

## 歯科用 CAD/CAM CEREC 3D システムを用いた セラミック修復の臨床

風間龍之輔, 継 祐介, 内山真紀子, 山田 博仁,  
安西 正明, 山本 昭夫, 笠原 悦男

松本歯科大学 歯科保存学第二講座

Ceramic restoration using a dental CAD/CAM CEREC 3D system

RYUNOSUKE KAZAMA, YUSUKE TSUGU, MAKIKO UCHIYAMA, HIROHITO YAMADA,  
MASAAKI ANZAI, AKIO YAMAMOTO and ETSUO KASAHARA

*Department of Endodontics and Operative Dentistry School of Dentistry,  
Matsumoto Dental University*

### Summary

The dental CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) CEREC system, is able to fabricate ceramic inlays, onlays, crown and laminate veneer restorations at the chair-side. The original concept of this system was an one-day session for all-ceramic reconstruction by taking an optical impression of intraoral preparations directly with a CCD camera based on the active triangulation method and automatically making the restorations by CAM with diamond burs at the chair-side. We placed 4 inlay restorations in 4 patients, 3 onlay restorations in 3 patients and 4 crown restorations in 3 patients using this system. Patient ages were ranged between 22 and 56 years old. All restorations were designed and fabricated with newest CEREC 3D system. There were no clinical problems recorded two months after the work was performed.

### 緒 言

従来, セラミックスによる歯冠修復物の製作には, 熟練した技術と長時間におよぶ技工操作が必要であった。近年, このようなセラミックスによる歯冠修復物の製作に, コンピューターの応用が試みられている。なかでも1985年に, スイスのMörmannらにより開発された歯科用 CAD/CAM CEREC (Siemens AG, Germany) は, チェアー

サイドで窩洞の光学印象と, セラミックスブロックの切削を行って, インレー, アンレー, クラウンおよびラミネートベニアの製作を短時間で行うことを可能にしたシステムである<sup>1)</sup>。開発から18年経過した現在, 世界で最も普及し, 多数の基礎的および臨床的研究報告がなされている<sup>2-10)</sup>。本システムは, 初代機 CEREC システムから, 大幅なハードウェアの変更がなされた CEREC 2 システムを経て, 現在 3 世代目である CEREC



Fig.1: CEREC 3Dシステム 左:ミリングユニット, 右:イメージングユニット

3Dシステム (Fig.1) が市販, 応用されている。

本システムの特徴である光学印象採得は, 口腔内 CCD カメラを使用して行うために従来の印象材を必要としない<sup>1)</sup>。形成された窩洞および支台歯の3次元情報を短時間 (約0.8秒) で計測可能であるため, 従来の印象用材料に対して抵抗のある患者にも有用と考えられる。本システムで用いる CCD カメラは能動三角測量法の原理を応用し, ピエゾ素子により共振するスリットを透過させた発光ダイオード (LED) の反射光を CCD で計測することで3次元情報を取得する。その際 LED の反射を均一かつ高率に行うために, 形成歯, 隣在歯および対合歯の印記された咬合採得材に対して酸化チタンの粉末を噴霧 (パウダリング) する必要がある<sup>7,11)</sup>。(図5)

前世代機である CEREC 2システムまでは, 修復物の設計作業を2次元的な複数の断面画像を用いて行っていたため, 設計中の修復物の概形を感覚的に把握することが困難であった<sup>12,13)</sup>。現在の CEREC 3Dシステムでは最新の3次元画像構築技術により, ラボで用いる間接模型同様のモデルを画面上に表示することが可能であり, 修復物の設計作業も複数のツールパレットにより, 従来の可撤式模型上へのワックスアップ作業と同様の直観的な操作により行うことが可能である<sup>14)</sup>。

オールセラミック修復物の削り出しはミリングチャンパー内のダイヤモンドツールにより行われる。左右に配置された異なる先端形態のダイヤモンドバーが注水下で連動しながら, 工場における厳重な品質管理下で規格生産されたセラミックブロック (VITA Bloc Mk II, VITA Zahnfabrik, Germany) より削り出しを行う<sup>1,7,12,13)</sup>。本セラミックブロックは粒子径が4 $\mu$ mと微小であり, 均一で気泡を含まない焼成状態を示すことから, 天然歯エナメル質と同等の硬度を実現している<sup>15,16)</sup>。修復物の削り出しに要する時間は20分以内であり<sup>14)</sup>, この短時間に完了する製作工程により即日修復を可能にしている。

今回, 本システムを応用した修復処置を行い, 臨床的に問題なく経過しているので報告する。

### 症例紹介

我々はこれまでに本システムを用いて, 4名4歯にインレー修復を, 3名3歯にアンレー修復を, また3名4歯にクラウン修復を行う機会を経験した。その内訳はインレー修復が女性4名で, 年齢は25~28歳であり, アンレー修復が女性3名で年齢は26~53歳, クラウン修復が男性1名および女性2名で, 年齢は22~56歳であった。以下にその代表例を紹介する。なお, すべての修復処置は, 本法による治療経験5年を有する歯科医師が十分な説明を行い, 患者の同意が得られたうえで治療を行った。

#### 症例1 (Fig.2)

患者:40歳 女性

初診:平成16年5月10日

主訴:審美修復

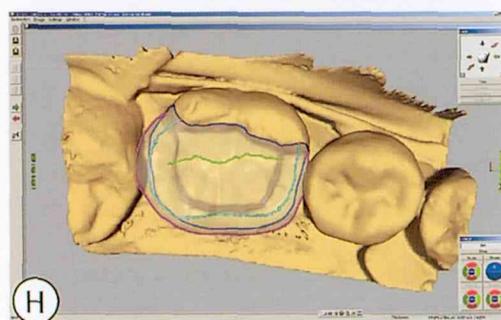
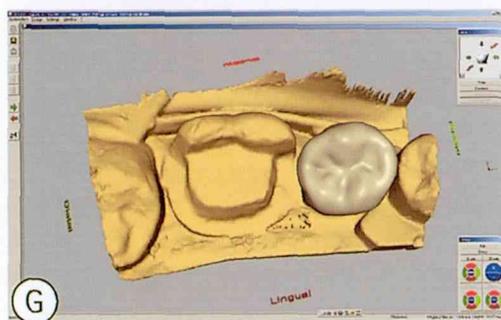
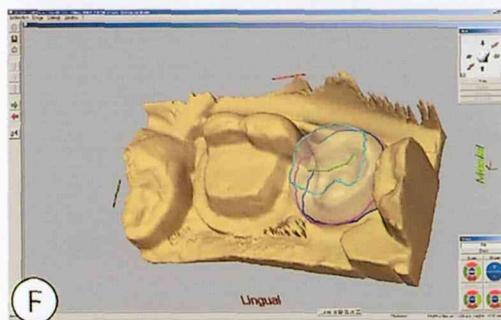
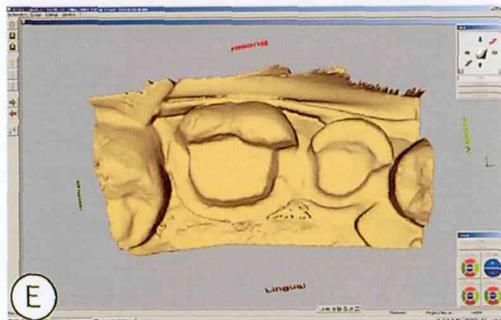
臨床診断:左下6う蝕症第3度, 慢性根尖性歯周炎, 左下5う蝕症第2度

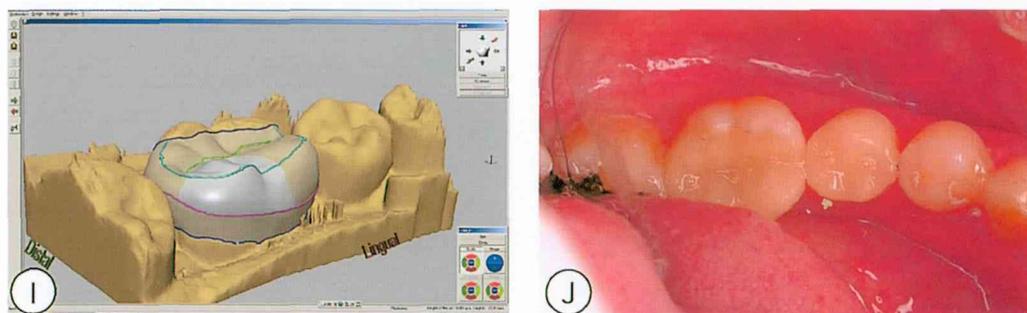
治療経過:左下6は本学保存科において根管処置終了後, コンポジットレジン築造を施されていたが, 菲薄な近遠心舌側咬頭下に着したう蝕を認めたため

(Fig.2-A), 頬側咬頭を保存したアンレー窩洞形成を行った。左下5は4/5冠が装着されていたが, 修復物下の2次う蝕および患者の審美的要求のため同日除去し, 支台形成を行った。両患歯に連続ラバーダム防湿を施し, 酸化チタンパウダーを噴霧後 (Fig.2-B) CEREC 3D CCD カ

メラにより光学印象採得を行った (Fig.2-C)。光学印象画像は左下7近心部より左下4遠心部まで近遠心的に CCD カメラの位置が異なる位置より3回採得した。CEREC 3 D ソフトウェアにて画像の重ね合わせを行い、合成された画像上で左下5の4/5冠の設計を行った (Fig.2-D-

G)。左下5の修復物の削り出しの間、左下6修復物の設計を行い (Fig.2-H, I)、左下5修復物の削り出し終了後、ただちに左下6修復物の削り出しを行った。それぞれサイズ I 12, シェード A 3 の VITA Bloc Mk II より修復物を製作した。修復物の装着はレジンセメント (クラパール DC





**Fig.2**: 症例1 下顎左側第二小臼歯および下顎左側第一大臼歯アンレー修復

- A: 下顎左側第一大臼歯の治療中, 審美修復を希望して紹介を受けた。  
 B: 下顎左側第二小臼歯の4/5冠除去後, 下顎左側第一大臼歯とともに支台形成を行い, ラバーダム防湿下にパウダリングを行った。余分な酸化チタン粉末の飛散を防止するため, 患歯近傍にて吸引を行う。  
 C: CEREC 3D システムのモニター上にリアルタイム表示される CCD カメラによる撮像を確認しながらカメラヘッドの位置調整を行う。カメラのシャッターはフットペダルにより切ることが可能であるため, 両手でカメラを把持できる。  
 D: チェアサイドでの修復物の設計。  
 E: 複数の画像を合成することで, カメラの撮像領域を超えた広範な口腔内情報の採取が可能となる。  
 F: 先に下顎左側第二小臼歯クラウン修復物の設計を行う。  
 G: 先に設計の終了した修復物の情報は, 製作工程で利用されるとともに隣接修復物の設計データ上で用いられる。  
 H: 下顎左側第一大臼歯の設計。  
 I: 画面上の仮想模型を任意の方向から確認することができるため, 最大豊隆部や咬頭の位置を歯列に調和させることが可能。  
 J: 平成16年5月13日, 即日修復にて下顎左側第二小臼歯4/5冠および下顎左側第一大臼歯アンレーを装着した。

セメント, ユニバーサル色) により5月13日に行った (Fig. 2-J)。術後2ヶ月経過するが, 臨床的に問題なく経過している。

#### 症例2 (Fig. 3)

患者: 28歳 女性

初診: 平成16年5月10日

主訴: 審美修復

臨床診断: 右下7う蝕症第2度, 慢性根尖性歯周炎

治療経過: 患歯は本学保存科において根管処置を行うために, 咬合面から頬側に暫時的にコンポジットレジンによる隔壁を施されていた (Fig. 3-A)。根管処置終了後, コンポジットレジン除去し, 窩洞を整えた後に簡易防湿下にてパウダリングを施し, CEREC 3D により光学印象採得および修復物の設計を行った (Fig. 3-B-D)。VITA Bloc Mk II I 12サイズ A3 シェードよりセラミックインレーを製作した (Fig. 3-E)。修復物の装着はレジンセメント (クラパール DC セメ

ント, ユニバーサル色) により5月10日に行った (Fig. 3-F)。術後2ヶ月経過するが, 臨床的に問題なく経過している。

#### 症例3 (Fig. 4)

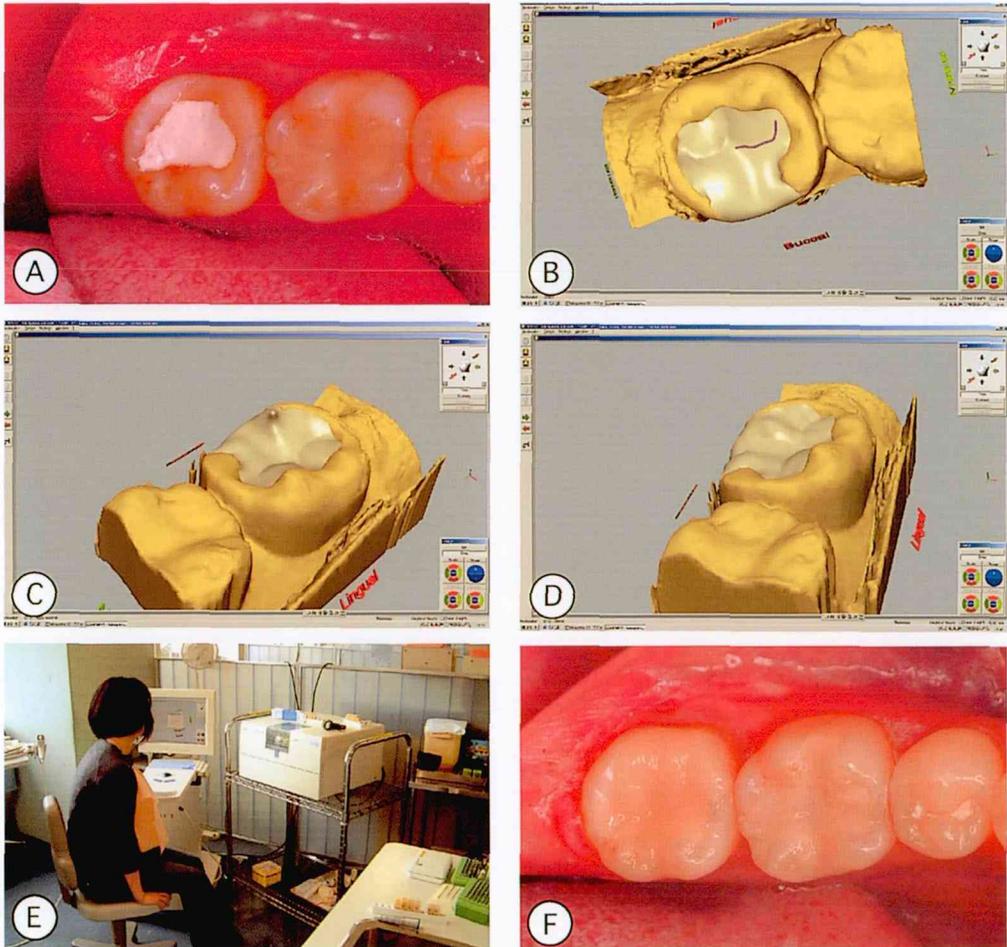
患者: 52歳 女性

初診: 平成16年5月18日

主訴: 審美修復

臨床診断: 右下5う蝕症第3度, 急性全部性歯髄炎

治療経過: 患歯は本学保存科において根管処置を行った。コンポジットレジン築造を施した患歯は全周1mm幅のフルショルダー形成を行い (Fig. 4-A), ラバーダム防湿下にてパウダリングおよび光学印象採得を行った。設計時に遠心辺縁部の読み取りが困難であったため (Fig. 4-B, C), 支台歯辺縁部の自動読み取り機能 (Auto Margin Finder Function) を解除しマニュアルで辺縁部 (Bottom Line) の描記を行った。クラウン修復物を設計後 (Fig. 4-D-G) VITA Bloc



**Fig.3**：症例 2 下顎右側第二大臼歯インレー修復

- A：下顎右側第二大臼歯根管処置終了時、頬側にはコンポジットレジン築造、咬合面には仮封が施されていた。
- B：各種ツールパレットを用いて、既製の歯冠データベースの修正を行う。Shape tool による小窩裂溝の修正。
- C：Drop tool により遠心頬側咬頭の盛り上げ。ワックスアップと同様の感覚で行う。
- D：Blend tool による遠心頬側咬頭部の平滑化。
- E：修復物の製作は20分以内に終了する。製作過程に興味を持つ患者は非常に多い。
- F：平成16年5月10日、即日修復にて下顎第二大臼歯インレーを装着した。

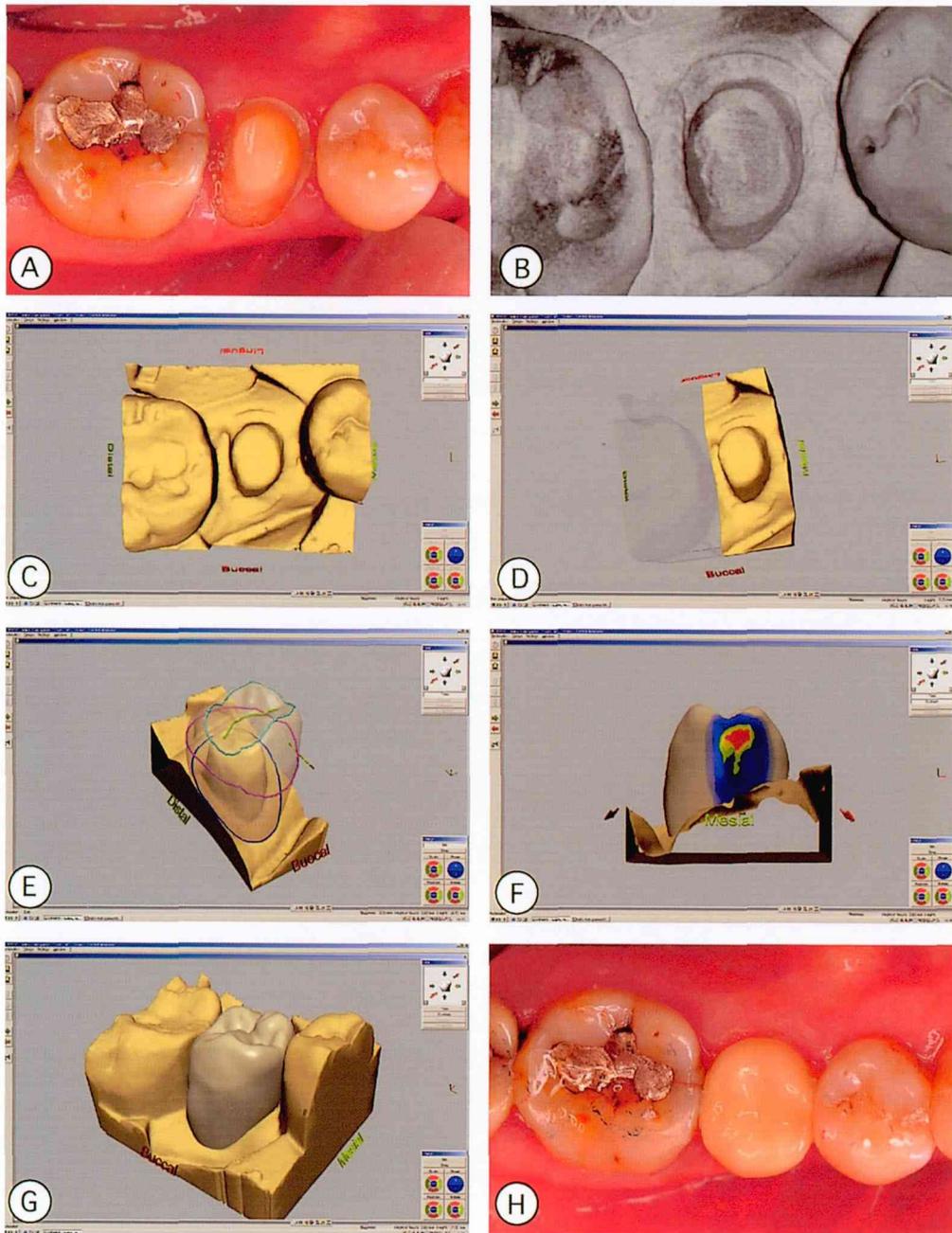


Fig.4：症例3 下顎右側第二小白歯クラウン修復

- A：下顎右側第二小白歯の根管処置終了後，コンポジットレジンにて支台築造を施し，全周1 mm幅のフルショルダー形成を行った。
- B：患歯の光学印象画像。
- C：3次元モデル構築後，遠心辺縁部の確認が困難であった。
- D：支台歯辺縁部確認およびコンタクト調整のために，予めトリミングを行っておく。
- E：Edit modeにより支台歯辺縁，修復物最大豊隆部，辺縁隆線および小窩裂溝の位置関係を確認。
- F：隣接面コンタクトの位置および強弱がカラーチャートにより表示される。赤=100  $\mu\text{m}$ 以上，黄=50~100  $\mu\text{m}$ ，緑=0~50  $\mu\text{m}$ ，青=0  $\mu\text{m}$ 以下（未接触）
- G：トリミング表示を解除して，両隣在歯との位置関係や形態の調和を確認する。
- H：平成16年5月18日，即日修復にて下顎右側第二小白歯フルクラウンを装着した。

Mk II I 12サイズ A 3 シェードよりセラミックインレーを製作した。修復物の装着はレジンセメント（クラパール DC セメント，ユニバーサル色）により 5 月 18 日に行った（Fig. 4-H）。術後 2 ヶ月経過するが，臨床的に問題なく経過している。

### 考 察

現在，多数の歯科用 CAD/CAM システムが欧州を中心に市販されているが，従来の間接模型からのデータ計測を必要とするため，既存の製作工程をなんらかの形で踏襲する必要があり，ほぼ全てのシステムがラボでの使用を前提に開発されている。

一方，CEREC システムが採用している光学印象採得によるデータ計測と短時間のセラミック修復物の削り出し工程は，チェアーサイドにおける即日修復を前提に開発されたものであり，従来法および他の歯科用 CAD/CAM と比較した場合に術者および患者の負担を大幅に軽減できることから，厚生労働省による高度先進医療の承認対象となっている<sup>16)</sup>。

また，CEREC システムはチェアーサイドで即日修復を行う，いわゆる直接法の他に，ラボサイドでの使用に特化した CEREC inLab 3D システムによる間接法による応用も可能である。この inLab システムでは単独冠から 4 ユニットブリッジまでのフレームワークを製作することが可能であり，間接模型を必要とするが，従来の Slip Cast 工程を完全に省略することが可能であるため，ラボサイドにおける作業効率を格段に高めると考えられる<sup>17)</sup>。

多種類にわたる金属アレルギーの報告や，患者の審美的要求の高まりに応じるためにも，CAD/CAM システムを応用することで製作過程の簡便化を計ったオールセラミック修復法は今後より一層の普及が期待される。

### 結 語

我々はこれまでに歯科用 CAD/CAM CEREC 3D システムを用いて，10名11歯のオールセラミック修復処置を行う機会を経験した。本システムによる修復方法は従来の方法と比較して，術者および患者に対する負担を軽減し，かつ臨床的に十分な成果が得られることが明らかとなった。

### 文 献

- 1) Mörmann WH, Brandestini M, Lutz F and Barbakow F (1989) Chairside computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence Int* **20** : 329-39.
- 2) Sturdevant JR, Bayne SC and Heymann HO (1999) Margin gap size of ceramic inlays using second-generation CAD/CAM equipment. *J Esthet Dent* **11** : 206-14.
- 3) Mörmann WH and Bindl A (1996) The new creativity in ceramic restorations : Dental CAD/CIM. *Quintessence Int* **27** : 821-8.
- 4) Mörmann W and Krejci I (1992) Computer-designed inlays after 5 years in situ : clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int* **23** : 109-15.
- 5) Mörmann WH, Brandestini M, Lutz F, Barbakow F and Gotsch T (1990) CAD-CAM ceramic inlays and onlays : a case report after 3 years in place. *J Am Dent Assoc* **120** : 517-20.
- 6) Mörmann W and Krejci I (1992) Computer-designed inlays after 5 years in situ : clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int* **23** : 109-15.
- 7) Mörmann WH and Brandestini M (1996) The fundamental inventive principles of Cerec CAD/CAM and other CAD/CAM methods. *CAD/CIM in aesthetic dentistry Cerec 10-year anniversary symposium* ; Quintessence Publishing Co, Berlin, 81-110.
- 8) Sjögren G, Molin M, van Dijken J and Bergman M (1995) Ceramic inlays (Cerec) cemented with either a dual-cured or a chemically cured composite resin luting agent. A 2-year clinical study ; *Acta Odontol Scand* **53** : 325-30.
- 9) Sjögren G, Molin M and van Dijken JW (1998) A 5-year clinical evaluation of ceramic inlays (Cerec) cemented with a dual-cured or chemically cured resin composite luting agent. *Acta Odontol Scand* **56** : 263-7.
- 10) Martin N and Jedyndakiewicz NM (1999) Clinical performance of CEREC ceramic inlays : a systematic review. *Dent Mater* **15** : 54-61.
- 11) Hembree JH Jr (1995) Comparisons of fit of CAD-CAM restorations using three imaging surfaces. *Quintessence Int* **26** : 145-7.
- 12) Parsell DE, Anderson BC, Livingston HM, Rudd JI and Tankersley JD (2000) Effect of camera angulation on adaptation of CAD/CAM restorations. *J Esthet Dent* **12** : 78-84.

- 13) Mörmann WH and Bindl A (2000) The Cerec 3 -a quantum leap for computer-aided restorations : initial clinical results. *Quintessence Int* **31** : 699-712.
- 14) 風間龍之輔, 福島正義, 竹中彰治, 福田 敬, 岩久正明 (2003) 新しいCAD/CAMソフトウェア CEREC 3Dについて. *Dental Diamond* (28) : 134-9.
- 15) Johnston WM and O'Brien WJ (1980) The shear strength of dental porcelain. *J Dent Res* **59** : 1409-11.
- 16) Morena R, Beaudreau GM, Lockwood PE, Evans AL and Fairhurst CW (1986) Fatigue of dental ceramics in a simulated oral environment. *J Dent Res* **65** : 993-7.
- 17) Kurbad A (2001) Cerec goes inLab-The metamorphosis of the system. *Int J Comput Dent* **4** : 125-43.