

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：32710

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25462937

研究課題名(和文) 新型背臥位コーンビームCTの開発と歯科X線写真大規模蓄積データの活用

研究課題名(英文) Development of cone-beam CT for supine position and using mega data of radiographic images

研究代表者

小林 馨 (Kobayashi, Kaoru)

鶴見大学・歯学部・教授

研究者番号：50139614

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：背臥位コーンビームCT装置の開発をおこなった。歯科用コーンビームCT画像情報からパノラマX線写真に類似する再構成像の再構成に成功した。この再構成像とX線フィルム写真からデジタル変換した画像との比較検証実験を実施したところ、非常に高い一致率が得られた。一連の成果から、情報処理システムを構築し、背臥位コーンビームCTと共に運用することにより迅速な個体識別が可能となることが示された。

研究成果の概要(英文)：We carried out the development of a cone-beam CT (CBCT) for supine position. It has succeeded in create the reconstructed image that is similar to the panoramic radiograph from the dental-CBCT image. We conducted to a comparative verification experiment with digital-conversion image from the X-ray film photograph and the reconstructed image, very high concordance rate was obtained. Conclusions from these results, it was shown that it is possible to more quickly, higher accuracy and easier identification by operating together with a data processing system and the new supine cone beam CT.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：頭部背臥位X線CT装置 ソフトウェア 画像再構成 パノラマX線画像 データベース

1. 研究開始当初の背景

現在の日本における超高齢者社会での人口統計をはじめとする多くの中長期的統計予測では、高齢者が今後、年率5~10%増加するという予測で一致している。このことから、国民の健康寿命を確保することが医療における喫緊の課題と考える。歯科医療の観点から超高齢者社会をみれば、現在、何らかの全身疾患を有する患者の歯科診療がほとんどを占めており、今後、有病者の歯科診療の重要性和需要は今後ますます増加傾向にあると考えられる。

一方、東日本大震災あるいは熊本地震等の大規模災害においては、災害発生初期は、人命救助、ライフラインの確保など緊急対応のフェーズが重要であるが、その後は社会全体での復旧、支援に移行する。一方、被災者自身の自立や希望を妨げるさまざまな精神的ストレスを緩和することも、重要な被災者への災害支援である。この支援一つが家族や肉親の消息を明らかにすることで、その中で歯科医師が法医歯学的な見地から行う個人識別は、身元不明遺体の識別には極めて多くのデータを蓄えていることから、そのデータを有効活用した支援活動は極めて効果的である。

緊急災害時に歯科医療に求められるのは、まず過去の個人の診療記録情報と、個人の現状把握である。特に、歯科関係の診療録(カルテ)、歯型やX線画像などの情報と現症の摺合せは必須である。これらの診療情報の中でも、情報の量と質と保存の利便性など圧倒的かつ、第一義的にX線画像情報は有効である。

現在、一般歯科診療のX線画像はアナログ画像(銀塩フィルム)から急速にデジタル画像へと移行しつつある。また、撮影装置そのものは歯科用パノラマX線撮影装置が普及

しており、近年、歯科用コーンビームX線CT装置も急速に普及しつつある。高密度の画像情報を歯科医療に活用する観点から今後、歯科用コーンビームX線CT装置が一層、普及する方向にあるが、前述の大規模災害でのアナログ情報の活用方法も含めて、CT画像からアナログ画像と対照し得る画像の抽出が望まれるところである。

以上のことから、現在の歯科用コーンビームX線CT装置で得られる情報から抽出方法を模索し、従来、保存・蓄積されてきたアナログ画像情報と直接的に比較することが可能となる方法を模索すべきであると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の6項目とする。

- (1) 頭部背臥位X線CT装置の開発を行う。
- (2) CT撮影により得られた撮影領域からボクセルデータの切り出し、抽出の可能性について検討する。
- (3) 抽出が可能と判定された場合には、領域の画像の歪み、濃度、コントラストの修正、ダイナミックレンジ等について修正をおこなう。
- (4) アナログ画像情報からデジタル画像への変換作業を行う。
- (5) 従来の保存・蓄積されてきたアナログ画像情報と、移動型コーンビームX線CT装置で得られる画像情報と比較検討し、実用可能か否かについて判定する。
- (6) 大規模災害時の個人識別での有用性について検討、考察する。

3. 研究の方法

(1) 鶴見大学と朝日レントゲン工業との産学協働により、被写体人体が背臥位（寝たままの状態）で撮影可能な国産初の背臥位コーンビームCT装置を開発する。試作機の製作自体は業者に委託するが、試作機の製作に際しての基本となるコンセプトの提供、ユーザーサイドの技術的アドバイスは研究代表者、分担者が協働して行うこととする。

(2) 標準歯科用X線写真およびパノラマX線写真と歯科用コーンビームCT画像（歯科用CBCT）をray-summation法を用いてパノラマ画像に近似する画像抽出を行う。

(3) アナログ画像情報からデジタル画像への変換作業を行う。

(4) 撮像視野(FOV): 102mm x 102mmのCBCT像を用いてパノラマX線像に近似する再構成像を用意する。

(5) アナログ変換デジタルパノラマX線画像とCTから得られた再構成デジタルパノラマX線像を用意し、無作為抽出、無作為比較を5名の画像診断の専門家により、肉眼的な比較検証実験を実施する。

(6) 東日本大震災での個体識別の実施状況について聞き取り調査を行うとともに、各地方自治体の歯科診療情報の標準化状況について調査を行う。

4. 研究成果

(1) 背臥位コーンビームCT装置の開発
研究代表者である小林，研究分担者である下田，そして朝日レントゲンを交えて，開発製作に関する合同会議を7回重ねた。技術的検討課題は以下の項目であった。

CT画像からのパノラマ画像抽出：現有歯

科用CBCTと同等の画像解像度（空間分解能および濃度分解能）を有し，装置により得られるボクセルデータから任意の断面の2次元画像情報が得られること。

CT画像からのデンタル画像再構成と切り出し：現有歯科用CBCTと同等の画像解像度（空間分解能および濃度分解能）を有し，装置により得られるボクセルデータから任意の断面の2次元画像情報が得られること。

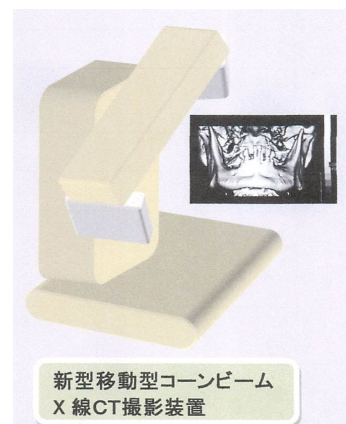
現地撮影への対応：可動性，可撤性のための部材及び，機構を備えていること。

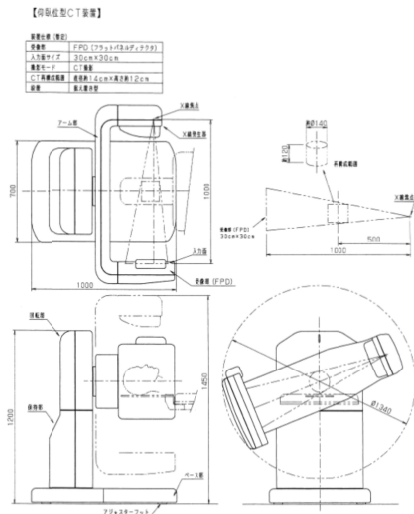
被写体干渉への対応：必要な再構成エリアを有し，従来装置に対し被写体に干渉しない大きな構造を有すること。

振動への対応：移動型にする為，振動に強い締結方法，部材の選定，CT撮影による重量増加を考慮した動力伝達機構及び筐体とする。新型CBCT装置は現有機種よりも耐衝撃性を有すること。

被写体位置決め作業時間短縮への対応：位置調整可能な頭部固定部を有すること。X線管球の連続撮影に対応する適切な冷却能力を有すること。

これらの技術的検討課題を踏まえて，設計パース図，予備試作，設計図の製作をおこなった。



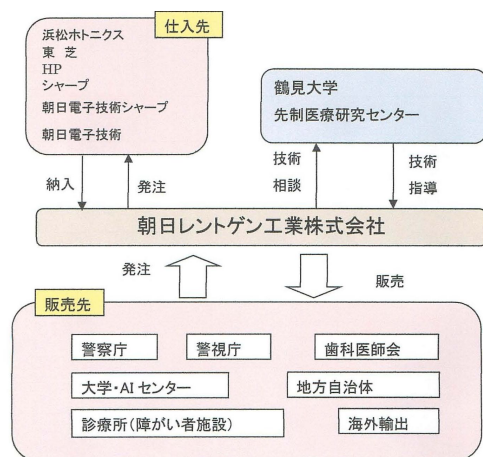


《設計図》

次いで事業化に向けて、フォーメーションの形成、市場調査による需給見通しについて調査、検討した。

最終的なフォーメーションは、以下のとおりである。

[事業化体制図]



市場調査による需給見通しは、検案作業の効率化に向けた取り組みを勧案し、市場の最低準備台数を150台と想定した。

(2) 歯科用CBCTのボリュームデータからデータの再構成と切り出し、抽出の可能性について。

鶴見大学歯学部附属病院来院患者のうち、正中埋伏歯、および慢性根尖性歯周炎を撮影目的とする20症例を抽出し、歯科用CBCT像からスラブ厚40mm、30mm、20mmと10mmの再構成像を作製し、パノラマX線像および口内法X線像について比較検討を行った。その結果、厚み10mmの再構成像において一致率が高い事が判明した。一方で、周囲環境により画質が左右される事が課題として浮上した。

(3) 抽出が可能と判定された場合には、領域の画像の歪み、濃度、コントラストの修正、ダイナミックレンジ等について修正をおこなう。

この課題に関しては、CT装置と一体化したシステムのPCにより、付属ソフトウェアにより行った。その修正結果は、事項(4)での検証実験により確認した。

(4) アナログ画像からデジタル画像への変換作業を行う。

本作業は既存のフィルムを利用し、デジタルスキャナーを用いてデジタル化を行った。

(5) 従来の保存・蓄積されてきたアナログ画像情報と、移動型CBCT装置で得られる画像情報と比較検討し、実用可能か否かについて検討し、以下の結果を得た。

本学歯学部附属病院来院患者でパノラマX線画像および歯科用CBCT撮影(中照射野: 102mm x 102mm)をおこなった20症例をランダムに選び研究対象とした。CBCTの撮影視野(FOV)はとした。被験者は画像診断医として臨床経験35年、31年、22年、8年と2年の5名とした。これら5名について盲検法によりパノラマ線画像と再構成パノラマX線像について肉眼的一致率の検証を行った。

その結果、再構成パノラマX線像とパノラマX線像の肉眼的一致率は、評価者全員が100%であった。このことから、ray-sumation法を用いた再構成パノラマX線像と従来のアナログX線写真を変換したデジタルX線像は十分に対照し得るとの確

証が得られた。

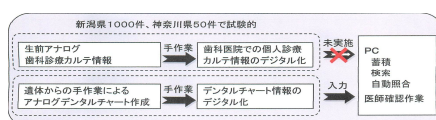
(6) 本研究により得られた知見として、ray-summation法を用いてパノラマX線像に近似する再構成法が確立したことより、本法を側頭下顎関節の矢状断および下顎骨の関節隆起の長軸に沿った再構築画像の画像診断への応用の可能性についても検討を行った。

対象は本学歯学部附属病院来院患者5名(計10関節)で、被験者3名によりパノラマX線像と近似するCT再構成像について、その一致率について統計学的に検証した。

その結果、正中矢状面を基準とした再構成像ではKappa係数は0.855、下顎頭長軸を基準とした再構築では0.55であった。このことから正中矢状面を基準とした再構成像の方が長軸に沿った再構築像よりも形態学的一致率は高いという結論を得た。

(7) 大規模災害時の個体識別での有用性について検討し、以下の考察を行った。

東日本大震災での個体識別の実施状況について、本学個体識別参加者からの聞き取り調査、歯科診療情報の標準化については、東北大学工学部での研究進捗状況についての聞き取り調査、新潟県歯科医師会での診療所見のデジタル化活動についての聞き取り調査を実施した。聞き取り調査の結果、大規模災害において、遺体からのデンタルチャートと生前の歯科カルテとの自動照合システムは運用・実証済みであること、生前の歯科診療カルテのデジタル情報化および規格化は、全国都道府県歯科医師会を単位として新潟県、神奈川県で試験的運用段階にあることが判明した。



今後、身元確認システムの機能および身元確認システムの運用形態においては、閉鎖集団での小規模災害の検索は個別的な業務支援システムが稼動すれば比較的先早期に身元が判明することが可能であるが、開放集団での大規模災害においては包括的な社会情報インフラが重要な要素となると考えられた。

しかしながら、現状では東日本大震災時に経験したように、現地での検視・検索に対処する警察関係者および医師・歯科医師等の悲惨な状況下での遺体情報収集作業に負うところが多く、改善策を講じることが急務であり、これらが格段に改善され、後々の身元不明者の照合作業を迅速にする新型の背臥位コーンビームCT装置と本研究結果を踏まえた配置と整備が急務と考えられ、このことが今後予測される大規模災害等に対処できる有用な業務支援となり得る。

<引用文献>

厚生労働省科学研究費補助金、厚生労働省科学特別研究事業・大規模災害時の身元確認に資する歯科診療情報の標準化に関する研究。平成24年度総括・分担研究報告書、2013。

神奈川歯科大学大学院。平成26年度横須賀・湘南地区災害医療歯科学研究センター業績集。2015。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計3件)

Ito H, Igarashi C, Wakae S, Osano T, Okura S, Ichiko T, Sugisaki M, Shimoda S, Kobayashi K. Verification of X-ray incident direction to the condyle in panoramic radiography by Using CT. 4th Asian Academic Congress for Temporomandibular Joint, November 16-18, 2015, Manila, Philippines

Ito H, Kobayashi K, Igarashi C, Wakae S, Shimoda S, Consideration of personal identification method on large scale earthquake disaster- Application of on cone beam computed tomography. The 22th International Congress of Dento-Maxillo-Facial Radiology, August 26-29,2015 Santiago, Chile

Ito H, Kobayashi K , Igarashi C, Wakae S, Shimoda S, Osano T, Ichiko T. Consideration of identification method on large scale earthquake disaster-trial on cone beam computed tomography. 10th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology, November 20-22, 2014, Bali, Indonesia

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

小林 馨 (KOBAYASHI, Kaoru)

鶴見大学・歯学部・教授

研究者番号 : 50139614

(2) 研究分担者

下田 信治 (SHIMODA, Shinji)

鶴見大学・歯学部・教授

研究者番号 : 30139620