

平成 21 年 5 月 27 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19592234
 研究課題名 (和文) 2D/3D レジストレーション法を用いたステントレスインプラント手術システムの開発
 研究課題名 (英文) Development of stentless implant surgical system using 2D/3D registration method
 研究代表者
 山田 真一 (YAMADA SHINICHI)
 大阪大学・大学院歯学研究科・助教
 研究者番号：00252693

研究成果の概要：

本研究では、ハーフミラーおよび赤外線トラッキングシステムを用いることで、実際の術野とインプラントシミュレーションデータをスーパーインポーズし、また術者の顔の動きにより、画像を操作できるインプラント手術支援装置を構築することができた。本装置により、インプラント埋入手術時に実際の骨形態や VR によるシミュレーション画像をリアルタイムで重ね合わせることが可能となり、より安全でかつ作業効率の高いインプラント手術支援システム構築への可能性が示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴理工系歯学

キーワード：インプラント、ステント、シミュレーション、手術、CAD、VR

1. 研究開始当初の背景

近年、インプラント治療に対する患者の要求は高まっており、より機能的で審美的な、もしくはこれまで治療困難と考えられてきた症例に対するインプラント治療が求められている。これらの要求を満足させるために、最終的な出来上がりの補綴上部構造を想定して治療計画を立て、骨移植や結合組織移植などを併用して最適な位置へインプラント埋入を決定する補綴主導、いわゆるトップ・ダウントリートメントの考え方が主流となってきた。トップダウントリートメントを成功させるための最大の要因はインプラント埋入位置

のポジショニングにあるといっても過言ではない。そのためには術前より詳細な顎骨情報の審査・診断と正確な治療計画の立案が重要であり、立案した計画を実際に患者に施すために、現在はサージカルステントが主に使用されている

しかし、サージカルステントは患者の口腔内模型を元に作られることが多く、多数歯欠損症例では、大きく粘膜を開く必要があるため、実際に口腔内に装着した際、適合性に大きなずれを生じることが多い。そのため、最新のコンピュータテクノロジー (CAD/CAM) を駆使して三次元光造形実態モデルと骨上サ

ージカルステントを利用した手術法も開発されているが、多くの患者では金属歯冠修復がなされているため、CT画像では多量の金属アーチファクトが発生し、正確な骨上ステントが作製できる症例は限られている。また、サージカルステントはCT画像を元に作製されるものではあるが、情報としては主に上部構造の位置や角度であり、下顎における下歯槽管、上顎における上顎洞の位置などを把握することはできない。

本システムは患者の口腔内をみることで、コンピュータのモニター情報のみでインプラントの埋入を行わずにはならず、術者にとっては手術中の不安および煩雑な操作が必要とされる。また赤外線トラックセンサーがきわめて大きく、手術野が見えにくい、手術中の邪魔になるなどの欠点も有している。そのため、臨床現場ではより安全かつ容易にインプラント治療が行えるシステムの開発が切望されている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、情報提供機器としてプロンプター（パソコンから顔の前の透明なアクリル板に文字が映る装置。）を用いることにより、実際の術野とインプラントシミュレーションデータをスーパーインポーズできるインプラント手術支援システムを構築することにある。自然な感覚で映像が見ることが可能である。必要な情報を術者がリアルタイム得ることにより、より安全でかつ作業効率の高いインプラント手術が行えるように、インプラント埋入手術時に実際切開を加えた後の骨形態とヘッドマウントディスプレイ上でのコンピュータ画像、さらにはVRによるシミュレーション画像とを同時に重ね合わせることでできるシステムの構築を目指す。



図1 内部のパーツをスーパーインポーズさせ、内部構造を把握する

3. 研究の方法

(1) CT画像の3次元構築にはボリウムレンダリングソフトウェア (VGStudioMAX1.2、Volume Graphics)を用いた。そして構築したボリウムデータからポリゴンデータを生成し、STLファイルとして出力した。なお、インプラント体についてはマイクロCTで計測を行った。

(2) 実際の臨床現場では歯科医師は下を向きながら診療を行う。そのため、ハーフミラーを用いて画像を術者の腹部前方に投影す

ることにより、診療器具を操作しながら診療シミュレーションを確認できるように装置を作製した。表示装置は、透過率30%のアクリル板を水平に、液晶モニターを45度で設置することでホログラフィーとしてCADモデルが投影されるように装置を作製した。

(3) 実際の診療において、エアータービン等の治療器具や歯、粘膜等の口腔組織により治療部位が視認しづらい場合、頭部を移動することで治療部位の確認を行う。しかし、本システムのような2次元画像では、頭位を変化させても画像は変化しないため、死角部分を認識することができない。これまで本システムでは、マウスで画面上のオブジェクトを回転させることにより、死角部分の表示を行っていたが、この方法では診療をしながら、コンピュータの操作を行うことができない。そのため、赤外線を用いたハンドフリーマウスを本システムに応用することにより、頭位を変化させると、それに追従し、画面上のCADモデルが回転するように改良を行った。

4. 研究成果

(1) マイクロCTで計測した各種インプラントの3次元画像を示す。マイクロCTを用いることにより容易、かつ精密にインプラントフィクスチャーの3次元データを取得することができた (図2)。

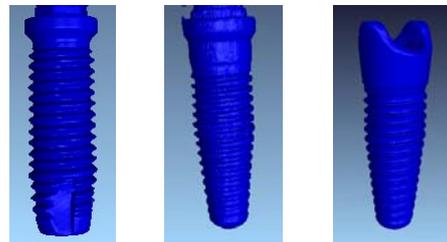


図2 各種インプラントの3次元データ

(2) ハーフミラーを用いた表示装置および診療室での設置状況を図3、4に示す。ホログラフィーにて表示することにより、CADモデルとエンジンなどのインスツルメントを実際の手術野と重ね合わせながらインプラント手術が行えるものと考えられた。



図3 表示装置の全景



図4 ハーフミラーにCAD顔モデルを表示したところ

(3) 実際の診療において、エアータービン等の治療器具や歯、粘膜等の口腔組織により治療部位が視認しづらい場合、頭部を移動することで治療部位の確認を行う。しかし、本システムのような2次元画像では、頭位を変化させても画像は変化しないため、死角部分を認識することができない。これまで本システムでは、マウスで画面上のオブジェクトを回転させることにより、死角部分の表示を行っていたが、この方法ではたびたびシミュレーションを止め、マウスの操作を行わなくてはならない。そのため、赤外線を用いたハンドフリーマウスを本システムに応用することにより、頭位を変化させると、それに追従し、画面上のCADモデルが回転するように改良を行った。(図5-8)

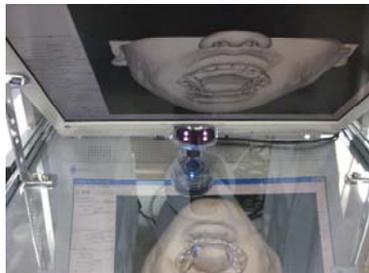


図5 モニター下部に設置した赤外線ハンドフリーマウス



図6 鼻先のマーカーによりCADモデルを回転させる

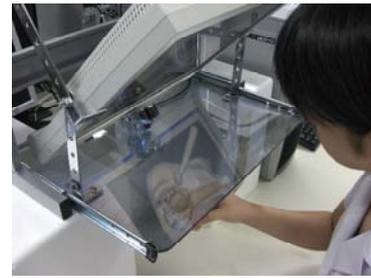


図7 モニタ正面にてシミュレーションを行っているところ

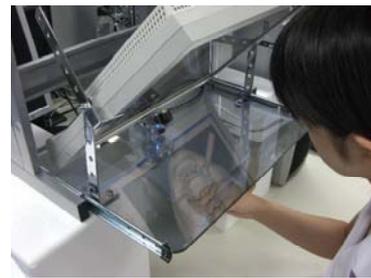


図8 頭位を右へずらすと、CADモデルが左側へ回転する

本研究では、ハーフミラーおよび赤外線トラッキングシステムを用いることで、実際の術野とインプラントシミュレーションデータをスーパーインポーズでき、また術者の顔の動きにより、画像を操作できるインプラント手術支援装置を構築することができた。本装置では自然な感覚で映像が確認でき、また操作することが可能である。本装置により、インプラント埋入手術時に実際の骨形態やVRによるシミュレーション画像をリアルタイムで重ね合わせることが可能となり、より安全かつ作業効率の高いインプラント手術が行える可能性が示唆された。今回作製したデバイスは歯の形成や口腔外科手術など、各種歯科治療にも応用が可能と考えられる。

当初の研究目標では2D/3Dレジストレーション法によるVR画像と実際の器具との位置合わせまでを行う予定であったが、本研究期間ではレジストレーション機能までを組み込むことができなかった。しかしながら、器具に装着したマーカーを追従するソフトウェアの開発等を現在も引き続き行っており、本ハードウェア、ソフトウェアとレジストレーション機能を組み合わせることで、またよりコンパクトなシステムに改良を行うことで、近い将来、ステントレスインプラント手術支援システムを構築し実用化できるものと考えている。

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 大谷恭史、楠本直樹、若林一道、山田真二、中村隆志、矢谷博文、荘村泰治、森島正治、熊沢洋一、歯科へのハプティックデバイスの応用 (第16報) 歯科インプラント手術支援：インプラント体埋入までをガイドするサージカルガイドの臨床応用と精度検証、歯科材料・器械、26 (2)、188、2007、査読無、
- ② Otani T, Kusumoto N, Wakabayashi K, Yamada S, Nakamura T, Yatani H, Sohmura T, Morishima M, Kumazawa Y, Dental Implant Surgery Support System Using CAD/CAM, International Dental Materials Congress, 389, 2007, 査読無

[学会発表] (計5件)

- ① 若林一道、VR Haptic デバイスを応用した 歯科ハンドスキルシミュレーショントレーニング (第三報—触力覚デバイスの歯科実習用デバイスへの改良2—)、第27回日本歯科医学教育学会、2008年7月11-12日、東京
- ② 若林一道、VR Haptic デバイスを応用した 歯科ハンドスキルシミュレーショントレーニング (第二報) 触力覚デバイスの歯科実習用デバイスへの改良、第51回日本歯科理工学会学術講演会、2008年4月26-27日、神奈川
- ③ 市田文孝、内部連結機構を有する陽極酸化処理インプラントの短期予後報告、第105回歯学会総会例会、2007年11月22日、大阪
- ④ 樋口茜、内部連結機構を有する陽極酸化処理インプラントの短期予後報告、第27回日本口腔インプラント学会近畿北陸支部学術大会、2007年6月10日、大津
- ⑤ 大谷恭史、歯科へのハプティックデバイスの応用 (第16報)、第49回日本歯科理工学会学術講演会、2007年5月12-13日、札幌

[図書] (計2件)

- ① 矢谷博文、中村隆志、瑞森崇弘、石垣尚一、山田真二、江草宏、編者 米田俊之、大阪大学出版会、生命歯科医学のカッティング・エッジ、第3章「はなす、かむ」機能と「口」の美の回復をめざして、2008、167-179
- ② 若林一道、矢谷博文、編者 古谷野潔・市川哲雄、医歯薬出版、補綴臨床 別冊 審美歯科・インプラントワードブック 第2章 審美補綴、審美修復の器材、

CAD/CAM 使用時の注意点、2008、86-87

[その他]

テレビ出演 (山田真一)

欠点と合併症を克服し安心のインプラント治療を〜ここまで進んだインプラント〜、テレビドクター 第1626回 2007年6月17日(日) 午前6時15分

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 真一 (YAMADA SHINICHI)
大阪大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号：00252693

(2) 研究分担者

若林 一道 (WAKABAYASHI KAZUMICHI)
大阪大学・臨床医工学融合研究教育センター・特任助教 (常勤)
研究者番号：50432547

山崎 隆治 (YAMASAKI TAKAHARU)

大阪大学・臨床医工学融合研究教育センター・特任講師 (常勤)
研究者番号：40432546

荘村 泰治 (SOHMURA TAIJI)

大阪大学・大学院歯学研究科・教授
研究者番号：10154692

矢谷 博文 (YATANI HIROFUMI)

大阪大学・大学院歯学研究科・教授
研究者番号：80174530

(3) 連携研究者