

CT診断の普及を目指して

十河がゆく

十河 基文(そごう もとふみ)

大阪大学歯学部招聘教員(歯科補綴学第二教室)

株式会社アイキャット 代表取締役 CTO・CCO

研究開発や臨床の傍らCT診断普及を目指して東奔西走中

(題字:小宮山潤太郎先生)

誌上セミナー 金属アーティファクトの影響と除去

歯科におけるCTの診断では、クラウンなど金属による障害陰影、いわゆる「金属アーティファクト」に悩まされます。医科領域では主に内臓などの軟組織が撮影対象で金属が周りにないため、CT画像上で問題になることはありません。そのため、「金属アーティファクト」の除去技術は歯科から開発をしないといけない!と十河は思ってきました。今回は久しぶりに「誌上セミナー」でその「金属アーティファクト」についてお話をします。

金属アーティファクトの影響について

「金属アーティファクトを除去したい!」そんな思いから「まず敵を知るべし。」と考え、金属アーティファクトの影響について基礎的な実験を行いました。模型(ニッシン社製)上の数ヶ所にクラウンを装着し、さらにエポキシ樹脂にハイドロキシアパタイトを混ぜた試料片(以下、HA棒)を挿入できる実験モデルを作製しました(図1)。

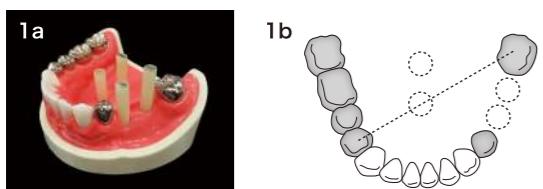


図1 実験用のエポキシ模型とその模式図。検証目的ごとに、金パラのクラウン(グレーの歯)とハイドロキシアパタイト棒(点線の円)を設置を変えて実験を行った。

クラウンからの距離

まず $\overline{4}$ だけにクラウンを装着し、遠心の $\overline{5}$ と $\overline{6}$ にHA棒(CT値は300HU)を挿入しました。結果、クラウンから離れたHA棒の方が金属アーティファクトの影響は少ないとわかりました(図2b)。

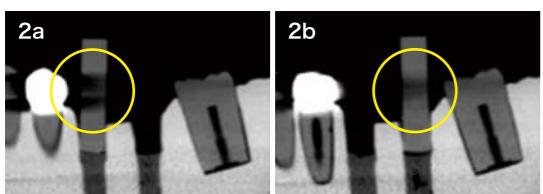


図2 クラウンから離れると金属アーティファクトの影響は少なくなる。

HA棒のCT値(硬さ)

続いて、 $\overline{5}$ に300HUと620HUといったCT値の異なるHA棒を挿入しました。CT値の高いHA棒の方が金属アーティファクトの影響が少ないことがわかりました(図3)。なお、HA棒のCT値は大型放射光施設SPring-8(兵庫県)で単色X線から求めた値を示します。

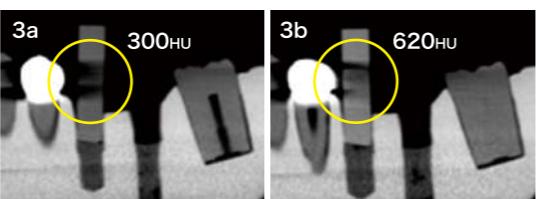


図3 CT値が高いHA棒の方が金属アーティファクトの影響は小さい。

クラウンの本数と配置

最後にクラウンの「本数」と「配置」による金属アーティファクトの影響を見ました(図4)。1本、2本とクラウンが増えると、クラウン同士を結ぶ白い線または黒い帶線が金属アーティファクトとして発生します(図4a,b,c)。さらに、クラウンの配置が集中するよりも分散する方が歯列全体に大きく影響することがわかりました(図4c,d)。

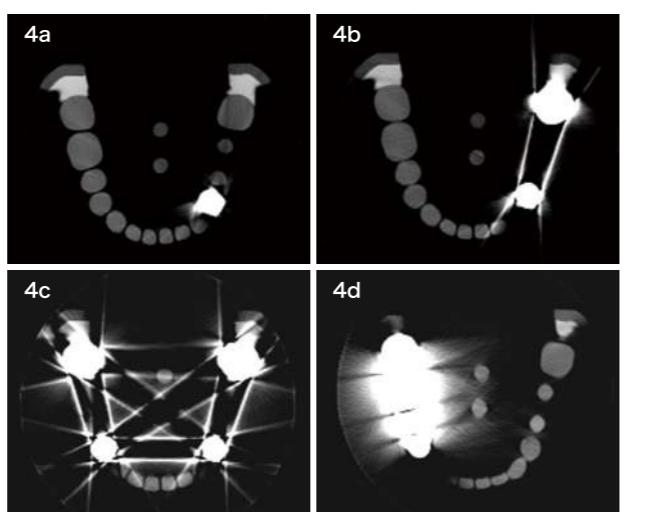


図4 クラウン同士を結ぶ白い線、黒い帶線が金属アーティファクトとして発生する。特にクラウンが分散した状態ではその影響は大きい。

発想の転換「CTの生データとは?」

基礎実験をしていく中で、「再構成が終わったスライスデータ(図5)をいくら見ても金属アーティファクトは除去できない!」と思い、発想転換しました。

十河が着目したのはCTの生データ(raw data)です。生データ

とは、顔の周りをX線が360度回転する際に検出器に映し出される「X線の影絵」であり、「投影データ」とも呼ばれます。認識が難しい投影像もあるものの、投影データを見ると金属の形が黒く映っています(図6)。「人の目で金属の形状が認識できるなら、コンピュータで金属の輪郭を自動抽出するアルゴリズムを与えた上で再構成をすれば金属アーティファクトが無くなるかもしれない!?」という発想から、金属アーティファクトを除去する再構成ソフトGIDORAが完成しました(バックナンバーVol15, Jun 2012, 参照)。



図5 CTのスライスデータ(アキシャルのDICOMデータと言われることが多い)。

見えないものが診えるGIDORA

図4と図7に金パラのクラウンを装着し、クラウンの間にセロハンテープを渡して中央にセラミック球を貼り付けました(図7黄矢印)。通常の再構成によるCT画像では(図8)、クラウンの間に存在するはずのセラミック球が金属アーティファクトによって全く見えません(図8赤矢印)。しかしGIDORAによる再構成後のCT画像では、セラミック球が現われています(図9青矢印)。まさに金属アーティファクトが無くなっただけなく、従来の再構成では見えなかつたものが診えるようになりました。



図7 クラウンの間に空中にセラミック球を設置し(黄色矢印)、CT撮影した。

補間処理でないGIDORA

コンピュータの世界では、データが存在しなくても回りの値から近似値を求める「(線形)補間」という方法があります(図10)。しかし、GIDORAでは真っ黒な金属アーティファクトの中から白い球が現われているのでGIDORA再構成が補間処理ではないことがわかります。

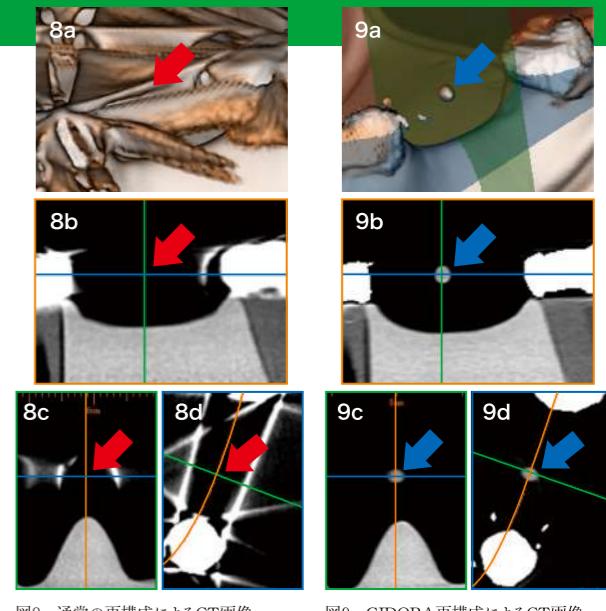


図8 通常の再構成によるCT画像。金属アーティファクトで何も見えない。

図9 GIDORA再構成によるCT画像。セラミック球が診えている。

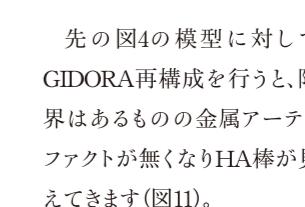
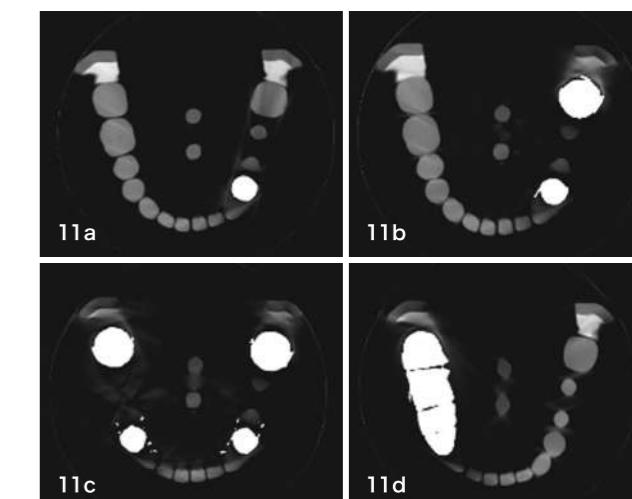


図10 コンピュータでは補間処理によって「?」のデータを作ることができます。



このように、これまで「無理だ。」といわれてきた金属アーティファクトの除去技術を開発することができました。技術のさらなる向上は容易ではありませんが十河はこのGIDORAをもっと成長させて、ギングギドラにすることを夢見ています。

今年もあつという間に12月となりました。この1年間「十河がゆく」で取材をさせていただいた先生方には心より感謝いたします。また、毎月お読みいただいている先生方にも心よりお礼申し上げます。

本稿の要旨は、第41回日本口腔インプラント学会学術大会(2011年、名古屋)の課題講演で口頭発表した一部であり、同発表は「優秀研究発表賞」をいただきました。