

平成23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16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	3
医用画像情報学	医用画像情報学 1	4
	医用画像情報学 2	6
医用画像診断学	医用画像診断学	7
放射線計測学	放射線計測学 1	8
	放射線計測学 2	9
	放射線計測学 3	10
医用システム計測学	医用システム計測学	11
画像診断システム学	画像診断システム学 1	12
	画像診断システム学 2	13
分野共通	放射線科学に関する問題	14

注意事項

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 問題は全問解答すること。

放射線診断物理学分野試験問題 1

問題 1. 放射線診断検査における胃仰臥位二重造影第二斜位像撮影法について答えなさい。

イ) 胃 X 線造影検査法の中で仰臥位二重造影第二斜位像撮影法について、撮影体位、観察される造影部位、検査対象となる胃の各領域の名称などについて記述し、検査目的、対象疾患、胃の形態的变化、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。その場合は主たる胃解剖の名称、造影範囲、および診断に必要とする撮影範囲等を示してください)。特に胃粘膜に対する造影剤の付着法およびそれから得られる二重造影については詳しく説明してください

問題 2. X 線撮影検査法の中で距踵関節 Anthonsen 法〈1〉について答えなさい。

イ) 距踵関節 Anthonsen 法〈1〉で行なう撮影の基本事項について対象とする部位、体位、中心線(X 線入射中心点)、具体的な症例等をあげて述べなさい。ロ) X 線写真の示現(観察)あるいは X 線表示画像の特徴について述べなさい。(必要に応じて撮影画像のシェーマ、鑑別法等に言及してもよい)

核医学物理学・保健物理学試験問題 専門

(Nuclear medicine physics & Health physics examination questions)

次の問題を解きなさい。

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. ^{89}Sr 3. ^{99}Mo 4. ^{111}In 5. ^{123}I

2) 生物学的半減期が最も短いのはどれか。

1. ^{111}In 2. ^{123}I 3. ^{125}I 4. ^{133}Xe 5. ^{201}Tl

3) 集積機序で正しいのはどれか。2つ選べ。

- | | |
|------------------------------------|------|
| 1. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - MAA | 能動輸送 |
| 2. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - PYP | 受動拡散 |
| 3. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - フチン酸 | 貪食作用 |
| 4. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - MDP | 化学吸着 |
| 5. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - DMS | 膜電位 |

4) ^{18}F -FDG 腫瘍 PET 検査の適応が低いのはどれか。

1. 肺癌
2. 乳癌
3. 膀胱癌
4. 頭頸部癌
5. 悪性リンパ腫

5) シンチカメラの固有分解能評価で関係ないのはどれか。

1. $^{99\text{m}}\text{Tc}$
2. LSF
3. FWHM
4. 線状線源
5. コリメータ

問題2. 放射性ヨウ素の標識法について述べなさい。 [50 点]

放射線治療物理学試験問題

問題 次の3つの設問に答えなさい。

設問1 PDD、TAR、TMRの定義を述べなさい。

設問2 設問1の3つの量について、SSDまたはSTD、深さ、エネルギー、照射野の大きさによって、どのように変化するかを説明しなさい。

設問3 外部放射線治療における吸収線量の標準測定法（標準測定法01）でのX線および電子線の線質指標とその定義を述べなさい。

医用画像情報学試験問題 1

全問解答しなさい（問題1 50点、問題2、3 各25点）

問題1 原画像 $f(x, y)$ の 3×3 の領域の要素について中心を $f(0, 0)$ として以下のように表す。

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} f(-1, 1) & f(0, 1) & f(1, 1) \\ f(-1, 0) & f(0, 0) & f(1, 0) \\ f(-1, -1) & f(0, -1) & f(1, -1) \end{pmatrix} \quad (1)$$

3×3 マトリクスのフィルタ $h(x, y)$ は中心を $h(0, 0)$ として以下のように表す。

$$h(x, y) = \begin{pmatrix} h(-1, 1) & h(0, 1) & h(1, 1) \\ h(-1, 0) & h(0, 0) & h(1, 0) \\ h(-1, -1) & h(0, -1) & h(1, -1) \end{pmatrix} \quad (2)$$

$f(x, y)$ 、 $h(x, y)$ が以下のように表されるとき

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 3 & 20 & 4 \\ 5 & 8 & 10 \end{pmatrix} \quad h(x, y) = \frac{1}{16} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

- 1) $g(x, y) = \sum_{n=-1}^1 \sum_{m=-1}^1 f(x, y)h(x-m, y-n)$ によって $g(0, 0)$ を求めなさい。
- 2) $f(x, y)$ の中心 $f(0, 0)$ をメディアンフィルタで処理したとき $g(0, 0)$ を求めなさい。

問題2 実数画像と整数画像について(a)～(e)の括弧に相当する語句を選択肢の番号で答えなさい。

実数画像：浮動小数点型（主に float 型）で記述された画像。画像処理や計算に利用され精度は (a)。データ容量は (b)。

整数画像：整数型（主に short 型）で記述された画像。データ容量は (c)。小数点切り捨てによる (d) が生じるため精度は (e)。

選択肢

- ① 高い ② 低い ③ 大きい ④ 小さい ⑤ 丸め誤差

問題3 図1は2次元線形補間(双線形補間)によって近接の画素4つの濃度値から任意の点での濃度値を求める模式図を示す。 (j_0, i_0) の濃度値を $f(j_0, i_0)$ 、 (j_1, i_0) の濃度値を $f(j_1, i_0)$ 、 (j_0, i_1) の濃度値を $f(j_0, i_1)$ 、 (j_1, i_1) の濃度値を $f(j_1, i_1)$ とすると、 (x_0, y_0) における濃度値 $f(x_0, y_0)$ は双線形補間によって次式で表されることを示しなさい。

$$\begin{aligned}
 f(x_0, y_0) &= (j_1 - x_0)(i_1 - y_0) f(j_0, i_0) \\
 &\quad + (x_0 - j_0)(i_1 - y_0) f(j_1, i_0) \\
 &\quad + (j_1 - x_0)(y_0 - i_0) f(j_0, i_1) \\
 &\quad + (x_0 - j_0)(y_0 - i_0) f(j_1, i_1)
 \end{aligned}$$

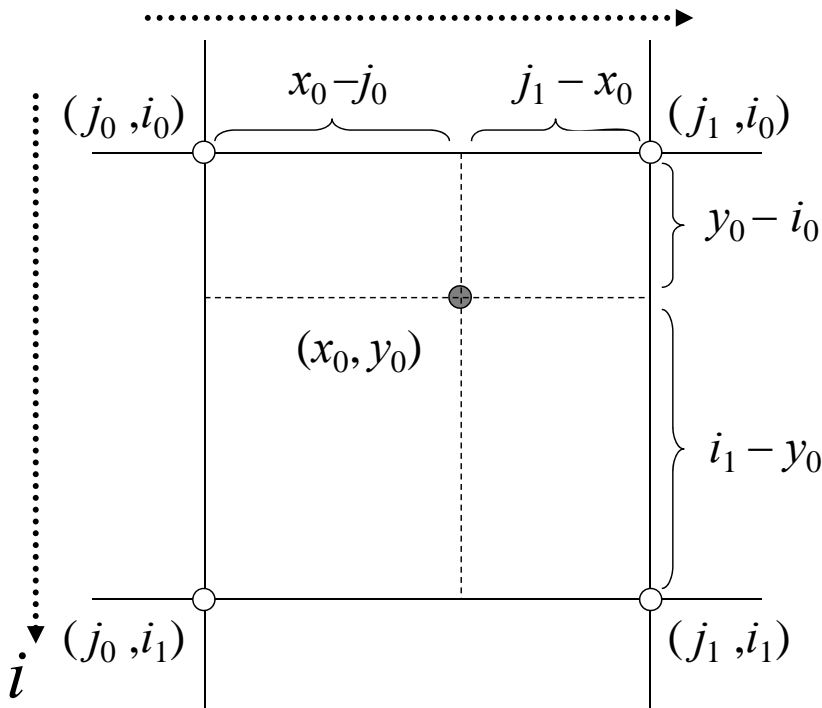


図1 双線形補間による画素位置(格子点)にない点の濃度計算

医用画像情報学試験問題 2

問題 診療録などの電子媒体による保存において必要条件となる三原則をあげ、個々に説明しなさい。

医用画像診断学試験問題

問題

関節軟骨の質的診断として、dGEMERC (delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage)法、T1rho マッピング法、について知るところを述べよ。

放射線計測学 I

1. 以下の放射線量はどのようなものか、説明しなさい。

数式で扱う物理量や定数は、適宜、例に倣ってシンボルを定義すること。

例 e : 電荷素量 $\rho_{\text{air, std}}$: 標準状態の空気の密度 $(\mu / \rho)_{\text{air}}$: 空気の質量
減弱係数

- (1) 光子フルエンス Φ
- (2) エネルギーフルエンス Φ_{en}
- (3) カーマ K
- (4) 照射線量 X
- (5) 吸収線量 D

2. 光子エネルギー ε の単色 X 線が照射された空間で二次電子平衡が成り立つとき、以下の放射線量の関係を数式で表しなさい。

- (1) エネルギーフルエンス Φ_{en} と光子フルエンス Φ
- (2) 空気カーマ K_{air} と光子フルエンス Φ
- (3) 空気カーマ K_{air} と照射線量 X
- (4) 水吸収線量 D_{water} と照射線量 X

放射線計測学試験問題 2

出典 (Review of Radiologic Physics Third Edition. Walter Huda) Wolters Kluwer /
Lippincott Williams and Wilkins

放射線計測学前期専門試験問題 3

以下の問に答えなさい。

- 1) 光子エネルギー E が 4 MeV のとき, ある場所での軟組織の吸収線量 D [J kg^{-1}] が 1 Gy であった。この場所の光子フルエンス ϕ [cm^{-2}] および光子エネルギーフルエンス ψ [J cm^{-2}] を求めなさい。ただし, 4 MeV の光子に対する線エネルギー吸収係数 μ_{en} は 0.02 [cm^{-1}] , 軟組織の密度 ρ を 1.0 [g cm^{-3}] , 1 [eV] = 1.6×10^{-19} [J] とする。
- 2) 三電子生成が生じる光子のエネルギー条件を, エネルギーおよび運動量保存則から求めなさい。

医用システム計測学分野

問題 1 mW の最大光入力に対し 0.5 mA の直流電流を出力するホトダイオードがある。このホトダイオードの出力電流を電圧に変換し、増幅回路を用いて増幅した後、入力範囲が 0 ~2.5 V の A-D 変換器に接続してデジタルデータに変換したい。

ホトダイオードを含めたオペレーションアンプによる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使用数は任意で電源は省略し、ホトダイオードの直流逆バイアス電圧は 10 V とし、必要な記号等は適宜定めなさい。

また、ホトダイオードからの入力電流を I_i 、増幅回路の出力電圧を V_o とし、両者の関係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 高電圧変圧器の巻線比 $a=600$ の単相 2 ピーク形 X線装置について、次の問いに答えなさい。

- 1) 一次電圧 150 V のとき、無負荷時の管電圧を求めなさい。
- 2) 管電流 400 mA のとき、一次電流を求めなさい（励磁電流は無視する）。
- 3) この装置の一次側抵抗 0.05Ω 、二次側抵抗 $15 \text{ k}\Omega$ である。二次側等価抵抗を求めなさい。

問題2 インバータ式 X線装置のインバータに用いる半導体制御素子の種類を挙げ、説明しなさい。

画像診断システム学試験問題 2

問題1 MRI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せよ。ただし、番号は複数回使用してもよい。(2点×25)

- K空間の中心部分は(1)周波成分、中心から遠ざかるほど(2)周波成分
- K空間の中心部分は画像の(3)、中心から遠い部分は画像の(4)に関係ある
- モーションアーチファクトは主に(5)や装置の(6)が由来で発生し、(7)方向に発生する
- フローアーチファクトは主に(8)が由来し、(9)方向に発生する
- (10)アーチファクトは水素原子の化学結合状態が由来し(11)方向に発生する
- (12)アーチファクトは磁場の不均一が由来する。
- FOVよりも撮影対象が大きい場合は(13)アーチファクトが(14)方向に発生する
- MR血管撮影法の(15)法は、「動いている成分はスピンの(16)がずれる」という特徴をうまく利用している
- TOF法は血液のように流れている物質が(17)効果により(18)信号となる撮影法である
- TOFにより撮像した画像から血管を抽出する画像処理を(19)法と呼ぶ。
- TOF画像のコントラストに影響を与えるその他のパラメータとしては、(20)の幾何学的広がりや、(21)の速度と(22)、(23)アングル、(24)時間、および(25)厚である。

<語句>

1. PC 2. 振動 3. 輪郭 4. 歪み 5. 折り返し 6. 高 7. 体動 8. 周波数 9. 流入 10. リング
11. コントラスト 12. AC 13. 低 14. DC 15. 拡散 16. 流出 17. 位相 18. 血流 19. DIP
20. MIP 21. FBP 22. スライス 23. フリップ 24. 打ち切り 25. 方向 26. 血管 27. エコー
28. 神経 29. 磁化率 30. 化学シフト

問題2 Phase Contrast (PC) 法と拡散強調画像(Diffusion Weighted Imaging)の撮像原

理の類似点について300字程度で簡潔に説明せよ。(50点)

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 以下の問題に答えなさい（各 5 点）。

- 1) $\frac{d^2}{dx^2} e^{-x^2}$ 2 階微分を求めなさい
- 2) $\int_0^{\infty} x e^{-x} dx$ 積分を求めなさい
- 3) $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$ 微分方程式を $t=0$ のとき $N=N_0$ の初期条件で解きなさい
- 4) $A = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$ とするとき逆行列 A^{-1} を求めなさい

問題 2 $x-y$ 座標系とは別に原点 O の回りに θ だけ反時計回りに回転した $s-t$ 座標系を考える。点 P を $x-y$ 座標系からみたときの座標を (x, y) 、 $s-t$ 座標系からみたときの座標を (s, t) とする。

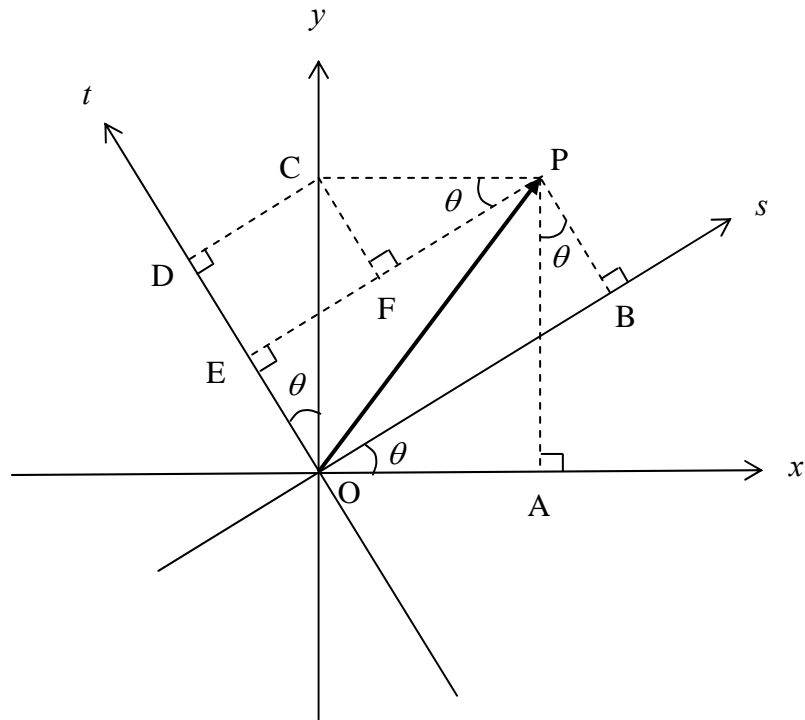


図1 x - y 座標系と原点 O の回りに θ だけ半時計回りに回転した s - t 座標系

x - y 座標系と s - t 座標系の関係を表す行列 $\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ を求めなさい。

$$\begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

問題 3 線減弱係数が吸収体の位置に依存し連続的に変化する場合、距離 x の関数として $\mu(x)$ と表すことにする。入射強度 I_0 の細い光子のビームが吸収体に入射したとき、光子の散乱を無視すると透過後（線減弱係数が 0 になった状態）の光子のビーム強度 $I(x)$ は次式で表される。

$$I(x) = I_0 e^{-\int_{-\infty}^x \mu(x) dx} \tag{1}$$

$\mu(x)$ が以下のように与えられるとき

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 - |x| & |x| \leq 1 \\ 0 & |x| > 1 \end{cases} \tag{2}$$

次の値を求めなさい。ln は e を底とする自然対数を表す。

$$\ln\left(\frac{I_0}{I(x)}\right) \quad (3)$$

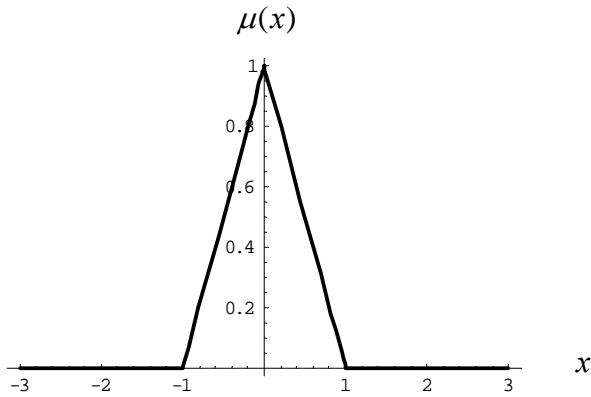


図2 吸収体中の位置に依存し連続的に変化する線減弱係数 $\mu(x)$

問題4 関数 $f(x)$ のフーリエ変換 $F(u)$ を次式で表す。

$$F(u) = \mathcal{F}\{f(x)\} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i2\pi ux} dx \quad (1)$$

1) $a > 0$ のとき $f(ax)$ のフーリエ変換が

$$\mathcal{F}\{f(ax)\} = \frac{1}{a} F\left(\frac{u}{a}\right) \quad (2)$$

となることを示しなさい。

2) 矩形関数 $f(x)$ を

$$f(x) = \begin{cases} 1 & |x| \leq 1/2 \\ 0 & |x| > 1/2 \end{cases} \quad (3)$$

とすると、矩形関数 $f(2x)$ のフーリエ変換を求めなさい。

問題5 関数 $f(x)$ と $h(x)$ の畳み込みを次式で表す。

$$g(x) = f(x) \otimes h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x')h(x-x')dx' \quad (1)$$

次の関数の畳み込みを求めなさい。

$$f(x) = \begin{cases} x & 0 \leq x \leq 2 \\ 0 & x < 0, x > 2 \end{cases} \quad (2)$$

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

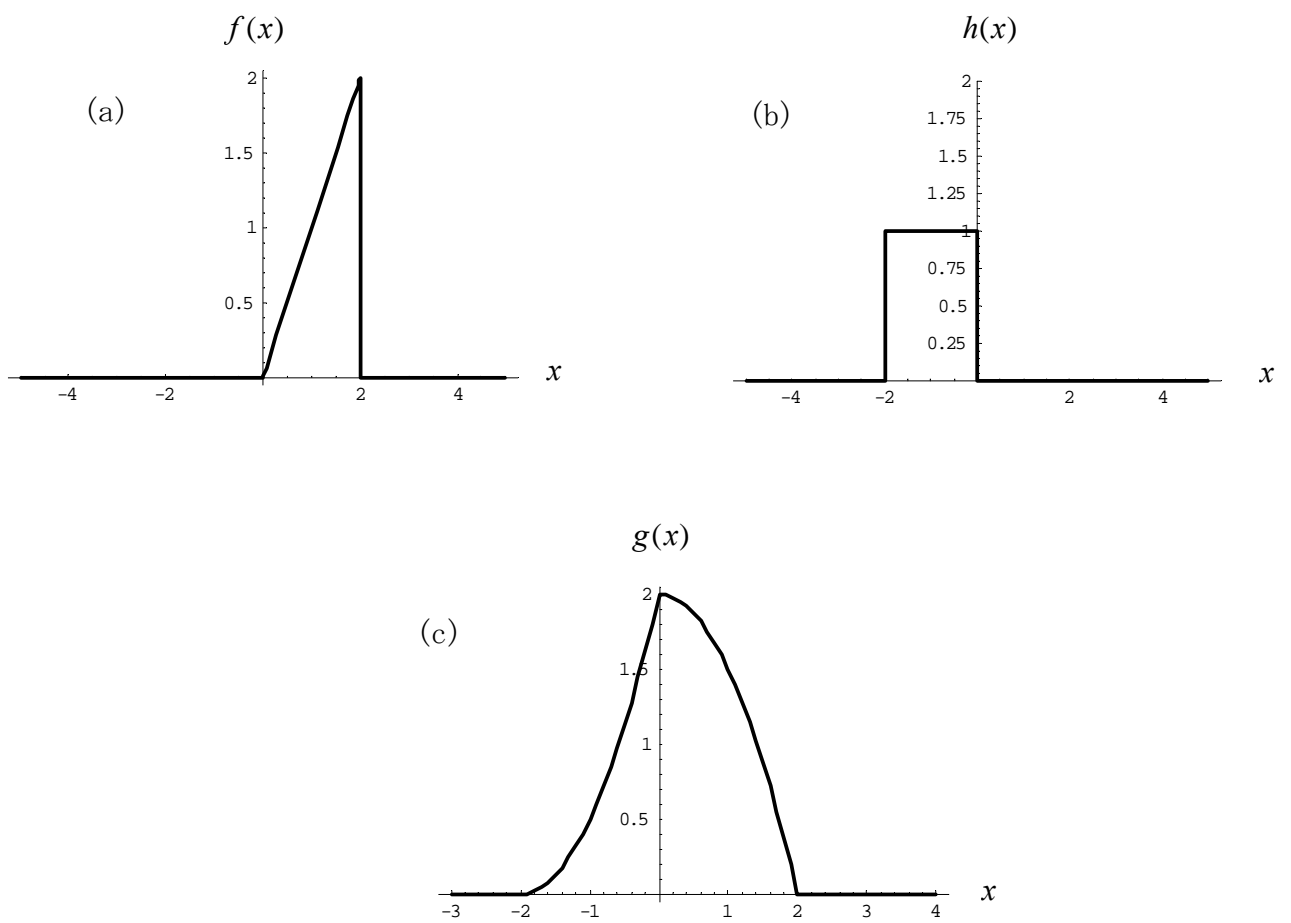


図3 直角三角形関数 $f(x)$ と矩形関数 $h(x)$ の畳み込みで得られる関数 $g(x)$