

論文題目

偏位を伴う骨格性下顎前突者の主機能部位

深沢 香菜子

大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学

(主指導教員:山田 一尋 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

Title

A study of main occluding area in subjects with  
mandibular protrusion and deviation

Kanako Fukasawa

Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral Medicine

(Chief Academic Advisor : Professor Kazuhiro Yamada )

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. in Dentistry

## 【目的】

食物の粉碎は機能咬頭間の限局された部位で行われており、この部位は主機能部位とよばれている。そして成人個性正常咬合者では上下顎の第一大臼歯に存在することが示されている。不正咬合者の主機能部位については、骨格性下顎前突では、上下顎ともに第一大臼歯を中心にばらつきがあり、上顎では有意に前内方に、下顎では有意に後外方に位置していることが報告されている。しかし、水平的下顎偏位と主機能部位の関連は検討されていない。そこで、本研究では偏位を伴う骨格性下顎前突者の主機能部位を解析することを目的とした。

## 【資料及び方法】

松本歯科大学病院矯正歯科に来院した骨格性下顎前突者13名（平均年齢 $20.1 \pm 4.5$ 歳）を対象に、テンポラリーストッピング（ストッピング）を用いて習慣性咀嚼側の主機能部位を決定した。主機能部位の決定は、直径3.4mm 長さ4.0mm のストッピングを舌上におき、噛みやすい位置で噛むように指示した。これを、左右側の部位を指定せずに10回行い、先に5回達した方を習慣性咀嚼側とし、残りの回数は習慣性咀嚼側の反対側で噛むよう指示した。習慣性咀嚼側と下顎骨の偏位側が一致した8名（一致群： $ANB -3.9 \pm 2.3^\circ$ ）と、習慣性咀嚼側位側と一致しなかった5名（不一致群： $ANB -3.3 \pm 1.7^\circ$ ）の2群に分類した。その後ストッピングを復元した歯列模型を専用の3Dモデリングソフトウェアを用いて3次元化し、ストッピングの位置の座標解析を行った。さらに、臼歯部の歯冠傾斜を、モデリングソフトウェアを用いて測定した。また、側面頭部エックス線規格写真と正面頭部エックス線規格写真（PA）を計測し解析した。

## 【結果および考察】

一致群は偏位側側方歯に連続した交叉咬合が7名、非偏位側側方歯に連続した鋏状咬合が1名にみられた。不一致群の側方歯は、両側交叉咬合1名、交叉咬合なし4名であった。

正面セファログラムでは、一致群の上顎骨幅と下顎骨幅が共に偏位

側が非偏位側に比べ有意に大きく、不一致群では、偏位側と非偏位側の間に有意差はみられなかった。また、下顎メントン偏位量と下顎骨幅径の偏位側と非偏位側の差は、一致群が不一致群に比べ有意に大きい値を示した。

主機能部位の歯の位置は、上顎では一致群では偏位側、非偏位側ともに第一大臼歯が6名(75.0%)と最も多く、不一致群でも偏位側、非偏位側ともに第一大臼歯が4名(80.0%)と最も多くみられた。下顎では、一致群において偏位側では第一大臼歯が5名(62.5%)、非偏位側では第二大臼歯5名(62.5%)と最も多く、不一致群では偏位側は第一大臼歯に5名(100.0%)、非偏位側でも第一大臼歯に4名(80.0%)と第一大臼歯に最も多くみられた。

主機能部位の座標解析では、一致群では上顎水平方向では偏位側が非偏位側に比べ有意に頬側に位置し、下顎では偏位側が非偏位側に比べ有意に舌側に位置した。一方不一致群では、上下顎骨の偏位側と非偏位側の比較で前後方向水平方向ともに有意差はなかった。

咬頭傾斜角は、一致群では偏位側の上顎第一大臼歯が非偏位側に比べ有意に頬側傾斜し、偏位側の下顎第一大臼歯は非偏位側に比べ有意に舌側傾斜が示された。不一致群の咬頭傾斜角は、偏位側と非偏位側の間に有意差はみられなかった。

偏位症例では偏位側で交叉咬合を示し、咬合力と咬合接触面積は、偏位側が非偏位側よりも有意に大きいことが報告されている。すなわち、一致群では咬合接触面積が大きく咬みやすいために主機能部位が偏位側に存在し、より偏位側で咬合することで、下顎骨偏位側咬筋付着部の骨形成が促進され、偏位側下顎骨幅径が増加している可能性が推察された。また、混合歯列期に上顎歯列弓幅径が狭く、上顎と下顎の臼歯の咬頭と咬頭が早期接触し、機能的に横方向に偏位して機能性交叉咬合となり、成長期に骨格性下顎偏位に移行することが多いと報告されている。従って、成長期の片側性の連続した交叉咬合症例は早期に改善して、下顎骨の偏位側での習慣性咀嚼と臼歯部の咬頭傾斜角度の増加を防止することが重要と考えられた。

論文題目

偏位を伴う骨格性下顎前突者の主機能部位

深沢 香菜子

大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学

(主指導教員:山田 一尋 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

Title

A study of main occluding area in subjects with  
mandibular protrusion and deviation

Kanako Fukasawa

Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral Medicine

(Chief Academic Advisor : Professor Kazuhiro Yamada )

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. in Dentistry

## 緒言

咀嚼は顎口腔系において最も重要な機能の一つで、顎機能の主要な部分を占めている。この咀嚼機能の解析は、これまで咬合力、咬合接触面積<sup>1-10)</sup>、咀嚼筋活動分析<sup>11)</sup>などが行われ、食物の粉碎については篩分法等による咀嚼能率の評価が行われてきたが<sup>12)</sup>、実際歯列上のどの部分で行われているかについては注目されていなかった。

加藤ら<sup>13-15)</sup>は、食物の粉碎について臼歯部全体で均等に行われるのではなく、特に硬い食物の粉碎は臼歯部のあるきまった部位「主機能部位」で行われることを示している。すなわち、個性正常咬合者の主機能部位は上下顎第一大臼歯で、この硬い食物を粉碎する部位を適切に管理することが重要であると述べている。また、主機能部位は成長に伴い第二乳臼歯から第一大臼歯に移動すること<sup>16)</sup>、思春期よりも成人の方が安定していること<sup>17)</sup>、第一大臼歯の崩壊や欠損で移動することが示されてきた<sup>15,18,19)</sup>。

上顎前突、下顎前突など上下顎骨の前後的な位置が異なる不正咬合の主機能部位については、骨格性下顎前突で検討され、下顎歯列の主機能部位が上顎歯列に比べ歯列上で後方に位置することが示されている<sup>20,21)</sup>。一方、骨格性下顎前突者では、水平的な異常である偏位を伴う症例が多いことが報告されている<sup>22)</sup>。下顎骨偏位を伴う下顎前突症例では咬合力の非対称<sup>23,24)</sup>、下顎頭運動の非対称<sup>25,26)</sup>等機能的な非対称が示されている。しかしながら、下顎の偏位と主機能部位の関連については明らかにされていない。咀嚼は咬合の安定性に関連することから、これらの顎偏位を伴う下顎前突症者の主機能部位を明らかにすることは、臨床で重要と考えられる。そこで、本研究では、偏位を伴う骨格性下顎前突者の主機能部位の位置について検討した。

## 研究方法

### I. 被験者

被験者は，2016年4月から2019年3月に松本歯科大学病院矯正歯科に来院し，外科的矯正治療の適応を診断された骨格性下顎前突者26名から，本研究の被験者の条件に適合した下顎骨メントン偏位量が4.0mm以上の骨格性下顎前突者13名（平均年齢 $20.1 \pm 4.5$ 歳）とした．除外基準は，歯数の過不足（智歯を除く），前歯開咬，側方歯開咬，重度の叢生（Arch length Discrepancy:  $-4.0$ mm以下），顎関節症状，先天性疾患を有する者とした．

なお，研究を開始するにあたり，事前に本学倫理委員会の承認を得て（許可番号:第143号），すべての被験者に本研究の主旨および内容を口頭と文書にて十分に説明し，同意を得た上で行った．

### II. 方法

#### 1. 主機能部位の決定

主機能部位の決定は，加藤<sup>13)</sup>らの方法に従い直径3.4mm長さ4.0mmのストッピングを舌上におき，咀嚼時を想定して噛みやすい部位で1回の噛みしめを行わせるという試行を，左右側を指定せず10回行い，主機能部位を決定した．この10回の施行のうち，先に5回達した方を習慣性咀嚼側とし，残りの回数は習慣性咀嚼側の反対側で咬むよう指示した．

#### 2. 主機能部位の座標解析

ストッピングを位置づけした歯列模型を，赤色半導体レーザー3D入出力装置PICZA（Roland社）および専用のスキャニングソフトウェアLPX EZ Studio（Roland社）を用いて3次元データ化した<sup>20)</sup>．

3次元化したデータを3DモデリングソフトウェアRhinoceros 4.0（アプリアフト）を用いて主機能部位の座標解析を行った（図1）．座標軸は，水平方向を示すX軸は両側第二大臼歯遠

図 1

心面最後方部を結ぶ線，前後方向を示す Y 軸は左側中切歯近心隅角から X 軸に垂直におろした線とし，その交点を原点とした．ストッピングの座標の位置は，第一大臼歯の中心溝に平行な線がストッピング上で最も長くなる線と第一大臼歯の中心溝に垂直な線がストッピング上で最も長くなる線の交点を主機能部位の座標とし，その座標の X 座標と Y 座標を計測し，偏位側と非偏位側それぞれ 5 回の平均値を主機能部位の座標として用いた（図 1）．さらに，主機能部位の位置を歯列弓幅径と歯列弓長径に対する割合で検討することとした．すなわち座標前後方向は，原点から左側中切歯近心隅角の Y 軸座標に対する，ストッピングの Y 軸座標の割合を算出し，水平方向は，原点から主機能部位側の第二大臼歯遠心面最後方部の X 座標に対する，ストッピングの X 軸の座標の割合を算出した（図 1）．また，被験者を習慣性咀嚼側と下顎骨の偏位側が一致した被験者を一致群（8 名），一致しなかった被験者を不一致群（5 名）に分類し，一致群と不一致群の偏位側と非偏位側，それぞれ 5 回の計測値を平均した．

### 3. 咬頭傾斜角（図 2，図 3）

臼歯部の歯冠傾斜の評価のために，上下顎の第二小臼歯，第一および第二大臼歯の歯冠傾斜角を測定した．座標軸の設定は，上顎の X 軸は左右の第二小臼歯と第一大臼歯の間の舌側歯間乳頭頂を通る直線とした．Y 軸は上顎切歯乳頭頂を通り X 軸と直交する直線とし，Z 軸は X 軸と Y 軸との交点を通り X-Y 平面と直交する直線とした（図 2）．下顎も同様に基準軸を設定したが，Y 軸は中切歯近心歯間乳頭頂を通り X 軸と直交する直線とした．

図 2

上顎と下顎の第二小臼歯の咬頭傾斜は頬側咬頭頂と舌側咬頭頂を結んだ直線と Z 軸のなす角度とした．上顎第一，第二大臼歯の歯冠傾斜角の計測のために，第一大臼歯，第二大臼歯の舌側面溝と舌側溝の移行点と頬側面溝と頬側溝の移行点を結ぶベクトルを U6LB ベクトル，U7LB ベクトルとした（図 3）．上顎

図 3

第一，第二大臼歯の歯冠傾斜角は，Z軸とU6LB，U7LBベクトルのなす角とした（図3）．下顎の大白歯も同様にL6LB，L7LBベクトルを設定し，下顎第一，第二大臼歯歯冠傾斜角を計測した（図3）．

#### 4. 側面セファログラムと正面セファログラムの分析

咬頭嵌合位で側面セファログラムと正面セファログラムを撮影して，同じ計測者1名がトレースした．

側面セファログラムの分析は，SNA，SNB，ANB，FMA，Gonial angle，U1toFH，IMPA，FMIA，Interincisal angleの9項目の角度計測，overjet，overbiteの2項目の線計測を行った．

正面セファログラムの分析はSassouniによる分析に準じ<sup>27)</sup>，lateroorbitale to lateroorbitale（眼窩縁と斜眼窩線との交点を結んだ線Lo・Lo'）を水平基準線LoLo'とし，LoLo'の垂直二等分線を正中基準線VPとした（図4）．これらを基準に以下の項目について計測した．

図4

##### 1) 垂直距離計測項目

(1) 上顎骨高：水平基準線LoLo'から偏位側，非偏位側の上顎第一大臼歯頬側側歯槽骨頂部Mx，Mx'までの距離

(2) 下顎骨高：水平基準線LoLo'から偏位側，非偏位側の下顎角部Go，Go'までの距離

##### 2) 水平距離計測項目

(1) 上顎骨幅：正中基準線VPから偏位側，非偏位側の上顎第一大臼歯頬側側歯槽骨頂部Mx，Mx'までの距離

(2) 下顎骨幅：正中基準線VPから偏位側，非偏位側の下顎角部Go，Go'までの距離

(3) 下顎骨偏位量：正中基準線VPからMeまでの距離（偏位側をプラス，非偏位側をマイナスとした．）

また，測定誤差の確認のため，無作為に10人の被験者が選択され，



2 週間の間隔でトレースし、Dahlberg's formula で誤差の計算を行った<sup>28)</sup>。その結果、測定誤差は 0.38~0.74mm であった。

## 5. 統計処理

側面セファログラム、正面セファログラム、主機能部位の座標、咬頭傾斜角の計測値の統計解析は、市販の統計ソフト SPSS(Ver.14.0, エス・ピー・エス・エス(株))を用いて統計解析を行った。主機能部位、咬頭傾斜角、正面セファログラムの偏位側と非偏位側の計測値の比較に Wilcoxon の符号付き順位検定を用いた。一致群と不一致群の側面セファログラムと正面セファログラムの計測項目および主機能部位の座標の比較には Mann-Whitney の U 検定を用いた。有意水準は 5% 以下とした。

## 結果

### 1. 側面および正面顔面形態の一致群と不一致群の比較

側面セファログラム計測では、一致群と不一致群の間に有意差は見られなかった(表 1)。正面セファログラム計測では、一致群では、上顎骨幅径と下顎骨幅径ともに、偏位側が非偏位側よりも有意に大きい値を示した。不一致群では、正面顔面形態の偏位側と非偏位側の計測値に有意差はみられなかった(表 2)。一致群と不一致群の比較では、下顎骨メントン偏位量と下顎骨幅の偏位側と非偏位側の差は、一致群が不一致群よりも有意に大きい値を示した(表 3)。

表 1

表 2

表 3

### 2. 側方歯の咬合

小臼歯と大臼歯の側方歯の咬合状態は、一致群は、偏位側に連続した交叉咬合 7 名、非偏位側に連続した鉗状咬合が 1 名みられた。不

致群の側方歯では，両側に連続した交叉咬合 1 名，正常被蓋が 4 名みられた．

### 3. 主機能部位の分布（表 4）

表 4

主機能部位の位置は，一致群では上顎の偏位側，非偏位側ともに第一大臼歯が 6 名（75.0%）と最も多く，第二小臼歯 2 名（25.0%）であった．下顎では，偏位側では第一大臼歯が 5 名（62.5%）と最も多く，ついで第二大臼歯 3 名（37.5%）で，非偏位側では第二大臼歯が 5 名（62.5%）と最も多く，第一大臼歯 3 名（37.5%）であった．

不一致群では，上顎の偏位側，非偏位側ともに第一大臼歯が 4 名（80.0%）で最も多く，ついで第二小臼歯 1 名（20.0%）であった．下顎では，偏位側ではすべて第一大臼歯 5 名（100.0%）で，非偏位側では第一大臼歯 4 名（40.0%），第二大臼歯 1 名（20.0%）であった．

### 4. 主機能部位の座標解析結果（表 5，表 6，図 5）

主機能部位の座標解析では，一致群の主機能部位は，上顎水平方向では偏位側が非偏位側よりも有意に頬側に位置し，下顎水平方向では偏位側が非偏位側よりも有意に舌側に位置した（表 5，図 5）．一方，不一致群の主機能部位は，上顎骨と下顎骨の偏位側と非偏位側の比較で，前後方向および水平方向ともにばらつきが大きく，有意差はみられなかった（表 5，図 5）．また，一致群と不一致群の比較では，偏位側および非偏位側ともに前後方向と水平方向で，2 群の間に有意差はみられなかった（表 6）．

表 5

図 5

表 6

### 5. 咬頭傾斜角（表 7）

咬頭傾斜角では，一致群の上顎第一大臼歯は偏位側が非偏位側に比べ有意に頬側傾斜を示した．下顎第一大臼歯は偏位側が非偏位側に比

表 7

べ有意に舌側傾斜を示した。不一致群の咬頭傾斜角は、偏位側と非偏位側の間に有意差はみられなかった。

## 考察

### 1. 正面顔面形態と臼歯歯軸の関連

偏位を伴う骨格性下顎前突症例の正面顔面形態の特徴では、咬合平面の傾斜<sup>29,30)</sup>、片側性の交叉咬合<sup>31-33)</sup>、偏位側上顎臼歯の頬側傾斜、偏位側下顎臼歯の舌側傾斜<sup>30,34-36)</sup>が示されている。本研究でも、一致群では、上下顎骨の偏位側の幅径が非偏位側よりも大きく、上顎第一大臼歯は偏位側が非偏位側よりも有意に頬側傾斜し、下顎第一大臼歯は偏位側が非偏位側よりも有意に舌側傾斜し、偏位側に連続した交叉咬合、あるいは非偏位側に連続した鉗状咬合がみられた。一方、不一致群では、偏位側と非偏位側の上下顎骨の高さと幅に有意差はみられず、上下顎臼歯部の代償性傾斜、片側性交叉咬合、片側性鉗状咬合はみられなかった。下顎メントン偏位量が、一致群が不一致群よりも有意に大きい値を示したことから、この一致群と不一致群の代償性傾斜の違いは、下顎偏位量の違いと偏位側の交叉咬合、非偏位側の鉗状咬合が関連している可能性が推察された。

### 2. 主機能部位の分布

主機能部位の位置は、個性正常咬合者では近遠心的に1か所に定まるものが多く、上下顎第一大臼歯間が最も多く、ついで上下顎第二大臼歯間と報告されている<sup>13-15)</sup>。加藤ら<sup>13-15)</sup>は、個性正常咬合者では、咀嚼時の食物の粉砕は臼歯部でランダムに行われるのではなく、舌と頬がたくみに食物を咬合面上に運び、第一大臼歯の機能咬頭間に局在する主機能部位でおこなわれることを示している。

一方、上顎前突、下顎前突など上下顎骨の前後的な不正を示す症例では正常咬合者と異なる大臼歯関係を示す。星野ら<sup>20)</sup>は、骨格性下顎前突者の主機能部位は、上顎では第一大臼歯に多く、下顎では

第一大臼歯と第二大臼歯の間に多くみられ、その位置は正常咬合者に比べばらつきが大きいことを報告し、下顎骨の過成長による下顎の前方位が、主機能部位の違いの要因であることを示している。Kurokawaら<sup>21)</sup>は、骨格性下顎前突の主機能部位について、上顎では第二小臼歯と第一大臼歯、下顎では第一大臼歯にみられ、その位置は安定していることを示している。これら2つの研究では、上下顎の主機能部位の位置に違いが見られるが、下顎の主機能部位が上顎よりも座標軸上で後方に示されている。これは、骨格性下顎前突で、上顎に対し下顎が前方位に位置していることが要因と考えられる。

本研究の主機能部位の歯における位置は、一致群では、上顎は偏位側、非偏位側ともに第一大臼歯(75.0%)に多く見られ、下顎では偏位側では第一大臼歯(62.5%)、非偏位側では第二大臼歯(62.5%)に多く見られた。一方、不一致群では、上顎は偏位側、非偏位側ともに第一大臼歯(80.0%)に多く見られ、下顎では偏位側では第一大臼歯(100.0%)、非偏位側でも第一大臼歯(80.0%)に多く見られた。一致群の下顎非偏位側で、主機能部位が第二大臼歯に多くみられたのは、座標解析で、一致群の非偏位側の主機能部位が座標軸上でより後方に位置した結果にも一致した。佐藤ら<sup>37)</sup>は、下顎偏位症例を軸位エックス線規格写真で検討し、非偏位側の下顎頭は偏位側に比べ前方に位置し、偏位度の増加に伴い、この傾向は強くなることを示している。すなわち、偏位が大きい症例では、下顎骨が偏位側へ回転する傾向を示している。本研究の一致群は大きな下顎偏位を示したことから、下顎骨が偏位側に回転し、その結果、非偏位側の臼歯が前方に位置するために、下顎の非偏位側の主機能部位が後方の第二大臼歯に多くみられた可能性が考えられた。

主機能部位の座標解析の結果では、一致群の上顎の主機能部位は、偏位側が非偏位側よりも有意に頬側に位置し、下顎の主機能部位は偏位側が非偏位側よりも有意に舌側に位置した。これは、本研究の咬合分析の結果で、偏位側に連続した片側性交叉咬合、あるいは非

偏位側に連続した片側性鉗状咬合がみられたこと、さらに、臼歯部咬頭傾斜角の計測で、一致群では、偏位側上顎第一大臼歯が非偏位側上顎第一大臼歯よりも有意に頬側傾斜し、偏位側下顎第一大臼歯が非偏位側下顎第一大臼歯よりも有意に舌側傾斜し、代償性の頬舌側傾斜がみられたことによると推察された。

大臼歯の咬合力と歯冠軸、機能咬頭傾斜の関係について、咬合力が大きいほど下顎の第一小臼歯と大臼歯の歯冠軸が舌側傾斜し、機能咬頭は咬合力が大きいほど上顎第二大臼歯の舌側咬頭は頬側に傾斜し、下顎第一、第二小臼歯、第一、第二大臼歯の頬側咬頭は舌側に傾斜することが示されている<sup>38)</sup>。また、偏位症例の咬合力については、偏位側が非偏位側よりも有意に大きい咬合力、咬合接触面積を示すことが報告されている<sup>23,24)</sup>。また、筋付着部では、咬合力の増加で、筋形成が促進されることが報告されている<sup>39,40)</sup>。本研究では、咬合力と咬合接触面積を計測していないが、これらの研究から、下顎骨の偏位の大きい一致群の偏位側では咬合接触面積が大きく、大きな咬合力を発揮しやすいために習慣性咀嚼側が偏位側に存在し、その結果偏位側咬筋付着部の骨形成が促進され、偏位側下顎骨幅径が増加している可能性が推察された。また、偏位側で習慣的に咀嚼することで、偏位側の上顎第一大臼歯の頬側傾斜、偏位側の下顎第一大臼歯の舌側傾斜が、増加した可能性が考えられた。

また、不一致群では、非偏位側に習慣性咀嚼がみられた。不一致群では、偏位側と非偏位側の臼歯部咬合状態が同じで、下顎骨の偏位量も小さい値を示し、偏位側と非偏位側の咬頭傾斜角にも差がみられなかったことから、非偏位側で習慣的に咀嚼し、下顎の偏位量が少なくなった可能性が考えられる。

本研究の一致群では8名中7名で偏位側に片側性交叉咬合がみられた。片側性交叉咬合の最も大きな要因として、上顎歯列の狭窄による下顎のシフトにより、骨格および筋肉構造の非対称的な成長と機能が生じる可能性が考えられている<sup>41,42)</sup>。本研究の被験者では、下顎偏位の要因となる第一第二鰓弓症候群のような先天異常、片側

性変形性顎関節症を除外した被験者で検討したことから、一致群の偏位側でみられた連続した交叉咬合症例は、成長期の混合歯列期に上顎歯列弓幅径が狭く、上顎と下顎の臼歯の咬頭と咬頭が早期接触し、機能的に下顎が横方向に偏位して機能性交叉咬合となり、成長期に骨格性下顎偏位に移行した症例と推察される。

すなわち、一致群のような重度の下顎偏位症例では、偏位側で習慣的に咀嚼することで、さらに下顎骨の偏位が増加した可能性が推察された。成長期の子供の片側性交叉咬合を改善して、下顔面の非対称が改善することが報告されている<sup>43)</sup>。また Iodicera<sup>44)</sup>は、システマティック・レビューから、片側性交叉咬合と下顎偏位の有意な関連は、思春期から成人で増加する結果を示し、成長期に片側性交叉咬合による下顎偏位が発症する可能性を示唆している<sup>31-33)</sup>。従って、成長期の片側性交叉咬合症例では、交叉咬合を早期に改善して、下顎骨偏位側での習慣性咀嚼と臼歯部の咬頭傾斜角度の増加を防止することが重要と考えられた。

## 結論

偏位を伴う骨格性下顎前突の主機能部位を評価し、10回の施行のうち先に5回達した方を習慣性咀嚼側とし、習慣性咀嚼側と下顎骨の偏位側が一致した被験者を一致群8名、一致しなかった被験者を不一致群5名に分類し、次の結論が得られた。

1. 一致群では、偏位側側方歯に連続した交叉咬合7名(87.5%)と非偏位側側方歯に連続した鋏状咬合1名(12.5%)がみられ、不一致群では両側側方歯に連続した交叉咬合1名(20.0%)と側方歯の正常被蓋4名(80.0%)がみられた。
2. 正面顔面形態では、一致群の上顎骨幅径と下顎骨幅径は、ともに偏位側が非偏位側よりも有意に大きい値を示した。不一致群では、偏位側と非偏位側の計測値に有意差はみられなかった。下顎骨メントン偏位量と下顎骨幅の偏位側と非偏位側の差は、

一致群が不一致群より有意に大きい値を示した。

3. 主機能部位の分布は，一致群では上顎水平方向で偏位側が非偏位側よりも有意に頬側に位置し，下顎水平方向で偏位側が非偏位側よりも有意に舌側に位置した。一方，不一致群では，上顎および下顎の偏位側と非偏位側の比較で，前後水平方向の位置にばらつきが大きく差はみられなかった。
4. 咬頭傾斜角では，一致群の上顎第一大臼歯では偏位側が非偏位側に比べ有意に頬側傾斜し，下顎第一大臼歯では偏位側が非偏位側に比べ有意に舌側傾斜した。一方，不一致群の上下顎臼歯の咬頭傾斜角では，偏位側と非偏位側の間に差はみられなかった。
5. 偏位側の片側性交差咬合と非偏位側の片側性缺状咬合を示す症例の偏位側での習慣性咀嚼が，偏位側の代償性の上下顎臼歯の咬頭傾斜と大きな下顎骨偏位に関連していることが示された。

著者全員利益相反なし。

## 文献

- 1) 安藤 幸，中久木正俊，中島 昭，吉田 徹，吉住昭彦，納村晋吉（1994）反対咬合被蓋改善前後の咬合接触面積，咬合圧ならびに咬合力の変化 3 症例による検討。日大歯学 **68**：640-7.
- 2) 土屋朋未（1995）正常咬合者と反対咬合者の咀嚼能力に関する研究。形態的・機能的要因について。歯科学報 **95**：729-55.
- 3) 篠原光代（1996）下顎前突症患者の外科矯正手術前後における咀嚼能力に関する研究。日大歯学 **70**：529-37.
- 4) 高橋善男，川村 仁，新保知子，菊池 撰，林 進武，曾矢猛美，

- 菅原 準二 (1986) 下顎枝矢状分割法を施行した骨格型下顎前突症の術後評価 咀嚼機能の変化について. 日口外誌 **32** : 799-808.
- 5) 永井 格, 巢山 達, 田中信幸, 井手 隆, 宮崎晃亘, 竹村佳奈子, 小浜源郁 (2000) 感圧測定シートを用いた下顎前突症患者の咬合状態に関する検討 個性正常咬合者との比較と術前, 術後の経時的変化について. 日口外誌 **46** : 9-15.
- 6) 見崎 晶, 原田 清, 大倉一徳, 佐藤 昌, 角田愛美, 盛島聖子, 米澤久信, 平野泰正, 榎本昭二, 小村 健 (2001) 下顎前突症患者における術前術後の咬合力・咬合接触面積の変化 咬合感圧シートを用いた術後長期観察. 日口外誌 **47** : 545-50.
- 7) Kitafusa Y (2004) Application of “prescale” as an aid to clinical diagnosis in orthodontics. Bull Tokyo Dent Coll **45** : 99-108.
- 8) Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Nakagawa K and Yamamoto E (2007) Changes in occlusal force after mandibular ramus osteotomy with and without Le Fort I osteotomy. Int J Oral Maxillofac Surg **36** : 301-4.
- 9) Ueki K, Okabe K, Mukozawa A, Miyazaki M, Marukawa K, Hashiba Y, Nakagawa K and Yamamoto E (2009) Assessment of ramus, condyle, masseter muscle, and occlusal force before and after sagittal split ramus osteotomy in patients with mandibular prognathism. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod **108** : 679-86.
- 10) Ueki K (2014) Evaluation of recovery in lip closing pressure and occlusal force and contact area after orthognathic surgery. J Cranio-Maxillofac Surg **42** : 1148-53.
- 11) Sugishita Y, Izumi-Tsunomachi R, Imamura N and Nakata S (2010) Evaluation of subjective toughness feeling of the foods for efficient masticatory muscle activity in daily mastication for occlusal stability. Orthod Wave **69** : 1-7.
- 12) 金沢昌律, 村上円郁, 影山 徹, 富永憲俊, 山田一尋 (2013) ピーナッツを用いて調べた咀嚼機能と顔面形態との関わり. Orthod Wave Jpn Ed **43** : 145-5.
- 13) 加藤 均, 古木 譲, 長谷川成男 (1996) 咀嚼時, 主機能部位の観察. 顎機能誌 **2** : 119-27.
- 14) 加藤 均, 長谷川成男, 吉田恵一, 岡田大蔵 (1999) 続・咀嚼時,



- 主機能部位の観察 食片圧入との関係. 顎機能誌 **5** : 125-33.
- 15) 加藤 均, 三浦宏之, 長谷川成男, 吉田恵一, 田中義浩 (2003) 続々・咀嚼時, 主機能部位の観察. インレー装着歯に起こった歯質の破折との関係. 顎機能誌 **9** : 177-84.
  - 16) 中田志保, 渡辺里香, 早崎治明, 中田 稔 (2003) 小児における咀嚼時の主機能部位の変化. 小児歯誌 **41** : 252-8.
  - 17) Tsuchiya A, Miura H, Okada D, Kato H, Tokuda A and Hoshino K (2008) Comparison of the main occluding area between adults and adolescents. J Med Dent Sci **55** : 81-90.
  - 18) Nakatsuka Y, Yamashita S, Nimura H, Mizoue S, Tsuchiya S and Hashii K (2010) Location of main occluding areas and masticatory ability in patients with reduced occlusal support. Aust Dent J **55** : 45-50.
  - 19) Tanigawa Y, Kasahara T and Yamashita S (2012) Location of main occluding areas and masticatory ability in patients with implant-supported prostheses. Aust Dent J **57** : 171-7.
  - 20) 星野正憲, 山田一尋 (2017) 骨格性下顎前突者における主機能部位. Orthod Wave Jpn Ed **76** : 10-6.
  - 21) Kurokawa M, Kanzaki H, Tokiwa H, Handa H, Nakaoka K, Hamada Y, Kato H and Nakamura Y (2016) The main occluding area in normal occlusion and mandibular prognathism. Angle Orthod **86** : 87-93.
  - 22) Haraguchi S, Takada K and Yasuda Y (2002) Facial asymmetry in subjects with skeletal Class III deformity. Angle Orthod **72** : 28-35.
  - 23) Yamada K, Hanada K, Sultana MH, Kohno S and Yamada Y (2000) The relationship between frontal facial morphology and occlusal force in orthodontic patients with temporomandibular disorder. J Oral Rehabil **27** : 413-21.
  - 24) 吉田 豊, 後藤多津子, 吉浦一紀 (2006) 下顎側方偏位症例における咬合力, 咬合接触面積および咬合圧のバランス. 日口診 **19** : 1-6.
  - 25) Fukui T, Satoh Y, Yamada K, Morita S and Hanada K (1992) Relationships between mandibular lateral deviation and bilateral condylar paths on mandibular movement. J Jpn Orthod Soc **51** : 203-9.
  - 26) 加藤嘉之, 本橋信義, 今村尚子, 中川史彦, 川元龍夫, 小野卓史, 黒田敬之 (2000) 顔面非対称患者の正貌骨格形態と下顎頭運動路

- の関連. 日顎変形誌 **10** : 264-72.
- 27) Sassouni V (1953) Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. *Amer J Orthod* **44** : 433-63.
  - 28) Dahlberg G (1940) Statistical methods for medical and biological students, Interscience Publications. *Br Med J* **2** : 358-9.
  - 29) Kim HJ, Hong M and Park HS (2019) Analysis of dental compensation in patients with facial asymmetry using cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **156**:493-501.
  - 30) Kusayama M, Motohashi N and Kuroda T (2003) Relationship between transverse dental anomalies and skeletal asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **123** : 329-37.
  - 31) Kiki A, Kiliç N and Oktay H (2007) Condylar asymmetry in bilateral posterior crossbite patients. *Angle Orthod* **77** : 77-81.
  - 32) Kilic N, Kiki A, and Oktay H (2008) Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **133** : 382-7.
  - 33) Lippold C, Stamm T, Meyer U, Végh A, Moiseenko T and Danesh G (2013) Early treatment of posterior crossbite--a randomised clinical trial. *Trials* **22** : 14-20.
  - 34) 重藤良子, 本橋信義, 黒田敬之 (2001) 顔面非対称患者の外科的矯正治療に伴う臼歯部歯性補償の長期変化. 日顎変形誌 **11** : 11-20.
  - 35) 須田圭子, 代元巴弥, 村松裕之, 市川和博 (2001) 顔面非対称症例の顎顔面形態と歯系の関係について 正面頭部 X線規格写真および平行模型による検討. 東京矯歯誌 **11** : 15-25.
  - 36) Nojima K, Yokose T, Ishii T, Kobayashi M and Nishii Y (2007) Tooth Axis and Skeletal Structures in Mandibular Molar Vertical Sections in Jaw Deformity with Facial Asymmetry using MPR Images. *Bull Tokyo Dent Coll* **48** : 171-6.
  - 37) 佐藤勇資, 福井忠雄, 原 省司, 山田一尋, 森田修一, 花田晃治 (1993) 下顎偏位度と下顎頭の形態, 位置ならびに下顎頭運動の関連性について. 日顎誌 **5** : 404-14.
  - 38) 浅野雅子, 福井初雄, 納 晋吉 (1997) Angle Class I 不正咬合者の咬合力と歯列形態との関係について. 日大歯学 **41** : 423-43.

- 39) 山田一尋 (1985) 咬合挙上に伴うラット下顎骨咬筋深層付着部の変化に関する組織学的研究. 日矯歯誌 **44** : 611-26.
- 40) Yamada K, Hanada K, Morita S and Ozawa H (1988) An ultrastructural study of changes in the tendinous attachment of the deep layer of masseter muscle to the rat mandible during bite raising. *Ant Anz* **165** : 91-104.
- 41) Castelo PM, Pereira LJ, Andrade AS, Marquezin MC and Gavião M.B (2010) Evaluation of facial asymmetry and masticatory muscle thickness in children with normal occlusion and functional posterior crossbite. *Minerva Stomatologica* **59** : 423-30.
- 42) Veli I, Uysal T, Ozer T, Ucar FI and Eruz M (2011) Mandibular asymmetry in unilateral and bilateral posterior crossbite patients using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod* **81** : 966-74.
- 43) Primožic J, Ovsenik M, Richmond S, Kau CH and Zhurov A (2009) Early crossbite correction: a three-dimensional evaluation. *Eur J Orthod* **31** : 352-6.
- 44) Iodice G, Danzi G, Cimino R, Paduano S and Michelotti A (2016) Association between posterior crossbite, skeletal, and muscle asymmetry: a systematic review. *Eur J Orthod* **38** : 638-51.

	一致群 (n=8)		不一致群 (n=5)		p
	Mean	SD	Mean	SD	
overjet(mm)	-1.3	2.1	-3.2	1.8	NS
over bite(mm)	1.8	3.0	4.7	1.5	NS
SNA(°)	80.6	3.7	82.0	4.2	NS
SNB(°)	84.5	4.4	85.3	3.8	NS
ANB(°)	-3.9	2.3	-3.3	1.7	NS
FMA(°)	26.8	5.4	26.1	6.4	NS
Gonial Angle(°)	128.4	6.0	124.5	8.7	NS
U1toFH(°)	125.3	4.3	118.5	13.5	NS
IMPA(°)	81.1	5.4	84.6	8.0	NS
FMIA(°)	72.1	6.2	69.3	6.4	NS
Inter Incisal(°)	126.3	6.2	130.5	12.9	NS

NS: Not Significant

表1 側面顔面形態の一致群と不一致群の比較

	一致群 (n=8)					不一致群 (n=5)				
	偏位側		非偏位側		p	偏位側		非偏位側		p
	mean	SD	mean	SD		mean	SD	mean	SD	
上顎高	63.6	5.0	64.3	4.0	NS	61.9	5.4	62.3	5.0	NS
上顎幅	36.1	2.0	33.6	2.3	*	37.3	2.8	35.8	2.3	NS
下顎高	99.3	10.0	101.5	9.5	NS	101.1	7.3	102.7	9.3	NS
下顎幅	51.7	3.9	43.4	1.9	*	50.7	4.4	46.7	4.1	NS

Unit (mm) \*p<0.05, NS: Not Significant

表2 正面顔面形態の偏位側と非偏位側の比較

	一致群 (n=8)		不一致群 (n=5)		p
	Mean	SD	Mean	SD	
上顎骨高の差 (偏位側-非偏位側)	-0.8	2.4	-0.4	1.0	NS
上顎骨幅径の差 (偏位側-非偏位側)	2.3	2.5	1.5	1.6	NS
下顎骨高の差 (偏位側-非偏位側)	-2.3	3.1	-1.6	4.7	NS
下顎骨幅径の差 (偏位側-非偏位側)	8.2	3.3	4.0	3.1	*
メントン偏位量	7.4	2.5	5.0	1.5	*

Unit (mm) \*p<0.05, NS: Not Significant

表3 正面顔面形態の一致群と不一致群の比較

上顎	一致群 (n=8)		不一致群 (n=5)	
	偏位側	非偏位側	偏位側	非偏位側
第二小白歯	2名(25.0%)	2名(25.0%)	1名(20.0%)	1名(20.0%)
第一大白歯	6名(75.0%)	6名(75.0%)	4名(80.0%)	4名(80.0%)
第二大白歯	0名(0%)	0名(0%)	0名(0%)	0名(0%)
下顎	一致群 (n=8)		不一致群 (n=5)	
	偏位側	非偏位側	偏位側	非偏位側
第二小白歯	0名(0%)	0名(0%)	0名(0%)	0名(0%)
第一大白歯	5名(62.5%)	3名(37.5%)	5名(100%)	4名(80.0%)
第二大白歯	3名(37.5%)	5名(62.5%)	0名(0%)	1名(20.0%)

表4 主機能部位の偏位側と非偏位側の歯種比較

	一致群 (n=8)					不一致群 (n=5)				
	偏位側		非偏位側		p	偏位側		非偏位側		p
	mean	SD	mean	SD		mean	SD	mean	SD	
上顎水平方向	81.7	3.6	78.7	3.7	*	80.4	8.8	79.5	9.0	NS
上顎前後方向	38.6	7.3	40.1	7.2	NS	41.5	9.0	36.7	10.6	NS
下顎水平方向	76.7	4.1	87.8	2.1	*	78.9	9.2	81.3	7.3	NS
下顎前後方向	27.4	10.6	23.2	5.6	NS	35.1	13.7	33.3	9.5	NS

Unit (%) \*p<0.05, NS: Not Significant

表5 主機能部位の偏位側と非偏位側の座標比較



	偏位側					非偏位側				
	一致群		不一致群		p	一致群		不一致群		p
	mean	SD	mean	SD		mean	SD	mean	SD	
上顎水平方向	81.8	3.6	80.4	8.8	NS	78.7	3.7	79.5	9.0	NS
上顎前後方向	38.6	7.3	41.5	9.0	NS	40.1	7.2	36.7	10.6	NS
下顎水平方向	76.7	4.1	76.4	10.2	NS	87.8	2.1	78.9	9.2	NS
下顎前後方向	27.4	10.6	35.1	13.7	NS	23.2	5.6	33.3	9.5	NS

Unit (%) \*p<0.05, NS: Not Significant

表6 主機能部位の偏位側と非偏位側の座標比較

	一致群 (n=8)					不一致群 (n=5)				
	偏位側		非偏位側		p	偏位側		非偏位側		p
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
上顎第二小白歯	84.9	6.3	90.3	3.9	NS	91.3	13.1	92.3	9.1	NS
上顎第一大臼歯	76.8	7.6	83.9	8.6	*	90.4	7.1	86.4	5.5	NS
上顎第二大臼歯	70.5	14.5	74.1	13.6	NS	75.6	9.5	73.3	16.7	NS
下顎第二小白歯	108.8	12.8	104.9	8.0	NS	114.3	4.6	114.3	11.6	NS
下顎第一大臼歯	110.4	10.7	98.6	9.5	*	104.2	4.9	106.4	12.2	NS
下顎第二大臼歯	114.9	9.4	109.1	5.8	NS	108.0	4.8	110.5	9.8	NS

Unit (degrees) \*p<0.05, NS: Not Significant

表7 歯冠傾斜角の偏位側と非偏位側の比較

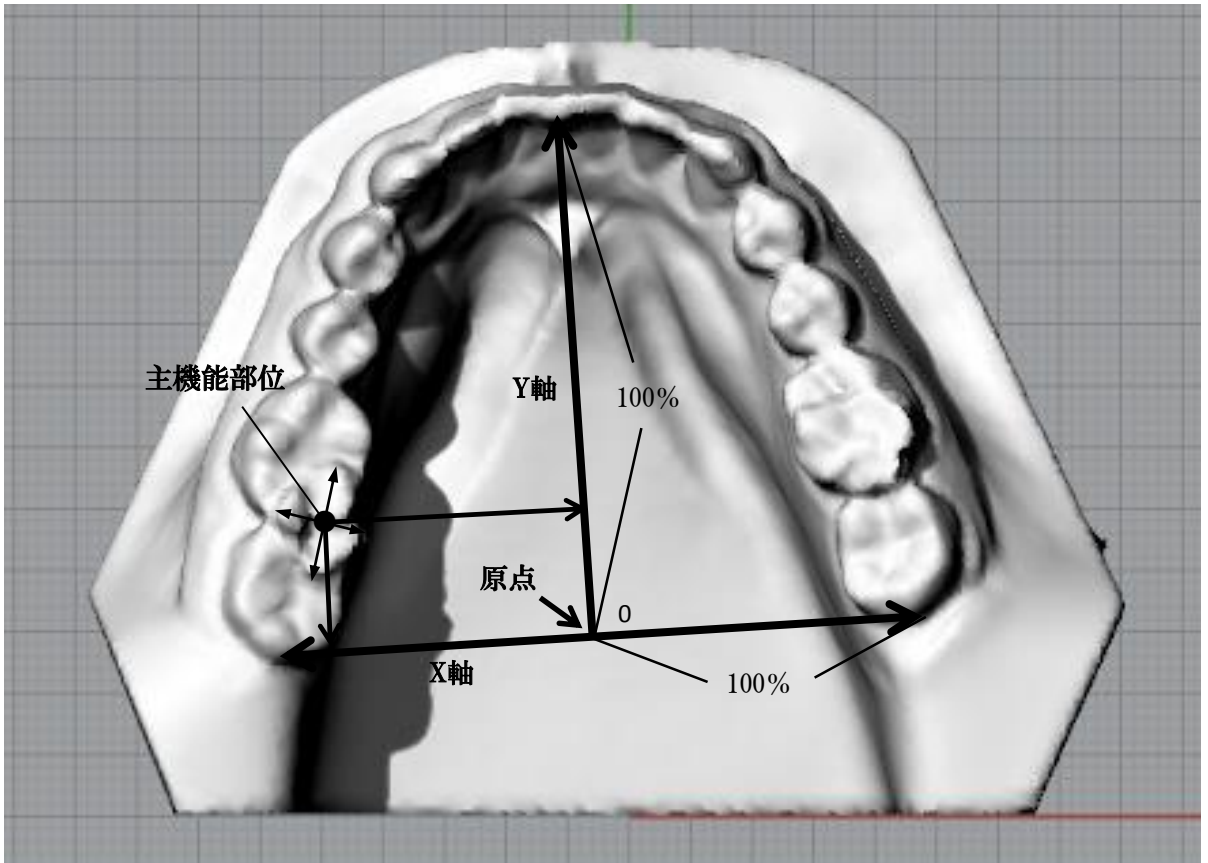


図1. 主機能部位の座標解析

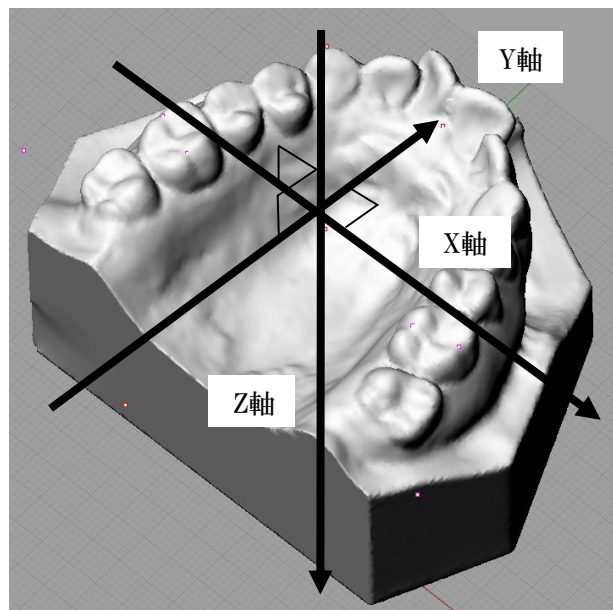


図2. 歯冠傾斜角計測の座標軸

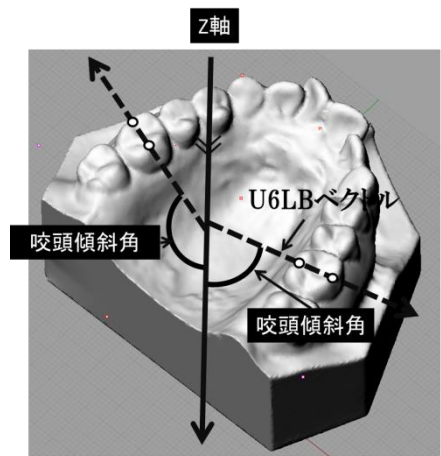
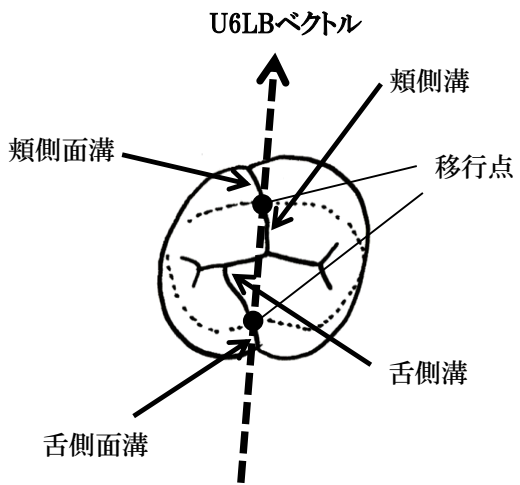


図3. 歯冠傾斜角の計測

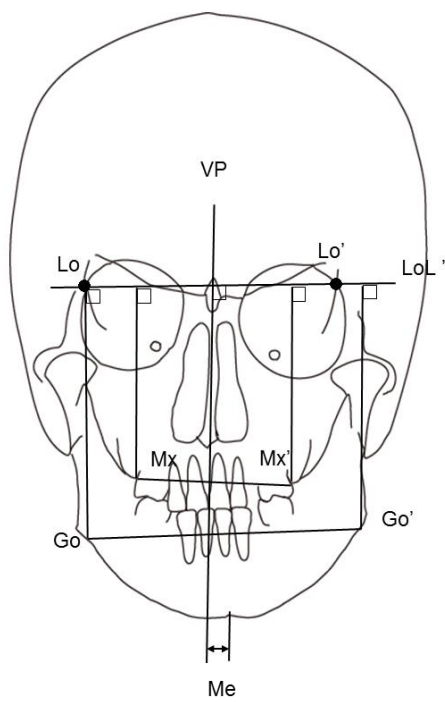


図4. 正面セファログラム解析

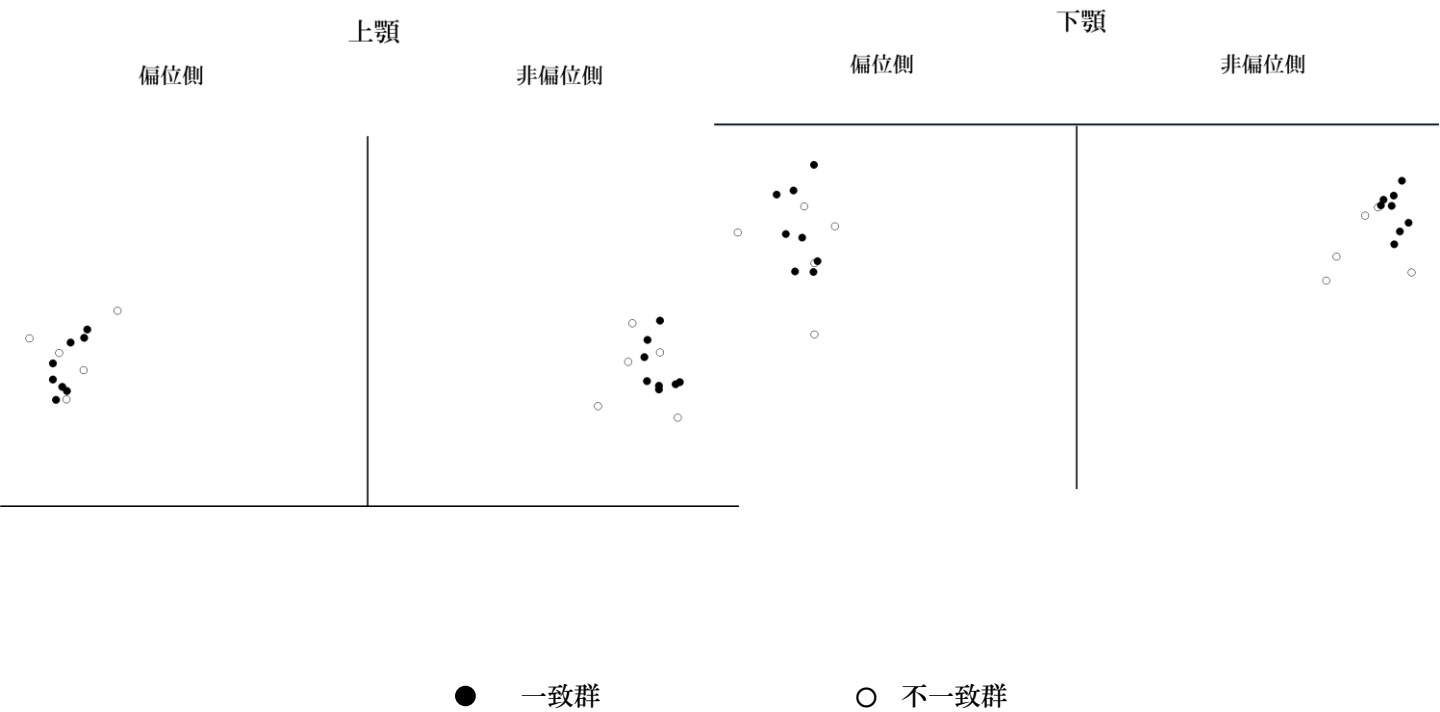


図5. 主機能部位の座標解析結果