

機関番号：33902  
 研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20592212  
 研究課題名(和文) 被曝量とランドマーク設定の再現性を考慮して顎顔面骨CT3次元形態計測法を提案する  
 研究課題名(英文) 3-dimensional measurement method for maxillofacial skeletal structures taking radiation dose and reproducibility of landmark identification  
 研究代表者  
 有地 榮一郎 (ARIJI EIICHIRO)  
 愛知学院大学・歯学部・教授  
 研究者番号：00150459

研究成果の概要(和文)：顎顔面骨の3次元計測にはCTや歯科用CTから得られたデータが使用される。計測の精度はある条件下では臨床的には十分であるとされるが、誰がいつ計測しても類似した計測が得られるかという再現性については検証されていない。我々は再現性の評価法を開発しそれを利用して解剖学的な指標を設定する際の再現性を検討した。その結果3次元画像の3断面ごとに詳細に設定法を定義することで再現性の向上が見られた。

研究成果の概要(英文)：The data obtained with computed tomography and cone-beam computed tomography are now often used for 3-dimensional measurements. Although the accuracy of measurement has been verified to be sufficient, there are no confirmations for reproducibility of landmark identification in maxillofacial skeletons. We developed a procedure and applied it to evaluation of the reproducibility of landmark identification. Consequently, the reproducibility was improved when we used definitions that were minutely determined on each 3 sectional image.

#### 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：歯科放射線学

科研費の分科・細目：病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：歯科用CT, 3次元画像, 顎顔面骨, 解剖学的指標

#### 1. 研究開始当初の背景

我が国におけるCTの普及は世界にも類を見ないほどであり、歯科領域でも診断の飛躍的な向上をもたらした。しかし、CTによる被曝量も先進国の中では抜きん出ているという現状がある。昨今は歯科用コーンビームCT(歯科用CT)が開発され、歯科領域への導入に拍車がかかり、この状況が増長される傾向にある。今後歯科用CTは若年者を対象

とすることが多い顎変形症や矯正治療の領域で使用が増加するのは必至であり、低年齢層への被曝量の増大が懸念される。一方、歯科用CTを含むCT導入の利点の一つは3次元表示と3次元計測にあり、種々の診断において有用性が示唆されている。一般にある画像診断法の良し悪しは正しく診断できるかどうかという「正確性」といつだれが診断しても同じ結果が得られるという「再現性」の

2つの面から評価する。3次元画像における計測の「正確性（計測精度）」はCT画像のボクセルサイズに依存し、現在使用されているCTでは臨床使用を考えると十分に高いという評価が定着している。しかし、「再現性」については、その評価法に問題があり十分な確証が得られていない。当然ながら、再現性を向上させるために、高画質の像を得ようとすると、被曝量は増大する。従来のセファログラムで使用してきた解剖学的指標を基に3次元画像で再現性の高いあらたな指標設定の方法を提案することができれば被曝量の低減にも寄与できる。

## 2. 研究の目的

(1)本研究ではまず再現性の高い顎顔面骨の解剖学的指標（ランドマーク）の設定方法を顎骨や歯に関して従来のセファログラムとの比較において提案する。

(2)顎顔面オランドマークに基づいて新たな座標系を設定する際の再現性の検証方法を提案する。

## 3. 研究の方法

(1) 歯科用コーンビームCT (CBCT) によって得られた顎顔面骨の3次元画像で歯および顎骨に位置するランドマークを設定する際の再現性を2つの方法について行い比較検討した。1つは従来からセファロ分析に用いられている定義に基づいて設定する方法(決定法1)で、今ひとつは今回我々が独自に考案したもので、3断面で詳細にランドマークの位置を設定する方法である(決定法2)。乾燥頭蓋骨を埋入したファントムをCBCTでスキャンしそのデータを3次元再構築した。18名の歯科医師が9つのランドマークについて4回の設定を行った。再現性の評価には、各ランドマークの3次元座標のx, y, z成分についての標準偏差と95%確率楕円の方法を用いた。

(2)使用する装置やコンピュータシステムが自動的に設定する座標系とは別に、顎顔面のランドマークに基づいて新しい座標系を設定して計測を行う場合がある。この場合にはあるランドマークの再現性はランドマーク自身の再現性に加えて設定した座標系の再現性が問題となる。この座標系の再現性を評価する方法95%確率楕円の方法を応用して開発し、2つの座標系について有効な方法か否かの検証を行った。座標系1はN, S, Ba, を含む面をYZ平面として最初に決定する。次にN, Sを含んでYZ平面に直交する軸位断面を決定し、この平面に平行でBa(原点)を通る平面をXY平面とする。最後に両平面に直交して原点Baを含む冠状断面をYZ平面とする。座標系2は最初にOr-L, Po-R, Po-R

を含む平面を決定し、この平面に平行で原点Baを通る平面をXY平面とする。次にXY平面に直交してPo-R, Po-Rを含む冠状断面に平行でBaを通る平面をZX平面とする。最後にXY平面, ZX平面に直交してBaを含む矢状断面をYZ平面とする。

研究の方法とその理論を以下に示す。

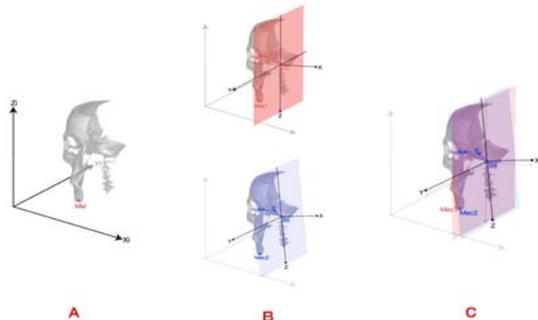
S, N, Baによって設定される解剖学的座標系1を例としてその理論と方法を説明するが、ここでは初期座標系(XiYiZi軸)(図1A)におけるMeの初期座標(Mei)が解剖学的座標系ではどのように変換されるかを考える。初期座標系(XiYiZi軸)におけるランドマークN, S, Ba, の初期座標(initial coordinate)をNi, Si, Bai, とする(図1A)。新たな解剖学的座標系ではNi, Si, Baiを参照として座標系が設定されるが、設定者によってこれらの座標には差が生じる。設定者1がNi, Si, Baiに基づいて新しい解剖学的座標系の設定を行った場合にはMeの初期座標(Mei)は新たに設定された解剖学的座標系から見た座標に変換される(図1B上)。これをMec1とする。同様に設定者2がNi, Si, Baiに基づいて新しい解剖学的座標軸設定を行った際にMeiはMec2に変換されたとする(図1B下)。もし2人の設定者が理想的な再現性で解剖学的座標系の設定を行ったとすると、Mec1とMec2は完全に一致するはずである。両者のMeの初期座標(Mei)は同一なのでMec1とMec2の座標のズレは両設定者が設定した座標系のズレを示すことになる(図1C)。本研究ではここで使用したMeのように計測の目的となるランドマークを目的ランドマークと呼ぶことにする。

本研究では、6人の歯科医師(矯正科医4人、歯科放射線科医2人)が1週間以上の間隔で2回座標系の設定を行った。合計12の座標系が設定され、それぞれの座標系に対してMeiが変換され12の座標

(Mec1, Mec2, ……, Mec12)が決定されることになる。従ってこれらの座標のばらつきを評価することはすなわち座標系設定の再現性を評価するということになる。本研究ではこれらの変換された12個のMeの座標を95%確率楕円の手法で3次元的に評価した。

新しい座標系の設定実験の前に、Meの初期座標(Mei)を決定した。著者(M.S.)が初期座標系(XiYiZi座標軸)でMeを3回プロットし、その平均を初期座標とした。FH平面と咬合平面に平行にスキャンして得られたデータのMeの初期座標はそれぞれ(103.0, 53.0, 17.3)と(103.2, 40.0, 27.9)であった。座標変換はMicrosoft Excel 2003

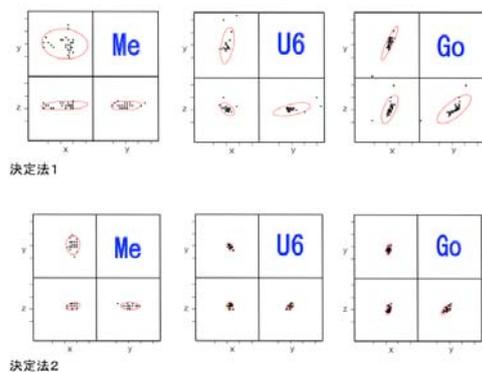
(Microsoft Japan, 東京, 日本) を利用して我々が独自に作成したマクロプログラムで行った. 95%確率楕円の作成は統計ソフトウェア (JMP, SAS Institute Japan, 東京, 日本) によった.



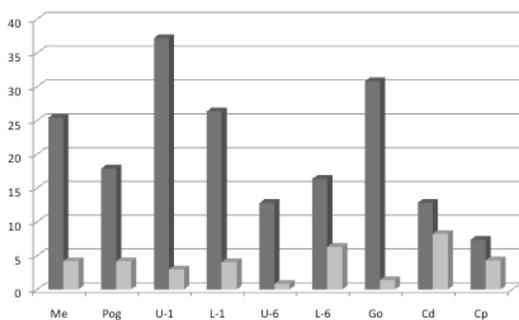
(図 1)

#### 4. 研究成果

(1)すべての標準偏差で我々の提案した方法 (決定法 2) は標準偏差が 1mm 以下となり, 0.5mm を超えるものは 5 つ成分のみであった (図 2). 従来の方法に比較して我々の提案した方法では全 27 成分のうち 21 成分でバラツキが小さかった. また楕円体の体積はすべてのランドマークについて我々の提案した方法が小さい値を示した (図 3).



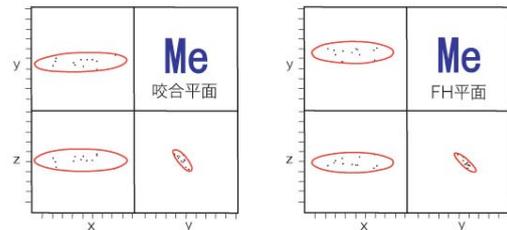
(図 2)



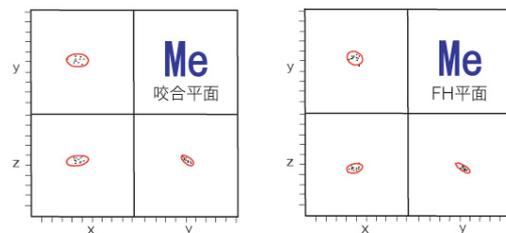
(図 3)

楕円体の体積 黒: 決定法 1, 白: 決定法 2

(2)Meiから変換された12個のMeの座標の95%確率楕円を示す (図4, 図5). 解剖学的座標系 1 ではY軸およびZ軸方向には楕円が収束しているが, X軸方向には楕円が広がった結果となった. それに対し, 解剖学的座標系2ではすべての方向において楕円が収束していた. これらの結果は, 目的ランドマークとしてMeを選択したときには解剖学的座標系2の方がより高い再現性を示すことを意味する. 頭部の位置づけに関しては, FH平面に平行に位置づけた場合と咬合平面に平行に位置づけた場合とでは95%確率楕円に違いはみられず同様の傾向を示した.



(図 4)



(図 5)

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 2 件)

- ① Fuyamada M, Nawa H, Shibata M, Yoshida K, Kise Y, katsumata A, Ariji E, Goto S. Reproducibility of landmark identification in the jaw and teeth on 3-dimensional cone-beam CT images. A comparison of tentative methods to those based on cephalometric definitions. Angles Orthodontist 査読有り, Vol.83, 2011, in press.
- ② Kimura M, Tokumori K, Nawa H, Yoshida K, Muramatsu A, Fuyamada M, Katsumata A, Goto S, Ariji E. Reliability of a coordinate system based on anatomical

landmarks of maxillofacial skeleton: an evaluation method for three-dimensional images obtained by cone-beam computed tomography. Oral Radiol 査読有り, 2009; 25: pp37-42.

[学会発表] (計10件)

- ① Ariji E, Fuyamada M, Shibata M, Yoshida K, Kise Y, Katsumata A, Goto S. Plotting reproducibility of maxillofacial landmarks on 3-dimensional cone-beam computed tomography image. The 8<sup>th</sup> Asian Congress of Oral and Maxillo-Facial Radiology (Seoul, Korea). 2010. 11. 14-16.
- ② Ariji E, Kimura M, Katsumata A, Fuyamada M, Nawa H, Kise Y, Goto S. Reliability of 3-dimensional coordinate systems based on maxillofacial skeletal landmarks. The 12<sup>th</sup> European Congress of Dento-Maxillo Facial Radiology (Istanbul, Turkey). 2010. 6. 2-5.
- ③ Nawa H, Fuyamada M, Katsumata A, Ariji E, Goto S. Establishment of reference points for maxillofacial skeletal measurement on 3-dimensional computed tomographic images. 110<sup>th</sup> Annual Session AAO 2010 (Washington DC, USA). 2010. 5. 1-4.
- ④ Nawa H, Shibata M, Fuyamada M, Katsumata A, Ariji E, Goto S. The proposal of new coordinate system for three-dimensional maxillofacial measurement. The 42<sup>nd</sup> Annual Scientific Congress, Korean Association of Orthodontics (Deajeon, Korea). 2009. 11. 5-7.
- ⑤ 普山田真利子, 名和弘幸, 柴田桃子, 吉田和史, 勝又明敏, 有地榮一郎, 後藤滋巳. 歯科用コーンビームCTを用いた顎顔面3次元画像におけるランドマーク設定法の再現性. 第19回日本シミュレーション外科学会(東京). 2009. 10. 31.
- ⑥ Katsumata A, Ariji E, Kimura M, Nawa H, Goto S. A method for the evaluation of reliability of coordinate system based on maxillofacial anatomical landmarks on cone-beam computed tomographic data. The 15<sup>th</sup> Computed Maxillofacial Imaging Congress (Berlin, Germany) 2009. 6. 27-7. 2.

- ⑦ 柴田桃子, 名和弘幸, 吉田和史, 村松敦, 勝又明敏, 有地榮一郎, 後藤滋巳. 顎顔面3次元計測のための新しい基準平面の確立 第2報: 各基準平面から構成される座標系の再現性の比較. 第18回日本学変形症学会(名古屋). 2008. 6. 17-18.
- ⑧ 名和弘幸, 柴田桃子, 吉田和史, 村松敦, 勝又明敏, 有地榮一郎, 後藤滋巳. 顎顔面3次元計測のための新しい基準平面の確立 第1報: 全身用CTとCone-beamCTの再現性の比較. 第18回日本学変形症学会(名古屋). 2008. 6. 17-18.
- ⑨ 柴田桃子, 名和弘幸, 村松敦, 勝又明敏, 後藤滋巳, 有地榮一郎. 顎顔面3次元計測のための新しい座標系の確立. 日本歯科放射線学会第49回学術大会(名古屋) 2008. 5. 17-18.
- ⑩ 有地榮一郎. 顔面对称の主観的評価と画像計測. シンポジウム 最新の画像診断—どこまでわかる? 顎変形症, 顔面非対称へのアプローチ. 第18回日本学変形症学会(名古屋). 2008. 6. 17.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

有地 榮一郎 (ARIJI EIICHIRO)  
愛知学院大学・歯学部・教授  
研究者番号: 00150459

### (2) 研究分担者

有地 淑子 (ARIJI YOSHIKO)  
愛知学院大学・歯学部・講師  
研究者番号: 60232063  
吉田 和史 (KAZUHITO YOSHIDA)  
愛知学院大学・歯学部・非常勤助教  
研究者番号: 60469004  
木瀬 祥貴 (KISE YOSHITAKA)  
愛知学院大学・歯学部・助教  
研究者番号: 30513197

### (3) 連携研究者

勝又 明敏 (KATSUMATA AKITOSHI)  
朝日大学・歯学部・准教授  
研究者番号: 30195143