

## 5.1 インプラント補綴の上部構造の材料

新井聖範、長谷川 孝、庄野太一郎

### 5.1.1 長期的観点から見たインプラント補綴の上部構造の材料

現在、上部構造製作において選択できる材料は、その種類や材質においてかなりの進歩を得た。また製作方法に関しても CAD/CAM テクノロジーの進歩などにより、安定した品質でより丈夫に、そして適合精度も向上した上部構造を製作することが可能となった。しかしながら、それらすべては人工物である以上、材質の特性に応じた長所・短所も存在するのが現実である。

よって、われわれ歯科医師に求められるものは、それぞれの材質の特性を良く熟知し、また症例の特徴を理解したうえで、最善の材料を組み合わせ使用していくことであり、それこそが長期的観点からみた上部構造のために必要であると考え(図5.1.1)。

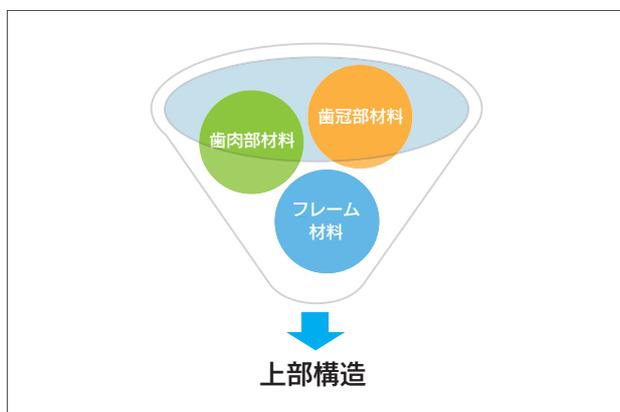


図5.1.1 それぞれに用いる材料の特性を熟知し、最善の選択をすることが長期的観点からみた上部構造には求められる。

### 5.1.2 インプラント補綴の上部構造の構成

クロスアーチの上部構造を構成する材料は、金属系または非金属系フレーム、およびその上を覆う歯冠色または歯肉色の材料に大別される。それぞれに用いる材料は一般の歯冠修復材料であるが、インプラント補綴特有の概念もあるため、その選択には配慮が求められる。特にインプラント補綴の上部構造は、インプラント治療特有の欠点である歯根膜を介在した緩衝作用がなく、また粘膜負担でないため、咬合力が上部構造ならびにそれらを介してフィクスチャーに直接負担がかかる点に留意して材料を選択する必要がある。

#### 5.1.2.1 歯冠部および歯肉部(ガム)材料

##### (a)人工歯 (denture teeth) (図5.1.2)

いわゆる人工歯は、従来の義歯製作においても広く用いられており、上部構造製作においても同様に歯冠部材料として用いられる。人工歯を用いるメリットとしては、義歯製作と同様、操作性が良く、修理も簡便であり、安価に抑えられるといった点がある。

反面、歯根膜ならびに粘膜負担の欠如から、同じ義歯材料であっても総義歯とは大きく異なり、人工歯の脱落や破折をとまなうケースも多い。修理は簡便ではあるが、人工歯のトラブルは患者の求めるものとは異なるものであり、選択する際には十分な説明が求められる。

##### (b)アクリリックレジン (acrylic resin)

歯科では義歯床用の素材として従来から使用されているアクリリックレジン、上部構造製作においても、人工歯を歯冠材料に使用する場合は歯肉(ガム)部材料とし



図5.1.2a～c メリットの多い人工歯ではあるが、反面、長期的観点からはトラブルの頻度も多い。



図5.1.3a～c セラミックスは審美的な材料であるが、チッピングなどのトラブルは上部構造においては頻度の高いものとなり得るため、デザインに配慮が求められる。

て用いられる。モノマー+ポリマーからなるアクリリックレジン操作性もよく、歯肉形成したワックス部を埋没・流口した部分に填入し、一般には加熱重合することにより完成させる。

義歯同様、修理の際にも対応しやすい素材であるが、義歯の表面汚れであるデンチャープラークの付着は同様に生じてしまう。特に、固定された上部構造の場合は、粘膜部分と直接に接することのないよう設計時に配慮されるべきである。あわせて、患者によって可撤された状態での日常の手入れは不可能であり、長期的観点からの衛生面・メンテナンスへの配慮、またリコールによる管理はさらに重要となる。

### (c)セラミックス (ceramics) (図5.1.3)

従来から審美材料として用いられてきた陶材(セラミックス)は、現在においてももっとも審美的な歯冠色材料として広く用いられ、上部構造においても同様に歯冠部に、また歯肉(ガム)部にも使用されている。陶材焼付鑄造冠(メタルボンド・メタルセラモクラウン)として従来から用いられているように金属に陶材を焼付し製作するもの、また近年ではオールセラミックスとして、ジルコニアで製作したフレームに築盛陶材を使用し製作す

るもの、またジルコニア単体で製作するものや、2ケイ酸リチウムガラスによるセラミックス材料など、発展の目覚ましい材料でもある。

現在、クロスアーチの上部構造に用いるセラミックスとしては、後述するフレーム材料に、築盛陶材を使用する形式が一般的である。審美的かつ、生体親和性も高い材料であり、プラークコントロールの観点からも有利であるため、長期的観点から見た場合にも有用な材料である。

しかしながら、周知のようにセラミックスの欠点であるチッピングや破折といったトラブルは、歯根膜を有しないインプラントの上部構造としては、避けて通れない問題である。特に上部構造が上下顎ともセラミックスで対合する場合には、さらに顕著に生じやすい。それゆえ、歯冠部材料にセラミックスを用いる際には、十分な強度を得るための陶材の厚みの確保、必要に応じた金属またはジルコニアによる補強、フレームデザインが重要となる。

### (d)ハイブリッドセラミックス (hybrid ceramics) (図5.1.4)

レジンとセラミックスの欠点を改良するべく開発されたハイブリッドセラミックス(またはハイブリッドレジン)は、色調再現性も良好で、材料自体の操作性も良く、従来のセラミックスに比べ衝撃にも強い材料であるため、



図5.1.4a~c 歯冠部および歯肉部に用いることのできる良好な物性を備えるハイブリッドセラミックス。一方、変色や着色、経年的な摩耗などには対応が求められる。

上部構造製作において歯冠部のみならず歯肉部にも応用できる好ましい材料の1つである。

一方、審美的にすぐれた材料ではあるが、セラミックスとは物性は異なり、経年的な摩耗や着色、素材自体の変色やプラークも付着しやすい欠点がある。また、セラミックスに比べ割れにくい材料ではあるが、やはりチッピングや破折が生じることもある。選択の際には、セラミックス同様、これらに配慮したデザインや対応が不可欠となる。

### 5.1.2.2 歯冠部材料の選択

歯冠部材料には、審美的要件に加え、機能的要件も満たされる必要がある。機能的要件には、付与した咬合接触と形態を維持する強度を備え、かつ対合歯に為害性のないよう、特に摩耗を助長しないことが挙げられる。

従来、被圧変位のないインプラント体への衝撃を防ぐ観点から、レジン歯がおもに用いられてきた。その考えから、歯冠部材料の選択基準として、衝撃吸収性が挙げられ、セラミックス(陶材)よりもレジン歯または硬質レジンに代表される材料の方が有用であるとされてきたが、Bassitら<sup>1)</sup>、前田ら<sup>2)</sup>の研究結果によると、アバットメントに生じるひずみにはほとんど差がないとする報告もある(図5.1.5)。

しかしながら、咬合力や4章にて述べたパラファンクションにより、歯冠部そのものにかかる応力によって歯冠部材料がチッピングや破折などをまねく事態が生じうることは、材料の選択時に配慮に含める必要がある。

あわせて、歯冠部材料選択の際には対合状態による配慮も必要となる。特にインプラント対インプラントの対合状態の場合、歯冠部材料の選択には、咬合圧に対する

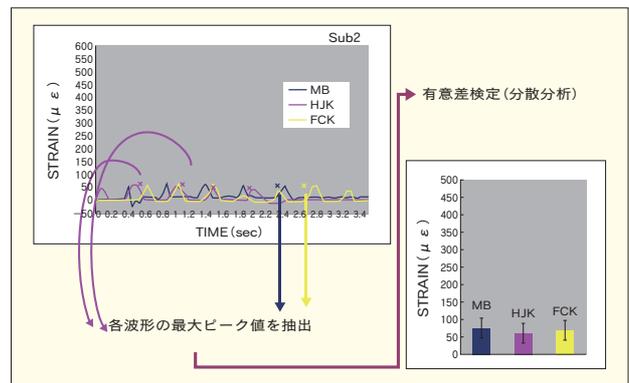


図5.1.5 上部構造において、歯冠部材料の違いによるアバットメントへのひずみを検討した結果。陶材焼付鑄造冠(メタルボンド)・硬質レジン・鑄造冠を比較したところ、有意な差は認められなかった(文献2より引用)。

歯根膜由来の被圧変位が存在しないことも考慮に含め材料を検討すべきである。なお、われわれの症例において、その対合状態の割合は、対天然歯：17%、対義歯：2%、対インプラント：52%、対混合(インプラント+天然歯：固定性)：29%であった。対合状態がいずれの場合であっても、歯冠部材料の選択にかかわらず咬合の付与・調整・経時的変化のチェックは厳密なものであるのは必須である。

### 5.1.2.3 フレーム材料

#### (a)CAD/CAM フレーム

CAD/CAM 技術の歯科応用は、歯冠修復・補綴の分野においてパラダイムシフトともいえる変換点である。今後もCADならびにCAM装置の発展や、適応材料の物性向上やバリエーションの増加、適合精度のさらなる向上など発展が期待できる分野である。自費修復・補綴の分野でも広く用いられてきたが、今や保険治療にも



図5.1.6a~c CAD/CAMにより製作されたチタンフレーム。従来の鋳造法では製作困難であったが、CAD/CAMによるチタンフレームは強度的にもすぐれ、かつ軽量で、金属費用の抑制にもなる。



図5.1.7a~c ジルコニアフレーム。もっとも審美的な上部構造ではあるが、フレームそのものの強度にも配慮が求められる。

CAD/CAM冠が導入されてきた。オーラルスキャナーによる光学印象分野もますます発展が期待される。

従来の歯科精密鋳造による修復物の製作は歯科技工士による技術的な差も大きく、インプラントフレームでは大型鋳造またはロウ着が必須であったため、上部構造の質に差が生じる場合もあるが、1つのブロックからワンピースで削り出すCAD/CAMフレームは、その品質の安定・向上にも大きな役割を担っている。

#### (a-1) 金属系 CAD/CAM フレーム(図5.1.6)

現在、金属系 CAD/CAM フレームは、おもにコバルトクロムおよびチタン製のブロックから削り出される。特にチタンによるフレームは、従来の鋳造およびロウ着技術では製作が困難であったため、CAD/CAM 技術の応用により広く普及をみた。

チタンフレームは生体親和性および十分な強度を備え、材料そのものも安価で、かつ軽量であるため、クロスアーチの上部構造を製作するうえで、もっとも好ましいフレームの1つである。しかしながら、チタンとセラミックスの焼付、結合は現在もなお特殊な技術が必要となるため、セラミックスへの応用には配慮が必要となる。

#### (a-2) 非金属系 CAD/CAM フレーム(図5.1.7)

審美歯科領域の材料が進歩し、またニーズも高まるなか、上部構造においても非金属系の素材は今後もますます普及していくと思われる。現在、上部構造の非金属系フレーム素材としては強度的な理由からジルコニアが多用されている。クロスアーチのようなロングスパンブリッジにおいて、非金属系のフレーム製作が可能になったのもチタン同様、CAD/CAM 技術の発展に他ならない。

しかしながら、陶材を築盛するという点では従来の金属フレームへの築盛と変わらないため、セラミックス同様のトラブルは生じうる。それゆえ臼歯部咬合面などはジルコニアそのもので製作するデザインも検討される。また、すぐれた強度を備えるジルコニアではあるが、複数のポンティック部が連なるような箇所や連結部面積の小さい箇所では、かかる応力によるフレーム自体の破折も金属系フレームに比較すると生じる危険性が高くなる。それゆえフレームのデザインそのものにも強度をもたせるような配慮が求められる。

今後は、ジルコニアフレームブロックのさらなる強度・色調の改善も図られ、築盛陶材を使用することなく単一のブロックからフレームならびに歯冠部まですべてを製作するような技術も期待される。



**図5.1.8a~c** Cast(鋳造)フレーム。歯科鋳造技術を応用する製作方法であるが、テクニックセンシティブな側面があり、適合精度の問題、ロウ着部(0部)の強度、金属代の高騰(製作コストの問題)なども考慮しておく必要がある。

### (b)Cast(鋳造)フレーム(図5.1.8)

従来からの精密歯科鋳造を技術応用し、ロングスパンブリッジ製作と同様の方法で金属を鋳造、必要箇所をロウ着することにより上部構造のフレーム製作を行うものである。Cast(鋳造)フレームに使用する金属としては、ロングスパンブリッジ同様、使用する歯冠部材料に応じて12%金パラジウム銀合金やコバルトクロムなどのノンプレシャス合金、場合によってはセミプレシャスなどの合金も使用される。しかしながら、鋳造技術による品質の問題、使用する金属量の多さにとまなうコスト、ならびにロウ着部の機械的強度不足による連結部の破折、また製作操作の煩雑性や歯根膜による被圧変位がないことから適合精度の問題などにより、次第にフレーム製作はCAD/CAMによるものにシフトしている。

一方、使用するインプラントシステムによっては、CAD/CAMによるチタンやジルコニアフレームなどの製作が容易にできない場合もあるため、今後もしばらくは必要なフレーム製法であるのも実情である。Castフレームを用いる場合にもCAD/CAMフレームと同様、そのフレーム自体の強度を担保するとともに、歯冠部材料を維持・サポートするフレームデザインが必須となる。

#### 5.1.2.4 フレーム材料の選択

フレーム材料には、歯冠部材料と同様、審美的要件も満たされる必要がある場合もあるが、機能的要件、特に機械的強度などが歯冠部材料以上に求められる。

実際、われわれがフルアーチの上部構造を製作した症例において、フレーム材料の割合を調べると①CAD/CAMチタンフレーム：83%、②Cast(鋳造)フレーム：13%、③CAD/CAMジルコニアフレーム：4%となり、

機械的強度を重視した、また適合精度からもCAD/CAMによるフレーム製作へとシフトしている結果となった。これら結果の要因には、金属費用などによる製作コストの問題なども挙げられるが、特に③CAD/CAMジルコニアフレームに関しては、マテリアル自体のさらなる改善や製作技術の向上などにより、その割合は増加する傾向にあると思われる。

### 5.1.3 上部構造の材料と組み合わせ

上部構造に使用される材料は、それぞれ単一で用いられることは稀であり、上部構造を構成する歯冠部、歯肉(ガム)部、フレーム部に用いる材料の特性をそれぞれ理解したうえで組み合わせ製作していく必要がある。

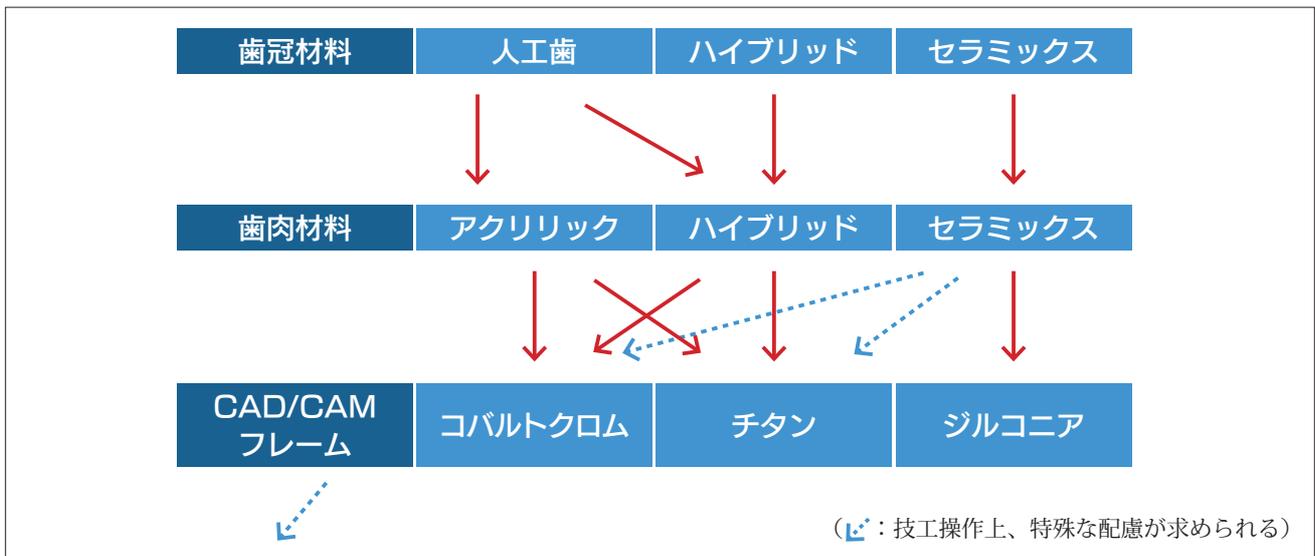
#### 5.1.3.1 CAD/CAMフレームとの組み合わせ

図5.1.9に歯冠および歯肉材料とCAD/CAMフレームとの組み合わせについてのフローチャートを表記する。通常、歯冠部に人工歯またはハイブリッドセラミックスを選択する際には、コバルトクロムまたはチタンのフレームを選択し、セラミックスを選択する場合にはジルコニアフレームを選択することが多い。コバルトクロムまたはチタンフレームにセラミックスを応用することも技術的には可能であるが、技工操作上、特殊な応用となるため配慮が求められる。

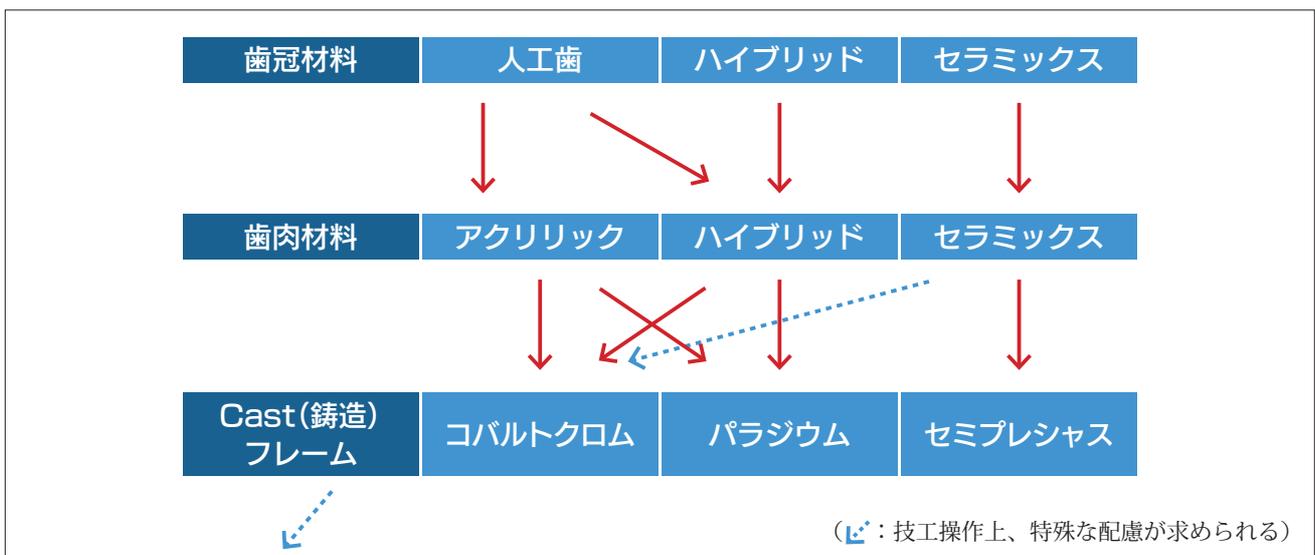
#### 5.1.3.2 Cast(鋳造)フレームとの組み合わせ

図5.1.10に歯冠および歯肉材料とCast(鋳造)フレームとの組み合わせについてのフローチャートを表記する。通常、歯冠部に人工歯またはハイブリッドセラミックス

## 5.1 インプラント補綴の上部構造の材料



**図5.1.9** フルアーチ：CAD/CAM フレームと歯冠および歯肉色材料との組み合わせ。一般的に歯冠部材料に人工歯またはハイブリッドセラミックスを用いる際には、コバルトクロムまたはチタンのフレームを選択、セラミックスを用いる際にはジルコニアフレームを選択することが多い。コバルトクロムまたはチタンフレームにセラミックスを応用することも可能であるが、技工操作上、特殊な応用となる。



**図5.1.10** フルアーチ：Cast(鋳造)フレームと歯冠および歯肉色材料との組み合わせ。通常、歯冠部に人工歯またはハイブリッドセラミックスを用いる際には、コバルトクロムまたはパラのフレームを選択、セラミックスを用いる場合には焼付可能なプレシャス系金属を選択することが多い。しかしながら Cast(鋳造)で製作するコバルトクロムフレームはCAD/CAMでインゴットから製作するコバルトフレームとは物性が異なる点には検討が必要である。合わせて、セラミックスの焼付にも配慮が必要となる。

を選択する際には、コバルトクロムまたはパラジウムのフレームを選択し、セラミックスを選択する場合にはプレシャス系金属を選択する人が多い。しかしながらコバルトクロムフレームは鋳造およびろう着技術そのもの

に特殊性があり、CAD/CAMでインゴットから製作するコバルトフレームとは物性が異なる点には検討が必要である。合わせて、セラミックスの焼付にも配慮が必要となる。



図5.1.11a~e Individual Crown タイプによる上部構造。フレームおよび歯肉部分を中間構造体とし、歯冠部分を個別に製作。これによりそれぞれのマテリアルの利点をさらに活用できる。現在では、シロナ社のセレックシステムの使用により、満足度の高い Individual Crown を安価で精密に短時間で製作できるようになってきた。

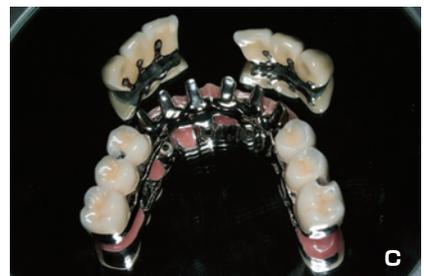


図5.1.12a~c 歯冠部の様式は、目的に応じて多種多様なものとなる。

#### 5.1.4

### インプラント上部構造に特有のデザイン “Individual Crown”

フレーム部分に歯冠または歯肉部材料を直接築盛または焼き付けることにより一体型とする通常の上部構造とは異なり、フレームおよび歯肉部分を中間構造体 (Substructure) とし、歯冠部分を個別に製作する方法である。これにより、歯冠部分をさまざまな材料を用いて製作することができ、それぞれのマテリアルの利点をさらに活かすことができる (図5.1.11)。

また、歯冠部の製作においても、すべてを単冠処理にする場合のみならず、意図する部位を連冠処理して製作する場合や、一部のみを Individual タイプで製作することも可能であり、デザインおよび使用マテリアルはアイデア次第で多種多様なものとなる (図5.1.12)。

アクセスホールが審美的に問題となる場合であっても、アクセスホールは中間構造体を含めることにより、その

上部は歯冠部分で被覆されることから、インプラント埋入位置の制約を受けにくく審美的に上部構造を製作することができる。

また、上部構造にチッピングや破折などのトラブルが生じた際にも、上部構造すべてを取り外す必要がなく、必要な箇所のみを取り外しや、修理・再製作の対応が可能となる (図5.1.13)。

Individual Crown による製作方法の場合、マテリアルそれぞれの利点を生かし、CAD/CAM 技術を駆使すると、図5.1.14のような審美的上部構造の製作も可能となる。中間構造体には、ジルコニアフレームを製作し歯肉 (ガム) 部を築盛、歯冠部分にはすぐれた物性を備える歯冠材料として現在用いられる 2 ケイ酸リチウムガラスセラミックブロックから削り出し製作したクラウンを装着する。万一、歯冠部にトラブルが生じた場合には、該当部分のデータさえあれば印象操作すらなく、しかも簡便に対応も可能となる。

図5.1.13a、b Individual Crown によってアクセスホールは審美的に被覆することが可能である。

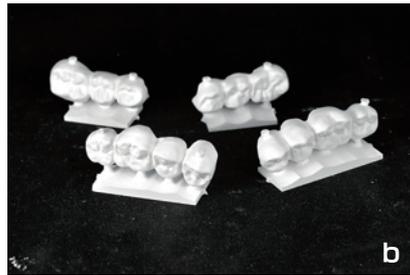
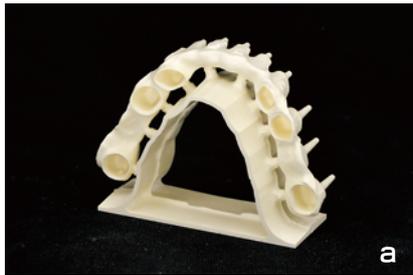


図5.1.14a~c CAD/CAM 技術を応用した Individual タイプの上部構造。歯冠部にトラブルが生じた際でも、同部の製作データがあれば、印象操作も必要なく、簡便に新製が可能である。チタンプレートの歯冠部にワックスアップにより歯冠形態を製作。これをスキャンすることで安価なセラミック歯を製作できる。シロナ社のセレックシステムなどを使用することで、補綴物装着後の破折、破損にも安心して対応できるようになった。

これら Individual Crown による上部構造の製作によるメリットは、先述した上部構造特有のトラブルといったデメリットを大きくカバーするため、長期的観点から見た場合、非常に有用な方法となる。

一方、この方法には通常、歯冠部をサポートするための中間構造体、特にガム部分が必要となり、後述する設計パターンによっては選択しがたい場合もある。また、材料の選択によっては製作コストが高額になるケースもある。

### 5.1.5

### 最強の上部構造材料は存在する のか？

上部構造にまつわるさまざまな材料がそれぞれの特徴

を備え、各社から供給されている。そのような中、上部構造にとってもっとも望ましい材料は何か。多様な見解はあるが、残念ながら誰もが認める最強の材料、Best Choice はないのが現状である。

しかしながら、われわれ歯科医師は、患者にとって Best Choice を提供する必要がある。よってわれわれは、より望ましい材料が今後も開発・供給されることを期待する一方で、つねに知識をアップデートし、エビデンスに基づき、より良い材料を選択また組み合わせを検討、それら材料の持つアドバンテージが最大限発揮できるよう上部構造を設計していくことが、長期的観点から見た上部構造のために今後も求められる。

#### 参考文献

1. Bassit R, Lindström H, Rangert B. In vivo registration of force development with ceramic and acrylic resin occlusal materials on implant-supported prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 ; 17(1) : 17-23.
2. 前田芳信, 和田誠大, 松田信介. インプラント補綴のリスクファクターを少なくするために. 第3回 咬合に関するリスクファクター. *Quintessence DENT Implantol* 2011 ; 18(1) : 115-122.