

# 口腔内スキャナーを用いて製作した補綴装置の臨床精度

—各種口腔内スキャナーの特徴及び間接法による製作物との比較検証

大下 弘 Hiroshi Oshita 吉岡康行 Yasuyuki Yoshioka  
株式会社シケン (徳島県小松島市)  
E-mail: hiroshi-oshita@shiken.biz

## はじめに

歯科領域におけるデジタル化の進展に伴い、ラボサイドにおいてはCAD/CAMによる補綴装置の製作が多くの歯科技工所で行われている。一方チェアサイドにおけるデジタル化の動きとして、口腔内スキャナーによる印象採得が挙げられる。これらはまだ一般的な手法とまでは言えないものの徐々に広がりを見せており、近い将来多くの歯科医院での導入が予測される。

歯科用CAD/CAMシステムは、計測装置・設計装置・加工装置の3つの部分から構成されており、計測装置(3Dスキャナー)による計測方法には、従来通りの印象採得から作業用模型を製作し、これを3次元スキャンするタイプ(間接法)と、プローブ(測定装置)を直接口腔内に挿入してスキャンするタイプ(光学印象法・直接法)がある。そしてこれらの方法により得た測定データを基にCADデザインソフトで設計を行い、そのデータをCAMソフトに転送し、ミリング(切削)加工により材料を形成し補綴装置を製作する方法が主流となっている。

最近では多種多様なCAD/CAMシステムが販売されており、それらを組み合わせることにより様々な素材をミリングできるようになった。適応となる補綴装置もクラウン・インレー・ブリッジ・インプラントと幅広く、多面性を帯びてきている。当社では各種口腔内スキャナーを使用したデジタル技工に取り組んでおり、本稿ではその臨床精度及び間接法によるデジタル技工との比較、また高透光性ジルコニアを使用して直接法により製作した補綴装置の審美性について紹介したい。

## 口腔内スキャナーの普及の現状と今後の予測

口腔内スキャナーはケルン国際デンタルショー(IDS)2013に登場して以来、IDS2017までに世界の各メーカー22社から製品が発表されている(表1)。

またその市場については、アメリカの市場動向調査会社のレポート<sup>1)</sup>によると、2014年から2020年まで年平均成長率が世界では17.1%、アジア地域では20.1%になると言われており、その中でも日本は口腔内スキャナー市場の拡大に最も貢献すると予測されている。

## 各種口腔内スキャナーの比較

現在日本国内では数社の口腔内スキャナーが認可されているが、その代表的なメーカーの製品について、薬事状況・コネク初期設定費用及びクラウド使用料(歯科医院)・コネク初期設定費用(歯科技工所)・スキャンエクスポート・データのやりとり・5年間のランニングコストを表2,3にまとめた。また、それぞれの製品の特徴を以下に紹介する。

### 1. 『True Definition Scanner』(3M ESPE)

『True Definition Scanner』はモノクロ方式でスプレーを塗布するタイプである。光学印象を行うとクラウドサービスセンター(海外)にてSTLファイルに変換し、ラボへ転送される。また、30XZファイル形式(3Shape用)・xorderファイル形式(dental wings用)・exoファイル形式(exocad用)といった、各CAD専用のファイル形式にも対応可能である。ラボではMMS(マージンマーキングソフトウェア)にてプレ

機種	メーカー	国
CS3500	Carestream	アメリカ
PlanScan	Praneca	フィンランド
iD3(MHT OEM)	MyRay	イタリア
ELIOScan	Steinbichler	ドイツ
Cyrtina Intra Oral Scanner	CYRTINA	オランダ
3D CKaHep KaMeoa	vniiofi	ロシア
Orascanner2	suressmile	ドイツ
Direct Scan	Hint-Els	ドイツ
intrascan3D	imes-icore	ドイツ
cara TRIOS	Heraeus Kulzer	ドイツ
ormco LYTHOS	KaVo/Ormco	ドイツ
CEREC Omnicam	Sirona	ドイツ
condor scanner	condor/MFI	ベルギー
dwio	Dental Wings	カナダ
PlanScan	Henry Schein	アメリカ
TRIOS	3Shape	デンマーク
True Definition Scanner	3M ESPE	アメリカ
iTero	Align	オランダ
MIA3D station	Densys3D	イスラエル
3Dprogress	Sescoi/3DReshaper	ドイツ
IOS Fast Scan	Glidewell	ドイツ
ceramill TRIOS	Amann Girrbach	ドイツ

表1 IDS2017までに発表された口腔内スキャナー一覧

表2 日本で主に使用されている口腔内スキャナーの特徴

	True Definition Scanner	CEREC Omnicam	トロフィー 3DI フロ CS3600	TRIOS 3	iTero element
製造販売元	3M ESPE	Dentsply Sirona	ヨシダ	3Shape	align
II認可:一般補綴	承認	承認	承認	承認	承認
II認可:矯正	承認	承認	未定	申請中	承認
II認可:インプラント	承認	承認	未定	申請中	承認
コネク初期設定費用(歯科医院)	3Mコネクセンターライセンス料を含む	シロナコネク 50,000円	トロフィーコネク 0円	3Shape communicate ライセンス料を含む	マイアラインテック ライセンス料を含む
コネククラウド使用料(歯科医院)	3Mコネクセンターライセンス料を含む	シロナコネク 0円	トロフィーコネク 5年間12万5千円	3Shape communicate ライセンス料を含む	マイアラインテック ライセンス料を含む
コネク初期設定費用(歯科技工所)	0円 各種CAD設備必要	初期費用20,000円 inLab設備必要	0円 各種CAD設備必要	0円 3Shape設備必要	0円 各種CAD設備必要
スキャンエクスポート(はき出し)	エクスポート不可	STL(オプションソフト) SW4.5以上	DCM/PLY/STL	30XZまたはSTL 販売元による	STL
データのやり取り(提携ラボへの送り方)	・専用クラウドのみ	・専用クラウド ・メールに添付して送る ・USB等の媒体で送る	・専用クラウド ・メールに添付して送る ・USB等の媒体で送る	・専用クラウド ・メールに添付して送る ・USB等の媒体で送る (販売元により違いあり)	・専用クラウド ・メールに添付して送る ・USB等の媒体で送る

表3 日本で主に使用されている口腔内スキャナーの運用に掛かるコスト

機種	メーカー	定価	5年間ライセンス料込価格	別途PC
True Definition カート	3M ESPE	458万円	638万円	不要
True Definition モバイル		220万円	400万円	不要
CEREC Omnicam セット (CADソフト標準装備)	Dentsply Sirona	640万円	640万円	不要
CEREC Omnicam 単体		495万円	495万円	不要
3DIシステム (CS3500)	ヨシダ	295万円	345万円	必要
3DIプロ (CS3600)		495万円	545万円	必要
TRIOS 3	3Shape	488万~780万円	648万~930万円	必要
iTero element (矯正&補綴モード)	align	560万円	800万円	不要
iTero element (補綴モードのみ)		280万円	520万円	不要



パレーション・トリミング・マージン・マウント設定・編集処理を行う。

## 2. 『CEREC Omnicam』 (Dentsply Sirona)

CEREC システムは 1985 年に世界初の歯科用 CAD/CAM として登場し、2014 年にはカラーバージョンでパウダーフリーの『CEREC Omnicam』が販売されている。光学印象した口腔内データは専用のクラウドを介して歯科医院から歯科技工所へ転送することができるが、チェアサイドではエクスポートできないクローズシステムとなっている。また同社の inLab システムを導入している歯科技工所でなければデータを受け取ることはできない。

## 3. 『トロフィー 3DI プロ』 (ヨシダ)

『トロフィー 3DI プロ』は、パウダーフリーでスキヤニングが可能である。コンピュータに USB 接続することで運用が可能のため広いスペースを確保する必要がなく、高速静止画連続スキヤン方式により従来機種の『トロフィー 3DI システム』と比較しスキヤン速度が飛躍的に向上している。

スキヤン後のデータのやりとりはワンクリックで STL または PLY 形式に変換が可能である。そして、歯科医院と歯科技工所をつなぐクラウド型オーダーシステム「トロフィーコネクト」でデータのやりとりを行う。

特徴として、① スキヤニング作業をアシストするガイダンス機能、② 支台歯形成の参考となるアンダーカット表示機能及び支台歯距離測定機能、③ 咬合状態を確認するためのカラーマッピング機能等が備わっている。

## 4. 『TRIOS 3』 (3Shape)

『TRIOS 3』はカラー及びモノクロどちらでもスキヤンが可能であり、フルカラー HD 画質により高精度の画像を取得することができる。特に、正確なマージンラインの再現性が高いのが特徴である。スキヤニングと合わせてシェード測定も可能で、VITA 社のクラシカル及び 3D マスター、Ivoclar Vivadent 社のクロマスコープに対応している。スキヤンしたデータは 30XZ ファイル形式にて USB で受け渡すことも可能だが、3Shape communicate (クラウド) にラボ登録すると

歯科医院から簡単に口腔内スキヤン後のデータを受け取ることが可能になる。

## 口腔内スキヤナーのタイプの違いにより考慮すべきポイント

### 1. ビデオ形式とカメラ形式の違い

最近の機種の大半はビデオ形式になっており、カメラ形式と比較して正確なデータを得ることができる。しかしデータ自体が重く、転送するには注意が必要である。例えば単冠のデータをスキヤンする場合は、必要最低限のエリアをスキヤンすることが理想であり、全顎のデータをスキヤンしてしまうと変換する際に相手先の歯科技工所へ送られる時間が余分に掛かるといった問題が生じる。

データ容量の他に、ビデオ形式ではマージン部の立ち上がり部分や隅角に変位が出やすい、ゆがみが発生しやすい、スキヤンが途中で止まると次にその部分からスタートしなければならないといった欠点がある。カメラ形式では、咬合面に変位が出やすい、スキヤンの最初と最後にゆがみが出やすいといった点に注意が必要である。

### 2. カラータイプとモノクロタイプの違い

カラータイプのスキヤンデータでは、粘膜・歯・補綴装置の違いがわかりやすい、カリエス・金属・コンポジットレジン等の不備が確認できるといった利点があるが、スキヤン時にハレーションを起こしやすいことやマージン部分の確認が容易でないことが問題点として挙げられる。モノクロタイプは精度の高さやマージン部分の確認のしやすさにおいてはカラータイプより優れているが、スプレーを塗布する必要があるのが難点である。

歯科医院の立場から考えるとカラータイプでスキヤンするほうが患者への説明がわかりやすいものになるというメリットがあるが、製作者である歯科技工士の側から考えると血液の付着等の精度に影響を与える様々な要因があり、マージン設定の際には必ずモノクロデータで確認をすることが望ましい。

\* \* \*

以下、実際に直接法を用いて補綴装置を製作した症例を供覧する。

## Case 1

1 2 の単冠症例、間接法による硬質レジン冠『ルナウィング』(YAMAKIN) 及び直接法によるフルジルコニアクラウン『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』(アイキャスト) を製作し比較した。スキヤナーは『True Definition Scanner』を使用し、シェードはどちらも VITA クラシカルシェード A2 とした。



図 1, 2 口腔内写真。支台歯の状況

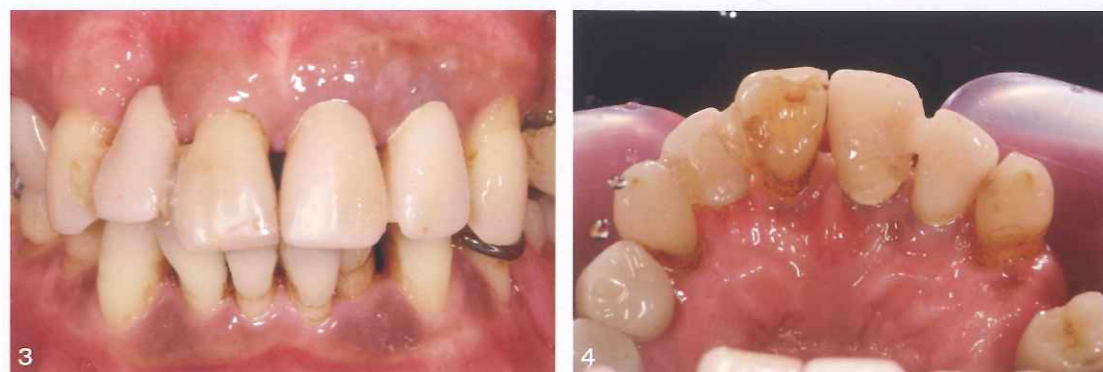


図 3, 4 同。テンポラリークラウンを装着した状態

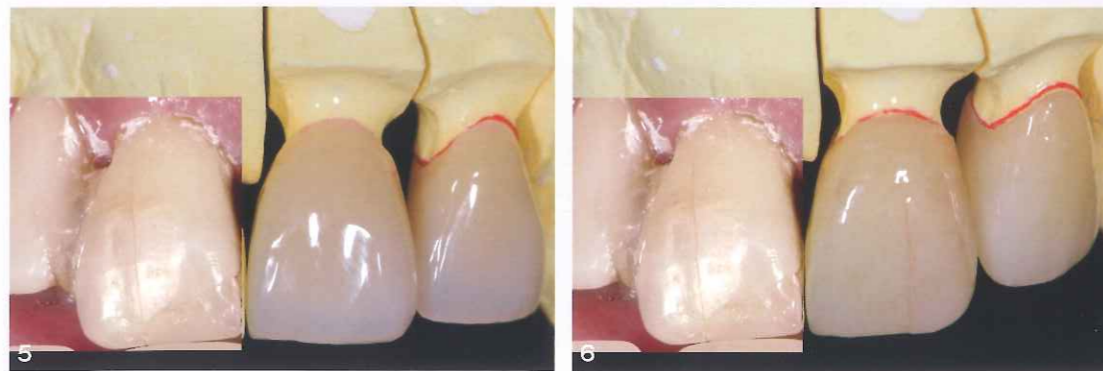


図 5, 6 模型上での適合確認。写真上で反対側と比較した。5: 間接法。6: 直接法。直接法で製作したフルジルコニアクラウンは間接法で製作した模型にて確認を行ったところ、マージンがショートしていた

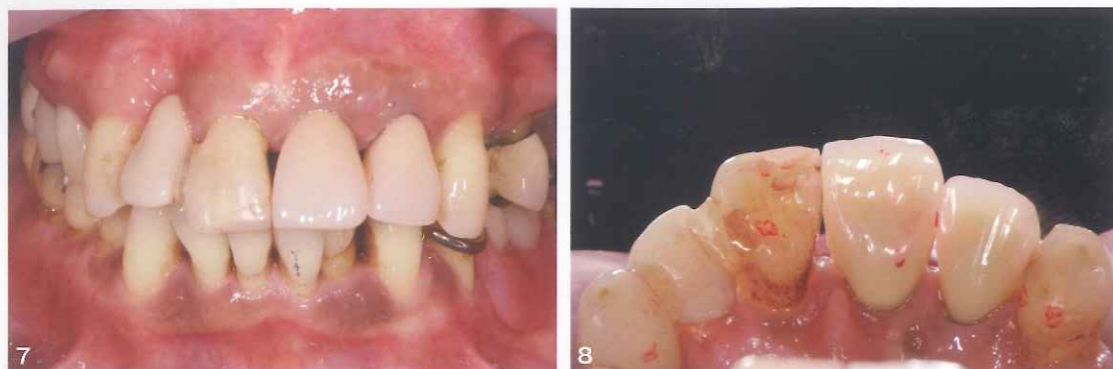


図7, 8 間接法による硬質レジンジャケット冠の口腔内試適。コンタクト（特に1 遠心側）及びバイト（2）の調整が必要であった。マージン部は調整をしていない

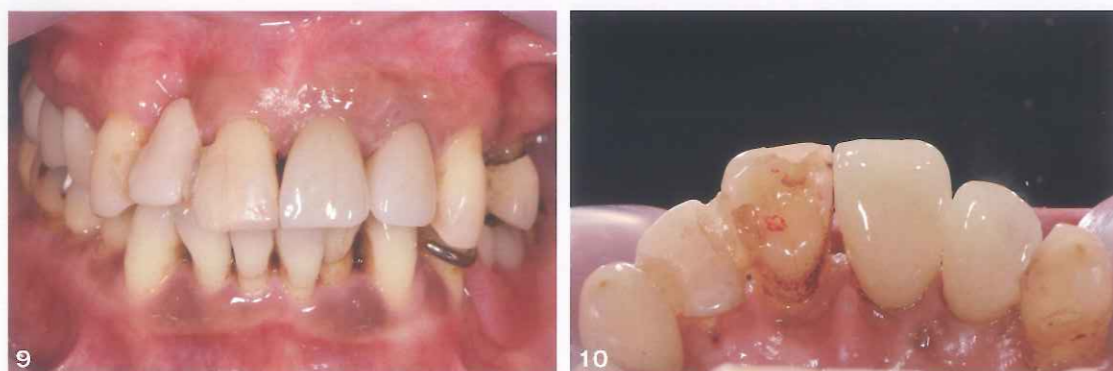


図9, 10 直接法によるフルジルコニアクラウンの口腔内試適。模型上ではマージンがショートしていたが、これは模型の膨張が原因であり、口腔内での適合は問題なかった。そのため、コンタクト・バイト・マージン部は無調整とした。デザイン形態も良く、唇側面のヘアライン等のキャラクタライズ（1）も高評価であった

### Case2

11 に製作されたテンポラリークラウンを直接法及び間接法にてコピーし、A3の『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』を用いてフルジルコニアクラウンを製作した。スキャナーは『CEREC Omnicam』を使用。



図11, 12 口腔内写真。支台歯及びテンポラリークラウンを装着した状態

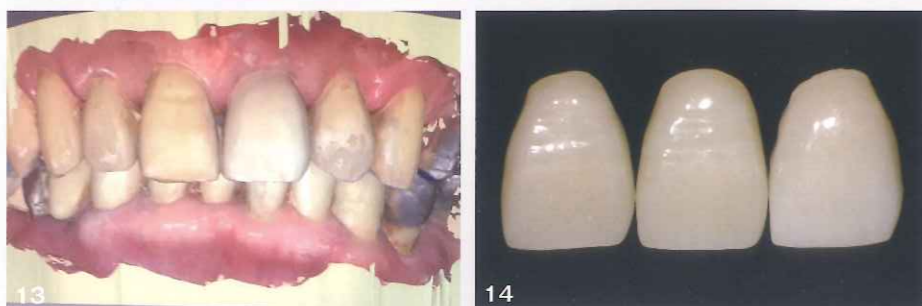


図13 テンポラリークラウンを装着した状態の口腔内スキャンデータ

図14 テンポラリークラウン（右）及び間接法によるフルジルコニアクラウン（中央）と直接法によるフルジルコニアクラウン（左）の比較

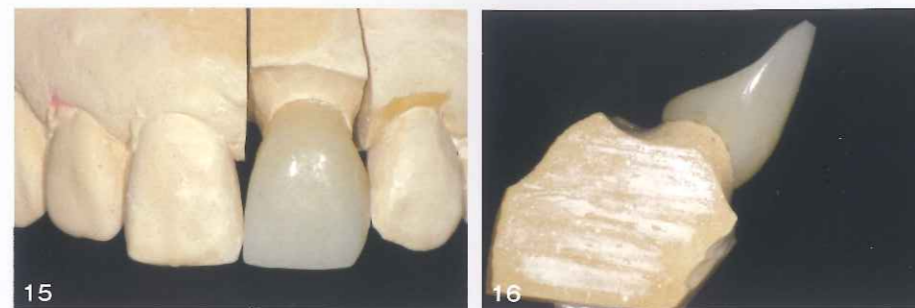


図15, 16 作業用模型上での適合確認。歯科医院で製作したテンポラリークラウン



図17, 18 同。テンポラリークラウンをダブルスキャンし、間接法にて製作したフルジルコニアクラウン

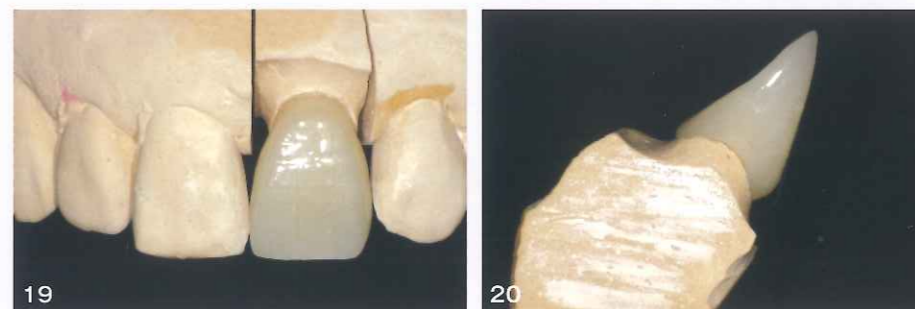


図19, 20 同。13のデータよりテンポラリークラウンを直接法にてコピーしたフルジルコニアクラウン



図21 最終装着時口腔内写真（間接法）。ダブルスキャンによりテンポラリークラウンの形態が再現され、マージン部からの立ち上がりは豊隆している

図22 最終装着時口腔内写真（直接法）。間接法と比較して立ち上がりはぐびれている。最終的には直接法にて製作したフルジルコニアクラウンを装着することとなった



### Case3

6.5.4]のインレーブリッジを製作した症例。直接法を用いて『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』及び『アダマンド ジルコニア』（アダマンド並木精密宝石）のA2にて製作した。スキャナーは『CEREC Omnicam』を使用。



図 23 ~ 25 スキャンデータ及びCAD デザイン

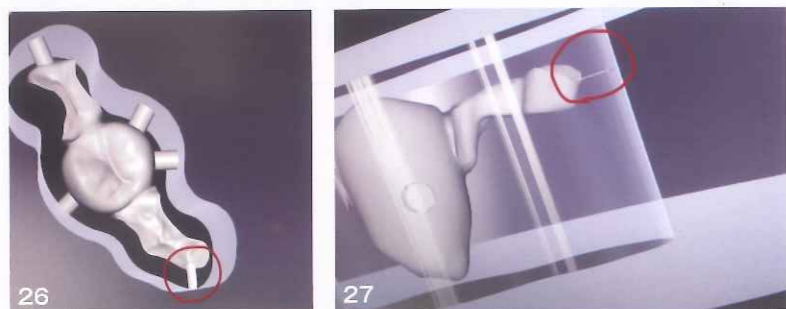


図 26, 27 スプルーの設定。スプルーは咬合面に付与した

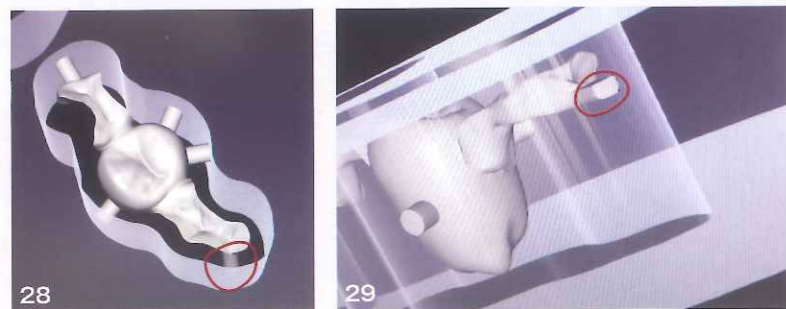


図 28, 29 加工は『inLab MC X5』（Dentsply Sirona）にて行ったが、ネスティング時にスプルーが内面にきってしまう場合もあるため注意が必要である



図 30 ~ 32 完成したインレーブリッジと『VITA PAN』（VITA）A2との比較  
30：『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』. 31：『アダマンド ジルコニア』. 32：A2 シェードとの比較

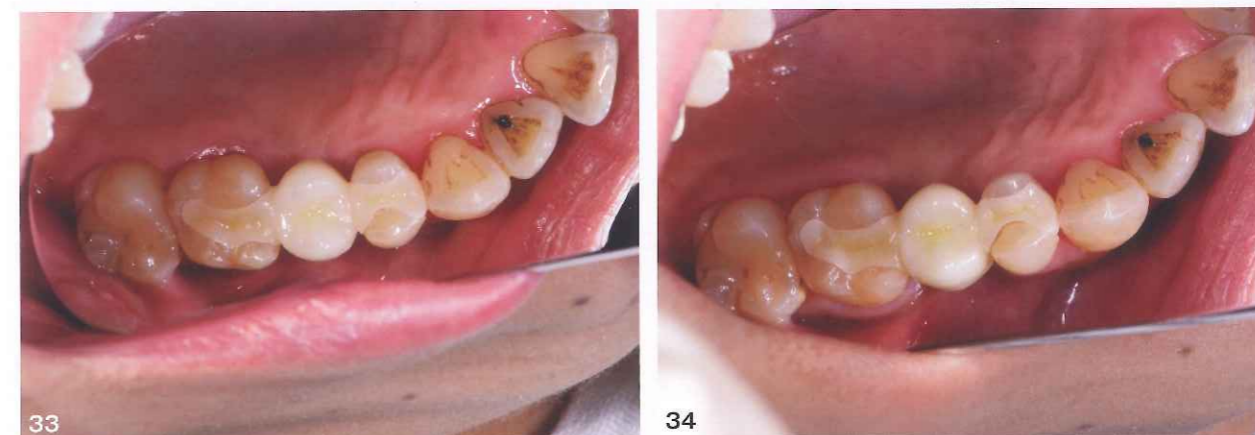


図 33, 34 試適時口腔内写真。適合はどちらも問題なかったが、審美性を考慮して直接法により製作した『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』のインレーブリッジを選択した  
33：『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』. 34：『アダマンド ジルコニア』

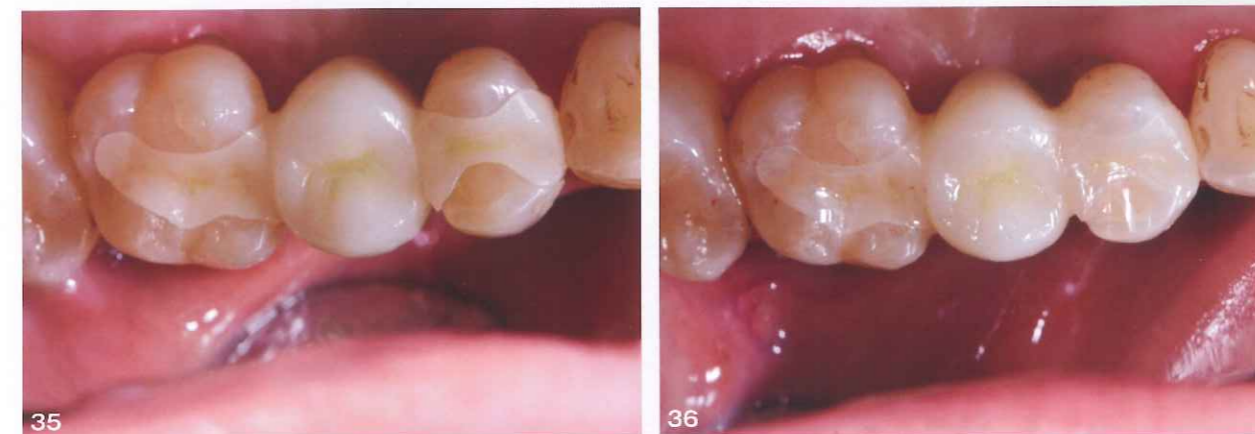


図 35, 36 接着前及び接着後の様子。4]近心のコンタクトは調整したが、咬合調整は行っていない。インレーの場合、ボンディング材を上手に使用することで審美性が向上するため、プライマー併用型接着性レジンセメントである『パナビア V5 ユニバーサル』（クラレノリタケデンタル）にて接着した。適合は問題なく、色調も歯科医師、患者共に高評価であった  
35：接着前. 36：接着後



### Case4

6)にスクリーリテイン式のインプラントを製作した症例。直接法を用いて『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』A2にて上部構造を製作した。スキャナーは『CEREC Omnicam』を使用。

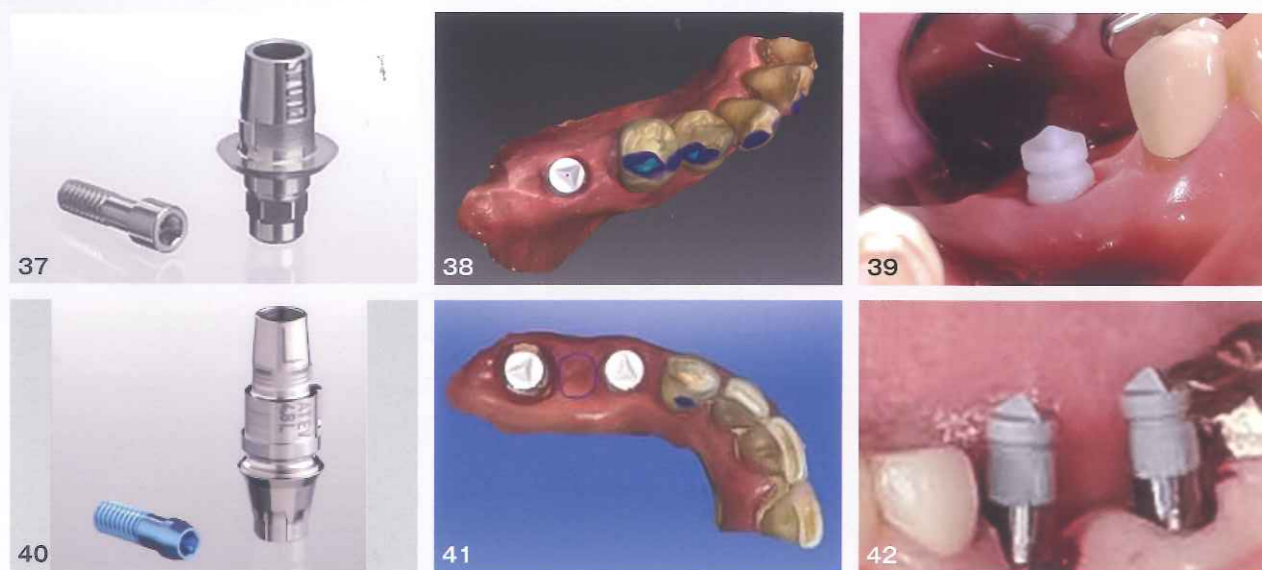


図37～42 本症例に用いたDentsply Sirona社のinLabシステムでは、インプラント症例においてスキャンを行う場合、『スキャンボディ』(Dentsply Sirona)をチタンベースに装着する方法(図37～39)とスキャンポストに装着する方法(図40～42)の2種類がある。今回はチタンベースにスキャンボディを装着する方法をとった

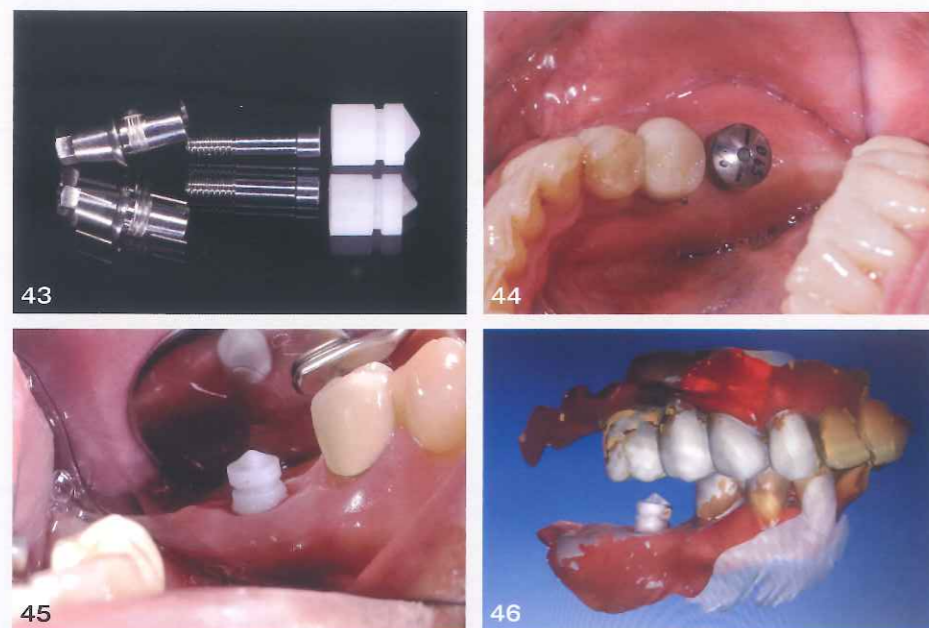


図43～46 ヒーリングキャップを外し、CEREC用チタンベースとスキャンボディを口腔内に装着してスキャンを行った。先に装着したチタンベース上にスキャンボディを押し込むようにして取り付けるため、歯科医師は装着の際にずれないように注意しながら作業を進める必要がある。43：使用したCEREC用チタンベース・技工用スクリーン・スキャンボディ。44：ヒーリングキャップが装着されている状態。45：スキャンボディを取り付けた状態。46：口腔内スキャンデータ

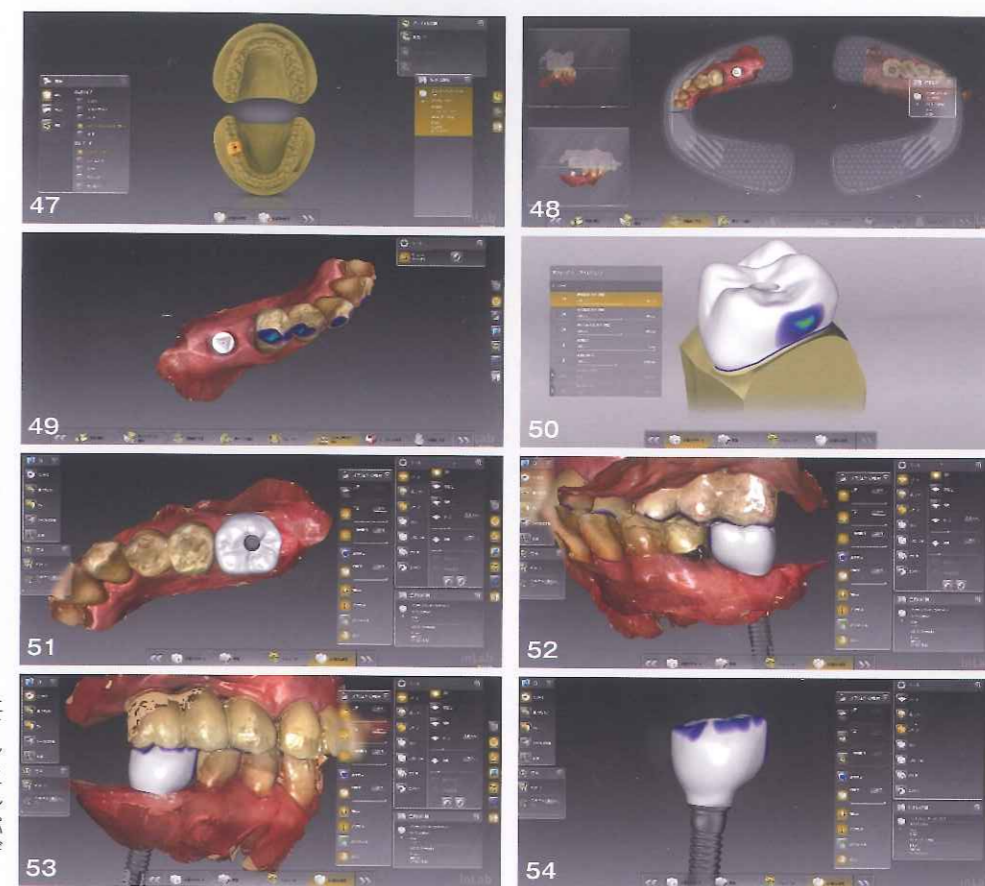


図47～54 ラボにて上部構造形態のCADデザインを行った。バイト・コンタクトは当然ながら、エマージェンスプロファイルの付与やマージン設定、パラメータ設定を考慮してデザインする必要がある

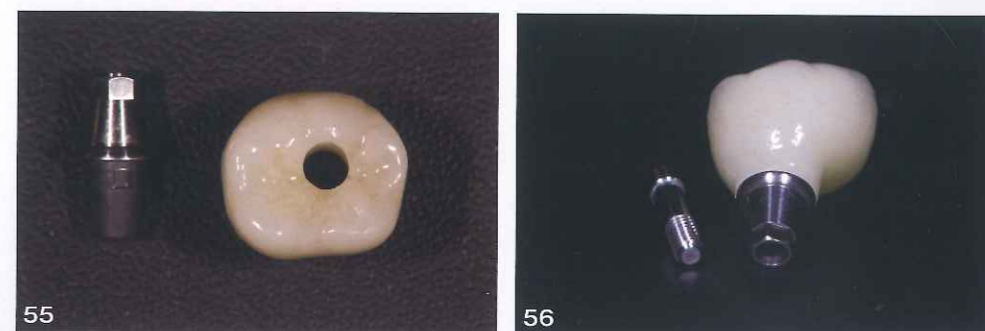


図55, 56 チタンベースと完成した上部構造  
55：接着前。56：接着後

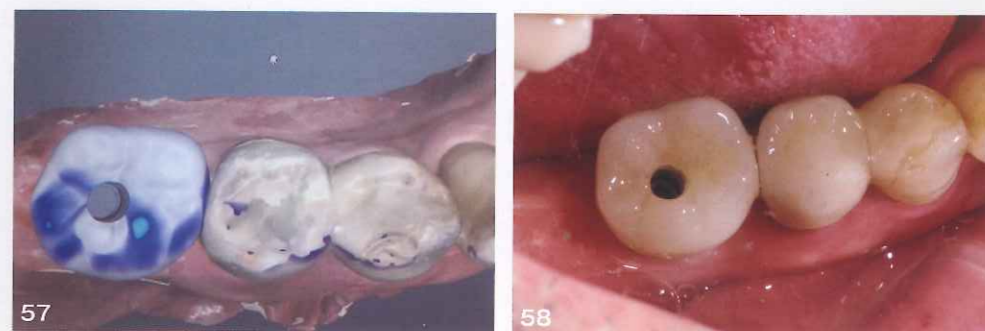


図57, 58 デザイン時と最終装着時口腔内写真の比較。カントウアの形態や色調、適合等、いずれも問題なく装着することができた



### Case5

2 ㄧ 2 の単冠症例。直接法による『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』を用いたフルジルコニアクラウンと、間接法による『ルナウィング』を用いた硬質レジン冠をそれぞれ製作した。スキャナーは『トロフィー 3DI プロ』を使用し、シェードはどちらも A3 とした。



図 59 ~ 61 支台歯口腔内写真及び DCM 画像 (モノクロ・カラー)。モノクロ・カラーのどちらにも対応している機種の場合、両方のデータで確認することが望ましい

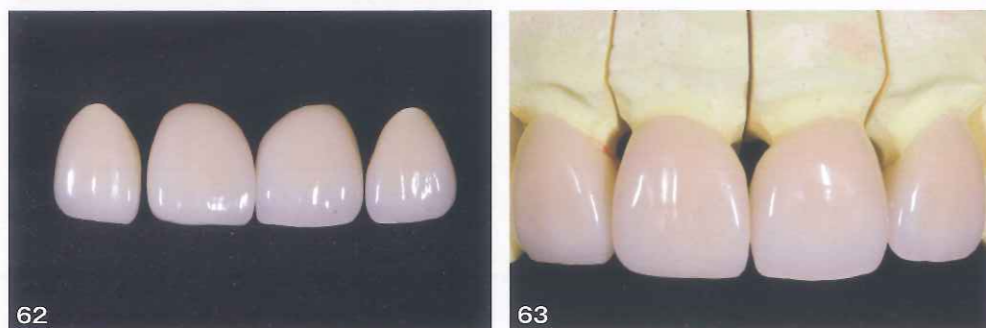


図 62 ~ 65 それぞれの完成品及び模型上で確認した様子。62, 63: 間接法により製作した硬質レジンジャケット冠。64, 65: 直接法により製作したフルジルコニアクラウン



図 66 間接法により製作した硬質レジンジャケット冠の最終装着時口腔内写真。コンタクトは良好で、バイトは多少調整する必要があった。適合は良好であったが、マージン部が若干干渉していたため調整を行った



図 67 直接法により製作したフルジルコニアクラウンの最終装着時口腔内写真。バイト調整は必要なく、コンタクト調整のみ行い、適合も良好であった。患者は高齢で隣在歯が暗めであり、フルジルコニアクラウンのほうが色調が合っていたため、最終的にこちらを装着した

### Case6

3 ㄧ 3 の単冠症例。直接法にて A0 の『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』を用いたフルジルコニアクラウンを製作した。ステイニングは行っていない。また、スキャナーは『TRIOS 3』を使用した。

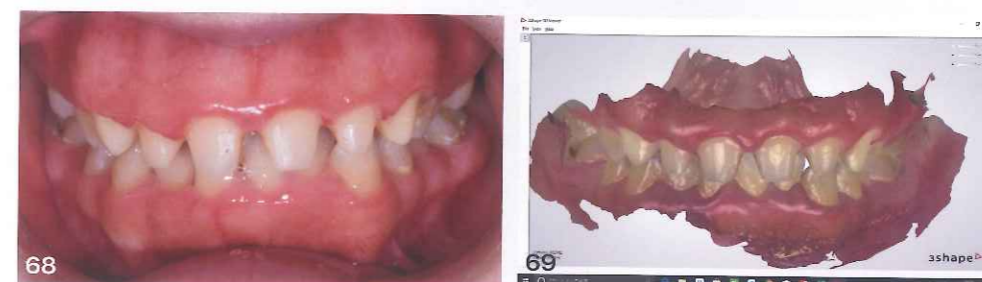


図 68, 69 支台歯の状況。口腔内写真及びスキャンデータ



図 70, 71 歯科医師の指示によりクラウンの形態は左側のプロビジョナルレストレーションに合わせた。また、マージン確認用に模型を使用した。70: プロビジョナルレストレーションを装着してスキャンしたデータ。71: CAD デザイン



図 72 ~ 74 最終装着時口腔内写真。患者は「前歯 6 本を白く綺麗な歯にしたい」と希望しており、高透光性ジルコニアを使用することにより患者の求める色調とすることができた。適合も良く、調整することなく口腔内に装着された



### Case7

5 4 3 2]及び[5 6 7 にブリッジを製作した症例。直接法にてA1の『ベレッツァ ハイトランス ジルコニア』を使用し、ステイニングを施した。スキャナーは『TRIOS 3』を用いた。



図 75～78 支台歯スキャンデータ。血液や唾液付着の有無、マージン部、歯肉の圧排状態等に注意する。本症例のようなブリッジのケースでは、支台歯間の平行性も細かく観察する必要がある。75, 76: 上顎右側, 77, 78: 下顎左側



図 79～82 CAD デザイン。咬合調整はすべて対合歯で行うため、咬合挙上することを前提に理想咬合平面を基準としてデザインするよう歯科医師から指示を受けた



図 83～86 最終装着時口腔内写真。前述の理由から補綴装置に対する咬合調整は行っていない。理想咬合平面を基準として製作する場合、前歯部を含む症例であっても反対側を参考にできるケースではCAD デザインが容易である

### おわりに

今回提示したように、光学印象により得られた口腔内データから製作する補綴装置は、いずれの機種を用いた場合でも高い精度を有しており、間接法により製作したものと比較しても遜色ないか、それ以上である。口腔内スキャナーの使用は、安定して精度の高い補綴装置を製作できる点で歯科医院のみならず歯科技工所においても大きな恩恵を享受できると言える。

通常、歯科医院から預かる石膏模型を基に製作する場合、印象材の収縮や石膏材の膨張の影響で模型に変形や歪みが生じてしまい適合不良となるケースが多分にあるが、口腔内を直接スキャンしたデータの場合はそのような影響を受けることがないため、補綴装置の無駄な再製

作を抑止する効果も期待できる。

光学印象に必要な支台歯形成やスキャンの技術が歯科医師に求められることは言うまでもないが、従来印象法（間接法）と比較した実際の症例では、口腔内スキャナーを使用した光学印象法（直接法）で製作した補綴装置のほうが口腔内へ適合良く装着されている。口腔内スキャナーを使用したデジタル技工では、歯科技工士の手作業では到底及ばない高い精度が得られるため、今後も患者に喜ばれる超高精度なCAD/CAMによる補綴装置の製作に挑戦したい。

### 参考文献

- 1) Transparency Market Research : Digital Impression Stand-alone Scanners Market. <https://www.transparencymarket-research.com/report-toc/2113>