

**2026年度 北海道科学大学大学院・専攻科
入学試験問題の出題意図及び解答例**

選抜区分名	修士課程 一般入試		
研究科名	保健医療学研究科	専攻名	医療技術学専攻
科目名	診療画像技術学		

【問1】 出題意図 CT画像の再構成法の特徴を、理論的かつ臨床的に理解しているかどうかを問う問題である。

【問1】 解答例 CT画像で実用化されている画像再構成法には、フィルタ補正逆投影法 (FBP: filtered back projection) に代表される線形再構成法と、逐次近似法 (IR: iterative reconstruction) に代表される非線形再構成法があり、それぞれに異なる理論的、および臨床的特徴がある。

線形再構成法の理論的特徴:
現在、実用化されているFBPを例に挙げて説明する。FBPは解析的再構成法であり、再構成画像は線形の計算によって求められる。そのため、投影データの質が再構成画像にそのまま反映される。すなわち、投影データの質が向上（低下）すれば再構成画像の質も向上（低下）し、両者の間に比例関係が成立する。たとえば、投影データにアーチファクトの発生因子が含まれると、確実にアーチファクトとなって画像上に描出される。特にストリークアーチファクトは、逆投影処理によって顕著になりやすい。また、空間分解能の向上は画像雑音量の増加につながり、画像雑音量を低減すると空間分解能が低下する（トレード・オフの関係）。その他の特徴に、再構成の計算量の少なさがある。少ない計算量であるにも関わらず、厳密な解（再構成画像）が得られる。

線形再構成法の臨床的特徴:
理論的特徴で述べた再構成の計算量の少なさは、臨床的に大きな利点である。現在の再構成処理装置であれば、スキャンしながらほぼリアルタイムに再構成画像が得られる。そのため、スキャンと同時に異常所見の確認が可能である。また、トレード・オフの関係のために、細かい構造物の観察には常に多くの画像雑音を伴う。それとは逆に、低雑音画像では、細かい構造物の異常を認識することが困難である。

非線形再構成法の理論的特徴:
実用化されている非線形再構成法はいくつかあり、以下では共通する特徴について述べる。画像再構成処理が複雑で非線形であるため、再構成画像の画質は非線形挙動を示す。理論的には構造物の輪郭を保持しながら画像雑音を抑制することが可能で、FBP再構成画像より優れた画質の画像を非線形再構成によって得ることが可能である。しかし、本質的に画質を向上させるためには投影データに対する改善処理が必要で、その結果として計算量が多くなる。

非線形再構成法の臨床的特徴:
いずれの非線形再構成画像でも、FBP再構成画像より高画質である。したがって、異常所見の視認が容易である。非線形再構成の際、画質改善処理の強度を調整することができ、高い処理強度に設定すると構造物の輪郭がぼけたり、粒状性がFBP画像からかけ離れたりするなど、質感が大きく変化する。具体的には、過度に平滑化されたり、不自然な粒状の画像になったりする。逆に低い処理強度にすると、輪郭のぼけは緩和されるものの、雑音低減効果が小さくなる。アーチファクトに対しては処理強度に関係なく有効であることがほとんどで、ストリークアーチファクトや金属アーチファクトの抑制が期待できる。現在の臨床検査では、非線形再構成が普及し、標準的に用いられている。

【問2】 出題意図 CT画像の重要な画質評価指標である2つの雑音評価指標の理解度を問う問題である。

【問2】 解答例 standard deviation (SD) は、関心領域内の平均画素値 (平均CT値) からのばらつきをあらわす。SD値が大きいほど高雑音、小さいほど低雑音と評価する。SD値はファントム画像に限らず臨床画像でもCT値が均一な領域に関心領域を配置して測定することができ、簡便に雑音の量を評価できる指標である。他の雑音評価指標と比べたとき、簡便に雑音量を評価できることは大きな利点である。しかしながら、SD値による雑音量の評価では粒状性が評価されないという欠点がある。粒状性の違いは観察対象物の視認性に影響を与えるため、画質評価を行う上で粒状性の違いを評価することが重要である。SD値によって雑音量を評価したとき、粒状性が異なっても同じSD値として測定されることがある。この場合、雑音の量は評価できているものの、評価結果は視覚による評価結果と矛盾する可能性が多分にある。したがって、SD値による雑音量の評価では簡易的に雑音量の違いを評価できるものの、粒状性の異なる画像間の評価には限界がある。

noise power spectrum (NPS) は、雑音画像に設定した矩形の関心領域内のパワー (強度) スペクトルである。関心領域内のトレンドノイズや構造ノイズを除去した後、2次元フーリエ変換することによって2次元NPSが求められる。一般的に2次元NPSは等方性であることから、この性質を利用して円周方向にNPSは値を平均して1次元化して評価する。1次元NPSのグラフの縦軸は雑音強度 (NPS値)、横軸は空間周波数で、NPSは雑音強度を実空間ではなく周波数空間で評価する。周波数空間での評価では雑音が低周波数域に多いのか (粒状の大きい雑音が多いのか)、あるいは高周波数域に多いのか (粒状の小さい雑音が多いのか) を読み取ることができる。したがって、SD値による評価とは異なり、NPSによる評価では粒状性の違いを把握できる。しかしながら、NPSによる評価にも欠点があり、それは測定結果を得るまでの手順が煩雑なことである。SD値はCT装置本体の他、画像ビューワーでも測定できるのに対し、NPSは測定するためのアプリケーションソフトを必要とする。さらに、正確なNPSを測定するためには多数枚の画像から測定した1次元NPSの結果を平均しなければならない。また、測定には均一な材質によって作られたファントムが必要であり、臨床画像からNPSを測定することはできない。このようにNPSは雑音を質的に評価できる利点があるものの、測定に手順を要する。

雑音評価の際は2つの指標を、状況に応じて使用する。すなわち、均一材質ファントムにより雑音の質 (粒状性) の評価が必要な場合にはNPSを使用し、粒状性の違いを考慮せず簡易的に雑音量を評価する場合、あるいは臨床画像の雑音量を評価する場合にはSD値を使用する。このように使い分けることで、雑音を効率的かつ妥当に評価することができる。