



## Introduction

修復歯冠のCAD/CAM製作法の大部分はコーピングのCADが対象であり、対合歯との咬合を考慮した歯冠形態がCADできるシステムは多くない。一方、インプラント上部構造歯冠においては、特に咬合運動時の側方力に対する対応など咬合面設計には難しい要素が存在する。

患者固有の対合歯咬合運動を考慮した修復歯冠設計法として、FGP (Functionally Generated Path) 法が開発されたが、これはOcclusal tableの製作など煩雑な工程があり普及しなかった。

本研究では、コンピュータデジタル処理でFGPをvirtualに再現したFGVP (Functionally Generated Virtual Path) 法によって患者固有の咬合運動曲面を構築し、そのデータを用いてインプラント上部歯冠形態を決定するCADシステムの開発を試みたので報告する。

## Materials and Methods

今回は下顎右側6番欠損部にインプラントアナログとアバットメント (Transfer RepricaPro, AM Transfer Head Pro5.5φ, プラトン) を装着した模型を対象としプロセスの構築を行った。

### 1. インプラント上部歯冠咬合面の生成プロセス

① 模型の3次元形状計測とクラウンのCAD (Fig.1) : 計測装置 およびCADソフト (D710, DentalDesigner2010, 3Shape) で歯列模型の計測と歯冠の一次CADを行い、咬合面にFGVP曲面に従い形状変形するための制御点を付けた。

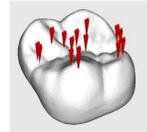


Fig.1 歯冠の制御点

② 中心咬合位探索とFGVP曲面の生成: 今回開発した対合歯のFGP生成ソフト (DigiOcclus (仮), Bionic) を用い、中心咬合位を求め、欠損部の対合歯のFGPである包絡曲面を自動生成した。

**中心咬合位探索原理 (Fig.2) :** 対合歯列を修復歯列に対しXY方向±5mm, 角度±10°の範囲で初期位置を変化させた後、Z方向に修復歯列に接近させる。両歯列には評価点が設定してあり、接触した時の点間距離の和が最小になる位置を探索する。次にその位置を中心に探索範囲を60%に減少し同様の計算を計9回行い、50μmと0.06°の範囲まで収束させ中心咬合位を求める。

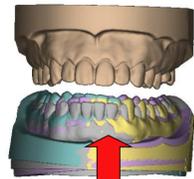


Fig.2 中心咬合位探索

**FGVP曲面生成 (Fig.3) :** 中心咬合位探索した対合歯列位置を中心にXY方向±3mm, 角度±1.5°の範囲で、0.2mmと0.5°ピッチで対合歯列を位置設定し、Z軸方向に移動し修復歯列に接近させる。接触した位置における対合歯列の3D形状を全ての位置 (約600万通り) で求め、それらのうちで修復歯列に最も近い包絡曲面をFGVP曲面とする。

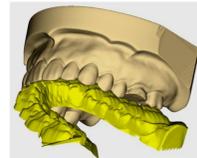


Fig.3 下顎のFGVP曲面

③ FGVPによる歯冠咬合面の修正: 一次CADした歯冠咬合面の制御点をFGVP曲面に自動接触させることで歯冠咬合面形態を修正し、CAM用のSTLデータを出力する。

### 2. インプラント上部歯冠のCAM

FGVP処理した歯冠STLデータをCAMミリング装置 (Roeders社 5軸加工機 RXP500 DSC) に導入し、レジブロック (PMMA シェードA3, 山八歯材工業) を材料としてCAMを行った。

### 3. 製作したクラウンの咬合検証

上下歯列模型を咬合器に取り付け、下顎右側6番のアバットメントに製作した歯冠を装着し、対合歯とのコンタクトと干渉を咬合紙でチェックした。

## Results & Discussions

### 1. インプラント上部歯冠の一次CAD

- 下顎右側6番欠損部にインプラントアナログとアバットメントを装着した石膏模型: (Fig.4)
- クラウンをCADした状態: (Fig.5)



Fig.4 石膏模型

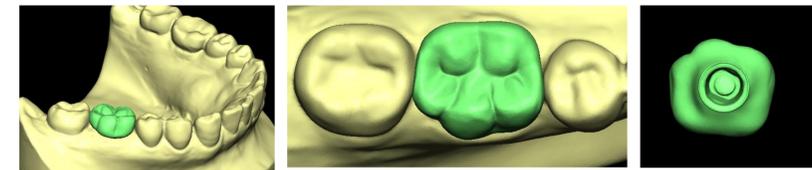


Fig.5 CADを終えたインプラント上部歯冠

### 2. FGVP処理による咬合面形態修正

#### ① 中心咬合位探索とFGVP曲面の構築

- 本症例では下顎修復であるので、上顎を運動させ中心咬合位とFGVP曲面を求めた: (Fig.6, 7)

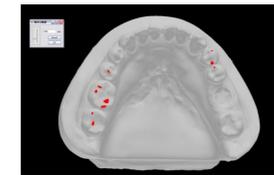


Fig.6 中心咬合位探索後の

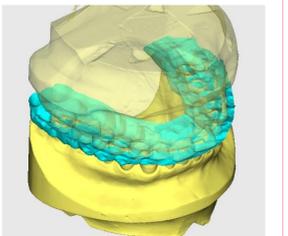


Fig.7 上顎のFGVP曲面の

#### ② FGVP曲面による咬合面形態修正

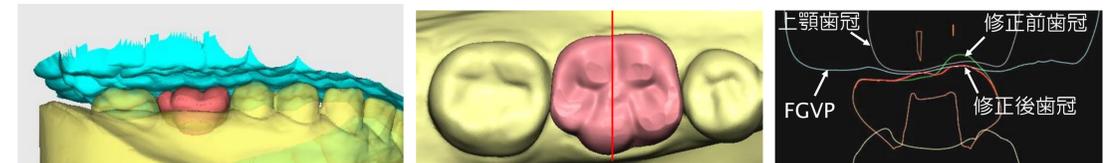
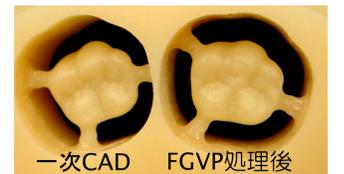


Fig.8 FGVP曲面に沿って咬合面形態を修正した歯冠とその断面図

- FGVP曲面に対し歯冠の制御点の高さを自動調整し、FGVP曲面に沿って対合歯と干渉しない歯冠形態に自動修復された: (Fig.8)

### 3. FGVP処理した歯冠のCAMと咬合検証: (Fig.9)

- FGVP処理したCAM歯冠では一次CADした歯冠に比べ咬合面にファセット状の窪みが見られた。
- 一次CAD歯冠を咬合器に装着した所、インサイザルピンが1.2mm程度浮いた。
- FGVP処理歯冠を咬合器に装着しコンタクトを確認した所、舌側遠心内斜面と頬側近心咬頭頂に接触点が見られた。
- 上顎を側方運動させたところ障害なくスムーズに滑走運動できた。



CAM歯冠

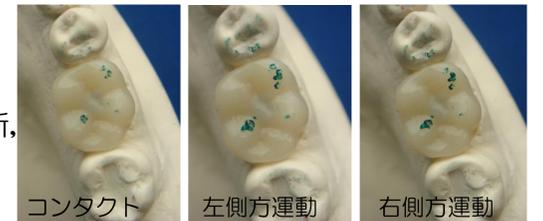


Fig.9 CAMした歯冠と咬合紙によるコンタクトと顎運動チェック

## Conclusion

今回開発したFGVP法で対合歯の咬合を考慮したインプラント上部歯冠咬合面形態をCAD/CAM製作することができた。今後、臨床例に応用してこの方法の有効性を確認し、実用化を進める。