

2026年度 駒澤大学大学院 2月 入学試験問題及び解答例

研究科・専攻 【 医療健康科学研究科 診療放射線学専攻 博士後期課程 】
試験科目 【 専門試験 診療放射線学 】

【出題意図】

診療放射線技術学に関する広範な基礎知識と、高度な専門的理解力を総合的に評価することを目的とする。選択記述方式を通じて、基礎的事項の理解を背景とした応用力、および博士課程での研究活動を支える論理的思考力と学術的表現力を確認する。

下記の6問（問題1～問題6）の中から2問を選択して解答しなさい。

なお、1問について解答用紙1枚を使用し、解答の最初に、選んだ問題番号を明記すること。

問題1 体表面画像誘導放射線治療（SGRT: Surface-Guided Radiation Therapy）について以下の設問に答えよ。

設問 1 SGRTは、どのような方法で患者の位置情報を取得しているか、その測定原理を説明しなさい。

【解答例】

SGRTは、光学式表面スキャニング技術を用いて患者の体表面の3次元情報をリアルタイムで取得するシステムである。SGRTシステムは、1つまたは複数のカメラユニットとプロジェクターを組み合わせて構成されている。位置情報取得では、プロジェクターから光を体表面に照射し、その反射光とカメラでとれえ、その情報から光学技術により体表面の3次元座標を計算する。この3次元情報の取得には、主な技術として、レーザースキャナー、Time-of-Flight (ToF) 方式、ステレオビジョン方式、構造化光方式の4種類の光学技術が用いられている。まず、レーザースキャナーはレーザ光を走査させ、対象物との距離を測定することで表面形状を取得する手法である。次に、ToF方式は、光源から発せられた光が患者の表面で反射してセンサーに戻るまでの時間を測定することで距離（深度）を算出する手法である。また、ステレオビジョン方式は、異なる角度に設置された複数のカメラで撮影し、三角測量の原理を用いて視差から3次元情報を再構築する手法である。そして最後に、構造化光方式は、プロジェクターから特定の光パターンを投影し、表面の凹凸によって生じるパターンの歪みをカメラで解析することで高精度な形状復元を行う手法である。これらの技術により、高い空間・時間分解能でのモニタリングが実現されている。

設問 2 SGRTの利点と欠点（技術的限界）について、従来のセットアップ法や他の画像誘導放射線治療技術等と比較しながら論じなさい。

【解答例】

SGRTは、従来のセットアップ法や他の画像誘導放射線治療（IGRT）技術と比較して、安全性、リアルタイム性、および患者のQOLにおいて顕著な利点を有している。まず、X線やCBCTを用いる従来のIGRTが電離放射線による追加被ばくを伴うのに対し、SGRTは非電離放射線である光を用いるため、被ばくの懸念なく連続的な監視が可能である。精度面では、従来のセットアップと比較して、乳がん等の体表面に近いターゲットでは位置誤差を低減できることが報告されている。また、照射中も常に監視を継続できるため、患者の動きが閾値を超えた場合に自動でビームを停止させることが可能であり、安全性が高い。さらに、皮膚マーカ（タトゥー）を不要とするワークフローや、頭頸部治療におけるオープンフェイスのシェル固定を可能にすることで、患者の心理的・肉体的負担を大幅に軽減できる点も大きな利点となり得る。加えて、物理的な干渉でCBCTが使用困難なノンコプラナー照射時においても、患者位置を連続監視することができる。

一方で、SGRTには特有の技術的限界（欠点）も存在する。最大の課題は、体表面の情報が必ずしも内部標的の動きと一致しない点である。特に腹部や骨盤部などの深部腫瘍では、表面と内部の相関が低いことが報告されている。また、測定精度は照射室の照明条件、患者の肌の色、装置（ガントリーや固定具）による**死角**といった外部要因に左右されるほか、治療期間中の体重減少や浮腫といった解剖学的な変化が表面に現れた場合、内部との幾何学的関係が崩れる可能性がある。さらに、1mm以下の精度を維持するためには、使用する装置や部位に応じた非常に厳格かつ広範な品質管理プログラムを運用し続けなければならないという運用上の負荷も存在する。SGRTは強力なツールではあるが、その限界を理解した上で、深部の標的にはCBCT等と相補的に活用することが推奨される。

（出題意図 放射線治療技術学分野における最新技術への基礎知識とその技術の原理への理解の深さを問う。）

2026年度 駒澤大学大学院 2月 入学試験問題及び解答例

問題2 光子線の小照射野の線量計測について以下の設問に答えよ。

設問1 小照射野の線量計測において、標準的なファーマ形電離箱などが不適とされる理由を述べた上で、それに代わる適切な線量計を複数(2つ以上)選定せよ。また、選定した各線量計の動作原理を記述せよ。

【解答例】

線量計測において標準的なファーマ形電離箱が小照射野の線量計測で不適とされる主な理由は、側方荷電粒子平衡(LCPE)の欠如、線源の幾何学的な遮蔽、および体積平均効果の3点である。ファーマ形電離箱は感度体積が大きく、小照射野内の急峻な線量勾配に対して空間分解能が不十分である。これにより、ビーム中心付近の線量を過小評価し、半影部を過大評価する体積平均効果が顕著に生じる。また、電離箱空洞の空気や中心電極による荷電粒子フルエンスの擾乱が大きく、水との等価性が維持できないことも計測線量の不確かさの低下の要因となる。

小照射野の線量計測に適した検出器としてシリコンダイオード検出器とダイヤモンド検出器があげられる。シリコンダイオードの動作原理は、半導体のp-n接合の動作原理に基づく。荷電粒子がダイオードに入射すると、シリコン結晶内に電子・正孔対が生成される。接合部に存在する空乏層の内蔵電界によってこれらの電荷が分離・収集され、電離電流として検出される。シリコンダイオードは外部バイアスを必要とせず、非常に高い感度を持つため、有感部を極めて小さくすることが可能である。次に、ダイヤモンド検出器は、高純度の人工ダイヤモンド単結晶を用いており、固体電離箱として機能する。ダイヤモンド内で生成された電荷キャリアを収集します。ダイヤモンドは炭素(原子番号 $Z=6$)で構成されているため、軟組織や水に近い等価性を有する。シリコンダイオードと同様に、高い感度を持つため、有感部を小さくすることが可能である。

その他の検出器として、ピンポイント(微小体積)電離箱やプラスチックシンチレータ検出器について選択した解答も可。

設問2 設問1で選定した各線量計について、以下の観点から比較・評価しなさい。

1. 体積平均効果に対する優位性
2. 線質依存性および擾乱補正係数に関する課題

【解答例】

設問1で選定した検出器について線量特性の観点からそれぞれについて解答する。以下はシリコンダイオード検出器とダイヤモンド検出器に対する模範解答である。

1. 線量計測法では検出器有感体積のビーム軸の動径方向の線量分布が均一であることを仮定している。しかし、小照射野の線量計測においては側方散乱の低下に動径方向の線量分布が不均一となる場合がある。このような場合、均一な条件と比較して計測値の低下が生じる。これを体積平均効果と呼ぶ。特にファーマ形電離箱では電離箱長軸方向の長さが20mm程度であり、小照射野の線量計測においては体積平均効果の影響を大きく受ける。これに対して、体積平均効果を最小とするためには有感体積が小さい検出器が有効である。ダイオードやダイヤモンド検出器の有効半径は1mm程度であり、急峻な線量勾配を持つ小照射野においても体積平均効果の影響を最小とした計測が可能である。

2. シリコンダイオード検出器における主要な課題は、シリコンの原子番号($Z=14$)が水の実効原子番号($Z\approx 7.4$)よりも高いことに起因するエネルギー依存性である。水とシリコンの電子に対する平均衝突阻止能比は広い範囲で変化が小さいことが知られている。しかし、シリコンは低エネルギー領域において光電効果の断面積が水よりも大きいため、低エネルギー光子に対して過大応答を示す傾向がある。これは、低エネルギー散乱線が多く含まれる大照射野で影響が顕著となる。一方で、小照射野では低エネルギーの散乱成分が減少するため、小照射野の線量計測にはこの影響を受けずに計測値を得ることができる。また、市販化されたシリコンダイオード検出器には、低エネルギー光子への過大応答への対策として、有感体積部全面に金属フィルタを使用しているものがあり、小照射野計測においてはこのフィルタによる応答のエネルギー依存性も報告されており、注意を必要とする。

ダイヤモンド($Z=6$)は組織等価性が高いため水とダイヤモンドの電子に対する平均衝突阻止能比は広い範囲で変化が小さく、擾乱補正係数も1.0に近い。ダイヤモンド検出器は検出器応答のエネルギー依存性が小さいという優れた特性をもつ。しかし、ダイヤモンドの物理密度は約 3.5g/cm^3 であり、水と比較して極めて高いことが電子フルエンスの擾乱を引き起こす。この密度による擾乱は極小照射野において有意であることが報告されている。

(出題意図 放射線計測学の基礎的知識を確認するとともに、この領域の計測法における諸問題への深い理解を評価する。)

2026年度 駒澤大学大学院 2月 入学試験問題及び解答例

問題3 デジタル画像におけるエッジ法によるプリサンプリング MTF の測定方法について説明しなさい。

以下のポイントを踏まえて、論理的に表現できているかを評価する

(1) エッジを撮影するときのエッジの配置方法が正しく説明されている。

(例)水平方向の MTF を測定する場合は、エッジを画素配列の垂直方向に対して 1.5 度から 3 度傾けて配置する。

(2) 合成 ESF について説明されている。

(例)得られた ESF のアライメントは上下数ピクセル分の ESF と若干ずれるため、これを合成して仮想的にサンプリングピッチを小さくした合成 ESF を作成する

(3) 合成 ESF を微分し、LSF を作成する。このとき LSF 値の低い部分は指数関数で外挿する。

(4) LSF をフーリエ変換する

(5) 0.0 cycles/mm を 1.0 になるように規格化する。

(出題意図：放射線画像情報学・放射線画像工学に係る専門用語の知識および論理的思考力と学術的表現力を評価する。)

問題4 信号を含む画像 100 枚と信号を含まない画像 100 枚がある。

連続確信度法を用いて観察者一人分の ROC 曲線を作成する手順について説明しなさい。

以下のポイントを踏まえて、論理的に表現できているかを評価する

(1) 被験者には事前に説明と十分な訓練を実施する

(2) 信号を含む画像と信号を含まない画像をランダムに被験者に提示する

(3) 5 cm のスケールに対して、信号があるという確信度が高いと右側にチェックを、確信度が低いと左側にチェックを、どちらかわからないときには中央にチェックを入れてもらう。

(4) すべての評価が終わったら、スケールの左端を 0 点、右端を 100 点として点数を付ける。

(5) 点数をもとに信号を含む画像の確率密度関数と信号を含まない確率密度関数を作成する

(6) 判別点を x 点としたとき、 x 点より大きいと信号があると判定し、 x 点以下は信号が無いと判定する。

(7) 判別点を 0 点から 100 点まで変更しながら、それぞれの真陽性率と偽陽性率を求める。

(8) 横軸に偽陽性率、縦軸に真陽性率とする ROC 曲線のグラフを作成する

(出題意図：放射線画像情報学・放射線画像工学に係る専門用語の知識および論理的思考力と学術的表現力を評価する。)

問題5 ^{90}Y 微小球体を用いた選択的内照射療法について説明せよ。

○ 肝動脈を介してマイクロカテーテルを腫瘍血管に進め、マイクロカテーテルを介して放射線を放出する Y-90 マイクロビーズを腫瘍内の血管または周辺灌流領域に送達、留置させ、放射線を内照射させることによって肝細胞癌等を治療すること。

○ 投与した Y-90 マイクロビーズは安定同位体であるジルコニウム-90 (Zr-90) に壊変し永久的に患者の体内に留置される。

○ 欧米では 2000 年代初頭より Y-90 マイクロビーズのような放射性同位元素を含んだ動脈塞栓ビーズが医療機器として承認されており、肝細胞癌を中心に選択的内照射療法に使用されている。

○ 海外ガイドラインにおける位置づけ

・ Barcelona Clinic Liver Cancer ガイドラインの 2022 年改訂において Transcatheter Arterial Chemo Embolization と同列に記載

・ 肝細胞癌の National Comprehensive Cancer Network ガイドラインにおいて切除不能かつ移植不可の患者に対して動脈アプローチによる治療となっており、SIRT: Selective Internal Radiation Therapy は動脈アプローチによる治療に含まれている。

(出題意図 核医学治療分野における最新技術への基礎知識とその技術の原理への理解の深さを問う。)

問題6 低リスク分化型甲状腺癌における術後放射性ヨウ素治療の省略の可能性について述べよ。

Thyroidectomy with or without postoperative radioiodine for patients with low-risk differentiated thyroid cancer in the UK (IoN): a randomised, multicentre, non-inferiority trial

低リスク分化型甲状腺癌 (DTC) における術後放射性ヨウ素 (RAI) 治療の省略が、再発予防の点で非劣性であるかを検証することを目的とした論文が公表され、RAI 省略が推奨される根拠が示された。

主要評価項目: 5 年無再発生存率 (RFS, recurrence-free survival)。副次評価項目には全生存率 (OS)、病勢再発の部位、治療関連有害事象 (AE)、QOL が含まれた。

2026年度 駒澤大学大学院 2月 入学試験問題及び解答例

【結果】

追跡期間中央値は5.9年（IQR 5.6-8.6年）。5年RFSはRAI省略群で97.9%、RAI群で96.3%であり、絶対差0.5%で非劣性が確認された。再発は合計17例に発生し、RAI省略群8例、RAI群9例であった。再発部位は局所再発（4例）とリンパ節転移（11例）が大部分で、遠隔転移は稀（2例）であった。ITT解析に加えてper-protocol解析でも結果は同様であり、いずれも非劣性が統計学的に担保された。全生存率（OS）については両群で差は認められなかった。

安全性: 治療関連有害事象の頻度は両群で類似しており、重篤な有害事象は稀であった。RAI群で特有の有害事象として一過性の唾液腺障害や口腔乾燥が報告されたが、大部分は軽度で可逆的であった。また、QOLについても両群で有意な差は認められなかった。

【結論】

低リスクDTC患者において、甲状腺全摘後のRAIアブレーションを省略しても再発抑制効果において非劣性であり、安全性にも差はなかった。本試験により、低リスク症例ではRAI省略が推奨される根拠がさらに強化された。

（出題意図 核医学治療分野における最新情報とその知見に対する理解の深さを問う。）

2026年度 駒澤大学大学院 2月 入学試験問題及び解答例

研究科・専攻 【 医療健康科学研究科 診療放射線学専攻 博士後期課程 】
試験科目 【外国語試験 英語 】

【出題意図】

診療放射線技術学に関する広範な基礎知識と、高度な専門的理解力を総合的に評価することを目的とする。選択記述方式を通じて、基礎的事項の理解を背景とした応用力、および博士課程での研究活動を支える論理的思考力と学術的表現力を確認する。

問題1. 以下の日本語を英語に訳しなさい。

(1) 私の父は毎朝6時に朝食をとります。

解答例：My father has (eats) breakfast at six every morning.

(2) あなたが言ったことは正しいと思います。

解答例：I think that what you said is right.

(3) 来週はあなたに英語をもっと一生懸命勉強してもらいたい。

解答例：I want you to study English harder next week.

(4) なぜあなたはその赤く平らなボタンを押したのですか。

解答例：Why did you press the red, flat button?

(5) 彼に駅への道順を教えるのは難しいことがわかった。

解答例：I found it difficult to tell/show him the way to the station.

(6) 彼女がその美しい庭園で会った背の高い男は、大声で叫んでいた。

解答例：The tall man she met in the beautiful garden was shouting loudly.

(7) もし明日晴れば、私たちはその山に登るつもりです。

解答例：If it is fine (sunny) tomorrow, we will climb the mountain.

(8) 雨が降り始めたので、私たちは彼が着いた駅に車で行った。

解答例：Because it began to rain (raining), we drove to the station where he arrived.

(9) 彼女は彼が大学を卒業したと聞いてとても驚いた。

解答例：She was very surprised to hear that he had graduated from college (university).

(10) その問題はとても難しかったので、誰もすぐに答えることができなかった。

解答例：The problem was so difficult that no one could answer it immediately.

(出題意図：基本的な英作文能力を問う。)

問題2. 以下の英語を日本語に訳しなさい。

(1) She left the door open.

解答例：彼女はドアを開けっぱなしにした。

(2) He may have heard what I said.

解答例：彼は私が言ったことを聞いたかもしれない。

(3) This is a picture taken by our teacher.

解答例：これは私たちの先生が撮った写真だ。

(4) A bird flying freely looks happy.

解答例：空を飛んでいる鳥は幸せそうだ。

2026年度 駒澤大学大学院 2月 入学試験問題及び解答例

(5) Waking up earlier in the morning will make your life more productive.

解答例：朝もっと早く起きれば、人生がより実りあるものになるだろう。

(出題意図：基本的な英文法の理解および英文和訳能力を問う。)

問題3. 以下の英語を日本語に訳しなさい。

(1) Recent advances in technologies such as intensity-modulated radiotherapy, image-guided radiotherapy, and four-dimensional imaging have made it possible to deliver high radiation doses to tumor lesions while reducing doses to surrounding normal tissues.

解答例：強度変調放射線治療、画像誘導放射線治療、4次元画像といった最近の技術的な進歩により、周囲正常組織への線量を減らしつつ腫瘍病巣に高線量を照射することが可能になった。

(出題意図：放射線治療に係る専門用語の知識および英語論理解力を評価する。)

(2) The new deep-learning reconstruction method we developed produces higher-quality images than conventional iterative reconstruction methods and can reduce the burden on radiologists.

解答例：我々が開発した新しい深層学習応用画像法は、従来の逐次近似再構成法よりも高画質の画像を提供し、放射線科医の負担を軽減することができる。

(出題意図：CTに係る専門用語の知識および英語論理解力を評価する。)

(3) MRI allows the acquisition of high-resolution tomographic images without radiation exposure, but a major drawback is the long examination time. In addition, safety issues associated with high magnetic fields must also be taken into consideration.

解答例：MRIを用いると放射線被ばくなしに高分解能の断層像を収集できるが、大きな欠点は検査時間が長いことである。さらに、高磁場に関連した安全上の問題にも留意しなければならない。

(出題意図：MRIに係る専門用語の知識および英語論理解力を評価する。)

(4) In most nuclear medicine examinations, drugs containing radionuclides are administered to the patient intravenously, and the radiation emitted by the patient is detected by the imaging device. The radiation dose to the patient tends to be lower than that of CT due to the short physical half-lives of the radionuclides used in nuclear medicine imaging.

解答例：ほとんどの核医学検査では、放射性核種を含む薬剤を患者に経静脈的に投与し、患者から放出される放射線を画像装置で検出する。核医学画像で使用される放射性核種の物理的半減期が短いため、患者が受ける被ばく線量はCTよりも低い傾向がある。

(出題意図：核医学検査に係る専門用語の知識および英語論理解力を評価する。)

(5) In this study, we retrospectively evaluated 121 patients who underwent MR imaging of the brain on a 3T MR scanner for suspected brain tumors. Diffusion-weighted imaging and contrast-enhanced T1-weighted imaging were performed in all patients. Those who were younger than 20 years of age were excluded.

解答例：本研究では、脳腫瘍が疑われて3T MRI装置で頭部MRIを受けた121人を患者を後ろ向きに検討した。すべての患者で拡散強調像および造影T1強調像が撮像された。20歳未満の患者は除外した。

(出題意図：英語論文のうち、方法の記載に関する理解力を評価する。)

(6) Artificial intelligence is increasingly influencing human activities across all fields including radiological practice. It is expected to make substantial contributions to improving the quality and efficiency of diagnostic radiology and radiotherapy; however, ethical issues must be considered carefully.

解答例：人工知能は放射線診療を含むあらゆる分野の人類の活動に益々影響しつつある。放射線診断および放射線治療の質と効率の改善に大きく寄与することが期待されるが、倫理的な問題を慎重に考慮しなくてはならない。

(出題意図：英語論文のうち、背景の記載に関する理解力を評価する。)

(7) Figure 1 shows the relationship between the irradiated dose and the volume reduction ratio. Our results demonstrated that the therapeutic effect of radiation on this type of tumor increased proportionally with dose.

解答例：照射線量と体積減少率の関係を図1に示す。我々の結果は、このタイプの腫瘍に対する放射線の治療効果が線量に比例して増強することを示した。

(出題意図：英語論文のうち、結果の記載に関する理解力を評価する。)