

平成22年度 入学試験問題

放射線科学域・専門科目

試験時間 10:30～12:30 120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いけない。
2. 問題冊子は17ページである（表紙、余白を除く）
3. 問題は医用画像情報学分野、画像診断システム学分野については問題1、問題2がある。放射線計測学分野については問題1、問題2、問題3がある。各分野から選択できるのは1つである。
4. 分野共通の放射線科学に関する問題は必ず解答すること（必須解答）。
5. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
6. 解答用紙の所定の記入欄には、監督員の指示に従って、それぞれ正しく記入すること。
7. 解答は所定の解答用紙に記入し、切り離してはいけない。
8. 問題冊子の余白等は適宜使用してよい。
9. 解答用紙は必ず提出すること。
10. 問題冊子は持ち帰ること。

分野	試験問題	ページ
放射線診断物理学	放射線診断物理学	1
核医学物理学・保健物理学	核医学物理学・保健物理学	2
放射線治療物理学	放射線治療物理学	4
医用画像情報学	医用画像情報学 1	5
	医用画像情報学 2	7
医用画像診断学	医用画像診断学	8
放射線計測学	放射線計測学 1	9
	放射線計測学 2	10
	放射線計測学 3	11
医用システム計測学	医用システム計測学	12
画像診断システム学	画像診断システム学 1	13
	画像診断システム学 2	14
分野共通	放射線科学に関する問題	16

注意事項

志望分野の問題（必須）と他分野から一つ選択し解答すること。
 分野共通の放射線科学に関する問題（必須）を解答すること。
 問題は全問解答すること。

放射線診断物理学前期専門試験問題

問題 放射線診断検査における心臓カテーテル検査法について答えなさい。

イ) 心臓における冠動脈 X 線造影検査法の撮影法について、検査対象となる造影血管の名称、造影部位について記述し、検査目的、対象疾患、心臓の形態的变化、病巣との関係などに言及してください。また、関連する解剖と関連する部位、診断に必要とする照射野範囲、および検査の基本とする事項について述べなさい。(必要において図によって示してもよい。その場合は主たる血管解剖の名称、血管走行、カテーテル先端位置、造影血管範囲、および診断に必要とする撮影範囲等を示してください。)

ロ) 心臓カテーテル検査法で行なう治療について具体的な症例をあげて述べなさい。

核医学物理学・保健物理学前期専門試験問題
(Nuclear medicine physics & Health physics examination questions)

問題1 次の設問に答えなさい。[各10点]

1) RI内用療法に用いるのはどれか。

1. ^{51}Cr 2. ^{99}Mo 3. ^{111}In 4. ^{123}I 5. ^{131}I

2) 次の核種で2番目に半減期が長いのはどれか。

1. ^{11}C

2. ^{13}N

3. ^{15}O

4. ^{18}F

5. ^{68}Ga

3) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - HMDP が骨に集積すると考えられている機序はどれか。

1. 能動輸送

2. 受動拡散

3. 貪食作用

4. 化学吸着

5. 膜電位

4) ^{18}F - FDG 腫瘍 PET で被検者に対する処置として正しいのはどれか。

1. RI 注射前 6 時間は空腹状態とする。

2. RI 注射直後にブドウ糖負荷を行う。

3. RI 注射直後に歩行運動を行う。

4. RI 注射 6 時間後に撮影する。

5. 検査終了後 24 時間以内に下剤を投与する。

5) ^{18}F - FDG による PET 検査の適応でないのはどれか。2つ選びなさい。

1. 肺塞栓症
2. てんかん
3. 心筋梗塞
4. 脳梗塞
5. 悪性リンパ腫

問題2 . PET 画像で悪性度の判定に SUV (standardized uptake value) が良く用いられる。SUV について簡潔に述べなさい。 [50 点]

放射線治療物理学前期専門試験問題

問題 1 次のシンボルが表す日本語および英語の用語を答えなさい。

	例	D	吸収線量	absorbed dose
(1)	d_t			
(2)	d_{\max}			
(3)	SAD			
(4)	SSD			
(5)	TMR			
(6)	PDD			
(7)	OPF			

問題 2 次のシンボルが表す日本語の用語および単位を答えなさい。

	例	D	吸収線量	Gy (または J kg^{-1})
(8)	L/ρ			
(9)	μ_{en}/ρ			
(10)	$N_{D,w}$			

医用画像情報学前期専門試験問題 1

問題 1 図 1(a) はごま塩雑音が付加した画像、(b)と(c) は 2 種類のフィルタ処理による画像である。

1) フィルタ処理の組合せとして正しいのはどれか。移動平均フィルタは次式で表される。

$$\frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- | | | | |
|---------|-----------|-----|-----------|
| (1) (b) | 移動平均フィルタ | (c) | メディアンフィルタ |
| (2) (b) | メディアンフィルタ | (c) | 移動平均フィルタ |

2) 3×3 の領域の中心画素 (a) の 52) について、移動平均フィルタとメディアンフィルタの処理後の画素の値を求めなさい (計算式を示すこと)。

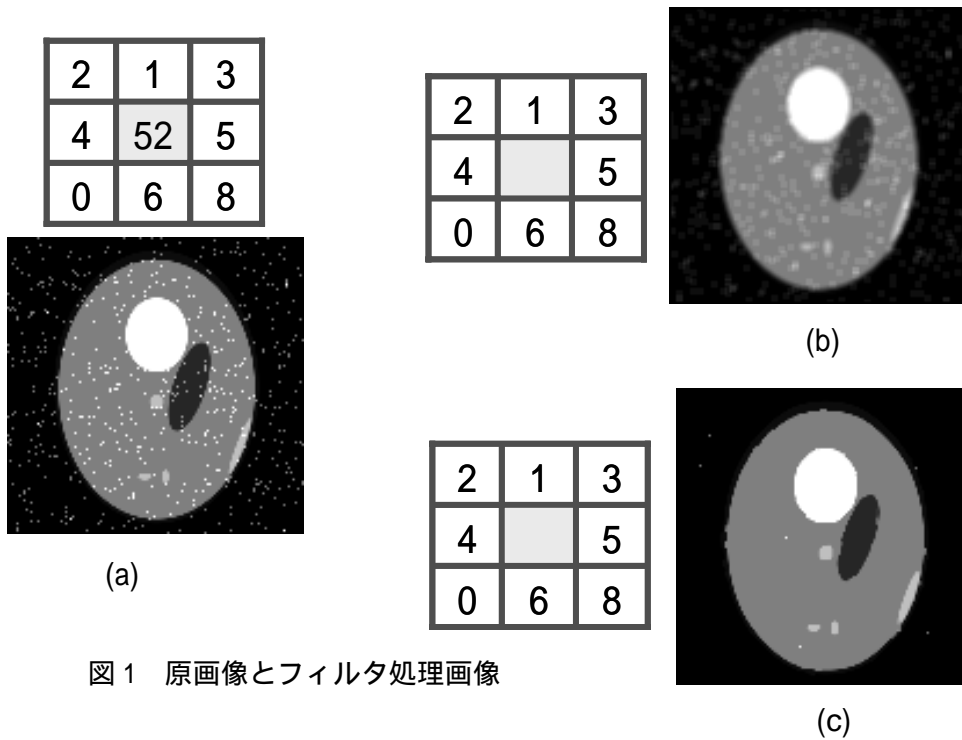


図 1 原画像とフィルタ処理画像

問題2 x 方向の幅が $2a$ 、 y 方向の幅が $2b$ の矩形領域内で値が一定値 A の 2 次元関数 $f(x, y)$ がある。

$$\begin{aligned} f(x, y) &= A && |x| \leq a, |y| \leq b \\ &= 0 && |x| > a, |y| > b \end{aligned} \quad (1)$$

$f(x, y)$ の 2 次元フーリエ変換 $F(u, v)$ を次式から求めなさい。

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-i2\pi(ux+vy)} dx dy \quad (2)$$

医用画像情報学前期専門試験問題 2

問題 X線露光によるセンチメートルを簡便に取得できる方法として、アルミステップウエッジを用いたブーツストラップ (boot strap : くつひも) 法がある。この方法を用いる際の注意点について述べなさい。(必要に応じて図表によってしめしてもよい。)

医用画像診断学前期専門試験問題

問題（以下の2問ともに解答しなさい）

1．臨床画像診断の装置として、CTに比較してMRIの長所と短所を簡潔に述べなさい。

2．20歳男性。横断歩道で車にはねられた。ただちに救急車で総合病院に搬送された。外傷による出血はないが、左腰部に打撲痕。しきりに左腰を痛がる。意識清明だが次第に昏迷傾向。頭部に外傷はなく神経症状はない。血圧が徐々に低下しショック状態に近い。

2-1．この患者にまず行うべき画像検査は、腹部単純X線写真・腹部単純CT・腹部単純MRI・腹部超音波のうちどれが妥当か？またその理由を簡潔に述べなさい。

2-2．診断がついてIVR（放射線を用いた治療）を行う場合の選択は、血管塞栓術・血管拡張術・ステント装着術・生検のどれが妥当か？その理由は？

放射線計測学前期専門試験問題 1

電離箱線量計の基本的な特性について、次の問いに各 100 字以内で答えなさい。

- 1) 電離電流のバックグラウンドノイズを増大させる原因を挙げなさい。
- 2) 線量率特性を劣化させる原因を挙げなさい。また、それを改善する方法とその限界を述べなさい。

原因：

改善法と限界：

- 3) X 線に対するエネルギー特性を劣化させる主な原因を 2 つ挙げ、典型的な特性曲線の特徴を述べなさい。

原因 1 (低エネルギー領域)：

原因 2 (高エネルギー領域)：

特性曲線の特徴：

- 4) X 線撮影用 X 線を測定するのに適当な電離箱線量計を選ぶ基準を論じなさい。

電離箱の形状と電離体積について：

壁の厚さと材質について：

その他の項目について、留意すべき点：

放射線計測学前期専門試験問題 2

【問題】 半導体検出器について、(1)～(3)の手順で説明しなさい。必要に応じ式を示す場合の記号や符号は、適宜定義すること。

(1) N形半導体およびP形半導体について説明しなさい。

(2) 半導体検出器の測定原理と一般的な特徴を記述しなさい。

(3) 半導体検出器の種類と特徴を記述しなさい。

放射線計測学前期専門試験問題 3

CdTe 検出器による 線スペクトルの測定について、以下の問いに答えなさい。

- 1) K エスケープピークとはどのようなものか、説明しなさい。

- 2) サムピークとはどのようなものか、説明しなさい。

- 3) コンプトンテイルとはどのようなものか、説明しなさい。

- 4) CdTe 検出器で ^{241}Am の密封 線源が入った遮蔽が不十分な容器の外側から 線を測定した時のパルス波高分布の概要を描き、その特徴を説明しなさい。

医用システム計測学前期専門試験問題

問題 最大で 1 mW の光入力に対し 500 mV の直流電圧を出力する光検出器がある。この光検出器の出力電圧を増幅回路を用いて増幅した後、入力範囲が 0 ~ 5.0 V の A-D 変換器に接続してコンピュータにデジタルデータを取り込みたい。

オペレーションアンプを用いた増幅回路の回路図を描きなさい。ただし、オペレーションアンプの電源は省略し、増幅回路の入力インピーダンスはオペレーションアンプの入力インピーダンスとしなさい。

また、増幅器の入出力を示す関係式を記述し、回路図中の抵抗値を定めなさい。

画像診断システム学前期専門試験問題 1

問題 1 共振形インバータ式 X 線装置の原理について説明しなさい。

問題 2 X 線高電圧装置の X 線出力に影響する因子を挙げ、それぞれの定義、JIS で規定する許容差などについて説明しなさい。

画像診断システム学前期専門試験問題 2

問題1 fMRIの原理に関し、空欄に適切な語句を下記から選び番号で記入しなさい。ただし、番号は複数回使用してもよい。

fMRIは(1)MRIの略称で日本語では(2)的MRIと呼ばれている。この方法を利用することで、脳の(3)部位を同定することができる。fMRIで見ている情報というのは直接的に見ている訳ではなく統計的な(4)の高さを見ているのである。fMRIの原理は、1989年に(5)により発見された(6)効果と呼ばれる現象に基づく。このメカニズムは以下のとおりである。神経細胞が活動すると酸素消費量が(7)する。すると(8)が(9)に変化する。つまり、神経細胞

- < 語句 >
 1.functional 2.収束性 3.BOLE 4.Deoxy-Hb 5.賦活 6.P.Mansfield 7.fractional 8.小川誠二
 9.機能 10.能動 11.川喜田二郎 12.異常 13反 14.functional 15.Oxy-Hb 16.増加 17.強
 18.有用性 19.断片 20.常 21.可能性 22.HOLE 23.低下 24.白質 25.BOLD

周囲が一時的に酸素濃度の(10)を起こすのだが、その直後に脳血流量が急激に(11)する。この血液量の変化により、神経細胞周囲の(12)濃度を急激に(13)させることになる。Oxy-Hbは(14)磁性体、Deoxy-Hbは(15)磁性体と磁性が異なり、結果的にMR信号が(16)する。

問題1 解答欄

1:	2:	3:	4:
5:	6:	7:	8:
9:	10:	11:	12:
13:	14:	15:	16:

問題2 fMRI解析で汎用的に用いられているSPM(Statistical Parametric Mapping)は、

下記に示す 6 つの過程で個人解析をおこなうことが可能である。どのような目的で、どのような処理をおこなうのか、それぞれ句読点を入れて 100 字以内で簡潔に説明しなさい。

Realign :

Normalize :

Smoothing :

Design :

Estimate :

Results :

前期放射線科学に関する試験問題

全問解答すること（各問題 20 点）

問題 1 $N_1(t)$ 、 $N_2(t)$ をそれぞれ時間 t における親核種および娘核種の原子数とする。

$$\frac{dN_1(t)}{dt} = -\lambda_1 N_1(t) \quad (1)$$

$$\frac{dN_2(t)}{dt} = \lambda_1 N_1(t) - \lambda_2 N_2(t) \quad (2)$$

時間 $t=0$ において $N_1(0) = N_0$ 、 $N_2(0) = 0$ の初期条件のもとで $N_2(t)$ を求めなさい。

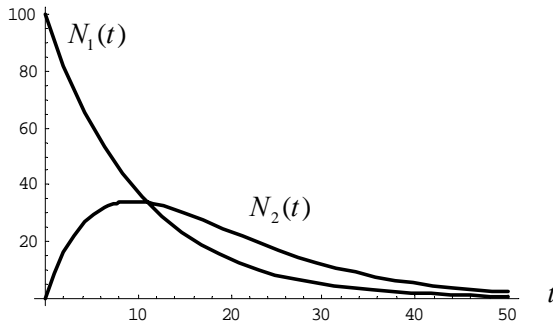


図 1 親核種と娘核種の原子数と時間の関係（ $N_1(0) = 100$ 、 $\lambda_1 = 0.693/6$ 、 $\lambda_2 = 0.693/5$ の場合）

問題 2 入射強度 I_0 の細い光子のビームが線減弱係数 μ 、厚さ x の物質に入射したとき、透過強度 I は $I = I_0 e^{-\mu x}$ で表されるとする。線減弱係数 $\mu = 0.15 \text{ cm}^{-1}$ 、厚さ $x = 20 \text{ cm}$ の物質がある。その厚さが 5% 増加したときの透過強度は厚さ 20 cm のときの透過強度を 1 とするといくつか。マクローリン展開を利用し小数点以下第 2 位まで求めなさい。

問題 3 入射強度 I_0 の細い光子のビームが線減弱係数 μ 、厚さ x の物質に入射したとき、透

過強度 I は $I = I_0 e^{-\mu x}$ で表されるとする。

- 1) 図 2-1 のように線減弱係数の異なる 3 種類の物質があり、それらの線減弱係数を μ_1 、 μ_2 、 μ_3 、厚さを x_1 、 x_2 、 x_3 とする。強度 I_0 の光子のビームが入射したとき透過強度 I_3 の式を書きなさい。

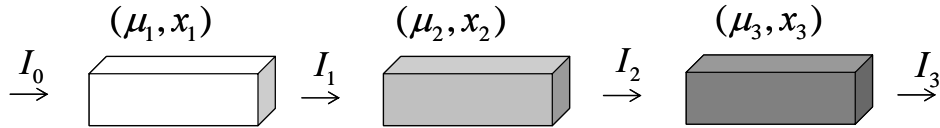


図 2-1 線減弱係数が異なる 3 種類の物質と透過強度

- 2) 線減弱係数が位置とともに連続的に変化する場合には距離 x の関数として $\mu(x)$ と表すことにする。図 2-2 は線減弱係数 $\mu(x)$ 、厚さ L の物質を示す（濃淡は線減弱係数が変化することを示す）。強度 I_0 の光子のビームが入射したとき透過強度 I の式を書きなさい。

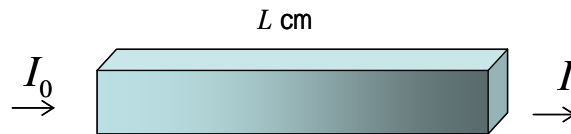


図 2-2 線減弱係数が位置とともに連続的に変化する物質と透過強度

問題 4 $x-y$ 座標系から原点 O の回りに θ だけ半時計回りに回転した $s-t$ 座標系上に平行四辺形 $OPQR$ がある。点 P の $x-y$ 座標系における座標を (a_1, a_2) 、点 R の座標を (b_1, b_2) とするとき、平行四辺形 $OPQR$ の面積を求めなさい。 $x-y$ 座標系と $s-t$ 座標系の関係は次式で表される。

$$\begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (1)$$

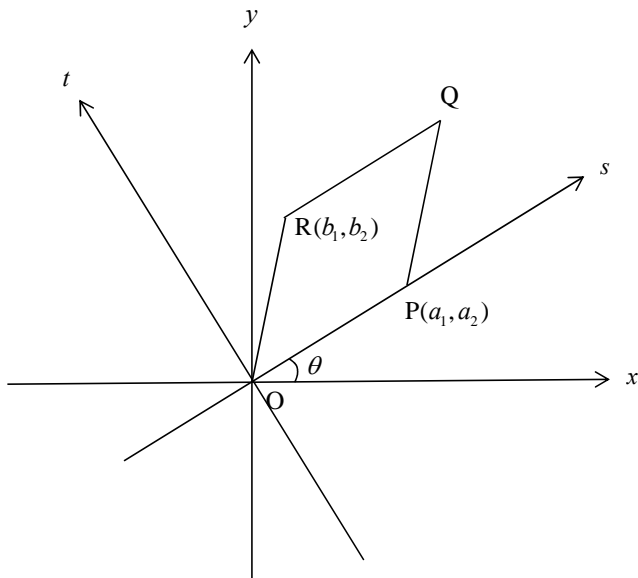


図3 x - y 座標系から θ 回転した s - t 座標系に位置する平行四辺形

問題5 関数 $f(x)$ と $h(x)$ の畳み込みを次式で表す。

$$g(x) = f(x) \otimes h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x')h(x-x') dx'$$

(1)

次の関数の畳み込みを求めなさい。ただし、 $b < c$ とする。

$$f(x) = \begin{cases} 1 & |x| \leq c \\ 0 & |x| > c \end{cases} \quad (2)$$

$$h(x) = \begin{cases} 1 & |x| \leq b \\ 0 & |x| > b \end{cases} \quad (3)$$

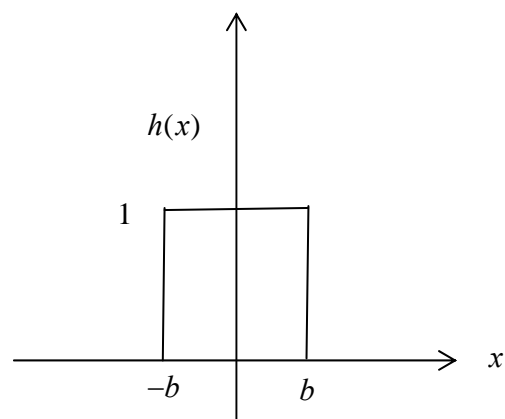
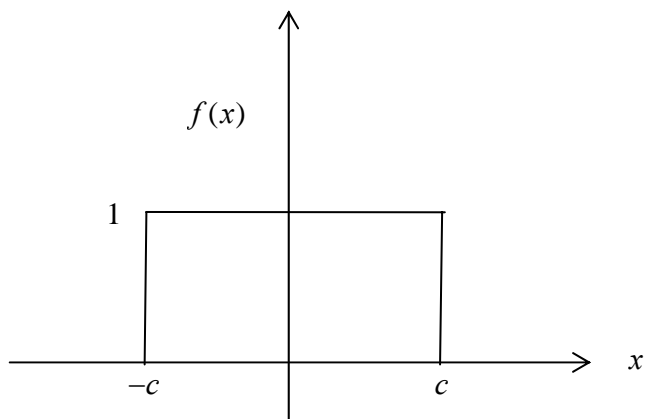


図 4 矩形関数 $f(x)$ と $h(x)$