

医用画像機器工学Ⅱ (CT) 3

22年國家試験

解答 5

ヨード造影剤の副作用で最も重篤なのはどれか。

1. 熱感

4. 蕁麻疹

2. 発赤

5. 呼吸困難

3. 嘔気

造影CT（CECT）の副作用

非イオン性ヨード造影剤は、組織への浸透圧が低いので副作用の発生頻度は低い。

熱感（造影剤注入時に熱い感じがする）は、ほとんどの人が感じる。

3% に吐き気、嘔吐、かゆみ、じんましん など。これらの症状は、検査中～検査後1時間に起り、特別な治療を必要としない軽度のもの。

喘息などアレルギー症状のある人は症状が出やすいとされているが、予測は不能。

1万件に4件程度、重篤なアレルギー症状あり。

**気道、気管支の収縮や浮腫による呼吸困難、
全身血管拡張による血圧低下など救急処置の
必要な アナフィラキシーショック（急速なアレ
ルギー反応）。即効性の昇圧剤（アドレナリン）
（商品名 **ボスミン**）を筋注（大腿筋）する。**

法改正で放射線技師も注射できる。

30万件に1件程度、死亡事故が発生する。

ヨード造影剤の副作用で頻度が最も低いのはどれか。

1. 悪心

4. 顔面蒼白

2. 蕁麻疹

5. 呼吸困難

3. 背部痛

背部痛は 心筋梗塞、肺塞栓、
動脈瘤解離、急性膵炎など

造影 X 線 CT 撮影で造影剤を投与する際に第一選択となる穿刺部位はどれか。

1. 内頸静脈
2. 手背静脈
3. 肘静脈
4. 大腿静脈
5. 足背静脈

頸部や下肢は抜針後に圧迫止血しにくい。造影剤をボラス投与(急速投与)するので太い静脈が望ましい。肘静脈が無理なら前腕、手背の静脈を使う。

MRIがX線CTよりも有用性が高いのはどれか。2つ選べ。

1. 眼窩骨折

4. 間質性肺炎

2. 急性腹症

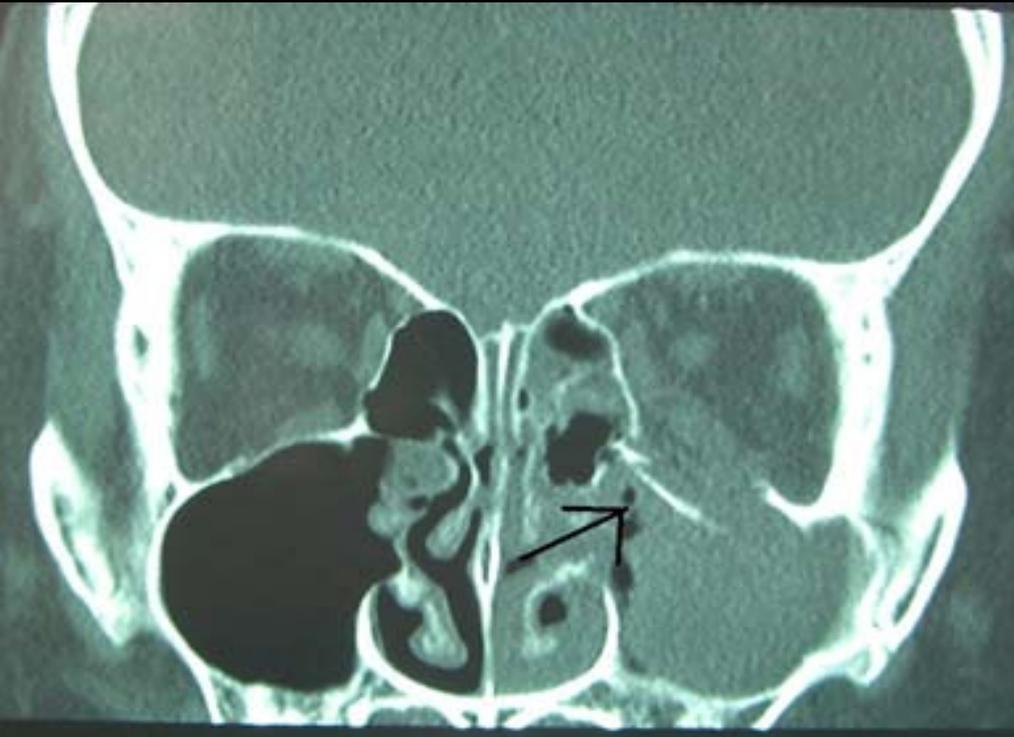
5. アルツハイマー病

3. 前立腺癌

眼窩(底)骨折 Orbital fracture

眼窩下壁は薄いので眼球打撲で破裂骨折する。
ヘリカルCTによる冠状断像および矢状断像が
診断に有効。

冠状断像 coronal



矢状断像 sagittal



急性腹症 Acute abdomen

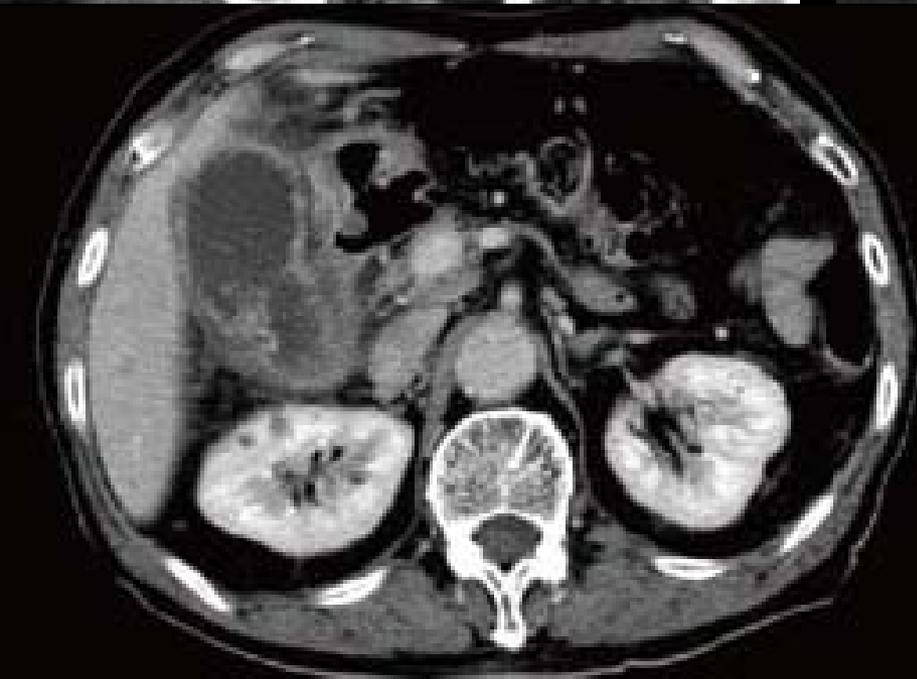
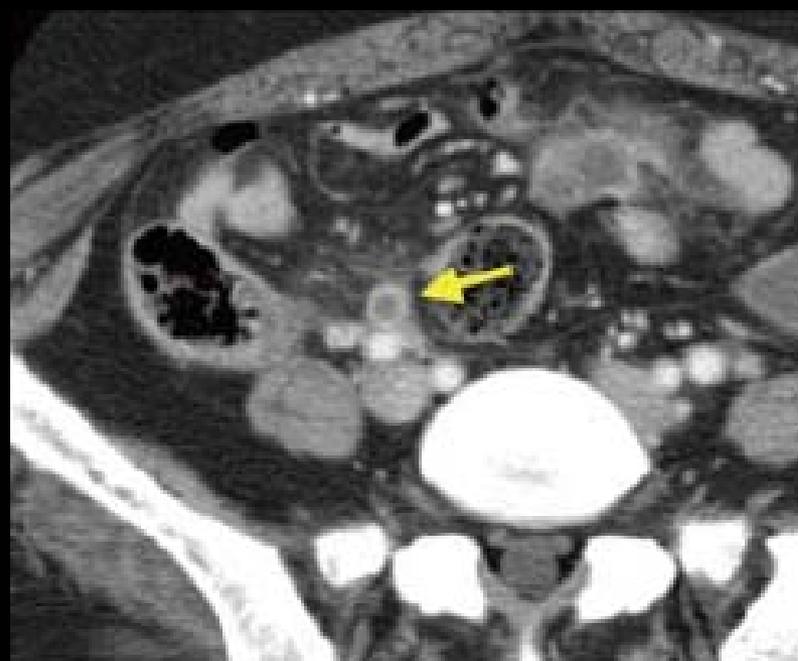
急激な腹痛。内臓の炎症、感染などが疑われ、緊急手術が必要か判断が要求される症候。

激痛の患者に MRI 検査は実施できない。
数十秒の撮像でも体動アーチファクトを伴う。

ヘリカルCTを使えば数秒で撮像可能。

CTで診断できる急性腹症の疾患は、
急性胆嚢炎、急性膵炎、急性虫垂炎、
イレウス、腸閉塞、胆石、尿路結石など。

急性虫垂炎 Appendicitis CECTで虫垂壁が造影され、炎症がある。



急性胆嚢炎 Acute cholecystitis

CECTで胆嚢壁が造影され、炎症がある。

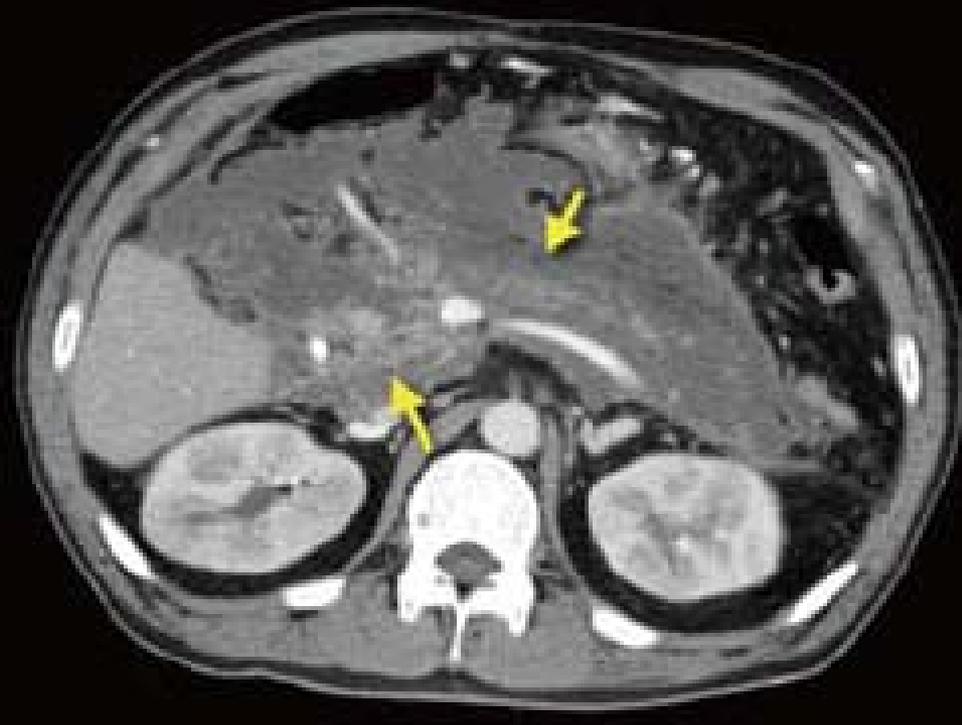


総胆管結石 Gallstone

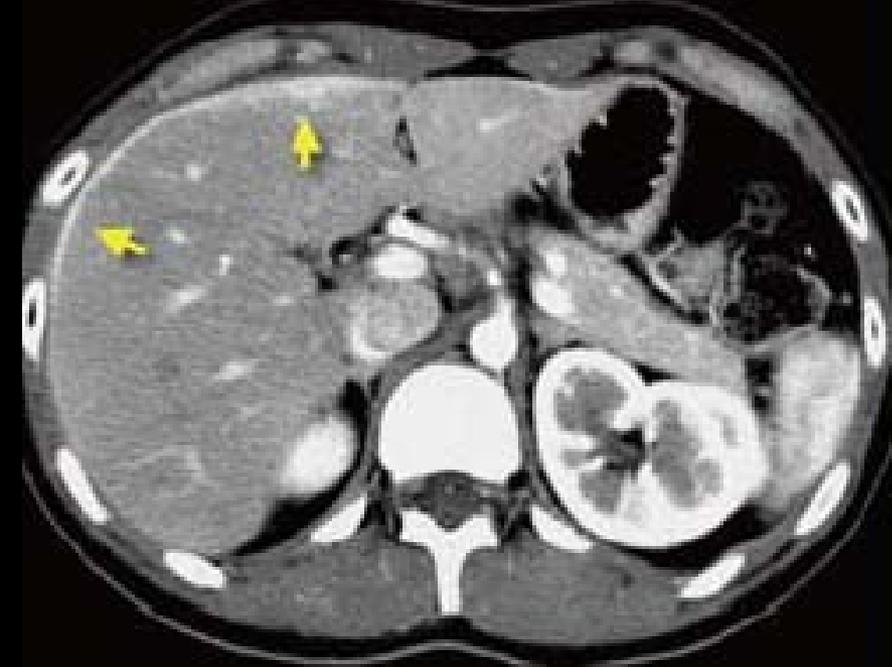
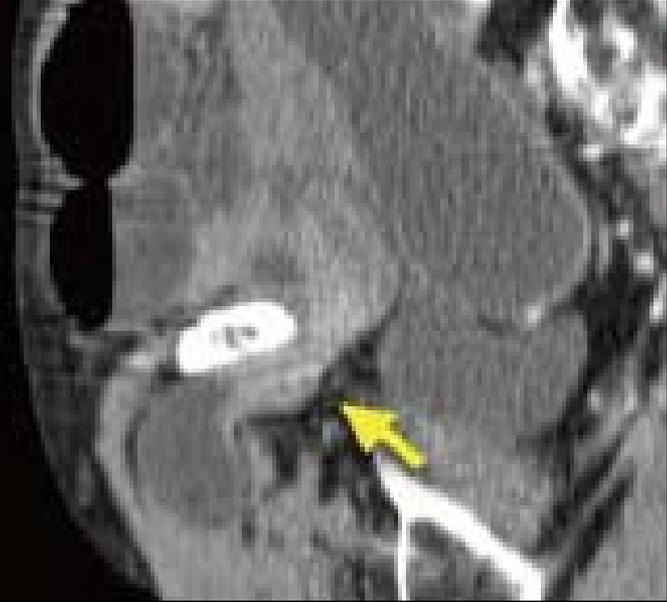
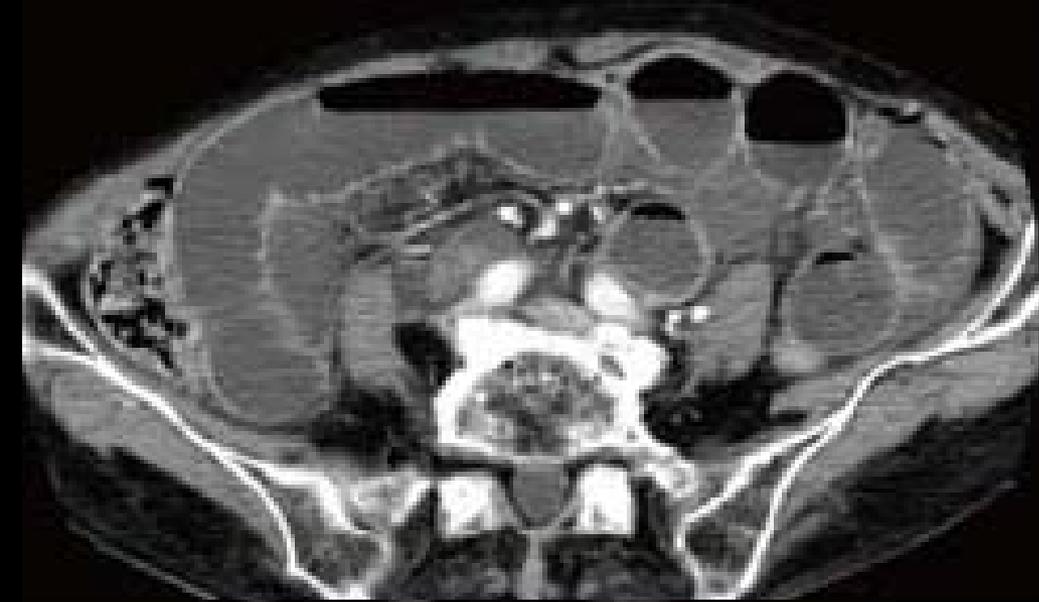
CECTで胆管壁が造影され 炎症がある。
総胆管内腔に結石の存在。
胆嚢、総胆管内腔の拡張。

急性膵炎 Acute pancreatitis

膵周囲の脂肪組織の浮腫、CT値上昇。
CECTで膵内不均一造影。壊死の存在。



腸ヘルニアによるイレウス ileus (閉鎖孔イレウス 脱腸)
腸管内腔の拡張とガス貯留による鏡面現象(ニボー)。



肝周囲炎

Fitz-Hugh-Curtis Syndrome

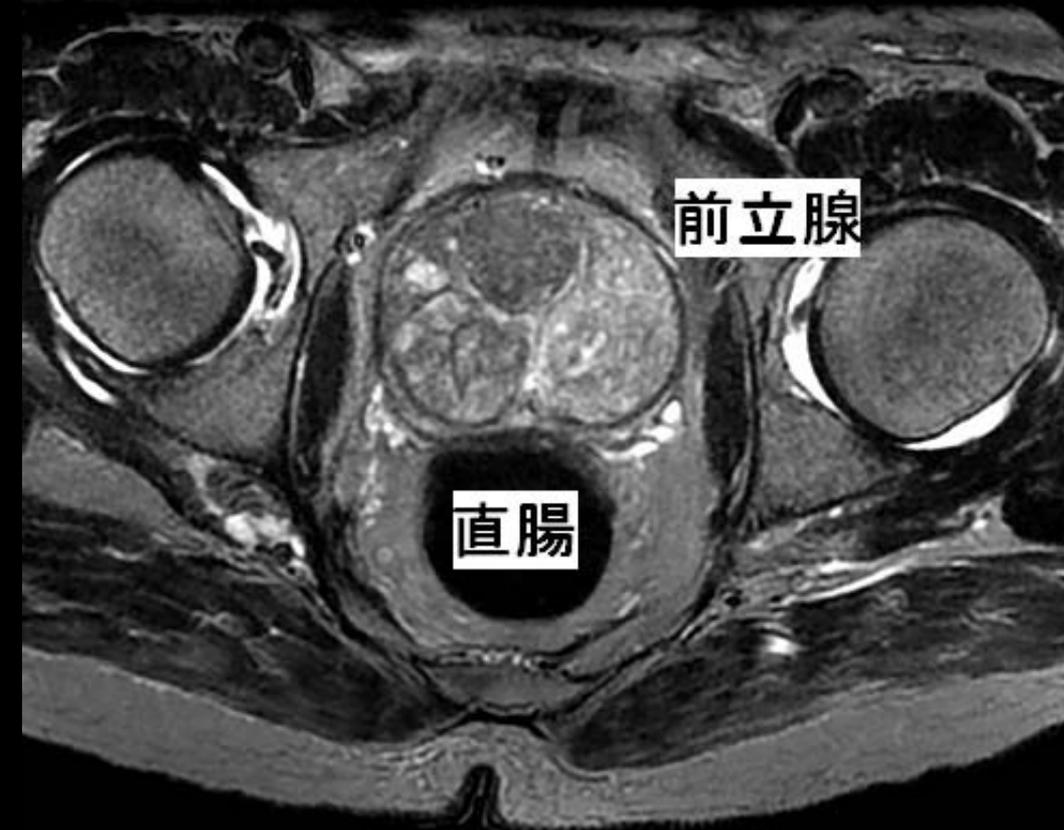
フィッツ・ヒュー・カーティス症候群

CECTで肝周囲が造影され
腹膜に沿う炎症、膿瘍がある。
不潔な性交で生じる性感染症。
若年女性に多い急性腹症。

前立腺癌 Prostatic cancer MRI で診断

前立腺の腺組織から発生。進行性が遅く、生存率・治癒率は高い。予後も他の癌に較べると良い。

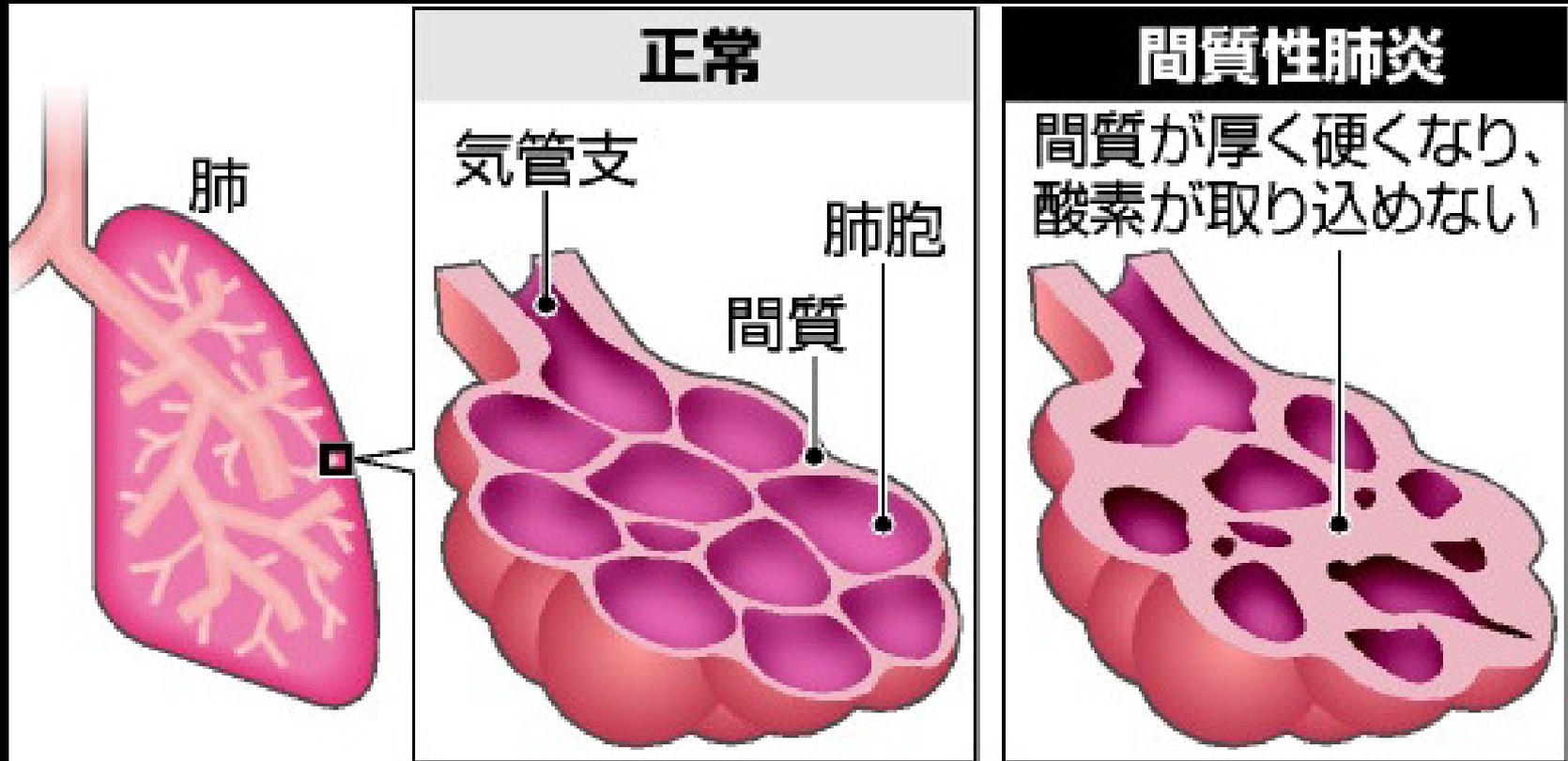
採血による診断法がある。PSA (prostate specific antigen 前立腺特異抗原: 前立腺細胞内にある蛋白質。前立腺組織が破壊されると血液中に増加する。)



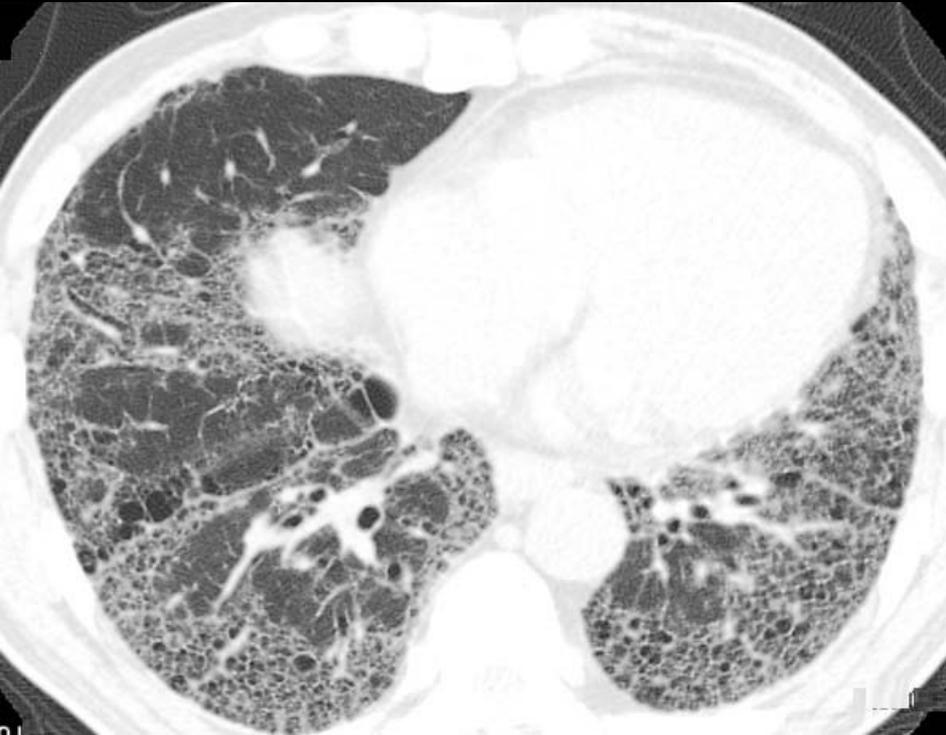
間質性肺炎 interstitial pneumonia IP

肺炎は、一般的な肺胞性肺炎 pneumonia（肺胞や気管支内の炎症）と、間質性肺炎がある。

間質性肺炎が進行し間質が線維化した状態が肺線維症。原因が不明（特発性）な IP を間質性肺臓炎（interstitial pneumonitis）という。



間質性肺炎(肺線維症)
honey comb lung



肺炎(肺胞性肺炎)
細菌が肺胞内で繁殖



間質性肺炎は癌患者の化学療法でよく生じる。
(抗癌剤を静脈投与すると肺間質に高濃度の抗癌剤が入るため)
間質が硬化しないとCT所見が出現しない。
進行した状態でなければCTで間質性肺炎は診断不能。
早期発見には、⁶⁷Ga シンチグラフィが有効。

アルツハイマー病 AD Alzheimer Disease

記憶障害を初発症状とし、次第に見当識障害、計算障害、失語・実行・実認などの巣症状を伴って知的機能の荒廃をきたし、最終的には寝たきりとなる。進行が速い。

病理学的には神経細胞脱落、大脳皮質に広範にみられる老人斑と神経原線維変化。

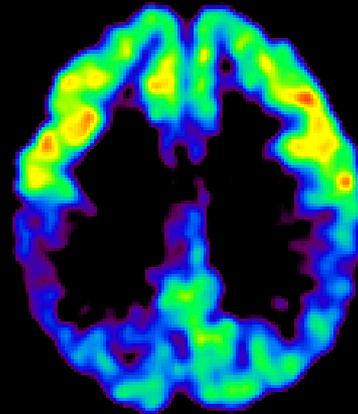
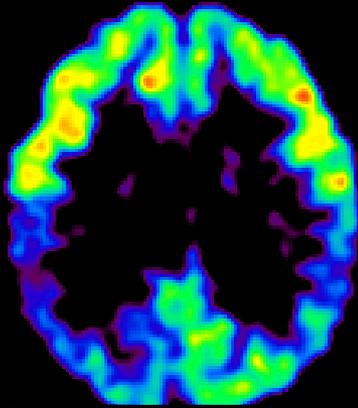
左右頭頂葉および側頭葉から変性する。

進行を遅らせる薬がある（アリセプト）。
早期アルツハイマー病で有効

早期アルツハイマー病はRI検査で診断。

脳組織の形状には異常を認めないが
血流や糖代謝の低下が出現している。

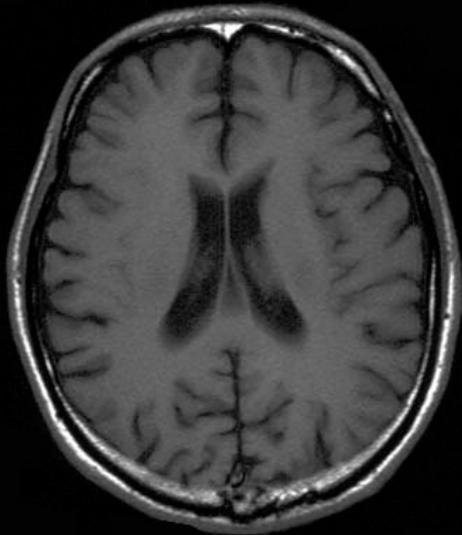
PET、
SPECTで
異常あり



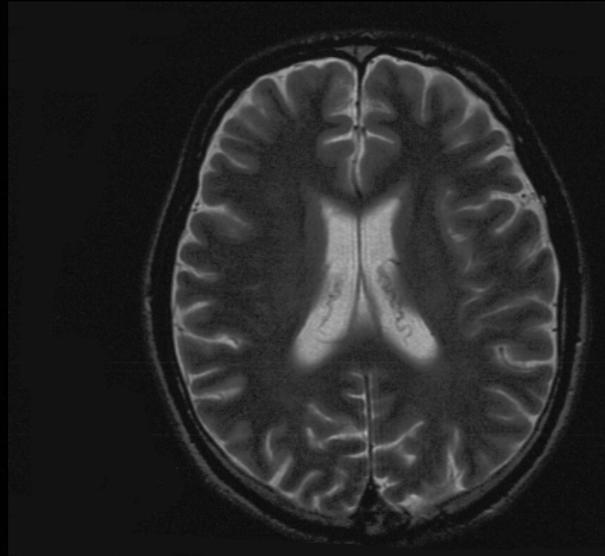
SPECT、
PETは
代謝、機能
の情報

ブドウ糖
代謝分布
血流分布

MRIでは
異常なし



T1 脂肪

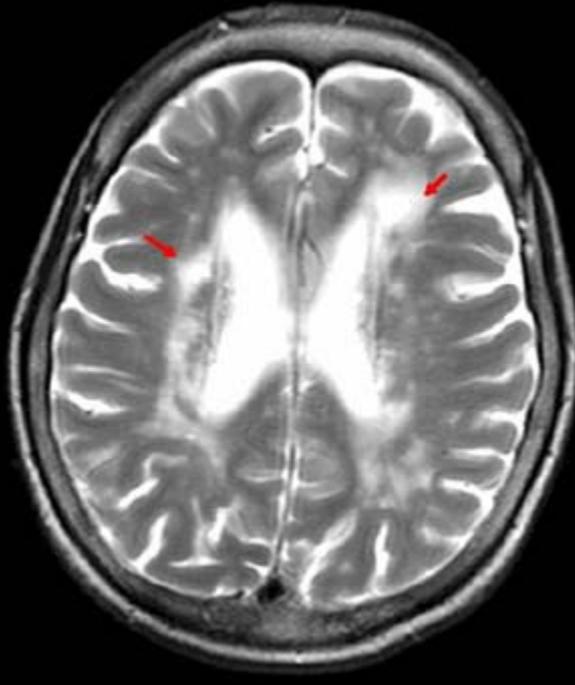
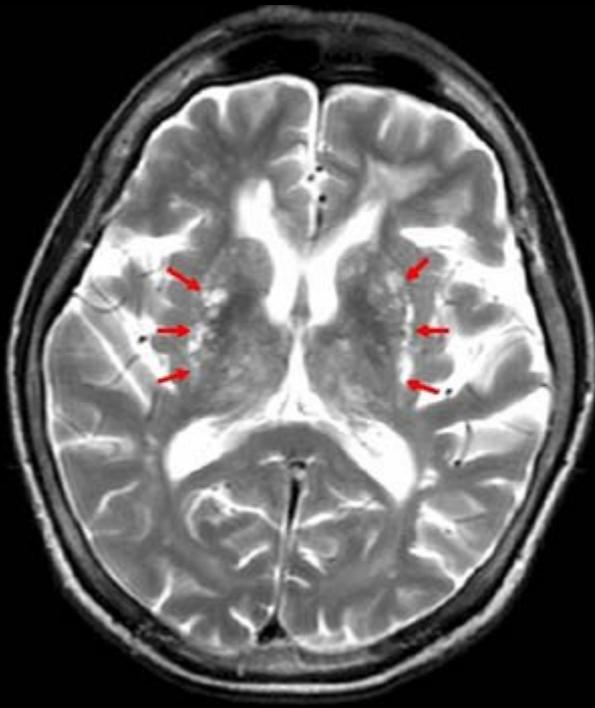


T2 水

MRIは
解剖学的
な情報

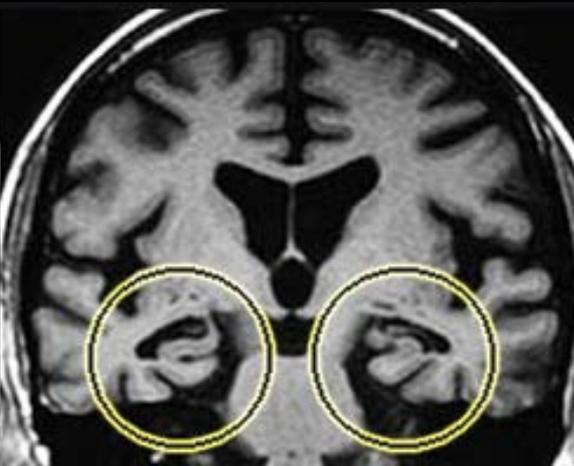
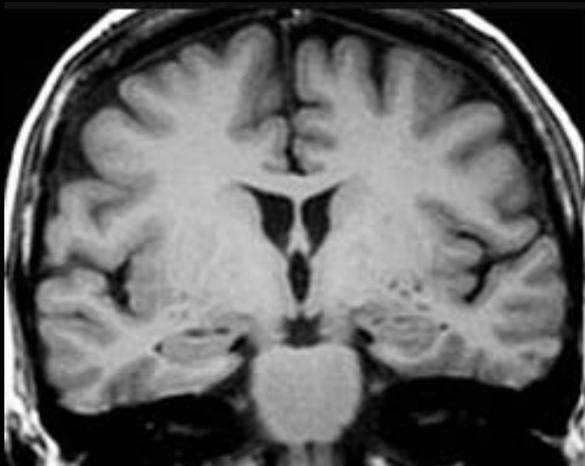
水、脂肪
の分布

認知症の鑑別診断(アルツハイマーか脳血管性か)に、MRIは有効。MRI 正常の認知症は早期アルツハイマー疑い。



脳血管性認知症

脳内に多発する
梗塞病変の所見



進行した アルツハイマー病

左右側頭葉内側
(海馬hippocampus)の萎縮。

MRI が X 線 CT より診断に優れているのはどれか。2 つ選べ。

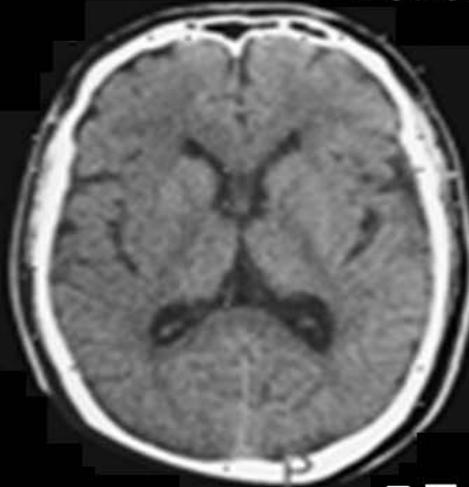
1. 急性期脳梗塞
2. 冠状動脈石灰化
3. 気胸
4. 剥離骨折
5. 椎間板ヘルニア

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。

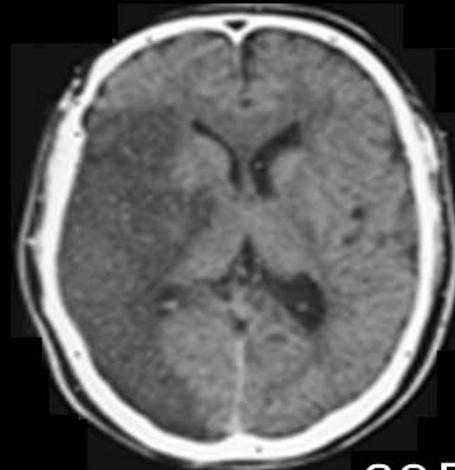
発症直後



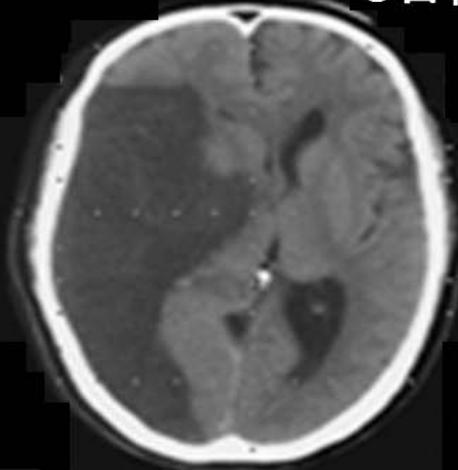
2時間後



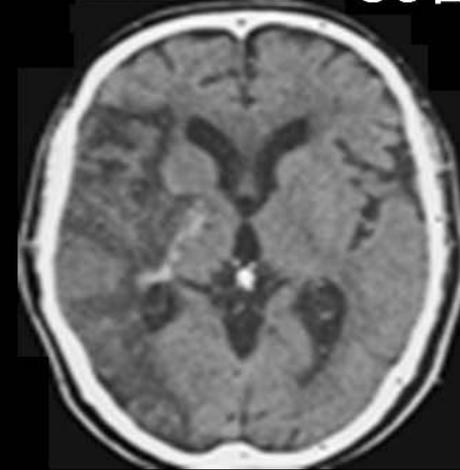
2日後



5日後



30日後

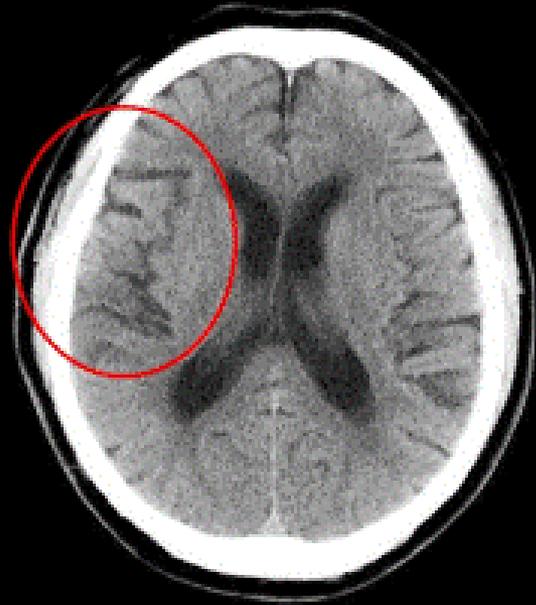


右中大脳動脈
(MCA)領域の
脳梗塞

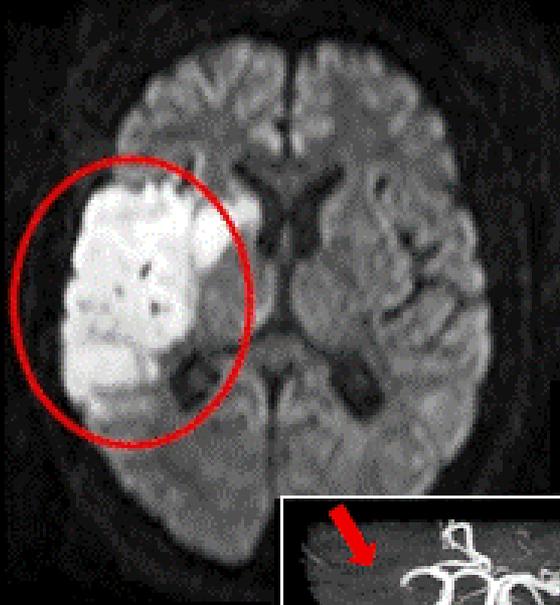
超急性期脳梗塞には、MRI の拡散強調画像 DWI (Diffusion weighted imaging) が有効。

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。

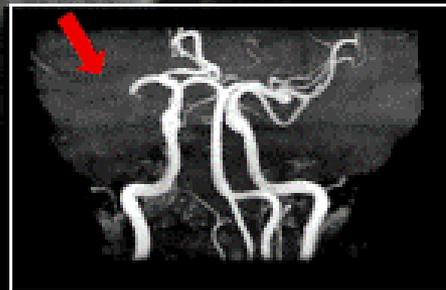


CT



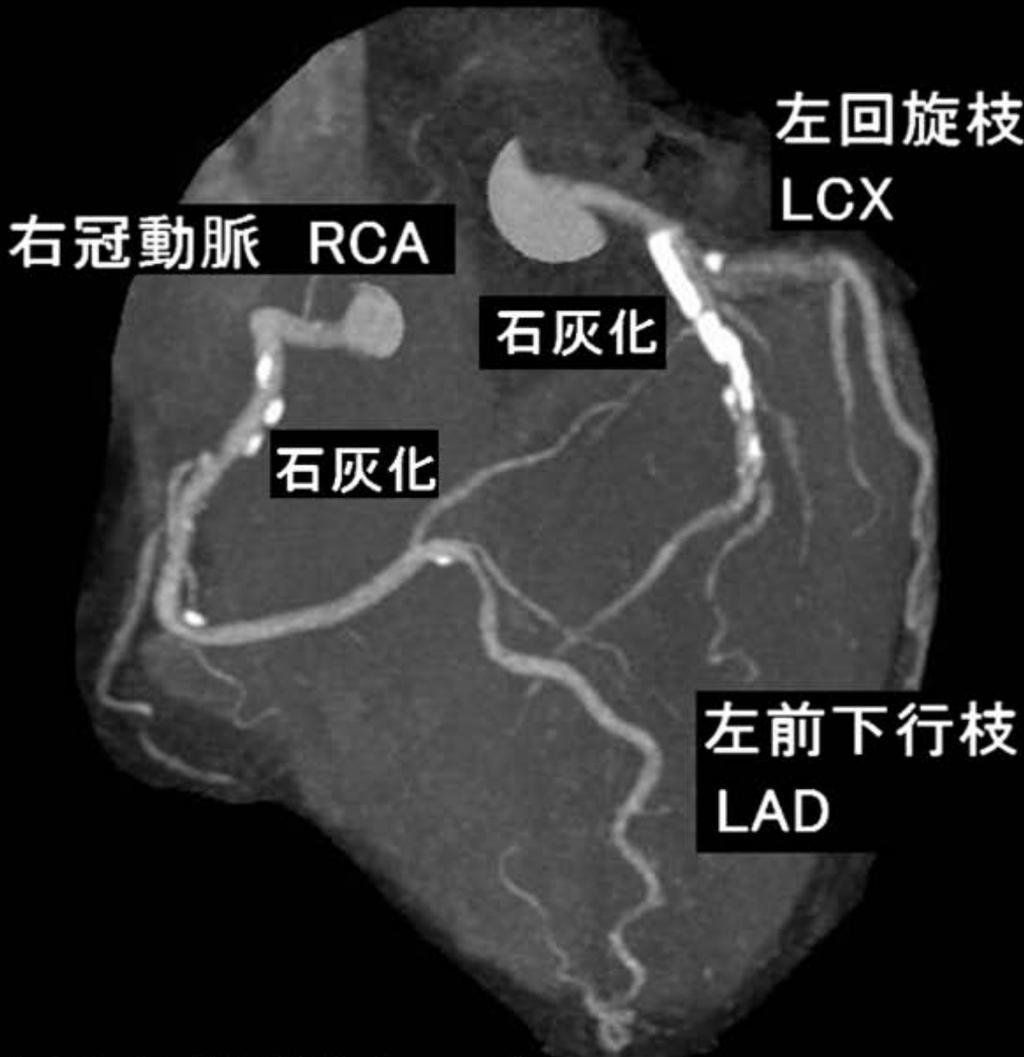
DWI

MRA

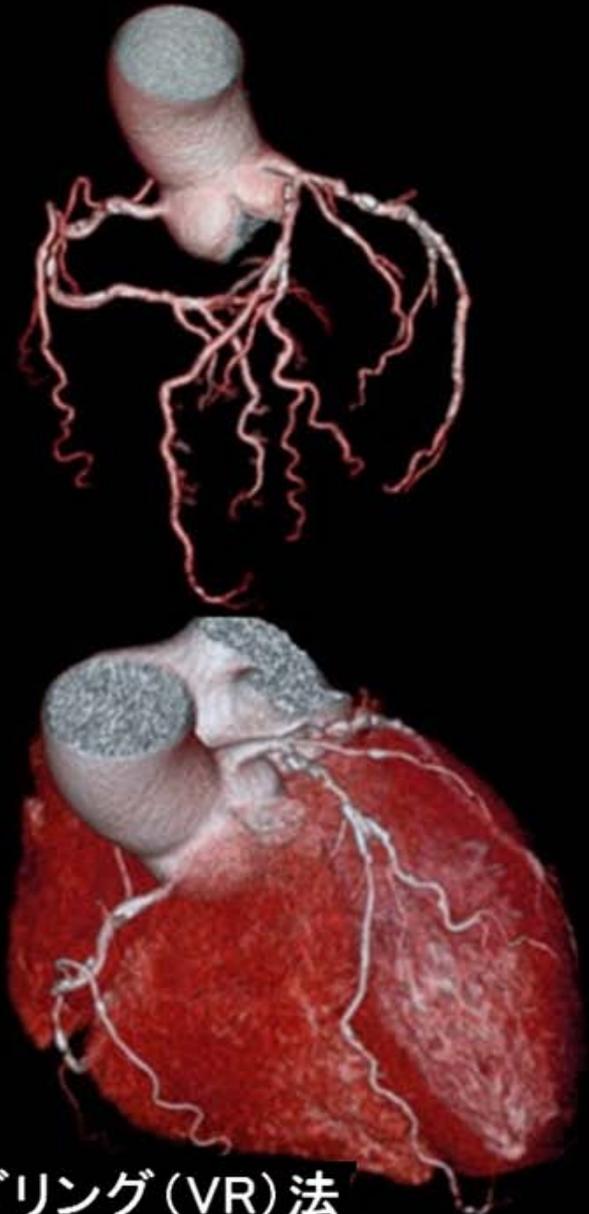


正常脳組織は、神経線維に沿った水の拡散が大きく DWI の信号は低い。

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。



最大値投影法 (MIP法)



ボリュームレンダリング (VR) 法

320列マルチスライスCT

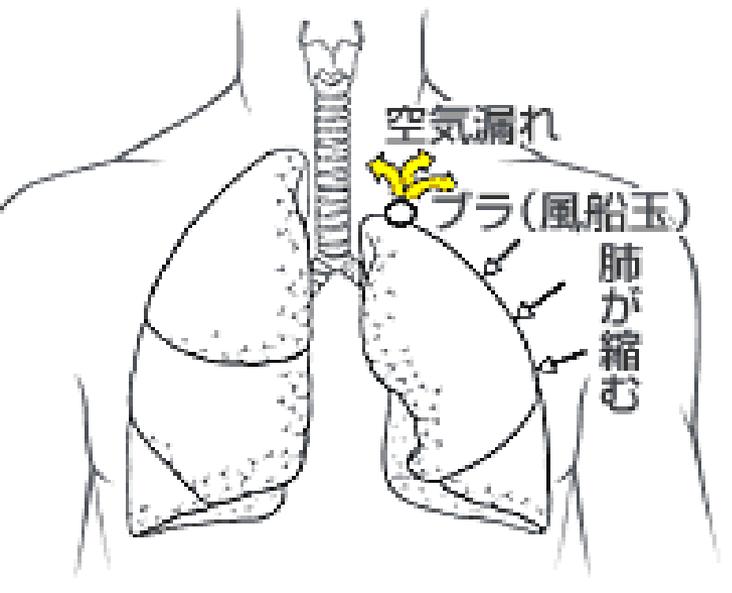
東芝 Aquilion One 北大病院に数年前入った。

Z軸方向16cmを瞬時に撮像できる。

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。心筋血流定量が出来る。

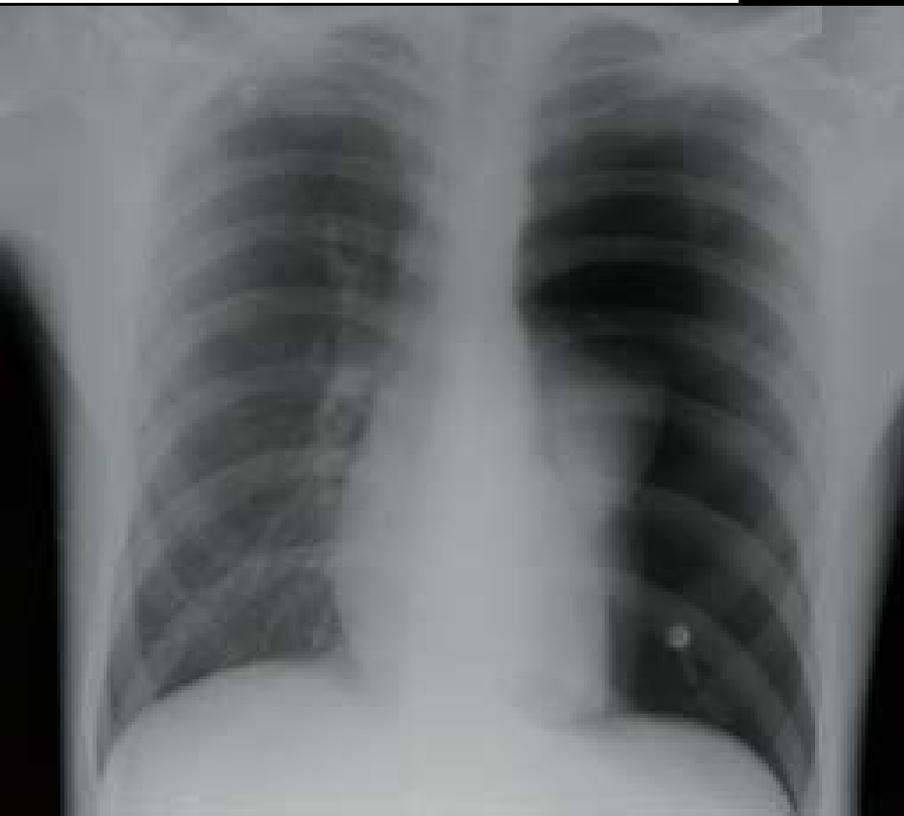


気胸 (Pneumothorax)



肺胞内空気が胸腔内に漏れ出て空気が肺を圧迫し、肺が収縮した状態。単純X線写真、CTで診断。

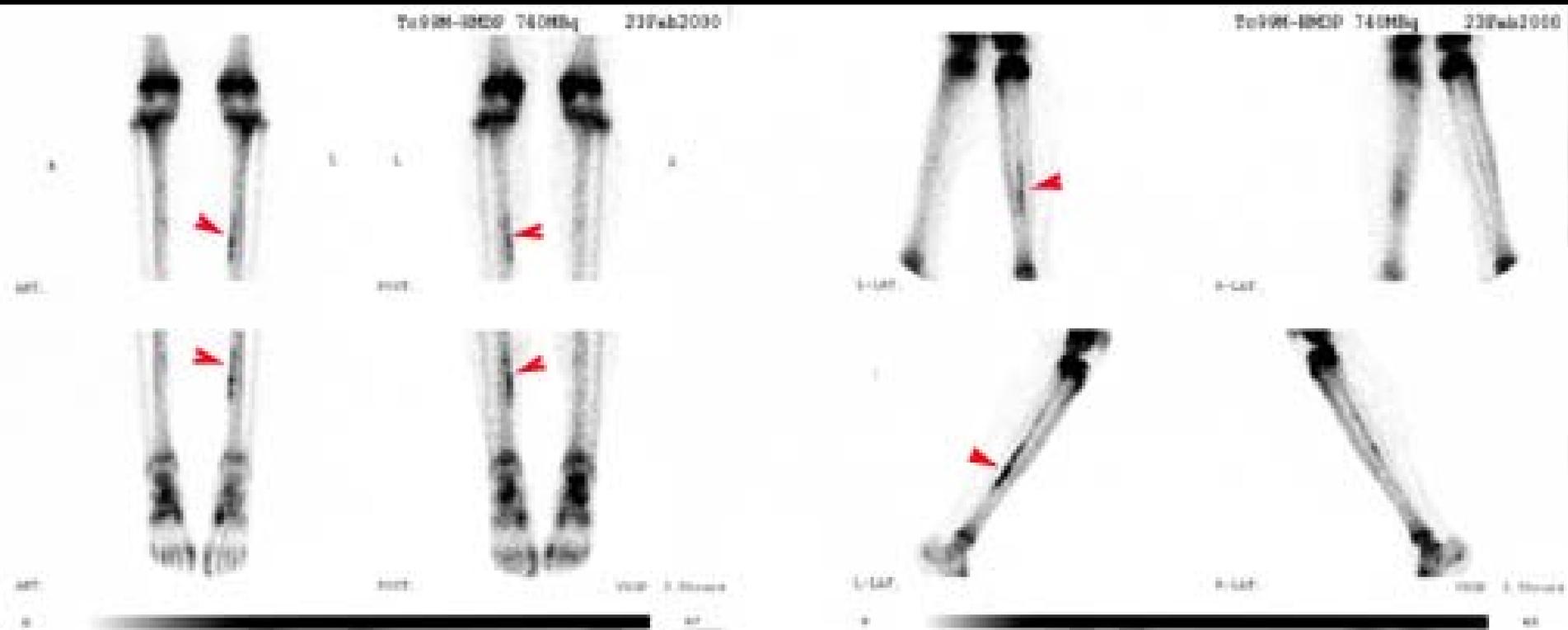
自然気胸は、背が高く痩せ型の若い男性に起こりやすい。



疲労骨折 fatigue fracture 剥離骨折の一種

Bone scintigraphy が有効な疾患。

過度のスポーツなどで、骨（脛骨 Tibia、腓骨 Fibula に多い）の表面に微小骨折が生じる。骨折部位には骨の再生が亢進するので、リン酸の集積が高くなる。単純X線像やCT、MRIでは、ほとんど所見がない。



椎間板ヘルニア herniated disc

椎間板の一部が椎間腔を超え突出した状態。
椎間板病変は MRI の方が診断しやすい。

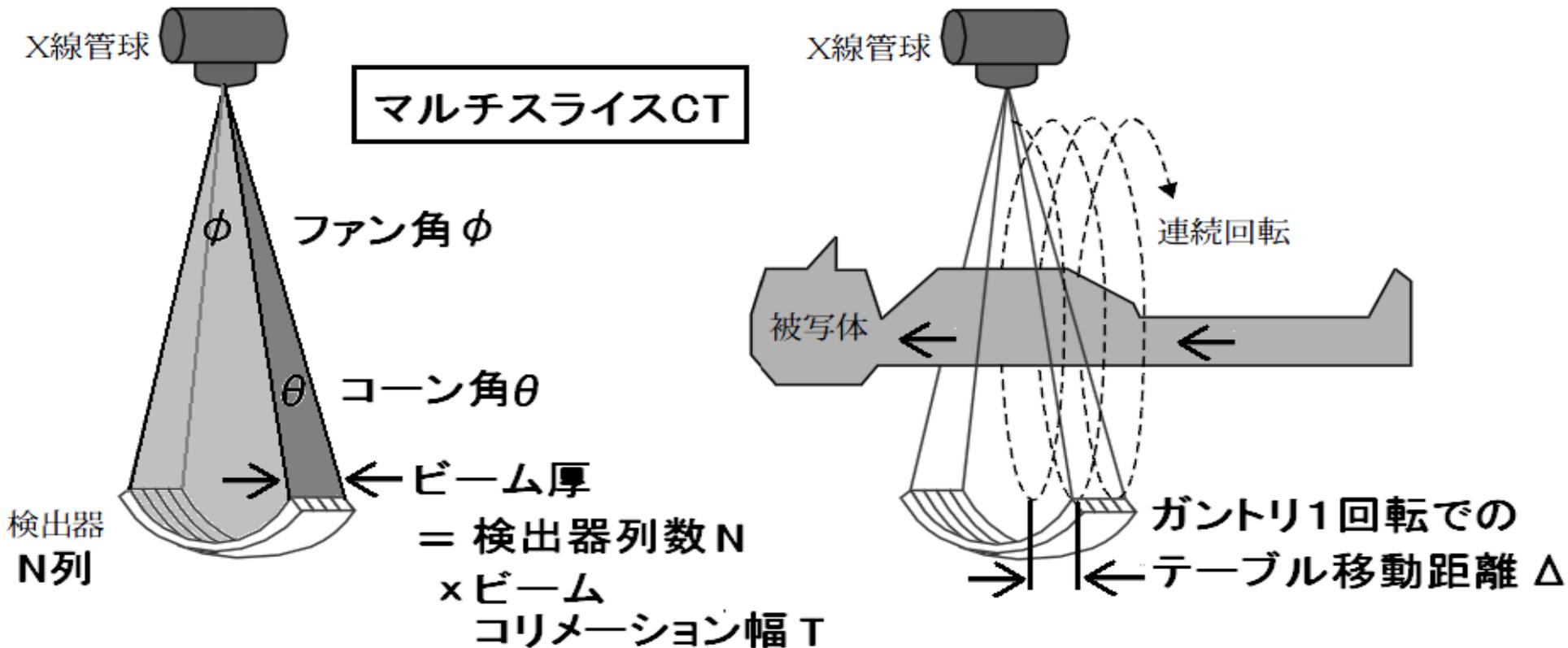


成人患者の胸部から骨盤部の範囲を
スライス厚 5 mm、スライス間隔 5 mm、
総撮影時間 5 秒間で CT 撮影したい。
撮影方法で適切なのはどれか。

1. 多検出器で寝台固定 **320列MDCT 心像CT**
2. 単検出器で連続寝台移動
3. 多検出器で連続寝台移動 **ヘリカルCT**
4. 単検出器で間欠寝台移動
5. 多検出器で間欠寝台移動

マルチスライスヘリカルCTの場合

ヘリカルピッチは、管球（またはガントリ）が1回転する間に患者ベッド（テーブル）が移動する距離 Δ を **ビーム厚**（**検出器列数 N × コリメーション幅 T** ）で割った値。



マルチスライスヘリカルCTの場合

$$\text{ビームピッチ} = \frac{\text{テーブル移動距離 } \Delta}{\text{ビーム厚 } NT}$$

$$\text{ディテクタピッチ} = \frac{\text{テーブル移動距離 } \Delta}{\text{検出器1列分のコリメーション幅 } T}$$

実際の撮影でのビームピッチは **0.6 ~ 1.5** 程度。

ビームピッチが 1 未満

→ 体軸方向データに重複 (オーバーラップ) が生じる

ビームピッチが 1 以上

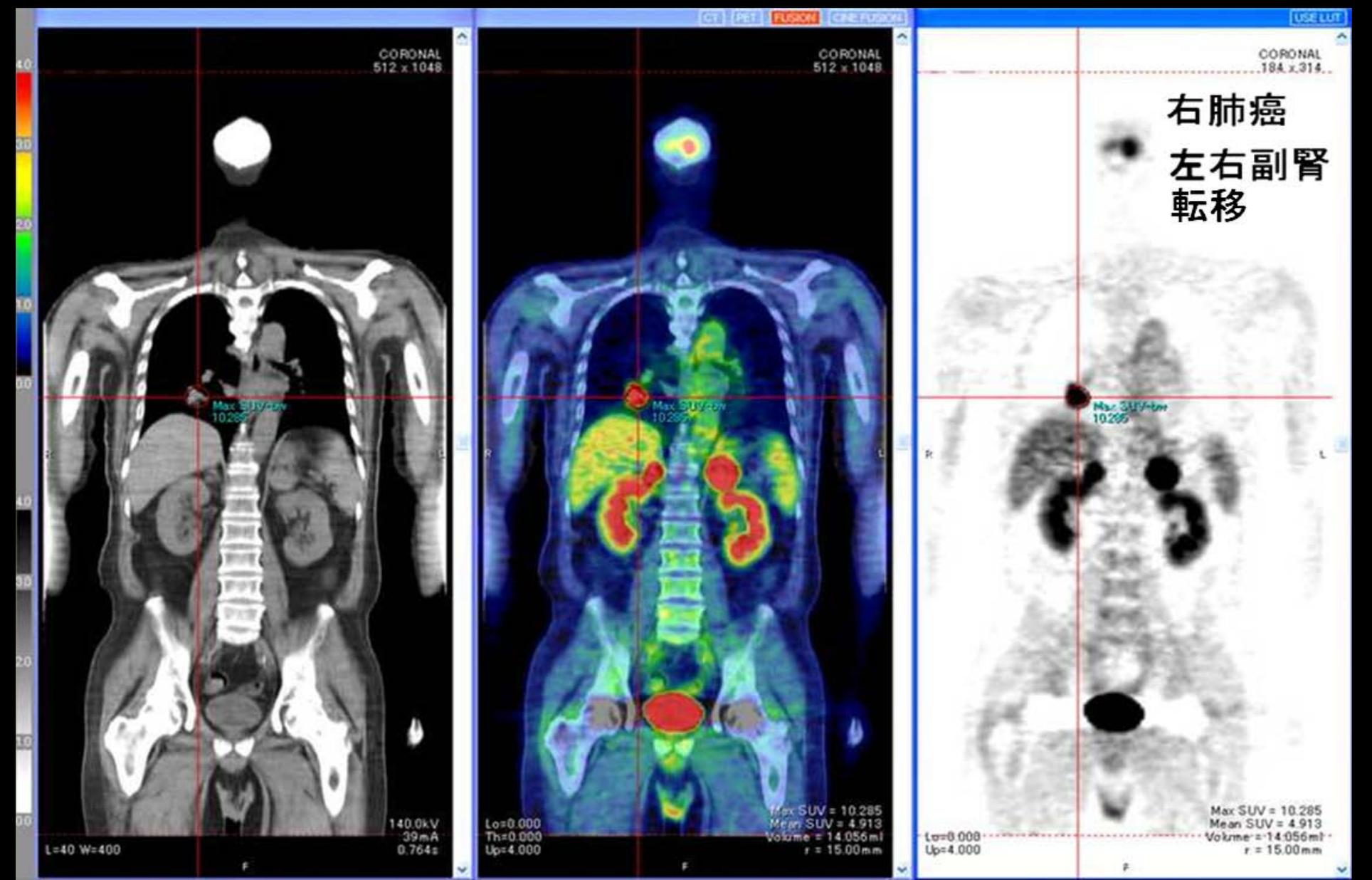
→ 体軸方向データに欠損 (ギャップ) が生じる

原理上は、ビームピッチを 1 に設定した撮影が理想的と考えられるが、

実際の撮像データは、辺縁部に並ぶ検出器から得るデータは中心部に並ぶ検出器から得るデータよりノイズが多いので、

ビームピッチを 1 未満にして体軸方向データに重複(オーバーラップ)を生じさせ、辺縁部検出器から得るデータを重複させて体軸方向断層画像の画質を良くする。

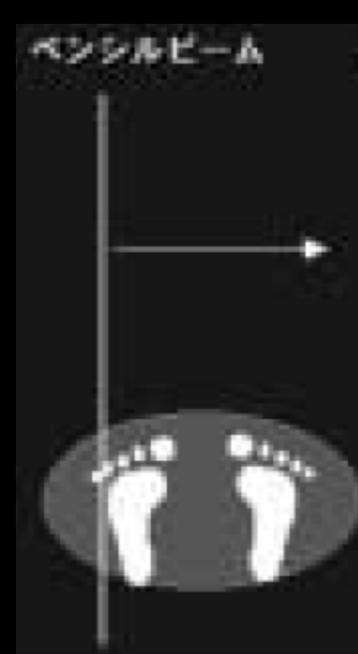
PET/CT のCT。64列ヘリカル。ビームピッチを 1 に設定。
被曝量は少ないが、体軸方向データにアーチファクトがある。



CTの世代分類

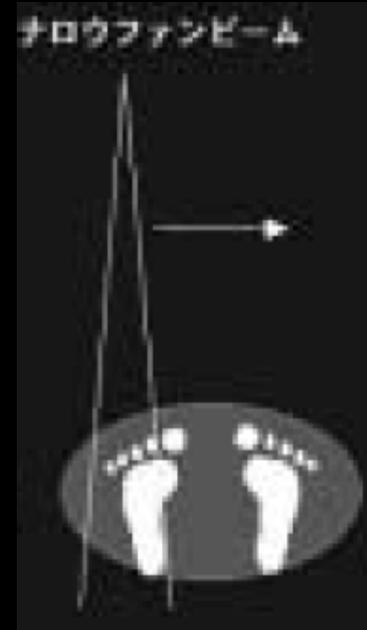
第1世代 Translate / Rotate (T / R) 方式

検出器は1個。X線は細く(ペンシルビーム)、X線管球が並進(translate)し、角度を変えて(回転 rotate)撮影。初期のCT。



第2世代 Translate / Rotate (T / R) 方式

検出器は10~20個。X線は10度程の広がり
のナローファンビームが並進(translate)し、
角度を変え(回転 rotate)撮影。回転角が
ファン角ごとに減り、第1世代より高速化。

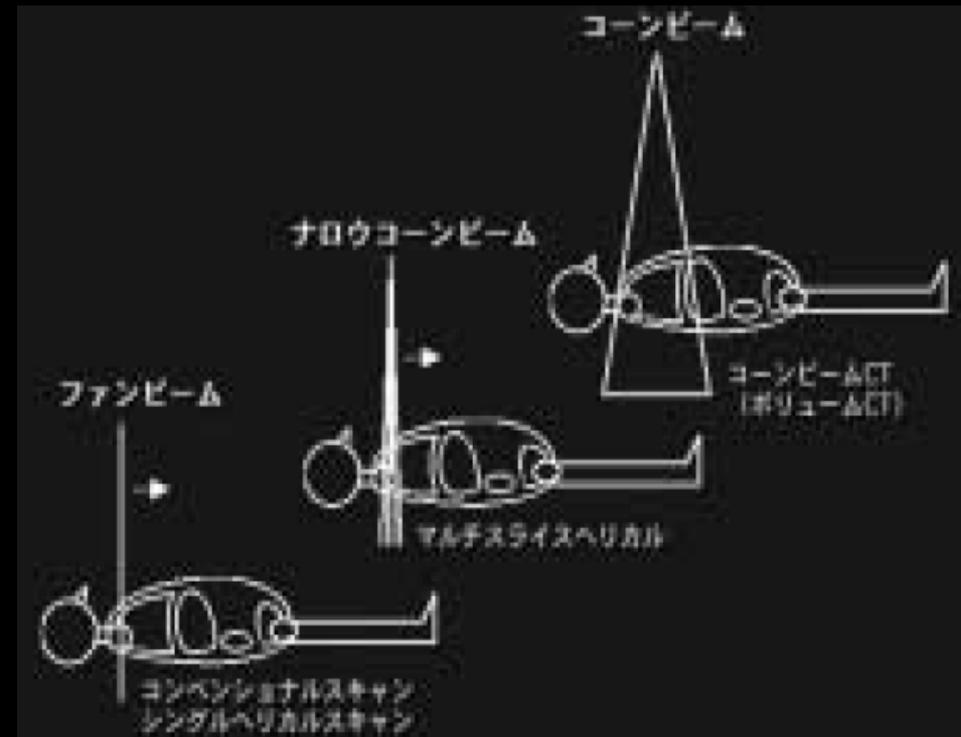


第3世代 Rotate / Rotate (R / R) 方式

検出器は500個以上。X線は患者全体にあたるワイドファンビーム。管球の並進は不要で、管球と検出器の回転で撮像できる。

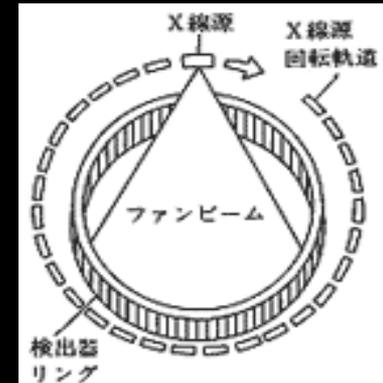


現在のCTの主流であり、体軸方向へのビームを広げて、ワイドコーンビームによるマルチスライス、およびヘリカルスキャンで、高速、広範囲なCT撮影が可能となった。



第4世代 Stationary / Rotate (S / R) 方式

検出器が360度全方向にリング状に固定 (stationary) されている。X線はワイドファンビーム。検出器の回転は不要で、管球の回転のみで撮像できるが、散乱線アーチファクトが多い、検出器が多いので高価などの欠点があり、現在は製造されていない。

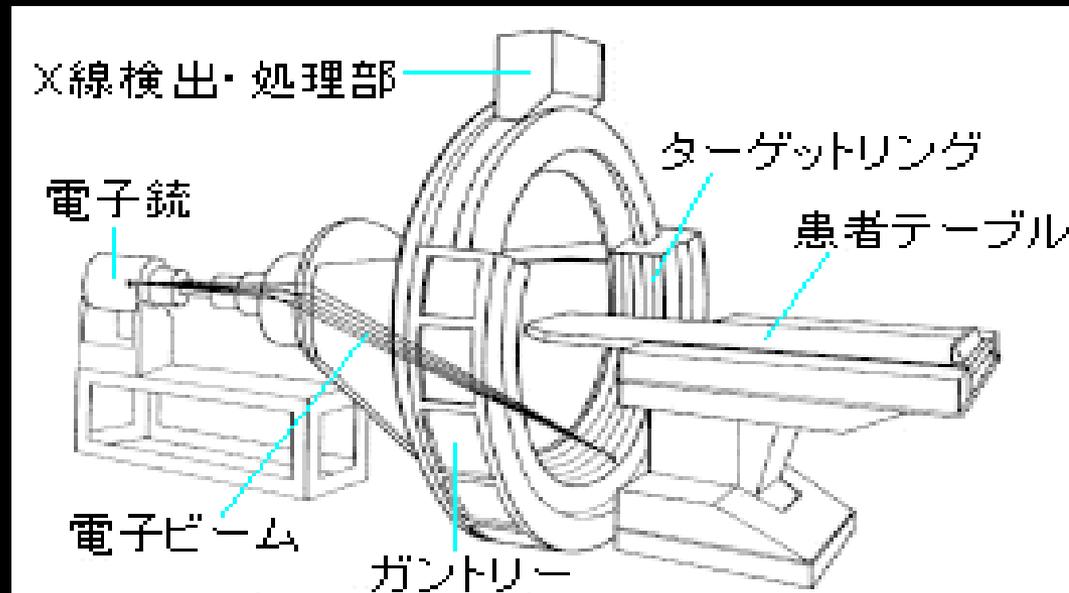


第4世代 Nutate / Rotate (N / R) 方式

検出器が360度全方向に配置され、X線管球は検出器リングの外側を回転する。そのため検出器リングは歳差運動 (nutate) をして撮像する。S/R方式の改良型で、分解能が向上するが、S/R方式と同じ欠点のため、現在は製造されていない。

第5世代 電子ビームCT Electron-beam CT

検出器はリング状に配置、X線を発生するターゲットも半円状に配置されている。電子ビームは偏向コイルにて角度を変えてターゲットリングに当たりX線を発生。管球および検出器も機械的に運動しないため高速撮影を可能にしたが、180度収集(ハーフスキャン)しかできない、散乱線の影響が大きい、特有の再構成画像歪みなどの問題があり、さらにマルチスライスCTの性能向上に伴い、普及しなかった。
製造会社名 イマトロン。



X線CT撮影で発生するおそれがあるのはどれか。

1. 放射線肺炎

2. 赤血球の減少

3. 騒音による聴力障害

MRIの騒音はかなり大きい

4. 脳動脈クリップの逸脱

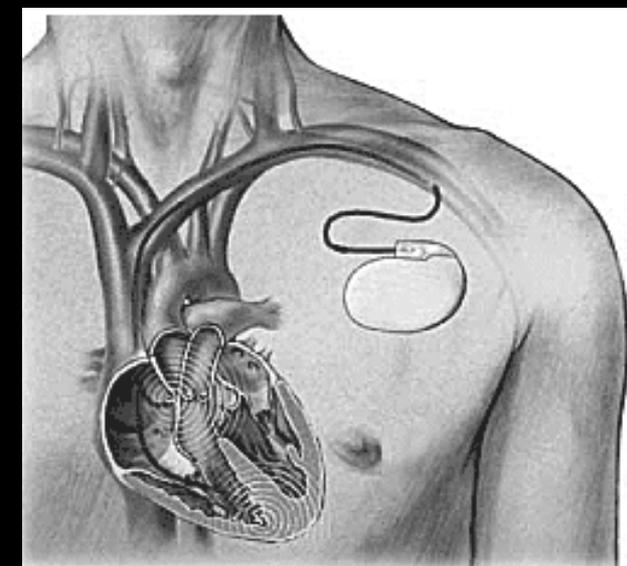
MRIの磁場の影響を受けないチタンクリップが普及

5. 心臓ペースメーカーの誤作動

心臓ペースメーカーの誤作動（オーバーセンシング）

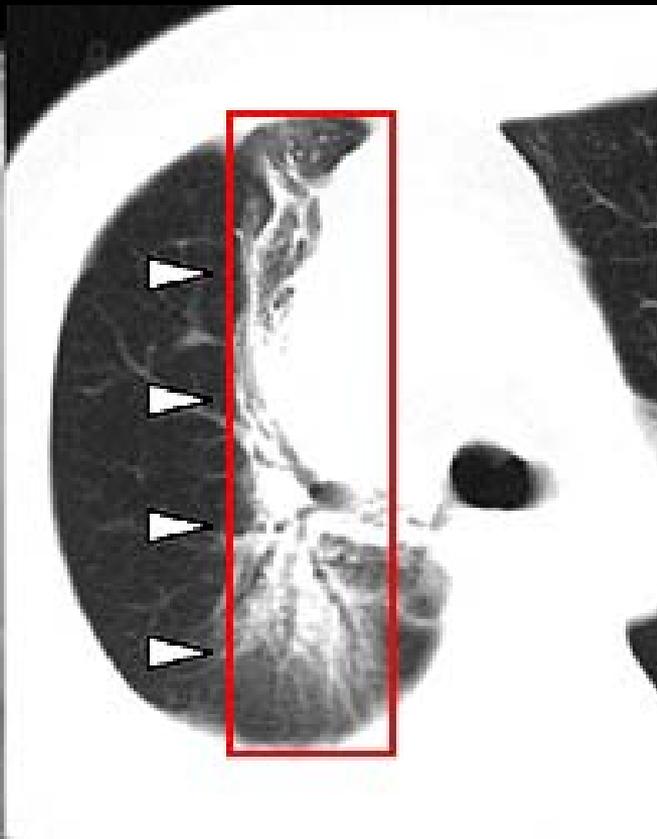
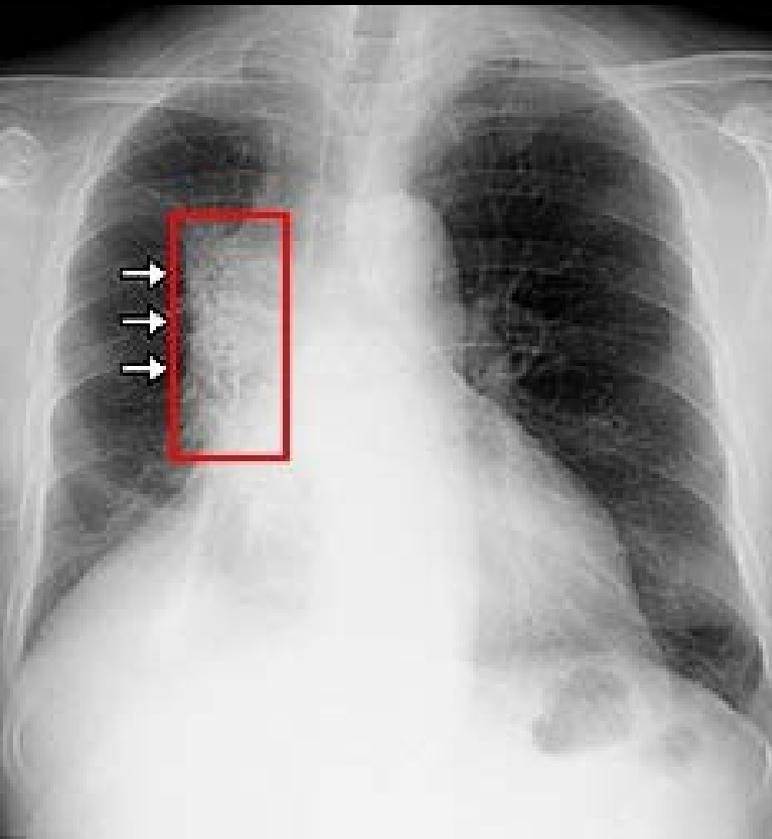
CT検査にて、X線がペースメーカー装置内の半導体に照射され**光電効果**が発生。光電効果による電流を心臓の電氣的興奮現象と感知(センシング)するため、ペースメーカーからの**心臓への刺激電流が停止する（オーバーセンシング）**。心停止の危険がある。

リード線のX線照射でオーバーセンシングは生じない。
携帯電話の電磁波でオーバーセンシングの危険あり。



放射線肺炎 Radiation pneumonitis

肺癌、乳癌、食道癌などの放射線照射治療にて、肺野に40Gy以上照射を受けると、1~3ヶ月後に照射野に間質性肺炎が生じる。感染症を起し易い。CTによる被曝(数mGy)では発症しない。



- 各組織の急性障害 (0.25~3 Sv 程度の被曝)

250 mSv 以下の被曝では症状は出ない。

赤血球は核がないので放射線感受性は低い。

白血球減少 250~1000 mSv

(被曝 1~2週で減少。リンパ球は 3ヶ月で回復。)

脱毛 1000 ~ 3000 mSv

永久脱毛 3000 ~ 5000 mSv

皮膚紅斑 3000 mSv

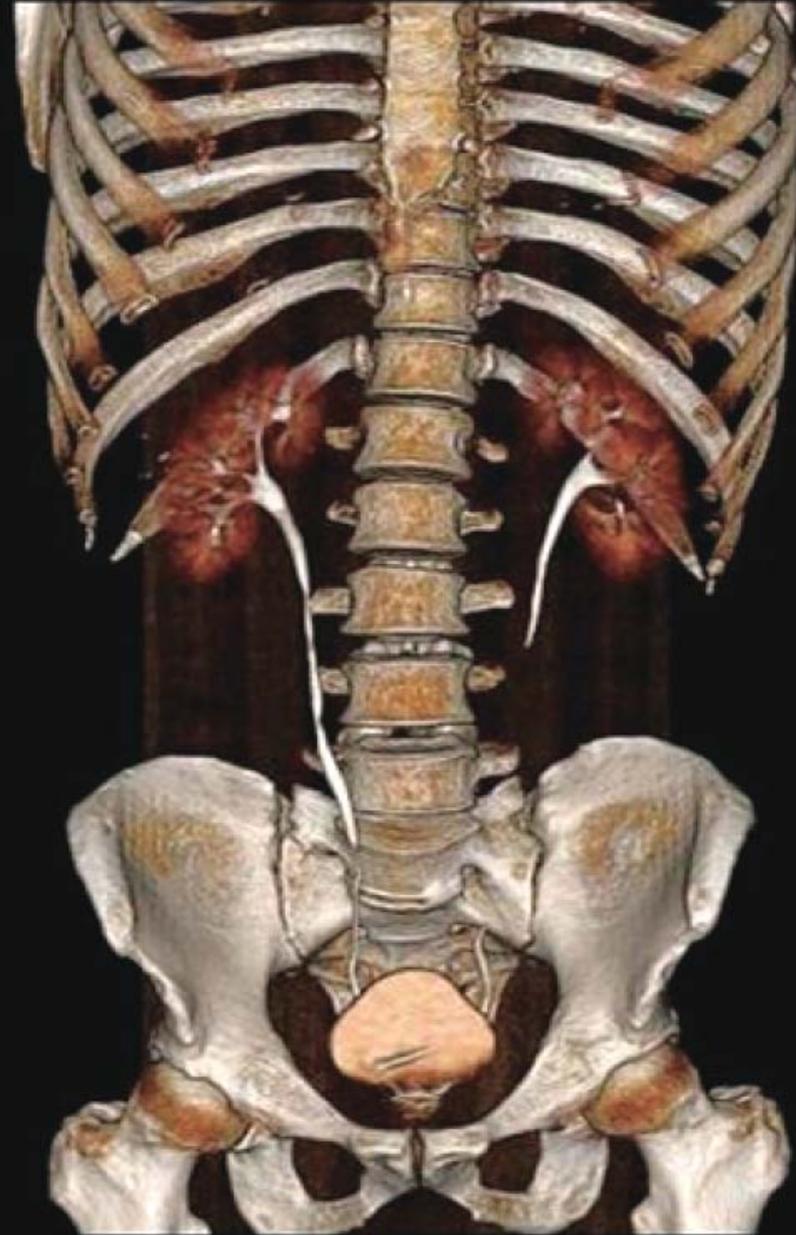
水晶体混濁 2000 mSv

女子一時不妊 650~1500 mSv

男子一時不妊 1500 mSv

造影CT後の三次元処理画像を示す。画像処理はどれか。

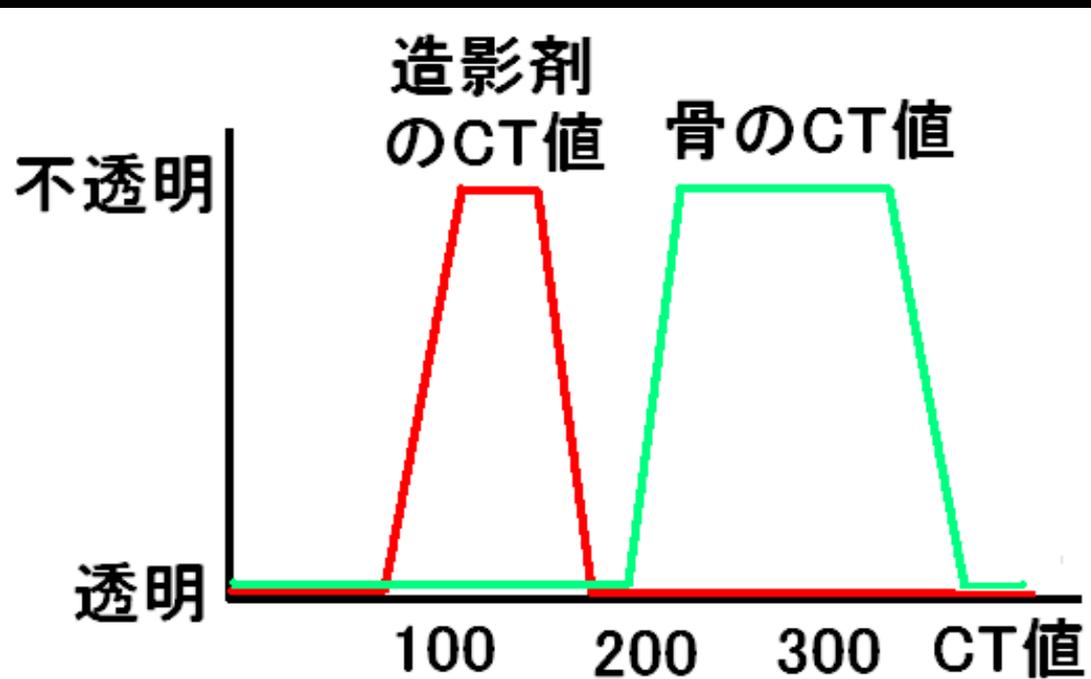
1. 最小値投影法
2. 最大値投影法
3. 多断面変換表示法
4. ワイヤーフレーム法
5. ポリユームレンダリング法



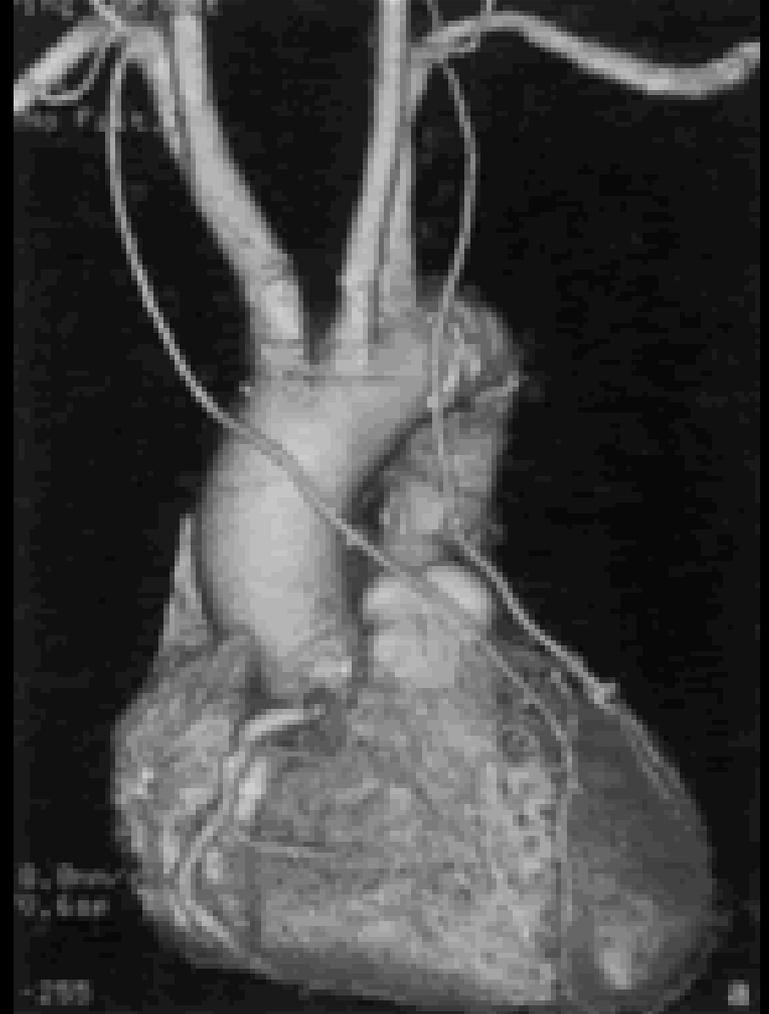
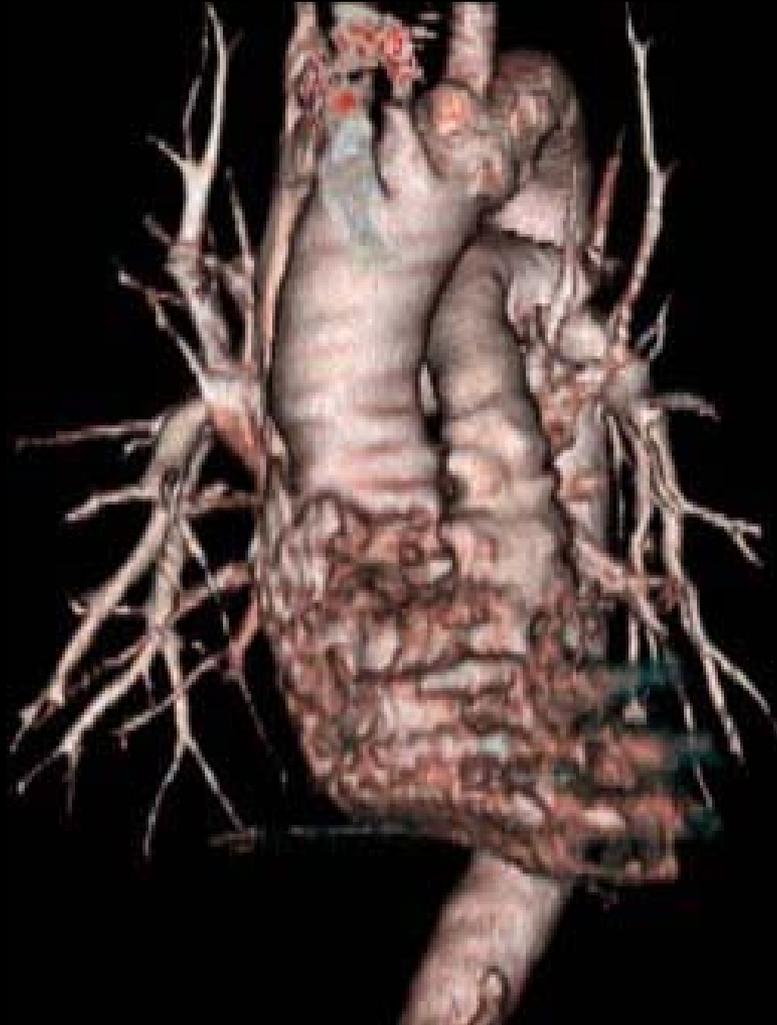
Volume Rendering 法（VR法）

レンダリング【rendering】画像データを処理して、具体的な画像の表現を得ること。

3次元画像データにて、注目したい臓器以外のCT値を無くする（透明と扱う）。注目したい臓器のCT値に不透明度を設定し、陰影をつけて（シェーディング）立体感のある2次元画像を作成。

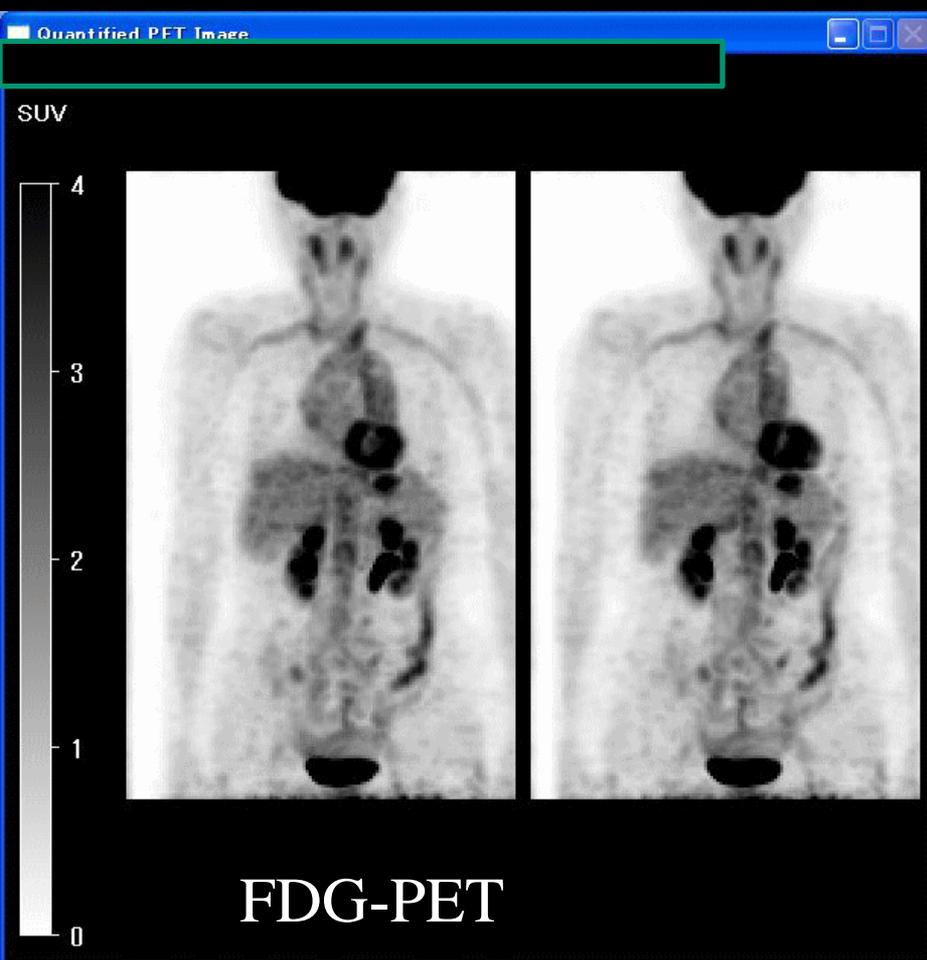


多列マルチスライスCTの性能向上で
ボリュームレンダリング (VR) 法の画質も向上した。
列数の少ないマルチスライスCTでは、心電図の同期が
数センチごとにずれて心臓のVR像は診断に使用できなかった。



Maximum Intensity Projection 法 (MIP法) 最大値投影法

3次元画像データにて、投影角度ごとに最も画素値が高い値で2次元画像を作成する方法。



Minimum Intensity Projection 法 (MinIP 法) 最小値投影法

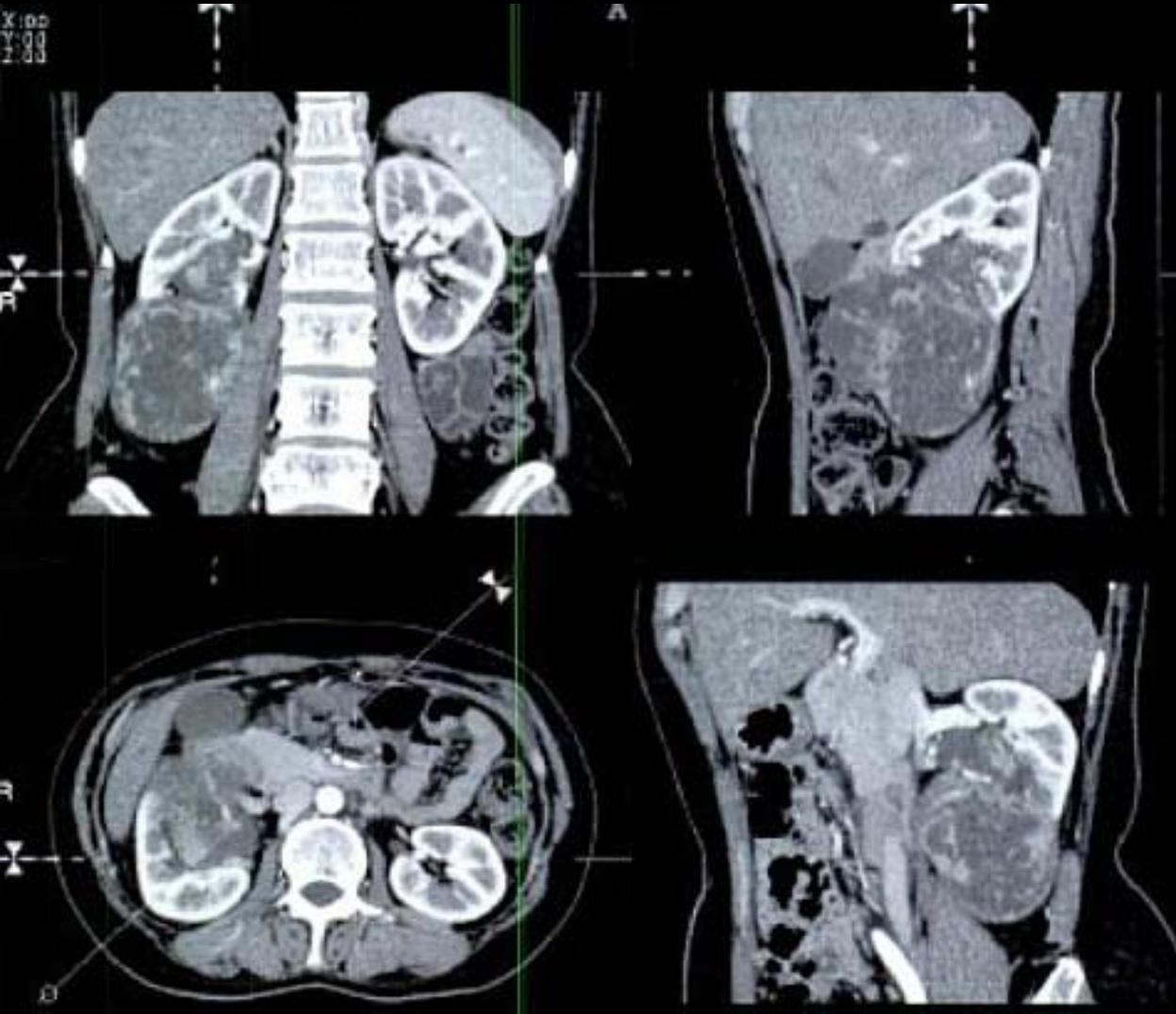
3次元画像データにて、投影角度ごとに最も画素値が低い値で2次元画像を作成する方法。



Multi Planer Reconstruction (MPR)

多断面変換表示法、多断面再構成法

3次元画像データを、任意の断面像に切り直す作業。



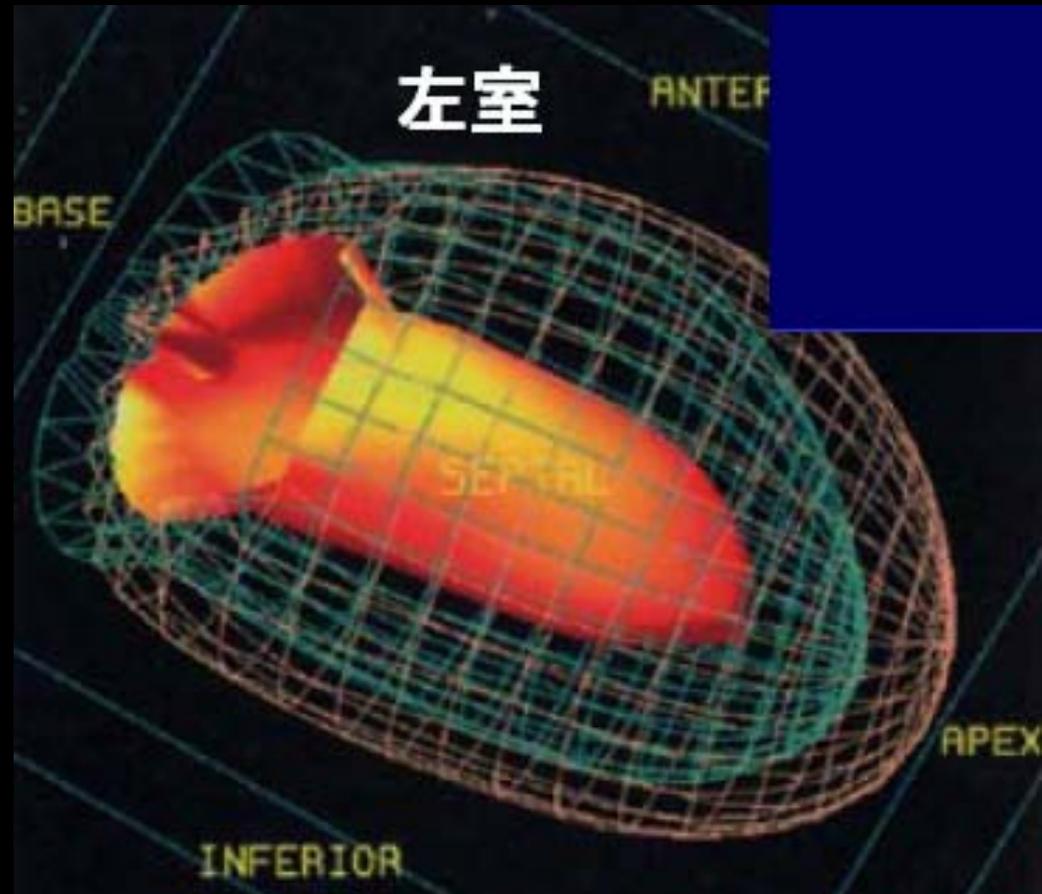
基本的なMPR像は3つあり、体に水平な体軸断面 (axial、transaxial)、縦切りの矢状断面 (sagittal)、横切りの冠状断面 (coronal) の3断面。

また、傾斜した断面をオブリーク断面 (斜断面, oblique) という。

ワイヤーフレーム法

心筋などの動く臓器の表示など。
収縮末期と拡張末期の左室心筋の同時表示など。
心電図同期心筋シンチグラフィで用いられる。

左室収縮性表示
ワイヤーフレーム法



25年国家試験 不適切問題 解答 2、3、(4) 1, 5 は Surface Rendering (SR) の説明

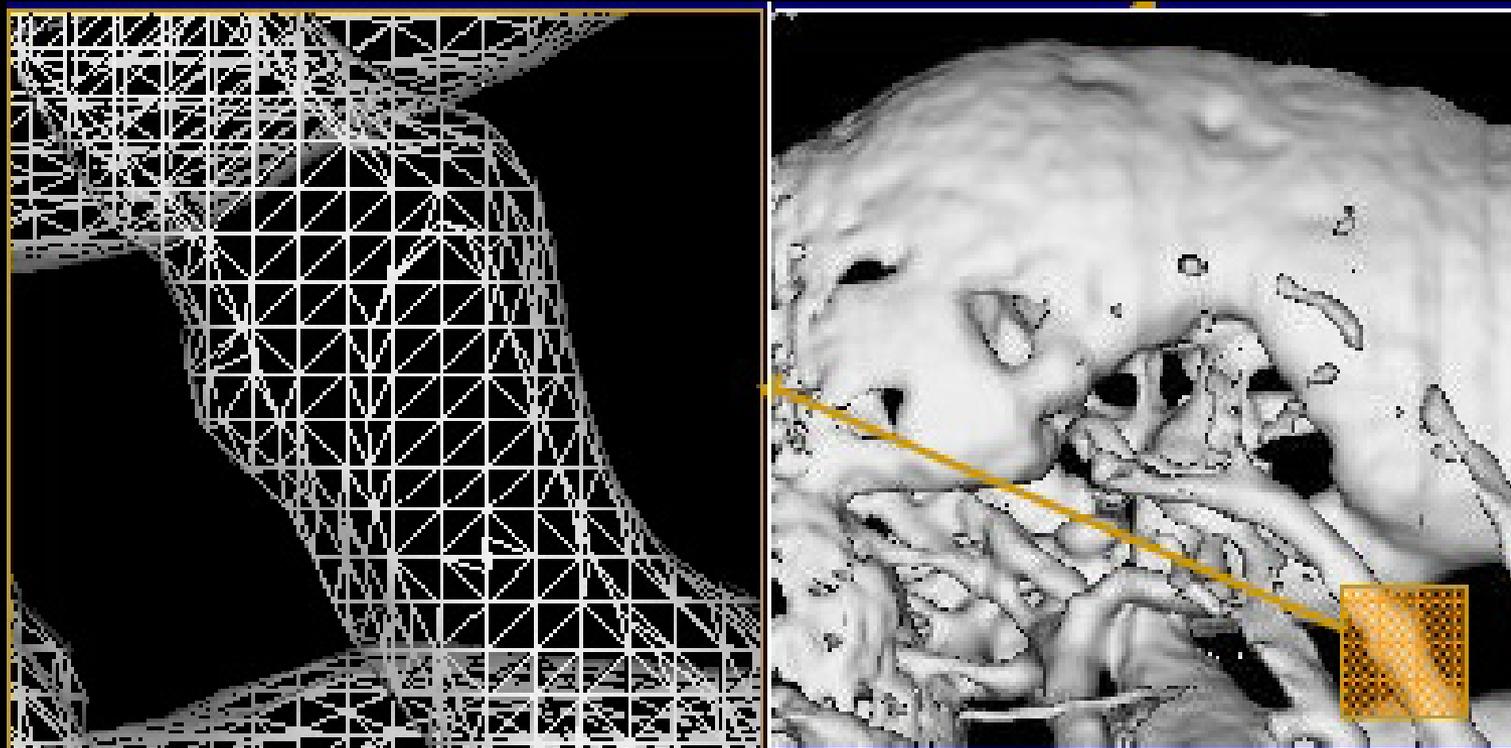
ボリュームレンダリング法で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 2値化処理を行う。
2. データの精度が落ちない。
3. エリアシング誤差が生じる。
4. ボクセル値に合わせた不透明度と透過光を乗算し透過度を計算する。
5. ボリュームデータから表面を抽出し多角形図形で表面情報を表示する。

Surface Rendering (SR)

サーフェスレンダリング法

3次元画像データから2値化処理によって骨や皮膚、内臓などの表面に対応する画素の分布を、多角形・図形の集まりとして抽出し、それぞれの面に陰影（シェーディング）処理を行い立体的に表現する方法。



エイリアシング、エイリアシング 折り返し雑音 (Aliasing)

画像処理において本来異なる像が標本化(デジタル化)によって異なる画素として区別できなくなることをいう。

エイリアス(alises)は、偽信号と訳される。

画像がデジタル(標本化)処理されたとき、画像に生じる歪みや誤差をエイリアシングまたは折り返し雑音という。

デジタル画像を見たとき、画面あるいは脳で像の再生(補間)が行われている。再生された画像が本来の画像と違っている場合、そこには折り返し歪みが生じている。

空間折り返し歪み(spatial aliasing)の例として、レンガの壁の絵をピクセル数の少ないデジタル画像にしたときに生じるモアレ(干渉縞)がある。このようなピクセル化、デジタル化に際して生じる問題もエイリアシングという。