



CBCT（コーンビームCT）における画像特性の基礎的検討

市立四日市病院 医療技術部 放射線室

丹羽 正巖 高橋 康方 倉谷 洋祐

背景

- 近年の血管撮影装置はフラットパネルディテクタが搭載され、コーンビームCTとしての機能を持ち、臨床において非常に有用に使用されている。
- 当院で使用しているアンギオ装置 シーメンス社 Axiom Artis QではCT様のイメージが得られる DynaCTが可能である
- 今回我々はDynaCTの画質特性を把握するため、CTの画質評価用ファントムCatphan700を用いて計測したのでここに報告する

目的

- DynaCTの画質特性をCatphan700を用いて計測、把握すること

DynaCTについて

- DynaCTとはアンギオ装置のCアームを円軌道撮影し、そのデータを画像再構成することで、CT様のAxial画像を得るシステムである。
- DynaCTでは検出器としてFPD（フラットパネルディテクタ）を用い、数種類の画像再構成アルゴリズムを持ち散乱線除去、トランケーション補正、リングアーチファクトの除去を行う。



検討項目

- SD
- MTF
- 吸収線量（CTとの比較）

使用機器

- アンギオ装置 シーメンス社 Axiom Artis Q
- Catphan700 TOYO MEDIC
- ADCT用水ファントム (直径16cm)
- ペンシル型電離箱 Radcal 社 Model 10X5-0.6CT
- PMMA ファントム 16 cm ϕ

方法 1

SDの測定



ADCTに用いられる水ファントムを頭部撮影時の位置に設置（Fig.1）し、70kVp,109kVpの撮影モードでそれぞれスキャンを行った。画像再構成はHUモード（CT値に準ずる）を用い、再構成関数はSharp,Normal,Smooth,Very-Smoothの4種で比較した

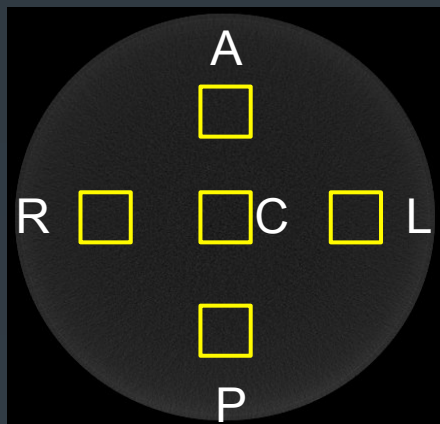
Fig1 水ファントム撮影

撮影条件 スキャン時間:19sec 収集レート:30f/sec 撮影線量はAuto

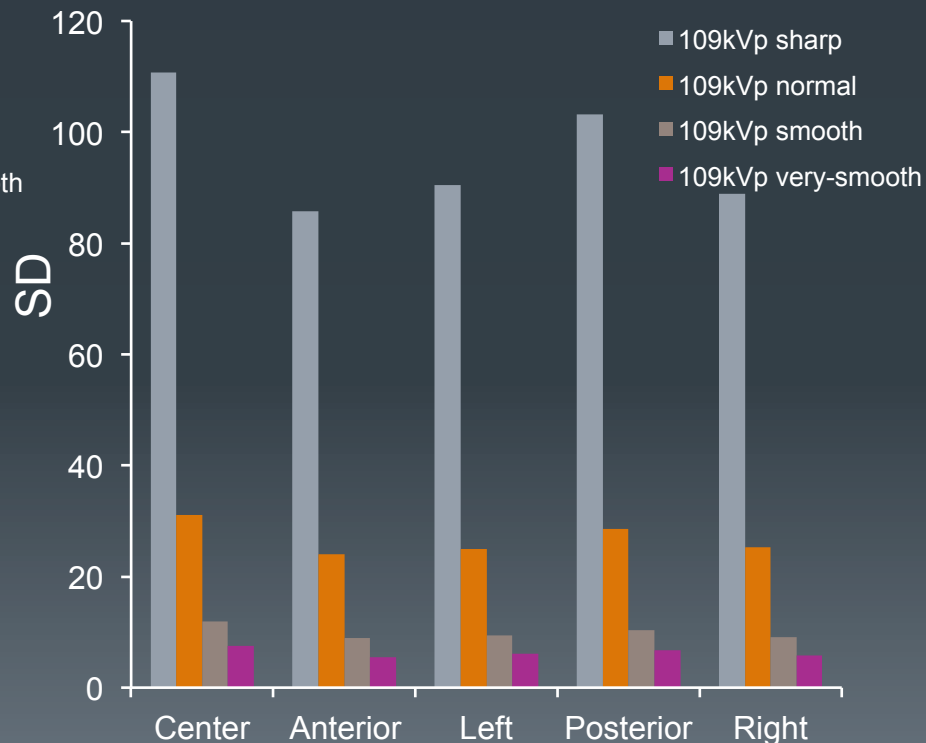
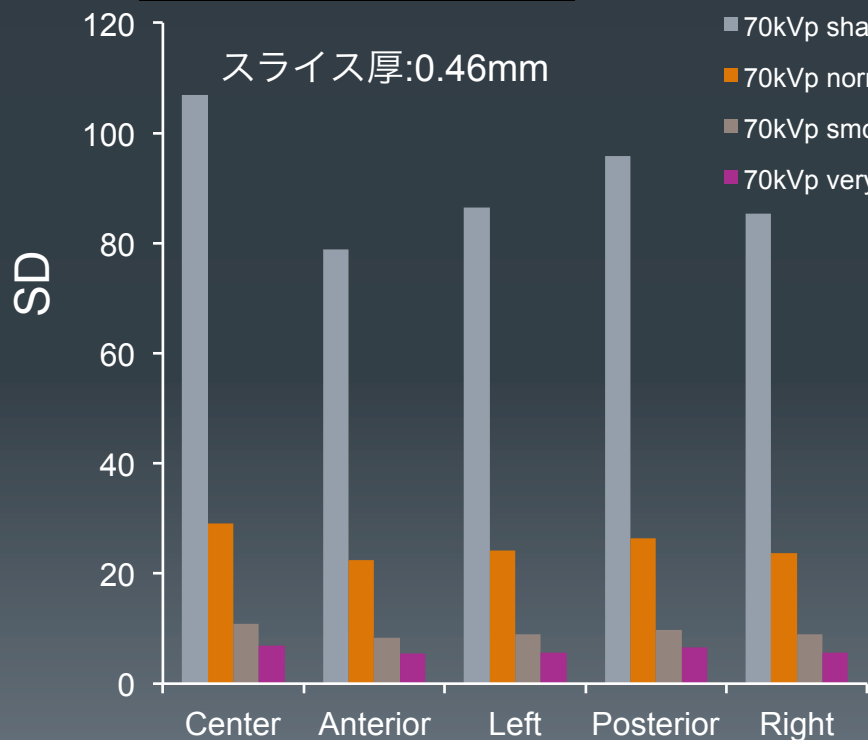
撮影モード	管電圧 (kV)	管電流 (mA)	FIXED (ms)	μGym^2	mGy
70kV	71	419	11.3	8017.9	293
109kV	109	267	4	4432.2	162

結果 1

スライス面内のSDの特性



Volumeデータ（397スライス）の中心のAxial面内の5ポイント（Center Anterior Left Posterior Right）のSD値の測定をおこなった



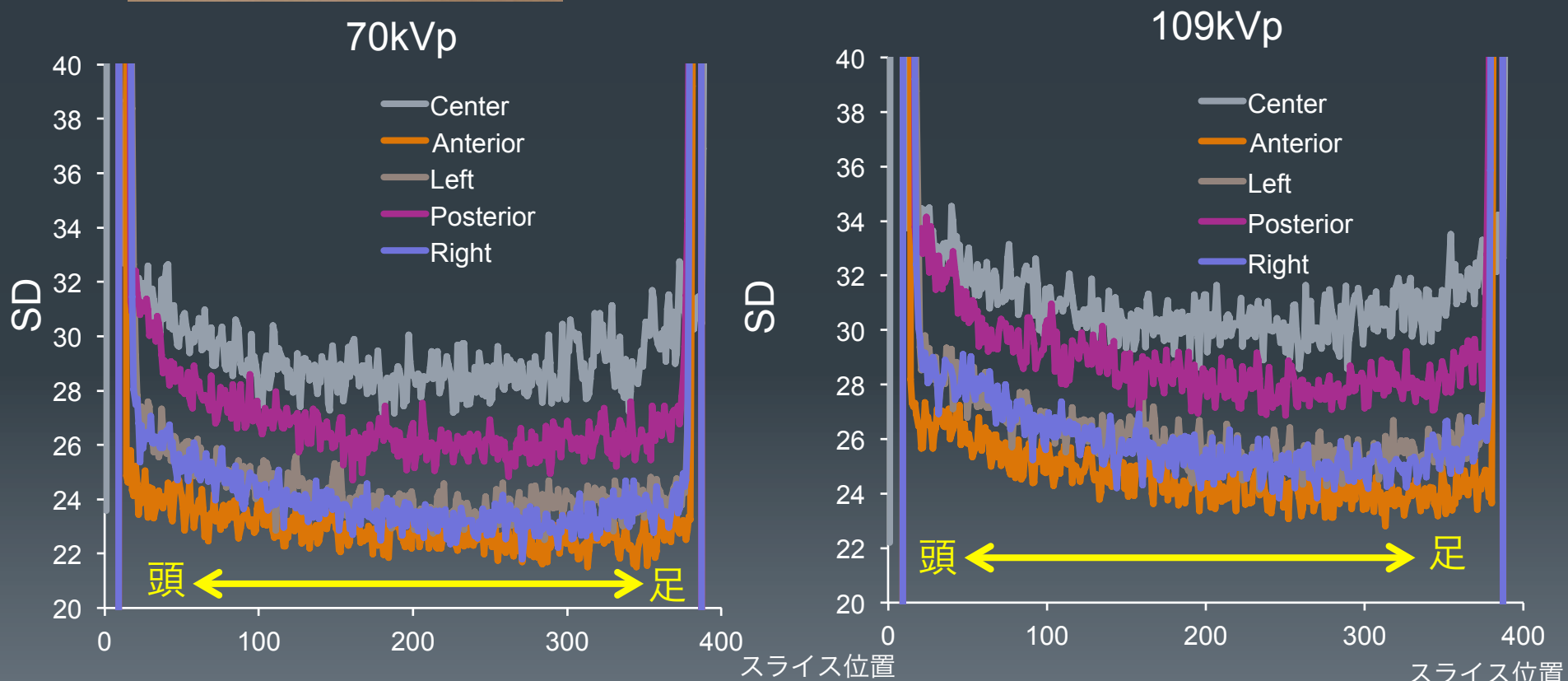
SD値はSharp、Normal、Smooth、Very-smoothの順に値が小さくなった
Centerが最も大きい値となり、Anteriorが最も小さい値となった

結果 1

体軸方向のSDの特性



面内の測定位置における体軸方向のSD値の変化（再構成関数:Normal）



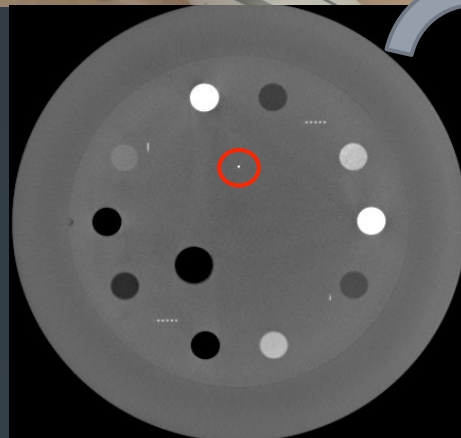
中心より両端（頭尾方向）に向かってSD値は上昇する傾向にあり、特に頭部側が大きい

方法 2

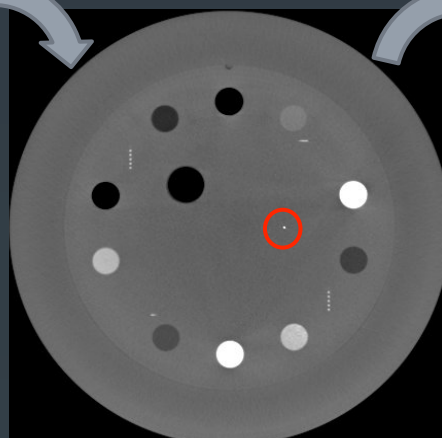
MTFの測定



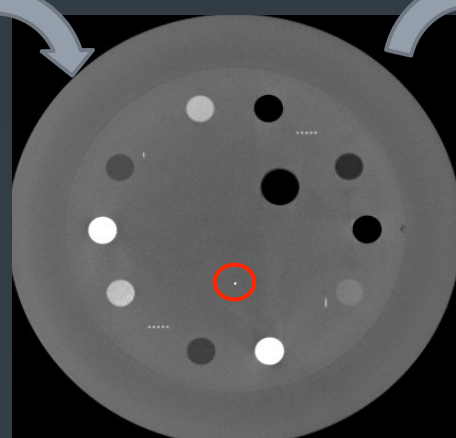
Catphan700内のCTP682モジュールがアイソセンタになるように設置した。ファントムを90°おきに回転 (0°90°180°270°) させて70kVp,109kVpの2つの撮影モードでスキャンを行った。MTFはタングステンワイヤーをラディアル方向に計測した。



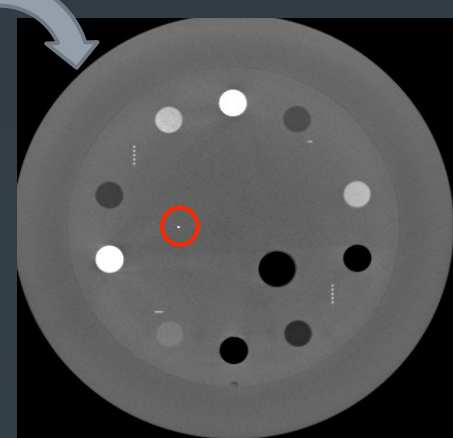
0°



90°



180°



270°

撮影条件

スキャン時間:19S

収集レート:30f/S

撮影線量はAuto

撮影モード

管電圧
(kV)

管電流
(mA)

FIXED
(ms)

μGym2

mGy

70kV

71

419

11.2

7921.3

289

109kV

109

268

4.4

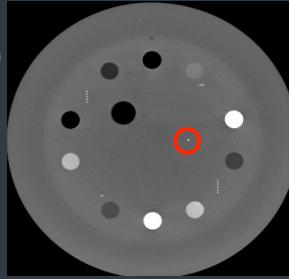
4827.6

176

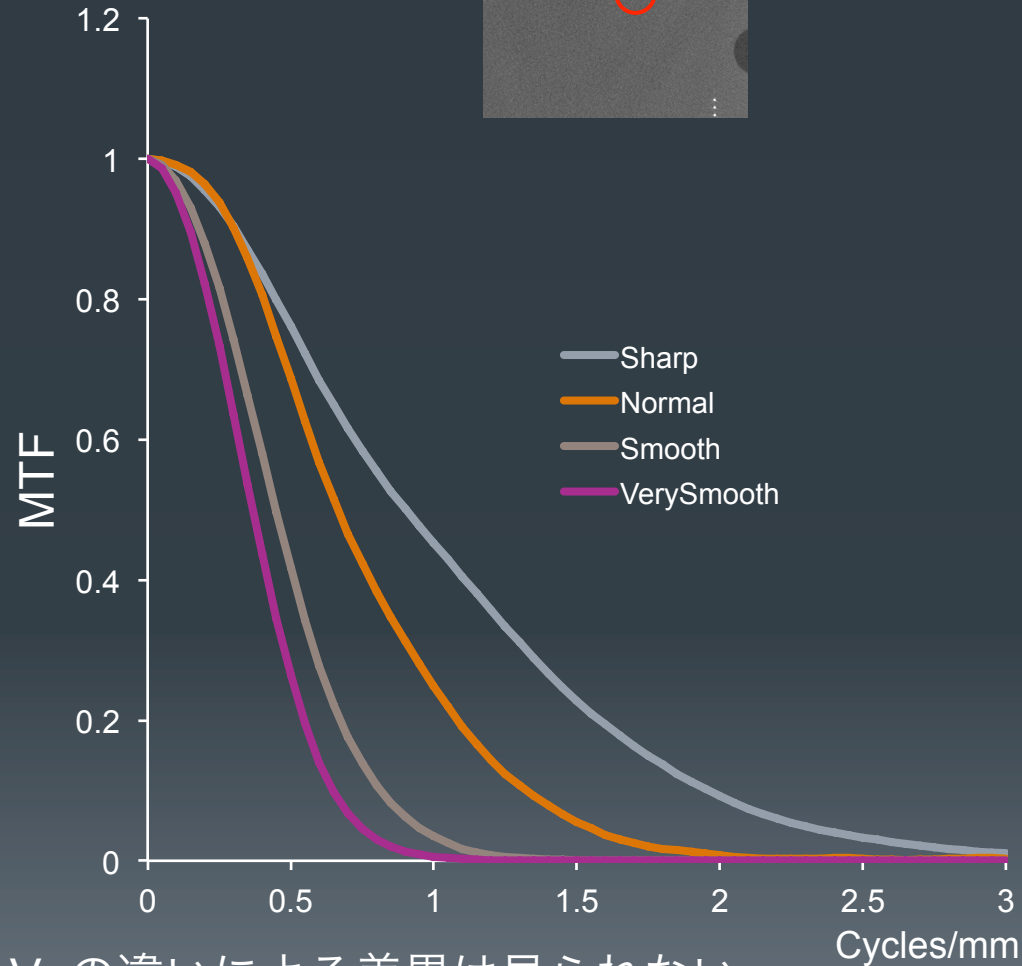
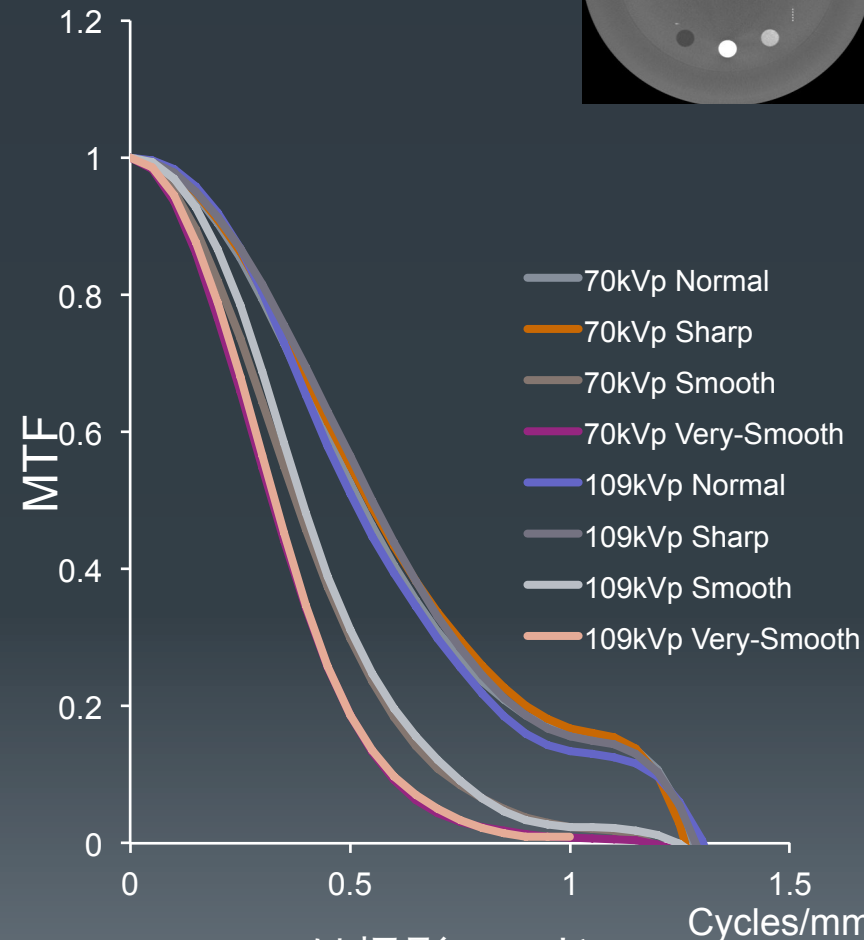
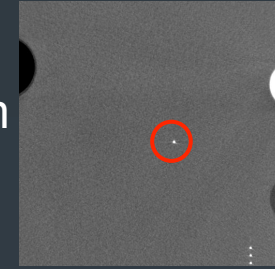
結果2

撮影モード、再構成関数の違い

70kVp VS 109kVp
FOV 24cm



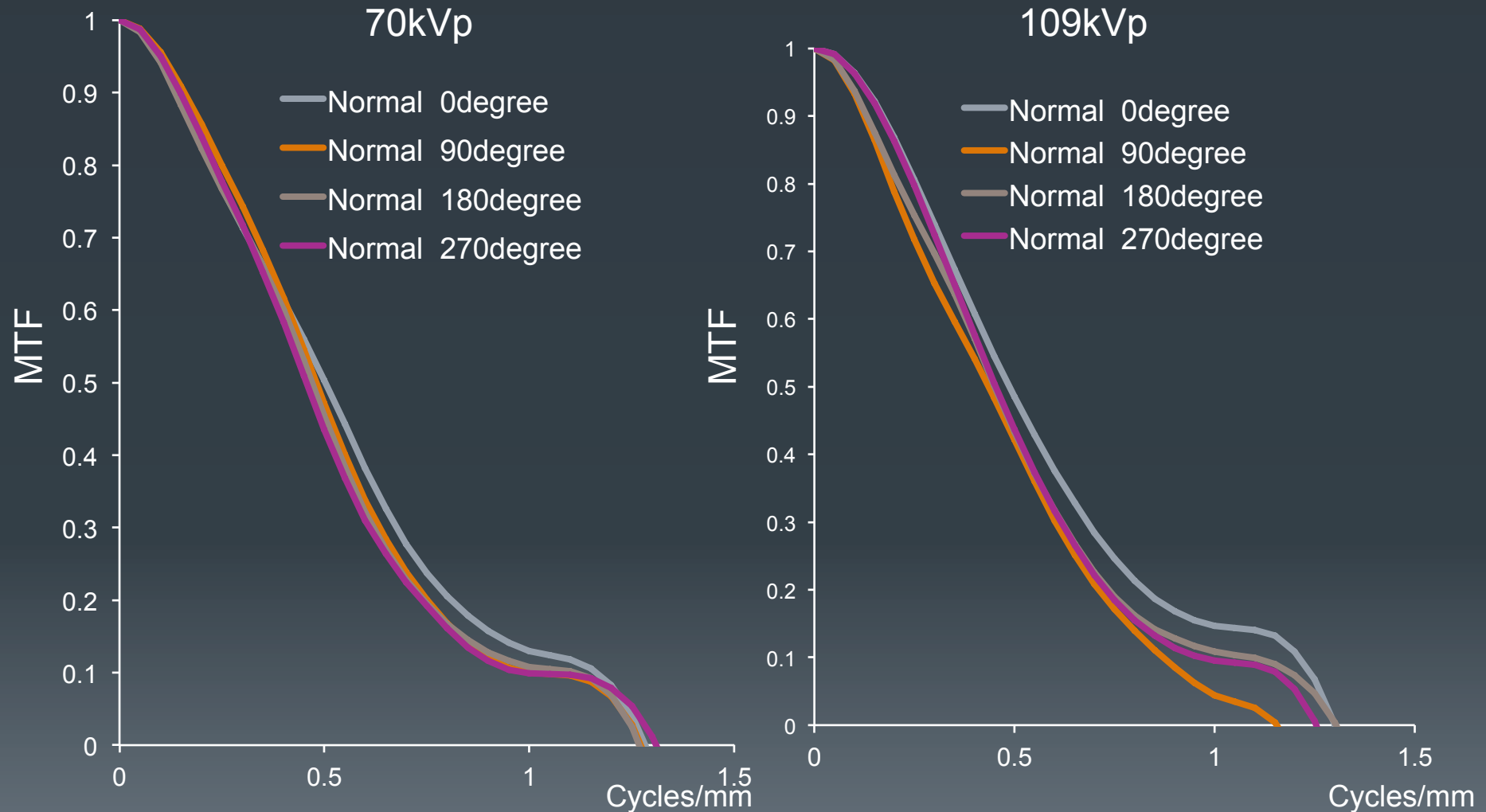
70kVp
FOV 7cm



MTFは撮影モード70kVp、109kVpの違いによる差異は見られない。
FOV24cmにおいてSharpとNormalの違いは見られなかったが、FOV7cmにおいてSharpが良い結果となった。

結果 2

Axial面内の位置依存性



撮影モードのちがいによるAxial面内の位置依存性について違いがみられない。

Axial面内では0°の位置が最もMTFが高い値を示した。

$$CTDI_w = \frac{1}{3}CTDI_{100,c} + \frac{2}{3}CTDI_{100,p}$$

方法3

吸収線量の測定



PMMAファントムをアイソセンターに設置した。

PMMAファントム(16cmφ)の中心、および表面から深さ1cmの点

(上下左右)にCT用電離箱(ペンシル型)を挿入し、70kVp、109kVpのそれぞれの撮影モードにおいて線量を測定した。

得られた値をCTDIvolに換算し、当院のCTで使用している頭部単純撮影の条件と比較した

結果3

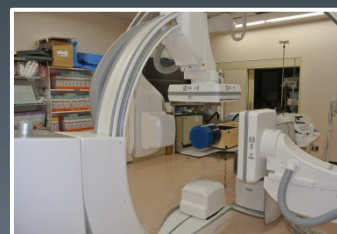
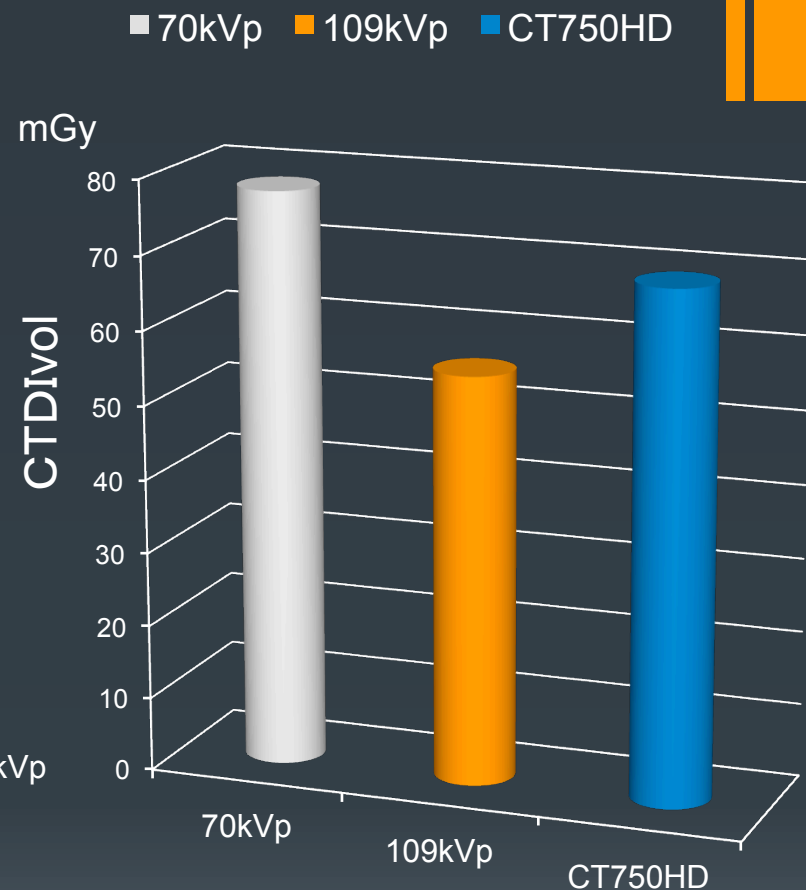
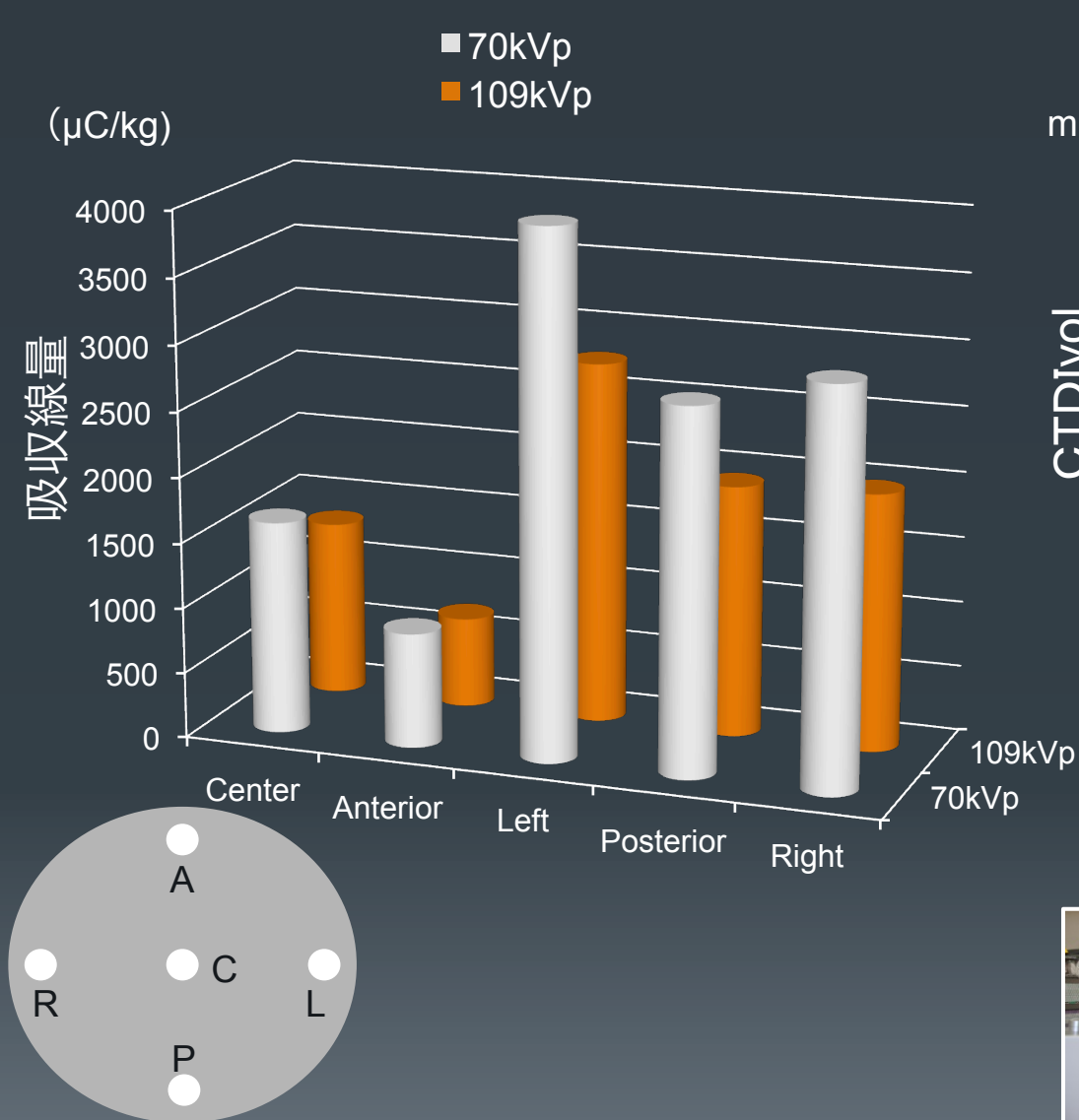
吸収線量の測定結果

・ ペンシル型電離箱[Model 10X5-3CT]による測定結果

管電圧 (kV)	FOV (m m)	スキャン 時間 (sec)	読み値平均 (μ C/kg)	ファントム 照射線量 (mC/kg)	CTDIw (mGy)	CTDI Vol (mGy)
109	240	19	Center 1335	13.0606	55.49	55.49
			Around 1837.15	17.9733		
70	240	19	Center 1625	15.8978	77.95	77.95
			Around 2705.55	26.4690		

結果3

Axial面内の吸収線量、CTとの比較



吸収線量はAnteriorが最も低い値となった
CTの吸収線量と比較して大きな差はないが、109kVpモードがもっと低い値で
あった。

120kVp 330mAs

考察

DynaCTにおけるAxial面内のノイズのばらつきが存在する。これは被写体に対する投影データが200°しかないために生じたものと考えられる。

面内のSDの変化に比べ、体軸方向のSDの変化の割合は小さい
これは、ヒール効果や、コーン角の影響が作用するが、画像再構成アルゴリズムにより適切に抑えられているものと考ええる

FOV24cmにおいて画像再構成関数sharp、Normalに差がないのは、エリアシングの影響であり、FOV7cmではSharpのほうが高い値が得られた。

FOV24cmにおける臨床使用下では、Normalを使用することがSharpを使用するよりもよい
である

面内における吸収線量では、Anterior側が最も低い値となった。
結果、水晶体の被ばくが最も低い効果があると考えられる。

当院の頭部単純撮影の線量をCTDIvolにおいて比較した結果、 $\pm 10\%$ 程度の差でしかなく
大きな違いは見られなかった。

まとめ

今回検証したDynaCTでは19sec/rotと非常に長いスキャン時間ではあるが、高い空間分解能をもち、被ばく線量は頭部単純撮影と同等であった。

一方、面内のノイズ特性はばらつきがあるなどの問題点もうかがえる

今回Catphanを使用して、CTの性能評価法にならってDynaCTの性能評価を行うことができた。

これらの特性を把握したうえで臨床に使用するならば非常に有効に活用できるものとする

謝辞

本研究にあたり、藤田保健衛生大学
鈴木昇一教授ならびに学生の方々のご協力
をこの場をお借りしてお礼申し上げます