ 肺高血圧症は右心不全と関連する．(72)

□ 心タンポナーデはショックの原因となる．(66, 61)

〔5〕心筋症

□ 肥大型心筋症，拡張型心筋症は特発性心筋症である．(72, 66, 61)

〔6〕心膜疾患

〔7〕動脈疾患

□ 大動脈解離は大動脈疾患である．(72)

□ 大動脈炎症候群は膠原病である．(59)

〔8〕静脈，リンパ系の疾患

□ 深部静脈血栓症は肺塞栓症と関係が深い．(68)

〔9〕心臓，脈管の腫瘍

〔10〕不整脈

□ 心房細動は脳血栓塞栓症と関連する．(70, 68, 64)

□ 自動式体外式除細動器〈AED〉は心室細動の状態から回復させる．(69)

■7.15.4　消化管の疾患

〔1〕食道疾患

□ 食道静脈瘤の原因で最も多いのは肝硬変である．(72, 59)

〔2〕胃疾患

□ 胃潰瘍にヘリコバクター・ピロリの感染が関係する．(68)

□ 肥厚性幽門狭窄症は乳児期に好発する．(68)

□ 消化性潰瘍は副腎皮質ステロイドの副作用に関係する．(63)

〔3〕腸疾患

□ メッケル憩室の発生部位は回腸である．(73, 59)

□ 潰瘍性大腸炎は直腸病変の頻度が高い．(59)

□ 潰瘍性大腸炎は直腸，S状結腸に好発する．(58)

□ 消化管異物で画鋲やボタン電池は緊急に除去する必要がある．(67)

□ クローン病は罹患率が日本よりも欧米で高い．(68)

〔4〕腹膜・腹壁疾患

〔5〕急性腹症

□ 腹痛患者のCT所見で腹腔内遊離ガスは緊急性が高い．(63)

〔6〕消化管腫瘍

□ 大腸癌は直腸，S状結腸に好発する．(58)

■7.15.5　肝・胆・膵の疾患

〔1〕肝臓の疾患

□ 肝硬変は肝細胞癌と関係が深い．(60)

□ 肝硬変による低蛋白血症で浮腫が生じる．(59)

□ 肝硬変は門脈圧亢進症をきたす．(58)

□ 我が国の肝硬変の原因で最も頻度が高いのはC型肝炎である．(64, 63)

□ B型肝炎は垂直感染する．(66)

□ C型肝炎の主な感染経路は血液である．(63)

□ 肝動脈の閉塞による梗塞は起こりにくい．(72)

〔2〕胆嚢，胆道の疾患

□ 総胆管結石は両葉の肝内胆管拡張を起こす．(67, 61)

□ 胆石にビリルビン結石がある．(59)

〔3〕膵臓の疾患

□ アミラーゼ高値で異常が疑われるのは膵臓である．(67, 62)

□ 急性膵炎の成因に胆石，アルコールの頻度が高い．(69)

〔4〕肝・胆・膵の腫瘍

■7.15.6　泌尿器，生殖器の疾患

〔1〕腎臓の疾患

□ 糖尿病腎症は透析導入原疾患で最も多い．(64)

□ 腎動脈狭窄は高血圧症の原因となる．(70, 62)

□ 腎血管性高血圧症は動脈硬化が原因となる．(66)

□ 急性糸球体腎炎にβ溶血性連鎖球菌が関与する．(59)

□ ネフローゼ症候群により低蛋白血症で浮腫が生じる．(59)

〔2〕尿路の疾患

□ 膀胱炎にトリコモナスが関与する．(59)

□ 尿管結石でシュウ酸カルシウム結石が最も多い．(59)

□ 尿酸やシスチンはX線透過性の結石成分である．(65)

□ 女性は男性より尿道が短く，外尿道口と肛門の距離が短いため尿路感染症が多い．(70)

〔3〕腎腫瘍・尿路腫瘍

□ ウィルムス腫瘍は腎臓に好発する．(69)

〔4〕生殖器の疾患

〔5〕生殖器の腫瘍

□ 子宮頸癌の発癌にヒトパピローマウイルスが関与する．(62)

□ 子宮体癌や前立腺癌は性ホルモンが腫瘍の増殖に関わる．(72)

□ 子宮に最も高頻度に生じる良性腫瘍の由来細胞は子宮体部筋層平滑筋細胞である．(66)

□ 卵巣腫瘍は生殖器腫瘍で脂肪を含む頻度が最も高い．(73)

■7.15.7　脳・神経の疾患

〔1〕脳血管障害

□ 脳内出血の危険因子で最も重要なのは高血圧である．(61)

□ 高血圧性脳出血が最も多くみられる部位は被殻である．(58)

□ 脳出血の好発部位は被殻＞視床＞小脳や脳幹である．(65)

□ 脳動脈瘤の破裂でくも膜下出血が発症する．(64, 63)

□ 脳動脈瘤の破裂がくも膜下出血の原因で最も頻度が高い．(66)

□ もやもや病は血管障害である．(69)

□ 糖尿病や高血圧は脳血管障害の危険因子である．(63)

〔2〕 神経変性疾患・脱随疾患

□ パーキンソン病はドパミン作動性神経の機能低下によって発症する．(70)

〔3〕 脳感染性疾患

□ 中耳炎が悪化すると脳膿瘍を生じる頻度が高い．(60)

〔4〕 頭部外傷

□ 頭蓋骨骨折に急性硬膜外血腫が伴う事が多い．(69)

〔5〕 精神疾患

〔6〕 脳腫瘍

□ 膠芽腫は好発年齢が高い．(70)

□ 髄芽腫は小児に好発する．(69)

□ 肺癌は転移性脳腫瘍の原発巣で最も多い．(61)

〔7〕 認知症

□ 認知症で最も多いのはアルツハイマー型認知症である．(73)

□ アルツハイマー型認知症で海馬は萎縮する．(72)

□ 妄想，うつ状態，記憶障害，行動異常，見当識障害は認知症の症状である．(67)

□ 若年性認知症（65歳未満で発症）で多いのはアルツハイマー病や脳血管性認知症である．(63)

□ 認知症の症状に躁状態はない．(67)

■7.15.8 内分泌・代謝の疾患

〔1〕 ホルモン分泌異常と疾患

□ 成長ホルモン〈GH〉の過剰分泌で末端肥大症が発症する．(59)

□ 抗利尿ホルモン〈ADH〉の分泌低下で尿崩症が発症する．(59)

□ 抗利尿ホルモン〈バソプレシン〉分泌低下で中枢性尿崩症が発症する．(68)

□ 下垂体腫瘍によるプロラクチン〈PRL〉の過剰分泌がある．(59)

□ 多くの副腎腫瘍は昇圧物質を分泌する．(67)

□ 褐色細胞腫，クッシング症候群，甲状腺機能亢進症，原発性アルドステロン症は高血圧をきたす．(64)

□ サイロキシンの過剰分泌でバセドウ病が発症する．(66)

□ クレチン病は先天的甲状腺機能低下による．(63)

□ 副腎皮質ステロイド内服時の副作用に糖尿病，骨粗鬆症，消化管潰瘍，誘発感染症がある．(63)

〔2〕 下垂体の疾患

□ 尿崩症や先端巨大症は下垂体の異常によって起こる．(71)

〔3〕 甲状腺の疾患

□ 甲状腺ホルモンの不足時に徐脈がみられる．(68)

□ 甲状腺機能亢進症の症状に発汗，動悸，眼球突出，手指振戦がある．(60)

□ バセドウ病でTSHが低下する．(72)

□ バセドウ病は男性よりも女性で罹患頻度が高い．(65)

□ 甲状腺機能低下とクレチン病は関連が深い．(63)

□ 橋本病は甲状腺機能低下症を呈する．(73)

〔4〕 副甲状腺の疾患

□ 副甲状腺機能亢進症は線維性骨炎の原因となる．(65)

〔5〕 副腎の疾患

□ クッシング症候群は高血圧をきたす．(64)

□ 原発性アルドステロン症は高血圧症の原因となる．(64, 62)

□ 褐色細胞腫は副腎髄質の腫瘍である．(73, 64)

□ 褐色細胞腫は高血圧を呈する．(69, 65, 64)

〔6〕 内分泌腺としての膵臓疾患

□ インスリノーマはインスリンの過剰分泌により低血糖を起こさせる．(64)

〔7〕 代謝異常疾患

□ ビタミンDの欠乏でくる病が発症する．(62)

□ ビタミンAの欠乏で夜盲症が発症する．(62)

□ ビタミンB_1の欠乏で脚気が発症する．(62)

□ ビタミンB_{12}の吸収障害で悪性貧血が発症する．(62)

□ ビタミンCは水溶性ビタミンである．(60)

□ ビタミンKの欠乏で血液凝固異常を生じる．(66)

□ 亜鉛の欠乏は味覚障害の原因となる．(66)

□ 鉄，ビタミンB_{12}の欠乏で赤血球産生が低下する．(71)

■7.15.9 感覚器の疾

〔1〕 皮膚疾患

〔2〕 眼疾患

□ 白内障は水晶体の混濁を生じる．(69)

□ 薬物治療による白内障の改善は難しい．(69)

□ 糖尿病の代表的合併症に網膜症がある．(61)

〔3〕 鼻，副鼻腔疾患

〔4〕 聴覚，平衡感覚器疾患

□ 中耳炎は悪化する脳膿瘍を生じる頻度が高い．(60)

■7.15.10　遺伝疾患，成長・発達・加齢に伴う疾患

〔1〕遺伝疾患

□ ターナー症候群，ダウン症候群は染色体異常によって起こる．(69)

□ ダウン症候群は常染色体異常が原因となる疾患である．(63, 59)

〔2〕先天疾患

□ 先天性心疾患に動脈管開存症，肺動脈狭窄症，心室中隔欠損症，心房中隔欠損症がある．(71)

〔3〕加齢に伴う疾患

□ 白内障は高齢者に多い．(69)

□ 加齢は骨粗鬆症の原因となる．(65, 60)

□ 褥瘡は寝たきりの高齢者に起こりやすい．(60)

□ 高齢者の大腿骨骨折は近位部が最も多い．(68)

合格テキスト

memo

■7.15.1　骨・関節・筋の疾患

〔1〕脊椎・脊髄疾患

(1) 椎間板ヘルニア：椎間板中心部にある線維輪の断裂で髄核が脱出した病態．

(2) 後縦靭帯骨化症：後縦靭帯が石灰化する．下位の頸椎レベルに好発．

(3) 脊髄空洞症：脊髄の中心管が拡張する．内部には脳脊髄液が満ちている．

〔2〕骨関節疾患

(1) 骨　折

① 亀裂骨折：長管骨を曲げる力が加わり，亀裂が入り折れるもの．小児では骨に弾力があるため骨折せずに曲がるだけの不完全骨折となり若木骨折と呼ばれる．

② 病的骨折：骨腫瘍，骨髄腫，骨粗鬆症，骨軟化症などの病的な変化で骨が脆くなり，比較的弱い外力で骨折に至る．病的骨折の背景に骨の脆弱性がある．

③ 開放性骨折（複雑骨折）と閉鎖性骨折（単純骨折）

開放性骨折（複雑骨折）→骨折部と外傷部（外界）が交通した状態

雑菌による感染症のリスクが高く，速やかな洗浄や汚染組織の除去，抗生物質の投与が重要．

～両者は折れた骨が皮膚を突き破り外に出るかどうかの違い～

閉鎖性骨折（単純骨折）→骨折部と外傷部（外界）が交通しない状態

④ 疲労骨折：繰り返される弱い外力による骨折．中足骨や脛骨に見られる．

⑤ 剥離骨折：腱や靭帯が骨に附着している部分で，骨の一部が引き剥がされる．

⑥ 圧迫骨折：脊椎の椎体（海綿骨）や距骨に好発．上下方向の圧力で骨が潰れる．胸腰椎移行部 Th_{11} ～ L_2 が最も多く中位胸椎や腰椎も多い．頸椎には少ない．

・眼窩吹き抜け骨折は眼窩へのパンチなど強い衝撃が原因．
最も多いのは眼窩下壁（上顎洞上壁），次いで内側壁（篩骨）である．
症状に複視（物が二重に見える），鼻出血，眼窩（眼瞼）気腫がある．

・高齢者の骨折は，上腕骨近位部，橈骨遠位部，椎体圧迫骨折，大腿骨近位部が多い．

(2) 骨髄炎

細菌を起炎菌とする化膿性骨髄炎や特に結核菌を起炎菌とする結核性骨髄炎とがある．どちらも血行性感染による．

(3) 脱　臼

関節を構成する関節端が正常な状態から逸脱する状態．可動域の広い球関節である肩関節，股関節，顎関節に生じやすい．

7.16　造影検査に関わる構造と機能 □□□

過去問データベース

■7.16.1　造影剤投与経路
〔1〕経口，直腸
〔2〕血管内（動脈，静脈）

■7.16.2　造影剤排泄経路
〔1〕尿への排泄（腎からの排泄）
〔2〕胆汁への排泄（肝からの排泄）
〔3〕消化管からの排泄

合格テキスト

■7.16.1　造影剤投与経路

memo

造影剤を体内に送り込むための方法と経路．

〔1〕経口，直腸

・経口投与

上部消化管造影X線検査で硫酸バリウム製剤やガストログラフィン，発泡剤は経口投与される．低緊張性十二指腸造影では経口的にチューブを挿入し十二指腸に進めて投与する．塩化マンガン四水和物はMRCPに，クエン酸鉄アンモニウムはMRIの消化管造影検査で経口投与される．

・直腸投与

大腸造影X線検査で硫酸バリウム製剤やガストログラフィン，空気はチューブを介して肛門から投与される．

〔2〕血管内（動脈，静脈）

・動脈内投与

造影剤を動脈内に投与する場合は，通常はセルディンガー法により経カテーテル的に行う．穿刺部位は主に大腿動脈で，橈骨動脈や上腕動脈などが検査部位に応じて利用される．緊急時に総頸動脈を直接穿刺して造影剤を投与する場合も稀にある．

・静脈内投与

心臓の右心カテーテルではセルディンガー法により大腿静脈を穿刺し経カテーテル的に行う．一般的な経皮的静脈内投与は直接穿刺で行われる．特に造影剤を急速注入する場合は右肘静脈（尺側正中皮静脈が最良）のような太い静脈を利用する．左肘静脈に比べ心臓に達する距離が短く，静脈内でのうっ滞や頸部静脈への逆流の可能性が低いためである．なお，下肢静脈造影では足背静脈を直接穿刺して造影剤を静脈内に投与する．

■7.16.2　造影剤排泄経路

〔1〕尿への排泄（腎からの排泄）

・細胞外液分布型のX線検査用造影剤

例：イオパミドール（商品名：イオパミロン）

血管内投与されると細胞外液に分布し最終的に腎排泄となる．2時間後までに投与量の約60％が，24時間後には全量が尿中に排泄される．

・細胞外液分布型のMRI用造影剤

例：ガドブトロール（商品名：ガドビスト）

7.17 治　療 □□□

過去問データベース

■7.17.1 治　療

〔1〕内科的治療･･･全身的療法

□ 子宮体癌や前立腺癌は性ホルモンが腫瘍の増殖に関わる．(72)

□ 医療用麻薬による疼痛管理や精神ケアは緩和治療である．(64)

〔2〕外科的治療･･･局所的療法

□ 根治手術は治癒を最優先の目的とする．(64)

〔3〕放射線治療･･･局所的療法

□ 放射線治療による疼痛管理は緩和治療である．(64)

□ 画像誘導放射線治療は外照射療法である．(64)

□ 強度変調放射線治療〈IMRT〉は前立腺癌の治療に用いられる．(66)

〔4〕緩和治療

□ 精神的ケア，褥瘡予防処置，医療用麻薬や放射線による疼痛管理は緩和治療である．(64)

□ がん患者の緩和治療ではがん治療よりもQOLの改善を目的とする．(70)

■7.17.2 IVR<インターベンショナルラジオロジー>

〔1〕経血管的IVR

□ 脳動脈瘤の治療法に動脈瘤クリッピング術による外科手術や金属コイル塞栓術がある．(68)

□ 腎血管性高血圧症，閉塞性動脈硬化症，上大静脈症候群，急性心筋梗塞は経皮的血管形成術の適応となる疾患である．(58)

□ 下肢深部静脈血栓症は経皮的血管形成術の適応外である．(65)

□ エタノールや金属コイルはIVRで永久血管塞栓に用いられる．(72, 63)

□ 肺血栓塞栓症の治療に経皮的血栓摘除術，経皮的血栓溶解術，下大静脈フィルタ留置術が行われる．(66)

□ 胃癌は経動脈カテーテル治療の適応外である．(67)

□ TAVI〈タビ〉の治療対象は大動脈弁狭窄症である．(72)

□ 肝細胞癌に対し動脈化学塞栓療法〈TACE〉が多用される．(68)

〔2〕非血管的IVR

□ 胃瘻造設術や腸瘻造設術は非血管系IVRに該当する．(64)

□ 経皮的エタノール注入療法は非血管系IVRに該当する．(64)

■7.17.3 脳死と臓器移植

〔1〕脳　死

□ 深昏睡，平坦脳波，自発呼吸の消失，脳幹反射の消失は脳死と判定するための必須項目である．(62)

〔2〕脳幹死

〔3〕植物状態

〔4〕脳死者からの臓器移植

合格テキスト

■7.17.1 治　療

悪性腫瘍の治療法には大きく〔1〕内科的治療，〔2〕外科的治療，〔3〕放射線治療，〔4〕緩和治療そしてIVR（7.17.2参照）がある．これらは単独または複合的に用いられる．

〔1〕内科的治療･･･全身的療法

（1）化学療法，（2）ホルモン療法〈内分泌療法〉，（3）免疫療法，（4）分子標的療法などが含まれる．

(1) 化学療法

抗癌剤による薬物療法で，広義にはホルモン療法や免疫療法，分子標的療法も含む．癌細胞は正常細胞よりも分裂や増殖が盛んで，抗癌剤はこの分裂，増殖を傷害させる．悪性リンパ腫，急性白血病などは根治療法として，乳癌，頭頸部癌や肺癌などは放射線治療と併用される．抗癌剤による副作用が問題で，特に骨髄に対する

memo

7.18　健康と公衆衛生

過去問データベース

■7.18.1　保健統計

〔1〕人口静態・動態

□ 人口は1億2,616万人（R1.10.1）である．(59)

□ 人口推計（令和元年）で65歳以上の人口の割合は約28%である．(71)

□ 令和元年簡易生命表で我が国の男性の平均寿命は約81.41年である．(64)

□ 令和元年簡易生命表による我が国の女性の平均寿命は87.45年である．(62)

〔2〕罹患率，死亡率

□ 女性では乳癌の罹患者数が最も多い（H29）．(67)

□ 人口動態統計（R1）で男性のがん死亡が最も多いのは肺がんである．(71)

□ 我が国の男性で悪性新生物年齢調整死亡率が最も高いのは肺癌である．(60) 1

□ 合計特殊出生率は約1.36（R1）である．(59, 58)

□ 胃癌の死亡率は男女共に近年減少傾向にある．(65)

□ 前立腺癌やクローン病の罹患率は日本よりも欧米で高い．(68)

〔3〕三大死因

□ 平成30年，令和元年の人口動態統計で我が国の死因の1位は悪性新生物，2位は心疾患，3位は老衰，4位は脳血管疾患である．(73, 69, 62, 60)

〔4〕医療費と医療政策

□ 国民医療費は約43兆円（H29年度）である．(59, 58)

□ 救急医療，災害医療，小児医療，へき地医療，周産期医療は医療法に基づき都道府県が策定する医療計画の5事業である．(65)

■7.18.2　公衆衛生

〔1〕定義と特徴

□ 公生衛生は個人の疾患でなく，人間集団，社会を対象とする．(73)

■7.18.3　疫学的方法による健康の理解

〔1〕疫学の概念

□ 疫学では患者個人でなく，人間集団を観察対象とする．(71)

〔2〕疫学の方法

□ 横断研究ではある1時点での調査を行う．(71)

□ 観察研究の代表的な手法としてコホート研究がある．(71)

□ ある検査法を用いてスクリーニングを行ったところ，真陽性a人，偽陰性b人，偽陽性c人，真陰性d人であった．この検査法の偽陰性率は$b/(a+b)$である．(61)

□ 潜血反応による大腸がんのスクリーニング検査で，大腸がんが実際に存在し，検査でも陽性だった者の比率を感度という．(63)

■7.18.4　検体・生理検査のデータ

〔1〕暗記すべき健常成人の血液成分値

□ 健常成人白血球数は4,000 ～ 8,000/μLである．(58)

□ 正常な血液のpHは約7.4である．(70)

〔2〕暗記すべき健常成人の生理検査データ

合格テキスト

■7.18.1　保健統計（国民衛生の動向2020/2021，厚生労働統計協会より）

memo

〔1〕人口静態・動態

・令和元年10月1日現在，総人口は1億2,616万人である（男6,141万1千人，女6,475万6千人）．

・老年人口（65歳以上）の割合は令和元年で28.4%，令和47年では38.4%の見込み．

・年少人口（15歳未満）の割合は令和元年で12.1%，令和47年では10.2%の見込み．

・生産年齢人口（15～64歳）の割合は令和元年で59.5%，令和47年では51.4%

7.19　感染症とその予防　□□□

過去問データベース

■7.19.1　感染症とその予防

〔1〕 感染源の排除

〔2〕 感染経路の遮断

□ 風疹ウイルス，インフルエンザウイルスは飛沫感染を起こす．(66)

□ 入国時の検疫，麻疹患者の隔離は感染経路に対する予防対策である．(64)

□ 結核は院内感染防止で空調対策が必要となる．(58)

〔3〕 感染症の発症防止

□ インフルエンザワクチンの接種は宿主の感受性に対する予防対策である．(64)

□ B型肝炎，インフルエンザの予防にワクチンが用いられる．(72, 60)

□ 麻疹の予防にワクチンが用いられている．(69)

□ ジフテリア，水痘，風疹，麻疹は法令で定期接種の対象となっている．(70)

合格テキスト

■7.19.1　感染症とその予防

memo

感染症予防対策の基本は〔1〕感染源の排除，〔2〕感染経路の遮断，〔3〕感染症の発症防止である．この中で特に重要なのは「感染経路の遮断」で，主に医療施設における感染症の予防対策を取り上げる．

〔1〕 感染源の排除

病原微生物（7.14.3参照）を含む，「排泄物，血液・体液・分泌物，機器や器材，食品」などに接触しないことで感染症を予防する．

予防策→感染源に接触するときは手袋やマスク，ガウンを着用する．

〔2〕 感染経路の遮断

感染経路には「経気道感染（飛沫感染・空気感染），接触感染，経口感染，血液感染」がある．これらの感染経路を遮断して感染症を予防する．

＜補足＞環境の衛生管理による感染経路の遮断

室内を1日1回は湿式清掃し乾燥させる．血液等の付着に対しては0.5％次亜塩素酸ナトリウム液で清拭後，湿式清掃し乾燥させる．

〔3〕 感染症の発症防止

感染しても発症に至らぬよう1次予防に努める．ワクチン接種が有効な場合もある．ワクチンで防げる疾患をVPD〈Vaccine Preventable Diseases〉という．ワクチンの定期接種を国や自治体が乳幼児に対し強く勧めている．

7.20 生活習慣病，疾病予防 □□□

過去問データベース

■7.20.1 生活習慣病対策，健康管理

〔1〕生活習慣病

□ 狭心症，歯周病，肺気腫，慢性気管支炎，肺扁平上皮癌は喫煙と関連が多い．(69)

□ 心筋梗塞，腎血管性高血圧は動脈硬化が原因となる．(66)

□ 糖尿病，高血圧は脳血管障害の危険因子である．(63)

□ 糖尿病の代表的な合併症は腎障害，網膜症である．(61)

□ 肥満，糖尿病，脳梗塞，心臓病，脂質異常症，高脂血症，高血圧症は生活習慣病である．(65, 64, 60)

□ 網膜症，心筋梗塞，腎症，下肢壊疽は糖尿病の合併症である．(57)

□ 透析が導入される患者の原疾患で最も多いのは糖尿病腎症である．(64)

〔2〕メタボリック症候群（シンドローム）

□ 肥満，糖尿病，高脂血症，高血圧症は生活習慣病である．(60)

〔3〕疾病予防（一次・二次・三次予防）

□ 脳梗塞後の理学療法（リハビリ）は三次予防である．(68)

□ がん検診は二次予防である．(68)

□ 予防接種，健康教育は一次予防である．(68)

□ B型肝炎やインフルエンザの予防にワクチンが用いられる．(72, 60)

□ 健康増進法に基づくがん検診で対象年齢が20歳以上なのは子宮頸癌である．(65)

□ 健康増進法に基づくがん検診で対象年齢が40歳以上なのは胃癌，乳癌（女性），肺癌，大腸癌である．(65)

□ 胃がん，乳がん，肺がん，大腸がんは市町村実施のがん検診項目である．(70)

□ 大腸癌が存在し，スクリーニング検査で陽性だったものの比率を感度と呼ぶ．(63)

〔4〕健康管理

□ 身長170 cmの場合，BMI＝22となる標準体重は約64 kgである．(61)

合格テキスト

■7.20.1 生活習慣病対策，健康管理

memo

〔1〕生活習慣病

(1) 定　義

生活習慣が発症原因に深く関与する疾患の総称．以前は成人病と呼ばれていた．

(2) 種　類

糖尿病（1型糖尿病は除く），高血圧症，脂質異常症，脳梗塞，高尿酸血症・痛風，歯周病は代表的な生活習慣病である．日本生活習慣病予防協会では更に以下も主な生活習慣病としている．脳出血，心筋梗塞，狭心症，慢性閉塞性肺疾患〈COPD〉，肺扁平上皮癌，大腸癌，アルコール性肝炎，痛風，メタボリックシンドローム

［注］高脂血症はLDLコレステロールや中性脂肪の上昇を指すが，善玉のHDLコレステロールの低下も重要な異常であるため現在は脂質異常症となっている．

［注］肺扁平上皮癌は喫煙者に多発し，偏食やストレスも関係する肺癌である．

(3) 生活習慣病の合併症

様々あるが糖尿病の合併症は「網膜症*，心筋梗塞，腎症*，下肢壊疽，神経障害*，脳血管障害」が代表（*：糖尿病の3大合併症と呼ばれ，循環障害が原因である）．

(4) 生活習慣病対策

2次予防から，生活習慣の改善を中心とした1次予防の対策へ重点が移行した．

7.21 保 健 □□□

過去問データベース

■7.21.1 高齢者保健

〔1〕 老化と寿命

〔2〕 平均寿命と健康寿命

〔3〕 老年病の特徴

〔4〕 認知症

□ 認知症で最も多いのはアルツハイマー型認知症である．(73)

□ アルツハイマー型認知症で海馬は萎縮する．(72)

□ 妄想，うつ状態，記憶障害，行動異常，見当識障害は認知症の症状である．(67)

□ 若年性認知症（65歳未満で発症）で多いのはアルツハイマー病や脳血管性認知症である．(63)

■7.21.2 精神保健

〔1〕 精神障害者の保健・医療・福祉

■7.21.3 産業保健

〔1〕 労働安全衛生管理

□ 電離放射線作業に伴う健康障害は白血病，白内障，皮膚潰瘍，再生不良性貧血がある．(66)

□ アスベスト曝露は中皮腫と関係が深い．(65, 60, 58)

□ 石綿肺は肺癌の合併が多い．(63)

□ イタイイタイ病の原因物質はカドミウムである．(69)

合格テキスト

■7.21.1 高齢者保健

memo

〔1〕 老化と寿命

老化とは，経時的に進行する形態的，生理的な，不可逆的衰退現象である．したがって，老化を遅らせることは可能ではあるが避けることはできず，自ずと寿命が生じる．日本人の最大寿命は120歳，世界的には122歳164日（フランス人）が最長であり，現在人間の最大寿命は約120歳と考えられている．

〔2〕 平均寿命と健康寿命

平均寿命とは出世時の平均余命を指す（7.18.1〔1〕参照）．一方，健康寿命とは日常的に介護を必要とせず，自立した生活ができる生存期間を指す．したがって，健康寿命は疾病や障害等によるこのような期間を平均寿命から差し引いた期間となる．2010年のWHO（世界保健機関）によると，我が国の健康寿命は男性が73歳，女性が78歳（平均76歳）となっており世界一の健康寿命国となっている．

〔3〕 老年病の特徴

老年者に起こる疾患の総称を老年病や老人病と呼ぶ．老年病の特徴は多病（複数の疾患に罹患）であること，加齢に伴う生理機能の低下で症状が非典型的で複雑となることがあげられる．具体的には退行性の慢性疾患が多く，動脈硬化，高血圧，糖尿病，痛風，貧血，更年期障害，悪性腫瘍，精神病（うつ病）など多種に渡る．

〔4〕 認知症

認知症
- 1次性認知症（原因が不明）…アルツハイマー病*，前頭側頭型認知症（ピック病）など
- 2次性認知症（原因が判明）…脳血管性認知症*，レビー小体型認知症*，脳腫瘍，進行性麻痺，甲状腺機能低下症，正常圧水頭症，パーキンソン病など

［注］*三大認知症と呼ばれる．

7.22　医療における健康被害 □□□

過去問データベース

■7.22.1　医療行為によるリスク

〔1〕血管合併症

□放射性医薬品投与時に起こる事象で，血管迷走神経反応が最も頻度が高い．(71)

〔2〕消化管合併症

〔3〕感　染

□CTによるAutopsy Imaging〈死亡時画像診断〉では，適切な感染対策を施す．(73)

□医療廃棄物の処理では，蓋があるプラスチック容器を使用する．(72)

□医療廃棄物の処理では，使用済みの注射針はリキャップせず廃棄する．(72)

□ニューモシスチス肺炎は日和見感染症である．(72)

□院内感染の予防では，手指衛生が最も重視される．(71)

□診療放射線技師の対応として，易感染状態の患者を撮影する前に装置をエタノールで消毒する．(70)

□診療放射線技師の対応として，ポータブル撮影前に患者の感染情報を入手する．(70)

□診療放射線技師の対応として，結核患者のX線撮影時はN95マスクを着用する．(70)

□感染症患者に対するX線撮影時の診療放射線技師の対応で，撮影時に空気感染の危険がある場合にはN95マスクを着用する．(68)

□感染症患者に対するX線撮影時の診療放射線技師の対応で，感染症患者の撮影はその日の最後に実施する．(68)

□感染症患者に対するX線撮影時の診療放射線技師の対応で，ノロウイルス患者の嘔吐物が付着した補助具は次亜塩素酸ナトリウム液で消毒する．(68)

〔4〕その他

■7.22.2　医療機器および器具によるリスク

〔1〕放射線診断（MRIも含む）

□MRIにおけるSARでは，デューティーサイクルが高いほど上昇する．(73)

□膝のMRI検査前の準備として，両側の大腿が直接接触しそうな場合は間にクッションをはさむ．(71)

□膝のMRI検査前の準備として，患者の両手は腹部で組んだ状態にならないように注意する．(71)

□膝のMRI検査前の準備として，膝用コイルのケーブルが長い場合はループを形成しないように注意する．(71)

□MRIでは高周波パルスが熱傷の原因となる．(65)

□MRIでは発熱の評価には比吸収率〈SAR〉を使用する．(65)

□MRI検査では，人工内耳装着者の検査は禁忌である．(65)

□MRIで電磁界によって人体内部に発生する電流は誘導電流である．(65)

□MRIで電磁界によって単位質量当たりに吸収された電力は比吸収率である．(65)

〔2〕放射線治療

□放射線治療の適応判断から治療開始までの医療行為を，患者への説明と同意の取得→固定具の作成→治療計画用CT撮影で行った．(72)

〔3〕核医学検査

〔4〕その他

□透視用X線装置の基本性能において，危害を加える恐れのある部分の制御はデッドマン形制御である．(73)

□診療放射線技師の法定業務には，核医学診断装置を用いた画像検査は含まれる．(73)

□診療放射線技師の法定業務には，下部消化管造影検査のために肛門にカテーテルを挿入する行為は含まれる．(73)

□診療放射線技師の業務として，造影CTにおいて静脈路と造影剤注入装置を接続した．(72)

□診療放射線技師の業務として，画像誘導放射線治療のため肛門カテーテルを挿入し空気を吸引した．(72)

□診療放射線技師の業務として，造影CTにおいて静脈路を確保することはできない．(72)

□診療放射線技師の業務として，造影CT開始前に静脈路が閉塞していても生理食塩液を注入し開通することはできない．(72)

□X線撮影後に異常所見を発見しても，自己判断で追加はできない．(72)

□患者の依頼でX線撮影は行えない．(72)

■7.22.3　医薬品によるリスク

〔1〕血管内造影剤

□著しくeGFR値が低下した患者へのガドリニウム造影剤の投与は，腎性全身性繊維症〈NSF〉の危険因子とな

る．(73)

□ 意識消失，脈拍触知不能はショック時に見られる．(72)

□ MRIに用いるGd造影剤による重篤な副作用も報告されている．(72)

□ ヨード造影剤の総量100 mLを2 mL/秒の速度で静脈投与して造影CTを行った場合に，検査を受けた患者で，熱感が最も高頻度にみられる．(71)

□ 非イオン性水溶性ヨード造影剤では，重篤な甲状腺疾患のある患者への投与は禁忌である．(70)

□ 腎性全身性線維症はMRI造影剤のGd製剤の重篤な副作用である．(70)

□ IVRにおける診療放射線技師の対応としてヨード造影剤を投与前に36°C程度まで加温して使用した．(69)

□ MRI造影剤のGd-DTPAは気管支喘息の患者には原則禁忌である．(66)

□ ヨード造影剤の使用を決定する際には，腎機能障害に最も注意すべきである．(66)

□ 水溶性ヨード造影剤のなかで，非イオン性製剤はイオン性製剤よりも即時型副作用が少ない．(66)

□ ヨード造影剤の副作用として悪心，蕁麻疹，顔面蒼白，呼吸困難などが見られる．(64)

□ ヨード造影剤の副作用で背部痛は頻度が非常に低い．(64)

〔2〕 消化管造影剤

〔3〕 放射性医薬品

□ 核医学検査に用いられる放射性医薬品の副作用は，ヨード造影剤の投与時より発現頻度は低い．(72)

〔4〕 その他

合格テキスト

■7.22.1 医療行為によるリスク

memo

検査室入室前の患者確認に加えて，検査開始前後の患者氏名確認，検査部位，アレルギー，感染症，内服薬の有無など，確認作業と患者情報共有が必要である．

〔1〕 血管合併症

注射針を刺す穿刺行為による穿刺部皮下出血・仮性動脈瘤，カテーテル操作による血管攣縮・内膜損傷・血栓形成，術後の穿刺部からの出血などの合併症のリスクがある．針を刺すことで迷走神経が緊張状態となり血管迷走神経反応［vaso-vagal reactions〈VVR〉］による動悸，熱感，血圧低下，顔面蒼白，悪心，嘔吐，冷汗，意識消失，痙攣などの副作用が発生することがある（**表7.55**）．

診療放射線技師は静脈路の穿刺を行うことはできない．造影時血管確保した静脈路が閉塞していた場合に開通させるために生理食塩液を注入することはできない．検査終了後の抜針，止血を行う際に止血不良による出血のリスクがある．

(1) 血管外漏出，コンパートメント症候群

穿刺部皮下から造影剤が漏出すると疼痛，腫脹，水痘がみられる．漏出量が少ない場合は四肢を挙上し，疼痛腫脹部を氷嚢（ひょうのう）で冷やす．疼痛持続や皮膚障害時は，副腎皮質ステロイド薬を用いて炎症反応を抑制する．漏出量が多い場合は，コンパートメント症候群を生じる危険性があるため，皮膚と筋膜の減張切開を施す必要があるため，注意深い観察が必要である．

表7.55 血管造影手技に伴う合併症と症状

部　位	症　状
穿刺部位	・血腫　⇨疼痛 ・仮性動脈瘤⇨拍動性腫瘍 ・動静脈瘻　⇨下肢虚血，心不全

7.23　救急医療（合併症治療を含む）　□□□

過去問データベース

■7.23.1　救急疾患の診断

〔1〕臨床所見

□ショック時に見られる徴候として，意識消失がみられる．(72)

□ショック時に見られる徴候として，脈拍触知不能がみられる．(72)

□意識消失や脈拍触知不能，冷汗はショック時の徴候である．(72, 62)

□ショックの原因として，脱水，心タンポナーゼ，アナフィラキシー等があげられる．(66)

〔2〕検査所見

□緊急に除去する必要がある消化管異物として，画鋲とボタン電池があげられる．(67)

□肺血栓塞栓症には緊急CTで造影剤の使用が必要である．(73)

■7.23.2　救急疾患の治療

〔1〕処置法

□救急患者に対するX線撮影では，頚椎損傷が疑われる患者のネックカラーは外さずに撮影する．(69)

□造影剤によるアナフィラキシーショックでは，気道確保，生理食塩液輸液，高流量酸素投与の処置が行われる．(67)

〔2〕投与薬剤

□造影剤によるアナフィラキシーショックでは，アドレナリン筋肉内注入の処置が行われる．(67)

■7.23.3　救命処置

〔1〕一次的救命処置

□倒れている人を発見したらまず意識状態の確認，呼吸の確認を行う．(73)

□成人に対する一次救命処置では，心臓マッサージは胸骨下部圧迫で行う．(72)

□成人に対する一次救命処置では，口内に異物があればできる範囲で除去する．(72)

□一次救命処置における胸骨圧迫では，成人の場合，胸骨が5～6cm沈む程度圧迫する．(71)

□一次救命処置における胸骨圧迫では，1分間に100～120回の圧迫を行う．(72, 71)

□一次救命処置における胸骨圧迫では，AED使用開始後でも胸骨圧迫は続ける．(71)

□X線撮影中に患者が急に意識を消失した．患者からの反応がないことを確認した後，一次救命処置として，まず応援要請を行う．(72, 70)

□病院内で発生した事故を発見した場合に最初に行うべきなのは，応援要請と救命救急処置である．(69)

□自動体外式除細動器〈AED〉の使用は心室細動の状態から回復させ，医療従事者でなくても使用できる．(69)

□自動体外式除細動器〈AED〉は胸骨圧迫などの救命処置と併用して使用され，実際の使用では周囲の人が患者に触れていないことを確認して使用する．(69)

□初回のAEDによる除細動で効果がないときは再度実施する．(69)

〔2〕二次的救命処置

□二次救命処置では，積極的に医薬品を用いる．(72)

□脱水，急性心筋梗塞，心タンポナーデ，アナフィラキシーはショックの原因となる．(66)

□二次救命処置としては気管切開が行われる．(65)

合格テキスト

■7.23.1　救急疾患の診断

memo

〔1〕臨床所見〔2〕検査所見

救急疾患は内因性疾患と外因性疾患に大別され，内因性疾患には脳梗塞，脳出血，急性心不全，大動脈解離，急性膵炎，肺血栓塞栓症等があり，外因性疾患には多発外傷等がある．いずれの疾患も緊急性が高いために，素早い診断と救命処置（緊急治療）が求められる．

第 8 章

放射線生物学

8.1 放射線の細胞に対する作用 □□□

過去問データベース

■8.1.1 物理学的過程

〔1〕紫外線と電離放射線

□ X線，γ線は間接電離放射線であり，α線，陽子線，β線，電子線，炭素イオン線は直接電離放射線である．(73, 68)

〔2〕電離作用

□ 電離作用がない赤外線はDNAに損傷を起こさない．(61)

〔3〕線エネルギー付与＜LET＞

□ γ線は低LET放射線である．(73)

□ LETの単位にはkeV/μmが用いられる．(73, 68)

□ 培養細胞に4 Gy照射した場合，^{60}Co γ線，10 MV X線，250 kV X線，4 MeV電子線，250 MeV炭素線の中で250 MeV炭素線の生存率が最も低い．(67)

□ 細胞のX線照射後はコンプトン散乱，DNA塩基の損傷，酵素の誘導，DNAの修復，アポトーシスの順に進行する．(66)

■8.1.2 化学的過程

〔1〕水の放射線分解

〔2〕フリーラジカル

□ X線による生成物の中で水酸化ラジカルは生体への影響が最も大きい．(65)

■8.1.3 生化学的過程

〔1〕直接作用と間接作用

□ 高LET放射線では直接作用が間接作用よりも多い．(72)

□ α線と中性子は生体内において主に直接作用によってDNAを損傷させる．(71)

□ 2 GyのX線照射では酸素が存在すると間接作用が増強する．(70)

□ 2 GyのX線照射ではDNA損傷は直接作用より間接作用で起こることが多い．(70)

□ 分子に間接作用するのは•Hと•OHである．(68)

□ 放射線の生物作用を示す用語は間接効果と直接効果である．(62)

□ X線によるDNA損傷や細胞死はDNAへの間接作用が主因である．(60)

■8.1.4 生物学的過程

〔1〕DNA損傷と細胞への影響

□ フリーラジカルによるDNA損傷は酸素存在下で増強する．(72)

□ 突然変異はDNAの遺伝情報における不可逆的変化である．(67)

□ γ線によるDNA二重鎖切断は修復困難のため細胞死も起こる．(66)

□ 放射線がDNAに与える損傷には塩基損傷，架橋形成，一本鎖切断，二本鎖切断がある．(65)

□ γ線ではDNAへの1本鎖切断は2本鎖切断より多い．(64)

□ γ線ではDNA塩基損傷と1本鎖切断が多く起こる．(63)

□ X線ではフリーラジカルがDNAを損傷する．(62)

□ DNA損傷を起こさないのは赤外線である．X線，紫外線，抗癌剤，陽電子線は起こす．(61)

〔2〕DNAの損傷の修復

〔3〕相同組換え修復と非相同末端結合修復

□ DNA損傷（二重鎖切断）の修復には相同組換え修復機構がある．(61, 60)

□ 相同組換え修復は細胞周期に関係がある．(61)

■8.1.5 細胞死

〔1〕分裂死と間期死

□ 分裂増殖している細胞集団にX線を2 Gy照射した後，分裂遅延は分裂死，再増殖，再酸素化，再分布より早期に生じる．(71)

□ 2 GyのX線照射による細胞死では分裂死が間期死より多い．(70)

□ 増殖中の細胞への放射線照射後，分裂遅延は間期死，増殖死，アポトーシスより早期に生じる．(68)

〔2〕ネクローシスとアポトーシス

□低LET放射線の照射でもアポトーシスは誘導される．(73)

□アポトーシスを起こした細胞では核凝縮（核クロマチン凝縮）と細胞骨格の破壊が生じる．(73, 69)

□細胞に対するX線の作用でアポトーシスが生じる．(62)

□細胞に対するX線の作用でアポトーシスが胎児でも起こる．(60)

■8.1.6　細胞の生存率曲線

〔1〕標的理論

□多標的モデルでのnは標的数を表す．(63)

□多標的モデルでのD_0は平均致死線量を表す．(63)

〔2〕直線–2次曲線モデル（LQモデル）

□LQモデルのαはDの係数（Dは線量）である．(63)

□直線部の係数はβではなくαである．(63, 62)

■8.1.7　細胞の放射線感受性

〔1〕放射線高感受性細胞の特徴

□Bergonié-Tribondeauの法則が示す放射線感受性の高い細胞は未分化であること，分裂の頻度が高いことが特徴である．(71)

□未分化な細胞ほど高い．(70)

□分裂が盛んな細胞ほど高い．(70)

□ベルゴニー・トリボンドーの法則では放射線感受性は細胞の分化度に関係がある．(62, 58)

＜関連事項＞

□G_2期からM期への移行期では放射線感受性がS期より高い．(73)

□線量率，照射間隔，細胞の分化度，細胞の分裂速度，放射線のエネルギーの中で放射線感受性に対する影響が最も小さいのは放射線のエネルギーである．(69)

□細胞周期で放射線感受性が高いのは，M期とG_1後期（～S初期）である．(66)

〔2〕α/β

□舌癌，声門癌，子宮頸癌，前立腺癌，非小細胞肺癌の中でα/βが最も小さいのは前立腺癌である．(73)

□粘膜，皮膚，脊髄，骨髄，卵巣の中で，X線治療におけるα/β値が最も小さいのは脊髄である．(71)

□皮膚筋肉のα/βは1～3 Gyである．(69)

□脊髄症はX線に対する反応のα/βが小さい．(68)

□直線–2次曲線モデルでは正常組織の急性反応系ではない脊髄，神経，筋肉の障害のα/β値は小さい．(65, 64)

□脊髄のα/βは小さいが急性反応系の組織の関連する脱毛，下痢，口内炎，湿性落屑は大きい．(64)

□正常組織の急性反応のα/β値は大きい．(63)

□腫瘍縮小効果のα/βは大きい．(62)

□α/β値には単位がありGyで表す．(62)

□放射線感受性の高い細胞はα/β比が大きい．(59)

■8.1.8　組織の放射線感受性

〔1〕感受性の決定因子

〔2〕腫瘍組織と臓器の早期反応と後期反応

□白内障，萎縮膀胱，口内乾燥，肺線維症，皮膚の色素沈着の中で放射線治療による有害事象で最も早期にみられるのは口内乾燥である．(72)

□腎不全と心膜炎は晩期反応であり，食道炎，皮膚炎，白血球減少は急性反応である．(71)

□急性白血病は晩発障害であり，脱毛，下痢，皮膚炎，白血球減少は早期障害である．(64)

□放射線治療の晩期合併症として萎縮膀胱がある．(63)

□成人で早期反応因子の幹細胞が最も多く存在するのは皮膚である．(62)

□放射線晩発障害には再生不良性貧血がある．(61)

■8.1.9　突然変異

〔1〕遺伝子突然変異

□突然変異の生じる率は線量率と関係する．(73)

□突然変異の発生率は線量に比例する．(63)

〔2〕染色体異常

□染色体異常の発生率は線量に依存する．(71)

合格テキスト

■8.1.1　物理学的過程

memo

放射線が生体に入射すると生体を構成している原子・分子に反応し，その反応が細胞，組織・器官，個体へと広がっていく．その過程を大別すると物理学的過程，化学的過程，生物学的過程である．特に物理学的過程，化学的過程は反応時間が短く，連続して生物学的過程まで進むため，その間をつなぐ物理化学的過程や生化学

8.2 放射線の人体への影響 □□□

過去問データベース

■8.2.1 組織・臓器への影響

〔1〕造血臓器

□ 2～3 Gy の全身性被ばくをした際に血球中で赤血球が最も遅れて減少する．(67, 65)

〔2〕生殖器

〔3〕水晶体

〔4〕皮　膚

〔5〕消化器

〔6〕神経組織

□ 卵巣（不妊），皮膚（紅斑），脊髄（麻痺），精巣（永久不妊），骨髄（造血機能低下）の中でしきい線量が最も低いのは骨髄である．(69)

□ 全身照射で期待されるのは免疫抑制と抗腫瘍効果である．(61)

□ 全身への急性被ばくによる被ばくで最もしきい値が低いのはリンパ球減少である．(60)

■8.2.2 大線量被ばくによる死

〔1〕骨髄死

□ 骨髄死は白血球や血小板の減少による感染症や出血による．(73)

□ 5 Gy の全身被ばくの1，2か月後に生じるのは骨髄死である．(73, 68)

□ 半致死線量 $LD_{50/30}$（$LD_{50/60}$）を被ばくしたときの主な死因は骨髄障害である．(66)

〔2〕腸管死

〔3〕中枢神経死

□ 放射線被ばくによるヒトの死亡原因で被ばく線量が高いのは中枢神経死 ＞ 腸管死 ＞ 骨髄死の順である．(73, 70)

□ 大線量全身被ばくでは，中枢神経死，骨髄死，肺臓炎，腸管死，腎障害の中で中枢神経死が最も早期に起きる．(67)

■8.2.3 確定的影響と確率的影響

〔1〕確定的影響

□ 確定的影響にはしきい値がある．(72)

□ 骨盤内臓器への放射線治療後に生じ得る合併症のうち骨盤骨折，直腸出血，膀胱萎縮，小腸イレウスは確定的影響である．(71)

□ 早期の粘膜炎発生にはしきい値がある．(71)

□ 不妊，宿酔，白内障，造血機能低下は確定的影響である．(69)

□ 胸部の放射線治療による合併症のうち肺炎，不妊，皮膚炎，心血管障害は確定的影響である．(64)

□ 確定的影響では重症度に線量依存性がある．(63)

〔2〕確率的影響

□ 確率的影響は直線しきい値なしモデルが適用される．(73)

□ 骨盤内臓器への放射線治療後に生じ得る合併症のうち子宮肉腫は確率的影響である．(71)

□ 発がんは確率的影響である．(69)

□ 胸部の放射線治療による合併症のうち乳癌は確率的影響である．(64)

□ 放射線の影響で早期障害では確率的影響はない．(64)

□ 確率的影響の重篤度は線量に依存しない．(64)

〔3〕放射線のリスク

□ 組織加重係数は生殖腺の方が皮膚より高い．(72)

□ 胃がん，肺がん，咽頭がん，結腸がん，甲状腺がんの中で放射線被ばく 1 Gy 当たりの発がん過剰相対リスクが，被ばく時年齢 0～9 歳と 40 歳以上とで差が最も大きいのは甲状腺がんである．(72)

□ ICRP 2007 年勧告による，全集団に対するがんの低線量率の確率的影響に関する名目リスク係数［Sv^{-1}］は 5.5×10^{-2} である．(66)

■8.2.4 内部被ばく

〔1〕天然放射性核種，人工放射性核種

□ 内部被ばくの最大の原因となっている天然放射性核種は ^{222}Rn である．(72)

□ ^{137}Cs を体内摂取した場合に内部被ばく線量が高い臓器は筋肉である．(70)

□ 内部被ばくの原因になる主な天然放射性核種は ^{40}K と ^{222}Rn である．(66)

□ 人体に摂取されたときに肺癌を起こす核種は ^{222}Rn である．(65)

□ 内部被ばくにおける核種と決定臓器の組合せで正しいのは ^{232}Th–肝臓である．(62)

■8.2.5　放射線発がん

〔1〕しきい値なし仮説

□ 確率的影響の「しきい値なし仮説」は高線量域のがん発生率曲線を低線量域へ延長したものである．(64)

〔2〕放射線によって誘発されやすいがん

□ 放射線発癌との関連性で上咽頭癌は乳癌，肺癌，白血病，甲状腺癌と比較して低い．(65)

□ 放射線による発癌のうち死亡率が最も低いのは甲状腺癌である．(60)

〔3〕潜伏期

□ 放射線による発癌で潜伏期が最も短いのは白血病である．(67, 61, 60)

■8.2.6　放射線の遺伝的影響

〔1〕倍加線量

■8.2.7　妊婦の被ばくと胎児への影響

〔1〕胎児の発育段階と放射線の影響

□ 胎児被ばくによって精神発達遅延が最も生じやすい時期は受精から8～15週である．(72)

□ ヒトの胎児被ばくで奇形を生じやすい時期は受精から3～8週である．(70)

□ 妊娠中に2 Gyの被ばくで奇形が生じる可能性が高いのは器官形成期である．(66)

□ 胎児被ばくによる奇形のしきい線量は100 mGyである．(65)

□ 胎内被ばくでは白血病の発症が多い．(62)

合格テキスト

memo

■8.2.1　組織・臓器への影響

〔1〕造血臓器

骨髄の多能性幹細胞が分化して，赤芽球から赤血球，骨髄芽球から顆粒球（白血球），リンパ芽球からリンパ球，巨核芽球から血小板が産生され，血液中に供給されている．放射線の全身（骨髄）被ばくで，末梢血の血球はリンパ球，好中球，好酸球，血小板，赤血球の順に減少するが，回復はリンパ球が最も遅い（**図8.4**）．$LD_{50/60}$（4 Gy，半致死線量）で60日間に50％が骨髄障害が原因で貧血と細菌感染により死亡する（骨髄死）．造血機能低下のしきい値は0.5 Gyであり，最も感受性の高いリンパ球の減少のしきい値は0.25 Gyである．リンパ球の減少により免疫が抑制される．骨髄の後期（晩発）障害として血球産生の低下に伴う再生不良性貧血が発症する．また，白血病も発症することがある．

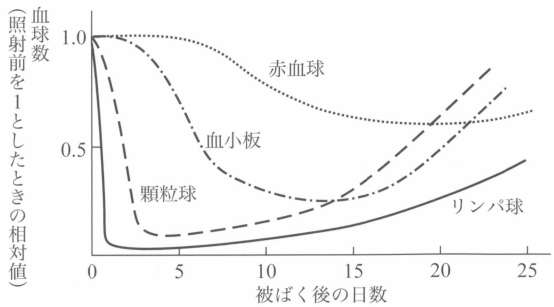


図8.4　放射線照射後の末梢血液中の血球数の変化
（出典：江島洋介・木村 博：放射線生物学（改訂2版），オーム社（2011））

〔2〕生殖器

精巣で精子，卵巣で卵が形成される一方，内分泌器官としてホルモンが分泌されている．放射線による影響は不妊や内分泌機能の低下となり，後期障害として発癌や遺伝的障害を生ずる恐れがある．精子は精原細胞→第1次精母細胞→第2次精母細胞→精細胞→精子の順に分化成育して形成される．幹細胞である精原細胞は最も放射線感受性が高く，成育するに従って低くなり精子が最も低い．精原細胞は

8.3 放射線の生物学的効果と放射線治療 □□□

過去問データベース

■8.3.1 正常組織と腫瘍の放射線感受性

〔1〕正常組織の放射線感受性

□ 放射線治療において，水晶体の $TD_{5/5}$（5年間で5%以下の障害が生じる線量）は10 Gyである．(72)

□ 胸腺，腎臓，精巣，脊椎，皮膚の中で放射線感受性の最も低い組織は脊椎である．(72)

□ 腸管粘膜の方が神経より高い．(70)

□ 骨組織では成人より小児で高い．(70)

□ 放射線治療に伴う血管結合織の変化として最も早期に起こるのは血管透過性亢進である．(70)

□ 神経，筋肉，大血管，小腸粘膜ならびに精原細胞のなかで，放射線感受性が一番高いのは精原細胞で，二番目は小腸粘膜である．(67)

□ 成人正常組織で放射線感受性が最も低いのは神経である．(67, 61)

□ 放射線感受性が一番高いのはリンパ球で，二番目は生殖腺である．(66)

□ 正常組織の肺，脊髄，骨の順に放射線感受性が高い．(64)

〔2〕腫瘍の放射線感受性

□ 同一腫瘍内でも均一でない．(70)

□ 膠芽腫，甲状腺未分化癌，小細胞肺癌，胃癌，ならびに悪性リンパ腫のなかで放射線感受性が一番高いのは悪性リンパ腫で二番目に高いのは小細胞肺癌である．(68)

□ 放射線感受性が一番高いのは悪性リンパ腫で二番目が多発性骨髄腫で三番目は乳癌である．(66)

□ 高LET放射線は放射線低感受性腫瘍の治療に適する．(66)

□ 悪性黒色腫は食道癌，喉頭癌，非小細胞肺癌，悪性リンパ腫より放射線感受性が低い．(64)

□ 放射線感受性腫瘍の特徴は低分化型であること，分裂増殖が盛んであること，血流が豊富であること，壊死組織の占める割合が低いこと，照射後のアポトースの出現頻度が高いことなどがある．(63)

■8.3.2 生物学的効果の修飾

〔1〕線質効果

□ $^{10}B(n, \alpha)^{7}Li$ を用いる治療は癌組織の回復を抑え，正常組織の障害が小さい．(65)

〔2〕線量率効果

□ 線量率は放射線感受性に影響する．(73)

□ 線量率は生物学的効果に影響する．(72)

□ 線量率が低下するほど細胞生存率は上昇する．(61)

□ ^{125}I 永久挿入は低線量率照射である．(61)

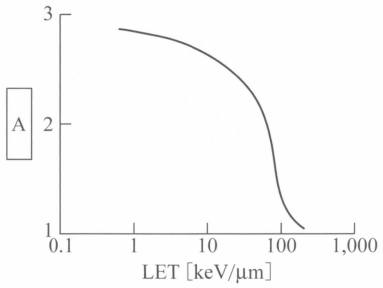
〔3〕分割効果

□ 細胞に4 Gyを1回で照射するより，2回に分割したほうが生存率が高い．(65)

〔4〕酸素効果

□ 組織内の酸素分圧が低いほど放射線感受性は低くなる．(73)

□ 図Aはヒト由来の培養細胞を用いた実験結果のグラフで，縦軸 [A] は酸素効果比である．(67)



図A

□ 酸素の投与は放射線の効果を高める．(57)

〔5〕細胞周期

□ 粘膜上皮細胞の放射線感受性は細胞周期に依存する．(73)

□ S期にDNA合成が行われる．(69, 61)

□ 正常細胞には G_0 期がある．(69)

□ G_0 期の細胞は放射線感受性が低い．(69)

□ 腫瘍細胞でもM期はS期より短い．(69)

□ 細胞周期で放射線感受性が高いのは，M期と G_1 後期（～S初期）である．(66)

□ γ線照射を受けた細胞は G_2 期が延長する．(63)

□ 細胞へのγ線照射ではS後期細胞は感受性が低い．(62)

□ G_0 期と G_1 期の細胞は放射線感受性が高くない．(61)

〔6〕抗悪性腫瘍薬

〔7〕分子標的薬

〔8〕放射線増感剤・防護剤

□ フリーラジカル除去作用を持つ放射線防護剤は照射前の投与が照射直後よりも有効である．(73)

□ 照射時細胞生存率を上昇させるにはSH化合物を添加す

るか，照射後に細胞を低栄養状態にする．(63)

□ 放射線防護の効果を高める方法はSH基化合物を用いる．(60)

□ 放射線抵抗性細胞に対する放射線の効果を高めるには増感剤を用いる．(57)

■8.3.3 分割照射

〔1〕分割照射の生存率曲線

〔2〕多分割照射

□ 分割照射の評価において，比較する時には総治療期間の差を補正する．(73)

□ 増殖が速い腫瘍の制御と正常臓器の障害緩和を目的とした分割照射方法は加速多分割照射である．(72)

□ 脳浮腫は治療開始後早期から認められる．(70)

□ $\alpha/\beta = 10$ Gyの腫瘍細胞に対し，1回2 Gyで25回照射した場合のBED〈biologically equivalent dose〉は60 Gyである．(70)

□ 脊髄神経障害は多分割照射を行うことで発生率の低下が期待できる．(69)

□ 分裂頻度が高い腫瘍に有用である．(68)

□ 長期に照射を休止した場合，加速再増殖が起こり，治療効果の低下が生じる．(68)

□ 放射線治療で行われる分割照射で，照射間隔は4時間以上あける．(68)

□ 全照射期間を長くすると腫瘍の加速再増殖が起こる．また，総線量が同じであれば1回線量を小さくすると遅発性有害反応は軽減する．(68, 67)

□ 多分割照射の目的で，正常組織に生じる遅発性有害反応の軽減がある．しかし，正常細胞の放射線抵抗性の獲得はない．(58)

〔3〕小（寡）分割照射

■8.3.4 分割照射と4R

〔1〕回復（Repair）（亜致死障害から，潜在致死障害から）

□ 回復により細胞にγ線を4 Gy照射する場合，1回で照射するより，2 Gyずつ12時間の間隔をおいて照射した方が細胞生存率は高くなる．(71)

□ 細胞に4 Gyを1回で照射するより，2回に分割したほうが生存率が高い．(65)

□照射後に細胞を低栄養状態や低酸素状態にすると生存率が上昇する．(63)

〔2〕再増殖（Repopulation）

□ 放射線治療で行われる分割照射で，腫瘍組織でも回復と再増殖が起こる．(61)

〔3〕再酸素化（Reoxygenation）

□ 分割照射によって血管周囲の酸素豊富な細胞が死滅し，外側の低酸素細胞が血管に近づき酸素の供給を受けて次の照射で死滅する現象を再酸素化という．(64)

〔4〕再分布（Redistribution）

□ 5 GyのX線を2回，2～3時間の間隔をあけて照射すると，間隔をあけなかった場合よりも細胞の生存率は上昇するが，間隔を5～6時間にすると再び生存率が低下することがあり，その現象は再分布である．(73)

■8.3.5 LETと生物学的効果

〔1〕LETとRBE（生物学的効果比）の関係

□ RBEでは管電圧250 kVのX線が基準となる．(71)

□ RBEは線量率に影響される．(71)

□ RBEは分割回数に影響される．(71)

□ 低LET放射線を高LET放射線と比較した場合にRBEが低い．(70)

□ LETの値が高くなるに従って高くなるが100 keV/μm当たりで最高になり，それを超えるとかえって低くなる．(73, 69, 65)

〔2〕LETとOER（酸素効果比）の関係

□ 高LET放射線では低LET放射線に比べて酸素効果は小さい．(73)

□ 低LET放射線を高LET放射線と比較した場合にOERが高い．(70)

□ 酸素効果はLETの増加とともに減少する．(69)

□ LETが高くなると酸素増感比は低下する．(68, 67, 65, 61)

□ 低LETのγ線は高LETのα線，炭素線，ネオン線，中性子線よりOER（酸素増感比）が大きい．(64)

□ 低LET放射線と比較した場合，高LET放射線の特徴としてOER（酸素増感比）が小さい．(60)

〔3〕LETと回復の大きさの関係

□ 低LET放射線を高LET放射線と比較した場合にPLD回復が大きい．(70)

〔4〕LETと放射線感受性の細胞周期依存度の関係

□ 低LET放射線を高LET放射線と比較した場合に細胞周期依存性が高い．(70)

□ 低LET放射線では感受性が細胞周期に依存する．(68)

□ S期にDNA合成が行われる．(61)

〔5〕低LET放射線と高LET放射線

□高LET放射線では低LET放射線に比べて分割効果は小さい．(73)

□α線，γ線，X線，電子線，陽子線のうち，LETが最も高いのはα線である．(71)

□低LET放射線を高LET放射線と比較した場合に線量率効果が高い．(70)

□電子線は低LET放射線である．(69)

□中性子線はX線よりLETが高い．(68)

□炭素線はX線や陽子線よりLETが高い．(68, 62)

□α線は高LET放射線で，X線，γ線やβ線は低LET線である．(67)

□電子線–低LET放射線は正しい組合せである．(67, 60)

＜高LET放射線の特徴＞

□線量率効果が小さい．(69, 60)

□250 MeVの炭素イオン線は培養細胞に有効である．(67)

□細胞周期の影響が小さい．(60)

□分割効果が小さい．(69)

□酸素増感比が小さい．(67, 60)

□亜致死損傷の回復が小さい．(60)

■8.3.6　温熱療法（ハイパーサーミア）

〔1〕ハイパーサーミアの生物学的効果

□pHが低いほど効果が高い．(72)

□低酸素細胞では効果が高い．(69)

□細胞周期のS期で感受性が高い．(69)

□化学療法との併用効果が期待できる．(69)

□pHが低いほど栄養状態が悪いほど有効である．(60)

□S期（後半）の細胞に有効である．(60)

□熱耐性を生ずる．(60)

〔2〕放射線との併用効果

□組織内の温度は放射線感受性に影響する．(73)

□培養細胞へX線を照射するとき，照射時に42°Cに加温すると殺細胞効果が高くなる．(70)

□培養細胞はγ線照射時に42°Cで加温すると有効である．(67)

□温熱療法は放射線増感効果があり放射線損傷の回復を抑制するので，放射線治療と相補的に働く．(60)

合格テキスト

memo

■8.3.1　正常組織と腫瘍の放射線感受性

癌の放射線治療において，照射される癌組織（種類，分化度，分裂頻度）とその周辺正常組織の放射線感受性を熟知しておくことは重要である．

表8.9　正常組織の放射線感受性

放射線感受性	組　織
最も高い	リンパ組織（胸腺，リンパ節，脾臓），骨髄，生殖腺〔卵巣，精巣（精原細胞）〕，小腸（腺窩），発育中の胎児，水晶体
高い	唾液腺，胃，大腸，皮膚，毛嚢，粘膜（口腔など）
中等度	肺，腎臓，肝臓，膵臓，副腎，甲状腺，中小血管
低い	骨，軟骨，筋肉
最も低い	神経組織，脂肪組織，線維組織

表8.10　正常細胞の放射線感受性

放射線感受性	組　織
最も高い	リンパ球，赤芽球，精原細胞，骨髄細胞，腸腺窩（クリプト）細胞，2次卵母細胞
高い	胃腺細胞，小血管内皮細胞，1次卵母細胞，精子細胞
中等度	赤血球，大血管内皮細胞，腸上皮細胞，精子，線維芽細胞
低い	軟骨細胞，食細胞，線維細胞
最も低い	神経細胞，筋肉細胞

第9章
放射線物理学

9.1 放射線の基礎 □□□

過去問データベース

■9.1.1 種類と性質

□ 光子の電荷と静止質量は0である. (73, 70, 63, 62)

□ 光子の真空中の速度は一定である. (73, 70)

□ 電子の電荷は$-e$, 静止エネルギーは0.511 MeVである. (73, 63, 62)

□ 陽子の電荷は$+e$, 静止エネルギーは938 MeVである. (73, 62)

□ 中性子の電荷は0, 静止エネルギーは940 MeVである. (73, 63, 62)

□ α粒子の電荷は$+2e$, 静止エネルギーは3,733 MeVである. (73, 62)

〔1〕電離放射線と非電離放射線

□ 直接電離放射線には, α線, β線, δ線, 電子線, 陽電子線, 陽子線, 重イオン線などがある. (72, 71, 70, 64, 61)

□ 間接電離放射線には, X線, γ線, 消滅放射線, 中性子線などがある. (71, 70, 68, 66, 64)

〔2〕電磁放射線

□ 光子は運動エネルギーと運動量を持つ. (73, 68)

□ 光子のエネルギーは$E=h\nu=hc/\lambda$, したがって波長は$\lambda=hc/E$で表される. (68, 67, 66)

〔3〕粒子放射線

□ 陽子とα粒子の運動エネルギーは$K=1/2\cdot mv^2$で計算できる. (62)

□ 荷電粒子（電荷$q=ze$, z：電荷数）をV［V］で加速したときの運動エネルギーは$K=zV$［eV］となる. (69)

□ すべての粒子は波動性を示しそのド・ブロイ波長は$\lambda=h/p$で表される. (70, 68)

□ 静止質量m_0, 速さvの粒子の全エネルギーは$E=mc^2=m_0c^2/\sqrt{1-\beta^2}$, $\beta=v/c$である. (70, 67)

合格テキスト

memo

■9.1.1 種類と性質

物質は原子や分子から構成され, 原子は中心に正電荷を持った原子核と, その周りの特定の軌道を回る負電荷の電子から成る. 放射線が物質に入射すると, その道すじに沿って原子中の軌道電子にエネルギーを与え, 励起や電離を引き起こす. 励起とは, 原子中の軌道電子が安定軌道から, よりエネルギーの高い軌道に遷移することをいう. 一方, 電離（イオン化）とは, 軌道電子が原子核のクーロン引力による束縛を断ち切って, 原子から遊離して正イオンと自由電子の対が生じる現象である. その結果, 内殻軌道に空きができ, 原子全体としてはエネルギーの高い不安定な励起状態となる. 励起や電離に続く2次的な作用としては, 蛍光作用・写真作用・化学作用などがある. また放射線の物質透過や散乱の現象も, 励起や電離に強く関係している.

放射線の実体は高いエネルギーを持った素粒子, またはその複合粒子である. 電子はそれ自体内部構造を持たない素粒子である. これらの粒子は質量（m）や電荷（q）という基本的な性質の他に, 運動エネルギーなども持つ. また, 高エネルギーの電磁波も粒子としての性質を持つ素粒子で, 光子と呼ばれる.

〔1〕電離放射線と非電離放射線

放射線とは高いエネルギーを持った電磁波と粒子線の総称である. 一般に, 放射

9.2 原子と原子核 □□□

過去問データベース

■9.2.1 原　子

〔1〕構　造

□原子核内の陽子数は原子番号を表す．(64)

□中性原子の軌道電子数は原子番号と等しい．(64)

□原子核の直径はおよそ 10^{-15} ～ 10^{-14} m である．(66)

□陽子はアップクォーク（u）2個とダウンクォーク（d）1個から構成される．(67, 66)

□中性子は u 1個と d 2個から構成される．(67, 66)

□核力に関与する中間子はクォークと反クォーク2個から構成される．(67, 66)

〔2〕ボーアの原子模型

〔3〕量子数と電子軌道

□原子の主量子数 n の軌道には $2n^2$ 個の電子が存在しうる．(62)

□原子内の軌道電子の主量子数 n の取りうる値は 1，2，3，…である．(60)

□主量子数 n に対して，取りうる方位量子数 l の値は 0，1，2，…，$n-1$ である．(60)

□方位量子数 l に対して取りうる磁気量子数 m_l の値は，$-l$，$-l+1$，…，-1，0，1，…，$l-1$，l である．(60)

□主量子数 n，方位量子数 l のエネルギー準位に存在できる軌道電子の最大数は $2\cdot(2l+1)$ で与えられる．(65)

■9.2.2 原子核

〔1〕構造（素粒子）と種類（同位体，同重体，同中性子体）

□原子核の半径（R）は質量数（A）の1/3乗に比例する．(67)

□$R=r_0\cdot A^{1/3}$（定数 $r_0=1.2\times10^{-15}$ m）なので，$R=10^{-15}$ ～ 10^{-14} m となる．(66)

□核力は核子間に π 中間子を交換して作用する短距離力である．(67)

□原子核の全体としての性質（質量，核半径，…）は液滴模型により表される．(69)

□陽子数または中性子数が魔法数で原子核は特に安定となる．(67)

〔2〕統一原子質量単位

〔3〕質量欠損と結合エネルギー

□核子1個当たりの結合エネルギーが最も大きいのは $A=60$ 近傍である．(72, 68)

□1核子当たりの結合エネルギーはおよそ 8 MeV である．(66)

〔4〕核スピンと磁気モーメント

合格テキスト

memo

■9.2.1 原　子

〔1〕構　造

物質を細分化していくと原子になる．原子の半径はおよそ 10^{-10} m である．原子の中心には極めて小さな正の電荷を帯びた原子核（半径 $\fallingdotseq10^{-15}$ ～ 10^{-14} m）があり，その周りを負の電荷を持った電子がクーロン引力を受けて周回している．原子核はさらに，正の電荷を持つ陽子と，電荷を持たない中性子から構成されており，陽子と中性子を総称して核子という．核子同士は π 中間子を交換しあうことにより生じる核力により，陽子間のクーロン斥力に打ち勝って強固に結合している．

元素は原子番号により識別されるが，原子番号は原子核中の陽子の数をいう．また，電気的に中性の原子では，原子番号は軌道電子の数に等しい．元素の化学的性質は軌道電子の数，特に最も外側の軌道電子の数により決定される．

〔2〕ボーアの原子模型

〔3〕量子数と電子軌道

バルマーは，水素を封入した放電管から発せられる光のスペクトル（波長の分布）は離散的な線スペクトルの系列を示すことを見出した．リュードベリはこの系

9.3 放射線の発生 □□□

過去問データベース

■9.3.1 壊　変

〔1〕法　則

□ 半減期は最初に存在した原子数が半分になる時間である．(73)

□ 平均寿命は半減期の1.44倍である．(73)

□ 平均寿命は最初に存在した原子数が$1/e$になる時間である．(73)

〔2〕放射能

□ 放射能は$A=\lambda N=N\log_e 2/T_{1/2}$で与えられる．(72, 66, 65)

〔3〕形　式

□ α壊変では質量数は4，原子番号は2減少する．(63, 62)

□ α壊変は量子力学的なトンネル効果により生じる．(67)

□ α線のエネルギーと半減期の関係はガイガー・ヌッタルの法則で表される．(69)

□ β^-壊変では質量数は不変，原子番号は1増加する．(63, 62)

□ β^-壊変に伴い反ニュートリノが放出される．(68)

□ β^+壊変では陽電子が放出される．(71)

□ 連続エネルギースペクトルを示すのはβ線，中性微子・反中性微子，電子対生成の電子・陽電子，制動X線，コンプトン反跳電子，チェレンコフ光などがある．(70, 65, 61)

□ 線エネルギースペクトルを示すのはα線，γ線，内部転換電子，ECの中性微子，特性X線，オージェ電子，光電子，レーザなどがある．(70, 67, 60)

□ 原子核から直接放出されるのはα線，β線，γ線である．(71, 61)

□ 内部転換電子とオージェ電子は軌道電子がエネルギーをもらって放出される現象である．(61)

□ 内部転換では原子番号は変化しない．(71)

□ 核異性体転移により質量数は変化しない．(71)

□ δ線は2次電子の内，さらに原子を電離する能力を有するものをいう．(61)

〔4〕系列壊変と放射平衡

■9.3.2 X　線

〔1〕分類と性質

□ Moseleyの法則は特性X線に関する法則である．(64, 63, 61)

□ Duane-Huntの式は，制動X線の最短波長を与える式である．(64, 61)

□ デュエン・ハントの関係式から管電圧はV_0［kV］$=1.24/\lambda_{\min}$［nm］で与えられる．(60)

□ クラマースの式は制動X線に関係する法則である．(64)

□ 最短波長は管電圧に反比例する．(72, 68, 67, 65, 62)

□ 制動X線のエネルギー分布は連続スペクトルである．(72, 63, 62)

□ 制動X線の最大エネルギーは管電圧により決まる．(67, 61)

□ 制動X線の第2半価層は第1半価層より厚い．(68)

□ 発生強度は管電圧の2乗・管電流・陽極の原子番号に比例する．(73, 72, 67, 65, 62)

□ 発生効率はターゲットの原子番号と管電圧に比例する．(73, 72, 68)

□ 診断領域のX線エネルギースペクトルはフィルタを付加することでスペクトルの形状が変化する．(72)

□ 診断用X線装置の発生効率は約1%である．(72, 62)

□ 電子の運動エネルギーが大きいほど前方方向の制動X線強度が増大する．(62, 60)

□ 特性X線のエネルギーは元素固有である．(70, 65, 63, 62)

□ L吸収端のエネルギーはK吸収端より低い．(68)

□ K_α特性X線の放出確率はK_β線のそれよりも大きい．(62)

□ K_α特性X線のエネルギーはK_β線のそれよりも小さい．(62)

□ 蛍光収率は原子番号が大きいほど大きい．(62)

合格テキスト

■9.3.1 壊　変

memo

〔1〕法　則

〔2〕放射能

放射能とは，ある物質が放射線を出す能力を表すとともに，その物質中の放射性核種の単位時間当たりの壊変（崩壊）数をいう．物質中の放射性核種の原子数N

9.4 物質との相互作用 □□□

過去問データベース

■9.4.1 光 子

〔1〕干渉性散乱

□ X線のBragg（ブラッグ）反射は波動性に起因する．(69)

〔2〕光電吸収

〔3〕コンプトン散乱

□ Klein-仁科の式は，コンプトン散乱の強度分布を与える式である．(61)

□ 光子エネルギー1 MeV近傍では，質量減弱係数に対してコンプトン散乱が最大の寄与を示す．(60)

□ コンプトン散乱では入射光子のエネルギーが大きいほど反跳電子のエネルギーも相対的に大きい．(67)

□ 511 keVのγ線がコンプトン散乱するとき，散乱角90度の散乱光子のエネルギーは約256 keVである．(73)

〔4〕電子対生成と三電子対生成

□ 電子対生成のしきいエネルギーは1.022 MeVである．(68)

□ 電子対生成で生じた電子と陽電子の運動エネルギーの和は$K = h\nu - 1.022$ MeVとなる．(69)

□ 三対子生成は軌道電子のクーロン場との相互作用によって起きる．(68)

□ 三対子生成のしきいエネルギーは2.044 MeVである．(68)

〔5〕光核反応

□ 光核反応にはしきいエネルギーがある．(70)

□ 高エネルギーの光子は（γ, n）反応により中性子を発生する．(64)

〔6〕断面積と減弱

□ 物質に入射した光子が相互作用する数は$\Delta I = I_0(1 - e^{-\mu x})$で与えられる．(65, 61)

□ 光電効果の断面積は吸収端で急激に変化する．(68)

□ 光子と水の相互作用で，光電吸収とコンプトン散乱との断面積が等しいエネルギーは0.04 MeVである．(64, 61)

□ 光子束の減弱は，$I = I_0 e^{-\mu x}$で表される（μは線減弱係数）．(70, 62)

□ 半価層を$d_{1/2}$とすると，$\mu = 0.693/d_{1/2}$である．(62)

■9.4.2 電 子

□ Bethe-Blochの式は，荷電粒子の衝突阻止能を与える式である．(61)

□ 電子の速度が物質中での光速を超えると，特定の方向にチェレンコフ光が放射される．(60)

□ チェレンコフ効果は，電子が物質中で引き起こす誘電分極によって光が放射される現象である．(65, 63, 60)

□ 電子の飛程には統計的なゆらぎ（ストラグリング）がある．(72)

□ 電子の質量衝突阻止能は物質によらずほぼ一定である．(72)

□ チェレンコフ効果にはしきい値があり，水中では約250 keVである．(71, 60)

〔1〕弾性散乱

〔2〕非弾性散乱

〔3〕制動放射

□ 制動放射線の発生効率は物質の原子番号に比例する．(67)

〔4〕電子対消滅

□ 陽電子は物質中の電子と結合して，電子対消滅をする．(67, 60)

□ 電子対消滅に伴い，0.511 MeVの消滅放射線が互いに180°方向に放出される．(67, 60)

〔5〕阻止能と飛程

□ 電子は物質中で多重散乱されるが，重荷電粒子は直進する．(67, 62)

□ 線衝突阻止能は物質の密度に比例する．(73, 71)

□ 質量衝突阻止能は制動放射の寄与は含まない．(73)

□ 質量衝突阻止能は1 MeV（$\cong 2m_e c^2$）付近で最小値をとる．(73)

□ 質量衝突阻止能に対する質量放射阻止能の比は電子の運動エネルギーが大きいほど大きくなる．(73)

□ エネルギーが0.1 ～ 10 MeV程度の範囲では，質量阻止能の大きさはα線 > 陽子線 > 電子線となる．(63, 60)

□ 電子の衝突損失と放射損失が等しくなる臨界エネルギーは$E \cdot Z/820 = 1$で与えられる．(72, 71, 70, 68, 66, 61)

□ 放射損失は臨界エネルギーを超えると衝突損失よりも大きくなる．(71)

□ 電子の放射損失は原子番号の大きい物質ほど大きい．(73, 69, 64)

□ 電子の運動エネルギーが大きくなると密度効果の影響は大きくなる．(71)

□ β線の最大飛程R［g cm^{-2}］はエネルギーE［MeV］により$R = 0.542E - 0.133$で与えられる．(65)

■9.4.3 重荷電粒子

〔1〕弾性散乱

〔2〕非弾性散乱

□ 物質の軌道電子との相互作用が主である．(71)

〔3〕核反応

□ 核反応の前後で質量数と電荷は保存される．(65)

□ 核反応の確率（断面積）は重荷電粒子は大きく電子は小さい．(62)

□ 物質の原子核と破砕反応を起こす．(71)

□ 安定核種より中性子数の少ない放射性核種は重荷電粒子の核反応により生成する．(60)

□ ^{11}Cや^{18}Fは陽子線照射により^{14}N(p, α)^{11}C, ^{18}O(p, n)^{18}F反応で生成される．(65, 60)

□ PET核種^{11}C, ^{13}N, ^{15}O, ^{18}Fは陽子線照射で生成される．(65)

〔4〕阻止能と飛程

□ 重荷電粒子の放射損失は衝突損失よりも小さい．(71)

□ 重荷電粒子の衝突阻止能は電子に比べて大きい．(62)

□ 重荷電粒子線の比電離は飛程の終端部で急激に増大し，ブラッグピークを形成する．(71, 68, 67, 63, 62)

□ 重荷電粒子の衝突阻止能は$S_m \propto z^2/v^2 \propto z^2 \cdot M/E$で与えられる．(73, 72, 71, 70, 68, 66, 63)

□ エネルギーが$E_p = E_\alpha$のとき飛程は$R_p = 16R_\alpha$となる．(65)

□ 速度が$v_p = v_\alpha$のとき飛程は$R_p = R_\alpha$となる．(67)

□ 平均飛程は$R \propto E^2/z^2 \cdot M$で与えられる．(69)

■9.4.4 中性子

□ 熱中性子により誘導核分裂する核種は^{235}Uと^{239}Puである．(65)

□ 中性子は0.1 keV以下のエネルギーで共鳴吸収が起こる．(62)

□ 自由中性子は半減期約10.2分でβ^-壊変して陽子になる（$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$）．(70, 68, 66, 64, 62)

□ 中性子は間接電離放射線である．(68, 66, 62)

□ 中性子は^{252}Cfの自発核分裂で放出される．(68, 66, 62)

□ 中性子は電荷を持たないので原子核のクーロン場で散乱されない．(68, 66, 62)

□ 中性子が物質中で相互作用する相手は原子核である．(73)

□ 中性子束の物質中での減弱は光子と同様に指数関数的な減弱を示す．(73)

〔1〕分　類

□ 熱中性子の速度分布はMaxwell-Boltzmann分布に従う．(61)

□ 熱中性子は^{10}B(n, α)反応により^{7}Liを生成する．(64)

□ エネルギーが0.025 eVの熱中性子の速度は2,200 m·s^{-1}である．(66)

□ 熱中性子の最確値エネルギーは約0.025 eVである．(70, 68, 66, 62)

〔2〕弾性散乱

□ 速中性子と水素原子核（陽子）との弾性散乱で反跳核のエネルギーが最大となる．(69)

〔3〕非弾性散乱

〔4〕捕　獲

□ 安定核種より中性子数の多い放射性核種は，中性子捕獲反応（n, γ）により生成する．(60)

□ 中性子が原子核に捕獲され励起状態になると，励起核はγ線を放出して安定状態へ遷移する(n, γ)反応を起こす．(72)

□ 速度が小さいほど中性子捕獲反応が生じやすい．(73, 70)

〔4〕減　弱

□ 速中性子の減速材としては水素を含む水，パラフィン，ポリエチレンなどが適している．(73, 70, 67)

合格テキスト

■9.4.1 光　子

memo

〔1〕干渉性散乱

入射光子が物質中の電子または電子群との相互作用により散乱され，入射光子と散乱光子の波長（振動数）に変化のない散乱で，トムソン散乱（自由電子との散乱），レイリー散乱（束縛電子との散乱）がある．物質へのエネルギー転移はないが，光子の減弱には散乱過程のみ寄与する．また，X線が結晶格子に入射するとき，特定の入射角で反射波の強度が強め合う現象をBragg（ブラッグ）反射という

9.5 超音波 □□□

過去問データベース

■9.5.1 超音波

□超音波は媒質の密度の粗密が媒質中を伝わる粗密波（縦波）である．(70, 63, 61)

□超音波は真空中を伝播しない．(61)

〔1〕音　速

□音波の音速c［m/s］は，周波数f［s^{-1}］と波長λ［m］の積で表される．(73)

□超音波の伝播速度cは媒質によって異なり，$c=\sqrt{\kappa/\rho}$，κ：体積弾性率，ρ：媒質密度で与えられる．(71, 67, 60)

□媒質中の音速は一定である．(71)

□超音波の伝播速度を速い順に並べると骨＞筋肉＞血液＞肝臓＞水＞脂肪＞空気となる．(69, 66)

□超音波の筋肉内での音速は約1,585 m/sである．(70, 58)

〔2〕減衰と反射

□超音波の減弱は，減衰係数［$dB\cdot cm^{-1}\cdot MHz^{-1}$］×距離［cm］×周波数［MHz］で与えられる．(72, 70, 67, 63, 62)

□波長が短いほど媒質中の減衰は大きい．(71)

□超音波の減衰係数が大きい順に並べると，骨＞肺＞筋肉＞肝臓＞脂肪＞血液＞水となる．(72)

〔3〕音響インピーダンス

□音響インピーダンスZは$Z=\rho v$で与えられる．(70, 67, 64)

□境界面における音響インピーダンスの変化が大きいほど反射は大きい．(71)

〔4〕ドプラ効果

合格テキスト

■9.5.1 超音波

memo

超音波は人間の可聴域（20 Hz ～ 20 kHz）より高い周波数の音波であり，反射・屈折・散乱等の性質を示す．超音波は媒質の密度の粗密が媒質中を伝わっていく現象であるから，本質的に縦波（粗密波）であり，真空中は伝播しない（超音波は液体や気体中では縦波であるが，固体中では横波の成分を持つことがある）．X線と異なり電離能力はなく（放射線被ばくなし），非侵襲である．

〔1〕音　速

音波の音速：c［m/s］，周波数：f［s^{-1}］，周期：T［s］，波長：λ［m］との間には次式の関係がある．

$$c=\lambda/T=f\cdot\lambda \tag{9.39}$$

ある媒質中の音速は一定であり，周波数が高くなるほど波長は短くなる．

また，媒質中を伝わる音速（c）は，

$$c=\sqrt{\kappa/\rho}, \tag{9.40}$$

ここに，κは体積弾性率，ρは媒質密度である．空気中では約344 m/s（20°C），水中では1,530 m/s（37°C），アルミニウムでは6,400 m/sであり，硬い物質，密度の小さい物質ほど速い（空気＜水＜筋肉＜骨）．

〔2〕減衰と反射

音波の周波数が高いほど減衰が大きい．減衰量は，

$$\text{減衰量［dB］}=\mu\times l\times f \tag{9.41}$$

ここに，μは減衰係数［$dB\cdot cm^{-1}\cdot MHz^{-1}$］，$l$は距離［cm］，$f$は周波数［MHz］である．

境界面での反射の強さ（反射率：R）は，

$$\text{反射率}\ (R)=(Z_2-Z_1)/(Z_2+Z_1) \tag{9.42}$$

ここに，Z_1は入射側の媒質の音響インピーダンス，Z_2は透過側の媒質の音響イ

9.6 核磁気共鳴 □□□

過去問データベース

■9.6.1 核磁気共鳴

□ 核磁気共鳴現象を起こす核種は，陽子数あるいは中性子数が奇数の原子核である．(72)

〔1〕 共鳴周波数

□ ^{1}H 核の共鳴周波数は，1 T の静磁場強度のとき約 42.6 MHz である．(73)

〔2〕 緩和時間

□ 核磁気共鳴でスピン・格子相互作用による緩和を縦緩和という．(68)

□ 縦緩和の時間変化は $M_z = M_0(1 - e^{-t/T_1})$ で与えられる．(68)

□ 核磁気共鳴でスピン・スピン相互作用による緩和を横緩和という．(56)

□ 横緩和の時間変化は $M_{xy} = M_0 e^{-t/T_2}$ で与えられる．(69)

合格テキスト

■9.6.1 核磁気共鳴

memo

〔1〕 共鳴周波数

原子核はそれぞれ固有の核スピン（核子の軌道運動による角運動量と核子スピンのベクトル和）を有している．また，原子核の磁気モーメント（μ）は核スピン（全角運動量）に比例する．陽子数あるいは中性子数が奇数の原子核は固有の磁気モーメントを持ち（磁気双極子），外部静磁場による共鳴現象を起こす．

静磁場中に置かれた磁気モーメントは偶力を受け，核スピンの方向量子化により，磁気モーメントは（$2I+1$，I：スピン量子数）通りのエネルギー準位に分かれる（ゼーマン効果）．

＜例＞陽子（水素の原子核）の場合（$I = 1/2$）$\Rightarrow \mu$ のとり得る方向は 2 つ（磁場に平行か反平行）．

生体中の各水素原子核の磁気モーメントの向きは静磁場の方向に揃い（個々のスピンは外部磁場に対し同じ方向を向いているわけではなく，ある角度を持ち，かつ外部静磁場の方向を中心に回転する），巨視的磁化 $\vec{M}$ を形成する．$\vec{M}$ は磁場中で歳差運動を行い，その周波数は磁場の大きさ（B_0）に比例する．

共鳴角周波数（ω）は，$\omega = \gamma B_0$

共鳴周波数（ラーモア周波数：f_0）は，$f_0 = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{\gamma}{2\pi} \cdot B_0$ (9.45)

ここに，γ は磁気回転比（物質によって異なる定数），f，ω も物質により異なる．

磁場と磁気モーメントの相互作用によりエネルギー準位が分裂する．

＜例＞陽子（$I = 1/2$）に対するエネルギー準位の分裂を**図 9.10** に示す．外部磁場中でエネルギー準位は 2 つに分裂する．

エネルギー準位の差：

$$\Delta E = \hbar\omega = \frac{h}{2\pi} \cdot \gamma B_0 \qquad (9.46)$$

$\Rightarrow B_0$ で決まる．

磁場中の陽子はエネルギー準位の差（ΔE）に等しい RF 励起パルスのエネルギーを吸収

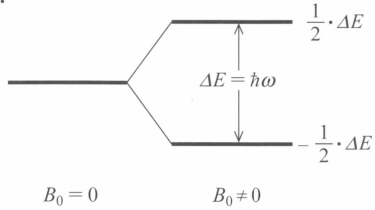


図 9.10 エネルギー準位の分裂

第 10 章
医用工学

10.1 電気・電子工学 □□□

過去問データベース

■10.1.1 直流回路

〔1〕 オームの法則

□ 抵抗率 $2.66 \times 10^{-8}\,\Omega$m の導線がある．断面積が 2 mm^2，長さが 500 m であるときの抵抗は 6.65 Ω である．(64)

□ 直径 2 mm，長さ 1 km の導線の抵抗は 5 Ω である．ただし，導線の抵抗率は $1.57 \times 10^{-8}\,\Omega$m とする．(63)

□ 断面積 5.0 mm^2，長さ 50 cm の円柱状導線の両端に 6 V の電圧を加えたとき，0.2 A の電流が流れた．導線の抵抗率は $3.0 \times 10^{-4}\,\Omega$·m である．(62)

□ **図 A** の回路で B 点を基準としたとき A 点の電位は −6 V である．(58)

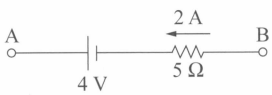


図 A

〔2〕 キルヒホッフの法則

□ **図 B** の回路に流れる電流は 0.2 A である．ただし，電池の内部抵抗は無視する．(59)

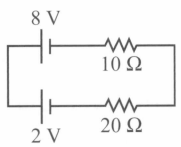


図 B

〔3〕 回路と計算

□ 最大目盛 10 V，内部抵抗 20 kΩ の電圧計で最大 100 V まで測定するためには 180 kΩ の倍率器を用いる．(73)

□ 抵抗，切り替えスイッチ及び電流計を **図 C** のように接続して直流電圧 60 V を加えたときの，スイッチ S の位置と電流計の指示値との関係が次の **表 1** で示す．抵抗 R_3 は 20 Ω である．ただし，電流計の内部抵抗は無視できるものとする．(72)

□ R [Ω] の抵抗を N 個並列に接続したときの合成抵抗は $\dfrac{R}{N}$ [Ω] である．(69)

□ **図 D** の回路で，スイッチ S の開閉にかかわらず全電流 I が一定であるための条件は $R_1\,R_4 = R_2\,R_3$ である．(69)

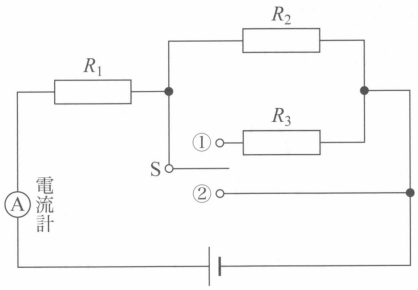


図 C

表 1

S の位置	電流計の指示値 [A]
開　放	1.0
①　側	1.8
②　側	3.0

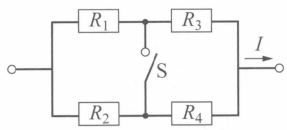


図 D

〔4〕 電力と熱量

□ 100 V の直流電源につなぐと 400 W 消費する抵抗線に 200 V の直流電源を 8 時間つなぐときの消費電力量は 12.8 kW·h である．(72)

□ 抵抗 3 Ω と 6 Ω の並列回路に電圧 10 V の直流電流を接続し 30 分間通電したときの消費電力量は 25 Wh である．(65)

□ 2 kΩ の抵抗に 10 V の電圧を加えたとき，抵抗の消費電力は 50 mW である．(61)

□ 電圧 100 V の直流電源に負荷抵抗を接続して 30 分間通電したところ，1,800 kJ のエネルギーを消費した．この負荷抵抗に流れた電流は 10 A である．(60)

□ **図 E** の回路の R_1 で消費される電力は R_2 で消費される電力の 4 倍である．(59)

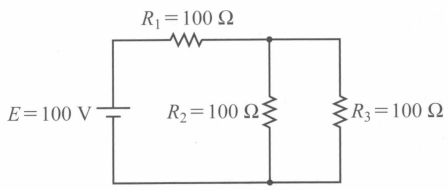


図 E

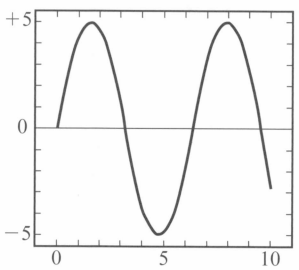
■10.1.2　交流回路

〔1〕交流波形

□ 正弦波交流の実効値 V_e と平均値 V_a との比（$V_e : V_a$）は $\pi : 2\sqrt{2}$ である．(68)

□ 正弦波交流電圧を観測した**図F**について．(65)

- 最大値は約50 Vである．
- 実効値は約35 Vである．
- 周期は約6.3 msである．
- 平均値は約32 Vである．
- 周波数は約160 Hzである．



図F
（垂直感度は10 V/ 目盛，掃引時間は1 ms/ 目盛）

□ 実効値が10 Aで位相が正弦波電圧 $e = 100\sin(\omega t)$［V］より $\pi/6$ ラジアン遅れている正弦波電流 i の瞬時値を表す式は $i = 10\sqrt{2}\sin\left(\omega t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ である．(67, 61)

〔2〕受動素子の働き

〔3〕回路と計算

□ $L = 0.5$ Hのコイルと $R = 100\,\Omega$ の抵抗がRL直列回路に，電圧の実効値 $V_e = 100$ V，周波数 $f = 50$ Hzの正弦波交流電源がつながれているとき，抵抗の両端の電圧は約55 Vである．(72)

□ LC回路で $C = 1{,}000$ pFのとき，50 kHzの電磁波を共振させるコイルの自己インダクタンスは約10 mHである．(70)

□ 直列共振では共振時に流れる電流が最大になる．(67)

□ 並列共振では共振時に流れる電流が最小になる．(67)

□ 直列共振では共振時に L と C の両端電圧は等しい．(67)

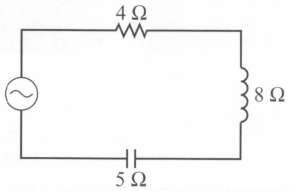
□ 並列共振では共振時に L と C に流れる電流は等しい．(67)

□ 直列共振では共振時の R の両端電圧と電源電圧は等しい．(67)

□ $R = 20$ kΩ，$L = 200$ mH，$C = 20$ pF の R-L-C の直列共振回路がある．コイルのインダクタンスを一定のまま共振周波数を2倍にするときのコンデンサの静電容量は5 pFである．(65)

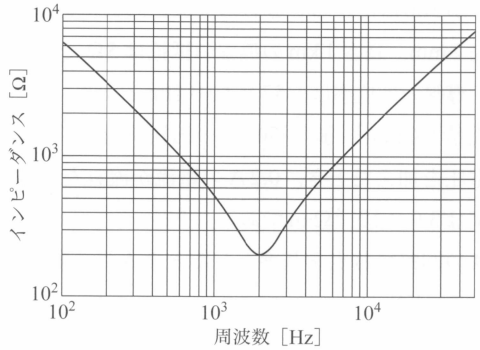
□ $v = 200\sin\left(942t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ で表される交流電圧の周波数は150 Hzである．ただし，t は時間［s］とする．(63)

□ **図G**の回路のインピーダンスは5 Ωである．(62)



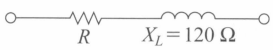
図G

□ **図H**のような合成インピーダンスの周波数特性をもつRLC直列回路の受動素子の組み合わせは，0.2 kΩ，25 mH，0.25 μFである．(71)



図H

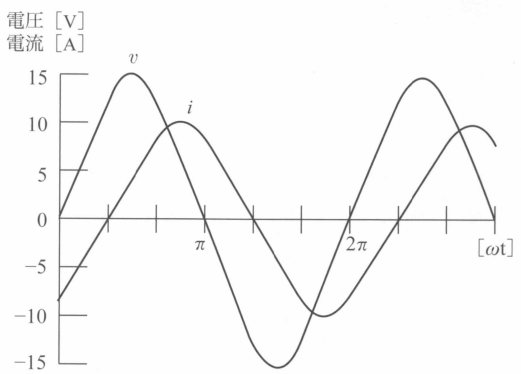
□ **図I**の回路で45 Vの直流電圧を加えると0.5 Aの電流が流れた．45 Vの交流電圧を加えた場合の電流は0.3 Aである．(58)



図I

〔4〕電　力

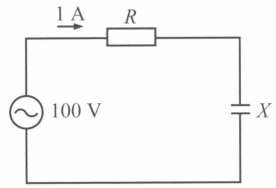
□ 正弦波交流回路の電圧波形 v と電流波形 i が**図J**で示されるとき，この回路の消費電力［W］は約38 Wである．(73, 66)



図J

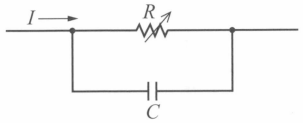
□ **図K**の回路に10分間通電したところ，36 kJのエネル

ギーを消費した．使用した抵抗Rは60Ω，リアクタンスXは80Ωである．(64)



図K

□図Lのような抵抗Rと静電容量Cとの並列回路において，電流Iを一定にするとき，消費電力を最大にするRの値は$\frac{1}{2\pi fC}$である．ただし，周波数をfとする．(57)



図L

■10.1.3　半導体

〔1〕基本的性質

□多数キャリアのみが電気伝導に寄与する半導体の導電率が$10^2\,S{\cdot}m^{-1}$，移動度が$0.36\,m^2{\cdot}V^{-1}{\cdot}s^{-1}$であるとき，多数キャリア濃度は$1.7\times10^{21}\,m^{-3}$である．ただし，キャリアの電荷量を$1.6\times10^{-19}\,C$とする．(72)

□温度が上昇すると抵抗値は低くなる．(69)

□N形半導体の多数キャリアは電子である．(69)

□真性半導体には電子と正孔が同数存在する．(69)

□純度の高い材料は微量の不純物によって導電率が変化する．(69)

□熱電効果が現れる．(68)

□光照射によって抵抗率が低くなる．(68)

□微量不純物の添加量が増えると抵抗率が低くなる．(68)

□室温中のドナー原子は正イオンになる．(66)

□真性半導体のフェルミ準位は禁制帯に位置する．(66)

□フェルミ準位が禁制帯の上方に位置するほど電子は多い．(66)

□pn接合の熱平衡状態では各領域のフェルミ準位は一致する．(66)

□pn接合の逆方向バイアスでは少数キャリアが接合面を通過する．(66)

□琥珀は絶縁体（不導体）である．(65)

□銀は鉄よりも抵抗率が小さい．(65)

□金属導体の電気抵抗は断面積に反比例する．(65)

□半導体は温度上昇によって抵抗値が低下する．(65)

□単体の金属導体は温度上昇によって抵抗値が高くなる．(65)

□温度が上昇すると導電率が大きくなる．(60)

□p型半導体の多数キャリアは正孔である．(60)

□n型半導体の不純物はドナーである．(60)

□SiにAsを加えた半導体はN形半導体である．(71, 60)

□pn接合の空乏層には自由なキャリアが存在しない．(60)

□抵抗率（比抵抗）の大きさは10^{-4}Ωmから10^6Ωm程度である．(69)

□磁界によってホール効果が現れる．(68)

〔2〕整流素子

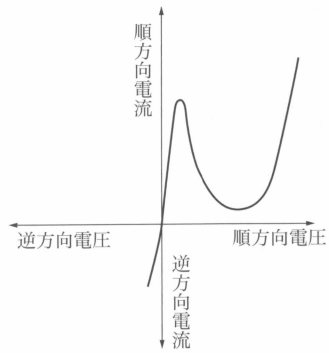
□pn接合ダイオードは交流を直流に変換するのに用いられる．(64)

□pn接合ダイオードは整流作用によって一方向に電流が流れる．(64)

□ツェナーダイオードは逆方向で電圧が一定になることを利用する．(64)

□逆方向バイアスではp型にマイナスの，n型にプラスの電圧を加える．(64)

□図Mの特性を示すのはトンネルダイオードである．(63)



図M

〔3〕増幅素子

〔4〕スイッチング素子

〔5〕光素子

□光電子増倍管の電極に1個の電子が入射すると2個の2次電子が発生するとき，10段の電極で得られる電子の数は1,024個である．(64)

〔6〕その他

■10.1.4　電子回路

〔1〕フィルタ回路と応答特性

□電圧利得60 dBの直流増幅器の入力端子を短絡した状態で，出力電圧が直流電圧100 mVであるとき，入力換算オフセット電圧は0.1 mVである．(62)

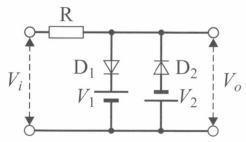
□絶対零度ではキャリアは存在しない．(71)

□ pn接合が生成されると電位障壁が形成される．(71)

□ 真性半導体に微量のヒ素を混入するとn形半導体となる．(71)

□ n形半導体のFerumi〈フェルミ〉準位は禁制帯中の伝導帯に近い位置となる．(71)

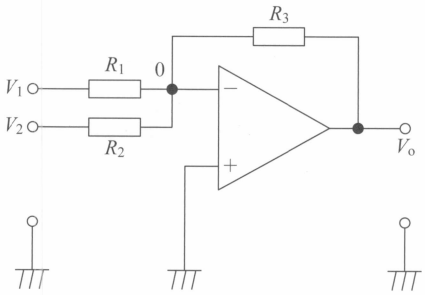
□ 図Nの回路はリミッタ回路である．(68)



図N

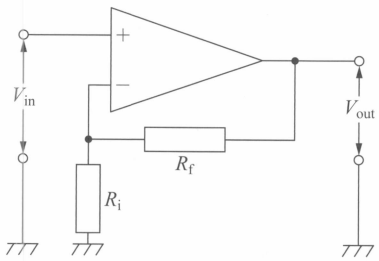
〔2〕オペレーションアンプ

□ 図Oのオペアンプ回路で，入力電圧 $V_1 = 5\,\mathrm{V}$，$V_2 = 3\,\mathrm{V}$，抵抗 $R_1 = 2\,\mathrm{k\Omega}$，$R_2 = 3\,\mathrm{k\Omega}$，$R_3 = 6\,\mathrm{k\Omega}$ としたとき，出力電圧 V_O は $-21\,\mathrm{V}$ である．(73)



図O

□ 図Pのオペレーションアンプ回路の出力電圧 V_{out} は $V_{in}\left(1+\dfrac{R_f}{R_i}\right)$ である．(72)



図P

□ 演算増幅回路を図Q中の図1，その入力波形を図2に示す．入力波形を V_1，V_2 に入力したときの出力波形は図3である．(65)

□ 図Rのオペアンプ回路の電圧利得が20 dBであるときの抵抗Rは50 kΩである．(70)

□ 図Sの増幅回路の出力電圧 V_o は $-6.0\,\mathrm{V}$ である．(66)

□ 演算増幅回路を図Tに示す．入力電圧が $-1\,\mathrm{V}$ のとき，出力電圧 V_o は $15\,\mathrm{V}$ である．(64)

□ 図Uの演算増幅回路は積分特性を示す．(61)

□ 図V図1のオペレーションアンプを用いた回路に，図2の波形が入力されると，図3の波形が出力される．(71)

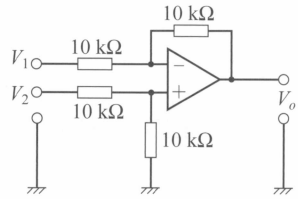
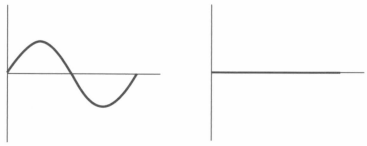
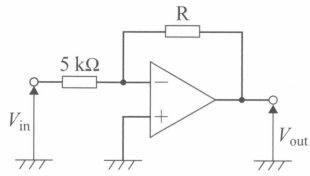


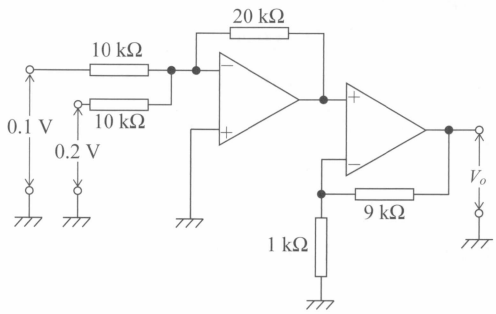
図1


図2　図3

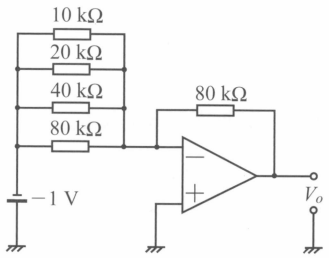
図Q



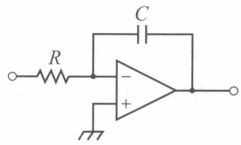
図R



図S



図T



図U

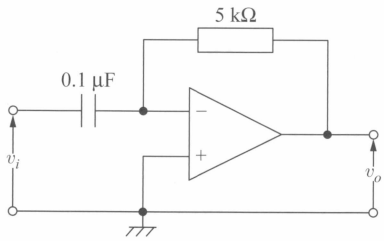


図1

図V

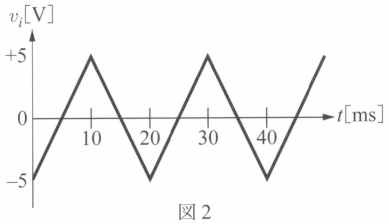


図 2

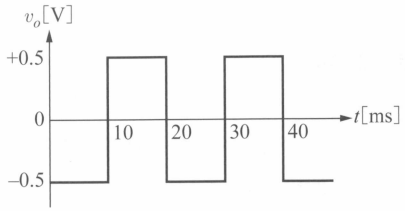


図 3

〔3〕A-D 変換，D-A 変換

合格テキスト

memo

■10.1.1　直流回路

〔1〕オームの法則

導体の抵抗 R［Ω］は長さ l［m］に比例し，断面積 S［m^2］に反比例する．

$$R = \rho \frac{l}{S} \ [\Omega] \tag{10.1}$$

比例定数 ρ を導体の抵抗率といい，物質に固有の値であり，単位記号は［Ω·m］である．抵抗率の逆数を導電率 σ といい，電流の流れやすさを表す．単位記号は［S/m］である（S：ジーメンス）．

抵抗値は温度によって変化する．導体の場合，温度が上昇すると抵抗値も増加する．導体の温度が 1°C 上昇したときの抵抗値の変化の割合 r，t［°C］における抵抗値を R_t［Ω］とすると t［°C］における温度係数 α_t は次式で示される．

$$\alpha_t = \frac{r}{R_t} \tag{10.2}$$

導体の抵抗値と温度は**図 10.1** のような比例関係があり，T［°C］における抵抗値 R_T［Ω］は，式（10.2）を用いると，次式で得られる．

$$R_T = R_t\{1 + \alpha_t(T - t)\} \tag{10.3}$$

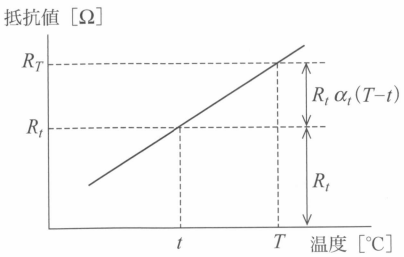


図 10.1　温度による抵抗値の変化

一般に金属の温度係数は正（温度上昇により抵抗値も上昇する）であるが，半導体や絶縁体では負（温度上昇により抵抗値が減少する）となる．

抵抗 R［Ω］に流れる電流 I［A］と抵抗の両端の電圧（電位差）V［V］には次式の関係がある．これをオームの法則という．

$$V = R \cdot I \ [\mathrm{V}] \tag{10.4}$$

電気回路では，抵抗 R［Ω］に電流 I［A］が流れることで，電位が RI［V］下がると考える．この現象を電圧降下といい，電流は電位の高い方から低い方へ流れる．

〔2〕キルヒホッフの法則

電気回路網の中の閉じた回路（閉回路）には次の 2 つの法則が成り立つ．これをキルヒホッフの法則という．

・第 1 法則（電流則）…任意の回路中の節点に流入する電流の和と流出する電流の和が等しい．

・第 2 法則（電圧則）…任意の閉回路において起電力の和と抵抗による電圧降下の

10.2 診療画像機器の基礎 □□□

過去問データベース

■10.2.1 静電容量と回路

〔1〕電荷と静電力

□正電荷 2×10^{-6} C と正電荷 1×10^{-5} C が 3 cm の距離にあるとき，クーロン力は 200 N である．(63)

□電位差 V で加速された荷電粒子の速さは，$\sqrt{V}$ に比例する．(71)

〔2〕静電誘導

□電気力線の密度は電界の強さを表す．(70)

□電気力線は導体の表面に垂直に出入りする．(70)

□電気力線は正電荷から出て負電荷で終わる．(70)

□電気力線の接線方向は電界の方向に一致する．(70)

□電荷 Q［C］から誘電率 ε の媒質には $\dfrac{Q}{\varepsilon}$［本］の電気力線が出る．(70, 67)

□電位差は電荷量当たりの仕事量を表す．(70, 67)

□平等電界中の電位差は距離に比例する．(70, 67)

□点電荷によるある点の電界は距離の 2 乗に反比例する．(70, 67)

□電位の単位記号は J/C．(61)

□電界の強さの単位記号は V/m または N/C．(61)

□A，B 間の電位差が 20 V の 2 点間で He 原子核（電荷：$+3.2\times10^{-19}$ C）を高電位側へ運ぶのに必要な仕事量は 6.4×10^{-18} J である．(60)

□静電容量の単位は $A\cdot s\cdot V^{-1}$ である．(71)

〔3〕コンデンサ回路

□**図 A** のように極板面積 A の平行板キャパシタ（コンデンサ）の極板距離のうち d_1 が比誘電率 ε_1，残りの d_2 が比誘電率 ε_2 の誘電体で満たされている．このキャパシタの電気容量（静電容量）C を表す式は $\dfrac{\varepsilon_0 A}{d_1/\varepsilon_1+d_2/\varepsilon_2}$ である．ただし，電気定数（真空の誘電率）は ε_0 とする．(72)

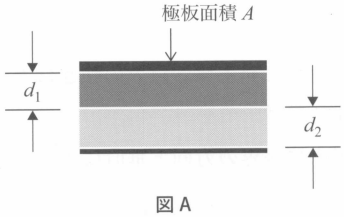


図 A

□コンデンサの電荷は電位差に比例する．(70, 67)

□**図 B** のコンデンサ回路の合成容量は 0.8 μF である．(69, 66)

□図 B のコンデンサ回路の C_2 にかかる電圧は 2 V である．(69, 66)

□図 B のコンデンサ回路の C_2 に蓄えられる電荷は 8 μC である．(69, 66)

□図 B のコンデンサ回路の C_1 にかかる電圧は C_2 より大きい．(69, 66)

□図 B のコンデンサ回路の E は 10 V である．(69, 66)

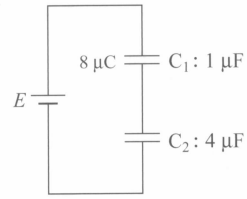


図 B

□4 μF と 6 μF のコンデンサを直列に接続し，100 V の電圧を加えた．4 μF のコンデンサに蓄えられた電荷は 2.4×10^{-4} C である．(62)

□静電容量の単位記号は C/V．(61)

□**図 C** の回路で，100 V に充電した 2 μF のコンデンサ C_1 がある．この端子 a，b に全く充電していない 3 μF のコンデンサ C_2 の端子 c，d を接続したとき，コンデンサ C_1 の端子電圧は 40 V である．(59)

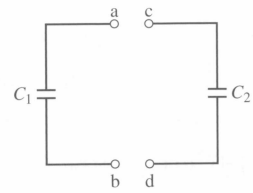


図 C

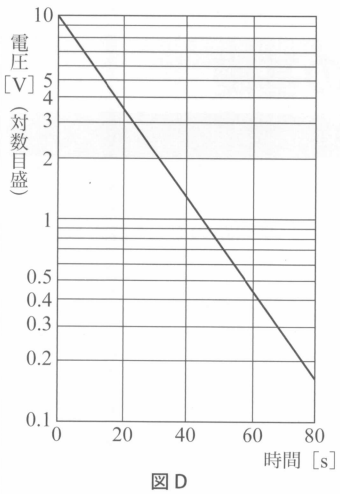
□4.8 V に充電された 100 μF のコンデンサに蓄えられた電子の総数は 3×10^{15} 個である．(68)

□X 線管に 100 mA の電流を 0.5 秒間流した．流れた電子の総数は 3.1×10^{17} 個である．(65, 61)

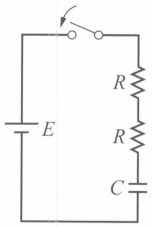
□コンデンサを 10 V に充電した後，抵抗で放電した場合の経時的な電圧の変化を**図 D** で示されるとき，この放電回路の時定数は約 20 s である．(66)

□**図 E** の回路の時定数は $2RC$ である．(62)

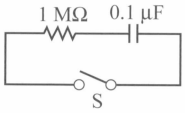
□**図 F** の回路でコンデンサは 4.8 kV に充電されている．スイッチ S を閉じてから 0.1 s 後の回路電流は 1.8 mA である．ただし，$e=2.7$ とする．(60)



図D

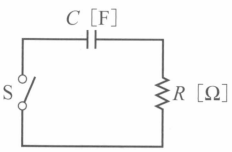


図E



図F

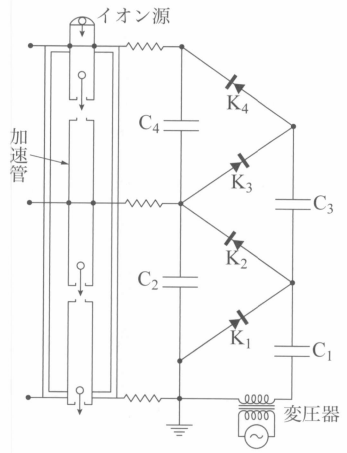
□ 図Gの回路において，コンデンサはE_0［V］に充電されている．スイッチSを閉じてからコンデンサの電圧がE［V］になるまでの時間［s］を表す式は$RC\log_e\dfrac{E_0}{E}$である．(56)



図G

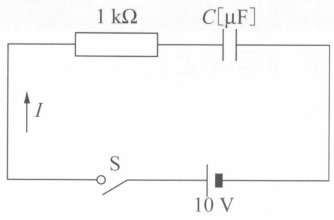
□ 0.5 μFのコンデンサ式X線装置を90 kVに充電した後，15 mAs放電したときの波尾切断電圧は60 kVである．(64)

□ Cockcroft-Walton〈コッククロフト・ウォルトン〉加速器の原理図（図H）のC_4の両端の電位差は，変圧器出力電圧の最大値の2倍である．(71)



図H

□ 図Iの回路で，スイッチSを閉じてから4.6 ms後の回路電流Iが1 mAとなるときのコンデンサの静電容量は2 μFである．ただし，$\log_e 10 = 2.3$とする．(71)



図I

■10.2.2 磁気と変圧器

〔1〕磁石の性質

□ 磁気モーメントは磁石に固有の値である．(66)

〔2〕磁束密度

□ 磁束密度は物質の透磁率に比例する．(66)

□ 5.0×10^{-3} Wbの磁束が10 cm^{2}の平面を貫くときの磁束密度は5 Tである．(63)

□ 磁界の強さの単位記号はA/m．(61)

□ 磁束密度の単位は$\mathrm{Wbm^{-2}}$，$\mathrm{NA^{-1}m^{-1}}$である．(68, 60)

〔3〕電流と磁気

□ 電流力は両電線間の距離に反比例する．(67)

□ 磁界中の導線に働く電磁力は流れる電流に比例する．(67)

□ 電位差V［V］で加速された陽イオン（電荷q［C］，質量m［kg］）をB［T］の一様な磁界に垂直に入射させたとき，陽イオンの円運動の回転半径は$\dfrac{1}{B}\sqrt{\dfrac{2mV}{q}}$である．(62)

□ 磁束密度0.5 Tの一様な磁界の中で，磁界の方向と60度をなす直線状導線に10 Aの電流が流れているとき，導線の長さ0.3 mの間にはたらく力の大きさは$0.75\sqrt{3}$ Nである．(62)

□ 円形コイルの中心の磁界はコイルの直径に反比例する．(67)

□ ビオ・サバールの法則では流れる電流と直角方向の磁界が最大となる．(67)

□ 直線電流に直角に発生する磁界の強さは電流までの距離に反比例する．(66)

□ 一様な磁界中に磁界の方向と垂直に入射した荷電粒子に働く力は荷電粒子の速さに比例する．(71)

〔4〕電磁誘導

□ 巻数が100回のコイル内部の磁束が0.01秒間に0.055 Wbから0.040 Wbに減少したときの誘導起電力の

大きさは150Vである．(70)

□ Lenz〈レンツ〉の法則は電磁誘導に関する法則である．(68)

□ Faraday〈ファラデー〉の法則は電磁誘導に関する法則である．(68)

□ 自己インダクタンスの誘導起電力は自己インダクタンスと電流の時間変化量との積で求められる．(67)

□ コイル中に蓄積される電磁エネルギーは流れた電流の2乗に比例する．(66)

□ 磁束鎖交数は自己インダクタンスと流れる電流の積で定義される．(66)

□ インダクタンスの単位記号はwb/A．(61)

〔5〕磁化曲線

□ ヒステリシス曲線のB_rは残留磁気である．(66, 60)

□ 永久磁石にはH_cの大きい材料が適している．(66, 60)

□ B_rが大きいほど強い永久磁石である．(66, 60)

□ 電磁石の鉄心にはH_cの小さい材料が適している．(66, 60)

□ 発生する熱エネルギーはループ面積に比例する．(66, 60)

□ 電磁石の鉄心にはループ面積の小さい材料が適している．(66, 60)

〔6〕変圧器の原理

□ 変圧器の電圧と負荷電流が一定のとき，周波数を高くすると銅損は変化しないが鉄損は減少する．(73)

□ 変圧器の銅損は，負荷率の2乗に比例する．(72)

□ 変圧器の鉄損と銅損が等しいとき，効率は最大となる．(72)

□ 変圧器の無負荷損は，二次側を開放したときの消費電力である．(72)

□ 変圧器の渦電流損は，周波数が一定のとき，電圧の2乗に比例する．(72)

□ 変圧器のヒステリシス損は，電圧が一定のとき，周波数に反比例する．(72)

□ 容量30kVA，巻数比$\frac{n_1}{n_2}=30$の変圧器に1次電圧6,000Vを加えると，定格負荷における2次電流は150Aである．(69)

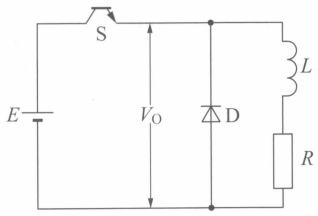
■10.2.3　整流回路

〔1〕整流方式

□ **図J**はDC-DCコンバータの降圧型チョッパ回路である．(73)

□ **図J**のV_OはEとは同じ極性になる．(73)

□ **図J**のスイッチング素子Sのオン時の動作時間をt_1，オフ時の動作時間をt_2とすると，$t_2=3t_1$のときV_Oの平均値は$\frac{E}{4}$となる．(73)



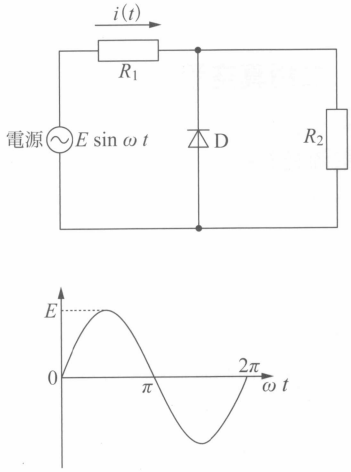
図J

□ V_Oの平均値はSのスイッチング周期に関係しない．(73)

□ DはSがオフのときにRに電流を流す働きをする．(73)

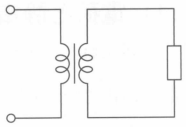
□ **図K**上図に図K下図の電圧を加えるとωtが0～πの間にR_1に流れる電流$i(t)$は$\frac{E}{R_1+R_2}\sin(\omega t)$である．(73)

□ **図K**上図に図K下図の電圧を加えるとωtがπ～2πの間にR_1に流れる電流$i(t)$は$\frac{E}{R_1}\sin(\omega t)$である．(73)



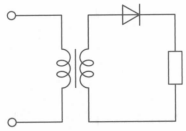
図K

□ **図L**の回路の変圧器2次側電圧をVとすると2次側抵抗に加わる電圧はV，電流は全周期間流れる．(73)



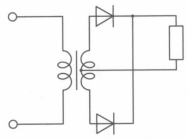
図L

□ **図M**の回路の変圧器2次側電圧をV，ダイオードの電圧降下を無視すると，2次側抵抗に加わる電圧はV，電流は半周期間流れる．(73)



図M

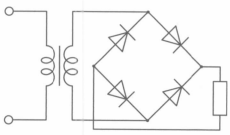
□ **図N**の回路の変圧器2次側電圧をV，ダイオードの電圧降下を無視すると，2次側抵抗に加わる電圧は$\frac{V}{2}$，電流は全周期間流れる．(73)



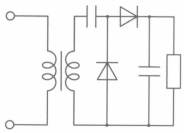
図N

□ **図O**の回路の変圧器2次側電圧をV，ダイオードの電圧降下を無視すると，2次側抵抗に加わる電圧はV，電流は全周期間流れる．(73)

□ 図Pの回路の変圧器2次側電圧をVとすると，2次側抵抗に加わる電圧は$2\sqrt{2}$V，電流は全周期間流れる．(73)



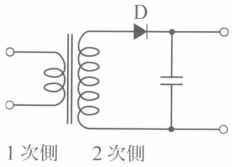
図O



図P

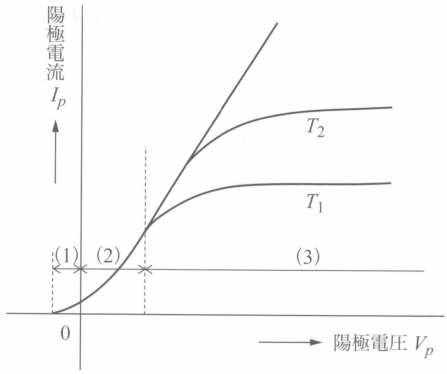
〔2〕波形の観測

□ 図Qの変圧器の1次側に200Vの正弦波交流電圧を加えたとき，ダイオードDにかかる逆電圧の最大値は$800\sqrt{2}$Vである．ただし，1次側と2次側の変圧器の巻数比は1：2とする．(70)



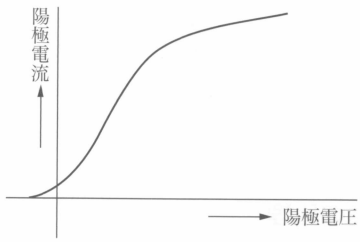
図Q

領域（3）はフィラメント温度が影響する温度制限（飽和電流）領域である．(70)



図R

□ 図Sは二極真空管の陽極電圧と陽極電流の静特性である．(68)



図S

■10.2.4　二極真空管

〔1〕構　造

〔2〕電圧-電流特性

□ 図Rの二極真空管の陽極電圧-陽極電流の静特性において，

領域（1）は電子の初速度が影響する初速度領域である．

領域（1）は負の陽極電圧が印加されている．

領域（2）は空間電荷制限領域である．

〔3〕バーピアンス

合格テキスト

■10.2.1　静電容量と回路

〔1〕電荷と静電力

真空中に2つの点電荷Q_1［C］とQ_2［C］をr［m］の距離におくと，2つの電荷の間には静電力F［N］がはたらく．静電力はクーロンの法則により次式で与えられる．

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \text{［N］} \qquad (10.54)$$

$1/4\pi\varepsilon_0$は真空におけるクーロンの比例定数で9.0×10^9，ε_0は真空の誘電率8.85×10^{-12}［F/m］である．

誘電率εの媒質中では，式（10.54）のε_0をεに置き換えると

$\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$で，$\varepsilon_r$を比誘電率という．

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \times \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r} \times \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \text{［N］} \qquad (10.55)$$

$Q_1 \cdot Q_2$の値が正ならば反発力，負ならば吸引力がはたらく．

3つ以上の点電荷による静電力を求める場合は，それぞれの点電荷の間にはたらく静電力を求めて合成（力のベクトル和）すればよい．**図10.42**は正三角形の頂点A，B，Cそれぞれに点電荷$+Q$，$-Q$，$+Q$を置いたとき，頂点Aの電荷にはたらく静電力を表したものである．

memo

第 11 章

放射線計測学

11.1 放射線計測の基礎 □□□

過去問データベース

■11.1.1 計測の目的と計測対象

■11.1.2 放射線に関する量と単位

〔1〕放射線場

□ フルエンスの単位は m^{-2} である．(70)

□ 光子が 1 m^2 の照射面積を 2 秒間に 10^{16} 個通過した時，フルエンス率は 5×10^{15} [$m^{-2}s^{-1}$] である．(73)

〔2〕相互作用係数

□ 質量減弱係数は非荷電粒子のみに定義される量である．(71)

□ 断面積は非荷電粒子・荷電粒子の両方に定義される量である．(71)

□ 陽子線などの荷電粒子による電離において W 値が使用できる．(62, 60)

□ 阻止能の単位は Jm^{-1} である．(62)

□ 質量阻止能の単位は Jm^2kg^{-1} である．(72)

□ 電子など荷電粒子には阻止能が使用できる．(61)

□ 質量減弱係数の単位は，m^2kg^{-1} である．(66)

□ ある物質の質量減弱係数 μ/ρ，質量エネルギー転移係数 μ_{tr}/ρ，質量エネルギー吸収係数 μ_{en}/ρ の時，$\mu/\rho > \mu_{tr}/\rho > \mu_{en}/\rho$ が成り立つ．(72)

〔3〕線　量

□ 照射線量の単位は Ckg^{-1} である．(63)

□ 照射線量は空気のみを対象として定義されている．(63)

□ 照射線量はX線や γ 線など光子に定義される．(69, 67, 65)

□ 照射線量には制動放射による電離は含まれていない．(70)

□ 照射線量 X を表す式では，光子のエネルギーフルエンス Ψ に，空気に対する質量エネルギー吸収係数 μ_{en}/ρ および，空気中で 1 イオン対を作るのに必要なエネルギー W と素電荷 e の比を乗ずる．(66)

□ 光子と W 値は関係がある．(65)

□ 陽子線，及び炭素線は W 値と関係がある．(69, 68)

□ 光子と質量エネルギー吸収係数は関係がある．(65)

□ 線量等量の単位は Sv である．(63)

□ 中性子線に対して吸収線量が使用できる．(62)

□ 荷電粒子線による吸収線量を算出するための物理量は，フルエンスと質量衝突阻止能である．(66)

□ グラファイトに電子線を照射したところ温度が 0.02 K 上昇した．同じ照射条件での水の吸収線量 [Gy] はどれか．ただし，グラファイトの熱容量は 632 $Jkg^{-1}K^{-1}$，グラファイトおよび水の質量衝突阻止能はそれぞれ 1.745 $MeV\,cm^2g^{-1}$ および 1.968 $MeV\,cm^2g^{-1}$ とする．(62)

□ 吸収線量率の単位は Gys^{-1} である．(62)

□ 吸収線量の単位は，Gy($J{\cdot}kg^{-1}$) である．(64, 63)

□ カーマ（Kerma）の単位は Gy(Jkg^{-1}) である．(63, 62)

□ カーマは荷電粒子の初期運動エネルギーの総和である．(66)

□ 中性子にカーマが使用できる．(61)

□ シーマの単位は Jkg^{-1} である．(72)

□ 光子のカーマは，光子エネルギー E，光子フルエンス Φ，質量エネルギー転移係数 μ_{tr}/ρ の積 $E\Phi\mu_{tr}/\rho$ である．(69, 65, 64, 61)

□ 光子の衝突カーマは，光子エネルギー E，光子フルエンス Φ，質量エネルギー吸収係数 μ_{en}/ρ の積 $E\Phi\mu_{en}/\rho$ である．(70, 68)

□ 光子線による吸収線量は，光子エネルギー E，光子フルエンス Φ，質量エネルギー吸収係数 μ_{en}/ρ の積 $E\Phi\mu_{en}/\rho$ である．(68)

□ 媒質 m での吸収線量は，単位質量当たりの電離電荷 M，W/e，気体 g に対する媒質の質量阻止能比 $(S_{col}/\rho)_{m,g}$ の積 $M(S_{col}/\rho)_{m,g}W/e$ である．(65)

〔4〕放射能

□ 放射能の単位は s^{-1} か Bq である．(62)

□ 空気カーマ率定数は光子のエネルギーに依存し，その単位は，$Gym^2Bq^{-1}s^{-1}$ である．(60)

〔5〕防　護

11.2 放射線計測の理論 □□□

過去問データベース

■11.2.1 放射線検出の基本原理

■11.2.2 吸収線量測定の基本原理

〔1〕ブラッグ・グレイの空洞理論

□ ブラッグ・グレイの空洞理論は，電子線の線量測定に適用できる．(63)

□ 荷電粒子に適用できる．(69)

□ ブラッグ・グレイの空洞理論で，空洞の大きさは通過する荷電粒子の飛程に比べ十分小さく，空洞内での光子の相互作用は無視する．(73, 67, 63)

□ 空洞の大きさは二次電子の最大飛程より小さい．(71, 69)

□ ブラッグ・グレイの空洞理論で，媒質と空洞との吸収線量の比はそれぞれの質量阻止能の比に等しい．(67, 63)

□ 空洞内の電子フルエンスは一様である．(69)

□ 媒質中で吸収線量を求めるには，電離電荷に W/e を乗じ，気体に対する媒質の質量阻止能比を乗じる．(70, 66)

〔2〕二次電子平衡

□ 電子平衡状態では吸収線量と衝突カーマは等しい．(71)

□ 電子平衡状態では物質の吸収線量は質量エネルギー吸収係数に比例する．(71)

■11.2.3 測定値の処理

〔1〕誤差の原因と種類

□ 確率分布が平均値 μ，標準偏差 σ のガウス分布に従う放射線計測において，測定値が $\mu \pm \sigma$ に入る確率は約68％である．(72)

□ ある放射性試料を N 回測定した時の平均計数値が m カウントであった時，平均計数値の標準偏差（標準誤差）は $\sqrt{m/N}$ である．(70)

〔2〕統計処理と測定精度

□ 放射性試料のバックグラウンドは，計数率に換算してから減算する．(66)

□ 計数値100カウントが得られた時，その標準偏差は10カウントである．(73)

□ 放射性試料の測定時間 t での全計数値が N の時，計数率と誤差は $\frac{N}{t} \pm \frac{\sqrt{N}}{t}$ である．(72)

□ ある放射性試料の10分間測定の結果は35,000カウントであった．バックグラウンドのみ20分間測定の結果は20,000カウントであった．この試料の正味の計数率の標準偏差は20 cpmである．(61)

□ 統計誤差4％の測定値Aと統計誤差3％の測定値Bから得られるA–Bの統計誤差は5％である．(65)

□ 放射性試料の計数率を測定した結果 400 ± 10 cpmとなった．この測定時間は4分である．ただし，測定値はポアソン分布に従うものとする．(67)

□ ある放射性試料の計数は5分間測定で800カウント，バックグラウンドが10分間測定で400カウントであった．正味計数率とその標準偏差は 120 ± 6［cpm］である．(68)

合格テキスト

■11.2.1 放射線検出の基本原理

memo

放射線が物質に入射すると放射線と物質は相互作用する．放射線のエネルギーは物質との相互作用で減少する．エネルギーは保存するので，放射線から物質へ移ったエネルギーは物質に変化を起こす．その変化は励起と電離である．

(1) 励　起

物質は分子や原子から構成されている．分子や原子は原子核と軌道電子からなり，軌道電子は一定の決まったエネルギー準位を持っている．放射線から物質へエネルギーが与えられると，軌道電子は基底状態から高いエネルギーの状態へ跳ね上げられる．これを励起という．軌道電子が励起状態から低いエネルギー準位へ移るとき，主に可視光領域で発光する．

11.3 放射線計測装置 □□□

過去問データベース

■11.3.1 放射線検出器の構造と特性

〔1〕電離現象を利用した検出器

□ 電離箱線量計は一定強度のX線照射で気圧が高くなると電離電荷は増加する．(65)

□ 電離箱線量計で連続放射線は同じ線量率のパルス放射線に比べてイオン再結合損失が少ない．(65)

□ 自由空気電離箱は照射線量の測定に使用される．(69)

□ 比例計数管によるα線とβ線の混合線源の放射能測定で，印加電圧を上げると，まずα線のプラトーが現れる．(66)

□ 比例計数管にはPRガスが用いられる．(67)

□ ガス増幅が起こり始める領域は比例計数管領域である．(72)

□ GM計数管では連続放電を停止させるために，クエンチングガスを用いる．(64, 63)

□ GM計数管では電子なだれが起きる．(69, 64)

□ GM計数管では計数率が大きいとき分解時間に係る補正が必要になる．(67)

□ GM管の出力信号は一次電離量に比例しない．(68)

□ 半導体検出器は電離により，電子正孔対を生成し，電離電荷を測定できる．(64, 61)

□ 半導体検出器は固体の電離電荷を測定する．(71)

□ 高純度Ge検出器は，常時冷却する必要はない．(67)

□ 高純度Ge半導体検出器はNaI(Tl)シンチレーション検出器に比べて検出感度が低い．(70)

□ 半導体検出器はエネルギー依存性と関係がある．(65)

□ α線放出核種の放射能測定に適した検出器は表面障壁型半導体検出器である．(65)

□ ^{241}Amのα線は線スペクトルである．(70, 65)

〔2〕励起現象を利用した検出器

□ シンチレーション検出器は発光を利用する．(68)

□ NaI(Tl)には潮解性がある．(64)

□ 光電子増倍管のダイノードは10～15段で構成される．(73)

□ 熱ルミネセンス線量計は加熱による発光を利用する．(69, 68, 63)

□ Mg_2SiO_4:Tbを用いるのは熱ルミネセンス線量計である．(69)

□ 光刺激ルミネセンス現象を示す物質は，炭素添加α酸化アルミニウム（α-Al_2O_3:C）である．(62)

□ OSLDは発光現象を利用した検出器である．(70)

□ 蛍光ガラス線量計では，放射線照射により蛍光中心が生成される．(71)

□ 蛍光ガラスは，1回の照射による変化を繰り返し読み取り可能な検出器である．(66)

□ 蛍光ガラス線量計は，紫外線照射による発光を利用する．(68)

□ 蛍光ガラス線量計はTLDと比較してフェーディングの影響が小さい．(71)

□ イメージングプレートは時間と共に潜像が減弱するフェーディングがある．(66)

〔3〕化学反応を利用した検出器

□ フリッケ線量計は酸化作用を利用する．(69)

□ ガフクロミックフィルムは着色と関係がある．(65)

□ ガフクロミックフィルムは，1回の照射による変化を繰り返し読み取り可能な検出器である．(66)

□ ラジオクロミックフィルム（ガフクロミックフィルム）は現像の必要がない．(68)

□ ラジオクロミックフィルムは読み取り方向の依存性がある．(73)

〔4〕その他の原理を利用した検出器

□ 霧箱は荷電粒子の飛跡検出に使われる．(63)

□ 原子核乾板は，重荷電粒子などの荷電粒子の飛跡を直接観測できる．(63, 61)

□ 熱量計は，絶対線量を測る測定器として使用できる．(68)

□ BF_3比例計数管は^{10}B(n, α)^{7}Li反応を利用する．(63)

□ 熱中性子の測定において(n, α)反応を利用するのはBF_3計数管である．(67)

■11.3.2 計測装置の特性

〔1〕計測装置の構成回路とその特性

□ 空洞電離箱に接続された電気回路により電荷量が決定できるので，測定できるのは照射線量である．(62)

〔2〕時間特性

□ GM計数管には不感時間がある．(66)

□ サーベイメータによる表面汚染測定において正確な測定を必要とする場合には，時定数の3～4倍の待ち時間をおいて測定を行う．(71)

〔3〕 空間特性

〔4〕 エネルギー特性

〔5〕 校　正

□ Si半導体検出器の空洞電離箱に対する感度比は約20,000である．ただし，有感体積は等しいものとする．(67)

合格テキスト

memo

■11.3.1　放射線検出器の構造と特性

〔1〕 電離現象を利用した検出器

(1) 気体の電離

・印加電圧と収集イオン対数

電極間に空気などの気体を入れた検出器中で，印加電圧によって電極に集まるイオンや電子の数が変わる．印加電圧を低い順番に6つの領域に分ける．

① イオン再結合領域：電子やイオンは電圧が低いと電極に到達する前に，他の分子や原子に衝突結合して中性になり，電極に収集されない．

② 電離箱領域：できたイオン対はすべて電極に集められている．電離箱線量計は，収集イオン対数が飽和値に達している印加電圧領域で測定する．

③ 比例計数領域：印加電圧が上がったため，電子が加速されて高いエネルギーを持つ．このエネルギーでさらにガス分子の2次電離を起こしてイオン対を生成する．これをガス増幅といい，電子が次々につくられてイオン対数が急速に増えるため，電子なだれと呼ばれる．収集イオン対数は最初のイオン対数に比例して増加する．

④ 境界領域（制限比例領域）：印加電圧が上がり，ガス増幅率が増加してくると，収集イオン対数は最初のイオン対数に比例しなくなる．

⑤ GM計数領域：電子なだれが発達して，増幅率は10^6以上になる．このため，収集イオン対の数は1次電離でつくられたイオン対数に無関係になる．

⑥ 連続放電領域：さらに印加電圧を上げると，電極間には連続的に放電が発生し検出器として使用できなくなる．

動作印加電圧は低い順に，電離箱，比例計数管，GM計数管として利用される．

・電離箱

空気などの気体中で電離による電子やイオンの電荷量を測定する装置が電離箱である．空気等価壁でつくられた電離箱を空洞電離箱という．指頭形電離箱はフィールド線量計やリファレンス線量計として用いられ，高エネルギー測定にはビルドアップキャップを用いる．電離箱には極性効果がある．また，漏れ電流を減らすためにガードリングをつける．他にファーマ形電離箱，表面線量測定用のシャロー電離箱，国家標準の測定装置である自由空気電離箱がある．

・比例計数管，GM計数管

エネルギー測定が可能な比例計数管（PRガス使用）と，エネルギーや線種によらないで測定できるGM計数管（Qガス使用）がある．計数のプラトーが広く，傾斜が少ないほど良いGM計数管である．

必要な基礎知識

図11.5 に印加電圧と電極に集まるイオン対数の関係を示す．

11.4 放射線計測技術 □□□

過去問データベース

■11.4.1 線量計測

〔1〕照射線量

□ ファーマ形電離箱線量計を用いた診断用X線の線量測定では温度気圧補正が必要である．(73, 64)

□ 電離箱による測定値のイオン再結合補正にはBoagの式が用いられる．(68)

□ 電離箱線量計の印加電圧，電極間隔，中心電極の半径，外側電極の半径は一般再結合損失に影響を与える．(64)

□ 診断用X線の半価層計測では，小型の電離箱を用いる．(72)

□ パルス放射線のイオン再結合補正には2点電圧法を用いるが，もし印加電圧が変更できない場合にはBoagの関係式による方法を用いる．(72)

□ 電離箱内における初期再結合は，同一の電離トラック間で生じる．(72)

〔2〕カーマ

〔3〕吸収線量

□ 光子線における線質変換係数はエネルギーが高くなると小さくなる．(68, 67)

□ 電子線の線質指標R_{50}測定の基準条件において，電離箱の基準点は実効中心である．(71)

□ 電子線の線質指標R_{50}測定の基準条件において，ファーマ形電離箱は$R_{50} > 4$［g/cm^2］で使用できる．(71)

□ 定位放射線治療の線量計測では，電離箱は小さい方がよく，また出力係数の測定が必要である．(72)

〔4〕個人被ばく線量

□ ポケット線量計は電離作用を利用する．(63)

□ 個人被ばく線量計として，OSL，TLD，ガラス線量計，半導体検出器が用いられている．(62)

□ フリッケ線量計は個人被ばく線量計として用いられない．(72)

〔5〕空間線量分布

■11.4.2 放射能計測

〔1〕絶対測定と相対測定

□ 0.1 MeV光子の質量エネルギー吸収係数は0.0025 m^{2}kg^{-1}と与えられる．このとき，エネルギーフルエンス率が2×10^2 Jm^{-2}h^{-1}である点の空気衝突カーマ率は，0.47 Gyh^{-1}である．(63)

□ NaI(Tl)のホールボディカウンタで体内のγ線放出核種の放射能測定ができる．(64)

□ ウェル型NaI(Tl)検出器による放射能測定では，パルス波高分布のデータをもとに計数値を決定する．(73)

〔2〕検出効率

□ 2π型のガスフロー比例計数管の計数率は，検出効率を1とすれば，放射能の1/2である．(66)

□ 上方に立体角$\pi/20$［sr］開いた井戸形シンチレータの点線源での幾何学的検出効率は0.99である．(62)

□ 端層型GM計数管による放射能絶対測定の補正には，幾何学的効率の補正，線源の自己吸収補正，数え落とし補正，試料台による後方散乱補正がある．(70)

〔3〕補　正

□ 放射能測定法には，4π計数法，カロリメータ法，定立体角計数法，β-γ同時計数法がある．(69)

■11.4.3 エネルギー計測

〔1〕エネルギースペクトル測定

□ Ge半導体検出器はγ線のエネルギースペクトル測定で使われる．(71, 69, 63)

□ ^{88}Yのγ線スペクトルにおいて，1,836 keVの光電ピークより1,022 keV低いところにダブルエスケープピークがある．(64)

□ NaI(Tl)シンチレータに2.2 MeVのγ線を入射させた場合に観察されるエネルギースペクトルにおいて，エネルギーの高いものから順に，全エネルギー吸収ピーク，コンプトン端，シングルエスケープピーク，ダブルエスケープピークである．(71)

〔2〕吸収曲線の解析

□ β線のアルミニウム中での最大飛程に質量阻止能を乗じて最大エネルギーが算出できる．(66)

〔3〕加速器からの放射線

□ 電子線の水中での深部量半価深R_{50}を6 g·cm^{-2}とすると電子線のエネルギーは2.33倍の約14 MeVである．(65)

□ 電子線の水中での実用飛程（外挿飛程）を7.3 g·cm^{-2}とすると電子線のエネルギーは約2倍の14 MeVである．(65)

□ 電子線の水に対する質量阻止能1.9 MeV cm^2·g^{-1}，実用飛程を7.3 g·cm^{-2}とすると電子線のエネルギーは約14

MeVである．(65)

□電子線の水に対する質量阻止能 1.9 MeV·cm^2·g^{-1}，実用飛程を 8.4 g·cm^{-2} とすると，電子線のエネルギーは約 16 MeV である．(70)

□光子線の線質指標 $TPR_{20,10}$ 測定（標準計測法 12）では水ファントムを使用する．(72)

〔4〕エネルギーの評価

□検出器が吸収板に近接していると，X線の半価層が正常値よりも大きな値となる．(62)

合格テキスト

■11.4.1　線量計測

memo

〔1〕照射線量

X線を気体に照射すると気体分子を電離してイオン対をつくる．電離気体として空気を入れた電離箱で，発生電荷をすべて集めて（飽和電流）出力電圧を電位計で測定すれば，発生電荷量 Q［C］が測定できる．質量 M［kg］当たりの発生電荷量が照射線量 X［C kg^{-1}］である．電離体積を V［m^3］とすれば，空気の物質密度 ρ［kg m^{-3}］を使って質量 $M=\rho V$ と決まる．

$$X=\frac{Q}{\rho V}\ [\mathrm{C\,kg^{-1}}] \tag{11.11}$$

・補　正

①温度気圧補正（大気補正）

照射線量を求める際に，3つの補正が必要になる．1つは，開放形電離箱内部の空気は通気孔を通して出入りするため，電離箱内部の質量が大気条件によって変化することを補正する温度気圧補正である．温度と気圧により大気の密度が変化するのでX線を吸収する空気の質量が変わる．このため，標準条件は $t_0=22$°C，$p_0=1{,}013$ hPa と定められており，線量計の校正定数は標準条件での値になっている．

温度 t［°C］，気圧 p［hPa］での測定から，照射線量 X を求める際の温度気圧補正係数の式を (11.12) に示す．照射室の湿度の補正は無視できる．

$$k_{TP}=\frac{T}{T_0}\cdot\frac{p_0}{p}=\frac{273.2+t}{273.2+t_0}\cdot\frac{p_0}{p} \tag{11.12}$$

②イオン再結合損失補正

電離箱の印加電圧が小さいと放射線によって生成したイオンと電子は再び再結合する．したがって，十分高い電圧をかけて飽和電流値を測定する．その場合でも，電離密度や線量率が高いと生成されるイオン対の密度が大きいため，再結合が起きる．再結合が起きると測定する電荷量は生成電荷量に比べ小さくなるため，2点電圧法やBoag（ボーグ）の式による方法によりイオン再結合損失の補正を行う．標準計測法12によると，放射線治療ビームがパルス状に放出されるパルス放射線（リニアックなど）では，2点電圧法が推奨されている．ただし，電離箱の印加電圧が変更できないシステムを用いている場合には，代わりにBoagの理論式を用いる．

イオン再結合には，初期再結合（1つの電離トラックの中でイオンが再結合する）と一般再結合（異なった電離トラック間で生じる）がある．初期再結合は線量率に依存しない（すなわち電離電荷密度に依存しない）が，一般再結合は線量率に依存する．

第 12 章

X線撮影技術学

12.1　診療放射線技師の役割と義務 □□□

過去問データベース

■12.1.1　医療倫理

〔1〕 関係法規と倫理規定

＜在宅医療のX線検査＞

□ X線撮影のみで透視は行わない．(63)

□ 操作者は0.25 mm鉛当量以上の防護衣を着用する．(63)

〔2〕 診療放射線技師の役割

□ 患者にX線検査に関する説明を行う．(65, 64)

〔3〕 患者接遇

□ 患者氏名の確認は，X線撮影前に行う．(65)

□ 意識不明の入院患者をネームバンドで本人確認してX線撮影を行った．(71)

□ 車椅子の患者を立位で撮影するため，介助者を待って撮影した．(72)

□ 頸椎側面撮影時に耳に付けているピアスを外すように指示した．(66)

〔4〕 患者・受検者のキュア〈cure〉とケア〈care〉

■12.1.2　チーム医療

〔1〕 医療環境

〔2〕 他の医療職種との連携

〔3〕 コミュニケーションの技術

〔4〕 救急救命措置

＜成人の胸骨圧迫（心臓マッサージ）＞

■12.1.3　医療安全

〔1〕 安全のための関係法規

〔2〕 医療事故の防止と対策

□ カイロを装着した患者をMRI検査室に入室させた場合，インシデント報告を行う．(67)

□ 胸部X線撮影ではネックレスの装着を確認して検査を行う．(71)

□ X線CT撮影では，心臓ペースメーカの誤作動が発生する恐れがある．(64)

□ 造影CTでは喘息の既往歴を確認して検査を行う．(71)

□ 血管造影では，腎不全が発生する恐れがある．(62)

□ 造影CTでは腎機能を確認して検査を行う．(71)

□ ヨード造影剤を投与前に36°C程度まで加温して使用した．(69)

□ 患者が急に意識を消失した場合，一次救命処置としてまず応援要請を行う．(70)

□ 頸椎損傷が疑われる患者のネックカラーは外さずに撮影する．(69)

〔3〕 患者の援助技術

□ 入院中の予定をスケジュール表のようにまとめた入院診療計画書をクリニカルパスという．(73)

〔4〕 感染予防

□ 院内感染の予防では手指衛生が最も重要視される．(71)

□ 易感染状態の患者を撮影する前に装置をエタノールで消毒した．(70)

□ 空気感染の危険がある場合にはN95マスクを着用する．(68)

□ 使用済みの注射針はリキャップせず廃棄する．(72)

12.2 X線撮影技術 □□□

過去問データベース

■12.2.1 画像の成立

〔1〕画質と写真効果特性

＜鮮鋭度＞

□感光材料の粒子径を小さくすると鮮鋭度は向上する．(64)

□撮影距離を長くする，短時間撮影する，被写体-受像面間距離を短くする，と鮮鋭度は向上する．(64)

□X線管焦点を大焦点から小焦点にすると鮮鋭度は向上する．(64)

□焦点サイズがFで拡大率がMの場合，半影の大きさは$F\cdot(M-1)$で表される．(71)

＜コントラスト＞

□管電圧は被写体コントラストに関係が深い．(71)

□管電圧が上昇するとコントラストは低下する．(67)

□管電圧を低くするとコントラスト対雑音比〈CNR〉は向上する．(66)

□X線撮影用グリッドを使用すると画像コントラストが向上する．(69)

□整流方式は被写体コントラストに関係が深い．(71)

〔2〕投影と画像の歪み

□エアギャップ法では像が拡大する．(70)

□重積効果とはX線が複数の線減弱係数の異なる組織を透過することによって生じるX線写真の陰影変化をいう．(72)

〔3〕撮影条件

□管電圧を上昇すると骨組織での透過性は増加する．(67)

□管電圧を高くすると被写体から発生する散乱線は増加する．(68, 67)

□管電圧の大きさに応じてグリッド比を変える．(69)

□撮影距離D_1，管電流I_1で得られる撮影線量と同じ線量を撮影距離D_2で得るための管電流I_2は$I_2=(D_2/D_1)^2\times I_1$で求められる．(65)

□X線撮影条件が75 kV，400 mA，0.4 s，100 cmのとき，蛍光量が90であった．条件を75 kV，200 mA，0.2 s，150 cmに変更すると，蛍光量は10になる．(66)

□管電流100 mA，撮影時間0.5 s，SID100 cmの撮影条件を管電流150 mA，SID150 cmに変更したとき，撮影時間を0.75 sにすると同一濃度が得られる．(72)

□ある撮影条件で偏差指標［DI〈deviation index〉］が−3の場合，DIを0にするには撮影条件を2倍にする．(70)

合格テキスト

■12.2.1 画像の成立

memo

〔1〕画質と写真効果特性

(1) 鮮鋭度

幾何学的不鋭（半影）は，焦点サイズと焦点–被写体間距離，被写体–受像面間距離あるいは拡大率で求められる（図12.66参照）．

$$\text{半影}=\text{焦点サイズ}\times\frac{\text{被写体–受像面間距離}}{\text{焦点–被写体間距離}}=\text{焦点サイズ}\times(\text{拡大率}-1)$$

$$\therefore\ \text{ここで，拡大率}=\frac{\text{焦点–受像面間距離}}{\text{焦点–被写体間距離}}$$

X線束がカセッテへ斜入すると，フィルムを挟む前後の増感紙が広い範囲を感光させるため，鮮鋭度は低下する．

鮮鋭度（解像度）を向上する項目

- X線管焦点を大焦点から小焦点にする．
- 被写体–受像面間距離を短くする．
- 焦点–受像面間距離（撮影距離）を大きくする．
- 短時間撮影する．

■12.2.2　撮影体位

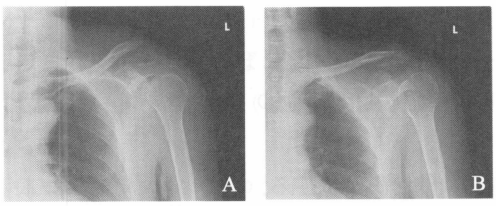
〔1〕基本の体位

□頸椎4方向撮影は立位または座位で撮影される．(59)

〔2〕入射の方向と入射点

□肩関節正面撮影では，中心線をカセッテ面に対して頭尾方向20度で入射する．(62)

□ 図AのAは左鎖骨の前後方向像で，Bは足側からX線を25°斜入した像である．(67)



図A

〔3〕運動の方向

□四肢を体の正中線に近づける動きを内転という．(68)

〔4〕基準点・基準線・基準面

＜頭部の基準線・基準面＞

□外耳孔上縁と眼窩下縁を結ぶ線を人類学的基準線（ABL）という．(64)

□外耳孔中心と外眼角を結ぶ線をOMラインという．(64)

□前頭洞はOMラインよりも頭側に位置する．(63)

□乳様突起はOMラインよりも足側に位置する．(68)

□上顎骨，茎状突起，乳様突起，オトガイ孔はOMラインよりも足側に位置する．(63)

□硬口蓋後縁と後頭骨の最低点とを結ぶ線をマックグレゴール線という．(64)

□大後頭孔後縁と硬口蓋後縁とを結ぶ線をチェンバレン線という．(64)

□左右乳様突起下縁を結ぶ線をフィッシュゴールド線という．(64)

＜体表の基準点・基準線・基準面＞

□体を左右に二分する面を矢状面という．(68)

□下顎角は第3頸椎レベルにある．(66)

□甲状軟骨は第4頸椎レベルにある．(69)

□喉頭隆起は第4～5頸椎レベルにある．(71, 64)

□胸骨柄上縁は第2～3胸椎レベルにある．(69, 66)

□胸骨角は第4～5胸椎レベルにある．(64)

□肩甲骨下端は第7胸椎レベルにある．(71)

□剣状突起は第9～10胸椎レベルにある．(71, 69, 66, 64)

□肋骨弓の下縁は第3腰椎の高さにある．(71, 69, 68)

□腸骨（稜）上縁は第4腰椎レベルにある．(66, 64)

□上前腸骨棘は第2仙椎レベルにある．(58)

□恥骨結合上縁は尾骨レベルにある．(71, 69, 64)

□第2足趾と踵骨先端を結ぶ線は足部の基準線となる．(68)

＜X線CT検査の基準点＞

■12.2.3　被ばくの低減と防護

〔1〕被ばく線量の低減

□不均等被ばくでは線量計をプロテクタの内側と外側に装着する．(68)

□甲状腺を防護するためにネックガードを装着する．(68)

□血管造影検査における術者被ばくの第1要因は被検者からの散乱X線である．(68)

□照射野を狭くすると被ばく線量は軽減する．(67)

□グリッドを用いないで撮影すると被ばく線量は軽減する．(67)

□高い管電圧で撮影すると被ばく線量は軽減する．(67)

□X線付加フィルタは被ばく線量の低減に直接寄与する．(72)

□管電圧リプル百分率の小さいX線装置を使用すると被ばく線量は軽減する．(67)

＜付加フィルタ＞

□付加フィルタを挿入すると患者の被ばく線量が低減する．(65)

□胸部X線撮影には，アルミニウムまたは銅の付加フィルタが使用される．(59)

□乳腺含有率の高い乳房の撮影には，ロジウムが使用される．(62)

□付加フィルタを使用すると実効エネルギーが高くなる．(56)

＜X線CTの被ばく＞

□X線CTのピッチが大きくなるほど被ばく線量は減少する．(65)

□CT用自動露出制御〈CT–AEC〉の使用は被ばく低減に有用である．(67)

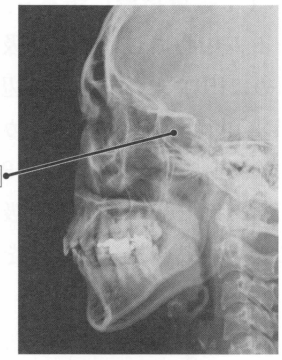
□X線CTの患者被ばく量低減には自動露出機構の使用が有用である．(71)

□Dose length product (DLP) の単位はmGy·cmである．(68)

〔2〕高感受性組織の防護

■12.2.4　X線撮影

〔1〕頭　部



図A

□ 顔面側面像のアは蝶形骨洞である（図A）. (71)

□ 副鼻腔正面X線写真のエは内耳道である（図B）. (65)

□ ウォータース（Waters）法は上顎洞の観察に最も適する撮影法である. (62)

□ 矢印で示すのは上顎洞である（図C）. (63)

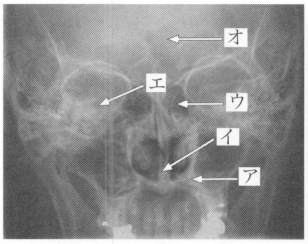
□ 矢印で示すのは頬骨弓である（図D）. (70)

□ Schüller〈シュラー〉法では顎関節が側面像として描出される. (70)

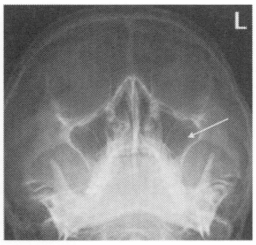
□ 頭部X線写真の観察目的は顎関節である（図E）. (72)

□ ステンバース法で錐体が観察できる. (66)

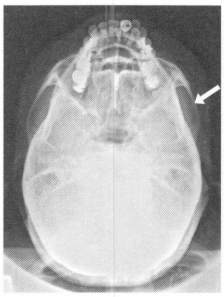
□ Stenvers〈ステンバース〉撮影法による像（図F）. (69)

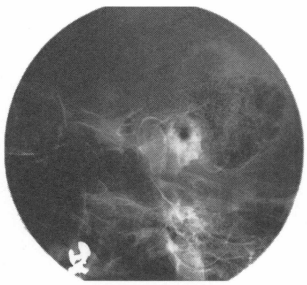


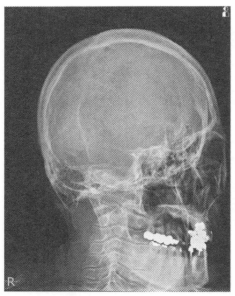
図B



図C


図D


図E


図F

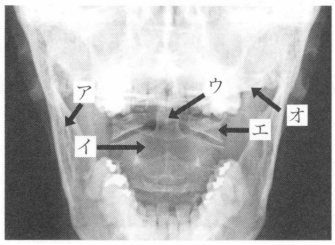
〔2〕脊　柱

□ 頸椎側面機能撮影では環椎歯突起間距離が観察される. (65)

□ 頸椎側面（前屈位）撮影では環椎歯突起間距離が観察される. (72)

□ 頸椎斜位撮影で前額面とカセッテ面のなす角度は50°である. (63)

□ 頸椎開口位像のウは歯突起である（図G）. (70)



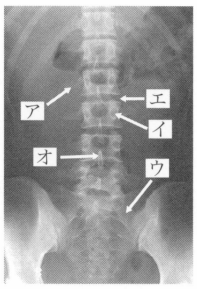
図G

□ 腰椎正面X線写真のイは椎弓根である（図H）. (68)

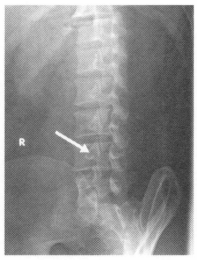
□ 腰椎斜位撮影では背面を撮影台に対し30～45度にする. (67)

□ 腰椎背臥位斜位撮影ではドッグラインが描出される. (60)

□ 腰椎のX線写真に矢印で示すのは椎弓根である（図I）. (73)



図H



図I

□ 腰椎斜位撮影は上下関節突起間部の観察に適する. (67)

〔3〕体幹部

＜上肢帯・胸郭・骨盤＞

□ 肩甲骨の軸位撮影では検側上腕を内転して撮影する（図J）. (73)


図J

＜胸　部＞

□ 立位後前方向で撮影すると心臓陰影の拡大率が小さくなる．(64)

□ 心胸郭比〈CTR〉は腹背方向撮影より背腹方向撮影のほうが小さい．(65)

□ 高圧撮影すると気管分岐部が描出される．(64)

□ 高圧撮影すると骨と重複した病巣部が観察しやすくなる．(70)

□ 撮影前に隆椎の位置を確認する．(64)

□ 付加フィルタにAlもしくはCu＋Alを用いる．(64)

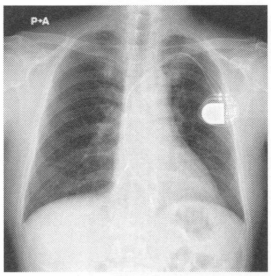
□ 150～200 cmの撮影距離で撮影される．(64)

□ 肺野濃度が1.5前後になるように撮影条件を設定する．(64)

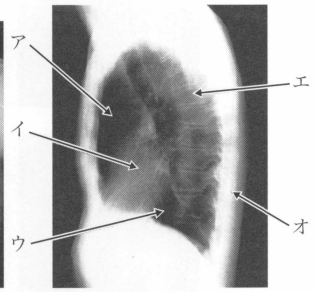
□ 通常の立位撮影と比較して，仰臥位ポータブル撮影では心陰影に重なる肺血管の描出が不良である．(71)

□ 左上肺野に写るデバイスのリード線は鎖骨下静脈から挿入されている（**図K**）．(73)

□ 胸部X線側面写真で後縦隔の領域に含まれるのはエである（**図L**）．(72)



図K



図L

□ 胸水の診断では側臥位正面撮影が有用である．(69)

□ 第1斜位像ではホルツクネヒト（Holzknecht）腔が描出される．(64)

＜腹　部＞

□ 呼気停止下で撮影すると可検領域が拡大する．(66, 64)

□ 70 kV程度の管電圧で撮影される．(66)

□ 立位正面撮影では横隔膜を確実に含む．(66)

□ 立位および坐位が困難な患者で消化管穿孔を疑うときは，左側臥位腹背方向撮影を行う．(68)

□ 腹腔内遊離ガスの観察には腹部左側臥位正面が適する．(66)

□ 消化管穿孔の疑いでは左側臥位腹部正面X線撮影が有用である．(64)

□ 急性腹症の左側臥位腹部正面撮影は消化管穿孔の診断に用いられる．(70)

□ ニボーは腸閉塞のサインである．(66)

〔4〕四　肢

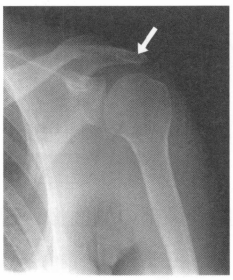
＜肩関節撮影＞

□ 矢印で示すのは肩峰である（**図M**）．(69)

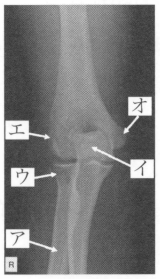
＜肘関節撮影＞

□ 右肘関節正面像のイは肘頭である（**図N**）．(67)

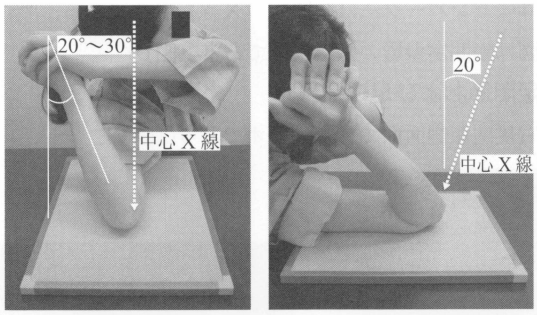
□ 尺骨神経溝の撮影体位である（**図O**）．(71)



図M



図N

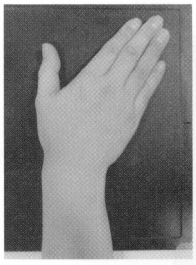


図O

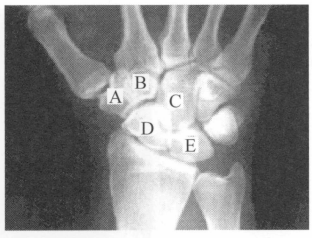
＜手関節および手の撮影＞

□ 手部X線写真の肢位は尺屈位である（**図P**）．(73)

□ 右手X線撮影PA像のDは舟状骨である（**図Q**）．(69)



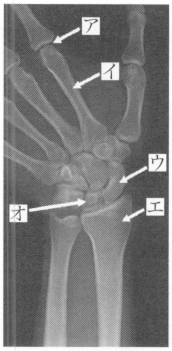
図P



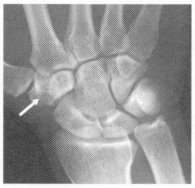
図Q

□ 左手関節X線写真のウは舟状骨である（**図R**）．(66)

□ 手根骨の正面X線写真の矢印は大菱形骨である（**図S**）．(68)



図R



図S

＜股関節撮影＞

□ Lauenstein〈ラウエンシュタイン〉撮影法による像（**図T**）．[68]

□ ラウエンシュタイン法は股関節のX線撮影法である．[66, 64]

□ ラウエンシュタイン法で大腿骨頸部の側面像が観察される．[65]

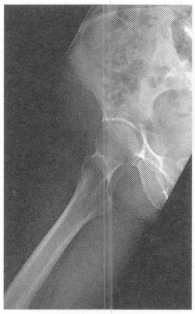
＜膝関節撮影＞

□ ローゼンバーグ法は膝関節のX線撮影法である．[66, 64]

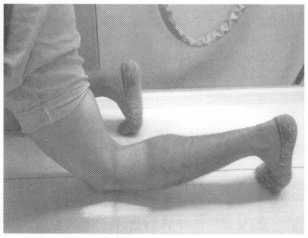
□ 図は顆間窩撮影の撮影体位である（**図U**）．[70]

＜足関節および足の撮影＞

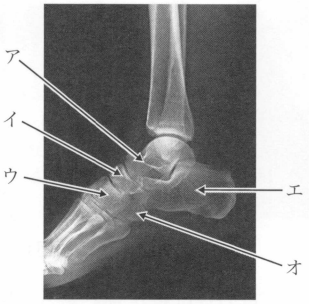
□ 右足関節側面像で立方骨はオである（**図V**）．[72]



図T



図U

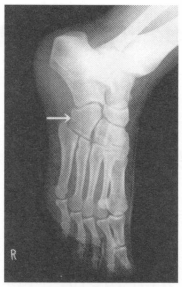


図V

□ 足の正面撮影ではリスフラン関節，ショパール関節が描出される．[65]

□ 右足X線写真の矢印で示すのは立方骨である（**図W**）．[64]

□ 右足X線写真の矢印で示すのは舟状骨である（**図X**）．[70]



図W

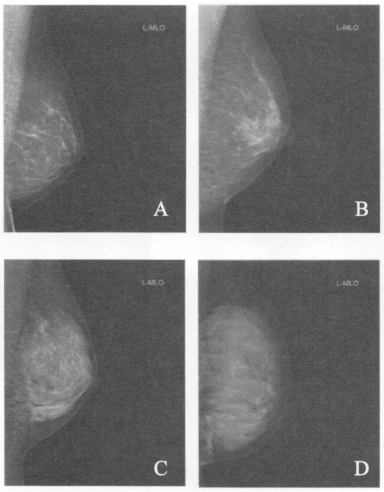


図X

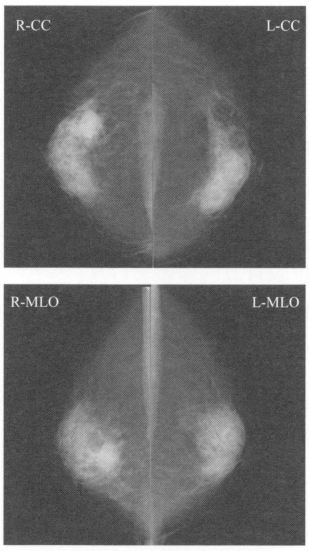
〔5〕乳　房

□ **図Y**のAは脂肪性，Bは乳腺散在，Cは不均一高濃度，Dは高濃度乳房である．[67]

□ 腫瘤が存在するのはD領域である（**図Z**）．[71]



図Y



図Z

＜内外斜位方向撮影（MLO）＞

□ 乳房支持台の角度は大胸筋外側と平行になるようにする．(70)

□ 圧迫板は乳房内側に配置する．(70)

□ MLO方向撮影はCC方向撮影に比べブラインドエリアが少ない．(72)

□ 乳房内側上方が欠損しやすい．(70)

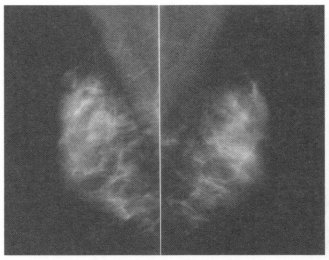
□ B領域は下方に描出される．(70)

□ 良性石灰化を認める（**図a**）．(65)

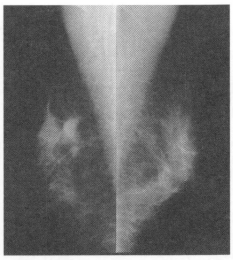
□ MLO撮影像である（**図b**）．(64)

□ 乳腺含有率の高い乳房の画像である（**図b**）．(64)

□ 大胸筋が描出されている（**図b**）．(64)



図a

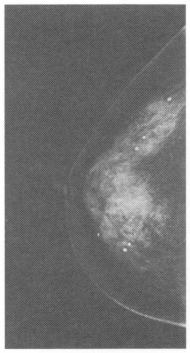


図b

□ 胸筋が入りすぎると乳房圧迫が不十分になりやすい（**図c**）．(70)

□ 乳房下軟部組織が描出されている．（**図d**）．(64)

□ 腫瘤性病変の濃度は高濃度である（**図d**）．(69)



図c



図d

＜頭尾方向撮影（CC）＞

□ ポジショニングは乳房を十分に挙上してから行う．(69)

□ 髪の毛が写り込まないように注意する．(69)

□ 乳房の外側上部がブラインドエリアになりやすい．(66)

＜圧迫撮影＞

□ 乳腺の観察域が増加する．(68)

□ 散乱線が減少する．(68)

□ 幾何学的ボケが減少する．(68)

□ 被検者の動きによるボケを防止する．(68)

□ 適切な乳腺圧迫圧は100～120Nである．(63)

＜拡大撮影＞

□ 微細石灰化の描出を目的とする．(62)

＜マンモトーム生検＞

□ 乳腺微細石灰化の生検にはマンモトーム装置が使用される．(73)

〔6〕軟部組織

□ アキレス腱撮影では肥厚の状態を観察する．(69)

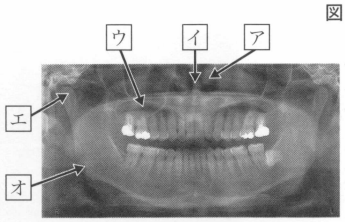
〔7〕口腔・顎顔面

□ 歯科撮影ではX線管に照射筒を装着する（**図e**）．(64)

□ オルソパントモグラムのエは下顎頭である（**図f**）．(73)



図e



図f

〔8〕X線断層撮影

□ デジタルトモシンセシスでは多方向から撮影する．(72)

〔9〕拡大撮影

□ 2倍拡大で半影が0.1 mmのシステムで，焦点–被写体間距離を変化させずに3倍拡大撮影を行うと，半影は0.2 mmとなる．(67)

□ 半影を一定にした場合，焦点サイズが拡大撮影の拡大率に影響する．(73)

合格テキスト

■12.2.4　X線撮影

memo

〔1〕頭　部

(1) 頭部正面撮影（**図12.4**，**図12.5**，**図12.6**）

・体　位：P-A（後前）方向で眼窩耳孔線と正中面をカセッテに垂直にする．

■12.2.5　X線造影検査

〔1〕理論と適応

〔2〕X線造影剤

＜水溶性ヨード造影剤の特徴＞

□浸透圧は血漿と同等か，それよりも高い．(66)

□経口投与では大部分が便中に排泄される．(66)

□重篤な甲状腺疾患のある患者への投与は禁忌である．(70)

□ダイマー型製剤はモノマー型製剤よりも分子量が大きい．(66)

□非イオン性製剤はイオン性製剤よりも即時型副作用が少ない．(66)

□造影剤注入液量は注腸造影検査が最も多い．(73)

＜ヨード造影剤の副作用＞

□副作用に熱感，発赤，嘔気，蕁麻疹などがある．(62)

□重篤な呼吸困難がある．(62)

＜硫酸バリウム造影剤に求められる特徴＞

□気泡が形成されない．(63)

□流動性が良好である．(63)

□胃液，腸液で凝集したり，粘性変化を起こさない．(63)

□検査後は速やかに排泄される．(63)

＜硫酸バリウム造影剤の濃度＞

□濃度 200 w/v% の硫酸バリウム懸濁液を 3,000 mL 作成するためには，約 6,000 g の硫酸バリウム粉末が必要である．(68)

＜陰性造影剤＞

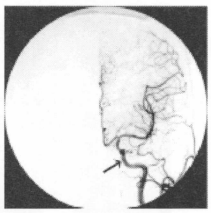
□大腸の造影検査では陰性造影剤として空気を使用する．(67)

〔3〕循環器系

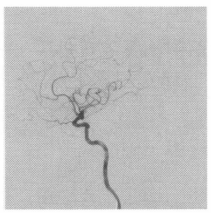
＜頭部血管造影＞

□脳血管造影正面写真で内頸動脈を矢印で示す（図A）．(65)

□頭部血管造影側面像に前大脳動脈および中大脳動脈が描出される（図B）．(67)



図A



図B

＜心・冠動脈造影＞

□撮影フレームレートは毎秒 30 フレーム程度にする．(69)

□ハレーションを防止する目的で補償フィルタが挿入される．(69)

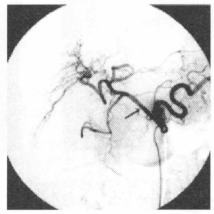
□シングルプレーンからバイプレーンにすることによって造影剤投与量の低減が可能である．(71, 65)

□左冠動脈造影では回旋枝が造影される．(69, 66)

□左室造影像から露出率を評価できる．(69, 66)

＜腹腔動脈造影＞

□血管造影写真で総肝動脈を矢印で示す（図C）．(68)

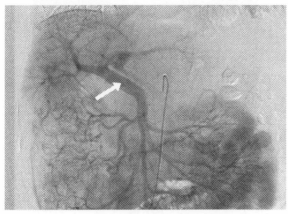


図C

＜上腸間膜動脈造影＞

＜門脈造影＞

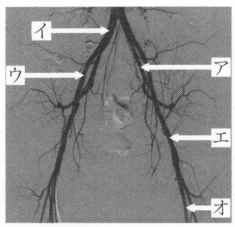
□腹部血管造影写真で門脈を矢印で示す（図D）．(70)



図D

＜骨盤部の血管造影＞

□骨盤部の血管造影写真でウは外腸骨動脈である（図E）．(69)



図E

＜下肢静脈造影＞

□肺血栓塞栓症は下肢静脈造影の適応である．(61)

〔4〕消化器系

□鎮痙剤は胃の蠕動を抑制する．(64)

□鎮痙剤は胃液の分泌を抑制する．(64)

＜上部消化管造影＞

□二重造影では胃小区を描出する．(70)

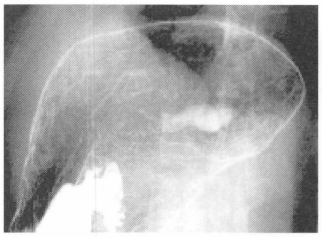
□ 半臥位第二斜位二重造影法は胃の噴門部から穹窿部がよく描出される．(71)

□ 胃角の異常には背臥位正面像が適する．(73)

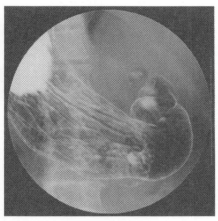
□ 噴門部は圧迫撮影による観察は難しい．(72)

□ 上部消化管造影写真は半立位第2斜位像である（**図F**）．(69)

□ 上部消化管造影写真には前壁が描出されている（**図G**）．(65)



図F

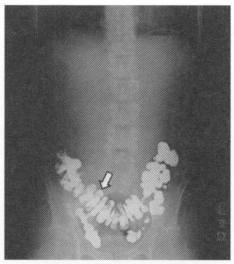


図G

＜下部消化管造影＞

□ 注腸造影では造影剤は逆行性に投与される．(68)

□ 腹部立位X線写真で矢印は結腸を示す（**図H**）．(64)



図H

＜胆道系造影法＞

□ 総胆管造影には順行性と逆行性の両方の検査法がある．(72)

□ ERCPでは内視鏡を使用する．(72)

□ PTCは経皮的経路による胆道系の造影検査法である．(73)

〔5〕泌尿器系

〔6〕生殖器系

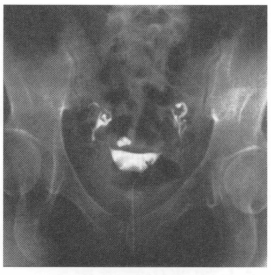
□ 子宮卵管造影では造影剤は逆行性に投与される．(71, 68)

□ 子宮卵管造影は経時的に撮影する．(67)

□ 子宮卵管造影では24時間後に追加撮影を行うことがある．(64)

□ 子宮卵管造影検査ではX線透視撮影装置が使用される．(71)

□ 骨盤の造影写真は不妊症の検査として行われる（**図I**）．(72)



図I

〔7〕脊髄腔

□ 造影剤は脊髄くも膜下腔に注入される．(71)

□ 造影剤は髄液より比重が大きいことを利用して目的部位へ誘導される．(71)

□ 検査後数時間は頭部を上げた状態を維持する．(71)

〔8〕関節腔

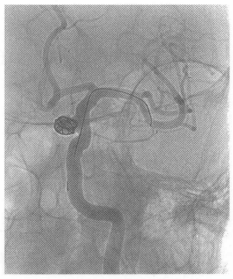
〔9〕IVR（インターベンショナルラジオロジー）

□ 透視のパルスレートを低くすると患者皮膚線量を低減できる．(73)

□ 動脈瘤をコイル塞栓術で治療している（**図J**）．(68)

□ ガイドワイヤの先端は中大脳動脈にある（**図J**）．(68)

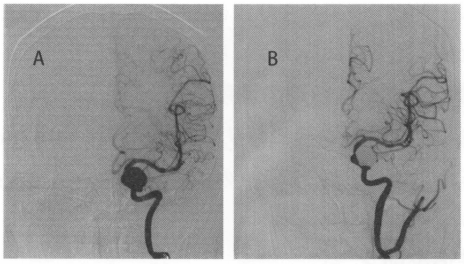
□ 左内頸動脈正面像である（**図K**）．(72)



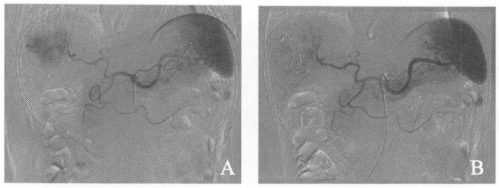
図J

□ 治療目的は脳動脈瘤の破裂防止である（**図K**）．(72)

□ AとBは肝動脈化学塞栓療法〈TACE〉による治療前と治療後の血管造影像である（**図L**）．(67)

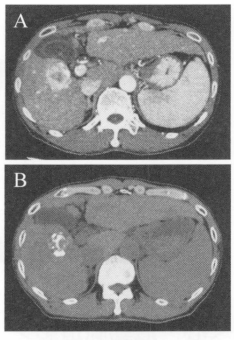


図K



図L

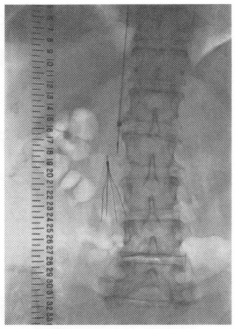
□ A（造影CT）とB（2週間後の単純CT）では肝動脈化学塞栓術が施行されている（**図M**）．(73)



図M

□胆管癌にはステント留置術が施行される．(66)

□下大静脈フィルタ留置術施行後のX線写真を示す（図N）．(71)



図N

合格テキスト

memo

■12.2.5　X線造影検査

〔1〕理論と適応

臓器の内部や周囲に線減弱係数差の大きい造影剤を導入して，目的臓器の位置，大きさ，形態，機能，鑑別診断などを目的にした検査である．陽性造影剤はX線を吸収するため高原子番号で高密度の物質でつくられ，有機ヨード化合物や硫酸バリウムがある．一方，陰性造影剤はX線透過率の高い物質で，空気，酸素，二酸化炭素などである．

造影剤の条件

- X線吸収率がより高いこと（陽性造影剤）．
- 化学的に安定な化合物であること．
- 生体に無害であること．
- 適用にあった性状であること（無味，無臭，無刺激など）．
- 検査後に排泄しやすい，あるいは，除去できるもの．

〔2〕X線造影剤

(1) 陽性造影剤と陰性造影剤

・陽性造影剤：周囲組織よりも線減弱係数が大きいもの，高吸収物質．
・陰性造影剤：周囲組織よりも線減弱係数が小さいもの，主に空気などの気体．
　※陽性造影剤と陰性造影剤を同時に用いる手法　→二重造影法
　　二重造影検査：胃，大腸，食道，膀胱，膝関節など

(2) 水溶性造影剤と油性造影剤

・水溶性造影剤は油性に比べ，安全であるが描出能が低い．
・血管内に投与されるものは，水溶性で低浸透圧であることが基本条件である．排泄経路が尿路系のため，排泄性尿路造影にも使用される．
・油性造影剤は子宮卵管造影，唾液腺，乳管造影に限られる．油性造影剤が血管内に漏れると，肺塞栓などを起こすことがあるので注意が必要である．

(3) イオン性造影剤と非イオン性造影剤

非イオン性はイオン性造影剤に比べ，低浸透圧で副作用が少ない．

イオン性に比べて非イオン性の副作用発現率は約1/4，重篤副作用発現率は約1/6である．

■12.2.6　X線CT検査

〔1〕頭頸部

□脈絡叢は頭部造影CTで増強効果を認める．(70)

□局所脳血流量の測定には非放射性のXeガスが使用される．(66)

□石灰化の描出能はMRIより優れる．(66)

□単純X線CTで甲状腺は脳，肝臓，筋肉，乳房より高吸収値を呈する．(67)

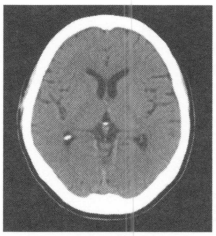
□頭部CT像で第四脳室は描出されていない（図A）．(70)

□頭部CTの骨条件画像でAは篩骨洞である（図B）．(61)

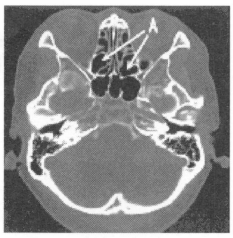
□頭頸部単純CT像でオは歯突起である（図C）．(69)

□顔面単純CT像に顎下腺は描出されていない（図D）．(72)

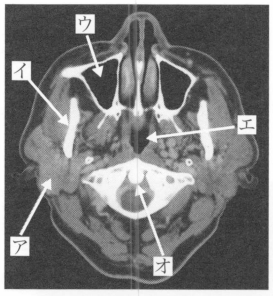
□下顎骨レベルのCT像でアは喉頭蓋，イは舌骨である（図E）．(65)



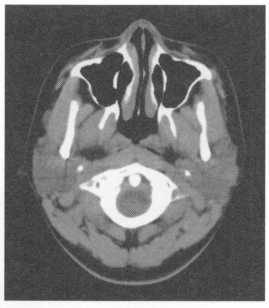
図A



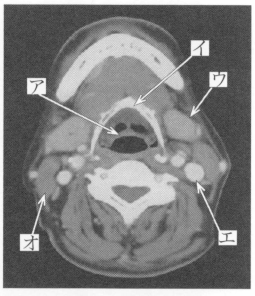
図B



図C

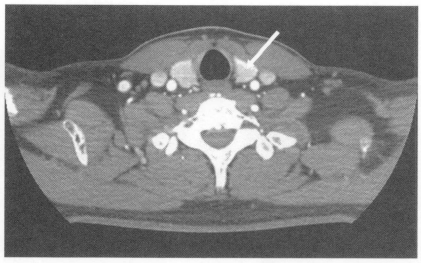


図D



図E

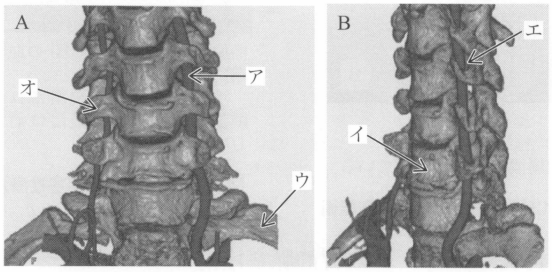
□頸部の造影CT像の矢印は甲状腺である（図F）．(68)



図F

〔2〕脊　柱

□造影後の3次元頸部CT像（正面：A，斜位：B）のイは第6頸椎である（図G）．(67)



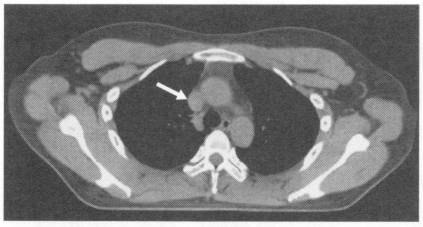
図G

〔3〕体幹部

＜胸　部＞

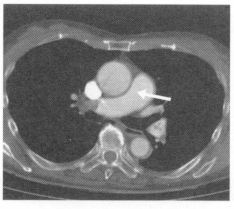
□胸部CTの撮影時の基準点は胸骨上切痕である．(67)

□胸部CT像に矢印で示すのは上大静脈である（図H）．(67)

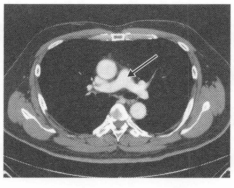


図H

□胸部造影CT像の矢印は肺動脈である（図I，図J）．(73, 68)



図I

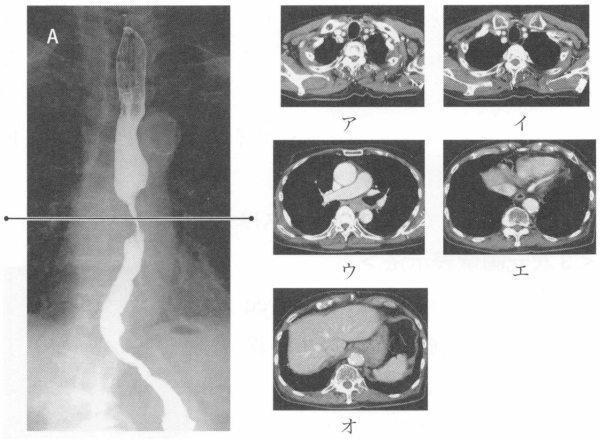


図J

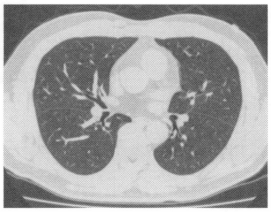
□食道造影写真（A）の直線に一致する水平横断像は（ウ）である（図K）．(72)

□胸部CT像で描出されていないのは右上葉である（図L）．(71)

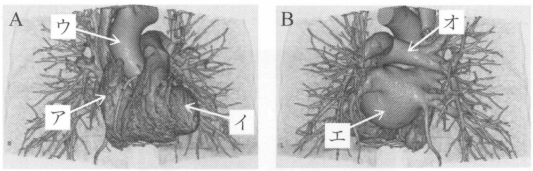
□ 造影後の3次元胸部CT像（正面：A，背面：B）のエは左心房，オは肺動脈である（図M）．(67)



図K



図L



図M

＜腹　部＞

□ CTコロノグラフィでは大腸を二酸化炭素で拡張する．(68)

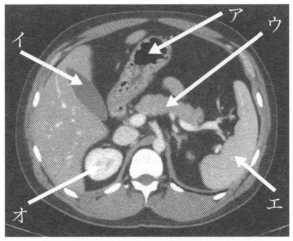
□ CTコロノグラフィでは大腸内部の色調観察，Fine network patternの描出はできない．(68)

□ X線CTは急性膵炎の診断に有用である．(65)

□ 正常な肝臓のCT値は脂肪より高い．(66)

□ 脂肪肝のCT値は脾臓のCT値よりも低い．(65)

□ 腹部造影CT像のエは脾臓である（図N）．(70)

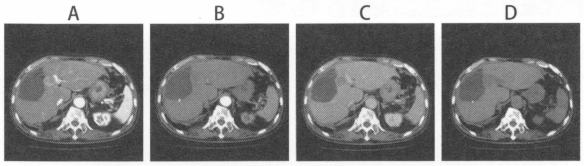


図N

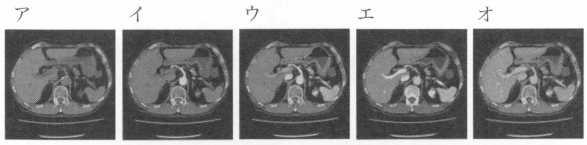
□ 肝臓のダイナミックCT像で時相の順番は「D–B–A–C」である（図O）．(69)

□ 腹部CT像で門脈が最も強く造影されているのはエである（図P）．(63)

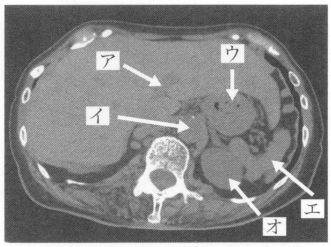
□ 腹部CT像のウは胃である（図Q）．(68)



図O



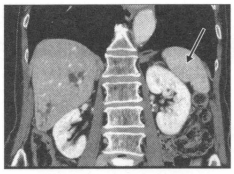
図P



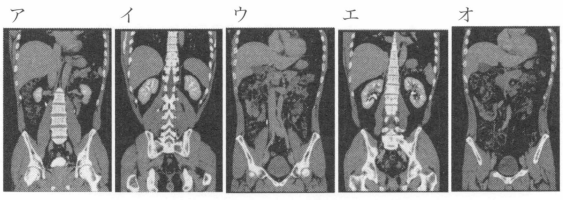
図Q

□ 腹部造影CT冠状断像に矢印で示すのは脾臓である（図R）．(73)

□ 腹部CT冠状断像で，背側から腹側に向かってイ→エ→ア→ウ→オの順である（図S）．(64)



図R



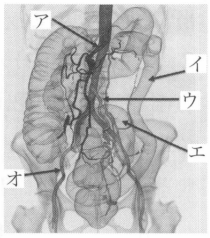
図S

□ 骨盤部CT像で矢印は前立腺である（図T）．(69)

□ 腹部造影3次元CT像のウは下腸間膜動脈である（図U）．(66)

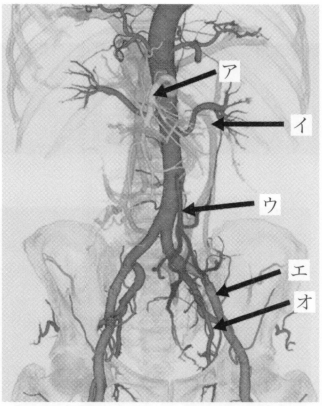


図T



図U

□ 腹部造影3次元CT像のウはS状結腸を栄養する血管である（**図V**）．(71)



図V

〔4〕四　肢

〔5〕乳　房

〔6〕造影検査

□ 造影CT検査の前に推算糸球体濾過量〈eGFR〉を確認する．(69)

□ 位置決め画像の撮影は造影剤注入開始前に行う．(66)

□ 造影剤の静脈投与で最も高頻度にみられる症状は熱感である．(71)

□ CTコロノグラフィには二酸化炭素（炭酸ガス）が使用される．(73)

□ ダイナミックCTで造影剤はボーラス投与される．(66)

〔7〕Autopsy Imaging〈死亡時画像診断〉

□ Autopsy Imaging〈死亡時画像診断〉では適切な感染対策を施す．(73)

〔8〕画像解析

＜モニタ表示＞

□ X線CTで肺野条件のウインドウレベルは縦隔条件より低く設定する．(67)

＜画　質＞

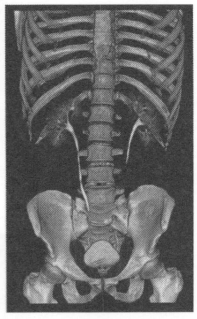
□ 管電流が大きくなるほど画像ノイズは低減し，低コントラスト分解能は改善する．(65)

□ 高分解能CTでは薄いスライス厚を使用する．(73)

＜3次元画像表示法＞

□ 冠動脈CTに用いられるCurved MPRでは冠動脈内腔の中心線抽出が必要である．(72)

□ 造影CT後のボリュームレンダリング法による3次元処理画像を示す（**図W**）．(64)

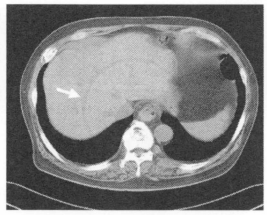


図W

〔9〕アーチファクト

□ 頭蓋底部アーチファクトは線質硬化補正処理を行う，薄いスライス厚を用いる，と低減される．(67)

□ 腹部X線CT画像に示すアーチファクト（矢印）の原因として検出器チャネルの出力値異常が考えられる（**図X**）．(68)



図X

□ 部分体積効果では臓器の辺縁が不明瞭になる．(69)

□ 部分体積効果はスライスを薄くすると低減する．(70, 69)

■12.2.7　その他の撮影と検査

〔1〕骨塩定量検査

□ 二重エネルギーX線吸収測定〈DXA〉法は腰椎，大腿骨で測定される．(70, 65)

□ DXA法の測定部位として腰椎が用いられる．(71)

□ DXA法による骨密度の単位はg/cm^2である．(66)

12.3 画像解剖

過去問データベース

■12.3.1 X線画像（単純・造影・CT）

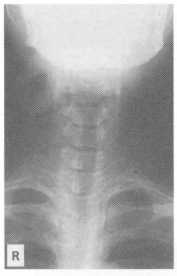
〔1〕異常陰影の形成要因と形状表現

□副鼻腔炎は単純X線写真で描出できる．(63)

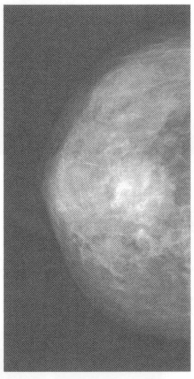
□束ねた髪の毛が描出されている（図A）．(66)

□脊椎分離すべり症は単純X線写真で描出できる．(63)

□右乳房 MLO 撮影像に辺縁不整な腫瘤像を認める（図B）．(68)



図A

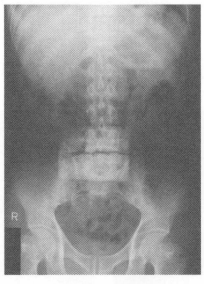


図B

□肺水腫は単純X線写真で描出できる．(63)

□腹部立位単純撮影法では液面形成の描出を重視する．(55)

□腹部X線写真に異物が描出されている（図C）．(65)



図C

□アップルコアサイン（apple core sign）は大腸の二重造影で観察される．(60)

〔2〕主要疾患画像

＜頭頸部＞

□脳梗塞巣は正常な脳実質より低い吸収域を呈する．(65)

□頭部単純CT像で病変が存在するのは前頭葉である（図D）．(73)

□脳内の出血巣は脳実質よりも高い吸収域を呈する．(66)

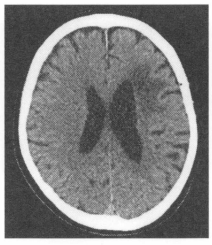
□頭痛を訴えて撮影したCT像で最も考えられるのは，くも膜下出血である（図E）．(66)

□頭部CT像で考えられる疾患は，くも膜下血腫である（図F）．(64)

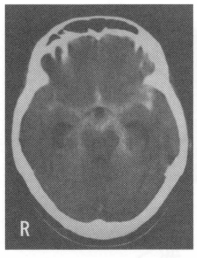
□頭部CT像で血腫を生じているのは硬膜外である（図G）．(63)

□基底核レベルの頭部単純CT画像で石灰化があるのは淡蒼球である（図H）．(60)

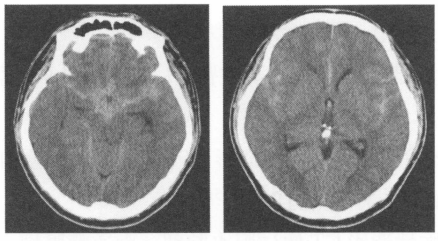
□頸部造影CT像で病変が発生した臓器は甲状腺である（図I）．(73)



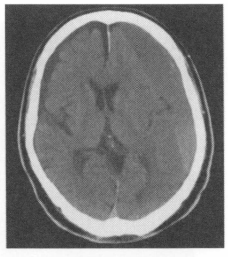
図D



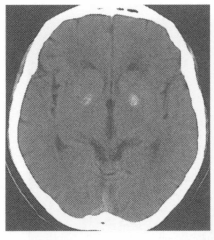
図E



図F



図G



図H



図I

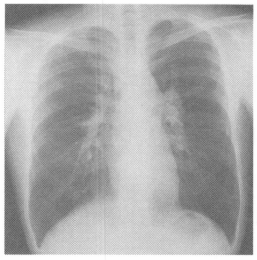
＜胸　部＞

□ 胸部X線写真で最も考えられるのはサルコイドーシスである（**図J**）．(66)

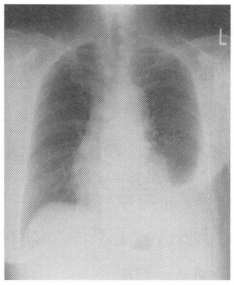
□ 胸部X線写真で左乳房の欠損が認められる（**図K**）．(65)

□ CT像の肩甲部軟部腫瘤は脂肪腫が考えられる（**図L**）．(65)

□ X線写真で鎖骨に異常を認める（**図M**）．(72)



図J



図K



図L



図M

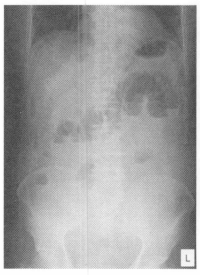
＜腹　部＞

□ 腹部立位X線正面写真に鏡面形成〈ニボー〉が観察される（**図N**）．(67)

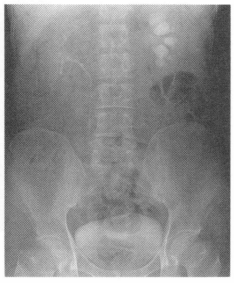
□ 点滴注入腎盂造影写真の左腎杯に異常所見が観察される（**図O**）．(69)

□ 黄疸を主訴とする腹部造影CT画像において矢印で示すのは胆管である（**図P**）．(65)

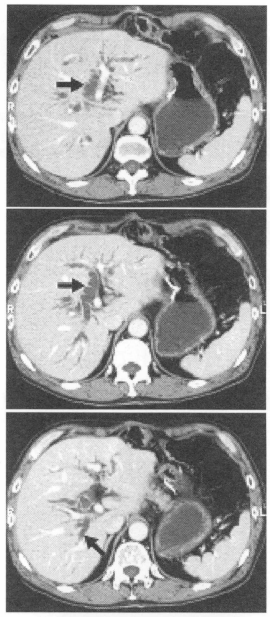
□ 経動脈性造影CT像に腹水貯留，食道静脈瘤を認める（**図Q**）．(66)



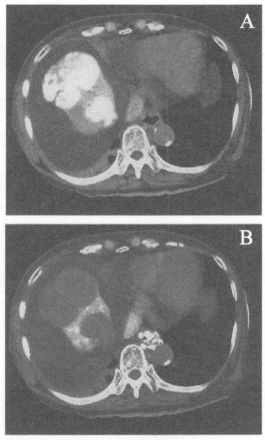
図N



図O



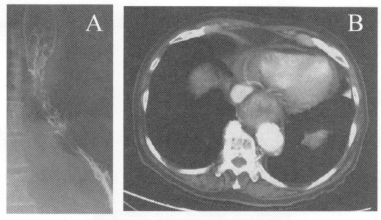
図P



図Q

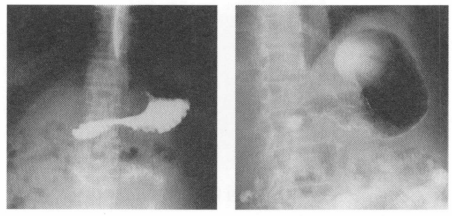
＜消化器系＞

□ 食道造影写真とCT像で考えられるのは食道癌である（**図R**）．(66)



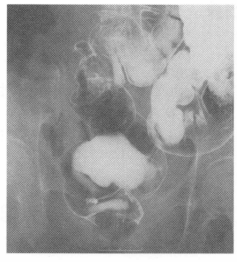
図R

□ 上部消化管造影写真は進行癌の像である（**図S**）．(64)



図S

□ 注腸造影像にアップルコアサインが観察される（**図T**）．(67)



図T

第 13 章

画像工学

13.1　画像工学 □□□

過去問データベース

■13.1.1　画像評価

〔1〕 画質因子と評価方法

□ C-D ダイアグラムを作成する際は，バーガーファントムを使用する．(67, 64)

□ X 線画像を調べるファントム（**図 A**）を用いて，C-D ダイアグラムの評価結果が得られる．(65)

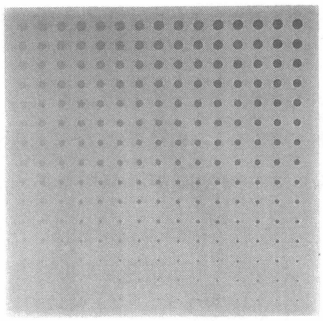


図 A

〔2〕 入出力特性

□ デジタル撮影装置システム A と B のデジタル特性曲線を**図 B** に示す．同じ被検体を撮影した場合の画像コントラストは A の方が高く，ダイナミックレンジは B の方が広い．また，比露光量の対数が 2.0 の時のグラディエントは A の方が高い．(72)

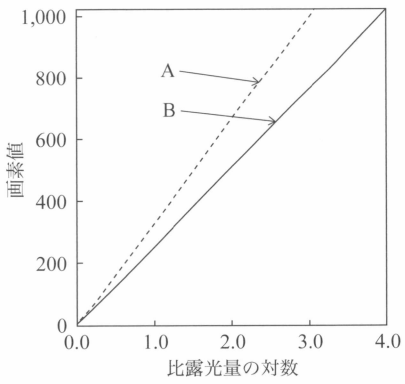


図 B

□ デジタル X 線画像の特性曲線の測定法にタイムスケール法を用いる．(63)

□ 増感紙–フィルム系を用いて 20 段のアルミニウムステップウェッジを撮影した．ある同一撮影条件における 1 回照射と 2 回照射のグラフを示す（**図 C**）．このグラフから特性曲線を作成した場合，相対線量の対数値 1.5 に対する写真濃度は 2.5 である．(64)

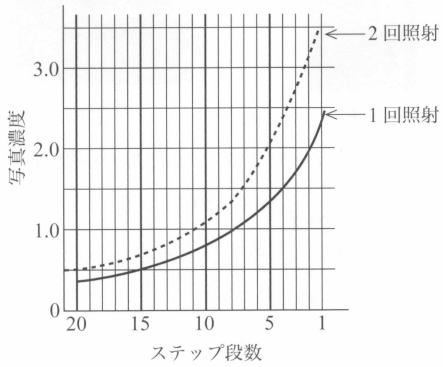


図 C

□ デジタル特性曲線は入出力の線形性を評価できる．(70, 66)

□ デジタル特性曲線はシステムのコントラスト特性を評価できる．(70, 66)

□ デジタル特性曲線は入射 X 線量のダイナミックレンジを評価できる．(70, 66)

□ デジタル特性曲線をタイムスケール法で測定する場合，相反則不軌による影響は受けない．(70, 66)

□ デジタル特性曲線をブーツストラップ法で測定する場合，散乱 X 線の影響を受ける．(70, 66)

□ X 線画像系の特性評価用器具の写真を**図 D** に示す．この器具を使用して特性曲線を作成するとき誤差の要因となるのは，線質硬化と散乱 X 線である．(68)

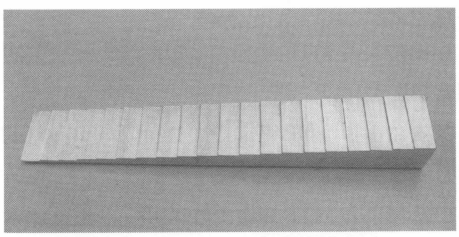


図 D

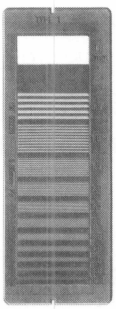
〔3〕解像特性

□位相コントラストはエッジ強調に関与する．(65)

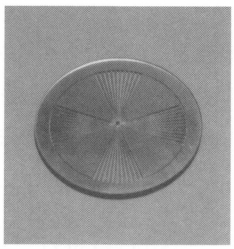
□並列細線法で分解不可能になった細線の幅をdとすると解像力は$1/(2d)$ cycles/mmである．(72, 65)

□X線画像系の性能評価用チャートの写真を示す（**図E**）．最も関連するのはコルトマン補正である．(67)

□X線画像特性を調べる器具（**図F**）で評価できるのは解像特性である．(69)



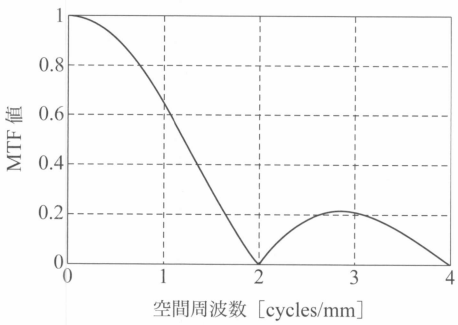
図E



図F

□アパーチャ幅dのデジタル検出器の振幅方向のMTF(u)を表す式は，$\frac{1}{\pi ud}|\sin(\pi ud)|$である．ただし，検出器応答は完全な矩形波関数で与えられるものとし，幅方向の空間周波数を$u, u \geq 0$とする．(72)

□デジタルX線画像検出器のアパーチャMTFを**図G**に示す．この検出器の開口幅［mm］は0.5 mmである．(71)



図G

□エッジ法によるMTF測定ではステップ応答を微分してLSFを得る．(69)

□エッジ法によるMTF測定ではスリット法と比べてLSFの雑音が多い．(69)

□エッジ法によるMTF測定では矩形波チャート法と比べて測定精度が高い．(69)

□エッジ法によるMTF測定ではDQE算出時のMTF測定法として標準的な方法である．(69)

□エッジ法によるMTF測定ではスリット法と比べて撮影時のアライメント調整は容易である．(69)

□プリサンプリングMTFはエリアシングエラーを含まない．(64, 63)

□DRシステムのプリサンプリングMTFでは，エリアシングによる波形の振動は生じない．(70)

□DRシステムのプリサンプリングMTFにおいて，FPDでは画像の横方向と縦方向ではほぼ同じ値となる．(70)

□DRシステムのプリサンプリングMTFは，アナログMTFとアパーチャMTFの積に等しい．(70)

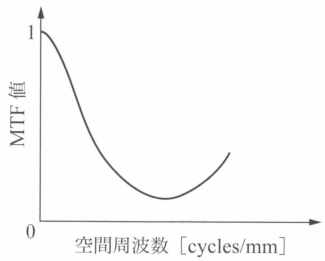
□DRのオーバーオールMTFはシステム全体の評価に用いる．(58)

□DRのMTF測定では有効露光量変換に特性曲線を用いる．(58)

□DRシステムの信号とサンプリングアパーチャとの位置不変性は成り立たない．(63)

□スリット像の線像強度分布からフーリエ変換してMTFを求める．(64)

□スリット法で測定したCRシステムのプリサンプリングMTFを**図H**に示す．この結果になった理由は走査方向に対するスリットの配置が不適切であったと考えられる．(73, 67)

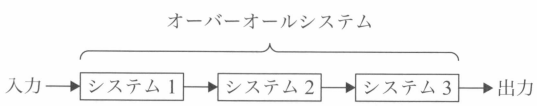


図H

□解像度を維持しながら画像ノイズを低減するのに加算平均処理が有用である．(68)

□解像度を維持しながら画像ノイズを低減するのにメディアンフィルタ処理が有用である．(68)

□**図I**のような3個の線形シフト不変システムが連結された画像システムがある．空間周波数2.0 cycles/mmにおけるシステム1，システム2およびシステム全体のMTF値がそれぞれ0.7，0.7および0.2であるとき，システム3の2.0 cycles/mmにおけるMTFの値は0.4 cycles/mmである．(73)



図I

〔4〕 雑音特性

□ X線量が少なければざらつきの多い画像となる．(65)

□ デジタル画像で入射X線量に依存するノイズは光量子ノイズ，X線量子モトルである．(72, 61)

□ RMS粒状度の値が大きいほど粒状性が悪い．(65, 61)

□ RMS粒状度はマイクロデンシトメータのアパーチャサイズで変化する．(61)

□ RMS粒状度はフィルム濃度のばらつきを標準偏差で表す．(72, 65, 60)

□ WS（NPS）やNEQは空間周波数の関数である．(65, 62)

□ ウィナースペクトルは面積の次元を持つ．(71, 66)

□ ウィナースペクトルの値が大きいほどNEQは小さい．(66)

□ ウィナースペクトルは値が小さいほど信号の検出能は優れる．(66)

□ NPSは，値が低いほど低コントラスト分解能が高くなる．(71)

□ ウィナースペクトルの高空間周波数領域は量子モトルに影響される．(66)

□ ウィナースペクトルの測定ではマイクロデンシトメータのアパーチャに縦長の細いスリットを用いる．(61)

□ デジタルウィナースペクトルの測定にトレンド除去処理，ピクセル寸法の測定が用いられる．(61)

□ ウィナースペクトルの模式図（**図J図1**）とそれらの測定に用いた画像試料の写真濃度分布図（図J図2）を示す．図1のAに対応するのはアである．(61, 58)

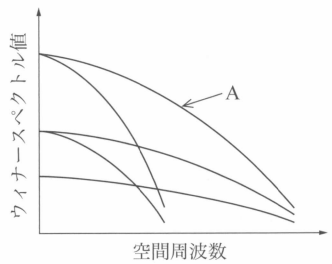
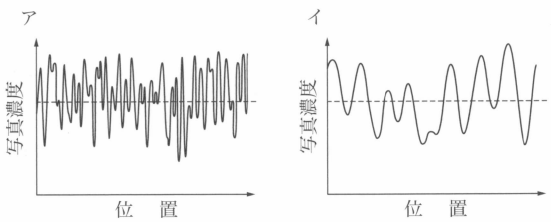


図1



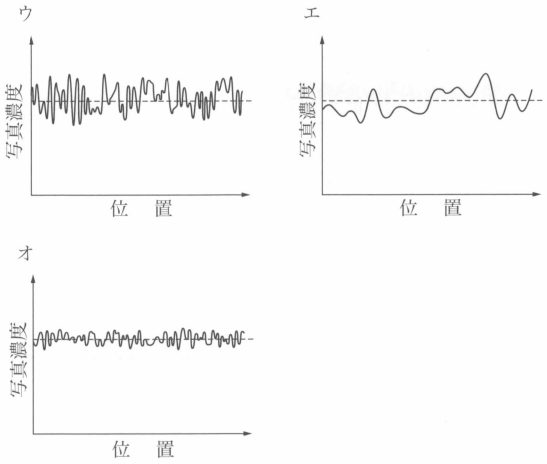


図2

図J

□ ウィナースペクトルの値が低いほど粒状性は優れている．(65, 61, 60)

□ ウィナースペクトルは濃度変動をフーリエ変換して求める．(66)

□ X線CT再構成画像のWiener〈ウイナー〉スペクトルの直流成分は原理的に0になる．(72)

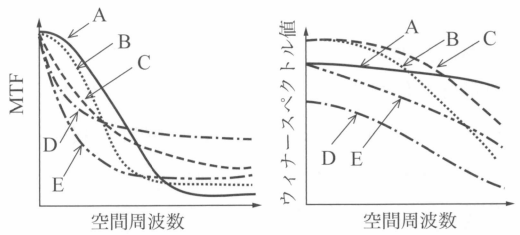
□ X線CT再構成画像のWiener〈ウイナー〉スペクトルは画像再構成アルゴリズムの影響を受ける．(72)

□ X線CT再構成画像のWiener〈ウイナー〉スペクトルの曲線下の面積は検出器入射線量に反比例する．(72)

□ X線CT再構成画像のWiener〈ウイナー〉スペクトルはある画像再構成関数を用いると周波数の中間値で最大値をとる．(72)

□ X線CT再構成画像のWiener〈ウイナー〉スペクトルの測定は再構成画像をフーリエ変換する．(72)

□ 増感紙–フィルム系の特性曲線を示す（**図K**）．解像度がほぼ一定のとき，高周波領域の雑音等価量子数（NEQ）が最も高いのはA～Eのうちである．(63)



図K

□ 検出系に全くボケがない理想的な画像システムの量子雑音$n(x)$を**図L図1**に示す．この雑音の自己相関関数$\Phi(\tau)$と振幅パワースペクトル$F(u)$は図L図2となる．(73)

図 1

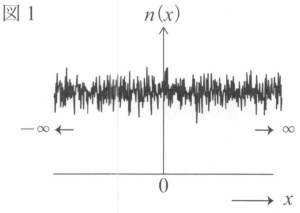


図 2　自己相関関数　　パワースペクトル

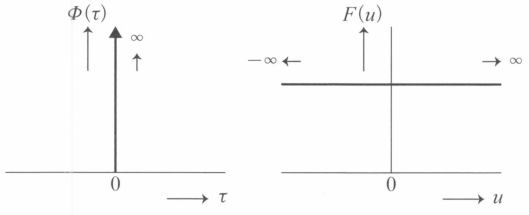


図 L

〔5〕信号検出理論

□ 刺激–反応行列を**図 M** に示す．陽性的中率は $\frac{A}{A+C}$ である．(71)

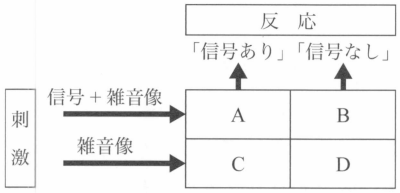


図 M

□ 異常がある画像に対して異常ありと判断した確率を感度という．(61)

□ 異常がない画像に対して異常なしと判断した確率を特異度という．(61)

□ 異常がある画像に対して異常なしと判断した場合を偽陰性という．(61)

□ 異常がない画像に対して異常ありと判断した場合を偽陽性という．(61)

□ 異常がない画像に対して異常なしと判断した場合を真陰性という．(61)

□ 信号のある画像を s，雑音のみの画像を n とし，観察者の判定で「信号あり」を S，「信号なし」を N，そして $P(X|x)$ を条件付確率とする．ROC 解析の刺激–反応行列で $P(S|s)$ を感度，$P(N|n)$ を真陰性率という．(64)

□ 特異度は無病正診率と呼ばれている．(68)

□ 信号および雑音からなる試料と雑音のみの試料を観察して得られた，確信度の確率密度分布を**図 N** に示す．上が信号および雑音，下が雑音のみの分布である．しきい値を T としたとき，TNF（true negative fraction）を表す領域は C である．なお，A から D は，曲線下面積を表すものとする．(72)

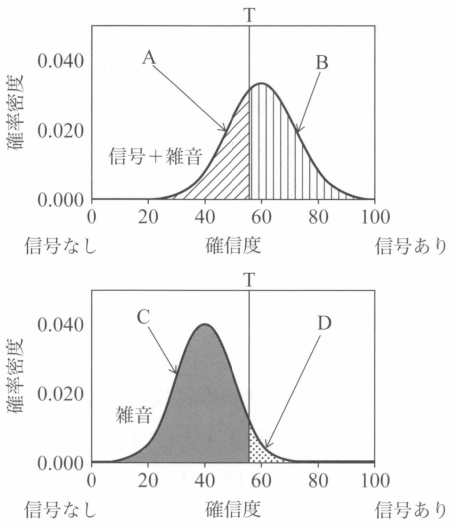


図 N

□ ROC 解析で正常 100 例のうち 70 例を正常と判断した時の特異度は 70% である．(65)

□ 信号を含む画像を 100 枚観察し，誤って信号がないと回答したのは 20 枚であった．雑音のみの画像を 100 枚観察し，誤って信号があると回答したのは 10 枚であった．このとき感度は 80%，特異度は 90% である．(69)

□ 信号が含まれる画像 100 枚と雑音のみの画像 100 枚とをランダムな順番で観察し，信号の有無を 2 段階で評価すると，感度と特異度が求められる．(67)

□ 値が常に 1 になるのは TNF+FPF と TPF+FNF である．ただし，TNF は真陰性率，TPF は真陽性率，FNF は偽陰性率，FPF は偽陽性率とする．(68)

□ 特異度と偽陽性率は反比例する．(71)

□ ある癌診断の画像検査で，新陽性率が 98%，偽陽性率が 5% であった．この癌の一般的な罹患率は 1% である．ある人がこの画像検査を受けて陽性と判断されたとき，実際に間に罹患している確率は約 17% である．(70)

〔6〕ROC

□ 刺激–反応行列のある判別点 x_c について特異性の確率は $\int_{-\infty}^{x_c} f(x|n)dx$ である．ただし，$f(x|s)$ は雑音を含む信号の条件付確率密度関数，$f(x|n)$ は雑音のみの条件付確率密度関数とする．(62)

□ 5 段階のカテゴリーを用いた方法が評定確信度法である．(68, 63)

□ 連続確信度法では 50 mm の自由スケールを使用する．(70)

□ ROC 曲線の横軸は偽陽性率である．(63, 62)

□ ROC 曲線は評価の難易度に影響を受ける．(62)

□ ROC の解析結果は物理的評価と一致しない場合もある．(62)

□ ROC 曲線下の面積は 2 肢強制選択法の正答率に対応する．(70)

□ ROC 解析では ROC 曲線下の面積（A_z）を用いて評価する．(68, 60)

□ ROC 曲線下の面積の最大値は 1 である．(65, 62)

□ ROC 解析では CT 画像と MR 画像の病変検出能の違いを評価できる．(68, 60)

□ ROC 解析で感度，特異度，評定実験，刺激–反応行列が関連する．(63)

□ ROC 解析は読影者間の能力の差を評価することができる．(72, 68, 65)

□ ROC 解析での t 検定は観察者間の変動を考慮した検定法である．(63)

□ ROC 曲線間の統計的有意差検定に Jackknife 法が用いられる．(62)

□ 平均 ROC 曲線に差があっても統計的有意差検定は必要である．(65)

□ 信号を含む画像（信号＋雑音像）が提示された場合と雑音のみの画像（雑音像）が提示された場合の観察者の反応の条件付確率密度関数を**図 O** 左図に示す．このとき得られる ROC 曲線は図 O 右図である．(70)

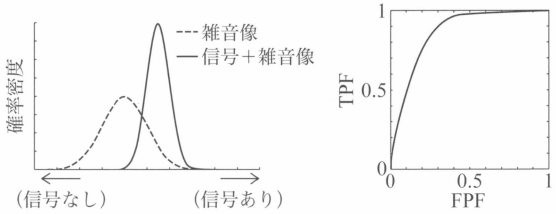


図 O

□ **図 P** の ROC 曲線では感度 80% の時の特異度は 75% である．(73)

□ **図 P** の ROC 曲線では偽陽性率が 0.1 のとき真陽性率は 0.6 である．(73)

□ **図 P** の ROC 曲線では信号ありと雑音のみの確信度正規分布の分散は等しい．(73)

□ 信号検出能が向上すると ROC 曲線は左上にシフトする．(73)

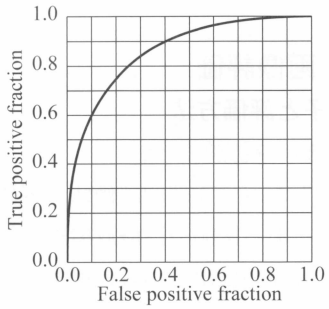


図 P

□ FROC 曲線の横軸は FPI である．(65)

□ 雑音画像資料のみの観察では FROC 曲線は描けない．(70)

□ LROC 解析は信号の有無と位置も認知させる解析法である．(65)

〔7〕 DQE，NEQ

□ X 線受像器の 1 画素当たりに検出される全光子数が一定とする．検出される全光子数の 50% が散乱光子の場合，散乱線の寄与による出力信号の SN 比は 50% 低減する．ただし，散乱線は Poisson＜ポアソン＞分布に従う付加雑音として検出されるものとし，直接光子と散乱が完全に独立しているものとする．(71)

□ NEQ は出力画像の SN 比の 2 乗に対応する．(71)

□ 量子検出効率（DQE）と雑音等価量子数（NEQ）との関係を表す式は $\mathrm{DQE} = \dfrac{\mathrm{NEQ}}{q}$ である．
ただし，q は撮影システムに入射した単位面積当たりの X 線光子数とする．(62)

□ 量子検出効率（DQE）の算出に入射 X 線量子数，デジタル特性曲線，プリサンプリング MTF，デジタルウィナースペクトルを用いる (68, 60)

□ DQE の理論的な最大値は 1 となる．(70, 65)

□ DQE は高空間周波数ほど低い値となる．(65)

□ DQE は CR 機器と FPD 機器の性能比較ができる．(65)

□ DQE は X 線光子の利用効率を表す．(71, 69, 66)

□ DQE は出力の SN 比の 2 乗を入力の SN 比の 2 乗で割る．(66)

□ DQE は NEQ を入射光子数で割った値である．(71, 66)

□ DQE は同一の値であっても解像特性は等しくならない．(71)

第 14 章
放射線安全管理学

14.1 関係法規 □□□

過去問データベース

■14.1.1 診療放射線技師法

〔1〕 放射線の定義

□がんの治療目的に重イオン線を照射することができる.(67)

□規定する放射線に，X線，百万電子ボルト以上のエネルギーを有する電子線，γ線は含まれる.(59)

〔2〕 診療放射線技師の定義

□「核医学診断装置を用いた画像検査診療」と「下部消化管造影検査のために肛門にカテーテルを挿入する行為」は診療放射線技師の法定業務である.(73)

□造影剤投与終了後の抜針および止血と，読影の補助は診療放射線技師の法定業務である.(72)

□診療放射線技師法に規定される「診療の補助」として用いる装置として，「X線CT装置」は該当しない.(69)

□医師または歯科医師の具体的な指示を受けなければ，放射線を人体に照射してはならない.(66)

□緊急時でも医師又は歯科医師の指示なしに放射線を人体に照射できない.(64, 62)

□医師の指示があっても，放射性同位元素，密封放射性同位元素等を人体内に刺入（挿入）して照射することはできない.(64, 63, 62, 60)

□医師の指示の下に，磁気共鳴画像診断装置，超音波診断装置を用いた検査ができる.(60)

□診療放射線技師でなくなった後も業務上知り得た人の秘密を漏らしてはならない.(63, 62, 60)

□放射線照射の具体的な指示は医師または歯科医師が行う.(65)

□診療放射線技師の業務として，「照射録の作成」「MRI検査の実施」は法令に規定されている.(71)

〔3〕 場所の制限

□医師の指示を受け患者の居宅にて100万電子ボルト未満のエックス線照射を行う.(70)

□医師の指示の下に，100万電子ボルト未満のエネルギーを有するX線を出張して照射できる.(62)

□照射業務を行う場所に制限がある.(64, 63)

〔4〕 診療放射線技師籍と免許証

□免許を取り消された者は，10日以内に返納しなければならない.(64)

□診療放射線技師籍の登録事項に変更が生じたら30日以内に訂正を申請する.(62)

〔5〕 照射録

□エックス線撮影後に遅滞なく照射録を作成する.(70)

□照射録には照射を受けた者の氏名，性別及び年齢，照射の年月日を記載する必要がある.(61)

□照射録は，指示をした医師または歯科医師の署名，氏名を記載する必要がある.(67, 66, 61)

□照射録には指示を受けた年月日を記載する必要はない.(61)

□照射録を作成する義務は照射を行った診療放射線技師にある.(61)

□照射録には照射方法を具体的かつ詳細に記載する必要がある.(63, 60)

■14.1.2 医療法

〔1〕 医療法施行規則

□病院に診療の用に供するエックス線装置を備えた場合に都道府県知事への届出を規定する法令は医療法である.(73)

□診療用放射性同位元素使用室と陽電子断層撮影診療用放射性同位元素使用室は，医療法施行規則で主要構造部を耐火構造又は不燃材料を用いた構造にすることが規定されている.(69)

□エックス線装置の届出で「放射線診療従事者の数」は医療法施行規則に規定されていない.(66)

□エックス線障害の防止に関する構造設備の概要を記載する.(65)

□エックス線診療に従事する医師，歯科医師，診療放射線技師または診療エックス線技師の氏名を記載する.(65)

□診療用X線装置に移動型X線装置，歯科用パノラマ断層撮影装置，乳房撮影用X線装置，骨塩定量分析X線装

置，輸血用血液照射用X線装置は含まれる．(61)

□診療用高エネルギー放射線発生装置にリニアック，サイクロトロンは含まれる．(61)

□診療用放射線照射装置にリモートアフターローディング装置（RALS），ガンマナイフは含まれる．(61)

□診療用放射線照射器具に^{125}Iシード，^{192}Irは含まれる．(61)

□放射性同位元素装備診療機器に^{137}Cs血液照射装置，骨塩定量分析装置は含まれる．(61)

□放射線診療従事者（妊娠の意思がない女子含む）の線量限度で実効線量は5年間で100 mSv，1年間につき50 mSvである．(67, 64, 63, 62, 61, 60)

□放射線診療従事者の線量限度で妊娠可能な女子の実効線量は3月間ごとに5 mSvである．(65, 64, 62, 61, 60)

□放射線診療従事者の線量限度で妊娠中の女子の実効線量は出産するまでの期間，内部被ばくにつき1 mSvである．(67, 62, 60)

□妊娠中の女子の腹部表面等価線量限度は出産するまでの期間2 mSvである．(63, 62, 61)

□放射線診療従事者の線量限度で眼の水晶体の等価線量限度は1年間につき150 mSvである．(71, 64, 63, 61, 60)

□緊急作業に係る実効線量限度は女子を除いて100 mSvである．(65, 64, 63, 61, 60)

□放射線診療従事者の線量限度で皮膚の等価線量限度は1年間につき500 mSvである．(64, 63)

□X線診療室の画壁等の外側（or常時立ち入る場所）の実効線量は1 mSv/週である．(68, 64, 63, 62)

□放射線治療病室外壁は1 mSv/週である．(68, 66, 61, 60)

□一般病室は1.3 mSv/3月間である．(68, 66, 63, 62, 61, 60)

□管理区域は1.3 mSv/3月間である．(66, 63, 62, 61, 60)

□事業所（or病院）の敷地の境界は250 μSv/3月間である．(68, 66, 62, 61, 60)

□事業所（or病院）内の居住区域の境界は250 μSv/3月間である．(68, 66, 63, 62, 61, 60)

□使用室の画壁等の外側は1 mSv/週である．(60)

□撮影者は0.25 mm鉛当量の防護衣を着用する．(66)

□X線診療室は放射線障害防止の注意事項の掲示場所に該当する．(64)

□医療法施行規則の規定で「診療用放射線照射装置使用室」は，出入口が1か所に限定されている．(71)

〔2〕在宅医療におけるエックス線撮影装置の安全な使用について（医薬安発第69号通知）

□在宅医療におけるX線撮影でX線透視を行うことはできない．(66)

■14.1.3　放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律

〔1〕放射線障害防止法施行規則

□管理区域の境界と廃棄作業室は，放射線障害防止法において，放射性同位元素による汚染状況の測定場所として規定されている．(70)

□雇入れの際に行う健康診断で電離放射線障害防止規則の検査項目に被ばく歴の有無，皮膚の検査，赤血球数，白血球百分率がある．(67)

□健康診断は管理区域に立ち入った後は，1年を超えない期間ごとに実施する．(66)

□実効線量限度を超えて被ばくしたおそれがある時に行う．(66)

□放射性同位元素により皮膚の創傷面が汚染されたおそれがある時に行う．(66)

□電離放射線健康診断個人票を作成し管理する．(65)

□放射線業務従事者が管理区域に初めて立ち入る前に行う健康診断では，被ばく歴の有無に関する問診，末しょう血液中の，白血球数および白血球百分率の検査，赤血球数の検査および血色素量またはヘマトクリット値の検査，白内障に関する眼の検査，皮膚の検査を行う．(61)

□健康診断の血液検査に血小板数の測定は含まれない．(63)

■14.1.4　労働安全衛生法

〔1〕電離放射線障害防止規則

□電離放射線障害防止規則に規定されている健康診断では，電離健康診断個人票を作成する．(69)

□電波法では，MRI装置の使用許可が規定されている．労働安全衛生法では，労働者の健康診断が規定されている．(68)

合格テキスト

memo

■14.1.1　診療放射線技師法

〔1〕放射線の定義

1）α線およびβ線

2）γ線

14.2 放射線防護の基本概念 □□□

過去問データベース

■14.2.1 放射線防護体系

〔1〕放射線防護の目的

〔2〕行為と介入

〔3〕行為の正当化

□ 放射線防護体系で，行為の正当化は代替手段のコストに配慮して行わなければならない．(73)

〔4〕防護の最適化

〔5〕線量限度

□ 放射線施設の近隣住民の被ばく，診療放射線技師の業務に伴う被ばくは，線量限度が適用される．(69)

□ 被ばくを伴う行為は正当化されなければならない．(66)

□ 行為の正当化→防護の最適化→個人の線量限度．放射線防護体系の3原則は，放射線被ばくを伴ういかなる行為も（正当化）され合理的に達成できるよう（最適化）され，（個人）の被ばくは（線量限度）を超えてはならない．(64)

□ 脳梗塞発症翌日の頭部CT撮影には放射線防護体系における正当化が適用される．(67)

□ 肝膿胞の経時変化を3か月ごとにX線CTで評価することは放射性防護体系の3原則に合致しない．(65)

〔6〕診断参考レベル，線量拘束値

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において，緊急時被ばく状況の被ばく分類「職業被ばく」の線量規制値は「参考レベル」である．(70)

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告の医療被ばくにおける診断参考レベルでは，放射線治療には適応しない．(68)

■14.2.2 放射線防護に用いられる諸量

〔1〕吸収線量，等価線量，実効線量

□ 個人線量当量は，ICRUスラブファントムを用いて計測する．(73)

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において，組織加重係数が最も小さいのは脳である．(73)

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において，選択肢の中では，乳房の組織加重係数が最も高い．(70)

□ 選択肢の中では，γ線の放射線加重係数が最も低い．(69)

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において陽子線の放射線加重係数は2である．(71, 67)

□ 局所被ばくの場合，唾液腺と陽子線の組み合わせは，選択肢の中では，最も実効線量が低い．ただし，放射線加重係数，組織加重係数は国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告の値とする．(66)

□ 脳の加重係数は0.01である．(65)

□ 組織加重係数は実効線量を定義するためのものである．(72, 62)

□ 等価線量を算出するのに放射線加重係数，組織の平均吸収線量が必要．(68)

□ 等価線量は吸収線量に放射線加重係数を乗じた値である．(64)

□ 乳房だけにX線が2.0 mGy均等に当たった場合の実効線量は0.24［mSv］である．(71)

□ 放射線防護に用いられる実用量は，個人線量当量である．(71)

■14.2.3 放射線被ばくの種類と防護

〔1〕自然放射線被ばく

〔2〕公衆被ばく

□ 航空機を利用する乗客の被ばくと，放射線業務従事者の胎児の被ばくは，国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において公衆被ばくとみなされる．(70)

□ 放射線業務従事者の胎児被ばくは公衆被ばくとみなす．(64)

〔3〕医療被ばく

□ 医療被ばくを除き，個人の被ばくは線量限度を超えてはならない．(66)

□ 母体が受けた医療行為に伴う胎児の被ばくは，医療被ばくである．(71)

□ X線撮影で付加フィルタを使用すると患者の皮膚の吸収線量が低下する．(68)

□ ^{123}I-MIBGシンチグラフィ前のヨウ素剤投与は，医療被ばくを低減させる．(69)

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において，放射性核種による治療を受けた患者の介助者および介護者（若年の子どもと乳児は除く）の1事例当たりの線量拘束値は5 mSvである．(67)

〔4〕職業被ばく

□ 宇宙飛行士の宇宙線被ばくは，国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において職業被ばくとみなされる．(67)

□ 組織内照射用線源挿入時の術者の被ばくは職業被ばくである．(61)

■14.2.4　放射線被ばくの特徴

〔1〕外部被ばく

□ H_cは線量計を腹部に装着した1 cm線量当量である．(67)

〔2〕内部被ばく

□ 内部被ばく防護の3D2Cの原則に希釈，分散，除去，閉じ込め，集中化がある．(70)

□ 防護の最適化では経済的・社会的要因を考慮しなければならない．(71)

□ ラドンガスによる主な被ばくは内部被ばくである．(65)

〔3〕全身被ばくと局所被ばく

□ 国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告において胎児への確定的影響を考慮すべきしきい線量［mGy］は100［mGy］である．(68)

□ 放射線の影響でしきい値があるもの：脱毛，白血病 (62)

□ 染色体異常は，放射線の確率的影響である．(67)

合格テキスト

■14.2.1　放射線防護体系

memo

〔1〕放射線防護の目的〔2〕行為と介入

放射線防護に関する世界的な委員会が国際放射線防護委員会（ICRP）である．ICRPでは，放射線防護の理念や体系，放射線防護に関する手法について勧告を行っている．

防護の目標に沿った放射線防護体系（system of radiological protection）は，放射線被ばくを伴う新たな行為とすでに導入している行為を変更する場合に対して，どのような放射線防護の方策を講じなければならないかを示した体系である．放射線防護の目的は（1）利益をもたらすことが明らかな行為が，放射線被ばくを伴う場合には，その利益を不当に制限することなく人の安全を確保すること，(2) 個人が一定以上の高線量を被ばくするとその個人に発症する身体症状（確定的影響）の発生を防止すること，(3) 被ばく後5～10年以上経て，被ばく集団に頻度が増加する可能性がある発がんのリスク（確定的影響）の発生を制限するため，あらゆる合理的な手段をとることである．その具体的方策が〔1〕行為の正当化，〔2〕防護の最適化，〔3〕個人の線量限度である．

被ばくのカテゴリーは，〔3〕職業被ばく，〔2〕医療被ばく，〔4〕公衆被ばくに分類される．ICRP90年勧告では，「行為」と「介入」という行動に基づく防護体系がとられた．定義では「行為」は被ばくを引きおこす活動，「介入」は被ばくを減らす行動とされている．

被ばく状況のタイプは，被ばくする個人に対するすべての線源および考えられる状況を分類するもので，①計画被ばく状況（被ばくする前に放射線防護をあらかじめ計画することができる状況および被ばくの大きさと範囲を合理的に予測可能な状況），②緊急時被ばく状況（計画された状況を運用している際に，悪意を持った行為から，または予想しない状況から発生する好ましくない状況において緊急の対策を必要とする状況），③現存被ばく状況（管理について考慮しなければならないときにすでに状況が存在している状況．住居内等のラドン，自然放射性物質の利用，緊急時被ばく状況の後の長期的な被ばく）がある．

14.3 施設・環境測定と個人の放射性被ばく管理 □□□

過去問データベース

■14.3.1 外部被ばく測定

□ 1個が11.0 MBqの^{125}I治療用密封小線源を30分の手術にて永久刺入した場合，線源から30 cmの距離で治療行為を行ったときの医師の被ばく線量は3.85［μSv］である．ただし，患者からの被ばくは無視し，医師が取り扱う線源は常に5個で，実効線量率定数は0.0126 μSv·m^2·MBq^{-1}·h^{-1}とする．(73)

□ 電子式ポケット線量計は線量を直接読み取れる．(72)

□ 蛍光ガラス線量計は，繰り返し測定が可能であり，長期間の積算線量が測定できる特性を有する．(72, 68)

□ OSL線量計は蛍光量を用いた個人被ばく線量計である．(63)

□ 放射線治療病室への一時立入者の個人被ばく測定に適しているのはポケット線量計である．(62)

□ α粒子–脳の組み合わせは，臓器吸収線量が同一のとき，選択肢の中では，等価線量が最も高い組み合わせである．ただし，放射線加重係数および組織加重係数は国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007年勧告の値とする．(70)

□ 個人被ばく線量計は男性は胸部，女性は腹部の位置に装着する．(62)

□ ^{198}Auグレイン1,500 MBqを永久刺入された患者から2 mの距離で1時間介助を行う看護師の被ばく線量は，21.6 μSvである．ただし，患者の体内における減弱は考慮しないものとし，実効線量率定数は0.0576 μSv·m^2·MBq^{-1}·h^{-1}とする．(68)

□ ^{192}Ir線源の放射能が1/3に減衰したときに線源交換を行う場合，交換日は約120日となる．ただし，^{192}Irの半減期を74日とし，$\log_e 2 = 0.693$，$\log_e 3 = 1.099$とする．(67, 62)

□ 100 MBqの^{18}F線源から2 m離れた地点で毎回15分間，年間80回の^{18}F–FDG腫瘍PETを行った従事者の年間被ばく線量は，70［μSv/年］である．ただし，^{18}Fの実効線量率定数は，0.14 μSv·m^2·MBq^{-1}·h^{-1}とする．(66)

□ ^{18}Fを200 MBq投与された患者と2.0 mの距離で30分間同席した場合の実効線量は，3.5 μSvである．ただし，^{18}Fの実効線量率定数は0.14 μSv·m^2·MBq^{-1}·h^{-1}とする．(61)

□ ^{131}Iを400 MBq投与された患者から2 mの距離で1時間同席した場合の被ばく線量は，0.6 μSvである．ただし，1 cm線量（当量）定数は0.065 μSv·m^2·MBq^{-1}·h^{-1}である．(64)

■14.3.2 内部被ばく測定

□ チタン酸^{90}Srを誤って吸入摂取した場合の内部被ばく線量の測定法は，バイオアッセイ法を用いる．(73)

□ バイオアッセイ法は尿中に排泄される放射性同位元素を測定する．(60)

□ 体外計測法による内部被ばくの評価では残留関数が使用される．(71)

■14.3.3 施設・環境測定

□ GM計数管とSi半導体検出器は，サーベイメータによるγ線の測定に適している．(70)

□ プラスチックシンチレータは，β線排水モニタリングに適した放射線検出器である．(69)

□ NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータは環境の空間線量率測定に用いられる．(66)

□ 中性子測定用としてレムカウンタを用いる．(64)

□ 排液中の放射性同位元素濃度測定としてウェル型シンチレーションカウンタを用いる．(61)

□ 低エネルギーβ線排水モニタには液体シンチレーションカウンタを用いる．(72)

合格テキスト

■14.3.1 外部被ばく測定

memo

個人線量計には，蛍光ガラス線量計（繰り返し測定が可能），熱ルミネセンス線量計（TLD），光刺激ルミネセンス線量計（OSLD），固体飛程検出器などがある．

このうちレーザー光（紫外線）で刺激することによって蛍光を発する蛍光ガラス線量計の特徴は，①繰り返し測定が可能であり，②長期間の積算線量が測定でき

14.4　放射線取扱い施設の管理　□□□

過去問データベース

■14.4.1　放射線取扱い施設の管理

□ ^{18}F–FDGからの線量を1/16に遮へいするために必要な鉛厚は，16.4 mmである．ただし，^{18}Fに対する鉛の半価層を4.1 mmとする．(59)

□ ^{18}F-FDGに対し鉛防護壁を設置する場合，放射線量を1,000分の1にする防護壁の厚さ（cm）は4.2 cmである．ただし，$\ln 10 = 2.3$，線減弱係数は1.7 cm^{-1}とし，散乱線は考慮しないものとする．(72)

合格テキスト

■14.4.1　放射性取扱い施設の管理

memo

外部被ばく防護において，外部被ばくの防護の3原則は「距離・時間・遮へい」であるが，このうち，距離について，線源から離れると，単位断面積に入射する放射線量は，距離の2乗に反比例して減少する（距離の逆2乗則）．つまり，線源から距離lの放射線量をD，距離l'の放射線量をD'とすると，

$D \times l^2 = D' \times l'^2$であるため，$D' = D \times \left(\dfrac{l^2}{l'^2}\right)$となる．

時間については，線源を取り扱う時間に比例して放射線量は増加する．

また，放射性核種の壊変（放射線を放出し安定核種へと壊れること）について，放射能が1/2に減少する時間をTとし，これを半減期という．放射能A_0のt時間後の放射能Aについては，以下の式（14.6）で表すことができる．

$$\mathrm{A} = A_0\left(\frac{1}{2}\right)^{t/T} \tag{14.6}$$

計算例：^{192}Ir線源の放射能が1/3に減衰したときに線源交換を行うこととした．交換日に最も近い日数はどれか．ただし，^{192}Irの半減期を74日とし，$\log_e 2 = 0.693$，$\log_e 3 = 1.099$とする．

式（14.6）に代入し，

$$\frac{1}{3} = 1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/74}$$

これを解くと，$t = 117$［日］

また，遮へいについては遮へい体を置くことにより放射線を減少する．

光子の物質中での減弱は指数法則に従い，物質透過後の光子数Iは以下の式（14.7）で表せる．

$$I = I_0 e^{-\mu x} = I_0\left(\frac{1}{2}\right)^{x/H} \tag{14.7}$$

ここで，x：物質厚，μ：線減弱係数，I_0：入射前の光子数，H：半価層

線減弱係数と半価層の関係は

$$H = \frac{0.693}{\mu}$$

である．

計算例：^{18}F-FDGに対し鉛防護壁を設置する場合，放射線量を1,000分の1にする防護壁の厚さ（cm）に最も近いのはどれか．

ただし，$\ln 10 = 2.3$，線減弱係数は1.7 cm^{-1}とし散乱線は考慮しないものと

する.

$I = I_0 e^{-\mu x}$ より

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu x} \cdots \frac{1}{1{,}000} = e^{-1.7x}$$

$$\ln 10^{-3} = \ln e^{-1.7x}$$

これを解くと $-3 \times 2.3 = -1.7x$

よって $x = 4.2\,\mathrm{cm}$

14.5 放射線管理の方法と事故対応 □□□

過去問データベース

■14.5.1 線源管理

□ 汚染検査室は管理区域内の出入口付近に設置する．(69)

□ 管理区域内の気圧を外気よりわずかに陰圧となるように調節する．(68)

□ γ線源の取扱いは模擬線源で操作法を訓練する．(61)

□ γ線源の取扱いは作業時間を短縮する．(61)

■14.5.2 表面汚染管理

〔1〕目的と方法

□ 表面汚染密度限度が4 Bq/cm^{2}である核種は^{223}Raである．(73)

□ 手足や衣服の表面汚染測定にハンドフットクロスモニタを用いる．(64)

□ 作業台の表面汚染密度測定として，GMサーベイメータを用いる．(64, 61)

□ 表面汚染密度の測定にはGM管式サーベイメータ，比例係数管式サーベイメータ，フロアモニタ，ハンドフットクロスモニタなどがある．(60)

□ 表面汚染の測定はJIS規格に規定されている．(72)

□ 放射性同位元素の表面汚染の検出にはスミア法が有効である．(64)

□ スミア法ではろ紙を用いる．拭き取り面積は100 cm^{2}である．拭き取り効率が測定に影響する．(63)

□ 放射性同位元素による表面汚染について，スミア法は遊離性汚染の測定に適する．(71)

〔2〕表面汚染密度の測定

□ 表面汚染をサーベイメータ（窓面積12 cm^2）法で測定したとき，総計数率が3,000 cpm，自然計数率が25 cpmであった．表面汚染密度は，82.6［Bq/cm^2］または4,958［Bq/cm^2］である．ただし換算係数は20 Bq/cpmとする．(65)

〔3〕結果の評価

□ γ線を放出する核種の表面密度限度は40 Bq/cm^{2}である．(69)

□ 表面密度限度の1/10を超えるものは管理区域からみだりに持ち出さない．(68)

□ α線を放出する核種の汚染密度限度は4 Bq/cm^{2}である．(65)

□ β線放出核種の表面密度限度は40 Bq/cm^{2}である．(68)

□ β線を放出する核種の汚染密度限度は40 Bq/cm^{2}である．(65)

〔4〕汚染対策

□ 放射能汚染拡大防止策として，液体状線源の取扱いは受皿を使用する．(61)

〔5〕洗浄設備

〔6〕除　染

□ 非密封線源の除染処理は，汚染箇所の外側から中心部に向けて行う．(66)

□ 傷口の汚染は直ちに多量の温流水で洗い流す．(72)

□ 傷口の汚染は直ちに温流水で洗い流す．(64)

□ 皮膚の除染には水または中性洗剤を用いる．(63)

□ 放射能汚染除去に用いる除染剤は，水を優先する．(62)

□ 非密封放射性同位元素の除染作業は早期に行う．(60)

■14.5.3 放射性廃棄物

□ 放射性廃棄物の処理について，PET用放射性医薬品による汚染物は7日間保管した後，管理区域から持ち出せる．(73)

□ 注射針など感染の恐れのあるものは滅菌する．(70)

□ 放射性同位元素に汚染されたゴム手袋は難燃物容器に入れて廃棄する．(60)

□ 1.2 Bq/cm^{3}の^{59}Feと0.9 Bq/cm^{3}の^{89}Srを含む放射性廃液5トンを排水するための最小の希釈倍数は6である．ただし，排水中の濃度限度を^{59}Feは0.4 Bq/cm^3，^{89}Srは0.3 Bq/cm^{3}とする．(69)

□ 0.18 Bq·cm^{-3}の^{137}Csと0.75 Bq·cm^{-3}の^{89}Srを含む放射性廃液を直ちに排水するための最小の希釈倍数は5である．ただし，排水中の濃度限度を^{137}Csは0.09 Bq·cm^{-3}，^{89}Srは0.3 Bq·cm^{-3}とする．(72)

■14.5.4 放射線事故

〔1〕事故事例

〔2〕発生時の対応

□ 放射線事故時の対応について応急措置の4原則には安全保持，通報，拡大防止，過大評価がある．(70)

□ 放射線事故時の対応で応急措置の原則に安全教育は含まれていない．(65)

14.6　医療におけるリスクマネジメント　□□□

過去問データベース

■14.6.1　リスクの要因

〔1〕人的要因

□ 作業のヒューマンエラーを防ぐダブルチェックは医療事故の防止策である．(73)

□ 車椅子の患者を立位で撮影するため，介助者を待って撮影した．(72)

□ 入院患者をリストバンドによりIDや氏名を照合し，患者に氏名と生年月日を名乗ってもらって確認し，撮影を行った．(72)

□ 診療放射線技師の行為として，検査受付にて患者に前処置に関する説明を行った．(71)

□ 診療放射線技師の対応として，意識不明の入院患者だったのでネームバンドで本人確認をしてX線撮影を行った．(71)

□ 診療放射線技師の対応として，患者氏名の確認はCT検査前に行う．(70)

□ 核医学検査室での診療放射線技師の行為で，氏名確認の際に自ら名乗ってもらうように患者に促した．(66)

□ 画像検査時の診療放射線技師の対応で，腰椎X線撮影の際に患者氏名の確認を撮影前に行った．(65)

〔2〕物的要因

□ 適切な薬剤のみが接続されるようなコネクタの形状の設計をフールプルーフと言う．(72)

□ 造影剤注入装置で気泡の検出と連動する自動停止機能をフェイルセーフと言う．(72)

〔3〕体制の要因

□ 守秘義務の徹底は医療事故の防止につながる．(73)

□ 他の医療職種との緊密な連携は医療事故の防止につながる．(73)

□ 指示内容に関する医師への疑義照会は医療事故の防止につながる．(73)

□ エビデンスに基づいた医療技術の提供は医療事故の防止につながる．(73)

■14.6.2　リスク評価とリスク管理

〔1〕評価方法

□ 医療事故の防止策として，懲罰モデルに基づく医療安全教育とはしない．(73)

□ 画像検査中に患者が装置から転落して骨折した案件をアクシデントとして報告した．(72)

□ 撮影条件の誤りに気づいて検査実施前に修正したことをヒヤリハットとして報告した．(72)

□ 診療放射線技師が使用済み注射針を自らに誤って穿刺した案件をアクシデントとして報告した．(72)

□ 病院のインシデント報告は，再発防止策の検討，職場環境の整備，他部署との情報共有等を目的として利用される．(66)

□ 病院のインシデント報告では，インシデントの当事者の責任は追及しない．(66)

〔2〕管理対策

□ 確認や検討を要する事項を列挙したチェックリストは，医療安全に必要である．(73)

□ ブリーフィングは事前の報告や確認作業のことで，医療現場での安全確認に役立つ．(73)

□ PDCAサイクルは課題を洗い出し医療の質と安全を向上させる．(73)

□ チーム医療を実践する際には情報の共有が重要である．(66)

□ 放射線治療での誤照射事故防止対策としては自発的報告が重要である．(65)

合格テキスト

患者は病院で，安全に安心して診療を受けられることは，いたって当たり前のことと思って来院（入院）する．しかし，すべての医療行為や院内での行動では大なり小なり危険（リスク）を伴い，このリスクをゼロにすることは不可能である．そのため，医療では，リスクを最小に（危険を予防）し，安全な診療が実施できるようにリスクマネジメントが必要となる．現在では，医療の質を担保し向上させるためには，医療安全の推進は欠かせない存在となっている．

memo

放射化学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものは×をつけなさい．

全　般

□ 1. メスバウアー（Mössbauer）効果はα線に関係する．
□ 2. チェレンコフ効果は中性子に関係する．
□ 3. ゴム手袋は破損のないことを確認した後にはめる．
□ 4. 放射化学の実験操作ではあらかじめ cold run によって問題点を調べておく．
□ 5. 放射性炭素 ^{14}C を測定することで年代推定が可能である．

1.1 元　素

□ 6. 親核種の半減期（T_1）と娘核種の半減期（T_2）が$T_1 > T_2$のとき過渡平衡が成立する．
□ 7. 親核種の壊変定数（λ_1）と娘核種の壊変定数（λ_2）が$\lambda_1 \gg \lambda_2$のとき永続平衡が成立する．
□ 8. 過去問データベース図Aは永続平衡の図である．
□ 9. 図（過去問データベース図A）の曲線（A）は親核種の減衰を示す．
□ 10. 図（過去問データベース図A）の曲線（B）は親核種と共存する娘核種の放射能を示す．
□ 11. 過渡平衡が成立するとき，親核種（半減期T_1）の放射能A_1と娘核種（半減期T_2）の放射能A_2の間には$A_2 = \dfrac{T_1}{T_1 - T_2} A_1$が成立する．
□ 12. 永続平衡が成立するとき，親核種の放射能と娘核種の放射能は等しい．
□ 13. ^{99}Mo–^{99m}Tcでは永続平衡が成立する．
□ 14. ^{90}Sr–^{90}Yでは永続平衡が成立する．
□ 15. ^{11}C，^{13}N，^{15}O，^{18}Fのうち最も物理学的半減期が長いのは^{15}Oである．
□ 16. 物理的半減期は壊変定数だけで求められる．
□ 17. 平均寿命は壊変定数だけで求められる．
□ 18. 有効半減期（T_e），生物学的半減期（T_b），物理的半減期（T_p）の関係は$1/T_b = 1/T_e + 1/T_p$．
□ 19. 物理学的半減期が6時間である放射性医薬品の有効半減期が2.4時間のとき，生物学的半減期は1.7時間である．
□ 20. ^{131}Iの甲状腺における生物学的半減期が7日の場合，有効半減期は3.7日である．

1.2 放射性核種の製造

□ 21. ^{235}Uの熱中性子照射による核分裂で，収率の高いのは質量数が95と140近辺の核種である．
□ 22. ^{3}Hはサイクロトロン生産核種である．
□ 23. ^{18}Fはサイクロトロン生産核種である．
□ 24. ^{51}Crは原子炉生産核種である．
□ 25. ^{60}Coはサイクロトロン生産核種である．
□ 26. ^{99}Moは原子炉生産核種である．
□ 27. ^{137}Csはサイクロトロン生産核種である．
□ 28. ^{201}Tlは原子炉生産核種である．
□ 29. $^{6}Li(p, \alpha)^{3}H$は正しい．
□ 30. $^{23}Na(n, \gamma)^{24}Na$は正しい．
□ 31. $^{32}S(n, p)^{32}P$は正しい．
□ 32. ある元素（核反応断面積σ）N個を中性子フルエンス率fの原子炉で中性子照射したとき生成する放射性核種の放射能Aは，照射時間をt，生成核種の半減期をTとすると$A = \sigma f N\left(1 - \left(\dfrac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}\right)$となる．
□ 33. ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータでは^{99}Moと^{99m}Tcとの間に過渡平衡が成立している．
□ 34. ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータでは^{99}Moはシリカゲルカラムに吸着している．
□ 35. ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータでは溶出液には蒸留水を用いる．
□ 36. ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータでは^{99m}Tcは$NaTcO_4$として溶出される．
□ 37. ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータにはドライタイプとウェットタイプとがある．
□ 38. ^{99}Mo–^{99m}Tcジェネレータにおいて，^{99}Moの放射能が100 MBq，^{99m}Tcの放射能が0のとき，48時間後の^{99m}Tcの放射能は約60 MBqである．
□ 39. ^{68}Gaはミルキングで得られる．
□ 40. ^{81m}Krはミルキングで得られる．

1.3 放射化学分離と純度検定

□ 41. 捕集剤は目的とする放射性同位体を沈殿させるのに用いる．
□ 42. 無担体の放射性同位体は比放射能が高い．
□ 43. 吸着現象によってラジオコロイドは生成する．
□ 44. ウイルツバッハ法は同位体効果を利用する．
□ 45. 共沈法は溶解度積の法則を用いる．
□ 46. 共沈法を用いた，^{140}Ba–^{140}Laから^{140}Laの分離では^{140}Laを無担体分離することができる．
□ 47. 溶媒抽出法は分配関数を利用する．
□ 48. 溶媒抽出法はトレーサ量のみの利用が可能である．
□ 49. ペーパークロマトグラフィは標識率測定に利用する．
□ 50. ペーパークロマトグラフィではR_f値を利用する．
□ 51. 薄層クロマトグラフィは放射化学的純度の検定に利用される．
□ 52. ペーパークロマトグラフィは吸着剤を利用する．
□ 53. 薄層クロマトグラフィではイオン交換樹脂を利用する．
□ 54. イオン交換樹脂による分離法は分離係数が高い．
□ 55. イオン交換クロマトグラフィはスカベンジャを利用する．
□ 56. 錯体を形成する金属イオンは陰イオン交換樹脂に吸着する．
□ 57. 陽イオン交換樹脂は核分裂生成物の分離に用いる．
□ 58. スルホン酸基は陽イオン交換基である．
□ 59. 内部電解法では酸化還元反応を利用する．

□ 60. 電気泳動法は放射性標識化合物の純度検定に用いる.
□ 61. 電気泳動法は非電解質溶液を利用する.
□ 62. ^{90}Y はラジオコロイド法で分離できる.
□ 63. ラジオコロイドはイオン交換法で分離できる.
□ 64. ガスクロマトグラフィはカラムを利用する.
□ 65. ガス拡散法は同重体の濃縮・分離法である.

1.4 放射性標識化合物

□ 66. 化学合成法は ^{14}C 標識化合物の合成法である.
□ 67. ^{14}C 標識化合物の合成にはグルニヤール反応が利用される.
□ 68. ^{14}C 標識化合物の合成に生合成法は利用されない.
□ 69. ^{14}C 標識化合物の合成にホットアトム法は利用されない.
□ 70. ヨードゲン法は蛋白質の放射性ヨウ素標識法である.
□ 71. ラクトパーオキシダーゼ法は蛋白質の放射性ヨウ素の直接標識法である.
□ 72. クロラミン-T 法は蛋白質の放射性ヨウ素の間接標識法である.
□ 73. ボルトン・ハンター法は蛋白質の放射性ヨウ素の間接標識法である.
□ 74. 放射化学的純度の測定に逆希釈分析法が用いられる.
□ 75. 放射化学的純度の測定に電気泳動法が用いられる.
□ 76. 標識化合物の放射線分解の低減化のために他の強い放射線源から離して置く.
□ 77. 標識化合物の放射線分解の低減化のために放射能濃度を高くする.
□ 78. 標識化合物の放射線分解の低減化のために比放射能を高くする.
□ 79. γ線スペクトロメトリは放射性核種純度の検定に用いる.

1.5 放射性核種の化学的利用

□ 80. 放射化学分析法では測定したい試料は非放射性である.
□ 81. 放射化分析は非放射性元素を核反応によって放射性核種にする.
□ 82. 核反応時の温度は生成される核種の放射能に影響する.
□ 83. 放射化分析は多元素同時分析が可能である.
□ 84. 放射化分析は検出感度が低い.
□ 85. PIXE 法は中性子線を利用する.
□ 86. 直接希釈法で未知試料の重量を求めるとき，添加する放射性同位体の重量を w（比放射能を S_0），分離精製した後の比放射能を S とすると，未知試料の重量 x は $x = w\left(\dfrac{S_0}{S} - 1\right)$ である.
□ 87. 逆希釈法で未知試料の重量を求めるとき，添加する同位体の重量を w，未知試料の比放射能を S_0，分離精製した後の比放射能を S とすると，未知試料の重量 x は $x = w \times \dfrac{S}{S_0 - S}$ である.
□ 88. 同位体希釈分析法で重量測定を要しないのは二重希釈法である.
□ 89. 放射性トレーサには薬理効果を示すものを用いる.
□ 90. オートラジオグラフィで解像力を向上させるために試料とフィルムを密着する.
□ 91. オートラジオグラフィで解像力を向上させるために感光乳剤粒子の大きいものを使用する.
□ 92. オートラジオグラフィで解像力を向上させるために厚い試料を使用する.
□ 93. ^{32}P を用いた方が ^{3}H を用いるよりもオートラジオグラムの解像度は高くなる.
□ 94. フィルム法の方がイメージングプレート法より感度が高い.
□ 95. イメージングプレートを用いたオートラジオグラフィでは暗室内での作業が不要である.
□ 96. イメージングプレートを用いたオートラジオグラフィでは定量的評価はできない.
□ 97. 放射滴定法は放射分析法の直接法に分類される.
□ 98. γ線スペクトロメトリは放射化学分析である.
□ 99. アクチバブルトレーサ法は放射化分析を利用する.
□ 100. イメージングプレート法は写真法より感度が低い.

放射化学　練習問題解答

1	×	2	×	3	○	4	○	5	○	6	○	7	×	8	×	9	×	10	○	11	○	12	○	13	×	14	○	15	×
16	○	17	○	18	×	19	×	20	○	21	○	22	×	23	○	24	○	25	×	26	○	27	×	28	×	29	×	30	○
31	○	32	○	33	○	34	×	35	×	36	○	37	○	38	○	39	○	40	○	41	○	42	○	43	○	44	×	45	○
46	○	47	×	48	×	49	○	50	○	51	○	52	×	53	×	54	○	55	×	56	○	57	○	58	○	59	○	60	○
61	×	62	○	63	×	64	○	65	×	66	○	67	○	68	×	69	×	70	○	71	○	72	×	73	○	74	○	75	○
76	○	77	×	78	×	79	○	80	×	81	○	82	×	83	○	84	×	85	×	86	○	87	○	88	×	89	×	90	○
91	×	92	×	93	×	94	×	95	○	96	×	97	×	98	○	99	○	100	×										

診療画像機器学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

2.1　診療画像機器

■2.1.1　X線源装置

□ 1．実効焦点とは実焦点を基準面へ垂直投影したものをいう．
□ 2．実効焦点面積は実焦点面積より大きい．
□ 3．陽極のターゲットには反射型と透過型の2種類がありX線診断領域で使用されるのは透過型である．
□ 4．ターゲット角度が小さいほど実焦点面積は大きい．
□ 5．ターゲット角度が小さいほど放射強度分布は均等になる．
□ 6．ターゲット角度が大きいほど短時間許容負荷は大きい．
□ 7．リプル百分率が大きいほど短時間許容負荷は大きい．
□ 8．X線管の短時間許容負荷は焦点軌道直径に比例する．
□ 9．短時間許容負荷は負荷時間に比例する．
□ 10．連続的に負荷を加えられる限界値は陽極熱容量で定まる．
□ 11．焦点外X線は焦点近傍で最も多く発生する．
□ 12．焦点外X線は焦点から離れるほど軟線になる．
□ 13．焦点外X線は集束されない熱電子により発生する．
□ 14．回転陽極の焦点外X線量は固定陽極よりも多い．
□ 15．熱電子密度は副焦点よりも正焦点で大きい．
□ 16．陽極側のX線の線質は陰極側よりも硬い．
□ 17．空間電荷制限領域の管電流は陰極温度に関係しない．
□ 18．管電流は電極間距離の3/2乗に比例する．
□ 19．実効焦点サイズは高電圧・大電流ほど大きくなる．
□ 20．X線用可動絞りの奥羽根は焦点外X線を低減する．
□ 21．固有ろ過とはX線管と可動絞りを合わせた線質等価ろ過をいう．
□ 22．X線用可動絞りのミラーのX線吸収は0.8～1.5 mmAl当量である．
□ 23．総ろ過が増加するとX線の実効エネルギーは低くなる．

■2.1.2　X線高電圧装置

□ 24．三相装置は単相装置に比べ軟線が少ない．
□ 25．定電圧形装置は管電圧リプル百分率が13％を超えない．
□ 26．シリコン整流器は高電圧整流素子に用いられる．
□ 27．2ピーク装置では2個の高電圧ダイオードで整流する．
□ 28．自己整流装置は交流高電圧をX線管に直接印加する．
□ 29．自己整流装置は他の装置に比べて撮影時間を短くできる．
□ 30．管電圧の調整は単巻変圧器の1次側で行う．
□ 31．コンデンサ式装置のX線出力は管電流時間積に比例しない．
□ 32．コンデンサ式装置では暗流X線が発生する．
□ 33．2ピーク形装置で管電圧100 kV，管電流500 mA，撮影時間1 sの公称最大電力は約37 kWである．
□ 34．0.5 μFのコンデンサ式X線装置で，90 kVで15 mA s放出した時の波尾切断電圧は75 kVである．
□ 35．1次電圧200 Vで管電圧150 kVを発生する単相2ピーク形装置で，管電流200 mAのときの1次電流は約150 Aである．
□ 36．6ピーク形X線高電圧装置で100 kV，400 mA，0.1 sで撮影したときの陽極入力は38 kWである．
□ 37．インバータ周波数が高いほど高電圧変圧器の損失は大きい．
□ 38．インバータ周波数が高いほど管電圧のリプル百分率は大きい．
□ 39．インバータ装置の定格は電源容量に無関係である．
□ 40．インバータ周波数が高いほど高電圧変圧器の巻数が増えて大型化する．
□ 41．電源インピーダンスが高いと出力は大きくなる．
□ 42．インバータ装置のX線遮断は電源位相と無関係に行える．
□ 43．インバータ回路は交流を直流に変換する．
□ 44．チョッパ回路は方形波形インバータ装置に用いる．
□ 45．共振形装置はインバータ周波数を変化させる．
□ 46．方形波形インバータ装置は共振形装置より電力損失が小さい．
□ 47．IGBTはインバータ式X線装置に用いる半導体制御素子である．
□ 48．自動露出制御装置による写真濃度は吸収体の薄い領域で低く，厚い領域で高い傾向を示す．
□ 49．前面検出方式の自動露出制御では，低い管電圧の時に写真濃度が低下する．
□ 50．自動露出制御装置のセンサの大きさはフィルム濃度に影響しない．
□ 51．公称最短撮影時間は自動露出制御装置の最短応答時間をいう．
□ 52．カセッテ前面検出方式の自動露出制御装置はカセッテの自己吸収の影響が大きい．

■2.1.3　X線映像装置

□ 53．I.I.の入力蛍光面にはCsI:Naが用いられる．
□ 54．I.I.の出力蛍光面にはGd_2O_2S:Tbが用いられる．
□ 55．入力視野が大きくなると出力輝度は低くなる．
□ 56．I.I.の変換係数は入射X線量に対する出力線量の比で求められる．
□ 57．量子検出効率とは入射X線の信号対雑音比とI.I.出力像の信号対雑音比のエネルギー比をいう．
□ 58．I.I.の像ひずみは入力面視野寸法に依存する．
□ 59．I.I.出力蛍光面の輝度は(像の拡大率)^2×(陽極電圧)に比例する．
□ 60．入射面視野寸法はI.I.の性能試験項目である．

■2.1.4　X線画像処理装置

□ 61．画像表示モニタの品質管理では標準テストパター

ンを表示させて目視確認する.
□ 62. CRはリアルタイムに観察できる.
□ 63. 光電子増倍管はCRの読み取り機構部品である.
□ 64. CCDはCRの読み取り機構部品である.
□ 65. 輝尽励起光のエネルギーは輝尽発光より小さい.
□ 66. 輝尽性蛍光プレートの有効発光時間は2～3 μsで,最頻発光波長は約600 nmである.
□ 67. TFTスイッチはCRの読み取り機構部品である.
□ 68. I.I.の入力視野が小さいほど被ばく線量は多い.
□ 69. リマスキングはDSAの体動アーチファクトの補正法である.
□ 70. DSAのリカーシブフィルタはミスレジストレーションを低減する.
□ 71. FPD装置ではパルス透視が可能である.
□ 72. He–Neレーザー光はFPDの読み取りに使用される.
□ 73. フラットパネル検出器は動画像に対応できる.

■2.1.5 関連・付属機器
□ 74. グリッド密度は直線グリッド中心部の1 cm^3当たりの重量である.
□ 75. グリッド比は直線グリッド中心部のはくの厚さに対するはくの高さの比で表す.
□ 76. 全放射線透過率はX線ビーム内のグリッドの有無による全透過X線量の比で表す.
□ 77. イメージ改善係数は全放射線透過率に対する一次放射線透過率の2乗の比である.
□ 78. グリッド密度が大きいほど選択度は低下する.
□ 79. 格子比が大きいほどグリッド露出係数は増加する.
□ 80. 管電圧が高いほど選択度は大きい.
□ 81. 管電圧が低いほどコントラスト改善比は大きい.
□ 82. イメージ改善係数は一次放射線透過率の2乗に比例する.
□ 83. クロスグリッドは2枚の直線グリッドのはくがある角度で交わる.
□ 84. 病室撮影では高格子比のグリッドがよい.
□ 85. 照射野の大きさは散乱X線含有率に影響する.
□ 86. $BaFBr:Eu^{2+}$はFPDに用いられる蛍光体である.
□ 87. $Gd_2O_2S:Tb$はイメージングプレートに用いられる蛍光体である.
□ 88. イメージングプレートを用いた撮影ではクロスオーバ効果はない.
□ 89. イメージングプレートに蓄積されたX線照射情報は消去できない.
□ 90. FPDでは素子間の感度補正が必要である.
□ 91. FPDのX線変換部はX線を電荷に変換する.
□ 92. FPDの素子サイズは100 mm程度である.
□ 93. FPDのダイナミックレンジはI.I.よりも広い.
□ 94. 直接変換方式FPDは間接変換方式と比べて解像力が高い.
□ 95. CTコロノグラフィでは硫酸バリウム自動注入器を使用する.

■2.1.6 X線装置システム
□ 96. CCDカメラはX線TV装置の構成要素である.
□ 97. アンダーテーブルX線管形透視装置はオーバーテーブルX線管形に比べ術者の被ばくが少ない.
□ 98. 乳房X線装置の焦点はタングステンを主に用いる.
□ 99. 乳房X線装置の付加フィルタにはモリブデンが使われる.
□ 100. 乳房X線装置には自動露出機構は不要である.
□ 101. マンモグラフィ用X線管の電極間距離は一般用よりも短い.
□ 102. マンモグラフィ用X線管の焦点寸法は0.5～1.0 mmが標準である.
□ 103. マンモグラフィではヒール効果を利用して撮影する.
□ 104. 乳房X線装置の放射窓にはロジウムを用いる.
□ 105. 乳腺トモシンセシスの空間分解能はX線CTより高く,患者被ばく線量はX線CTより少ない.
□ 106. ミラーカメラは集団検診用X線装置に使われる.
□ 107. 可搬形X線撮影装置ではバイプレーンが多用される.
□ 108. 移動式外科用X線装置は一般病室で透視に用いられる.
□ 109. セファロスタットは骨密度測定に使われる.

■2.1.7 X線CT装置
□ 110. 空気のCT値は0である.
□ 111. 脂肪のCT値は水のCT値よりも低い.
□ 112. フィルタ補正逆投影法はX線CTの画像再構成に利用される.
□ 113. チルト機構はX線CTの画像再構成法である.
□ 114. DASは高出力のX線発生装置である.
□ 115. X線CTの検出器にシンチレーターが用いられる.
□ 116. X線CTのX線管には固定陽極が用いられる.
□ 117. X線コリメータは検出器の直前でX線ビーム幅を制御する.
□ 118. X線コリメータはX線ビームの線量プロファイルに影響を与える.
□ 119. スリップリング機構はヘリカルスキャンに必要である.
□ 120. ヘリカルCTの360度補間再構成法は連続した2回転分の投影データを用いる.
□ 121. ヘリカルCTでは任意のスライス面の画像再構成ができる.
□ 122. 検出器の多列化は冠動脈CTに必須である.
□ 123. 呼吸同期画像再構成法は冠動脈CTに必須である.
□ 124. X線CTの管電圧は120 kV固定である.
□ 125. X線ビーム幅20 mm,管球1回転ごとのテーブル移動10 mmのヘリカルCTのピッチは2.0である.
□ 126. X線CTのボーラストラッキングでは,時間濃度曲線を利用する.
□ 127. CT自動線量制御では位置決め用スキャンデータを利用して部位や体厚に応じて管電圧を制御する.
□ 128. perfusion CTでは造影剤は用いない.
□ 129. マルチスライスCTの検出器は2次元マトリクス構造を有する隔壁で区切られている.
□ 130. マルチスライスCTではT/R方式を採用している.

□ 131. マルチスライスCTは複数のX線管球を有する.
□ 132. マルチスライスCTでは高精度のアイソトロピックイメージが得られる.
□ 133. マルチスライスCTの画像スライス厚は検出素子列の組合せで決まる.
□ 134. マルチスライスCTではナローファンビームX線が用いられる.
□ 135. オーバースキャンニングは密度分解能を改善する.
□ 136. ヘリカルピッチはスライス面内の空間分解能に関係する.
□ 137. ヘリカルピッチが大きくなると被ばく線量が多くなる.
□ 138. 再構成関数はスライス面内の空間分解能に関係する.
□ 139. スライス厚は体軸方向の解像度に関係する.
□ 140. 低コントラスト分解能はX線CT装置の日常点検項目である.
□ 141. 時間分解能はX線CT装置の日常点検項目である.
□ 142. 患者支持器の位置決め精度はX線CT装置の不変性試験項目である.
□ 143. $CTDI_w = 1/2 \times CTDI(ファントム中心) + 1/2 \times CTDI(ファントム周辺)$ で示される.
□ 144. CTDIは管電流に比例する.
□ 145. X線CTのストリークアーチファクトは，特定の回転角度の投影データが不良の場合に発生する.
□ 146. CTをマルチスライス化することでリングアーチファクトは増加しない.
□ 147. 円形の被写体の中心部が低CT値になるのはカッピングアーチファクトである.
□ 148. ヘリカルピッチが大きくなると風車状アーチファクトが出現しやすくなる.
□ 149. 線質硬化はリングアーチファクトの原因になる.
□ 150. 部分体積効果はCTの画質を向上させる.

■2.1.8 MRI装置

□ 151. ラーモア周波数は静磁場強度と比例関係にある.
□ 152. 磁気回転比は核種に固有な定数であり磁場強度で変化しない.
□ 153. T（テスラ）は磁束密度の単位である.
□ 154. MRIのTEを長くするとSN比は向上する.
□ 155. MRIのSN比は撮像視野が大きいほど高い.
□ 156. MRIのTEを長くすると血流信号は減衰する.
□ 157. MRI検査時の大きな音はRFパルスの共鳴音である.
□ 158. 拡散定数はMR画像のコントラストに影響する.
□ 159. プロトン密度はMR画像のコントラストに影響しない.
□ 160. フリップ角を小さくすると，比吸収率（SAR）は増加する.
□ 161. ハーフフーリエ法を用いると位相ステップ数が少なくなるためSN比は高くなる.
□ 162. T_2 は T_2^* より長い.
□ 163. エコープラナー撮像法（EPI）は磁化率の違いの影響を受けやすい.
□ 164. FSE法での撮影時間＝TR×Ny×加算回数×ETLである.
□ 165. スライス選択傾斜磁場勾配を強くするとスライス厚は厚くなる.
□ 166. T_1 は磁場が強いほど長くなる.
□ 167. T_1 は縦磁化が元の値の $1/e$ に減少した時間を表す.
□ 168. 3T MRIは1.5T MRIに比べて磁化率効果が増強する.
□ 169. 3T MRI装置は1.5T装置に比べてRF磁場の均一性がいい.
□ 170. スリップリングはMRI装置の構成要素である.
□ 171. 超伝導MR装置の静磁場コイルは液体ヘリウムに浸されている.
□ 172. 渦電流は希望する傾斜磁場を増強する磁場を形成する.
□ 173. 渦電流はアーチファクトの原因となる.
□ 174. 渦電流は超電導MRI装置でのみ生じる現象である.
□ 175. 渦電流は高速GRE法やMRAなど傾斜磁場の高速な変化によって生じる.
□ 176. シムコイルは磁場の不均一性を補正する.
□ 177. 超電導磁石での冷却剤の沸騰蒸散をブラーリングという.
□ 178. 液体のヘリウムは不燃性であり，気体のヘリウムは空気より重く無色透明である.
□ 179. 超電導磁石方式はMRIガイド下に行うIVRに有利である.
□ 180. 永久磁石型MRI装置は重量が重い.
□ 181. 高コントラスト分解能はJISによるMRI用ファントムを用いた日常点検項目に含まれる.
□ 182. 化学アーチファクトは水と脂肪との接触面で生じる.
□ 183. 化学アーチファクトは水とシリコン樹脂との接触面で生じる.
□ 184. EPI法では化学アーチファクトは位相エンコード方向にみられる.
□ 185. MRIのphased array coilではコイルユニットは1つである.
□ 186. 表面コイルのコイル面は静磁場と垂直になるように置く.
□ 187. 5インチRF（表面）コイルは大動脈の撮影に適する.
□ 188. QDコイルはパラレルイメージングに使用される.

■2.1.9 超音波画像診断装置

□ 189. 反射波と透過波の割合は周波数とは無関係である.
□ 190. 媒質の弾性率は超音波の伝搬速度に影響する.
□ 191. ビームハードニングは超音波のアーチファクトである.
□ 192. 脂肪は空気よりも固有音速が大きい.
□ 193. 骨は血液より音響インピーダンスが大きい.
□ 194. 超音波診断装置では15～30 MHzの周波数が用いられる.
□ 195. 超音波の周波数が高いほど深部の映像化に適している.
□ 196. 超音波診断装置のSTCはエコーの強度を全体的に調整する.
□ 197. 圧電振動子は超音波ビームの送信と受信とを行う.
□ 198. 距離分解能とは超音波ビームの垂直方向に並ぶも

のを識別する能力をいう.

□ 199. 音響レンズは超音波診断装置の距離分解能を向上させる.

□ 200. パルス幅が短いほど超音波診断装置の距離分解能はよくなる.

□ 201. 超音波ビームが細いほど方位分解能はよくなる.

□ 202. 方位分解能は振動子の口径が小さく周波数が低いほど向上する.

□ 203. 一般に距離分解能のほうが方位分解能に比べ高い.

□ 204. ドップラー超音波装置では位相検波後の信号をデジタル化する.

□ 205. ドップラー法にて送信周波数 2.5 MHz, ドップラーシフト周波数 500 Hz, 音速 1,500 m/s, 超音波入射方向と血管走行方向との角度 60 度のとき血流速度は 30 cm/s である.

□ 206. 機械式セクタスキャナでは振動子を回転させる.

□ 207. リニア電子走査プローブは心臓検査に適している.

□ 208. コンベックスプローブは肝臓の検査に適している.

■2.1.10 眼底写真撮影装置（無散瞳）

□ 209. 無散瞳眼底写真撮影装置の撮影画角は 45 度である.

□ 210. 無散瞳眼底写真撮影装置は散瞳剤を点眼する.

□ 211. 有孔ミラーは眼底カメラに用いられる.

■2.1.11 品質・安全管理

□ 212. 医用X線装置の不変性試験は, 機器の設置時または大幅な改造を行った時点で仕様を満たしているか確認するために使用者が行う.

□ 213. 焦点受像機間距離は医用X線装置の不変性試験項目である.

□ 214. 移動形X線装置のX線管焦点皮膚間距離は医療法施行規則で 20 cm 以上と定められている.

□ 215. 乳房用X線装置（定格 50 kV 以下）の総ろ過は 0.5 mm Al 当量以上である.

□ 216. 患者入射線量は通常透視で 125 mGy/min 以下である.

□ 217. JIS 規格でX線高電圧ケーブルはX線高電圧装置に含まれる.

□ 218. JIS 規格でX線制御装置はX線高電圧装置に含まれる.

□ 219. BF 形機器の外装漏れ電流は正常状態で 0.1 mA である.

□ 220. 0.1 mA は, ミクロショックの最大許容電流値である.

□ 221. X線管容器の表面温度は 85°C 以下でなくてはならない.

□ 222. 患者に危害を加える恐れのある動く部分はデッドマン形制御とする.

□ 223. 乳房用X線装置の圧迫器の動力による圧迫圧は 200 N を超えない.

□ 224. 管電圧の許容差は±10% 以内である.

□ 225. 管電流の許容差は±10% 以内である.

□ 226. 管電流時間積の許容差は±(20% + 2 mA s) 以内である.

□ 227. 撮影時間の許容差は±(20% + 1 ms) 以内である.

□ 228. X線可動絞りの光照射野の平均照度は SID 100 cm で 125 lx 以上である.

□ 229. X線可動絞りのX線と光照射野とのずれは焦点–光照射野間距離の 2% 以下にする.

診療画像機器学　練習問題解答																														
1	○	2	×	3	×	4	○	5	×	6	×	7	×	8	×	9	×	10	×	11	○	12	×	13	×	14	○	15	○
16	○	17	○	18	×	19	×	20	○	21	×	22	○	23	×	24	○	25	×	26	○	27	×	28	○	29	×	30	×
31	○	32	○	33	○	34	×	35	×	36	○	37	○	38	×	39	×	40	×	41	×	42	○	43	×	44	○	45	○
46	×	47	○	48	×	49	○	50	×	51	○	52	×	53	○	54	×	55	×	56	×	57	○	58	○	59	×	60	○
61	○	62	×	63	○	64	×	65	○	66	×	67	×	68	○	69	○	70	×	71	○	72	×	73	○	74	×	75	×
76	○	77	○	78	○	79	○	80	×	81	○	82	○	83	○	84	×	85	○	86	×	87	×	88	○	89	×	90	○
91	○	92	×	93	○	94	○	95	×	96	○	97	○	98	×	99	○	100	×	101	○	102	×	103	○	104	×	105	○
106	○	107	×	108	×	109	×	110	×	111	○	112	○	113	×	114	×	115	○	116	×	117	×	118	○	119	○	120	○
121	○	122	○	123	×	124	×	125	×	126	○	127	×	128	×	129	○	130	×	131	×	132	○	133	○	134	×	135	×
136	×	137	×	138	○	139	○	140	○	141	×	142	○	143	×	144	○	145	○	146	○	147	○	148	○	149	×	150	×
151	○	152	○	153	○	154	×	155	○	156	○	157	×	158	○	159	×	160	×	161	×	162	○	163	○	164	×	165	×
166	○	167	×	168	○	169	×	170	×	171	○	172	×	173	○	174	×	175	○	176	○	177	×	178	×	179	×	180	○
181	×	182	○	183	○	184	○	185	×	186	×	187	×	188	×	189	○	190	○	191	×	192	○	193	○	194	×	195	×
196	×	197	○	198	×	199	×	200	○	201	○	202	×	203	○	204	○	205	○	206	○	207	×	208	○	209	○	210	×
211	○	212	×	213	○	214	○	215	○	216	×	217	×	218	○	219	○	220	×	221	○	222	○	223	○	224	○	225	×
226	×	227	×	228	×	229	○																							

診療画像検査学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものは×をつけなさい．

3.1　診療画像検査

■3.1.1　MRI検査

□ 1．水はT_1強調像で高信号である．
□ 2．石灰沈着はT_1，T_2強調像で低信号である．
□ 3．眼球の硝子体はT_2強調像で高信号である．
□ 4．T_2強調像では，脳の灰白質は白質より高信号である．
□ 5．SE法でTR，TEを長くすればT_2強調像が得られる．
□ 6．FLAIR法は脂肪を抑制する時に使用される．
□ 7．エコープラナー撮像法（EPI）は磁場の不均一の影響を受けない．
□ 8．DWI（拡散強調像）は拡散移動が大きいと信号の低下として現れる．
□ 9．TOF・PC法，どちらのMRAも2D，3Dで撮像できる．
□ 10．TOF効果は，高信号化だけを起こす．
□ 11．MRCPは水強調画像である．
□ 12．脳機能画像にはEPI法が使用される．
□ 13．金属アーチファクトはオーバーサンプリングにより軽減できる．
□ 14．磁場の均一性が良ければ頭部では磁化率のアーチファクトは起きない．
□ 15．磁化率アーチファクトは，バンド幅を広げると軽減できる．
□ 16．RFジッパーアーチファクトは画像の中心に現れる．
□ 17．折り返しアーチファクトはスモール表面コイルで軽減できる．
□ 18．エヌハーフ（$N/2$）ゴーストアーチファクトはGREで起きやすい．
□ 19．化学シフトアーチファクトは画像の位置ずれによる境界の明暗として現れる．
□ 20．超常磁性体酸化鉄コロイドは細網内皮系に取り込まれる．
□ 21．MRI造影剤は通常常磁性体物質が使用される．
□ 22．ガドリニウム（Gd）造影剤濃度と信号強度は比例する．
□ 23．MRミエログラフィはガドリニウム（Gd）造影剤が使用される．
□ 24．乳房の画像診断でMRIは一般的に使用されている．
□ 25．骨皮質はT_1強調像で高信号，T_2強調像で低信号である．
□ 26．MRCP画像は通常のT_2強調像よりも長いTR，長いTEで撮像される．
□ 27．プロトンMRスペクトロスコピーは静磁場強度に依存しない．
□ 28．3T MRI装置でプロトンのラーモア周波数は約128 MHzである．
□ 29．ファンクショナルMRIは造影剤を使用する．
□ 30．K空間の中央に近いほど強い信号のデータとなる．
□ 31．K空間の右上数値は，MR画像の右上の信号強度に対応する．
□ 32．バンド幅には送信バンド幅と受信バンド幅があり両者は同じものである．
□ 33．スライス厚は傾斜磁場勾配を強くすると厚くなる．
□ 34．SE法は時間的に変動する磁場強度を補正する．
□ 35．一般にGREの高速撮像法では血管内が高信号である．
□ 36．TOF-MRAは速度エンコード用の双極傾斜磁場が必要である．
□ 37．PC-MRAはSE法を基本とする．
□ 38．バンド幅を狭めると化学シフトアーチファクトが増加する．
□ 39．充実性腫瘍の頭部プロトンMRスペクトロスコピーではChoが上昇し，NAAが低下する．
□ 40．高速SE法はSE法に比べ，脂肪の信号が高くなる．
□ 41．高速SE法でETLを増加させると，画像にボケが生じる．
□ 42．MRI検査時は手をはさまないように組ませる．
□ 43．SARはフリップ角を小さくすると軽減する．
□ 44．ADCは2つ以上のb値のDWIから得られる．
□ 45．DWIのb値が大きくなるとSNRが大きくなる．

■3.1.2　超音波検査

□ 46．心臓の検査での基本体位は左側臥位である．
□ 47．心臓にはコンベックス型プローブを用いる．
□ 48．超音波検査の適応となる疾患は脂肪肝である．
□ 49．超音波検査の適応となる疾患は頸部動脈硬化症である．
□ 50．正常な腹部大動脈径は60 mm以下である．
□ 51．超音波検査は神経伝達情報を得ることができる．
□ 52．乳房超音波検査では通常は水平走査と矢状走査の2方向である．
□ 53．リニア電子走査の目的臓器は心臓である．
□ 54．骨盤内検査は排尿後に行う．
□ 55．腹臥位や坐位でも走査できる．
□ 56．矢印が示すアーチファクト（**図1**）への対処方法はプローブによる圧迫強度を変える．
□ 57．矢印が示すアーチファクト（**図1**）への対処方法は反射面に対するビーム角度を変える．

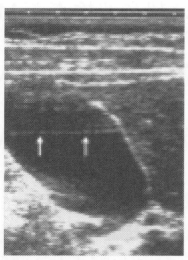


図1

□ 58．Bモード法やMモード法でリアルタイムにモニタ上で画像が観察できる．

□ 59. 反射波が最も生じやすいのは音響インピーダンス差が大きい境界面である.
□ 60. 超音波画像は探触子に向かう血流を青色で表示するように決めている.
□ 61. 超音波検査は侵襲的な検査である.
□ 62. 超音波検査は術者の技量により結果に差が生じる.
□ 63. 動脈塞栓術は超音波ガイド下で行う.
□ 64. 超音波検査は軟部組織の描出が優れている.
□ 65. 超音波検査は断層面を自由に選択できる.
□ 66. 超音波検査は腸管ガスの影響を受けにくい.
□ 67. 短期間に検査を行う場合，腹部超音波検査，腹部造影CT検査，^{123}I甲状腺ヨード摂取率検査，バリウムによる胃X線検査の順に行う.
□ 68. 最も音速の大きい伝搬物質は骨である.
□ 69. 乳房の検査にはBモードを用いる.
□ 70. 超音波ガイド下で肝生検を行う.
□ 71. 打ち切りアーチファクトは超音波検査と関係のあるアーチファクトである.
□ 72. ビームハードニングは超音波検査に関係のあるアーチファクトである.
□ 73. ニボーは超音波検査にみられる，鏡面像のことである.
□ 74. 音響陰影は強い反射体の後方が高エコーとなる現象である.
□ 75. 微小気泡を含む超音波造影剤は肝臓検査に用いられる.
□ 76. 超音波検査の造影剤として空気が用いられる.
□ 77. 超音波造影剤は腫瘤性病変に用いられない.
□ 78. 表面効果は超音波画像で発生するアーチファクトである.
□ 79. 鏡面効果は超音波画像で発生するアーチファクトである.
□ 80. 温熱効果は超音波画像で発生するアーチファクトである.
□ 81. ミラージュ現象は超音波画像で発生するアーチファクトである.
□ 82. レンズ効果は超音波画像で発生するアーチファクトである.
□ 83. ドップラー効果は超音波画像で発生するアーチファクトである.
□ 84. 膝内障は超音波検査がMRIよりも有用性が高い.
□ 85. 脊髄損傷は超音波検査がMRIよりも有用性が高い.
□ 86. 急性胆嚢炎は超音波検査がMRIよりも有用性が高い.
□ 87. 急性期脳梗塞は超音波検査がMRIよりも有用性が高い.
□ 88. 肺血栓塞栓症は超音波検査がMRIよりも有用性が高い.
□ 89. 腹部超音波検査で膵臓は食後に観察する.
□ 90. 腹部超音波検査で脾臓は最大吸気で観察する.
□ 91. 腹部超音波検査で左腎上極は呼気で観察する.
□ 92. 腹部超音波検査で肝腫瘍の診断には造影剤の使用が有用である.
□ 93. 腹部超音波検査で門脈血流量の評価にはカラードップラー法が有用である.
□ 94. 超音波による乳房検査は微小石灰化の摘出に優れている.
□ 95. 超音波による乳房検査はリアルタイムで画像を観察できる.
□ 96. 超音波による乳房検査は乳腺の発達した者は検査適応外となる.
□ 97. 超音波による乳房検査はマンモグラフィよりも強い圧迫が必要である.
□ 98. 超音波による乳房検査は心臓ペースメーカを装着している場合でも検査が可能である.
□ 99. 肺活量は超音波検査で計測できる.
□ 100. 局所脳血流値は超音波検査で計測できる.
□ 101. 糸球体濾過率は超音波検査で計測できる.
□ 102. 内臓脂肪面積は超音波検査で計測できる.
□ 103. 頸動脈の内中膜複合体厚は超音波検査で計測できる.
□ 104. 胆嚢収縮を防ぐため，超音波検査で前処置として絶食を指示する.
□ 105. 腸内ガスの増加を避けるため，超音波検査で前処置として絶食を指示する.
□ 106. 検査中の嘔吐を防止するため，超音波検査で前処置として絶食を指示する.
□ 107. 肝臓の血流量を増加させるため，超音波検査で前処置として絶食を指示する.
□ 108. 消化管の蠕動を停止させるため，超音波検査で前処置として絶食を指示する.
□ 109. 超音波による骨塩定量で最もよく用いられる測定部位は仙骨である.
□ 110. 超音波による骨塩定量で最もよく用いられる測定部位は踵骨である.
□ 111. 折り返しはドップラー超音波検査で発生するアーチファクトである.
□ 112. 折り返しアーチファクト低減には，パルス繰返し周波数を下げる.
□ 113. 位相分散はドップラー超音波検査で発生するアーチファクトである.
□ 114. 化学シフトはドップラー超音波検査で発生するアーチファクトである.
□ 115. クロストークはドップラー超音波検査で発生するアーチファクトである.
□ 116. トランケーションはドップラー超音波検査で発生するアーチファクトである.
□ 117. 外側陰影は音波の屈折により生じる現象である.
□ 118. 鏡面現象はエイリアシングにより生じる現象である.
□ 119. 多重反射は温度効果により生じる現象である.
□ 120. サイドローブはメインローブ以外の方向に放射される弱い超音波ビームのことである.
□ 121. 後方エコー増強は同一深度のエコー信号を比較する.
□ 122. 後方エコー増強とは全反射により生じる現象である.
□ 123. 後方エコー増強とは減衰の小さい構造物の後方に

エコー輝度の増強が認められる現象である.
□ 124. 前立腺の検査は膀胱に尿を貯めた状態で行う.
□ 125. 頸部用プローブの周波数は腹部用より低い.
□ 126. 血流解析には造影剤を必要とする.
□ 127. Bモード法では連続波を用いる.
□ 128. 乳癌は超音波検査の対象である.
□ 129. 子宮筋腫は超音波検査の対象である.

■3.1.3 眼底カメラ検査

□ 130. 眼底撮影は両眼を撮影する.
□ 131. 画像はシャウカステンで観察する.
□ 132. 無散瞳眼底写真撮影では撮影前に眼振の有無を確認する.
□ 133. 無散瞳眼底写真撮影では両眼を閉じた状態で眼の位置合わせを行う.
□ 134. 無散瞳眼底写真撮影では始業前に撮影装置の赤外線強度分布を点検する.
□ 135. 無散瞳眼底写真撮影では眼瞼下垂のある患者では指で上眼瞼を挙上しながら撮影する.
□ 136. 無散瞳眼底写真撮影では撮影後2時間程度はコンタクトレンズの装着を避けるように指示する.
□ 137. 無散瞳眼底カメラによる撮影画角は90度である.
□ 138. 無散瞳眼底カメラでは撮影光には赤外線を使用する.
□ 139. 無散瞳眼底カメラでは眼底後極部の観察が可能である.
□ 140. 無散瞳眼底カメラでは記録媒体として光電子増倍管を用いる.
□ 141. 無散瞳眼底カメラではアーチファクトとしてミラージュ現象がある.
□ 142. 無散瞳眼底写真撮影では眼瞼部をアルコール消毒する.
□ 143. 無散瞳眼底写真撮影では画像をシャウカステンで観察する.
□ 144. 無散瞳眼底写真撮影では撮影終了直後から車の運転を許可してよい.
□ 145. 無散瞳眼底写真撮影では眼底出血が疑われる場合の撮影は禁忌である.
□ 146. 無散瞳眼底写真撮影ではハードコンタクトレンズは装着したまま撮影できる.
□ 147. 無散瞳眼底写真撮影では, 撮影前に縮瞳させた状態で撮影を行う.
□ 148. 撮影開始前に眼圧の測定を必要としない.
□ 149. 黄斑部と視神経乳頭とを重ねて撮影する.
□ 150. 撮影時はまばたきをするように指示する.
□ 151. 撮影距離は眼底カメラを被検眼から遠ざけながら決定する.
□ 152. アライメント調整とは眼球とカメラの光学系を一線化させることである.
□ 153. 被検眼に最も近いレンズは接眼レンズである.
□ 154. レッドフリー画像は緑内障の診断に用いられる.

3.2 画像解剖

■3.2.1 MR像

□ 155. 下垂体後葉はT_1強調像で高信号となる.
□ 156. 靭帯, 腱はT_2強調像, T_1強調像共に低信号である.
□ 157. T_1強調像では白質よりも灰白質の方が信号は高い.
□ 158. 膝の靭帯損傷の診断にはMRIよりCTが優位に立つ.
□ 159. SE法で脳底動脈が低信号となるのはflow voidのためである.
□ 160. T_1強調像で子宮体部の内膜と筋層を明確に区別できる.
□ 161. 前立腺（辺縁域）はT_2強調像で高信号である.
□ 162. 急性期脳梗塞のMRIはPETより優位である.
□ 163. アーチファクト抑制手段としてプレサチュレーションパルスがある.
□ 164. 下垂体腺腫においてMRIはCTより優位である.
□ 165. 反転回復法は水も脂肪も抑制できる.
□ 166. 正常膵実質はT_1強調像で高信号であり, 正常から逸脱した場合に低信号となる.
□ 167. 脳脊髄液はアーチファクトの原因とはならない.
□ 168. 層流は乱流や渦流より信号低下が少ない.
□ 169. MRCPは全身状態の悪い患者にも施行できる.
□ 170. MRCPは造影剤が患部まで到達しないために完全閉塞した膵管には有用性少ない.
□ 171. PC法は患者の動きに影響されやすい.
□ 172. RFのBW（バンド）幅を狭くするとスライス厚は薄くなる.
□ 173. K空間の中心部分は低周波成分で占められている.
□ 174. SNRはボクセル（体積）に比例する.
□ 175. TOF（MRA）ではVENC（撮像内の血流の最大速度）を設定する.
□ 176. ADC（見かけの拡散係数画像）では拡散の大きいところは信号が低くなる.
□ 177. 磁化率アーチファクトは組織/空気以外の境界面でも生じる.
□ 178. 化学シフトアーチファクトにより, 1.5T（テスラ）では約220 Hzの差を生じる.
□ 179. 折り返しアーチファクトは撮像対象が撮像視野（FOV）より大きいときに起こる.
□ 180. 打ち切りアーチファクトは位相エンコード数（マトリックス数）を増やすと軽減できる.
□ 181. ブラーリング（blurring）とETL（echo train length）は関係ない.
□ 182. クエン酸鉄アンモニウムは経口消化管造影剤であり, T_1強調像で使用されている.
□ 183. MRI造影剤はイオン系でないために腎障害の患者にも用いられる.
□ 184. 椎間板はT_1強調像で高信号, また髄核はT_2強調像で高信号である.
□ 185. 腎実質はT_1強調像低信号, またT_2強調像で高信号である.
□ 186. パラレルイメージング（parallel imaging）は撮像時間の短縮に有効である.
□ 187. 前十字靱帯はT_2強調像で高信号である.

□ 188. アルツハイマー病においてMRIはCTより優位である.
□ 189. 頭部MRIでdural tail siginは髄膜腫の診断指標とされている.
□ 190. EPIは空間分解能が低い.
□ 191. 磁化率アーチファクトはEPIで最も大きい.
□ 192. ファンクショナルMRI（脳機能画像）はBOLD (blood oxygen level dependent) が使用されている.
□ 193. DWI（拡散画像）は正負の極性だけが異なる強い傾斜磁場が使用される.
□ 194. ゴーストアーチファクトはグルカゴンなどで軽減できる.
□ 195. 魔法角（マジックアングル）アーチファクトは腱などが静磁場方向に対して約54.4°の角度に位置しているときに起こる.
□ 196. 化学シフトアーチファクトは高磁場で軽減できる.
□ 197. ガドリニウム造影剤の毒性はカップリングすることにより軽減できる.
□ 198. MRIは検査中に体位変換が可能である.
□ 199. PC法では位相差の大きさが流れの速度に比例する.
□ 200. 古い脳梗塞はT_2強調像で辺縁がヘモジデリンの低信号として見られる.
□ 201. 内頸動脈–後交通動脈分岐部は動脈瘤好発部位でありMRA像で確認できる.
□ 202. 一般的に造影T_1強調画像において膠芽腫，転移性脳腫瘍はリング状の増強像を示す.
□ 203. 半月板断裂はプロトン密度強調像で高信号である.
□ 204. 棘上筋腱断裂はT_2強調像で高信号である.
□ 205. 脊椎分離症にはCTよりMRIが有用である.
□ 206. 急性期脳梗塞ではADCは低下する.
□ 207. 脳出血の急性期の赤血球はヘモジデリンである.

■3.2.2 超音波画像
□ 208. 心臓の胸骨左縁左室長軸断層像では，肺動脈が描出される.
□ 209. 心尖長軸像では心臓の四腔断層像が描出される.
□ 210. 腹水はエコーフリースペースとして黒く描出される.
□ 211. 嚢胞は境界明瞭な無エコー像を呈する.
□ 212. 転移性肝癌は超音波所見で腫瘤像を示す.
□ 213. 肋間走査の上腹部超音波画像（**図2**）には胆嚢癌がみられる.
□ 214. **図3**は心窩部横走査である.
□ 215. 肋間走査の上腹部超音波画像（**図4**）には胆嚢ポリープがみられる.
□ 216. 心窩部縦走査（**図5**）では肝臓の右葉が描出されている.
□ 217. モザイクパターンは肝血管腫にみられる.
□ 218. 脂肪肝では肝臓と腎臓のコントラスト差が大きくなる.
□ 219. 脂肪肝は超音波検査で最も低エコーを示す肝病変である.
□ 220. 肝硬変は超音波検査で最も低エコーを示す肝病変である.
□ 221. 肝嚢胞は超音波検査で最も低エコーを示す肝病変である.
□ 222. 鉄沈着は超音波検査で最も低エコーを示す肝病変である.
□ 223. 肝血管腫は超音波検査で最も低エコーを示す肝病変である.
□ 224. 肝血管腫の特徴的な超音波所見はコメットサインである.
□ 225. 肝血管腫の特徴的な超音波所見はカメレオンサインである.
□ 226. 肝血管腫の特徴的な超音波所見はクラスターサインである.
□ 227. 肝血管腫の特徴的な超音波所見はブルズアイサインである.
□ 228. 肝血管腫の特徴的な超音波所見はショットガンサインである.
□ 229. 胆嚢腺筋腫症で観察されやすい超音波所見はハンプサインである.
□ 230. 胆嚢腺筋腫症で観察されやすい超音波所見はコメットサインである.
□ 231. 胆嚢腺筋腫症で観察されやすい超音波所見はクラスターサインである.
□ 232. 胆嚢腺筋腫症で観察されやすい超音波所見はカメレオンサインである.
□ 233. 胆嚢腺筋腫症で観察されやすい超音波所見はブルズアイサインである.
□ 234. 胆嚢結石では音響増強がみとめられる.
□ 235. 肝膿瘍の超音波所見で，境界明瞭な腫瘤像がみられる.
□ 236. 肝硬変の超音波所見で，境界明瞭な無エコー領域がみられる.
□ 237. 肝細胞癌ではモザイクパターンがみられる.
□ 238. 男性の下腹部超音波像（**図6**）の矢印が示すのは直腸である.
□ 239. 頸部超音波像（**図7**）の矢印（エ）が示すのは甲状腺である.
□ 240. 右腎の超音波像（**図8**）には尿瘤がみられる.

■3.2.3 眼底画像
□ 241. 中心窩から動脈と静脈が出入りする.
□ 242. 中心窩は黄斑部の中央にある.
□ 243. 無散瞳眼底写真撮影では角結膜乾燥症を観察できる.
□ 244. 無散瞳眼底写真撮影で視神経乳頭は耳側に位置する.
□ 245. 無散瞳眼底写真撮影で加齢黄斑変性症を観察できる.
□ 246. 網膜中心動脈が閉塞されると視神経乳頭だけが描出される.
□ 247. 太く暗赤色に描出されているのが静脈である.
□ 248. 白血病ではドーナツ状の出血がみられる.
□ 249. 画像（**図9**）は右目である.
□ 250. 画像（**図9**）のAは黄斑部である.



図 2

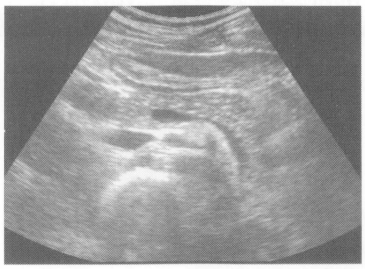


図 3

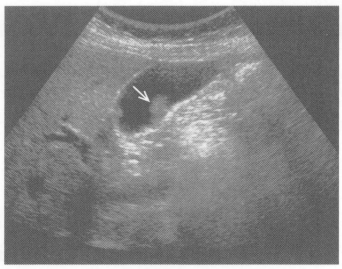


図 4



図 5

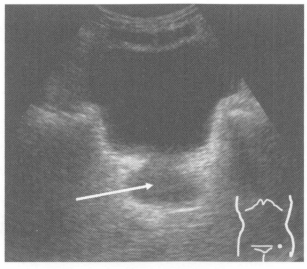


図 6

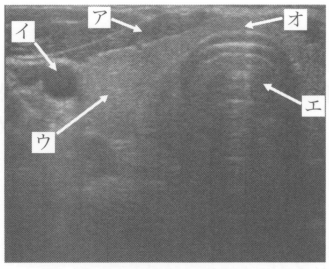


図 7

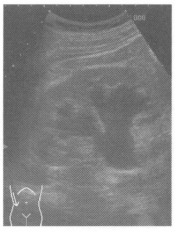


図 8

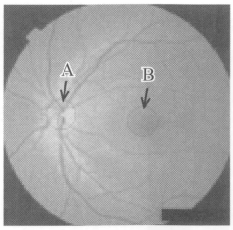


図 9

診療画像検査学　練習問題解答																														
1	×	2	○	3	○	4	○	5	○	6	×	7	×	8	○	9	○	10	×	11	○	12	○	13	×	14	×	15	○
16	○	17	○	18	×	19	○	20	○	21	×	22	×	23	×	24	○	25	×	26	○	27	×	28	○	29	×	30	○
31	×	32	×	33	×	34	×	35	○	36	×	37	×	38	○	39	○	40	○	41	○	42	×	43	○	44	○	45	×
46	○	47	×	48	○	49	○	50	×	51	×	52	○	53	×	54	×	55	○	56	○	57	○	58	○	59	○	60	×
61	×	62	○	63	×	64	○	65	○	66	×	67	×	68	○	69	○	70	○	71	×	72	×	73	×	74	×	75	○
76	○	77	×	78	×	79	○	80	×	81	○	82	○	83	×	84	×	85	×	86	○	87	×	88	×	89	×	90	×
91	×	92	○	93	○	94	×	95	○	96	×	97	×	98	○	99	×	100	×	101	×	102	×	103	○	104	○	105	○
106	×	107	×	108	×	109	×	110	○	111	○	112	×	113	×	114	×	115	×	116	×	117	○	118	×	119	×	120	○
121	○	122	×	123	○	124	○	125	×	126	×	127	×	128	○	129	○	130	○	131	×	132	○	133	×	134	×	135	○
136	×	137	×	138	×	139	○	140	×	141	×	142	×	143	×	144	○	145	×	146	×	147	×	148	○	149	×	150	×
151	×	152	○	153	×	154	○	155	○	156	○	157	×	158	×	159	○	160	×	161	×	162	○	163	○	164	○	165	○
166	○	167	×	168	○	169	○	170	×	171	○	172	○	173	○	174	○	175	×	176	×	177	○	178	○	179	○	180	○
181	×	182	○	183	×	184	×	185	○	186	○	187	×	188	○	189	○	190	○	191	○	192	○	193	○	194	○	195	○
196	×	197	×	198	×	199	○	200	○	201	○	202	○	203	○	204	○	205	×	206	○	207	×	208	×	209	×	210	○
211	○	212	○	213	×	214	○	215	○	216	×	217	×	218	○	219	×	220	×	221	○	222	×	223	×	224	×	225	○
226	×	227	×	228	×	229	×	230	○	231	×	232	×	233	×	234	×	235	×	236	×	237	○	238	×	239	×	240	×
241	×	242	○	243	×	244	×	245	○	246	×	247	○	248	○	249	×	250	×										

核医学検査技術学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

4.1　放射性医薬品

■4.1.1　シングルフォトン放射性医薬品

□ 1．診断用放射性医薬品はβ^-線を放出することが望ましい．
□ 2．^{123}Iの物理学的半減期は約13時間である．
□ 3．^{99m}Tc-MAG3は標識する際，加熱は必要ない．
□ 4．放射化学的純度試験には薄層クロマトグラフィがある．

■4.1.2　ポジトロン放射性薬剤

□ 5．^{18}F-FDG合成に必要な装置・設備にはリニアックがある．
□ 6．^{13}N-NH_3で心筋血流の評価ができる．

■4.1.3　放射性医薬品の集積

□ 7．^{18}F-FDGの集積は糖代謝を反映する．
□ 8．^{201}TlCl（塩化タリウム）の集積機序は細胞膜での受動拡散である．
□ 9．脳血流シンチグラフィにおいて，投与時に開眼するか閉眼するかで分布は変化する．
□ 10．^{99m}Tc-PMTで臓器への集積から排泄までの動態を評価する．
□ 11．^{99m}Tc-MAG3で臓器への集積から排泄までの動態を評価する．
□ 12．^{123}I-イオマゼニルの集積機序は貪食作用である．

■4.1.4　放射性医薬品の副作用

□ 13．^{131}I-アドステロールの注射液にはエタノールが含まれており，副作用に顔面紅潮がある．
□ 14．静注時に血管迷走反射による症状が発現することがある．

4.2　核医学測定装置

■4.2.1　ガンマカメラ

□ 15．統計誤差を少なくするためには収集カウントも少なくする必要がある．
□ 16．平行多孔型コリメータにおいて空間分解能と感度は相反しない．
□ 17．ピンホールコリメータでは上下左右反転した画像が得られる．
□ 18．ピンホールやコンバージングコリメータで拡大像を収集することができる．
□ 19．^{99m}Tcと^{201}Tlの2核種同時収集には高エネルギー用コリメータとする．
□ 20．低エネルギー用高空間分解能コリメータは高感度型より画像の空間分解能がよい．
□ 21．入射ガンマ線エネルギーとシンチレータの検出効率は関係しない．
□ 22．光電子増倍管の不良により，シンチグラム上で数cmの円形欠損像が生じることがある．
□ 23．ガンマカメラ固有の感度均一性，画像直線性には必ず面線源を使用する．
□ 24．固有空間分解能は総合空間分解能より必ずよい．
□ 25．総合均一性には面線源を使用する．
□ 26．固有空間分解能には点線源を使用する．
□ 27．スラントホールコリメータは像を拡大して撮影する．

■4.2.2　SPECT装置

□ 28．SPECTがPETより優れている点は何もない．
□ 29．SPECT画像で生じるリング状アーチファクトの原因として，検出器の均一性低下，回転中心のずれが考えられる．
□ 30．被検者が撮影中に動いた場合，アーチファクトの原因となる．
□ 31．回転半径はSPECTの空間分解能に影響しない．
□ 32．OS-EM法はML-EM法よりも計算時間が短い．
□ 33．Ramachandranフィルタ，Shepp & Loganフィルタおよび Chesler フィルタはフィルタ補正逆投影法に用いる．
□ 34．ML-EM法は再構成時に各種の補正を織り込み定量性を上げることができる．
□ 35．減弱補正のためにX線CTのデータが使用されることもある．
□ 36．ソレンソン（Sorenson）法は散乱線補正である．
□ 37．空間分解能補正で部分容積効果が軽減できる．
□ 38．Chang法は散乱線補正である．
□ 39．TEW（triple energy window）法は減弱補正である．

■4.2.3　PET装置

□ 40．PETにおいて，計測する放射線のエネルギーは核種によらず一定である．
□ 41．ベータトロンで生産された陽電子放出核種を利用する．
□ 42．PETは同時計数によってデータを得る．
□ 43．PETは陽電子と検出器の相互作用を利用する．
□ 44．BGOシンチレータはNaI(Tl)に比べてエネルギー分解能が比較的高い．
□ 45．PETは視野中心に比べ周辺部の空間分解能が悪くなる．
□ 46．PETにおいてリング径が大きくなると空間分解能が悪くなる．
□ 47．相対発光量はBGOよりLSOのほうが多い．
□ 48．同時計数分解時間が短いほど計数率特性は悪くなる．
□ 49．PET専用機のシンチレータはBGO，LSO，GSOなどである．
□ 50．PETと比較してSPECT特有の補正にブランク補正，偶発同時計数補正などがある．
□ 51．PETの定量評価には散乱・減弱の補正が必要ではない．
□ 52．感度は2D収集よりも3D収集の方が高い．

□ 53. NECR（Noise Equivalent Count Rate）でSUVを評価できる.

■4.2.4 試料計測装置
□ 54. ウェル型シンチレーションカウンタは幾何学的検出効率が比較的高い.
□ 55. ウェル型シンチレーションカウンタであれば，試料の自己吸収の影響は受けない.
□ 56. 摂取率測定装置で甲状腺機能測定が測定できる.

■4.2.5 その他の測定装置
□ 57. ガンマプローブはセンチネルリンパ節の探索に使用される.

■4.2.6 品質・安全管理
□ 58. 装置の始業点検結果を記帳する.
□ 59. 装置の定期点検を行い，その状況を記録する.

4.3 核医学検査装置

■4.3.1 体外計測検査法
□ 60. 甲状腺摂取率算出のためにバックグラウンドの補正が行われる.
□ 61. 関心領域を設定することでサイノグラムを得ることができる.
□ 62. 心電図同期心筋血流SPECTでは左室駆出率を測定することができない.

■4.3.2 試料計測検査法

4.4 核医学データ解析

■4.4.1 画像処理
□ 63. サブトラクションは2画像間の加算処理である.
□ 64. スムージング（平滑化）は統計ノイズ増強効果がある.
□ 65. 計数値が高いと統計ノイズによる影響は小さくなる.
□ 66. バターワース（Butterworth）フィルタのカットオフ周波数を高くすると空間分解能が低下する.
□ 67. バターワース（Butterworth）フィルタでは統計ノイズを低減することはできない.
□ 68. バターワース（Butterworth）フィルタは，SPECTの再構成フィルタとして使用される.
□ 69. ウィナー（Wiener）フィルタは特定の空間周波数を強調する.
□ 70. SPECTの前処理フィルタでは投影画像の統計ノイズ低減は不可能である.
□ 71. 時間放射能曲線を求める際には，関心領域（ROI）設定を行う.
□ 72. 時間放射能曲線から定量指標を算出することができる.
□ 73. バックグラウンド関心領域の形状と部位との設定で分腎機能測定値は変化する.
□ 74. グレースケール表示をカラー表示に変えると画素値は変化する.

■4.4.2 薬物動態解析

4.5 臨床核医学検査

■4.5.1 脳神経
□ 75. アセタゾラミド（ダイアモックス）は脳血流SPECTの負荷に使用される.
□ 76. 脳血流SPECTで局所脳血流量を測定することができる.
□ 77. Patlak plot（パトラックプロット）法は非採血脳血流定量法である.
□ 78. Patlak plot（パトラックプロット）法は大視野ガンマカメラにて脳から心臓領域までの前面像スタチック収集を行う.
□ 79. 難治性部分てんかんで外科切除が必要とされる患者さんのてんかん焦点探索に^{18}F-FDG PET検査は適用できない.
□ 80. 脳血流SPECT統計学的画像解析は投影データを用いて解析する.

■4.5.2 内分泌
□ 81. Na^{123}I（ヨウ化ナトリウム）甲状腺シンチグラフィにおいて，バセドウ病では甲状腺への集積が高くなる.
□ 82. ヨード系造影剤はNa^{123}I（ヨウ化ナトリウム）を用いたシンチグラフィに影響しない.
□ 83. ヨウ化ナトリウムを用いた検査の前処置にはヨード制限がある.
□ 84. Na^{123}I（ヨウ化ナトリウム）甲状腺シンチグラフィの投与方法は経皮である.
□ 85. 甲状腺シンチグラフィから糖摂取率が測定できる.
□ 86. 副腎皮質シンチグラフィは^{131}I-アドステロールを使用し，前処置はヨード制限である.
□ 87. 副腎皮質シンチグラフィの負荷にはアセタゾラミド（ダイアモックス）が使用される.
□ 88. 副腎髄質シンチグラフィでは静注10秒後に撮影する.

■4.5.3 呼吸器
□ 89. 肺血流・換気シンチグラフィにおいて肺血栓塞栓症は，肺血流の異常が換気異常よりも著しい.
□ 90. ^{133}Xe肺換気シンチグラフィにより洗い出し相の検査ができる.

■4.5.4 循環器
□ 91. 虚血部位では^{201}TlCl（塩化タリウム）の洗い出しが速い.
□ 92. 心筋血流シンチグラフィには自転車エルゴメータ，トレッドミルによる運動負荷がある.
□ 93. 運動負荷心筋シンチグラフィにジピリダモール（ペルサンチン）が使用される.
□ 94. ^{201}Tl負荷心筋シンチグラフィは2回撮影されることがある.
□ 95. ^{99m}Tc-MIBIによる撮影において，心筋梗塞は陽性像となる.
□ 96. 心電図同期心筋SPECTで左室容積を算出すると

き，小さな心臓では過大評価する．
□ 97．^{99m}Tc心筋血流製剤は肝・胆道系に集積が多い．
□ 98．^{201}Tlには再分布現象がある．
□ 99．心臓交感神経機能シンチグラフィには^{123}I-BMIPPが使用される．
□ 100．心筋脂肪酸代謝シンチグラフィには^{123}I-MIBGが使用される．

■4.5.5　消化器
□ 101．^{99m}Tc-スズコロイド静注後に脾臓が描出される．
□ 102．^{99m}Tc-GSAはアシアロ糖蛋白の受容体を反映する．
□ 103．肝胆道シンチグラフィにおいて，食事摂取の有無で排泄は変化しない．
□ 104．肝胆道シンチグラフィは，乳児肝炎と先天性胆道閉鎖症の鑑別に使用する．
□ 105．異所性胃粘膜〈メッケル憩室〉シンチグラフィには^{99m}Tc標識赤血球が使用される．
□ 106．消化管出血シンチグラフィには^{99m}Tc-パーテクネテートのみが使用される．

■4.5.6　泌尿生殖器
□ 107．腎静態シンチグラフィにおいて腎臓腫瘍や瘢痕は陽性像として描出される．
□ 108．腎動態シンチグラフィには^{99m}Tc-DMSAが使用される．
□ 109．腎動態シンチグラフィにおいて放射性医薬品は尿中に排泄される．
□ 110．腎動態シンチグラフィの負荷には利尿剤フロセミド（ラシックス）が使用される．
□ 111．腎血管性高血圧をみるためにカプトプリル（ACE阻害薬）負荷が行われる．
□ 112．腎動態シンチグラフィでは側面像を撮影するのが一般的である．
□ 113．腎動態シンチグラフィでは放射性医薬品静注直後から数時間ごとに撮影する．
□ 114．腎静態シンチグラフィでは^{99m}Tc-DTPAが使用される．
□ 115．腎動態シンチグラフィでは腎癌は陽性像となることが多い．
□ 116．腎臓関心領域（ROI）は右腎と左腎の間のみに設定する．
□ 117．腎動態シンチグラフィの投与方法は動脈注射である．
□ 118．^{99m}Tc-DTPA腎動態シンチグラフィの前処置にヨード制限がある．

■4.5.7　血液・造血器・リンパ
□ 119．骨髄シンチグラフィにおいて塩化タリウムが使用される．
□ 120．骨髄シンチグラフィにおいて健常成人では肝への集積が全くない．
□ 121．リンパシンチグラフィの投与方法は経口である．
□ 122．センチネルリンパ節シンチグラフィではガンマプローブで低集積部位を検出する．
□ 123．センチネルリンパ節シンチグラフィでは放射性薬剤を腫瘍の近傍に投与する．
□ 124．センチネルリンパ節シンチグラフィの適応疾患に乳癌がある．

■4.5.8　骨・関節
□ 125．骨シンチグラフィでは高エネルギー低空間分解能コリメータを用いる．
□ 126．骨シンチグラフィにおいて膀胱に尿が溜まっている場合は再度排尿後に撮影する．
□ 127．骨シンチグラフィにおいて被検者の被ばくを軽減するには投与放射能量を減らし，頻回の排尿を促す．
□ 128．骨シンチグラフィでは骨折で集積増加域（陽性像）がみられる．
□ 129．骨シンチグラフィではペースメーカにより陽性像となる．
□ 130．骨シンチグラフィにおいて転移性骨腫瘍は適応疾患である．
□ 131．骨シンチグラフィでは検査前に感染症の有無を確認してはならない．
□ 132．骨シンチグラフィでは被検者に検査時間や撮影方法を説明してはならない．
□ 133．骨シンチグラフィでは撮影前に排尿させてはならない．
□ 134．骨シンチグラフィでは金属製の装身具をはずす必要がない．
□ 135．骨シンチグラフィでは前腕と手を体幹部に重ねる．
□ 136．骨シンチグラフィでは収集エネルギーピークを14 keVにする．
□ 137．骨シンチグラフィでは収集ウィンドウ幅を±27～40%程度とする．
□ 138．骨シンチグラフィではスキャンスピードを15 cm/時とする．
□ 139．骨シンチグラフィでは放射性医薬品投与2日後から撮影する．
□ 140．骨シンチグラフィの投与方法は動脈注射である．
□ 141．骨シンチグラフィでは^{111}In標識のリン酸化合物を使用する．
□ 142．骨シンチグラフィでは投与から撮影までの時間は30時間とする場合もある．
□ 143．骨シンチグラフィでは前面像と側面像の双方を撮影する．
□ 144．疲労骨折や代謝性骨疾患の診断に有用である．

■4.5.9　腫瘍・炎症
□ 145．^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）において健常成人では肝への集積が低い．
□ 146．^{123}I-BMIPPで褐色細胞腫，神経芽（細胞）腫の検査が行われ，陽性像となる．
□ 147．^{123}I-BMIPPで甲状腺癌骨転移の検査が行われる．
□ 148．^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）は超高エネルギー用コリメータを用いる．
□ 149．^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）において縦隔病変の検出にPETが有用である．

□ 150. ^{201}TlCl（塩化タリウム）において胃癌は適応疾患である．
□ 151. ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）において悪性リンパ腫は適応疾患ではない．
□ 152. ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）の適応疾患に悪性リンパ腫，サルコイドーシスがある．
□ 153. ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）で膿瘍が陽性像となることがある．
□ 154. ^{123}I-MIBGで褐色細胞腫の検査が行われる．
□ 155. ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）の投与から撮影までの時間は3分の場合がある．
□ 156. ^{111}In標識白血球による炎症シンチグラフィでは必ず低エネルギー用コリメータを使用する．
□ 157. ^{67}Ga-citrate（クエン酸ガリウム）炎症シンチグラフィの前処置として糖負荷を行わなければならない．
□ 158. FDG-PETは投与前4～6時間以上絶食し，投与前および投与後に激しい運動をしてはならない．
□ 159. 尿路系にFDG集積を認めることがある．
□ 160. FDG-PETにおいて悪性リンパ腫，心筋梗塞，てんかんは適応疾患ではない．
□ 161. すべての腫瘍において^{18}F-FDGは高集積として描出される．
□ 162. 健常者のFDG-PETにおいて脳は描出されない．

■4.5.10　非密封核種内用療法に係わる検査

□ 163. ^{123}I-MIBGで褐色細胞腫，神経芽細胞腫の検査が行われ陽性像となる．

核医学検査技術学　練習問題解答

1	×	2	○	3	×	4	○	5	×	6	○	7	○	8	×	9	○	10	○	11	○	12	×	13	○	14	○	15	×
16	×	17	○	18	○	19	×	20	○	21	×	22	○	23	×	24	○	25	○	26	○	27	×	28	×	29	○	30	○
31	×	32	○	33	○	34	○	35	○	36	×	37	○	38	×	39	×	40	○	41	×	42	○	43	×	44	×	45	○
46	○	47	○	48	×	49	○	50	×	51	×	52	○	53	×	54	○	55	×	56	○	57	○	58	○	59	○	60	○
61	×	62	×	63	×	64	×	65	○	66	×	67	×	68	×	69	○	70	×	71	○	72	○	73	○	74	×	75	○
76	○	77	○	78	×	79	×	80	×	81	○	82	×	83	○	84	×	85	×	86	×	87	×	88	×	89	○	90	○
91	×	92	○	93	×	94	○	95	×	96	×	97	○	98	○	99	×	100	×	101	○	102	○	103	×	104	○	105	×
106	×	107	×	108	×	109	○	110	○	111	○	112	×	113	×	114	×	115	×	116	×	117	×	118	×	119	×	120	×
121	×	122	×	123	○	124	○	125	×	126	○	127	○	128	○	129	×	130	○	131	×	132	×	133	×	134	×	135	×
136	×	137	×	138	×	139	×	140	×	141	×	142	×	143	×	144	○	145	×	146	×	147	×	148	×	149	×	150	×
151	×	152	○	153	○	154	○	155	×	156	×	157	×	158	○	159	○	160	×	161	×	162	×	163	○				

放射線治療技術学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

5.1　癌治療総論

□ 1．TNM分類は腫瘍の進行度分類であり，病期を決定するために必要である．
□ 2．TNM分類のNは所属リンパ節の転移の有無で，Mは遠隔転移の有無を示す．
□ 3．男女間で発生頻度差が最も大きいのは喉頭癌であり，女性が90％を占める．
□ 4．癌患者の全身状態（PS：performance status）の番号は大きい方が状態はよい．
□ 5．治療効果判定の結果，CR：5例，PR：25例，SD：40例，PD：30例であった．奏効率は30％である．
□ 6．病理組織像で癌真珠が認められるのは，舌癌である．
□ 7．白血球の減少は，化学放射線療法で起こりにくい．
□ 8．化学放射線治療の適応に早期喉頭癌がある．
□ 9．最近の傾向として大腸癌（結腸癌＋直腸癌）の罹患数と死亡数が増加している．
□ 10．歩行可能で身の回りのことはすべて可能だが作業はできない場合，パフォーマンスステータスはPS＝3である．

5.2　放射線治療機器

□ 11．医療用電子直線加速装置の加速管には定在波型と進行波型がある．
□ 12．リニアックのガントリに装備されるものに，ボーラスがある．
□ 13．リニアックのガントリに装備されるものに，モニタ線量計がある．
□ 14．直線加速装置（リニアック）から放出されるX線・電子線はパルス状である．
□ 15．平坦化フィルタは照射野内X線強度分布を均一化する．
□ 16．X線治療にはリッジフィルタが使用される．
□ 17．直線加速器の電子線照射には，ターゲット，くさびフィルタが使用される．
□ 18．線量分布の改善に用いるのは，EPID，ボーラスである．
□ 19．シェルは，線量分布の改善に寄与する．
□ 20．シャドーブロックは照射野整形用具で外部照射に使用される．
□ 21．密封小線源治療で使用される^{60}Co線源はγ線を放出するが通常，β線は容器で遮蔽される．
□ 22．物理的半減期は，^{137}Csが30年，^{60}Coが5.2年，^{192}Irが74.2日である．
□ 23．物理的半減期は，^{125}Iが2.7日，^{198}Auが60.1日である．
□ 24．γ線のエネルギーは，^{60}Co，^{137}Cs，^{192}Ir，^{198}Au，^{125}Iのうち最も高いものは^{137}Csである．
□ 25．γ線のエネルギーは，^{137}Cs，^{192}Ir，^{198}Au，^{125}Iのうち最も低いものは^{125}Iである．
□ 26．高線量率腔内照射法に用いられる密封小線源には，^{192}Ir，^{60}Coがある．前者は低線量率照射にも使用される．
□ 27．RALSは術者の被ばくがほとんどない．
□ 28．放射性同位元素を利用する放射線治療装置には，ガンマナイフがある．
□ 29．β線が放射線治療に利用される核種は，^{131}Iである．
□ 30．γ線源を用いるものには，BNCT，サイクロトロンがある．
□ 31．シンクロトロンは陽子線治療，種々の重荷電粒子線治療に用いられる．
□ 32．炭素線の加速はシンクロトロンで行われている．
□ 33．炭素線は，酸素増感比が高い．
□ 34．炭素線は，生物学的効果比が高い．
□ 35．粒子線の拡大ブラッグピークを形成するものは，リッジフィルタである．
□ 36．電子線治療では，一般にツーブス（照射筒）が用いられ，照射部位を確認するために側視鏡を使用することがある．
□ 37．電子線治療では，平坦化フィルタ，散乱箔を使用する．
□ 38．ボーラスは組織等価物質であるが，楔フィルタは薄い金属でできている．
□ 39．子宮癌の高線量率腔内照射法には，オボイドアプリケータ2本とタンデムアプリケータ1本が用いられる．
□ 40．低線量率のタンデム線源は同時に縦に1～3個使用するが，高線量率照射法では1個である．
□ 41．オボイドアプリケータは左右1個ずつ使用する．
□ 42．保守点検項目でリニアックX線では非照射時の漏えい線量測定は必要ない．
□ 43．放射線治療装置の品質管理で，モニタ線量計の校正は週1回，基準（リファレンス）線量計の校正は年1回行う．
□ 44．X線照射野は月1回点検する．
□ 45．放射線治療の品質管理において，投与線量で許容される不確かさは処方線量の±10％以内である．
□ 46．放射線治療の品質管理において，コミッショニングは納入業者が行う．
□ 47．電子線の深部線量，照射野サイズ，線源回転中心間距離は月1回，X線のX線ビームの平坦度（精密な点検）は6か月に1回行う．
□ 48．加速器および関連システムにおいて6か月点検項目に含まれるのは，X線ビームの平坦度である．
□ 49．加速器および関連システムにおいて6か月点検項目に含まれるのは，アイソセンタの指示位置精度である．
□ 50．リニアックにおいて偏向電磁石で偏向された電子ビーム幅は数cm程度である．
□ 51．プライマリ（一次）コリメータは矩形照射を作成するための可変絞りである．

5.3 吸収線量の評価

□ 52. コヒーレント散乱は数eV程度の光子エネルギーに起こりやすい.
□ 53. 直線加速器で7MeV以上に電子を加速すると，その電子線が金属ターゲットや照射装置のコリメータなどに衝突し光核反応［(γ, n)反応］によって放射化が起こる可能性がある.
□ 54. 10MV X線では，ターゲット付近から中性子が比較的多く発生するので注意が必要である.
□ 55. 電子線と物質との相互作用では，エネルギー損失は原子番号の2乗に比例し，吸収は物質の密度に反比例する.
□ 56. ^{192}Irガンマ線の相互作用で，電子対生成が起こる.
□ 57. 光子線，速中性子線はブラッグピークを呈しないが，陽子線，重粒子線はブラッグピークを呈する.
□ 58. アクリル樹脂の密度は1.18 g/cm^{3}で，肺の正常密度は0.3 g/cm^{3}程度である.
□ 59. 放射線治療用ファントムは，電子密度・実効原子番号は人体組織に近いものがよく，散乱線量を十分与える大きさが必要である.
□ 60. CT値と電子密度との関係は空気と水，水と骨では傾きが異なるため，1本の直線で表すことはできない.
□ 61. 光子線の測定においては，リファレンス線量計にはファーマ形電離箱を使用する.
□ 62. 高エネルギー光子線の水吸収線量計測における電離箱の基準点は幾何学的中心とする.
□ 63. 投与する線量の基準となる吸収線量測定は水ファントム中で行い，中心軸上で測定する.
□ 64. 高エネルギーX線，γ線の計算アルゴリズムで線量分布に大きな差が出るものは肺である.
□ 65. 標準計測法に準拠した光子線の測定では，線質によらず，水中では10 cm深が基準条件である.
□ 66. 高エネルギーX線の吸収線量の標準計測において，電離箱は水中にビルドアップキャップ着用で設置する.
□ 67. 高エネルギーX線の吸収線量の標準測定法において，線量測定時に気温および気圧を測定する.
□ 68. 外部放射線治療で吸収線量の標準計測法（「標準計測法12」）に準拠した光子線の線量測定において，水吸収線量校正定数の決定にはコバルト線源が利用されている.
□ 69. 校正点水吸収線量計算に用いるものに，線質指標がある.
□ 70.「標準計測法12」に基づくX線の校正点吸収線量測定では校正深にファーマ形電離箱の実効中心を一致させる.
□ 71.「標準計測法12」に基づく校正点吸収線量測定では，電子線の校正深はエネルギーに関わらず基準深である.
□ 72. 基準条件で電離箱の読み値を水吸収線量に変換するとき出力係数が必要である.
□ 73. 光子線での線質測定は$TPR_{20,10}$，電子線の線質測定はR_{50}を用いる.
□ 74.「標準計測法12」に基づく校正点吸収線量測定では，X線の照射野は10 cm × 10 cmである.
□ 75. 深部量百分率は，線源表面間距離（SSD）により変化し，その距離が長いほど大きくなる.
□ 76. ノンコプラナ照射では，SSD一定法で行う.
□ 77. 等線量曲線は吸収線量の等しい点を結んだ曲線である.
□ 78. 散乱線量は照射野サイズに依存する.
□ 79. TARは，線源からの距離が同じ点の空中組織吸収線量に対する深さdの水吸収線量との比である.
□ 80. TMRは，組織最大線量比の略である.
□ 81. TMRは線源から距離が同じ点における最大深吸収線量に対するある深さにおける吸収線量の比で表される.
□ 82. TMRはビーム中心軸で定義され，水ファントムを用いて測定する. TMRはエネルギー，照射野に依存するが，線源表面間距離（SSD）には依存しない.
□ 83. OPFは「出力係数」の略で，OARは「軸外線量比」の略である.
□ 84. 放射線治療線量評価の線質指標には，電子線では基準深で得る.
□ 85. 電子線の校正深は，($d_c = 0.6 \times R_{50} - 0.1\ \mathrm{g \cdot cm^{-2}}$)で，電離箱の基準点は平行平板形電離箱線量計では，空洞内前壁である.
□ 86. PDIは深さによる電離量百分率の変化である.
□ 87. 電子線の平均エネルギーは深さに依存する.
□ 88. 治療用電子線の吸収線量測定において，基準照射野は15 cm × 15 cmである.
□ 89. 治療用電子線の吸収線量測定において，深部量百分率の決定には水/空気平均制限衝突阻止能比が必要である.
□ 90. 電子線照射では，SSD一定法で行うことが多い.
□ 91. 電子線エネルギーが10MeV以下ではおよそ線量最大深と校正深は一致する.
□ 92. 10MeV電子線による治療の有効な深さは約3 cm，最大飛程は約5 cmである.
□ 93. 放射線治療の吸収線量の正しさを保証するために第三者評価機関もある.
□ 94. 光子線のエネルギーが大きくなるほど線質変換係数も大きくなる.
□ 95. 平行平板形電離箱を電子線で相互校正した場合は，P_{wall}の不確かさが減る.
□ 96. 陽子線の線質指標は実効飛程である.

5.4 照射術式

□ 97. DMUはモニタ単位当たりの基準点吸収線量である.
□ 98. 標的体積と線量分布との一致性は治療計画の妥当性の指標となる.
□ 99. 放射線治療の範囲は，体積の多い順に示すと照射体積 ＞ 治療体積 ＞ 計画標的体積 ＞ 臨床標的体積 ＞ 肉眼的腫瘍体積となる.
□ 100. 対向二門照射は回転照射に比べ，容積線量が少なく，多門照射は重要臓器を避けて三門以上の線束を多方向から照射する方法である.
□ 101. 原体照射は病巣形状に合わせた照射野で回転照射する方法で，健常組織の障害の軽減を目的とする.
□ 102. 運動照射は，病巣部の中心に一致させ回転または振子照射などを行う方法で，多門照射法より線量分布はよくなるが照射容積が大きくなる問題点がある.

□ 103. 乳房温存術後の全乳房照射において，切除断端陽性では追加照射が必要である．
□ 104. 乳房温存術後の照射において，左側乳房の治療では心臓を照射野から外す．
□ 105. 予防的全脳照射の適応には，小児白血病，小細胞肺癌がある．
□ 106. 予防的全脳照射の適応には，神経膠芽腫がある．
□ 107. 白血病骨髄移植に対して全脳・全脊髄照射が行われる．
□ 108. 非小細胞肺癌単発脳転移に対しては定位放射線照射が行われることがある．
□ 109. 全身照射法は急性白血病に適応され，脳にも照射する．腫瘤細胞の根絶と免疫抑制を目的とする．
□ 110. 全身照射法の線量率は肺線維症を低減させるために線量率は100 cGy/min程度で行う．
□ 111. 全身照射法は人の$LD_{50/30}$を超える線量が分割照射で行われる．
□ 112. 全身照射（TBI）では，総線量は50 Gyが選択される．
□ 113. 定位放射線照射はnarrow beamで線量を集中的に照射する方法である．
□ 114. 定位放射線照射のうち1回照射を定位手術的照射，分割照射を定位放射線治療という．
□ 115. 定位手術的照射におけるガンマナイフは肺癌の治療に用いられる．
□ 116. 定位手術的照射の適応には脳動静脈奇形がある．
□ 117. 定位手術的照射の適応には食道癌がある．
□ 118. 定位手術的照射の適応には子宮頸癌がある．
□ 119. 定位放射線治療の適応には早期肺癌がある．
□ 120. 脳定位放射線治療で小照射野を用いる場合，マイクロ電離箱，半導体検出器，フィルム，ダイヤモンド検出器を利用する．
□ 121. 強度変調放射線治療（IMRT）は，ビーム強度を制御し多方向から照射することにより3次元的な線量分布を調節して照射する方法である．
□ 122. IMRTにはβ線が用いられる．
□ 123. 術中（開創）照射には高エネルギー電子線が用いられ，投与量は大量1回照射で20～30 Gy程度である．
□ 124. 線量分布の優れているものは陽子線，重粒子線であり，生物学的効果の優れているものは速中性子線，重粒子線である．
□ 125. 密封小線源治療は，治療範囲は限局され，照射体積を限局することができ治療体積と照射体積との比が小さい．
□ 126. 腔内照射法が適応される代表的疾患に，子宮頸癌，食道癌がある．
□ 127. 高線量率（HDR）小線源治療が適応となる疾患に食道癌がある．
□ 128. 密封小線源治療における^{125}I，^{198}Auには退出基準が定められた．
□ 129. BNCTは，組織内飛程が5～10 μm程度でホウ素を採り込んだ細胞を選択的に照射し，腫瘍のみを選択的に治療できる．
□ 130. 甲状腺癌，甲状腺癌転移，甲状腺機能亢進症には^{131}I内用療法，β線治療が行われる．
□ 131. IMRTはインバースプランにより治療計画を立案する．
□ 132. 診療用陽子線のエネルギーは300 MeV～450 MeVである．

5.5 放射線治療

□ 133. 低LET放射線には，高エネルギーX線，γ線，電子線，陽子線などがある．
□ 134. 正常組織の耐用線量を腫瘍の治癒線量で除したものが治療可能比である．
□ 135. 成人で耐容線量が低いものに水晶体がある．
□ 136. 成人で臓器全体に照射された場合，放射線耐容線量が低いものに肺がある．
□ 137. 通常分割照射の場合，脊髄の耐容線量［Gy］は50 Gyである．
□ 138. リスク臓器の線量低減には，ノンコプラナ照射が有効である．
□ 139. 骨転移（転移性骨腫瘍）の放射線治療の目的は，疼痛の軽減であり，70％以上の症例で得られる．
□ 140. 治療可能比は正常組織の耐容線量を腫瘍の致死線量治癒線量で割った（除した）もので，腫瘍の治癒率は無関係である．
□ 141. 放射線感受性が高いものに，悪性黒色腫，骨肉腫がある．
□ 142. 放射線治療の適応に，翼状片，ケロイドがある．
□ 143. 放射線治療の適応には，神経鞘腫，甲状腺眼症がある．
□ 144. 対症（緩和）療法は根治治療を目的とせず，除痛，延命，呼吸困難の改善などを目的とする．
□ 145. 照射開始3か月後に出現する可能性があるのは，放射線肺炎である．
□ 146. 晩期障害には，皮膚では潰瘍，骨では壊死である．
□ 147. 晩期障害には，腸では穿孔，肺では肺繊維症がある．
□ 148. 全中枢神経系照射の適応となるのは，髄芽腫，松果体部胚腫である．
□ 149. 対症的放射線治療の適応には，癌性リンパ管症による呼吸困難がある．
□ 150. 脳転移による麻痺，意識混濁がある場合には放射線治療の対象となり，総線量は30 Gy/2週程度である．
□ 151. 骨転移に対する放射線治療で除痛効果が高いのは，乳癌，前立腺癌である．
□ 152. 声門型喉頭癌には，10 MV X線による外部照射が適切である．
□ 153. 電子線が治療に用いられる対象疾患として乳癌がある．
□ 154. 電子線が治療に用いられる対象疾患として前立腺癌がある．
□ 155. 術中照射では，照射筒（ツーブス）にすべてが含まれなければならないので広範囲の腫瘍には適応とならず，照射範囲は限定される．
□ 156. 術中電子線照射法の対象となる代表的疾患には，膵癌，胃癌がある．

□ 157. 喉頭癌は喫煙と関係があり，発声機能温存のために第1選択として放射線治療を行う．一般的に4MV程度のX線が用いられる．

□ 158. 舌癌，声門癌，上咽頭癌，中咽頭癌，下咽頭癌のうち頸部リンパ節転移の頻度が最も低いのは，声門癌である．

□ 159. 食道癌の化学放射線療法で起こる可能性のある合併症には心嚢液貯留，脊髄麻痺がある．

□ 160. 乳房温存術後の照射において，5年以降の再発率は子宮頸癌よりも少ない．

□ 161. 乳房温存術後の照射において，照射で再発率は1/2になる．

□ 162. 原発巣は放射線で，リンパ節転移は手術で治療されるのは，舌癌である．

□ 163. 早期例（Ⅰ・Ⅱ期）でも化学放射線療法が標準治療なのは，肺癌，上咽頭癌である．

□ 164. 外部照射における前立腺癌の放射線治療では多門照射，回転照射などが使用される．

□ 165. ^{125}Iを用いた前立腺癌の小線源治療では，線源の異所性移動は肺が最も多い．

□ 166. ^{125}Iを用いた前立腺癌の小線源治療では線源が尿中排泄されることはない．

□ 167. 上顎癌にはX線治療では楔フィルタを使用した直交二門照射，密封小線源治療では腔内照射が行われる．

□ 168. 密封小線源治療を併用する子宮癌の外部照射は骨盤腔リンパ節を含めるが，中央遮へいすることがある．

□ 169. 子宮頸癌の腔内照射での副作用は直腸より膀胱に発生しやすい．

□ 170. ケロイドの放射線治療の総線量［Gy］は，3Gy程度である．

□ 171. ホウ素中性子捕獲療法で抗腫瘍効果を示す放射線は中性子線である．

□ 172. ホウ素中性子捕獲療法では，^{10}B(n, α)^{7}Li反応を利用する．

□ 173. 放射線遮へい治療病室での入院が必要なのは，舌癌^{198}Au治療である．

□ 174. 管理区域とした一般病室での入院が必要なのは，前立腺癌^{125}I治療である．

□ 175. 小線源組織内照射治療の特徴として，術者による効果の差が大きい．

□ 176. 小線源組織内照射治療の特徴として，骨髄抑制が強い．

□ 177. 過分割照射法は1回線量を減らして1日2回以上照射し，治療期間を変えずに総線量を増加させる治療法である．

□ 178. 放射線治療と抗腫瘍薬の動脈内投与とが同時併用されるものに，上顎癌がある．

□ 179. 放射線治療と抗腫瘍薬の動脈内投与とが同時併用されるものに，ホジキンリンパ腫がある．

□ 180. 放射線に抗腫瘍薬を併用すると，生存率曲線が変化する効果を相加効果という．

放射線治療技術学　練習問題解答

1	○	2	○	3	×	4	×	5	○	6	○	7	×	8	×	9	○	10	×	11	○	12	×	13	○	14	○	15	○
16	×	17	×	18	×	19	×	20	○	21	○	22	○	23	×	24	×	25	○	26	○	27	○	28	○	29	○	30	×
31	○	32	○	33	×	34	○	35	○	36	○	37	×	38	○	39	○	40	○	41	○	42	○	43	○	44	○	45	×
46	×	47	○	48	○	49	×	50	×	51	×	52	○	53	○	54	○	55	×	56	×	57	○	58	○	59	○	60	○
61	○	62	○	63	○	64	○	65	○	66	×	67	○	68	○	69	○	70	×	71	×	72	×	73	○	74	○	75	○
76	×	77	○	78	○	79	○	80	○	81	○	82	○	83	○	84	×	85	○	86	○	87	○	88	×	89	○	90	○
91	○	92	○	93	○	94	×	95	○	96	×	97	○	98	○	99	○	100	○	101	○	102	○	103	○	104	○	105	○
106	×	107	×	108	○	109	○	110	×	111	○	112	×	113	○	114	○	115	×	116	○	117	×	118	×	119	○	120	○
121	○	122	×	123	○	124	○	125	○	126	○	127	○	128	○	129	○	130	○	131	○	132	×	133	○	134	○	135	○
136	○	137	○	138	○	139	○	140	○	141	×	142	○	143	○	144	○	145	○	146	○	147	○	148	○	149	×	150	○
151	○	152	×	153	○	154	×	155	○	156	○	157	○	158	○	159	○	160	×	161	×	162	○	163	○	164	○	165	○
166	×	167	○	168	○	169	×	170	×	171	×	172	○	173	○	174	○	175	○	176	×	177	○	178	○	179	×	180	○

医用画像情報学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

6.1　医用画像情報の基礎

□ 1．10進数の“146”を2進数で表現すると“10010010”である．
□ 2．16進数の“AE”を2進数で表現すると“10101110”である．
□ 3．2進数の“11110001”を10進数で表現すると“241”である．
□ 4．10進数の“−123”は，2進数で表現すると“10000101”である．
□ 5．2進数1010と0101の和は10100101である．
□ 6．2進数1011と1101の積は10001111である．
□ 7．2進数の負の数は符号ビットに1を入れて表現する．
□ 8．アスキーコードは非数値データの表現形式である．
□ 9．論理式A＋(B·C)は，(A＋B)·(A＋C)となる．
□ 10．論理式$A+\overline{A}$は，0となる．
□ 11．X線光子はPoisson分布に従うので，入射光子数qのノイズ成分は$\sqrt{q}$である．
□ 12．コンピュータの基本構成は，記憶装置・制御装置・演算装置・入力装置・出力装置である．
□ 13．RAMは読み書き可能なメモリである．
□ 14．RS-232Cは外部インタフェースである．
□ 15．OSの基本的な役割にメモリ管理がある．
□ 16．OSの基本的な役割にデータベース管理がある．
□ 17．TCP/IPはインターネットで用いられるネットワークプロトコルである．
□ 18．MACアドレスは通信機器固有の物理アドレスである．
□ 19．ハブ（HUB）は複数のLANケーブルを1つに集線する装置である．
□ 20．IPアドレスにはグローバルアドレスとプライベートアドレスとがある．
□ 21．USBは演算装置を意味する．

6.2　医用画像

□ 22．増感紙の管電圧依存性は蛍光体によって異なる．
□ 23．増感紙フィルムシステムではフィルムのみと比較して鮮鋭度は低下するが，コントラストは向上する．
□ 24．増感紙で保護膜を薄くすると鮮鋭度の向上に寄与する．
□ 25．増感紙で蛍光体層を薄くすると鮮鋭度の向上に寄与する．
□ 26．増感紙で蛍光体粒子を小さくすると鮮鋭度が低下する．
□ 27．増感紙の蛍光体の厚さは感度に影響する．
□ 28．増感紙フィルム系ではレギュラーシステムが主流である．
□ 29．無水亜硫酸ナトリウムは現像液と定着液の両方で使用される．
□ 30．チオ硫酸ナトリウムは現像液の成分である．
□ 31．フェニドンは現像主薬である．
□ 32．臭化カリウムは抑制剤である．
□ 33．炭酸ナトリウムは促進剤である．
□ 34．X線複写フィルムは露光量を増すほど写真濃度が低下する．
□ 35．bootstrap法は散乱X線の影響を受ける．
□ 36．感光材料に最大濃度を与える露光量以上の露光を与えると写真濃度が低下する現象をソラリゼーションという．
□ 37．イラジエーションは露光に関する現象である．
□ 38．クロスオーバー効果とは増感紙の蛍光体から放射された光が反対面の乳剤まで感光させる現象である．
□ 39．ラッセル効果は露光に関する現象である．
□ 40．間欠効果は相反則不軌に基づく写真現象である．
□ 41．クロスオーバ効果は相反則不軌に基づく写真現象である．
□ 42．距離法は放射口に金属フィルタを付加する．
□ 43．S–F系でタイムスケール法は相反則不軌の影響を受ける．
□ 44．マイクロデンシトメータで得られる濃度は平行光濃度である．
□ 45．一般に拡散光濃度より並行光濃度のほうが値が小さい．
□ 46．通常の濃度計は並行光濃度の計測である．
□ 47．寛容度は特性曲線の直線部の露光域をいう．
□ 48．ガンマが高いほどラチチュードは広くなる．
□ 49．焦点–フイルム間距離が3倍になれば，X線強度は3分の1倍になる．
□ 50．増感紙・フイルムのセンシトメトリでは感度が低いほど特性曲線は右側に移動する．
□ 51．透過光が入射光の5%になる写真濃度は1.3である．ただし，$\log_{10}2=0.3$とする．
□ 52．透過光が入射光の5%になるフィルムAと2%になるフィルムBがある．2枚のフィルムを重ねて観察したときの写真濃度は1.0になる．
□ 53．CT像（1枚）の全ファイルサイズが133,120バイトで，ヘッダー情報が2,048バイトであるとき，画像マトリクスは256×256である．ただし，全画像ファイルサイズはヘッダー情報と画像データとの和とし，1画素のデータは2バイトとする．
□ 54．1ピクセルが150 μmのFPDで撮影した胸部画像のデータ量は18 Mbyteである．ただし，FPDの有効視野は45 cm×45 cm，階調は16ビットとする．
□ 55．デジタル化は量子化をしてから標本化が行われる．
□ 56．濃度分解能は量子化レベル数で決まる．
□ 57．標本化間隔はナイキスト周波数によって決まる．
□ 58．標本化間隔がアパーチャサイズより小さければ雑音特性は悪くなる．
□ 59．標本化間隔が大きい画像は空間分解能が悪い．
□ 60．デジタル画像の最高周波数が0.5 cycles/mmのとき，標本化間隔は0.5 mmである．
□ 61．標本化定理を満足しない間隔で標本化するとエリ

アシングが発生する.

□ 62. サンプリング間隔 100 μm で標本化が行われたとき，デジタル画像で表現できる最高の空間周波数は 5 cycles/mm である.

□ 63. デジタル化には標本化と量子化の 2 つの操作が必要である.

□ 64. アナログ信号を量子化し，デジタル信号で表すと量子化雑音を生じる.

□ 65. フーリエ変換は対称性をもつ.

□ 66. 有効視野 40 cm × 40 cm，マトリクスサイズ 512 × 512，拡大率 1.5 倍で収集を行う場合，そのデジタル画像で表現できる最高周波数は 9.62 cycles/cm である.

□ 67. 二次元フーリエ変換において空間周波数のスペクトルの振幅は実領域の画像の強度に関係する.

□ 68. 二次元フーリエ変換の位相は実領域の画像の形状に関係する.

□ 69. 実領域で画像を平行移動すると振幅が変化する.

□ 70. 二次元フーリエ変換において実領域の画像の積分値は周波数領域の原点の値に等しい.

□ 71. 二次元フーリエ変換において実領域で画像を θ 回転すると周波数領域でも θ 回転する.

□ 72. 奇関数をフーリエ変換した結果は複素数となる.

□ 73. 実領域での畳み込みは周波数領域では掛け算で実行できる.

□ 74. 高速フーリエ変換はデータ数を 2 のべき乗にする必要がある.

□ 75. 二次元フーリエ変換は一次元フーリエ変換に分けて実行できる.

□ 76. 診断用デジタル X 線装置の CR は X 線検出に IP を用いる.

□ 77. 診断用デジタル X 線装置の DSA は造影前画像と造影後画像との差分である.

□ 78. 診断用デジタル X 線装置の DF は TV カメラ信号を A-D 変換器でデジタル化する.

□ 79. 診断用デジタル X 線装置の平面検出器は半導体等を用いて X 線エネルギーを電気信号に変換する.

□ 80. IP ではフェーディング現象が起きない.

□ 81. IP では 2 次励起光を照射すると青色に発光する.

□ 82. IP では消去光を照射することで繰り返し使用が可能である.

□ 83. IP では増感紙–フィルム系に比べてダイナミックレンジが狭い.

□ 84. CR は X 線検出に IP を用いる.

□ 85. 線系システムとは加法性と定常性をもっている.

□ 86. MR 画像の再構成にはフーリエ変換を用いる.

□ 87. カラー画像は RGB の赤・黄・青の 3 色で作られる.

□ 88. アフィン変換によって画像の拡大や回転が出来る.

□ 89. フィルタ補正逆投影法は，単純な逆投影より画像がボケる.

□ 90. 逐次近似法を利用するとより精度のよい画像が得られる.

□ 91. エネルギーサブトラクションでは必ずフーリエ変換を用いる.

□ 92. エネルギーサブトラクションの 1 ショット法では粒状性が改善する.

□ 93. ボケマスク処理には必ずフーリエ変換を用いる.

□ 94. 階調処理によってコントラストは変化する.

□ 95. ダイナミックレンジ圧縮処理は階調処理である.

□ 96. ダイナミックレンジ圧縮処理の計算式は以下のように表せる。ただし，$g(x, y)$は処理後の画像，$f(x, y)$は原画像，$f_{ave}(x, y)$は原画像の平滑化画像，係数 h は濃度を変数とする補正係数である.

$$g(x, y) = f(x, y) + h(f_{ave}(x, y))$$

□ 97. ヒストグラム平坦化処理は階調処理である.

□ 98. メディアンフィルタ処理は階調処理である.

□ 99. リカーシブフィルタは階調処理である.

□ 100. ウィンドウイング処理は階調処理である.

□ 101. ダイナミックレンジ圧縮処理によって診断可視域が広がる.

□ 102. 平滑化処理によって高周波成分が強調される.

□ 103. 階調処理によってコントラストは変化する.

□ 104. サブトラクション処理によってノイズは減少する.

□ 105. メディアンフィルタはスパイク状雑音の除去に用いられる.

□ 106. メディアンフィルタは平滑化フィルタの 1 種である.

□ 107. メディアンフィルタは非線形処理である.

□ 108. ラプラシアンフィルタによって高周波成分が除去される.

□ 109. Sobel フィルタはエッジ検出に用いられる.

□ 110. 移動平均フィルタは低域通過フィルタである.

□ 111. ラプラシアン鮮鋭化フィルタは低域通過フィルタである.

□ 112. ラプラシアンフィルタは微分フィルタの 1 種である.

□ 113. Sobel フィルタは微分フィルタの 1 種である.

□ 114. 加重平均フィルタで処理した画像はエッジが強調される.

□ 115. ボケマスク処理は $g(x, y) = f(x, y) + k[f(x, y) - f_s(x, y)]$ で表される．ただし，$g(x, y)$ は処理画像，$f(x, y)$ は原画像，$f_s(x, y)$ は平滑化画像，k は強調係数とする.

□ 116. テンプレートマッチングの手法として相互相関関数が用いられる.

□ 117. アンシャープマスク処理は画像の鮮鋭化に用いられる.

□ 118. ボケマスク処理は画像の鮮鋭化に用いられる.

□ 119. スムージングの画像処理を行うとノイズが低下する.

□ 120. 離散コサイン変換は画像の圧縮に用いられる.

□ 121. ウェーブレット変換は画像の圧縮に用いられる.

□ 122. テンプレートマッチングは画像認識で用いられる.

□ 123. CAD の手法の一つにディープラーニングが使われている.

6.3 医療情報

□ 124. DICOM は，医療画像に関する通信と保存の規格

である．

□ 125．オーダエントリシステムでは情報発生源入力が行われる．

□ 126．PACS 導入によるフィルムレス化で法的には画像を永久保存する義務がある．

□ 127．PACS 導入によるフィルムレス化で画像保管スペースが削減される．

□ 128．PACS 導入によるフィルムレス化で過去画像との比較が簡単になる．

□ 129．電子媒体による診療録保存の条件は見読性・真正性・保存性である．

□ 130．セキュリティの3要素は機密性・完全性・安全性である．

□ 131．HL7は病院情報システムに用いられている．

□ 132．HL7は画像を通信・保管する規格である．

□ 133．RISとは放射線情報システムである．

□ 134．HISとは病院全体の情報システムのことである．

□ 135．ICDコードとは，WHOにより公表された国際的な疾病の分類である．

□ 136．診療録におけるSOAP形式記録のSは患者の訴えなどの主観的なデータのことである．

□ 137．診療録におけるSOAP形式記録のOは処方箋オーダなどのオーダのことである．

□ 138．診療録におけるSOAP形式記録のAは病名などの医師の診断内容のことである．

□ 139．PDIとはDICOMファイルをCDなどで受け渡しするための規格である．

□ 140．遠隔医療システムとテレラジオロジーは通信システムを利用する．

□ 141．輝度安定化回路付液晶モニタは1年ごとに定期的測定試験を行う．

□ 142．医用画像表示システムの規格（JIS T 62563-1）の視野角特性試験は目視評価である．

□ 143．伝送速度が1 Gbpsのネットワークで100 Mbyteの医療画像を伝送するとき，伝送時間［秒］は0.8秒である．

□ 144．医用画像表示モニタの導入時には不変性試験を行う．

□ 145．医用画像表示モニタ管理のグレースケールやアーチファクト，輝度均一性はテストパターンを用いて評価する．

□ 146．医用モニタの品質管理で幾何学的歪みは機械で測定する．

□ 147．医用画像表示モニタ管理の最大輝度，輝度比，コントラストは輝度計を用いて評価する．

□ 148．医用モニタの不変性試験項目における目視確認のひとつに輝度均一性がある．

□ 149．医用モニタの不変性試験項目における目視確認のひとつに色度がある．

□ 150．SSLはデータを暗号化する方式である．

□ 151．ファイアウォールはセキュリティ対策に有効である．

□ 152．ユーザ認証は情報セキュリティ対策に用いられる．

□ 153．デジタル署名は情報セキュリティ対策に用いられる．

□ 154．VPN（Virtual Private Network）は情報セキュリティ対策に用いられる．

□ 155．医療情報システムの安全管理に関するガイドラインでの安全対策には，組織的，物理的，技術的，人的の安全管理対策がある．

医用画像情報学　練習問題解答

1	○	2	○	3	○	4	○	5	×	6	○	7	○	8	○	9	○	10	×	11	○	12	○	13	○	14	○	15	○
16	×	17	○	18	○	19	○	20	○	21	×	22	○	23	○	24	○	25	○	26	○	27	○	28	×	29	○	30	×
31	○	32	○	33	○	34	○	35	○	36	○	37	○	38	○	39	×	40	○	41	×	42	○	43	○	44	○	45	×
46	×	47	○	48	×	49	×	50	○	51	○	52	×	53	○	54	○	55	×	56	○	57	○	58	×	59	×	60	×
61	○	62	○	63	○	64	○	65	○	66	○	67	○	68	○	69	×	70	○	71	○	72	○	73	○	74	○	75	○
76	○	77	○	78	○	79	○	80	×	81	○	82	○	83	×	84	○	85	○	86	○	87	×	88	○	89	×	90	○
91	×	92	×	93	×	94	○	95	○	96	○	97	○	98	×	99	×	100	○	101	○	102	×	103	○	104	×	105	○
106	○	107	○	108	×	109	○	110	○	111	×	112	○	113	○	114	×	115	○	116	○	117	○	118	○	119	○	120	○
121	○	122	○	123	○	124	○	125	○	126	×	127	○	128	○	129	○	130	×	131	○	132	×	133	○	134	○	135	○
136	○	137	×	138	○	139	○	140	○	141	○	142	×	143	○	144	×	145	○	146	×	147	○	148	○	149	×	150	○
151	○	152	○	153	○	154	○	155	○																				

基礎医学大要　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

7.1　人体の構造と機能の基礎

□ 1．人体を構成する主要4大元素は水素，炭素，窒素，塩素である．
□ 2．人体の方向で大腿伸側は後面である．
□ 3．右横隔膜は左横隔膜よりも高位である．
□ 4．肝，脾，胃は腹腔内臓器である．
□ 5．傍腎前腔は後腹膜腔に含まれる．
□ 6．十二指腸下行脚は後腹膜腔に存在する．
□ 7．血清カルシウム濃度の調節はホメオスタシスの1つである．
□ 8．甲状腺機能亢進症でTSHは上昇する．

7.2　細胞と組織

□ 9．ネクローシスにより核の断片化が生じる．
□ 10．減数分裂では染色体数は半分の23本となる．
□ 11．ウラシルはヒトDNAを構成する要素である．
□ 12．ヒストンはDNAを核内に収める役割がある．
□ 13．ゴルジ装置は不要物質の分解処理に関わる．
□ 14．粗面小胞体は脂質代謝を行う．
□ 15．食道は重層扁平上皮で覆われている．
□ 16．膵臓は外分泌機能と内分泌機能を有する．
□ 17．唾液腺は内分泌機能を有する．
□ 18．腎盂，尿管，膀胱は円柱上皮である．
□ 19．空腸，胆管，直腸は移行上皮である．
□ 20．ハイドロキシアパタイトは骨組織を構成する．
□ 21．ケラチンは筋原線維を構成する．
□ 22．脊髄では白質が表面で灰白質が内部にある．
□ 23．ミエリンは髄鞘の構成要素である．

7.3　生体の防御機構と免疫

□ 24．リンパ節，脾臓はヒトの中枢性（1次）リンパ組織である．
□ 25．T細胞は骨髄で分化する．
□ 26．単球はマクロファージの前駆細胞である．
□ 27．形質細胞は抗原産生細胞である．
□ 28．Bリンパ球は主に細胞性免疫に関わる．
□ 29．移植組織への拒絶反応に細胞性免疫が関わる．

7.4　運動器

□ 30．骨端軟骨は成人以降に骨端線となる．
□ 31．長管骨の成長は骨端軟骨で起こる．
□ 32．骨膜は知覚神経に富む．
□ 33．骨はカルシウム貯蔵機能を有する．
□ 34．篩骨は含気骨である．
□ 35．喉頭蓋は軟骨を含む．
□ 36．平面関節は可動域が広い．
□ 37．成人では口蓋骨は左右に一対ある．
□ 38．乳突洞は副鼻腔である．
□ 39．第11～12肋骨は肋骨弓を形成する．
□ 40．腸骨，坐骨，尾骨は寛骨を構成する．
□ 41．7個の頸椎は後弯を形成する．
□ 42．関節突起，椎間孔，椎弓根は対構造である．
□ 43．椎体の背側に後縦靭帯が付着する．
□ 44．肩関節，股関節は複関節である．
□ 45．基節骨はDIP関節を構成する．
□ 46．前十字靱帯は脛骨の前方に付着する．
□ 47．腓骨は膝関節を直接的に構成する．
□ 48．舟状骨は手根骨と足根骨に共通する骨である．
□ 49．大菱形骨は手根骨で最も小指側に位置する．
□ 50．正中神経は手根管を通る．
□ 51．心臓は平滑筋である．
□ 52．眼輪筋は眼球運動に関係する．
□ 53．回外筋は肩関節の運動に関与する．
□ 54．肩関節の回旋腱板は棘上筋，棘下筋，小円筋，肩甲下筋の腱である．
□ 55．縫工筋は頸部の筋である．
□ 56．横隔膜は胸式呼吸，腹式呼吸に関与する．
□ 57．胸管は横隔膜の大動脈裂孔を通る．

7.5　呼吸器，胸郭，胸壁，胸膜，乳房

□ 58．肺胞は気管支系で最も末梢にある．
□ 59．終末細気管支は呼吸細気管支より末梢にある．
□ 60．右上葉と右中葉は大葉間裂で境される．
□ 61．舌区気管支は右肺にある．
□ 62．肺胞サーファクタントは異物除去を行う．
□ 63．肺血流は座位で下肺に多く分布する．
□ 64．健常成人の血中酸素分圧は肺静脈より肺動脈のほうが高い．
□ 65．左第3弓は肺動脈（幹）で形成される．
□ 66．胸腺は後縦隔に位置する．
□ 67．乳房は外分泌器官である．

7.6　心臓，脈管

□ 68．肺や肝臓は血管の二重支配を受ける．
□ 69．肺静脈は肺の組織に酸素を供給する．
□ 70．中脳の栄養血管は中大脳動脈である．
□ 71．肺動脈や脾動脈には動脈血が流れている．
□ 72．プルキンエ線維は刺激伝導系の構造である．
□ 73．心室の興奮は心電図のQRS波に対応する．
□ 74．中大動脈はウィリス動脈輪を構成する．
□ 75．右総頸動脈は大動脈から直接分岐する．
□ 76．肺動脈弁は大動脈弁よりも頭側に位置する．
□ 77．僧帽弁は右心系に属する．
□ 78．右冠動脈はバルサルバ洞から分岐する．
□ 79．気管支動脈は大動脈から直接分岐する．
□ 80．右胃動脈は腹腔動脈から直接分岐する．
□ 81．上腸間膜動脈，脾動脈は膵臓に分布する．
□ 82．卵巣動脈，子宮動脈は腹大動脈から直接分岐する．
□ 83．左腎静脈は腹部大動脈と上腸間膜動脈の間を走行する．

□ 84. 左精巣静脈は左腎静脈に流入する.
□ 85. 左胃静脈，脾静脈，上腸間膜静脈，下腸間膜静脈は門脈系に流入する.
□ 86. 奇静脈は下大静脈に合流する.
□ 87. 臍帯の臍動脈は1本である.
□ 88. 胎児では右心室から卵円孔を介して左心房への血流がある.
□ 89. 胎児では臍静脈から静脈管を介して上大静脈への血流がある.

7.7 消化器，腹壁，腹膜

□ 90. 顎下腺は外分泌臓器である.
□ 91. 扁桃は内分泌器官である.
□ 92. 梨状陥凹は中咽頭に属する.
□ 93. 食道は外膜の代わりに漿膜を有する.
□ 94. 胃の入口は幽門である.
□ 95. 空腸，回腸は重層扁平上皮で覆われている.
□ 96. 大十二指腸乳頭に副膵管が開口する.
□ 97. 横行結腸，S状結腸は後腹膜腔に存在する.
□ 98. 直腸膨大部は肛門管よりも口側に位置する.
□ 99. 中肝静脈は肝の外科的左葉と外科的右葉との境界に位置する.
□ 100. 肝臓はアルブミンやフィブリノゲンを生成する.
□ 101. 肝臓は胆汁，血液凝固因子，尿素を産生する.
□ 102. 肝臓は女性ホルモンを活性化する働きをもつ.
□ 103. 内因子は胃腺から分泌される.
□ 104. 胃液は炭水化物の分解を行う.
□ 105. ガストリンは十二指腸から分泌されるホルモンである.
□ 106. ペプシンは膵臓から分泌される消化酵素である.
□ 107. 消化酵素アミラーゼの至適pHは約2である.

7.8 血液，造血器

□ 108. 脾臓は末梢性（2次）リンパ組織である.
□ 109. 脾臓の機能低下によって貧血を生じる.
□ 110. 健常成人の赤血球の平均寿命は約10日である.
□ 111. 血小板を産生するのは単球である.
□ 112. 好中球は病原体を貪食する.
□ 113. 好塩基球と好酸球はアレルギーに関わる.
□ 114. リンパ球は胸腺で分化，成熟してT細胞になる.
□ 115. B細胞はマクロファージに分化する.

7.9 泌尿器，生殖器

□ 116. 腎門部は内側前方（腹側）を向いている.
□ 117. 腎皮質は主に尿細管からなる.
□ 118. 腎臓はレニン，エリスロポエチンを不活化する.
□ 119. 腸腰筋は腹部X線単純写真で腎の輪郭の描出に最も寄与する.
□ 120. 尿は腎杯→腎盂→尿道→膀胱→尿管の順に排泄される.
□ 121. 女性は男性よりも尿道が長い.
□ 122. 尿細管での再吸収率が最も高いのはカリウムである.
□ 123. 健常成人の1日の糸球体濾過量〈GFR〉は約15Lである.
□ 124. 卵巣は後腹膜臓器である.
□ 125. 子宮は膀胱の頭側にある.
□ 126. 膣は直腸・肛門の後方にある.
□ 127. 精嚢は前立腺の腹側に位置する.
□ 128. 精子は精巣上体を通過する.
□ 129. 受精は精管内で起こる.

7.10 脳，神経

□ 130. 第三脳室，下垂体柄，小脳虫部は正中に位置する.
□ 131. 視床は左右一対ある.
□ 132. 脳梁は左右が連続している.
□ 133. 外側溝は側頭葉と後頭葉を分ける.
□ 134. 視覚野は側頭葉にある.
□ 135. 被殻と尾状核はレンズ核を構成する.
□ 136. 脳脊髄液は中脳水道からモンロー孔へ向かう.
□ 137. 脳脊髄液は硬膜下腔に存在する.
□ 138. 脳神経は中枢神経に含まれる.
□ 139. 脳神経について表を完成せよ.

番号	名称	頭蓋底の通過場所	機能
I	（　　）神経	篩骨の篩板	（　）
II	（　　）神経	（　　）管	（　）
III	（　　）神経	（　）窩裂	（　）
IV	（　　）神経	（　）窩裂	（　）
V	～（　　）神経～ 第1枝 （　　）神経 第2枝 （　　）神経 第3枝 （　　）神経	第1枝 （　）窩裂 第2枝 （　）孔 第3枝 （　）孔	（　）
VI	（　　）神経	（　）窩裂	（　）
VII	（　　）神経	（　）道と （　）管→茎乳突孔	
VIII	～（　　）神経 別名（　　）神経～ （　　）神経 （　　）神経	（　）道 ↓ （　）孔	（　）
IX	（　　）神経	（　　）孔	（　）
X	（　　）神経	（　　）孔	（　）
XI	（　　）神経	（　　）孔	（　）
XII	（　　）神経	（　　）管	（　）

（語群：頭蓋底の通過場所）
頭静脈，卵円，上眼，内耳，下眼，正円，
舌下神経，視神経，顔面神経
（語群：機能）
知覚，運動，混合

□ 140. 内耳神経は聴覚と平衡覚に関係が深い.
□ 141. 瞳孔収縮は交感神経刺激による反応である.

□ 142. 気管支平滑筋収縮は副交感神経刺激による反応である.

7.11 内分泌, 代謝, 栄養

□ 143. 視床下部から成長ホルモン放出ホルモン〈GRH〉が分泌される.
□ 144. 松果体からメラトニンが分泌される.
□ 145. 下垂体前葉は甲状腺刺激ホルモンを産生する.
□ 146. バソプレシンは下垂体前葉から分泌される.
□ 147. 抗利尿ホルモンは血圧を低下させる.
□ 148. 下垂体後葉から黄体化ホルモンが分泌される.
□ 149. サイロキシン〈T_4〉の上昇は甲状腺刺激ホルモン〈TSH〉を低下させる.
□ 150. 副甲状腺からカルシトニンが分泌される.
□ 151. 膵臓からソマトスタチンが分泌される.
□ 152. レニンとエリスロポエチンは副腎皮質から分泌される.
□ 153. 副腎髄質からアルドステロンが分泌される.
□ 154. 精巣からテストステロンが分泌される.
□ 155. セクレチンは胃から分泌される.

7.12 皮膚, 感覚器

□ 156. 皮膚は移行上皮で覆われている.
□ 157. 角膜移植は拒絶反応を起こしやすい.
□ 158. 眼球運動に滑車神経と上斜筋が関与する.
□ 159. 視神経乳頭は鼻側に位置する.
□ 160. 水晶体の混濁は緑内障でみられる.
□ 161. 篩骨篩板は嗅覚に関連する.
□ 162. 蝸牛は中耳を構成する.
□ 163. 耳管は鼓室と咽頭を交通する.

7.13 妊娠・成長・発達・加齢

□ 164. 28日周期の月経では, 月経の開始日を1日目とすると, 排卵日は10日目である.
□ 165. 排卵時に黄体化ホルモンの分泌はピークになる.
□ 166. 受精卵の着床は卵巣で起こる.
□ 167. 胎盤は血液関門を有する.
□ 168. 小児の骨年齢評価に手根骨X線像が用いられる.
□ 169. 高齢者に骨盤骨の骨折が多発する.
□ 170. 高齢者に上腕骨近位部, 橈骨遠位部の骨折が多い.
□ 171. 白内障の発症頻度は加齢とともに減少する.
□ 172. ヘモグロビン濃度は加齢による影響を受けやすい.
□ 173. 硬膜, 淡蒼球, 松果体, 脈絡叢に生理的石灰化が見られる.
□ 174. 加齢, 閉経は骨粗鬆症の原因となる.

7.14 病態の基礎

□ 175. 好中球は急性細菌感染で増加する.
□ 176. 滲出液は急性期の炎症で認められる.
□ 177. 胃液や膵液は感染の防御に寄与する.
□ 178. オウム病の病原体はクラミジアである.
□ 179. ジカ熱は蚊による媒介で感染する.
□ 180. 猩紅熱, 結核, 破傷風はウイルスで感染する.
□ 181. アスペギルスは肺真菌症の原因となる.
□ 182. AIDS, 麻疹は細菌による感染症である.
□ 183. 性感染症の原因に淋菌やクラミジアが多い.
□ 184. HIV, カンジダ, トリコモナスは性感染症の原因となる.
□ 185. ヒト免疫不全ウイルス〈HIV〉, B型肝炎ウイルスは垂直感染を起こす.
□ 186. 緑膿菌とMRSAは院内感染の頻度が高い.
□ 187. 院内感染症と結核菌, B型肝炎ウイルス, C型肝炎ウイルスは関係が深い.
□ 188. ニューモシスチス肺炎は日和見感染症である.
□ 189. 胃癌にヘリコバクター・ピロリが関係する.
□ 190. IgEはアレルギー性疾患で減少する.
□ 191. 気管支喘息, アレルギー性鼻炎はIV型アレルギー反応である.
□ 192. ヨード造影剤によるアナフラキシーはI型アレルギー反応である.
□ 193. 季節性アレルギー性鼻炎は吸入抗原としてハウスダストが最も多い.
□ 194. HIV感染者の精液に含まれるウイルス量は多い.
□ 195. 慢性甲状腺炎〈橋本病〉は膠原病である.
□ 196. 関節リウマチや{全身性}強皮症は膠原病である.
□ 197. 軟口蓋癌は口腔がんに分類される.
□ 198. 悪性腫瘍のTMN分類で$T_1N_0M_0$の病期はIV期である.
□ 199. 肝臓癌や舌癌は病理解剖時に初めて発見される頻度が高い.
□ 200. 扁平上皮癌の頻度が高いのは皮膚癌, 食道癌, 子宮頸癌である.
□ 201. 肺癌の組織型に腺癌, 扁平上皮癌, 小細胞癌がある.
□ 202. 胃癌や乳癌の代表的な組織型は腺癌である.
□ 203. 膀胱癌や尿管癌の代表的な組織型は移行上皮癌である.
□ 204. 脳室上衣腫は髄液を介して播種しやすい.
□ 205. 卵巣癌の腹膜への転移は稀である.
□ 206. ウィルムス腫瘍や精巣上皮腫は良性腫瘍である.
□ 207. 脂肪腫, 血管腫は非上皮性の良性腫瘍である.
□ 208. 多発性骨髄腫は血液系の悪性腫瘍である.
□ 209. 皮膚癌に対し紫外線は危険因子である.
□ 210. 上咽頭癌, 肝細胞癌, 子宮頸癌, 成人T細胞性白血病は細菌が発症に関与する.
□ 211. アスベスト〈石綿〉曝露は中皮腫, 肺癌と関係が深い.
□ 212. 子宮体癌のスクリーニングにSCCが用いられる.
□ 213. PSAは前立腺癌の腫瘍マーカーである.
□ 214. CA19-9は胃癌の腫瘍マーカーである.
□ 215. AFPとPIVKA IIは肺癌の腫瘍マーカーである.
□ 216. 肝細胞癌の腫瘍マーカーはCA15-3である.
□ 217. リンパ腫や胸腺腫は上大静脈症候群の原因となることが多い.
□ 218. 我が国の小児悪性腫瘍で最も頻度が高いのは悪性リンパ腫である.
□ 219. 褐色細胞腫は副腎皮質の腫瘍である.

□ 220. 卵巣腫瘍は脂肪を含む頻度が高い.

7.15 疾病と傷害の基礎

□ 221. 開放骨折は外界と交通するため感染のリスクが高い.
□ 222. 疲労骨折は強い外力の繰り返しによる.
□ 223. 眼窩吹き抜け骨折は眼窩外側が最も多い.
□ 224. 肩関節の腱板損傷は棘上筋が関連する.
□ 225. 副腎皮質ステロイド薬投与や甲状腺機能亢進症は骨粗鬆症の原因となる.
□ 226. 骨粗鬆症は閉経と関係が低い.
□ 227. 好酸球性肺炎は感染症による肺炎である.
□ 228. 特発性間質性肺炎は肺野にびまん性陰影を呈する.
□ 229. 肺血栓塞栓症は緊急CTで造影剤の使用が必要である.
□ 230. 胸水は肺野にびまん性陰影を呈する.
□ 231. 肺癌の組織型で扁平上皮癌が最も多い.
□ 232. 肺腺癌は喫煙者に多い.
□ 233. 肺癌に大細胞癌や小細胞癌がある.
□ 234. ファロー四徴症は早期からチアノーゼを伴う.
□ 235. 心室中隔欠損症は先天性心疾患で最も多い.
□ 236. 大動脈弁狭窄症は心臓弁膜症である.
□ 237. 拡張型心筋症は虚血性心疾患である.
□ 238. 異型狭心症の冠動脈は強い粥状硬化を伴う.
□ 239. 心タンポナーデはショックの原因となる.
□ 240. 心房細動は肺血栓塞栓症の原因として最も多い.
□ 241. 食道静脈瘤の原因として最も多いのは肝硬変である.
□ 242. 腹痛患者の画像所見で腹腔内遊離ガスは緊急処置の必要性が高い.
□ 243. メッケル憩室の発生部位は一般に空腸である.
□ 244. クローン病は直腸病変の頻度が高い.
□ 245. 潰瘍性大腸炎，大腸癌は直腸，S状結腸に好発する.
□ 246. 家族性大腸ポリポーシスは良性であり癌への移行は稀である.
□ 247. 我が国の肝硬変の原因で最も頻度が高いのはB型肝炎である.
□ 248. C型肝炎の主な感染経路は血液である.
□ 249. 肝硬変による低蛋白血症で浮腫が生じる.
□ 250. 胆石はシュウ酸カルシウム結石が最も多い.
□ 251. アミラーゼ高値で異常が疑われるのは腎臓である.
□ 252. 腎動脈狭窄は低血圧症の原因となる.
□ 253. 急性腎盂腎炎，急性膀胱炎の原因として大腸菌が多い.
□ 254. ネフローゼ症候群による低蛋白血症で浮腫が生じる.
□ 255. 膀胱炎の原因にトリコモナスがある.
□ 256. 尿路結石はビリルビン結石が最も多い.
□ 257. 子宮頸癌の発症にヒトパピローマウイルスが関与する.
□ 258. 脳内出血の危険因子で最も重要なのはウィリス動脈輪の動脈瘤である.
□ 259. 高血圧性脳出血が最も多くみられる部位は被殻である.
□ 260. パーキンソン病の発症はセロトニンに最も関連する.
□ 261. 頭蓋骨骨折の合併率が高いのは硬膜下血腫である.
□ 262. 髄膜腫は小児で小脳に好発する.
□ 263. 転移性脳腫瘍の原発巣で肺癌が最も多い.
□ 264. 我が国の認知症で最も多いのはアルツハイマー型認知症である.
□ 265. 甲状腺機能亢進と橋本病，クレチン病は関連が深い.
□ 266. バソプレシン〈抗利尿ホルモン，ADH〉の分泌過剰で尿崩症が発症する.
□ 267. 副腎皮質刺激ホルモン〈ACTH〉の分泌低下でクッシング症候群が発症する.
□ 268. 下垂体前葉の機能亢進によって無月経を生じる.
□ 269. 原発性副甲状腺機能亢進症は低カルシウム血症をきたす.
□ 270. 副腎皮質の機能亢進によって色素沈着を生じる.
□ 271. 下垂体腫瘍によるプロラクチンの過剰分泌がある.
□ 272. 神経芽{細胞}腫はバニリルマンデル酸〈VMA〉の血中濃度が上昇する.
□ 273. 褐色細胞腫は低血圧を生じる.
□ 274. 甲状腺ホルモンの過剰時にみられる症状として発汗，動悸，眼球突出，手指振戦がある.
□ 275. 副腎皮質ステロイド内服時の副作用に糖尿病，骨粗鬆症，消化性潰瘍，誘発感染症がある.
□ 276. ビタミンAの欠乏で脚気が発症する.
□ 277. ビタミンB_{12}の吸収障害で壊血病が発症する.
□ 278. 中耳炎の悪化は脳膿瘍を生じる頻度が高い.
□ 279. アトピー性皮膚炎はⅣ型アレルギー反応である.
□ 280. 白内障は薬物治療で改善する.
□ 281. 味覚障害は亜鉛欠乏に関連する.
□ 282. ダウン症候群は常染色体異常が原因となる.

7.16 造影検査に関わる構造と機能

□ 283. 造影剤を急速注入する場合は左肘静脈を穿刺する.
□ 284. 細胞外液分布型のX線検査用造影剤は尿中排泄が主である.

7.17 治 療

□ 285. 前立腺癌，子宮体癌，乳癌，卵巣癌はホルモン療法の適応である.
□ 286. 放射線治療による疼痛管理は緩和治療に含まれる.
□ 287. 緩和治療は麻薬を用いる.
□ 288. エタノール，金属コイルはIVRで一時的血管塞栓に用いられる.
□ 289. 動脈化学塞栓療法〈TACE〉が最も多く行われるのは肝細胞癌である.
□ 290. ステント留置は骨盤骨折に伴う出血に適応となる.

□ 291. 腎血管性高血圧，上大静脈症候群は経皮的血管形成術の適応疾患である．
□ 292. 下大静脈フィルタ留置術は下肢深部静脈血栓症に対して行われる．
□ 293. TAVIは僧帽弁狭窄症に対して施行される．
□ 294. 胃瘻造設術は経血管的IVRである．
□ 295. 脳死判定の必須項目に縮瞳がある．

7.18 健康と公衆衛生

□ 296. 我が国の総人口は1億5千万人を超えている．
□ 297. 国民医療費は40兆円を超えている．
□ 298. 年少人口（15歳未満）の割合は約20%である．
□ 299. 合計特殊出生率は約1.2である．
□ 300. 近年の出生数は戦後ベビーブーム時の約50%である．
□ 301. 男性の悪性新生物年齢調整死亡率で最も高いのは大腸癌である．
□ 302. 女性の悪性新生物年齢調整死亡率で最も高いのは胃癌である．
□ 303. 年齢調整死亡率で近年低下傾向にあるのは胃癌である．
□ 304. 女性では子宮癌の罹患者数が最も多い．
□ 305. 公衆衛生は個人の疾患の診断と治療を対象とする．
□ 306. 疫学が対象とするのは患者個人である．
□ 307. 記述疫学→分析疫学→介入研究の手順がある．
□ 308. 観察研究の代表的な手法としてコホート研究がある．
□ 309. ある検査法を用いてスクリーニングを行ったところ真陽性がa人，偽陰性b人，偽陽性c人，真陰性d人であった．この検査法の感度は$a/(a+b)$である．
□ 310. 潜血反応による大腸がんのスクリーニング検査で，大腸がんが実際に存在せず，検査でも陰性であった者の比率を特異度という．
□ 311. 正常の血液pHは約7.0である．
□ 312. 血液量は体重の約7.7%（1/13）である．
□ 313. 安静時呼吸数は約15/minである．
□ 314. 尺骨動脈は脈拍測定に最もよく使われる．

7.19 感染症とその予防

□ 315. 院内感染防止で空調対策が必要となるのはインフルエンザである．
□ 316. おたふくかぜは定期接種に定められている．
□ 317. C型肝炎，マイコプラズマ肺炎の予防にワクチンが用いられる．

7.20 生活習慣病，疾病予防

□ 318. 肥満，糖尿病，脂質異常症，高血圧症は生活習慣病である．
□ 319. 糖尿病の合併症に虚血性心疾患，脳血管障害，下肢閉塞性動脈硬化症がある．
□ 320. 1型糖尿病は生活習慣病である．
□ 321. 肺気腫，慢性気管支炎，肺扁平上皮癌は生活習慣病である．
□ 322. 歯周病，痛風，アルコール性肝障害は生活習慣病である．
□ 323. リハビリテーションは二次予防である．
□ 324. 膵臓がんは市町村で行われるがん検診の対象に含まれる．
□ 325. 子宮がん検診は対象年齢が40歳以上である．
□ 326. 身長160 cmの場合，BMI＝22となる標準体重は約50 kgである．

7.21 保　健

□ 327. 女性の平均寿命は87歳を超えている．
□ 328. 男性の健康寿命は81歳を超えている．
□ 329. 若年性認知症（65歳未満で発症する認知症）で多いのはアルコール性認知症やパーキンソン病である．
□ 330. 躁状態は認知症の周辺症状に含まれる．
□ 331. レビー小体型認知症はパーキンソン病と関連が深い．
□ 332. 脳血管性認知症は前頭側頭型認知症よりも少ない．
□ 333. 水銀はイタイイタイ病の原因物質である．

7.22 医療における健康被害

□ 334. 診療放射線技師は検査終了後に静脈路の抜針と止血を行うことができる．
□ 335. 下部消化管検査のための肛門カテーテル挿入は消化管穿孔のリスクがある．
□ 336. 造影CT検査時の静脈路と造影剤注入装置の接続は空気塞栓のリスクがある．
□ 337. 検査時に空気感染の危険がある場合はサージカルマスクを着用する．
□ 338. 結核患者の検査では，術者はサージカルマスクを着用する．
□ 339. 頸椎損傷や骨盤骨折が疑われる患者の撮影では積極的にポジショニングを行う．
□ 340. CT撮影では心臓ペースメーカの誤作動が発生するおそれがある．
□ 341. 植込み型心臓ペースメーカ装着患者のCT検査ではペースメーカ本体にX線束を5秒以上連続して照射しない．
□ 342. ヨード造影剤の血管内投与による副作用で最も頻度が高いのは血圧低下である．
□ 343. ヨード造影剤の検査前に喘息，甲状腺疾患，腎機能を確認する．
□ 344. ヨード造影剤の浸透圧が高いと副作用出現は抑えられる．
□ 345. ヨード造影剤の使用を決定する際には腎機能障害に最も注意すべきである．
□ 346. 水溶性ヨード造影剤のなかで非イオン性造影剤はイオン性造影剤より即時型副作用の出現が多い．
□ 347. 腎機能が低下した患者でのヨード造影剤の使用は造影剤腎症〈CIN〉を引起こす可能性が高い．
□ 348. ヨード造影剤による軽度の副作用ではショックやアナフィラキシー様症状が出現する．
□ 349. 非イオン性ヨード造影剤では重篤な甲状腺疾患のある患者への投与は禁忌である．

□ 350．造影CT検査でヨード造影剤を投与前に36°C程度に加温して使用する．
□ 351．ビグアナイド系糖尿病用薬の服用患者へ非イオン性ヨード造影剤を投与すると相互作用による乳酸アシドーシス発現の危険性がある．
□ 352．ガドリニウム造影剤はヨード造影剤より副作用の発生率が高い．
□ 353．MRIのガドリニウム造影検査の前に腎機能を確認する．
□ 354．重篤な腎障害者でのガドリニウム造影剤の使用は腎性全身性繊維症〈NSF〉を引起こす危険性がある．
□ 355．ガドリニウム造影剤は気管支喘息の患者には原則禁忌である．
□ 356．けいれんはショック5主徴の1つである．
□ 357．硫酸バリウム造影剤によるアナフィラキシー様症状の発生事例がある．
□ 358．消化管造影剤のバリウム造影剤の副作用に便秘があげられる．
□ 359．消化管穿孔が疑われる場合にはバリウム造影剤を経口投与する．
□ 360．放射性医薬品投与時に起こる事象で最も頻度の高いのは血管迷走神経反応である．
□ 361．血管迷走神経反応は針を刺すことによって出現する．
□ 362．造影剤の血管外への漏出量が多いとコンパートメント症候群を生じる危険性がある．
□ 363．造影剤自動注入装置による造影剤の注入では気泡混入をふせぐためシリンジ先端を上向きにする．
□ 364．CT検査での自動注入装置を使った造影剤の注入では，造影剤の血管外漏出の有無は操作室から観察する．
□ 365．造影剤自動注入装置では，シャフトのオートリターン機能は使わず，毎回シリンジ内に造影剤があることを確認する．
□ 366．経静脈の造影剤の刺入部位としては，左肘の内側静脈が最適である．
□ 367．透視装置を使った消化管造影検査で，臥位から立位にする時には，途中の角度で一度停止し患者の様子を確認する．[急な立位での脱力（しゃがみこみ）の防止]
□ 368．透視装置での頭低位のポジショニングでは必ず肩当てを使用する．
□ 369．上部消化管検査で高齢の患者には誤嚥を防ぐために造影剤をゆっくり飲ませる．
□ 370．上部消化管検査で，消化管の動きを低下させるため緑内障の患者に鎮痙剤を筋注した．
□ 371．院内感染には日和見感染，術後感染，交差感染がある．
□ 372．飛沫感染予防の必要な微生物はインフルエンザ，風疹，流行性耳下腺炎である．
□ 373．検査室の飛沫感染予防の必要な微生物はMRSA，疥癬である．
□ 374．インフルエンザ患者の検査では，術者はN95マスクを着用する必要がある．
□ 375．ノロウイルス感染物の消毒には次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用する．
□ 376．病棟ポータブル撮影では感染症の患者は最初に撮影する．
□ 377．血液汚染物はゴム手袋を着用し処理する．
□ 378．医療廃棄物の処理では，使用済みの注射針はキャップをつけて廃棄する．
□ 379．感染対策の第一歩は手洗い（手指消毒）である．
□ 380．医療従事者は自分自身が感染の媒体にならないような注意が必要である．
□ 381．IVRでは清潔ガウンの術者には接触しないようにする．
□ 382．車いすで入室した患者の胸部立位X線撮影で，車いすを患者の後に置いた．
□ 383．ブッキーテーブルでの腹部臥位X線撮影後，直ぐに検査終了を患者に伝えた．
□ 384．ブッキーテーブルから患者が降りる時はフットスイッチを足元に置かない．
□ 385．CT検査で患者の両手はテーブルの縁を持たせた．
□ 386．造影CT検査では検査前にテーブルを移動して造影剤のルートの届く範囲を確認する．
□ 387．独歩で入室した患者を検査テーブルにあげる時はお尻から腰掛けさせて臥位へ体位変換する．
□ 388．MRIでは磁力が熱傷の原因になる．
□ 389．MRIでは発熱の評価には比吸収率〈SAR〉を使用する．
□ 390．MRIでは電磁界によって人体内部に発生する電流は誘導電流である．
□ 391．MRI検査では人工内耳装着者の検査は禁忌である．
□ 392．MRI検査では入れ墨の患者の検査は問題ない．
□ 393．MRI検査で患者の両手をお腹の上で組ませた．
□ 394．MRI検査室での心臓ペースメーカ装着者の立入禁止区域は0.5 mT以上の静磁場である．
□ 395．病棟のストレッチャーでMRI検査室に入室した．
□ 396．MRI検査ではサーフェイスコイルのケーブルがループを作ると熱傷の原因になる．
□ 397．放射線治療で患者の位置合わせを診療放射線技師1名で行った．
□ 398．放射線治療で照射終了後すぐに治療終了を患者に伝えた．
□ 399．放射線治療で投与線量を診療放射線技師2名で別々に確認した．
□ 400．骨シンチ検査で遠隔操作を用いて検出器を患者に近づけた．
□ 401．認知症患者の脳SPECT検査では検査中は患者から目を離さない．
□ 402．高齢者の心筋シンチ検査では検査テーブル上では固定ベルトを使用する．
□ 403．血管内投与の造影剤の副作用出現と患者のアレルギー体質は関係ない．
□ 404．血管内投与の造影剤を使用する前には十分な問診と同意書の取得が必要である．
□ 405．造影剤の副作用出現に備え救急カートを準備する．
□ 406．造影剤投与直後から1時間以内に発生する副作用を遅発型副作用という．

□ 407. 前立腺肥大がある患者に鎮痙剤を筋注した.
□ 408. 放射性医薬品を投与した際には授乳制限がある.
□ 409. 放射性医薬品の投与による副作用の発生頻度はヨード造影剤に比べ極めて低い.
□ 410. 放射性医薬品は安全なので妊婦に投与しても問題ない.

7.23 救急医療（合併症治療を含む）

□ 411. ショック時に見られる徴候として過呼吸，顔面紅潮がある.
□ 412. ショックの原因として脱水，心タンポナーデ，アナフィラキシーがあげられる.
□ 413. 外傷によるショックの多くは緊張性気胸による閉塞性ショックである.
□ 414. 敗血症，肺血栓塞栓症はショックの原因となる.
□ 415. 造影剤の副作用は血管内投与から30分後に発症することが多い.
□ 416. 造影剤によるアナフィラキシーは投与後1時間の時間帯で発生する.
□ 417. 造影剤によるアナフィラキシーショックでは気道確保，生理食塩液輸液，高流量酸素投与の処置が行われる.
□ 418. 造影剤によるアナフィラキシーショックではアドレナリン筋肉内注入の処置が第一選択になる.
□ 419. アナフィラキシーにアドレナリンの静注投与が必須である.
□ 420. アナフィラキシーの出現で患者が死亡する事態にはならない.
□ 421. あくびやくしゃみがアナフィラキシーの前触れとなる可能性がある.
□ 422. 一次救命処置としてまず応援要請，意識状態の確認，呼吸の確認を行う.
□ 423. 心臓マッサージは140～180回/分で成人の場合に胸骨が10 cm沈む程度圧迫する.
□ 424. 人工呼吸は胸骨圧迫60回に対して1回程度行う.
□ 425. 一次的救命処置では，人工呼吸より先に胸骨圧迫を開始する.
□ 426. 自動体外式除細動器〈AED〉は心室細動からの回復を目的とする.
□ 427. 講習を受けたもの以外はAEDの使用は禁止されている.
□ 428. AEDは除細動の要否を自動的に判定する仕組みを備えている.
□ 429. AEDによる電気ショックの後は胸骨圧迫を終了する.
□ 430. 心室頻拍はAEDによる電気ショックの適用症状である.
□ 431. 気管内挿管は二次救命処置である.
□ 432. 静脈路確保は二次的救命処置に含まれる.
□ 433. 高エネルギー外傷は内因性疾患に含まれる.
□ 434. 大動脈解離は内因性疾患に含まれる.
□ 435. JCS〈Japan Coma Scale〉で，刺激しても開眼しない状態は三桁で表現する.
□ 436. バイタルサインとは患者の生命に関する最も基礎的な情報のことである.
□ 437. バイタルサインは呼吸，血圧，体温の3項目をさす.
□ 438. 肺血栓塞栓症は緊急検査で造影CTが必要である.
□ 439. 大動脈解離は造影CTよりも単純CTを優先する.
□ 440. 救急外傷患者ではFAST〈迅速簡易超音波検査法〉で腹腔や骨盤腔内の液体貯留（出血）の有無を確認する.
□ 441. 救急外傷患者のPrimary Surveyでは，ABCDEアプローチに従って診断（評価）が行われる.
□ 442. 救急患者に対するX線撮影では，頚椎損傷が疑われる患者のネックカラーは外さずに撮影する.
□ 443. 救急外傷患者のX線撮影で，バックボードを外して胸部と腹部を撮影した.
□ 444. 救急患者に対するX線撮影では，大きめのカセッテサイズを使用する.
□ 445. 胸骨圧迫は1分間に50～60回のテンポで行う.
□ 446. BLSのみでは心拍が再開しない患者に対して，薬物や医療機器を用いて処置を行った.

基礎医学大要　練習問題解答																														
1	×	2	×	3	○	4	○	5	○	6	○	7	○	8	×	9	×	10	○	11	×	12	○	13	×	14	×	15	○
16	○	17	×	18	×	19	×	20	○	21	×	22	○	23	○	24	×	25	×	26	○	27	×	28	×	29	○	30	○
31	○	32	○	33	○	34	○	35	○	36	×	37	○	38	×	39	×	40	×	41	×	42	○	43	○	44	×	45	×
46	○	47	×	48	○	49	×	50	○	51	×	52	×	53	×	54	○	55	×	56	○	57	○	58	○	59	×	60	×
61	×	62	×	63	○	64	×	65	×	66	×	67	○	68	○	69	×	70	×	71	×	72	○	73	○	74	×	75	×
76	○	77	×	78	○	79	○	80	×	81	○	82	×	83	○	84	○	85	○	86	×	87	×	88	×	89	×	90	○
91	×	92	×	93	×	94	×	95	×	96	×	97	×	98	○	99	○	100	○	101	○	102	×	103	○	104	×	105	×
106	×	107	×	108	○	109	×	110	×	111	×	112	○	113	○	114	○	115	×	116	○	117	×	118	×	119	○	120	×
121	×	122	×	123	×	124	×	125	○	126	×	127	×	128	○	129	×	130	○	131	○	132	○	133	×	134	×	135	×
136	×	137	×	138	×	139	—	140	○	141	×	142	○	143	○	144	○	145	○	146	×	147	×	148	×	149	○	150	×
151	○	152	×	153	×	154	○	155	×	156	×	157	×	158	○	159	○	160	×	161	○	162	×	163	○	164	×	165	○
166	×	167	○	168	○	169	×	170	○	171	×	172	○	173	○	174	○	175	○	176	○	177	○	178	○	179	○	180	×
181	○	182	×	183	○	184	○	185	○	186	○	187	○	188	○	189	○	190	×	191	×	192	○	193	×	194	○	195	×
196	○	197	×	198	×	199	×	200	○	201	○	202	○	203	○	204	○	205	×	206	×	207	○	208	○	209	○	210	×
211	○	212	×	213	○	214	×	215	×	216	×	217	○	218	×	219	×	220	○	221	○	222	×	223	×	224	○	225	○
226	×	227	×	228	○	229	○	230	×	231	×	232	×	233	○	234	○	235	○	236	○	237	×	238	×	239	○	240	×
241	○	242	○	243	×	244	×	245	○	246	×	247	×	248	○	249	○	250	×	251	×	252	×	253	○	254	○	255	○
256	×	257	○	258	×	259	○	260	×	261	×	262	×	263	○	264	○	265	×	266	×	267	×	268	○	269	×	270	×
271	○	272	○	273	×	274	○	275	○	276	×	277	×	278	○	279	×	280	×	281	○	282	○	283	×	284	○	285	○
286	○	287	○	288	×	289	○	290	×	291	○	292	○	293	×	294	×	295	×	296	×	297	○	298	×	299	×	300	×
301	×	302	×	303	○	304	×	305	×	306	×	307	○	308	○	309	○	310	○	311	×	312	○	313	○	314	×	315	×
316	×	317	×	318	○	319	○	320	×	321	○	322	○	323	×	324	×	325	×	326	×	327	○	328	×	329	×	330	×
331	○	332	×	333	×	334	○	335	○	336	○	337	×	338	×	339	×	340	○	341	○	342	×	343	○	344	×	345	○
346	×	347	○	348	×	349	○	350	○	351	○	352	×	353	○	354	○	355	○	356	×	357	○	358	○	359	×	360	○
361	○	362	○	363	×	364	×	365	○	366	×	367	○	368	○	369	○	370	×	371	○	372	○	373	×	374	×	375	○
376	×	377	○	378	×	379	○	380	○	381	○	382	○	383	×	384	○	385	×	386	○	387	○	388	×	389	○	390	○
391	○	392	×	393	×	394	○	395	×	396	○	397	×	398	×	399	○	400	×	401	○	402	○	403	×	404	○	405	○
406	×	407	×	408	○	409	○	410	×	411	×	412	○	413	×	414	○	415	×	416	×	417	○	418	○	419	×	420	×
421	○	422	○	423	×	424	×	425	○	426	○	427	×	428	○	429	×	430	○	431	○	432	○	433	×	434	○	435	○
436	○	437	×	438	○	439	×	440	○	441	○	442	○	443	×	444	○	445	×	446	○								

放射線生物学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

8.1　放射線の細胞に対する作用

□ 1．α線は間接電離放射線である．
□ 2．細胞への放射線照射後，分裂遅延は増殖死より早期に生じる．
□ 3．体重60 kgの人の半致死線量被ばく時の吸収エネルギーは240 Jである．
□ 4．電離作用がない紫外線はDNAに損傷を起こさない．
□ 5．赤外線はDNA損傷を起こさないがX線，抗癌剤，陽電子線は起こす．
□ 6．X線は間接作用よりも直接作用が主である．
□ 7．中性子線は生体内において主に直接作用によってDNAを損傷させる．
□ 8．炭素線は直接作用が主体でDNA損傷を生ずる．
□ 9．X線が生成したフリーラジカルがDNAを損傷する．
□ 10．フリーラジカルによるDNA損傷は無酸素下で増強する．
□ 11．放射線の間接作用では•OHが生じる．
□ 12．放射線の直接作用では•Hが生じる．
□ 13．DNA損傷（一本鎖切断）の修復には相同組換え修復機構がある．
□ 14．γ線照射では細胞のDNAに二本鎖切断より一本鎖切断が多く生じる．
□ 15．放射線による細胞死には増殖死（分裂死）と間期死がある．
□ 16．分裂死はRNAの損傷によるものが最も多い．
□ 17．X線照射による細胞死では間期死より分裂死が多い．
□ 18．分裂増殖している細胞集団にX線を2 Gy照射した後，分裂遅延は分裂死，再増殖，再酸素化，再分布より早期に生じる．
□ 19．水分子のフリーラジカルはDNAを損傷しない．
□ 20．細胞に対するX線の作用でアポトーシスが生じる．
□ 21．X線の作用でアポトーシスが胎児でも起こる．
□ 22．アポトーシスは間期死ではなく分裂死である．
□ 23．アポトーシスを起こした細胞では核凝縮と細胞骨格の破壊が生じる．
□ 24．D_0，D_q，nが大きいと放射線感受性が低くなる．
□ 25．α/β値には単位がない．
□ 26．LQモデルのβはD^2の係数（Dは線量）である．
□ 27．Bergonié-Tribondeauの法則が示す放射線感受性の高い細胞は分裂の頻度が低いことが特徴である．
□ 28．ベルゴニー・トリボンドーの法則では放射線感受性は細胞の分化度に関係があるが分裂頻度には関係がない．
□ 29．アポトーシスを起こしやすい細胞は感受性が高い．
□ 30．核/細胞質比が大きく，分裂指数が大きい細胞は放射線感受性が高い．
□ 31．直線–2次曲線モデルでは正常組織の急性反応のα/β値は大きい．
□ 32．放射線感受性の低い細胞はα/β比が大きい．
□ 33．脊髄症はX線に対する反応のα/βが小さい．
□ 34．筋肉のα/βは1 ～ 3 Gyである．
□ 35．粘膜，皮膚，脊髄，骨髄，卵巣の中でX線治療におけるα/β値が最も小さいのは骨髄である．
□ 36．健常成人で早期反応因子の幹細胞は生殖腺では多く存在するが小脳や皮膚では少ない．
□ 37．食道炎は放射線による晩期反応である．
□ 38．放射線晩発障害には再生不良性貧血がある．
□ 39．萎縮膀胱炎は放射線治療の晩期（後期）合併症である．
□ 40．白内障，萎縮膀胱，口内乾燥，肺線維症の中で放射線治療による有害事象で最も早期に見られるのは肺線維症である．
□ 41．放射線治療中に脱毛，皮膚炎，下痢は見られるが脳壊死と白内障はほとんど見られない．
□ 42．小腸と皮膚は早期反応系の組織である．
□ 43．突然変異の発生率は線量と比例する．
□ 44．突然変異倍加線量は1 mGyである．
□ 45．多標的モデルでのD_0は標的数を表す．
□ 46．DNA二重鎖切断は細胞死の可能性が高い．
□ 47．二重鎖切断の修復機構は一種類である．

8.2　放射線の人体への影響

□ 48．3 Gyの全身急性被ばくで血球中最も遅く減少するのは赤血球である．
□ 49．放射線半致死照射を受けた際は，リンパ球，好中球，好酸球，血小板，赤血球の中で最も早く減少するのはリンパ球である．
□ 50．放射線治療において，水晶体の$TD_{5/5}$は10［Gy］である．
□ 51．体重は個体の放射線感受性に影響する．
□ 52．貧血は個体の放射線感受性に影響する．
□ 53．全身照射で免疫抑制と抗腫瘍効果が期待できる．
□ 54．全身への急性被ばくで最もしきい値が低いのはリンパ球減少である．
□ 55．幹細胞の死が直接関与の放射線障害に肺線維症がある．
□ 56．脳壊死，肺線維症，肋骨骨折，男性不妊，直腸潰瘍のなかでしきい値が最も低いのは男性不妊である．
□ 57．12 Gy/3日の全身照射で失明と骨折は生じないが脱毛，嘔吐，下痢は生じる．
□ 58．1 Gy程度の全身被ばくで生じるのは食欲不振と皮下出血である．
□ 59．半致死線量$LD_{50/60}$被ばくによる主な死因は骨髄障害である．
□ 60．5 Gyの全身被ばくの1, 2か月後に生じるのは腸管死である．
□ 61．全身放射線被ばくによる腸管死では骨髄細胞の障害は軽微である．
□ 62．腸管死では造血幹細胞の死が原因である．
□ 63．中枢神経死は幹細胞の障害が関係している．
□ 64．神経死が起こるのは被ばく後数日以内である．

□ 65. 放射線被ばくによるヒトの死亡原因で被ばく線量が高い順に腸管死 > 中枢神経死 > 骨髄死である.
□ 66. 骨盤内臓器への放射線治療後に生じ得る合併症のうち直腸出血は確率的影響である.
□ 67. 放射線の早期障害に確率的影響がある.
□ 68. 遺伝的影響と発癌は確率的影響である.
□ 69. 確率的影響は発生頻度に線量依存性がある.
□ 70. 確定的影響は重症度に線量依存性がある.
□ 71. 染色体異常の発生率は線量に依存しない.
□ 72. ヒトの白血病の発生は確率的影響である.
□ 73. 造血機能低下は確率的影響である.
□ 74. 世界平均において内部被ばくの最大の原因となっている天然放射性核種は ^{222}Rn である.
□ 75. ^{137}Cs を体内摂取した場合に内部被ばく線量が高い臓器は骨である.
□ 76. ^{59}Fe を体内摂取した場合に内部被ばく線量が高い臓器は肺である.
□ 77. 内部被ばくでの ^{232}Th の決定臓器は腎臓である.
□ 78. 胃は内部被ばくにおける決定臓器になりにくい.
□ 79. 甲状腺，肺，肝，骨髄は内部被ばくにおける決定臓器になりやすい.
□ 80. 人体内摂取で肝がんを起こす核種は ^{222}Rn である.
□ 81. 被ばくから固形がん発生までの平均期間は 5 年程度である.
□ 82. 放射線発癌で潜伏期が最も短いのは白血病である.
□ 83. ヒトの胎児被ばくで奇形を生じやすい時期は受精から 3 ～ 8 週である.
□ 84. 胎児被ばくによって精神発達遅延が最も生じやすい時期は受精から 2 ～ 8 週である.
□ 85. 胎児の放射線被ばくは奇形，脳腫瘍，知能低下，染色体突然変異に関係する.
□ 86. 胎内被ばくは白血病の原因となる.
□ 87. 2 Gy 被ばくの時期で奇形が生じる可能性が高いのは着床前期である.
□ 88. 妊娠中の被ばくによる奇形発生にはしきい値がない.
□ 89. 内部被ばくの原因になる主な天然放射性核種は ^{137}Cs と ^{40}K である.
□ 90. ICRP 2007 年勧告における全集団のがん名目リスクは $5.5 \times 10^{-2}\,\mathrm{Sv}^{-1}$ である.
□ 91. 組織加重係数は皮膚の方が生殖腺より高い.

8.3 放射線の生物学的効果と放射線治療

□ 92. 骨組織では成人より小児で放射線感受性が高い.
□ 93. 成人正常組織で放射線感受性が最も低いのは神経である.
□ 94. 胸腺，腎臓，精巣，脊椎，皮膚の中で放射線感受性が最も低い組織は皮膚である.
□ 95. 放射線感受性で悪性リンパ腫は乳癌より高い.
□ 96. 腫瘍致死線量は精上皮腫より乳癌が大きい.
□ 97. 放射線感受性腫瘍の特徴は低分化型で壊死組織の占める割合が高い.
□ 98. 悪性黒色腫は白血病より放射線感受性が高い.
□ 99. 小細胞肺癌は膠芽腫より放射線感受性が高い.
□ 100. 骨髄細胞と小腸腺窩細胞は放射線感受性が高い.
□ 101. 小密封線源 ^{125}I の永久挿入は低線量率照射である.
□ 102. M 期に DNA 合成が行われる.
□ 103. 腫瘍細胞では M 期が S 期よりも長い.
□ 104. M 期と G_1 期後期は放射線感受性が高い.
□ 105. G_0 期と G_1 期の細胞は放射線感受性が低い.
□ 106. 培養細胞へ X 線を照射するとき，照射時に低酸素状態にすると殺細胞効果が高い.
□ 107. 培養細胞へ X 線を照射するとき，低線量率照射を行うと殺細胞効果が高い.
□ 108. 照射時に SH 剤を加えると細胞生存率が上昇する.
□ 109. 照射後に細胞を低栄養状態にすると細胞生存率が上昇する.
□ 110. 酸素効果—γ 線，線量率効果—中性子線，分割効果—X 線の組合せは関係がある.
□ 111. 細胞の感受性は M 期が最も高く S 初期が最も低い.
□ 112. 放射線治療に伴う組織の変化として血管閉塞は早期に起こる.
□ 113. 放射線治療において脳浮腫は治療開始後早期から発生する可能性がある.
□ 114. 放射線治療において放射線脊髄症は治療終了後 3 か月以内に多い.
□ 115. 多分割照射では照射間隔が 3 時間あればよい.
□ 116. 全照射期間を長くすると腫瘍の加速再増殖が起こる.
□ 117. 総線量が同じであれば 1 回線量を小さくすると遅発性有害反応は軽減する.
□ 118. 多分割照射の目的には正常組織に生じる遅発性有害反応の軽減がある.
□ 119. 多分割照射で正常細胞の放射線抵抗性の獲得はない.
□ 120. 多分割照射では晩期有害事象の頻度が高い.
□ 121. 多分割照射では分裂頻度の低い腫瘍に有用である.
□ 122. 増殖が速い腫瘍の制御と正常臓器の障害緩和を目的とした分割照射方法は加速多分割照射である.
□ 123. 放射線治療で照射間隔を短くすると再酸素化が加速される.
□ 124. 多分割照射の目的には再分布（同調）による効果の増強がある.
□ 125. 分割照射で腫瘍組織に起こる治療を妨げる現象は回復（recovery）と再増殖（repopulation）である.
□ 126. 細胞にγ線を 4 Gy 照射する場合，1 回で照射するより，2 Gy ずつ 12 時間の間隔をおいて照射した方が細胞生存率は高くなるのは再酸素化が起こっているからである.
□ 127. 放射線照射後の正常組織に回復，再増殖，同調，再酸素化が起こる.
□ 128. 電子線は高 LET 放射線である.
□ 129. LET の単位として keV/μm が用いられる.
□ 130. 陽子線は炭素線より LET が高い.
□ 131. α 線，γ 線，X 線，電子線，陽子線のうち，LET が最も高いのは陽子線である.
□ 132. LET が高くなると酸素増感比も大きくなる.
□ 133. 酸素効果は LET の増加とともに減少する.

□ 134. 低LET放射線ではRBEが低い.
□ 135. 低LET放射線では線量率効果が低い.
□ 136. 低LET放射線ではPLD回復が小さい.
□ 137. 高LET放射線では細胞周期の影響が大きい.
□ 138. 高LET放射線の生物学的効果比は大きい.
□ 139. 高LET放射線では亜致死損傷の回復が小さい.
□ 140. 高LET放射線は低酸素細胞に有効である.
□ 141. 炭素イオン線はOERが小さい.
□ 142. 炭素イオン線は分割照射効果が小さい
□ 143. 炭素イオン線は間接効果が大きい.
□ 144. 炭素イオン線にはブラッグピークがある.
□ 145. RBE〈生物学的効果比〉はLETが小さいほど大きい値を示す.
□ 146. RBEはLETが高くなるにしたがって高くなる.
□ 147. RBEの算出には250 kVのX線が基準となる.
□ 148. RBEは線量率や分割回数には影響されない.
□ 149. 陽子線はG_1期よりM期で腫瘍細胞に有効である.
□ 150. 総線量が同じなら1回の分割線量が影響する.
□ 151. 培養細胞へX線を照射するとき，照射時に42°Cに加温すると殺細胞効果が高い.
□ 152. 細胞周期M期の細胞は温熱療法に最も反応する.
□ 153. 温熱療法は放射線増感効果や放射線損傷回復の抑制効果があるため放射線治療と相補的に働く.
□ 154. 温熱療法はpHが中性で有効である.
□ 155. 温熱療法はpHが低いほど有効である.
□ 156. 温熱療法は栄養状態がよいほど有効である.
□ 157. 温熱療法はS期（後半）の細胞に有効である.
□ 158. 温熱療法は血流の少ない環境で有効である.
□ 159. 温熱療法は抗癌剤の効果には影響しない.
□ 160. 温熱療法では熱耐性が生じる.
□ 161. 低温加温では熱耐性は生じない.
□ 162. 43°C程度を保ち温度が高いほど有効である.
□ 163. 温熱療法は連続して毎日施行するのが望ましい.
□ 164. 温熱療法は免疫能を高める作用がある.
□ 165. 生殖腺，皮膚，リンパ組織の放射線感受性が2番目に高いのは生殖腺である.
□ 166. 多発性骨髄腫，乳癌，悪性リンパ腫の放射線感受性が最も低いのは多発性骨髄腫である.
□ 167. α線と陽子線は高LET放射線であり，β線，γ線，X線は低LET放射線である.
□ 168. 4 Gyの放射線のうち250 kVのX線では250 MeVの炭素線よりも培養細胞の生存率を低くすることができる.
□ 169. ヒト由来の培養細胞の生存率を指標とした場合はLET［keV/μm］が大きくなるほど，RBEも大きくなる.
□ 170. DNAの遺伝情報において不可逆的に変化しないのは突然変異だけで光修復，塩基損傷，DNAの遺伝情報，ミスマッチ修復では変化する.
□ 171. 放射線治療で短期間の休止により総治療期間が延長しても，細胞に加速再増殖が起こって治療効果が低下することはない.

放射線生物学　練習問題解答

1	×	2	○	3	○	4	×	5	○	6	×	7	○	8	○	9	○	10	×	11	○	12	×	13	×	14	○	15	○
16	×	17	○	18	○	19	×	20	○	21	○	22	×	23	○	24	○	25	×	26	○	27	×	28	×	29	○	30	○
31	○	32	×	33	○	34	○	35	×	36	×	37	×	38	○	39	○	40	×	41	○	42	○	43	○	44	×	45	×
46	○	47	×	48	○	49	○	50	○	51	×	52	○	53	○	54	○	55	×	56	○	57	○	58	○	59	○	60	×
61	×	62	×	63	×	64	○	65	×	66	×	67	×	68	○	69	○	70	○	71	×	72	○	73	×	74	○	75	×
76	×	77	×	78	○	79	○	80	×	81	×	82	○	83	○	84	×	85	○	86	○	87	×	88	×	89	×	90	○
91	×	92	○	93	○	94	×	95	○	96	○	97	×	98	×	99	○	100	○	101	○	102	×	103	×	104	○	105	○
106	×	107	×	108	○	109	○	110	×	111	×	112	×	113	○	114	×	115	×	116	○	117	○	118	○	119	○	120	×
121	×	122	○	123	×	124	○	125	○	126	×	127	×	128	×	129	○	130	×	131	×	132	×	133	○	134	○	135	×
136	×	137	×	138	○	139	○	140	○	141	○	142	○	143	×	144	○	145	×	146	×	147	○	148	×	149	○	150	○
151	○	152	×	153	○	154	×	155	○	156	×	157	○	158	○	159	×	160	○	161	×	162	○	163	×	164	○	165	○
166	×	167	×	168	×	169	×	170	○	171	×																		

放射線物理学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

9.1 放射線の基礎

□ 1．光子の質量はゼロである．
□ 2．電子の静止エネルギーは0.511 MeVである．
□ 3．α線，β線，δ線，陽子線，中性子線は直接電離放射線である．
□ 4．X線，γ線，ニュートリノ線は間接電離放射線である．
□ 5．陽子や中性子は，より基本的な素粒子であるクォークから構成される複合粒子である．
□ 6．高エネルギー中性子は物質中の軌道電子と衝突してエネルギーを失う．
□ 7．電荷zeの荷電粒子をV［V］で加速したときの運動エネルギーは$K = zV$［eV］となる．
□ 8．電磁放射線のエネルギーは波長に反比例する．
□ 9．電磁放射線の真空中での伝播速度は光速度である．
□ 10．粒子放射線はすべて荷電粒子である．

9.2 原子と原子核

□ 11．陽子数と中性子数と軌道電子数の和を質量数と定義する．
□ 12．原子の主量子数nの軌道にはn^2個の電子が存在し得る．
□ 13．原子内の軌道電子の主量子数nの取り得る値は0，1，2，3，…である．
□ 14．主量子数nに対して，取り得る方位量子数lの値は2，3，…，$n+1$である．
□ 15．方位量子数lに対して取り得る磁気量子数m_lの値は$-l \sim +l$の$2 \cdot l$個である．
□ 16．主量子数n，方位量子数lのエネルギー準位に存在できる軌道電子の最大数は$2 \cdot (2l)$で与えられる．
□ 17．基底状態の水素原子のイオン化エネルギーは13.6 eVである．
□ 18．量子数で指定される状態に電子は1個しか存在できない．
□ 19．スピン量子数が1の光子と，0のα粒子はボーズ統計に従う．
□ 20．スピン量子数が1/2の陽子と中性子はフェルミ統計に従う．
□ 21．電子はスピン量子数が1/2である．
□ 22．ド・ブロイ波長は$\lambda = hc/p$（波長λ，運動量p）で表される．
□ 23．原子核の半径（R）は質量数（A）の1/3乗に比例する．
□ 24．原子核の半径は$10^{-15} \sim 10^{-14}$ cm程度である．
□ 25．原子核の質量欠損は核力により生じる．
□ 26．陽子数が中性子数より多い放射性核種は存在しない．
□ 27．原子核の質量や核半径は液滴模型により表されている．
□ 28．1統一原子質量単位（u）はエネルギーに換算すると$1\,uc^2 = 938.3$ MeVである．
□ 29．原子の質量欠損Δmは$\Delta m = m_p \cdot Z + m_n \cdot N + m_e \cdot Z - M_{原子}$で与えられる．
□ 30．質量欠損Δmをエネルギーに直したもの：$\Delta m \cdot c^2$を結合エネルギーという．
□ 31．核子1個当たりの結合エネルギーが最も大きいのは質量数が60近傍である．
□ 32．原子核の磁気モーメントは核スピンに比例する．

9.3 放射線の発生

□ 33．半減期$T_{1/2}$と平均寿命τの関係は$\tau = 0.693 T_{1/2}$で与えられる．
□ 34．壊変1（壊変定数λ_1）と壊変2（λ_2）に分岐壊変するときの全壊変定数λは$1/\lambda = 1/\lambda_1 + 1/\lambda_2$で与えられる．
□ 35．β^-壊変では質量数は不変，原子番号は1減少する．
□ 36．原子核から直接放出されるのはα線，β線，γ線，内部転換電子である．
□ 37．δ線は2次電子の内，さらに原子を電離する能力を有するものをいう．
□ 38．原子番号が減少するのはβ^+，EC壊変である．
□ 39．α粒子の本体は^{4}Heの原子核であり，α壊変は原子番号の高い元素で起こる．
□ 40．電子捕獲確率はK殻軌道電子の方が他殻軌道電子より高い．
□ 41．メスバウアー効果はβ線の無反跳共鳴吸収効果である．
□ 42．EC壊変に伴い，特性X線または内部転換電子が放出される．
□ 43．Moseleyの法則は特性X線の振動数と原子番号の関係に関する法則である．
□ 44．制動X線の発生強度は管電圧・管電流・陽極の原子番号に比例する．
□ 45．K_α特性X線の放出確率はK_β線のそれよりも小さい．
□ 46．K_α特性X線のエネルギーはK_β線のそれよりも大きい．
□ 47．K吸収端のエネルギーはL吸収端のそれよりも大きい．
□ 48．蛍光収率は原子番号が大きいほど小さい．
□ 49．デュエン・ハントの式から制動X線の最短波長は$\lambda_{min} = 1.24/V_0$［nm］で与えられる．
□ 50．放射光（SOR）は電子の磁場偏向による制動放射線である．
□ 51．診断領域の制動X線の発生効率はタングステンターゲットでは約0.8％である．

9.4 物質との相互作用

□ 52．Bethe-Blochの式は，荷電粒子の放射阻止能を与える式である．
□ 53．Klein-仁科の式は，コンプトン散乱の強度分布を与える式である．

□ 54. 線減弱係数をμとすると，半価層$d_{1/2}$は$d_{1/2}=1.44/\mu$で与えられる．
□ 55. 制動X線の第2半価層は第1半価層より厚い．
□ 56. X線のBragg（ブラッグ）反射は波動性に起因する．
□ 57. 光電効果の断面積は吸収端で急激に変化する．
□ 58. コンプトン散乱では入射光子のエネルギーが大きいほど反跳電子のエネルギーは相対的に小さい．
□ 59. 光子エネルギー100 keV近傍では，質量減弱係数に対してコンプトン散乱が最大の寄与を示す．
□ 60. 10 MeV以上の光子と物質との相互作用は光電効果と電子対生成が主である．
□ 61. 電子対生成で生じた電子と陽電子の運動エネルギーの和は$K=h\nu-1.022$ MeVとなる．
□ 62. 三対子生成のしきいエネルギーは2.044 MeVである．
□ 63. 重荷電粒子の放射阻止能は電子に比べて大きい．
□ 64. 電子は物質中で多重散乱されるが，重荷電粒子は直進する．
□ 65. 核反応の確率（断面積）は重荷電粒子は小さく，電子は大きい．
□ 66. 電子対消滅に伴い，0.511 MeVの消滅放射線が互いに90°方向に放出される．
□ 67. チェレンコフ効果にはしきい値があり，水中では約500 keVである．
□ 68. 荷電粒子が空気中で1イオン対を生成するのに要する平均エネルギーは約34 eVである．
□ 69. 制動放射線の発生強度は管電圧に比例する．
□ 70. 制動放射線の発生効率は物質の原子番号に反比例する．
□ 71. 電子の放射損失に対する衝突損失の比は$EZ/820$で与えられる．
□ 72. 臨界エネルギーとは放射損失と衝突損失とが等しいエネルギーである．
□ 73. エネルギーが0.1～10 MeV程度の範囲では，質量阻止能の大きさはα線＞電子線＞陽子線となる．
□ 74. 安定核種より中性子数の多い放射性核種は，重荷電粒子の核反応により生成する．
□ 75. 安定核種より中性子数の少ない放射性核種は，核分裂により生成する．
□ 76. 重荷電粒子線の比電離は飛程の終端部で急激に増大し，ブラッグピークを形成する．
□ 77. 重荷電粒子の質量阻止能Sは$S=z^2\cdot M/E$（zは電荷数，Mは質量，Eは重荷電粒子のエネルギー）で与えられる．
□ 78. エネルギーが0.025 eVの熱中性子の速度は約1,000 m·s^{-1}である．
□ 79. 自由中性子は半減期約14.7分でβ^-壊変して陽子になる（$n\rightarrow p+e^-+\bar{\nu}$）．
□ 80. 中性子は^{252}Cfの自発核分裂で放出される．
□ 81. 熱中性子は^{10}B（n, p）反応により^{7}Liを生成する．
□ 82. 高速中性子と原子核との主な相互作用は中性子捕獲反応（n, γ）である．
□ 83. 低速中性子の捕獲断面積は速度の2乗に反比例する．
□ 84. 高エネルギーの光子は（γ, n）反応により中性子を発生する．
□ 85. 速中性子の減速材としては水素を多く含む物質が適している．
□ 86. 核反応の前後で電荷は保存されるが，質量数は保存されない．
□ 87. 中性子を加速器で加速することで中性子の運動エネルギーを変化させることができる．
□ 88. 重荷電粒子の止まる深さはガウス分布をしたストラグリングを生じる．
□ 89. 重荷電粒子は軌道電子との散乱により偏向を受けやすい．
□ 90. 高エネルギー光子による生体内吸収線量は電子密度が大きいほど小さい．

9.5 超音波

□ 91. 超音波は媒質の密度の粗密が媒質中を伝わる横波である．
□ 92. 超音波は真空中でも伝播する．
□ 93. 超音波の筋肉内での音速は約340 m/sである．
□ 94. 音響インピーダンスの差が大きいほど反射が強くなる．
□ 95. 音波の周波数が高いほど減衰は小さい．

9.6 核磁気共鳴

□ 96. 巨視的磁化の減衰により自由誘導減衰信号を放出する．
□ 97. MRIの信号強度は水素原子核（陽子）の密度に比例する．
□ 98. 核磁気共鳴でスピン・格子相互作用による緩和を横緩和という．
□ 99. 静磁場中の磁気モーメントは$(2I+1)$個のエネルギー準位に分かれる．
□ 100. 共鳴周波数は静磁場の大きさに比例する．

放射線物理学　練習問題解答																														
1	○	2	○	3	×	4	○	5	○	6	×	7	○	8	○	9	○	10	×	11	×	12	×	13	×	14	×	15	×
16	×	17	○	18	○	19	○	20	○	21	○	22	×	23	○	24	×	25	○	26	×	27	○	28	×	29	○	30	○
31	○	32	○	33	×	34	×	35	×	36	×	37	○	38	○	39	○	40	○	41	×	42	×	43	○	44	×	45	×
46	×	47	○	48	×	49	○	50	○	51	○	52	×	53	○	54	×	55	○	56	○	57	○	58	×	59	×	60	×
61	○	62	○	63	×	64	○	65	×	66	×	67	×	68	○	69	×	70	×	71	×	72	○	73	×	74	×	75	×
76	○	77	○	78	×	79	×	80	○	81	×	82	×	83	×	84	○	85	○	86	×	87	×	88	○	89	×	90	×
91	×	92	×	93	×	94	○	95	×	96	○	97	○	98	×	99	○	100	○										

医用工学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

10.1　電気・電子工学

■10.1.1　直流回路

□ 1．R［Ω］の抵抗をN個直列に接続したときの合成抵抗は，$\frac{R}{N}$［Ω］である．

□ 2．銀は鉄よりも抵抗率が大きい．

□ 3．金属導体の電気抵抗は断面積に反比例する．

□ 4．抵抗率 2.66×10^{-8} Ω·m の導線がある．その断面積が 2 mm^2，長さが 500 m であるとき抵抗は 6.65 Ω である．

□ 5．温度依存性のない電気抵抗の長さを半分に断面積を倍にして，同じ直流電源に接続したとき，消費電力は元の値の 1/4 倍である．

□ 6．抵抗，切り替えスイッチ及び電流計を**図1**のように接続して直流電圧 48 V を加えたときの，スイッチSの位置と電流計の指示値との関係を次の**表1**で示されるとき，抵抗R_1は 48 Ω である．ただし，電流計の内部抵抗は無視できるものとする．

□ 7．抵抗，切り替えスイッチ及び電流計を**図1**のように接続して直流電圧 48 V を加えたときの，スイッチSの位置と電流計の指示値との関係を次の**表1**で示されるとき，抵抗R_2は 30 Ω である．ただし，電流計の内部抵抗は無視できるものとする．

□ 8．抵抗，切り替えスイッチ及び電流計を**図1**のように接続して直流電圧 48 V を加えたときの，スイッチSの位置と電流計の指示値との関係を次の**表1**で示されるとき，抵抗R_3は 8 Ω である．ただし，電流計の内部抵抗は無視できるものとする．

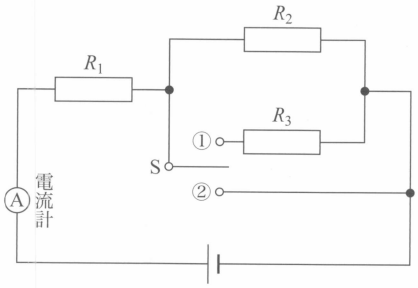


図1

表1

Sの位置	電流計の指示値［A］
開　放	1.0
①　側	1.6
②　側	2.0

□ 9．**図2**の回路で電流計は 10 mA，電圧計は 9 V を示したとき，抵抗Rは 1×10^3 Ω である．ただし，電圧計の内部抵抗は 9 kΩ とする．

□ 10．**図3**の回路でR_3に流れる電流が 1.5 A のとき，R_1は 4 Ω である．

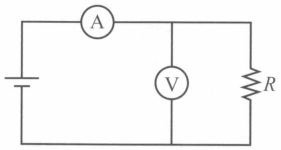


図2

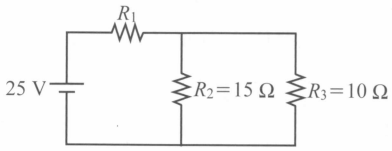


図3

□ 11．2 Ω の抵抗に 10 V の直流電源を接続し 30 分間通電した．消費電力量は 25 Wh である．

□ 12．テスタはオシロスコープに比べ内部抵抗が大きい．

□ 13．テスタでの交流電圧の測定は整流器で直流電圧に変換して行う．

□ 14．2 kΩ の抵抗に 10 V の電圧を加えたとき，抵抗の消費電力は 5 mW である．

□ 15．電圧 100 V の直流電源に負荷抵抗を接続して 30 分間通電したところ，1,800 kJ のエネルギーを消費した．この負荷抵抗に流れた電流は 10 A である．

□ 16．100 V の直流電源につなぐと 200 W 消費する抵抗線に 200 V の直流電源に 4 時間つなぐときの消費電力量は 1.6 kW·h である．

□ 17．最大目盛 5.0 V，内部抵抗 1.0 kΩ の電圧計で最大 50 V まで測定するために必要な倍率器は 10 kΩ である．

■10.1.2　交流回路

□ 18．直列共振では共振時に流れる電流が最小になる．

□ 19．並列共振では共振時に流れる電流が最大になる．

□ 20．直列共振では共振時にLとCの両端電圧は 0 である．

□ 21．並列共振では共振時にLとCに流れる電流は 0 である．

□ 22．直列共振では共振時のRの両端電圧と電源電圧は等しい．

□ 23．コイルに流れる電流は周波数に比例する．

□ 24．コンデンサに流れる電流は静電容量に反比例する．

□ 25．コンデンサは直流電流を通し，交流電流を通さない．

□ 26．コンデンサに流れる電流は加えられた電圧より 90 度遅れる．

□ 27．コイルに流れる電流は加えられた電圧より 90 度進む．

□ 28．**図4**の回路のインピーダンスは 17 Ω である．

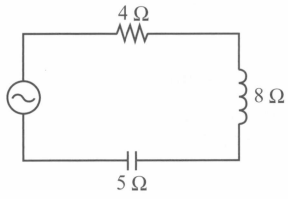


図4

□ 29. **図5**の回路で45 Vの直流電圧を加えると0.5 Aの電流が流れた．45 Vの交流電圧を加えた場合の電流は0.3 Aである．

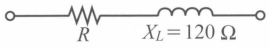


図5

□ 30. 複素インピーダンス$Z = 80 + j60$［Ω］の負荷に100 Vの正弦波交流電圧を加えたとき，消費される電力は100 Wである．

□ 31. Δ–Δ結線の平衡三相回路で，相電圧210 V，一相の負荷インピーダンス$4 + j3$［Ω］のとき，線電流は42 Aである．

□ 32. コンデンサに流れる電流は周波数に比例する．

□ 33. 容量リアクタンスは周波数に反比例する．

□ 34. コンデンサは低周波の側路（バイパス）として用いられる．

□ 35. ヒステリシス曲線のB_rは残留磁気である．

□ 36. 永久磁石にはB_rとH_cの大きい材料が適している．

□ 37. 電磁石の鉄心にはH_cの小さい材料が適している．

□ 38. 正弦波交流の平均値は実効値の$\dfrac{2\sqrt{2}}{\pi}$倍である．

□ 39. LC回路で$L = 100$ mH，$C = 1{,}000$ pFのとき，この回路の共振周波数は100 kHzである．

□ 40. **図6**のような合成インピーダンスの周波数特性をもつRLC直列回路のRは0.2 kΩである．

□ 41. **図6**のような合成インピーダンスの周波数特性をもつRLC直列回路の共振周波数は2 kHzである．

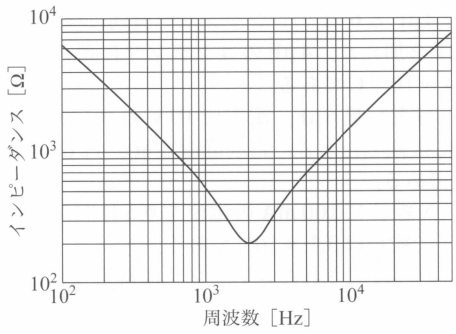


図6

□ 42. L［H］のコイルに周波数f［Hz］の正弦波交流を接続したとき，コイルのリアクタンスは$\dfrac{1}{2\pi fL}$［Ω］である．

□ 43. 100 Ωの抵抗と150 Ωの誘導リアクタンスのRL直列回路の合成インピーダンスは250 Ωである．

□ 44. 合成インピーダンスが180 Ωで抵抗が100 ΩのRL直列回路に100 Vの交流電圧を加えたとき，抵抗の両端の電圧は約56 Vである．

■10.1.3 半導体

□ 45. n形半導体の多数キャリアは正孔である．

□ 46. ある物質内のキャリア移動度がμ［$m^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$］，キャリア濃度$n$［$m^{-3}$］，キャリアの電荷量を$q$［C］とすると，この物質の導電率は$qn\mu$である

□ 47. 半導体は温度が上昇すると導電率が大きくなる．

□ 48. n型半導体の不純物はアクセプタである．

□ 49. pn接合の空乏層には自由電子が存在しない．

□ 50. 半導体の抵抗率の大きさは10^{-4} Ωmから10^6 Ωm程度である．

□ 51. 半導体はホール効果を示す．

□ 52. 最も外側の価電子の存在する準位は充満帯である．

□ 53. IGBTはバイポーラトランジスタと比較してスイッチング速度が遅い．

□ 54. トランジスタのベース接地電流増幅率は1より大きい．

□ 55. p型半導体の多数キャリアは電子である．

□ 56. ペルチェ効果とは熱起電力の発生する現象である．

□ 57. ショットキー障壁とは金属と半導体の接合による整流作用である．

□ 58. アクセプタの正孔とドナーの電子が持つエネルギー準位を不純物準位という．

□ 59. IGBTはMOS FETとトランジスタを組み合わせた構造である．

□ 60. IGBTはMOS FETと比較してオン抵抗が小さい．

□ 61. FETは電子，正孔の2つのキャリアで動作する．

□ 62. MOS FETにはエンハンスメント形とデプレッション形とがある．

□ 63. 室温中のドナー原子は負イオンになる．

□ 64. 真性半導体のフェルミ準位は禁制帯に位置する．

□ 65. フェルミ準位が禁制帯の下方に位置するほど電子は多い．

□ 66. pn接合の熱平衡状態では各領域のフェルミ準位は一致する．

□ 67. pn接合の逆方向バイアスでは多数キャリアが接合面を通過する．

□ 68. 光照射によって抵抗率が高くなる．

■10.1.4 電子回路

□ 69. **図7**の回路のRは6 kΩである．

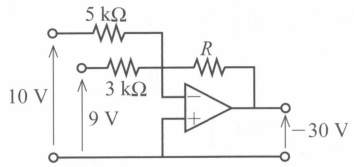


図7

□ 70. 負帰還増幅回路は出力の雑音を低下させる．

□ 71. 負帰還増幅回路は周波数帯域幅を狭くする．

□ 72. 増幅度が40 dBの電圧増幅器に50 mVの入力を加えたとき，出力電圧は5 Vである．

□ 73. 微分回路はパルス幅に対し回路の時定数 CR が十分小さいときに機能する.
□ 74. 積分回路はパルス幅に対し回路の時定数 CR が十分大きいときに機能する.
□ 75. 単安定マルチバイブレータは1トリガで1パルス発生する.
□ 76. CO_2 レーザー, He-Ne レーザーは固体レーザーである.
□ 77. YAG レーザー, ルビーレーザーは気体レーザーである.
□ 78. **図8** の回路はリミッタ回路である.
□ 79. **図9** の回路は微分回路である.

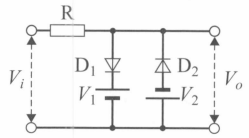


図8

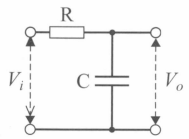


図9

□ 80. **図10** のオペアンプ回路で入力電圧 $V_1 = 5\,\mathrm{V}$, $V_2 = 3\,\mathrm{V}$, 抵抗 $R_1 = 3\,\mathrm{k\Omega}$, $R_2 = 2\,\mathrm{k\Omega}$, $R_3 = 6\,\mathrm{k\Omega}$ としたとき, 出力電圧は $-19\,\mathrm{V}$ である.

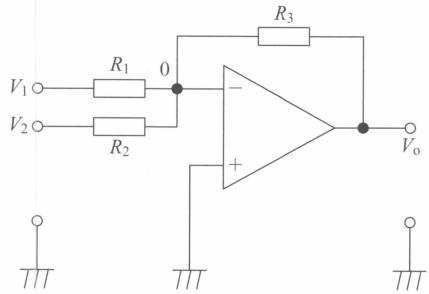


図10

□ 81. **図11** のオペレーションアンプ回路の $R_i = 1\,\mathrm{k\Omega}$, $R_f = 99\,\mathrm{k\Omega}$ のとき, 電圧増幅率は 99 db である.

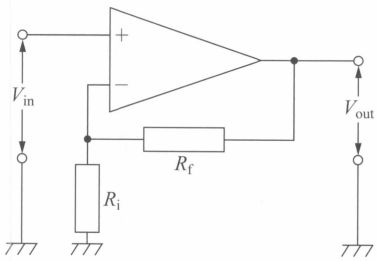


図11

□ 82. **図12** の抵抗Rが $100\,\mathrm{k\Omega}$ であるとき, 回路の電圧利得は 20 dB である.

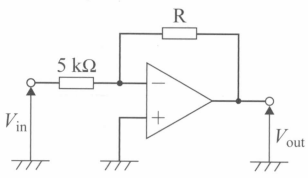


図12

□ 83. 絶対零度ではキャリアは存在しない.
□ 84. pn接合が生成されると電位障壁が形成される.
□ 85. 真性半導体に微量のヒ素を混入するとp形半導体となる.
□ 86. p形半導体の Ferumi〈フェルミ〉準位は禁制帯中の伝導帯に近い位置となる.
□ 87. **図13** の回路はオペレーションアンプを用いた積分回路である.

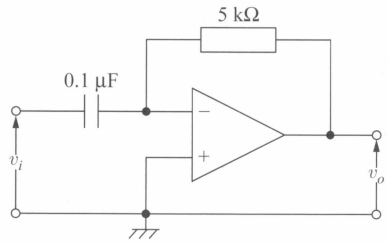


図13

10.2 診療画像機器の基礎

■10.2.1 静電容量と回路

□ 88. 電荷 Q [C] から誘電率 ε の媒質には Q [本] の電気力線が出る.
□ 89. 電位差は電荷量当たりの仕事量で表す.
□ 90. 平等電界中の電位差は距離に反比例する.
□ 91. 点電荷によるある点の電界は距離に反比例する.
□ 92. コンデンサの電荷は電位差に反比例する.
□ 93. 電位の単位記号はJ/Cである.
□ 94. 等電位線と電気力線は直交しない.
□ 95. 等電位線に沿って電荷を動かす仕事は0である.
□ 96. 静電容量の単位記号はFである.
□ 97. 極板面積 S, 極板距離 d, 極板間物質の比誘電率 ε_r のコンデンサの静電容量は $\varepsilon_r\varepsilon_0\dfrac{d}{S}$ である.
□ 98. 静電容量が C_1, C_2 のコンデンサを直列接続したときの合成容量は $C_1 + C_2$ である.
□ 99. 静電容量が C_1, C_2 のコンデンサを並列接続したときの合成容量は $\dfrac{1}{C_1 + C_2}$ である.
□ 100. 4 μF と 6 μF のコンデンサを直列に接続し, 100 V の電圧を加えた. 4 μF のコンデンサに蓄えられた電荷は $2.4 \times 10^{-4}\,\mathrm{C}$ である.
□ 101. 静電容量 6 μF, 耐電圧 10 V のコンデンサを2つ直列に接続したとき, 合成静電容量が 12 μF, 耐電圧は 20 V である.
□ 102. X線管に 100 mA の電流を 0.5 秒間流した. 流れた電子の総数は 3.1×10^{17} である.
□ 103. 直列接続されたコンデンサに蓄えられる電荷は等しい.
□ 104. 静電容量の異なるコンデンサを直列に接続したとき, それぞれのコンデンサにかかる電圧は静電容量の比で配分される.
□ 105. 電気力線の密度は電界の強さを表す.
□ 106. 電気力線は導体の表面に対して垂直に出入りする.
□ 107. 電気力線は負電荷から出て正電荷で終わる.
□ 108. 電気力線の垂直方向は電界の方向に一致する.
□ 109. **図14** の回路でコンデンサは 4.8 kV に充電されて

いる．スイッチSを閉じてから0.1 s後の回路電流は1.8 mAである．ただし，$e = 2.7$とする．

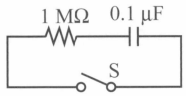


図14

□ 110．C［F］のコンデンサを10 Vに充電した後，R［Ω］抵抗で放電したとき，CR秒後のコンデンサの電圧は約6.3 Vである．

□ 111．電位差Vで加速された荷電粒子の速さは，V^2に比例する．

□ 112．静電容量の単位はA·s·V^{-1}である．

□ 113．Cockcroft-Walton〈コッククロフト・ウォルトン〉加速器の原理図（**図15**）のC_4の両端の電位差は，変圧器出力電圧の最大値の4倍である．

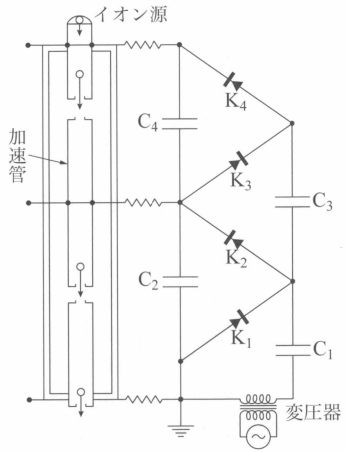


図15

□ 114．**図16**の回路で，スイッチSを閉じてから4.6 ms後の回路電流Iが1 mAとなるときのコンデンサの静電容量は1 μFである．ただし，$\log_e 10 = 2.3$とする．

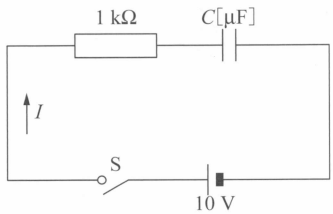


図16

■10.2.2　磁気と変圧器

□ 115．電流力は両電線間の距離に比例する．

□ 116．磁界中の導線にはたらく電磁力は流れる電流に比例する．

□ 117．磁界の強さの単位記号はWb/m^{2}である．

□ 118．磁束密度の単位はWb·m^{-2}，NA^{-1}·m^{-1}である．

□ 119．透磁率の単位はH/mである．

□ 120．真空中にある0.1 μCと0.2 μCの点電荷の距離が5 cmのとき，これらの間に作用する力は7.2×10^{-2} Nである．

□ 121．電界の強さの単位記号はA/mである．

□ 122．A，B間の電位差が20 Vの2点間でHe原子核（電荷：$+3.2 \times 10^{-19}$ C）を高電位側へ運ぶのに必要な仕事量は3.2×10^{-9}である．

□ 123．磁界の強さの単位記号はV/m．

□ 124．真空中に置かれた+0.5 Wbの磁荷から1 m離れた点の磁界の大きさを1とした場合，+0.8 Wbの磁荷から2 m離れた点の磁界の大きさは1.6である．

□ 125．磁束密度は物質の透磁率に反比例する．

□ 126．ソレノイドコイルの中心の磁場［T］は，$\mu_0 \dfrac{I}{n}$である．ただし，μ_0：真空中の透磁率［T·m·A^{-1}］，n：1 m当たりの巻数［m^{-1}］，I：ソレノイドに流した電流［A］

□ 127．円形コイルの中心の磁界はコイルの直径に比例する．

□ 128．ビオ・サバールの法則では流れる電流と直角方向の磁界が最大となる．

□ 129．自己インダクタンスの誘導起電力は自己インダクタンスと電流との積で求められる．

□ 130．コバルト，鉄，ニッケルは常磁性体である．

□ 131．インダクタンスの単位記号はWb/Aである．

□ 132．磁束密度0.5 Tの一様な磁界の中で，磁界の方向と60度をなす直線状導線に10 Aの電流が流れているとき，導線の長さ0.3 mの間にはたらく力の大きさは0.75 Nである．

□ 133．半径0.2 mの円形コイル（巻数1）に2 Aの電流を流したとき，コイルの中心での磁界の強さは10 A/mである．

□ 134．巻数が10回のコイルを通っている磁束が0.2秒間に一様の割合で0.4 Wb変化した．このコイルに誘導される起電力は20 Vである．

□ 135．自己インダクタンス25 mHのコイルに流れる電流が一様な変化率で20 ms間に300 A増加したとき，コイルに誘導される起電力は375 Vである．

□ 136．直線電流に直角に発生する磁界の強さは電流までの距離に比例する．

□ 137．コイルに蓄積される電磁エネルギーは流れた電流に比例する．

□ 138．鎖交磁束数は自己インダクタンスと流れる電流の積で定義される．

□ 139．ファラデーの法則は静電誘導に関する法則である．

□ 140．巻数が100回のコイル内部の磁束が0.1秒間に0.040 Wbから0.055 Wbに増加したときの誘導起電力の大きさは15 Vである．

□ 141．変圧器の銅損は，負荷率の2乗に比例する．

□ 142．変圧器の効率は，鉄損と銅損が等しいときに最大となる．

□ 143．変圧器の無負荷損とは，二次側を短絡したときの損失である．

□ 144．変圧器の渦電流損は，電源の周波数が一定のとき，電圧に比例する．

□ 145．変圧器のヒステリシス損は，電源電圧が一定のとき，周波数に比例する．

□ 146．変圧器の巻線比が$n_1 : n_2$のとき，2次電圧は1

次電圧の$\frac{n_2}{n_1}$倍である．ただし，n_1：1次側巻数，n_2：2次側巻数

□ 147．一様な磁界中に磁界の方向と垂直に入射した荷電粒子に働く力は荷電粒子の速さに反比例する．

□ 148．変圧器の電圧と負荷電流が一定のとき，鉄損は周波数に比例して増加する．

□ 149．変圧器の電圧と負荷電流が一定のとき，銅損は周波数に反比例して減少する．

■10.2.3　整流回路

□ 150．**図17**の回路は降圧型チョッパ回路である．

□ 151．**図17**の回路のV_OとEの極性は反対になる．

□ 152．**図17**の回路のV_Oの平均値はスイッチング素子Sのデューティー比に比例する．

□ 153．**図17**の回路のDはSがオフのときにRに電流を流す働きをする．

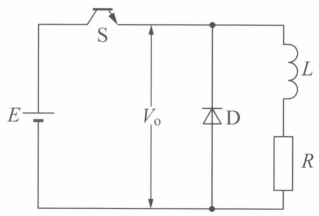


図17

□ 154．**図18**の回路において，変圧器2次側電圧がVのとき，電源周期Tの間に発生するジュール熱は$\frac{V^2}{R}T$である．

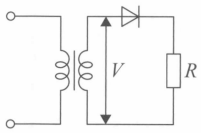


図18

□ 155．**図19**の変圧器の1次側に100 Vの正弦波交流電圧を加えたとき，ダイオードDにかかる逆電圧の最大値は$200\sqrt{2}$ Vである．ただし，1次側と2次側の変圧器の巻数比は1：2とする．

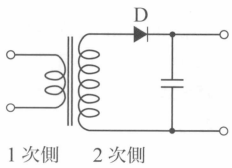


図19

□ 156．**図20**に示す降圧型DC-DCコンバータのスイッチングトランジスタTrの動作が$T_{on} = 4T_{off}$の関係のとき，$V_o = 0.80\,V_i$である．ただし，T_{on}はトランジスタTrがオンになっている時間，T_{off}はトランジスタがオフになっている時間とする．

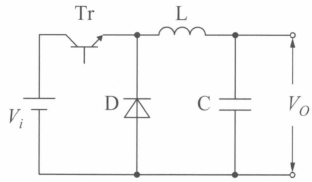


図20

■10.2.4　二極真空管

□ 157．**図21**中の（1）は初速度領域である．

□ 158．**図21**中の（2）は陽極電流が陽極電圧の$\frac{3}{2}$乗に比例する領域である．

□ 159．**図21**中の（2）は陰極温度に制限された電流が流れる領域である．

□ 160．**図21**中の（3）は空間電荷に制限された電流が流れる領域である．

□ 161．**図21**中のT_1はT_2に比べてフィラメント加熱電流が大きい．

□ 162．**図21**の二極真空管の陽極電圧-陽極電流の静特性において，領域（1）は負の陽極電圧が印加されている．

□ 163．**図21**の二極真空管の陽極電圧-陽極電流の静特性において，空間電荷制限領域は領域（2）である．

□ 164．**図21**の二極真空管の陽極電圧-陽極電流の静特性において，飽和領域では陽極電圧の影響が大きい．

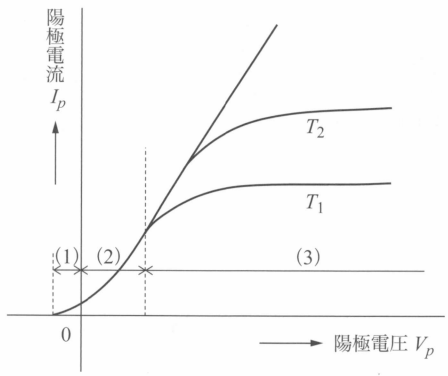


図21

□ 165．二極真空管は陽極電圧が正電圧のときのみ陽極電流が流れる．

医用工学　練習問題解答																															
1	×	2	×	3	○	4	○	5	×	6	×	7	×	8	○	9	○	10	○	11	○	12	×	13	○	14	×	15	○
16	×	17	×	18	×	19	×	20	×	21	×	22	○	23	×	24	×	25	×	26	×	27	×	28	×	29	○	30	×
31	×	32	○	33	○	34	×	35	○	36	○	37	○	38	○	39	×	40	○	41	○	42	×	43	×	44	○	45	×
46	○	47	○	48	×	49	○	50	○	51	○	52	○	53	×	54	×	55	×	56	×	57	○	58	○	59	○	60	○
61	×	62	○	63	×	64	○	65	×	66	○	67	×	68	×	69	○	70	○	71	×	72	○	73	○	74	○	75	○
76	×	77	×	78	○	79	×	80	○	81	×	82	×	83	○	84	○	85	×	86	×	87	×	88	×	89	○	90	×
91	×	92	×	93	○	94	×	95	○	96	○	97	×	98	×	99	×	100	○	101	×	102	○	103	○	104	×	105	○
106	○	107	×	108	×	109	○	110	×	111	×	112	○	113	×	114	×	115	×	116	○	117	×	118	○	119	○	120	○
121	×	122	×	123	×	124	×	125	×	126	×	127	×	128	○	129	×	130	×	131	○	132	×	133	×	134	○	135	○
136	×	137	×	138	○	139	×	140	○	141	○	142	○	143	×	144	×	145	×	146	○	147	×	148	×	149	×	150	○
151	×	152	○	153	○	154	×	155	×	156	○	157	○	158	○	159	×	160	×	161	×	162	○	163	○	164	×	165	×

放射線計測学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

11.1　放射線計測の基礎

□ 1．シーマの単位は $\mathrm{J\,kg^{-1}}$ である．
□ 2．照射線量はX線やγ線などの光子に定義される．
□ 3．媒質中での荷電粒子線による吸収線量は，粒子フルエンス［$\mathrm{m^{-2}}$］と質量衝突阻止能［$\mathrm{J\,m^2\,kg^{-1}}$］の積に比例する．
□ 4．光子が $1\,\mathrm{m^2}$ の照射面積を4秒間に 10^{16} 個通過した時，フルエンス率は 2.5×10^{15}［$\mathrm{m^{-2}\,s^{-1}}$］である．
□ 5．質量エネルギー吸収係数の単位は，$\mathrm{m^{-2}\cdot kg}$ である．
□ 6．中性子線に対して吸収線量は使用できない．
□ 7．陽子線などの荷電粒子による電離において W 値が使用できる．
□ 8．カーマ（Kerma）の単位は $\mathrm{Gy(J\cdot kg^{-1})}$ である．
□ 9．照射線量には制動放射による電離は含まれている．
□ 10．空気中での光子線による吸収線量は，照射線量と W/e の積である．
□ 11．光子のカーマは，エネルギー E，フルエンス Φ，質量エネルギー転移係数 μ_{tr}/ρ の積 $E\Phi\,\mu_{tr}/\rho$ である．
□ 12．光子線による吸収線量は，光子エネルギー E，光子フルエンス Φ，質量エネルギー転移係数 μ_{tr}/ρ の積 $E\Phi\,\mu_{tr}/\rho$ である．
□ 13．空気カーマ率定数は光子のエネルギーに依存し，その単位は，$\mathrm{Gy\cdot m^2\cdot Bq^{-1}\cdot s^{-1}}$ である．

11.2　放射線計測の理論

□ 14．ブラッグ・グレイの空洞理論では，空洞の大きさは二次電子の最大飛程より大きい．
□ 15．ブラッグ・グレイの空洞理論では，空洞内での光子の相互作用は無視する．
□ 16．ブラッグ・グレイの空洞原理を用いて媒質中の吸収線量を評価する場合，気体の平均質量阻止能と媒質の平均質量阻止能は必要ない．
□ 17．ブラッグ・グレイの空洞理論では，空洞内での電子フルエンスは一様である．
□ 18．荷電粒子平衡条件が成立しているならば，空気吸収線量は照射線量と空気の W 値の比に等しい．
□ 19．自由空気電離箱は照射線量の測定に用いられる．
□ 20．確率分布が平均値 μ，標準偏差 σ のガウス分布に従う放射線計測において，測定値が $\mu\pm\sigma$ に入る確率は約95%である．
□ 21．計数値400カウントが得られた時，その標準偏差は20カウントである．
□ 22．GM計数装置で，試料の計数値が10分間で35,000カウント，バックグラウンドが5分間で5,000カウントであった．正味の計数率は2,500 cpmである．
□ 23．放射性試料の計数率の測定結果が 400 ± 10 cpmである時，この測定時間は4分であったと考えられる（ただし，測定はポアソン分布と仮定）．
□ 24．放射能の測定で相対標準偏差0.01を得るために必要な最少カウントは100である．

11.3　放射線計測装置

□ 25．電離箱には極性効果は起きない．
□ 26．電離箱ではイオン再結合が起きる．
□ 27．電離箱で一定強度のX線照射では気圧が高くなると電離電荷は増加する．
□ 28．電離箱で連続放射線は同じ線量率のパルス放射線に比べてイオン再結合損失が少ない．
□ 29．電離箱は電極間で2次電離が生じない印加電圧で動作させる．
□ 30．電離箱線量計は飽和電離領域より低い印加電圧で使われる．
□ 31．自由空気電離箱は吸収線量の測定に使用される．
□ 32．気体の電離作用に関係する検出器は，動作印加電圧が高い順に，GM計数管，比例計数管，電離箱である．
□ 33．GM計数管では計数率が大きいとき分解時間に係わる補正は必要ない．
□ 34．放射線のエネルギーに比例したイオン数を計測できる領域は，GM計数領域である．
□ 35．GM管の出力信号は一次電離量に比例しない．
□ 36．プラトー傾斜が大きいほどよいGM計数管である．
□ 37．ガス増幅が起こり始める領域は比例計数管領域である．
□ 38．比例計数管は電子なだれと呼ばれる電離増殖がある．
□ 39．比例計数管はQガスを使用する．
□ 40．NaI(Tl)シンチレーション検出器より高純度Ge半導体検出器の方が検出感度が低い．
□ 41．半導体検出器は固体の電離により電子正孔対を生成し，電離電荷を測定できる．
□ 42．高純度Ge検出器は常時冷却する必要はない．
□ 43．Si半導体検出器の空洞電離箱に対する感度比は約20,000である．
□ 44．表面障壁型半導体検出器はα線の検出に適していない．
□ 45．半導体検出器は，逆バイアス電圧を印可して発生する空乏層を利用する．
□ 46．β線の測定に使用できる検出器には，液体シンチレーション検出器，プラスチックシンチレーション検出器，Si検出器，GM計数管がある．
□ 47．NaI(Tl)は，有機シンチレータである．
□ 48．NaI(Tl)シンチレータはγ線の測定に用いられる．
□ 49．CsI(Tl)は，無機シンチレータである．
□ 50．Mg_2SiO_4:Tbは熱ルミネセンス線量計で使用される．
□ 51．ZnS(Ag)は，有機シンチレータである．
□ 52．ZnS(Ag)はα線の測定に用いられる．
□ 53．γ線の測定に用いるNaI(Tl)シンチレーションカウンタは潮解性がある．
□ 54．液体シンチレーションカウンタでは，クエンチングが起きることがあり，その補正には外部標準線源法がある．
□ 55．熱ルミネセンス線量計は，リーダーの中に光電子

増倍管がある.

□ 56. 蛍光ガラス線量計では，放射線照射により蛍光中心が生成される.

□ 57. 光刺激ルミネセンス（OSL）線量計では，炭素添加α酸化アルミニウム（α-Al_2O_3:C）が用いられる.

□ 58. 蛍光ガラス線量計は，使用中に線量を随時チェックできる.

□ 59. 蛍光ガラス線量計のフェーディングは大きい.

□ 60. 光電子増倍管のダイノードは3～5段で構成される.

□ 61. フリッケ線量計のG値が既知であれば吸収線量が求められる.

□ 62. フリッケ線量計は酸化反応を利用している.

□ 63. セリウム線量計は酸化反応を利用している.

□ 64. 原子核乾板は，重荷電粒子などの荷電粒子の飛跡を直接観測できる.

□ 65. 熱量計は，絶対線量を測る測定器として使用できる.

□ 66. カロリメータは線量計としては使用できない.

□ 67. ガフクロミックフィルム（ラジオクロミックフィルム）は着色と関係がある.

□ 68. ラジオクロミックフィルムは読み取り方向の依存性はない.

□ 69. 熱中性子の測定において(n, α)反応を利用するのはBF_3比例計数管である.

□ 70. 液体シンチレーションカウンタには，同時計数回路を用いることはない.

□ 71. GM計数管の測定で，不感時間内に入射した放射線は数え落とされる.

□ 72. サーベイメータによる表面汚染測定において正確な測定を必要とする場合には，時定数に等しい待ち時間をおいて測定を行う.

11.4 放射線計測技術

□ 73. 診断用X線の半価層計測では小型の電離箱を用いる.

□ 74. パルス放射線のイオン再結合補正には2点電圧法，またはBoagの関係式による方法を用いる.

□ 75. 電離箱内における一般再結合は，同一の電離トラック間で生じる.

□ 76. 電子線の線質指標R_{50}測定の基準条件において，ファーマ形電離箱は$R_{50} < 4$［g/cm^2］で使用できる.

□ 77. 電離箱線量計による電子線の吸収線量測定で，深部電離量半価深から深部吸収線量半価深は定まらない.

□ 78. 指頭形電離箱は深部線量の測定に用いられる.

□ 79. シャロー形電離箱は表面線量の測定に適している.

□ 80. 放射線治療に用いる高エネルギー電子線吸収線量Dの評価式で，k_{Q,Q_0}は線質変換係数である.

□ 81. 定位放射線治療の線量計測では出力係数の測定が必要である.

□ 82. 光子線における線質変換係数はエネルギーが高くなるにつれて大きくなる.

□ 83. X線の吸収線量の測定で，照射野より小さいファントムを用いる.

□ 84. 蛍光ガラス線量計は赤外線刺激により発光する.

□ 85. 個人被ばく線量計として，OSL，TLD，蛍光ガラス線量計，半導体検出器が用いられている.

□ 86. フリッケ線量計は個人被ばく線量計として用いられる.

□ 87. 電離箱による測定値のイオン再結合補正にはBoagの式が用いられる.

□ 88. 均等度は第1半価層を第2半価層で除した値である.

□ 89. ウェル形NaI(Tl)シンチレーションカウンタは，幾何学的検出効率が小さい.

□ 90. π/20［sr］開いた井戸形シンチレータの点線源での幾何学的検出効率は1.25%である.

□ 91. NaI(Tl)シンチレーションカウンタは，試料容積が異なっても検出効率は同じである.

□ 92. NaI(Tl)検出器による放射能測定では，パルス波高分布のデータをもとに計数値を決定する.

□ 93. ^{60}Co γ線のエネルギースペクトルを測定すると2.5 MeVにサムピークができる.

□ 94. 光子線の線質指標$TPR_{20,10}$測定（標準計測法12）では固体ファントムを使用する.

□ 95. 端層型GM計数管による放射能絶対測定の補正にはイオン再結合補正がある.

□ 96. 放射能測定法には，4π計数法，カロリメータ法，定立体角計数法，β-γ同時計数法などがある.

□ 97. 電子線の実用飛程を8.4 g·cm^{-2}，水に対する質量阻止能1.9 MeV·cm^2·g^{-1}とすると電子線のエネルギーは約4.5 MeVである.

□ 98. β線のアルミニウム中での最大飛程に阻止能を乗じて，最大エネルギーが算出できる.

放射線計測学　練習問題解答

1	○	2	○	3	○	4	○	5	×	6	×	7	○	8	○	9	×	10	○	11	○	12	×	13	○	14	×	15	○
16	×	17	○	18	×	19	○	20	×	21	○	22	○	23	○	24	×	25	×	26	○	27	○	28	○	29	○	30	×
31	×	32	○	33	×	34	×	35	○	36	×	37	○	38	○	39	×	40	○	41	○	42	○	43	○	44	×	45	○
46	○	47	×	48	○	49	○	50	○	51	×	52	○	53	○	54	○	55	○	56	○	57	○	58	○	59	×	60	×
61	○	62	○	63	×	64	○	65	○	66	×	67	○	68	×	69	○	70	×	71	○	72	×	73	○	74	○	75	×
76	×	77	×	78	○	79	○	80	○	81	○	82	×	83	×	84	×	85	○	86	×	87	○	88	○	89	×	90	○
91	×	92	○	93	○	94	×	95	×	96	○	97	×	98	○														

X線撮影技術学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

12.1　診療放射線技師の役割と義務

□ 1．診療放射線技師は造影剤を静脈内投与できる．
□ 2．診療放射線技師の判断で追加撮影ができる．
□ 3．診療放射線技師は妊娠の可能性を確認できる．
□ 4．ヨード造影剤は投与前に冷蔵庫で冷やして使用する．
□ 5．胸骨圧迫は剣状突起部に両手を置く．
□ 6．胸骨圧迫は100回/分の早さで繰り返す．
□ 7．リスクマネジメントにおいてインシデントレポートは有用である．
□ 8．上部消化管造影で肋骨骨折することがある．
□ 9．血管造影で腎不全を生じることがある．
□ 10．IVRで皮膚を火傷することがある．
□ 11．頭部CTで脳動脈クリップが外れることがある．
□ 12．胸部CT検査で心臓ペースメーカが誤作動することがある．
□ 13．胸部CT検査で放射線肺炎を起こすことがある．
□ 14．造影CTでは必ず肝機能を確認して検査を行う．
□ 15．無散瞳眼底写真撮影で失明することがある．
□ 16．患者氏名の確認は検査前に行う．
□ 17．患者が急に意識を消失した場合，一次救命処置としてまず胸骨圧迫を行う．
□ 18．肝炎ウイルスは飛沫感染に注意する．
□ 19．ノロウイルスの消毒にはエタノールが有用である．
□ 20．血液の汚染には次亜塩素酸ナトリウムによる消毒が有用である．
□ 21．結核患者のX線撮影時にサージカルマスクを着用した．
□ 22．病室撮影では移動可能な人は退室させる．
□ 23．病室撮影では検査後に感染症の有無を確認する．
□ 24．使用済みの注射針は危険なので必ずリキャップして廃棄する．

12.2　X線撮影技術

□ 25．付加フィルタの使用でX線量は減少する．
□ 26．付加フィルタ使用で実効エネルギーが高くなる．
□ 27．付加フィルタ使用で最大エネルギーが低くなる．
□ 28．付加フィルタは低エネルギーX線を除去する．
□ 29．付加フィルタを厚くすると被ばくが軽減する．
□ 30．付加フィルタはコントラストを上昇する．
□ 31．乳房撮影でグリッドが使用される．
□ 32．乳幼児の股関節撮影でグリッドが使用される．
□ 33．グリッドの使用はコントラストを改善する．
□ 34．グリッドを使用すると被ばく線量が低減する．
□ 35．被写体–受像面間距離を長くすると散乱線の影響を軽減できる．
□ 36．電圧を高くしてmAsを下げると散乱線の影響を軽減できる．
□ 37．照射野を絞ると散乱線の影響を軽減できる．
□ 38．大焦点の使用は鮮鋭度を向上させる．
□ 39．被写体–受像面間距離を短くすると鮮鋭度は向上する．
□ 40．X線量子モトルは粒状に大きく影響する．
□ 41．付加フィルタはコントラストを向上させる．
□ 42．mAs値によってコントラストが変化する．
□ 43．管電圧を上昇するとコントラストが低下する．
□ 44．管電圧を上昇するとコントラスト対雑音比〈CNR〉は向上する．
□ 45．照射野を縮小すると写真濃度が低下する．
□ 46．撮影距離を1/2にすると撮影時間を1/4にできる．
□ 47．偏差指標［DI］が3の場合，撮影条件を1/2にするのが望ましい．
□ 48．セファログラフィの焦点–受像面間距離は165 cmである．
□ 49．四肢を体の正中線に近づける動きを内旋という．
□ 50．喉頭隆起は第2頸椎の高さにある．
□ 51．剣状突起は第5胸椎の高さにある．
□ 52．腸骨稜上縁は第4腰椎の高さにある．
□ 53．上前腸骨棘は第2仙椎の高さにある．
□ 54．胸部CT検査の基準点に胸骨上窩が使用される．
□ 55．骨盤のCT検査で坐骨棘が基準点で使用される．
□ 56．眼窩下縁と外耳孔上縁とを結ぶ線を眼窩耳孔線という．
□ 57．人類学的基準線は正中矢状面と直交する．
□ 58．照射野を狭くすると被ばくが軽減する．
□ 59．グリッドを使用すると被ばくが軽減する．
□ 60．低い管電圧で撮影すると被ばくが軽減する．
□ 61．タウン法で両側錐体部が観察される．
□ 62．タウン法でトルコ鞍が観察される．
□ 63．タウン法で上顎洞が観察される．
□ 64．ウォータース法で正円孔が観察される．
□ 65．ウォータース法で上顎洞が観察される．
□ 66．シュラー法の入射点は非検側外耳孔である．
□ 67．シュラー法で卵円孔が観察される．
□ 68．シュラー法で顎関節が観察される．
□ 69．ステンバース法では錐体長軸を受像面と平行にする．
□ 70．ステンバース法で蝶形骨洞が観察される．
□ 71．コールドウェル法は副鼻腔撮影で用いられる．
□ 72．レーゼ法は視神経管撮影で用いられる．
□ 73．頭蓋底撮影で正円孔が描出される．
□ 74．頭蓋底撮影で大後頭孔が描出される．
□ 75．頸椎4方向撮影は臥位で撮影される．
□ 76．頸椎椎間孔は斜位像で観察される．
□ 77．頸椎斜位撮影では50 ～ 55度の斜位にする．
□ 78．頸椎開口位撮影で歯突起が観察される．
□ 79．胸椎正面撮影の入射点は胸骨体中央である．
□ 80．腰椎椎間関節は正面像で観察される．
□ 81．腰椎正面撮影では膝を伸展させる．
□ 82．腰椎側面撮影でドッグラインが描出される．
□ 83．腰椎側面撮影は上下関節突起間部の観察に適する．
□ 84．腰椎斜位撮影では30 ～ 45度の斜位にする．

□ 85. 腰椎斜位撮影で腰椎分離症が観察される.
□ 86. 鎖骨は胸郭を形成する.
□ 87. 肩甲骨は胸郭を形成する.
□ 88. 肩甲骨Y字法で肩関節腔が観察される.
□ 89. マルチウス法で児頭骨盤不適合が観察される.
□ 90. アントンセン法で股関節が観察される.
□ 91. 胸部撮影を遠距離で行うと心臓陰影の拡大が抑制される.
□ 92. 胸部撮影をAP方向で行うと肩甲骨陰影が消失しやすい.
□ 93. 胸部撮影を吸気で行うと肺野のコントラストが上昇する.
□ 94. 気管支異物の撮影では呼気撮影が有用である.
□ 95. 気胸には検側を下にした胸部デクビタス撮影が有用である.
□ 96. 胸部高圧撮影では肋骨のコントラストが低い.
□ 97. 胸部撮影の付加フィルタにモリブデンが使用される.
□ 98. 胸部立位正面撮影ではグリッドを使用しない.
□ 99. 胸部写真における肺野の濃度は約1.5である.
□ 100. 胸部正面像の左第1弓は上大静脈が描出される.
□ 101. 胸部正面像の右第2弓は右心室が描出される.
□ 102. 胸部第1斜位でホルツクネヒト腔が描出される.
□ 103. 胸部第2斜位で大動脈窓が描出される.
□ 104. 胸部写真でドッグイヤサインが観察される.
□ 105. 胸部写真でシルエットサインが観察される.
□ 106. 胸部写真でアップルコアサインが観察される.
□ 107. 胸部写真でエアブロンコグラムが観察される.
□ 108. 尿路結石では立位腹部正面撮影が行われる.
□ 109. 消化管穿孔では背臥位腹部正面撮影を行う.
□ 110. 背臥位腹部正面写真で膵嚢胞が観察される.
□ 111. 腹水貯留では左側臥位腹部正面撮影を行う.
□ 112. 腹腔内遊離ガスには腹部デクビタス撮影が有用である.
□ 113. 消化管穿孔の診断では右側臥位腹部正面撮影を行う.
□ 114. 胆石には腹部デクビタス撮影が有用である.
□ 115. 腹部写真のニボーは石灰化のサインである.
□ 116. 肩関節の正面撮影では中心線は尾頭方向20度で入射される.
□ 117. 肩関節の撮影でY軟骨が観察される.
□ 118. 肘関節正面撮影では手掌を軽く回内する.
□ 119. 肘関節側面撮影では肘関節を120度屈曲する.
□ 120. 肘関節正面撮影で橈骨頭が観察される.
□ 121. 橈骨に茎状突起がある.
□ 122. 尺骨に茎状突起がある.
□ 123. 手根骨撮影でリスフラン関節が観察される.
□ 124. 手の正面撮影での入射点は第3中手骨底である.
□ 125. 股関節撮影でシェントン線が観察される.
□ 126. ローゼンバーグ法で膝関節が観察される.
□ 127. 膝関節撮影で後縦靭帯骨化症が観察される.
□ 128. 下腿の側面像は回外位で撮影される.
□ 129. 足関節側面像は回内位で撮影される.
□ 130. フラックスマン法で足関節が観察される.
□ 131. ラウエンシュタイン法で距踵関節が観察される.
□ 132. 脛骨に外果がある.
□ 133. 乳房撮影にはモリブデン焦点が用いられる.
□ 134. 乳房撮影の付加フィルタにタングステンが用いられる.
□ 135. 乳腺の多い乳房撮影では付加フィルタにロジウムが用いられる.
□ 136. 乳房では手指よりも低い管電圧が用いられる.
□ 137. 乳房撮影では140 kV前後の管電圧を用いる.
□ 138. 乳房撮影に用いるグリッドは格子比が高い.
□ 139. MLO撮影でカセッテホルダは大胸筋外側と平行に固定される.
□ 140. MLO撮影で圧迫は乳房の外側から行う.
□ 141. MLO撮影でB領域は上方に描出される.
□ 142. MLO撮影では内側上部がブラインドエリアとなる.
□ 143. MLO撮影はCC撮影に比べブラインドエリアが少ない.
□ 144. CC撮影では外側上部がブラインドエリアとなる.
□ 145. 乳房撮影では圧迫によってコントラストが低下する.
□ 146. 乳房撮影では圧迫によって被ばくが低下する.
□ 147. 乳房撮影の圧迫圧は25 ～ 35 Nが望ましい.
□ 148. 乳房の拡大撮影では微細石灰化を描出する.
□ 149. マンモトームは微細石灰化の拡大撮影に用いる.
□ 150. 拡大撮影では管電流を大きく設定する.
□ 151. 2倍拡大撮影では0.2 mm以下の焦点を用いる.
□ 152. 焦点サイズがFで拡大率がMの場合，半影の大きさは$F \cdot (1 - M)$で表される.
□ 153. ヨード造影剤の副作用として便秘が起こる.
□ 154. ヨード造影剤の副作用としてくしゃみが出る.
□ 155. ヨード造影剤の副作用として血圧が上昇する.
□ 156. ヨード造影剤の重篤な甲状腺疾患のある患者への投与は禁忌である.
□ 157. イオン性造影剤は非イオン性よりも副作用が少ない.
□ 158. 血管造影検査前に食事制限が必要である.
□ 159. 膵管造影では造影剤が逆行性に注入される.
□ 160. 硫酸バリウム製剤は懸濁液である.
□ 161. 硫酸バリウム6 kgを3 Lの水で溶くと約200 w/v%の硫酸バリウム剤ができる.
□ 162. 消化管二重造影では高粘稠度造影剤が望ましい.
□ 163. 大腸造影の陰性造影剤に空気が使用される.
□ 164. 注腸造影で抗コリン薬が前投薬に用いられる.
□ 165. 白内障では副交感神経遮断薬は禁忌である.
□ 166. 前立腺肥大では副交感神経遮断薬は禁忌である.
□ 167. 経動脈性DSAでは造影剤使用量を低減できる.
□ 168. 経静脈性DSAで動脈像が得られる.
□ 169. DSAでは油性ヨード造影剤を使用する.
□ 170. DSAではハレーションが除去される.
□ 171. DSAでは腸管の動きがアーチファクトとなる.
□ 172. 心血管撮影ではバイプレーン撮影が行われる.
□ 173. 心臓カテーテル検査の撮影フレームレートは毎秒3フレーム程度にする.
□ 174. カテーテル径の表示は周囲長を示す.
□ 175. 右冠動脈造影では回旋枝が造影される.
□ 176. 腹腔動脈造影で腎動脈が描出される.
□ 177. 腹腔動脈造影で脾動脈が描出される.

□ 178. 腹腔動脈造影で胃十二指腸動脈が描出される.
□ 179. 上腸間膜動脈造影で中結腸動脈が描出される.
□ 180. 上腸間膜動脈造影で門脈が描出される.
□ 181. 肺血栓塞栓症で下肢静脈造影が行われる.
□ 182. 下肢静脈造影では造影剤が用手注入される.
□ 183. 下肢静脈造影は頭低位で施行する.
□ 184. 下肢静脈造影で駆血帯を巻くと表在静脈が造影される.
□ 185. 胃の前壁薄層法の体位は腹臥位がよい.
□ 186. 胃の立位充満正面像で前壁がよく描出される.
□ 187. 胃の穹窿部描出には圧迫撮影が有効である.
□ 188. 胃の穹窿部は背臥位正面撮影で描出する.
□ 189. 胃の半臥位第二斜位二重造影では噴門部から穹窿部がよく描出される.
□ 190. 胃の噴門部は半立位第一斜位で描出する.
□ 191. 胃の噴門部描出には圧迫撮影が有効である.
□ 192. 胃体上部は背臥位第一斜位で描出する.
□ 193. 胃角部前壁の病変は腹臥位二重造影で描出する.
□ 194. 背臥位二重造影は胃角部後壁の撮影に適する.
□ 195. 立位圧迫法で胃角部小隆起性病変を描出する.
□ 196. 胃の前庭部は背臥位第一斜位で描出する.
□ 197. 上部消化管造影では体位変換によって造影剤を粘膜面に付着させる.
□ 198. 上部消化管造影では体位変換によって造影剤と発泡剤を混合させる.
□ 199. 上部消化管造影では検査前に水分を多く摂取するように指示する.
□ 200. 子宮卵管造影は経時的に撮影する.
□ 201. DIPとは内視鏡的胆管膵管造影法である.
□ 202. PTCとは経皮経肝胆道造影法である.
□ 203. HSGとは子宮卵管造影法である.
□ 204. 子宮卵管造影は不妊症の検査として行われる.
□ 205. ERCPとは尿路系造影検査である.
□ 206. 脊髄腔造影では検査後数時間は頭を上げた状態にする.
□ 207. 脳動脈瘤はIVRが有効な疾患である.
□ 208. 動静脈奇形で経カテーテル血栓溶解術が施行される.
□ 209. 冠動脈狭窄のIVRでは金属ステントを用いる.
□ 210. 気管狭窄はIVRが有効な疾患である.
□ 211. 肺腫瘍の経皮的生検術はCTガイド下で行う.
□ 212. 肺塞栓症予防で下大静脈フィルタ留置術が施行される.
□ 213. 大動脈瘤のIVRではスチールコイルを用いる.
□ 214. 大動脈解離では血管内ステント留置術が施行される.
□ 215. 食道狭窄ではステント留置術が施行される.
□ 216. 胃ポリープはIVRが有効な疾患である.
□ 217. 肝細胞癌には経カテーテル動脈塞栓術が施行される.
□ 218. 転移性肝癌には経カテーテル動脈塞栓術が施行される.
□ 219. 胆管癌にはステント留置術が施行される.
□ 220. 脾機能亢進症で経カテーテル動脈塞栓術が施行される.
□ 221. 消化管出血には経カテーテル血栓溶解術が施行される.
□ 222. 水腎症はIVRが有効な疾患である.
□ 223. 骨盤外傷で血管内ステント留置術が施行される.
□ 224. 子宮内膜症はIVRが有効な疾患である.
□ 225. IVRの被ばく低減では透視パルスレートを低く設定する.
□ 226. 塞栓物質として硫酸バリウムが用いられる.
□ 227. 頭部CT検査では副交感神経遮断剤を用いる.
□ 228. 頭部CT検査では低周波数用関数を用いる.
□ 229. 脳脊髄液は小脳よりもCT値が高い.
□ 230. 脳の灰白質は白質よりもCT値が高い.
□ 231. 脳出血は低CT値（低吸収域）となる.
□ 232. 脳梗塞巣は脳実質より低い吸収域を呈する.
□ 233. 脈絡叢は頭部造影CTで増強効果を認める.
□ 234. 胸部CT検査では義歯装着の有無を確認する.
□ 235. 石灰化はCTがMRIより優れた描出能を示す.
□ 236. 肺線維症はCTがMRIより優れた描出能を示す.
□ 237. 高分解能CTでは500 mm径のFOVを用いる.
□ 238. 冠動脈CTの血管拡張薬にニトログリセリンを用いる.
□ 239. 上腹部CT検査の基準点に剣状突起を用いる.
□ 240. 上腹部CT検査では前日から絶飲食とする.
□ 241. 造影CTで造影剤は肘静脈から注入される.
□ 242. 脂肪肝ではCT値が正常よりも上昇する.
□ 243. 急速静注によるCT検査では高浸透圧造影剤が使用される.
□ 244. 急速静注によるCT検査ではイオン性造影剤が使用される.
□ 245. ダイナミックCTでは造影剤は点滴静注される.
□ 246. ダイナミックCTで時間濃度曲線が作成される.
□ 247. ダイナミックCTはび漫性肺疾患に用いられる.
□ 248. 造影剤の注入速度を一定にすると被検者間の造影効果は同じである.
□ 249. 肝臓の造影CT検査の前に推算糸球体濾過量〈eGFR〉を確認する.
□ 250. CTコロノグラフィでは大腸内部の色調観察ができる.
□ 251. CTコロノグラフィでは大腸を酸素で拡張する.
□ 252. Xe-CTでは局所脳血流（CBF）が測定される.
□ 253. 脊髄腔造影CTではボリュームレンダリング処理がよく行われる.
□ 254. ミエロCTで脳脊髄液の循環動態が検査できる.
□ 255. 骨塩定量CTでは腰椎椎弓部を計測する.
□ 256. VE法は冠動脈CTの画像表示に用いられる.
□ 257. MIP法はCTの3次元画像表示で用いられる.
□ 258. MIP法とは最大値投影法のことである.
□ 259. MIP法はVR法に比べ前後関係が不明瞭である.
□ 260. MPR法はCTの3次元画像表示で用いられる.
□ 261. MPR法とは仮想内視鏡法のことである.
□ 262. Curved MPR法が冠動脈CTの画像表示で用いられる.
□ 263. フェーズコントラスト法がCTの3次元画像表示で用いられる.
□ 264. 脳底部CTで線質硬化アーチファクトを生じる.
□ 265. 線質効果ではリングアーチファクトを生じる.

□ 266. 脳底部CT検査では管電流を下げて撮影する.
□ 267. 脳底部CTでは心電図同期再構成を行う.
□ 268. 脳底部CTでは部分体積現象が生じる.
□ 269. 部分体積現象ではCT値が不正確になる.
□ 270. 部分体積現象で組織の境界が不明瞭になる.
□ 271. 部分体積現象はスライスを厚くして回避する.
□ 272. CTでケミカルシフトアーチファクトが生じる.
□ 273. CTのステアステップアーチファクトはスライス厚を薄くして回避する.
□ 274. ステアステップアーチファクトはスキャン時間を短くして回避する.
□ 275. CT用自動露出制御〈CT-AEC〉の使用により被ばく線量は増加する.
□ 276. Dose length product（DLP）の単位はmGy·cmである.
□ 277. 骨塩定量では肋骨が対象とされる.
□ 278. 骨塩定量では前腕骨が対象とされる.
□ 279. DXA法による骨密度の単位はg/cm^2である.

12.3 画像解剖

□ 280. 輪郭が明瞭に描出された状態をシルエットサイン陽性という.
□ 281. 胸部側臥位正面撮影では液面の描出を重視する.
□ 282. 気胸では肺紋理が強調される.
□ 283. 肺気腫では肺野の濃度が低下する.
□ 284. サルコイドーシスでは肺門リンパ節の腫大が観察される.
□ 285. 坐位での胸部撮影では肺尖部が狭くなりやすい.
□ 286. グリッドが傾くと画像上に濃度差を生じる.
□ 287. ウォータース法では眼窩下縁と錐体部上縁が重なって投影される.
□ 288. コールドウェル法では眼窩中央に錐体部が投影される.
□ 289. パノラマ撮影では円錐状のX線束を用いる.
□ 290. パノラマ撮影では患者の体格に応じて撮影時間が調整される.
□ 291. 手の舟状骨撮影では尺屈位撮影が有用である.
□ 292. PIP関節とは遠位節骨間関節のことである.
□ 293. 膝関節側面像に写る内側顆の先端は外側顆に比べて平坦である.
□ 294. 足根骨の立方骨は足の内側に位置する.
□ 295. 脊髄腔造影像で脊髄腔の圧排が観察される.
□ 296. 脊髄腔造影像で椎間板ヘルニアが観察される.
□ 297. 胃の半立位第2斜位では前庭部が観察される.
□ 298. 胃の背臥位第1斜位では穹隆部が観察される.
□ 299. ERCPでは造影剤が点滴静注される.
□ 300. ERCPでは膵管が描出される.
□ 301. DIPでは腎盂，尿管，膀胱が観察される.
□ 302. DIPでは腎機能が観察できる.
□ 303. CT画像のウィンドウレベルは観察対象のCT値に合わせる.
□ 304. 肺野条件のウインドウレベルは縦隔条件より低く設定される.
□ 305. CT画像でウィンドウ幅を広くするとコントラストが上昇する.
□ 306. 高分解能CTでは薄いスライス厚を用いる.
□ 307. 高分解能CTではFOVを大きくする.
□ 308. 被検体の左右比較では矢状断像が再構成される.
□ 309. CTの雑音特性評価には水ファントムを用いる.
□ 310. CTの低コントラスト分解能評価にはCT値差の小さい物質を使用する.
□ 311. 頭部CT画像で副鼻腔は低CT値で描出される.
□ 312. 水頭症のCT像では拡大した脳室が観察される.
□ 313. 脳内出血は低CT値領域として観察される.
□ 314. 硬膜下血腫は骨に沿った凸レンズ状の像を示す.
□ 315. くも膜下出血では脳室のCT値が上昇する.
□ 316. 淡蒼球は脳内に左右対称の石灰化を生じる.
□ 317. 単純CTで甲状腺は脳より低吸収値を呈する.
□ 318. 造影CTで右腎静脈は腹大動脈と上腸間膜動脈の間に位置する.
□ 319. 造影CTで胆嚢は肝臓よりも高CT値を示す.
□ 320. 造影CTで胆管拡張は高CT値で描出される.
□ 321. 急速静注造影CTで大動脈は高CT値を示す.
□ 322. 造影CTの平衡相で腎皮質は高CT値を示す.
□ 323. 腎臓は第5腰椎レベルの高さで描出される.
□ 324. 中大脳動脈は椎骨動脈から直接分枝する.
□ 325. 後大脳動脈は脳底動脈から直接分枝する.
□ 326. 左総頸動脈は腕頭動脈から直接分枝する.
□ 327. 左椎骨動脈は胸大動脈から直接分枝する.
□ 328. 右冠動脈から回旋枝が直接分枝する.
□ 329. 左冠動脈から前下行枝が直接分枝する.
□ 330. 胃十二指腸動脈は総肝動脈から直接分枝する.
□ 331. 脾動脈は腹腔動脈から直接分枝する.
□ 332. 上腸間膜動脈の分枝は空腸に分布する.
□ 333. 上腸間膜動脈の分枝は下行結腸に分布する.

X線撮影技術学　練習問題解答																														
1	×	2	×	3	○	4	×	5	×	6	○	7	○	8	○	9	○	10	○	11	×	12	○	13	×	14	×	15	×
16	○	17	×	18	×	19	×	20	○	21	×	22	○	23	×	24	×	25	○	26	○	27	×	28	○	29	○	30	×
31	○	32	×	33	○	34	×	35	○	36	×	37	○	38	×	39	○	40	○	41	×	42	×	43	○	44	×	45	○
46	○	47	○	48	○	49	×	50	×	51	×	52	○	53	○	54	○	55	×	56	×	57	○	58	○	59	×	60	×
61	○	62	○	63	×	64	○	65	○	66	×	67	×	68	○	69	○	70	×	71	○	72	○	73	×	74	○	75	×
76	○	77	○	78	○	79	○	80	×	81	×	82	×	83	×	84	○	85	○	86	×	87	×	88	×	89	○	90	×
91	○	92	×	93	○	94	○	95	×	96	○	97	×	98	×	99	○	100	×	101	×	102	○	103	○	104	×	105	○
106	×	107	○	108	×	109	×	110	×	111	×	112	○	113	×	114	×	115	×	116	×	117	×	118	×	119	×	120	○
121	○	122	○	123	×	124	×	125	○	126	○	127	×	128	○	129	○	130	×	131	×	132	×	133	○	134	×	135	○
136	○	137	×	138	×	139	○	140	×	141	×	142	○	143	○	144	○	145	×	146	○	147	×	148	○	149	×	150	×
151	○	152	×	153	×	154	○	155	×	156	○	157	×	158	○	159	○	160	○	161	○	162	×	163	○	164	○	165	×
166	○	167	○	168	○	169	×	170	×	171	○	172	○	173	×	174	○	175	×	176	×	177	○	178	○	179	○	180	○
181	○	182	○	183	×	184	×	185	○	186	×	187	×	188	×	189	○	190	×	191	×	192	×	193	○	194	○	195	○
196	○	197	○	198	×	199	×	200	○	201	×	202	○	203	○	204	○	205	×	206	○	207	○	208	×	209	○	210	○
211	○	212	○	213	×	214	○	215	○	216	×	217	○	218	×	219	○	220	○	221	×	222	○	223	×	224	×	225	○
226	×	227	×	228	○	229	×	230	○	231	×	232	○	233	○	234	×	235	○	236	○	237	×	238	○	239	○	240	×
241	○	242	×	243	×	244	×	245	×	246	○	247	×	248	×	249	○	250	×	251	×	252	○	253	○	254	○	255	×
256	×	257	○	258	○	259	○	260	○	261	×	262	○	263	×	264	○	265	×	266	×	267	×	268	○	269	○	270	○
271	×	272	×	273	○	274	×	275	×	276	○	277	×	278	○	279	○	280	×	281	○	282	×	283	×	284	○	285	○
286	○	287	×	288	×	289	×	290	×	291	○	292	×	293	×	294	×	295	○	296	○	297	×	298	×	299	×	300	○
301	○	302	○	303	○	304	○	305	×	306	○	307	×	308	×	309	○	310	○	311	○	312	○	313	×	314	×	315	○
316	○	317	×	318	×	319	×	320	×	321	○	322	×	323	×	324	×	325	○	326	×	327	×	328	×	329	○	330	○
331	○	332	○	333	×																								

画像工学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

13.1　画像評価

□ 1．C-D（contrast-detail）ダイアグラムは視覚評価法である．
□ 2．RMS粒状度は視覚評価法である．
□ 3．NEQは視覚評価法である．
□ 4．並列細線法は視覚評価法である．
□ 5．ハウレットチャート法は視覚評価法である．
□ 6．一対比較法は視覚評価法である．
□ 7．Nitka法は視覚評価法である．
□ 8．デジタル特性曲線の縦軸はピクセル値で表す．
□ 9．プリサンプリングMTFとデジタルMTFは異なる結果を示す．
□ 10．ブーツストラップ法で特性曲線を作成するとき線質硬化が誤差の要因となる．
□ 11．特性曲線から寛容度が読み取れる．
□ 12．特性曲線からダイナミックレンジが読み取れる．
□ 13．特性曲線からシステムコントラストが読み取れる．
□ 14．特性曲線から解像度が読み取れる．
□ 15．特性曲線から相対感度が読み取れる．
□ 16．特性曲線から粒状度が読み取れる．
□ 17．特性曲線から階調度が読み取れる．
□ 18．平均階調度とは特性曲線上の実用的な2点間の距離である．
□ 19．ウィナースペクトルは空間周波数の関数である．
□ 20．RMSは空間周波数の関数である．
□ 21．LSFは空間周波数の関数である．
□ 22．ROCは空間周波数の関数である．
□ 23．NEQは空間周波数の関数である．
□ 24．DQEは空間周波数の関数である．
□ 25．アパーチャMTFは開口幅を矩形波としフーリエ変換することで求められる．
□ 26．プリサンプリングMTFはエリアシングの影響を含む．
□ 27．デジタルMTFはエリアシングの影響を含む．
□ 28．プリサンプリングMTFはアパーチャサイズの影響を含む．
□ 29．DRのオーバーオールMTFはシステム全体の評価に用いる．
□ 30．DRのオーバーオールMTFは画像処理の影響を含む．
□ 31．DRのMTF測定ではエリアシングの影響を考慮する必要がある．
□ 32．DRのMTF測定では画像の周波数処理を必要とする．
□ 33．DRのMTF測定では有効露光量変換に特性曲線を用いる．
□ 34．DRのMTF測定では散乱X線の影響を受ける．
□ 35．DRのエッジ法によるMTF測定では，エッジを垂直に設置する必要がある．
□ 36．DRのスリット法でプリサンプルドMTFを求める場合，スリットの配置が不適切だと，シンク関数のように高周波成分が上下する．
□ 37．増感紙–フィルムシステムのMTFは増感紙とフィルムとが密着不良のとき低下する．
□ 38．増感紙–フィルムシステムのMTFは特性曲線が直線であっても強度変換は必要である．
□ 39．増感紙–フィルムシステムのMTFはフィルムのみより低下する．
□ 40．増感紙–フィルムシステムのMTFはフィルムのガンマに比例する．
□ 41．増感紙–フィルムシステムのMTFは一般に高感度システムと比べて低感度システムでは上昇する．
□ 42．デジタル画像のボケの程度はMTFで表せる．
□ 43．矩形波チャートによるMTF測定ではコルトマン補正をする．
□ 44．矩形波チャートによるMTF測定では特性曲線を用いる．
□ 45．トランケーションエラーを防ぐためには倍数露光法を用いる．
□ 46．スリット法によるMTF測定ではフーリエ変換を用いる．
□ 47．スリット法によるMTF測定では特性曲線を用いる．
□ 48．スリット法によるMTF測定では微分を用いる．
□ 49．ESFを微分するとLSFが求められる．
□ 50．MTFは0周波数を1に規格化する．
□ 51．X線管焦点を小焦点から大焦点にすると，X線写真の鮮鋭度が向上する．
□ 52．被写体–フィルム間距離を短くすると，X線写真の鮮鋭度が向上する．
□ 53．カセッテへのX線斜入角度を小さくすると，X線写真の鮮鋭度が向上する．
□ 54．焦点–フィルム間距離を短くすると，X線写真の鮮鋭度が向上する．
□ 55．高感度増感紙にすると，X線写真の鮮鋭度が向上する．
□ 56．同一条件で撮影した複数の画像を加算平均すると解像度を維持しながら画像ノイズを低減することができる．
□ 57．RMS粒状度の値が大きいほど粒状性が悪い．
□ 58．RMS粒状度はマイクロデンシトメータのアパーチャサイズで変化する．
□ 59．RMS粒状度は空間周波数ごとのノイズが分かる．
□ 60．ウィナースペクトルの面積はRMSの2乗に対応する．
□ 61．ウィナースペクトルの測定ではマイクロデンシトメータのアパーチャに縦長の細いスリットを用いる．
□ 62．デジタルウィナースペクトルの測定にトレンド除去処理を用いる．
□ 63．デジタルウィナースペクトルの測定にLSF画像の作成が必要である．

□ 64. デジタルウィナースペクトルの測定に階調処理を用いる.
□ 65. デジタルウィナースペクトルの測定にピクセル寸法の測定が必要である.
□ 66. ウィナースペクトルの値が大きいほど粒状性は優れている.
□ 67. RMS粒状度はフィルム濃度のばらつきを標準偏差で表す.
□ 68. 粒状性は感光材料の感度に依存しない.
□ 69. X線の量子モトルは粒状性に影響しない.
□ 70. 粒状性の優劣は高コントラストな信号の検出能に影響する.
□ 71. ウィナースペクトルの測定にはコルトマンの補正を行う必要がある.
□ 72. ウィナースペクトルは面積の次元を持つ.
□ 73. ウィナースペクトルの低空間周波数領域は量子モトルに影響される.
□ 74. デジタルラジオグラフィのX線量子ノイズは撮影線量に依存する.
□ 75. 画像濃度の標準偏差を用いて画像の粒状度を表すことができる.
□ 76. 光子密度の統計的ゆらぎによる分散は透過光子数の平均値にほぼ等しい.
□ 77. 光子数が増加するにつれて統計的ゆらぎによる雑音の影響は大きくなる.
□ 78. 画像濃度の変動を周波数解析することで画像雑音の細かさを表すことができる.
□ 79. X線写真の粒状性に最も大きな影響を及ぼすのはX線量子モトルである.
□ 80. デジタル画像のウィナースペクトルの測定ではエリアシングの影響を受ける.
□ 81. MTFの最大空間周波数はマトリクスサイズで決まる.
□ 82. ウィナースペクトルは画像の雑音変動を周波数解析する.
□ 83. ウィナースペクトルは写真濃度変動の自己相関関数をフーリエ変換して得られる.
□ 84. ウィナースペクトルは粒状度と関係がある.
□ 85. 異常がある画像に対して異常ありと判断した確率を特異度という.
□ 86. X線CT再構成画像のWiener〈ウィナー〉スペクトルの0 cycles/mmの値は原理的に0である.
□ 87. X線CT再構成画像のWiener〈ウィナー〉スペクトルは投影データを二次元Fourier〈フーリエ〉変換する.
□ 88. X線CT再構成画像のWiener〈ウィナー〉スペクトルは再構成アルゴリズムの影響により形を変える.
□ 89. 異常がない画像に対して異常なしと判断した確率を感度という.
□ 90. 異常がある画像に対して異常なしと判断した場合を偽陰性という.
□ 91. 異常がない画像に対して異常ありと判断した場合を偽陽性という.
□ 92. 異常がない画像に対して異常なしと判断した場合を真陰性という.
□ 93. 真陰性率と偽陰性率を足すと常に1.0になる.
□ 94. 真陽性率と偽陰性率を足すと常に1.0になる.
□ 95. ある癌診断の画像検査で，陽性と判断された場合の実際に癌に罹患している確率を陽性反応的中率という.
□ 96. ある癌診断の画像検査で，真陽性率99%，偽陽性率が3%の時の陽性反応的中率は51%である.
□ 97. 病気のある人のうち正しく病気があると診断された確率を正診率という.
□ 98. ROC曲線間の統計的有意差検定にJackknife法が用いられる.
□ 99. ROC曲線の横軸は真陽性率である.
□ 100. ROC曲線は評価の難易度に影響されない.
□ 101. ROCの解析結果は物理的評価と必ず一致する.
□ 102. ROC解析ではROC曲線下の面積（A_z）を用いて評価する.
□ 103. ROC解析ではCT画像とMR画像の病変検出能の違いを評価できる.
□ 104. 雑音画像試料のみの観察でもROC曲線を描ける.
□ 105. ROC解析は読影者間の能力の差を評価することができる.
□ 106. 試料の難易度に応じてROC曲線は変動する.
□ 107. 臨床画像試料では病変が信号に対応する.
□ 108. ROC曲線下の面積の最大値は1である.
□ 109. ROC曲線は偽陽性率が1のとき真陽性率は1になる.
□ 110. ROC解析は画像処理が診断能に与える効果を評価できる.
□ 111. 試料枚数が少ないほど統計的な変動は小さい.
□ 112. 信号+雑音の分散と雑音のみの分散が等しいときは，ROC曲線は負の対角線に対して対象となる.
□ 113. デジタル画像の画質の臨床的評価はROC曲線で表せる.
□ 114. 量子検出効率（DQE）は雑音等価量子数（NEQ）を入射した単位面積当たりのX線光子数で割った値である.
□ 115. 量子検出効率（DQE）の算出にMTFを用いる.
□ 116. 量子検出効率（DQE）の算出にウィナースペクトルを用いる.
□ 117. 量子検出効率（DQE）の算出にC-D（contrast-detail）ダイアグラムを用いる.

画像工学　練習問題解答																															
1	○	2	×	3	×	4	○	5	○	6	○	7	×	8	○	9	○	10	○	11	○	12	○	13	○	14	×	15	○
16	×	17	○	18	○	19	○	20	×	21	×	22	×	23	○	24	○	25	○	26	×	27	○	28	○	29	○	30	○
31	○	32	×	33	○	34	○	35	×	36	○	37	○	38	○	39	○	40	×	41	○	42	○	43	○	44	○	45	○
46	○	47	○	48	×	49	○	50	○	51	×	52	○	53	○	54	×	55	×	56	○	57	○	58	○	59	×	60	○
61	○	62	○	63	×	64	×	65	○	66	×	67	○	68	×	69	×	70	×	71	×	72	○	73	○	74	○	75	○
76	○	77	×	78	○	79	○	80	○	81	×	82	○	83	○	84	○	85	×	86	○	87	×	88	○	89	×	90	○
91	○	92	○	93	×	94	○	95	○	96	×	97	×	98	○	99	×	100	×	101	×	102	○	103	○	104	×	105	○
106	○	107	○	108	○	109	○	110	○	111	×	112	○	113	○	114	○	115	○	116	○	117	×						

放射線安全管理学　練習問題

以下の各設問で，正しいものには○，誤っているものには×をつけなさい．

14.1　関係法規

□ 1．雇入れの際に行う健康診断で電離放射線障害防止規則の検査項目に，緑内障に関する眼の検査は含まれる．
□ 2．規定する放射線に陽子線は含まれない．
□ 3．診療放射線技師の法定業務として造影剤投与後の抜針及び止血がある．
□ 4．超音波診断装置は医師の指示が無くても検査を行える．
□ 5．医師の指示があっても，放射性同位元素等を人体内に刺入（挿入）して照射することはできない．
□ 6．照射録には撮影した診療放射線技師の氏名を記載する必要がある．
□ 7．国家試験に合格したときから診療放射線技師の業務を行うことはできない．
□ 8．免許を取り消された者は30日以内に返納しなければならない．
□ 9．診療放射線技師でなくなった後も業務上知り得た人の秘密を漏らしてはならない．
□ 10．X線装置を備える場合はあらかじめ所在地の都道府県知事に届け出る．
□ 11．診療放射線技師法に規定される「診療の補助」として用いる装置として，X線CT装置は該当する．
□ 12．^{125}Iシード，^{192}Irは診療用放射線照射器具である．
□ 13．エックス線診療室の画壁等の外側の実効線量は1 mSv/週である．
□ 14．陽電子断層撮影診療用放射性同位元素使用室は主要構造部を耐火構造または不燃材料を用いた構造にすることと規定されている．
□ 15．病院の敷地の境界は250 μSv/3月間である．
□ 16．放射線診療従事者の実効線量限度は5年間で100 mSv，1年間につき50 mSvである．
□ 17．放射線診療従事者の線量限度で妊娠可能な女子の実効線量は年間5 mSvである．
□ 18．放射線診療従事者の眼の水晶体の等価線量限度は1年間につき500 mSvである．
□ 19．妊娠中の女子の腹部表面等価線量限度は出産するまでの期間2 mSvである．
□ 20．緊急作業に係る実効線量限度は女子を除いて100 mSvである．
□ 21．在宅医療におけるX線撮影でX線透視を行うことはできない．
□ 22．放射線障害防止法が規定する放射性同位元素による汚染状況の測定場所について，排水設備の排水口，排気監視設備のある場所，事業所の境界が当てはまる．
□ 23．放射線業務従事者が管理区域に初めて立ち入る前に行う健康診断では問診は必要ではない．
□ 24．健康診断の血液検査に血小板数の測定は含まれない．
□ 25．放射線障害防止規則における健康診断について，電離放射線健康診断個人票を作成し，30年間保存しなければならない．
□ 26．安全確保についての説明を医師，歯科医師または診療放射線技師が行う．
□ 27．エックス線装置を一般病室で使用する．
□ 28．直線加速装置を手術室で使用する．
□ 29．^{125}I永久刺入用密封線源を集中強化治療室で使用する．
□ 30．診療用放射線照射器具を診療用放射性同位元素使用室で使用する．

14.2　放射線防護の基本概念

□ 31．X線CTの放射線防護体系における正当化で脳梗塞発症翌日の頭部CTは含まれる．
□ 32．組織加重係数は等価線量を定義するためのものである．
□ 33．集団実効線量は集団全体で合計した線量である．
□ 34．吸収線量は物質単位質量当たりに付与されるエネルギー量である．
□ 35．等価線量は実効線量に組織加重係数を乗じた値の加算である．
□ 36．預託実効線量は体外被ばくの線量評価に用いられる．
□ 37．線量限度は患者の医療被ばくに適用できない．
□ 38．急性放射線皮膚炎は，確率的な障害である．
□ 39．放射線検査の選択では患者へのリスクを考慮する．
□ 40．放射線被ばくを伴う医療行為は正当化されなければならない．
□ 41．放射線業務従事者の胎児の被ばくは医療被ばくに含まれる．
□ 42．緊急時被ばく状況の後の長期的な被ばくは，現存被ばく状況に含まれる．
□ 43．医療機器ごとに，保守点検の状況を記録・保存し，修理状況等も記録する．
□ 44．添付文書や取扱説明書等の医療機器の安全使用・保守点検等に関する情報は必ず1か所に集約して管理しなければならない．
□ 45．管理している医療機器の不具合や健康被害等に関する情報は安全管理責任者や管理者に報告する．
□ 46．放射性同位元素の安全使用と安全管理の実施状況が帳簿上で確認できる．
□ 47．DRLはX線診断に適用され，核医学診断や放射線治療には用いない．

14.3　施設・環境測定と個人の放射性被ばく管理

□ 48．電子式ポケット線量計は線量を直接読みとれる．
□ 49．GM管式サーベイメータの円筒形の内部にアルゴンなどの不活性ガスが封入されている．
□ 50．シンチレーション式サーベイメータは，環境放射線レベルの低線量率測定に適している．
□ 51．NaI(Tl)シンチレーション検出器は，γ線の測定に適している．

□ 52. プラスチックシンチレーション検出器は，β線の測定に適している．
□ 53. ZnS(Ag)シンチレーション検出器は，α線の測定に適している．
□ 54. BF_3比例計数管では，中性子の測定ができる．
□ 55. ロングカウンタでは，中性子の測定ができる．
□ 56. ガラス線量計は湿度の影響を受けにくい．
□ 57. 液体シンチレーションカウンタは，低エネルギーβ線の測定に適している．
□ 58. 排液中の放射性同位元素濃度測定には，ウェル型シンチレーションカウンタが用いられる．
□ 59. 個人被ばく管理に用いる線量計には，OSLD線量計が適している．
□ 60. 放射線治療病室への一時立入者の個人被ばく測定に適しているのはポケット線量計である．
□ 61. 放射能汚染を伴う緊急時事故処理の際の個人線量測定には，アラームメータが適している．
□ 62. 管理区域内の空間線量率測定に電離箱式サーベイメータを用いる．
□ 63. 放射線業務に従事する作業者の個人被ばく線量については，管理区域に立ち入っている期間中は連続して測定する．
□ 64. 放射線業務に従事する作業者の個人被ばく線量について測定が困難な場合は計算で評価できる．
□ 65. 個人被ばく線量計について，男性は胸部，女性は腹部の位置に装着する．
□ 66. 外部被ばく防護において，遮へい体を置くことにより放射線を減少できる．
□ 67. 皮膚の等価線量評価は，手指に着用した個人線量計のH70 μm線量当量によって測定評価する．
□ 68. 光子の物質中での減弱は指数法則に従う．
□ 69. 体幹部不均等被ばくの測定は，頭部または頸部と胸部（または腹部）に着用した個人線量計から評価した$H_{1\,cm}$線量当量を評価に用いる．
□ 70. チタン酸ストロンチウム（^{90}Sr）を吸収摂取してから数日後に，一日分の尿を採取し，バイオアッセイ法で摂取量や実効線量を算出することができる．
□ 71. ホールボディカウンタで個人の体内被ばく線量測定ができる．
□ 72. スミア法は遊離性汚染の測定に適している．
□ 73. ^{18}F–FDGからの線量を1/16に遮へいするために必要な鉛厚は，8 mmである．ただし，^{18}Fに対する鉛の半価層は4 mmとする．

14.4 放射線取扱い施設の管理

14.5 放射線管理の方法と事故対応

□ 74. α線を放出しない放射性同位元素の表面密度限度は，40 Bq/cm^{2}である．
□ 75. 管理区域からの物品のもち出しについては，表面密度限度の1/10を超えているものはみだりに管理区域からもち出すことはできない．
□ 76. 衣服などの表面汚染は，専用のハンドフットクロスモニタで作業室を退出するときに測定する．
□ 77. 作業中に汚染が生じた場合は，汚染箇所をチョークなどで明確にし，汚染拡大を防止して，早期除染を行う．汚染レベルが高度である場合は，汚染区域への立ち入りを禁止する．
□ 78. 放射性同位元素の表面汚染の除染は，乾式で行う．
□ 79. スミア法に用いるろ紙の直径は10 cmである．
□ 80. スミア法による汚染面のふき取り面積は約100 cm^{2}である．
□ 81. Si半導体検出器は，β線の環境測定に用いられる．
□ 82. 液体状の放射性同位元素を除染する場合，長半減期核種の場合は減衰を待つ．
□ 83. 放射性核種を取り扱う実験台にはポリエチレンろ紙をろ紙面が上になるように敷く．
□ 84. 放射能汚染拡大防止策として，液体状線源の取扱いは受皿を使用する．
□ 85. 使用済みのフィルタは，種類別に分け，打抜処理をしてフィルタろ材と外枠に分けた後，材質により焼却処理または圧縮処理をおこなう．
□ 86. 非密封の放射性同位元素を使用する作業室の壁は，表面が平滑で気体や液体が浸透しにくい材料を用いる．
□ 87. 傷口の汚染は直ちに多量の温流水で洗い流す．
□ 88. 低レベル放射性廃液である場合，水で希釈することにより廃棄できる．
□ 89. γ線源の取扱いは模擬線源で操作法を訓練する．
□ 90. 非密封の放射性同位元素を使用する施設の汚染検査室には洗浄設備を設置する．
□ 91. 放射性同位元素に汚染されたゴム手袋は難燃物容器に入れて廃棄する．
□ 92. 被ばく線量，周辺漏洩線量などの事故時の緊急評価は，安全側の過大評価を心がける．
□ 93. ^{123}I-MIBGシンチグラフィ前のヨウ素剤投与は，医療被ばくを低減させる．
□ 94. 小児の場合はグリッドを使用しない．
□ 95. 防護衣は高原子番号の元素であれば鉛以外でもよい．
□ 96. 甲状腺防護用具は散乱X線を1/10以下にすることができる．
□ 97. 防護メガネは含鉛アクリルで作られている．
□ 98. 防護ラバーシートは散乱線の防護が目的である．
□ 99. 放射性医薬品を投与された患者のオムツはバックグラウンドレベルになるまで保管し放射能がないと確認したのち業者に引き渡すことができる．
□ 100. PET用RIによる汚染物は，7日間保管した後管理区域から持ち出すことができる．

14.6 医療におけるリスクマネジメント

□ 101. 医療の質の向上には医療安全の推進は欠かせない．
□ 102. 放射線診療でのハイリスクの事例では転倒・転落があげられる．
□ 103. 医療事故は当事者個人の問題と責任である．
□ 104.「人は間違える」を前提として危険な事象の分析や予防策を検討する．
□ 105. スイスチーズモデルでは，各防護壁の安全対策の欠陥が偶然に重なったときに重大な事故が発生する．
□ 106. ハインリッヒの法則では，1件の重大事故の背景

には49件の軽微な事故と500件のヒヤリハットが存在するとしている.

□ 107. 5S活動は，整理，整頓，清掃，清潔，しつけを実践する.

□ 108. フールプルーフは，事故が発生しても重大な事態にならない仕組みをいう.

□ 109. 酸素のコネクタが吸引のバルブに物理的に接続できない仕組みはフールプルーフである.

□ 110. フェイルセーブは，知識がない人でも間違えない仕組みをいう.

□ 111. SPECT装置の検出器の接触センサーによる回転自動停止機能はフェイルセーフである.

□ 112. インシデントは，エラーが発生しても患者に実施されなかった場合や実施されても被害が軽微だった場合の事象をいう.

□ 113. インシデントのレベル1は，患者に重大な後遺症が残った事例である.

□ 114. インシデントレポートは，当事者の責任を追及するために使う.

□ 115. インシデントレポートは，院内の他部署との情報共有のために使う.

□ 116. 画像検査中に患者が装置から転落して入院した案件はアクシデントに相当する.

□ 117. 指差呼称は，他人の間違い指摘に有効である.

□ 118. KYTはスタッフの危険予知能力の向上に有効である.

□ 119. 診療放射線技師は，検査前に患者に検査内容と注意点を十分に説明しなければならない.

□ 120. 入院患者をリストバンドによりIDや氏名を照合し，患者に氏名と生年月日を名乗ってもらって確認した.

□ 121. 患者に名前を聞いてハイと言ったので撮影を開始した.

□ 122. チーム医療では，各職種の専門性が一番で職種間の連携は不要である.

□ 123. 診療録にはSOAP形式の記録項目と記載事項が必要である.

□ 124. 入院中の診療計画等をまとめたクリニカルパスは，診療の標準化や医療安全の確保に役立つ.

□ 125. 課題を洗い出し医療の質と安全を向上させるPDCAサイクルは，必要である.

□ 126. 守秘義務の徹底は，医療事故の防止に必要である.

□ 127. 他の医療職種との緊密な連携は，医療事故の防止に不要である.

□ 128. 指示内容に関する医師への疑義照会は，医療事故の防止に必要である.

□ 129. エビデンスに基づいた医療技術の提供は，医療事故の防止に必要である.

放射線安全管理学　練習問題解答

1	×	2	×	3	○	4	×	5	○	6	×	7	○	8	×	9	○	10	×	11	×	12	○	13	○	14	○	15	○
16	○	17	×	18	×	19	○	20	○	21	○	22	×	23	×	24	○	25	×	26	○	27	○	28	○	29	○	30	○
31	○	32	×	33	○	34	○	35	×	36	×	37	○	38	×	39	○	40	○	41	×	42	○	43	○	44	×	45	○
46	○	47	×	48	○	49	○	50	○	51	○	52	○	53	○	54	○	55	○	56	○	57	○	58	○	59	○	60	○
61	○	62	○	63	○	64	○	65	○	66	○	67	○	68	○	69	○	70	○	71	○	72	○	73	×	74	○	75	○
76	○	77	○	78	×	79	×	80	○	81	×	82	×	83	○	84	○	85	○	86	○	87	○	88	○	89	○	90	○
91	○	92	○	93	○	94	○	95	○	96	○	97	○	98	○	99	○	100	○	101	○	102	○	103	×	104	○	105	○
106	×	107	○	108	×	109	○	110	×	111	○	112	○	113	×	114	×	115	○	116	○	117	×	118	○	119	○	120	○
121	×	122	×	123	○	124	○	125	○	126	○	127	×	128	○	129	○												