

1 ^{99m}Tc -PYP と ^{201}Tl を用いた 2 核種同時収集における CT 減弱補正の精度

深見 光葉¹⁾, 山本 智朗^{1),2)}, 松友 紀和^{1),2)}

1) 杏林大学保健学部診療放射線技術学科

2) 杏林大学大学院保健学研究科診療放射線分野

【目的】 ピロリン酸シンチグラフィは心アミロイドーシスの診断に用いられており, 薬剤分布を正確に評価するために血流イメージングである ^{201}Tl との 2 核種同時収集や CT 減弱補正が利用されている. しかし, CT 減弱補正は単核種収集を対象としており, 2 核種同時収集での精度は明らかにされていない. そこで本研究では, ^{201}Tl と ^{99m}Tc -PYP を使用した 2 核種同時収集に対する CT 減弱補正の精度をファントム実験により検証した

【方法】 SPECT/CT 装置は GE Healthcare 社製 Infinia 8 Hawkeye 4 で, 低エネルギー高分解能型コリメータを使用した. 京都科学社製 JSP 型ファントムと心臓肝臓ファントム HL 型を使用し, ① ^{99m}Tc , ② ^{201}Tl , ③ ^{99m}Tc + ^{201}Tl を封入した. 再構成方法は逐次近似法で, 補正法はコリメータ開口補正, CT 減弱補正, 散乱線補正を使用した. 評価は線減弱係数, プロファイルカーブ, %uptake で行った.

【結果】 線減弱係数は ^{99m}Tc の単核種と 2 核種同時収集, ^{201}Tl の単核種収集ではほぼ理論値だったが, ^{201}Tl の 2 核種同時収集では 0.189cm^{-1} となった. プロファイルカーブは, ^{99m}Tc の単核種と 2 核種同時収集ともに減弱補正を加えることで平坦となり, ^{201}Tl の単核種収集では平坦となったが, 2 核種同時収集では過補正となった. %uptake は ^{99m}Tc の単核種と 2 核種同時収集では同傾向を示したが, ^{201}Tl の 2 核種同時収集では SC の有無で心基部や下壁に変化が生じた.

【結論】 ^{99m}Tc では単核種と 2 核種同時収集ともに高精度で補正できたが, ^{201}Tl では 2 核種同時収集で過補正となった. ^{99m}Tc と ^{201}Tl で 2 核種同時収集を行う際は, ^{99m}Tc からの散乱線を考慮した線減弱係数の設定や散乱線補正の精度向上が必要である.

2 ^{99m}Tc -GSA SPECT におけるバックアップ装置の再構成条件と機能的肝容積の最適 threshold 値の決定

伊藤 良真, 茂木 一樹, 宮司 典明, 山下 康輔,
滝口 智洋, 寺内 隆司

がん研究会有明病院画像診断センター Diagnostic imaging center, Cancer Institute Hospital, Japanese Foundation For Cancer Research

【目的】 当院では ^{99m}Tc -GSA SPECT 検査を単一装置で行っている. 装置の故障等を想定した場合, バックアップ装置の設定は必須となる. したがって本研究では, バックアップ装置としての至適再構成条件ならびに機能的肝容積算出における最適 threshold 値を決定した.

【方法】 ファントムは肝臓ファントムを使用した. 病変を伴った肝臓を模擬するため, 肝臓部に $100\text{kBq}/\text{ml}$ の ^{99m}Tc

溶液を封入し, 病変部には水で満たした 37mm 球を設置した. SPECT 装置は Infinia 3 (GE 社製), バックアップ装置である Symbia Intevo16 (Siemens 社製) を用いた. 画像再構成は OSEM 法を使用し, Infinia の更新回数は 60, Intevo の更新回数は 6 - 180 まで変化させた. 各再構成画像の肝臓部と病変部に 37mm 球と同等の ROI を設置し, 平均カウントならびに標準偏差を測定した. 測定値を用い, 肝臓部の Coefficient of variation (CV) および病変/肝臓カウント比を算出した. また, threshold 値を 10~45% に変化させ, 機能的肝容積を算出し, 実体積と比較した.

【結果】 CV では更新回数 60 = 9.05%, 病変/肝臓カウント比で更新回数 24 = 0.48 となり, Infinia の CV = 8.99%, 病変/肝臓カウント比 = 0.47 に近づいた. 病変/肝臓カウント比は更新回数 30 以上で収束したため, 更新回数 60 を至適再構成条件とした. また更新回数 60 の場合, Infinia の最適 threshold 値 42% に対して Intevo は 37% で実体積に近づいた.

【結論】 当院で使用している Infinia と同等な画質が得られる Intevo の再構成条件は更新回数 60 であり, 機能的肝容積算出における最適 threshold 値は 37% であった.

3 WEB カメラと動体検知ソフトを用いた脳血流 SPECT の体動監視法の検討

奥山 宗生, 石井 巨友, 藤田佳名子, 北村 拓也,
関口 幸二, 小久保 忠, 岩村 太郎, 大久保卓史
東邦大学医療センター 大森病院

【目的】 当院の脳血流 SPECT 検査は 25 分の連続 SPECT 収集 (5 分 × 5 回) を行っている. そして, 各投影データの体動を視覚的に確認した上で加算処理した後, 画像再構成を行っている (従来法). しかし, 体動に気づかずに収集が続いてしまう場合や, 体動方向によっては投影データでの検出が難しい場合がある. そこで WEB カメラと動体検知ソフトを用いた体動監視法 (カメラ法) の有用性を検討した.

【方法】 従来法の体動検出能確認は, ホフマンファントムを 5 分間の SPECT 収集中に, 任意の方向へ 1 回だけ動かして, 体動を起こした投影データを複数作成した. 頭足方向の平行移動では 3mm 刻み, 左右方向の回転移動では 2 度刻み, 顎引き方向の回転移動では 2 度刻みとして, 収集毎に移動量を増加させた. 観察者 8 名で各データを移動量無し of 画像と比較し, 移動方向ごとに検出可能な最小移動量を求めた. カメラ法の体動検出能確認では, ボランティア 3 名を被験者とし, 頭部を動かしたときの WEB カメラによる検出可能な最小移動量を求めた. 被験者は SPECT 装置上に検査時と同体位をとり, 顎先から足側 20cm , 上方 5cm に WEB カメラを設置した. 体動は従来法同様の 3 方向とし, 検出できた最小移動量の被験者間平均を求め, 従来法と比較した.

【結果・考察】 従来法の体動検出限界は頭足方向で 3mm , 左右回転で 8 度, 顎引き回転で 2 度であり, カメラ法では

頭足方向で2.7mm, 左右回転で1.5度, 顎引き回転で1.5度であった。従来法に比べカメラ法は, 左右回転の微細な動きを検出可能なことが確認できた。これは監視するカメラの位置によるものだと考えられる。一方, 頭足方向と顎引き回転の移動では, 従来法とカメラ法に大きな差はなかったが, 投影データのピクセルサイズは3mmであることから, どちらの方法も十分な検出法であると考えられる。

【結論】 カメラ法の体動検出能は従来法に比べて左右回転で特に優れ, 撮像中の体動監視への有用性が確認できた。

4 ^{18}F -FDG PET/CT 検査における微小病変の描出の最適な Gaussian filter の FWHM の検討について

菓子 舞琳, 大脇 由樹, 南島 一也, 正者 瞬, 岡部 幸司

慶應義塾大学病院放射線技術室

【目的】 ^{18}F -FDG PET/CT は病期診断や腫瘍の良悪性の鑑別, 診断再発や転移診断, 治療効果判定などに有用である。しかし肺小結節のような微小病変や小さなリンパ節転移に対して感度が低いといった欠点がある。また微小病変の描出能は体格によっても大きく異なると想定されるため, 本研究ではこれらの微小病変をターゲットとして体格の異なる2つのファントムを用いて最適な Gaussian filter の FWHM を検討した。

【方法】 新生児, 成人の2種類のオリジナルファントムを使用し, 新生児用ファントムには3, 5, 10, 22mmの球体, 成人ファントムには3, 5, 7, 10, 13, 22mm, の球体を装填した。これらは肺病変を模擬し, 球体:バックグラウンドの放射能濃度比が8:1となるようにそれぞれ ^{18}F -FDG 溶液を封入した。SiPM-PET/CT 装置を使用して30分間のリストモード撮像を行い, 2分の収集画像に対して Gaussian filter の FWHM を0 (All Pass), 2, 4, 6, 8mmに変化させた。その他の画像再構成条件は一般的な臨床条件を採用した。物理評価指標として, Contrast noise ratio (CNR) と, Coefficient of variance of the background (CV_{BG}) を求めた。

【結果】 CNR は両ファントムで Gaussian filter の FWHM が All pass で最も高値であり, ほぼ全ての条件で新生児ファントムの方が高値であった。新生児ファントムの FWHM が2mmの時の5mm, 10mm球の CNR は2.19, 9.20であった。成人ファントムでは1.85, 8.04であった。 CV_{BG} は FWHM All Pass, 2mmにおいて成人では11.0%, 9.69%, 新生児では4.27%, 3.52%であった。

【考察】 本研究結果では, ほぼ全ての条件で新生児ファントムの CNR が成人ファントムに比べ高い傾向であった。新生児は体厚が薄く, 散乱線が少ないため成人より高値を示したと考えられる。 CV_{BG} において新生児ファントムでは All pass でも良好な値を示した。成人ファントムでは All pass と FWHM 2mm, 4mmを比較すると CV_{BG} は12%, 38%の減少を認めた。一方で5mm球の CNR は6.6%, 21.4%の減少であった。本研究結果より, 微小病変の描出

において新生児ファントムでは All pass が有効であるが, 成人ファントムでは Gaussian filter の FWHM を2mmないしは4mmに設定することが望ましい。

5 アミロイド PET における PSF 補正無しの Bayesian penalized likelihood 法の再構成パラメータの最適化

濱野 祐光¹⁾, 我妻 慧^{1),2)}, 池本 健佑¹⁾, 鶴来 泰成¹⁾, 中島 幹太¹⁾, 上高 祐人²⁾, 三輪 建太³⁾

1) 北里大学

2) 東京都健康長寿医療センター研究所

3) 福島県立医科大学

【目的】 脳 positron emission tomography (PET) において, point-spread-function (PSF) 補正は定量性が向上するという報告がある一方で, 脳内の薬剤分布を変化させることから慎重な利用が推奨されている。本研究ではアミロイド PET 薬剤である ^{18}F flutemetamol における PSF 補正無しの Bayesian penalized likelihood (BPL) 法の再構成パラメータの最適化を目的とした。

【方法】 ^{18}F flutemetamol を185MBq 投与してから90分後の状態を再現した脳ファントムとプールファントムを Discovery MI (GE Healthcare) で撮像した。それぞれのファントムの収集データを臨床条件 (ordered-subset expectation maximization+time-of-flight, OSEM+TOF), PSF 補正無しの BPL+TOF の2種類で画像再構成した。BPL 法の β は50から1,000まで変化した。脳ファントムの画像から灰白質-白質のコントラスト, プールファントムの画像からノイズ (coefficient of variation: CV), 均一性 (standard deviation: SD) を算出した。脳ファントムに封入した放射能と PET 画像から取得した放射能濃度から, 灰白質および白質の定量性をリカバリ係数として算出した。コントラストとノイズの関係性から最適な β を決定した。

【結果】 β を低くするほどコントラストは増加し, β を高くするほど CV と SD は減少した。コントラストは $\beta < 600$ で PSF 補正無し BPL が OSEM よりも高値を示した。ノイズは $\beta \geq 800$ で PSF 補正無し BPL が OSEM と同程度の値を示した。均一性は $\beta \geq 200$ で PSF 補正無し BPL が OSEM よりも低値を示した。PSF 補正無し BPL と OSEM のそれぞれのリカバリ係数は灰白質で0.83, 0.82, 白質で1.02, 1.06であり, PSF 補正無し BPL のリカバリ係数がより1.00に近く, OSEM よりも定量性が向上した。コントラストとノイズの関係性より PSF 補正無し BPL の最適な再構成パラメータは $\beta = 600$ であった。

【結論】 BPL 再構成のパラメータによるコントラストとノイズ・均一性の変化はトレードオフの関係を示した。PSF 補正無し BPL の定量性は OSEM よりも向上した。コントラストとノイズの関係性より ^{18}F flutemetamol における PSF 補正無し BPL の最適な再構成パラメータは $\beta = 600$ であった。

6 骨 SPECT/CT における骨転移診断のための Z-score 算出ソフトウェアの精度検証

薬師寺 優¹⁾, 三輪 建太²⁾, 福田 翔平¹⁾, 黒須 虹太¹⁾, 山尾 天翔²⁾, 宮司 典明³⁾, 我妻 慧⁴⁾, 西川 祝子¹⁾

- 1) 国際医療福祉大学
- 2) 福島県立医科大学
- 3) がん研究会有明病院
- 4) 北里大学

【目的】 近年, 骨 Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) 画像に対して Standardized Uptake Value (SUV) を用いた定量評価が行われている. しかし, 骨 SPECT 画像の SUV は被検者や部位の違いによって変動することが指摘されている. そこで, 脳血流 SPECT で用いられている解剖学的統計解析法を骨 SPECT 画像に応用することを着想した. 本研究では, 自動的に Z-score が算出可能な骨転移診断ソフトウェアを開発し, Z-score の精度を評価した.

【方法】 骨転移疑いで^{99m}Tc-MDP SPECT 検査を施行した26症例を対象とした. 本研究は倫理審査委員会の承認を得ている. Symbia Intevo (Siemens Healthineers) を使用して, 臨床条件で撮像した. Z-score の測定部位は胸骨とした. Z-score を算出するために必要なノーマルデータベース (NDB) の作成条件は正常データ10人以上かつ SD/mean の割合が40%を超えないこととした.

【結果】 投影データと CT 画像を入力データとし, 自動的に Z-score を算出した. ソフトウェア内で減弱補正, 散乱線補正, 画像再構成, 解剖学的統計解析を可能とする機能を実装した. 骨転移例の Z-score は ± 2 以上となった. しかし, 正常例の中にも Z-score が ± 2 以上となった症例があった. NDB の症例間の標準偏差が大きい場合, 精度が低下すると考える. また, 肋骨部周辺に欠損が認められた. SPECT 画像と CT 画像の収集時の呼吸位相の違いによる肋骨位置のミスマッチにより, ノーマライズ不良が生じたと考える.

【結論】 投影データから自動的に Z-score を算出可能なソフトウェアを開発した. 今後さらに骨転移の鑑別診断の精度向上のため, ソフトウェアの改良が必要である.

7 拡散強調画像における歪み補正法の基礎検討

熊谷 優真¹⁾, 福島 啓太¹⁾, 吉岡 達也¹⁾, 新井 隆弘¹⁾, 与那覇貴之¹⁾, 中西 章仁¹⁾, 國光 健二²⁾, 山本 貴雄²⁾

- 1) 杏林大学医学部付属病院
- 2) キヤノンメディカルシステムズ株式会社

【目的】 SE-EPI 2D において, 静磁場不均一及び渦電流による歪みが問題とされている. 歪み補正の新たな撮像法である Reverse encoding Distortion Correction DWI (以下 RDC DWI) は, 位相エンコード方向を順方向・逆方向とそれぞれ収集して得られた再構成画像において, 互いに同じ量の歪みが生じることを利用し, この歪み量を表すシフトマップを計算することで各画像の歪みを補正すること

が可能となった. 今回, ファントム及び臨床例を用いて画質への影響を検討した.

【方法】 装置はキヤノンメディカルシステムズ社製 Vantage Centurian/ZGO, コイルは32ch ヘッド SPEEDER を使用し, 撮像シーケンスは SE-EPI 2D, TR5730ms, TE 65ms, ETS0.7ms, NAQ 2, rBW1563Hz/pixel, Slice/Gap 5/1 mm, FOV22×22cm², Matrix192×160, b 値1000s/mm², Parallel Imaging (SPEEDER) factor を可変させ, 従来 DWI と RDC DWI で比較を行った. ファントムは一辺140mmの立方体にベビーオイルを封入したもので, 対角線の距離を用いて T2 強調画像との比から歪み率を算出し, SNR を測定した. 臨床例20例に対し, 歪みの程度を 1 : poor, 2 : fair, 3 : good, 4 : very good の4段階スコアで評価し, ADC を測定した.

【結果】 歪み率は Parallel Imaging factor を上げると 1 に近づき, RDC DWI は従来 DWI より高い歪み補正効果を得た. SNR は Parallel Imaging factor を上げると低下したが, 従来 DWI と RDC DWI に有意差はみられなかった. 視覚評価において RDC DWI で高いスコアとなり, ADC に有意差はみられなかった.

【結論】 RDC DWI を用いることで画質を担保したまま, 歪みを補正することができた.

8 3D-gradient sequence における Read&Phase-Projection onto convex sets (POCS) が及ぼす画像特性の検討

篠崎 勇太, 北川 久, 夏井坂智希, 伊藤 隆一, 飯田紀世一, 平川 英滋

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 通常, パーシャルフーリエの使用は k 空間の間引きを行い撮像時間の短縮が可能である. しかし高周波成分が不足しブラーリングおよびボケが発生する. 今回注目した projection onto convex sets (POCS) はパーシャルフーリエされたデータを一度フーリエ変換し作成された画像を再度逆フーリエ変換し元の間引いたデータに充填することで本来のデータに近づける Phase correction 処理技術*である. この技術は 3D-gradient sequence のみ使用可能である. 今回 3D-gradient sequence における read&phase-Projection onto convex sets (POCS) が及ぼす画像特性を明らかにするためにファントムによる検討を行ったので報告をする.

*Phase correction 処理: k 空間中心の phase データを用いて補正する処理

【方法】 MRI 装置は SIEMENS 社製 3.0T 装置 MAGNETOM Vida XT, 受信コイルは Head コイルを使用した. ファントムは NEMA ファントム内のピンファントムを使用し鮮鋭度を測定した. また使用した 3D-gradient sequence は臨床現場で頻繁に使用される VIBE (volumetric interpolated breath-hold examination) 法を用いた. 検討項目としてはパラレルイメージングの ON, OFF の条件

下でPOCS (ON/OFF) と phase partial fourier (Off, 7 / 8, 6 / 8 の3種) を変化させて撮像を行った。得られた画像から各ピンファントムのプロファイルカーブを求め半値幅 (full width at half maximum; FWHM) を用いて鮮鋭度を評価した。

【結果】 位相エンコード方向においてphase partial fourier のステップ数を7 / 8, 6 / 8 に下げたいずれの状態でもPOCSを用いると画質の向上が見られた。

【結論】 POCSはパーシャルフーリエを用いた場合にzero-fillingを使用した再構成とは異なりブラーリングおよびボケを改善しエッジを強調する再構成方法である。

9 3D-gradient sequence における slab-selective phase-encode 法の基礎的検討

植木 悠介, 北川 久, 夏井坂智希, 伊藤 隆一, 飯田紀世一, 平川 英滋

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 一般的に3D-gradient sequence (3D-GRE) シーケンスにおいて励起パルスは特定のスライス面内のプロトンのみを励起するため、選択的パルス (Slab-selective 法: SS 法) を使用する。SS 法ではスライス方向のプロトンを励起するが位相エンコード方向は非選択的励起になるため折り返しアーチファクトを考慮したFOVやOver Samplingの設定が必要となる。ここで、新たに設定が可能となったSlab-Selective Phase-Encode (SSPE) 法が使用可能になった。この手法は位相エンコード方向のプロトンのみを励起するため位相エンコード方向の折り返しアーチファクトが発生しないとされている。また、3D-GRE シーケンスに対し時間短縮を図るため併用されるparallel imaging (PI) のgeneralized auto calibrating partially parallel acquisitions (GRAPPA) 法やcontrolled aliasing in parallel imaging results in higher acceleration (CAIPIRINHA) 法を比較した報告は多くあるがSSPE法を使用した場合の差異についての報告は少ない。そこで今回GRAPPAとCAIPIRINHAを比較しSSPE法の特性に関する基礎的検討を行ったので報告する。

【方法】 MRI装置はSIEMENS社製MAGNETOM Vida XT3.0Tを使用した。自作ファントムを用いてSSPE法を使用した状態でGRAPPAとCAIPIRINHAならびにSlice Over Sampling (SOS) やPhase Over Sampling (POS) を変化させ、折り返しアーチファクト、均一性およびSNRの評価をした。

【結果】 SSPE法を使用したGRAPPAとCAIPIRINHAでは明らかな差異は認められなかった。SOSを増加させるとSlice方向への折り返しアーチファクトが減少するにつれ、位相エンコード方向に対してのアーチファクトが出現した。スライス方向の被写体を全て含んだSlabの状態ではSSPE法を用いた場合、位相エンコード方向へのアーチファクトが出現し、POSを追加するとそれらのアーチファクトは減少した。

【結論・考察】 SSPE法はGRAPPAとCAIPIRINHAには明らかな差異はなく、スライス方向についてはOver Samplingではなく実Slabにて対象を含んだ設定が良いと考えられる。また、位相方向にもアーチファクトが発生しているため、POSを設定した撮像が望ましいと考える。

10 自作ファントムを用いた3D-FLAIRシーケンスにおける造影効果の特性について

田中 星来, 北川 久, 夏井坂智希, 伊藤 隆一, 飯田紀世一, 平川 英滋

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 Fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) シーケンスは水 (脳脊髄液などの自由水) の信号をゼロにしたinversion recovery (IR) 法であり、反転パルスを印加後、水のnull pointにinversion time (TI) を設定して信号を収集する。FLAIR画像は病変検出能が高く、脳室周囲や脳表など脳脊髄液に接した病変の検出においても優れているのは言うまでもない。また、造影効果を用いた2D-FLAIRシーケンスは多くの論文で有用性が報告されている。

本研究では、自作ファントムによるcontrast ratio (CR) の変化より3D-FLAIRシーケンスのパラメータにおける造影効果の特性について検討を行ったので報告をする。

【方法】 使用装置はSIEMENS社製MAGNETOM Vida XT 3.0Tを使用した。造影剤を用いた希釈濃度の異なる4つのファントムと灰白質を模擬したファントムを作成した。上記のファントムを用いて3D-FLAIRを撮像し、TE、Turbofactor (TF) を変化させた。また、それぞれのパラメータにおいてRESTOREを用いて撮像を行った。尚、撮像の際は上記パラメータ以外の条件は可能な範囲で同一のものとした。得られた画像のファントムの測定値よりCRを算出し特性の検討を行った。

【結果】 TEを変化させたときのCRの変化は、TEの延長にともない低下する傾向を示した。またTFを変化させたときのCRの変化はTFの延長にともない向上する傾向を示した。どちらのパラメータに関してもRESTOREの有無では大きなCRの変化は見られなかった。

【結論】 ファントムによる検討では、TEは短く、TFの延長にともなってCRが高い結果となり、3D-FLAIR画像の造影効果において有用であることが示唆された。

本研究では実際の人体の画像での検討を行っていないため、今後は臨床画像での検討を重ね、3D-FLAIRの臨床的有用性を検討する必要がある。

11 Arterial Spin Labelingを利用したVessel-selective 4D-MRAにおける撮像パラメータと血管描出能に関する基礎的検討

鈴木 康平, 川西 啓太, 福澤 圭, 大木 まみ,
吉原 千治, 田野 政勝

国家公務員共済組合連合会 虎の門病院 放射線部

【目的】 Arterial spin labeling (ASL) の技術を利用した Vessel-selective 4D-MRA (VS 4DMRA) は脳血管の血行動態を選択的に観察することが可能な手法である。一方で、撮像条件の変更が画質に与える影響についての詳細な報告は少ないため、撮像時間短縮などが容易に行えない現状である。今回、血管描出能を損なわず撮像時間を短縮するための撮像条件の検討を流体ファントムによって行った。

【方法】 使用装置は Ingenia 3.0T (Philips 社製)。脳動脈を模擬した塩化ビニール樹脂製模擬血管 (内径 8mm) に水中ポンプを繋ぎ、流速約 40cm/s で水道水を還流させながら VS 4DMRA を撮像した。検討項目として TFE factor と EPI factor を変化させた。また shot duration の延長や flow compensation (fc) の有無についても検討を行った。臨床で使用している TFE factor 13, EPI factor 5, label 厚 30mm を基準画像とし、パラメータ変更に伴う模擬血管の描出能を観察した。これらの検討を label 厚 15mm としてラベルされる流体量を減らした影響も確認した。

【結果】 TFE factor を高く設定すると撮像時間は短縮するが背景ノイズが増加することで遠位部の模擬血管描出能が低下した。EPI factor も同様に高い設定値ほど撮像時間が短縮したが TE の延長を招くため、歪みやアーチファクトが増加し模擬血管径が過小評価となった。fc の有無については模擬血管の描出能に大きく影響が見られなかった。撮像時間の短縮には TFE factor と EPI 両方を少しずつ高く設定し、fc 無しとして TE を短縮する方法が適していると考えられた。ただし、同一パラメータであってもラベルされる流体量を減らした場合は模擬血管遠位部の描出が難しくなるため、撮像時間短縮は対象の流体量や血管径を考慮して設定する必要がある。

【結論】 Arterial spin labeling (ASL) の技術を利用した VS 4DMRA では、TFE factor および EPI factor の設定によって撮像時間短縮が可能であるが、撮像対象の血行動態を十分に考慮して行う必要がある。

12 福島第一原子力発電所事故後の千葉県東葛地区の空間線量率の推移

伊達 優介¹⁾, 井上 一雅¹⁾, 清水 秀雄²⁾, 笹岡 大²⁾,
高島 賢¹⁾, 福士 政広^{1),2)}

- 1) 東京都立大学
- 2) つくば国際大学

【目的】 福島第一原子力発電所事故によって飛散した大量の人工放射性核種が風向きや降雨の影響で東日本全域に渡って拡散した。千葉県北西部に位置する東葛地区では、事故以前と比較して著しい空間線量率の上昇が観測された。

所属研究室では、2015年に東葛地区全域において環境調査を実施しており、2021年に新たに調査した結果と比較することで空間線量率の推移および沈着した人工放射性核種の動態について検討した。

【方法】 走行サーベイ法および定点測定法により千葉県東葛地区の環境調査を実施した。走行サーベイ法により得られた計数率 (cps) を定点測定法により算出した線量率変換係数を用いて空間線量率 (nGy/h) に換算し、地区内の空間線量マップを作成した。また、得られたエネルギーベクトルより天然および人工放射性核種由来の空間線量率に分離して検討を行った。

【結果】 走行サーベイ法によって算出された2021年の平均空間線量率は 51 ± 10 nGy/h であった。定点測定法によって得られた平均空間線量率は 52 ± 10 nGy/h であった。また、得られた天然および人工放射性核種由来の平均空間線量率はそれぞれ、 45 ± 10 nGy/h, 7 ± 8 nGy/h であった。

【考察】 2015年の調査結果と比較し、2021年の平均空間線量率は25%、人工放射性核種由来の平均空間線量率は70%の減少が確認された。アスファルト上に沈着した人工放射性核種は主に風化により空間線量率の減少が起こるが、減少率が一律でないため国道のアスファルト補修工事も空間線量率の低減に寄与していると考えられた。

13 大阪市内の下水道処理場における人為起源ガドリウム濃度の実態調査

磯田 凌¹⁾, 井上 一雅¹⁾, 高島 賢¹⁾, 福士 政広^{1),2)}

- 1) 東京都立大学
- 2) つくば国際大学

【目的】 大阪市内の12施設における下水中の Gd 濃度を誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) により定量評価し、人為的要因に起因する Gd の存在を明らかにすることを目的とした。

【方法】 大阪市内の下水道処理場12施設において、流入水及び放流水を採水し、メンブレンフィルタ等を用いて前処理を行い有機物の除去をした後に、ICP-MSを用いて対象元素の分析を行い Gd 濃度の定量を行った。

【結果】 希土類元素の存在パターン解析から、Gd のバックグラウンド濃度に対する試料中の Gd 濃度 (Gd/Gd*) が全試料において $Gd/Gd^* = 1.4$ の基準を超える値となり、人為的な介入により Gd 濃度が上昇したと考えられた。12施設の Gd 濃度の範囲は、流入水で 7.2–57.5ppt、放流水で 7.7–105.1ppt であり、下水処理工程が進むにつれて Gd 濃度が上昇した。これは、下水処理工程が進むにつれて Gd を除く軽希土類元素が沈殿除去され、処理水量の減少による Gd の濃縮が生じたためと考えられた。

【結論】 大阪市内の下水処理施設に流入する下水中に高濃度な Gd が含まれていることを確認した。下水中の Gd の上昇は、希土類元素の存在パターン解析から Gd 造影剤に起因した人為的な介入による結果であると考えられる。加えて、下水処理の過程において、Gd が沈殿除去されずに

河川等に放流されていることを確認した。

14 福島第一原子力発電所事故後における東京都23区内の空間線量率の推移

吉村 壮人¹⁾, 井上 一雅¹⁾, 高島 賢¹⁾, 清水 秀雄²⁾, 窪岡 大²⁾, 福士 政広^{1),2)}

- 1) 東京都立大学
- 2) つくば国際大学

【目的】 福島原発事故より10年が経過した東京都23区内において、同一測定条件で走行サーベイ法および定点測定法を用いて空間線量率調査を実施した。これまでの研究により得られた空間線量率をまとめ、東京都23区内の空間線量率の推移について報告する。

【方法】 東京都23区内において走行サーベイ法および定点測定法を用いて空気吸収線量率 (nGy/h) を算出した。走行サーベイ法では、NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータを車内中央部に地上面より1 mの位置に設置し、走行しながら30秒毎に車内における計数率 (cps) を測定した。同時にGPSを用いて測定地点の緯度および経度を記録した。定点測定法では区内25地点において、車内で2分間、車外で10分間、30秒ごとに計数率 (cps) を測定した。これらの計測により得られた車内外計数率の相関関係から車体による遮蔽の影響を補正した。

【結果】 走行サーベイ法によって得られた2020年の平均空間線量率は 59 ± 8 nGy/hであった。定点測定法により得られた人工放射性核種由来の東京都23区内の平均空間線量率は 3 ± 3 nGy/hであった。

【結論】 人工放射性核種由来の空間線量率は、2014年からの線量率の減少率は49%、21%、18%と減少傾向を示しているが、減少率は低下傾向にある。福島原発事故後10年が経過した時点において、線量寄与率の高いCs-134の大部分は減衰しており、長半減期核種であるCs-137が主体となっていることから、今後も緩やかな減少と予想される。走行サーベイ法はアスファルト舗装道路上を走行しながら計測するため、計測結果は主としてアスファルト上および道路周辺に存在する放射性核種由来の放射線量を計測している。放出された人工放射性核種はアスファルトなどの人工構造物に強固に付着していることが考えられ、この結果、線量率分布に大きな変化を示さなかったと推測される。

15 沖縄県石垣市における空気吸収線量率の調査

富里 瑞希¹⁾, 井上 一雅¹⁾, 高島 賢¹⁾, 福士 政広^{1),2)}

- 1) 東京都立大学
- 2) つくば国際大学

【目的】 沖縄県石垣市において、走行サーベイ法および定点測定法を用いて島内全域の空気吸収線量率を調査した。

【方法】 2021年10月23日から2日間にわたり、自動車を用いた走行サーベイ法および島内10地点における定点測定法により空気吸収線量率を計測した。走行サーベイ法では、NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータを車内に設

置し、30秒毎に車内における計数率を測定した。加えて、島内10地点において、車内で2分間、車外で10分間、30秒毎に計数率を測定し、車内外計数率の相関関係から車体による遮蔽の影響を補正した。また、車外で得られた波高分布を22行×22行の応答行列法によりアンフォールディングし、算出した全線量率 (nGy/h) と車外計数率との相関関係より、線量換算係数を算出した。その後、天然放射性核種 (⁴⁰K, ²³²Th 系列, ²³⁸U 系列) の放射能濃度を算出した。

【結果】 走行サーベイ法によって得られた島内全域の平均空気吸収線量率は 19 ± 4 nGy/hであった。定点測定法によって得られた平均空気吸収線量率は 21 ± 5 nGy/hであった。また、天然放射性核種の濃度は⁴⁰Kで 176 ± 45 Bq/kg, Th 系列で 8 ± 4 Bq/kg, U 系列で 19 ± 4 Bq/kgであった。本結果をもとに算出した島内の実効線量は0.14mSv/yであった。

【考察】 石垣島の空気吸収線量率分布は花崗岩が主たる基盤地質である於茂登岳を中心とした山岳部で高い傾向を示した。また、沖縄県特有のサトウキビ栽培に関連した肥料の影響も空間線量率分布に反映されていた。計測した線量率から算出した年実効線量は0.14mSvであり、大地ガンマ線に起因した国内平均実効線量の52%であった。

16 東京都葛飾区における環境放射線量の推移

木本 遥都¹⁾, 井上 一雅¹⁾, 高島 賢¹⁾, 福士 政広^{1),2)}

- 1) 東京都立大学
- 2) つくば国際大学

【目的】 福島第一原子力発電所の事故により大量の人工放射性核種が環境中に放出され、葛飾区の空間線量率は東京都内で最も高い値を示した。本研究は、2021年3月に実施した区内の環境放射線量の調査結果を過去の調査結果と比較することで人工放射性核種の推移を報告する。

【方法】 東京都葛飾区において走行サーベイ法および定点測定法を用いて空間線量率 (nGy/h) を算出した。走行サーベイ法では、NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータを車内に設置し、区内の主要道路を走行しながら30秒毎に車内における計数率 (cps) を測定した。同時に、GPSを用いて測定地点の緯度および経度を記録した。定点測定法では、区内の13地点において、車内で2分間、車外で10分間、30秒毎に計数率 (cps) を測定した。これらの計測により得られた車内外計数率の相関関係から車体による遮蔽の影響を補正した。さらに、行応答行列法を用いて天然放射性核種由来の空間線量率と人工放射性由来の空間線量率をそれぞれ算出した。

【結果】 走行サーベイにより算出された葛飾区内の平均空間線量率は、 58 ± 10 nGy/hであり、2015年の調査結果に比べて約11%減少した。しかしながら、原発事故以前と比較すると約1.5倍の線量率であった。人工放射性核種に起因した平均空間線量率は、 9 ± 6 nGy/hであり、2015年の調査結果に比べて約64%減少した。

【結論】 東京都葛飾区内の空間線量率は、風化の影響を受

けて物理的半減期よりも早く減少していることが明らかとなった。人工放射性核種由来の空間線量率は、短半減期核種である¹³⁴Csの寄与率が大きく迅速に減衰したが、今後は長半減期核種である¹³⁷Csの寄与率が大きくなるためこれまでよりも緩やかに減衰していくことが予想される。したがって、今後も継続的な調査が必要であると考えられる。

17 造影剤低減を目的とした低管電圧撮影と仮想単色X線画像の比較

原島 豊和¹⁾, 藤村 耕平²⁾, 佐藤 靖高³⁾, 高野 唯史⁴⁾, 望月 純二⁵⁾

- 1) 青梅市立総合病院
- 2) 東京医科大学八王子医療センター
- 3) 公立福生病院
- 4) みなみ野循環器病院
- 5) 日野市立病院

【目的】 CTによる造影剤の低減には、低管電圧撮影やDual Energy CTから得られる低エネルギー仮想単色X線画像(Virtual monoenergetic image:VMI)を用いることで可能であることが知られている。また、Deep Learningを用いた画像再構成法(Deep Learning Imaging Reconstruction:DLIR)は従来の画像再構成と比較し、様々な有用性が期待されている。本検討の目的は、低管電圧画像と低エネルギーVMIの造影剤低減効果および画像特性について基礎的検討を行うことである。

【方法】 CT装置はRevolution CT With Apex edition (GE社製)を使用し、検討画像は管電圧120kVp, 80kVpとVMI 40keV画像とした。再構成法は、filtered back projection (FBP), 逐次近似応用画像再構成法(ASiR-V 50%), DLIR (TFI: True Fidelity Image-High)とした。検討対象は120kVpでCT値180HUとなる希釈造影剤を電子密度画像ファントムに挿入しcontrast noise ratio (CNR)とcircular edge法によるtask transfer function (TTF)を計測した。また水ファントムよりnoise power spectrum (NPS)を測定し、TTF²/NPSよりsystem performance (SP)を算出した。

【結果】 CNRは、すべての画像でTFIによる再構成画像が高値となった。画像による比較では40keVが最も高く70.1となり次に80kVpは54.0であった。TTFは、各画像とも再構成法による変化は認めなかった。また、120kVpと比較し80kVpは大きな変化は認めなかったがVMI40keVは低値を示した。NPSはFBPを基準にすべての画像で低値を示したが、ASiR-Vと比較しTFIのノイズ低減効果が強かった。また、VMI40keVは低空間周波数領域で高値を示した。120kVpと80kVpのTFIに大きな差は認めなかった。SPの結果、最も良い値を示したのは80kVpのTFIであった。

【考察】 CNRはTFIを用いることで低管電圧80kVpと比較しVMI40keVが良い傾向を示し、造影コントラストの上昇が期待できる。しかし、VMI40keVはTFIを用いて

もノイズの上昇と空間分解能の低下が懸念される。そのため、TFIを用いた造影剤低減を図る際は、検査目的や対象に応じて低管電圧と低エネルギーVMIを使い分けることが必要であると考えられる。

【結論】 造影剤低減を目的としたCT撮影では、TFIによる画像再構成を選択することで従来の画像再構成と比較し、高い造影効果を得られることが示唆された。

18 デジタルチルト画像とMPR再構成画像の画質評価

高野 唯史¹⁾, 遠畑 陽悠¹⁾, 大澤 満¹⁾, 佐藤 靖高²⁾, 藤村 耕平³⁾, 原島 豊和⁴⁾, 望月 純二⁵⁾

- 1) 日野市立病院
- 2) 公立福生病院
- 3) 東京医科大学八王子医療センター
- 4) 青梅市立総合病院
- 5) みなみ野循環器病院

【目的】 Revolution Maxima (GE社製)ではガントリチルトせずに、撮影範囲選択時に±30°の範囲内でチルト画像を得られるデジタルチルト画像の取得が可能である。ガントリが動くことを待たずに基準線に合わせることが可能であるため、検査ワークフローの向上が見込まれる。一方でデジタルチルト画像はスキャン方法が通常と異なる。そこで我々は、デジタルチルト画像の画像特性について評価した。

【方法】 検討はノイズ特性の評価として、直径21cmの水ファントムを使用しSDとnoise power spectrum (NPS)を計測した。また、空間分解能評価にLinearEdgeファントム(京都化学社)を使用しtask transfer function (TTF)を計測した。また、TTF²/NPSよりsystem performance (SP)を算出した。検討対象はデジタルチルト画像とスライス厚0.625mmのデータからMPRを作成し、頭尾方向に5°, 10°, 15°, 20°傾斜した画像とした。

【結果】 SDは、MPR画像と比較しデジタルチルトではすべての画像で高値を示し約2HU上昇した。NPSにおいてもMPR画像がすべての空間周波数において低値を示した。また、それぞれの角度による差はみられなかった。TTFはデジタルチルトを5°傾斜した画像が最も高値を示したが、他のデジタル画像とMPR画像には角度による大きな差は認めなかった。SPはMPR画像がデジタルチルト画像に対し高値を示した。

【考察】 SD及びNPSの結果より、デジタルチルト画像はMPR画像に対しノイズが増加する可能性がある。また、TTFの結果よりデジタルチルトとMPR画像では空間分解能に大きな差は生じなかった。これらの結果より、デジタルチルト画像は従来作成していたMPR画像と比較してノイズ特性の変化が生じる可能性が示唆された。

【結論】 デジタルチルト画像は、MPR画像に対し画像特性は変化しノイズは増加することが考えられる。しかし、検査のワークフロー向上が必要となる救急医療や高度円背の症例において有用性はあるため、検査ごとに適応を考慮

することが必要になると考える。

19 Deep Learning 再構成を用いた仮想単色 X 線画像の画像特性について

佐藤 靖高¹⁾, 原島 豊和²⁾, 藤村 耕平³⁾, 望月 純二⁴⁾

- 1) 公立福生病院
- 2) 青梅市立総合病院
- 3) 東京医科大学八王子医療センター
- 4) みなみ野循環器病院

【目的】 Dual Energy CT から得られる仮想単色 X 線画像 (Virtual monoenergetic image: VMI) には造影剤減量などの有用性があるが, 従来画像と比較し画像特性の変化が懸念されている。その背景のなか Deep Learning を用いた画像再構成法 (Deep Learning Imaging Reconstruction: DLIR) が VMI においても適応可能となった。そこで我々は VMI の臨床利用を目的に, DLIR と従来の画像再構成手法による VMI の画像特性の違いを評価した。

【方法】 CT 装置は Revolution CT with Apex edition (GE 社製) を使用した。検討画像は VMI: 70keV, 60keV, 50keV, 40keV とし再構成法は, filtered back projection (FBP), 逐次近似応用画像再構成法 (ASiR-V 50%), DLIR (TFI: True Fidelity Image-Low) とした。それぞれの画像に対し, circular edge 法による task transfer function (TTF), および noise power spectrum (NPS) を測定した。また, TTF²/NPS より system performance (SP) を算出した。

【結果】 TTF は VMI の各エネルギーにおいて再構成法による変化は認めなかったが, VMI のエネルギーによる比較では, エネルギーが低いほど TTF は低値を示した。NPS は各エネルギーで TFI は FBP と比較しすべての空間周波数で同程度の低下を示した。ASiR-V は低空間周波数領域では FBP と同程度の値を示したが, 0.3cycles/mm より高い空間周波数で TFI と同程度の値を示し FBP と比較し低減効果があった。SP は TFI が最も高い値を示した。

【考察】 TTF の結果より, VMI のエネルギーが低くなるほど空間分解能は低下しているが, 再構成法の違いによる差は小さいと考える。NPS は FBP と比較し ASiR-V と TFI はノイズの低減効果があるが, TFI は ASiR-V と比較し, 特に低空間周波数領域において高い効果があった。従来の再構成では 40keV などの極端に低いエネルギーの画像では低周波ノイズが生じることで, 画像の質感の変化に影響を及ぼすとの報告があるが, TFI にはその課題を克服できる可能性が期待できる。

【結論】 本検討より, VMI は画像再構成法によって画像特性は変化し, 特に TFI による再構成が有用であることが示唆された。

20 Ag Additional Filter の出力線量に関する基礎的検討

川本 圭晋, 佐藤 英幸, 稲毛 秀一, 横田 卓也, 工藤 晃, 范 睿恒, 木暮 陽介

順天堂大学医学部附属順天堂医院

【目的】 キヤノンメディカルシステムズより, 低線量肺がん検診をターゲットにした Ag additional filter が登場した。Ag additional filter は, 低エネルギー帯の X 線成分をカットし高エネルギー側へシフトすることで, 大幅な被ばく低減を実現できるとされている。しかし, Ag additional filter を使用したときの出力線量の挙動に関する報告はない。そこで, Ag additional filter が出力線量に与える影響について検討した。

【方法】 X 線 CT 装置は Aquilion ONE PRISM Edition (Canon Medical Systems) を使用した。管電圧は 120kVp 及び Ag additional filter 入り 120kVp とし, 管電流は AEC (設定 SD23), 焦点サイズは大焦点を使用した。回転速度は管電流が上限値に達して頭打ちにならないように調整した。ファントムは 32cm の CTDI 測定用アクリルファントムを用意し寝台上に配置した。Piranha X 線 QA アナライザの CT Dose Profiler をファントム内に挿入し, 中心と辺縁 4 点 (12 時, 3 時, 6 時, 9 時方向) の吸収線量及び, 体軸方向の中心吸収線量率をそれぞれ 5 回ずつ測定した。

【結果】 CT コンソール上に表示された CTDI_{vol} は, Ag additional filter なしで 7.0mGy, ありで 6.7mGy であった。管電流時間積の平均値は, Ag additional filter なしで 127 mAs, ありで 511mAs であった。実測した吸収線量は, Ag additional filter なしと比べて, ありの 12 時方向で, 最大 38% の吸収線量の低減が見られた。中心と辺縁の吸収線量から算出した実測の CTDI_{vol} は Ag additional filter なしで 7.8mGy, ありで 6.2mGy であった。体軸方向の中心吸収線量率は, Ag additional filter を使用することで顕著に低下した。

【結論】 CTDI 測定用アクリルファントムを用いて, Ag additional filter の出力線量を調べることができた。CT コンソール上に表示された CTDI_{vol} 以上に, 実測の CTDI_{vol} の方が Ag additional filter による低減効果を確認することができた。また, その線量分布の低減効果は均一ではなく, 面内及び体軸方向によって異なることが確認された。Ag additional filter を使用することは, 大幅な被ばく低減を実現できると考える。

21 冠動脈 CT 領域における分割再構成のノイズ評価

長濱 立樹, 南里 博克

東京医科大学八王子医療センター

【目的】 320 列面検出器 CT にて冠動脈 CT を行う際, 分割再構成時に心拍数の選択によって SD 値が変化することを経験した。そこで本研究では half 再構成時よりも高い時間分解能を有する分割再構成時において, 撮影心拍数,

使用心拍数の違いによる時間分解能とSD値の変化の関係について評価することを目的とした。

【方法】 CT装置は、Aquilion ONE（キヤノンメディカルシステムズ社）、心電図計はIVYカーディアックトリガーモニター、ファントムは円柱型（19cmφ）の水ファントムを用いた。撮影は心電図同期 volume scan にて行い、撮影条件は管電圧120KV、AEC設定はスライス厚0.5mm、SD 20、管電流50mA～750mAに設定した。心拍数については、60～120bpm間を5bpm毎に変化させ、回転速度は心拍数毎に0.275、0.3、0.32、0.35、0.4sec/rotでそれぞれ撮影を行った。撮影毎に表示される時間分解能を記録した。撮影心拍数は60から80bpmまでを2心拍分、85～105bpmまでを3心拍分、110～120bpmまでを4心拍分とした。撮影データに対しhalf、分割再構成で、使用心拍数の組合せも変えて再構成した。SD値計測は画像の中心部およびその周辺部上下左右の計5点にROIを置き計測し、平均値を算出した。

【結果】 撮影心拍数と使用心拍数が同じ場合のSD値は時間分解能が速いほど高くなる傾向が得られた。しかし、撮影心拍数が3、4心拍時において、2分割再構成を用いた際の選択心拍数の組み合わせが1・3心拍目、1・4心拍目、2・4心拍目の組み合わせではSD値が心拍数と回転速度に関わらず20となり、half再構成のSD値とはほぼ同等の値になった。

【考察】 分割再構成時のSD値は使用心拍数が均等に分割されている場合は時間分解能が最も速いが高くなり、均等に分割されていない場合は時間分解能が劣るが使用心拍数の重なりが多くなりSD値が低くなると考えられる。

22 異なるCT装置間での逐次近似応用再構成による線量低減に関する検討

藤村 耕平¹⁾、高野 唯史²⁾、佐藤 靖高³⁾、原島 豊和⁴⁾、望月 純二⁵⁾

- 1) 東京医科大学八王子医療センター
- 2) 日野市立病院
- 3) 公立福生病院
- 4) 青梅市立総合病院
- 5) みなみ野循環器病院

【目的】 CT装置の逐次近似応用再構成(Hybrid Iterative Reconstruction: HIR)は画像ノイズを低減させることにより線量低減が可能であり、広く臨床利用されている。しかし、HIRは強度、種類によって画像ノイズの周波数特性が変化することが知られている。そこで我々はGE社のHIRであるASiRとASiR-Vを搭載した新旧2つの装置間において、頭部単純CTの線量低減を目的としたノイズ特性の違いについて評価した。

【方法】 検討はGE社のRevolution MaximaでASiR-Vを、Optima CT660ProではASiRを再構成し対象とした。方法はノイズ特性評価としてCatphan CTP600(Phantom Laboratory社)を用いnoise power spectrum(NPS)を

計測した。撮影条件は設定SDを3.1、3.25、3.4とし、再構成はFBP(Filter Back Projection)とHIRブレンド率を10、20、30、40%と変化させ、各装置で比較検討した。

【結果】 両HIRともにブレンド率を上げるにつれて、特に中から高空間周波のNPSが低下し、低空間周波側は変化が見られなかった。しかし、ブレンド率の変化によるピーク周波数のズレは装置間で違いが見られ、ASiRに比べASiR-Vはピークシフトが緩やかであった。また、両画像を同一の設定SD下でNPSを比較すると、同じピーク周波数を示すブレンド率は10%程度の相違が見られた。さらにOptimaで臨床使用している条件である、設定SD3.1、ASiR20%と同様の傾向を示すMaximaの条件は設定SD3.4、ASiR30%であった。

【考察】 本検討から両装置のHIRはノイズ特性に違いがあり、特にNPSのピーク周波数の違いが指摘できる。これはFBPと比較し画像の質感の違和感を生じさせる原因となる可能性がある。そのため、HIRを用いた頭部単純CTの線量低減を図る際には、Optimaに比べてMaximaはブレンド率を10%強い設定まで使用できる可能性がある。よって、頭部単純CTにおいてASiR-VはASiRと比べ5～10%低下した設定SDにすることにより、大きなノイズ特性の変化を伴わず線量低減することが可能であると考えられる。

【結論】 頭部単純CTを想定した場合、ASiR-VとASiRはノイズ特性が変化し、ASiR-Vの線量低減効果が高い可能性が示唆された。

23 異なるDual Energy CT装置における被写体厚がヨード計測値に与える影響

白倉 響¹⁾、遠藤 和之¹⁾、南里 博克²⁾、藤村 耕平²⁾、丹羽 辰徳³⁾、鷲塚 冬記⁴⁾、望月 純二⁵⁾

- 1) 東海大学医学医部付属八王子病院
- 2) 東京医科大学八王子医療センター
- 3) 榊原記念病院
- 4) 東邦大学医療センター大森病院
- 5) みなみ野循環器病院

【目的】 Dual Energy CT(DECT)から得られるヨード値は、組織や目的病変の造影効果の判定が可能であり臨床的有用性が知られている。しかし、その計測値の精度はDECTの撮影法や解析手法によって異なることが予想される。また、臨床使用時には被写体厚の変化による影響も考えられる。そこで我々は異なるDECT装置を用いて、被写体厚の変化がヨード計測値に与える影響について検討を行った。

【方法】 DECT装置はRevolution Frontier(GE)、IQon Spectral CT(Philips)、Aquilion ONE PRISM Edition(Canon)、SOMATOM Drive(SIEMENS)を使用した。ファントムはMercury 4.0 Phantomを用いて、iodin 10mg/mlを検討対象とした。撮影条件はCTDI_{vol}を同一としファントム径16、21、26、31、36cmを撮影した。計測はiodine densityを用いてヨード値を計測し各装置間で比較

検討した。

【結果】 各被写体厚においてヨード値の計測値はSIEMENSが最も高く、Canon, GE, Philipsの順で低値を示した。各被写体厚における真値との誤差率はGEが最も小さく、Canon, Philips, SIEMENSの順で大きくなった。また、SIEMENSとPhilipsは被写体厚が増すほど真値からの誤差も増加する傾向を示したが、CanonとGEでは被写体厚の変化によりヨード計測値に大きな変化を認めなかった。

【考察】 ヨード計測値が真値に近く被写体厚の変化による影響が少ないCanonとGEではSwitching方式とRaw data baseの解析を行っている装置であり、両装置は同等の値を示し計測精度が高かったと考える。PhilipsではRaw data baseの解析を用いているが、Dual layer方式でありSwitching方式よりビームハードニングの影響を受けやすいため、被写体厚の影響が最も大きくなったと考えられる。SIEMENSではエネルギーセパレーションが高く被写体厚の影響もSwitching方式と同等であったが、Image data baseの解析が行われているため真値との誤差は最も大きくなったと考える。

【結論】 ヨード値の被写体厚による影響はDECTのScan方式と解析方式によって変化することが示唆された。本検討より地域医療連携においてDECTのデータ共有を行う際に、ヨード計測値の扱いには注意が必要であると考えられる。

24 低線量肺がんCT検診撮影における、Deep Learning Reconstructionの有用性について

林 晃希¹⁾, 原 俊介¹⁾, 松本 渉¹⁾, 薄井 裕美¹⁾, 中井 雄一^{1),2)}, 高橋 俊行^{1),2)}, 加藤 京一^{2),3)}

- 1) 昭和大学横浜市北部病院 放射線技術部
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 学校法人 昭和大学 統括放射線技術部

【目的】 低線量肺がんCT検診（以下、肺がんCT検査）は、肺がんCT検診認定機構よりCTDI_{vol}を2.5mGy以下で撮影することが推奨されている。現在、当院での肺がんCT検査では、逐次近似応用再構成法（Adaptive Iterative Dose Reduction 3D：以下AIDR 3D）を使用し、被ばくの低減に努めている。近年、当院に新たに導入されたCT装置には、Deep Learningを使用した画像再構成技術（Advanced intelligent Clear-IQ Engine：以下AiCE）が搭載されている。AiCEは空間分解能を維持したまま、ノイズを選択的に除去することが可能とされている。このAiCEを使用したノイズ低減に関する報告は多数存在するが、肺がんCT検査に応用した報告はない。そこで、肺がんCT検査においてAiCEを使用することで画質向上および更なる低線量化が可能か検討を行った。

【方法】 Catphanファントムを管電圧は一定、管電流のみを変化させ撮影し、AIDR 3D, AiCEで画像再構成を行った。AiCEは強度を3段階に変化させて画像再構成を行った。得られた画像のNoise Power Spectrum（以下NPS）、Task-based Transfer Function（以下TTF）の測

定を行い、物理評価を行った。次に模擬結節を封入した胸部ファントムを使用し、管電圧は一定とし、管電流および再構成関数を変化させた際の視覚評価を行った。その際、当院の肺がんCT検査で使用しているAIDR 3Dで再構成を行った画像を基準として評価を行った。

【結果】 NPSでは、AiCEはAIDR 3Dに比べ、すべての強度で小さい値となった。また、強度が高くなるにつれてノイズの低減量が大きくなった。一方TTFでは、すべての強度でAiCEはAIDR 3Dより低下し、強度が高くなるにつれて低下した。しかし、管電流を低減した際のTTFの変化率はAIDR 3Dに比べAiCEの方が少なかった。

視覚評価では、管電流を低減させた画像においても、AiCEを使用することで基準画像と同等以上の結果を得た。

【結論】 AiCEを用いることで、画質を担保しつつ従来のAIDR 3Dよりも更なる低線量化が可能であることが示唆された。

25 乳房プレートファントムを用いた胸部X線正面画像における乳房と体厚の基礎的検討

西澤 美穂¹⁾, 森田 康介¹⁾, 木村 小春¹⁾, 堀内 悠平¹⁾, 吉田 彩子¹⁾, 谷畑 誠司¹⁾, 遠藤 健二²⁾

- 1) 東京女子医科大学病院 中央放射線部
- 2) 東京女子医科大学病院 画像診断・核医学科

【背景・目的】 京都科学社製の乳房プレートは、女性の胸部X線撮影における乳房の吸収、乳頭の画像に与える影響を再現することを目的に開発された。女性の乳房は、胸部X線画像に障害陰影として描出され、診断能に影響を与える可能性がある。そこで、乳房プレートおよび体厚プレートを用いて、乳房や体厚が撮影線量、画像、診断能に与える影響について検討した。

【方法】 胸部ファントム、乳房プレート、体厚プレート2枚を用いて体厚を6パターンに変化させ、管電圧120kVと130kVにてS値を一定にした場合とmAs値を1mAsと2mAsにした場合で撮影した。また各撮影条件を半導体検出器を用いて入射表面線量を測定した。1. 各体厚における撮影線量、S値、入射表面線量を比較した。2. 撮影画像の差分を行い、放射線科医師1名、診療放射線技師3名で視覚評価を行った。

【結果】 1. S値を一定にした場合、体厚が厚くなるにつれ、撮影線量は増加した。また管電圧130kVの方が、入射表面線量は低下した。mAs値を一定にした場合、体厚が厚くなるほどS値は上昇した。2. 乳房の有無で差分した画像を比較すると、乳房陰影が描出され障害陰影となる傾向がみられた。また管電圧による乳房陰影の差は見られなかった。

【考察】 管電圧で比較した場合、120kVと130kVでは、乳房陰影、視覚評価に差がなかった。また、体厚が厚くなるほど、S値が上昇し、粒状性が低下した。1mAsと2mAsでは、130kVの方が視覚評価が高かった。130kVの方が入射表面線量が少ないことから、この研究においては、管

電圧130kVで撮影するほうが適切と考えられる。また乳房が障害陰影となるため、管電圧、mAs値を考慮して撮影する必要がある。

【結論】 乳房や体厚は胸部X線正面撮影に撮影線量増加や画像、診断能に影響を与える可能性が示唆された。

26 透視装置におけるコリメータを用いた視野移動の解像度および線量評価

吉野 侑里, 中山 径生

東京女子医大八千代医療センター

【目的】 当院には2021年8月、キヤノンメディカルシステムズ社製のオーバーテーブル型透視装置が導入された。本装置の特徴として、寝台及び映像系の機械的な動作を伴わず、コリメータの動作によりFlat Panel Detector (以下FPD)上を拡大表示し視野移動ができる「i-fluoro」という機能が備わっている。そこで今回、当機能を用いた場合のFPDの中心とその周辺エリアにおける解像度ならびにX線線量を比較評価した。

【方法】 FPD上を縦横3列の9つのエリアに分割し、各エリアの中心に厚さ20cmの亚克力板ファントムを設置し、ファントム中心に解像力チャートを配置してi-fluoroモード(視野サイズ25cm×25cm)にて透視画像及び撮影画像を収集した。解像度評価として、得られた各エリアの画像から診療放射線技師8名による視覚評価と、各空間周波数におけるCTFを算出し物理評価を行った。次に、解像力チャートに代えて同位置に指頭型電離箱を設置し、透視及び撮影時のX線線量を測定した。

【結果】 解像度評価において視覚評価では、FPD中心エリアと比較し周辺エリアでは相対値として0.79~1.00となり有意差を認めるエリアは存在しなかった。物理評価でも各エリアのCTFの差は画像ノイズによるゆらぎの範囲内であり、解像限界は透視、撮影とも全てのエリアで同じであった。また、X線線量ではFPD中心エリアと比較し周辺エリアでは相対値として0.94~1.29となり、特に撮影ではエリア間の差が大きくなる傾向となった。

【結論】 各エリアにおける解像度の明らかな低下やその規則性は視覚評価及び物理評価のどちらも認められなかった。また線量評価ではX線射入やヒール効果の影響により、撮影時にエリア間で差が出たと考えられる。

【考察】 i-fluoroでは解像度に差はないもののX線線量に差が出るエリアも存在した。i-fluoroを用いることで術者は安全に、また患者は安心して検査を受けられるが、目的や状況に応じて通常の視野移動と適宜使い分ける必要があると考えられる。

27 循環器領域における新旧装置間での線量評価

光崎 純基, 細田 直樹, 村上 裕俊, 桐原 駿,
須藤 至

三井記念病院 放射線検査部

【目的】 放射線管理を行う上で参考にするべき指標として、診断参考レベルがある。これまでは診断参考レベルとして

DRLs2015を用いてきたが、2020年7月にこの改訂版となるDRLs2020が発表されたことで、放射線防護に対する最適化への関心が高まってきた。今回、当院では2021年1月に循環器領域における装置が更新となったことを受け、新旧装置間で被ばく線量がどの程度変化したか比較検討を行った。

【方法】 対象は、新装置と旧装置それぞれ1年間の循環器領域におけるカテーテルを施行した症例である。診断カテーテル検査(旧装置:465例,新装置:463例)と非CTO PCI(旧装置:299例,新装置:285例)における患者照射基準線量 $Ka, r[mGy]$ を比較した。次に患者照射基準線量 $Ka, r[mGy]$ と面積空気カーマ積算値 $P_{KA}[Gy \cdot cm^2]$ の中央値をDRLs2020と比較した。

【結果】 診断カテーテル検査において、 $Ka, r[mGy]$ は新装置の方が22%低減されており有意差($p<0.00$)を認めた。非CTO PCIにおいても同様に $Ka, r[mGy]$ は、新装置の方が13%低減されており有意差($p<0.05$)を認めた。また、新装置では $Ka, r[mGy]$ 、 $P_{KA}[Gy \cdot cm^2]$ 共にDRL値よりも低値となった。

【結論】 診断カテーテル、非CTO PCIにて新旧装置を比較し、新装置は旧装置よりも $Ka, r[mGy]$ 、 $P_{KA}[Gy \cdot cm^2]$ が有意に低減しており、DRL値よりも低い値を示した。この結果から、新装置の導入によって被ばく線量が低減していることが把握できた。

28 Semantic segmentationを用いた冠動脈造影画像における冠動脈自動検出に関する基礎研究

水谷 拓也, 岩崎 貴大

東京大学医学部附属病院 放射線部

【目的】 冠動脈の虚血評価において、X線透視を用いた冠動脈造影は重要な役割を果たす。しかし、画像の視覚評価には術者の主観が入ってしまうため、治療方針に一貫性がない。そのため、透視画像上で定量評価を行うことは、虚血診断においての診断支援に繋がる。本研究では、基礎研究として冠動脈造影画像に深層学習を応用して冠動脈の自動検出および定量評価を行い、その有用性を検証した。

【方法】 東京大学医学部附属病院血管撮影室にて冠動脈造影が行われた100症例を対象とし、学習画像80症例、テスト画像20症例に分割した。それぞれの症例において冠動脈造影画像1枚に閾値処理を施した後、手動にて冠動脈のマスク画像を作成した。Semantic segmentationを行うため、pix 2 pixを用いて画像予測モデルを構築した。学習画像をpix 2 pixに入力し、学習パラメーターを最適化した。マスク画像と予測画像間の画像類似度はDice係数を用いて評価した。最適化されたpix 2 pixにテスト画像を入力し、テスト画像に対するDice係数を導出した。

【結果】 テスト画像に対するDice係数の平均値は 0.80 ± 0.05 、最大値は0.87となった。

【結論】 Semantic segmentationを用いた冠動脈自動検出の有用性は高い。