

放射線関係法規 8

Regulations for radiation protection

平成19年 国家試験

解答 1

誤っているのはどれか。

1. 線量限度は患者の医療被ばくに適用される。
2. 急性放射線皮膚炎には、しきい線量が存在する。
3. 放射線検査法の選択では患者へのリスクを考慮する。
4. 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。
5. 防護の最適化は経済的・社会的要因を考慮しなければならない。

ICRP（国際放射線防護委員会）から提案された 放射線防護体系の三原則

（1）行為の正当化

放射線被ばくを伴ういかなる行為も、その導入が
プラスの便益を生むこと

（2）防護の最適化

社会的・経済的要因を考慮に入れながら合理的に
達成できる限り低く被ばく線量を制限すること

（3）個人の線量限度

医療被曝を除くすべての計画被曝状況（放射性廃棄物の処分など）では線量限度を超えないように。

医療被曝 Medical exposure

医療現場における、患者の病気の診断や治療を目的とした意図的な放射線照射による被曝。

患者の介護者の(意図的な)被曝も医療被曝。

健常ボランティアの(意図的な)被曝も医療被曝。

医療被曝には、線量限度は存在しない。

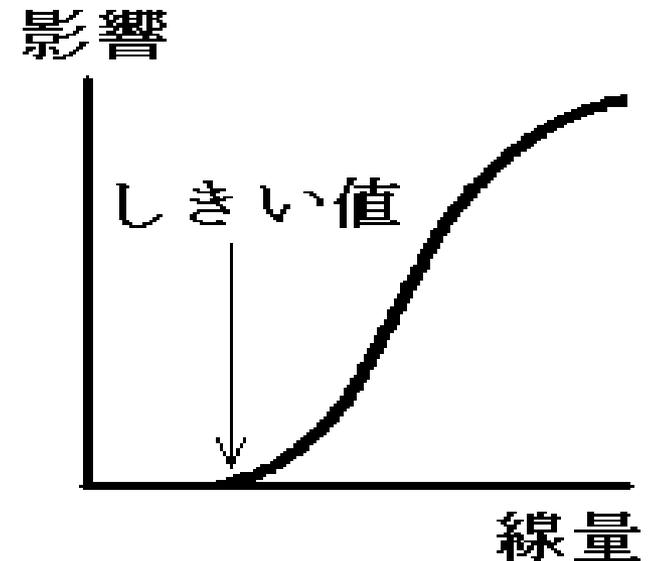
法律で規制される被曝限度には、医療被曝によるものは含まれない。

しきい値のある障害(非確率的、確定的影響)

細胞死が多量に生じない線量では、生存している細胞が組織や臓器の機能を代償し、症状として現れない。

非確率的影響は、しきい値以下の被曝線量であれば障害(症状)は発生しない。

例：
白内障(水晶体上皮細胞の損傷、繊維化)、
皮膚、生殖細胞、骨髄細胞の損傷など



・各組織の急性障害（0.25～5 Sv 程度の被曝）

250 mSv 以下の被曝では症状は出ない。

白血球減少	250～1000	mSv
（被曝 1～2週で減少。リンパ球は 3ヶ月で回復。）		
脱毛	1000～3000	mSv
永久脱毛	3000～5000	mSv
皮膚紅斑	3000	mSv
水晶体混濁	2000	mSv
女子一時不妊	650～1500	mSv
男子一時不妊	1500	mSv

放射線防護に用いられる線量定義で誤っているのはどれか。

1. 吸収線量は物質単位質量あたりに付与されるエネルギー量である。
2. 等価線量は吸収線量に放射線荷重係数を乗じた値である。
3. 実効線量は等価線量に組織荷重係数を乗じた値の加算である。
4. 預託実効線量は体内被ばくの線量評価に用いられる。
5. 集団実効線量は集団の一人当たりの平均線量である。

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 線質計数 Q

放射線の種類とエネルギー範囲	放射線加重係数 W_R	線質計数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
$E_n < 1$ MeV	$2.5 + 18.2e^{-[\ln(E_n)]^2/6}$	10
1 MeV $\leq E_n \leq 50$ MeV	$5.0 + 17.0e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}$	10
$E_n > 50$ 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

預託実効線量 committed effective dose
(蓄積された内部被曝の実効線量)

体内に停滞した RI による内部被曝の
50年分(子供では70年)の累積実効線量。

集団積算線量 collective effective dose
(原子炉の社会的リスクを把握する指標)

集団を対象にした放射線の線量評価のため
に評価対象とする集団における1人当
りの個人被曝線量を全て加算したもの。
人・Sv (man Sv) の単位で表す。

放射能汚染を伴う緊急被ばく医療で誤っているのはどれか。

1. ゴム手袋を二重に着用する。
2. 除染よりも救命処置が優先される。
3. 個人線量計はフィルムバッジを用いる。
4. 汚染部位の特定よりも脱衣を優先させる。
5. 専用のディスポーザブルガウンを着用する。

放射線事故対策の3原則

①安全保持の原則

人の生命および身体安全を第一に考え、**人命救助を優先**。

②通報の原則

近くで作業している者に事故が起こったことを知らせる。

火災等現場の状況が危険でない場合、管理担当者の指示を受けてから行動します。危険な状況では、直ちに退避。

③拡大防止の原則

線源の始末や汚染拡大の防止措置を行う。

汚染発生原因を除去し、汚染地点の密閉・閉鎖を行う。

現場への立入禁止、汚染物品の持出禁止を実施。

眼、外傷などの除染措置を行う。

緊急作業時での適切な**保護具を着用**するとともに、

被ばく時間の短縮に努める。

ポケット線量計

Pocket Dosimeter

半導体検出器 (CdTe) が使われている。

リアルタイムで線量が μSv 単位で表示される (直読式) ので、緊急作業時に有効。

緊急作業時は、RIの皮膚接触、吸入を避けるために使い捨ての作業衣を着用。



電子ポケット線量計



診療放射線技師法で正しいのはどれか。

1. 規定する放射線は、エックス線、百万電子ボルト以上のエネルギーを有する電子線、 γ 線のみである。
2. 免許取り消し処分を受けた者は再度免許を得ることができない。
3. 外国の免許を受けた者は、受験資格を得ることができない。
4. 医師の指示があれば密封放射性同位元素を人体に刺入して照射することができる。
5. 病院又は診療所以外の場所でも医師の指示があれば出張して百万電子ボルト未満のエックス線を照射することができる。

診療放射線技師法 第二十六条

(業務上の制限)

診療放射線技師は、**医師又は歯科医師の具体的な指示**を受けなければ、**放射線を人体に対して照射**してはならない。

診療放射線技師は、**病院又は診療所以外の場所**においてその業務を行ってはならない。

ただし、次に掲げる場合は、この限りでない。

一 医師又は歯科医師が診察した患者について、医師又は歯科医師の指示を受け、出張して百万電子ボルト未満のエネルギーを有するエックス線を照射する場合。

二 多数の者の健康診断を一時に行う場合において、胸部エックス線検査（コンピュータ断層撮影装置を用いた検査を除く。）その他の厚生労働省令で定める検査のため百万電子ボルト未満のエネルギーを有するエックス線を照射するとき。

三 多数の者の健康診断を一時に行う場合において、医師又は歯科医師の立会いの下に百万電子ボルト未満のエネルギーを有するエックス線を照射するとき。

診療放射線技師法（定義）

第二条

2 この法律で「診療放射線技師」とは、厚生労働大臣の免許を受けて、**医師又は歯科医師の指示の下に、放射線を人体に対して照射**（撮影を含み、照射機器又は放射性同位元素（その化合物及び放射性同位元素又はその化合物の含有物を含む。）を**人体内に挿入して行なうものを除く。**以下同じ。）することを業とする者をいう。

平成19年 国家試験 解答 2、3

放射線診療従事者の線量限度の組合せで正しいのはどれか。
2つ選べ。

1. 実効線量 ————— 20 mSv/年
2. 緊急作業に係る実効線量 ————— 100 mSv
3. 女子の実効線量 ————— 5 mSv/3月
4. 眼の水晶体の等価線量 ————— 300 mSv/年
5. 妊娠中である女子の腹部表面等価線量 — 出産するまでの
期間 1 mSv

電離放射線障害防止規則 第七條 (緊急作業時における被ばく限度)

放射線による労働者の健康障害を防止するための
応急の作業(以下「**緊急作業**」という。)を行うときは、
当該緊急作業に従事する男性及び妊娠する可能性
がないと診断された女性の放射線業務従事者につ
いては、次の各号に定める値を超えないようにしなけ
ればならない。

- 一 **実効線量**については、**百ミリシーベルト**
- 二 眼の**水晶体**に受ける等価線量については、
三百ミリシーベルト(この法律は現在廃止)
- 三 **皮膚**に受ける等価線量については、
一シーベルト

職業被曝の線量限度 Dose limit

実効線量限度 Effective Dose limit

男性 100 mSv/5年 (50 mSv/年)
(緊急 100 mSv)

女性 5 mSv/3月

妊婦 内部被曝 1 mSv/出産まで

等価線量限度 Equivalent Dose limit

水晶体 100 mSv/5年

皮膚 500 mSv/年 (緊急 1000 mSv)

妊婦腹部表面 2 mSv/出産まで

医療法施行規則で定められた線量限度 第30条の27

放射線診療従事者等に係る**実効線量限度**は、次のとおりとする。

ただし、放射線障害を防止するための**緊急を要する作業**に従事した放射線診療従事者等（女子については、妊娠する可能性がないと診断された者及び妊娠する意思がない旨を病院又は診療所の管理者に書面で申し出た者。）に係る**実効線量限度**は、**100ミリシーベルト**とする。

(1) 平成13年4月1日以後**5年ごと**に区分した各期間につき**100ミリシーベルト**

(2) 4月1日を始期とする**1年間**につき**50ミリシーベルト**

(3)女子(妊娠する可能性がないと診断された者、妊娠する意思がない旨を病院又は診療所の管理者に書面で申し出た者及び次号に規定する者を除く。)については、前2号に規定するほか、4月1日、7月1日、10月1日及び1月1日を始期とする各3月間につき5ミリシーベルト

(4)妊娠中である女子については、第1号及び第2号に規定するほか、本人の申出等により病院又は診療所の管理者が妊娠の事実を知った時から出産までの間につき、内部被ばくについて1ミリシーベルト

放射線診療従事者等に係る等価線量限度

- (1) 眼の水晶体については、
5年間につき100ミリシーベルト
- (2) 皮膚については、4月1日を始期とする1年間に
つき500ミリシーベルト（緊急放射線診療従事者等
に係る皮膚の等価線量限度は、1シーベルト）
- (3) 妊娠中である女子の腹部表面については、
前項第4号に規定する期間につき2ミリシーベルト

医療法施行規則で定める放射線診療施設に関する実効線量限度の組合せで正しいのはどれか。

1. 診療用放射線照射装置使用室の画壁等の外側 — 1 mSv/月
2. 放射線治療病室の画壁等の外側 ————— 1 mSv/月
3. 管理区域に係る外部放射線 ————— 1 mSv/3月
4. 病室に入院している患者の被ばく ————— 1.3 mSv/3月
5. 病院又は診療所内の人が居住する区域 ————— 1 mSv/年

線量限度 Dose limit

作業室

放射線業務従事者が常時立入る場所

線量限度は $1\text{mSv} / \text{週}$

(従事者が年間 50mSv 被曝しないように)

管理区域 $1.3\text{mSv} / 3\text{月}$ をこえるおそれ

病室の線量限度 $1.3\text{mSv} / 3\text{月}$

事業所の境界

線量限度は $250\mu\text{Sv} / 3\text{月}$

(部外者が年間 1mSv 被曝しないように)

法規制値とICRP1990年勧告

100mSv/5年

どの1年をとっても50mSv/年を超えないこと。

生涯線量のみで被ばく管理を行うことは、短期間に1Svを被ばくしてしまうような誤用の可能性があること及び管理にある程度の融通性を持たせることを考慮して、管理期間として5年間とした。

20mSv/年

生涯線量は1.0Svとして決定。

作業従事者の場合：就業期間が18歳から65歳までと考え、一様に連続して被ばくするとすると、

$$65-18=47 \div 50 \Rightarrow 1000\text{mSv} \div 50=20\text{mSv}$$

年実効線量を20mSv。

一般公衆は、作業従事者の20mSv/年の1/10として考える。

$20 \div 10 = 2\text{mSv/年}$ となるが、

公衆であることから自然放射線による年間のラドンによる被ばく線量1mSvを除くと、年実効線量が1mSv/年となる。

* 1/10の理由

1) 作業者と比較して被ばく期間が長い。

2) 集団の中に各組織の放射線感受性が特別に高い小集団が含まれている。

1mSv/年

業務従事者の どの1年も50mSv/年 を超えない。

©原子力安全技術センター

$$50\text{mSv/年} \div 50\text{週/年} = 1\text{mSv/週}$$

管理区域の考え方

1.3mSv/3月は

ICRP・管理区域の外側に於いて最悪の条件になっても一般公衆を防護できるように考えた。

管理区域内で人が常時滞在するおそれのある場所。
(業務従事者のみであるので)

1mSv/週

一般公衆の年実効線量が1mSv/年

公衆の被ばくに関する実効線量限度は、1年について1mSvとする。

一般公衆は業務従事者の1/10という考えから

$$50\text{mSv/年} \div 10 = 5\text{mSv/年}$$

$$\text{一般公衆最大 } 5\text{mSv/年} \div 50\text{週/年} \times 13\text{週} = 1.3\text{ mSv/3月}$$

$$\text{一般公衆 } 1\text{mSv/年} \div 4 = 0.25\text{ mSv/3月} = 250\text{ }\mu\text{Sv/3月}$$

敷地の境界の考え方
250 μ Sv/3月

医療法施行規則 第30条の6

(診療用放射線照射装置使用室の構造設備の基準)

- (1) 主要構造部は、耐火構造又は不燃材料を用いた構造とすること。
- (2) 画壁等は、その外側における実効線量が1週間につき1ミリシーベルト以下になるように遮蔽することができるものとする。ただし、その外側が、人が通行し、又は滞在することのない場所である画壁等については、この限りでない。
- (3) 人が常時出入する出入口は、1箇所とし、当該出入口には、放射線発生時に自動的にその旨を表示する装置を設けること。
- (4) 診療用放射線照射装置使用室である旨を示す標識を付すること。

医療法施行規則 第30条の12（放射線治療病室）

診療用放射線照射装置、診療用放射線照射器具、診療用放射性同位元素又は陽電子断層撮影診療用放射性同位元素により治療を受けている患者を入院させる病室（以下『**放射線治療病室**』という。）の構造設備の基準は、次のとおりとする。

- (1) **画壁等の外側の実効線量が1週間につき1ミリシーベルト以下**になるように画壁等その他必要な遮蔽物を設けること。ただし、その外側が、人が通行し若しくは滞在することのない場所または放射線治療病室である画壁等についてはこの限りでない。
- (2) 放射線治療病室である旨を示す**標識**を付する。

医療法施行規則 第30条の17

(敷地の境界等における防護)

病院又は診療所の管理者は、放射線取扱施設又はその周辺に適当な遮蔽物を設ける等の措置を講ずることにより、病院又は診療所内の人が居住する区域及び病院又は診療所の敷地の境界における線量を第30条の26第4項に定める線量限度(250 μ Sv/3月)以下としなければならない。

医療法施行規則 第30条の19

(患者の被ばく防止)

病院又は診療所の管理者は、遮蔽壁その他の遮蔽物を用いる等の措置を講ずることにより、病院又は診療所内の病室に入院している患者の被ばくする放射線（診療により被ばくする放射線を除く。）の実効線量が3月間につき1.3ミリシーベルトを超えないようにしなければならない。

^{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(mm)はどれか。

^{18}F に対する鉛の半価層を4.1 mmとする。

1. 8.2

3. 16.4

5. 24.6

2. 12.3

4. 20.5

$$1/16 = (1/2)^4 \quad 4.1 \times 4 = 16.4 \text{ (mm)}$$

誤っている組合せはどれか。

1. 床面の汚染検査 ————— GM サーベイメータ
2. 個人の体内被ばく線量測定 — ハンドフットクロスモニタ
3. 汚染廃液の放射能濃度測定 — シンチレーション検出器
4. 作業区域の空間線量率測定 — 電離箱式サーベイメータ
5. 空气中放射性核種濃度の測定 — 可搬形ダストサンプラ

管理区域から退出する際は、
ハンドフットクロスモニタで、
手足（靴、スリッパ）、作業衣等
に汚染がないことを検査する。

履物は脱がずに汚染検査する

万一、手足（靴、スリッパ）等に
放射性汚染が検出された時は、
準備されている除染剤を使っ
て洗浄し、汚染を除去する。



GM計数管（ガイガー・ミュラー計数管）

円筒形の内部にHe、Ar等の不活性ガスが封入され、中心電極に約1000Vの電圧が加えられている。

γ (X)線は、壁材と反応して内部に電子を放出させ、電子は内部のガスに電離を引き起こし、電離で生じたイオンがきっかけとなって管内に放電が起き、放電によるパルスを計測することにより測定が行われる。

GMサーベイメータは、約 $0.1\mu\text{Sv/h}$ の線量当量率から測定できるので感度が高く応答も速いので使いやすい。

β 線による表面汚染の検査には、**大面積端窓型GM計数管**を用いる。



電離箱検出器 ion chamber (IC)

プラスチックで作られた円筒形の容器に空気やアルゴンガスが入っており、中心電極と壁材の間に電圧を加えておき、電離箱内に電場を作っている。この中に γ (X)線が入射すると、空気が陽イオンと陰イオンに電離され、電極にイオンが集められ電極間に電位差が生じて電流が発生する。この微小電流を増幅して表示する測定器。

電離箱式サーベイメータは、感度は低いが(1~1000 μ Sv/h)、30keV以上の光子に対しエネルギー特性が良好で、精度の高い測定ができる。方向特性も良好であり、散乱線の測定に適する。



シンチレーション検出器

放射線が入射するとシンチレータは微少な光を発生し、この光を光電子増倍管で電流に変換して増幅し、得られるパルス電流を計数することにより放射線を測定する。主として γ (X) 線用ではNaI(Tl)シンチレータが用いられる。

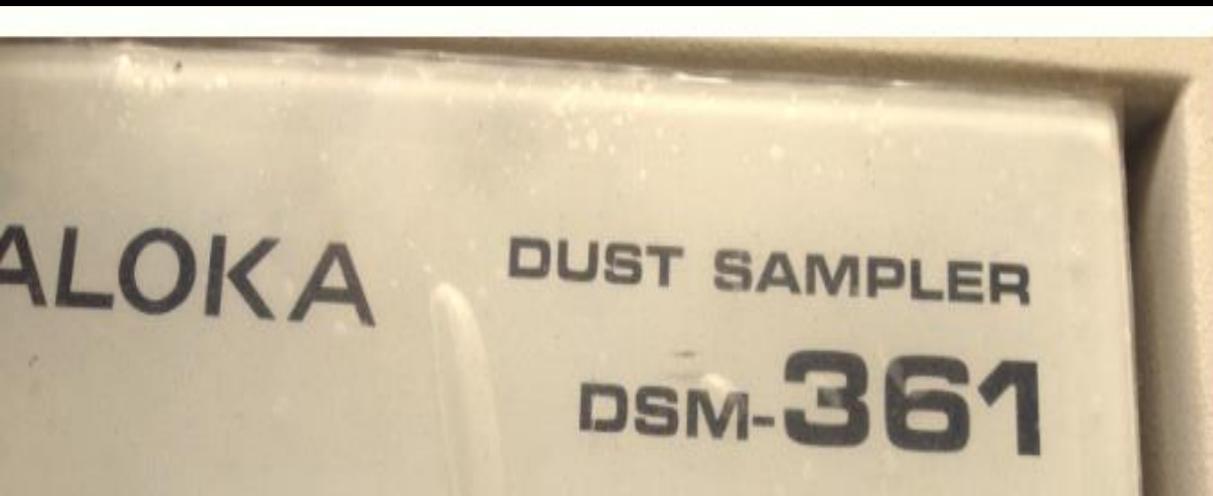
γ (X) 線用のシンチレータの感度は、GM管式や電離箱式より優れている(0.05~30 μ Sv/h)。

一般環境等の微少な放射線測定に有効(空間線量率測定など)。



ダストサンプラは、
空気中の放射性物質
濃度測定装置。

空気を吸引し、ろ紙や
フィルタに放射性粉塵
を捕集する。



内部被ばくに関する放射線防護の原則
で重要でないのはどれか。

- | | |
|---------|--------|
| 1. 閉じ込め | 4. 分散 |
| 2. 集中 | 5. 遮へい |
| 3. 希釈 | |

内部被ばく防止の5原則（2C3Dの原則）

非密封RI取扱における2C3Dの原則

2C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

3D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

非密封放射線源の取扱いで誤っているのはどれか。

1. 調剤を行うフード内を陰圧とする。
2. 液体状線源取扱い時は受皿を使用する。
3. 液体状線源取扱い時はゴム手袋を着用する。
4. 固体状の線源は素手で扱うことができる。
5. 粉末状線源の取扱いはグローブボックス内で行う。

RI使用室内で、気体のRI発生のおそれがある作業は**フード**、**グローブボックス**等を使用し、**排気設備に連結**して内部の空気を吸引する。室内より陰圧にして、気体RIの拡散を防止。



非密封放射性同位元素使用施設の安全管理で正しいのはどれか。

1. 管理区域内は外気より陽圧に保つ。
2. 床材は液体が浸透しやすいものとする。
3. グローブボックス内は室内空気より陽圧に保つ。
4. 汚染検査室は管理区域内の出入口付近に設置する。
5. すべての施設で排気設備を設けなければならない。

電離放射線障害防止規則に規定されている健康診断で正しいのはどれか。

1. 記録は永久保存する。
2. 眼の検査は含まない。
3. 検査項目は省略できない。
4. 12月以内ごとに実施する。
5. 電離健康診断個人票を作成する。

電離放射線障害防止規則 第五十七条 (健康診断の結果の記録)

第五十九条において「電離放射線健康診断」という。)の結果に基づき、**電離放射線健康診断個人票**(様式第一号の二)を作成し、これを**三十年間保存**しなければならない。

ただし、当該記録を**五年間保存した後**において、厚生労働大臣が指定する**機関(財団法人放射線影響協会)**に引き渡すときは、この限りでない。

電離放射線障害防止規則（健康診断） 第五十六条

事業者は、放射線業務に常時従事する労働者で管理区域に立ち入るものに対し、雇入れ又は当該業務に配置替えの際及びその後六月以内ごとに一回、定期的に、次の項目について医師による健康診断を行う。

- 一 被ばく歴の有無（被ばく歴を有する者については、作業の場所、内容及び期間、放射線障害の有無、自覚症状の有無その他放射線による被ばくに関する事項）の調査及びその評価
- 二 白血球数及び白血球百分率の検査
- 三 赤血球数及び血色素量又はヘマトクリット値の検査
- 四 白内障に関する眼の検査
- 五 皮膚の検査

2 前項の健康診断のうち、雇入れ又は当該業務に配置替えの際に行わなければならないものについては、使用する線源の種類等に応じて同項第四号に掲げる項目を省略することができる。

3 第一項の健康診断のうち、定期に行わなければならないものについては、**医師が必要でないと認めるときは、同項第二号から第五号までに掲げる項目の全部又は一部を省略することができる。**

4 第一項の規定にかかわらず、同項の健康診断(定期に行わなければならないものに限る。以下この項において同じ。)を行おうとする日の属する年の前年一年間に受けた実効線量が**五ミリシーベルトを超えず**、かつ、当該健康診断を行おうとする日の属する一年間に受ける実効線量が五ミリシーベルトを超えるおそれのない者に対する当該健康診断については、同項第二号から第五号までに掲げる項目は、**医師が必要と認めないときには、行うことを要しない。**

診療放射線技師法に規定される「診療の補助」として用いる装置に該当しないのはどれか。

1. X線CT装置
2. 核医学診断装置
3. 超音波診断装置
4. 眼底写真撮影装置
5. 磁気共鳴画像診断装置

診療放射線技師法 第二十四条

(画像診断装置)

診療放射線技師は、次の診断の補助として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)