

X線CTにおける 「らせん穴あきファントム」を用いたスライス厚測定

○ 鹿山 清太郎⁽¹⁾

伊藤 雄也⁽¹⁾

山際 寿彦⁽¹⁾

丹羽 正蔵^{(1), (2)}

富田 羊一^{(1), (3)}

辻岡 勝美⁽⁴⁾

加藤 良一⁽⁴⁾



¹⁾ 藤田保健衛生大学大学院 保健学研究科 医用放射線科学領域

²⁾ 市立四日市病院 医療技術部放射線室

³⁾ 名鉄病院 放射線科

⁴⁾ 藤田保健衛生大学 医療科学部 放射線学科

目的

CTの性能評価においてスライス厚測定は重要である。
一般的にCTのスライス厚測定にはパーシャルボリューム効果を利用した傾いた物体を使用していた。

しかし、傾斜アルミ板や傾斜ワイヤーなどの傾斜した物体を使った測定ではヘリカルスキャンにおいて正しい測定ができない。また大きいコーン角のマルチスライスCTでも正しいスライス測定ができない。

現在、ヘリカルスキャンにおいての測定では微小球体法やコイン法が推薦されている。

しかし、これらの方法は多数の画像を必要とするため煩雑である。

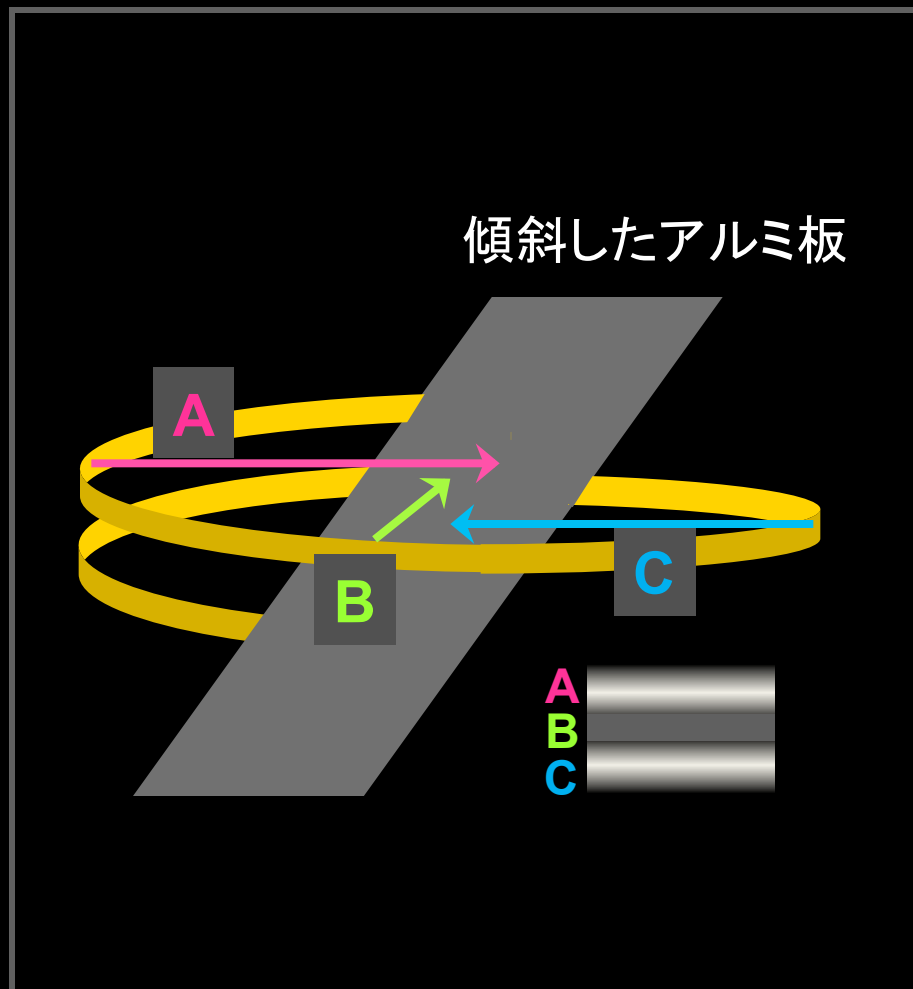
我々はこれらのスライス厚測定に関する問題に対応する新しいファントム「らせん穴あきファントム」を開発した。

背景

1. なぜ傾斜した物体ではヘリカルスキャンにおいてスライス厚測定ができないのか？
2. なぜ傾斜した物体ではMDCTによる測定ができないのか？
3. アルミ傾斜板の代わりにらせんワイヤーファントムを用いた場合は？
4. 微小球体法やコイン法によるスライス厚測定で問題はないのか？

背景

1. なぜ傾斜した物体ではヘリカルスキャンにおいてスライス厚測定ができないのか

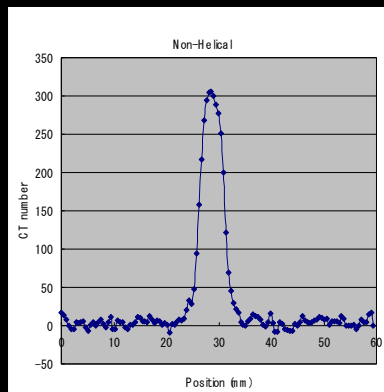
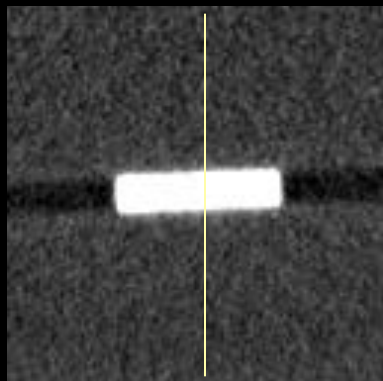


ヘリカルスキャンでは、データを収集しながらテーブルがZ軸方向に動く。

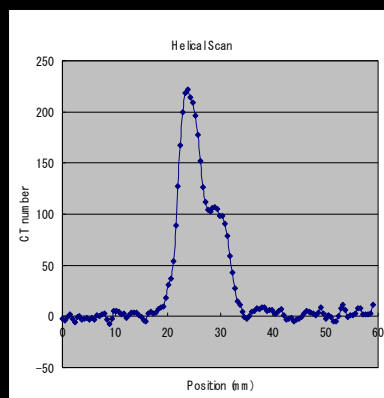
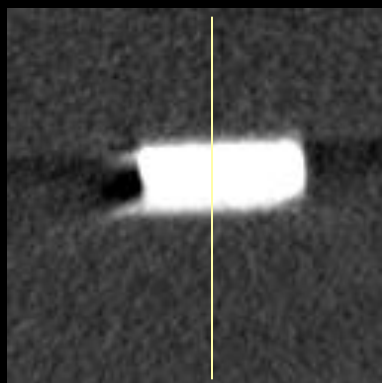
傾いた物体を使った方法でスキャンした場合、収集データは図1のようになる。
BのX線は傾斜したアルミ板を通り抜けるが、AとCのX線はアルミ板の幅の分を通り抜ける。

背景

1. なぜ傾斜した物体ではヘリカルスキャンにおいてスライス厚測定ができないのか



ノンヘリカルスキャン



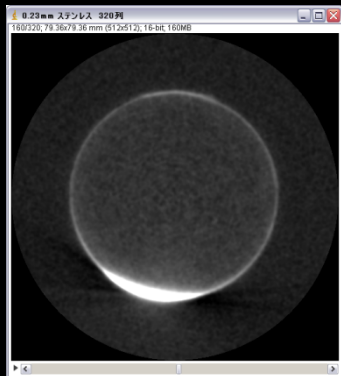
ヘリカルスキャン

アルミ傾斜板によるスライス厚測定

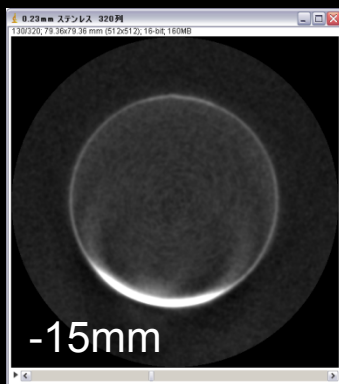
X線が通り抜けるアルミ板の厚さと幅の差はスライス厚測定の結果に影響する。

結果、被写体の傾斜によって2つのピークができてしまう。

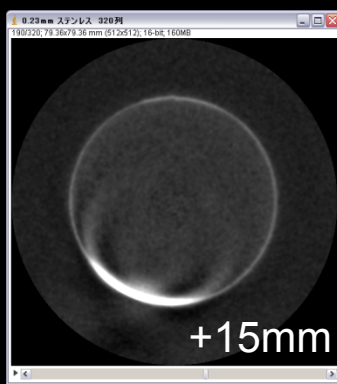
2. なぜ傾斜した物体ではMDCTによる測定ができないのか？



コーン角の中心, ノンヘリカルスキャン



-15mm



+15mm

Z軸方向に -15mm, +15mm,
ノンヘリカルスキャン

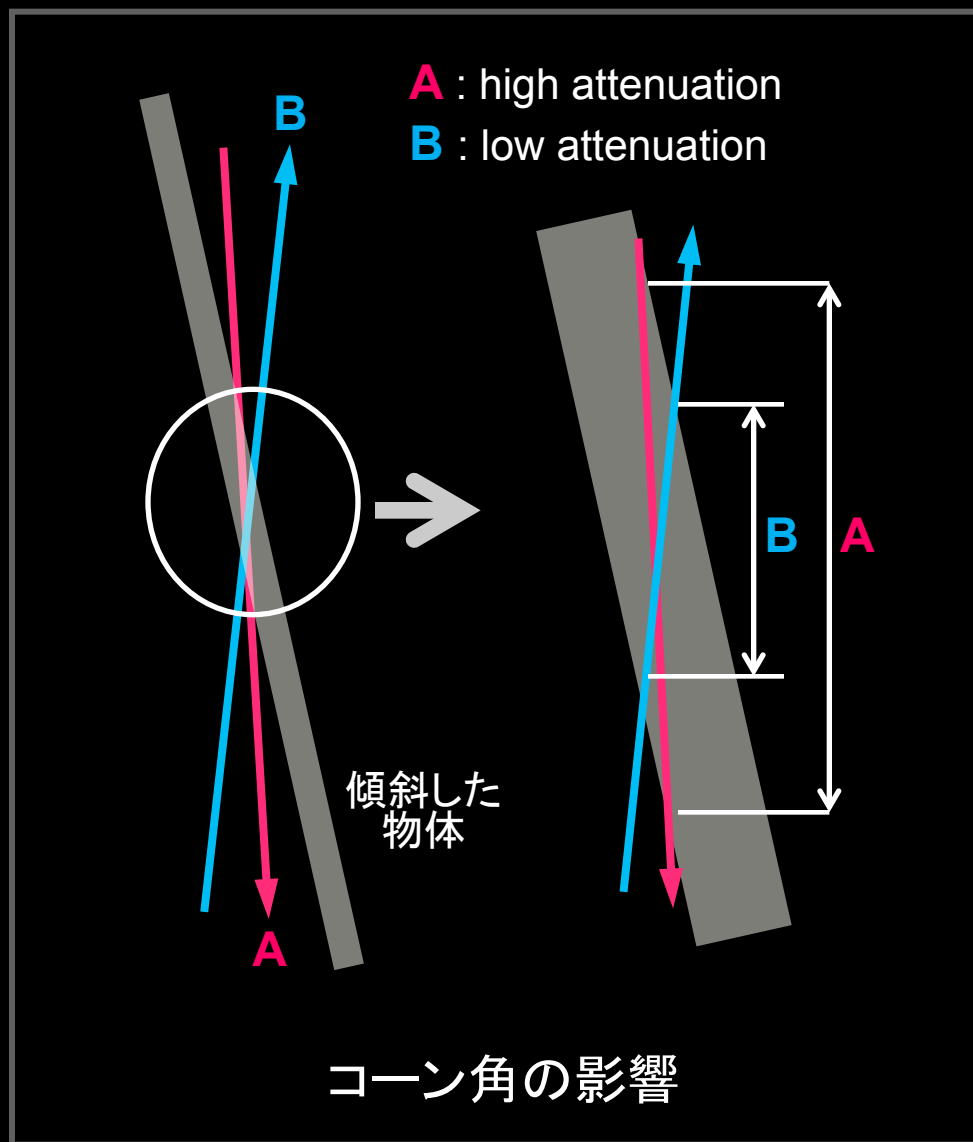
アルミ傾斜板によるMDCTにおける
スライス厚測定

MDCTは体軸方向に大きな
コーン角を持っている。

X線中心の垂直下の位置で
はこのコーン角度は問題で
はない。

しかしX線中心からZ軸方向
に離れた位置の測定では、
コーン角度の影響が出てし
まう。

2. なぜ傾斜した物体ではMDCTによる測定ができないのか？



AではX線が通り抜ける距離が長い、Bでは短い。これはヘリカルスキャンでも同じことが言える。

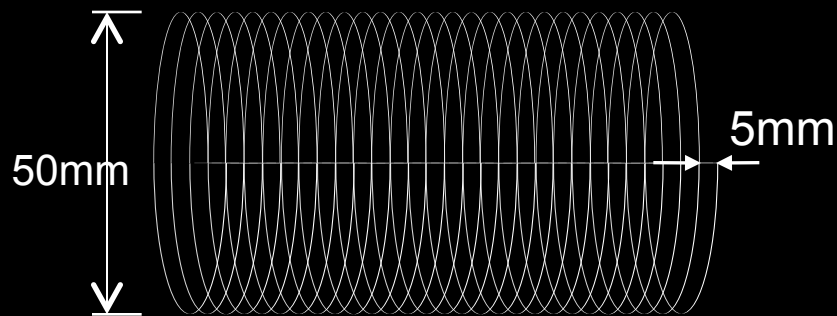
ヘリカルスキャンとMDCTでのスライス厚測定で傾斜した物体を用いるのは困難である。

背景

3. アルミ傾斜板の代わりにらせんワイヤーファントムを用いた場合は？

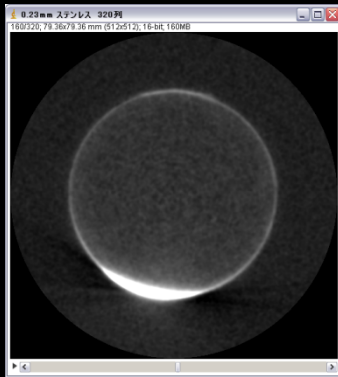


らせんワイヤーファントムは広い幅のZ軸方向を測定でき、アルミ傾斜板でみられたような大きな問題はない。

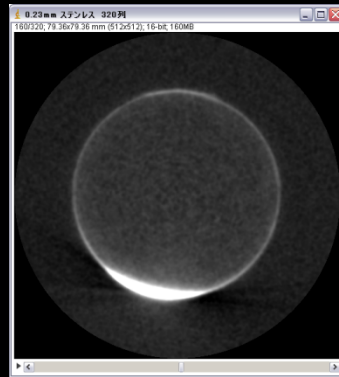


らせんワイヤーファントム

3. アルミ傾斜板の代わりにらせんワイヤーファントムを用いた場合は？



ノンヘリカルスキャン



ヘリカルスキャン

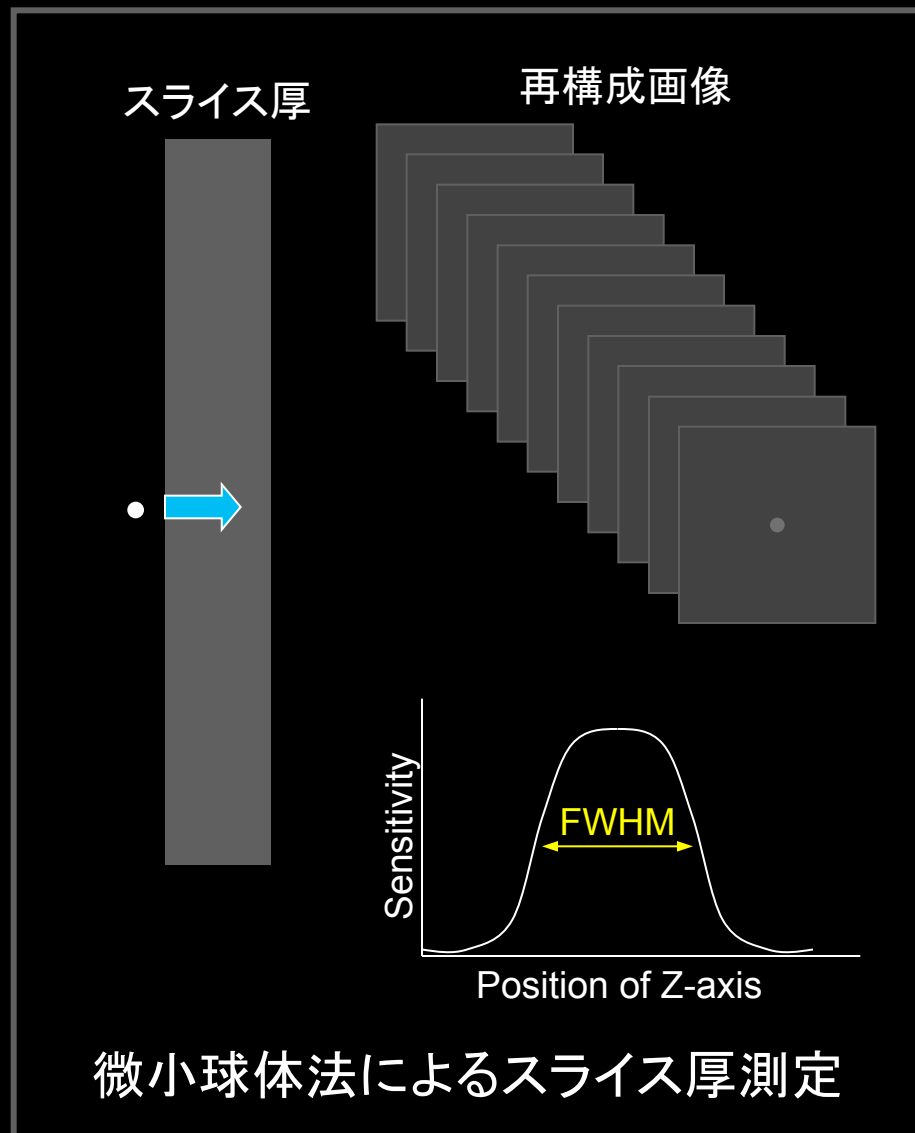
らせんワイヤーファントムによる
スライス厚測定

しかし、ワイヤーファントムは十分な問題の解決にはなっていない。

ヘリカルスキャンとMDCTの場合はまだアーチファクトが生じる。特に薄いスライス厚測定のためにワイヤーのらせんピッチを下げると、アーチファクトが強くなる。

らせんワイヤーファントムの単純な構造は測定が簡易である点で有用だが、正確な測定はできない。

4. 微小球体法やコイン法によるスライス厚測定で問題はないのか？

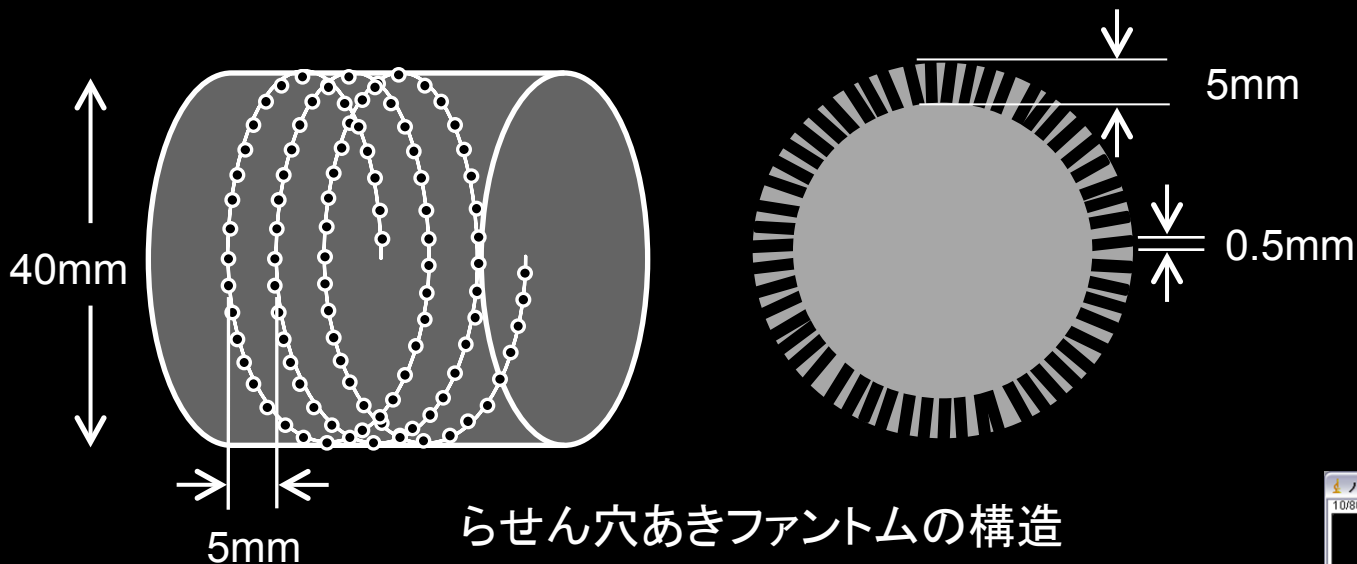


微小球体法やコイン法では、1スライスのスライス厚を得るために多数の画像を使用するのでスライス厚は常に一定である必要がある。

この方法ではヘリカルスキャンにおいてFOVの中心以外や心臓CTで正確な測定ができない。
(連続した複数のCT画像でSSPzが均一でないから)

また、最近行われているノンヘリカルスキャン(ボリュームスキャンやステップアンドシュート)では実験が大変である。

新しいファントム「らせん穴あきファントム」



直径40mmの亚克力円柱に深さ5mm、直径0.5mmの穴がらせん状に開けられている。

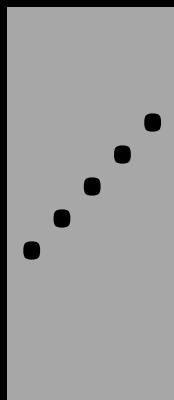
穴の数は1回転で90個、穴のピッチは1回転で5mmである。



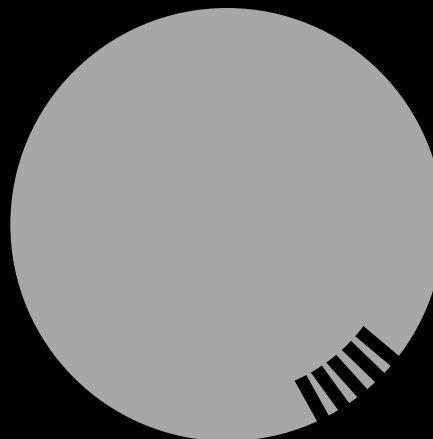
CT画像

隣同士の穴は体軸方向に5/90mmの差を持っている。

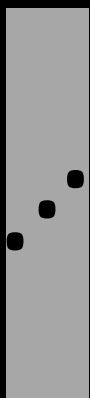
新しいファントム「らせん穴あきファントム」



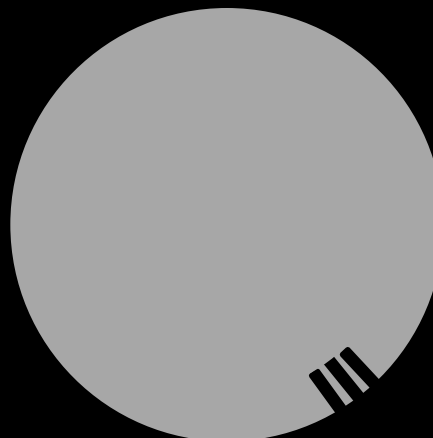
厚いスライス厚



画像上の穴の数が多い



薄いスライス厚

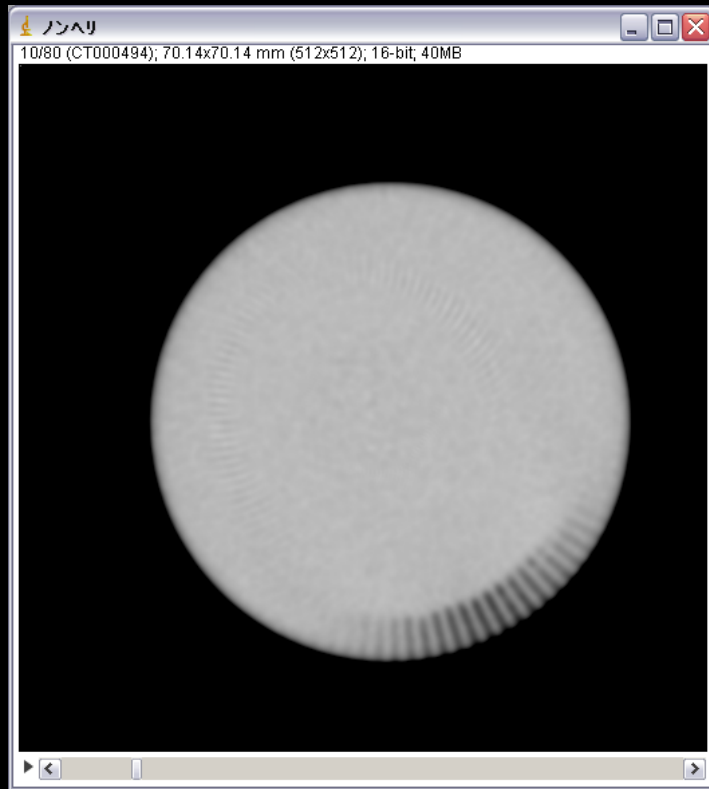


画像上の穴の数が少ない

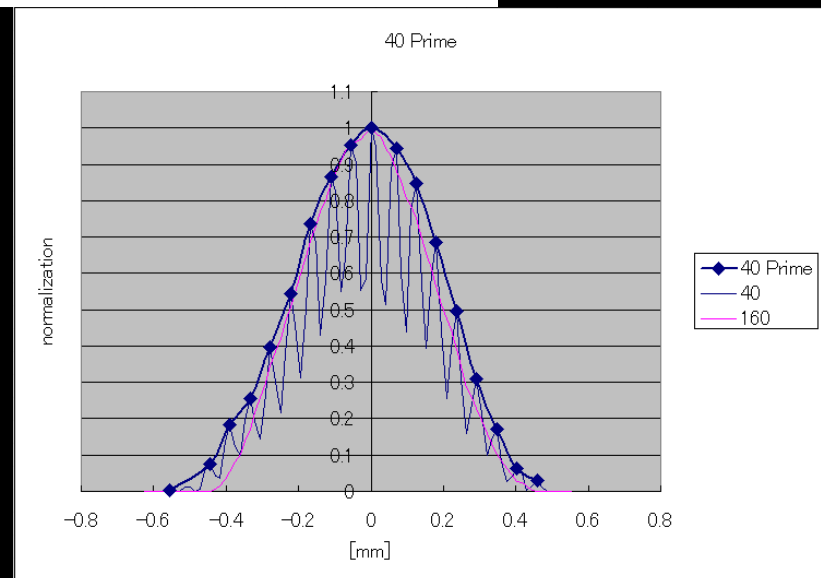
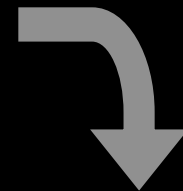
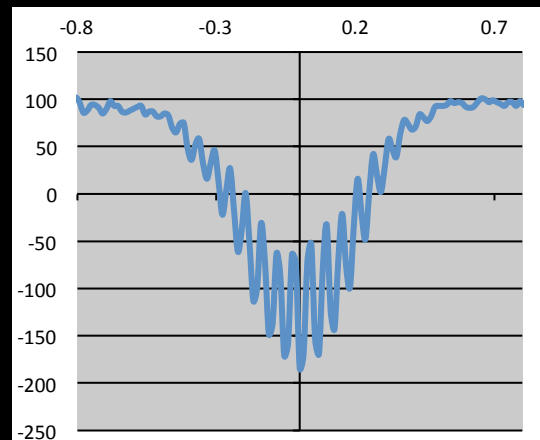
SSP_zを測定しなくても、視覚的に実効スライス厚を知ることができる。

新しいファントム「らせん穴あきファントム」

らせん穴あきファントムによるSSPzの測定



らせん穴あきファントムのCT画像



らせん穴あきファントムによるZ軸方向の
スライス感度プロファイル(SSPz) 14/18

実験1 らせんワイヤーファントム vs らせん穴あきファントム

X線CT : Toshiba Prime

0.5mm x 80 slices

ノンヘリカルスキャン

管電圧 120 kV

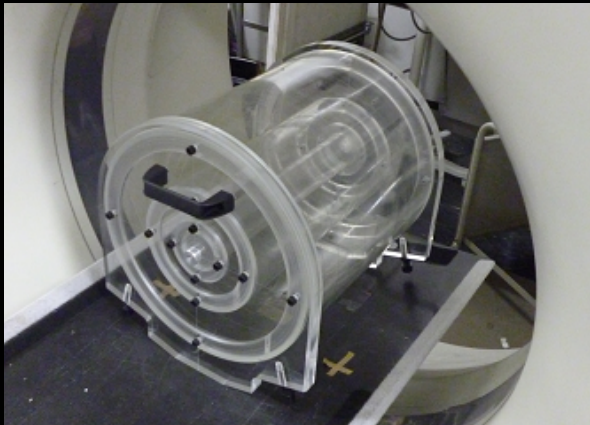
管電流 100mA

スキャン時間 0.5sec

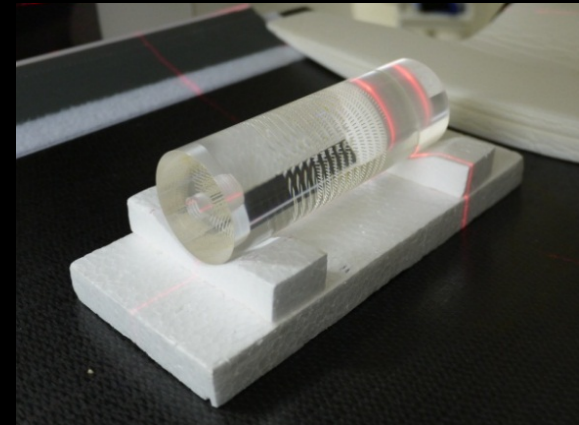


ファントム :

らせんワイヤーファントム



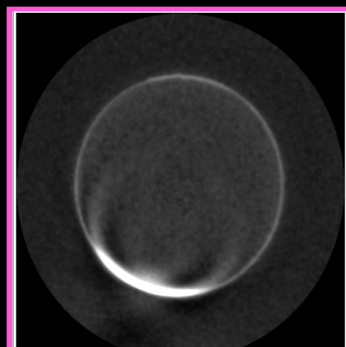
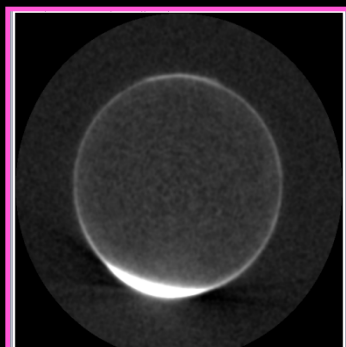
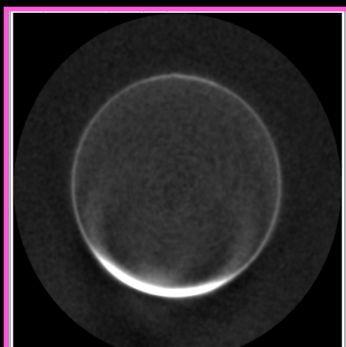
らせん穴あきファントム



結果 らせんワイヤーファントム vs らせん穴あきファントム

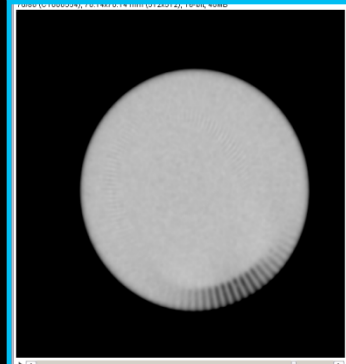
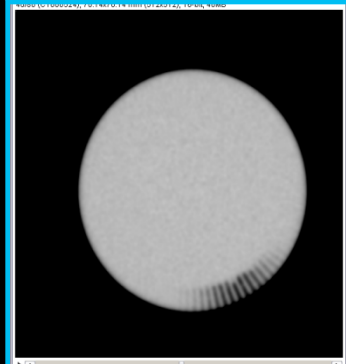
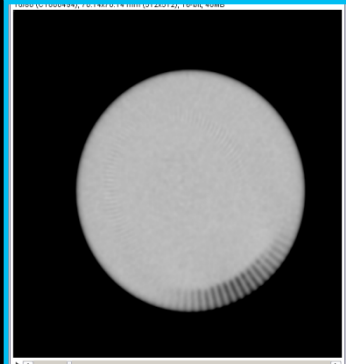


らせん
ワイヤー
ファントム

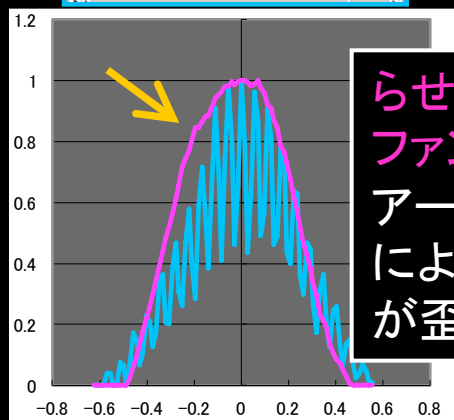
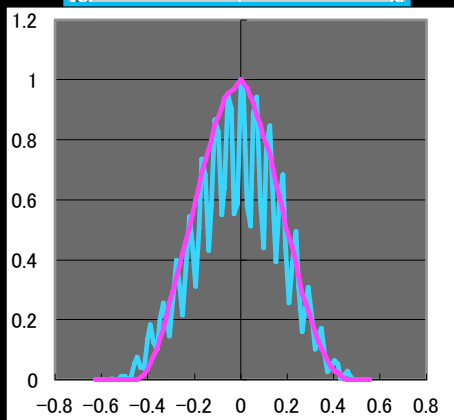
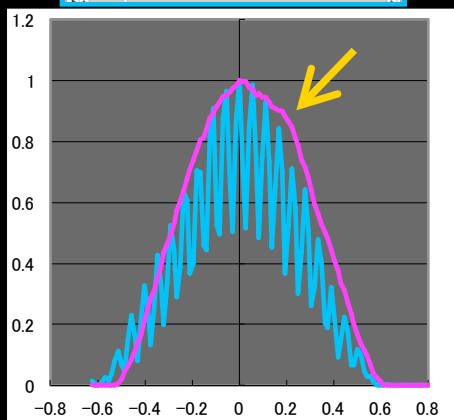


アーチファクト
あり

らせん
穴あき
ファントム



アーチファクト
なし



らせんワイヤー
ファントムでは
アーチファクト
によってSSPz
が歪んだ。

実験2 微小球体ファントム vs らせん穴あきファントム

X線CT : Toshiba Alexion16

1.0mm x 16 slices

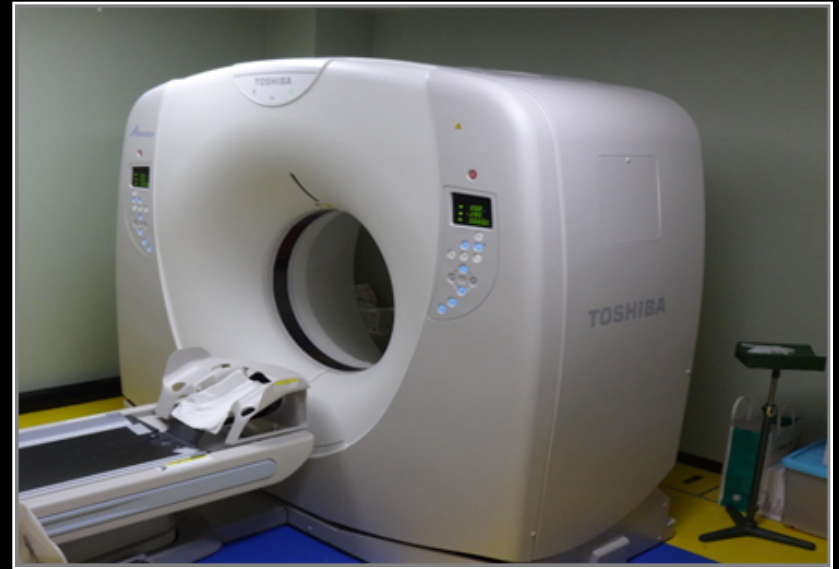
ノンヘリカルスキャン

ヘリカルスキャン

管電圧 120 kV

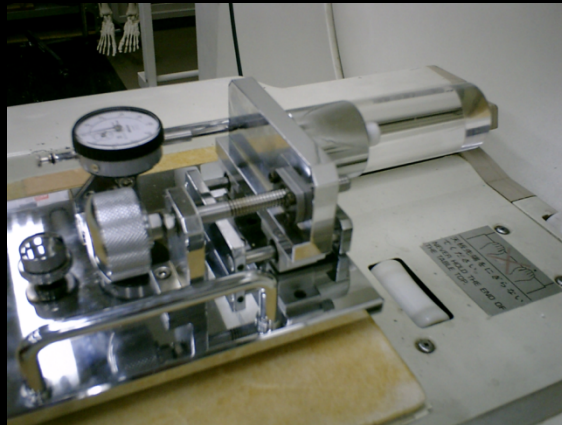
管電流 100mA

スキャン時間 0.75sec

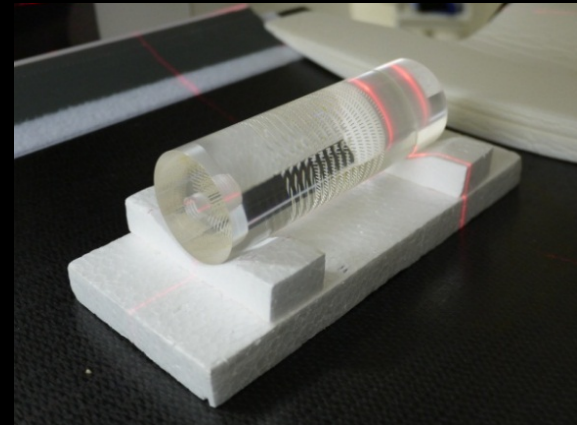


ファントム :

微小球体ファントム

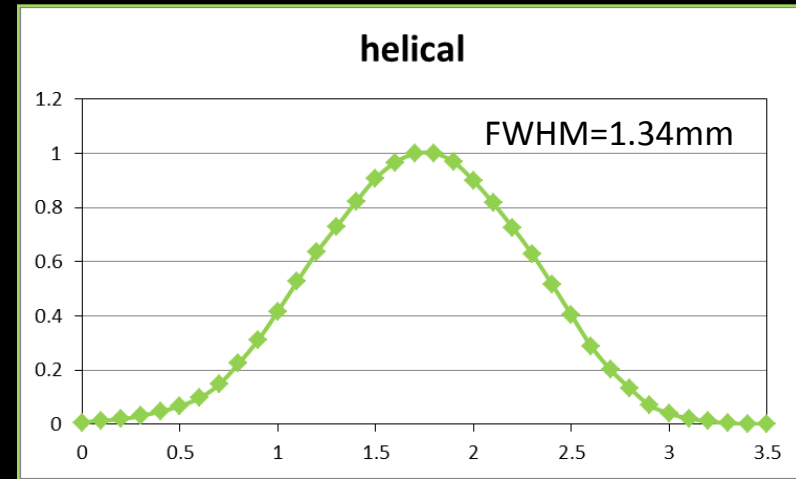
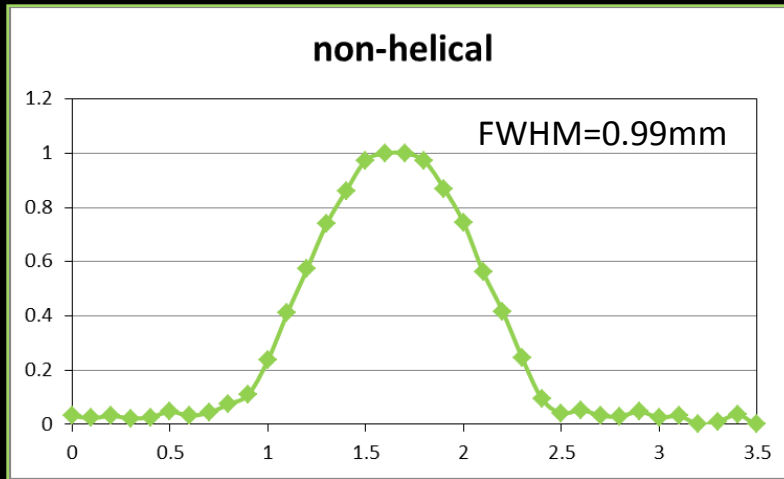


らせん穴あきファントム

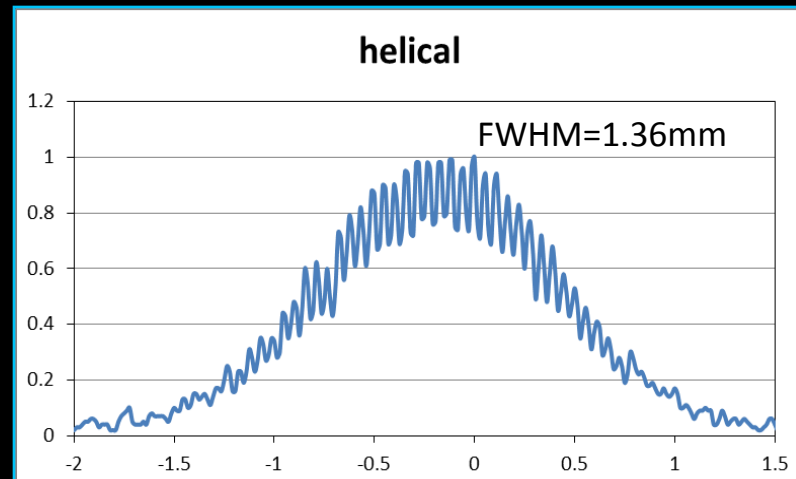
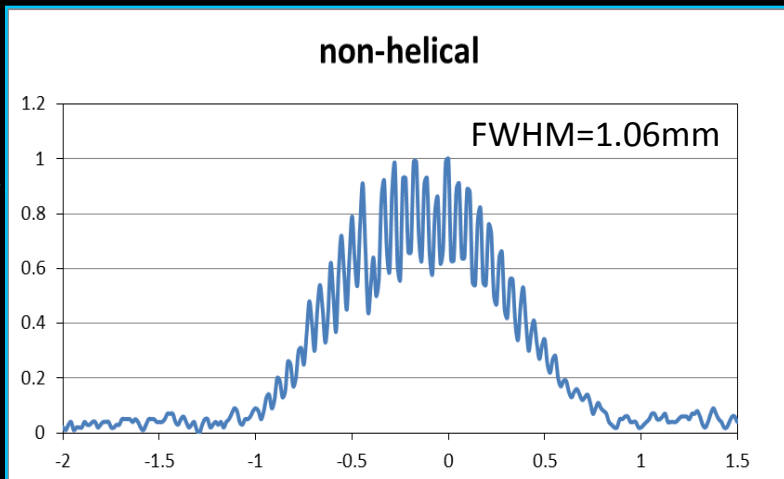


結果 微小球体ファントム vs らせん穴あきファントム

微小球体
ファントム



らせん穴あき
ファントム



考察

我々が開発したらせん穴あきファントムはシンプルな構造であり、測定も簡単である。

このファントムでは日常的にSSP_zとスライス厚を測定できる。

微小球体によるスライス厚測定では、スライス厚の1/10のスライス間隔が必要である。

64列×0.5mmのCT装置で640回以上のスキャンと40,000枚以上のCT画像が必要である。

320列×0.5mmのCT装置では3,200回以上のスキャンと1,000,000枚以上のCT画像が必要である。

らせん穴あきファントムでは、1回のスキャンと1枚のCT画像で測定を終わらせることが可能であり、かつ測定の正確さは微小球体ファントムによる測定結果とほぼ同等であった。