

原 著

簡易型マイクロスコープを用いた計測と評価

木下美香, 植木一範

明倫短期大学 歯科技工士学科

Measurement and Evaluation Using the Simple Microscope

Mika Kinoshita, Kazunori Ueki

Department of Dental Technology, Meirin College

歯冠補綴物の適合状態を評価するためにフルクラウンの金型・臨床的支台歯形態における報告が万能投影機などを利用し行われているが、パソコン上で観察・計測・画像ファイルの保存が可能な簡易型のUSBマイクロスコープ(YASHICA社製MK-UMS1)を使用し、計測精度を2種の1mm対物マイクロメータを用いて検討し、計測の有効性について評価したので報告する。

2種の対物マイクロメータを計測した結果、相対誤差は0.03%、標準誤差は0.00 μ mだった。簡易型マイクロスコープでは、画像中心部の約1.06mmの区間で歪曲収差率0%であるので、この範囲においては、計測部の対象が1mm以下の計測に有効であることがわかった。

キーワード：マイクロスコープ, 対物マイクロメータ, 計測

Keywords: Microscope, Objective Micrometer, Measurement

I. はじめに

歯冠補綴物の歯頸部辺縁の適合不良は、2次齲蝕や歯周疾患の原因となる恐れがあることから、適合精度について多くの報告がなされている。歯冠補綴物の歯頸部辺縁の適合精度を評価する方法として、フルクラウンの金型¹⁾・臨床的支台歯形態²⁾における評価が万能投影機³⁾などで行われている。

歯科技工実習で歯冠補綴物の歯頸部辺縁の観察や学生のデモンストレーションなどに利用している、簡易型のUSBデジタルマイクロスコープ(YASHICA社製MK-UMS1)は、計測器のUSBケーブルでパソコンに接続し、モニターやプロジェクターの画面に表示したり、観察・計測・画像ファイルを保存したりすることができる。

本研究では、簡便に計測ができる簡易型マイクロスコープでの計測を2種の1mm対物マイクロメータを用いて検討し、計測の有効性について評価したので報告する。

II. 計測機材と計測方法

1. 計測機材

簡易型デジタルマイクロスコープは、外形寸法約112mm×33mm、重量は約100g、マイクロスコープ本体とUSBケーブルからなる(図1)。USBケーブルでパソコンに接続し、パソコンの画面に表示して、観察・計測、および画像ファイルを保存することができ、撮像素子200万画、焦点距離手動10mm~500mm解像度は640×480, 800×600, 1280×1024, 1280×960, 1600×1200から選択することができる。ズームは25倍~500倍、制御ソフトウェアの機能に撮影中のデジタルズームの機能があり、10%ずつサイズを変えることができる。

計測したい試料を、校正時に利用した試料と同様の角度にし、距離を一定にするために、簡易型マイクロスコープと計測する試料をワックス加工機のヘッドとXYテーブルに取り付け計測を行う。(図2)

ワックス加工機は、ヘッドが上下に移動しZ軸方向

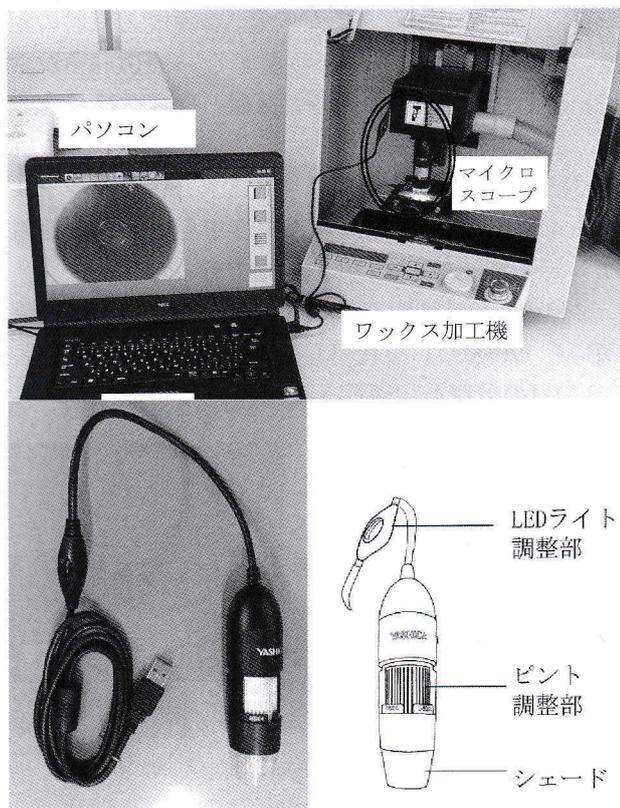


図1 簡易型マイクロスコープの全装置と測定例

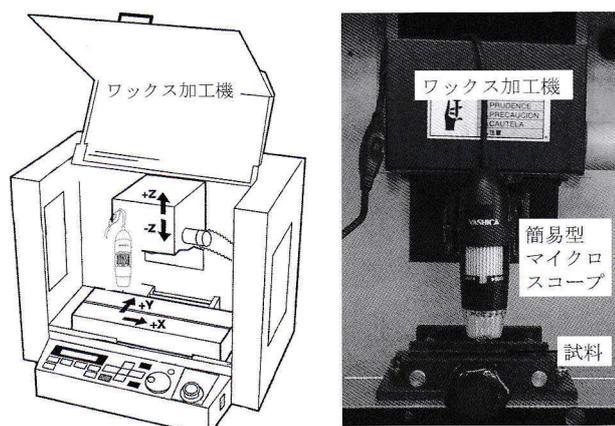


図2 シェード面を利用した撮影

に動き、XYテーブルには計測する試料を固定し、前後左右に移動する。ヘッド部、XYテーブルは0.01mmの精度で動かすことができる。試料を固定し、簡易型マイクロスコープのシェードの先端と試料の間を0.00mmにセットし、Z軸方向を0にする。そうすることで、実験のたびに同じ位置で試料の撮影・保存ができる。

2. 計測方法

付属のCD-ROMをパソコンにセットし、ドライバ/ソフトウェアをインストールする。セットアップが終了したらソフトウェアを起動し、校正用の画像と計測したい画像を撮影し、保存する。この際、

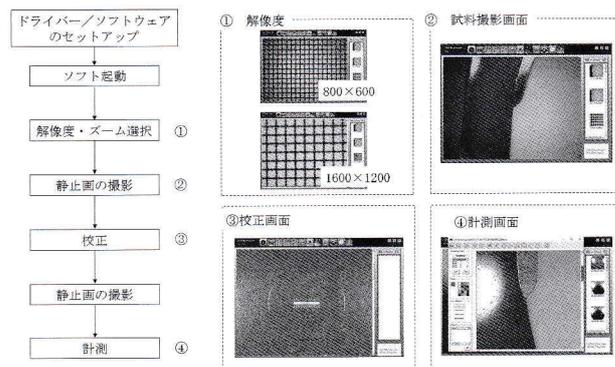


図3 マイクロスコープ測定のフローチャート

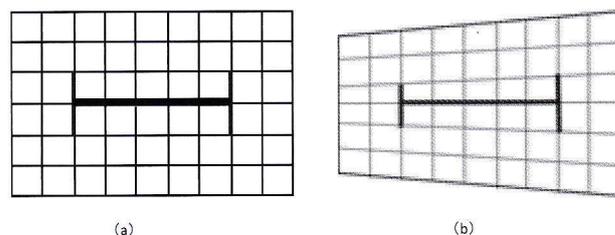


図4 カメラ位置による影響
(a) カメラ位置垂直で計測に影響なし
(b) カメラ位置傾き、計測に影響あり

解像度とズームイン・ズームアウトの倍率を変更しないようにする。

計測はまず、実際の長さと同様に画面上の長さを計測前に合わせる。校正を行うために、1mmの設定を、1mmの対物マイクロメータを計測し行う。1mmの設定の校正後、計測画面に校正データを読み込み、長さを計測したい画像をパソコン上に表示し、マウスで線を描き計測を行う(図3)。線の色は20色、太さは4種選ぶことができるので、計測画面に合わせて選択をした。線の色は赤、太さは一番細いものを選択した。計測は、画像が保存されているため何度でも可能となる。

最小表示桁数は、0.00001 inchで表示がなされる。1 inchは25.4mmのためinchをmmに換算すれば簡易型マイクロスコープでは、理論上0.25 μ m単位の表示が行えることになる。

3. カメラ位置

簡易型マイクロスコープのカメラの位置が、撮影平面に対して垂直でなければ画像は歪みを受ける。撮影平面に対して垂直な位置からカメラが傾く(図4)と、傾いた方が画像は小さくなり、その逆側は画像が大きくなる。さらには、傾きが拡大すれば焦点も合わなくなる。そのため、簡易型マイクロスコープのカメラの位置は常に計測する資料との位置を垂直にし、画像を保存するように撮影・保存を行う。

カメラ位置を計測に影響がなく、撮影平面に対して垂直に撮影するには簡易型のマイクロスコープの

シェードを利用する。シェード面と計測する資料の隙間を撮影平面に対して水平に撮影する。(図2)

4. 歪曲収差

撮影距離はシェード面の先端から0mmで、解像度1600×1200、デジタルズームを180%で撮影を行った。1マス約0.53mmの格子画像(図5)を撮影し、計測画面の保存を行った。保存された計測用の画像は横幅約9.01mm縦幅約4.20mm程度となる。画像の中心から横へ8マス、縦7マスの計測を行い、歪曲収差率を求めた。

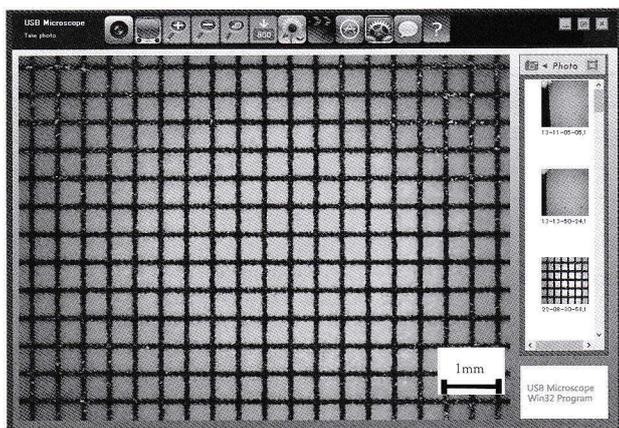


図5 歪曲収差率計測用の計測画面

5. カメラと試料の距離(焦点距離)

簡易型マイクロスコープは歪曲収差率を求めた方法と同様に、撮影距離はシェード面の先端から0mmに設置し、解像度1600×1200、デジタルズームを180%で撮影を行った。

簡易型マイクロスコープをZ軸方向に動かし、OB-MMの1mm対物マイクロメータの撮影と計測を行い、カメラと試料の距離 l_a がどのように試料の計測に影響するのかを求めた。(図6)

ワックス加工機は0.01mmの精度で動かすことが

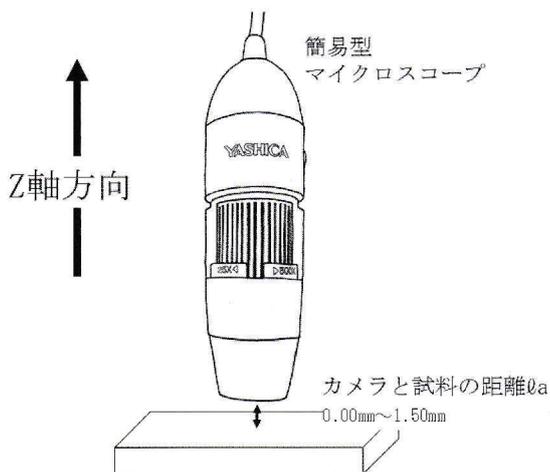


図6 カメラと試料の距離の計測概略図

できる。試料の平面を動かさず、カメラと試料の距離はZ軸方向に焦点の合わなくなった0.0mmから1.5mmまで0.1mmずつ動かし撮影と計測を行った。

6. 計測項目

本研究の画像撮影は解像度1600×1200、デジタルズームを180%で計測画面の保存を行い、撮影距離はシェード面の先端から5.0mmで行った。

2種の1mm対物マイクロメータ(オリンパス社製OB-M, OB-MM)を利用し、OB-Mを校正に利用後、OB-MMの計測を10回行う。(図7)

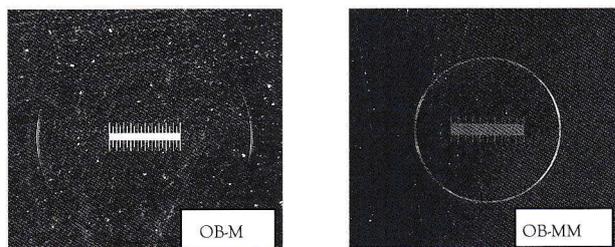


図7 1mm対物マイクロメータの計測画面

III. 結果

1. 1マス約0.53mmの格子画像(図3)を利用し、歪曲収差率を求めた。中心から横の計測1マス目は歪曲収差率0%だった。2マス目以降の、横の計測は1.62%、縦の計測は-3.26%だった。
2. OB-MMの1mm対物マイクロメータを利用し、カメラと試料の距離 l_a がどのように試料の計測に影響するのかを求め、以下の結果を得た。(表1)

表1 l_a がどのように計測に影響するのか

l_a (mm)	計測値(inch)	計測値(μ m)	l_a (mm)	計測値(inch)	計測値(μ m)
0	0.0393702	1000	0.8	0.038583	980.008
0.1	0.0393702	1000	0.9	0.038583	980.008
0.2	0.0393702	1000	0.1	0.038583	980.008
0.3	0.0393702	1000	0.11	0.038189	970.001
0.4	0.038976	989.99	0.12	0.038189	970.001
0.5	0.038976	989.99	0.13	0.038189	970.001
0.6	0.038976	989.99	0.14	0.038189	970.001
0.7	0.038976	989.99	0.15	0.038189	970.001

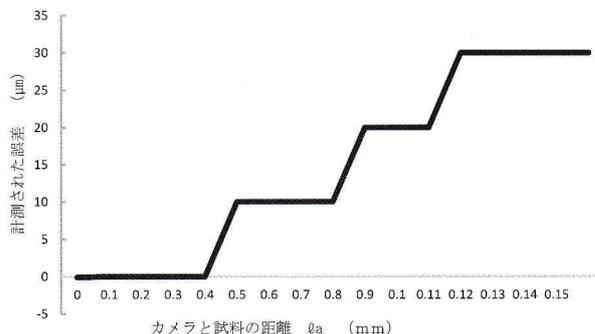


表2 計測項目1の結果

計測回	計測値 (inch)	計測値 (μm)
1回目	0.0393702	1000
2回目	0.0393702	1000
3回目	0.0393702	1000
4回目	0.0393702	1000
5回目	0.0393702	1000
6回目	0.0393702	1000
7回目	0.0393702	1000
8回目	0.0393702	1000
9回目	0.0393702	1000
10回目	0.0393702	1000
平均	0.0393702	1000

0.00mmから0.15mmまでの計測値は相対誤差0.03%標準誤差0.0 μm だった。

0.15mmまでの最大誤差は29.9 μm で標準誤差11.7 μm だった。

3. 本研究では簡易型マイクロスコープの計測精度を、2種の対物マイクロメータの計測結果の比較を計測し、以下の結果を得た。(表2)

OB-M, 1mmの対物マイクロメータでの校正を行いOB-MM, 1mmの対物マイクロメータを10回計測した結果、相対誤差は0.03%, 標準誤差は0.0 μm だった。

IV. 考 察

簡易型マイクロスコープでの計測を行うには、中心から約1.06mmの区間で、歪曲収差率0%の計測ができる。試料の計測時、できる限り計測対象を画像の中心で撮影し、保存する必要がある。また、試料との距離は0.3mmまで相対誤差0.03%標準誤差0.0 μm で計測ができる。

計測したい画像を保存する際、マイクロスコープを動かさない、計測したい試料を、校正時に利用した試料と同様の角度にし、試料との距離を一定にする、これらの対策を行うことにより精度を高く計測することができると思われる。歯冠補綴物において歯周組織がクラウンの歯頸部辺縁に要求している適合精度はオーバーバング量にして100 μm 以下⁴⁾と考えられている。歯冠補綴物の辺縁などの計測対象は1mm以下の場合が多く、簡易型マイクロスコー

プは利用可能であるといえる。

計測項目1の直線の計測である、2種の1mm対物マイクロメータの計測は、相対誤差が0.03%, 標準誤差は0.0 μm の精度が得られた。直線での計測であるため、術者の読み取り誤差がなく計測できたからだと考えられる。

V. まとめ

1. 簡易型マイクロスコープでは、画像中心部の約1.06mmの区間で歪曲収差率0%であるので、この範囲においては、計測部の対象が1mm以下の計測に有効であることがわかった。
2. 精度を高く計測をするためには、計測したい画像を保存する際、簡易型マイクロスコープを動かさない、計測したい試料を、校正時に利用した試料と同様の角度にし、試料との距離を一定にする必要がある。
3. OB-Mの対物マイクロメータでの校正を行いOB-MMの対物マイクロメータを10回計測した結果、相対誤差は0.03%, 標準誤差は0.0 μm だった。

謝 辞

本稿を終えるにあたり、ご指導いただいた明倫短期大学河野正司学長に厚く御礼申し上げます。

本研究に関連して、開示すべきCOI関係にある企業などはない。

文 献

- 1) 塩沢育己, 佐藤尚弘, 大道寺善啓ほか: クラウンの適合精度に関する研究-印象法, 埋没法の違いによる影響-補綴誌, 43: 80-89, 1999.
- 2) 渡邊清志, 飛田滋, 中山博司: 昇温スケジュールの管理で適合精度が変わる. 月刊歯科技工, 26: 1098-1105, 1998
- 3) 竹内賢, 河瀬雄時, 永沢栄: 石膏系急速加熱型埋没材の鑄造精度の向上. 松本歯学, 39: 93-99, 2013
- 4) 長谷川成男: 顎口腔系がクラウンに要求する精度からみた間接法. 明倫歯誌, 4: 1-6, 2001