

【背景】

当院では昨年度キヤノンメディカルシステムズ社製 Aquilion ONE NATURE Edition が導入され、金属アーチファクト低減処理ソフトである Single Energy Metal Artifact Reduction(以下 SEMAR)が使用可能になった。SEMAR は逐次近似画像再構成法で用いられる forward projection と繰り返し処理によって、金属アーチファクトに関するサンプリングデータを選択的に排除して再構成を行い、アーチファクトを低減する。そこで SEMAR による画像に対する特性を調べ、基礎検討を行った。

【方法】

水を満たしたプラスチック容器に鹿の角および Stryker 製の THA(人工股関節置換術)用のトライデント HA シェル半球タイプ(外径 50mm)を沈め臨床と同様になるようにオフセンターで撮影した(図 1)。解析には ImageJ、および CT measure(日本 CT 技術学会)を使用した。

撮影条件は Rotation Time 0.5s/回、スライス厚 3mm、スライス間隔 3mm、FOV 180mm に固定し再構成関数は AiCE Bone Mild に設定した。また、SD が同等となるように管電流を設定し、管電圧を 120kV と 135kV に変化させ Helical 及び Volume 撮影をし、金属アーチファクト低減処理の SEMAR を使用した画像と使用していない画像で比較検討をした。



図 1.位置決め画像

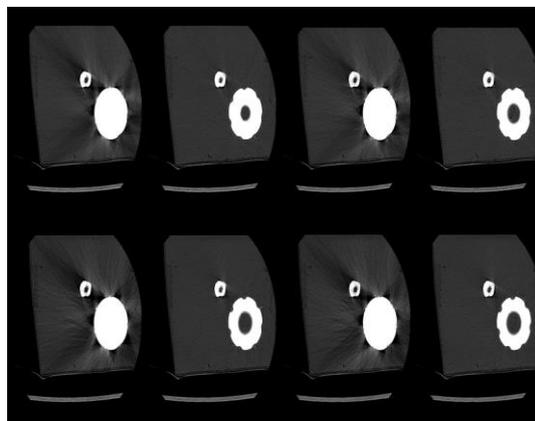


図 2. 得られた画像

(上:Helical 撮影、下:Volume 撮影
左から 120kV、120kV SEMAR あり、135kV、
135kV SEMAR あり)

【検討項目】

1. SEMAR による金属アーチファクト低減処理の定量評価
アーチファクトによる CT 値の標準偏差 (standard deviation: SD)の変化を測定する artifact index(AI)をもちいてノイズ特性に依存しない定量評価として相対 AI によっ

てアーチファクト低減効果について次式を用いて定量評価した。

$$AI_r = \frac{\sqrt{\sigma_A^2 - \sigma_B^2}}{\sigma_B} \dots (1)$$

式中の σ_A 、 σ_B はそれぞれアーチファクトを含む画像中における ROI 中の平均 SD、アーチファクトを含まない画像中における ROI 中の SD である。

2. 水のみ断面で SEMAR の使用の有無でノイズ特性の変化を評価する。

得られた画像から、CT measure (日本 CT 技術研究会) を使用し、Radial frequency 法を用いた NPS 測定を行った。全スライスのうち水のみスライス 5 枚を加算平均した画像を用い、ファントムの中心に 128×128 pixel の関心領域を設定して NPS を測定した。

3. 被写体の画像評価

3-1. 金属のない断面と金属のある断面にて CT 値測定し比較する。

金属アーチファクトのある断面と無い断面で鹿の角の皮質骨に複数カ所 ROI をとり加算平均したものを CT 値とし SEMAR の有無で比較する。

3-2. コントラスト比によってコントラスト評価を行った。

金属アーチファクトのある断面で鹿の角に ROI をとり CT 値を測定し、次式をもちいてコントラスト比を算出し評価を行う。

$$\text{コントラスト比} = \frac{\text{CT 値骨} - \text{CT 値 B}}{\sigma_B} \dots (2)$$

【結果】

1. 相対 AI の結果を図 3 および表 1 に示す。各管電圧、撮影方法において SEMAR を用いることで AI 値の低下を認めた。また、高電圧のほうが AI 値は低くなり、撮影法の違いでは設定 ROI の位置によるが Helical 撮影で低値となった。

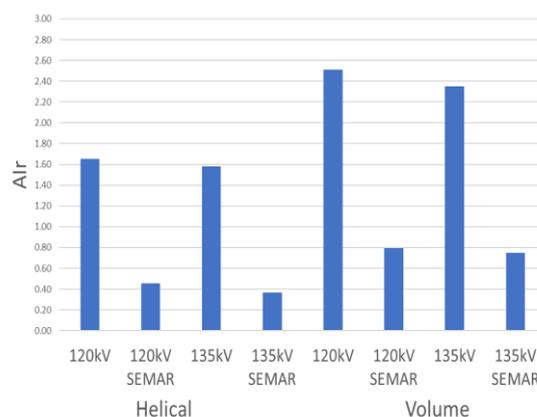


図 3. 相対 AI

表 1. 相対 AI 値

	撮影条件	AI _r
Helical	120kV	1.655
	120kV SEMAR	0.457
	135kV	1.581
	135kV SEMAR	0.369
Volume	120kV	2.510
	120kV SEMAR	0.793
	135kV	2.352
	135kV SEMAR	0.751

2. 得られた NPS を図 4 に示す。各管電圧、撮影方法において SEMAR を用いることによる NPS の変化は見られなかった。

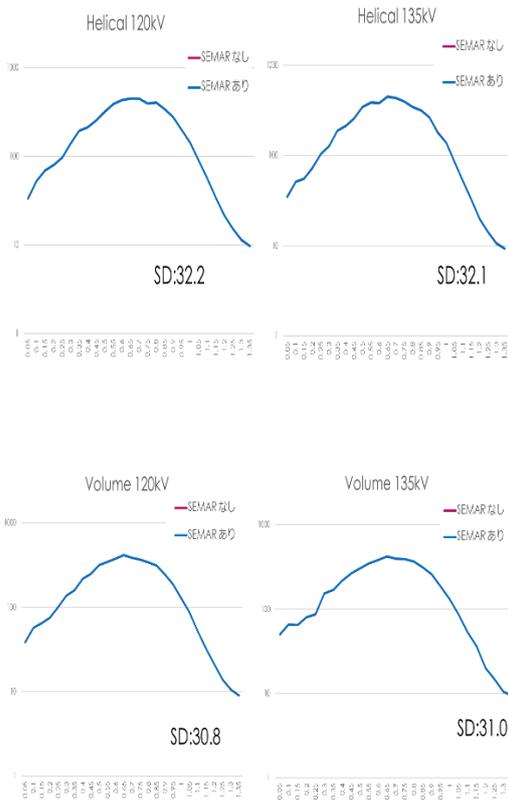


図 4. NPS

3. 図 5 および図 6 にそれぞれの結果について示す。各管電圧、撮影方法において SEMAR を用いることで CT 値およびコントラスト比の改善が見られた。

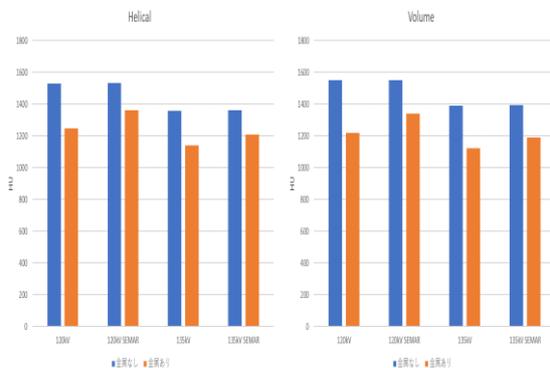


図 5. CT 値の比較

(青:金属のない断面、赤:金属ありの断面)

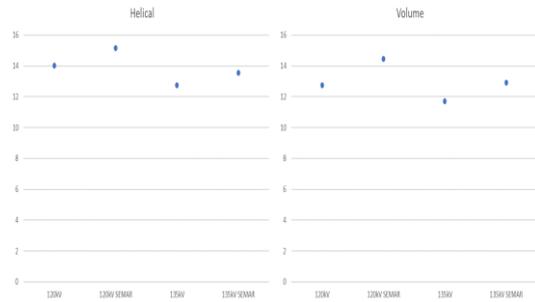


図 6. コントラスト比
(左から 120kV、120kV SEMAR あり、135kV、135kV SEMAR あり)

【考察】

1. SEMAR を使用することで AI 値は低下することが確認できた。これは SEMAR が金属アーチファクト低減に有用であることが示されたといえる。また、Helical より Volume 撮影においてアーチファクトが多い結果となったのは Helical 補間によるものと考えられるが部分的に AI 値が高くなった原因としては、ウインドミルアーチファクト様のアーチファクトが ROI 内に混在していると考えられる。また、高管電圧撮影で AI 値が低くなったのは X 線束が高エネルギーになることで金属でのフォトンの減少が少なくなったことによるものと考えられる。

2. 同じ管電圧において水のみ断面で SEMAR を使用しても SD はほとんど変わらず NPS の形状変化もないためノイズ特性に影響がないことが分かった。このことから SEMAR は金属アーチファクト部分を選択的に抽出し、ノイズと分離して reduction されていることが考えられる。

3. SEMAR を使用することで CT 値、コントラスト比の改善が見られた。しかし、SEMAR の有無にかかわらず、高管電圧撮影することで骨の CT 値は低くなりコント

ラスト比の低下がみられた。このことから
高圧撮影ではコントラストの低下を招
くので臨床で使用する際は読影医との相談
が必要と考えられる。

【結語】

SEMAR を使用することで金属アーチファ
クト低減には有用なことがわかった。今後
は臨床での使用回数を増やし症例検討でき
ればと思う。また、金属の形状や向きによ
つての変化や SEMAR 使用時の軟部組織へ
の影響についても今後検討できればと思う。

【謝辞】

本研究において快く機材を貸して下さ
った Stryker、助言をくださった Canon の方
にはお礼申し上げます。

【参考文献】

・Computed tomography における回転時間
が及ぼす金属アーチファクト低減効果の影
響について

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrt/74/
7/74_2018_JSRT_74.7.692/_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrt/74/7/74_2018_JSRT_74.7.692/_pdf/-char/ja)

・相対 artifact index によるノイズ特性に依
存しないストリークアーチファクト定量評
価法の提案

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrt/74/
4/74_2018_JSRT_74.4.315/_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrt/74/4/74_2018_JSRT_74.4.315/_pdf/-char/ja)