

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K09636

研究課題名（和文）インプラント治療の骨質診断に有効なCBCTにおけるCT値に関する研究

研究課題名（英文）Study on CT values in CBCT effective for bone quality diagnosis for implant treatment

研究代表者

十河 基文（Sogo, Motofumi）

大阪大学・大学院歯学研究科・招聘教授

研究者番号：70314391

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：医用CT（MDCT）の画像濃度値（CT値）は、歯科インプラントでは臨床的骨質診断の指標となるが、歯科用CT（CBCT）では「CT値を出力できない」とされてきた。しかし「適正なCT再構成であればCBCTでもCT値は出せる」という仮説の基、対偶証明法を用いて「MDCTでもある条件下ではCT値が出ない」の検証を行った。CT値に著しく影響する条件を「撮影視野（FOV）からの被写体の「はみ出し」と考え様々な「はみ出し環境」で検証した。しかし、水 0のCT値やCBCT特有のグラフを示さず、仮説が間違っているか、もしくは実験系が実際に模倣しきれていないかもし、明確な検証結果は得られなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歯科用CT（CBCT）であっても医用CT（MDCT）と同様にCT値が出力できることが証明されれば、歯科インプラント治療における臨床的骨質診断がCBCTでも可能となる。2009年頃調査した7機種（アメリカ製）のみがMDCTと類似したCT値を示した。これを契機に、独自の再構成技術の研究を進めるが、CT値が出ない原因を簡単に証明するため本検証を着想した。各企業の努力は必要ではあるが、もし証明出来ればCBCTの機種に関わらず臨床的骨質診断ができるようになり、ひいては骨粗しょう症のスクリーニング検査にも応用できるようになると考えた。

研究成果の概要（英文）：The image density value of medical CT (MDCT) is called the "CT value" and is an index for clinical bone quality diagnosis for dental implants, but it has been said that dental CT (CBCT) cannot output CT values. However, based on the hypothesis that "CT values can be obtained even with CBCT if CT reconstruction is proper," direct proof is difficult, so we used the conjunctive proof method to verify that "CT values cannot be obtained under conditions that are also MDCT." went. Furthermore, we considered the condition that affects the CT value as "protrusion of the subject from the field of view (FOV)" and verified it in various protrusion environments. However, the CT value for water 0 and the graph specific to CBCT were not shown, indicating that either the hypothesis was incorrect or the condition settings were not able to imitate living organisms.

研究分野：歯科補綴

キーワード：CT値 MDCT CBCT FOV はみ出し

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歯科用イプラント治療における診断では、1990年中盤頃から医用用CT(以降、MDCT)が応用され、骨量診断ならびに(臨床的)骨質診断が行われてきた。

事前研究：2000年頃、日本では歯科用CT(以降、CBCT)が出現し、その後徐々に歯科医院での普及が進む。しかしCBCTはMDCTのように水の画像濃度値(MDCTではCT値)が「0」を示さず、また物質の密度における画像濃度値が直線性を示さないため「CBCTはCT値が出ない」とされてきた。しかし市場にあるCBCT装置を検証する中で、1機種(再構成：COBRA, Exxim Computing Corporation社、アメリカ)だけが水を0と示し、濃度直線性を示し、さらにそのグラフの傾きがMDCTに類似することがわかった¹⁾(図1, CBCT 5)

仮説：当時CBCTが何故CT値を出せないかについては文献がなく、プライベートヒアリングでは「検出器であるフラットパネルのダイナミックレンジがCBCTでは低い」や、「フラットパネルの構造上、CBCTでは散乱線が多い」等がいわれていた。しかし研究代表者は、全身撮影用のMDCTと歯科領域に特化したCBCTとの最大の相違点は「撮影領域(FOV)の違い」であり、CBCTでCT値が出ない原因は「撮影範囲(FOV)外への被写体の“はみ出し”」ではないかと仮説をたてた。

研究開発：CBCTではCT値が出ない原因を“はみ出し”と考えた補正処理に、当然ながらのビームハードニング補正、散乱線補正などを加味した再構成の開発をすすめた。結果、MDCTとほぼ同じように水を0で示し、MDCTと同じように直線性でかつ同じようなグラフの傾きを示し、さらには円柱容器に入った水をCT撮影した際にも、ビームハードニングを原因とする「キャッピング(上に凸)」や「カップング(下に凸)」とならない0の値の直線性を示す3次元再構成が完成した(図2, GIDORA)。しかし本技術は特許化すると模倣をされてしまい技術の参入障壁とならなくなるためにブラックボックス化した。

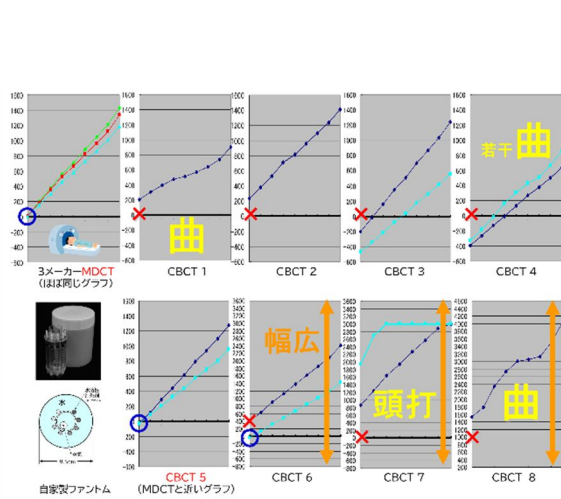


図1 医用用CTの3メーカーと歯科用CTの7メーカーのCT値

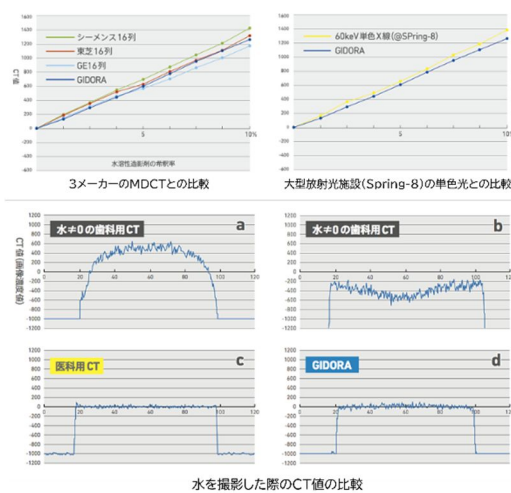


図2 開発したCBCTの再構成(GIDORA™)

- 1) 十河基文, イプラント治療における『臨床的骨質診断』の検討 - 医用用CT, 歯科用CTにおけるCT値の信頼性について -, 第39回日本口腔インプラント学会学術大会, 2009/9/27, 大阪.

2. 研究の目的

本研究の目的は、「CBCTでもCT値は出力される」ことを証明することにある。しかし上述のように技術をブラックボックス化したため、異なるアプローチによる証明を考えた。

そして「CBCTでもCT値は出力される」の直接的な証明は難しいため、「対偶証明法」を利用して「MDCTでもある条件下ではCT値が出ない」の検証を目的とした。

3. 研究の方法

研究代表者は、CBCTがCT値を出せない最大の原因を「はみ出し」と考えたため、CTの撮影範囲(FOV)を超えて様々な障害物を様々に配置して「はみ出し環境」を作った。

頭部ファントムと自家製ミニファントム：実験では人骨を模倣した頭部ファントムを用いて、口腔内（舌部）に自家製ファントムを配置した。自家製ファントムはこれまでの実験で用いたサイズでは配置できないため、同じ濃度のショート型を新規に作製し、またこれまでのように水中ではなく空气中に配置した。



図3 作製した水溶性造影剤入り自家製ミニファントム

3-1:MDCT メーカーへの問い合わせ前

様々な障害物の配置を試みた。

- (1) ガントリ内面(70cm)に直接貼付(図4-1)
- (2) ガントリ内面(70cm)に直接貼付+FOV(head mode) 32cmに骨をぶら下げ(図4-2)

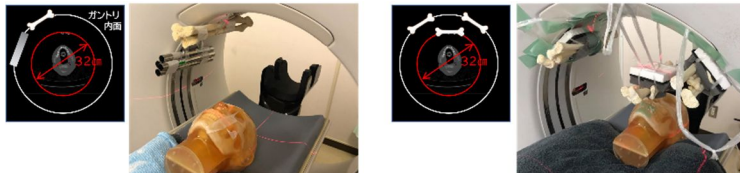


図4-1 ガントリに貼付(金属+骨)

図4-2 ガントリ(骨)+FOVφ32cm(骨)

- (3) 頭部ファントムを人骨で囲み、4つの撮影範囲で撮影することで(FOV35cm, 25cm, 20cm, 10cm), はみ出し環境を変えた。



図5 頭部ファントム周囲に骨

FOV:35、25、20、10cm

- (4) 上記(3)と同じく頭部ファントムの周りを骨で囲むものの、人骨の長軸方向を体軸面に変更したり(図6-1)、豚骨で囲んだりした(図6-2)。



図6-1 人骨の方向変更

図6-2 豚骨

3-2:MDCT メーカーへの問い合わせ後

(計測結果をみても全く値が変わらなかったため、MDCT メーカーに問い合わせを行った。) MDCT メーカーによると、撮影FOV,再構成FOV,拡大再構成FOVがいかなる条件であろうとCBCTと異なり、撮影モード(Body 50cm、Head 16cm)に関わらず全て50cmで撮影していることがわかった。

- (5) そこで50cmを超える範囲で障害物を設置した。

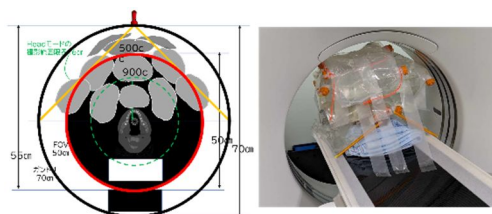


図7 撮影FOVφ70cmを考慮した「はみ出し」

4. 研究成果

3-1:MDCT メーカーへの問い合わせ前

全ての撮影環境において図8は全てのグラフではないが、水のCT値は0、またグラフはほぼ同じ傾き(値)を示した。

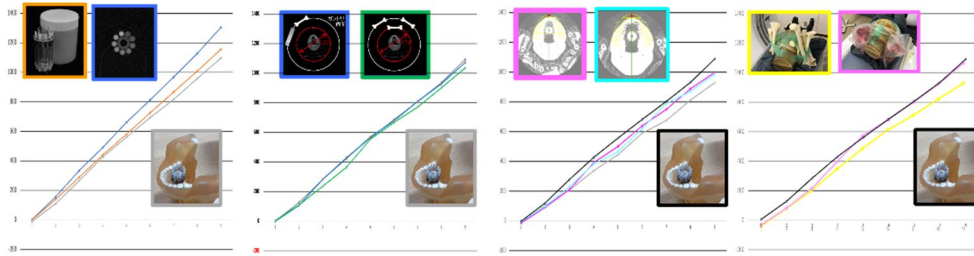


図8 3-1の代表的なグラフ

3-2: MDCT メーカーへの問い合わせ後

あまりにもグラフが変わらないので、MDCT メーカーに問い合わせを行った。すると、CBCT と異なり MDCT では全て最大 FOV (50 cm) で撮影しているとのこと。

50 cmではみ出し部分に水溶性造影剤を設置。CT 値は直線性を示さなくなったが、水は0のままであった。

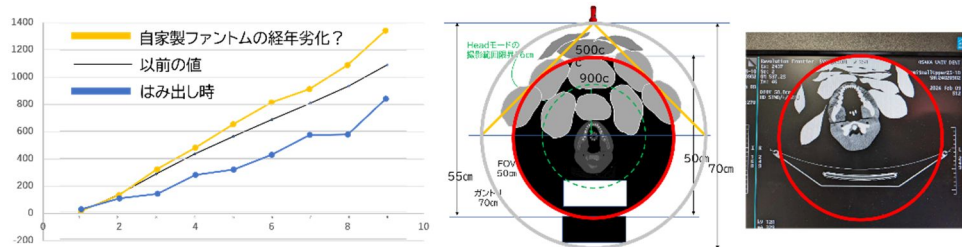


図9 φ50cmではみ出しあり

結論：

様々な「はみ出し環境」で検証を行ったが、MDCT の CT 値が水 0、また曲線グラフや全く異なる傾きのグラフにはならなかった。

そのため、仮説が間違っているか、もしくは「はみ出し環境」が実際に模倣しきれていないか、もしくは、仮説に対する明確な検証結果は得られなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	和田 誠大 (Masahiro Wada) (20452451)	大阪大学・大学院歯学研究科・准教授 (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関