

| 小連載 |

# 補綴装置の最終形態は 模型製作段階ですでに決まっている!?

——模型管理システムを有効活用したラボサイドワークの提案

中編 メタルフレームの設計と臨床例

Ztm.Stefan Schunke (ドイツ・Furth 在住)

ドイツ『dental dialogue』誌掲載論文

翻訳/歯科技工士マイスター 大島一成

Ztm.Kazunari Ohata

本小連載では第39巻第10号(2011年10月号)の上編にて、模型管理システムを用いた技工工程の進め方を中心に解説した。本号でお届けする中編では、歯科技工士マイスターのStefan Schunke氏は陶材のクラックが発生する要因について言及する。欠損補綴症例の観察をベースに、ブリッジの過重負担を調整し、メタルフレーム材料の使用量を減少させつつ、正しく美しい形態を補償する前装フレームの形成法を提唱する。(teamwork media GmbH『dental dialogue』誌編集部)

## 理論的背景

読者諸氏は焼成した陶材の“欠け”を経験したことがあるだろうか!? (図51～53. 図番号は上編からの続きとする)。ここでは、セラミックス材のどの部分が欠けているかということは重要ではない。どういった理由で欠けてしまったのが本質的な問題なのである。この種のミスが人為的なものに由来するとすれば、術者たるチーム医療関係者にとってこれほど遺憾なことはない。

このような事態を未然に防ぐためには、材料の正しい操作方法を知識として身に付けることが重要である。1985年以降、金属焼付け用陶材における金属支持の必要性が提唱されてきた(図54)<sup>1)</sup>。そして、口腔内での経時的安定性においても、常にこれらの課題が触れられてきた。特に、セラミックスオンレーの時代から、金属焼付け用陶材の隣接部は「少なくとも2mmの厚さで持ち堪えなければならない」と言われてきた。筆者はこうした学術的背景のもと、金属焼付け用陶材の隣接部にはメタルフレームによる金属サポートが必須であるという結論に達した。とりわけ、部分的に膨大な高径を必要と

するインプラント治療で金属焼付け用陶材によるブリッジ修復が必要とされる場合は、十分なサポート形態が重要になる(図55, 56)。必要があれば、フレーム構造を隣接コンタクト部歯肉付近までメタルでサポートしなければならないだろう(図57)。

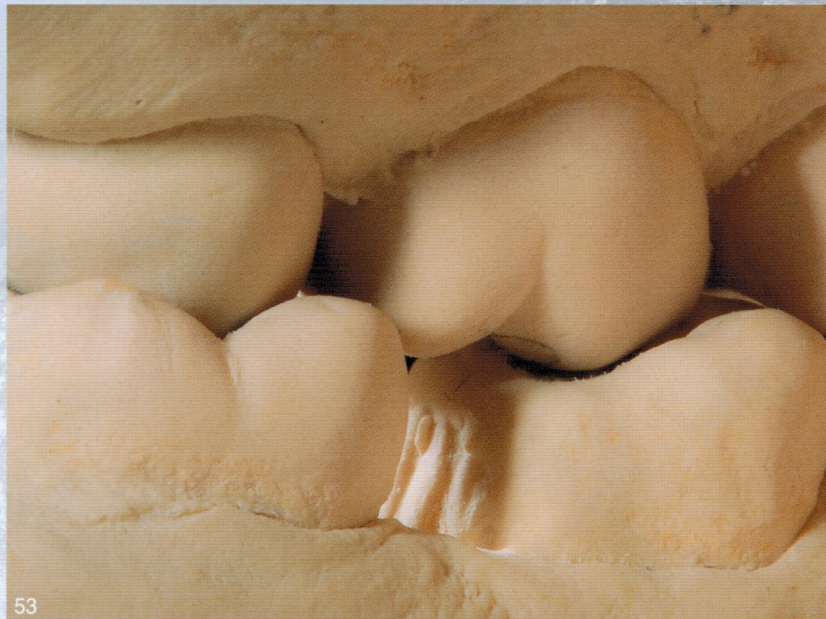
しかし、そこには自ずと問題が生じる。われわれ歯科技工士(ないしは歯科医療従事者)は経費削減を目的に、ここ何十年間もの間、臨床において使用するメタルの量を減少させることに努力を払ってきた。1980年代末期には、『インゾマ テクニック』と呼ばれる新しいフレーム形成法が開発され、メタルの体積や重量を抑制することに成功したが、この方法はいくつかの理由で拡大し得なかった。ただ、技術に裏打ちされた作業工程で陶材のよりよい焼付け強度を補償してきたのは、主にフレーム構造だったはずである。筆者は長期間の臨床観察を通じて、フレーム構造の基本的論証を探求してきた。経験の浅い歯科技工士諸氏におかれてはこれらの着眼点に共感を持たれないかもしれないが、だからこそ筆者はここで、誌幅の許される限り基本に立ち返り、部分的ながらも再検証を行いたい。



51



52



53

図 51 ~ 53 読者諸氏は陶材焼成部の隣接部が欠けているのはなぜであると考えらるだろうか!?(図番号は上編からの続き)

図 54 1985 年には Kostaka 氏によって、陶材前装部にはメタルによるサポート形態が必要であると発表されている (Krafteinwirkung; 力の作用 / Fraktur; 破折)

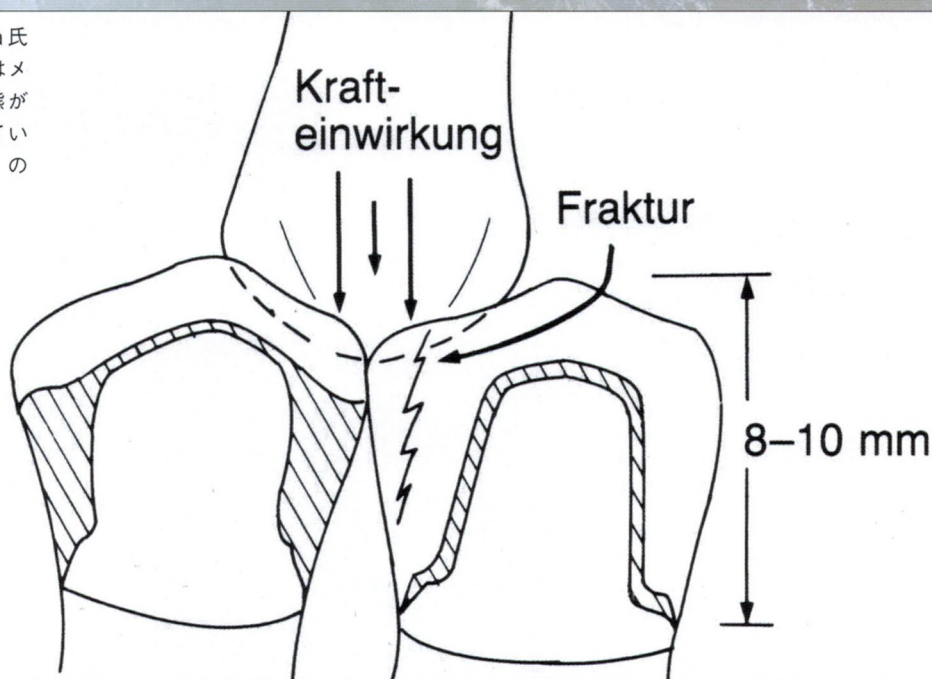


図 55 ~ 57 正しいサポート形態が付与された状態。単冠であっても、コーヌス角を有するシャンファー形態に支台歯形成され、近心部または遠心部に“フレーム・アウトリガー状”のサポート形態を付与することが非常に重要である

### 1. Haker氏による理論構築<sup>2)</sup>

ある試験体に各凹面状の金属体表面を形成し、その上に円形状陶材を焼成し、もう一方の試験体にはほぼ円錐状の陶材を焼成したところ、通常の冷却過程を経た空間内部収縮の中心は、両試験体とも一致した。したがって、下部金属体の内部応力は陶材の圧縮応力に基礎を置き、下部金属体の抵抗する方向性は圧縮応力を生じることから陶材に理想的な値を示す(図58)。つまり、仮想の円状中心点が表面的に対称形をなす場合、陶材と金属フレーム間には望ましい圧縮応力が生じる。このことは、日常臨床において陶材に極めて高い強度を与えることを意味する(図59)。

### 2. Haker氏の提唱①

図59は均一な肉薄のメタルキャップであり、良好で十分な強度のメタル構造が観察できた。このメタル下部構造に若干のメタル突起物を形成することによって応力を分散させ、陶材の強度向上を図る。落下試験では100cmの高さが必要とされ、重量によるクラック発生や剥離が作用することになる。“欠け”は陶材とメタル

フレーム構造間には生じなかった。力と圧力線は異なる方向性を示すということである。したがって、このような過酷な条件下でも陶材の強度は維持され、150cmの高さからの落下試験でも若干の“欠け”が生じたのみであった。

多くの収縮中心部を形成していくことによって、結果的にメタル上の陶材の圧縮応力はさらに理想的になる。つまり、金属焼付け用陶材はより強くなるということである。

### 3. Haker氏による提唱②

各クラウン構造へのさまざまな収縮方向の状態を図60に示す。筆者はセラミックスフレームに前述のさまざまな仮想収縮中心部が生じることを考慮し、フレーム構造の強度に影響を与えず、可能な限り多くの荷重を緩圧する構造を構築した(図61～64)。筆者は『Creation』陶材を使用しているが、理論に基づいて凹面部には専用の充填用オベーク陶材を満たし(図65)、次いで通常のペーストオベークによって作業工程を進めるようにしている(図66)。

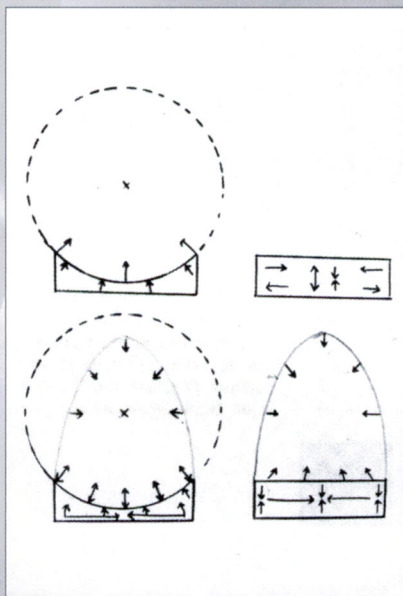


図58 平らな表面上の仮想的中央点に円を描くことによって、陶材-メタル間に必要な圧縮応力を確認する。これによって、前装用材料はより強固になる

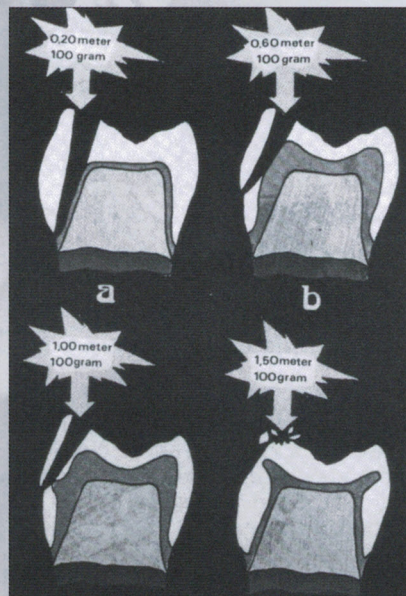


図59 Haker氏は自身の論文でメタルフレームの構造設計(I)および同(II)を唱え、さまざま異なるフレーム形態を構築することにより強度が補償されることを示した

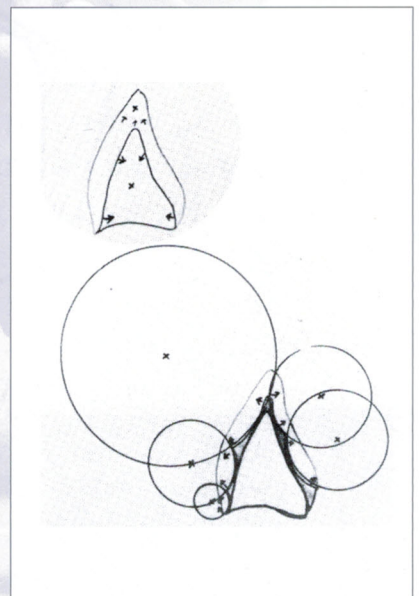


図60 フレーム上にはさまざまな収縮中心が存在することがわかる



61



62



63



64

図 61 ~ 64 それぞれの収縮中央点に相当する隆線や凹面部から、図のような視覚的な収縮中心部が成立する



図 65, 66 下部構造の不足部には、充填用オパーク (Creation) を焼成した後、従来のペーストオパーク層を形成する



図 67 ブリッジの3連続の橋体部は破壊されてしまった!

## 古代ローマの設計の適応

ある一つの事柄が二つの意味を成すことがあるのを読者諸氏をご存知であろう。図 67 はブリッジが破折した状態である。われわれ歯科技工士は少なくとも歯科用 CAD/CAM 装置が開発されるまでは、これらの問題に十分な注意を払っていた。図 68 に、円形競技場を供覧する。すでに建造から 2000 年以上の時を経ているこのクロアチアの素晴らしい建築工法が、われわれの従事する歯科界においてもいかに価値あるものであるかを明確にしていこう。これら閉塞した壁を構築するために処理された膨大な石の量は想像を絶するが、では、いかにしてこのような長期間にわたってその強度を保つことができたのであろうか……。それは、アーチの強度に起因している。各アーチの支柱は真の強度を有しているわけで、このような長期安定性を約束する構造理論を歯科界に、とりわけブリッジの構造に適応しない手はない (図 69)。

筆者はブリッジ橋体部の形成には、ある種の構造的特徴と構成要素が認められる場合、いくつかの利点を有すると考える。ブリッジ橋体部の形成は、このアーチ門から修得することができる。ブリッジ橋体部を基底面から金属で充満した状態で形成することを避け、基底面から咬合面方向に窓開けを行う。頬側にかけては内側壁が存在し、焼成前装面は近遠心方向に十分な厚みを確保する。これらは、アーチ門の支柱と同様の理屈である (図 70)。これで十分な強度を補償すると同時に、可能な限りその体積を抑制し、最終的に重量を軽減できる優位性に繋がる (図 71, 72)。

ブリッジ橋体部は、上述の方法で設計されたブリッジ支台歯上の各クラウンと同じ程度の、多くの質量を有する。これは、ブリッジ橋体部の加熱と冷却の状態が、支台歯上のクラウン橋脚部と酷似した応力状態を有することを意味する。したがって、冷却後の鑄造構造がより均一な応力分布を有すると仮定できる。ここでは、ブリッ



図 68, 69 古の構造物。このアーチ門の理想的構造を、歯科領域でブリッジの構造を考える際に参考にしたい

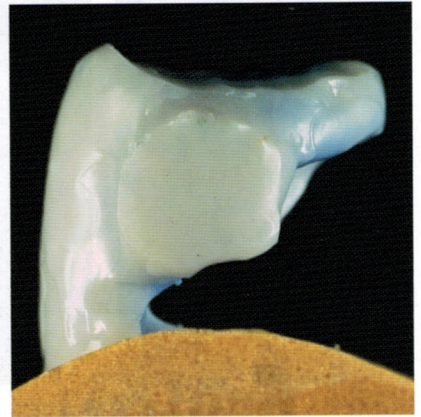
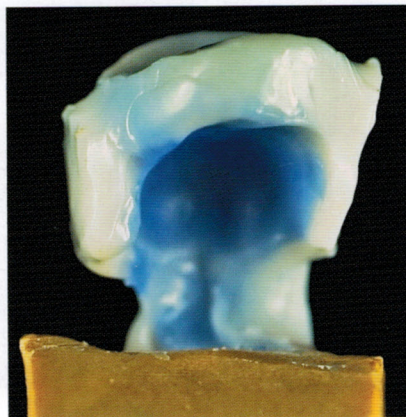


図 70 ~ 72 アーチ門状に削除された構造

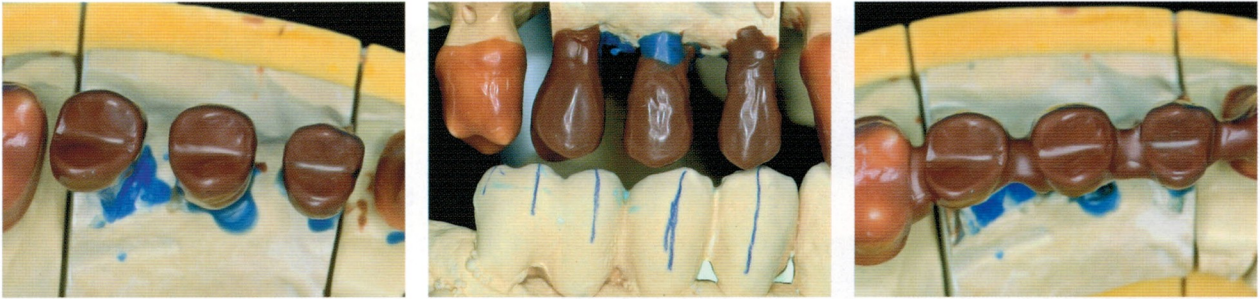


図 73～75 ワックスブルー線を用いてブリッジの橋体部を石膏模型上に固定し、機能的に正確な位置付けを行った後、各連結部を形成する。われわれ歯科技工士が後に金属に置き換えるべき、強固な線状の連結部が観察できる

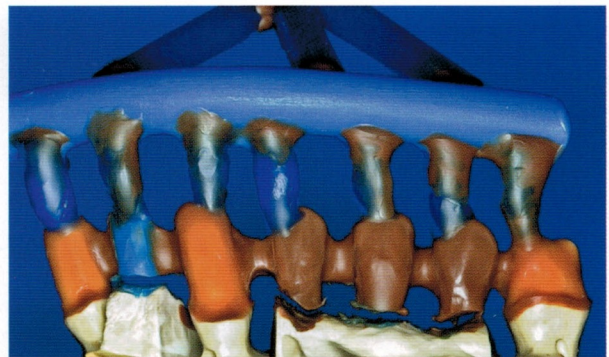
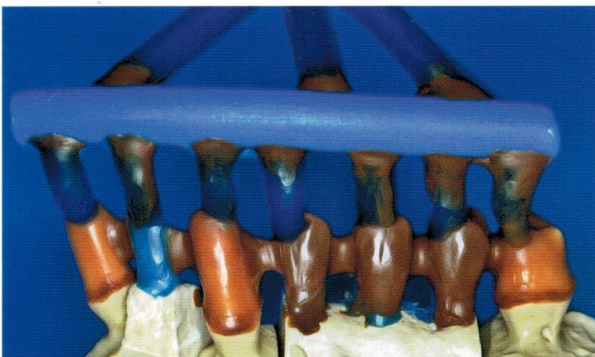


図 76, 77 スブルーイングを行った後、熱したインストゥルメントを使用して石膏模型からブリッジ橋体部を撤去する



図 78, 79 鑄造結果に歯科技工士の努力が映し出される。ここではブリッジ橋体部の線状の連結部が観察され、基底面の支持はセラミックスに依存することが理解できる

ジへの焼付け強度を応力フリーにすることが重要である。石膏模型上でそれぞれのブリッジユニットに鑄造用スブルーを植立し、強固なワックス形成を行う(図 73)。相当する機能的形態はワックスによって形成し(図 74)、クラウン橋脚部とブリッジ橋体部を解剖学的支持形態に形成した後、両者を連結する。その際、ブリッジ橋体基底面は石膏模型に接着された状態で行う(図 75)。このように、ワックスブリッジ体に不必要な応力を発生させないことが何より肝要である。

続いて、適応部に鑄造用ランナーバーを装着する(図 76)。ここで初めてブリッジ橋体基底面に熱したインス

ツルメントを使用して石膏模型から撤去することによって(図 77)、良好な鑄造成果を得ることができる(図 78)。メタルフレームが Giroform 模型システム上に良好な適合性を有していれば、ダイ模型(非可撤式模型)上に容易に適合する。

Giroform 模型システムとダイ模型間の両隣接接触部の差異は皆無である。ブリッジ橋体基底面には、メタルによるサポート形態を形成することが重要である。つまり、ここでは陶材前装部も一つの収縮中心部を有し、基底面方向に過剰な陶材築盛スペースが存在しないよう注意する(図 79)。



図 80～82 充填材としてオペーク陶材がない場合はショルダー陶材を用いてもよい

まず、オペーク陶材を築盛し、焼成する（図 80）。次にブリッジ橋体部にはショルダー陶材を二度焼成することによって、通常の形態を形成することができる（図 81, 82）。

上述のテクニックは、メタルを大幅な節約に寄与する。症例にもよるが、節約率は 30～50%と筆者は認識しており、それと同時に、製作したブリッジが高い強度と良好な焼成過程を示してくれる。

## 臨床ケースにおける精査

中編の最後に3つの臨床例を提示し、本稿の結論を精査したい。

臨床例Ⅰは非連結のインプラントクラウン（図83～85）であり、本稿の主旨に沿った形で、古代ローマ式の設計を応用した。

製作ブリッジの凹面部には充填用オペーク陶材を満たし（図86, 87）、焼成後、適応するペーストオペークにて光を遮蔽する（図88）。その後、通例に従って前装を行った（図89～90）。なお本稿では、補綴装置の重要な要素である自浄性や歯肉形成の有無および補綴装置そのものの機能について誌幅の都合であえて触れていないことを付記しておく。



図83～85 臨床例Ⅰ. 本症例では連結された臼歯部インプラント上部構造を選択した

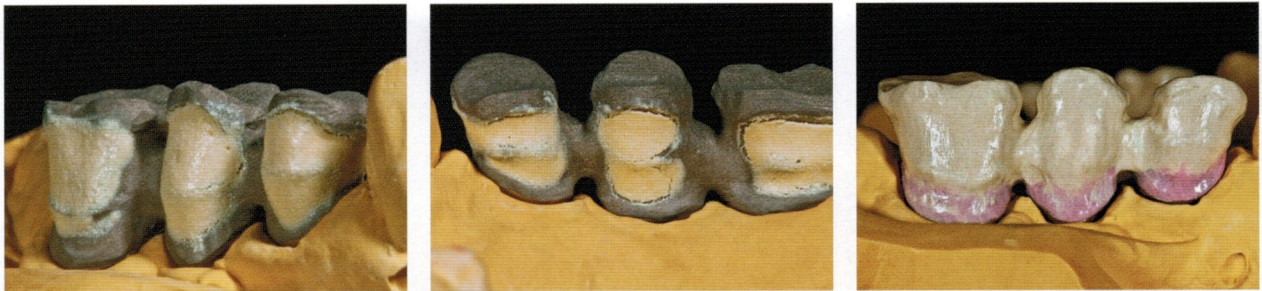


図86～88 フレーム形態には古代ローマに由来するデザインを応用する。鑄造後のフレームの凹部にはオペーク陶材を充填し、フレーム全体には従来法でオペーク陶材を一層塗布する

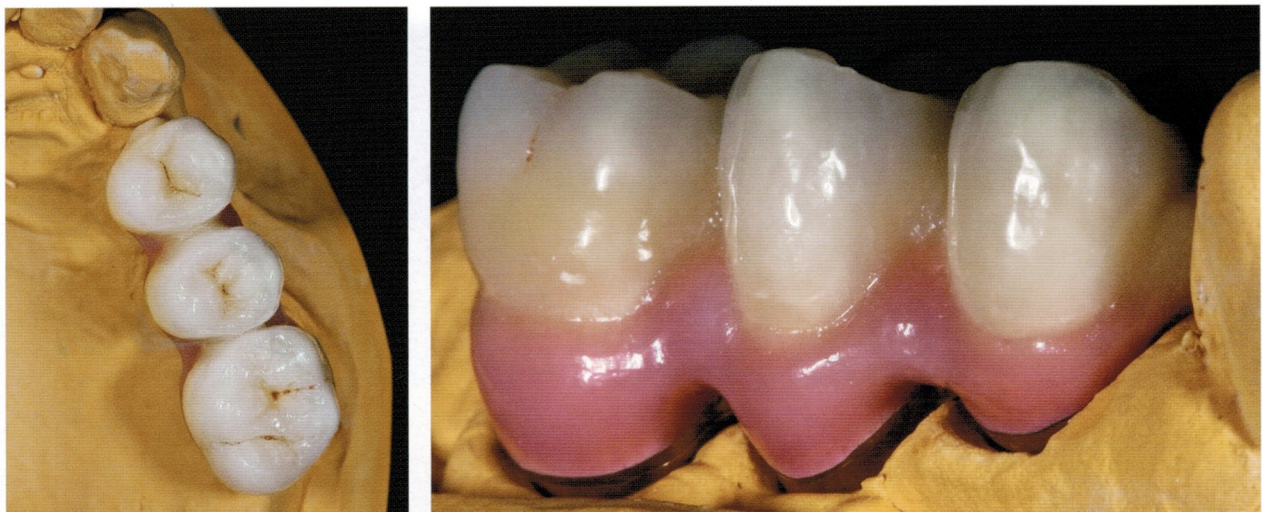


図89, 90 最終焼成後のフレーム



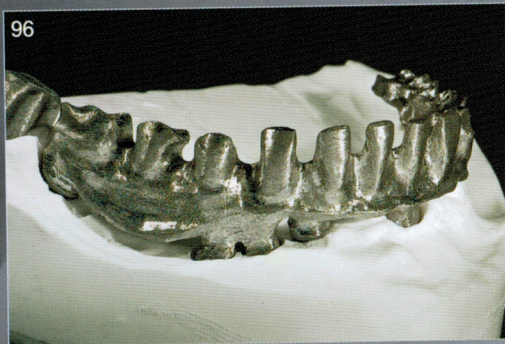


図 91～95 臨床例Ⅱ.  
広範囲にわたるインプラント上部構造に古代ローマに由来するデザインを応用した

図 96～100 臨床例Ⅲ.  
同じくインプラント治療に古代ローマのデザインを活用した症例。複数の収縮中心部を構築して相当する凹面部によって材料を抑制し、必要な強度をもたらした

臨床例Ⅱは、広範囲なインプラント治療の症例である。筆者はこのような症例においてこそ、古代ローマの設計の価値が見出されることを確信している。その詳細は、図 91～95 に明らかであろう。臨床例Ⅲも、インプラント治療に古代ローマの設計を応用したもので、複数の収縮中心部を構築して相当する凹面部によって材料を抑

制し、必要な強度をもたらした (図 96～100)。前述の空洞をオパーク陶材で充填し、フレーム上に通常の前装を行った (図 101, 102)。

\* \* \*

本小連載の最終回となる下編では、咬合器の適切な取扱法について述べる予定である。

#### 参考文献

- 1) Kostaka C.M. : Eine Übersicht über die Prinzipien beim Entwurf von Metallgerusten für Keramikverblendungen, Die Quintessenz der Zahntechnik 5/1985, Quintessenz Verlag, S. 551-555.
- 2) Haker G. : Der Strukturentwurf für das Metallgerüst (I) und (II), Die Quintessenz der Zahntechnik 1984, Quintessenz Verlag, Heft 1 : S. 83-91, Heft 2 : S. 243-251.

(表記は原文ママとする)



図 101, 102 前述の空洞をオベーク陶材で充填し、フレーム上に通常の前装を行った。インプラント上部構造には異なる収縮中心部が確立され、圧力が分散されている。また、フレーム材料の必要量を抑えつつ、必要十分な強度が補償されていることも見逃せない

#### 執筆者紹介

Ztm.Stefan Schunke 氏は 1976 年にドイツの Leverkusen 市にて歯科技工士としての見習いの修行を始め、1981 年に歯科技工士国家資格を取得した。その後、Dusseldorf 市の Ztm.Bolte 氏の下で臨床技工経験を重ね、その期間中に Externer としてマイスター称号を取得する。故 M.H.Polz 氏が推奨する生体力学的ワックスアップ法を学び、1988 年には Polz 氏のラボへ移籍。1997 年に同ラボを引き継いだ。1987 年以降、機能性に重点を置いたワックスアップ法とミリングテクニックについて多くの論文を執筆し、1991 年にはこれらの学術活動が認められて「Pffannenstielpreis」を受賞した。1993 年からはフランクフルト大学 (Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt) にて咬合機能と形態学についての講師として活動しているほか、2003 年には DGZ (ドイツ歯科審美学会: Die Deutsche Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde e.V.) から「審美歯科のスペシャリスト」として認められ、DGZ の副会長に就任した。



#### 連絡先

Ztm.Stefan Schunke / Zahntechnisches Labor Stefan Schunke  
Alte Reutstr170, 90765, Furth / Tel. + 49-911-79037-51  
Fax. + 49-911-79037-52 URL : [www.schunke-stefan.de](http://www.schunke-stefan.de)

AmannGirrbach AG / Tel. + 43-5523-623-33-0  
E-mail : [austria@amanngirrbach.com](mailto:austria@amanngirrbach.com)  
URL : [www.amanngirrbach.com](http://www.amanngirrbach.com)