

2015 年度 医学物理士認定試験

記述式 物理工学系試験問題

試験時間 9:45 ~ 11:15 90 分間

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. 問題冊子は1~12 ページまでの 12 ページ、問題は 5 科目各 2 問の計 10 問である。
3. 解答用紙は計 3 枚で上部がのり付けされている。指示されたら丁寧に切り離しなさい。
4. 印刷不鮮明、ページの落丁、乱丁及び解答用紙の枚数不足、汚れ等に気付いた場合、解答中に解答用紙を破損した場合は、解答用紙を交換するので静かに手を挙げて監督員に知らせること。
5. 5 科目から 3 科目、1 科目について 1 問を選択し、合計 3 問について解答すること。上記以外は無効となる。
6. 1 問につき解答用紙 1 枚（表裏 2 ページ）以内で解答すること。
7. すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入し、解答した科目名と問題記号に○印を例のように描くこと。（例は、放射線診断物理学 問題 A について解答した場合である。）

科 目 名	放射線診断物理学	問 題 記 号	A	受 験 番 号	15-	氏 名
	核医学物理学		B			
	放射線治療物理学					
	放射線計測学					
	放射線防護					

8. すべての解答用紙を回収するので、3 枚の解答用紙を机上に置くこと。問題冊子は持ち帰ること。
9. 試験開始 30 分後から退出可能である。退出する場合はすべての解答用紙を伏せて机の上に置き、問題冊子、荷物を持ち出すこと。退出後試験時間中の再入場はできない。

以上

科目名 放射線診断物理学

問題 A X線画像検査で利用される次のサブトラクション技術の概要および基本原理について説明せよ。

設問 1 DSA

設問 2 経時サブトラクション

設問 3 エネルギーサブトラクション

科目名 放射線診断物理学

問題 B MRI の脂肪抑制法について以下の設問に答えよ。

設問 1 非選択的脂肪抑制法である STIR 法の原理を説明せよ。

設問 2 選択的脂肪抑制法である CHESS 法の原理を説明せよ。

設問 3 CHESS 法に比べた STIR 法の利点を説明せよ。

設問 4 STIR 法に比べた CHESS 法の利点を説明せよ。

科目名 核医学物理学

- 問題 A 核医学で用いられるドーズキャリブレーションについて以下の設問に答えよ。
- 設問 1 ドーズキャリブレーションの構造を図示して説明し、放射能の測定原理を説明せよ。
- 設問 2 放射能測定における代表的な不確かさ要因を 3 つ挙げて、不確かさが生じる理由をそれぞれ 20 字以内で説明せよ。
- 設問 3 ドーズキャリブレーションを用いたクロスキャリブレーションの原理と手順を説明せよ。また、クロスキャリブレーションと呼ばれる理由を記せ。

科目名 核医学物理学

問題 B 一様に線源が分布した円筒形ファントムを、その中心軸にガンマカメラを向けて撮像した。総計数値 N_{A_0} を収集し、画像中心において画像ノイズの相対標準偏差 σ_{A_0} の円形の平面画像 A_0 を得た。空間分解能は d_{A_0} であった。次に、その円筒形ファントムの側面にガンマカメラを向けて中心軸の周りを回転させ、総計数値 N_{B_0} の投影データを収集した後、SPECT 画像再構成を行った。その結果、画像中心において画像ノイズの相対標準偏差が σ_{B_0} の円形の SPECT 画像 B_0 を得た。空間分解能は d_{B_0} であった。以下の設問に答えよ。

設問 1 平面画像 A_0 に平滑フィルタを処理して画像 A_1 を得た。画像 A_1 の中心における画像ノイズの相対標準偏差を σ_{A_1} とすると、 $\sigma_{A_0} / \sigma_{A_1}$ の値を推定せよ。

ただし、平滑フィルタ処理により空間分解能は d_{A_1} に変化した。

設問 2 平面画像 A_0 を得た時と同じ撮像条件で総計数値 N_{A_2} を収集し、画像 A_2 を得た。画像 A_2 の中心における画像ノイズの相対標準偏差を σ_{A_2} とすると、 $\sigma_{A_0} / \sigma_{A_2}$ の値を推定せよ。

設問 3 SPECT 画像 B_0 を得た時と同じ投影データにおいて、再構成フィルタを変えて SPECT 画像 B_1 を得た。画像 B_1 の中心において画像ノイズの相対標準偏差を σ_{B_1} とすると、 $\sigma_{B_0} / \sigma_{B_1}$ の値を推定せよ。

ただし、再構成フィルタを変えたことにより空間分解能は d_{B_1} に変化した。

設問 4 SPECT 画像 B_0 を得た時と同じ撮像条件であるが、データ収集時間を変えて投影データの総計数値が N_{B_2} の投影データを収集した後、SPECT 画像再構成を行い、画像中心において画像ノイズの相対標準偏差が σ_{B_2} の SPECT 画像 B_2 を得た。
 $\sigma_{B_0} / \sigma_{B_2}$ の値を推定せよ。

設問 5 平面画像 A_0 と SPECT 画像 B_0 との画像ノイズを比較せよ。具体的に、円筒形ファントムの直径を 20 cm、空間分解能を共に 1.0 cm ($=d_{A_0} = d_{B_0}$)、総計数値を共に $N_{A_0} = N_{B_0} = 1.0 \times 10^6$ とした場合、中心における画像ノイズの相対標準偏差 σ_{A_0} と σ_{B_0} の値を推定し、その違いを説明せよ。

科目名 放射線治療物理学

問題 A 高エネルギー電子線の線量計測について以下の設問に答えよ。

設問 1 標準計測法 12 において電子線の線質指標である R_{50} [g cm^{-2}] の算出には条件に応じて次の 2 式が使い分けされる。以下の問いに答えよ。

$$R_{50} = 1.029 I_{50} - 0.06$$

$$R_{50} = 1.059 I_{50} - 0.37$$

問 1-1 R_{50} と I_{50} を日本語で記せ。

問 1-2 2 つの式が必要な理由を R_{50} と I_{50} それぞれの定義に基づいて説明せよ。

問 1-3 2 つの式の使い分けの条件を説明せよ。

設問 2 線質 Q の電子線における基準照射野 A_0 、水中の校正深 d_c での水吸収線量 $D_{w,Q}(d_c, A_0)$ は次式で求められる。

$$D_{w,Q}(d_c, A_0) = M_Q \cdot N_{D,w} \cdot k_Q$$

このとき M_Q 、 $N_{D,w}$ 、 k_Q についてそれぞれ説明せよ。

設問 3 10 MeV 電子線照射において、基準照射野とそれより十分小さい照射野の水中における PDD を図示し、その 2 つが異なる理由を説明せよ。

科目名 放射線治療物理学

問題 B 外部照射について以下の設問に答えよ。

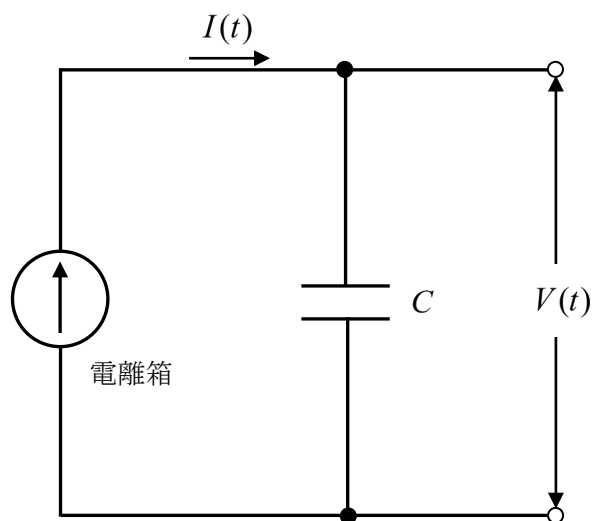
設問 1 照射位置の誤差（治療計画位置からの変位）を生じる要因を分類し、それらを担保する方法を説明せよ。

設問 2 照射位置の誤差が線量分布に与える影響を系統誤差と偶発誤差に対応して変化する線量分布を図示し説明せよ。

設問 3 水媒質と低密度媒質での偶発誤差の線量分布への影響の違いを図示して説明せよ。

科目名 放射線計測学

問題 A 電離箱の等価回路を下図に示す。 $I(t)$ は電離箱への放射線入射により生じる電流を表す。また、電離箱にかかる電圧は最初 V_0 に設定され、その後、電離箱への一定時間 t の放射線入射により静電容量 C の両端の出力信号 $V(t)$ を計測するものとする。以下の設問に答えよ。



設問 1 動作原理を述べよ。

設問 2 $I(t)$ 、 C 、 $V(t)$ の関係式を記せ。

設問 3 得られる信号を電流源と等価として扱う理由を示せ。

設問 4 一般に使用されているファーマ形電離箱から電位計までの線量計測システムの負帰還回路を図示せよ。

科目名 放射線計測学

問題 B 次の設問に答えよ。

ただし、計算が必要な場合はその途中経過を示して答えること。

設問 1 密度が ρ で n 種類の元素で構成され、各元素の原子番号が Z_i 、質量数が A_i 、質量比が w_i である物質の単位体積当たりの電子数を答えよ。

ただし、アボガドロ定数を N_A とする。

設問 2 粒子がフルエン Φ でこの物質に入射し、ごく薄い層 dt を通過する間に相互作用する単位面積当たりの粒子数 $d\Phi$ を答えよ。

ただし、単位体積当たりの断面積を σ とする。

設問 3 設問 2 の条件で、厚さ t の物質を相互作用せずに通過する一次粒子の確率を答えよ。

設問 4 厚さ t を通過する間に相互作用するすべての一次粒子の確率、すなわち累積分布関数を示せ。また累積分布関数を図示せよ。

設問 5 モンテカルロ法で 0 から 1 の間で均等に分布する乱数 η を発生させて、一次粒子が相互作用する位置を算出するための式を導出せよ。

科目名 放射線防護

問題 A 実効線量について以下の設問に答えよ。

設問 1 ICRP Publication 103 における実効線量を次のキーワードを用いて説明せよ。

<キーワード>

放射線加重係数、組織加重係数、コンピュータファントム

設問 2 患者個人の医療被ばくのリスク評価に実効線量を直接用いることの問題点について、作業者と公衆の防護に実効線量を用いる目的を含めて説明せよ。

設問 3 周辺線量当量及び個人線量当量の定義を説明せよ。また、それらと実効線量との関係を説明せよ。

科目名 放射線防護

問題 B IVR の患者被ばくについて以下の設問に答えよ。

設問 1 単純 X 線撮影より被ばく線量が高くなる理由を説明せよ。

設問 2 放射線障害例について説明せよ。

設問 3 線量評価法について説明せよ。

設問 4 低減法について説明せよ。