

特集 歯科医療のパラダイムシフト “デジタル・デンティストリー”

## 保存修復治療におけるデジタル化・即日修復

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門

小林 幹宏 真鍋 厚史

### はじめに

保存修復治療では齲蝕、破折等による硬組織疾患に対する修復手段として、直接修復方法と間接修復方法がある。直接修復法とは口腔内でコンポジットレジンやガラスアイオノマーセメントを用いた比較的小さな修復処置に選択される。一方で修復する範囲が大きい、部位、スキル等の問題より間接修復が用いられる場合がある。間接修復に用いられる材料として、メタル（金銀パラジウム合金、金合金など）、審美的な材料としてセラミックス、コンポジットレジンがある。従来の間接修復法を図1に示す。印象採得後に石膏模型そして技工士による手作業の製作と工程が複雑で即日に治療を終えることが難しかった。その間、患歯は仮の詰め物で咀嚼することになる。複数回の来院、仮封の脱離、細菌感染、不快症状、口腔粘膜の咬傷とさまざまなトラブルに遭遇することがある。直接修復法のように間接修復も即日修復することが可能になれば臨床上のトラブルを回避することができ、さらに患者の満足度も向上する。そこで現在、CAD/CAMシステムを用いることで間接法でも即日修復が可能になり歯科治療環境を改善することが出来ると考える。また、単に即日修復だけではなく多くの利点を有している。歯科医療においてCAD/CAMの発展は著しく、加工技術、ソフトの改良、特に口腔内スキャナーが以前に比較すると格段に向上している。本稿では当科にて用いられているCAD/CAMシステムとCEREC AC口腔内スキャナーを用いた即日修復の概要と臨床例を解説したい。

### 口腔内スキャナー

歯科界にCAD/CAMシステムが導入されたこと

により即日修復が可能となった。その要因の一つは光学印象採得の改良により正確な修復物の製作が可能となったことである。当科で導入しているCERECは約30年前から光学印象採得方法が用いられている。初期のCAD/CAMで製作された修復物は精度が悪いというイメージが強かった。窩洞に対して適合が悪く修復物が浮いているようなイメージでレジンセメントにて隙間を補填して接着している感覚であった。その後、CADとCAMの進歩は目覚ましく、精度が格段に向上した。その精度は従来の製法で製作された石膏模型より優れているとする研究報告もある<sup>1)</sup>。通法の間接修復の場合、シリコーン印象材が用いられる。その後、石膏によって模型を複製するがその際、シリコーン印象材は重合収縮、また石膏では硬化時に吸水硬化膨張があり模型になるまでに様々な体積変化を引き起こす。当科の光学印象採得用の口腔内スキャナーを図2に示す。青色発光ダイオードを応用した口腔内スキャナーで光学印象する時は歯面を乾燥させた後、酸化チタンからなるパウダーを口腔内に均等に噴射する（図3）。それにより光の乱反射を抑制でき正確な光学印象が可能となる（図4）。直ちにモニター上に3D模型を複製することができるため印象の確認がその場でできる利点もある。窩洞形成時のアンダーカット等の問題も直ぐに確認でき、問題があれば再度光学印象ができる。また瞬時に画像化できることで患者への説明に用いて明確なコンサルテーションもでき、患者に対する治療説明に効果的に応用することが可能となった。また、デジタル化されたことにより窩洞形成前後をデータとして保存することもできることから、術後の窩洞状態の観察や、修復処置の必要のない健全歯をデータとして保存し、将来に治療が必要になった場合などにも応用することができる。

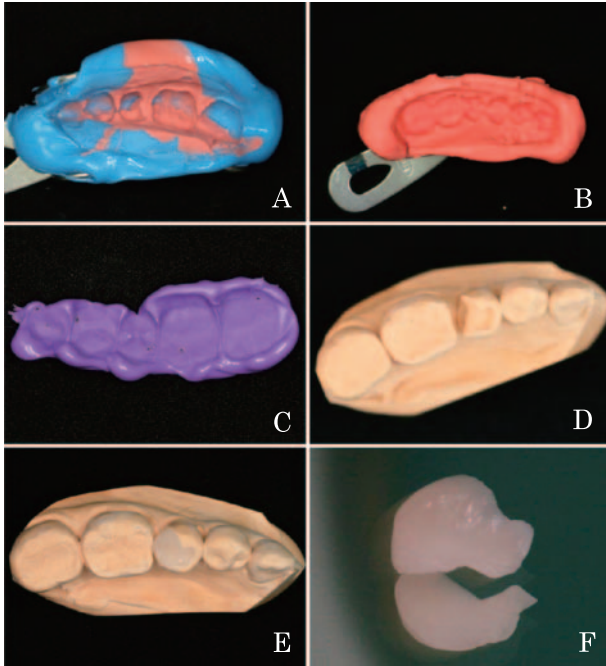


図 1 従来のセラミックインレー製作方法  
 A: シリコン印象材による印象採得  
 B: アルジネート印象材による対合歯の印象採得  
 C: シリコン咬合採得材による咬合採得  
 D: 超硬石膏による模型  
 E: 模型上でセラミックインレー製作  
 F: 完成したセラミックインレー



図 2 光学印象用の口腔内スキャナー (CEREC Bluecam)

現在では青色発光ダイオードを用いた口腔内スキャナーからフルカラームービーへと進化した。これによりパウダーレスになったことで口腔内撮影が単純化され、口腔内の歯列弓の光学印象も可能と



図 3 光学印象採得  
 A: 口腔内光学カメラ用スプレー  
 B: パウダー噴射後  
 C: 口腔内スキャナーによる光学印象採得

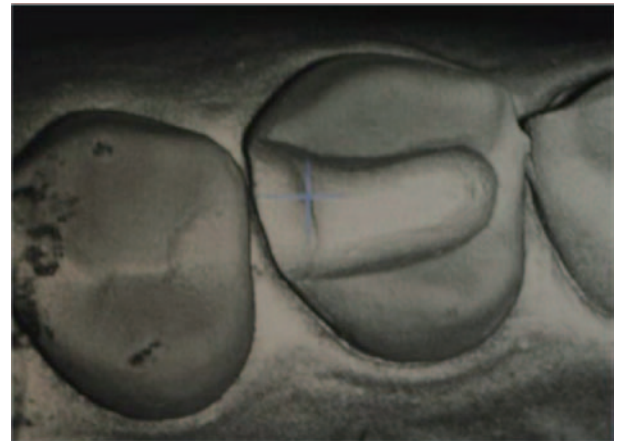


図 4 光学印象時のモニター画面



図 5 ミリングバー

なった。

### CDA/CAM に適した窩洞外形

口腔内スキャナーの精度は向上しているが術者による適切な窩洞形成がされなければ最終的に修復物の完成精度は大きく左右されることになる。口腔内で光学印象した時にさまざまな要因でマージン部が不鮮明になる場合がある。この理由は出血、歯肉縁



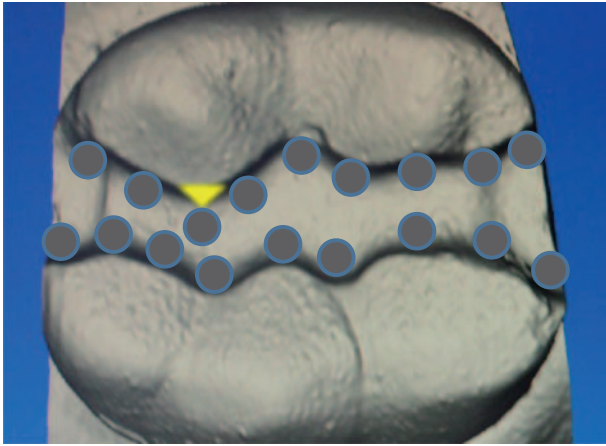


図 6 ミリングバーを考慮した窩洞形成  
黄色の箇所が大きく削られてしまうため修復物の辺縁が不適合となる

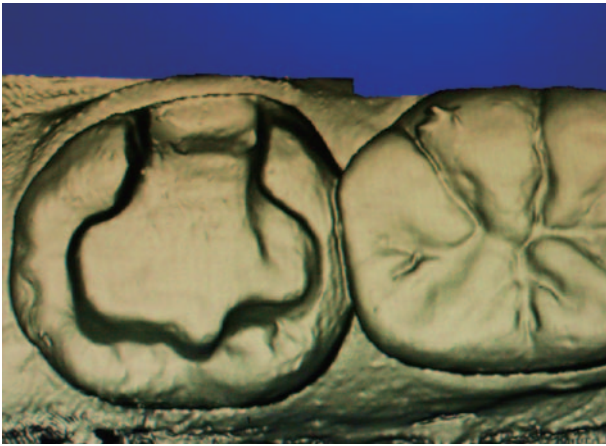


図 7 光学印象による 3D 模型

下マージンなどがある。窩洞外形のフィニッシングラインを歯肉縁下に設定した場合、光学印象採得では確実に明視できないこともある。このような時はコンポジットレジンでビルトアップ等の処置が必要になる。また、大きく深い窩洞に対してフロアブルコンポジットレジンを用いて裏層しアンダーカットをなくし、窩洞体積を減少させることは歯質の強化にもつながる。言い換えるとアンダーカットを削除するように窩洞形成を行うと窩洞が大きくなってしまい、余分な歯質を削合してしまう結果となり MI の概念から遠ざかってしまう。窩洞外形は緩やかな外形に形成することが必要となる。ミリングバー(図 5) の直径より細かい部位は大きく削られるため適合性の悪い修復物が作製される。そのため、実

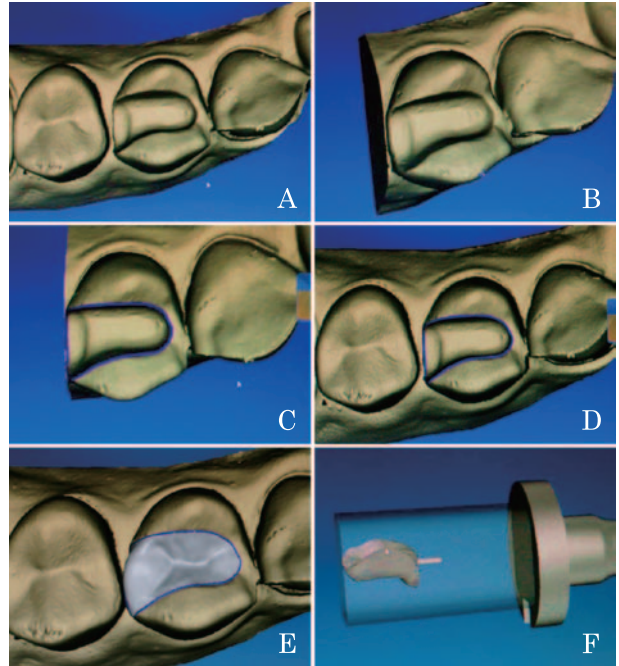


図 8 CADソフト上での設計

- A: 3D 模型
- B: 模型のトリミング
- C: フィニッシングラインの設定
- D: 挿入軸の設定
- E: 修復物の設計
- F: ミリングプレビュー



図 9 ミリングマシン (CEREC MC XL)

際はメーカーによってミリングバーの直径が異なるため使用するメーカーの仕様を十分に理解する必要がある。図 6 に示すようにミリングバーが動いていくので鋭利で複雑な窩洞外形を形成してしまうとミリングバーが追随することができず、辺縁に不適合部位ができてしまうため細心の注意が必要である。また、脆弱性が大きいセラミックブロック、ハイブリットレジンブロックを用いるためセラミックイ



図 10 CAD/CAM用セラミックブロック



図 12 レジンセメント



図 11 CAD/CAM用ハイブリットレジンブロック

ンレー窩洞に準じ十分なクリアランスが必要となる。  
要約するとCAD/CAMに適した窩洞形成では以下の条件が必要である。

- ① 歯肉縁上マージン
- ② 単純な窩洞外形
- ③ 十分なクリアランスを確保
- ④ 緩やかなラウンドエッジ

#### 修復物のデザイン

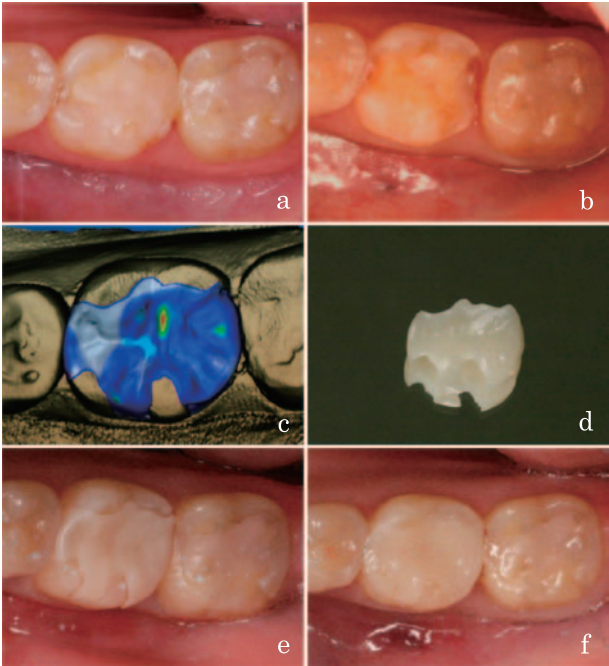
光学印象から得られた情報で、3D 模型をモニターに再現することができる（図7）。モニター上でCADソフトを用いてトリミング、フィニッシングラインの設定、挿入軸の設定、修復物の設計、ミリングプレビューと全ての製作作業がモニター上で行うことができる（図8）。設計した修復物は当科の

場合、技工室にあるミリングマシン（図9）にデータを転送できるようになっている。設計ではCADソフトに内蔵されている多量のデータから光学印象採得で得られたデータを合わせて解析、分析を行い歯冠形態、咬合状態を自動的に本来の形と位置を予測し、再現することができるようになっている。

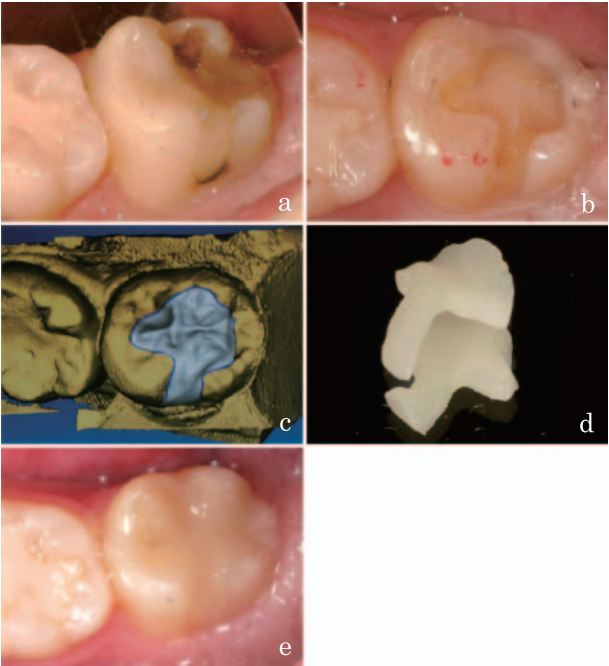
#### CAM/CAM用のマテリアル

当科で即日修復に用いられているCAD/CAM用ブロックは長石系セラミックを原料とし、天然のエナメル質と同程度の耐摩耗性を有し、半透明性により歯質の色調になじむ特徴を有するセラミックブロック（CEREC Blocs, SIRONA）（図10）と、コンポジットレジン原料とし、ナノフィラーとナノクラスターフィラーで構成され、耐摩耗性に優れた天然歯の色調に近似したハイブリットレジンブロック（Lava Ultimate, 3M ESPE）（図11）である。CAD/CAMブロックは従来のセラミックスに比較して気泡やクラックがなく、色調も品質管理され製作されているため材質安定性があり、耐久性・脆性が向上しているのが特徴である。また、コンポジットレジンブロックは緊密に重合され架橋されているため重合率が高く、また近年フィラーの大きさや形状が改善され前、白歯部に適応可能となっている。このため、コンポジットレジンインレー修復3年予後はシリケートガラスセラミックと同程度の臨床成績であったと報告されている<sup>2)</sup>。また、適切な歯質接着システムとレジンセメントを用いることで歯質と材料の一体化を獲得しさらに安定した修復物となる。

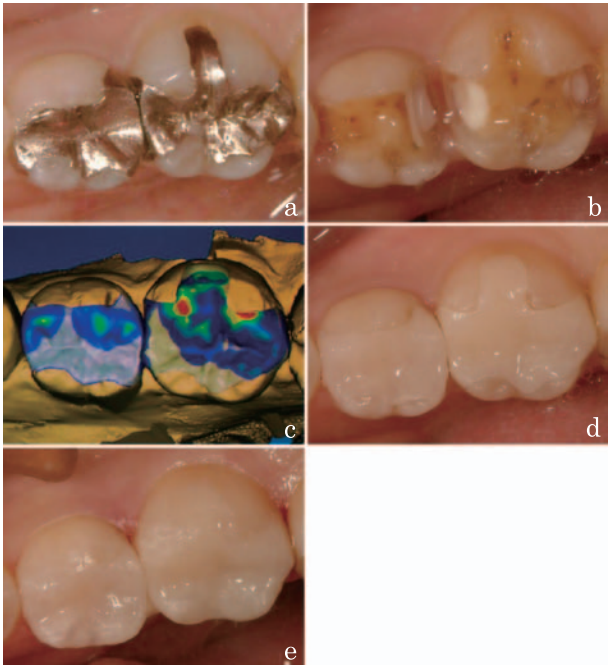




症例 1 下顎左側第一大臼歯のセラミックインレー修復  
a : 術前の口腔内写真          b : 窩洞形成後  
c : 修復物の設計                  d : 研磨後のセラミックインレー  
e : セラミックインレーの試適    f : 術後



症例 3 下顎左側第二大臼歯のハイブリットレジニンレー修復  
a : 術前の口腔内写真          b : 窩洞形成後  
c : 修復物の設計                  d : 研磨後のハイブリットレジニンレー  
e : 術後



症例 2 上顎左側白歯部のセラミックインレー修復  
a : 術前の口腔内写真          b : 窩洞形成後  
c : 修復物の設計                  d : セラミックインレーの試適  
e : 術後

修復物の接着操作

修復物と歯質の接着操作を確実に行わなければセラミックスやハイブリットレジンのような脆い材料は直ちに破折する要因となる。歯質と修復物を確実に接着させ一体化することが長期的に良好な予後につながる。審美的な修復物の場合、レジンセメントが用いられる(図12)。被着面の前処理ではセラミックスの場合、シランカップリング剤の塗布が有効である。同様にフィラーを多く含むハイブリットレジンの場合でもシランカップリング処理は有効である。また、MDPのような機能性モノマーを併用することで接着力が増加する<sup>3)</sup>。化学的な接着では被着面の汚れに非常に敏感である。そのため、被着面のリン酸エッチングやサンドブラスト処理は効果的である<sup>4)</sup>。しかし、インレーのような複雑な形態をしている場合、強圧力での処理や試適等をする時に縁線や体部のチッピング、破折を引き起こす可能性があるため、注意が必要である。修復物の確実な接着を得るためには用いる材料に対して有効な前処

理方法や適切な接着操作を理解し、行う必要がある。

#### 症例 1

症例概要：患者は 27 歳女性，下顎左側第一大臼歯の冷水痛を主訴として来院した。診査の結果，近心隣接面齲蝕およびレジニンインレーの二次齲蝕と診断した。審美的な修復物を希望したためセラミックインレーによる即日修復を選択した。

#### 症例 2

症例概要：患者は 21 歳女性，上顎左側第二小臼歯および第一大臼歯の審美障害が主訴であった。メタルインレー修復がされていて，審美的な修復物を希望したため，即日にセラミックインレー修復を行った。

#### 症例 3

症例概要：30 歳男性，下顎左側第二大臼歯の一過性の冷水痛，着色を主訴として来院した。咬合面の修復物辺縁に 2 次齲蝕が確認できた。旧修復物，齲蝕を除去後，ハイブリットレジニンインレーにて修復を行った。

#### おわりに

歯科用 CAD/CAM システムに代表されるように歯科分野のデジタル化，コンピューターに制御された歯科器機は著しい改良，開発がなされている。現

在では，多くの歯科治療で導入，応用されている。今後もさらなる発展をしていくことが予想され，ますます歯科医療のデジタル化は進歩することは過言ではない。今回，保存修復学分野で行っている即日修復について解説したが，治療の長期的な予後を左右するのは齲蝕に対するアプローチや適切な窩洞形成あるいは歯質，材料に対する適切な接着操作でありアナログ的な操作が重要になってくる。CAD/CAM に代表されるデジタル化された歯科器機は歯科医師が適切な診断，治療を習得した上で使用する事で効果を発揮できると考えられる。

#### 文 献

- 1) Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions-an in-vitro study. *Int J Comput Dent.* 2011;14:11-21.
- 2) Tysowsky GW. The science behind lithium disilicate: a metal-free alternative. *Dent Today.* 2009;28:112-113.
- 3) 松村英雄，田中卓男，熱田 充，ほか. シランカップリング剤とカルボン酸系モノマーによる陶材，石英，アルミナの接着. *日補綴歯会誌.* 1987;31:1494-1498.
- 4) 小峰 太，松村英雄. 歯冠修復物と固定性補綴装置の接着と合着. *日補綴歯会誌.* 2012;4:343-352.