



CAD/CAMなどの歯科技工におけるPCの活用について

垂水 良悦 Tarumi Naoyoshi

北海道歯科歯科技工士会所属
歯科技工士生涯研修1期修了
(株)札幌デンタルラボラトリー



はじめに

ここ数年の歯科の動向としてCAD/CAMの活用の広がりには大きなニーズを感じる。扱う材料もセラミックやメタル、レジンと様々な種類に対応したシステムも登場し、今後の歯科技工作業でCAD/CAMを扱う機会が増えると予想できる。

しかし、デジタルでの歯科技工になるため、それまでの技工経験とは異なるトラブルや留意点がある。

今回、日々の歯科技工業務で3種類のCAD/CAMを扱っている経験から、計測と設計時の留意点やメーカーのマニュアルには不足している使い方などを今回紹介していきたい。

1. 計測時の留意点

筆者が勤務する(株)札幌デンタルラボラトリー

では、レーザー計測(GN-1)、CCD計測(セルコン)、接触式(プロセラ・フォルテ)の3種類のスキャナーがあり、各々の特徴はあるものの共通したエラーもあるので述べていきたい。

1) 計測不可領域

接触式でも光学式でも、深いジンジバルマージンは計測できない場合が多い(仮に計測できても加工は不可)。fig.1のような支台歯の場合、深く掘り込まれた箇所が計測できず、fig.2のように虫食い状態になる。読み込めなかった箇所はfig.3のようにPCではえぐられた認識をされる。

このような支台歯で計測するにはワックスなどで凹部分を埋めることになり、適合に大きな影響を与えてしまうことになる。



fig.1: 頬側が深く掘り込まれた支台歯。



fig.2: 計測データ(メッシュ表示)。



fig.3: 認識できない箇所はカットされる。

過度にトリミングされたマージン、アバットメントのサブジンジバルカウントゥアの与え方によっては、マージン下の計測が不充分になりマージンラインもエラーになるため、その際はワックスなどで軽くブロックアウトした方が良い (fig.4~10)。

2) 計測方向, 中心設定のミス

光学式 (非接触式) でも接触式でも、支台歯の中心設定が不適切の場合、切端が荒れた表示になる。前歯で鋭角な支台歯の場合には、中心点の設定には留意しなければならない (fig.11・12)。



fig.4: 多めにトリミングした場合。



fig.5: 計測データ。



fig.6: 無理な補正によりマージンラインが波状に表示。



fig.7: ブロックアウト前。



fig.8: 乱れたマージンライン (接触式)。



fig.9: ブロックアウト後。

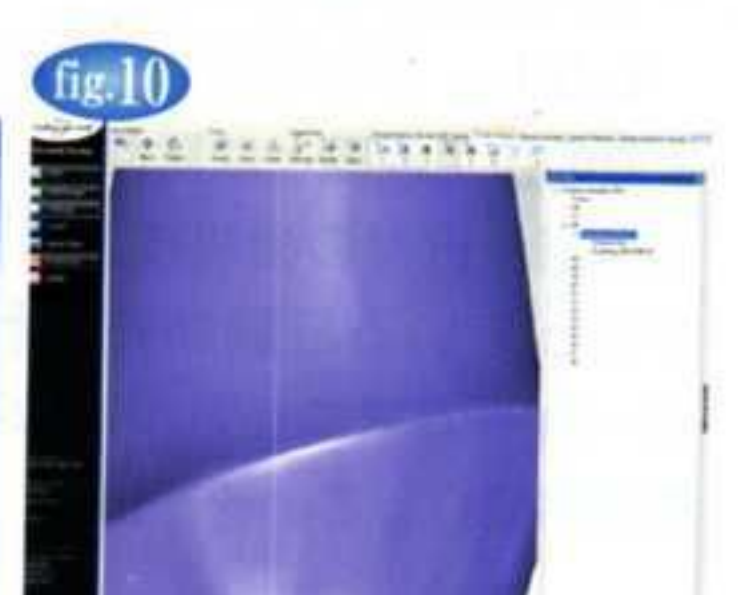


fig.10: 正しく認識されたマージン。

3) 模型硬化剤の使用

光学式の計測では、対象物の乱反射や透過により測定が困難になる。fig.13は一見計測できたように見えるが、軸面に不自然な均一の帯状部分が表示され、切端方向から見るとマージン部が欠けて表示さ

れている (fig.14)。計測時には模型に硬化剤を塗布しないのがベストだが、このような場合はスキャン用のスプレーやパウダーを使用することで測定可能になる (チタン、ジルコニアアバットメントの計測も可能)。



fig.11: 中心ずれ (光学式)。

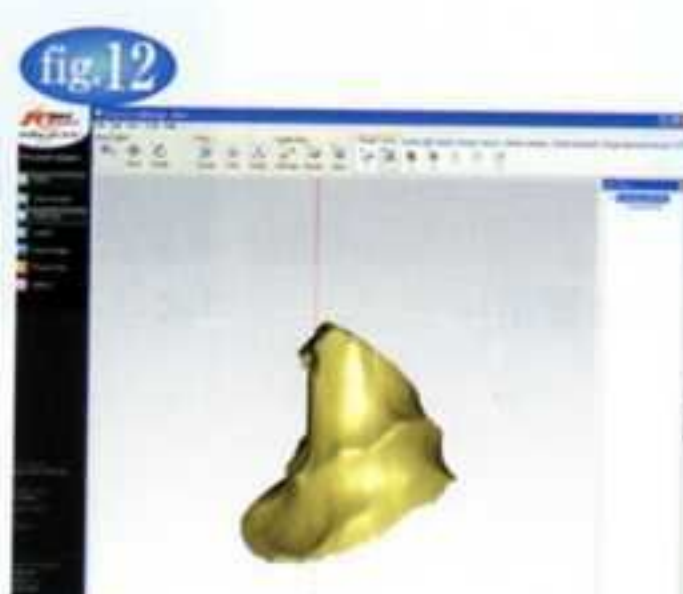


fig.12: 中心ずれ (接触式)。



fig.13: 硬化剤の影響。



fig.14: マージンの計測エラー。

4) 支台歯の調整

鋭角な支台歯（特に下顎前歯の形成では多い傾向にある）の場合（fig.15）、PC（CADソフト）でミリングバーが入るように内面を調整するシステムがある。この場合、唇側舌側に関係なく内面が広げられてしまうので（fig.16左）、下顎前歯または上顎前歯でも舌側クリアランスが十分にある場合は、計測前に舌側にリリースをして少しでも唇側の築盛スペースを確保する工夫をしている（fig.16右 ピンクの部分）。

5) スキャナーからの通信エラー

10年ほど前にはじめて導入したシステムでの計測で、支台歯が段状に計測されてしまったことがある（fig.17）。当初は機械の老朽化も考えられたが、CAD導入時には想定されていなかった社内LAN環境で、他のPCからの信号によってスキャナーからの通信が阻害されたのが原因であった。

このようにネットワークにつなげているシステムでは、問題点が局所的でないことも考慮しなければならない。

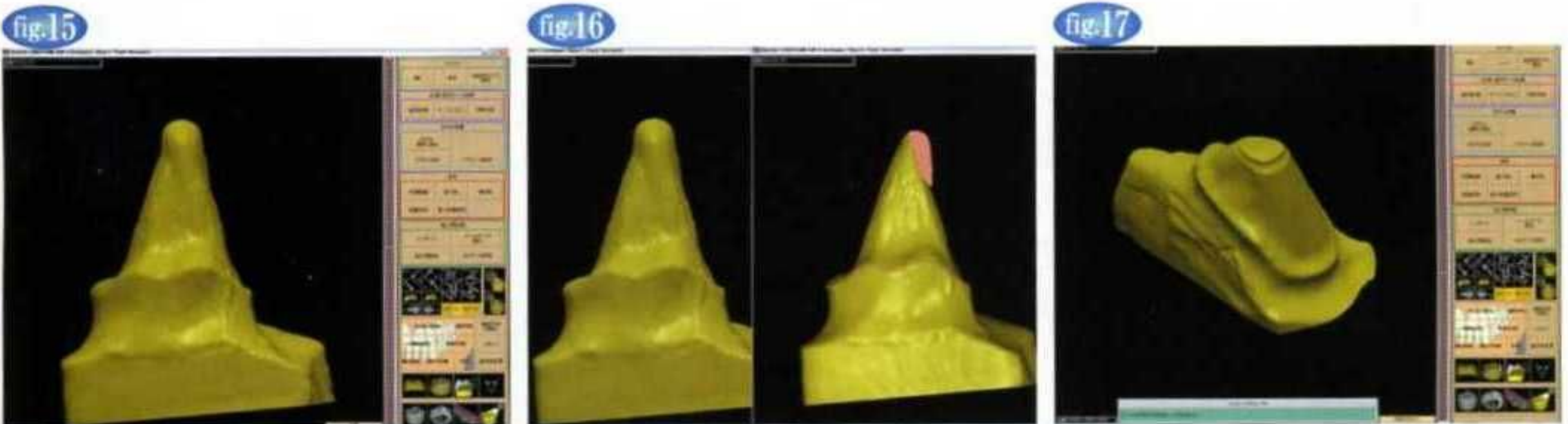


fig.15：鋭角な支台歯。

fig.16：PCの補正と対応策。

fig.17：通信エラー。

6) PCのメンテナンス

通常の歯科技工でも、作業スペースやインストゥルメントをきれいにしておくことが大事だと教わったが、PCもデータをメンテナンスすることでエラーの回避や処理速度の低下を防げる（図.18a・b、ディスククリーンアップ・ディスクデフラグ）。

また、計測データなども大きな容量になる場合があるため、CDやDVDなどにバックアップをとり、PC本体のHDは余裕を持たせておくことも効果的である。

2. 設計時の留意点

オールセラミックもジルコニアの登場により色々な症例に使われるようになり、フレームデザインの重要性が再認識されてきている。メタルボンド製作時と同様の手法で製作されたワックスパターンを読み込ませるダブルスキャンが理想だが、システムとしてできないものやCADというからにはPCでのデザインを有効活用したい部分もある。そこで、ダブルスキャン以外でのデザインの試行錯誤した点を述べていく。



fig.18a：アクセサリ⇒システムツールとたどってゆくとメンテナンスができる。



fig.18b：グラフの空白は空き容量で、赤が断片化したファイルを表す。

1) チェックバイト計測で外形をスキャン

このケースは、舌側転移した2番の切端位をプロビジョナルレストレーションから考慮されていたケースで、その情報をPCに取り込むためシリコンコアを使い、切端を回復させて、チェックバイト計測時にこのワックスパターンをスキャンした (fig.19~21)。

また、この方法で前歯の2歯欠損、バイトが深いため、前方運動時にポンティックのポジションがPCで設定困難だった症例も、プロビジョナルの情報を取り込むことで適切な設計をすることができた (fig.22a

~c)。

現在ソフトの改良により、PC上で外形回復したデータを排列して、そこからカットバックしたフレーム設計もできるようになったが、患者さんの情報を少しでも多くPCに反映させるため、上記の方法は継続して行っている。

また、この際に製作したシリコンコアは、フレーム調整後に築盛スペースの再確認および築盛時の目安にも使用することができる (fig.23a・b)。

fig.19



fig.19: 研究用模型と作業模型。

fig.20



fig.20: コア採得。

fig.21



fig.21: コアにワックスを流し切端を回復。

fig.22a



fig.22a: 切端位を表示して設計。

fig.22b



fig.22b: 咬合面観。

fig.22c



fig.22c: 隣接面観。

fig.23a

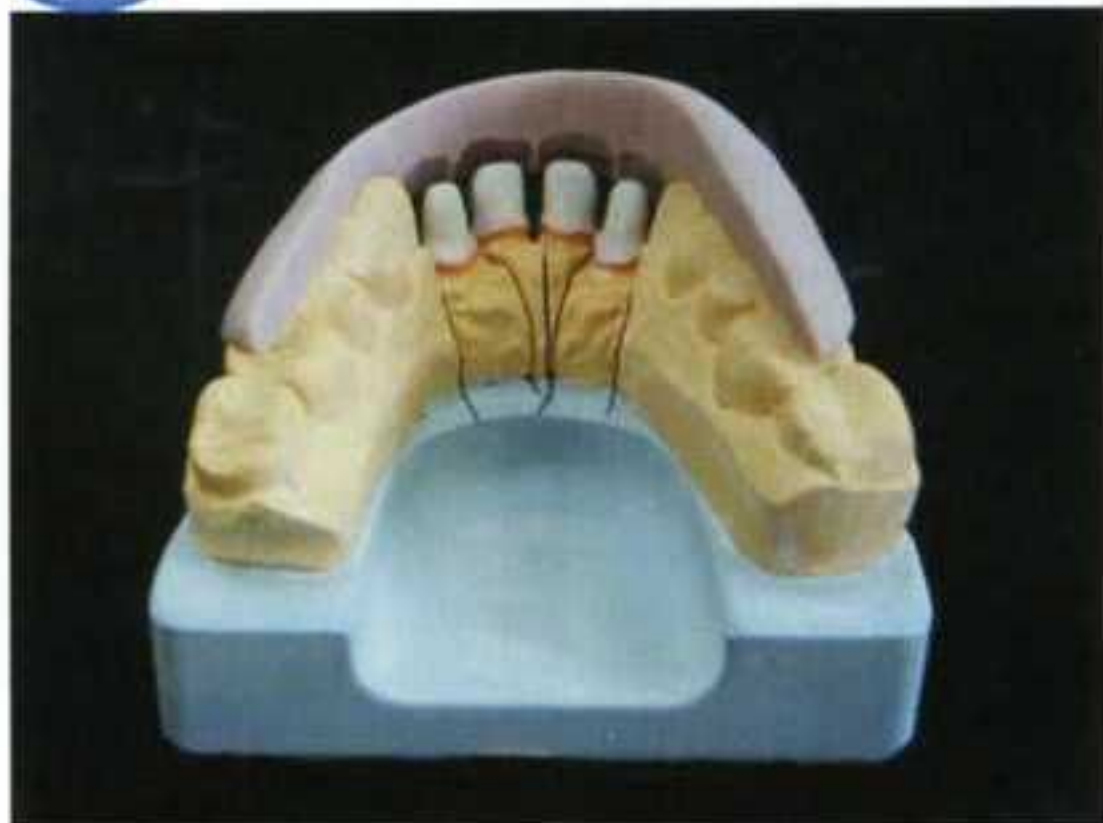


fig.23a: 築盛スペースのチェック (舌側)。

fig.23b



fig.23b: 築盛スペースのチェック (唇側)。

2) 口腔インプラントでのケース

口腔インプラントのケースで、分割復位模型にせず、アバットメントの計測をインデックスを制作して行うと、アバットメントの相互の位置関係だけで、隣在歯やチェックバイトの計測が困難であった。

当初、フレームの厚さの表示ができなかった頃は、数値入力で設計する連結部を定規代わりに使用し (fig.24a~d)、高さや隣接、頬舌の豊隆を目安に設計を行っていた。

現在では、口腔インプラントのケースの大半はダブルスキャンによる設計を行っている。

3) 連結部のデザイン

連結部も、ここ最近のCADソフトでは細かく設定できるものも出てきたが、前歯で唇側のセパレート

を通常 (fig.25a) より強めに入れたとき、fig.25b のように支台歯側の舌側に盛り上げ箇所を設計することで、連結部をより舌側に配置できた (fig.25c)。

4) 支台歯の歯肉の計測

通常、支台歯、隣在歯の計測だけを行っていたが (fig.26a)、ノブを付与するケースの際に歯肉縁の情報を取り込むことで、適切な位置にノブを設計することができた (fig.26b・c, fig.27)。

上述のような工夫は、ソフトの改善により解消されている点も多いが、メーカーだけに頼らず、試行錯誤の上で患者さんへより良い歯科補てつ物を提供することは、デジタルの歯科技工もこれまでの歯科技工も変わらない部分であると考えている。



fig.24a : 高さの設定。



fig.24b : 頬側の豊隆。



fig.24c : 隣接への豊隆。



fig.24d : 最終設計。



fig.25a : 強度確保のため、単純に連結太さは補足できない。



fig.25b : 舌側に連結開始部を設計。



fig.25c : 唇側にセパレートのスペースができた。



fig.26a : 通常計測。



fig.26b : 隣在歯計測時にガムも計測。



fig.26c : ノブ設計時に歯肉縁が表示されている。



fig.27 : 口腔内写真。

3. フレームの調整

(株) 札幌デンタルラボラトリーが使用するCAD/CAMでは、セメントスペースの設定方法で内面調整が必要となることもある。これは、若干タイトな設定から調整してマージンフィットさせる場合とジンジバルマージンで適合が緩い時は、ドライブラシで口紅を塗布し、鋭利な箇所はシャープペンシルでのマーキングで当たりを調整している。

ドライブラシとは、プラモデルの塗装の手法で、fig.28のような短い毛足のブラシを使用し塗料を充

分ふき取った後にこすることで、細かな凸部に色が付着するといった方法である。調整しなければならないのは凸部なので、余分な箇所へ色が乗ることがなくなる。

口紅を使用するのは、コストと洗浄の容易さからであり、フレーム内面に付着した色の濃淡により当たりの強弱を読めるからである。

また、鋭角な箇所へシャープペンシルのマーキングをするのは、弱い当たりでも確実に印記されるからである (fig.29a・b)。

fig.28



fig.28：内面調節用ツール。

fig.29a



fig.29a：ドライブラシ法による塗布。

fig.29b



fig.29b：繊細な部分はシャープペンシルで印記。

4. その他のPCの活用法

1) スキャナーを計測器として模型評価

fig.30a~cは、同じビルにある歯科医院と適合についての実験を共同で行った際、CADを使って評価できないかといった依頼があったため行った評価である。

同一印象に印象採得から2時間後、1週間後と時間

的に違いを設けた模型を計測したところ、CADソフトで大きさを評価することができた。

オブジェクトの透過度を変更できたため、2つを重ね合わせることで、近遠心的変化より、頬舌的变化の方が大きいことが分かる。

スキャナーの精度が高いので、実務以外でもこのような創意工夫を試してみるのも面白いと思う。

fig.30a

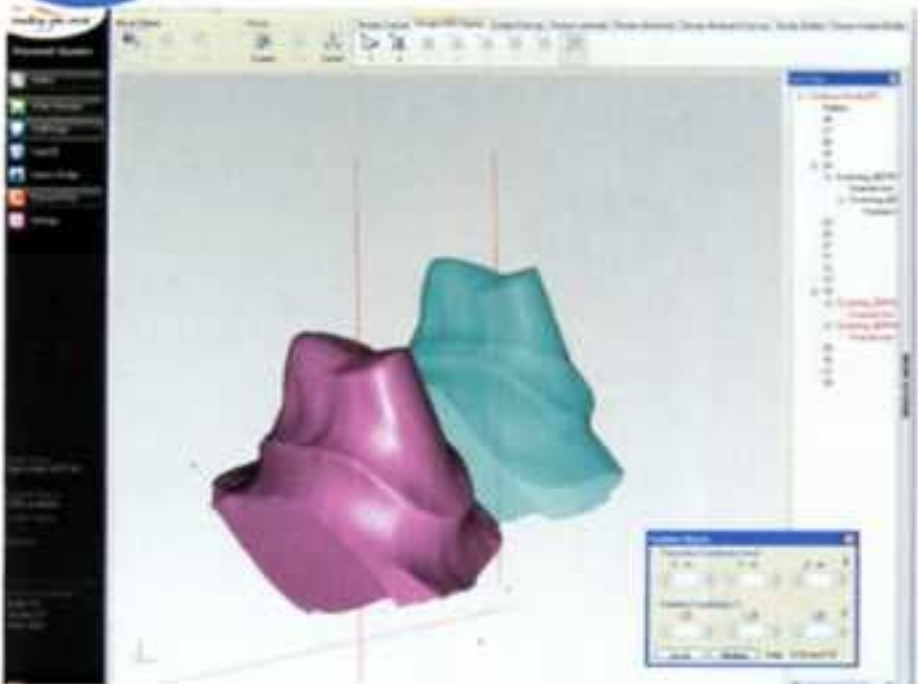


fig.30a：紫は2時間後。青は1週間後。

fig.30b

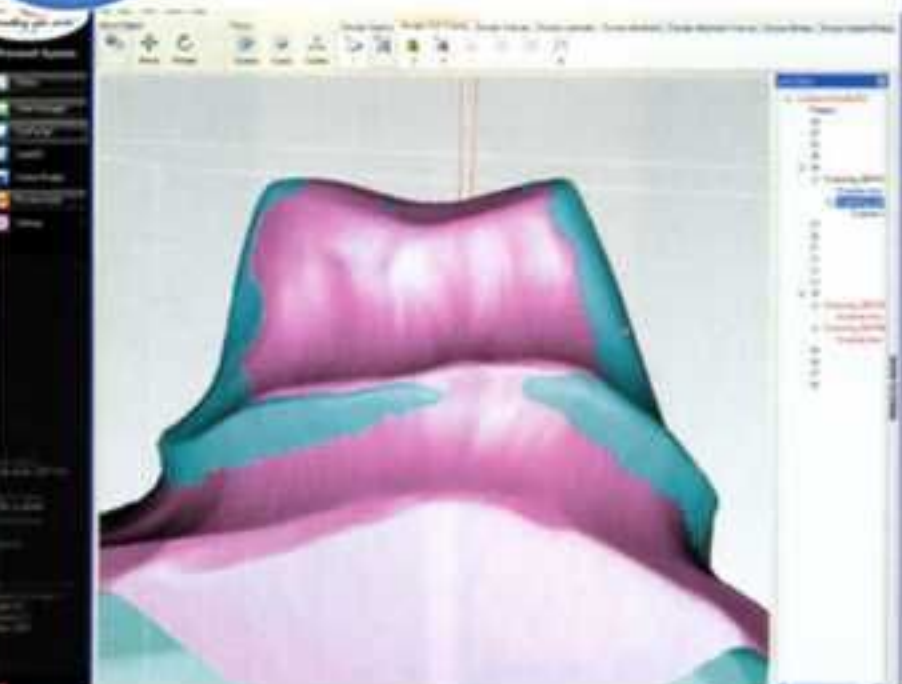


fig.30b：咬合面を目安に重ね合わせてみる。

fig.30c

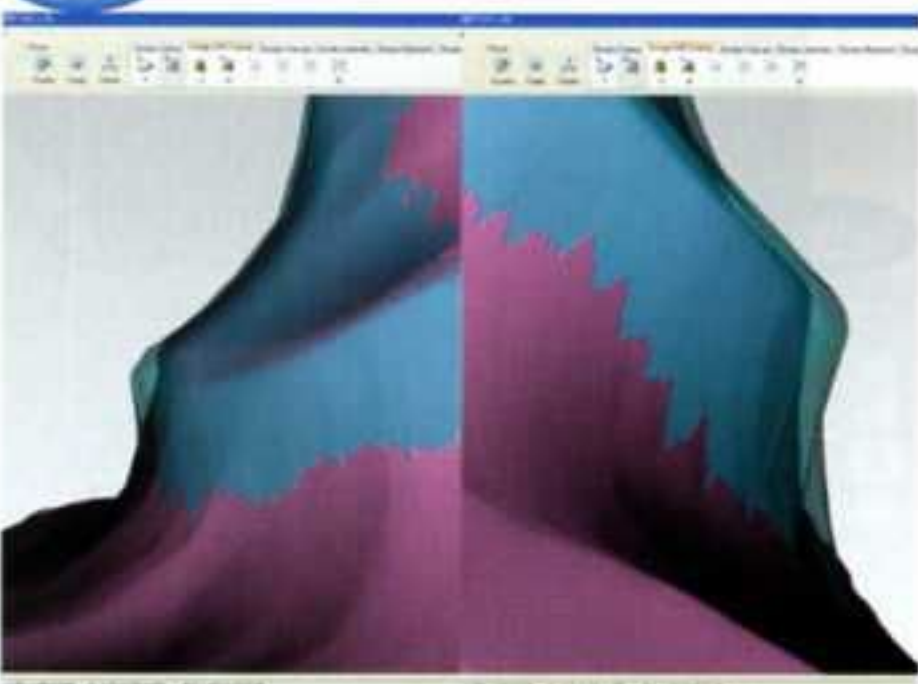


fig.30c：頬舌側を拡大してみると変形が見取れる。

2) 画像ソフトの有効活用

画像ソフト (Photoshop, Adobe社) を使い、歯科医院からの画像を修正することができる。それにはキャスマッチというシステムが有効で、写真を撮る際にカラーチャートと一緒に写すことで、色調補正することができる (fig.31a・b)。

このカラーチャートは、あらかじめLab表色系の数値として白、黒、グレーが設定されているので、その情報をソフトに入力しておけば、簡単な操作で修正できる。

また、6前歯といった大きな補綴の場合、後で患者さんから「もう少し白くして」といった要望が出ることもあると思う。キャスマッチを使って色調補正をした後ということが前提となるが、事前に患者さんへシェードのイメージを伝えるプレゼンテーションが可能となる (fig.32a・b)。

このように、口腔内全体での違いを同時に見せることで、シェードガイドのような小さいもので患者さんからシェードの要望を聞くよりも、より効果的と考える。

fig.31a



fig.31a: 補正前 (青かぶり)。

fig.31b

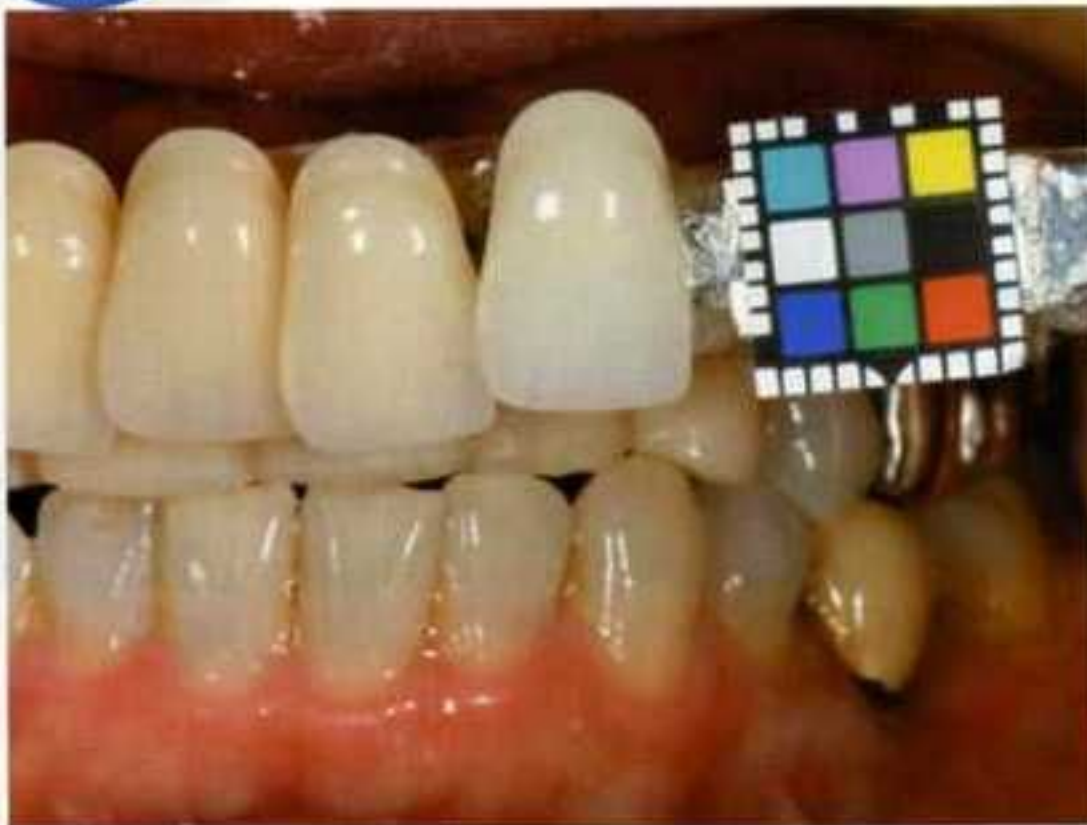


fig.31b: 補正後。

fig.32a



fig.32a: シェード変更前。

fig.32b



fig.32b: シェード変更後。

5. 最後に

PCの発達により、歯科技工への活用の可能性は広がってはきているが、過信できない部分も多い。CADで簡単に設計できるといっても、歯科技工の経験が無いとトラブルの原因となりうる。

現状では、計測した歯列模型は、あくまで計測方向に準じた平面が表示されるだけで設計すると、例えるなら、ゆがんだ状態でマウントされた咬合器でワックスアップするようなものである。

今後、より多くの患者さんの情報をPCに取り込めることが可能となれば、PCのみでの設計も可能とな

るかもしれない。

しかし、ジルコニア、チタンの口腔インプラントブリッジ、写真の補正やシェードのシミュレーションなどをうまく使えば、私たち歯科技工士の労力は省けるため、PCを有効活用すべきと考える。

本稿の製作にあたりご協力いただいた(株)札幌デンタル・ラボラトリー、(医)メモリアル会メモリアル歯科、まさき歯科小児歯科、(株)ジーシー、デンツプライ三金(株)、ノーベル・バイオケア・ジャパン(株)の皆様へお礼を申し上げます。