

放射線関係法規 10

Regulations for radiation protection

R3. 7. 13 期末試験 選択100問

北大医学部保健学科 放射線技術科学専攻3年

放射線関係法規 Regulations for Radiological Technologist

令和3年度 前期 火曜1講目 8:45-10:00 Web オンデマンド講義

7月13日 期末試験 Web試験 9:00-10:00 試験問題 解答

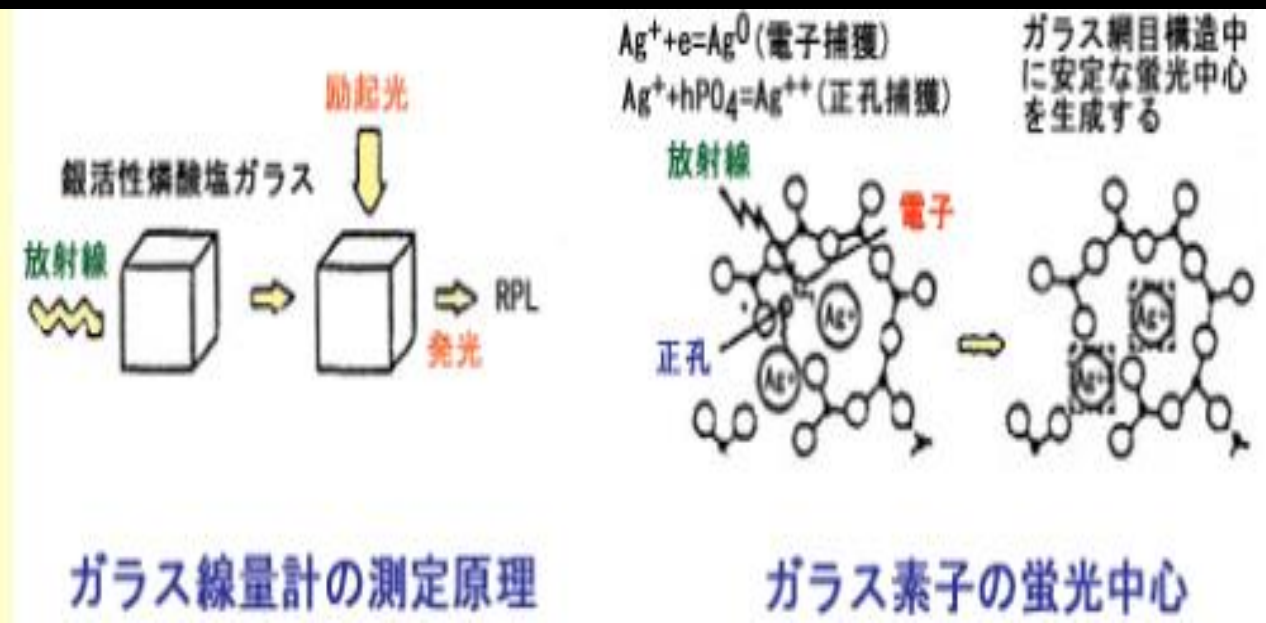
7月20日 追試・再試 Web試験 9:00-10:00 試験問題 解答

平成28年 国家試験 解答 1、3

蛍光ガラス線量計の特性で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 繰り返し測定が可能である。
2. 検出下限値は1 mSv である。
3. 長期間の積算線量が測定できる。
4. 蛍光ガラス素子は Ga イオンを含有する。
5. ガラスを赤外線で刺激することによって蛍光を発する。

ガラス線量計 銀イオンを含む Ag^+
ある種のガラスに X , γ 線を照射したのち、
紫外線を当てると発光します。この現象を
ラジオフォトルミネッセンスといい、この性
質を利用した線量計を**蛍光ガラス線量計**
(通称**ガラス線量計**)と呼びます



サーベイメータによる γ 線の測定に適しているのはどれか。2つ選べ。

1. BF_3 比例計数管
2. GM 計数管
3. $\text{LiI}:\text{Eu}$ シンチレーション検出器
4. Si 半導体検出器
5. $\text{ZnS}:\text{Ag}$ シンチレーション検出器

半導体検出器 主にSi (シリコン)が用いられる。
エネルギー分解能にすぐれ、個人被曝量を測る
線量計、ガンマ線スペクトル解析に用いられる。

中性子検出器

① レムカウンタ

^3He や BF_3 ガスを封入した比例計数管。
核反応を利用し**中性子**、**熱中性子**を測定。

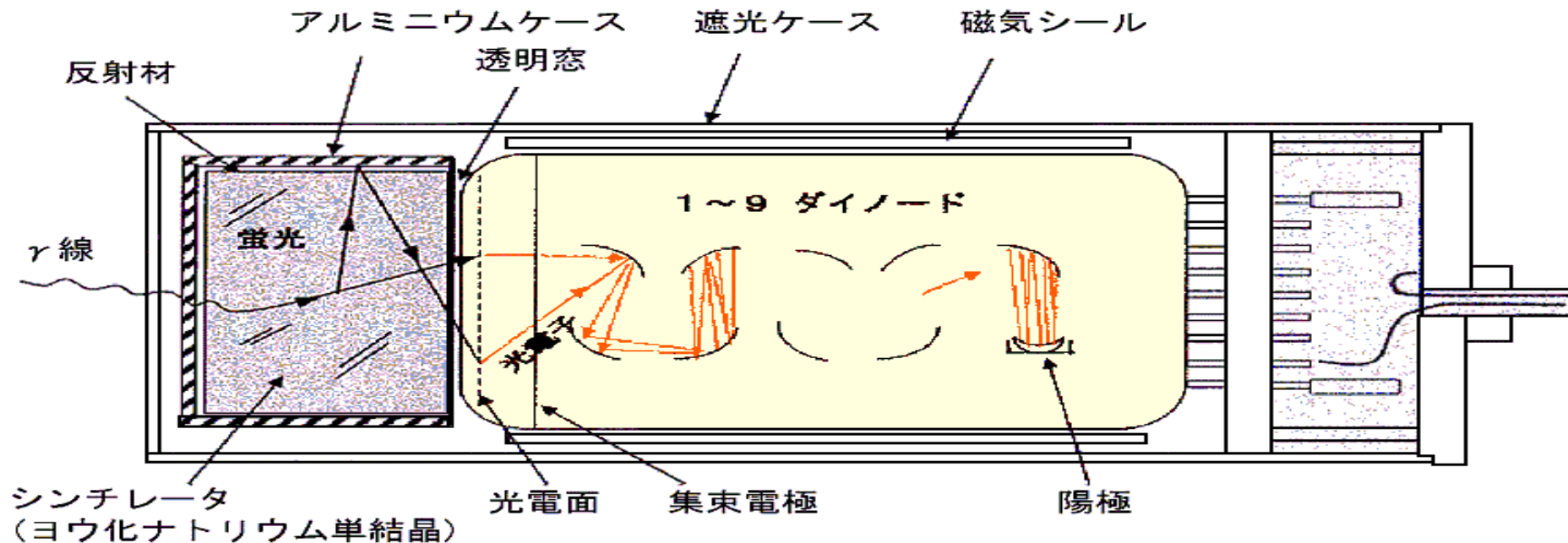


② LiI Euシンチレーション検出器

ヨウ化リチウムは、 $^6\text{Li}(n,\alpha)^3\text{T}$ 反応で
中高速中性子の検出に使用。

シンチレーションの種類

ZnS(Ag)を用いた場合は α 線、
プラスチックを用いた場合は β 線、
NaI(Tl)を用いた場合は γ 線を、それぞれ主に測定する。



蛍光が光電面にあたると光電子が飛び出し、これが多数のダイノードで増倍されて、大きな電気信号が得られる。

平成28年 国家試験 解答 2、5

表面汚染の管理で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. γ 線放出核種の表面密度限度は 4 Bq/cm^2 である。
2. β 線放出核種の表面密度限度は 40 Bq/cm^2 である。
3. β 線放出核種の表面汚染測定には BF_3 比例計数管を使用する。
4. α 線放出核種の表面汚染測定には端窓型 GM 計数管を使用する。
5. 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。

表面汚染検査 電離放射線障害防止規則

放射線施設内の人が常時立ち入る場所における物の表面密度限度が、 α 線を放出する核種について 4Bq/cm^2 、 α 線を放出しない核種について 40Bq/cm^2 と定められている。

また、管理区域から持ち出される物品は、放射線管理の手を離れ、一般公衆と直接接触する恐れがあることなどから、表面密度限度の $1/10$ （ α 線を放出する核種は 0.4Bq/cm^2 、 α 線を放出しない核種は 4Bq/cm^2 ）を越えるものはみだりに持ち出さない（ $1/10$ 以下であれば良い）。

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正しいのはどれか。2つ選べ。

- | | |
|------------|------------|
| 1. 管理区域の境界 | 4. 廃棄物貯蔵施設 |
| 2. 事業所等の境界 | 5. 廃棄物詰替施設 |
| 3. 廃棄作業室 | |

放射線障害防止法における測定場所

- 1 管理区域
- 2 作業室
- 3 廃棄作業室
- 4 汚染検査室
- 5 排気施設
- 6 排水施設

固体廃棄物処理で正しいのはどれか。

1. 破碎、圧縮等の前処理を行う。
2. 濡れた可燃物はそのまま処理する。
3. バイアルの中の残液は残しておく。
4. 注射針など感染の恐れのある物は滅菌する。
5. ヘパフィルタとプレフィルタはまとめて梱包する

RI廃棄物の分類（放射線障害防止法）

RI廃棄物は以下の表に従って分類し、それぞれに応じた容器へ収納または梱包を行ってください。

分類		外装	容量 (ℓ)	主な物品名
固 体 廃 棄 物	可燃物	ドラム缶(黄色) 	50	紙類、布類、木片、敷きわら（糞尿が付着していないもの）
	難燃物	ドラム缶(黄色) 	50	プラスチックチューブ、ポリバイアル、ポリシート、 ゴム手袋、発泡スチロール
	不燃物	ドラム缶(黄色) 	50	ガラスバイアル、ガラス器具、注射針、翼状針、塩化ビニル 製品、シリコンチューブ、陶器、アルミ箔、テフロン製品
	非圧縮性不燃物	ドラム缶(黄色) 	50	土壌、金属塊、鉄骨、パイプ、コンクリート片、鋳物、 多量のペータプレート、多量の TLC プレート、多量の活性炭
	動物	ドラム缶(青色) 	50	乾燥後の動物、敷きわら・床敷き（糞尿が付着しているもの）
	焼却型フィルタ	ポリシート及び 段ボール箱 	...	ヘパフィルタ、プレフィルタ ＊
	通常型フィルタ	ポリシート及び 段ボール箱 	...	ヘパフィルタ、プレフィルタ ＊

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正しいのはどれか。

1. 各施設が独自に設定する。
2. 放射線治療には適用しない。
3. 被ばくの正当化を目的とする。
4. 患者個人の線量拘束値である。
5. 診断参考レベルを超えて被ばくさせてはならない。

診断参考レベル DRLs 2015

Diagnostic Reference Levels ; DRLs 2015

医療被ばくに関連する学会，行政，産業界などから構成される医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）をつくり、医療被ばくの線量指標を示した診断参考レベル（DRLs 2015）を公表した。

X線CT検査，一般撮影，マンモグラフィ，口内法X線撮影，IVR，核医学の計7項目が対象。

日本医学物理学会，日本医学放射線学会，
日本核医学会，日本核医学技術学会，
日本診療放射線技師会，日本放射線技術学会
日本画像医療システム工業会などが参加。

診断参考レベル DRLs 2015

医療での患者の放射線防護の考え方

医療被ばくの線量指標を示した診断参考レベル

正当化された検査を **ALARA**
(**As Low As Reasonably Achievable**)
の原則により最適化する。

防護の最適化は線量の最小化ではない。
(線量を下げすぎて不十分な画質の検査を
実施すれば無駄な被ばくを増やしたことになる)

それぞれの検査や診断に**必要十分な画質が最適**。
最高の画質は求めない。

診断参考レベル(DRL)の意義

DRLの意義として強調すべき点は、線量限度ではないということ、そして優れた診療と劣った診療の境界ではないということである。

線量限度は、超えてはならない線量値であるが、DRLは、臨床的な必要性があれば超過してもよい。
(体格の大きい患者の場合など、必要に応じて。)

また、職業被曝の線量限度とは異なり、DRLは個々の患者の被ばくを制限するものではない。

患者の体重や体格により、標準的患者よりも高い線量が必要とされる場合があるからである。

異常に高い線量を用いている施設を特定し、最適化のプロセスを推進するためのツールである。

国際放射線防護委員会〈ICRP〉2007 年勧告における被ばく状況、被ばく分類および適応される線量規制値の組合せで正しいのはどれか。

被ばく状況	被ばく分類	線量規制値
-------	-------	-------

- | | | |
|-------------|---------|---------|
| 1. 緊急時被ばく状況 | — 公衆被ばく | — 線量限度 |
| 2. 緊急時被ばく状況 | — 職業被ばく | — 参考レベル |
| 3. 現存被ばく状況 | — 医療被ばく | — 線量拘束値 |
| 4. 現存被ばく状況 | — 公衆被ばく | — 線量限度 |
| 5. 現存被ばく状況 | — 職業被ばく | — 参考レベル |

原発事故等による被曝状況の放射線防護の考え方 ICRP2007年勧告

緊急時被ばく状況

緊急時の作業従事者の被ばくを、
経路を変更して参考レベルまで抑制する

現存被ばく状況

汚染地域内で居住する公衆の被ばくを、
経路を変更して参考レベルまで抑制する。

参考レベル

緊急時または現存の事情から推定される制御可能な被ばくレベル。

平成28年 国家試験 解答 2、3

法令とその規制対象の組合せで正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 医療法 ————— 照射録への署名
2. 電波法 ————— MRI装置の使用許可
3. 労働安全衛生法 —— 労働者の健康診断
4. 診療放射線技師法 — エックス線装置の設置届
5. 放射線障害防止法 — エックス線診療室の構造設備

平成27年 国家試験 解答 4、5

診療放射線技師法で規定されているのは。2つ選べ。

1. 散瞳薬投与後の眼底撮影を行うことができる。
2. 胃がんの検診は医師の立会なしで実施できる。
3. 人体に挿入して放射線を照射することができる。
4. がんの治療目的に重イオン線を照射できる。
5. 照射録を作成し、照射を指示した医師の署名を受けなければならない。

診療放射線技師法（照射録）

第二十八条

診療放射線技師は、放射線を人体に対して照射したときは、遅滞なく厚生労働省令で定める事項を記載した照射録を作成し、その照射について指示をした医師又は歯科医師の署名を受けなければならない。

署名： 正式には印鑑ではなくサイン。

MRIや眼底検査は、電波法と診療放射線技師法で 使用が規定されている。

（画像診断装置）診療放射線技師法第十七条
診療放射線技師は、次の**診断を行うため**
の検査を行える。（**医師又は歯科医師の**
指示の下に行うものに限る。）

- 一 **磁気共鳴画像診断装置**
- 二 **超音波診断装置**
- 三 **眼底写真撮影装置（無散瞳検査）**
- 四 **核医学診断装置** （平成26年6月に追加）

雇入れの際に行う健康診断で
電離放射線障害防止規則に
規定されていないのはどれか。

1. 赤血球数
2. 皮膚の検査
3. 白血球百分率
4. 被ばく歴の有無
5. 緑内障に関する眼の検査

電離放射線障害防止規則に規定される健康診断で正しいのは。

1. 結果は3年間の保存義務がある。
2. 問診は医師により必要と認められた時に行う。
3. 電離放射線健康診断個人票を作成し管理する。
4. 前年度 20 mSv を超えなかった場合は省略できる。
5. 管理区域に立ち入った後は1年以内ごとに1回行う。

X線撮影で患者の皮膚の吸収線量が低下するのはどれか。ただし、他の条件は一定とする。

1. 照射野を広くする。
2. 低電圧で撮影する。
3. 管電流を大きくする。
4. 付加フィルタを使用する。
5. 高格子比のグリッドを使用する。

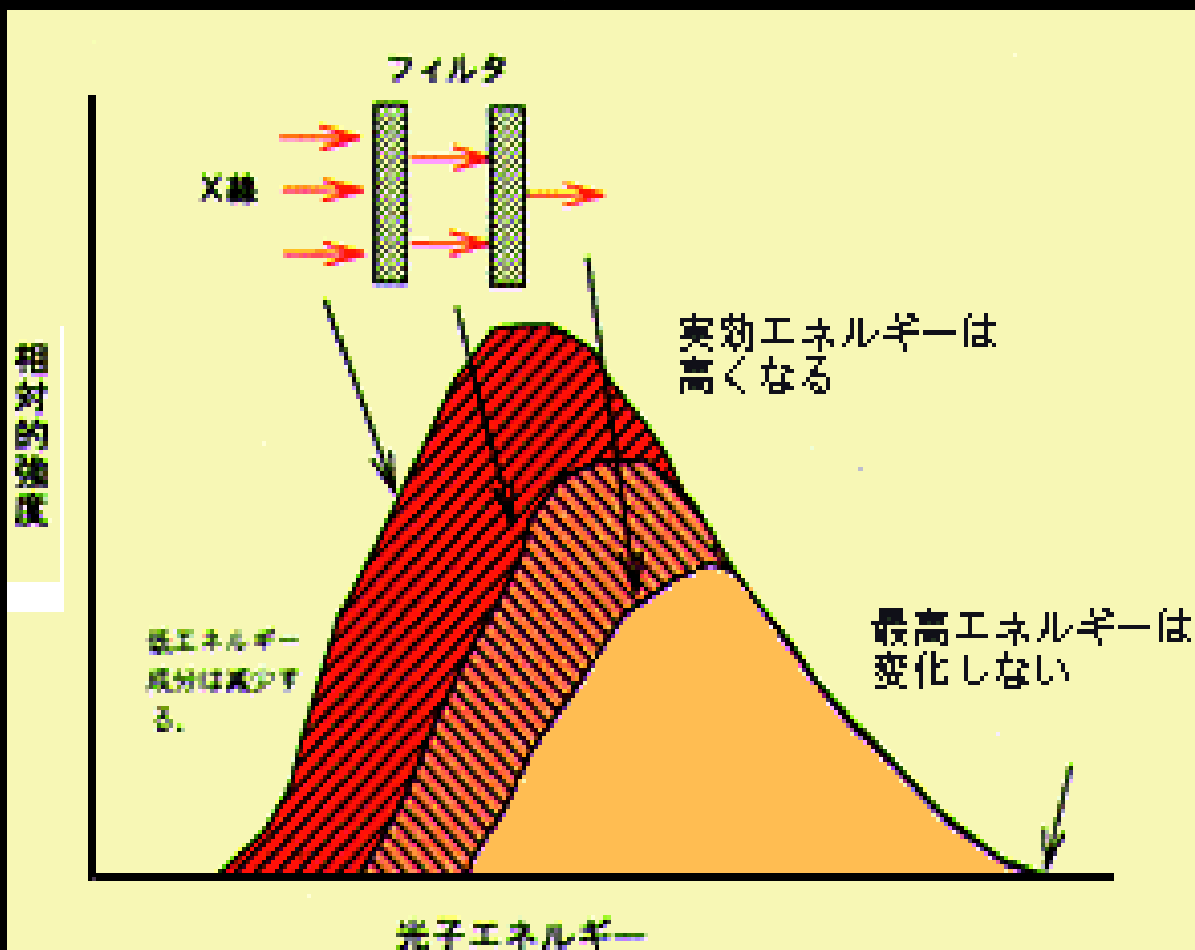
付加フィルタ

X線管付加フィルタは長波長部分を多く吸収する。
軟線を除去するので、**X線量は減少する**。実効エネルギーは高くなる。低エネルギー成分は少なくなる。

最高エネルギーは
変化しない。

被ばく線量を減少させることができる。

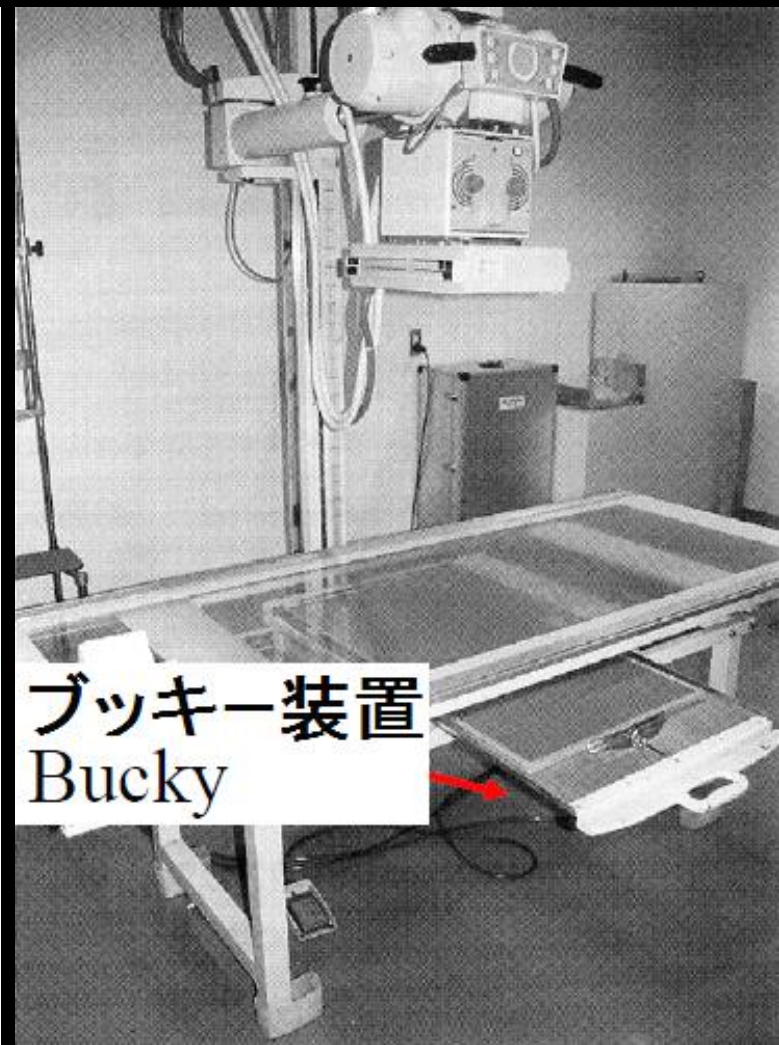
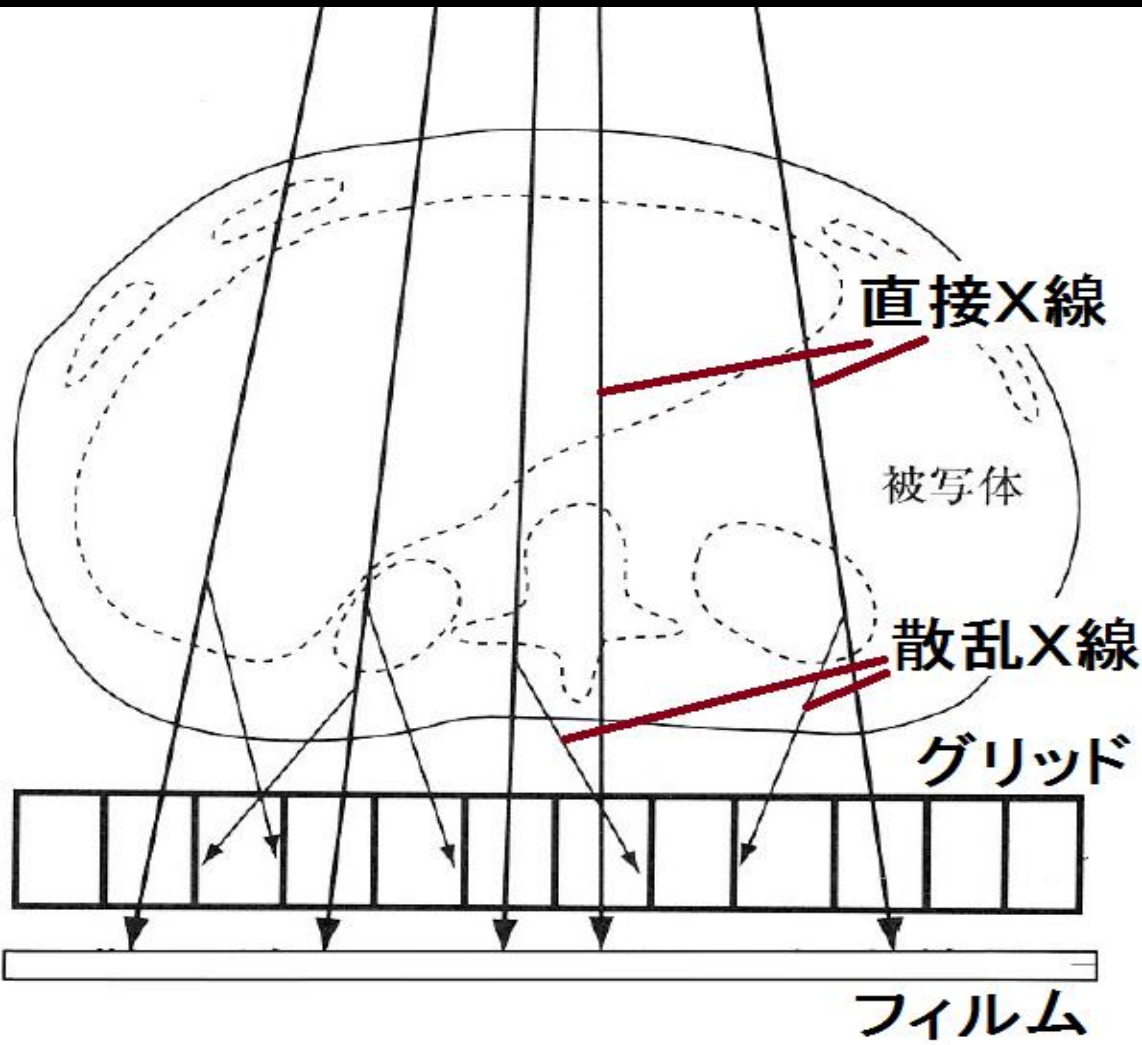
胸部X線撮影に使用されるフィルタは
アルミニウム(Al)、
銅(Cu)である。



[フィルタによるエックス線スペクトルの変化]

グリッド（散乱X線除去格子）

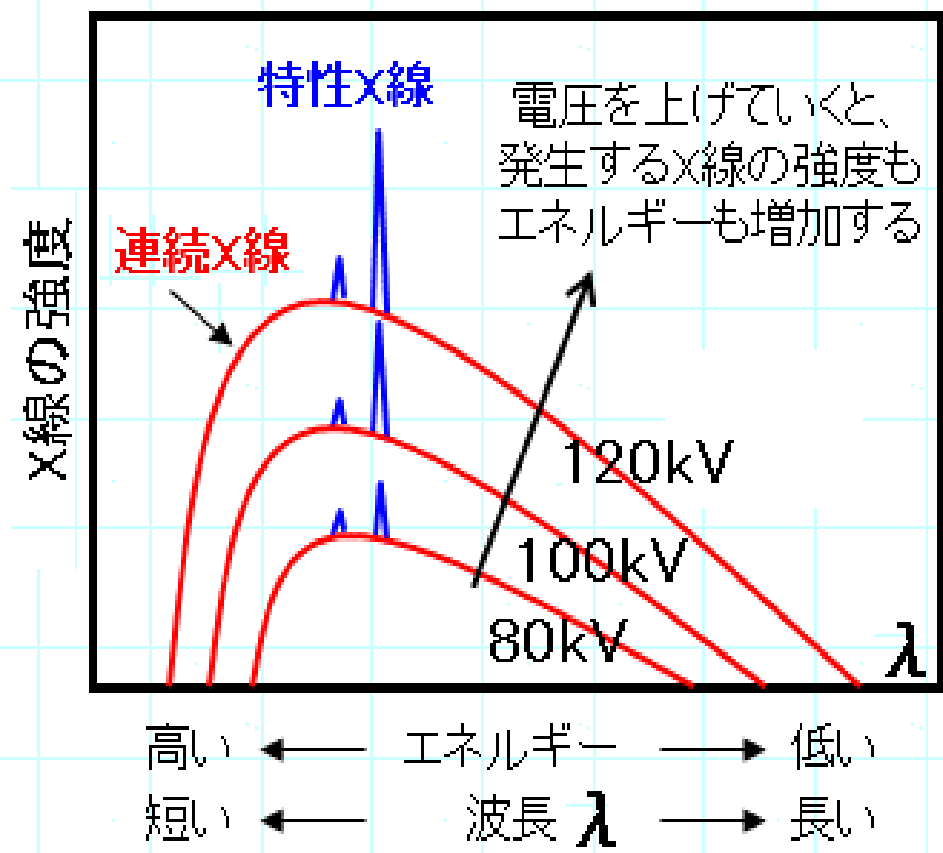
散乱X線を除去し、画像のコントラストを高める。
グリッド使用時は照射線量を増やす（露出倍率）。



X線管球

高い**電圧**をかけるほど発生するX線量は増加し、連続X線スペクトルの高エネルギー成分も増加する。

電流を多く通すほど発生するX線量は増加するが、連続X線スペクトルは変化しない。
(線質は変化しない。)



CTのX線管球の
管電圧は 80～120kV
管電流は 100～300mAs
程度

乳幼児の胸部正面単純 X 線撮影時の方法で被ばく線量を必ずしも低減させないのはどれか。

1. 焦点皮膚間距離を長くとる。
2. 付加フィルタを使用する。
3. 照射野をできるだけ絞る。
4. グリッドを使用する。
5. 高感度フィルムを用いる。

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]
はどれか。

- | | |
|--------|----------|
| 1. 1 | 4. 650 |
| 2. 20 | 5. 2,500 |
| 3. 100 | |

胎児の障害

受精～9日目 胚の死亡 50 mSv

8週～15週 精神発達遅延 200 mSv

(8週～15週は神経細胞が増加する時期)

数十年前は胎児被曝100mSv以上は奇形発生が問題となり、中絶の適応を検討する必要あり、とされてきたが、

原爆被曝者の調査では胎児被曝による奇形や小児癌の増加は確認されていない。

国際放射線防護委員会 ICRP

(**International Commission on Radiological Protection**)

専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う民間の国際学術組織。イギリスの非営利団体(NPO)慈善団体。

妊婦が被ばくによる胎児の障害 ICRP勧告 2007

胚や胎児が**100mGy**被ばくすると、胚死、奇形のリスクあり。

それらの影響は胎児の発生時期に大きく依存している。

ヒトで明確なデータが得られているのは、原爆被ばく生存者に見られる重度精神遅滞(知恵遅れ)であり、とくに妊娠8～15週が最も感受性の高い時期で、16～25週令がそれに次ぐ。

胎内被ばくによる出生後の発がんリスクについては、可能性が示唆されているが、明確な結論を得るには至っていない。

内部被ばく防護の3D2Cの原則に含まれないのはどれか。

- | | | |
|--------|---------|-------|
| 1. 集中化 | 3. 閉じ込め | 5. 分散 |
| 2. 除去 | 4. 濃縮 | |

内部被ばく防止の5原則（2 C 3 D の原則）

非密封RI取扱における2 C 3 Dの原則

2 Cの原則

- ①閉じ込め (contain) : RIと人体が直接接触しない
- ②集中化 (concentrate) : RIの分散を防ぎ、集中管理

3 Dの原則

- ①希釈 (dilute) : 可能な限り低濃度で用いる
- ②分散 (disperse) : 換気、廃液の希釈等を行う
- ③除去 (decontaminate) : 放射性汚染の除去を行う

平成28年 国家試験 解答 4, 5

医療法施行規則で定める場所と実効線量限度の組合せで正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 一般病室内 ————— 1 mSv/年
2. 病院の敷地の境界 ————— 250 μ Sv/月
3. 病院内の人が居住する区域 ————— 1.3 mSv/ 3 月
4. 放射線治療病室の画壁の外側 ————— 1 mSv/週
5. 診療用放射線照射装置使用室の画壁の外側 — 1 mSv/週

線量限度 一般病室は 1.3~0.25 mSv/3月

作業室

放射線業務従事者が常時立入る場所

線量限度は 1mSv / 週

(従事者が年間50mSv被曝しないように)

管理区域 1.3mSv / 3月 をこえるおそれ

病室の線量限度

事業所の境界

一般病室や職員居住区は、
1.3 mSv/3月 未満

線量限度は 250 μ Sv / 3月

(部外者が年間1mSv 被曝しないように)

等価線量を算出するのに必要なのは
どれか。2つ選べ。

1. 組織重量
2. 線質係数
3. 組織加重係数
4. 放射線加重係数
5. 組織の平均吸収線量

線量等量 (Sv) = 吸収線量 (Gy) x 線質係数 Q

等価線量 (Sv) = 組織の平均吸収線量 (Gy)
x **放射線加重係数 W**

実効線量 (Sv) = Σ (等価線量 (Sv) x **組織加重係数 W_T**)

放射線加重係数 W_R 線質係数 Q

放射線の種類とエネルギー範囲	放射線加重係数 W_R	線質係数Q
光子, すべてのエネルギー	1	1
電子および μ 粒子, すべてのエネルギー	1	1
中性子エネルギー: E_n		10
$E_n < 1 \text{ MeV}$	$2.5 + 18.2e^{-[\ln(E_n)]^2/6}$	10
$1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV}$	$5.0 + 17.0e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}$	10
$E_n > 50 \text{ MeV}$	$2.5 + 3.25e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6}$	10
陽子および荷電パイオン, すべてのエネルギー	2	10
α 粒子, 核分裂片, 重原子核	20	20

臓器や組織の感受性の違いを補正する**組織加重係数 W_T** (**tissue weighting factor**)という係数があり、1人の人間が受けた線量(実効線量と呼ばれる)は各組織の受けた生物学的効果に比例する量の合計として定義される。

組織荷重係数 (2007 年勧告)

組織・臓器	組織荷重係数 W_T
乳房	0.12
骨髄(赤色)	0.12
結腸	0.12
肺	0.12
胃	0.08
生殖腺	0.08
甲状腺	0.04
食道	0.04
肝臓	0.04
膀胱	0.04
骨表面	0.01
皮膚	0.01
脳	0.01
唾液腺	0.01
残りの組織・臓器	0.12

平成30年 国家試験 解答 1

脳の加重係数0.01 α 線の加重係数20

臓器吸収線量が同一のとき、等価線量が最も高い組合せはどれか。

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。

1. α 粒子 _____ 脳
2. 電子 _____ 胃
3. 光子 _____ 乳房
4. 陽子 _____ 結腸
5. 荷電パイ中間子 _____ 生殖腺

ICRP 2007 年勧告において
陽子線の放射線加重係数は。

- | | | | | | |
|----|---|----|-----|----|----|
| 1. | 1 | 3. | 2.5 | 5. | 20 |
| 2. | 2 | 4. | 5 | | |

組織加重係数が最も小さいのはどれか。

- | | | |
|------|--------|---------|
| 1. 脳 | 3. 結腸 | 5. 赤色骨髄 |
| 2. 肺 | 4. 生殖腺 | |

組織加重係数 W_T (tissue weighting factor)

が大きい(0. 12)組織は、

乳腺、骨髄、結腸、肺

施設の放射能汚染防止策で誤っているのはどれか。

1. 管理区域内での飲食を禁止する。
2. 排気フィルタを定期的に交換する。
3. 排気口は高い煙突や建物の高層部に設置する。
4. 管理区域内の気圧を外気よりわずかに陽圧となるように調節する。
5. 排気口から排出する空気中の放射能濃度をガスモニタで監視する。

^{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 [μSv]
に最も近いのはどれか。

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 $0.0576 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ とする。

- | | |
|---------|----------|
| 1. 21.6 | 4. 172.8 |
| 2. 43.2 | 5. 345.6 |
| 3. 86.4 | |

198Au グ레인(198Gold grain : 金粒子)

198金粒子を3ミリのカプセルに封入したもの。
ガンマ線(0.47MeV)放出核種。半減期(2.7日)
が短いので、治療後も回収や保存はしない。
(術者の被曝軽減に寄与する。)
(226Ra針 は回収する。(半減期 1622年))
貴金属なので錆びず、人体組織への悪影響もない。
舌癌、口腔癌の治療に
使用される密封小線源。



被曝線量は

$$0.0576 \left(\mu \text{Sv} \cdot \text{m} \cdot \text{m} / \text{MBq} / \text{h} \right)$$

$$\times 1500 \left(\text{MBq} \right) \times 1 \left(\text{h} \right) / 2 \left(\text{m} \right) / 2 \left(\text{m} \right)$$

$$= 21.6 \left(\mu \text{Sv} \right)$$

実効線量率定数の単位(次元)をみて、

μSv の単位の値が残るように計算する。

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 [μSv] に最も近いのはどれか。

^{18}F の実効線量率定数は、 $0.14 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ とする。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| 1. 7 | 3. 70 | 5. 280 |
| 2. 56 | 4. 140 | |

被曝線量は、**時間**と比例する。
線源の**放射能**と比例する。
線源の**実効線量率定数**と比例する。
線源との**距離の2乗**と反比例する。

1年間の被曝時間は $15\text{分} \times 80 = 20\text{ (h)}$

年間被曝線量は

$$0.14\text{ (}\mu\text{Sv} \cdot \text{m} \cdot \text{m} / \text{MBq} / \text{h}\text{)}$$

$$\times 100\text{ (MBq)} \times 20\text{ (h)} / 2\text{ (m)} / 2\text{ (m)}$$

$$= 70\text{ (}\mu\text{Sv)}$$

実効線量率定数の単位(次元)をみて、

μSv の単位の値が残るように計算する。