

学位論文

論文題目 口唇閉鎖力と歯列弓形態の関連について

竹花 快恵

大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座  
(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 Relationship between lip-closing force  
and dental arch morphology

Yoshie Takehana

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)

## 要旨

古くから、歯列は口唇・頬部・舌から受ける筋力のバランスにより位置づけされると考えられてきた。矯正歯科臨床においても、口唇閉鎖力は不正咬合の発現や治療後の安定性に重要であることが知られている。これまでに歯列と口唇閉鎖力の関連についてさまざまな検討が行われてきた。近年では、口唇閉鎖力を多方位から測定する装置が開発された。同装置を用いた研究で、Mizuno らにより、下顎偏位症例における上唇および下唇閉鎖力の左右バランスと水平方向の顔面非対称の関連が報告され、上唇および下唇閉鎖力の水平バランスが骨格性偏位に関連することが示唆された。一方、口唇閉鎖力と歯列弓形態および偏位症例の第一大臼歯頬舌的傾斜の関連は検討されていない。そこで本研究では、口唇閉鎖力と歯列弓形態、さらに上唇および下唇閉鎖力の水平バランスと第一大臼歯歯軸傾斜との間に関連があるという仮説を立て研究をすすめた。

本研究は、松本歯科大学病院矯正歯科を受診した歯列矯正未経験の成人女性 16 名を被験者とした。装置および資料は、多方位口唇閉鎖力測定装置、正面頭部エックス線規格写真、初診時平行模型を用いた。

計測項目は、口唇閉鎖力、下顎骨の偏位、歯列弓形態長径および幅径さらに長径と幅径の比、上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角とした。なお、舌側傾斜角は下顎骨の偏位側と非偏位側に分けて評価した。

口唇閉鎖力と上顎および下顎歯列弓形態の関連については、上顎歯列弓長径が口唇閉鎖力の上唇全体 3 方向に有意な負の相関を示した。また、上顎歯列弓長径と上顎歯列弓幅径の比が、口唇閉鎖力の口唇全体 8 方向、上唇全体 3 方向と有意な負の相関を示した。一方、下顎歯列弓形態と口唇閉鎖力との間に有意な相関は認められなかった。すなわち、口唇閉鎖力とくに上唇閉鎖力が上顎歯列弓長径に関連し、弱い上唇閉鎖力では V 字型歯列弓を、強い上唇閉鎖力では方形歯列弓の傾向を示すことが推測された。

上唇および下唇閉鎖力と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜との関連については、上顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差は、上唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と有意な正の相関、下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と有意な負の相関を示した。一方、下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差は、上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と有意な相関を示さなかった。すなわち偏位症例における上顎第一大臼歯の頬舌方向への傾斜は、非偏位側上唇閉鎖力と偏位側下唇閉鎖力に関連して非偏位側上顎第一大臼歯が舌側傾斜することが示された。このことから、偏位症例における第一大臼歯頬舌側傾斜と上唇および下唇閉鎖力のバランスは関連があることが示唆された。

本研究結果より、口唇閉鎖力と歯列弓形態は関連し、上唇および下唇閉鎖力の水平バランスと第一大臼歯頬舌的傾斜も関連していることが明らかとなった。

## 諸言

古くから、歯列は口唇・頬部・舌から受ける筋力のバランスにより位置づけされると考えられてきた<sup>1)</sup>。矯正歯科臨床においても、口唇閉鎖力は不正咬合の発現や治療後の安定性に重要であることが考えられ、上下顎前歯歯軸傾斜角との関連を中心に研究が行われてきた。Posen<sup>2)</sup>とLambrechtsら<sup>3)</sup>は、口唇閉鎖力はAngle Class II div. 2で強く、Angle Class Iで弱いことを報告している。また、Jungら<sup>4,5)</sup>は、上唇閉鎖力と上顎前歯歯軸傾斜の関連性について検討し、Angle Class I不正咬合では上唇閉鎖力が強いと上顎前歯は舌側傾斜することを示している。

近年では、Dotoら<sup>6)</sup>が、舌圧と口唇閉鎖力のバランスをTongue De OsuとLip De Cumを用いて調べ、skeletal Class IIIの口唇閉鎖力はskeletal Class IIよりも強く、最大口唇閉鎖力が強いほど下顎前歯は舌側傾斜し、上下顎骨の前後のずれが歯軸傾斜と口唇閉鎖力に関連することを示した。同研究では舌圧も計測しているが、顔面骨格との関連はみられないことを示している。

さらに、8方向からの口唇閉鎖力を同時に測定出来る多方位口唇閉鎖力測定装置<sup>7)</sup>を用いた研究では、口唇閉鎖力のバランスと上下顎前歯歯軸傾斜の関連が報告されている<sup>8)</sup>。一方、水平的口唇閉鎖力のバランスと顔面形態の関連については、下顎偏位症例では、口唇閉鎖力の水平的バランスが代償的な臼歯部頬舌的歯軸傾斜に関連することが示唆されている<sup>9)</sup>。

以上示したように、口唇閉鎖力と上下顎前歯歯軸傾斜および臼歯部歯軸傾斜との関連は検討されてきたが、歯列弓形態との関連は報告されていない。そこで本研究では、口唇閉鎖力と歯列弓形態、さらに上唇および下唇閉鎖力の水平バランスと大臼歯歯軸傾斜との間に関連があるという仮説を立て研究をすすめた。

## 被験者と方法

### 1. 被験者

本研究では、松本歯科大学病院矯正歯科を受診した歯列矯正未経験の成人女性16名(平均年齢:23.4±5.9歳、平均ANB:3.8±2.6°、overbite: +2.0±1.1mm、overjet: +3.9±2.8mm、Me偏位量2.4±2.0mm、叢生量:上顎-1.5±1.8mm、下顎-3.5±2.5mm)を被験者とした。除外基準は、overbiteおよびoverjetがマイナスのもの、欠損歯のあるもの、臼歯部に連続した反対咬合や鉤状咬合のあるもの、歯列弓から完全に逸脱する転位歯を認めるものとした。なお、この研究は松本歯科大学研究等倫理審査委員会の承認を得て行った(許可番号0057)。

### 2. 正面顔面形態評価(図1)

正面頭部エックス線規格写真(PA)を用いて、下顎骨の偏位側を評価した。PA上の左右の斜線を結ぶ直線からの垂直二等分線を顔面正中とし、本研究ではオトガイ最下点

(Me、メントン)のある側を偏位側、反対側を非偏位側と定義した<sup>9)</sup>。なお、正面頭部エックス線規格写真(PA)の正中線からMeの距離は絶対値として算出した。

### 3. 方向別口唇閉鎖力測定

本研究では、方向別口唇閉鎖力の測定に多方位口唇閉鎖力測定装置(特許番号: JP-4487132、JP-B-4554630)を用いた。この装置は8方向からの口唇閉鎖力を同時に測定することが可能で、測定の再現性が高いことはすでにNakatsukaら<sup>7)</sup>によって示されている。測定に先立ち、被験者には口唇閉鎖力測定の方法を説明し、数回の試行後に実測を行った。楽な姿勢で着席した被験者のカンペル平面を床と平行にし、頭部の位置付けをし(図2)、この状態から約5秒間、上下の歯が接触していない状態で、最大努力で口唇をすぼめるよう指示した。最大努力での口唇閉鎖を30秒間で3回行うことを1セットとし、これを2セット行い計6回の口唇閉鎖力のデータを得た。得られたデータは装置付属の多方位口唇閉鎖力波形分析ソフトウェアにて8方向(Ch1~Ch8)(図3)について一方向ずつ分析した。この波形分析ソフトウェアでは、口唇閉鎖力は100HzでAD変換され、口唇閉鎖力の測定と同時にパソコンの画面上に波形として表示される。口唇閉鎖力測定後、得られた6回分の波形を方向別に分析した。

波形分析は、Nakatsukaら<sup>7)</sup>、Murakamiら<sup>8)</sup>の方法に基づき行った。すなわち各波形における口唇閉鎖開始1秒後から4秒後までの力積を3で割った値、すなわち1方向につき1秒あたりの平均力積を、1回の測定値とした。同様にして6回分の測定値を算出し、それらの平均を1方向の測定値とした(図4)。なお、本研究においては、口唇全体を8方向の合計、上唇全体を上唇中央、上唇右、上唇左の3方向の合計、下唇全体を下唇中央、下唇右、下唇左の3方向の合計、上唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差を上唇右と上唇左の差、下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差を下唇右と下唇左の差とした。また、差は偏位側Chから非偏位側Chを引いた値とした(図3)。

### 4. 歯列弓三次元画像化

本研究では非接触型レーザー三次元形状測定装置(Roland PICZA 3D LASER SCANNER LPX-60)を用いて平行模型のスキヤニングを行った。平行模型を回転テーブルに位置づける際には、模型咬合面が右側面のレーザー光発振器と向かい合うようにした(図5)。取り込んだ模型画像は3dmファイルで保存した。

### 5. 歯列弓形態三次元計測

取り込んだ平行模型の画像は、三次元画像解析ソフト(Rhinoceros 5.0)を用いて分析した。歯列弓形態三次元分析にあたり、下記に示すよう上下顎ごとに基準軸(XYZ軸)と第一大臼歯基準ベクトルの設定をし、歯列弓長径、歯列弓幅径、第一大臼歯舌側傾斜角を計測した。

### 1) 基準軸の設定 (図 6)

上顎 X 軸は左右の第二小臼歯と第一大臼歯の舌側歯間乳頭頂を通る直線とした。上顎 Y 軸は切歯乳頭頂を通り、X 軸と直交する直線とした。さらに上顎 Z 軸は、上顎 X 軸と上顎 Y 軸の交点を通り、X-Y 平面と直交する直線とした。下顎の基準軸についても同様に設定したが、下顎 Y 軸を左右の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。

### 2) 第一大臼歯基準ベクトルの設定 (図 7)

上顎第一大臼歯基準ベクトルは、上顎第一大臼歯の舌側溝と舌側面溝の移行点と頬側溝と頬側面溝の移行点を舌側から頬側へ結ぶベクトル (U6LB ベクトル) とした。下顎第一大臼歯基準ベクトルも同様に、舌側から頬側に向かうベクトル (L6LB ベクトル) とした。

### 3) 歯列弓形態長径および幅径 (図 8)

歯列弓長径と歯列弓幅径を計測し、歯列弓形態の評価を行った。歯列弓長径は中切歯近心歯間乳頭頂から、1) で設定した X 軸に下ろした垂線の長さとし、歯列弓幅径は左右の第二小臼歯と第一大臼歯の舌側歯間乳頭頂を結ぶ X 軸上の線分の長さとした。本研究では、歯列弓長径および幅径に加え、長径と幅径の比をとり、歯列弓形態の観察を行った。

### 4) 第一大臼歯舌側傾斜角 (図 9)

1) および 2) で設定した基準軸と第一大臼歯基準ベクトルのなす角度を用いて、上顎および下顎の第一大臼歯舌側傾斜角を計測した。すなわち上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角は、Z 軸と U6LB あるいは L6LB ベクトルがなす角 (図 9) とした。第一大臼歯の傾斜角を偏位側と非偏位側に分けて計測した。本計測では、舌側傾斜角は角度が大きいほど、舌側傾斜量が大きいことを表している。

## 6. 測定誤差

被験者 10 名分の正面頭部エックス線規格写真分析と模型計測を、日を改めて 1 か月間の間隔で 2 回行い、Dahlberg の式を用いて測定誤差を検討した。

## 7. 統計解析

上唇および下唇閉鎖力、上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差を paired t-test で検討した。口唇全体 8 方向、上唇全体 3 方向、下唇全体 3 方向と上顎および下顎歯列弓形態の計測値 (上顎および下顎歯列弓長径、上顎および下顎歯列弓幅径、上顎および下顎歯列弓長径と幅径の比率)、上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差の関連について、Pearson の相関係数で検討した。また、無相関検定で有意確率 5% 以下の場合に有意な相関とした。

## 結果

### 1. 測定精度

正面頭部エックス線規格写真の測定精度は、Me 偏位量 0.25mm と小さい値を示した。また、模型計測の Dahlberg の式による測定誤差は、上顎歯列弓長径 0.245mm、上顎歯列弓幅径 0.501mm、下顎歯列弓長径 0.244mm、下顎歯列弓幅径 0.108mm、上顎第一大臼歯舌側傾斜角  $0.668^\circ$ 、下顎第一大臼歯舌側傾斜角  $0.841^\circ$  と非常に小さい値を示した。

### 2. 口唇閉鎖力と上顎および下顎歯列弓形態

本研究被験者の方向別口唇閉鎖力（口唇全体 8 方向、上唇全体 3 方向、下唇全体 3 方向）、上顎および下顎歯列弓形態（長径と幅径および長径と幅径の比）の平均値と標準偏差を表 1 に示す。被験者の口唇閉鎖力は口唇全体 8 方向  $4.40 \pm 2.04$  (Ns)、上唇全体 3 方向  $2.12 \pm 0.99$  (Ns)、下唇全体 3 方向  $2.16 \pm 1.13$  (Ns) を示した。歯列弓形態は、上顎歯列弓長径  $25.62 \pm 2.61$  (mm)、上顎歯列弓幅径  $39.77 \pm 1.96$  (mm)、上顎歯列弓長径と上顎歯列弓幅径の比  $0.64 \pm 0.06$ 、下顎歯列弓長径  $20.33 \pm 1.55$  (mm)、下顎歯列弓幅径  $35.30 \pm 2.35$  (mm)、下顎歯列弓長径と下顎歯列弓幅径の比は  $0.58 \pm 0.06$  を示した。すなわち、本研究の歯列弓長径および幅径はともに上顎が下顎よりも大きな値を示していた。

### 3. 上唇および下唇閉鎖力と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の比較

上唇および下唇閉鎖力と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角を、偏位側と非偏位側に分けて比較した結果を表 2 に示す。上唇および下唇閉鎖力と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角の各項目において、偏位側と非偏位側の間で有意差を認めなかった。

### 4. 口唇閉鎖力と上顎および下顎歯列弓形態の関連

口唇全体 8 方向、上唇全体 3 方向、下唇全体 3 方向と上顎および下顎歯列弓形態（上顎歯列弓長径、上顎歯列弓幅径、上顎歯列弓の長径と幅径の比、下顎歯列弓長径、下顎歯列弓幅径、下顎歯列弓の長径と幅径の比）の関連を Pearson の相関係数で検討した結果を表 3 に示す。上顎歯列弓長径が口唇閉鎖力の上唇全体 3 方向 ( $r = -0.530$ ,  $p < 0.05$ ) に有意な負の相関を示した。また、上顎歯列弓長径と上顎歯列弓幅径の比が、口唇閉鎖力の口唇全体 8 方向 ( $r = -0.553$ ,  $p < 0.05$ )、上唇全体 3 方向 ( $r = -0.615$ ,  $p < 0.05$ ) と有意な負の相関を示した。一方、下顎歯列弓形態と口唇閉鎖力の間には相関は認められなかった。

### 5. 上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾

### 斜角の偏位側と非偏位側の差の関連

上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差の関連の結果を表4に示す。上顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差は、上唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と有意な正の相関( $r=0.642$ ,  $p<0.01$ )、下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と有意な負の相関( $r=-0.586$ ,  $p<0.05$ )を示した。一方、下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差は、上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と有意な相関を示さなかった。

## 考察

### 1. 被験者と除外基準について

口唇閉鎖力の性差について、口腔周囲筋や口唇閉鎖力は男女間で差があることが示されている。また成長とともに増加することが示されている<sup>10,11,12)</sup>。このことから、本研究は性差と成長および矯正治療による骨格形態および歯列弓形態への影響を排除するために、矯正治療未経験の成人女性を対象とした。

欠損歯については、欠損部位前後の歯が近心もしくは遠心に傾斜あるいは転位する。すなわち、本来の位置と異なる部位に転位することで、歯列弓形態も変わることから、本研究において歯の欠損を認めた場合は対象者から除外した。

叢生量については、上顎歯列で平均マイナス1.5mm、下顎歯列で平均マイナス3.5mm、明らかな側切歯舌側転位、犬歯低位唇側転位、小臼歯舌側転位を認めるものは除外した。

咬合関係については、反対咬合や交叉咬合のような上下顎歯列の被蓋が逆の場合、正常被蓋と比べ口唇圧と頬圧のバランスが崩れている<sup>1)</sup>と考えられている。そこで本研究では、overbite および overjet マイナス、交叉咬合の被験者は除外した。また開咬についても口唇機能が阻害されている<sup>3)</sup>と考え除外した。

### 2. 歯列弓三次元計測および多方位口唇閉鎖力測定

本研究の歯列弓三次元計測の歯列弓形態計測点は歯間乳頭部および第一大臼歯裂溝部<sup>13,14,15)</sup>を用いた。その結果、各咬頭頂を基準点とするよりも咬耗の影響を受けにくく、再現性が高い精度(0.108~0.501mm、0.668~1.310°)を示したと推察された。

また、口唇閉鎖力の測定に用いた多方位口唇閉鎖力測定装置の測定精度については、Nakatsukaら<sup>7)</sup>が、本研究と同じ測定条件で口唇閉鎖力の測定精度と口唇閉鎖に関わる口輪筋活動量の関連を計測し、優れた測定精度と口輪筋活動量と口唇閉鎖力の高い相関を示している。

さらに、本研究に用いた正面頭部エックス線規格写真(0.25mm)も高い精度を示した。

### 3. 口唇閉鎖力と上下顎歯列弓形態の関連

これまでの口唇閉鎖力測定に用いられた代表的な装置として、Y meter<sup>4)</sup> や

myometer160<sup>3)</sup>がある。Ymeterは、荷重計で垂直的口唇閉鎖力を測定するもので、荷重計は水平板の上面に位置している。また、プレートの歪みを最小限にするためステンレススチールで構成される。計測時には、オトガイ筋の影響を排除し、口輪筋の力を記録するために上唇閉鎖力が計測される。しかし、計測時は装置のバイトプレートを切歯で固定しているため、得られた口唇閉鎖力の値は咬筋などの咀嚼筋活動量の値も含まれていたと推察される。

また、myometer160では、計測時に装置を親指と人差し指で支え、口唇閉鎖力は二枚のプレート間にある電子装置を通し、バーグラフで視覚化される。

一方、本研究に用いた多方位口唇閉鎖力測定装置は、咀嚼筋の影響を排除するため測定時に上下の歯は接触させず、8本の燐青銅製ひずみゲージのひずみ量を8方向の口唇閉鎖力として計測している。さらに、支柱に8方向のプロープが固定されていることで下唇にかかる装置の重量も排除されている<sup>16)</sup>。本研究においては、多方位口唇閉鎖力測定装置を用い口唇閉鎖力を8方向に細分化することで、上下および左右側口唇閉鎖力と歯列弓形態との関連を調べることが出来た。

口唇閉鎖力と上下顎歯列弓形態の関連については、口唇と舌は上下顎歯列の位置に影響を及ぼすと考えられてきた<sup>1)</sup>。咬合状態と口唇閉鎖力の関連については、Posen<sup>2)</sup>が、口唇閉鎖力はAngle Class II div. 2がAngle Class Iよりも大きい口唇閉鎖力であったと報告し、Lambrechtsら<sup>3)</sup>もMyometer 160を用いて同様の結果を報告している。Dotoら<sup>6)</sup>は、skeletal Class IIIの口唇閉鎖力はskeletal Class IIよりも強く、最大口唇閉鎖力が強いほど下顎前歯は舌側傾斜し、上下顎骨の前後的ずれが歯軸傾斜と口唇閉鎖力が関連することを示した。また、本研究と同じ多方位口唇閉鎖力測定装置を用いた研究でMurakamiら<sup>8)</sup>は、上下唇閉鎖力のバランス、つまり上唇に対して下唇が相対的に弱いと下顎切歯の唇側傾斜に影響することを明らかにした。

このように上下顎前歯歯軸傾斜角と口唇閉鎖力の関連は検討されてきたが、歯列弓形態と口唇閉鎖力の関連性についてはこれまで注目されていなかった。本研究の結果から、上顎歯列弓長径は上唇全体3方向の口唇閉鎖力と有意な負の相関を示し、上顎歯列の長径と幅径の比は口唇全体8方向、上唇全体3方向と有意な負の相関を示した。これらの結果から、口唇閉鎖力は上顎歯列弓形態と関連し、特に上唇閉鎖力が上顎歯列弓長径に関連し、弱い口唇閉鎖力ではV字型歯列弓を、強い口唇閉鎖力では方形歯列弓の傾向を示すことが推測された(図10)。一方、下顎歯列弓形態は口唇閉鎖力と相関を示さなかった。これは、本研究被験者はoverjetマイナスを呈していないため、下顎歯列弓と口唇閉鎖力との間には相関が見られなかったと推察された。

さらに、本研究で長径と幅径の計測点に歯間乳頭頂を用いていることから、歯槽骨を含めた歯列弓形態にも関連していると推察される。すなわち、上記歯列弓形態は歯槽頂形態としてとらえることも出来ると推察される。しかし、野本ら<sup>17)</sup>は、下顎角が直角に近く、咬合力も強い短顔型では咀嚼能力が高く、歯列幅径が大きくなることから、咀



嚼能力等の生理的な活動が顔面型や歯列等の形態に影響を及ぼしている可能性を示唆している。また、下顎第一大臼歯の頬側への直立には咀嚼機能も関与しており、咬合力が強くグライディング咀嚼の者は下顎第一大臼歯が直立することにより歯列幅径が大きくなることが報告されている<sup>18)</sup>。これらのことから、口唇閉鎖力のみならず顔面型や咀嚼機能も含めた歯列弓形態の検討が今後必要と考えられる。

#### 4. 上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と、上顎および下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差の関連

口唇閉鎖力のバランスについては、正常咬合者では本研究で使用した多方位口唇閉鎖力測定装置を用いた研究で、垂直方向が最も強く、次いで斜め方向、水平方向の順で減少することが報告されている<sup>19)</sup>。また、下顎骨偏位を呈する場合の口唇閉鎖力の水平的バランスについても、多方位口唇閉鎖力測定装置を用いた研究から、非偏位側上唇および偏位側下唇が偏位側上唇と非偏位側下唇よりも強くなることが示されている<sup>9)</sup>。一方、下顎偏位を示す骨格性Ⅲ級の症例では代償性の下顎偏位側の上顎第一大臼歯頬側傾斜と下顎第一大臼歯舌側傾斜、下顎非偏位側の上顎第一大臼歯舌側傾斜と下顎第一大臼歯頬側傾斜が示されている<sup>2)</sup>。本研究では、上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差と上顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差がそれぞれ有意な正と負の相関を示した。すなわち、偏位症例では非偏位側上唇閉鎖力と偏位側下唇閉鎖力が反対側より大きく、非偏位側上顎第一大臼歯が偏位側上顎第一大臼歯より舌側傾斜することが示された(図11)。すなわち、偏位症例における代償性の第一大臼歯頬舌側傾斜に上唇および下唇閉鎖力の水平バランスが関連することが示唆された。本研究では口唇閉鎖力を測定し、第一大臼歯との関連を検討した。口輪筋には頬筋が口角で交ざり、モダイオラスが形成されていることから、本研究で口唇閉鎖力を測定した口すぼめ時には、頬筋が口輪筋と共に作用していると推察される。すなわち、代償性の第一大臼歯の頬舌傾斜には口輪筋と頬筋が関連していることが推察された。

一方、上唇および下唇閉鎖力の偏位側と非偏位側の差は、下顎第一大臼歯舌側傾斜角の偏位側と非偏位側の差に有意な相関を示さなかった。今回の被験者は臼歯部に連続した反対咬合や交叉咬合を呈していないことから、頬側に位置している上顎の臼歯に口腔周囲筋の影響が生じやすい可能性が示唆された。

#### 結論

口唇閉鎖力の水平バランスと歯列弓形態および第一大臼歯歯軸傾斜との間に関連について検討し、下記の結果が得られた。

1. 口唇閉鎖力の上唇全体3方向が強いと上顎歯列弓長径は短くなる。
2. 口唇閉鎖力の口唇全体8方向と上唇全体3方向が強いと、歯列弓長径は短く、歯列弓幅径は広い上顎歯列弓になる。

3. 偏位症例では非偏位側上唇閉鎖力と偏位側下唇閉鎖力が反対側より大きく、非偏位側上顎大臼歯が偏位側上顎大臼歯より舌側傾斜する。すなわち、偏位症例における代償性の大臼歯類舌側傾斜に上唇および下唇閉鎖力の水平バランスが関連することが示唆された。

#### 謝辞

稿を終えるにあたり、本研究に終始御懇篤なる御指導、御校閲の労を賜りました松本歯科大学大学院硬組織疾患制御再建学講座臨床病態評価学山田一尋教授に謹んで深甚なる感謝の意を表します。さらに、研究上有益な御指導、御教示を頂きました顎口腔機能制御学講座咀嚼機能解析学増田裕次教授、硬組織疾患制御再建学講座臨床病態評価学影山徹准教授に心から厚く御礼申し上げます。また本研究に際し、御協力を頂きました皆様ならびに松本歯科大学歯科矯正学講座の皆様を重ねて厚く御礼申し上げます。

#### 文献

- 1) Brodie AG (1938) Dental science and dental art. 176-217, Lea & Febiger, Philadelphia.
- 2) Kusayama M, Motohashi N and Kuroda T (2003) Relationship between transverse dental anomalies and skeletal asymmetry. Am J Orthod Dentofacial Orthop 123: 329-37
- 3) Lambrechts H, De Baets E, Fieuws S and Willems G (2010) Lip and tongue pressure in orthodontic patients. Eur J Orthod 32: 466-71
- 4) Jung MH, Yang WS and Nahm DS (2003) Effects of upper lip closing force on craniofacial structures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 123: 58-63
- 5) Jung MH, Yang WS and Nahm DS (2010) Maximum closing force of mentolabial muscles and type of malocclusion. Angle Orthod 80: 72-79
- 6) Doto N and Yamada K (2015) The relationship between maximum lip closing force and tongue pressure according to lateral craniofacial morphology. Orthod Waves 74: 69-75
- 7) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M, Murakami M, Okada Y and Masuda Y (2011) Reliability of novel multidirectional lip-closing force measurement system. J Oral Rehabil 38: 18-26
- 8) Murakami M, Kanazawa M, Mizuno R, Yamada K, Masuda Y and Adachi T (2014) Relationship between balance of upper and lower lip-closing forces during pursing-like lip-closing and lateral craniofacial morphology. J Res Prac Dent: Article ID 171681 (open access)
- 9) Mizuno R, Yamada K, Murakami M, Kaede K and Masuda Y (2014) Relationship between

frontal craniofacial morphology and horizontal balance of lip-closing force during lip pursing. J Oral Rehabil 41: 659-66

10) Mitchell JI and Williamson EH (1978) A comparison of maximum perioral muscle force in North American blacks and whites. Angle Orthod 48: 126-31

11) Barlow SM and Rath EM (1985) Maximum voluntary closing forces in the upper and lower lips of humans. J speech hear Res 28:373-76

12) Murakami M, Adachi T, Nakatsuka K, Kato T, Oishi M and Masuda Y (2012) Gender difference in maximum voluntary lip-closing force during lip pursing in healthy young adults. J Oral Rehabil 39: 399-404

13) 岡野美紀 (2006) 第一大臼歯の頬舌的歯軸傾斜と歯列幅の成長パターンについて: 日本人と南太平洋諸国の2集団との比較. 日矯歯誌 65: 112-21

14) 葛西理恵, 林 亮助, 斎藤勝彦, 葛西一貴 (2010) 経年歯列模型による永久歯列完成時の叢生量の予測について. 日矯歯誌 69: 12-22

15) 葛西一貴, 根岸慎一, 林 亮助, 斎藤勝彦, 金澤英作 (2010) 成長期児童における歯列弓形態の成長変化に関する研究. 日矯歯誌 69: 23-35

16) 増田裕次, 片山慶祐, 久保大樹, 高阪貴之, 昆 はるか, 斎藤未来, 土岡寛和, 榎原絵理, 椋代寛之, 森 隆浩, 森野智子, 渡辺一彦, 山口正人, 黒岩昭弘, 吉川峰加, 津賀一弘 (2012) 多方位口唇閉鎖力測定における測定部保持法と固定法の相違. 顎機能誌 18: 132-38

17) 野本成歩, 大塚亜紀, 葛西理恵, 斎藤勝彦, 葛西一貴 (2011) 学童期後期の側貌顔面型と歯列形態の関連性について. 日大口腔科学 37: 1-6

18) 根岸慎一, 林 亮助, 斎藤勝彦, 葛西一貴 (2010) 硬性ガムトレーニングが混合歯列期児童の咀嚼運動および第一大臼歯植立に与える影響. 日矯歯誌 69: 156-62

19) Kato T, Murakami M, Yamada K and Masuda Y (2011) Asymmetric lip-closing force in children with repaired unilateral cleft lip and/or palate. J Oral Rehabil 38: 921-28

#### 図解

図 1. 正面顔面形態評価 (正面頭部エックス線規格写真、PA)

図 2. 方向別口唇閉鎖力測定時の頭部の位置付け

図 3. 多方位口唇閉鎖力測定装置のチャンネル

図 4. 方向別口唇閉鎖力の分析

図 5. 歯列弓三次元画像化に用いた非接触型レーザー三次元形状測定装置内部

図 6. 歯列弓形態三次元計測 1) 基準軸の設定

図 7. 歯列弓形態三次元計測 2) 第一大臼歯基準ベクトルの設定

図 8. 歯列弓形態三次元計測 3) 歯列弓形態長径および幅径

- 図 9. 歯列弓形態三次元計測 4) 第一大臼歯舌側傾斜角
- 図 10. 口唇閉鎖力と歯列弓形態の関連
- 図 11. 口唇閉鎖力と上顎第一大臼歯舌側傾斜角の関連

図1. 正面顔面形態評価(正面頭部エックス線規格写真,PA)

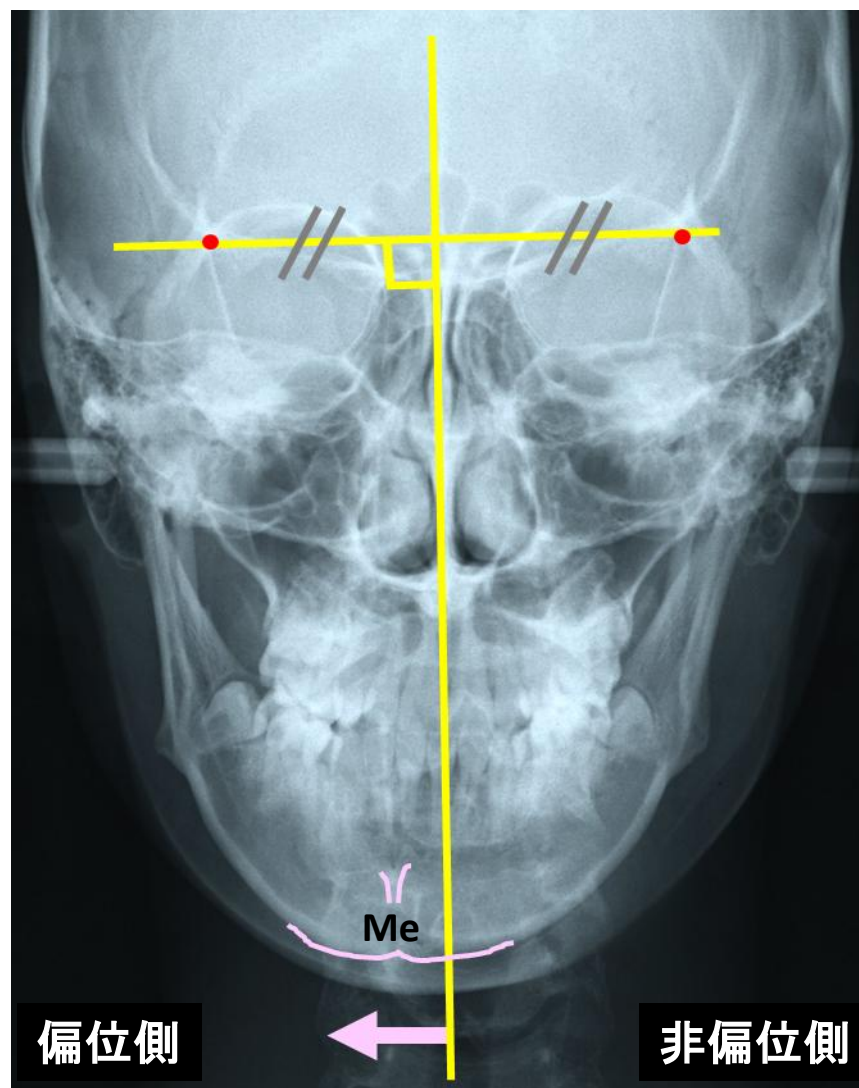


図2.方向別口唇閉鎖力測定時の頭部の位置付け

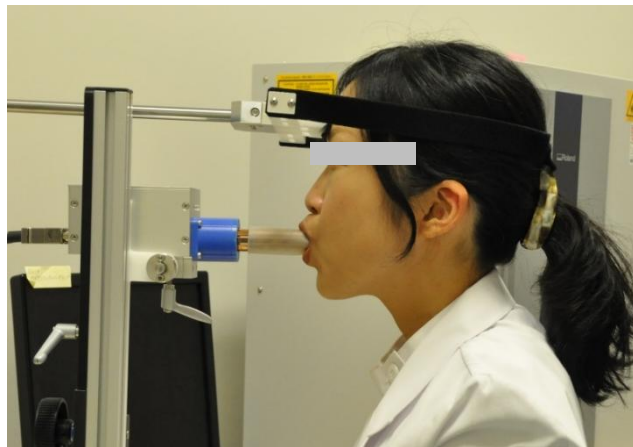


図3.多方位口唇閉鎖力測定装置のチャンネル

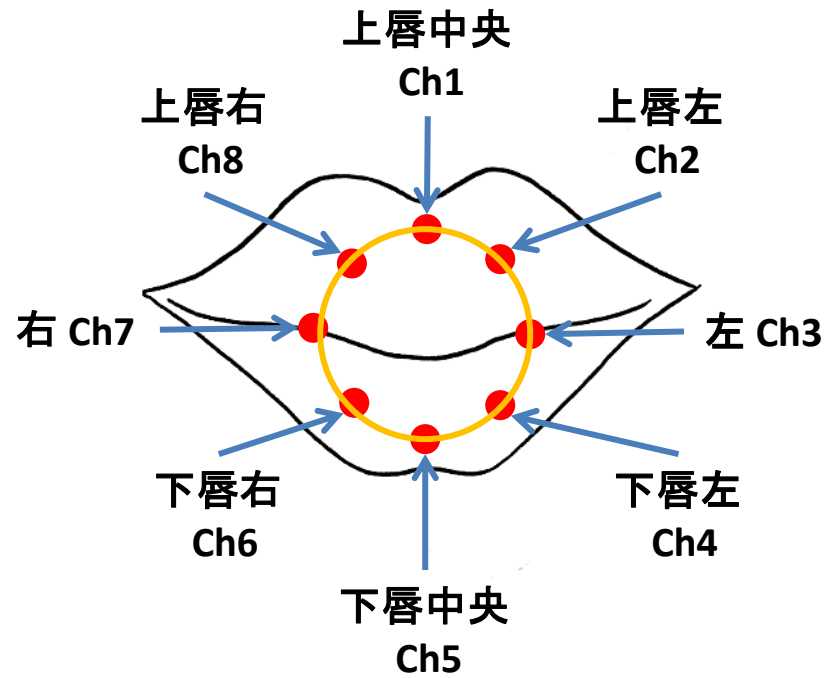
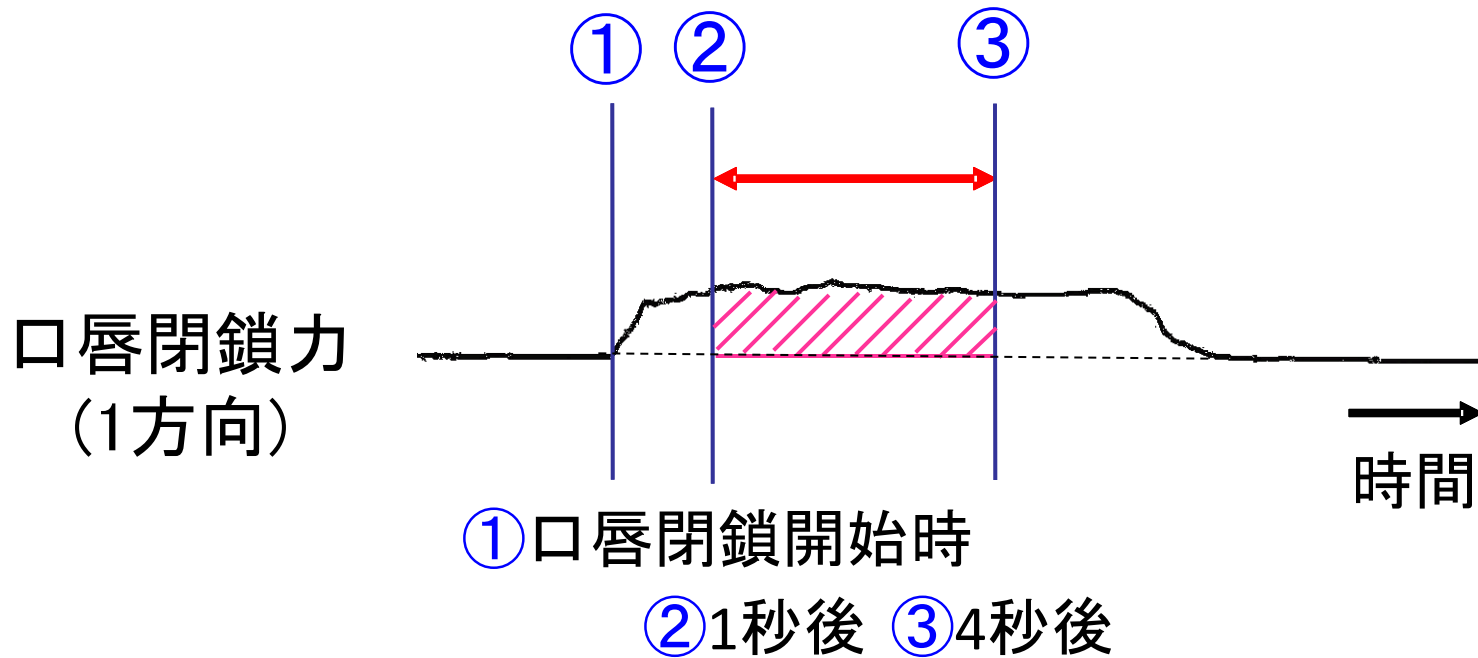


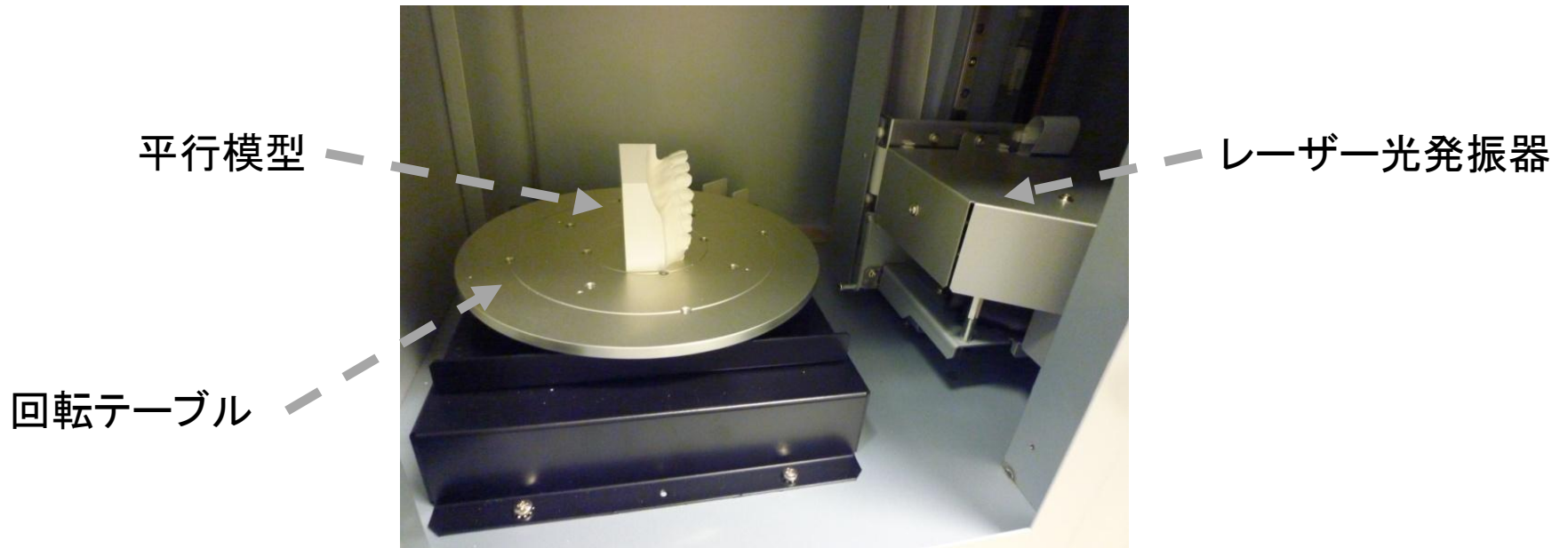
図4.方向別口唇閉鎖力の分析



口唇閉鎖開始後1秒から4秒までの1秒あたりの平均値



図5. 歯列弓三次元画像化



非接触型レーザー三次元形状測定装置内部  
(Roland PICZA 3D LASER SCANNER LPX-60)

図6.歯列弓形態三次元計測 1) 基準軸の設定

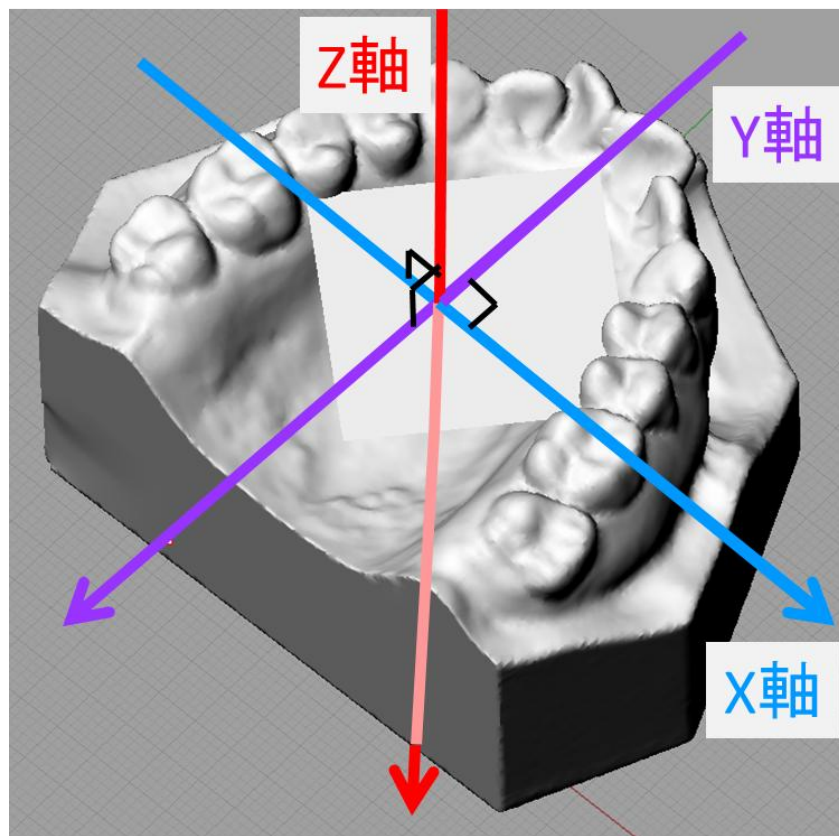


図7. 歯列弓形態三次元計測 2) 第一大臼歯基準ベクトルの設定

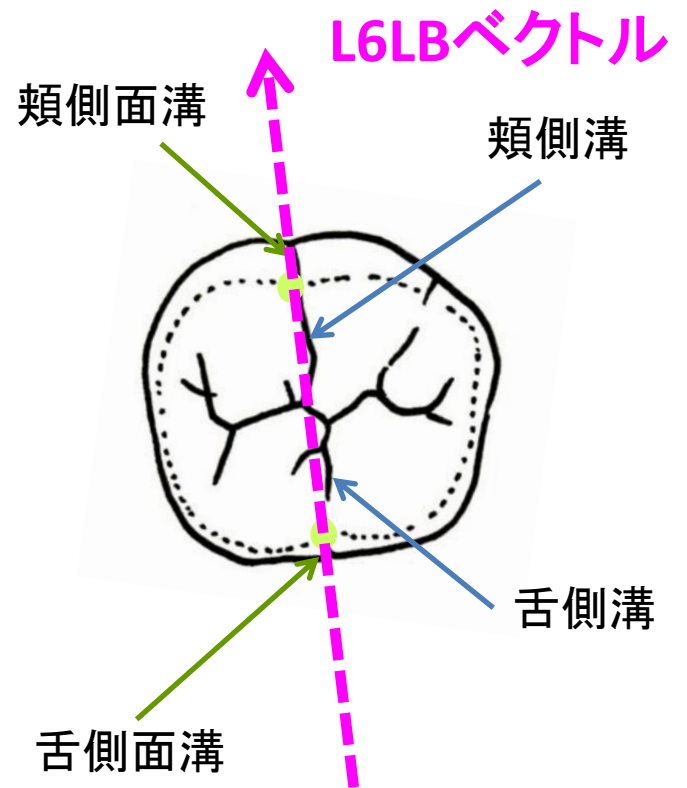
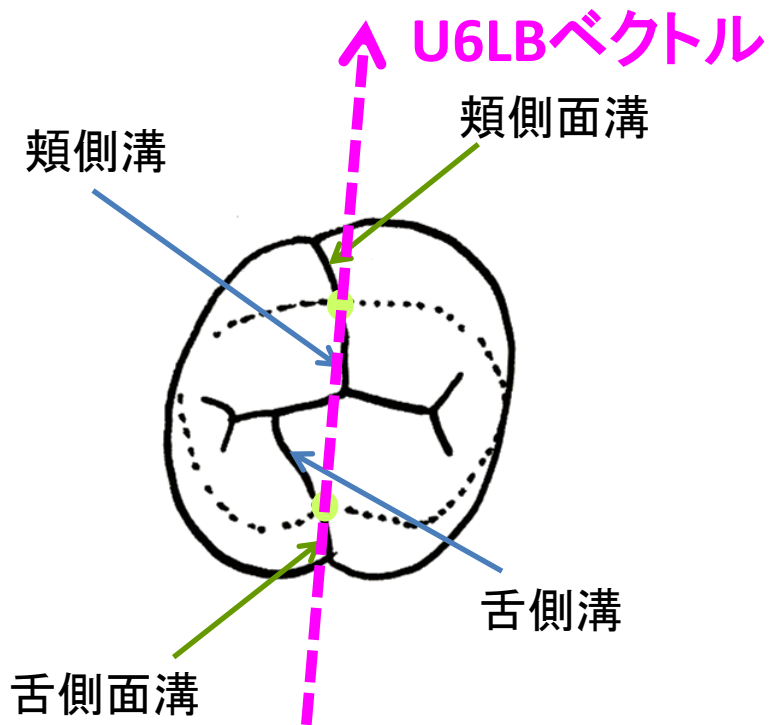


図8. 歯列弓形態三次元計測 3) 歯列弓形態長径および幅径

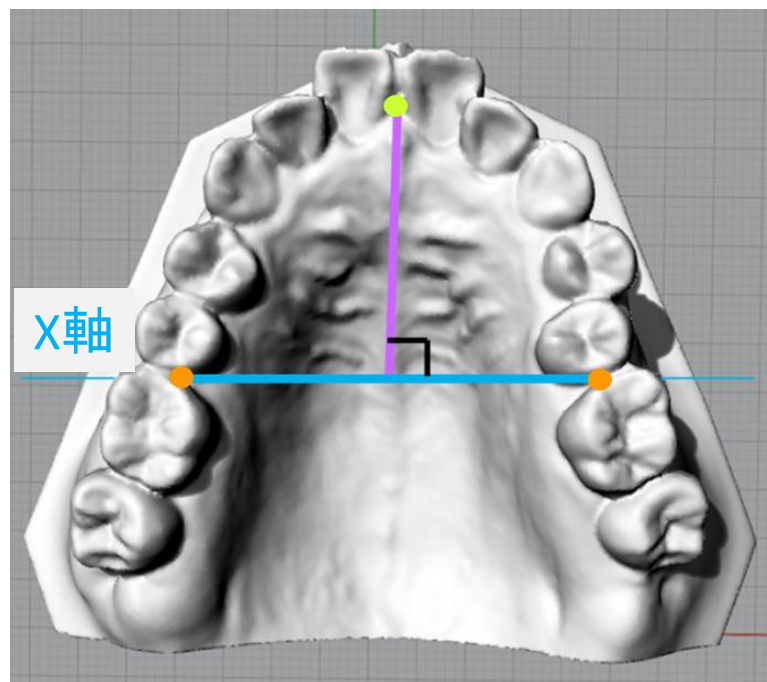


図9. 歯列弓形態三次元計測 4) 第一大臼歯舌側傾斜角

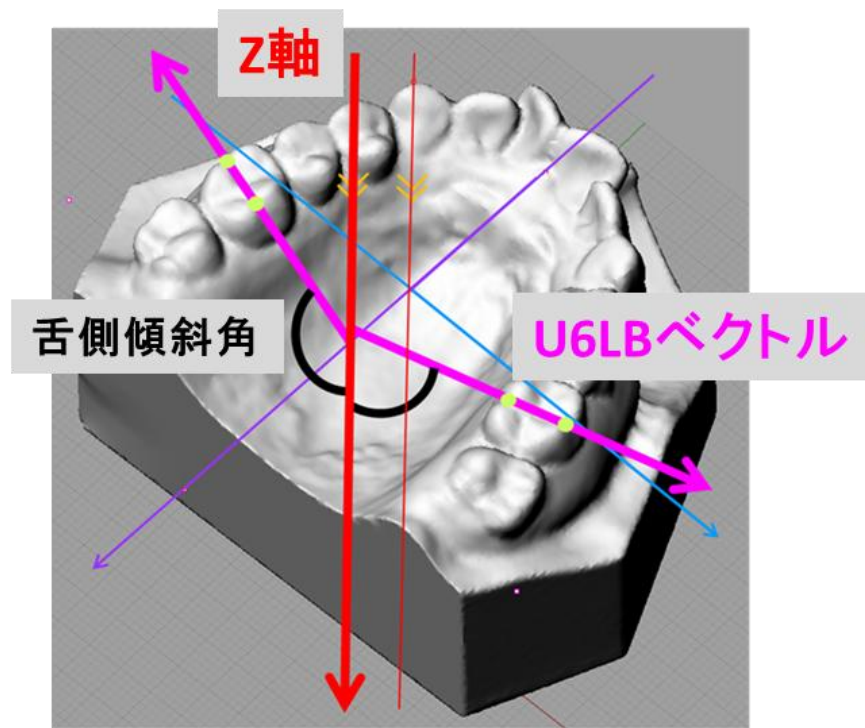


図8 第一大臼歯舌側傾斜角

表1. 方向別口唇閉鎖力、上下顎齒列弓形態 (n=16, mean ± sd)

口唇全体8方向 (Ns)	4.40	± 2.04
上唇全体3方向 (Ns)	2.12	± 0.99
下唇全体3方向 (Ns)	2.16	± 1.13
上顎齒列弓長徑 (mm)	25.62	± 2.61
上顎齒列弓幅徑 (mm)	39.77	± 1.96
上顎齒列弓 長徑/幅徑	0.64	± 0.06
下顎齒列弓長徑 (mm)	20.33	± 1.55
下顎齒列弓幅徑 (mm)	35.30	± 2.35
下顎齒列弓 長徑/幅徑	0.58	± 0.06

表2. 偏位側と非偏位側の上下唇閉鎖力、上下顎第一大臼歯舌側傾斜角  
(n=16)

	偏位側	非偏位側	paired t-test
上唇閉鎖力 (Ns)	0.46 ± 0.26	0.51 ± 0.24	NS
下唇閉鎖力 (Ns)	0.54 ± 0.33	0.54 ± 0.34	NS
上顎第一大臼歯舌側傾斜角 (° )	85.37 ± 4.97	86.63 ± 5.34	NS
下顎第一大臼歯舌側傾斜角 (° )	103.62 ± 8.77	103.50 ± 5.35	NS

mean ± sd  
NS: not significant

表3. 口唇閉鎖力と上下顎歯列弓形態の関連(Pearson の相関係数)

		[口唇閉鎖力]		
		口唇全体8方向	上唇全体3方向	下唇全体3方向
[上顎歯列弓]	長径	-0.455	<b>-0.530*</b>	-0.322
	幅径	0.163	0.134	0.172
	長径/幅径	<b>-0.553*</b>	<b>-0.615*</b>	-0.419
[下顎歯列弓]	長径	-0.022	-0.024	-0.034
	幅径	-0.136	-0.097	-0.115
	長径/幅径	0.095	0.078	-0.062

\* P<0.05



表4. 口唇閉鎖力 偏位側と非偏位側の差と上下顎第一大臼歯舌側傾斜角  
 偏位側と非偏位側の差の関連(Pearson の相関係数)

	[上唇閉鎖力] 偏位側-非偏位側	[下唇閉鎖力] 偏位側-非偏位側
[上顎第一大臼歯 舌側傾斜角] 偏位側-非偏位側	0.642**	-0.586*
[下顎第一大臼歯 舌側傾斜角] 偏位側-非偏位側	-0.328	0.254

\* P<0.05, \*\* P<0.01

図10. 口唇閉鎖力と歯列弓形態の関連

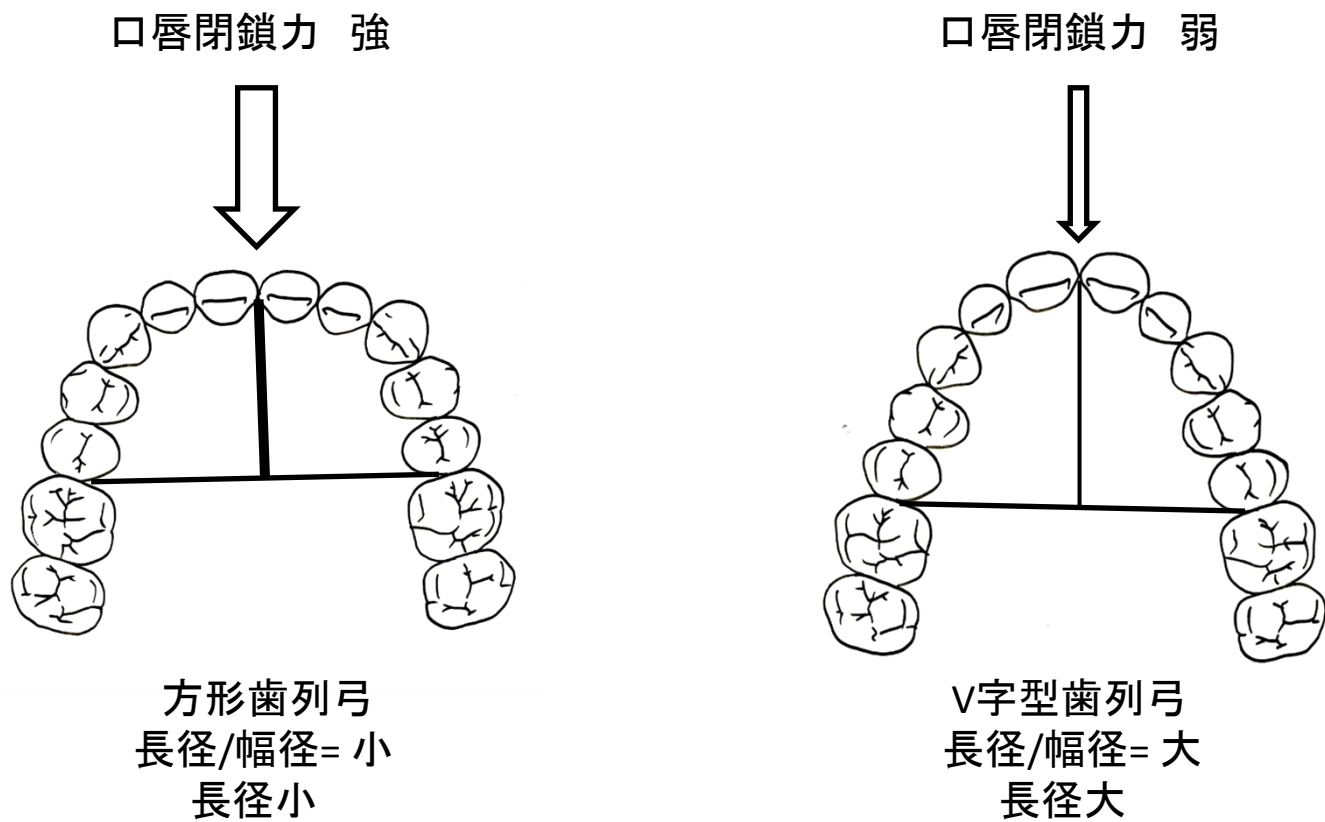
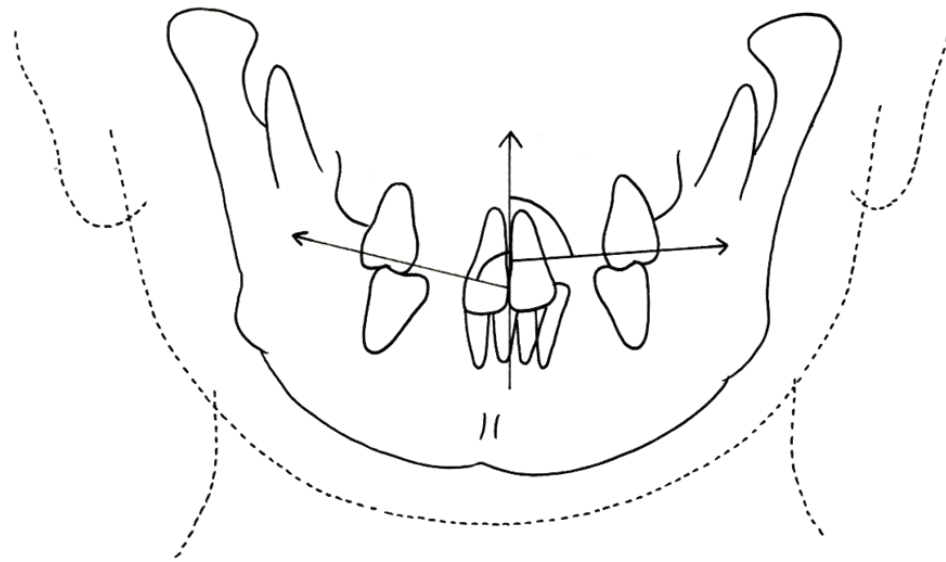


図11. 口唇閉鎖力と上顎第一大臼歯舌側傾斜角の関連



偏位側  
第一大臼歯舌側傾斜 小

非偏位側  
第一大臼歯舌側傾斜 大

図10. 上顎第一大臼歯舌側傾斜角