

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

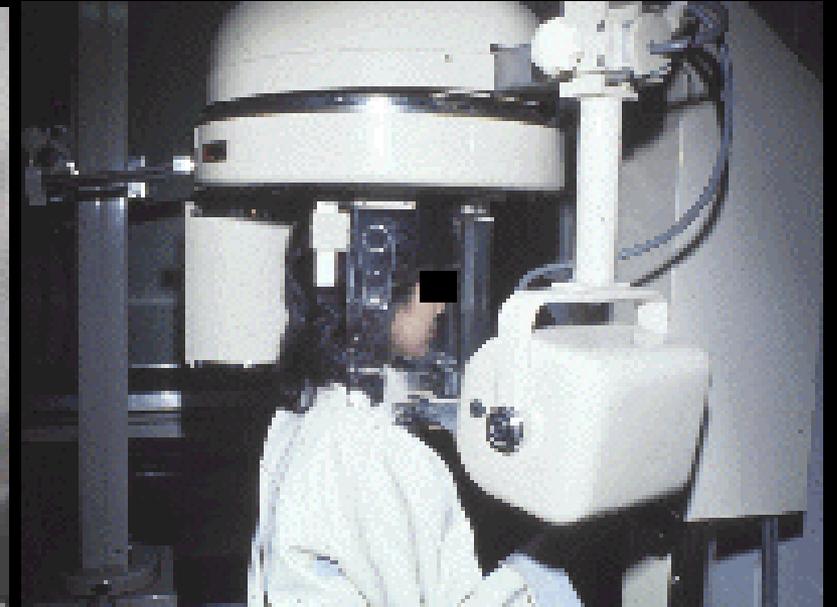
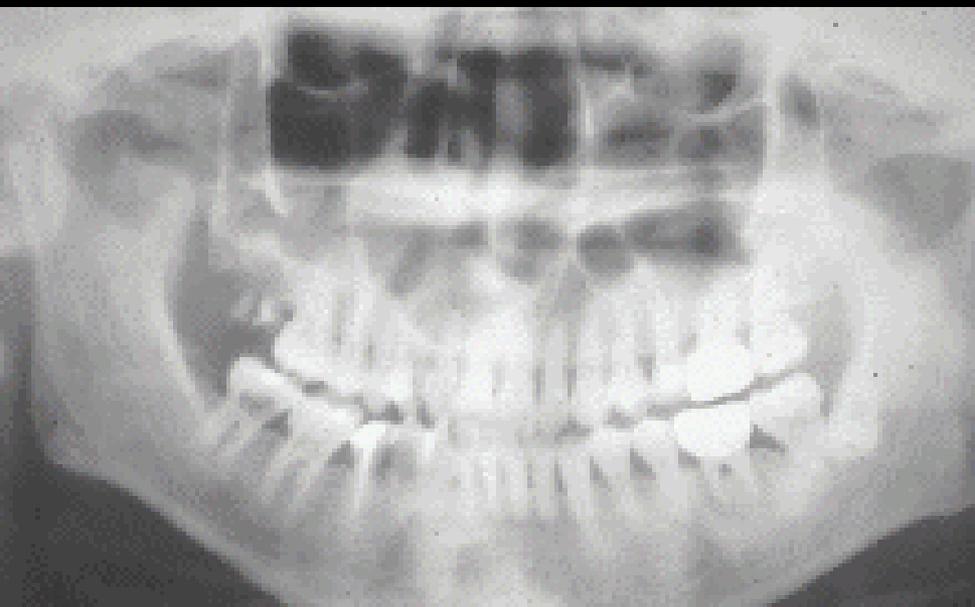
Cアームを約5秒間で180度回転しながら約40方向のDSA撮像を行い、その画像から断層DSA画像を再構成。血管MIP画像を作成。



# 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。



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



- ① 低コントラストファントム
- ② 高コントラストファントム
- ③ 楕円吸収体ファントム
- ④ 被曝線量測定用ファントム
- ⑤ コインファントム
- ⑥ 角度調整用固定具

# 低コントラスト分解能の評価用ファントム

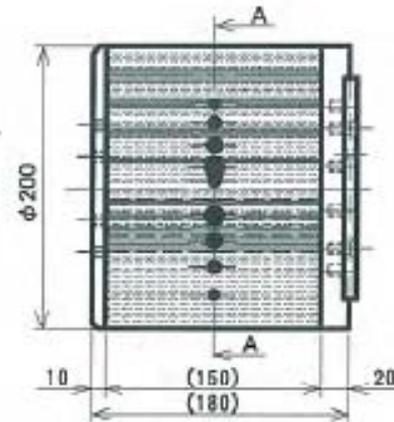
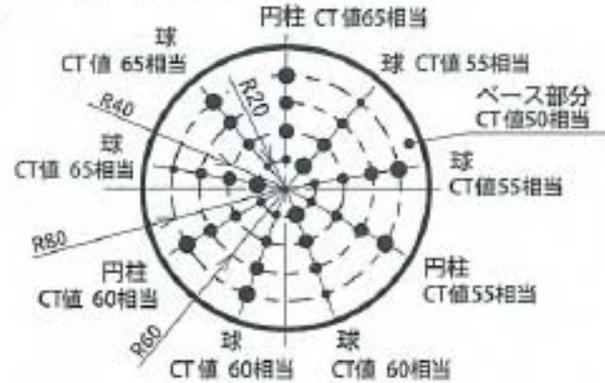
## ① 低コントラストファントム Low Contrast Phantom

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。

バックグラウンドのCT値は約50、球体・円柱のCT値は約55・60・65です。



材質:ポリウレタン樹脂



# 高コントラスト分解能の評価用ファントム

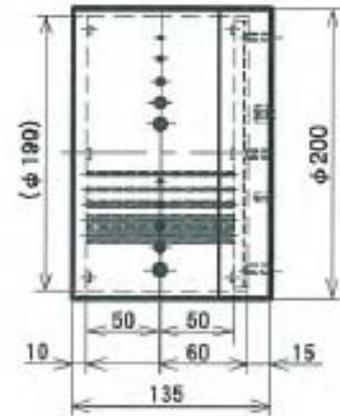
## ② 高コントラストファントム High Contrast Phantom

肺代用物の中に直径2・3・5・7・10mmの軟組織代用物の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。



材質:ウレタン発泡樹脂



## 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。

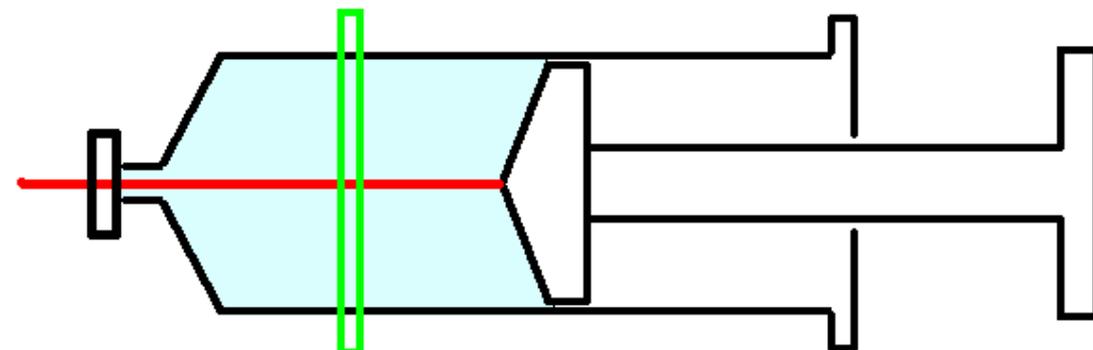
## 低コントラスト分解能

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。

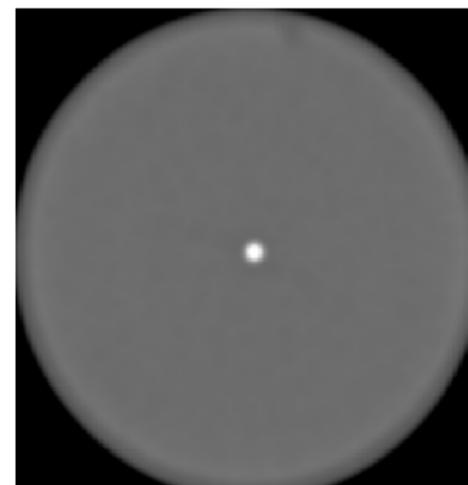
# ワイヤーファントム

# 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、  
0.1~0.2 mm 径の金属ワイヤーを張る。



この部位の断面を撮像  
スライス厚は 2~3mmで



CTの撮像範囲(FOV:Field of View)  
(普通は512x512画素)内に  
ぎりぎりに注射器断面像が収まるよう  
に拡大収集する。

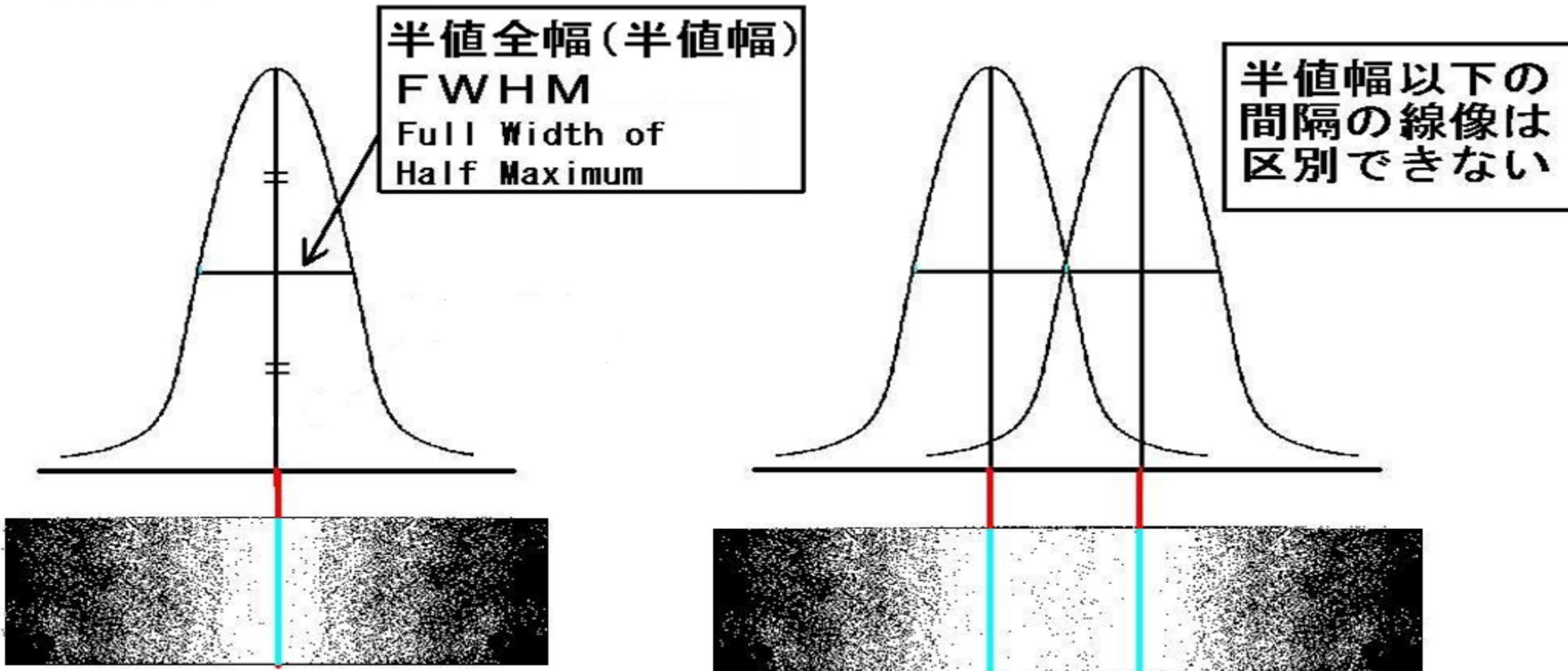
# 空間分解能 = 高コントラスト分解能

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

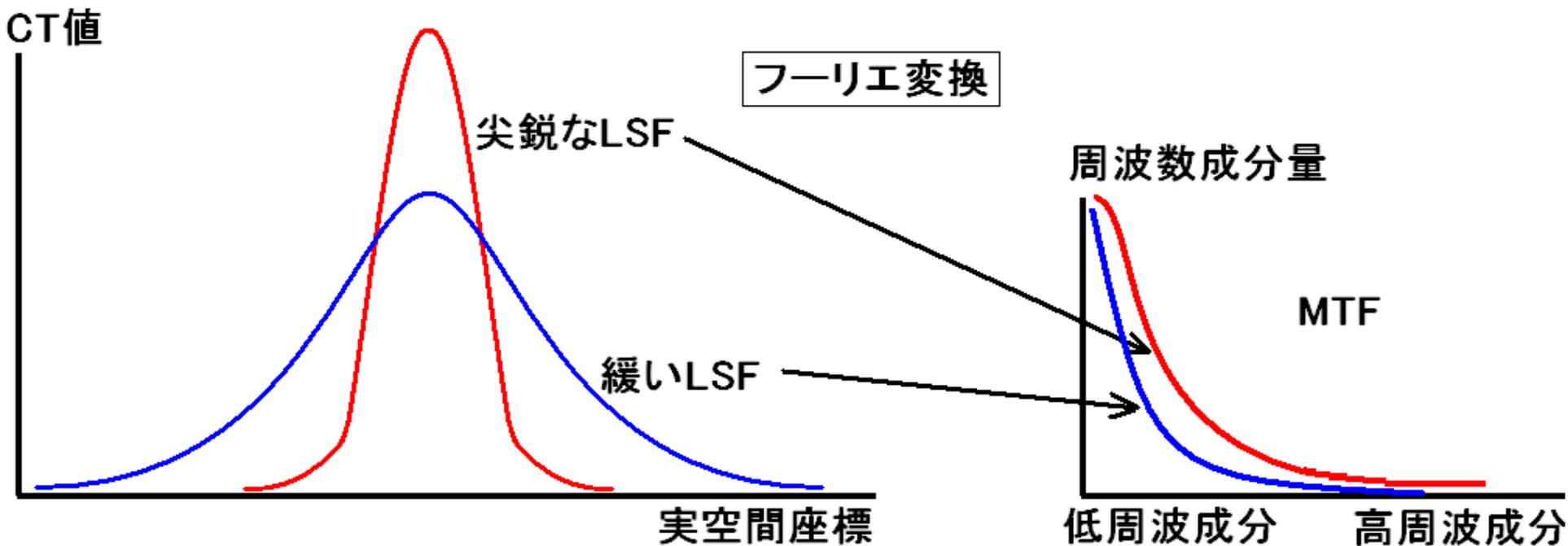


# MTF (Modulation Transfer Function)

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。)

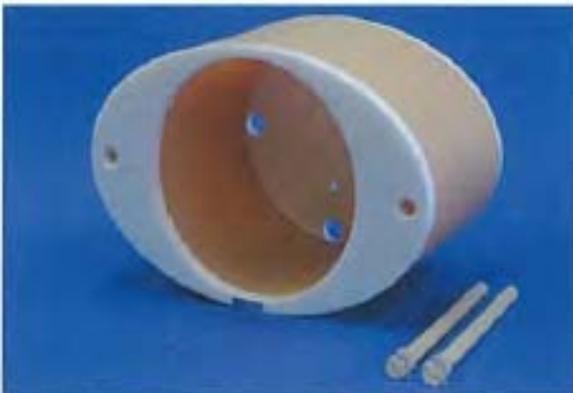
尖鋭なLSFをフーリエ変換したMTFは高周波成分が多い。  
(高解像、高分解能なデータであることを示している。)



# 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

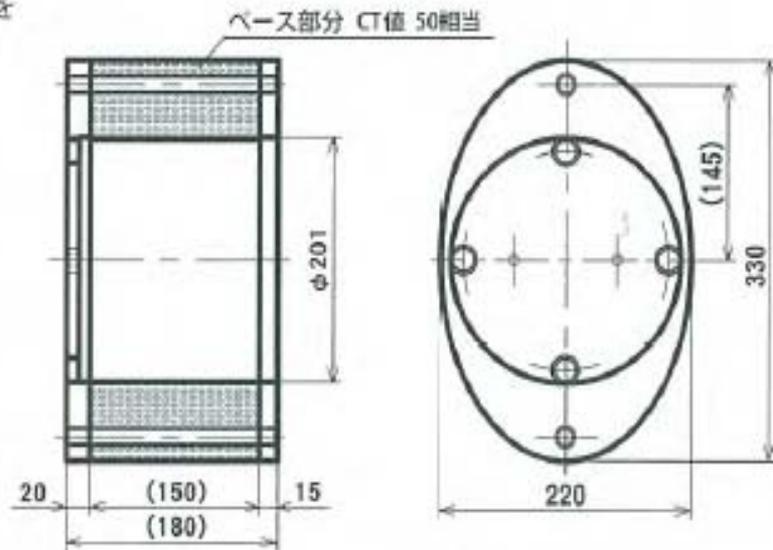
胴体を想定した楕円柱型ファントムです。直径200mmの穴が空いており、同サイズのファントムを内部に入れて使うことができ、ビームハードニング効果等が行えます。ファントムサイドに、線量計を挿入できる構造です。



材質:ポリウレタン樹脂



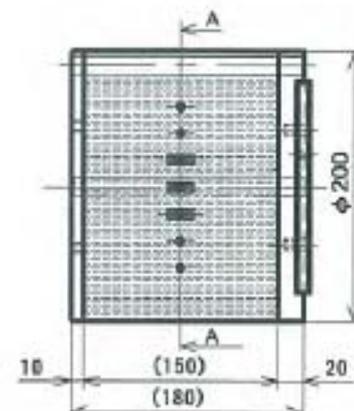
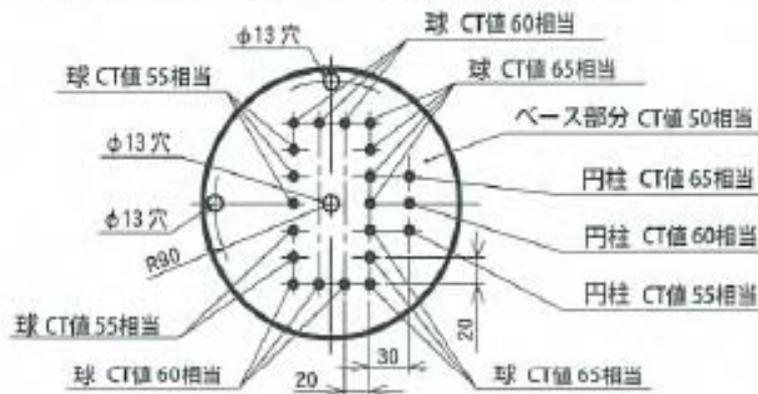
楕円吸収体ファントム+被曝線量想定用ファントム  
低コントラスト測定部付きイメージ



# 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。画質と線量測定の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

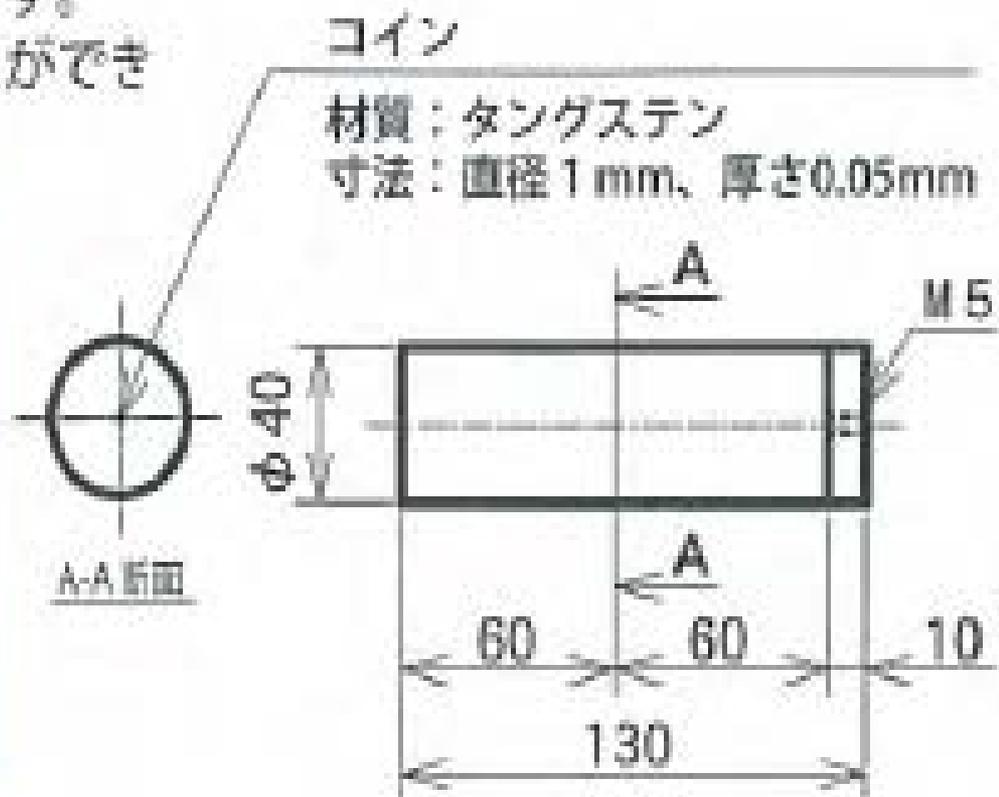
マルチスライスCTの スライス厚の評価に使用

## ⑤ コインファントム Micro Disc Phantom

直径 1 mm 厚み 0.05 mm 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。



材質:ポリウレタン樹脂

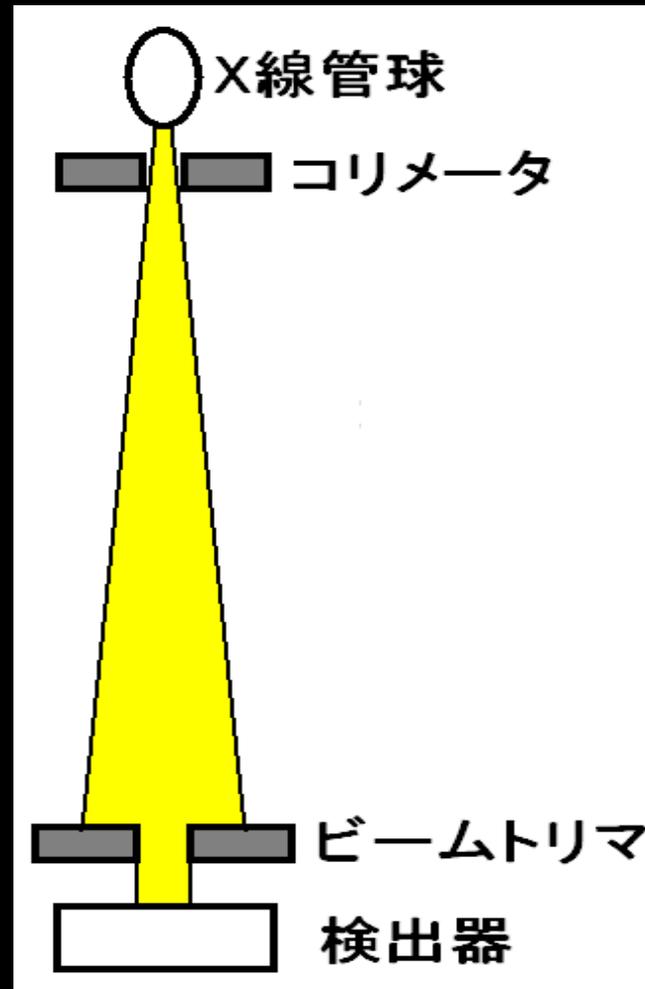
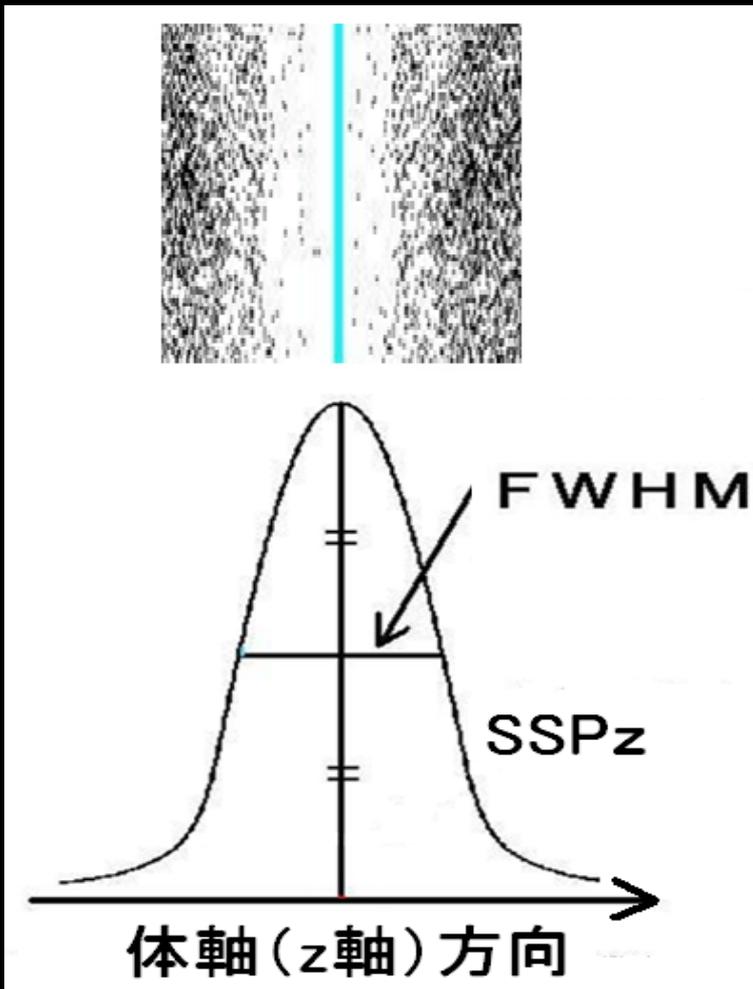


CTの空間分解能は体軸(z軸)方向にも評価が必要。

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。

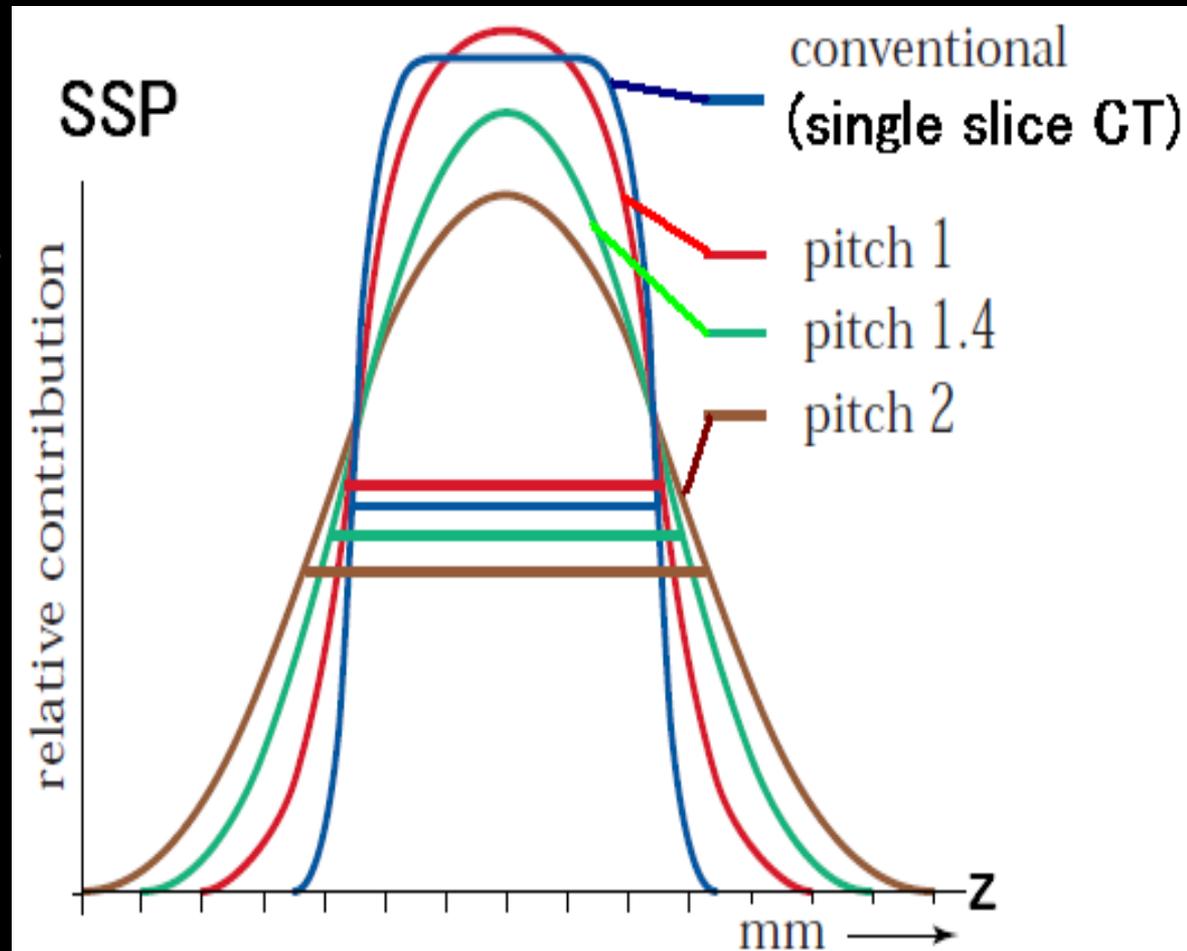


# スライス厚 (少なくとも月1回実施)

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。

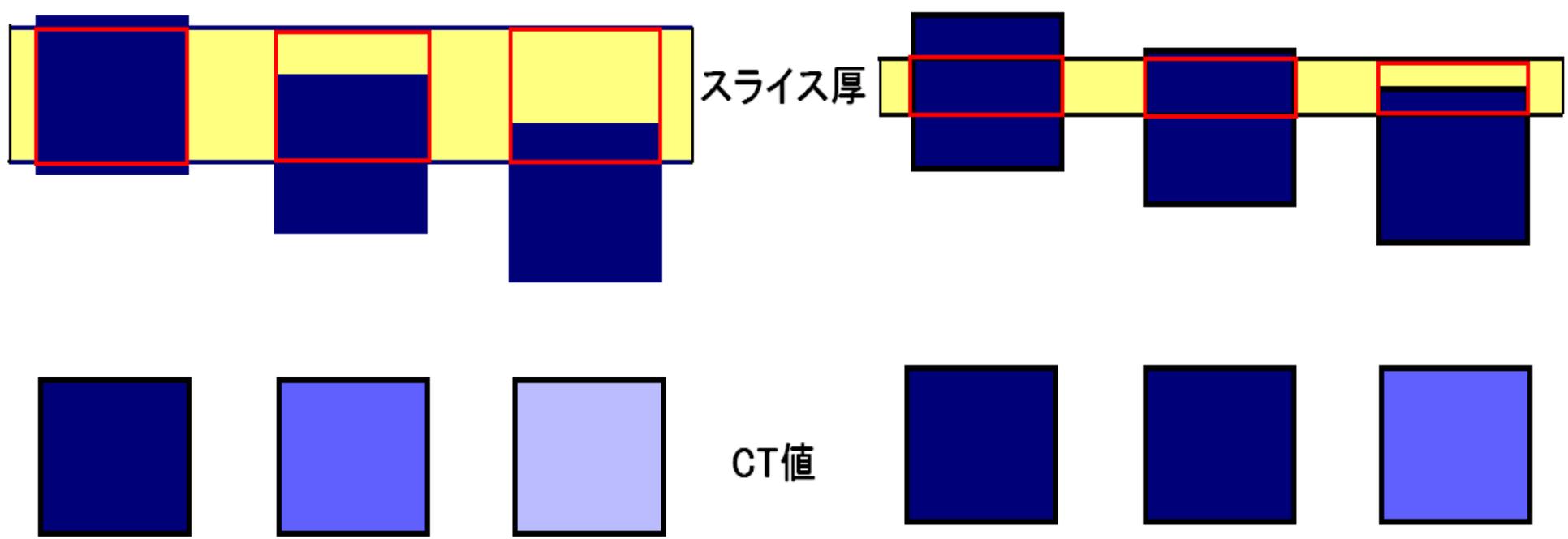
シングルスライスCTは、SSPが良好。

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。

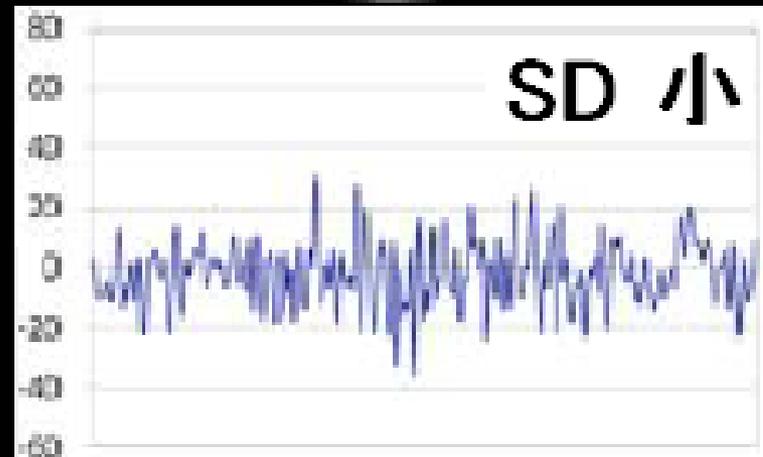
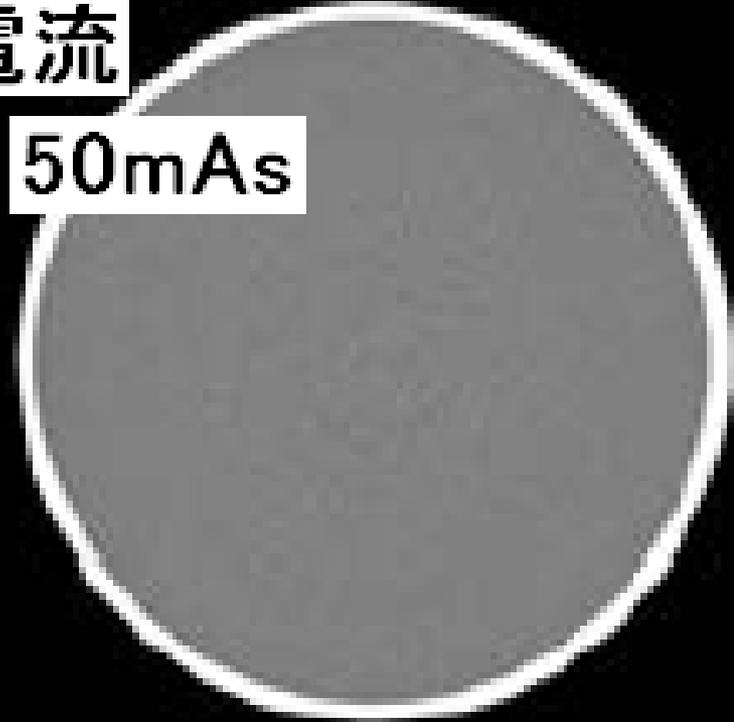
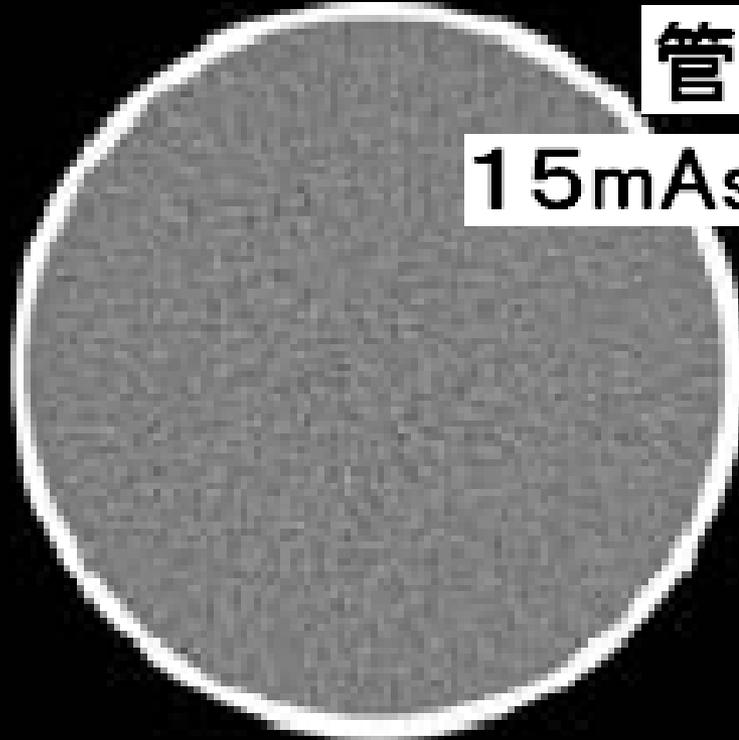


# 均一ファントム、水ファントム による 雑音、S/N ( Signal / Noise ) の評価

管電流

15mAs

50mAs



水ファントム内部の CT値 の平均値(0)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

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

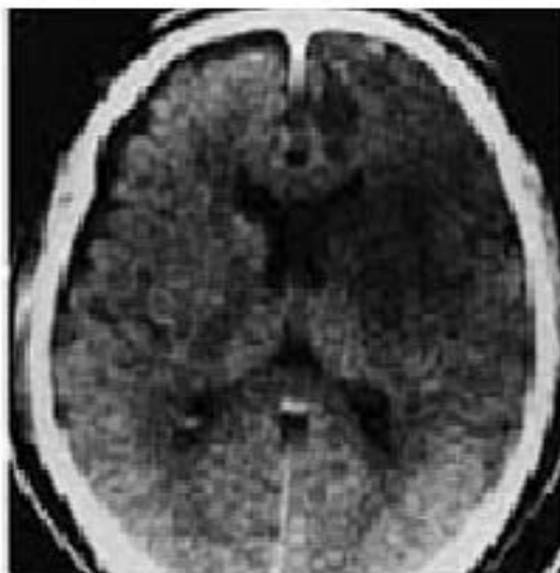
# 脳梗塞 Cerebral infarction

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。

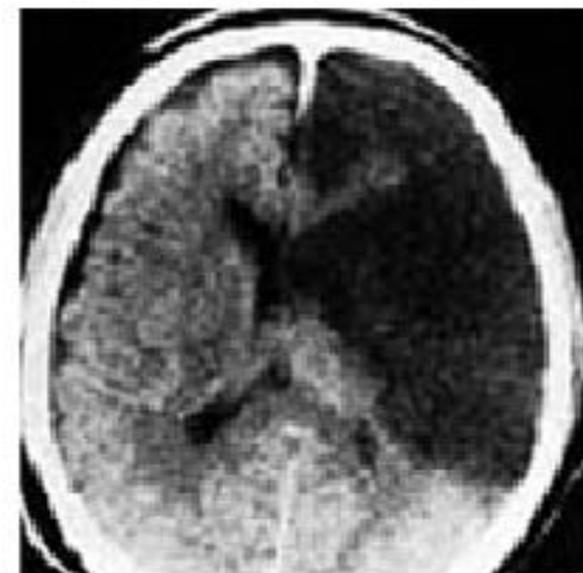
脳梗塞(左内頸動脈閉塞) 左前、中大脳動脈領域の梗塞



発症3時間後



24時間後



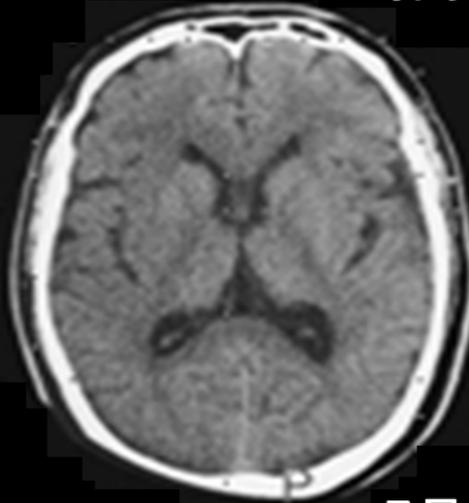
3日後

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。

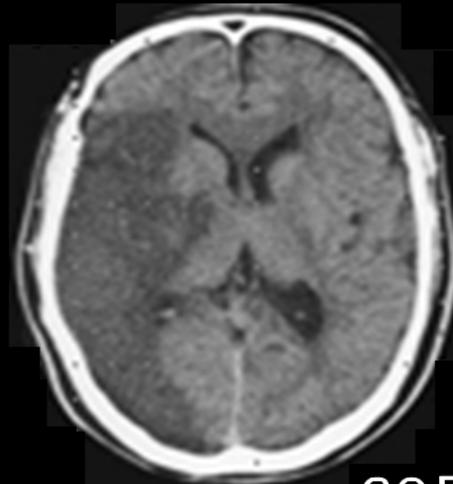
発症直後



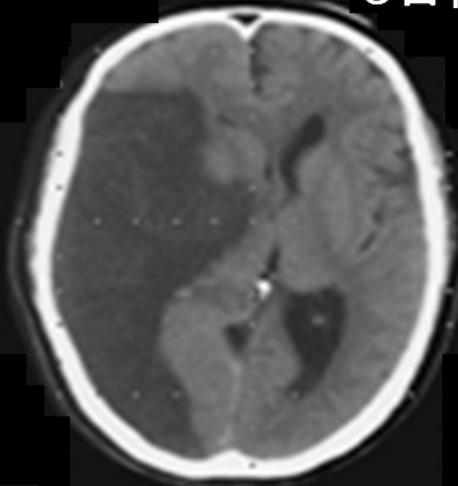
2時間後



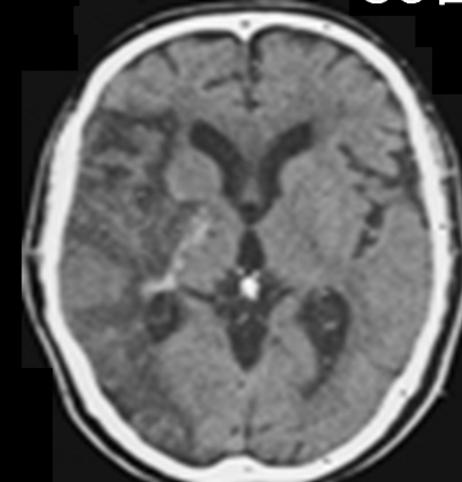
2日後



5日後



30日後

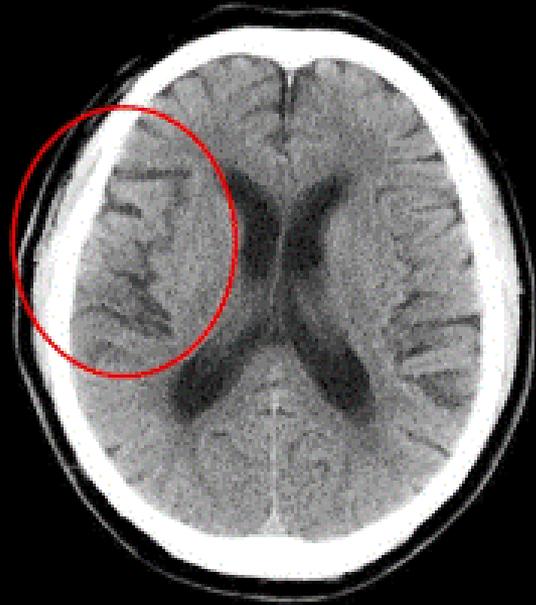


右中大脳動脈  
(MCA)領域の  
脳梗塞

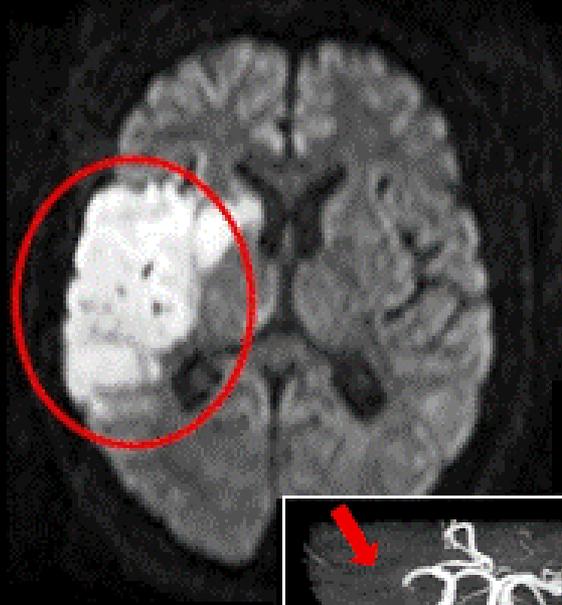
# 超急性期脳梗塞には、MRI の拡散強調画像 DWI (Diffusion weighted imaging) が有効。

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



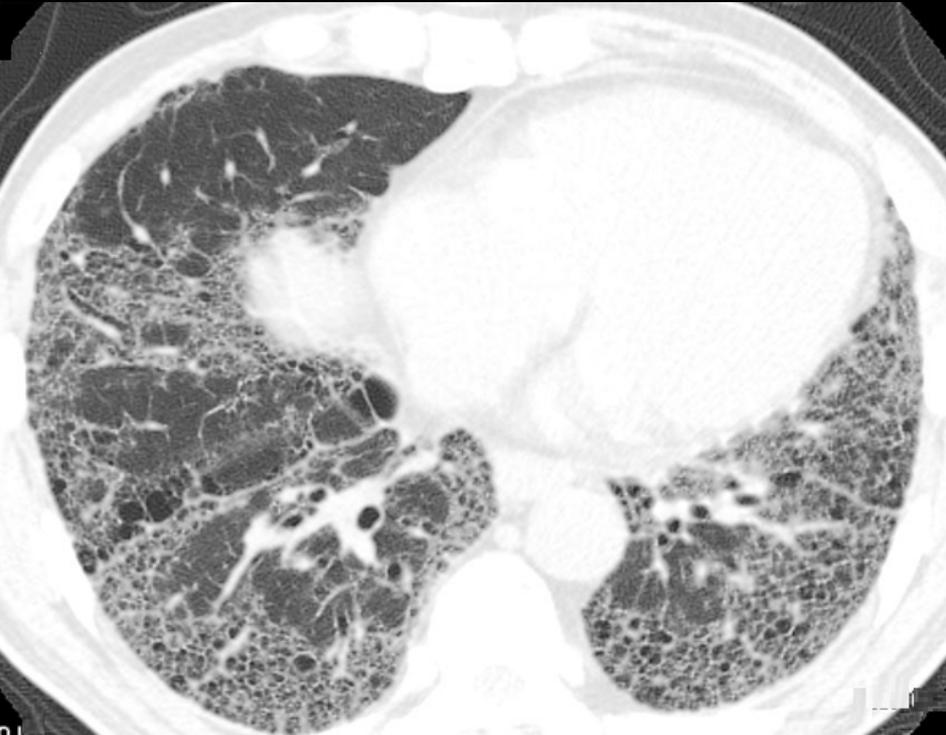
DWI

MRA

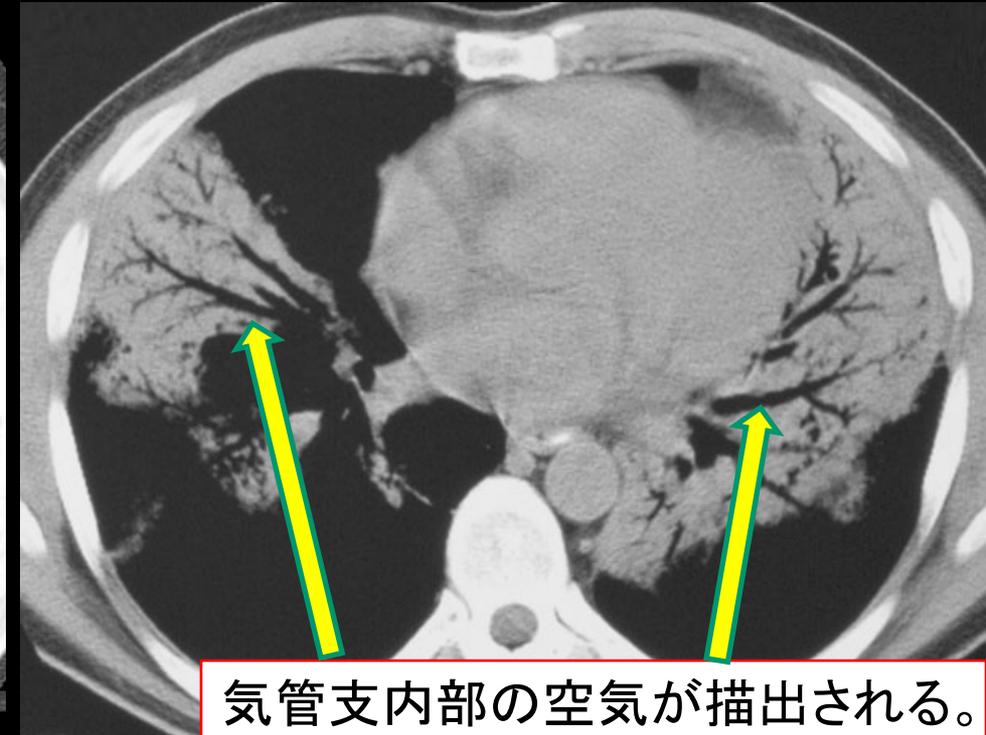


正常脳組織は、神経線維に沿った水の拡散が大きく DWI の信号は低い。

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



気管支内部の空気が描出される。  
( Air bronchogram )

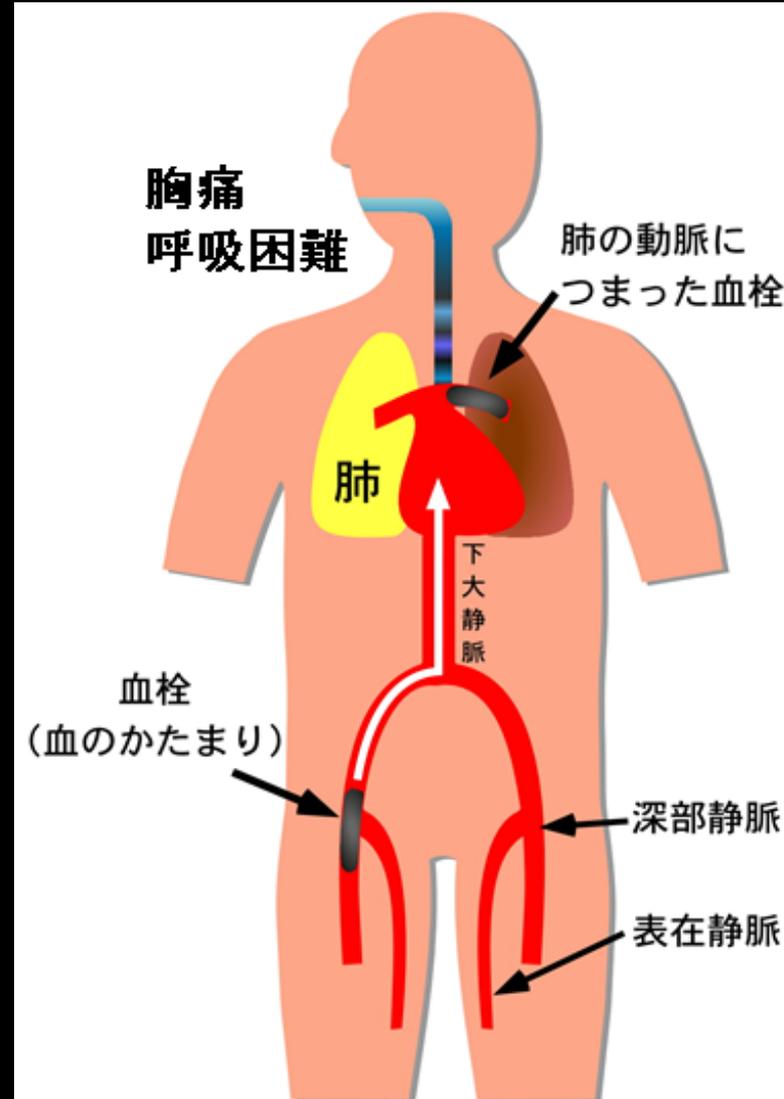
肺炎は plain CT で診断。

Honey comb lung → 間質性肺炎

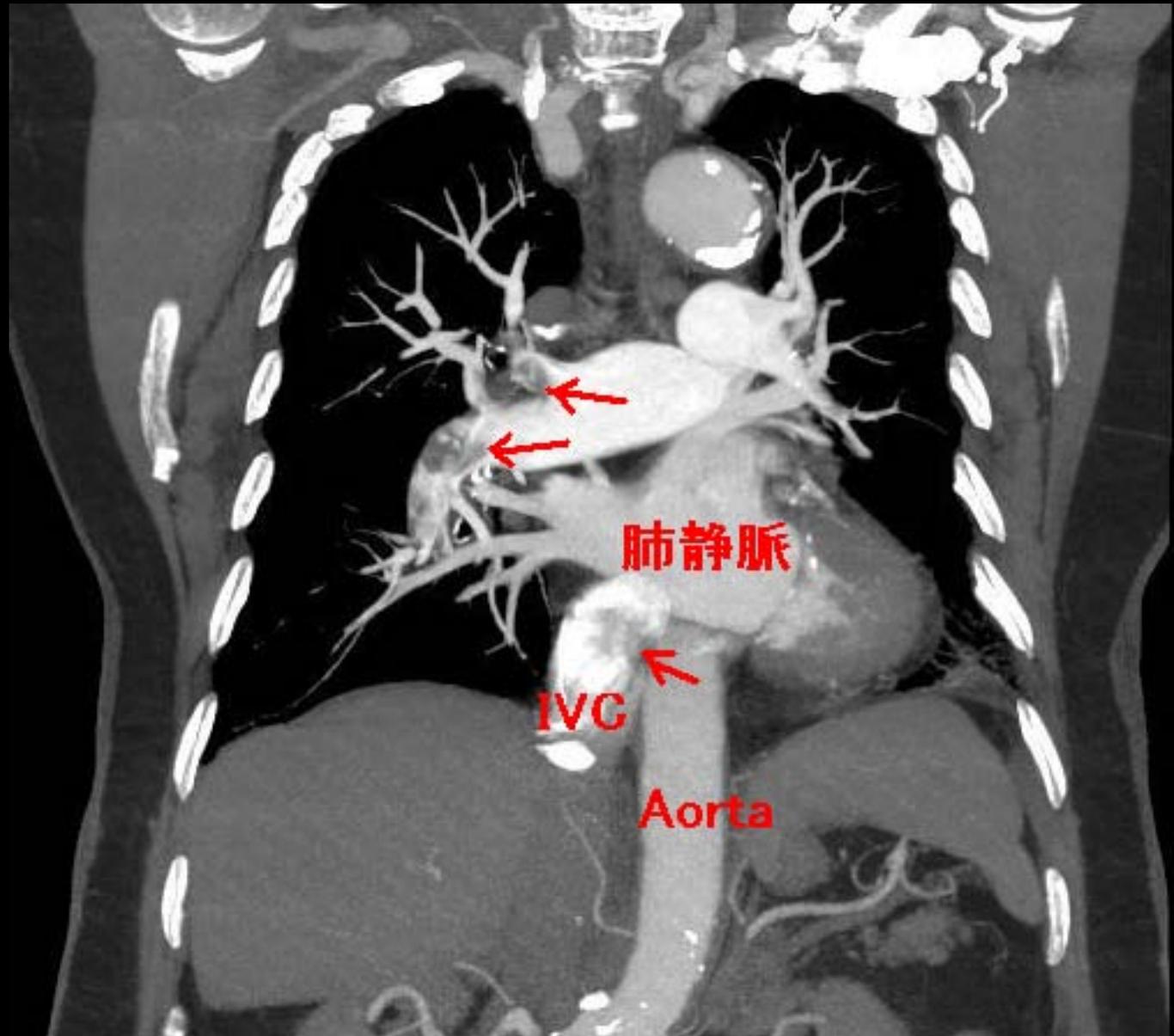
Air bronchogram → 肺胞性肺炎

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

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。



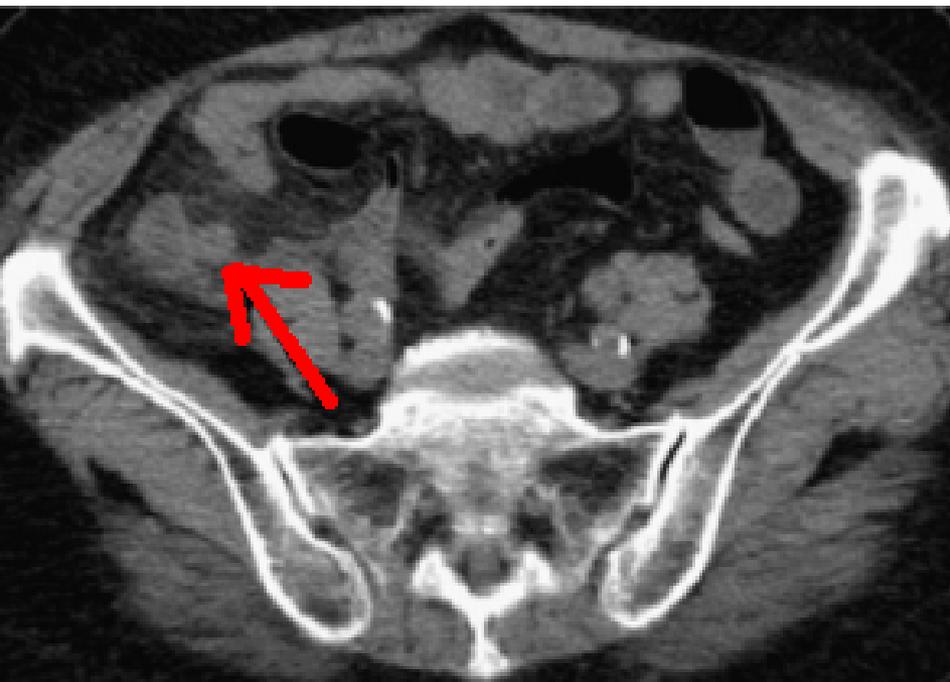
造影マルチスライスCTで、肺動脈血栓を診断できる。



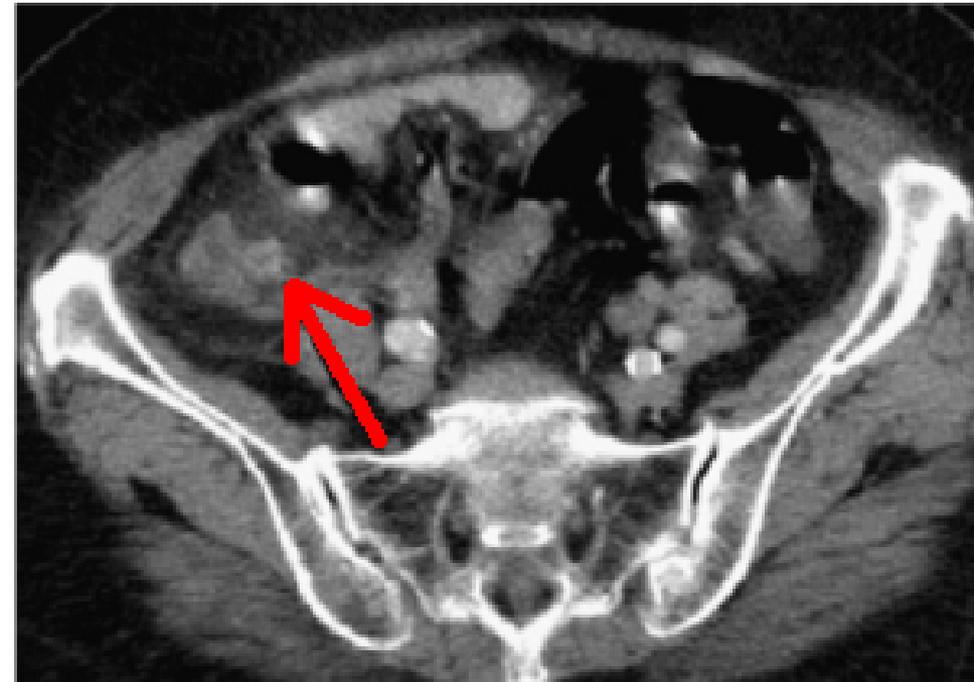
# 虫垂炎 Appendicitis APP

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



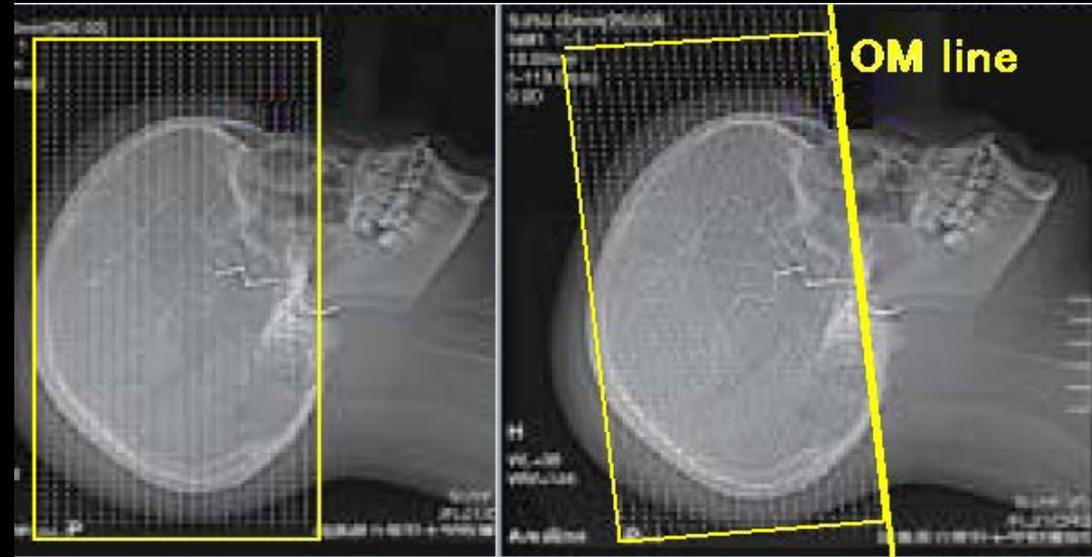
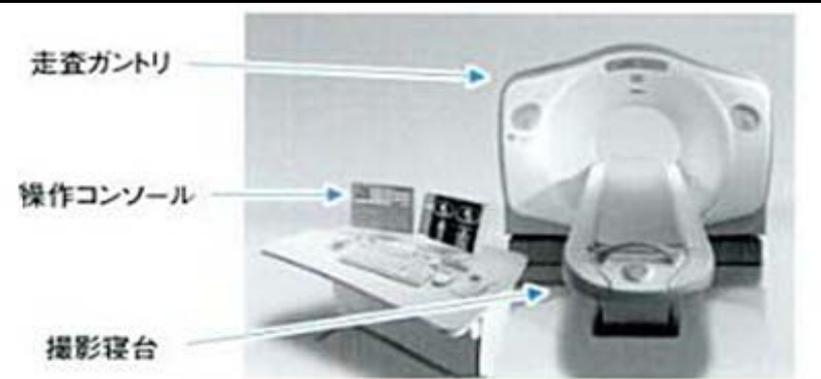
## 膀胱内結石



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。

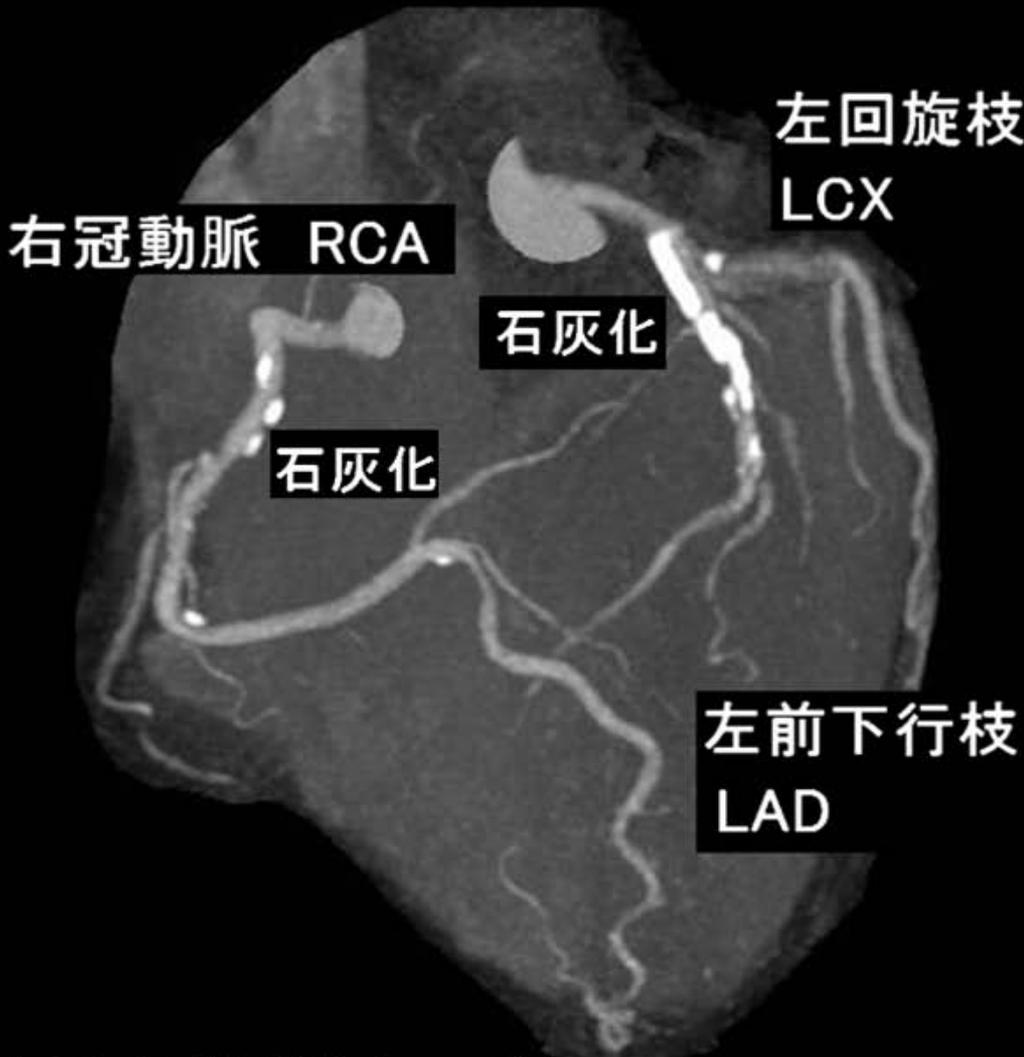
1. チルト機構
2. 交互回転方式
3. 検出器の多列化
4. スリップリング機構
5. 呼吸同期画像再構成法

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 (orbital-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。

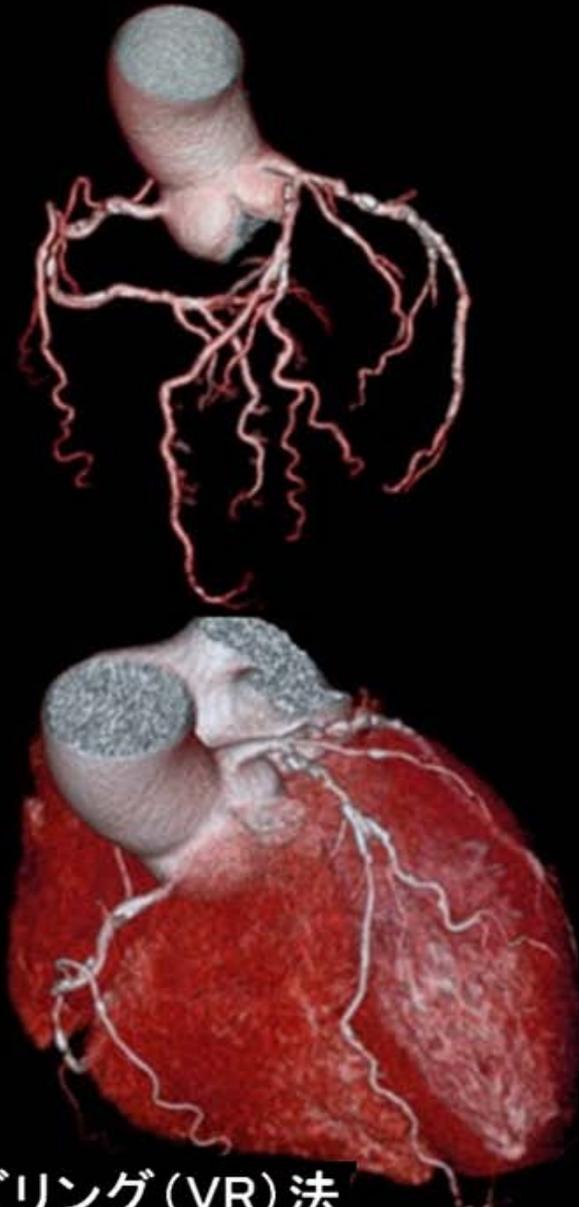


患者の頸部角度を調節して OM line に沿うCT撮影を実施するのは難しい。

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。



最大値投影法 (MIP法)



ボリュームレンダリング (VR) 法

# TOSHIBA Aquilion ONE 320-row Detector Dynamic Myocardial CT



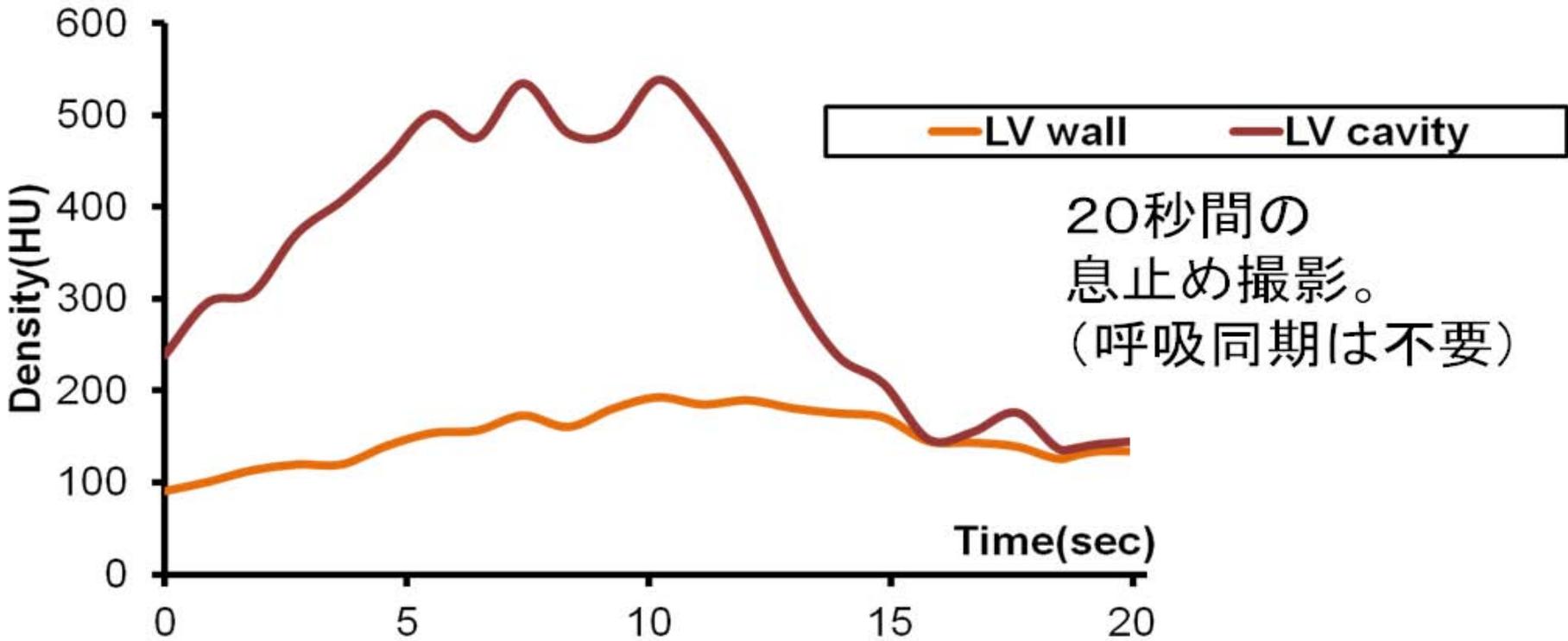
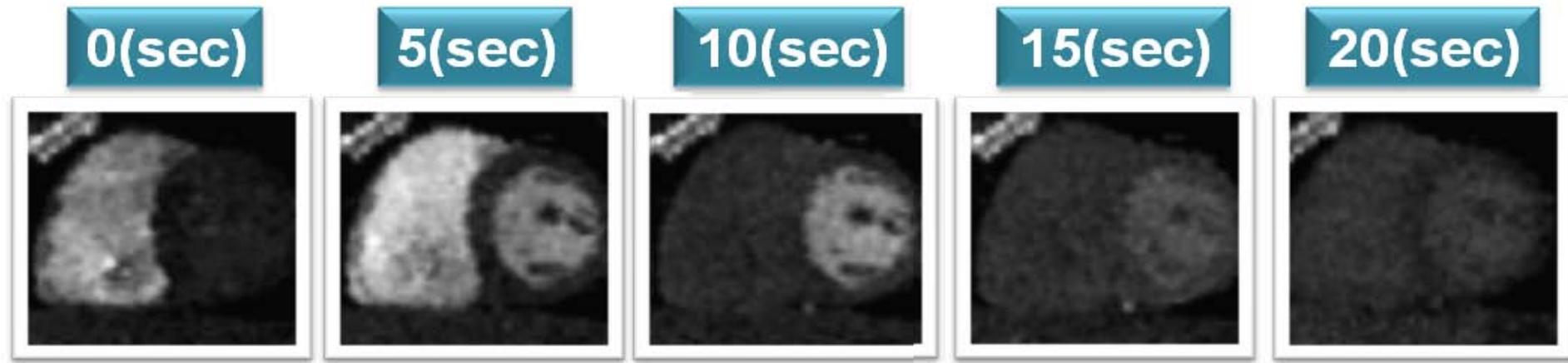
# 320列マルチスライスCT

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。



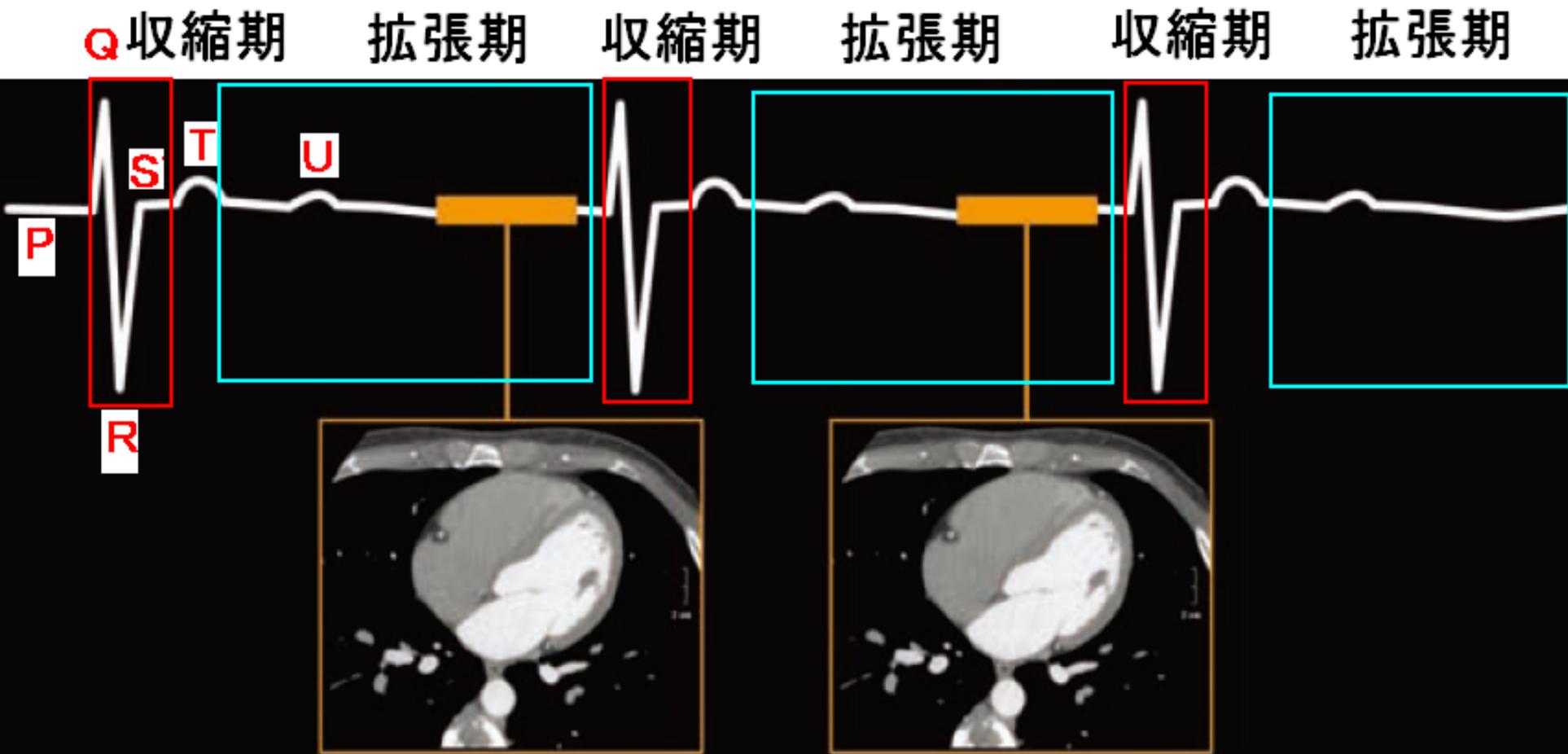
# 320列マルチスライスCTによる息止めダイナミック造影心筋CT (心電図同期は行っている。0.3秒の拡張末期像撮影を12回連続実施)



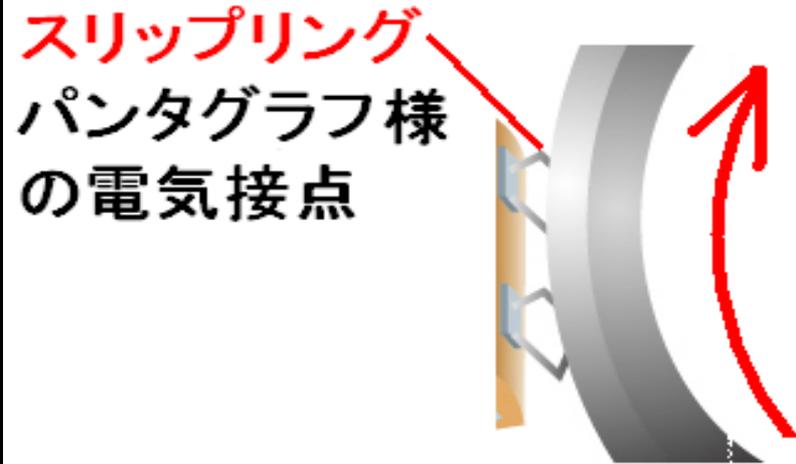
# 心電圖同期收集

## ECG-gated data acquisition

ECG : Electro-Cardiogram 心電圖

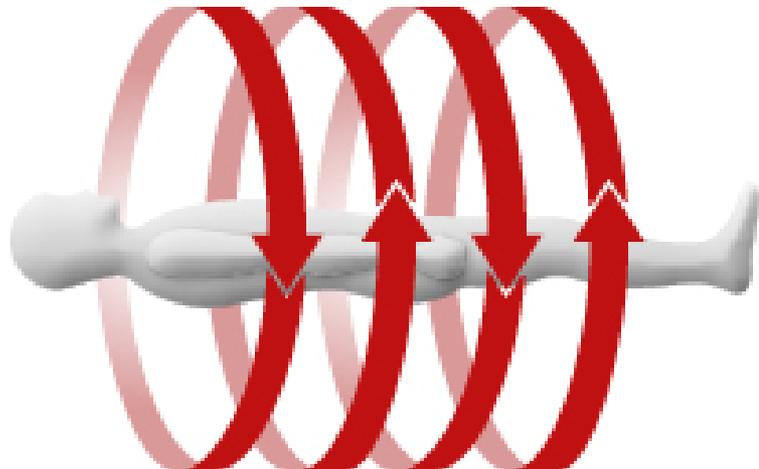


多列マルチスライスCTは、スリップリングの採用にてガントリー(X線管球と検出器)の連続回転ができる。



ノンヘリカルCT  
(コンベンショナルCT)

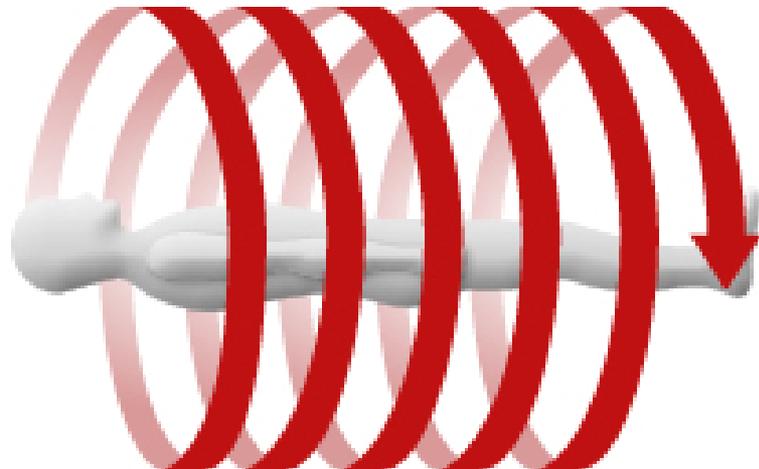
交互回転方式



正 → 逆 → 正 → 逆

ヘリカルCT

スリップリングを採用し  
連続回転が可能



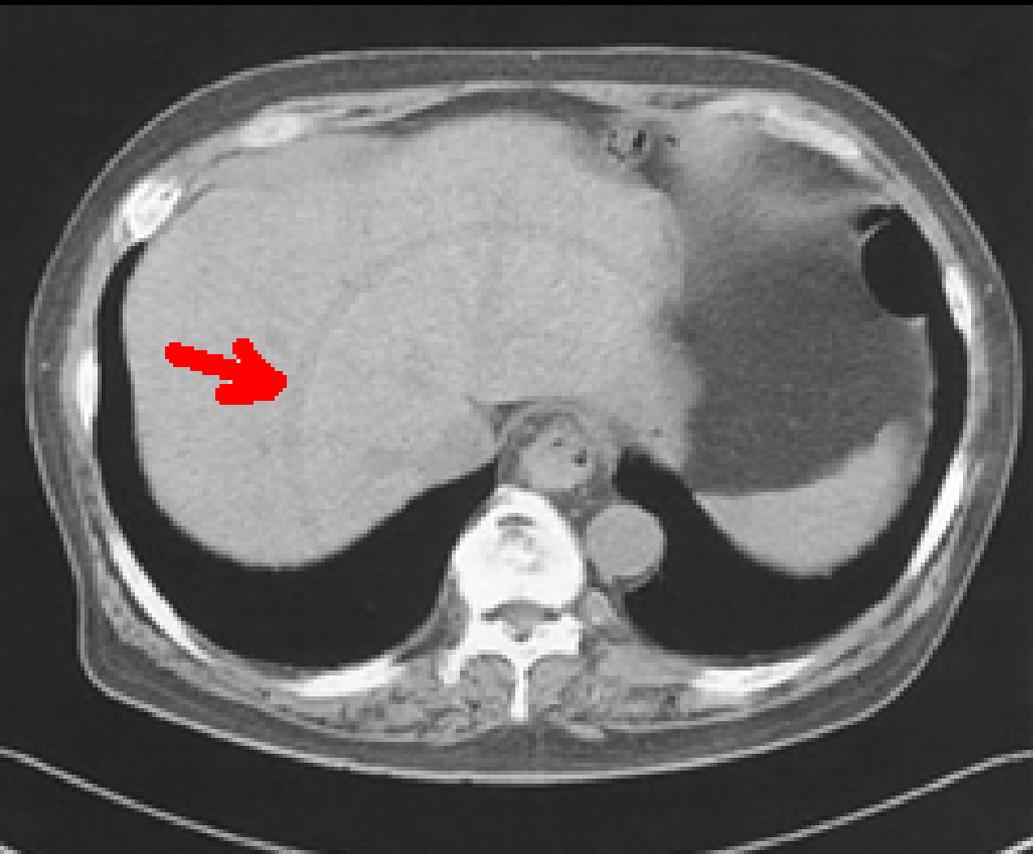
X線CTで特定の回転角度の投影データが不良の場合に発生するアーチファクトはどれか。  
2つ選べ。

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

# 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。

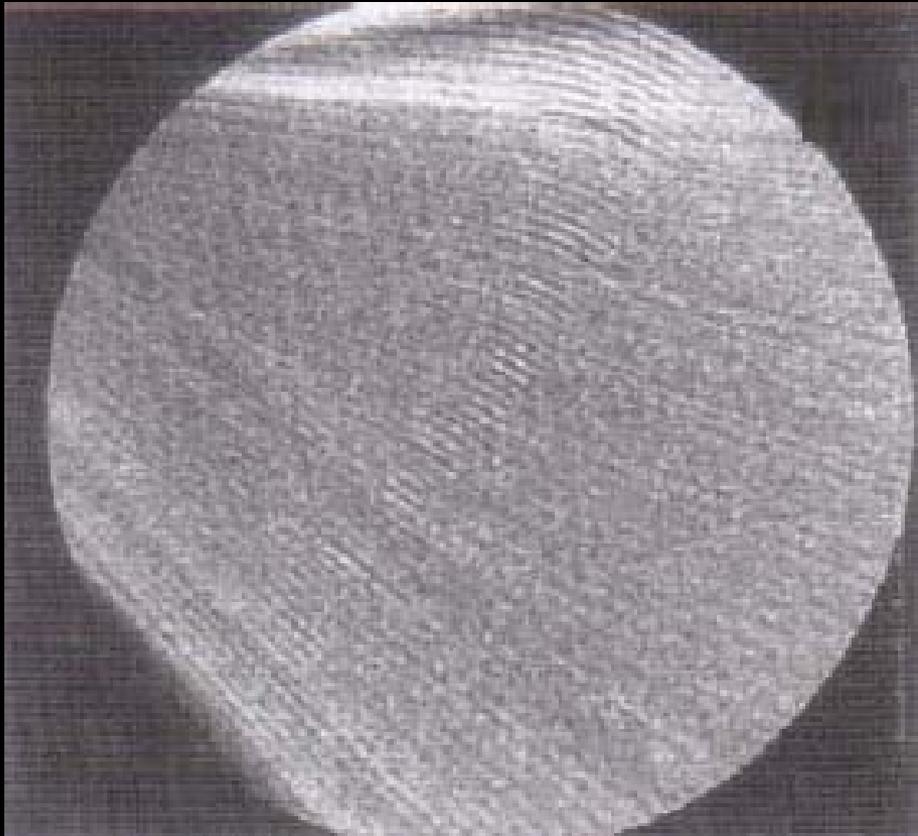
感度補正プログラムの実施、駄目なら検出器の交換を行う。



## 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。

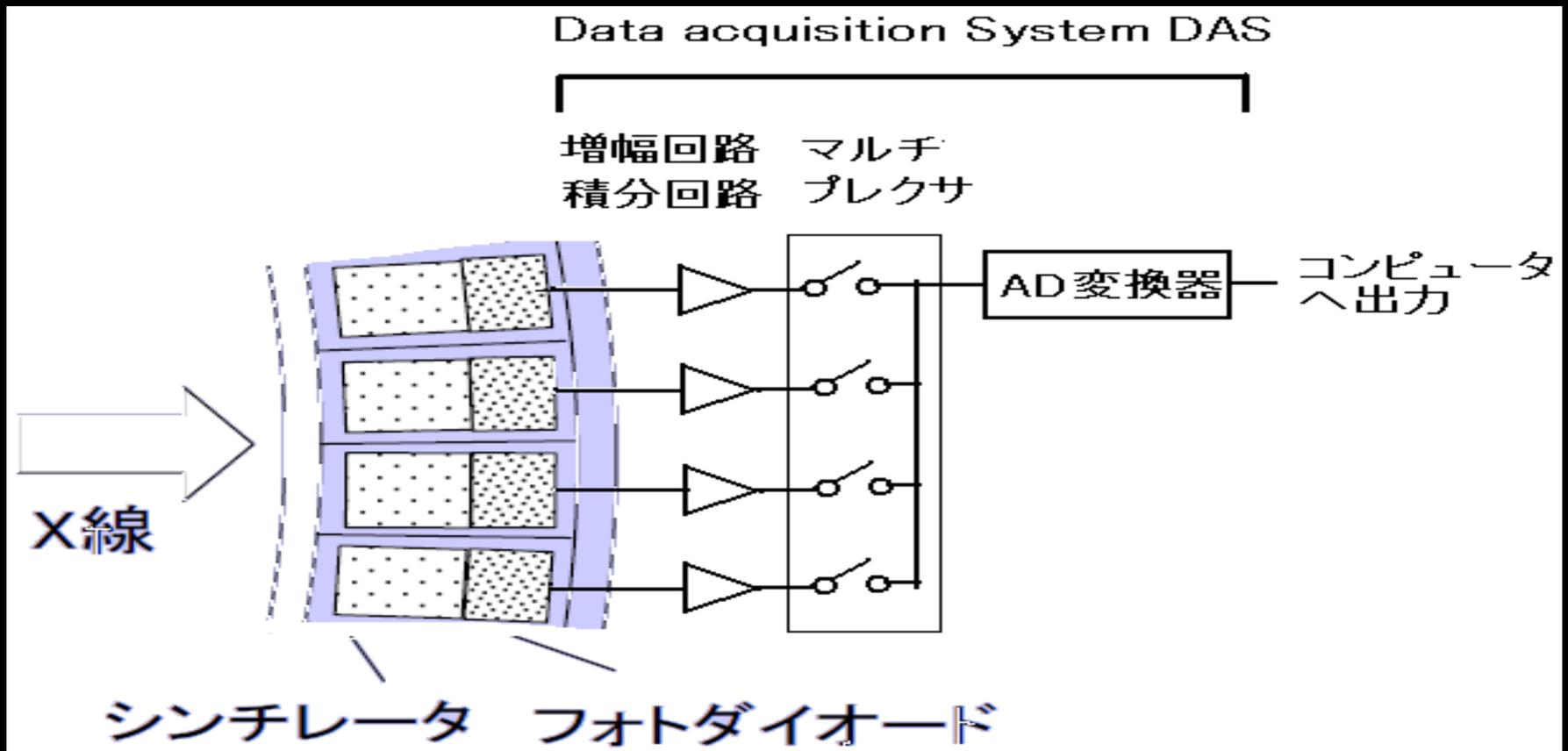
短時間のX線発生装置の故障や、特定の投影方向の信号を処理するDASの故障が原因。



# 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。



## ストリーク アーチファクト

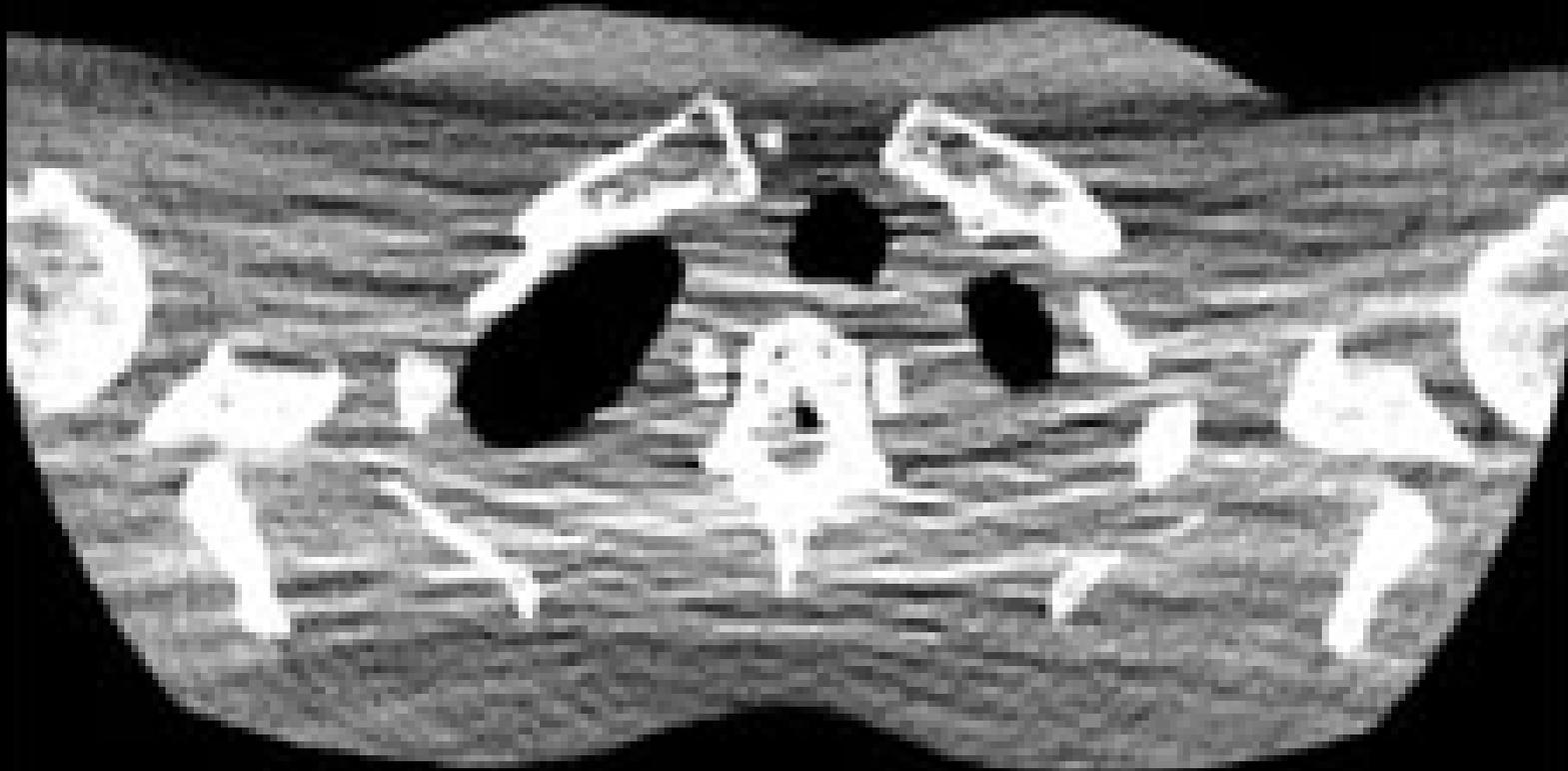
特定の投影方向の信号が検出されないと生じる線状のアーチファクト。

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。



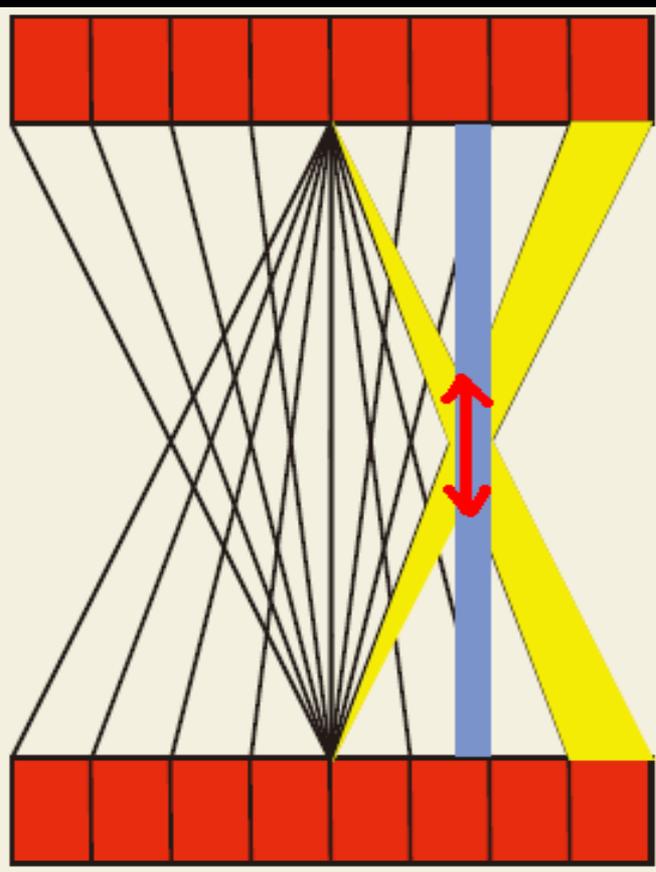
# CT装置に故障がない場合でも生じる ストリークアーチファクト

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)

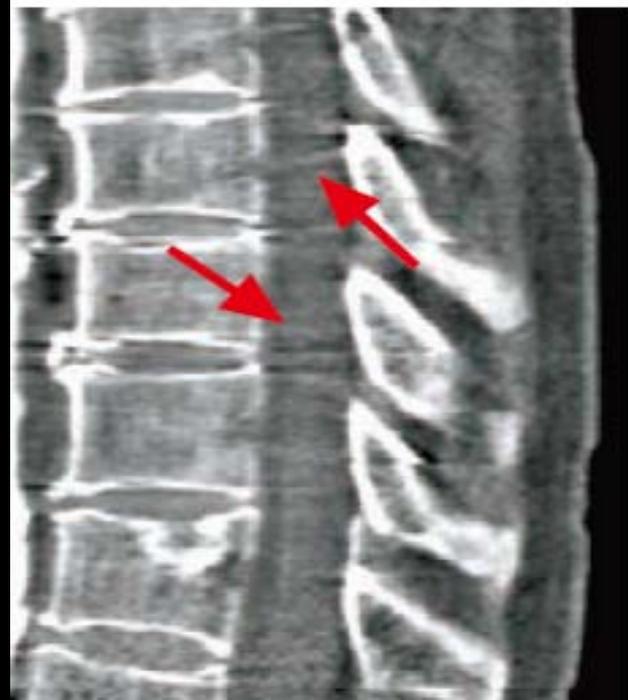
コーンビームX線と多列検出器を用いたCTは、辺縁の検出器ほど再構成断面内の情報が少なく、位置ずれも伴う。その情報量不足を補間し、位置補正をしないとコーンビーム特有のアーチファクトが生じる。



## コーンビームアーチファクト

補正前

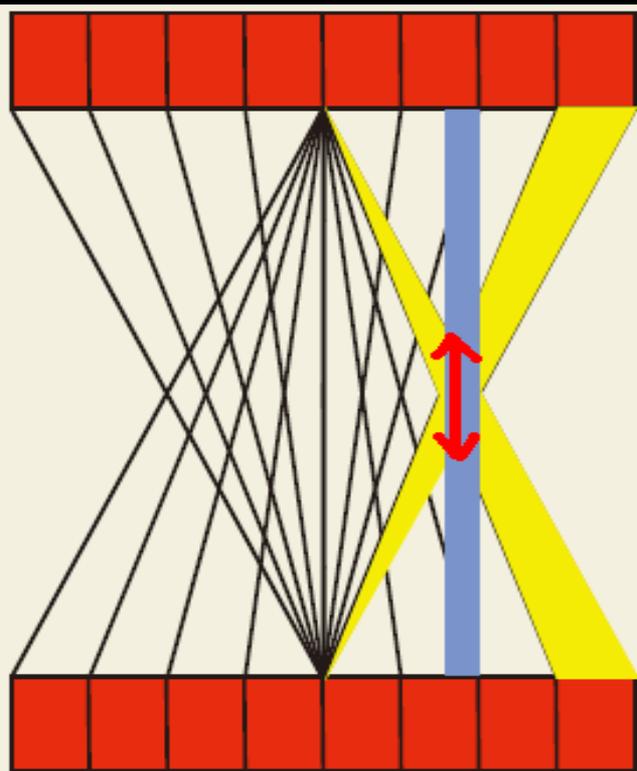
補正後



# Feldkamp コーンビーム再構成法

## TCOT法 (True Cone-beam Tomography)

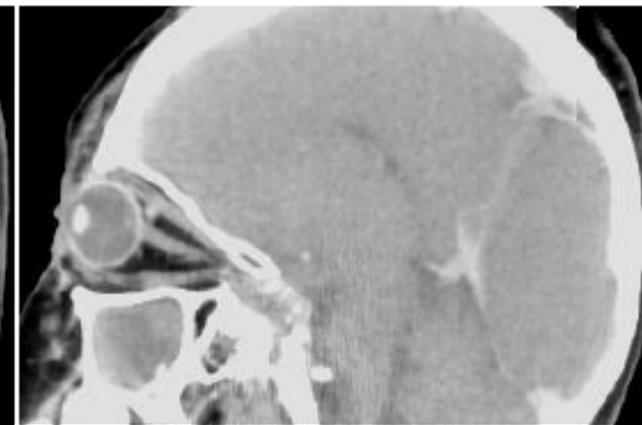
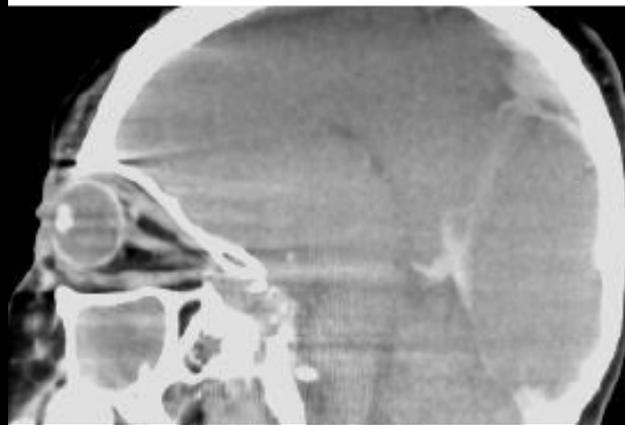
コーン角を考慮して辺縁の検出器のデータ量を補間し、位置ずれ補正する方法。それをヘリカルCTデータに応用した方法がTCOT法。



コーンビーム アーチファクト  
(Feldkamp アーチファクト)

補正前

補正後



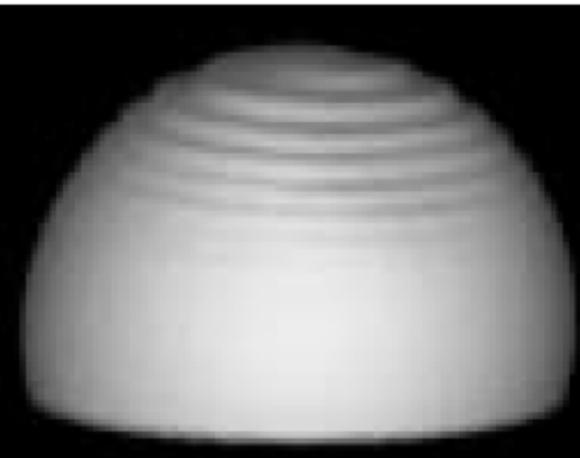
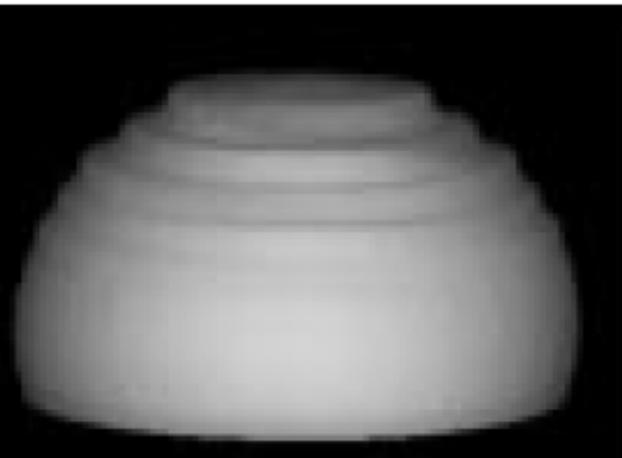
# ステアステップ アーチファクト Stair step artifact (階段状アーチファクト)

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。

アーチファクト  
なし

エリアシング  
アーチファクト

ローテーション  
アーチファクト



スライス厚 2mm  
ヘリカルピッチ 1  
再構成間隔 1mm

スライス厚 2mm  
ヘリカルピッチ 1  
再構成間隔 3mm

スライス厚 2mm  
ヘリカルピッチ 3  
再構成間隔 1mm

**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

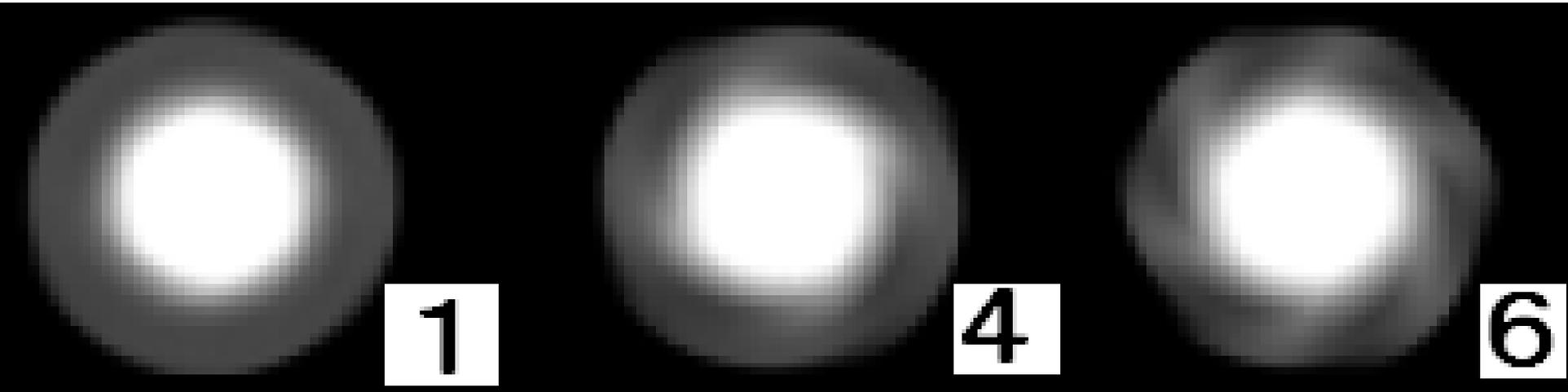
**ヘリカルピッチ**が広いと出現する螺旋階段、渦巻状  
のアーチファクト。

**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



ヘリカルピッチ