

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月18日現在

機関番号:32710

研究種目:基盤研究(C)

研究期間:2009~2011

課題番号:21592437

研究課題名(和文)

内視鏡位置情報取得のためのナビゲーションシステムの精度向上に関する研究

研究課題名(英文)

Study of the improvement in accuracy of a Dental fiberscope navigation system

研究代表者

山崎 泰志(YAMAZAKI YASUSHI)

鶴見大学・歯学部・講師

研究者番号:60257334

研究成果の概要(和文):

本研究の目的は歯科用内視鏡ファイバースコープ(FS)の根管内ナビゲーションシステムの精度向上を図ることである。システムに影響する誤差は対象物の3次元モデルの精度、レジストレーション精度、計測器による計測誤差などが考えられた。そこでレジストレーション方法の改良を行い、ナビゲーションシステムの精度を検証おこなった。その結果、システム誤差は $0.480\text{mm} \pm 0.086\text{mm}$  (X軸:  $0.051\text{mm} \pm 0.229\text{mm}$ , Y軸:  $0.088\text{mm} \pm 0.202\text{mm}$ , Z軸  $0.254\text{mm} \pm 0.260\text{mm}$ )であり、システムの総合精度を向上させた。

研究成果の概要(英文):

We created a new dental fiberscope. However, due to the influence that focus depth and angle changes have on the scope, comprehending the device position and the precise target setting were difficult to ascertain consistently. Therefore, we developed a dental fiberscope that can be navigated. We verified the total accuracy of the dental fiberscope and resultant position accuracy of the navigation system. At the result, The navigation system error was  $0.480\text{mm} \pm 0.086\text{mm}$  (Difference X axis :  $0.051\text{mm} \pm 0.229\text{mm}$ , Y axis :  $0.088\text{mm} \pm 0.202\text{mm}$ , Z axis  $0.254\text{mm} \pm 0.260\text{mm}$ )

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野:総合領域

科研費の分科・細目:人間医工学・医用システム

キーワード:検査・診断システム, 内視鏡, ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

一般に歯の根管治療はそのターゲットが小さく解剖学的に直視できないため、ブラインドテクニックが中心であることから歯科医師の治療の中でも熟練が必要な手技である。根管治療が困難な理由としては、歯の解剖学的な要件、すなわ

ち歯根の湾曲や根管内で分岐する側枝の存在が挙げられる。もちろん、画像検査の進歩により根管の3次元的な走行や側枝の存在の検出率も向上したがすべてを確認することは困難である。また近年、Orofacial Pain の概念の発達より難治性の歯痛疾患と頭痛などの鑑別診断も必

須となり、根尖病巣の検査、歯内治療、その技術の重要性も増してきている。

マイクロスコープをはじめとして、歯内治療において根管治療を拡大視野あるいは明視下で行うために種々の機器が導入され良好な結果が報告されている。一般医科領域では直視できない病変観察のために内視鏡が活用され、その高い診断能力について報告されている。そこで我々は多目的チャンネルを内蔵した歯科用内視鏡を研究開発し、歯周組織内および根管内の観察・処置に応用することにより、複雑な根管内の確認にも歯科用内視鏡による直視観察が有効であることを報告した。

歯科用内視鏡は直視下、あるいはモニター上での根管内面の状態も観察が可能であり、その結果、X線写真上では観察困難な三次元的構造を把握することができる。さらに、歯科用内視鏡の多目的チャンネルは根管内洗浄、特製器具挿入およびレーザー照射等を可能とし、観察画面上で患部への到達を確認しながらの器具操作ができ、処置の確実性が向上する。歯科用内視鏡の断面図および根管内適用例を図1に示す。

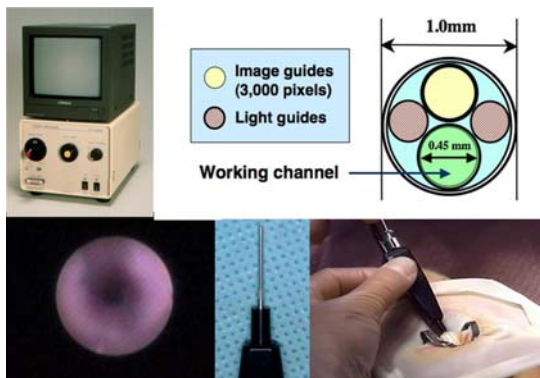


図1. 歯科用内視鏡のシステム

歯科用内視鏡とレーザーとの併用療法では、患部の同定とレーザー先端が病変部に到達していることを確認しながらレーザー照射が行うことができ、良好な結果が得られている。しかし、歯科用内視鏡は焦点深度が深いためモニター上で距離感がつかみ難いため、病変部の位置関係が把握し難く確実性に欠ける。

そこで、歯科用内視鏡とレーザーとの併用療法の治療効果と効率化を図る目的で、歯科用内視鏡の根管ナビゲーションシステムの開発を行った。その結果、歯科用内視鏡の先端の位置と歯の位置関係がリアルタイムにモニター上に表現され、3次元再構築像で製作された根管形態と歯科用内視鏡のモニター上で映し出される形態は同様であった。根管ナビゲーションシステムの風景を図2に示す。



図2. 根管ナビゲーションシステム

また、術者が求める術式に対応した画像を製作するために、歯の色や透明度を変更することで、根管と歯科用内視鏡との立体的な位置関係が容易に理解可能であり、病変部への正確なターゲティングを可能とした。また、同時にボリュームデータ表示とすることで、側枝の存在が直感的に理解可能となり、簡便に詳細な情報を得ることができた。しかし、実際に臨床応用するには、まだ精度上の問題が残っている。

## 2. 研究の目的

そこで本研究の目的は、3次元再構築像で製作された根管形態と歯科用内視鏡の位置情報をリアルタイムにモニター上に表現し、実際の根管と歯科用内視鏡先端の位置情報の誤差を補正し、臨床応用可能なレベルまでの歯科用内視鏡ナビゲーションシステムの精度向上を目的とする。

## 3. 研究の方法

実際の根管と歯科用内視鏡先端の位置情報の誤差を補正するためシステムに詠唱すると考えられる因子の抽出およびそれらの改善を行う。また、ナビゲーションシステムの精度検証を行う。

システムの検証は3軸テーブルをナビゲーション表示することで、コントロールとなる既知の動きとナビゲーション結果を比較できるようにした(図3)。まず、3軸テーブルのシリンダー先端と平面版を3DCADソフトウェア software (SolidWorks, SolidWorks co.)にて設計し、VRモデルを製作した(図4)。

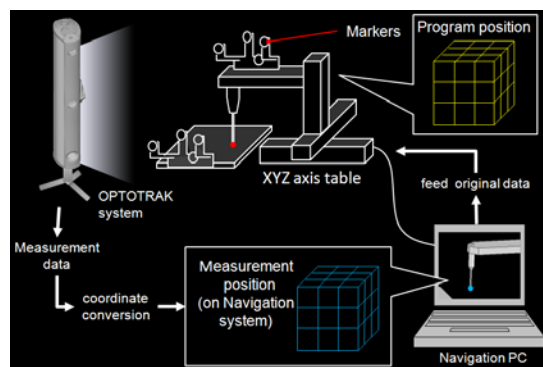


図3. ナビゲーション精度検証の流れ

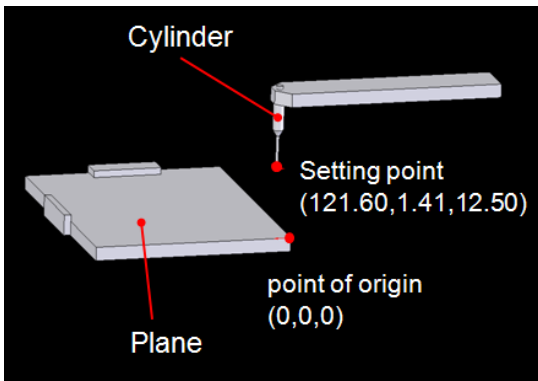


図4. 対象となる3軸テーブルの設計

つぎに3軸テーブルのシリンダーおよび平面版にマーカを固定したジグを設置した。ジグは計測時のずれを生じないようにアルミで鋳造してある(図5)。

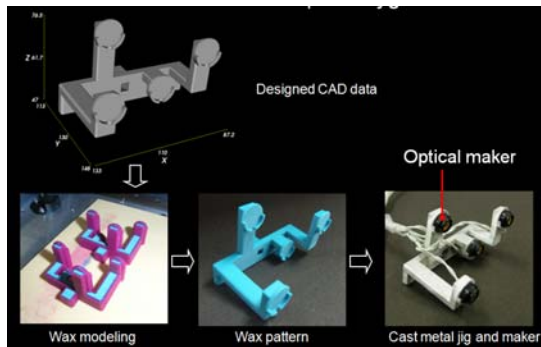


図5. 計測用ジグの製作

3軸テーブルをナビゲーションするためにはVRモデルと実際の3軸テーブルの座標を一致させる必要がある。そこでナビゲーションソフトウェアにてレジストレーションを行った。レジストレーションのRMS誤差は6回平均で約0.28mm(シリンダー), および約0.25(平面版)となった。

コントロールとなる3軸テーブルの運動は $3 \times 3 \times 3$ , 10mm間隔の格子点とした。ナビゲーション検証画面にはコントロールの格子点(A)と計測されたシリンダー先端(B)が表示され, その距離が計測される。これらの作業は各レジストレーションごとに1回, 計6回行った。AB間距離の平均(D-AB)およびXYZ各軸での差(X-D, Y-D, Z-D)を求め, システム誤差とした。

#### 4. 研究成果

ナビゲーション結果の一例を図6に示す。青い点がコントロール, 黄色い点が計測点である。解析の結果D-ABは $0.480\text{mm} \pm 0.086\text{mm}$  (X-D:  $0.051\text{mm} \pm 0.229\text{mm}$ , Y-D:  $0.088\text{mm} \pm 0.202\text{mm}$ , Z-D:  $0.254\text{mm} \pm 0.260\text{mm}$ )であった。(図7)。

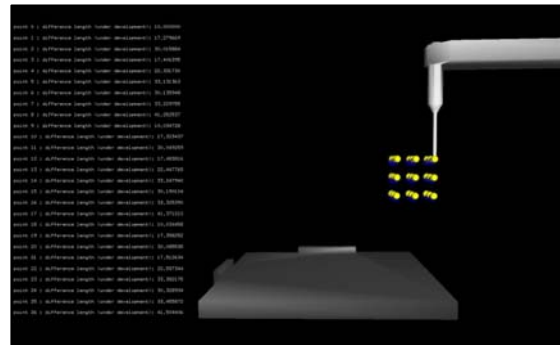


図6. ナビゲーション結果画面

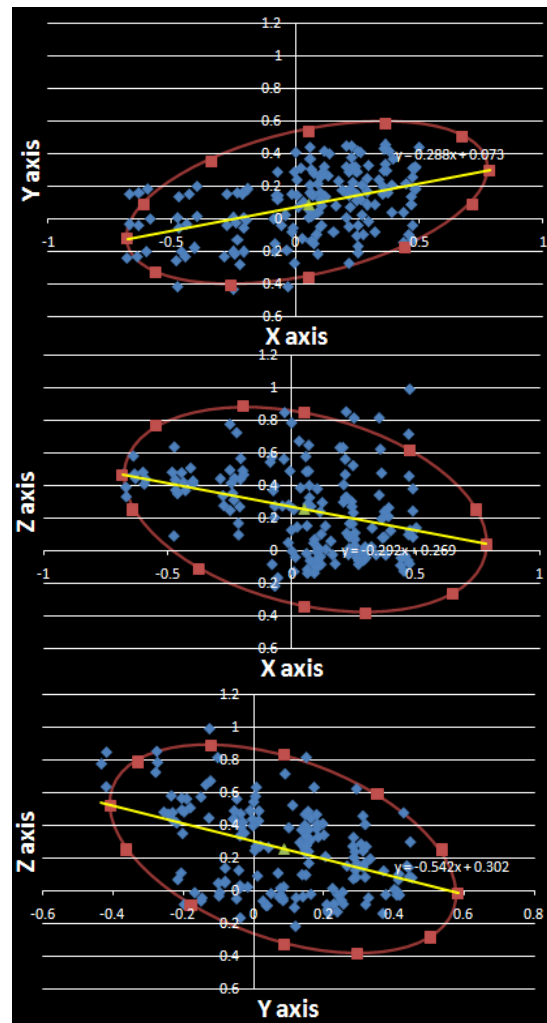


図7. 計測点の誤差の相関グラフ (青い点:コントロールとの差, 赤線:95%信頼楕円, 黄色線:近似曲線(線形近似))

#### 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1件)

1. K.Kobayashi, Y Yamazaki, T Ozawa,

M.Tsuchida, T.Arai. A preliminary study on the usefulness of fiberscope for subgingival periodontal treatment. Asian Pac J Dent 11, 35-43, 2011.

[学会発表] (計 4 件)

1. 山崎泰志, 小澤寿子, 重田優子, 井川知子, 木原琢也, 笠間慎太郎, 三島 章, 細矢哲康, 小川 匠, 小林 馨. 根管治療時における歯科用ファイバースコープへのナビゲーションシステムの応用 -第2報 画像補正システムの導入-. 第 74 回鶴見大学歯学, 2011/12/17. 鶴見大学会館, 横浜

2. 山崎泰志, 小林一行, 小澤寿子. 根管治療時の偶発症におけるEr:YAGレーザーとファイバースコープの併用法. 32 回日本歯内療法学会学術大会, The 9th KEA-JEA Joint Meeting. 2011/7/30. 長崎全日空ホテルグラバーヒル, 長崎

3. Y.Yamazaki, T.Ogawa, et al. IMPROVEMENT OF DENTAL FIBERSCOPE NAVIGATION SYSTEM FOR ENDODONTIC TREATMENTS. International Federation of Endodontic Associations 8th World Congress. 2010/10/7. The Hilton Athens Hotel, Athens, Greece

4. Y.Yamazaki, T. Ogawa, et al. Clinical performance of dental fiberscope image guided system for endodontic treatment. The 18th Medichin Meets Virtual Reality Conference. 2011/2/10. Newport Beach Marriott Hotel & Spa. California, U.S.A.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

山崎 泰志 (YAMAZAKI YASUSHI)

鶴見大学・歯学部・講師

研究者番号: 60257334

### (2)研究分担者

なし

### (3)連携研究者

なし