

QDT YEAR BOOK 2002

Round Table Talk
"What's happening on between
Chair Side and Laboratory Side
for High Technique Esthetical Restoration"
Kenji Tsuchiya X Satoshi Tsuchiya
Yoshinori Nameta X Yasuhiro Odanaka

New Trend of CAD/CAM System
Round Table Talk—
"What is going to be changed by CAD/CAM System"
And 14 articles in each CAD/CAM System

Discussion
Usuda (President of Japan Dental Association)
X
Nakanishi (President of
Japan Dental Technicians' Association)

■ QDT2001掲載論文賞

- 6 ー優秀論文賞
ー読者が選んだ QDT of the Year

■ 座談会

- 14 座談会① 高度な審美修復のためにチェア-ラボ間で何が行なわれているか
(オールセラミックス編)
土屋賢司×土屋覚(司会：植松厚夫)
- 46 座談会② 高度な審美修復のためにチェア-ラボ間で何が行なわれているか
(メタルセラミックス編)
行田克則×小田中康裕(司会：六人部慶彦)
- 88 座談会③ デンタル CAD/CAM の新潮流により歯科技工は何が変わるのか
ー日欧米における現状と、日本での可能性ー
藤田忠寛×齊木好太郎×仁科匡生×山下恒彦×山本尚吾

■ QDT YEAR BOOK 2002 ARTICLES

- 112 FutureDent—CAD/CAM システムによる修復物の製作
Roland Strietzel
- 119 オールセラミックス内冠およびドッペルクローネコンビネーションデンチャーを
応用したインプラント補綴の実際—CAD/CAM システムの実践的レポート—
Ralph Heel/Robert Chan
- 124 DCS-Precident システムによるメタルフリー修復物の製作
Peter König
- 129 インプラント上のバー維持装置の新しい製法—CAD/CAM テクニックによる
ストレスフリー適合の達成
Frank Saxner
- 134 cercon®-Degussa 社の CAM オールセラミック・システム
Lothar Völkl
- 138 CICERO®—総合オールセラミック・サービス—
Jef M. van der Zel

GN- I —

GC デンタル社の CAD/CAM システム

Das GN- I oder GC Dental CAD/CAM-System

François Duert, DDS, PhD* / Bruno Pelissier, DDS, RhD**
Hideo Ogura, DDS, PhD***

*Château de Tarailhan, F-11.560 Fleury, France

**UFR d'Odontologie de Montpellier 1, France

***日本歯科大学新潟歯学部歯科理工学講座
新潟県新潟市浜浦町1-8

Key words : GN- I CAD/CAM システム、ポーセレン
コンポジット、チタン、分散式システム

はじめに

(株)ジーシーは1990年にCAD/CAM 開発部を新設し、まず A. Kikuchi をチーフとする最初の研究班と Prof. F. Duret (ロサンゼルス) による CAD/CAM に適する材料の共同開発が計画された。この計画に基づく研究は、内山洋一教授 (当時：北海道大学)、工業技術院 (NEDO)、そして日本の代表的企業である (株) ニコンおよび日立ピアメカニクス (株) [旧：(株) 日立精工] の協力を得て1993年にスタートした。研究の主たる目的は、チタンとポーセレンという性質の大きく異なる材料の結合を可能にすることにあった。

装置の研究開発も同じく1993年に始まり、1997年にはそのプロトタイプが同年の東京国際デンタルショーで発表された。プロトタイプをベースとする装置の生産が小規模ながら始まり、実用化に至ったのは1999年のことである。

当時の最新ノウハウを採用したこの GN- I システムは、1999年のケルン国際デンタルショーおよびシカゴのミッドウインター・ミーティングに展示された。

GN- I システムは3つの基本コンポーネントで構成され、これらは直接またはインターネットを利用し、データ通信技術的に接続することもできる。システムのスカナである GN- I 測定装置は模型の

スキャンニングを、GN- I 設計ステーションは GN- I ソフトウェアとともにクラウン・ブリッジのデザインを、そして GN- I 自動切削ユニットは修復物の切削形成を行なう。自動式切削装置の最新バージョンは切削器を自動的にチェックし、交換する。したがって中断することなく24時間連続で切削形成することができる。

現在 (2001年9月)、およそ15機の GN- I システムが主として日本でインレー、アンレー、クラウン、ラミネートベニア、クラウンおよびそのフレームの製作に使用されている。GN- I システムは静力学的咬合を再現するほか、コンポジット、ポーセレンそしてチタンを切削することができる。

I. システムのコンポーネント

GN- I は前記のように3つのコンポーネント、すなわちオプティカルスカナ、CAD ステーションおよび切削形成装置で構成されるシステムである (図1)。このシステムとの調和を目的として開発された材料を、第4のコンポーネントと見なすこともできる。これら装置および材料は市場の要求に応えることを主眼として開発された。したがって GN- I システムは単に機械と材料であるだけでなく、臨床的コンセプト (新しい考え方) を実現したシステムとして理解すべきである。



図1 3つのコンポーネントで構成されるGN-Iシステム。

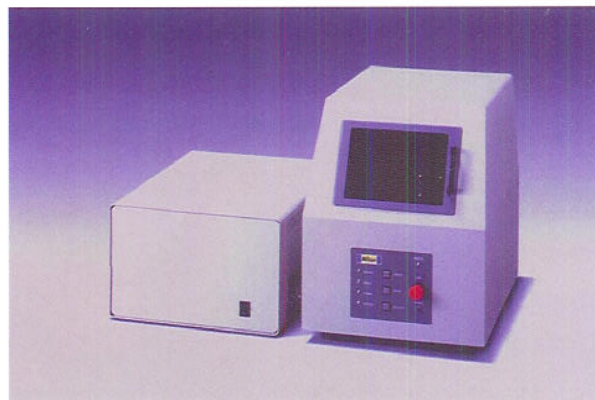


図2 GN-I スキャナと記憶装置。

1. スキャナ

光学的スキャナ(GN-I 測定装置、図2)は寸法40×55×50cm、重量42kg、接続電圧110V または220V の装置で、範囲9.0×6.0×2.5cm(x、y、z)内の1 歯または数歯の形態、および対合歯列との静力学的咬合状態を画像に変換することができる。精密装置であるから、精密さが要求される他の装置と同様、安定のよい場所に置いて正確なスキャンニングを保証しなければならない。走査はトライアングル測量法(アクティブ・ライト立体像法)を利用し、レーザー光のスポットはさまざまな速度でスキャン対象物の表面を走査する。レーザーヘッドは5 軸制御され、アンダーカット部を含めた走査面すべてを計測点間隔 $\pm 20\mu\text{m}$ の精度で画像化することができる。

この間隔が狭いほど表面を精密に走査できるが、走査時間は長くなる。歯型1つのスキャンニングに要する時間はおおよそ3～5分である。

走査データは、スキャナに接続した外部装置が画像信号に変換する。この装置はサイズ40×55×25cm、重量38kgで、テーブルの下に置くこともできる。

走査する歯型はブラックの石膏 GN-I Cad Stone で製作し、走査の障害となる反射を防ぐ。対合歯はブラックのシリコーン GN-I Cad bite で製作する。

支台歯、両隣在歯をダウエルピン法で分離したのち、模型をマグネットを用いてスキャナに固定する(図3)。

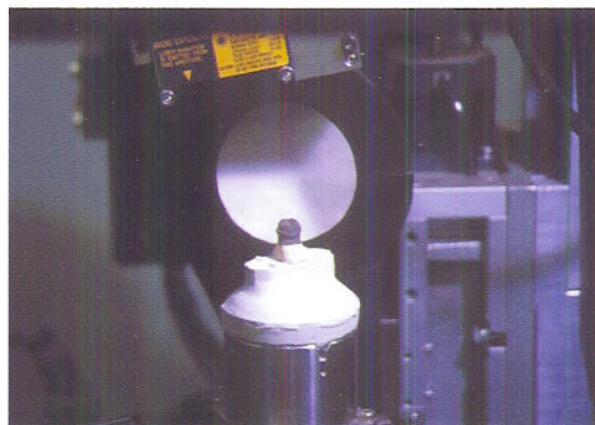


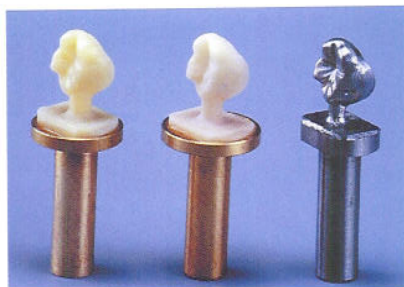
図3 スキャナに固定した歯型。

- ① 1 回目(支台歯)のスキャンニングを行なう前に準備をする。支台歯形態をヨーロッパ ISO スタンドアードで表示すると、次の指示が表示される。
⇒レーザースポットを支台歯の中心に当てる。
⇒レーザースポットを形成限界の最高部に当てる。
⇒レーザースポットを形成限界の最低部に当てる
⇒スキャンニングをスタートする。
- ② 2 回目および3 回目のスキャンニングでは両隣在歯を走査する。これはオクルーザル・センターの中心を求めるためである。
- ③ 4 回目のスキャンニングで対合歯の走査を行なう。

データは自動的に CAD ステーションと GN-I ソフトウェアに転送される。ここで支台歯、両隣在歯および対合歯の光学的データが読み込まれると、データがただちにデジタル化され、カラーの画像として表示される。

図8 加工可能な材料：コンポジット、陶材およびチタン。

図9 4軸制御式切削形成装置。



て調整する必要があるからである。

④CADステーションが提案する咬合接触点の修正：CADステーションが提案するクラウンの歯冠の上下的位置によっては、対合歯との接触点の調整する必要がある。

⑤フィニッシング：クラウンのデザインを終了するまでには、対話機能を利用してさらにさまざまな修正を行なう必要がある。ここでは、たとえば断面形態、豊隆形態、咬頭および溝の方向ないし角度を修正することができる。

こののち、最後の操作として材料ブロックを固定する位置および角度を決定し(図7)、使用材料を選択する。

3. 切削形成

以上のようにデザインしたクラウンは、たとえば筆者のラボ(フランス)のようにCADステーションに直接接続した切削形成装置(61×61×160cm、およそ200kg、100V、50/60Hz)で製作することも、切削形成センターに製作を委託することもできる。切削形成センターは日本とフランスにそれぞれ1つあり、技工所から送られて来るデータを基に修復物を製作している。

切削形成装置はフィルター付きの冷却油循環システムを採用し、切削器と材料ブロックの自動交換機能を備え、24時間までの連続自動運転が可能である。

最大回転速度50,000r.p.m.の切削スピンドルはコンポジット(GN-I高密度メタクリレート共重合体)、2種の陶材(白榴石強化ガラスセラミックスと半焼結陶材)およびチタン(CPチタニウム ASTM 2°)を切削加工することができる(図8)。

チタンの切削にはカーバイドバーを、コンポジッ

トと陶材の切削にはダイヤモンドポイントを使用する。これら切削器の交換とレベルの調整は完全自動式で、4軸制御(x、y、z軸および材料の回転軸α。図9)により咬合面つき、または咬合面のない、そして隣接歯を考慮した、または考慮しない修復物を切削形成することができる。

4. 製作対象物の範囲

- ①インレー
- ②アンレー
- ③ラミネートベニア
- ④クラウンのフレーム
- ⑤クラウン

ブリッジを切削形成するプロトタイプも開発された。テストが成功すれば、いずれブリッジのフレームおよび咬合面つきブリッジも製作できるようになる。図10a～dに、GN-Iシステムで製作したチタン、オールセラミックスおよびコンポジット・クラウンの例を示す。

結論

現在、いくつかのメーカーから歯科技工用CAD/CAMシステムが発売されているが、なかでもスキャンニングとデザインのための装置だけを購入し、切削形成装置と距離的に遠く離れた切削形成センターに製作を委託できるシステムには大きな長所がある。

GN-Iシステムにより以下の歯科技工的可能性が開かれる。

⇒誤差20μm以下の精度。

⇒技工所でデザインと切削形成を行なう可能性。

⇒技工所がデザインしたインレー、アンレー、ラミ

- 143 LAVA®
— 3 M ESPE の ZrO₂オールセラミック・クラウンおよびブリッジ製作システム—
Daniel Suttor/Holger Hauptmann/Stefan Höscheler/Günter Hertlein/Klaus Bunke
- 150 GN-I—GC デンタル社の CAD/CAM システム
François Duert/Bruno Pelissier/Hideo Ogura
- 156 Digident®—歯科技工用 CAD/CAM
Ralph Riquier/Karl Girrback
- 162 歯科技工のためのハイテク・プラットフォーム
—コンピュータ援用総合システムの技術的・臨床的開発準備—現状報告
Andreas Rathke
- 166 Everest—KaVo EWL 社 CAD/CAM システム
—歯科技工士のための援護システム—
Gerhard Hoffmann
- 170 CEREC inLab—State of art
Andreas Kurbad/Kurt Reichel
- 186 WOL-CERAM システム
Stefan Wolz
- 190 『DECSY®』の現状と臨床応用
—使える Dental CAD/CAM システム—
田中敏之

■対談

- 196 対談 歯科医療と歯科技工の現在と未来
—日本歯科医師会と日本歯科技工士会の直接対話—
臼田貞夫×中西茂昭

■2001年度歯科文献総覧

205

カテゴリー別

253

著者別



図9 通常法によるブリッジの合着。

大きさや形態には依存しない(図8)。いずれにせよ三次元方向(a、b、c)の相対的焼結収縮(%) $\Delta l/l_0$ は、焼結する材料が四角であるか、その他の形態であるかとは無関係である。もちろん絶対的収縮(mm)は大きさおよび形態に依存する。

酸化ジルコニウムには、通常の金属焼付用ポーセレンあるいはチタン焼付用ポーセレンを焼き付けることはできない。この理由から、そしてフレームを着色する方法の効果を生かすため、酸化ジルコニウム用の焼付ポーセレンが開発された。このポーセレンは、酸化ジルコニウムのフレームと理想的に調和し、フレームの表面処理を必要としない。色調はVITAシェードの16色に対応し、このほかにエフェクト材、ショルダー材およびステインがある。このポーセレンは、通常の焼成炉中で酸化ジルコニウムのフレームに焼き付けることができる。

VI. 合着

合着の方法はとくに歯科医師にとって重要な論拠とし、最終的な合着に従来型のセメントが使えることがある。LAVA システムは、合着前にエッチングなどの処理を必要としない。強度の非常に優れた

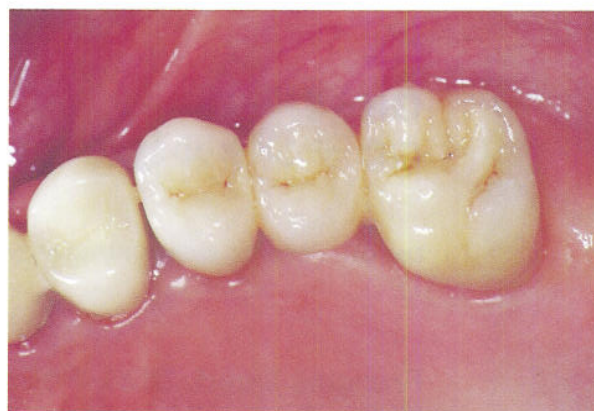


図10 合着した白歯部3歯ブリッジ。

酸化ジルコニウムのフレームは、ほかのオールセラミック・システムと異なり、接着法で合着する必要もない(図9)。

VII. 臨床調査

患者の口腔内に合着したLAVA オールセラミックス修復物は、現在までおよそ600症例あり、そのおよそ20%がブリッジである。スパンの長さ40.0 mm までの3歯および4歯ブリッジ、インプラントの上部構造としてのブリッジもこれに含まれる(図10)。合着後の経過期間は現時点ではなお16ヵ月であるが、これらのデータは、歯科材料としての酸化ジルコニウムの優れた性質を証明している⁶。

結論

LAVA システムにより強度、耐久性、審美性および生体審美性の優れた酸化ジルコニウム・オールセラミックス修復物を製作することができる。機器、材料ともに3M ESPE AG 製であるから、全製作工程の確実性、医療製品法(MPG)への対応そして修復物の機能性が約束される。

参考文献

1. Evans, A. G., Cannon, R. M.: Toughening of Brittle Solids by Martensitic Transformations. *Acta Metall*, 34, 5, 761~800, 1986.
2. Kisi, E.: Zirconia Engineering Ceramics. *Trans Tech Publications*, 1989.
3. Mehl, A.: Neue CAD/CAM Systeme versprechen eine Revolution. *DZW-Spezial*, 5, 6~9, 2000.
4. Munz, D., Fett, D.: *Mechanisches Verhalten keramischer Werkstoffe*. Springer Verlag, Berlin, 1989.
5. Piconi, C., Maccauro, G.: Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 20, 1~25, 1999.
6. Sturzenegger, B., Feher, A., Lüthy, H., Schumacher, M., Loeffel, O., Filser, F., Kocher, P., Gauckler, L., Schärer, P.: Klinische Studie von Zirkonoxidbrücken im Seitenzahngebiet hergestellt mit dem DCS Verfahren. *Acta Med Dent Hel*, 5, 12, 131~139, 2000.
7. Suttör, D., Kleebe, H.-J., Ziegler, G.: Formation of Mullite from Filled Siloxanes. *J Am Ceram Soc* 80, 10, 2471~2482, 1997.
8. Tateishi, T., Yunoki, H.: Research and Development of Alumina and Zirconia Artificial Hip Joint. *Clinical Materials*, 12, 219~225, 1993.
9. Tietz, H.-D.: *Technische Keramik*. VDI Verlag, Berlin, 1994.
10. Tinschert, J., Natt, G., Doose, B., Fischer, H., Marx, R.: Seitenzahnbrücken aus hochfester Strukturkeramik. *Dtsch Zahnärztl Z*, 54, 9, 545~550, 1990.

*本稿は、*Quintessenz Zahntechnik*(QZ)2001年9月号に発表された。

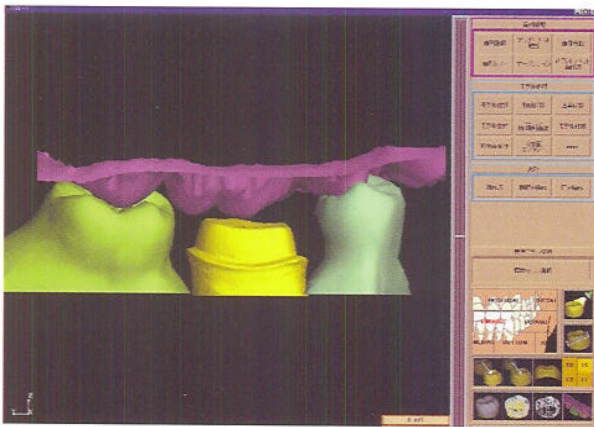


図4 仮想歯型と対合歯。

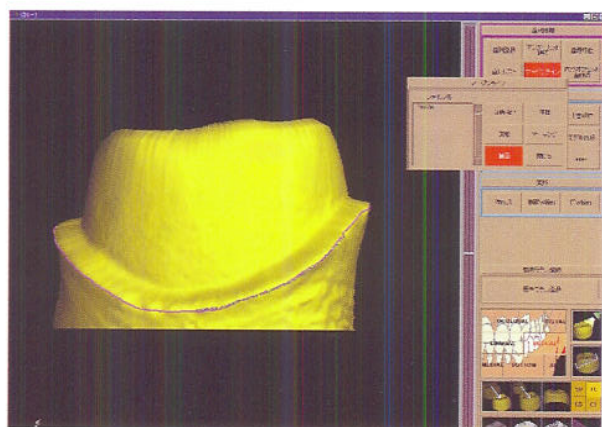


図5 形成限界を修正するための歯型画像を拡大。

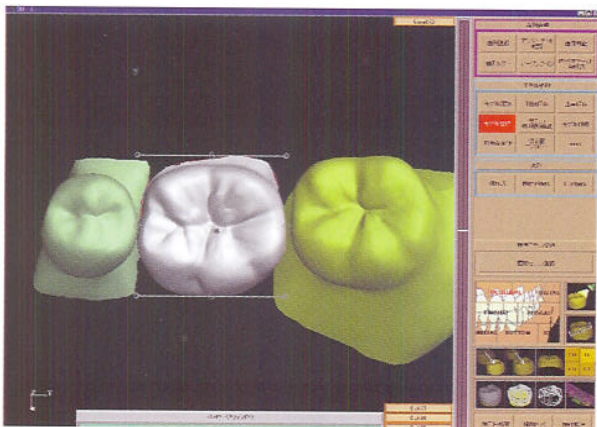


図6 “ナソロジーライブラリー”から選んだ仮想咬合面。

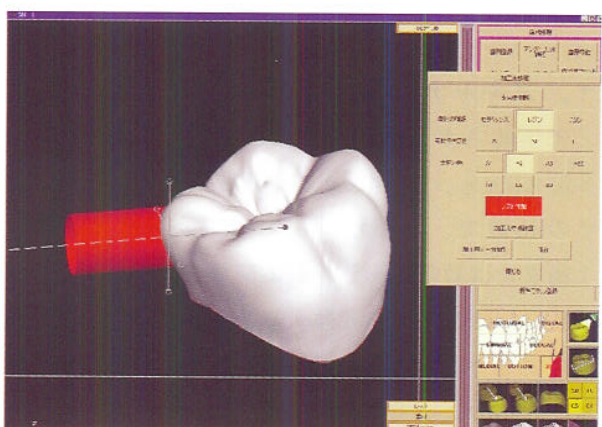


図7 材料ブロック中の位置決め。

2. CAD ステーション

隣在歯と対合歯の光学的データが読み込まれたら、CAD ステーションとそのソフトウェアによって修復物の形態をただちにデザイン(開発、創造)することができる。この作業は Compaq AP200 Pentium III と Windows NT で処理する。このコンピュータの主要な技術でデータは次のとおりである。

⇒10GB

⇒128MB RAM

⇒3D-グラフィックス・アクセレーター

⇒解像度1280×1024の19インチディスプレイ

GN-I CAD ステーションのアイコンをダブルクリックするとCAD プロセスがスタートする。スキャンした歯型の正確な画像が歯牙メニューバーの中に表示される。ダブルクリックすれば支台歯模型、隣接歯、対合歯を見ることができる(図4)。

作業の指示がディスプレイに表示されるから、こ

れに従って操作するだけでよい。たとえば通常の全部被覆クラウンをデザインする場合、以下のステップ順に操作する：

- ①形成限界に注目：形成限界はCAD ステーションが自動的に提案するが、修正も可能である。修正する場合、形成限界をズーム機能で拡大表示する(図5)。
- ②5種のデータバンクから選んだクラウンの調整：スキャンし、デザインのために処理した歯型データを基に、ソフトウェアが“ナソロジーライブラリー”から仮想咬合面を選択し、これを歯型の上にのせる(図6)。この咬合面は形態も大きさもさまざまに、そしてあらゆる方向(隣接面側、舌側、口腔前庭側あるいは咬合面側)に変更することができる。
- ③メニュー「コンタクトポイントの修正」のクリックと接触面のチェック：これはCAD ステーションが提供する非常に重要な機能である。隣接面の湾曲および接触は、残存歯および患者の年齢に応じ



図10a～d GN- I システムで製作したチタン(a)、オールセラミックス(b)およびコンポジット(c,d)のクラウン。

a	b
c	d

ネットベニア、クラウンおよびそのフレーム、そして将来的にはブリッジとそのフレームを距離的に遠く離れた切削形成装置が製作する可能性。
⇒これら修復物に静力学的な咬合面を与える可能

性。
⇒材料としてコンポジット、陶材またはチタンを選択できること。

*本稿は、Quintessenz Zahntechnik(QZ)2001年9月号に発表された。