

医用画像機器工学Ⅱ (CT) 5

22年国家試験

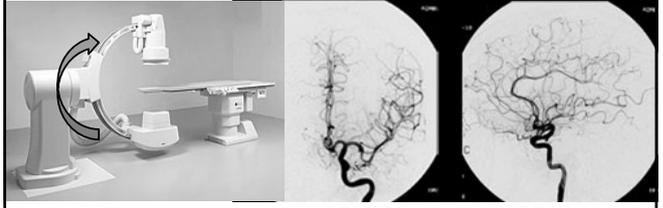
解答 3

断層撮影でないのはどれか。

1. MRI
2. X線CT
3. 回転DSA
4. 超音波検査
5. パノラマ撮影

DSA Digital Subtraction Angiography

造影したい血管にカテーテルを挿入し、造影剤を入れない状態でX線画像を撮像。次に造影剤を入れた状態で撮像。造影画像から造影剤の入っていない画像を差分(subtraction)すると、血管だけが画像化。



内頸動脈 DSA 血管撮影像

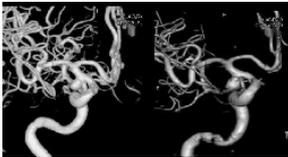
回転DSA

Cアームを任意の角度に回転させてDSA撮像する方法。

回転DSA画像自体は断層画像ではない。

3D DSA

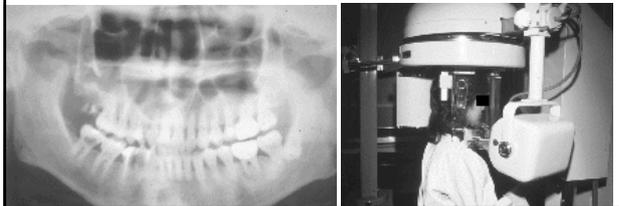
Cアームを約5秒間で180度回転しながら約40方向のDSA撮像を行い、その画像から断層DSA画像を再構成。血管MIP画像を作成。



歯科におけるパノラマ撮影

回転断層パノラマX線装置(オルソパントモグラフィ) orthopantomography

上下顎骨に沿って馬蹄形の焦点(ピント)面で撮像。焦点の合う馬蹄状の面だけが明瞭に撮像され、(疑似的に)断層像が得られる。



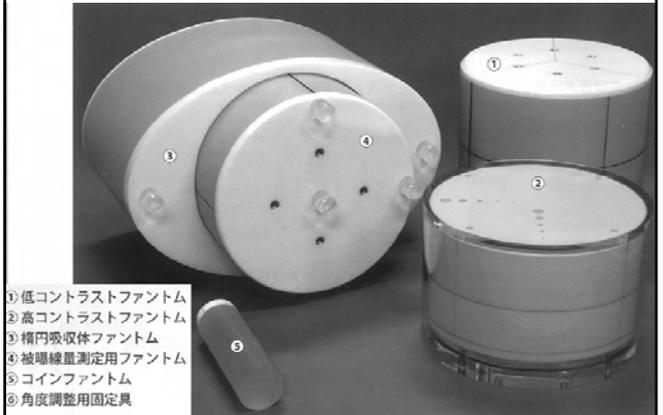
23年国家試験

解答 3, 4

JISのX線CT性能評価の組合せで正しいのは、2つ選べ。

1. 雑音 ————— コイン
2. スライス厚 ————— 水
3. 空間分解能 ————— ステンレス鋼線
4. CT線量指数 ————— メタクリル樹脂
5. 患者支持器の位置精度 — X線ビーム

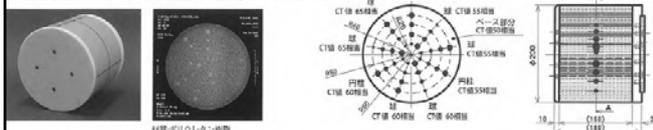
CTの性能評価(QA)用ファントム 京都科学社製 マルチスライスCT(MSCT)の性能評価が可能



低コントラスト分解能の評価用ファントム

① 低コントラストファントム Low Contrast Phantom

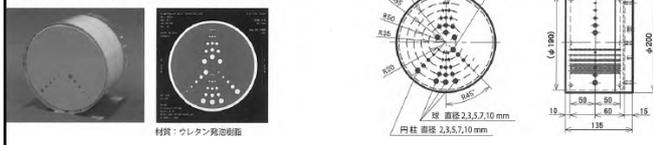
直径3・5・7・10mmの球体及び円柱を配列したファントムです。パーシャルボリューム効果の評価等が行えます。



高コントラスト分解能の評価用ファントム

② 高コントラストファントム High Contrast Phantom

時代電物の中に直径2・3・5・7・10mmの樹脂球体及び円柱を配置してあります。パーシャルボリューム効果、アーチファクト評価が行えます。



高コントラスト分解能 = 空間分解能

X線吸収係数の差が大きい部位の分解能を測定できるQAファントム断層面で評価。どれだけ小さいものまで区別して見えるかを評価する指標。

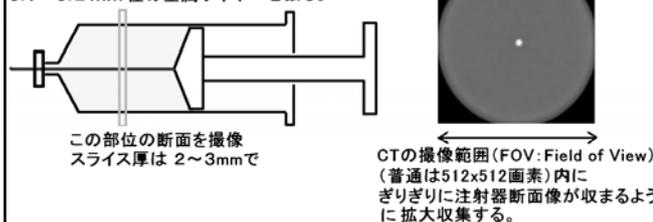
低コントラスト分解能

X線吸収係数の差が小さい部位の分解能を測定できるQAファントム断層面で評価。臨床的には、臓器と血液の間の密度分解能などに影響を及ぼす指標。

ワイヤーファントム

簡単に作成可能。

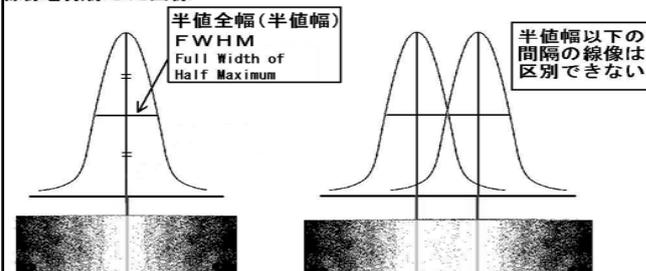
直径50mm程度の注射器(シリンジ)内部に水を満たし、0.1~0.2mm径の金属ワイヤーを張る。



空間分解能 = 高コントラスト分解能

ワイヤー断層像のプロファイル曲線を求める。 Line spread function LSF

半値幅(FWHM)や、MTF(Modulation Transfer Function : LSFをフーリエ変換したもの)などで空間分解能を評価する。線像を撮像した画像

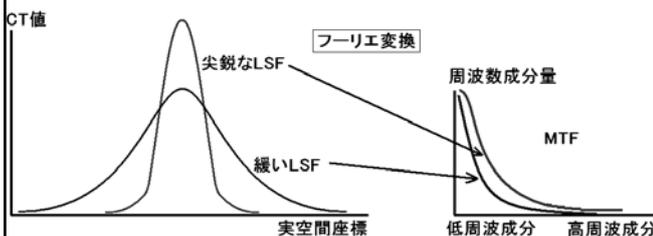


MTF (Modulation Transfer Function)

画像などの情報に、どれだけ細かい成分(高周波成分)が含まれているかを示す指標のひとつ。

緩いLSFをフーリエ変換したMTFは高周波成分が乏しい。(画像がぼけていることを示している。)

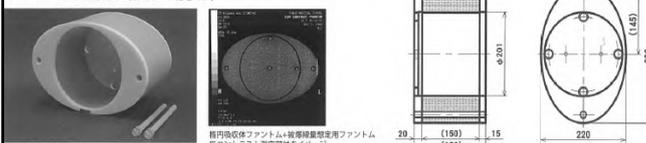
尖鋭なLSFをフーリエ変換したMTFは高周波成分が多い。(高解像、高分解能なデータであることを示している。)



ビームハードニングの評価用ファントム

③ 楕円吸収体ファントム

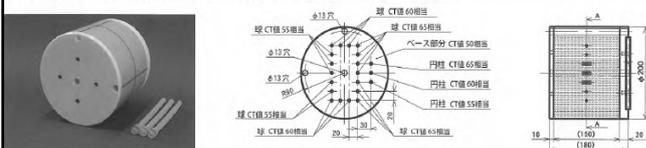
胴体を想定した楕円型ファントムです。直径200mmの穴が空いており、同サイズのファントムを内部に入れて使うことができ、ビームハードニング効果等が行えます。ファントムサイドに、線量計を挿入できる構造です。



線量測定(CTDI)用ファントム

④ 被曝線量測定用ファントム低コントラスト測定部付き Low Contrast and CT-DI Phantom

低コントラスト分解能ファントムに線量計挿入孔を空けたファントムです。画像と線量測定を同時評価が行えます。



メタクリル樹脂製ファントム

JIS規格で、人体の被曝線量の推定ファントムには、メタクリル樹脂製ファントムを使用することが規定されている。
CTDI測定や個人線量計の校正など。

メタクリル樹脂

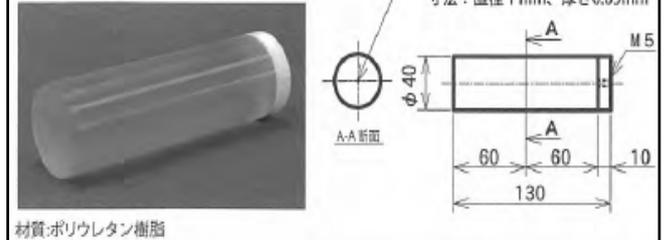
アクリル樹脂、アクリルガラスと呼ばれるものの正式名。透明度が高く割れにくい。
線減弱係数が人体組織に近い。

コインファントム

マルチスライスCTの スライス厚の評価に使用

⑤ コインファントム Micro Disc Phantom

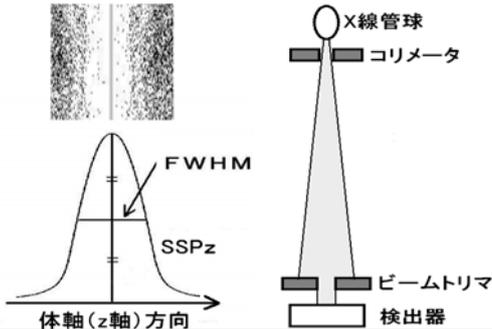
直径1mm厚み0.05mmの金属ディスクを軟組織代用物の中に埋め込んだファントムです。
スライス厚の測定等にご利用することができます。



CTの空間分解能は体軸(z軸)方向にも評価が必要。
スライス感度プロフィール

Slice Sensitivity Profile SSPz

SSPを良くするために検出器近傍にビームトリマがある。

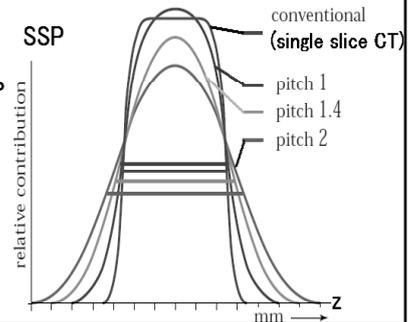


スライス厚 (少なくとも月1回実施)

体軸方向における空間分解能。スライス感度プロフィール (SSP : Slice sensitivity profile) を計測できる QAファントム断層像にて評価。

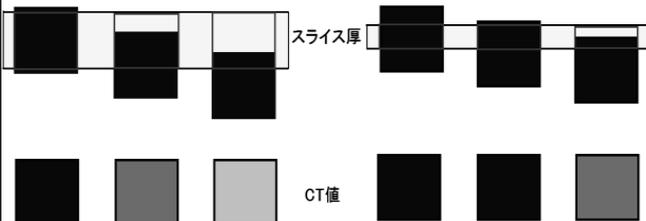
シングルスライスCTは、SSPが良好。

ヘリカルCTは、ピッチが大きい撮影ほどSSPが緩やかなカーブに悪化する。

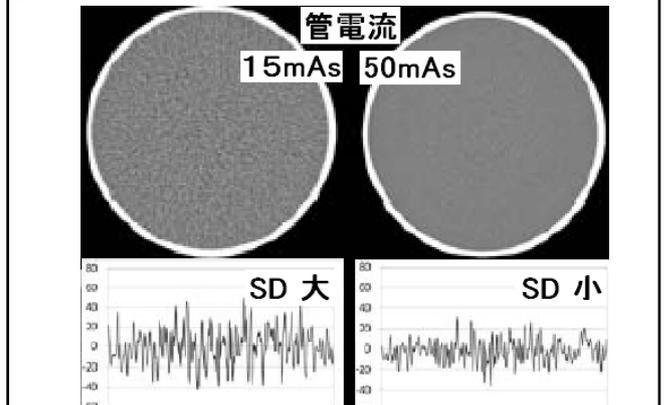


スライス厚が大きいと 部分容積効果 (partial volume effect) によってCT値が不正確になり、分解能も下がる。

スライス厚が薄いと 部分容積効果は減少するが、CT像のノイズが増加する。



均一ファントム、水ファントム による 雑音、S/N (Signal / Noise) の評価



水ファントム内部の CT値 の平均値(O)からのばらつきを、標準偏差 SD で表す。

SDの小さい撮像プロトコル(X線管電圧や管電流、スライス厚、ピッチなどの撮像時のパラメータの組み合わせ)を見出す指標となる。

CT撮影時の患者位置、患者固定具の位置合わせはCTガントリーから赤色レーザービームが出るのでその線を目印にして行う。
被曝は無いが、患者の目に当てないように注意する。



胸部用固定具

23年国家試験

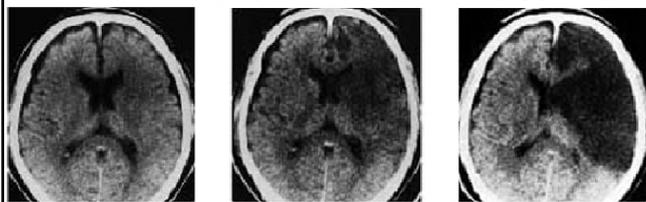
解答 3

緊急 CT で造影剤の使用が必須なのは。

1. 脳梗塞
2. 肺炎
3. 肺血栓塞栓症
4. 虫垂炎
5. 尿路結石

脳梗塞 Cerebral infarction

突然の手足麻痺、頭痛などの症状があり、発症直後の plain CT で所見がはっきりしなければ、脳梗塞を疑う。拡散強調MRIを行う。
数時間後(超急性期)に、血流の途絶えた細胞が浮腫を起し始め次第に灰白質のCT値低下。
脳梗塞(左内頸動脈閉塞) 左前、中大脳動脈領域の梗塞

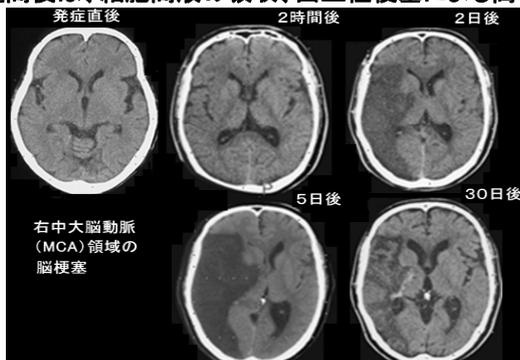


発症3時間後

24時間後

3日後

脳梗塞のCT像。細胞性浮腫は所見が判りにくい。24時間以内(超急性期)は虚血による細胞性浮腫。それ以降は、細胞間液の充満による腫脹。Mass effectあり。数週間後は、細胞間液の吸収、出血性梗塞による高CT値。

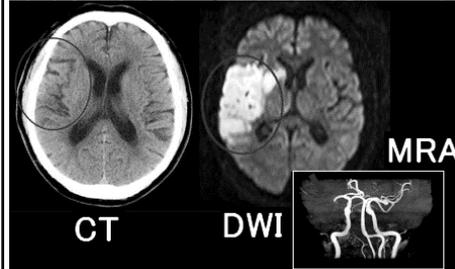


右中大脳動脈(MCA)領域の脳梗塞

超急性期脳梗塞には、MRIの拡散強調画像DWI(Diffusion weighted imaging)が有効。

超急性期脳梗塞は、細胞性浮腫が起こり、細胞間隙が狭くなり、細胞間隙を移動する水分子の拡散運動が抑制される。

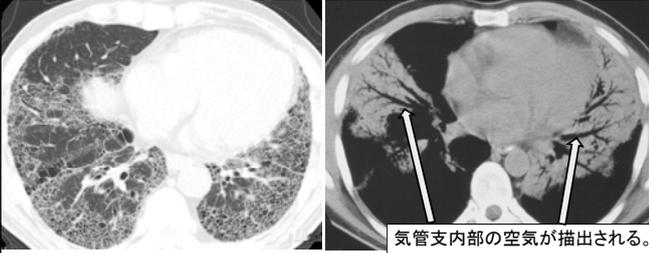
拡散強調画像は水分子の拡散が大きい箇所では信号低下。高信号は水分子の拡散が抑制されている部位。



正常脳組織は、神経線維に沿った水の拡散が大きくDWIの信号は低い。

間質性肺炎(肺線維症)
honey comb lung (蜂の巣状)

肺炎(肺胞性肺炎)
細菌が肺胞内で繁殖

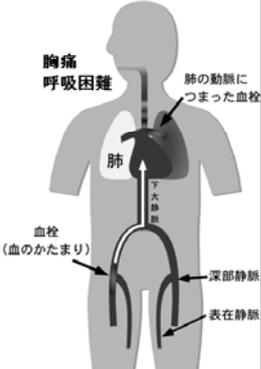


肺炎は plain CT で診断。
Honey comb lung → 間質性肺炎
Air bronchogram → 肺胞性肺炎

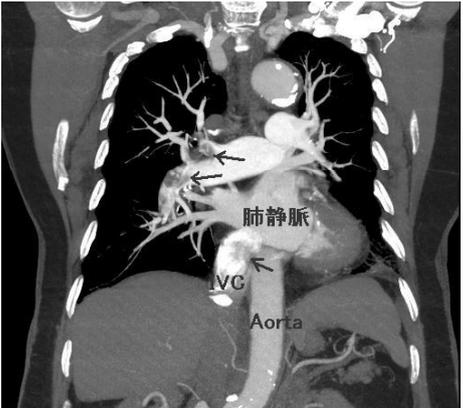
気管支内部の空気が描出される。
(Air bronchogram)

肺血栓塞栓症 Pulmonary embolism PE
(エコノミークラス症候群)

長時間の血流うっ滞と脱水で、主に下肢静脈に血栓が生じ、下大静脈 IVC、右房、右室を経て、肺動脈内に血栓が詰まり、肺塞栓症になる。



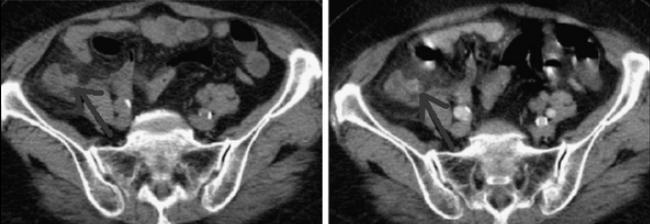
造影マルチスライスCTで、肺動脈血栓を診断できる。



虫垂炎 Appendicitis APP

Plain CT より 造影CTの方が、炎症部位が造影されて病変を検出しやすいが、炎症周囲の脂肪組織浮腫によるCT値上昇などの所見でも診断は可能。

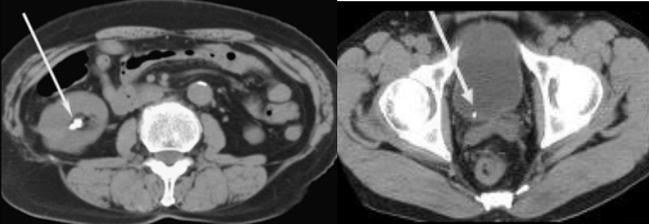
Plain CT CECT



尿路結石 urinary calculus

80%がシュウ酸カルシウム結晶。
カルシウム含有量でCT値は変化するので単純X線写真では診断困難な症例があるが、尿より高吸収値なので単純CTで診断しやすい。

腎盂内結石 膀胱内結石



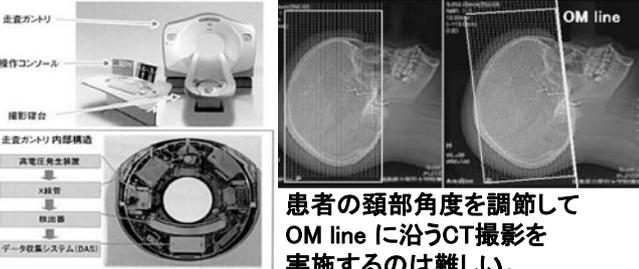
22年国家試験 解答 3, 4

造影 CT で冠動脈を描出するのに必須となる技術要素はどれか。2つ選べ。

1. チルト機構
2. 交互回転方式
3. 検出器の多列化
4. スリップリング機構
5. 呼吸同期画像再構成法

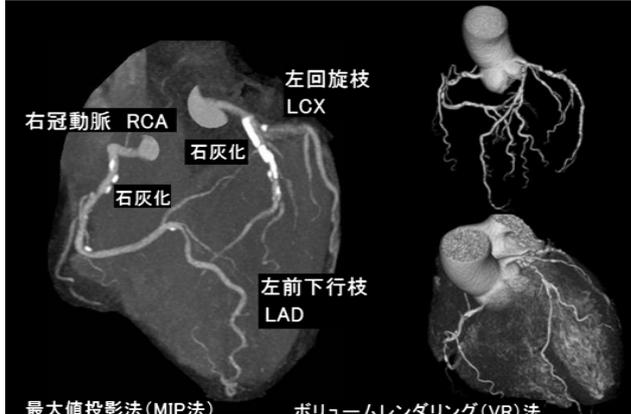
CTの走査ガントリーは傾き角度を変えられるチルト機構(tilt : 傾き)を備えた装置が多い。

頭部CTでは OM line (orbito-meatal baseline) (外眼角と外耳孔中心を結ぶ線)に沿う断面を撮影する。ガントリーをチルトすると便利。



患者の頸部角度を調節して OM line に沿うCT撮影を実施するのは難しい。

320列マルチスライスCTで 寝台を固定させたまま撮影。心電図を同期させて心臓全体の拡張末期像を0.3秒で撮像。



右冠動脈 RCA
左回旋枝 LCX
石灰化
左前下行枝 LAD

最大値投影法 (MIP法) ポリウムレンダリング (VR) 法

TOSHIBA Aquilion ONE 320-row Detector Dynamic Myocardial CT

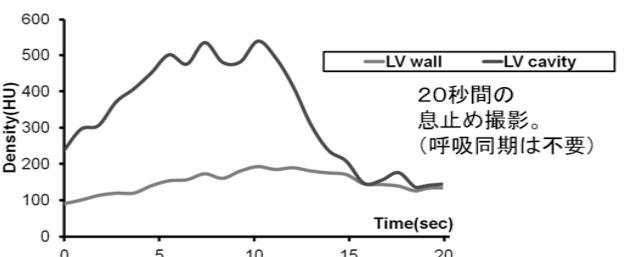


320列マルチスライスCT 東芝 Aquilion One 北大病院に数年前に入った。

Z軸方向16cmを瞬時に撮像できる。息止め撮影を行う。心電図を同期させて心臓全体の拡張末期像を0.3秒で撮像。造影剤を投与しながら心臓全体のダイナミック画像収集も可能。心筋血流量定量が出来る。



320列マルチスライスCTによる息止めダイナミック造影心筋CT (心電図同期は行っている。0.3秒の拡張末期像撮影を12回連続実施)

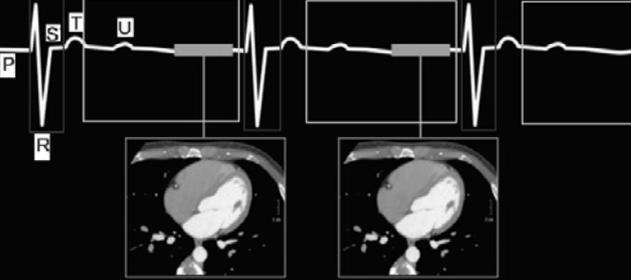



20秒間の息止め撮影。(呼吸同期は不要)

心電図同期収集 ECG-gated data acquisitioning

ECG : Electro-Cardiogram 心電図

α 収縮期 拡張期 収縮期 拡張期 収縮期 拡張期



多列マルチスライスCTは、スリッピングの採用にてガントリー(X線管球と検出器)の連続回転ができる。

スリッピングパンタグラフ様の電気接点

ノンヘリカルCT (コンベンショナルCT) 交互回転方式

ヘリカルCT スリッピングを採用し連続回転が可能

22年国家試験 解答 2, 3

X線CTで特定の回転角度の投影データが不良の場合に発生するアーチファクトはどれか。2つ選べ。

1. リング
2. シャワー
3. ストリーク
4. コーンビーム
5. ステアステップ

リングアーチファクト

X線検出器の一部に故障や感度低下があると生じる。感度補正プログラムの実施、駄目なら検出器の交換を行う。

シャワーアーチファクト

特定の投影方向の信号が、全ての検出器で検出されないと生じる。短時間のX線発生装置の故障や、特定の投影方向の信号を処理するDASの故障が原因。

DAS Data Acquisition System

データ収集システム

複数のX線検出器の出力電流を集約化およびデジタル化して、コンピュータシステムに送るユニット。

増幅回路 マルチ積分回路 プレクサ

AD変換器 入出力

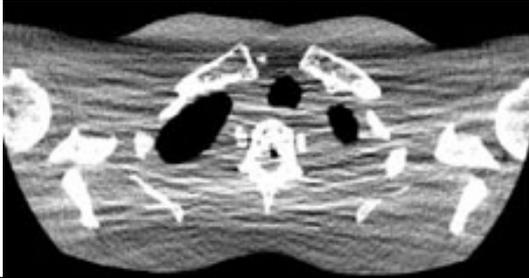
シンチレータ フォトダイオード

ストリークアーチファクト

特定の投影方向の信号が検出されないと生じる線状のアーチファクト。X線検出器の一部故障や、特定の投影方向の信号を処理するDASの故障が原因。

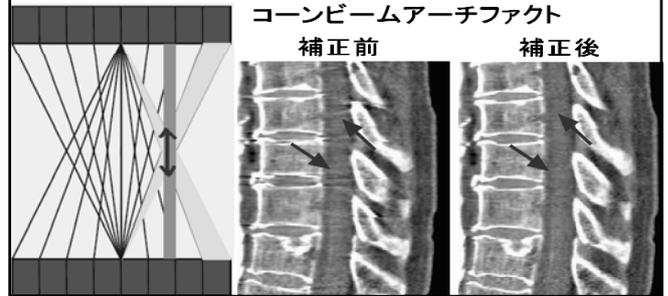
**CT装置に故障がない場合でも生じる
ストリークアーチファクト**

骨で特定の投影方向のX線が減弱されるとその方向の信号が低下するのでストリークアーチファクトが生じる。



コーンビームアーチファクト (Feldkamp アーチファクト)

コーンビームX線と多列検出器を用いたCTは、辺縁の検出器ほど再構成断面内の情報が少なく、位置ずれも伴う。その情報量不足を補間し、位置補正をしないとコーンビーム特有のアーチファクトが生じる。



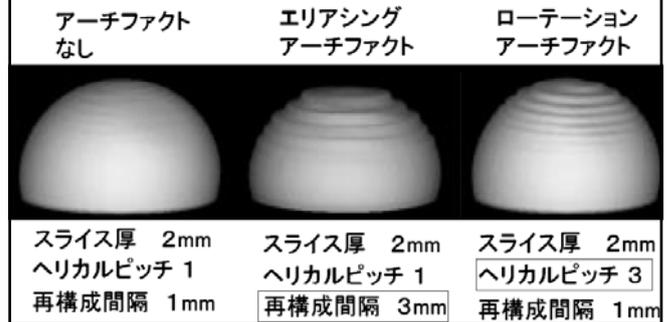
**Feldkamp コーンビーム再構成法
TCOT法 (True Cone-beam Tomography)**

コーン角を考慮して辺縁の検出器のデータ量を補間し、位置ずれ補正する方法。それをヘリカルCTデータに応用した方法がTCOT法。



ステアステップアーチファクト Stair step artifact (階段状アーチファクト)

頭蓋骨や大動脈弓などのVR像で、球状またはドーム状の構造に階段状のガタガタが出現する。



**ステアステップアーチファクト (階段状アーチファクト)
ヘリカルCT像の主に体軸(Z軸)方向に出現する。**

1. エリアシングアーチファクト

画像再構成間隔 (axial 像を作る体軸方向の間隔) が広いと出現する階段状のアーチファクト。スライス厚が大きい場合にも生じる。

2. ローテーションアーチファクト

ヘリカルピッチが広いと出現する螺旋階段、渦巻状のアーチファクト。
風車状アーチファクト (風車 windmill artifact) が原因で出現する。

風車状アーチファクト (風車 windmill artifact)

ヘリカルピッチが1を超えるとマルチスライスCTのaxial 画像は(1枚のaxial 画像でも)、複数列の検出器データを使って再構成される。検出器の列のずれを補間する演算によって球状の画像辺縁に風車状のアーチファクトが生じる。

風車アーチファクト

