

線質硬化補正法の違いによる 画像への影響

産業医科大学病院

○北岡 亮太

永元 啓介

大石 芳貴

渡邊 亮

村上 誠一

小川 正人

背景

昨年、当院に同一社製の2台のCT装置が導入された。稼働後、頭部のCT画像が2装置間で差異のある症例が生じた。原因を調べると、2装置間で使用されている線質硬化補正法が異なることが判明した。

目的

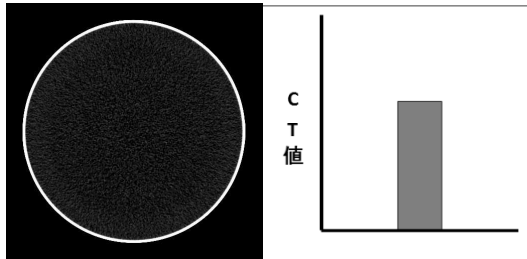
線質硬化補正法の違いによる画像への影響についての報告はない。

今回、線質硬化補正法の特性や、補正法の違いによる画像への影響を検討した。

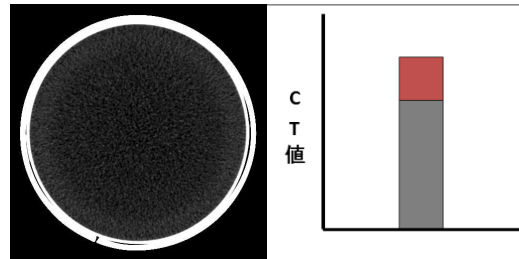
線質硬化補正

線質硬化補正は、線質硬化によってシフトしたCT値(②の赤部分)を補正(③の灰色部分)して、線質硬化が発生していないときのCT値に近づけるものである。

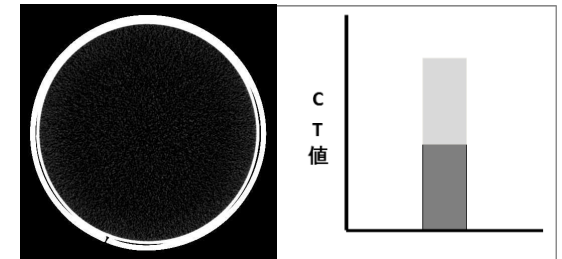
①線質硬化なし



②線質硬化あり:補正なし



③線質硬化あり:補正あり



そこで本実験では

線質硬化量(②と①のCT値差),補正量(②と③のCT値差),補正効果(①と③のCT値差)と定義し、検討を行った。

検討項目

1.補正法の特徴

1.線質硬化量

2.補正量

3.補正効果

2.補正法の違いによる影響

1.補正方法によるCT値差

使用機器

- 使用装置

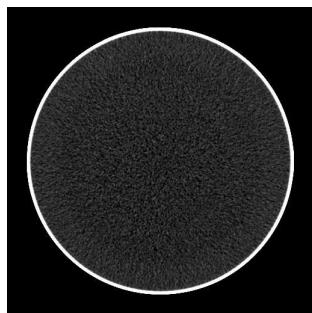
東芝メディカルシステムズ社製80列,320列CT装置

- 線質硬化補正 * 付録参照

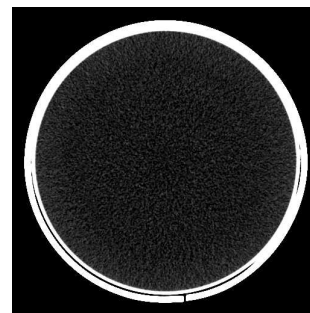
1stPass補正法(80列), 2ndPass補正法 (320列)

- 使用ファントム

水ファントム(20cm ϕ)、線質硬化模擬ファントム
(水ファントムに5mm厚のRubberを巻いたもの)



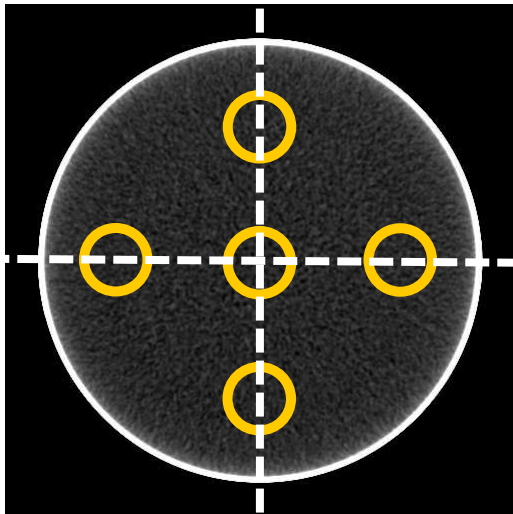
Rubber(無)



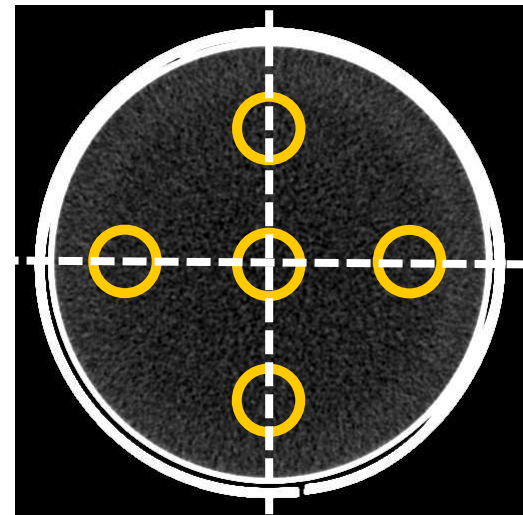
Rubber(有)

方法

- ・撮影条件: 120kV-AEC (SD=3.5) -1.5s/rot (2.0×4mm)
- ・スキャン方式: Non-Helical, Helical, Volume
- ・FC41 (線質硬化補正なし) と FC21 (線質硬化補正あり) で再構成し、標準測定法に準じた5点 (黄色ROI: 16mm) のCT値を測定した。



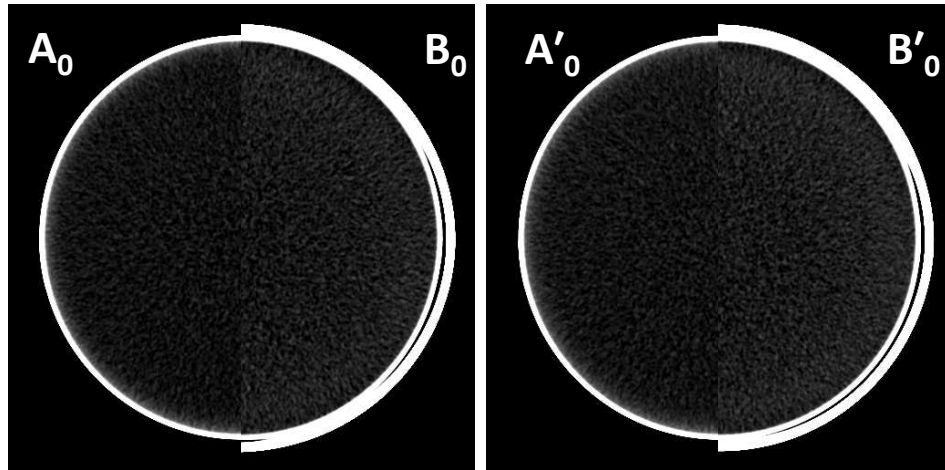
Rubber (無)



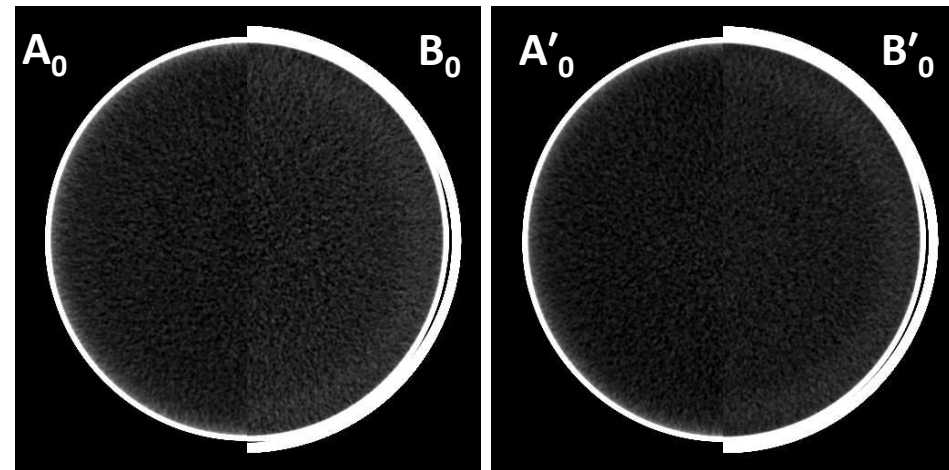
Rubber (有)

結果：線質硬化量

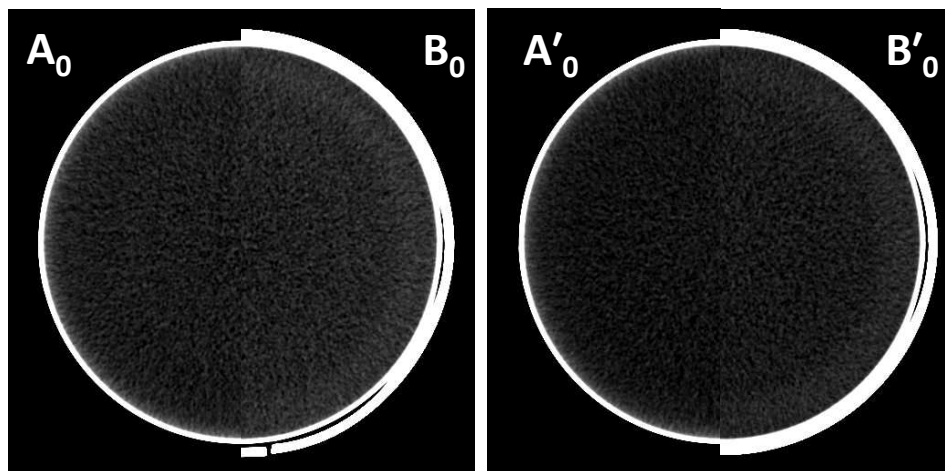
Non-Helical



Helical



Volume



A_0 : 線質硬化が発生していない画像(80列)

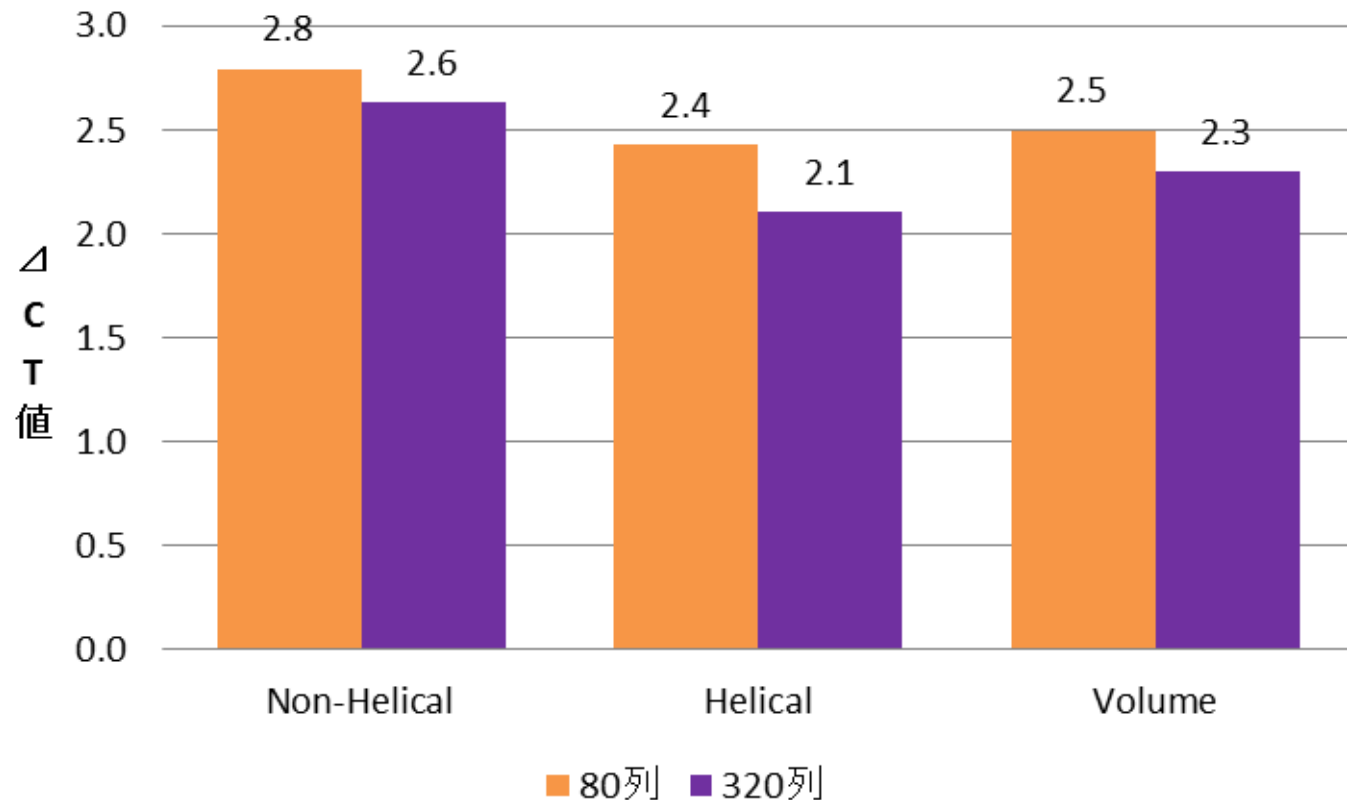
A'_0 : 線質硬化が発生していない画像(320列)

B_0 : 線質硬化が発生している画像(80列)

B'_0 : 線質硬化が発生している画像(320列)

画像表示条件: WL32/WW70

結果：線質硬化量

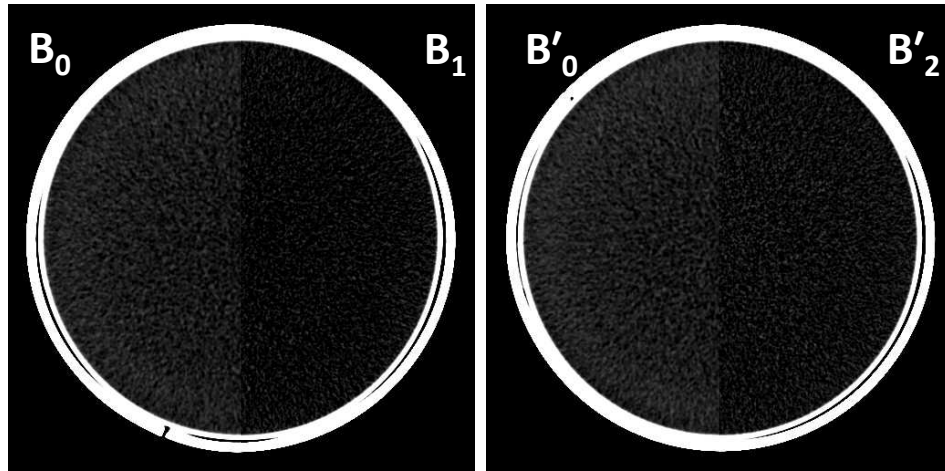


$$\text{線質硬化量} = (\mathbf{B}_0 \text{のCT値}) - (\mathbf{A}_0 \text{のCT値})$$

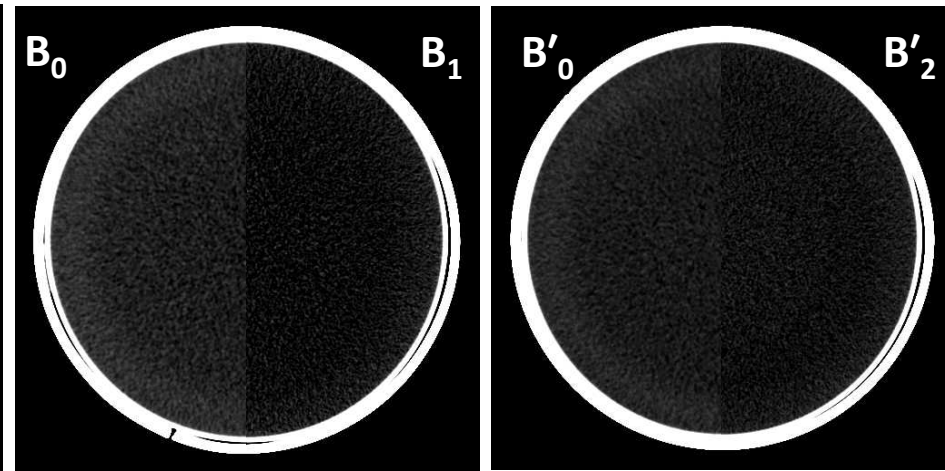
同装置共に線質硬化量は、いずれのスキャン方式においても同程度であり、装置間の差はない

結果：補正量

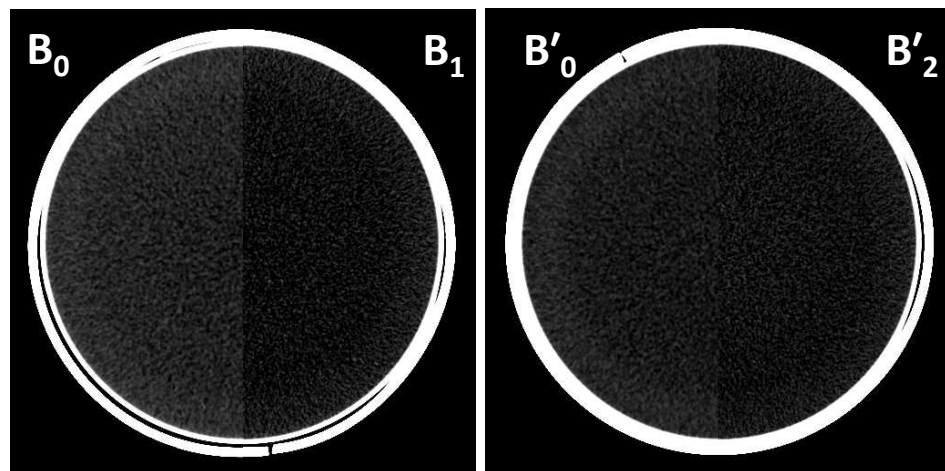
Non-Helical



Helical



Volume



B_0 : 線質硬化が発生している画像(80列)

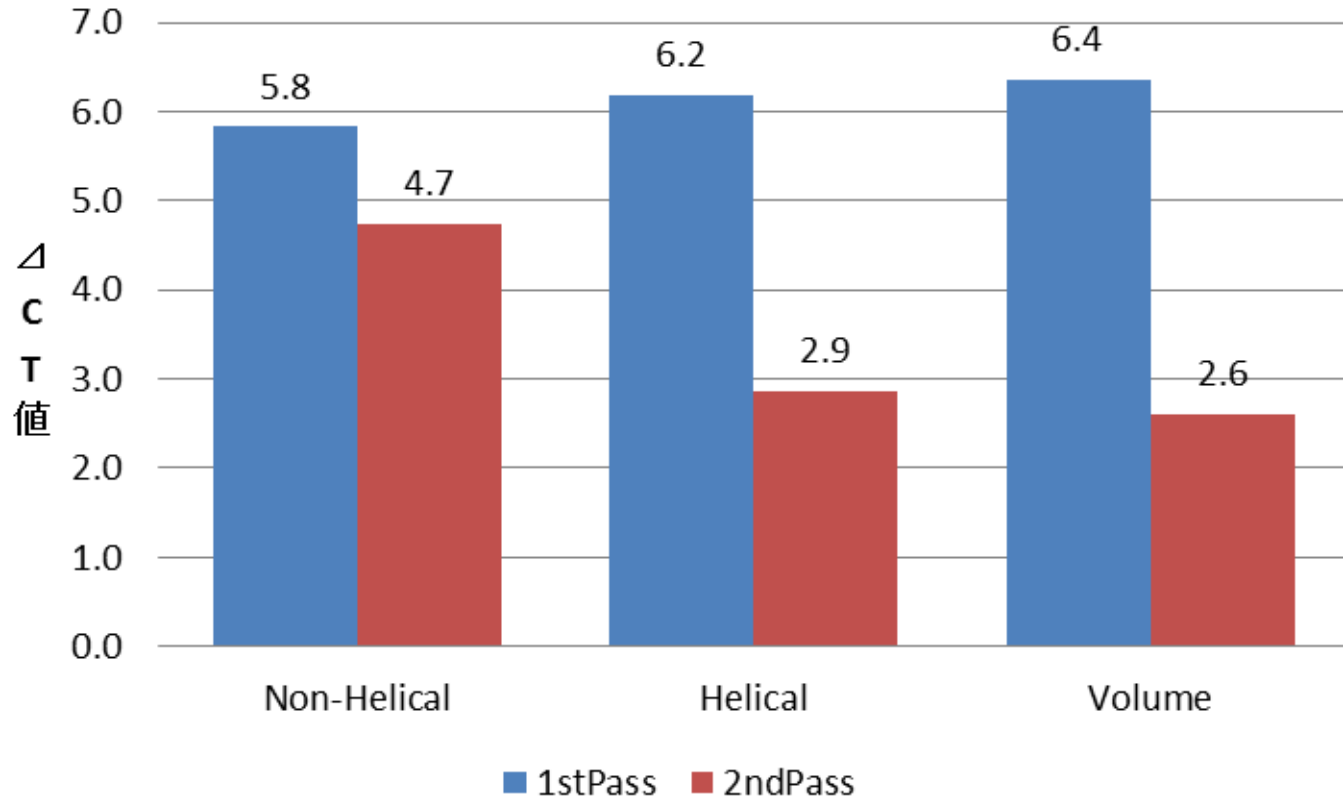
B'_0 : 線質硬化が発生してる画像(320列)

B_1 : B_0 に線質硬化補正(1stPass)をかけた画像

B'_2 : B'_0 に線質硬化補正(2ndPass)をかけた画像

画像表示条件: WL32/WW70

結果：補正量



$$\text{補正量} = | (B_0, B'_0 \text{のCT値}) - (B_1, B_2 \text{のCT値}) |$$

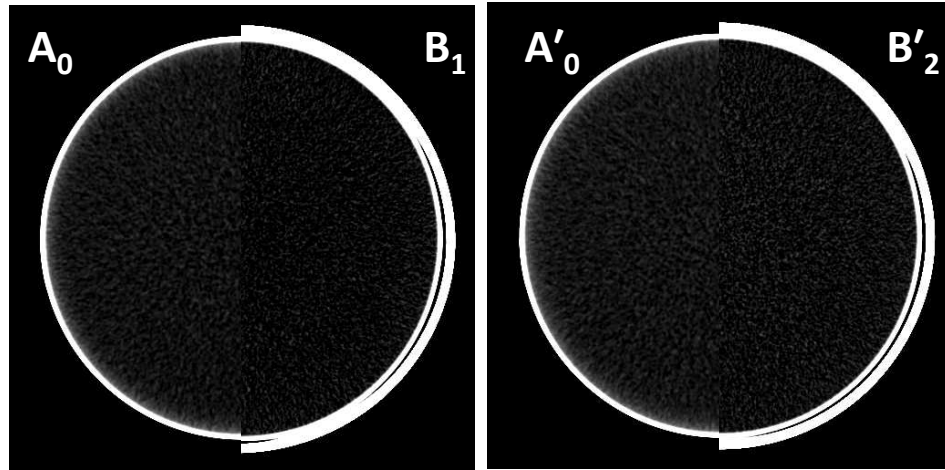
1stPass補正法：Volume > Helical > Non-Helical の順だが、ほぼ同程度

2ndPass補正法：Non-Helical > Helical > Volume の順で大きい

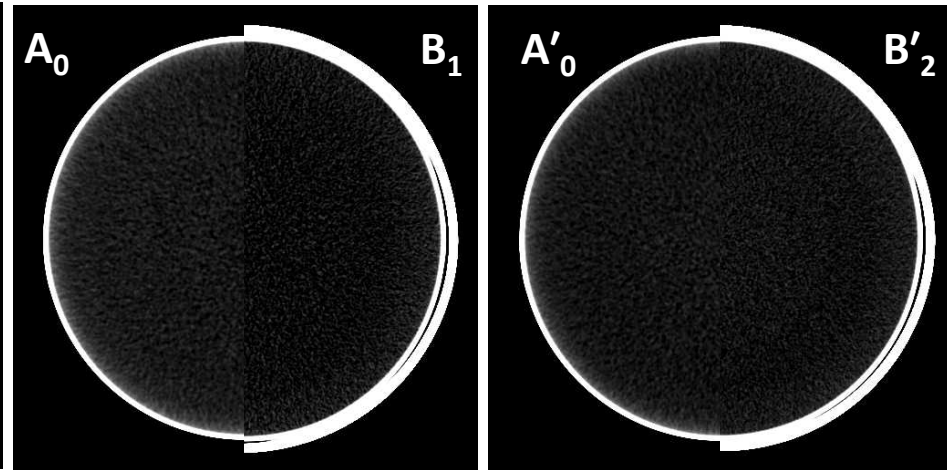
補正量は1stPass補正法が2ndPass補正法に比べて大きい

結果：補正効果

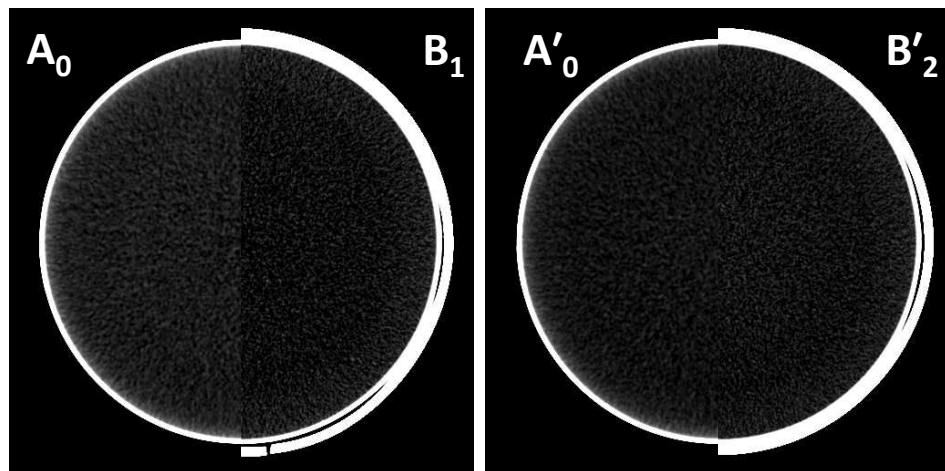
Non-Helical



Helical



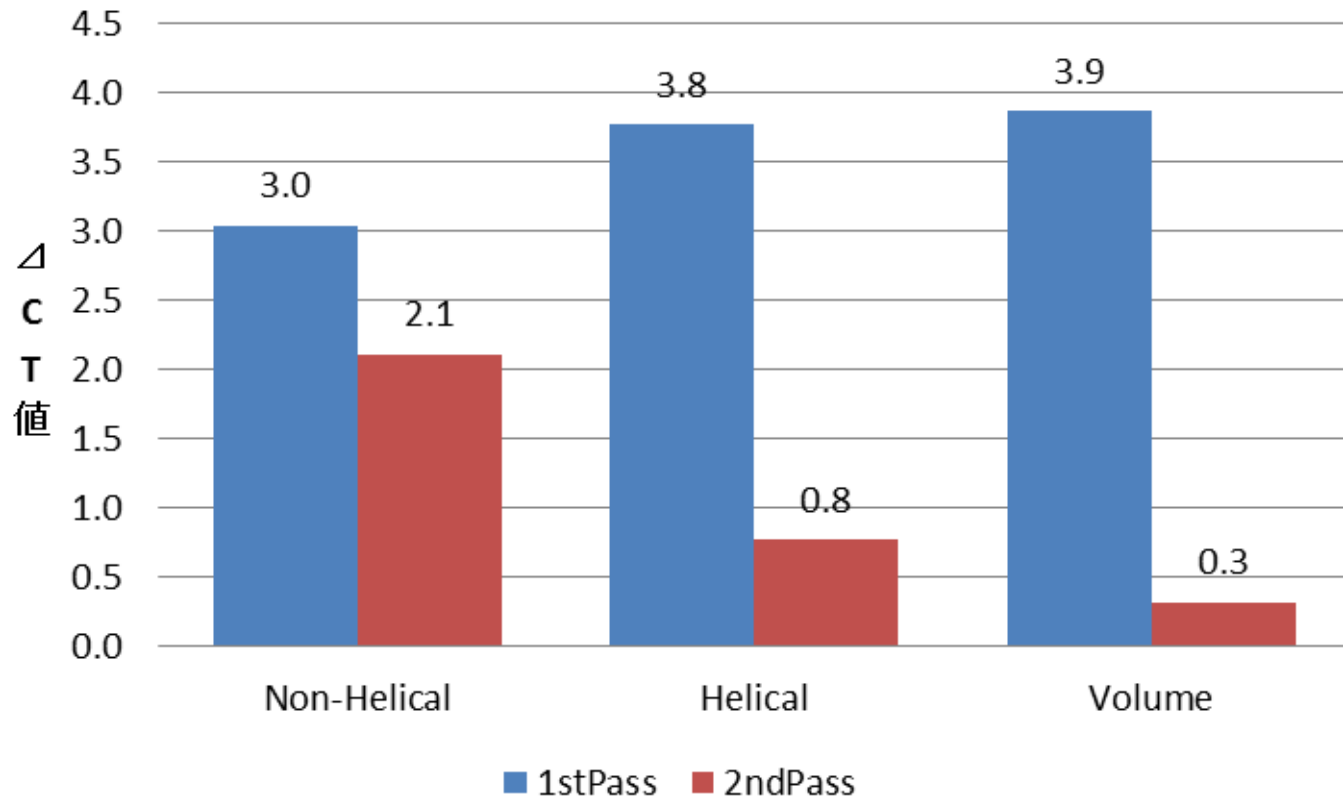
Volume



- A₀: 線質硬化が発生していない画像(80列)
- A'₀: 線質硬化が発生していない画像(320列)
- B₁: B₀に線質硬化補正(1stPass)をかけた画像
- B'₂: B'₀に線質硬化補正(2ndPass)をかけた画像

画像表示条件: WL32/WW70

結果：補正効果



$$\text{補正効果} = | (A_0 \text{ のCT値}) - (B_1, B_2 \text{ のCT値}) |$$

1stPass補正法：いずれのスキャン方式も同等の値で、過補正となっている

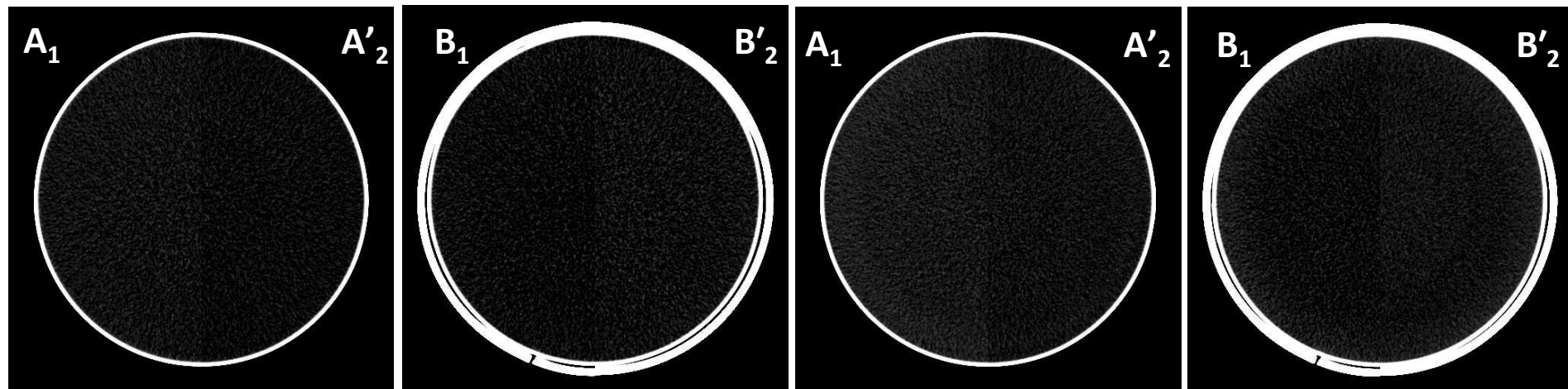
2ndPass補正法：Helical、Volumeは適正であるが、Non-Helicalは過補正となっている

1stPass 補正法は、2ndPass補正法に比べ過補正となっている

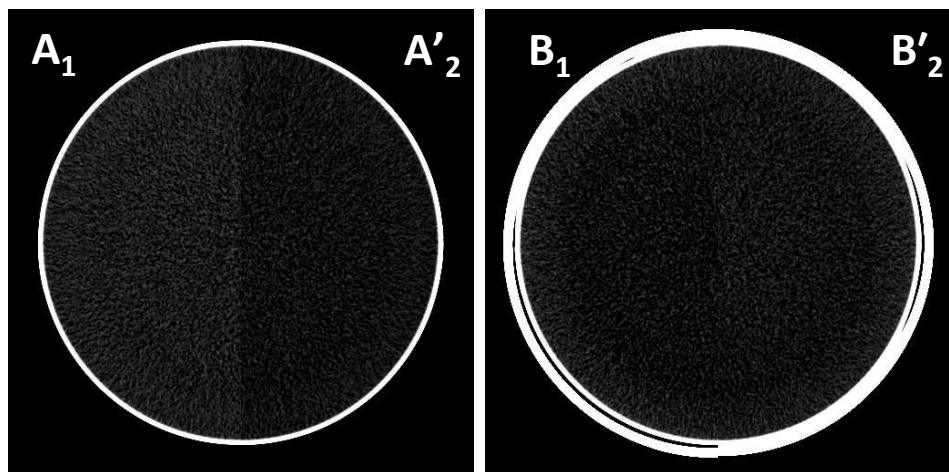
結果：補正法の違いによるCT値差

Non-Helical

Helical



Volume



A_1 : A_0 に線質硬化補正(1stPass)をかけた画像

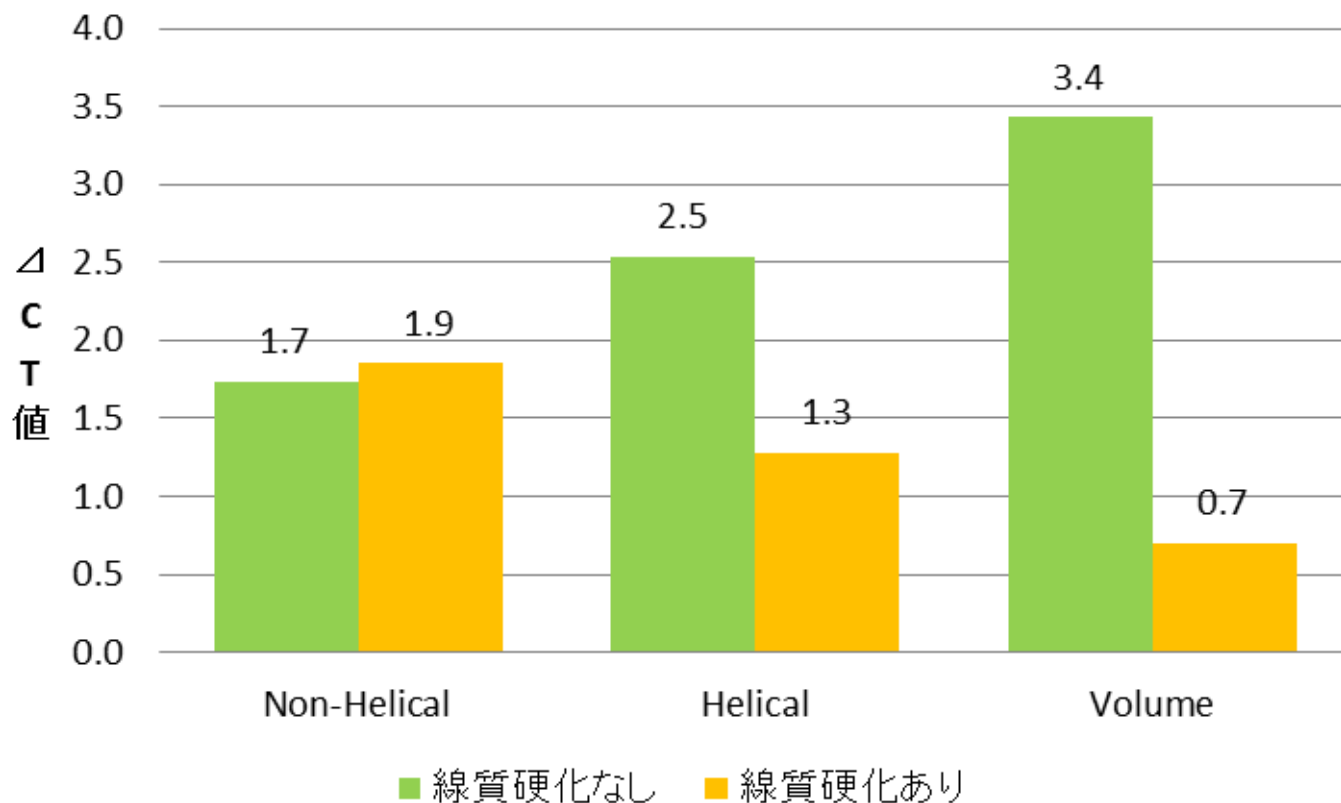
A'_2 : A'_0 に線質硬化補正(2ndPass)をかけた画像

B_1 : B_0 に線質硬化補正(1stPass)をかけた画像

B'_2 : B'_0 に線質硬化補正(2ndPass)をかけた画像

画像表示条件: WL32/WW70

結果：補正法の違いによるCT値差



$$\text{補正効果} = | (A_1, B_1 \text{のCT値}) - (A'_2, B'_2 \text{のCT値}) |$$

線質硬化なし: Volume > Helical > Non-Helicalの順に差が見られる

線質硬化あり: Non-Helical > Helical > Volumeの順に若干の差が見られる

まとめ：補正法の特徴

1stPass補正法

スキャン方式によらず同程度の補正を行い、線質硬化の発生していない画像を基準にすると過補正となっている。

2ndPass補正法

スキャン方式により補正量が異なり、Non-Helicalの補正量が大きく、他の2スキャンに比べて過補正となっている。

まとめ：補正法の違いによる影響

線質硬化のある場合

Non-Helical > Helical > Volumeの順でCT値差が大きくなる

⇒骨形成の発達した成人では、Helical、Volumeを使うことでその差は小さくなる。

線質硬化のない場合

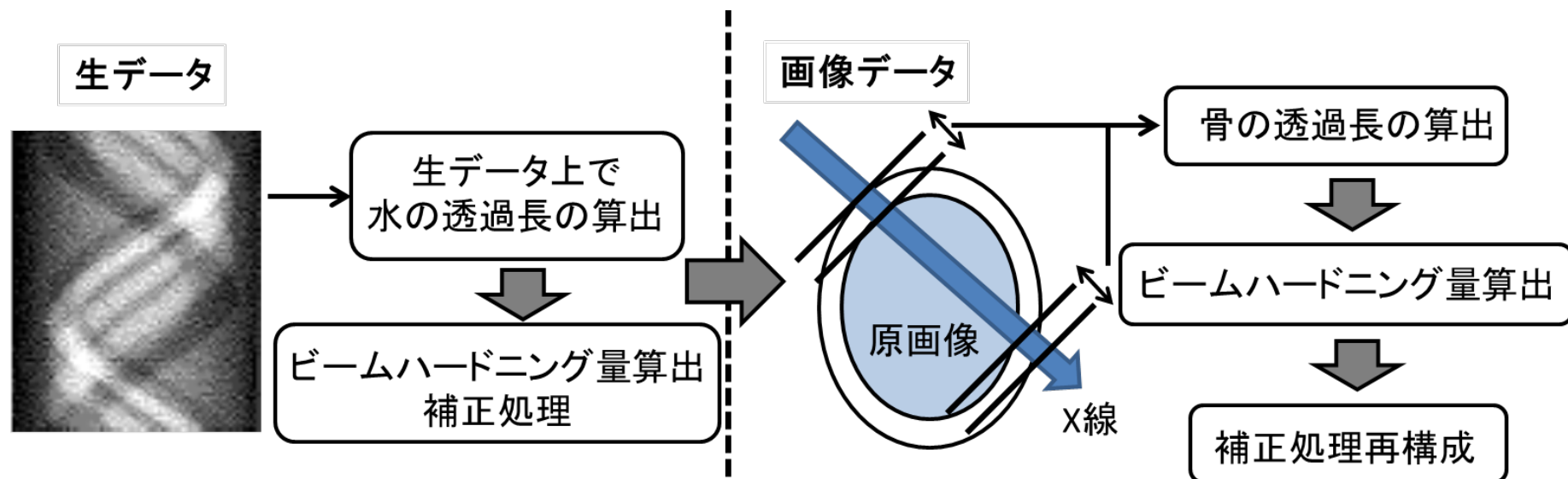
Volume > Helical > Non-Helicalの順にCT値差が大きくなる

⇒骨形成の未熟な小児では、Non-Helicalを使うことでその差は小さくなる。

結論

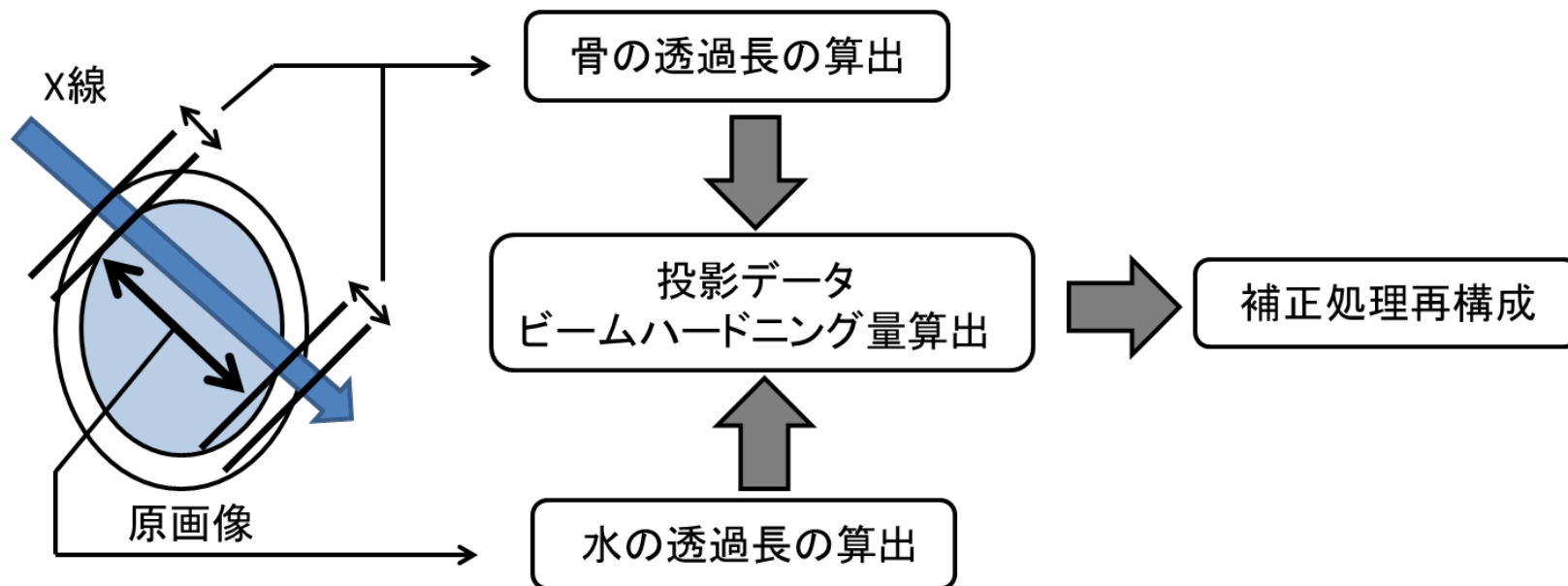
補正法の違いによってCT値に差を認め、その傾向は高吸収体の有無およびスキャン方式によって異なった。また、今回のファントム実験では、1stPass補正法が2ndPass補正法に比べ過補正が示唆された。今後は、この過補正がどのような条件下で発生するかを検討が必要である。

付録：生データを用いた補正法 (1stPass補正法)



- (1) 生データ上で水の透過長を算出する。
- (2) ビームハードニング量を算出し、補正処理を行う。
- (3) 画像を一回再構成し、骨を透過する距離を算出する。
- (4) (3)で得られた値からビームハードニング成分を算出しビームハードニング成分のみの画像を作成する。
- (5) 最初の画像と(4)で再構成した画像を組み合わせ、補正画像を作成する。

付録：画像データを用いた補正法 (2ndPass補正法)



- (1) 画像を一回再構成し、骨と水の透過する距離を計算する。
- (2) (1)で得られた値からビームハードニング成分を算出し、ビームハードニング成分のみの画像を作成する
- (3) 最初の画像と(2)で再構成した画像を組み合わせ、補正画像を作成する。