原著論文

反対側同名臼歯の反転データを利用したCAD/CAM クラウンの設計

—残存歯冠状態調査—

疋田 一洋 舞田 健夫 田中 収 小林 國彦*
依本 卓見* 内山 洋一** 大野 弘機*** 藤井 健男

Design of a CAD/CAM Crown Using Tooth Form Data from the Corresponding Tooth Located on the Contralateral Side

—Investigation into the Condition of the Corresponding Tooth Located on the Contralateral Side—

Hikita Kazuhiro, Maida Takeo, Tanaka Osamu, Kobayashi Kunihiro*,
Yorimoto Takumi*, Uchiyama Yoichi**, Ohno Hiroki*** and Fujii Takeo

歯科補綴学的意義

歯科用 CAD/CAM システムの特徴の 1 つとして、既存の歯冠形態データをクラウンの設計に自由に利用できることがあげられる。通常は、登録されている標準歯冠形態データやワックスパターンの計測データを使用するが、患者本人の歯冠形態を設計に利用することも可能である。そこで本研究では、CAD/CAM による歯冠形態の設計に支台歯の反対側同名臼歯の形態を利用することを想定し、反対側同名臼歯の歯冠部の欠損状態を調査した。

抄 録

目的：歯科用 CAD/CAM システムを用いて、反対側同名臼歯歯冠形態の反転データをクラウンの形態設計に利用する場合を想定し、反対側同名臼歯の歯冠形態が、どの程度の割合で有効に利用できるか（反対側有効率）について調査し、統計学的検討を行った。

方法：567 名の患者の計 1,363 本の臼歯の反対側同名臼歯歯冠形態の状態について、カルテ、X 線写真、模型、技工依頼書をもとに、反転データとして利用可能であるかについて判定した。そして、さらに調査結果を対象歯の部位により、統計学的有意差の検定を行った。

結果：調査対象の 1,363 本中、324 本（有効率 23.8%）の反対側同名臼歯の形態が、反転データとしてクラウンの設計に有効に利用できると判定された。上顎（25.2%）と下顎（22.6%）、左側（23.2%）と右側（24.4%）による分類では、有効と無効の分布に有意差は認められなかった。小臼歯（27.5%）と大臼歯（21.6%）グループ間では、有効と無効の分布に有意差が認められた。

結論：反対側同名臼歯歯冠形態の反転データを利用した CAD/CAM クラウンの設計を目的として、反対側同名臼歯の歯冠部の欠損状態を統計学的に検討したところ、部位別では、小臼歯部において反対側同名臼歯歯冠形態の反転データの有効率が高かった。

和文キーワード

CAD/CAM, クラウン

北海道医療大学医療科学センター

*北海道大学歯学部附属病院保存系歯科

**北海道大学名誉教授・北海道医療大学客員教授

***北海道医療大学歯学部歯科理工学講座

Institute of Medical Science, Health Sciences University of Hokkaido

*Division of Comprehensive Dentistry, Hokkaido University Dental Hospital

**Professor Emeritus Hokkaido University, Visiting Professor of Health Sciences University of Hokkaido

***Department of Dental Materials and Engineering, Health Sciences University of Hokkaido

受付：2002 年 3 月 20 日/受理：2002 年 6 月 10 日

Received on March 20, 2002/Accepted on June 10, 2002

I. 緒 言

歯科用 CAD/CAM システムは、従来法であるロス・トワックス鑄造法に代わる次世代の歯冠補綴物製法として期待されており、すでにいくつかのシステムが開発され、実際に臨床応用が行われている¹⁻¹¹⁾。

歯科用 CAD/CAM システムを用いたクラウン製作過程では、ワックスアップの代わりに、コンピュータ画面上でのクラウンの設計を行う。すなわち、術者がコンピュータ画面に画像として映し出された支台歯、隣在歯、対合歯のデータをもとにクラウンの形態を作成する。この際、コンピュータ上でクラウンの形態を構築するためには、原型となる歯冠形態のモデルが必要である。この歯冠形態モデルの構築には、コンピュータ内にすでに登録されている標準的な歯冠形態を利用する方法と、通法に従って作製されたクラウンのワックスパターンの形態の計測データを利用する方法がある⁹⁻¹¹⁾。片岡らは、補綴物の審美表現に大きな影響を与える 3 つの因子として、個々の歯冠形態の回復、適正な歯列の表現、天然歯の色調の回復をあげている¹²⁾。すなわち、歯冠形態を回復する際、患者本人が元から保有していた天然歯の形態に復元することが最も望ましいことと考えられる。しかし、すでに失われた形態を元通りに復元することは不可能である。そこで、失われた歯冠形態に最も近似した患者本人の反対側同名臼歯が残存している場合、これを三次元計測し、コンピュータ上で歯冠形態を左右逆に反転したデータを作成し、これを歯冠修復の設計に応用することはきわめて理にかなった方法である⁸⁾。

これまでに患歯側ではなく、反対側同名臼歯に着目した調査は報告されていない。そこで本研究の目的は、歯科用 CAD/CAM システムを用いて、反対側同名臼歯歯冠形態の反転データをクラウンの形態設計に利用する場合に、反対側同名臼歯の歯冠形態がどの程度の割合で有効に利用できるか（有効率）について調査を行い、歯科用 CAD/CAM システムによる臨床応用の特徴的な機能の 1 つが、実際の臨床においてどの程度の割合で活用することが可能であるかを調査することである。

今回は、対象となる支台歯の反対側同名臼歯歯冠形態の反転データを、クラウンの形態設計に用いる場合

を想定し、反対側同名臼歯の歯冠状態について、歯の有無、欠損状態および修復状態を調査し、統計学的検討を行った。そして、さらに臨床応用例についても報告する。

II. 方 法

1. 反対側同名臼歯の残存歯冠状態調査

2000 年 1 月から 12 月までの 1 年間に北海道医療大学医科歯科クリニック歯科において、臼歯部にクラウンを合着した患者の総数は 572 名であり、合着したクラウンの総数は 1,373 本であった。この 572 名の患者のうち、カルテは 572 名全員分が残存し、X 線写真（オルソパントモ写真、デンタル写真）が残存していたのは 565 名、模型が残存していたのは 146 名、技工依頼書が残存していたのは 569 名であった。そのうち、資料不足により判定不可能であったケースは、患者 5 名に対して合着された 10 本のクラウンであった。そこで、1 年間に合着したクラウンの総数 1,373 本のうち、判定不可能であったケース（患者 5 名、クラウン 10 本）を除外し、最終的に調査対象とした患者は、11 歳から 82 歳までの男性 193 名、女性 374 名、合計 567 名（平均年齢 45.7 歳、表 1）である。そして、567 名の患者でクラウンを合着した計 1,363 本の臼歯の反対側同名臼歯の歯冠形態について、カルテ、X 線写真、模型、技工依頼書を調査し、次の判定基準に従って分類した（表 2）。すなわち、クラウンを合着した時点で、反対側同名臼歯に修復処置が行われていない健全な天然歯の形態を保存している場合は A、インレーやコンポジットレジン充填により咬頭頂を含まず、一部修復されているが全体の形態には影響が少

表 1 Gender and age distribution of subjects
調査対象者の性別、年齢階級別構成（人数）

Age (year)	Male	Female	Total
～29	38	80	118
30～39	26	67	93
40～49	30	89	119
50～59	25	71	96
60～69	52	47	99
70～	22	20	42
Total	193	374	567

表 2 Evaluation criteria of corresponding tooth on the contralateral side

反対側同名臼歯の判定基準

Evaluation	Condition of opposite corresponding tooth on the contralateral side	
Applicable	A	Intact
	B	Restored partially
Not applicable	C	Restored completely
	D	Missing/Collapsed

図 1 Abutment tooth (6)
口腔内の支台歯 (6)

図 2 The first molar on the contralateral side (6)
反対側の第一大臼歯 (6)

図 3 Reversed data of the crown form of the left upper first molar
上顎左側第一大臼歯歯冠形態の反転データ

ない場合は B, クラウンやアンレーにより咬頭頂を含んで歯冠全体が修復されている場合は C, 歯冠形態が崩壊している (欠損, 残根状態) 場合は D と判定した。そして, CAD/CAM システムを用いた設計の反転データとして A・B は有効であり, C・D は無効であると判定した。なお, この判定は客観性を保つために臨床経験 15 年以上を有する歯科医師 3 名によって同時に行われた。さらに, この有効性に対象歯の部位が影響を及ぼしているかどうかについて, 統計学的に χ^2 検定で判定した。

2. 反対側同名臼歯の反転データを利用したクラウンの作製

上顎右側第一大臼歯 (図 1) が全部被覆冠による修復治療を必要とし, 反対側の上顎左側第一大臼歯 (図 2) は, 健全歯として残存していた。そして, 上顎左側第一大臼歯について歯冠形態の計測を行った。計測はスポットレーザを用いた非接触式計測により行われ, 計測ピッチは 0.1 mm, 計測時間は 1 歯あたり約 5 分であった。それから, 計測データを左右反転して上顎右側第一大臼歯のクラウン設計用標準モデルとし

て利用し (図 3), クラウンを作製した。

III. 結 果

1. 反対側同名臼歯の残存歯冠状態調査

今回, クラウンを合着した歯の部位別総数は, 小臼歯が 501 本, 大臼歯が 862 本であり, 上顎が 624 本, 下顎が 739 本であった (表 3)。全体データにおいては 23.8% が有効と判定された (表 4)。

小臼歯においては, 27.5% (138 本/501 本) が有効と判定された。また大臼歯においては, 21.6% (186 本/862 本) が有効と判定され, χ^2 検定の結果, 小臼歯と大臼歯において, 有効と無効の分布が有意に異なると判定された ($p=0.04$, 表 5)。

上顎では 25.2% (157 本/624 本), 下顎では 22.6% (167 本/739 本) が有効と判定され, χ^2 検定の結果,

表 3 Regional distribution of teeth investigated
調査対象歯の部位別構成 (本数)

		First premolar	Second premolar	First molar	Second molar	Third molar	Total
Upper jaw	Right	40	77	103	92	3	315
	Left	39	71	89	104	6	309
Lower jaw	Right	55	76	114	100	13	358
	Left	56	87	106	108	24	381
Total		190	311	412	404	46	1,363
		501		862			

表 4 Distribution of evaluation results
全体データの判定結果 (本数)

A	B	C	D	Total
101(7.4)	223(16.4)	739(54.2)	300(22.0)	
				1,363(100)
324(23.8)	1,039(76.2)			

() : %

両グループ間における有効と無効の分布には有意差が認められなかった ($p=0.94$, 表 6)。

右側では, 24.4% (164 本/673 本), 左側では 23.2% (160 本/690 本) が有効と判定された。 χ^2 検定の結果, 両グループ間における有効と無効の分布には有意差が認められなかった ($p=0.81$, 表 7)。

2. 反対側同名臼歯の反転データを利用したクラウンの作製

完成したクラウンは, 反対側同名臼歯歯冠形態 (図 2), 反転データ (図 3) と比較して, 反対側同名臼歯の解剖学的形態が精密に再現されていることがわかる (図 4)。

IV. 考 察

1. 調査結果

本研究では, 上下顎 (表 6), あるいは左右側 (表 7) による分類では, 有効と無効の分布には両グループに有意差は認められなかったが, 小臼歯と大臼歯 (表 5) の分類においては有意差が認められた。

平成 11 年歯科疾患実態調査報告¹³⁾によれば, 歯の平均寿命は第一小臼歯, 第二小臼歯, 第一大臼歯, 第

二大臼歯の順番で長く, 小臼歯のほうが大臼歯よりも平均 4.7 年長い。また, この調査では, 報告されていないが, 第三大臼歯ではさらに短くなるものと推定される。表 5 では, 小臼歯と大臼歯における判定結果の比較を示しているが, 小臼歯において A (健全歯として残存) と判定された歯が 11.4% であったのに対し, 大臼歯では A と判定された歯が 5.1% と少なく, 逆に D (欠損) と判定された歯が大臼歯で 23.4% であったのに対し, 小臼歯では 19.5% と少なく, この項目が 2 つのグループの大きな違いとなっている。

さらに, 平成 11 年歯科疾患実態調査報告¹³⁾によれば, 1 人平均 DMF 歯数の年齢階級別では, M (Missing teeth) が 20~29 歳で 0.15~0.36 本であるのに対し, 50~59 歳では 4.37~6.34 本, 60~69 歳では 8.01~11.58 本, 70~79 歳では 15.56~19.11 本と高年齢になるに従い激増している。

本研究においては, 全歯列の欠損ではなく処置歯の反対側だけを調査しているため, 歯科疾患実態調査と比較するのは難しい。しかし, 1 人平均 DMF 歯数が低い若年者において, 反対側同名臼歯の歯冠形態の反転データが, クラウン設計に有効である割合が高いものと推察される。

将来 8020 運動などによる国民の意識改革や予防重視の医療体制への移行などにより, 1 人平均 DMF 歯数が減少することが期待されている。表 4 に示すとおり, 今回の調査において, 全体データの有効率は 23.8% であったが, 今後, 国民の 1 人平均 DMF 歯数の減少に伴い, 有効率も増加することが期待される。しかし, 現状においては, まだ 75% 以上の症例において反対側同名臼歯歯冠形態の反転データをクラウンの設計に使用することができないと推察され, あ

表 5 Comparison of the evaluation results between premolar and molar regions
小臼歯と大臼歯の判定結果の比較 (本数)

	A	B	C	D	Total
Premolar	57 (11.4)	81 (16.2)	265 (52.9)	98 (19.5)	501 (100)
	138 (27.5)		363 (72.5)		
	A	B	C	D	Total
Molar	44 (5.1)	142 (16.5)	474 (55.0)	202 (23.4)	862 (100)
	186 (21.6)		676 (78.4)		

$\chi^2=4.6$, $df=1$, $p=0.04<0.05$ Significant, () : %

表 6 Comparison of the evaluation results between upper jaw and lower jaw
上顎と下顎による判定結果の比較 (本数)

	A	B	C	D	Total
Upper jaw	46 (7.4)	111 (17.8)	338 (54.1)	129 (20.7)	624 (100)
	157 (25.2)		467 (74.8)		
	A	B	C	D	Total
Lower jaw	55 (7.4)	112 (15.2)	401 (54.3)	171 (23.1)	739 (100)
	167 (22.6)		572 (77.4)		

$\chi^2=1.2$, $df=1$, $p=0.94>0.05$ Not significant, () : %

表 7 Comparison of the evaluation results between right and left sides
右側と左側による判定結果の比較 (本数)

	A	B	C	D	Total
Right	53 (7.9)	111 (16.5)	359 (53.3)	150 (22.3)	673 (100)
	164 (24.4)		509 (75.6)		
	A	B	C	D	Total
Left	48 (7.0)	112 (16.2)	380 (55.1)	150 (21.7)	690 (100)
	160 (23.2)		530 (76.8)		

$\chi^2=0.26$, $df=1$, $p=0.81>0.05$ Not significant, () : %

らかじめ登録されている標準歯冠データを変形したり、クラウンのワックスパターンを計測して設計に使用しなければならない。CAD/CAM システムをさらに効率的に運用し、生体の再現医療へ活用するためには、上下歯列が健全な状態のときにおおの歯の歯冠形態データを記録し、必要なときに利用するといった方法¹⁴⁾も期待される。

2. 反対側同名臼歯反転データの構築とクラウンの作製

歯冠形態は、自由曲面で構成されているため、器械

や建築物の設計のように、数値を入力して幾何学的な設計を行うことはできない。緒言でも述べたとおり、コンピュータにより歯冠形態を設計するためには、設計の元になる大まかな標準歯冠データが必要となる。著者らは、CAD/CAM システムを使用した多くの臨床経験から、術者の操作時間を極力短縮することが CAD/CAM システムを効率的に運用するための最大のポイントであると考えている。すなわち、術者が CAD を操作する設計時間の短縮は、非常に重要な課題である。口腔内のほかの歯と調和がとれ、解剖学的に適切で、審美的にも優れ、機能的な歯冠形態をでき

図 4 Composite crown fabricated based on the reversed data (6)
反転データをもとに作製されたコンポジットクラウン (6)

るだけ短時間で効率的に作製するためには、適正な歯冠形態データが必要と考えられる。そして、図 1~4 に示す臨床例においても、反対側同名臼歯の解剖学的形態が再現されており、反対側同名臼歯の反転データの有効性を臨床的に確認することができた。

会田ら^{15,16)}は、歯冠補綴物設計に用いる前歯部用と臼歯部用の標準歯冠モデルの作成を試みた。その結果、非常に高密度な形態データを得たが、接触式計測法により計測したため、計測時間だけでも 60~150 時間を要した。今回、われわれが行った計測は、非接触式計測のため非常に高速であり、簡単に標準歯冠モデルとして使用することができた。通常の支台歯、隣在歯、対合歯の計測のほかに、1 歯あたり 5 分程度という短い計測時間が追加されたとしても、設計時間だけでなく全製作時間の短縮につながるものと考えられる。

V. 結 論

CAD/CAM クラウンの設計にあたって、反対側同名臼歯歯冠形態の反転データを利用してクラウンの設計を行うことを想定した場合、反対側同名臼歯の歯冠形態が、どの程度の割合で有効に利用できるかについて、調査し統計学的検討を行い、以下の知見を得た。

1. 1,363 本中、クラウンを合着した時点で、A (反対側同名臼歯が修復処置が行われていない健全な天然歯の形態を保存している)、B (インレーやコンポジットレジン充填により一部修復されているが全体の形態には影響が少ない)、C (クラウンやアンレー

により歯冠全体が修復されている)、D (欠損や残根状態になり歯冠形態が崩壊している) が、それぞれ 101 本 (7.4%)、223 本 (16.4%)、739 本 (54.2%)、300 本 (22.0%) と判定され、A と B を合わせた有効率は 23.8% であった。

2. 小臼歯においては 27.5%、大臼歯においては 21.6% が有効と判定され、グループ間において、有効と無効の分布に有意差が認められた。

3. 上顎 (有効率 25.2%) と下顎 (有効率 22.6%) による分類および右側 (有効率 24.4%) と左側 (有効率 23.2%) による分類では、グループ間の分布に有意差は認められなかった。

4. 臨床例においても、反対側同名臼歯の解剖学的形態が再現されており、反対側同名臼歯の反転データの有効性を確認することができた。

文 献

- 1) Duret F, Blouin J, Duret B. CAD-CAM in dentistry. J Am Dent Assoc 117 : 715-720, 1988.
- 2) Rekow D. Dental CAD-CAM Systems : What is the state of the art. J Prosthet Dent 122 : 43-48, 1991.
- 3) Van der Zel JM. Ceramic-fused-to-metal restorations with a new CAD/CAM system. Quintessence Int 24 : 769-778, 1993.
- 4) Andersson M, Razzoog ME, Oden A et al. Procera A new way to achieve an all-ceramic crown. Quintessence Int 29 : 285-296, 1998.
- 5) Moremann WH, Bindle A, Luethy H et al. Effects of preparation and luring system on all-ceramic computer-generated crowns. Int J Prosthodont 11 : 333-339, 1998.
- 6) 出井庸喜, 中村隆志, 若林一道ほか. 新規 CAD/CAM システムによるオールセラミッククラウン補綴への臨床アプローチ. 歯科審美 12 : 6-11, 1999.
- 7) 内山洋一, 疋田一洋, 飯山賢一. 実用化された歯科用 CAD/CAM—ジーシー・システムの特徴—. QDT 25 : 1664-1672, 2000.
- 8) 疋田一洋, 舞田健夫, 田中 収ほか. 反対側同名歯の歯冠形態を利用した CAD/CAM クラウンの作製. 補綴誌 44・104 回特別号 : 178, 2000.
- 9) 疋田一洋, 内山洋一, 中静利文ほか. 歯科用 CAD/CAM システム「GN-I」の機能と可能性. QDT 26 : 310-318, 2001.
- 10) 疋田一洋. 歯科用 CAD/CAM システム GN-I によるクラウンの作製と臨床応用. 第 37 回日本歯科理工学会学術講演会講演集 : 65, 2001.

- 11) 疋田一洋, 中静利文, 渡部貞義ほか. 歯科用 CAD/CAM システム「GN-I」の機能と臨床応用. 顎咬合誌 26:202-208, 2001.
- 12) 片岡繁夫, 西村好美. ネイチャーズ・モルフォロジー 天然歯牙に学ぶ形態学 3, 東京:クインテッセンス出版, 1993.
- 13) 厚生労働省医政局歯科保健課編. 平成 11 年歯科疾患実態調査報告—厚生省健康政策局調査— 123, 163, 東京:口腔保健協会, 2001.
- 14) 疋田一洋, 舞田健夫, 田中 収ほか. 歯科用 CAD/CAM システムを利用した歯冠形態ライブラリの作成. 補綴誌 44・105 回特別号:150, 2001.
- 15) 会田英紀, 上田康夫, 依本卓見ほか. 歯冠補綴物の CAD システムに用いる標準歯冠モデルの作成—第 1 報 臼歯部の標準歯冠モデルの作成—. 補綴誌 41:787-795, 1997.
- 16) 会田英紀, 上田康夫, 依本卓見ほか. 歯冠補綴物の CAD システムに用いる標準歯冠モデルの作成—第 2 報 前歯部の標準歯冠モデルの作成—. 補綴誌 42:832-838, 1998.

著者連絡先: 疋田 一洋
〒002-8072 北海道札幌市北区あいの里
2 条 5 丁目
TEL : 011-778-7558
FAX : 011-770-5035
E-mail : hikita@hoku-iryo-u.ac.jp

Design of a CAD/CAM Crown Using Tooth Form Data from the Corresponding Tooth Located on the Contralateral Side

—Investigation into the Condition of the Corresponding Tooth Located on the Contralateral Side—

Hikita Kazuhiro, Maida Takeo, Tanaka Osamu, Kobayashi Kunihiro*,
Yorimoto Takumi*, Uchiyama Yoichi**, Ohno Hiroki*** and Fujii Takeo

Institute of Medical Science, Health Sciences University of Hokkaido

*Division of Comprehensive Dentistry, Hokkaido University Dental Hospital

**Professor Emeritus Hokkaido University, Visiting Professor of Health Sciences University of Hokkaido

***Department of Dental Materials and Engineering, Health Sciences University of Hokkaido

J Jpn Prosthodont Soc 46 : 685-692, 2002

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to investigate and examine, statistically, the effective rate of clinical cases to design a crown by a dental CAD/CAM system, by using the method of tooth form data from the corresponding tooth located on the contralateral side of the mouth.

Methods : Patients' clinical records, X-rays, plaster models, and dental work orders of 1,363 molar teeth from 567 patients, were examined to determine the possibility of using the method of tooth form data from the corresponding tooth on the contralateral side. Also, an investigation was conducted on the subject molar teeth, to determine statistical differentiations.

Results : 324 (23.8%) of the 1,363 teeth were judged applicable for use of this method of tooth form data to design a crown. Significant differences were not found in the upper jaw (25.2%) and the lower jaw (22.6%) ; no significant differences were found between the left side (23.2%) and the right side (24.4%), either. However, there was a significant difference between the premolar (27.5%) and the molar (21.6%) teeth.

Conclusions : A statistical examination was conducted on the effectiveness of the method of using the tooth form data from the tooth on the contralateral side, to design CAD/CAM crowns, and the result suggested that this method was most effective for the premolar teeth.

Key words

CAD/CAM, crown