

三次元顔貌シミュレーションによる  
骨格性下顎前突症患者の理想とする顔貌の評価

奥羽大学大学院歯学研究科  
顎顔面口腔矯正学専攻

山田 真貴子

(指導教員：福井 和徳)

Evaluation of Ideal Profile of  
Mandibular Prognathism  
by Using Three-Dimensional Facial Simulation

Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,  
Ohu University, Graduate School of Dentistry

Makiko YAMADA

(Director : Kazunori FUKUI)

## Abstract

The aim of this study was to investigate whether there are differences in the facial appearances regarded as ideal self-perception by patients and orthodontists in patients with skeletal mandibular prognathism, with the premise of orthognathic surgery.

The subjects were 39 patients (19 male and 20 female) who received a diagnosis of skeletal mandibular prognathism. The subjects were divided into Normal-Face group and Long-Face group. Control group (orthodontist group) was 10 Japanese Orthodontic Society-certified physicians with an average of 21.4 years of clinical experience. A non-contact three-dimensional optical surface scanner was used to obtain the facial image data of the patients. We subsequently created three-dimensional facial images of the patients. The facial images were exported to a facial morphology software. 6 points (Ls, Stm, Li, Sm, Pg', Me') were set on the lower face. The subjects were asked to morph their own ideal facial image and orthodontists morphed all of the subject images by moving 6 points antero-posterior or vertically. We compared the variation of 6 points. A Mann-Whitney *U* test was used to compare the variations between patients and orthodontists.

All group subjects moved Ls and Stm in more anterior positions in comparison with the orthodontist group. The orthodontist group moved Me' in a more superior position than male in the Long-Face group. No significant differences were noted for the male of the Normal-Face group and the orthodontist group.

Female in the Normal-Face group and Long-Face group

moved Me' in a more superior position in comparison with the orthodontist group.

The following findings were obtained.

1. The ideal facial appearance for male patients in the Normal-Face group differed in that the upper lip area was located more anteriorly as compared to the orthodontist group, but lower facial height was same recognition.

2. The ideal facial appearance for male patients in the Long-Face group was one where the upper lip area was located more anteriorly; lower facial height was unchanged as compared to the orthodontist group.

3. The ideal facial appearance for female patients in the Normal-Face group and Long-Face group was one where the upper lip area was located more anteriorly than in the orthodontist group and lower facial height was shorter than in the orthodontist group.

Key words : three-dimensional facial image , self-perception, mandibular prognathism

## 抄 録

顎矯正手術を前提とした骨格性下顎前突症患者自身を対象に、患者自身と矯正歯科医が理想と考える顔貌に差異があるかを検討することを目的とした。

骨格性下顎前突症と診断された39名（男性19名，女性20名）を対象とし，男女それぞれを Normal-Face 群，Long-Face 群に分類した。比較対照は，平均臨床経験21.4年の日本矯正歯科学会認定医10名（以下，矯正歯科医群）とした。非接触型三次元計測器を用いて，骨格性下顎前突症患者の顔貌を撮影し，三次元顔貌画像を作成した。作成した三次元顔貌画像上に6つの可動点（Ls, Stm, Li, Sm, Pg', Me'）を設定し，前後方向，上下方向に自由に變形させ，患者には自己理想顔貌を，矯正歯科医には各患者の理想顔貌の描画を指示し，可動点の變化量を比較した。両群間の統計学的解析には Mann-Whitney U-test を用いた。

矯正歯科医群と比較して，患者は全ての群で，Ls, Stm を前方方向へ描画した。矯正歯科医群は，Long-Face 群の男性と比較して，Me' を上方へ描画したが，Normal-Face 群の男性と矯正歯科医群では有意な差は認められなかった。Normal-Face 群，Long-Face 群の女性は，矯正歯科医群よりも有意に Me' を上方へ描画した。

本研究の結果から，以下のことが示唆された。

1. NF 群の男性患者の理想顔貌は，矯正歯科医群と比べて上唇部を前方に位置させた点で異なるが，下顔面高に関しては同じ認識であった。

2. LF 群の男性患者の理想顔貌は，矯正歯科医群と比べて上唇部を前方に位置させ，下顔面高は変化させない顔貌であった。

3. NF 群，LF 群の女性患者の理想顔貌は，矯正歯科

医群と比べて上唇部を前方に位置させ，矯正歯科医群よりも下顔面高を短くした顔貌であった。

## 緒 言

顎変形症の治療は、顎骨の移動に伴う軟組織の移動により顔貌に大きな変化をもたらす。骨格性下顎前突症患者は自身の顔貌に劣等感を抱いていることが多く、本邦では顎矯正手術症例における下顎前突の占める割合が最も多い<sup>1)</sup>。従来、矯正歯科医は側面頭部 X 線規格写真と顔貌写真を用いて二次元的な診断と治療計画を立案してきた。しかし、各患者が望む術後の理想顔貌には基準がなく、個人の主観によって異なるため、矯正歯科医が考える理想顔貌とは必ずしも一致しない<sup>2)</sup>。

顎矯正手術による術後の軟組織変化を予測する場合には、側面頭部 X 線規格写真をトレースした平面画像上で骨格の変化に合わせ、平均値<sup>3)</sup>を用いて軟組織の移動量を決定する。これを基に矯正歯科医は二次元的な予測顔貌を描いて、インフォームド・コンセントに用いることが多い。しかし、顎矯正手術による三次元的な変化に伴い、軟組織には予測とは異なる変化が生じる場合がある。特に口唇やオトガイ部の下顔面部の変化は個体差が大きく、平均値を用いて二次元的に描画する予測顔貌では、十分な予測結果が得られない場合がある<sup>4)</sup>。

近年、レーザー光と CCD カメラを用いて物体をスキャンし、三次元データ化する非接触型三次元計測器が開発され、非侵襲的で短時間に高度な軟組織の三次元形態をカラー画像として入手することが可能となった。この装置を用いて、当講座では患者が望む術後の顔貌について一連の研究を進めてきた。Konda ら<sup>5)</sup>は上顎前突症患者を、松島ら<sup>6)</sup>は骨格性下顎前突症患者を対象に、画像上の顔面部に設定した可動点を患者自身が変化させながら理想顔貌を描画させることにより、矯正歯科医が考える理想顔貌との違いを明らかにした。しかし、これら研究

で用いたソフトウェアの可動点は前後方向にのみ移動可能で，上下方向への移動ができず理想顔貌の描画に限界があった。そこで海老澤ら<sup>7)</sup>は，前後および上下方向に可動点を変化させられるようアップグレードした三次元顔貌変形シミュレーションソフトウェアを用いて，上顎前突症の患者自身と矯正歯科医との理想顔貌を比較検討した。その結果，両者間の認識に違いがあることを明らかにしたが，研究対象が顎矯正手術を前提とした症例ばかりでなく，歯列矯正のみで治療可能な患者も含まれていたこと，また，性差についての検討はされていなかった。

そこで本研究は，顎矯正手術を前提とした骨格性下顎前突症患者のみを対象に，前後および上下方向に変化させることのできる三次元顔貌変形シミュレーションソフトウェアを用いて，男女別に患者自身が考える術後の理想顔貌と矯正歯科医が考える術後の理想顔貌を比較し，認識の差を検討した。

## 資料および方法

### 1. 対象

被験者の選択基準を示す。対象は下顎の突出感を主訴に奥羽大学歯学部附属病院に来院し，矯正歯科での無料相談を受けた際に顎矯正手術の必要性を指摘された症例のうち，無料相談から1年以内に外科的矯正治療を希望し，奥羽大学歯学部附属病院矯正歯科を初診となった症例とした。さらに矯正歯科での診断用資料採得時に，矯正歯科，口腔外科，補綴科の三科の各担当医から，術前・術後の矯正治療，顎矯正手術，補綴処置について説明を受け，顎矯正手術が前提である治療であることの同意が得られた症例とした。これらのうち，初回の診断用資料

採得時に側面頭部 X 線規格写真を撮影し、矯正歯科担当医によって骨格性下顎前突症と診断された歯年齢 IV A 以上の男性患者 19 名（年齢  $26.8 \pm 5.3$  歳）、女性患者 20 名（年齢  $25.0 \pm 5.6$  歳）の合計 39 名を被験者とした。

## 2. 資料

初回の診断用資料採得時の側面頭部 X 線規格写真を用いて、骨格性下顎前突症患者 39 名の硬組織分析および軟組織分析を行った。側面頭部 X 線規格写真は、咬頭嵌合位とし、頭位はフランクフルト平面が床面に平行になるように設定して撮影した。

被験者の初回検査時に採得した側面頭部 X 線規格写真の分析結果を表に示す(表 1, 表 2)。軟組織分析には Legan らの Cephalometric Landmarks<sup>8)</sup>, Epkers' soft tissue relations<sup>9)</sup>を用い(図 1), Alcalde ら<sup>10)</sup>の Japanese Supernormal Group の値を標準値とした。中顔面高と下顔面高の比率 (G-Sn:Sn-Me') により、顔貌形態パターンの垂直的な分類を行った。比率が  $1.07 \pm 0.14$  のものを Normal-Face 群 (以下, NF 群),  $0.93$  を下回るものを Long-Face 群 (以下, LF 群) の 2 群に分類した (表 3)。

## 3. 方法

### 1) 三次元顔貌画像の作成

三次元顔貌画像の作成は、Konda ら<sup>5)</sup>の方法に準じて行った。Jacobson の定義<sup>11)</sup>に従い、被験者の顔の軟組織上に、基準点 (Glabella: 眉間点, Soft tissue Nasion: 軟組織鼻根点, Extokanthion: 外眼角点, Orbitale: 眼窩下点, Pronasale: 鼻尖点, Soft tissue Pogonion: 軟組織ポゴニオン) を設定し、各部位に直径 3mm のシールを貼付した。被験者を頭部固定装置付き回転椅子 (ヨシダ社, 東京) に着座させ、フランクフルト平面が床面と平行になるように頭位を固定した。被験者には、咬頭嵌合



位で上下口唇は力を入れずリラックスして閉鎖するように指示した。非接触型三次元計測器 VIVID910 (コニカミノルタ社, 東京) を用いて, 被験者の顔貌を正面, 左側, 右側の 3 方向から撮影した。撮影時はレーザー照射による人体への影響をなくすために閉眼を指示した。撮影し描出された各方向の顔貌画像は 0.68mm の線分で囲まれた面 (ポリゴン) の集合体であり, 一度の撮影で 640×480 個のデータが採得される。ポリゴンデータは三次元位置データと色彩データを有しており, ポリゴン編集ソフトである Polygon Editing Tool (コニカミノルタ社, 東京) を用いて立体構築した。立体構築したデータを Rapid Form 2006 (INUS Technology, Seoul) に転送し, 正面, 左側, 右側それぞれの顔貌画像の重ね合わせを行い, 1 つの三次元顔貌画像を作成した。あらかじめ顔に貼付した基準点上のシールを参考にし, 三方向の顔貌画像の一致するポイントを指定し重ね合わせを行った。同様に, 全ての被験者の三次元顔貌画像を作成した。各被験者の三次元顔貌画像の作成は, 初診時から 1~2 週間間隔で 3~4 回にわたり行われる診断用資料採得の間に行った。

## 2) 理想顔貌の描画

全ての被験者の三次元顔貌画像を顔貌変形用ソフトウェア<sup>6)</sup>へ転送し, 特徴点の設定を行った。7 つの特徴点のうち Sn を固定点とし, Sn より下方にある Ls, Stm, Li, Sm, Pg', Me' の 6 点を可動点とした (図 2)。

可動点のコントロールはパーソナルコンピュータ上でマウスを使い操作する。各可動点をドラッグすることで変形が可能となり前後および上下方向へ自由に変形させることができ, 可動点を動かすと可動点周囲の軟組織画像も連続的に移動される。また, 顔画像全体を回転させることも可能であり, あらゆる方向から画像の変化を確

認することが可能である。

顎矯正手術を想定した理想顔貌として、NF群、LF群の全ての被験者に、術前の自分自身の顔貌画像を理想と考える顔貌へと変形するように指示した。理想顔貌の描画に時間制限は設けず、自分の理想に当てはまる顔貌となるように変形させた（図3）。

比較対照は、日本矯正歯科学会認定医の資格を有する平均臨床経験年数  $21.4 \pm 8.7$  年の矯正歯科医 10 名（矯正歯科医群）とし、各矯正歯科医は全ての患者の理想顔貌を描画した。矯正歯科医群には NF 群、LF 群全員の術前の顔貌画像を理想と考える顔貌へと変形するよう指示した。

各被験者は、初診時から 1～2 週間間隔で 3～4 回にわたり行われる診断用資料採得の間で 1 回、自己理想顔貌の描画を行った。

### 3) 描画前後の可動点の移動方向と変化量の比較

NF 群、LF 群、矯正歯科医群の描画前後の各可動点の移動方向と変化量を計測項目として用いた。移動方向と変化量は、前後方向において前方が+の値、後方が-の値を示し、上下方向においては上方が+の値、下方が-の値を示す。

統計学的解析として、NF 群、LF 群の初回検査時の側面頭部 X 線規格写真分析結果は Student's *t*-test を用いて比較検討した。男女の NF 群と矯正歯科医群および男女の LF 群と矯正歯科医群それぞれ 2 群間の可動点の変化量は、Mann-Whitney *U*-test を用いて比較検討した。解析には統計解析ソフトウェア (SPSS19.0J, IBM 社, JAPAN) を用いた。

本研究は奥羽大学倫理審査委員会の承認（承認番号 109）を受け、被験者に十分な説明をし、同意を得た上で

行った。

## 結 果

### 1. 被験者の顔貌形態について

各群における側面頭部 X線規格写真の分析値の特徴は、男性患者は NF 群，LF 群ともに上顎が後方位，下顎が前方位であった。女性患者は NF 群，LF 群ともに上顎が後方位，下顎は標準範囲内であった。NF 群の男性患者は，下顔面高，下顎下縁平面角は標準であるが， $Sn\perp Pg'$ は LF 群より更に大きい値だった。LF 群の男性患者は，下顔面高が大きく，下顎下縁平面角が開大し， $Sn\perp Pg'$ が大きかった。NF 群の女性患者は，下顔面高，下顎下縁平面角は標準であるが，Upper lip length と Lower lip length の比率の割合 ( $Sn-Stm : Stm-Me'$ ) が小さく，SNB， $Sn\perp Pg'$ は LF 群の女性患者より更に大きい値だった。LF 群の女性患者は，下顔面高が大きく，下顎下縁平面角が開大し， $Sn\perp Pg'$ が大きかった。全ての群の Nasolabial angle は小さかった (表 1，表 2)。

### 2. 各群の可動点の移動方向と変化量について

全ての群で，矯正歯科医群との間に  $Sm$ ， $Pg'$ ， $Me'$ の前後的な位置関係における有意な差は認められなかった (表 4，5，6，7，図 4)。

NF 群の男性患者は，矯正歯科医群と比較して， $Ls$  ( $p<0.05$ )， $Stm$  ( $p<0.01$ ) を前方に描画した。上下方向については，矯正歯科医群と有意な差は認められなかった (表 4，図 4)。

LF 群の男性患者は，矯正歯科医群と比較して， $Ls$  ( $p<0.05$ )， $Stm$  ( $p<0.01$ ) を前方に描画した。上下方向では， $Ls$ ， $Stm$ ， $Me'$  ( $p<0.05$ ) で有意な差が認められ，矯正歯科医群は，LF 群の男性よりも  $Ls$ ， $Stm$  を下方へ描画

し、Me'は上方へ描画した（表 5，図 4）。

NF 群の女性患者は，矯正歯科医群と比べて，Ls（ $p < 0.05$ ），Stm（ $p < 0.01$ ）を前方に描画した。上下方向では，矯正歯科医群は，Ls（ $p < 0.05$ ），Stm（ $p < 0.05$ ），Li（ $p < 0.01$ ），Pg'（ $p < 0.01$ ）を下方へ描画し，患者は Me'（ $p < 0.05$ ）を上方へ描画した（表 6，図 4）。

LF 群の女性患者は，矯正歯科医群と比べて，Ls（ $p < 0.01$ ），Stm（ $p < 0.01$ ）を前方に描画し，Me'（ $p < 0.05$ ）を上方へ描画した。矯正歯科医群は，患者と比べて，Ls（ $p < 0.01$ ），Stm（ $p < 0.05$ ），Li（ $p < 0.01$ ）を後方へ描画し，Li（ $p < 0.05$ ）を下方へ描画した（表 7，図 4）。

#### 考 察

従来，矯正歯科医が治療計画の立案に用いる側面頭部 X 線規格写真分析は，軟組織分析に比べて歯軸や上下顎骨の位置といった硬組織分析が重要視されることが多かった。Legan ら<sup>8)</sup>，Arnett ら<sup>12)</sup>は側面頭部 X 線規格写真の軟組織分析の重要性について報告し，Arnett ら<sup>12)</sup>は，顔の輪郭が矯正治療を決定する際に重要な指針とされるべきだと述べている。そこで本研究では，軟組織分析によって顔貌形態パターンを分類し，顔の下顔面部の輪郭に焦点を当て，骨格性下顎前突症患者と矯正歯科医の理想顔貌の検討を行うことにした。

一般人が理想とする顔貌については，シルエット画像や顔貌写真を用いて様々な方法で検討が行われてきた。しかし，患者が具体的に視覚的な自己理想顔貌を矯正歯科医に伝えるツールは存在せず，矯正歯科医が患者の理想顔貌を理解することには限界があった。陳ら<sup>13)</sup>が 1992 年にレーザースリット光による三次元顔面形態の計測システムを開発してから，顔面軟組織の表面形態情報を三

次元的に描画出来るようになった<sup>14)</sup>。この技術の応用により、当講座では、三次元顔貌変形シミュレーションソフトウェアを用いて患者と矯正歯科医の理想顔貌の違いを視覚的、定量的に比較することを検討してきた<sup>5-7)</sup>。今回は、三次元顔貌変形シミュレーションソフトウェアのアップデートにより、可動点が前後、上下方向に移動可能となり、顎矯正手術を前提とした顔貌形態パターンが異なる骨格性下顎前突症患者自身と矯正歯科医の理想顔貌を検討したところ、理想顔貌の認識に差異があることが明らかとなった。

本研究では、全ての群は矯正歯科医群と比較して Ls, Stm を前方方向へ描画した。下唇より下方にある可動点である Sm, Pg', Me' の前後方向の変化量は、全ての群で矯正歯科医群との間に有意な差は認められなかった。この結果は、可動点の前後方向のみのシミュレーションを行った松島ら<sup>6)</sup>の結果と一致していた。しかし、本研究では可動点の前後方向の変化量は、男性患者、女性患者、矯正歯科医ともに全ての可動点で松島ら<sup>6)</sup>の結果の平均変化量よりも多かった。これは、可動点の上下方向への移動が可能になったことで、操作の自由度が向上し、可動点が前後方向と上下方向への移動を同時に行えるようになり、より自然な顔貌が描画できるようになったためと考えられる。田代ら<sup>15)</sup>は側貌の評価において、矯正歯科医は側貌の美的評価の基準として、E-Line や中顔面高と下顔面高の比率などを無意識のうちに参考としている可能性を報告している。Burcal ら<sup>16)</sup>は、下顎前突症患者の下顔面を徐々に後退させた顔貌写真を提示し、側貌の変化について一般人は、口唇部の変化、歯科医はオトガイ部の変化に着目していたことを報告した。本研究でも、患者はオトガイ部よりも先に口唇部を設定し、

矯正歯科医は、E-Line や中顔面高と下顔面高の比率などを考慮し、初めにオトガイ部を位置決めした後に口唇部を描画したことで、双方に差異が生じた可能性が推測される。加えて、骨格性下顎前突症患者は上顎中切歯が唇側傾斜傾向にあるため、矯正歯科医群は、上顎中切歯の歯軸を適正な角度に修正し、良好な Nasolabial angle を考慮した移動を行ったことで、上唇部の移動量に患者と有意差が生じたのではないかと考えられる。

本研究では、下顔面の上下方向の変化量について、NF群の男性患者は矯正歯科医群と有意な差はなく、ほとんど変化させなかった。LF群の男性患者は矯正歯科医群と比べて下顔面を変化させない傾向が見られた。一方、NF群、LF群の女性患者は、矯正歯科医群と比較して Me' を上方へ描画し、下顔面高が短い顔貌を描画した。Ioi ら<sup>17)</sup>は、下顔面高の比率を垂直的に変化させた日本人の男女のシルエット画像を用いて、矯正歯科医と歯学生を対象に、魅力的な側貌顔貌を調査した結果、男性は下顔面高の平均的な比率の側貌画像を、女性は平均より短い顔貌を理想とした。これらの結果は、本研究の女性が短い顔貌を好み、NF群の男性が垂直的に下顔面高をほとんど移動させなかった結果と一致している。さらに、Maple ら<sup>18)</sup>も、下顔面高を増加させた側貌顔貌は、魅力が減少すると評価されたと述べている。

Upper lip length と Lower lip length の割合 (Sn-Stm : Stm-Me') については、LF群の男性は Upper lip length : Lower lip length の比が 0.37 と、Stm-Me' に対して Sn-Stm が小さかったことから、矯正歯科医群は、Sn-Stm : Stm-Me' の比率を標準値へ近づけることを考慮して Ls, Stm を下方へ、Me' を上方へ描画したと考えられる。矯正歯科医群は、NF群の女性患者と比較して、Ls, Stm, Li, Pg'

を下方へ描画した。一方で、Me'はNF群の女性患者が矯正歯科医よりも上方へ描画した。NF群の女性患者も、Upper lip length : Lower lip length が 0.39 と小さかったことから、Sn-Stm : Stm-Me'の比率を標準値に近づけようとしたと考えられる。また、矯正歯科医群がPg'を下方へ描画したのは、オトガイ形態を考慮したからと考えられる。土持ら<sup>19)</sup>は、オトガイ部(Pg')が明確に形成されている軟組織は審美的であると報告している。矯正歯科医群は、LF群の女性患者と比較してLiを下げる傾向を示した。LF群の女性患者は、Upper lip length と Lower lip length の比が 0.44 と、Sn-Stm : Stm-Me'の垂直的な比率は標準値に近似していた。そのため矯正歯科医群は口唇の前後的な観点からE-lineを考慮し、Liを後方移動することで下唇の突出感を緩和させようとし、その際にLiの下方方向への移動が伴ったのではないかと考えられる。

Cunninghamら<sup>20),21)</sup>は魅力的な男女の顔貌について、下唇からオトガイ部までの顎の長さに関しては、男性は長い顎、女性は短い顎が魅力的とされると報告している。これらの結果は、本研究のNF群の男性が顎の長さを変えず、LF群の男性が長いままの顎を好み、NF群とLF群の女性が矯正歯科医群よりも短い顎を理想とした結果と一致している。山口ら<sup>22)</sup>は男らしいと評価される男性の顔について、顔の横幅に対して口が大きく、目と目の間の距離に比して顔の縦の長さが長い特徴を持つ顔であり、女らしいと評価される女性の顔は、上唇が薄く、頬の面積が大きい顔と報告している。九島ら<sup>23)</sup>は、顔が小さく、顎の短い顔ほど若くて女性的な印象であると報告している。Knightら<sup>24)</sup>も、下顔面高の比率が大きい女性と下顔面高の比率が小さい男性は、ともに魅力的でないと報告している。これらの報告から、男性は顎が

長く、女性は顎の短い顔貌が魅力的とされる傾向があると言える。

Ioiら<sup>17)</sup>は、患者の中には、他人に自分の顔貌の特徴を変えられたくない人がある可能性を述べている。本研究の結果ではLF群の男性が下顔面を矯正歯科医群と比べて垂直的に短くしない傾向が見られた。これは、男らしい特徴とされる長い顔を変えたくないという意識が働き、下顎の突出感の改善のみを望んだ可能性が考えられる。本研究では、下顎の突出感が主訴である者から被験者を選択した。顎変形症患者の治療動機に関する性差の報告によると、Tomizawaら<sup>25)</sup>、Nagamineら<sup>26)</sup>、中村ら<sup>27)</sup>は、治療動機として審美的改善を望む比率が男性より女性で高く、一方、機能的改善を望む比率は女性より男性で高かったと報告している<sup>2)</sup>。これより、女性は男性よりも術後の顔貌に関して審美的な要求が高い可能性があるため、性差を考慮した治療計画の立案が必要であると考えられる。

海老澤ら<sup>7)</sup>は、本研究と同一の手法で、下顎後退による上顎前突症の男性患者を短顔群（以下、SF群）、長顔群（以下、LF群）に分け、矯正歯科医との理想顔貌の比較を行った。本研究の対象では、G-Sn:Sn-Me'の比率が、Alcaldeら<sup>10)</sup>による日本人のSupernormalの標準値である1.21を上回る者はおらず、Short-Faceに属する患者は存在しなかった。また、SF群、LF群ともに、中顔面高と下顔面高の垂直的なバランスは矯正歯科医と同じ認識であり、SF群とLF群の下顔面の移動量に差は無かったと報告している。加えて、上顎前突症患者は、SF群、LF群ともに、前後的にはオトガイ部の後退感の認識が低かったと述べている。Kurodaら<sup>28)</sup>、Ioiら<sup>29)</sup>も、日本人は下顎が後退している側貌を好むと報告している。下顎の



後退感を伴う上顎前突症患者は，骨格性下顎前突症患者と比べて，側貌について下顔面部の前後的な改善に関する認識が低い可能性がある。Johnston ら<sup>30)</sup>は，下顔面高を減少させた側貌は，下顔面高を増加させた側貌に比べて，顎矯正手術の必要性があると判断されにくい傾向にあったと報告している。

本研究では，術後の理想顔貌について，被験者の顔貌形態パターンを軟組織分析によって中顔面高と下顔面高の比率（G-Sn:Sn-Me'）で分類し，側貌の下顔面部の輪郭に焦点を当てて検討を行った。患者の理想顔貌は，心理的な影響が大きいため，今後は，初回検査時から顎矯正手術の直前といった治療の経時的変化による理想顔貌の変化や，シミュレーション時の可動点の移動回数，可動点を移動させた部位の順序，さらに，患者がどこに着目しシミュレーションしているかまで詳細に検討し，患者の理想を追求していくことが課題である。

本研究の結果から，顎矯正手術を前提とした骨格性下顎前突症患者において，患者個人の顔貌形態を考慮せずに，二次元的な情報のみで治療計画を立案することは，矯正歯科医と患者の理想とする治療ゴールに差異を生じさせてしまう可能性があることが示唆された。患者自身に，術後の自己理想顔貌の予測シミュレーションを行わせることで，患者の理想顔貌を具体的に視覚化することが可能になる。これにより，インフォームド・コンセントを行う上で，患者の要求や双方の妥協点，患者と矯正歯科医の考える治療ゴールの相違点の相互理解に役立つと考えられる。矯正歯科医は，患者との理想顔貌の認識の違いを考慮し，互いが納得した治療計画を立案する姿勢が重要である。

## 結 論

顎矯正手術を前提とした顔貌形態パターンが異なる骨格性下顎前突症患者と矯正歯科医による理想顔貌を比較した結果，以下のことが示唆された。

1．NF群の男性患者の理想顔貌は，矯正歯科医群と比べて上唇部を前方に位置させた点が異なるが，下顔面高に関しては同じ認識であった。

2．LF群の男性患者の理想顔貌は，矯正歯科医群と比べて上唇部を前方に位置させ，下顔面高は変化させない顔貌であった。

3．NF群，LF群の女性患者の理想顔貌は，矯正歯科医群と比べて上唇部を前方に位置させ，矯正歯科医群よりも下顔面高を短くした顔貌であった。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたりご協力を頂いた株式会社 Eyes Japan の各位に厚く御礼申し上げます。さらに，ご協力頂いた奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野の医局員各位に感謝いたします。

本研究の要旨の一部は，第60回奥羽大学歯学会（平成27年11月14日 郡山）において発表した。

## 利益相反

本論文に関して，開示すべき利益相反は無い。

## 文 献

- 1) 小林正治, 斎藤 力, 井上農夫男, 大畑 昇, 川村仁, 後藤滋巳, 後藤昌昭, 白土雄司, 須佐見隆史, 丹根一夫, 橋本賢二, 森山啓司, 天笠光雄, 氷室利彦, 外木守雄: 本邦における顎変形症治療の実態調査. 日顎変形誌 **18**; 237-250 2008.
- 2) 高橋庄二郎: 顔の心理学-心理学的観点からみた顎矯正外科-. 歯科学報 **100**; 643-681 2000.
- 3) Wolford,L.M.,Hilliard,F.W.,Dugan,D.J.: Soft Tissue Prediction. SURGICAL TREATMENT OBJECTIVE. 1st Ed. ; 54-74 Mosby St Louis 1985.
- 4) 坂井真実子, 玉置幸雄, 石川博之: 骨格性下顎前突症患者の側貌パターンの違いが術後の軟組織側貌の予測に与える影響. 日顎変形誌 **24**; 305-317 2014.
- 5) Konda,R.,Matsuyama,Y.,Fukui,K.: Evaluation of Skeletal II patient's Ideal Profile by Using computer Simulation. Ohu Univ.Dent.J. **38**; 187-198 2011.
- 6) 松島修一郎, 今田玲美, 松山仁昭, 福井和徳: 下顎前突症患者の理想とする自己側貌イメージの解析. 奥羽大歯学誌 **39**; 201-209 2012.
- 7) 海老澤聡一, 今田玲美, 松山仁昭, 福井和徳: 三次元顔貌シミュレーションによる上顎前突患者の理想とする顔貌の評価. 東北矯歯誌 **21**; 3-12 2013.
- 8) Legan,H.L.,Burstone,C.J.: Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. J.Oral Surg. **38**; 744-751 1998.
- 9) Epker,B.N., Stella,J.P., Fish, L.C.: EVALUATION AND TREATMENT PLANNING. Dentofacial deformities.v.3. Integrated orthodontic and surgical

- correction 2nd Ed. ; 1-71 Mosby St Louis 1998.
- 10) Alcalde,R.E.,Jinno,T.,Orsini,M.G.,Sasaki,A.,  
Sugiyama,R.M.,Matsumura,T. : Soft tissue  
cephalometric norms in Japanese adults. Am. J.  
Orthod. Dentofacial Orthop. **118** ; 84-89 2000.
  - 11) Jacobson,R.L. : Facial Analysis in Two and Three  
Dimensions. Radiographic Cephalometry  
(Ed.,Jacobson,A.)1st Ed. ; 273-284 Quintessence  
Publishing IL 1985.
  - 12) Arnett,G.W.,Bergman,R.T.: Facial keys to orthodontic  
diagnosis and treatment planning. Part I. Am.J.  
Orthod.Dentofacial Orthop. **103** ; 299-312 1993.
  - 13) 陳 亮宏, 堤 定美, 陳 文熙, 兵 行忠, 飯塚忠  
彦 : レーザスリット光による多重露光を用いた3次  
元顔面形態の高速計測システムの開発. 日口外誌  
**38** ; 53-59 1992.
  - 14) 神尾 崇, 高木多加志, 野間弘康 : 頭部固定装置を  
備えた非接触型三次元計測装置を用いた顎顔面軟  
組織形状の計測-ソフトウェア上での頭位補正機能  
の精度検証-. 日顎変形誌 **15** ; 47-58 2005.
  - 15) 田代友子 : 日本人側貌の美的調和に関する研究-シ  
ミュレーションによる評価および判定者による評  
価の差異について-. 歯科学報 **95**; 773-792 1995.
  - 16) Burcal,R.G.,Laskin,D.M.,Sperry,T.P.: Recognition of  
profile change after simulated orthognathic surgery.  
J.Oral Maxillofac. Surg. **45** ; 666-670 1987.
  - 17) Ioi,H.,Yasutomi,H.,Nakata,S.,Nakasima,A. : Effect of  
lower facial vertical proportion on facial  
attractiveness in Japanese. Orthodontic Waves. **65** ;  
161-165 2006.

- 18) Maple, J.R., Vig, K.W., Beck, F.M., Larsen, P.E., Shanker, S.: A comparison of providers' and consumers' perceptions of facial-profile attractiveness. *Am.J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **128**; 690-696 2005.
- 19) 土持 正: 頭部 X線規格写真を用いた日本人成人女性の好まれる側貌について. *歯学* **72**; 421-442 1984.
- 20) Cunningham, M.R.: Measuring the physical attractiveness: Quasi-experiments on the sociobiology of Female Facial Beauty. *J.Pers.Soc.Psychol.* **50**; 925-935 1986.
- 21) Cunningham, M.R., Barbee, A.P., Pike, C.L.: What Do Women Want? Facialmetric Assessment of Multiple Motives in the Perception of Male Facial Physical Attractiveness. *J.Pers.Soc.Psychol.* **59**; 61-72 1990.
- 22) 山口真美, 加藤 隆, 赤松 茂: 顔の感性情報と物理的特徴との関連について-年齢/性の情報を中心に-. *電子情報通信学会論文誌* **J79-A**; 279-287 1996.
- 23) 九島紀子, 斎藤 勇: 顔パーツ配置の差異による顔印象の検討. *立正大学心理学研究年報* **6**; 35-52. 2015.
- 24) Knight, H., Keith, O.: Ranking facial attractiveness. *Eur.J.Orthod.* **27**; 340-348 2005.
- 25) Tomizawa, M., Nakajima, T., Ueda, K., Azumi, T., Hanada, K.: Evaluation by patients of surgical orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion: survey of 41 patients. *J.Oral Surg.* **39**; 590-596 1998.

- 26) Nagamine, T., Kobayashi, T., Hanada, K., Nakajima, T. :  
Satisfaction of patients following  
surgical-orthodontic correction of skeletal class III  
malocclusions. *J.Oral Maxillofac. Surg.* **44** ; 944-948  
1986.
- 27) 中村 広一, 山田 恵里子, 瀬戸 皖一 : 面接調査による  
下顎前突症手術希望者の心理社会的検討-第1報  
術前調査-. *日口外誌* **33** ; 1886-1894 1987.
- 28) Kuroda, S., Sugahara, T., Takabatake, S., Taketa, H.,  
Ando, R., Takano-Yamamoto, T. : Influence of  
anteroposterior mandibular positions on facial  
attractiveness in Japanese adults. *Am.J.Orthod.*  
*Dentofacial Orthop.* **135** ; 73-78 2009.
- 29) Ioi, H., Nakata, S., Nakasima, A., Counts, A.L. : Influence  
of facial convexity on facial attractiveness in  
Japanese. *Orthod.Craniofac.Res.* **10**; 181-186 2007.
- 30) Johnston, D.J., Hunt, O., Johnston, C.D., Burden, D.J., Ste  
venson, M. Hepper, P. : The influence of lower face  
vertical proportion on facial attractiveness.  
*Eur.J.Orthod.* **27** ; 349-354 2005.

## 図表の説明

図 1：顔貌形態の分析項目

図 2：可動点

図 3：理想顔貌の描画前後の例

図 4：矯正歯科医群と比較した患者の理想顔貌の相違点

表 1：側面頭部 X 線規格写真分析結果（男性）

表 2：側面頭部 X 線規格写真分析結果（女性）

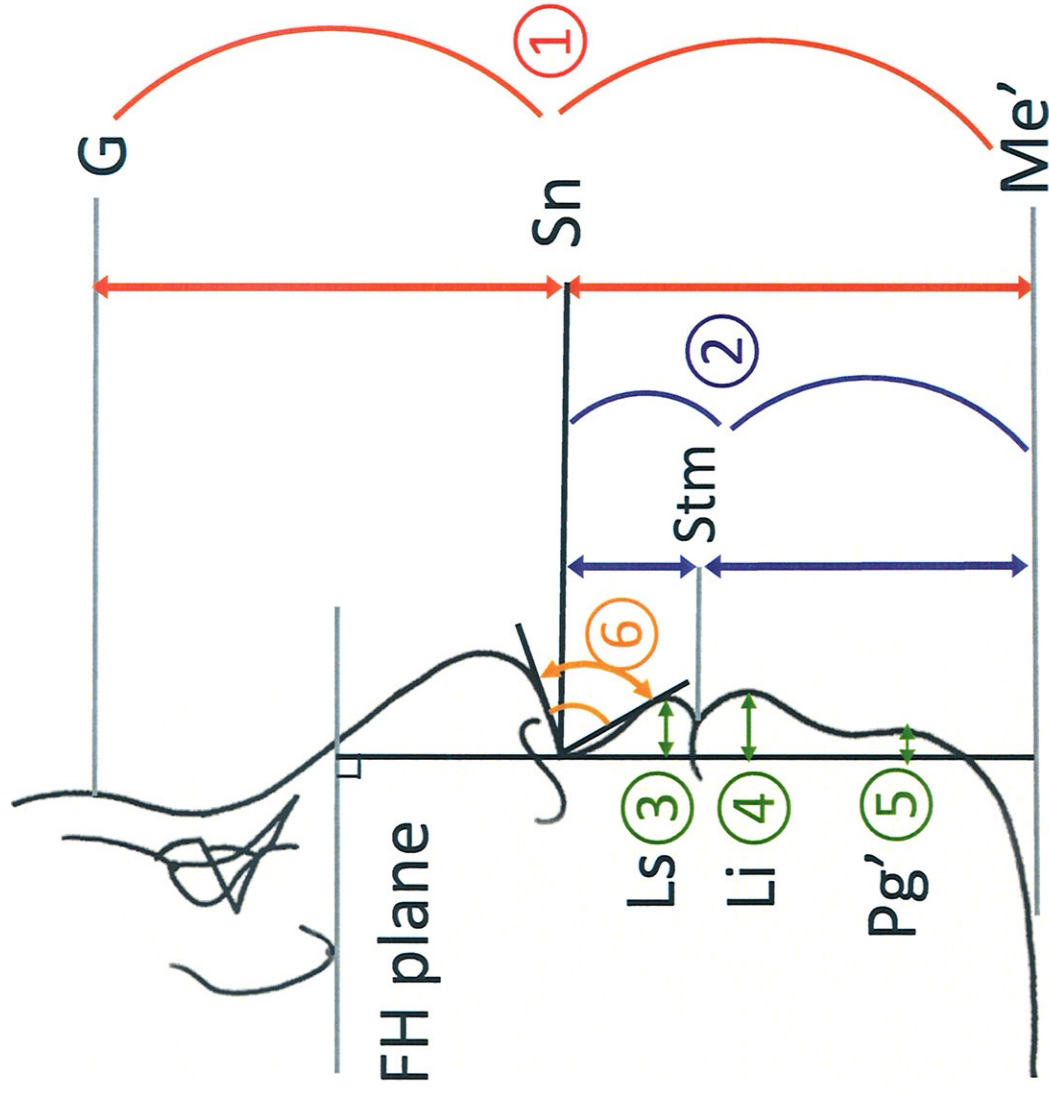
表 3：被験者の内訳

表 4：男性 NF 群，矯正歯科医群の各可動点の変化量

表 5：男性 LF 群，矯正歯科医群の各可動点の変化量

表 6：女性 NF 群，矯正歯科医群の各可動点の変化量

表 7：女性 LF 群，矯正歯科医群の各可動点の変化量

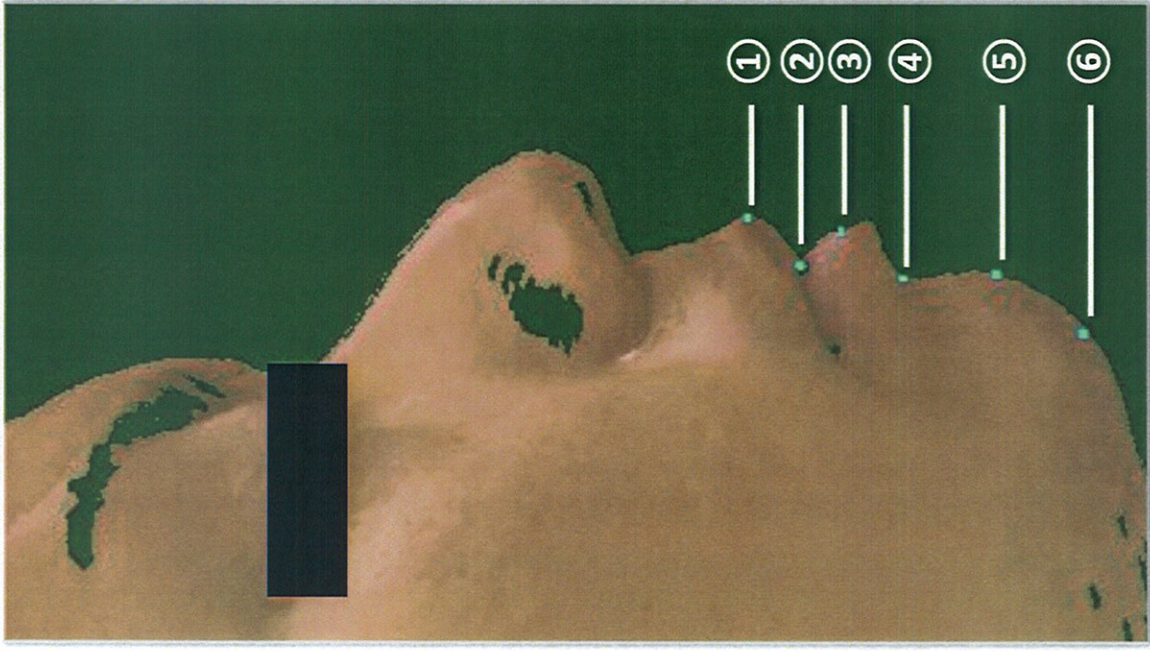


計測点 G: Glabella Sn: Subnasale Ls: Labiale superior Stm: Stomion  
 Li: Labiale inferior Pg' : soft tissue Pogonion Me' : soft tissue Menton

計測項目 ①G-Sn:Sn-Me' ②Sn-Stm:Stm-Me' ③Sn $\perp$  to Ls(mm)  
 ④Sn $\perp$  to Li(mm) ⑤Sn $\perp$  to Pg'(mm) ⑥Nasolabial angle( $^{\circ}$ )

図1. 顔貌形態の分析項目





①Ls: Labiale superior (上唇点)

②Stm: Stomion (ストミオン)

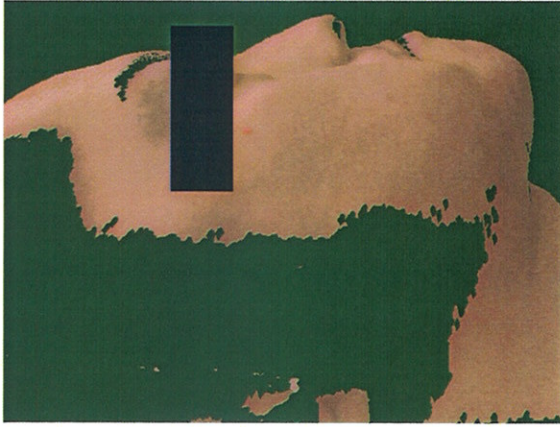
③Li: Labiale inferior (下唇点)

④Sm: Submentale (オトガイ唇溝)

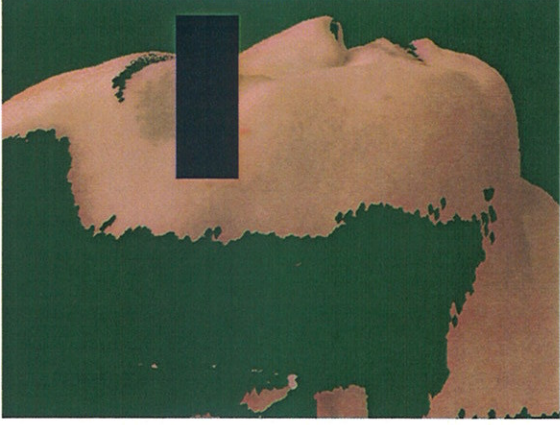
⑤Pg' : soft tissue Pogonion (軟組織ポゴニオン)

⑥Me' : soft tissue Menton (軟組織メントン)

図2. 可動点



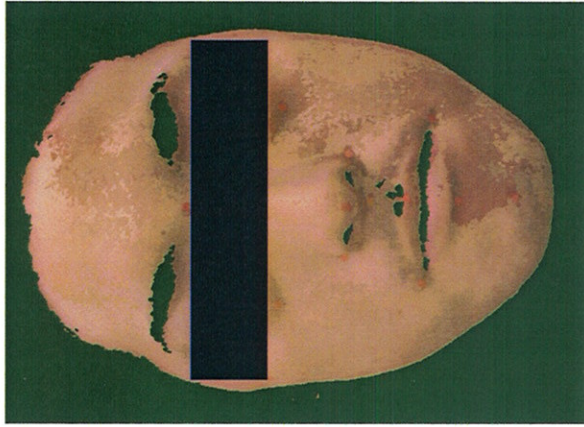
初診時の顔貌



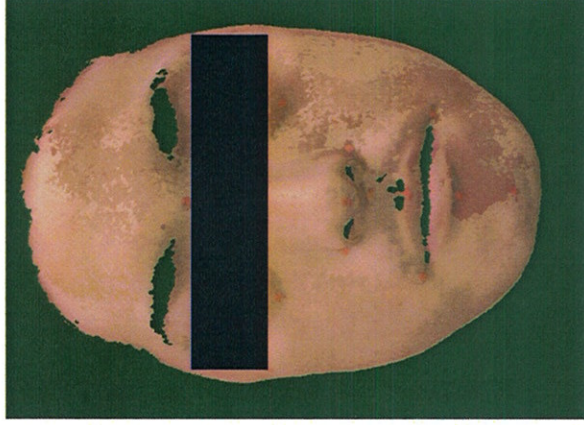
患者の理想顔貌



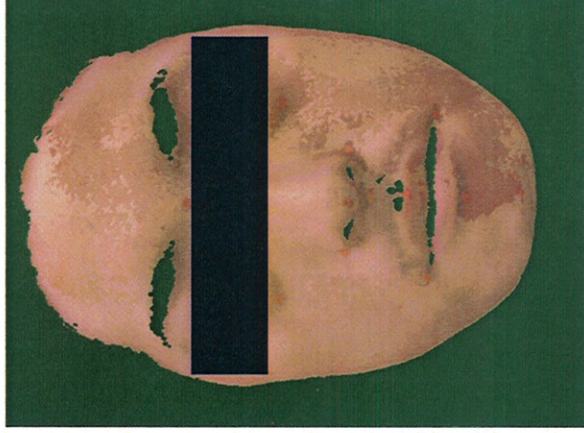
矯正歯科医の理想顔貌



初診時の顔貌



患者の理想顔貌

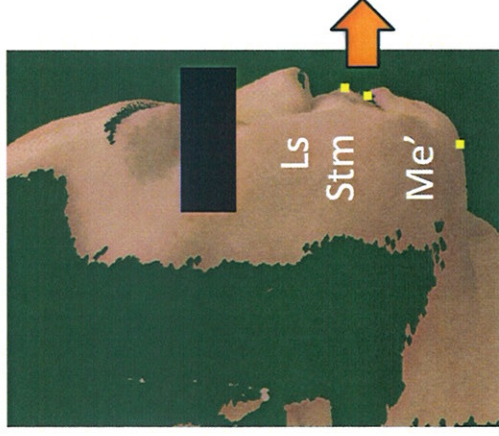


矯正歯科医の理想顔貌

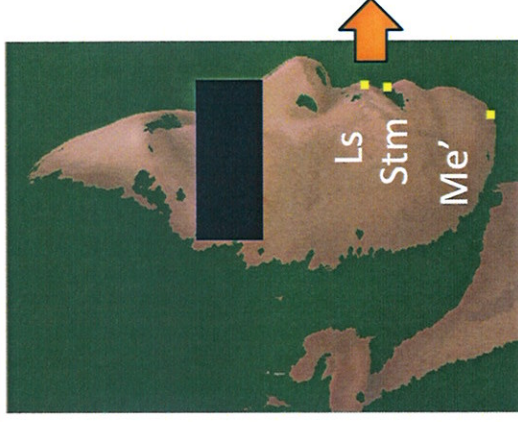
図3. 理想顔貌の描画前後の例

男性

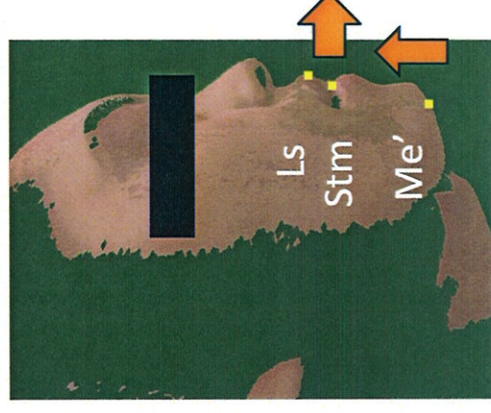
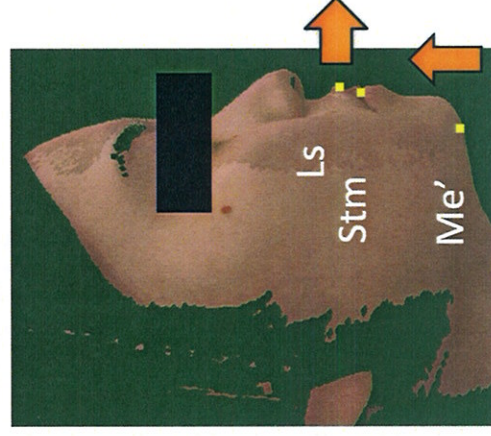
NF群



LF群



女性



■ : 可動点 (Ls:上唇点 Stm:ストミオン Me':軟組織メントン)

➡ : 可動点の前方移動    ⬅ : 可動点の上方移動

図4. 矯正歯科医群と比較した患者の理想顔貌の相違点

表1. 側面頭部X線規格写真分析結果(男性)

|                      | NF群 (n=9)     |                    | LF群 (n=10)    |                    | Comparison to Norm | sig. | Norm ± SD     |
|----------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|--------------------|------|---------------|
|                      | mean ± SD     | Comparison to Norm | mean ± SD     | Comparison to Norm |                    |      |               |
| Soft tissue analysis |               |                    |               |                    |                    |      |               |
| G-Sn: Sn-Me'         | 0.96 ± 0.08   | -0.7SD             | 0.89 ± 0.05   | -1.2SD             |                    | *    | 1.07 ± 0.14   |
| Sn-Stm: Stm-Me'      | 0.41 ± 0.07   | -0.4SD             | 0.37 ± 0.04   | -0.7SD             |                    | n.s. | 0.48 ± 0.16   |
| Sn L to Ls (mm)      | 8.00 ± 2.69   | +4.0SD             | 7.30 ± 2.00   | +3.6SD             |                    | n.s. | 2.25 ± 1.42   |
| Sn L to Li (mm)      | 10.90 ± 2.70  | +3.9SD             | 10.60 ± 3.00  | +3.8SD             |                    | n.s. | -0.29 ± 2.70  |
| Sn L to Pg' (mm)     | 9.43 ± 3.67   | +5.7SD             | 4.89 ± 3.62   | +3.9SD             |                    | *    | -4.77 ± 2.50  |
| Nasolabial angle(°)  | 78.20 ± 14.70 | -5.0SD             | 82.00 ± 13.10 | -4.4SD             |                    | n.s. | 108.38 ± 5.99 |
| Hard tissue analysis |               |                    |               |                    |                    |      |               |
| SNA (°)              | 80.80 ± 2.22  | -1.0SD             | 79.70 ± 5.96  | -1.4SD             |                    | n.s. | 83.36 ± 2.64  |
| SNB (°)              | 85.60 ± 2.24  | +2.3SD             | 84.40 ± 4.67  | +1.8SD             |                    | n.s. | 79.95 ± 2.50  |
| ANB (°)              | -4.78 ± 3.56  | -4.9SD             | -4.70 ± 3.83  | -4.8SD             |                    | n.s. | 3.40 ± 1.68   |
| U1-FH (°)            | 124.20 ± 5.19 | +2.4SD             | 119.20 ± 9.70 | +1.5SD             |                    | n.s. | 110.75 ± 5.58 |
| FH-MP (°)            | 23.90 ± 5.53  | -0.1SD             | 30.50 ± 5.64  | +1.0SD             |                    | *    | 24.78 ± 5.90  |
| Overjet (mm)         | -3.11 ± 3.76  | -3.7SD             | -5.25 ± 5.01  | -4.9SD             |                    | n.s. | 3.30 ± 1.72   |
| Overbite (mm)        | 1.11 ± 2.15   | -2.2SD             | 1.60 ± 3.31   | -1.7SD             |                    | n.s. | 3.30 ± 1.01   |

Soft tissue analysis: Standard by Rafael E. Alcalde et al. (2000)

Hard tissue analysis: Standard by Izuka et al. (1957)

sig.: significance, \* : p<0.05, n.s.: not significant

表2. 側面頭部X線規格写真分析結果(女性)

|                      | NF群 (n=10)   |                    | LF群 (n=10)  |                    | sig. | Norm±SD     |
|----------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|------|-------------|
|                      | mean±SD      | Comparison to Norm | mean±SD     | Comparison to Norm |      |             |
| Soft tissue analysis |              |                    |             |                    |      |             |
| G-Sn : Sn-Me'        | 1.09±0.10    | +0.1SD             | 0.92±0.03   | -1.1SD             | **   | 1.07±0.14   |
| Sn-Stm : Stm-Me'     | 0.39±0.01    | -1.3SD             | 0.44±0.05   | -0.6SD             | *    | 0.48±0.16   |
| Sn L to Ls (mm)      | 7.10±2.82    | +3.4SD             | 8.10±3.51   | +4.1SD             | n.s. | 2.25±1.42   |
| Sn L to Li (mm)      | 9.80±4.76    | +3.7SD             | 9.45±3.44   | +3.6SD             | n.s. | -0.29±2.70  |
| Sn L to Pg' (mm)     | 6.83±4.44    | +4.6SD             | 3.35±3.43   | +3.2SD             | *    | -4.77±2.50  |
| Nasolabial angle(°)  | 82.40±17.00  | -4.3SD             | 75.10±13.10 | -5.6SD             | n.s. | 108.38±5.99 |
| Hard tissue analysis |              |                    |             |                    |      |             |
| SNA (°)              | 79.60±2.80   | -1.0SD             | 77.90±3.67  | -1.5SD             | n.s. | 83.21±3.44  |
| SNB (°)              | 83.20±3.85   | +0.8SD             | 81.00±2.99  | +0.5SD             | *    | 80.43±3.22  |
| ANB (°)              | -3.60±2.27   | -4.1SD             | -3.25±3.57  | -1.7SD             | n.s. | 2.77±1.80   |
| U1-FH (°)            | 120.00±10.17 | +0.8SD             | 118.70±5.21 | +0.6SD             | n.s. | 115.20±5.86 |
| FH-MP (°)            | 29.50±4.06   | +0.8SD             | 34.30±4.45  | +2.0SD             | *    | 26.41±3.83  |
| Overjet (mm)         | -4.50±2.64   | -4.5SD             | -2.40±3.70  | -3.3SD             | n.s. | 3.30±1.72   |
| Overbite (mm)        | 0.60±3.03    | -2.7SD             | -2.90±3.40  | -6.1SD             | n.s. | 3.30±1.01   |

Soft tissue analysis: Standard by Rafael E. Alcalde et al.(2000)

Hard tissue analysis: Standard by Izuka et al.(1957)

sig.: significance, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, n.s.: not significant

表3.被験者の内訳

|         | 人数(名) | 平均年齢(歳)  |
|---------|-------|----------|
| NF群 (M) | 9     | 24.8±3.8 |
| LF群 (M) | 10    | 26.8±5.3 |
| NF群 (F) | 10    | 24.6±6.6 |
| LF群 (F) | 10    | 25.3±4.7 |
| 合計      | 39    | 25.9±5.5 |

(M) : Male, (F) : Female

表4. 男性NF群, 矯正歯科医群の各可動点の変化量

| 上下方向 | NF群 (n=9)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=90)<br>Mean±SD | sig. |
|------|----------------------|--------------------------|------|
| Ls   | -0.1±1.0             | -1.1±3.0                 | n.s. |
| Stm  | -0.6±2.8             | -2.5±3.4                 | n.s. |
| Li   | -1.4±1.0             | -2.5±3.8                 | n.s. |
| Sm   | -0.3±1.4             | -3.0±4.5                 | n.s. |
| Pg'  | -0.6±2.9             | -4.2±8.1                 | n.s. |
| Me'  | +4.1±3.9             | +3.9±6.2                 | n.s. |

+ : 可動点の上方移動, - : 可動点の下方移動 (mm)

| 前後方向 | NF群 (n=9)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=90)<br>Mean±SD | sig. |
|------|----------------------|--------------------------|------|
| Ls   | +1.7±2.8             | -0.8±3.0                 | *    |
| Stm  | +0.9±2.2             | -2.9±3.1                 | **   |
| Li   | -5.2±3.2             | -6.0±4.3                 | n.s. |
| Sm   | -5.9±3.2             | -7.2±4.2                 | n.s. |
| Pg'  | -11.3±8.7            | -9.7±6.6                 | n.s. |
| Me'  | -10.9±5.6            | -7.7±7.0                 | n.s. |

+ : 可動点の前方移動, - : 可動点の後方移動 (mm)

sig.: significance, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, n.s.: not significant

表5. 男性LF群, 矯正歯科医群の各可動点の変化量

| 上下方向 | LF群 (n=10)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=100)<br>Mean±SD | sig. |
|------|-----------------------|---------------------------|------|
| Ls   | +0.3±1.1              | -1.3±2.5                  | *    |
| Stm  | -0.5±1.5              | -2.4±3.1                  | *    |
| Li   | -1.0±2.4              | -2.5±3.8                  | n.s. |
| Sm   | -1.1±1.7              | -1.8±4.3                  | n.s. |
| Pg'  | -0.1±3.8              | -2.6±7.0                  | n.s. |
| Me'  | +3.3±2.7              | +7.3±6.9                  | *    |

+ : 可動点の上方移動, - : 可動点の下方移動 (mm)

| 前後方向 | LF群 (n=10)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=100)<br>Mean±SD | sig. |
|------|-----------------------|---------------------------|------|
| Ls   | +1.9±2.1              | -0.4±3.0                  | *    |
| Stm  | -1.4±1.6              | -3.2±4.4                  | **   |
| Li   | -5.6±5.8              | -7.1±4.8                  | n.s. |
| Sm   | -7.0±5.8              | -7.5±4.2                  | n.s. |
| Pg'  | -5.4±6.1              | -7.4±5.0                  | n.s. |
| Me'  | -5.3±5.8              | -6.4±8.1                  | n.s. |

+ : 可動点の前方移動, - : 可動点の後方移動 (mm)

sig.: significance, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, n.s.: not significant



表6. 女性NF群, 矯正歯科医群の各可動点の変化量

| 上下方向 | NF群 (n=10)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=100)<br>Mean±SD | sig. |
|------|-----------------------|---------------------------|------|
| Ls   | +0.2±0.9              | -1.6±2.6                  | *    |
| Stm  | -0.7±0.7              | -2.5±2.9                  | *    |
| Li   | -1.2±1.9              | -3.9±3.3                  | **   |
| Sm   | +0.1±1.7              | -2.3±3.6                  | n.s. |
| Pg'  | +2.0±2.9              | -2.4±5.6                  | **   |
| Me'  | +6.1±3.4              | +3.5±4.7                  | *    |

+ : 可動点の上方移動, - : 可動点の下方移動 (mm)

| 前後方向 | NF群 (n=10)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=100)<br>Mean±SD | sig. |
|------|-----------------------|---------------------------|------|
| Ls   | +1.4±2.3              | -1.4±3.9                  | *    |
| Stm  | -0.2±2.3              | -4.0±4.7                  | **   |
| Li   | -4.2±3.9              | -7.8±5.9                  | n.s. |
| Sm   | -4.4±4.4              | -8.7±6.1                  | n.s. |
| Pg'  | -10.1±8.4             | -9.4±6.3                  | n.s. |
| Me'  | -7.0±7.0              | -7.8±6.8                  | n.s. |

+ : 可動点の前方移動, - : 可動点の後方移動 (mm)

sig. : significance, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, n.s. : not significant

表7. 女性LF群, 矯正歯科医群の各可動点の変化量

| 上下方向 | LF群 (n=10)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=100)<br>Mean±SD | sig. |
|------|-----------------------|---------------------------|------|
| Ls   | -0.6±1.9              | -0.3±2.3                  | n.s. |
| Stm  | -1.0±1.3              | -1.2±2.2                  | n.s. |
| Li   | -0.6±2.5              | -2.5±2.5                  | *    |
| Sm   | -0.8±3.1              | -0.5±3.0                  | n.s. |
| Pg'  | +0.7±5.0              | -1.4±4.8                  | n.s. |
| Me'  | +10.2±5.1             | +7.0±5.3                  | *    |

+ : 可動点の上方移動, - : 可動点の下方移動 (mm)

| 前後方向 | LF群 (n=10)<br>Mean±SD | 矯正歯科医群 (n=100)<br>Mean±SD | sig. |
|------|-----------------------|---------------------------|------|
| Ls   | +2.4±1.7              | -1.6±4.9                  | **   |
| Stm  | -2.2±4.0              | -4.7±5.5                  | *    |
| Li   | -4.0±2.7              | -7.8±5.4                  | **   |
| Sm   | -7.2±5.0              | -9.4±4.8                  | n.s. |
| Pg'  | -8.0±4.5              | -7.5±5.7                  | n.s. |
| Me'  | -9.5±6.1              | -7.1±6.7                  | n.s. |

+ : 可動点の前方移動, - : 可動点の後方移動 (mm)

sig.: significance, \* : p<0.05, \*\* : p<0.01, n.s.: not significant