口腔機能時における顔表面の動き

水口 俊介

Movements of the Facial Surface During Oral Functions

Shunsuke Minakuchi

Abstract : Movements of soft tissues surrounding the oral cavity, especially lips and cheeks, have a great influence on the masticatory and the phonetic functions. These movements could indicate the state of harmony between a denture and the soft tissues and the muscles surrounding it.

The purpose of this study was to investigate the movements of the facial surface during oral functions by applying 35 mm nonmetric SLR camera as a three dimensional measurement system.

Total of 101 subjects with normal range occlusion were selected. Forty-one selected points were placed on the skin surface of the face of each subject. The movements of these points under the condition of thrusting lips, pulling mouth corners backward, intentional occlusion and smile were measured in three dimensions.

The findings were as follows ;

1. This three dimensional measurement system was applicable to study the movements of facial surface.

2. The mouth corner points showed the greatest and the most characteristic movement among 41 points.

3. The significant correlation was indicated between the movement of the mouth corner point and the movements of most of other points. This suggested that the mouth corner point could indicate the movements of the facial surface most significantly.

Key words : facial muscles, stereo photogrammetry, three dimensional measurement

I. 緒 言

口唇・頬などの口腔周囲の可動性軟組織が咀嚼、発音等の口腔の機能に果たす役割は大きい。特にこの問題は、維持・安定を他の補綴物とは全く異なった立場から求めなければならない全部床義歯補綴においては、義歯をと

りまく軟組織・筋群との調和を考慮しなければならないため^{1~3)}, 非常に重要で興味深いテーマである。したがって従来より筋電図学的手法^{4,5)}, あるいは歯列に対する圧力測定^{6~11)}などによって, さまざまな検索がこれらの軟組織に対して行われてきた。

さて, 口唇・頬を動かすのは表情筋であり, その解剖学的特徴すなわち骨より起こり皮膚に停止する¹²⁾ということ考えると, 口腔機能時において現れる顔面皮膚の動きを捉えることは, 口唇・頬などの軟組織の機能を理解する上で有効と思われる。しかしながら歯科領域において顔面表層の動きに関する研究は少なく, 特に顔表面の動態を三次元的に捉えた報告は少ない。また多数例に

東京医科歯科大学歯学部第3 歯科補綴学教室 (指導: 長尾正憲教授)

The 3rd Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Director: Prof. Masanori Nagao)

昭和61年7月7日受付

図 1 ステレオ写真撮影装置

において、動きの方向を頭蓋に設定した基準面に対して定量的に表した報告はみられない。

そこで、写真測量の原理を応用した三次元形態測定システム^{13,14)}により、有歯顎者の口腔機能時における顔表面の動態を三次元的に基準面に対して数値化することを試みた。

II. 研究方法

1. 非測定用カメラを用いた三次元形態測定システム

従来より顔面の立体計測には石膏模¹⁵⁾・Physiographic Cinematography^{16,17)}・モアレトポグラフィー^{18,19)}・立体写真²⁰⁻²²⁾・レーザー計測^{23,24)}などが利用されている。本研究では、(1)軟組織に歪を与えない非接触型の計測方法であること、(2)資料採取の時間がきわめて短時間ですむこと、(3)精度が優れていること、(4)測定点の三次元座標を数値化して得られること、(5)装置が簡便で計測に特殊な技術を必要としないことを考慮し、非測定用カメラによる三次元形態測定システム¹³⁾を用いた。本システムは一般に市販されている一眼レフカメラを用いステレオ写真を撮影し計測するもので、カメラ、基準点からなる撮影系と座標読取装置とパーソナルコンピューターからなる演算処理系とで構成される。ステレオ写真撮影時には測定対象物の周囲に立体配置された基準点を置く必要があるが、2台のカメラの位置関係や、測定対象物との位置関係を厳密に規定する必要はなく、迅速かつ簡便な撮影が可能である。

2. 被験者

被験者には顎口腔系に特に異常のみられない個性正常咬合を有する有歯顎者 101 名を選定した。年齢は 22~30 歳である。

図 2 測定点

3. 測定点

Martin の身体計測点²⁵⁾に準じ、かつ表情筋の走行を考慮し以下の測定点を定め、被験者顔面に印記した(図 2)。印記には 0.7 mm 四方の黒色シールを用いた。

No. 1. 眉間点: 額の下方、鼻根の上方における前方への最突出部で、かつ正中線上にある点

No. 2. 鼻尖点: 鼻尖の前方への最突出点

No. 3. 鼻下点: 皮膚鼻中隔の下縁と上唇の皮膚表面とのなす角の頂点

No. 4. 鼻下点と上唇点との中点

No. 5. 上唇点: 上唇において赤唇縁の最高点を通る水平線と正中線との交点

No. 6. 下唇点: 下唇において赤唇縁の下縁と正中線との交点

No. 7. 下唇点とオトガイ点を 1:3 に内分する点

No. 8. 下唇点とオトガイ点の中点

No. 9. オトガイ点: 下顎下縁平面と直交する直線とオトガイ外形線との接触点

No. 10. 27. 左右外眼角点

No. 11. 26. 左右内眼角点

No. 12. 28. 左右眼下点: 眼窩下縁上で瞳孔直下の点

No. 13. 30. 左右上頬部点: 鼻下点と耳珠点を結んだ線上で鼻下点より 5 cm 離れた点

No. 14. 29. 左右鼻翼点: 鼻翼の側方への最突出点より 5 mm 外方の点

No. 15. 33. 左右鼻翼点と口角結節点との中点

No. 16. 32. 左右鼻翼よりおろした線と No. 4 点を通る水平線との交点

No. 17. 31. No. 4 点と No. 16, 32 点との中点

No. 18. 35. 左右鼻翼よりおろした線と上唇点 (No. 5 点) を通る水平線との交点

No. 19. 34. 上唇点と No. 18, 35 点との中点

No. 20. 38. 左右頬部点: 鼻下点と耳珠点を結ぶ直線

に平行で口角結節点を通る直線上にあり、口角結節点より外側に 2 cm 離れた点

No. 21. 37. 左右口角結節点：口裂線の延長線上で左右口角点より 1 cm 外側の点

No. 22. 36. 左右口角点

No. 23. 39. 左右口角点と下唇点より等距離にある下唇赤唇縁上の点

No. 24. 40. 左右下頬部点：左右口角結節点より 2 cm 下方の点

No. 25. 41. 左右下頬部点と No. 7 点との中点

No. 42. 43. 左右耳点：本研究では左右耳桿の外側の尖端

4. 撮影装置

カメラは Nikon F3 を 2 台、レンズは Micro-Nikkor f=55 mm F2.8 を用いた。カメラには同時撮影を容易にするため、それぞれモータードライブ (Nikon MD-4)・ルミコントロール (Nikon ML-1) を、また記録保存用にデータバック (Nikon MF-14) を装備した。

同装備のカメラ 2 台を 30 cm の間隔でマルチアーム (SLIK 社製) の雲台に取付け、三脚に固定し、被験者顔面からの距離が 60 cm のところに設置した。撮影条件は撮影距離 60 cm 基線長 30 cm の収斂撮影である。

使用フィルムはネオパン SS (富士写真フィルム社製) である。

5. 頭部固定装置

本研究では顔表面の動きを顔面皮膚に印記した測定点の三次元座標の変化でとらえているので、写真撮影中の頭部の動揺は極力抑えなければならない。そこで、図 3 に示されるような頭部固定装置を製作した。本装置は、左右の耳桿と前頭部および後頭部のヘッドレストによって被験者頭部を強固に固定できるようになっている。左右の耳桿を保持するアームは後部において連結され一体となって動き、被験者を固定した時点で左右の耳桿が一直線に並ぶようになっている。前頭部のヘッドレストと左右耳桿は 2 本のアルミ製 L 字材で歯科用椅子の背板に取付けられており、後頭部のヘッドレストは椅子に直接取付けである。

6. 基準点

本システムの場合、カメラの定位および内部定位、すなわち外部標定要素および内部標定要素を解析的に求めるために被写体周囲に立体配置された基準点が 9 個以上

図 3 頭部固定装置および基準点フレーム

必要となる²⁶⁾。本研究では、簡便かつ正確な顔面ステレオ写真撮影のため、図 3 に示される基準点フレームを製作し前述の頭部固定装置に組み込んだ。

基準点フレームは頭部の動揺が伝わらないようにアルミ製 L 字材で頭部固定装置とは独立したかたちで同歯科用椅子の背板に取付けられており、前後および上下にスライドできるようになっている。またフレームには 20 mm 間隔に目盛が引かれており 5 目盛ごとに 20, 30, 40, 50 mm の円柱形の棒を基底面に対して垂直に取付け、これを奥行き方向の基準点とした。測定には、本フレームの中から 15 点の基準点を選出し、写真の標定に使用した。測定点の三次元座標は、この基準点群によって構成される座標系によって表される。

7. 測定条件

顔表面の動きを以下の設定条件のもとで測定した。口腔の諸機能を考慮し以下の 4 種の運動を指示運動とした。なお、中心咬合位（軽く歯を咬み合わせて顔の力をぬく）を動きの基準とし、それぞれの運動時における三次元座標の変化を顔表面の動きとした。

1. 口唇突出（口唇を前方に突出させる）
 2. 口角牽引（口角を後方に牽引させる）
 3. 咬合位収縮（咬みしめた状態で口唇・頬に力を入れさせる）
 4. 笑い（軽く歯を咬み合わせて口唇を開いて笑う）
- これらの運動は被験者に無理のない範囲で最大とし、

一連の動作は中心咬合位より開始し最大運動時に停止し撮影を行い、中心咬合位で終了させた。また撮影に先立ち、これらの指示運動は十分に練習させ、一連の撮影の間は可及的に頭や体を動かさないように指示した。

8. 計測方法

撮影されたステレオ写真を通法により現像し、約 8 倍の計測用拡大印画を作成する。印画紙は 月 光 SP VR 2 (三菱製紙) であり、四辺を含めた全撮影画面が写るように辺縁のトリミングを行わない状態で拡大引伸しを行った。

拡大印画は以下の手順で処理され測定点の三次元座標が求められる。

- 1. デジタイザにより、指標となる写真の四辺上の計 8 点、基準点、および測定点の機械座標を計測する。
- 2. 指標の 8 点を利用し、アフィン変換により基準点・測定点の機械座標を指標座標に変換する。
- 3. 基準点を利用し左右写真それぞれについて単写真標定を行う。標定要素は外部標定要素および内部標定要素 (写真中心と主点の位置ずれ、画面距離、レンズ歪係数、フィルム彎曲係数) を考慮した。
- 4. 左右写真おのおのの標定要素と測定点の指標座標より測定点の三次元座標を算出する。デジタイザは Gra-dimaster A 3-30 (オスコン電子社製)、パーソナルコンピュータは PC-9801 M 3 (日本電気社製) を用いた。

III. 結 果

1. 本システムの精度

101 例中 20 例において、左右写真の単写真標定時の中等誤差、および基準点残差、相対精度を算出した。その平均値と標準偏差を表 1、2 に示す。中等誤差および相対精度は以下の式により求められる。

$$\text{中等誤差} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \frac{v_{xi}^2 + v_{yi}^2}{2n-r}}{2n-r}}$$

n : 基準点数

r : 未知変数の数

v_{xi} : 基準点 i における x 方向の残差

v_{yi} : 基準点 i における y 方向の残差

相対精度 (Dz) = |ΔZ/Z|

ΔZ : 基準点の Z と、立体写真から決定される三次元座標の Z との偏差

Z : 撮影地点から基準点までの Z 方向の距離

表 1 ネガ上での中等誤差の平均 (標準偏差)

Left	Right
11.2 (1.5)	11.0 (1.9)

単位: μm n=20

表 2 三次元座標の平均誤差 (Vx, Vy, Vz) および相対精度 (Dz)

Vx	Vy	Vz	Dz
0.073	0.075	0.177	0.272

単位: Vx, Vy, Vz (mm) Dz (‰)

2. 各指示運動時の顔表面の動き

各指示運動時の測定点の三次元座標を終点、中心咬合位の座標を始点とするベクトル $\vec{P}$ で、顔表面の動きを表した。左耳点を始点、右耳点を終点としたベクトルの単位ベクトルを $\vec{e}_x$ 、左右耳点と鼻下点を通る平面の法線ベクトルの単位ベクトルを $\vec{e}_y$ 、 $\vec{e}_x$ と $\vec{e}_y$ に垂直の単位ベクトル (前方が正方向) を $\vec{e}_z$ とし、 $\vec{P} = A\vec{e}_x + B\vec{e}_y + C\vec{e}_z$ としたとき、A を x 成分、B を y 成分、C を z 成分とした。x 成分が正の場合左側の測定点は内方に、右側測定点は外方に動くことを意味し、y 成分が正の場合上方に、z 成分が正の場合前方に動くことを意味する。表 3~6 に、各指示運動時の各測定点の動きを示す。表の数値は、カンペル氏平面 (本研究の場合は、左右耳点と鼻下点により決定される平面) を xz 平面として変換した値の平均値、標準偏差、95% 信頼限界である。

すべての指示運動において、左右対称の位置にある測定点は、その運動方向、距離、そのばらつきともほぼ同じ値を示した。

1) 口唇突出

(1) 上唇部の動き

内上前方への比較的大きい動きを示した。正中に近い点ほど上方への動き (y 成分) が増加し、内方への動き (x 成分) は減少する。前方への動き (z 成分) は同列にある点、たとえば No. 15, 16, 17, 4, 31, 32, 33 点ではあまり変化はみられないが、No. 18, 19, 5, 34, 35 点と比べると後者のほうが大であり、口裂に近い点の方が前方に動く傾向がみられた。内方および上方への動きについても、正中から等距離にある点では、口裂に近い方が大であった。点の移動距離については、口角に近い点ほど、また口裂に近い点ほど大であった。

(2) 下唇部、オトガイ部の動き

下唇赤唇縁上にある点 (No. 23, 39 点) は内下前方に動き、それより下方の No. 25, 41 点は内上前方への動きがみられた。No. 6, 7 点は下前方へ動くが、No. 8, 9 点で

表 3 口唇突出時の各測定点の動き

点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離
1 Mean	0.0	-0.1	0.1	0.7	15 Mean	5.2	1.7	6.9	9.1	29 Mean	-3.2	-0.1	2.0	4.1
S.D.	0.3	0.6	0.8	0.8	S.D.	1.4	1.8	1.7	2.0	S.D.	1.0	1.3	1.3	1.3
CL-L	-0.0	-0.2	-0.1	0.6	CL-L	4.9	1.3	6.6	8.7	CL-L	-3.4	-0.4	1.8	3.8
CL-U	0.1	0.0	0.2	0.9	CL-U	5.5	2.1	7.3	9.5	CL-U	-3.0	0.1	2.3	4.3
2 Mean	0.0	-1.7	-0.8	2.2	16 Mean	4.3	2.0	6.4	8.3	30 Mean	-2.8	0.6	1.8	3.6
S.D.	0.5	1.1	0.7	0.9	S.D.	1.4	2.0	1.6	1.9	S.D.	0.9	1.1	1.2	1.2
CL-L	-0.1	-1.9	-1.0	2.0	CL-L	4.0	1.6	6.0	7.9	CL-L	-3.0	0.3	1.6	3.4
CL-U	0.1	-1.5	-0.7	2.4	CL-U	4.5	2.4	6.7	8.6	CL-U	-2.6	0.8	2.0	3.9
3 Mean	0.1	-0.7	0.2	2.1	17 Mean	2.1	3.2	5.2	6.9	31 Mean	-2.2	3.2	5.2	6.9
S.D.	0.7	1.5	1.6	1.1	S.D.	1.0	2.2	1.4	1.5	S.D.	1.0	2.2	1.5	1.5
CL-L	-0.1	-0.9	-0.1	1.9	CL-L	1.9	2.7	4.9	6.5	CL-L	-2.4	2.8	4.9	6.6
CL-U	0.2	-0.4	0.5	2.3	CL-U	2.3	3.6	5.5	7.2	CL-U	-2.0	3.6	5.5	7.2
4 Mean	0.0	4.1	5.3	7.1	18 Mean	5.0	4.0	9.4	11.8	32 Mean	-4.2	2.1	6.6	8.4
S.D.	0.8	2.3	1.4	1.6	S.D.	1.6	2.7	2.0	2.3	S.D.	1.3	2.1	1.4	1.6
CL-L	-0.1	3.6	5.0	6.8	CL-L	4.7	3.5	9.0	11.3	CL-L	-4.5	1.7	6.3	8.1
CL-U	0.2	4.6	5.5	7.4	CL-U	5.3	4.6	9.8	12.2	CL-U	-4.0	2.5	6.9	8.7
5 Mean	-0.0	6.2	8.3	10.8	19 Mean	2.5	5.0	8.3	10.5	33 Mean	-5.5	1.5	7.4	9.6
S.D.	1.0	3.4	1.8	2.5	S.D.	1.3	3.1	1.9	2.3	S.D.	1.4	1.8	1.6	1.9
CL-L	-0.2	5.5	7.9	10.3	CL-L	2.3	4.4	7.9	10.1	CL-L	-5.8	1.2	7.1	9.2
CL-U	0.2	6.8	8.6	11.3	CL-U	2.8	5.7	8.7	11.0	CL-U	-5.2	1.9	7.7	9.9
6 Mean	0.1	-4.9	8.1	10.2	20 Mean	6.6	2.7	3.6	8.1	34 Mean	-2.6	5.0	8.3	10.6
S.D.	1.2	3.5	2.6	2.2	S.D.	1.4	1.2	1.4	1.7	S.D.	1.2	3.2	1.8	2.2
CL-L	-0.2	-5.6	7.6	9.8	CL-L	6.3	2.4	3.3	7.8	CL-L	-2.8	4.4	8.0	10.1
CL-U	0.3	-4.2	8.6	10.7	CL-U	6.9	2.9	3.9	8.5	CL-U	-2.4	5.7	8.7	11.0
7 Mean	0.1	-1.3	1.7	4.2	21 Mean	7.3	3.4	7.7	11.4	35 Mean	-4.9	4.2	9.9	12.1
S.D.	0.9	3.3	2.3	2.0	S.D.	1.5	2.0	2.1	2.3	S.D.	1.6	2.9	1.9	2.1
CL-L	-0.1	-1.9	1.3	3.8	CL-L	7.0	3.0	7.3	10.9	CL-L	-5.2	3.6	9.5	11.7
CL-U	0.3	-0.6	2.1	4.6	CL-U	7.6	3.8	8.1	11.9	CL-U	-4.6	4.8	10.2	12.6
8 Mean	0.1	-0.3	-1.1	3.7	22 Mean	7.0	3.0	14.0	16.2	36 Mean	-7.2	2.8	14.3	16.4
S.D.	1.2	3.3	1.8	1.9	S.D.	1.7	2.6	2.7	2.9	S.D.	1.6	2.5	2.6	2.7
CL-L	-0.2	-1.0	-1.5	3.3	CL-L	6.7	2.5	13.5	15.7	CL-L	-7.5	2.3	13.8	15.9
CL-U	0.3	0.4	-0.7	4.0	CL-U	7.3	3.5	14.6	16.8	CL-U	-6.9	3.3	14.8	17.0
9 Mean	-0.1	0.4	0.1	3.6	23 Mean	4.6	-2.4	10.7	12.5	37 Mean	-7.6	3.2	8.1	11.7
S.D.	1.2	3.7	1.7	2.3	S.D.	1.5	-3.3	2.3	2.2	S.D.	1.5	1.9	1.8	2.0
CL-L	-0.3	-0.3	-0.2	3.1	CL-L	4.3	-3.0	10.3	12.0	CL-L	-7.9	2.8	7.7	11.3
CL-U	0.1	1.1	0.4	4.0	CL-U	4.9	-1.7	11.2	12.9	CL-U	-7.3	3.6	8.5	12.1
10 Mean	0.2	0.1	0.2	0.8	24 Mean	4.7	4.0	6.0	8.8	38 Mean	-6.7	2.6	3.6	8.2
S.D.	0.3	0.5	0.7	0.5	S.D.	1.4	1.9	1.9	2.2	S.D.	1.2	1.2	1.7	1.6
CL-L	0.2	-0.0	0.0	0.7	CL-L	4.4	3.6	5.6	8.4	CL-L	-6.9	2.4	3.3	7.9
CL-U	0.3	0.2	0.3	0.9	CL-U	4.9	4.3	6.4	9.3	CL-U	-6.5	2.9	4.0	8.5
11 Mean	0.2	-0.1	0.1	0.8	25 Mean	3.6	1.4	4.5	6.7	39 Mean	-4.7	-2.2	11.2	12.8
S.D.	0.3	0.5	0.8	0.6	S.D.	1.3	2.9	1.8	2.1	S.D.	1.3	3.3	2.3	2.1
CL-L	0.2	-0.2	-0.0	0.7	CL-L	3.4	0.8	4.2	6.3	CL-L	-5.0	-2.9	10.7	12.4
CL-U	0.3	0.0	0.3	0.9	CL-U	3.9	2.0	4.9	7.1	CL-U	-4.5	-1.6	11.7	13.3
12 Mean	0.9	-0.2	0.2	1.3	26 Mean	-0.2	-0.1	0.1	0.8	40 Mean	-4.7	3.7	6.0	8.7
S.D.	0.6	0.6	0.8	0.7	S.D.	0.3	0.5	0.8	0.7	S.D.	1.5	1.8	1.9	2.1
CL-L	0.8	-0.3	0.0	1.2	CL-L	-0.2	-0.2	-0.1	0.6	CL-L	-4.9	3.4	5.6	8.3
CL-U	1.0	-0.0	0.3	1.4	CL-U	-0.1	-0.0	0.2	0.9	CL-U	-4.4	4.1	6.4	9.1
13 Mean	2.6	0.7	1.7	3.5	27 Mean	-0.3	0.0	0.4	0.9	41 Mean	-3.8	1.2	4.6	6.8
S.D.	1.0	1.0	1.0	1.1	S.D.	0.3	0.5	1.1	0.9	S.D.	1.5	2.8	1.8	2.0
CL-L	2.4	0.5	1.5	3.2	CL-L	-0.3	-0.1	0.2	0.7	CL-L	-4.1	0.7	4.3	6.4
CL-U	2.8	0.9	1.9	3.7	CL-U	-0.2	0.1	0.6	1.1	CL-U	-3.5	1.8	5.0	7.2
14 Mean	3.1	-0.1	1.8	4.0	28 Mean	-0.8	-0.2	0.2	1.3	Mean: 平均 S.D.: 標準偏差 CL-L: 95%信頼限界の下限 CL-U: 95%信頼限界の上限				
S.D.	1.1	1.3	1.3	1.2	S.D.	0.5	0.7	0.9	0.8					
CL-L	2.9	-0.3	1.6	3.7	CL-L	-0.9	-0.3	0.0	1.2					
CL-U	3.3	0.2	2.1	4.2	CL-U	-0.7	-0.1	0.4	1.5					

は僅かな動きしかみられなかった。

(3) 眼部, 上頰部の動き

内外眼角点および眼下点では, 移動距離が 0.8~1.3 mm と非常に小さく, 口唇突出の影響はみられなかった。

上頰部点 (No. 13, 30) においては, 内方にそれぞれ 2.6, 2.8 mm 上方に 0.7, 0.6 mm 前方に 1.7, 1.8 mm と若干の動きがみられた。

(4) 頰部, 口角部の動き

口角点 (No. 22, 36) の動きは測定点中最大であり, 移動距離もそれぞれ 16.2, 16.4 mm であった。また, 口角点と口角結節点の動きを比較すると, x, y 成分ではあま

り差がなく, むしろ口角結節点の方が若干大きい傾向がみられた。z 成分では, No. 21 点では 7.7 mm, No. 22 点では 14.0 mm であり, 口角点の前方への動きが顕著であった。また, No. 20, 21, 22, No. 36, 37, 38 点の動きをみると, 口角に近い点ほど, z 成分において著しい増加 (No. 20: 3.6 mm, No. 21: 7.7 mm, No. 22: 14.0 mm) がみられるが, x, y 成分においては変化はみられなかった。

下頰部分の動きを頰部点と比べると, 内方へ動き (x 成分) は小さかったが, y, z 成分が比較的大きく, 上前方に動く傾向がみられた。

2) 口角牽引

(1) 上唇部の動き

表 4 口角牽引時の各測定点の動き

点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離
1	Mean 0.0 S.D. 0.3 CL-L -0.0 CL-U 0.1	-0.1 0.6 -0.2 0.0	0.1 0.8 -0.1 0.2	0.8 0.6 0.6 0.9	15	Mean -4.1 S.D. 1.9 CL-L -4.5 CL-U -3.8	2.3 2.8 1.7 2.8	-2.7 2.3 -3.1 -2.2	6.0 3.1 5.4 6.7	29	Mean 2.0 S.D. 1.5 CL-L 1.7 CL-U 2.3	1.6 1.9 1.3 2.0	-0.6 1.2 -0.8 -0.3	3.2 1.9 2.8 3.6
2	Mean 0.0 S.D. 0.5 CL-L -0.1 CL-U 0.1	-0.7 0.8 -0.9 -0.5	-0.5 0.6 -0.7 -0.4	1.3 0.6 1.2 1.4	16	Mean -3.7 S.D. 1.7 CL-L -4.1 CL-U -3.4	0.6 2.4 0.1 1.0	-2.4 -2.1 -2.8 -2.0	5.1 2.6 4.6 5.6	30	Mean 3.1 S.D. 1.6 CL-L 2.8 CL-U 3.4	3.7 2.2 3.3 4.1	1.5 1.1 1.2 1.7	5.3 2.5 4.8 5.8
3	Mean 0.1 S.D. 0.8 CL-L -0.1 CL-U 0.2	-0.3 1.1 -0.6 -0.1	-1.1 1.2 -1.3 -0.8	1.9 1.1 1.6 2.1	17	Mean -2.1 S.D. 1.3 CL-L -2.4 CL-U -1.8	-0.3 2.0 -0.7 0.1	-1.3 1.6 -1.7 3.0	3.4 1.8 3.0 3.7	31	Mean 2.4 S.D. 1.3 CL-L 2.1 CL-U 2.6	-0.3 1.9 -0.6 0.1	-1.5 1.7 -1.9 -1.2	3.6 1.8 3.3 4.0
4	Mean 0.0 S.D. 1.0 CL-L -0.1 CL-U 0.2	-0.0 1.8 -0.4 0.3	-1.1 1.5 -1.4 -0.8	2.4 1.4 2.1 2.7	18	Mean -4.1 S.D. 1.7 CL-L -4.4 CL-U -3.8	-0.1 2.8 -0.6 0.5	-5.6 7.5 -6.0 5.3	7.6 2.5 7.1 8.0	32	Mean 4.0 S.D. 1.7 CL-L 3.7 CL-U 4.3	0.5 2.3 0.0 0.9	-2.7 2.0 -3.1 -2.3	5.4 2.6 4.9 5.9
5	Mean 0.1 S.D. 1.2 CL-L -0.1 CL-U 0.4	-1.0 2.6 -1.5 -0.5	-3.0 1.6 -3.3 -2.7	4.2 1.9 3.8 4.5	19	Mean -2.0 S.D. 1.4 CL-L -2.3 CL-U -1.7	-1.2 2.6 -1.7 -0.7	-3.7 1.7 4.0 -3.3	5.2 2.0 4.8 5.6	33	Mean 4.6 S.D. 2.0 CL-L 4.2 CL-U 5.0	2.1 2.8 1.5 2.6	-3.4 2.3 -3.8 -2.9	6.6 3.1 6.0 7.3
6	Mean 0.2 S.D. 1.6 CL-L -0.1 CL-U 0.5	4.6 3.9 3.9 5.4	-4.2 2.0 -4.6 -3.8	7.3 2.6 6.8 7.8	20	Mean -4.7 S.D. 1.6 CL-L -5.1 CL-U -4.4	4.1 2.3 3.7 4.6	-2.0 1.9 -2.4 -1.6	7.0 2.4 6.6 7.5	34	Mean 2.4 S.D. 1.5 CL-L 2.1 CL-U 2.7	-1.1 2.5 -1.6 -0.7	-3.9 1.7 4.3 -3.6	5.4 2.0 5.0 5.8
7	Mean 0.0 S.D. 1.3 CL-L -0.2 CL-U 0.3	2.7 3.5 2.0 3.4	-1.0 2.1 -1.4 -0.6	4.6 2.3 4.2 5.1	21	Mean -5.1 S.D. 1.8 CL-L -5.5 CL-U -4.8	4.4 3.3 3.7 5.0	-6.3 2.2 -6.8 -5.9	9.8 3.0 9.2 10.3	35	Mean 4.3 S.D. 1.8 CL-L 3.9 CL-U 4.7	-0.0 2.7 -0.5 0.5	-6.1 2.2 -6.5 -5.6	7.9 2.7 7.4 8.4
8	Mean 0.0 S.D. 1.1 CL-L -0.2 CL-U 0.2	3.3 3.6 2.6 4.0	-1.1 1.7 -1.4 -0.8	4.9 2.3 4.5 5.4	22	Mean -6.1 S.D. 2.0 CL-L -6.5 CL-U -5.7	4.8 2.9 4.3 5.4	-11.8 3.5 -12.5 -11.2	14.6 3.7 13.8 15.3	36	Mean 6.2 S.D. 2.2 CL-L 5.8 CL-U 6.7	4.9 2.9 4.4 5.5	-12.1 3.8 -12.8 -11.3	14.8 4.0 14.0 15.6
9	Mean -0.0 S.D. 1.1 CL-L -0.3 CL-U 0.2	4.0 3.7 3.3 4.7	0.2 1.5 -0.1 0.5	5.0 2.7 4.5 5.6	23	Mean -3.1 S.D. 1.6 CL-L -3.4 CL-U -2.8	4.8 3.3 4.2 5.5	-6.2 2.2 -6.6 -5.8	9.2 2.4 8.7 9.6	37	Mean 5.4 S.D. 1.9 CL-L 5.1 CL-U 5.8	4.3 3.3 3.7 4.9	-6.8 2.5 -7.3 -6.3	10.2 3.3 9.5 10.8
10	Mean -0.1 S.D. 0.4 CL-L -0.1 CL-U -0.0	0.4 0.6 0.3 0.5	-0.0 0.9 -0.2 0.2	1.0 0.7 0.9 1.1	24	Mean -2.7 S.D. 1.6 CL-L -3.0 CL-U -2.4	5.9 2.6 5.4 6.4	-5.1 2.9 -5.7 -4.6	8.8 3.1 8.1 9.4	38	Mean 4.7 S.D. 1.5 CL-L 4.4 CL-U 5.0	4.0 2.4 3.6 4.5	-2.2 1.8 2.5 -1.8	7.0 2.4 6.5 7.4
11	Mean 0.1 S.D. 0.3 CL-L 0.0 CL-U 0.1	0.1 0.5 0.0 0.2	0.2 0.7 0.0 0.3	0.8 0.5 0.7 0.9	25	Mean -3.5 S.D. 1.6 CL-L -3.8 CL-U -3.2	4.6 2.8 4.1 5.2	-4.7 2.4 -5.2 -4.3	8.2 2.2 7.8 8.7	39	Mean 3.5 S.D. 1.7 CL-L 3.1 CL-U 3.8	4.7 3.3 4.1 5.4	-6.6 2.4 -7.1 -6.2	9.5 2.6 9.0 10.0
12	Mean -0.2 S.D. 0.6 CL-L -0.3 CL-U -0.0	1.2 1.1 0.9 1.4	-0.1 0.8 -0.3 0.1	1.6 1.1 1.4 1.8	26	Mean -0.0 S.D. 0.3 CL-L -0.1 CL-U 0.0	0.1 0.5 0.0 0.2	0.1 0.6 0.0 0.2	0.7 0.5 0.6 0.8	40	Mean 2.7 S.D. 1.4 CL-L 2.4 CL-U 2.9	5.8 2.6 5.2 6.3	-5.4 2.9 -5.9 -4.8	8.8 2.9 8.2 9.4
13	Mean -2.8 S.D. 1.5 CL-L -3.1 CL-U -2.5	3.7 2.2 3.3 4.1	1.4 1.2 1.2 1.6	5.0 2.4 4.6 5.5	27	Mean 0.2 S.D. 0.4 CL-L 0.1 CL-U 0.2	0.5 0.7 0.4 0.7	0.1 0.9 -0.1 0.3	1.1 0.7 1.0 1.2	41	Mean 3.6 S.D. 1.6 CL-L 3.3 CL-U 3.9	4.4 2.9 3.8 4.9	-4.9 2.4 -5.4 -4.5	8.2 2.4 7.7 8.7
14	Mean -1.7 S.D. 1.5 CL-L -2.0 CL-U -1.4	1.6 2.0 1.2 2.0	-0.5 1.1 -0.7 -0.3	3.1 1.9 2.7 3.5	28	Mean 0.3 S.D. 0.6 CL-L 0.2 CL-U 0.4	1.2 1.1 1.0 1.4	-0.1 0.9 -0.3 0.1	1.7 1.0 1.5 1.9	Mean : 平均 S.D. : 標準偏差 CL-L : 95%信頼限界の下限 CL-U : 95%信頼限界の上限				

正中から口角に近づくにつれ, x, y, z 成分, 距離ともに増加する傾向にあった。No. 15, 16, 17, 4, 31, 32, 33 点の動きの方向をみると, x, z 成分では側方にゆくに従い, 比較的順次増加の傾向を示しているが, y 成分においては, No. 15, 33 点が特に大きく (No. 15 y : 2.3 mm, No. 33 y : 2.1 mm), この 2 点が上方へ動く傾向が強いことを示していた。また上記の列と, それより口裂に近い No. 18, 19, 5, 34, 35 点の動きを比較すると z 成分において相違がみられ, 口裂に近い点の方が後方へ動く傾向が強いことが判明した。口角に近い点ほど動きの方向・量ともに口角点の動きに似る傾向がみられた。

(2) 下唇部, オトガイ部の動き

下唇部, オトガイ部は上唇部に比べ, 上方へ大きく動く傾向がみられた。オトガイ部の No. 7, 8, 9 点は x, y 成分, 距離においてほぼ同じ値を示し, 上方への動きを示すが, z 成分においては若干の相違がみられ No. 7, 8 点は後方に, No. 9 点は前方に動く傾向がみられた。No. 23, 39, No. 25, 41 点は, ほぼ頬部, 下唇部の動きと類似した動きを示していた。ここでも口角に近い点ほど口角点の動きに似る傾向がみられた。

(3) 眼部, 上頬部の動き

内外眼角点では, 指示運動の影響はあまりみられなかったが, 眼下点は若干上方に動く傾向がみられた。上頬

表 5 咬合位収縮時の各測定点の動き

点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離
1 Mean	0.1	-0.3	0.1	0.9	15 Mean	-0.3	0.7	1.5	3.8	29 Mean	-0.6	0.4	0.5	2.4
S.D.	0.3	0.7	0.7	0.7	S.D.	2.1	2.2	2.3	1.7	S.D.	1.4	1.7	1.2	1.2
CL-L	0.0	-0.5	-0.0	0.7	CL-L	-0.7	0.2	1.1	3.4	CL-L	-0.9	0.0	0.3	2.2
CL-U	0.1	-0.2	0.2	1.0	CL-U	0.1	1.1	2.0	4.1	CL-U	-0.3	0.7	0.8	2.6
2 Mean	0.1	-0.5	-0.5	1.6	16 Mean	0.2	0.4	2.3	4.0	30 Mean	0.3	1.5	1.1	2.6
S.D.	0.6	1.4	0.7	0.8	S.D.	2.2	1.9	2.1	1.6	S.D.	1.3	1.6	1.1	1.4
CL-L	-0.0	-0.8	-0.7	1.5	CL-L	-0.2	0.0	1.9	3.7	CL-L	0.0	1.1	0.9	2.3
CL-U	0.2	-0.2	-0.4	1.8	CL-U	0.6	0.8	2.8	4.4	CL-U	0.6	1.8	1.3	2.9
3 Mean	0.2	0.5	0.3	2.2	17 Mean	0.5	0.5	2.8	4.0	31 Mean	-0.1	0.5	2.7	3.9
S.D.	1.0	1.5	1.5	1.1	S.D.	1.6	1.9	1.8	1.3	S.D.	1.6	1.9	1.9	1.4
CL-L	-0.0	0.2	0.0	2.0	CL-L	0.2	0.2	2.4	3.7	CL-L	-0.4	0.1	2.3	3.6
CL-U	0.4	0.8	0.6	2.4	CL-U	0.8	0.9	3.1	4.2	CL-U	0.2	0.9	3.1	4.2
4 Mean	0.2	1.2	3.2	4.3	18 Mean	1.2	0.2	0.7	4.0	32 Mean	0.1	0.3	2.2	4.0
S.D.	1.2	1.9	2.0	1.5	S.D.	2.5	2.1	3.0	2.3	S.D.	2.2	2.0	2.3	1.7
CL-L	-0.0	0.9	2.8	4.0	CL-L	0.7	-0.2	0.2	3.6	CL-L	-0.4	-0.1	1.7	3.7
CL-U	0.5	1.6	3.6	4.6	CL-U	1.7	0.6	1.3	4.5	CL-U	0.5	0.7	2.6	4.3
5 Mean	0.3	-1.2	0.9	3.6	19 Mean	1.5	-1.2	0.7	4.0	33 Mean	0.7	0.3	1.2	4.0
S.D.	1.4	2.3	2.5	1.6	S.D.	1.8	2.2	2.6	1.7	S.D.	2.3	2.4	2.5	1.8
CL-L	-0.0	-1.7	0.4	3.3	CL-L	1.2	-1.6	0.1	3.7	CL-L	0.2	-0.2	0.7	3.6
CL-U	0.5	-0.7	1.4	4.0	CL-U	1.9	-0.7	1.2	4.3	CL-U	1.1	0.7	1.7	4.3
6 Mean	0.2	6.9	0.2	8.0	20 Mean	-0.8	2.5	0.8	4.0	34 Mean	-1.1	-1.2	0.7	3.8
S.D.	1.5	4.4	2.7	3.7	S.D.	2.1	1.6	1.9	1.5	S.D.	1.7	2.2	2.6	1.8
CL-L	-0.1	6.1	-0.3	7.2	CL-L	-1.2	2.2	0.5	3.7	CL-L	-1.4	-1.6	0.1	3.4
CL-U	0.5	7.8	0.8	8.7	CL-U	-0.4	2.8	1.2	4.2	CL-U	-0.7	-0.8	1.2	4.1
7 Mean	-0.2	4.3	3.4	6.7	21 Mean	-0.7	2.7	-1.3	5.1	35 Mean	-1.1	0.1	0.6	4.1
S.D.	1.5	3.7	2.7	3.1	S.D.	2.7	2.5	3.1	2.4	S.D.	2.4	2.2	3.1	2.1
CL-L	-0.5	3.6	2.9	6.0	CL-L	-1.2	2.2	-1.9	4.7	CL-L	-1.5	-0.3	-0.0	3.7
CL-U	0.1	5.1	4.0	7.3	CL-U	-0.2	3.2	-0.7	5.6	CL-U	-0.6	0.5	1.2	4.5
8 Mean	-0.3	5.0	1.0	5.9	22 Mean	0.3	3.0	0.0	6.1	36 Mean	-0.2	2.7	0.0	6.0
S.D.	1.4	3.4	2.1	2.9	S.D.	2.8	2.2	5.1	3.2	S.D.	2.6	2.3	5.0	2.9
CL-L	-0.5	4.3	0.6	5.4	CL-L	-0.2	2.6	-1.0	5.5	CL-L	-0.7	2.3	-1.0	5.4
CL-U	0.0	5.6	1.4	6.5	CL-U	0.9	3.4	1.0	6.7	CL-U	0.3	3.2	1.0	6.5
9 Mean	-0.3	6.8	-0.0	7.2	23 Mean	1.7	6.2	0.5	7.8	37 Mean	0.8	2.3	-1.5	5.1
S.D.	1.2	3.6	1.6	3.4	S.D.	2.5	3.3	3.3	2.8	S.D.	2.6	2.7	3.2	2.4
CL-L	-0.5	6.1	-0.4	6.5	CL-L	1.2	5.5	-0.1	7.3	CL-L	0.3	1.8	-2.1	4.6
CL-U	-0.0	7.5	0.3	7.8	CL-U	2.2	6.8	1.2	8.4	CL-U	1.3	2.8	-0.9	5.6
10 Mean	0.0	0.0	0.0	0.9	24 Mean	-0.1	5.3	0.6	6.2	38 Mean	0.9	2.2	0.8	3.7
S.D.	0.3	0.6	0.9	0.6	S.D.	1.7	1.9	2.6	1.8	S.D.	2.0	1.7	1.9	1.5
CL-L	-0.0	-0.1	-0.2	0.8	CL-L	-0.4	4.9	0.1	5.9	CL-L	0.5	1.8	0.5	3.4
CL-U	0.1	0.2	0.2	1.0	CL-U	0.2	5.6	1.1	6.5	CL-U	1.3	2.5	1.2	4.0
11 Mean	0.1	-0.2	0.1	0.9	25 Mean	-0.4	5.6	1.8	6.8	39 Mean	-1.5	5.9	0.5	7.5
S.D.	0.3	0.6	0.7	0.5	S.D.	1.9	2.3	2.7	2.1	S.D.	2.2	3.3	3.3	2.8
CL-L	0.1	-0.3	-0.0	0.8	CL-L	-0.8	5.2	1.2	6.4	CL-L	-1.9	5.2	-0.2	6.9
CL-U	0.2	-0.1	0.3	1.0	CL-U	-0.0	6.1	2.3	7.2	CL-U	-1.0	6.5	1.1	8.0
12 Mean	0.3	0.2	-0.0	1.1	26 Mean	-0.0	-0.2	0.1	0.8	40 Mean	-0.0	5.2	0.9	6.1
S.D.	0.5	0.9	0.7	0.6	S.D.	0.3	0.6	0.7	0.5	S.D.	1.5	2.0	2.6	1.8
CL-L	0.2	-0.0	-0.2	1.0	CL-L	-0.1	-0.3	-0.1	0.7	CL-L	-0.3	4.8	0.4	5.7
CL-U	0.4	0.3	0.1	1.2	CL-U	0.0	-0.0	0.2	0.9	CL-U	0.3	5.6	1.4	6.4
13 Mean	-0.1	1.6	1.1	2.6	27 Mean	0.1	0.1	0.0	0.9	41 Mean	0.0	5.4	1.8	6.6
S.D.	1.2	1.5	1.1	1.4	S.D.	0.4	0.7	0.8	0.6	S.D.	1.8	2.5	2.6	2.2
CL-L	-0.3	1.3	0.9	2.3	CL-L	0.0	-0.1	-0.1	0.8	CL-L	-0.3	4.9	1.3	6.2
CL-U	0.2	1.9	1.3	2.9	CL-U	0.2	0.2	0.2	1.0	CL-U	0.4	5.9	2.3	7.0
14 Mean	0.9	0.3	0.5	2.4	28 Mean	-0.1	0.2	0.1	1.2	Mean: 平均				単位: mm
S.D.	1.4	1.5	1.2	1.0	S.D.	0.5	0.9	0.8	0.6	S.D.: 標準偏差				
CL-L	0.7	0.0	0.3	2.2	CL-L	-0.2	0.0	-0.1	1.1	CL-L: 95%信頼限界の下限				
CL-U	1.2	0.6	0.8	2.6	CL-U	-0.0	0.4	0.2	1.3	CL-U: 95%信頼限界の上限				

部点は, x, y 成分においては, 頬部点や口角結節点と同様の傾向を示したが, z 成分においては, 逆に突出傾向を示した。

(4) 頬部, 口角部の点の動き

口角牽引においても口角点の動きの距離が全測定点中最大であった。頬部点・口角結節点・口角点の動きをみると, x, y, z 成分, 距離ともに口角点が最も大きく, 外方にゆくに従い減少していた。特に z 成分において著しい減少を示し (No. 22 z: -11.8 mm, No. 21 z: -6.3 mm, No. 20 z: -2.0 mm), 動きの方向は口角から離れるにつれ外上方に向かう傾向を示していた。下頬部点は口角結節点・口角点に比べ y 成分が大きく, 上方への動

きが大きかった。

3) 咬合位収縮

(1) 上唇部の動き

口裂付近の点 (No. 18, 19, 5, 34, 35) は内方に動き, 正中に近づくにつれ下方への動きも加わってくる傾向にあった。

また, No. 15, 16, 17, 4, 31, 32, 33 点は, x, y 成分においてはほとんど動きは示さなかったが, z 成分においては正中に近づくにつれ増加する (前方へ動く) 傾向にあり, No. 18, 19, 5, 34, 35 点と比べると, 突出する傾向にあった (No. 4 z: 3.2 mm, No. 5 z: 0.9 mm)。下唇部, 下頬部に比べると上唇部の動きは非常に小さかった。

表 6 笑いにおける各測定点の動き

点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離	点番号	x	y	z	距離
1 Mean	0.0	-0.1	0.1	0.7	15 Mean	-5.9	5.9	-6.8	11.1	29 Mean	4.1	5.2	-1.9	7.1
S.D.	0.4	0.6	0.8	0.8	S.D.	2.3	2.1	2.1	3.0	S.D.	1.5	1.7	1.4	2.0
CL-L	-0.1	-0.2	-0.1	0.6	CL-L	-6.4	5.5	-7.2	10.5	CL-L	3.9	4.9	-2.2	6.8
CL-U	0.1	0.0	0.2	0.9	CL-U	-5.5	6.3	-6.4	11.7	CL-U	4.4	5.6	-1.6	7.5
2 Mean	0.1	-0.5	-0.9	1.7	16 Mean	-4.9	4.4	-7.0	9.8	30 Mean	4.9	6.1	2.0	8.3
S.D.	0.8	1.3	1.1	1.3	S.D.	1.9	1.7	1.9	2.6	S.D.	1.6	2.1	1.3	2.3
CL-L	-0.1	-0.8	-1.1	1.5	CL-L	-5.3	4.1	-7.3	9.3	CL-L	4.6	5.7	1.7	7.8
CL-U	0.3	-0.3	-0.7	1.9	CL-U	-4.5	4.8	-6.6	10.3	CL-U	5.2	6.5	2.2	8.8
3 Mean	0.1	1.1	-2.8	3.4	17 Mean	-2.9	2.8	-4.9	6.6	31 Mean	3.3	2.9	-5.1	6.9
S.D.	0.9	1.1	1.7	1.6	S.D.	1.3	1.5	1.6	1.9	S.D.	1.5	1.5	1.6	2.0
CL-L	-0.1	0.8	-3.1	3.0	CL-L	-3.2	2.5	-5.2	6.2	CL-L	3.0	2.6	-5.5	6.5
CL-U	0.2	1.3	-2.4	3.7	CL-U	-2.7	3.1	-4.6	7.0	CL-U	3.5	3.2	-4.8	7.3
4 Mean	0.1	2.7	-3.9	5.1	18 Mean	-5.4	4.4	-8.4	11.1	32 Mean	5.2	4.4	-7.2	10.1
S.D.	1.1	1.4	1.5	1.5	S.D.	1.7	2.0	2.1	2.6	S.D.	2.0	1.7	1.9	2.6
CL-L	-0.1	2.5	-4.2	4.8	CL-L	-5.7	4.0	-8.8	10.6	CL-L	4.8	4.0	-7.6	9.5
CL-U	0.3	3.0	-3.6	5.4	CL-U	-5.0	4.8	-7.9	11.6	CL-U	5.6	4.7	-6.8	10.6
5 Mean	0.2	2.9	-5.3	6.5	19 Mean	-2.8	3.0	-6.0	7.6	33 Mean	6.4	5.8	-7.6	11.7
S.D.	1.2	2.0	1.8	1.7	S.D.	1.4	1.8	1.9	1.9	S.D.	2.6	2.1	2.1	3.1
CL-L	-0.1	2.5	-5.6	6.1	CL-L	-3.1	2.7	-6.3	7.2	CL-L	5.8	5.4	-8.0	11.1
CL-U	0.4	3.3	-4.9	6.8	CL-U	-2.5	3.4	-5.6	8.0	CL-U	6.9	6.2	-7.2	12.3
6 Mean	0.2	-4.3	-5.9	7.9	20 Mean	-6.0	5.4	-3.1	8.9	34 Mean	3.2	3.1	-6.3	8.0
S.D.	1.5	2.7	1.9	2.2	S.D.	2.0	2.1	1.6	2.7	S.D.	1.4	1.8	1.9	2.1
CL-L	-0.1	-4.9	-6.3	7.5	CL-L	-6.4	5.0	-3.4	8.4	CL-L	2.9	2.7	-6.7	7.6
CL-U	0.5	-3.8	-5.5	8.3	CL-U	-5.6	5.9	-2.7	9.4	CL-U	3.5	3.4	-5.9	8.4
7 Mean	-0.0	-5.5	-2.7	6.5	21 Mean	-5.8	5.5	-9.0	12.3	35 Mean	5.7	4.4	-8.6	11.4
S.D.	1.4	2.4	1.7	2.2	S.D.	2.2	2.5	3.3	3.3	S.D.	1.9	1.9	2.2	2.7
CL-L	-0.3	-6.0	-3.0	6.1	CL-L	-6.2	5.0	-9.5	11.6	CL-L	5.3	4.0	-9.1	10.9
CL-U	0.2	-5.0	-2.3	7.0	CL-U	-5.4	5.9	-8.5	12.9	CL-U	6.0	4.8	-8.2	11.9
8 Mean	-0.0	-4.8	-1.3	5.5	22 Mean	-7.2	4.6	-11.8	14.9	36 Mean	7.5	4.7	-12.1	15.2
S.D.	1.3	2.6	1.6	2.4	S.D.	2.5	2.4	3.2	3.6	S.D.	2.5	2.3	3.1	3.5
CL-L	-0.3	-5.3	-1.6	5.0	CL-L	-7.7	4.2	-12.4	14.2	CL-L	7.1	4.2	-12.7	14.5
CL-U	0.2	-4.3	-0.9	5.9	CL-U	-6.7	5.1	-11.2	15.6	CL-U	8.0	5.1	-11.4	15.9
9 Mean	0.1	-4.2	0.0	4.8	23 Mean	-3.3	-3.1	-7.0	8.9	37 Mean	6.1	5.3	-9.4	12.6
S.D.	1.1	2.5	1.9	2.4	S.D.	1.7	2.4	2.4	2.2	S.D.	2.3	2.4	2.8	3.4
CL-L	-0.1	-4.7	-0.3	4.3	CL-L	-3.7	-3.5	-7.5	8.5	CL-L	5.7	4.8	-10.0	12.0
CL-U	0.4	-3.7	0.4	5.3	CL-U	-3.0	-2.6	-6.5	9.4	CL-U	6.6	5.8	-8.9	13.3
10 Mean	-0.0	0.7	0.9	1.7	24 Mean	-3.7	2.6	-5.9	7.9	38 Mean	5.9	5.4	-3.1	8.8
S.D.	0.5	0.9	1.4	1.2	S.D.	1.6	2.1	2.5	2.7	S.D.	2.0	2.2	1.6	2.7
CL-L	-0.1	0.5	0.6	1.4	CL-L	-4.0	2.2	-6.4	7.4	CL-L	5.5	4.9	-3.4	8.3
CL-U	0.1	0.9	1.1	1.9	CL-U	-3.4	3.0	-5.4	8.4	CL-U	6.3	5.8	-2.8	9.3
11 Mean	0.1	0.4	0.3	1.1	25 Mean	-4.4	-2.9	-5.5	8.1	39 Mean	3.8	-3.0	-7.2	9.1
S.D.	0.4	0.8	0.8	0.7	S.D.	1.6	2.3	2.2	2.4	S.D.	1.6	2.4	2.4	2.6
CL-L	0.0	0.2	0.1	0.9	CL-L	-4.7	-3.3	-6.0	7.6	CL-L	3.5	-3.5	-7.7	8.6
CL-U	0.2	0.5	0.4	1.2	CL-U	-4.1	-2.4	-5.1	8.6	CL-U	4.1	-2.6	-6.8	9.6
12 Mean	-0.4	2.8	-0.2	3.1	26 Mean	-0.0	0.4	0.3	1.1	40 Mean	3.8	2.3	-6.0	7.9
S.D.	0.9	1.3	1.0	1.3	S.D.	0.4	0.8	0.7	0.6	S.D.	1.4	2.3	2.5	2.6
CL-L	-0.6	2.5	-0.4	2.9	CL-L	-0.1	0.2	0.1	0.9	CL-L	3.5	1.9	-6.5	7.4
CL-U	-0.2	3.0	-0.0	3.4	CL-U	0.1	0.5	0.4	1.2	CL-U	4.1	2.8	-5.5	8.4
13 Mean	-4.7	6.2	2.0	8.1	27 Mean	0.0	1.2	1.0	2.0	41 Mean	4.5	-2.8	-5.4	8.0
S.D.	1.3	2.1	1.2	2.2	S.D.	0.6	1.1	1.5	1.5	S.D.	1.4	2.3	2.1	2.4
CL-L	-4.9	5.7	1.8	7.7	CL-L	-0.1	0.9	0.7	1.7	CL-L	4.3	-3.3	-5.9	7.5
CL-U	-4.4	6.6	2.2	8.6	CL-U	0.1	1.4	1.3	2.3	CL-U	4.8	-2.4	-5.0	8.5
14 Mean	-3.9	5.1	-1.8	6.9	28 Mean	0.6	2.9	-0.2	3.3	Mean: 平均 単位: mm S.D.: 標準偏差 CL-L: 95%信頼限界の下限 CL-U: 95%信頼限界の上限				
S.D.	1.3	1.7	1.3	1.9	S.D.	1.0	1.3	1.1	1.4					
CL-L	-4.2	4.8	-2.1	6.5	CL-L	0.4	2.6	-0.4	3.0					
CL-U	-3.7	5.5	-1.5	7.3	CL-U	0.8	3.2	-0.0	3.6					

(2) 下唇部, オトガイ部の動き

他のどの部位よりも動きの大きい部位であり, 特に上方 (y 成分) の動きが大であった。特に, 下唇赤唇縁上にある No. 6, 23, 39 点が大きく (No. 6 y : 6.9 mm, No. 23 y : 6.1 mm, No. 39 y : 5.9 mm), 下方に移るにつれ若干減少し, 前方 (z 成分) への動きが増加する傾向にあった。x 成分については, No. 23, 39 点のみ僅かに内方に動く傾向がみられた。

(3) 眼部, 上頬部の動き

内外眼点は他の指示運動時と同様に動きは微弱であった。眼下点も咬合位収縮の影響はあまりみられなかった。上頬部点においては, 上前方への僅かな動きがみ

れた。

(4) 頬部, 口角部の動き

他の運動と比較して, 動きが小さかった。特に, 口角点はこの運動時には最大の動きを示す所であるが, 咬合位収縮時には上方へ小さい動きを示すのみであった (No. 22 x : 0.3 mm, y : 3.0 mm, z : 0.0 mm)。しかしながら z 成分の S.D は 5.0 mm と大きく -13.5 mm から 13.5 mm にわたって広く分布していた。

下頬部点は下唇部と同様に, 他の部分に比較して大きい前上方への動きを示し (No. 24 x : -0.1 mm, y : 5.3 mm, z : 0.6 mm), 側方の動きは僅かであった。

4) 笑い

図 4 口唇突出時の顔表面の動き

図 6 咬合位収縮の顔表面の動き

図 5 口角牽引時の顔表面の動き

図 7 笑いにおける顔表面の動き

(1) 上唇部の動き

正中から側方へゆくに従い、 x , y , z 成分、距離ともに増加しており、口角牽引と同様に No. 18, 19, 5, 34, 35 の口裂に近い点群の方が x , y , z 成分ともに大であった。また、他の指示運動ではあまり動きのみられなかった鼻

下点も比較的大きい動きを示した。No. 15, 33 点における y 成分、すなわち上方への動きは、口唇周囲の点では最大であり、No. 15 点で 5.9 mm, No. 33 点で 5.8 mm であった。

(2) 下唇部、オトガイ部の動き

表 7 口角点と他の点との動きの相関

点番号	口唇突出			口角牽引			咬合位収縮			笑 い		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
4	※※	※※	※※	※※	※※	※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
5	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
6	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※	※※	※※
7	※※	※※	×	※※	※※	※※	※※	※※	※	※	※※	※
8	※	※※	×	※※	※※	※※	※※	※※	※	×	※※	×
9	×	※※	×	※	※※	※※	×	※	×	×	※※	×
13	※※	※※	※※	※※	※※	×	※※	※※	×	※※	※※	×
14	※※	※※	※※	※※	※※	×	※※	※※	※※	※※	※※	※※
15	※※	※※	※※	※※	※※	×	※※	※※	※※	※※	※※	※※
16	※※	※※	※※	※※	※※	×	※※	※※	※※	※※	※※	※※
17	※※	※※	※※	※※	※※	×	※※	※※	※※	※※	※※	※※
18	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
19	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
20	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
21	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
23	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
24	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※
25	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※	※※

※※危険率 1 % で有意な相関有り
※危険率 5 % で有意な相関有り
×有意な相関なし

笑いの運動の特徴は、下唇部と上頬部に現れる。正中にある点 (No. 6, 7, 8, 9) は下後方への動きを示し、後方への動きは下唇から遠ざかり下方へゆくに従い減少する傾向にあった。No. 23, 39, No. 25, 41 点では、外下後方へ動きを示した。

(3) 眼部、上頬部の動き

内外眼角点は、他の指示運動の場合と同様にほとんど動きはみられなかった。眼下点においては、他の運動と比較して外上前方への動きが (特に上方へ) 大であった。上頬部点は、他の運動においてはみられない程の外上前方への動きがみられた。また No. 14, 29 点も比較的大きい動き (No. 14 x : 3.9 mm, y : 5.1 mm, z : -1.8 mm, 距離 6.9 mm) を示した。

(4) 頬部、口角部の動き

本運動においても最大の動きを示すのは口角点 (No. 36 x : -7.5 mm, y : 4.7 mm, z : -12.1 mm, 距離 15.2 mm) であった。また頬部、口角部の点の動きの方向は口角牽引とほぼ同じ傾向を示したが、その距離は笑いの方が大であった。下頬部点は、口角牽引時に比べ上方への動き (y 成分) は小さく、側方および後方への動きが大であった。

3. 口角点と他の点との関連

左側口角点 (No. 22 点) と No. 4~9, 13~25 点の動きの x, y, z 成分について相関係数を算出し、相関の有無について検定した (表 7)。

口唇突出 : x 成分では No. 9 点以外は有意な正の相関を示した。y 成分ではすべての点に有意な正の相関がみられた。z 成分では No. 7~9 の下唇オートガイ正中部の点に相関がみられなかったが、その他の点については有意な正の相関がみられた。

口角牽引 : x, y 成分においてはすべての点について有意な正の相関がみられた。z 成分においては No. 13~17 点以外の点について有意な正の相関がみられた。

咬合位収縮 : x 成分においては No. 9 点以外で、y 成分においてはすべての点で、z 成分においては No. 9, No. 13 点以外で有意な正の相関がみられた。

笑い : x 成分において、No. 8, 9 点以外は有意な正の相関がみられた。y 成分においてはすべての点について有意な正の相関がみられた。z 成分においては No. 8, 9, 13 点以外は有意な正の相関がみられた。

どの指示運動・成分においても、口角点に近い点ほど、より高い相関がみられた。

IV. 考 察

1. 精 度

写真測量による誤差には、基準点の精度および配置、カメラの精度、座標読取装置および読取時の目視誤差などの複雑かつ多数の要素が含まれている。そこで本研究では、先に示したように単写真標定の精度を原ネガ上での中等誤差で、三次元座標の精度を基準点の地上座標とステレオ写真から求められた三次元座標との残差および相対精度で示した。

非測定用カメラで写真測量をする場合、測定用カメラでは既知である内部標定要素を未知変量として解析的に求めなければならない²⁶⁾。また、理論的には内部標定要素を多く考慮すればするほど精度は向上する。安藤¹³⁾、村井²⁷⁾の報告においても内部標定要素をすべて考慮した場合が最良であった。

本研究も内部標定要素として、主点の位置ずれ、画面距離、レンズ歪、フィルム彎曲を考慮した。原ネガ上での中等誤差の平均は、左 11.2 μm 、右 11.0 μm と、良好な収束状況を示した。また、相対精度は 0.272 % であり、安藤¹³⁾、村井²⁷⁾の報告とほぼ同程度であり本実験においては実用上十分な精度が保たれていたと考えられる。

2. 頭部固定について

本研究では、顔表面の動きを測定点の三次元座標の変化としてとらえているので、頭部の動揺は、動きの中にとり込まれてしまう。それに、顔面皮膚上に指示運動によって動かない点を設定することができないので、座標変換による補正を行うことは不可能である。そこで撮影時の動揺を最小におさえるべく、従来より顔面計測で用いられている左右耳桿と後頭部からの固定に加え、前頭部からも固定可能な頭部固定装置を製作し使用した。頭部の動きは左右耳桿を軸とした回転の要素が大きいのと思われるので、この前頭部のおさえは非常に有効であると考えられる。また指示運動は口唇周囲に局限しているので、前頭部のおさえが顔表面の運動に与える影響はほとんどなかったと考えられる。

3. 各指示運動時の顔表面の動きについて

各指示運動時における顔表面の動きを中心咬合位を基準として表した。これは被験者が有歯顎者であるので、中心咬合位が最も再現性があると思われたこと、また開口による顔表面への影響を考慮したことによる。

また基準平面をカンペル氏平面としたのは、カンペル氏平面が補綴学的に重要とされている平面である²⁸⁾こと、また前方基準点である鼻下点は皮膚上にあり、容易に印記が可能であったことなどの理由によるものである。

1) 口唇突出

地頭歯²⁹⁾は胎児の口輪筋部の組織像について、ほとんど皮下脂肪は認められず、皮下組織は全般的に密な結合組織より成り、全体として表情筋と真皮との間を結合する皮膚支帯の形態をとっていると報告している。また口唇の上皮はうすくこの上皮に筋層が密に結びついている。したがって口唇の測定点の動きは口輪筋筋束自体の動きと密接な関係にあると考えられる。口唇突出の際、上唇の測定点は上内前方へ、下唇の測定点は下内前方へ動き、鼻下点は僅かな動きしか示さない。口輪筋の内側筋束は口唇を閉鎖する機能を持ち、外側筋束は口唇を突出するのに関与する³⁰⁾。口輪筋（特に外側筋束）が鼻下点付近を固定点として収縮した時、筋束より深層にある腺組織、粘膜固有層の膨隆は前歯により遮られ口腔内方向へは向かえず、結果的に口唇皮膚を前方へ動かすことになるが、その膨隆は自由端である口裂方向へ向かうので口裂付近の点の前方移動量が大きとなる。森田³¹⁾はこの口唇の変化をX線テレビ映画法でとらえ、口唇突出時の正中部口唇の変化は粘膜唇部の膨張変化であり、上唇は前上方へ、下唇は前下方へ膨張すると報告している。以上のように口唇の挙動を考えると、前歯歯槽部および歯冠部は口唇突出に関与する重要な factor となっていると推察できる。前歯部の喪失がこの運動にどのような影響を与えるかは、以降の研究を待たなければならない。

口角点と口角結節点の動きのz成分には著しい相違がみられた。口角点は口輪筋内側筋束内縁に、口角結節点は外側筋束上に位置するため、外側筋束の収縮により、口角結節点は主として内方に動き口角点は前方に動いたと考えられる。

上頬部、頬部および下頬部の動きは口輪筋の収縮による口角の動きに付随したものと考えることができよう。口輪筋の収縮により modiolus は前方移動し、それに連結する筋や皮膚が伸張され、頬部点 (No. 20, 38 点) 下頬部点 (No. 24, 40 点) が前内方へ移動したものである。また、これらの点で上方に向かう動きの成分がみられる。これは、頬部では口輪筋が鼻下点付近を固定点として収縮するというに加え、頬筋浅層の下方から起こる筋束は口角部にて同筋の上方から起こる筋束と交差し上唇へ入る³²⁾ため、この筋束の伸張によって上唇の

上方への動きが伝達されたためと考えられる。また下頰部点については、口角下制筋の伸張がこの点の上方への動きを引き起こしたものと思われる。宮尾³³⁾は、口角下制筋の起始前端部 6~8 mm は下顎骨に付着せず、広頸筋に終ると報告しているが、このことも下頰部点の上方移動に関連があると推察される。上頰部、鼻翼部の動きは、口唇の突出変化が皮膚あるいは大小頰骨筋および上唇挙筋、上唇鼻翼挙筋を介して伝わったものと考えられる。

時実^{34,35)}は、口輪筋とオトガイ筋の協同的支配関係を筋電図より認めており、また橋本¹⁸⁾もモアレによる観察から同様のことを述べている。本実験においても、下唇赤唇縁の動きに比してオトガイ部の動きが小さかったのは、この協同的關係から口輪筋の収縮によりオトガイ筋の収縮が起こり、この部の皮膚が固定されたものと考えられる。

2) 口角牽引

口角牽引時の動きは、主として口唇、頰の外上後方への動きである。これらの動きは、頰筋の収縮による口角部の外上後方への移動によって生じたものであろう。

上唇部の点の動きが、正中より側方にゆくに従い、x y z 成分、距離とも増加傾向にあるのは、口角に近い皮膚ほど引き伸ばされていることを示している。また口角に近い点ほど口角点の動きに近づいているのは、上唇部の動きが口角部の動きによって受動的に生じたものであることを示していると思われる。

下唇についても同様のことがいえるが、上唇に比べ y 成分が大きいのは、口角の上方への動きが、直接的に伝達されているためであらう。事実、下唇赤唇縁上にある点の動きの y 成分をみると、ほぼ同じ値を示している。このことより口角から下唇にかけては、口角の動きに従い、後外方に伸長しながら全体として一本の帯のように前歯唇面にそって上方移動していることが推察される。この上唇と下唇の動きの相違は、上唇の上方への動きは鼻によって遮られているためと考えることができよう。

口角点および口角結節点の動きは、頰筋の収縮方向すなわち頰筋の走行に関係すると思われる。そこで、口角点、口角結節点の動きのベクトルと、眼耳平面に対する角度(眼耳平面の法線ベクトルと動きのベクトルとのなす角の補角)を求めると、No. 22 : 36.0°, No. 36 : 36.1°, No. 21 : 39.8°, No. 37 : 38.6° であった。宮尾の報告³⁶⁾によると、頰筋上部筋束は眼耳平面に対して 41~44° の角度をなし、下部筋束は 17~19° の角度をなしており、口角部の動きの方向は上部筋束の走行に近い。このこと

より、口角牽引時には頰筋上部筋束あるいは付加的に口角を上方にひく筋の作用が推察される。

また口角点から頰部点に移るにつれ、z 成分が他の成分に比べ著しく減少するという現象は、頰筋の起始部に近づくためと、口角部の後方移動による皮膚、頰筋筋腹、粘膜の膨隆によると考えられる。下山⁹⁾、中野⁵⁾は口角牽引時に下顎大臼歯頰側面に比較的大きな圧が発現したと報告しているが、これは頰部の膨隆が歯列方向にも生じていることを示していると思われる。

3) 咬合位収縮

咬合位収縮は、単に歯を咬みしめるだけでなく同時に口唇、頰にも力を入れる運動である。したがって皮膚の動きを引き起こす要素としては、口裂周囲のすべての表情筋の収縮が考えられる。

上唇の動きは下唇、下頰部、オトガイ部に比べると非常に小さかった。これは上唇の動きを規制する因子が他の部より多いこと、つまり内側には前歯列、上方には鼻の存在によるものであろう。また上唇部中央に位置する点(No. 16, 17, 4, 31, 32)は突出するが、これは口輪筋の収縮、特に内側筋束の収縮による歪がこの部の膨隆となって現れたものと考えられる。

下唇、下頰部、オトガイ部は、全体的にみても最も動きの大きい部分であり、特に上方への動き(y 成分)が顕著であった。これは、口裂より上方には、目・鼻などの皮膚の動きを規制する因子が多いのに対し、口裂より下部にはそのような規制因子がなく頸部まで free であること、口角下制筋の一部が広頸筋に移行することなどによるものであろう。咬合位収縮によって口輪筋が収縮するとき、協同的神経支配^{34,35)}によりオトガイ筋も収縮することが考えられる。しかしながら、オトガイ部の動きは口唇突出時に比べはるかに大きい。これは口唇突出時の口唇の変化が粘膜唇部の膨隆であるのに対し、咬合位収縮時には口輪筋内側筋束の収縮による赤唇部の口腔内への巻き込みのため、下唇オトガイ部の皮膚が上方移動したためと思われる。

口角部は他の指示運動に比べ動きが小さい。口角部は、頰筋・口輪筋・口角挙筋・大頰筋・口角下制筋等の交差部と考えることができる。尾崎⁵⁾は最大咬みしめ時に頰筋に著明な EMG 活動を認めたと報告しており、鈴木¹¹⁾は上顎犬歯・中切歯唇側面に、下山⁹⁾は下顎第 1 大臼歯頰側面に著明な圧発現を認めたと報告している。これらのことより、modiolus に集まる筋群が同程度の張力で収縮をした結果、modiolus 自体の動きは小さいが歯列に対する圧力は大きくなったということが考えられよう。た

だ、口角点・口角結節点の動きの平均値は小さいが、そのばらつきは大きかった。ところが鈴木¹¹⁾は、咬合位収縮時の中切歯・犬歯唇側面の受ける圧は被験者間の差異も小さく、安定した圧力発現波形を示したと報告している。このことから、modiolus の固定位置は被験者間でかなり幅があるが、どの固定位置においても、頬筋・口輪筋がその長さで平衡を保ちながら等尺性の収縮を行い、歯列に対して安定した圧をおよぼしたと推察される。

4) 笑い

笑いにおける顔表面の動きは口角牽引にほぼ似ているが、その特徴は上頬部、上唇部および下唇オートガイ部に現れる。

上唇部は口角牽引に比べ大きい動きを示し、特に y, z 成分（後上方）において著しかった。また、鼻翼部も外上方への比較的大きい動きを示した。中尾²⁵⁾は笑いには大小頬骨筋や上唇挙筋群が関与するとしている。本研究の結果からも、小頬骨筋、上唇挙筋、上唇鼻翼筋の収縮が考えられ、これらの筋の停止部である上唇部、鼻翼部がこのような動きを示したと思われる。

上頬部点は口角牽引時と同様に外前上方の動きを示すが、やはり口角牽引に比してかなり大きい量の移動であった。これは口角の後上方への動きにより、この部の皮下組織、頬脂肪体が膨隆したためと考えられる。また笑いの場合には、頬筋のみならず大小頬骨筋等も収縮し、この点の動きが口角牽引よりも大となったと推察される。

下唇部、オートガイ部には他の運動ではみられない下方への動きがみられる。これは開唇すなわち下唇下制筋の収縮が起こるためと考えられる。

笑いにおいて、頬筋に加え頬骨筋も収縮するのであれば、その筋の走行から口角部、頬部の動きは口角牽引時と比べ上方成分の増加があると考えられる。しかしながら、この部の動きは口角牽引時と比べ若干大であるがその方向性に関してはあまり相違はみられなかった。下頬部点について口角牽引時の動きと笑いにおける動きを比較すると、他の成分に比べ y 成分が著しく小さかった。これは、下唇下制筋、口角下制筋の収縮の影響と考えられる。下頬部点はその位置がこの両筋に近いので y 成分の減少として現れたが、口角点ではその位置が、口角を上へ引く筋群と下へ引く筋群の作用の中間点にあるため方向性の相違がみられなかったと推察される。

4. 口角点と各点の動きの相関

従来より、modiolus の動きをとらえることの重要性が指摘されている³⁷⁾。modiolus はその解剖学的特徴から、

その動きが他の部位に与える影響は大きい。各指示運動における顔面各部の点の動きを観察した結果、これらの点の動きが口角点の動きに深く関係していると思われる。そこで、口角点と他点との動き (x y z 成分について) の相関係数を算出したところ、大部分の点において口角点の動きに対して有意な相関が認められた。また、口角点に近い点ほど相関係数は大であった。これは口唇、頬が1つの連続した組織であること、また口唇周囲の表情筋は口角を中心として放射状に配列している³⁷⁾ということを考えれば容易に理解できるであろう。一方相関のみられなかった点では以下の理由が考えられる。

口唇突出：オートガイ正中部の点については有意な相関がみられなかったが、これは口輪筋と協同的支配関係にあるオートガイ筋の収縮の影響によるものであろう。

口角牽引：上頬部点と上唇上部の点の z 成分において相関がみられなかったのは、前者は口角部の後上外方への移動による頬脂肪体の膨隆の影響、後者は前歯により後方への動きが制限されたためと考えられる。

咬合位収縮：オートガイ部、上頬部点の z 成分において相関がみられなかったが、これはオートガイ筋の収縮と頬脂肪体の膨隆のためであろう。

笑い：オートガイ部と上頬部点で相関がみられなかったのは、下唇下制筋の収縮と頬脂肪体の膨隆によるものと思われる。

以上、オートガイ筋、下唇下制筋、頬脂肪体などの局所的な影響は考慮する必要があるが、口角点の動きから他の部の動きを推察することが可能であると思われる。したがって口唇、頬の歯列あるいは歯齦に与える影響を考えると、口角点を代表点としてその動きをとらえることが有効であると示唆された。また、下顎義歯唇側の床縁決定に重要な因子である下唇オートガイ部については、その挙動、歯列に対する圧等について、より詳細な研究が必要であると思われる。

V. 総括

口腔機能時における顔面、特に口唇、頬の挙動を把握することを目的とし、35 mm カメラによる三次元形態測定システムを応用し、顔面皮膚の動きを三次元的に数値化することを試みた。また、顔面の立体写真撮影の便宜および測定精度を考慮し、基準点フレームを組み込んだ頭部固定装置を製作した。被験者は個性正常咬合を有する有歯顎者 101 名（年齢 22～30 歳）であり、口唇を中心に 41 個の測定点を顔面皮膚上に印記し、各種指示運動

の前後での各測定点の三次元座標の変化から顔表面の動きを検索した。

指示運動は、口唇突出・口角牽引・咬合位収縮・笑いであり、各測定点の動きをカンペル氏平面を基準として、 xyz 成分と移動距離で表した。その結果以下の知見が得られた。

1. 本システムにおける顔面計測の精度は実用上十分であることがわかった。

2. 各指示運動時の顔表面の動きには以下の傾向がみられた。

(1) すべての指示運動において、左右対称の点ではほぼ同じ動きを示し、有意な差はみられなかった。

(2) 口唇突出では、左右頬部、口角部および上唇部の上前内方への動きがみられた。下唇部は内下前方への動きがみられた。オトガイ部は著しい動きはみられなかった。最大の動きを示したのは口角点であった。

(3) 口角牽引では、頬部、下頬部、上下唇部において外上後方への動きが、オトガイ部において上方への動きがみられた。上頬部点では外上前方への動きがみられた。また、最大の動きを示したのは口角点であった。

(4) 咬合位収縮では、主として口裂より下部に上前方への動きがみられた。口角より内側の点は内方に、外側の点は外方に動く傾向がみられた。口角点、口角結節点の動きは他の指示運動に比べ著しく小さかった。

(5) 笑いにおいては、上唇部、頬部、下頬部、口角部では外上後方への動きが、上頬部、眼下部では外上前方への動きがみられた。下唇オトガイ部では外下後方への動きがみられた。また、最大の動きを示したのは口角点であった。

3. 口角点の動きと他の点との動きには、大部分の点において有意な相関がみられ、口唇、頬等の口腔周囲の軟組織の動態を探索するためには、口角点の動きの把握が重要であることが示唆された。

稿を終るに臨み、終始ご懇篤なご指導とご校閲を賜りました長尾正憲教授、ならびに林都志夫名誉教授に深甚なる謝意を表します。また専門的立場から適切なご指導、ご校閲をいただきました東京大学生産技術研究所村井俊治教授に深く謝意を表します。併せて、ご助言、ご指導をいただいた松岡龍治博士、奥田 勉氏および本研究にご協力下さいました教職員各位に謹んで感謝の意を表します。

本論文の要旨の一部は、昭和 60 年 6 月第 73 回日本補綴歯科学会学術大会、昭和 60 年 10 月日本写真測量学会秋期学術講演会、昭和 61 年 5 月日本写真測量学会年次学術講演会および昭和 61 年 6 月第 75 回日本補綴歯科学会学術大会において発表した。

文 献

- 1) 林都志夫：全部床義歯補綴学，1～51，医歯薬出版，東京，1982。
- 2) Watt, D.M. and Macgregor, A.R. : Designing Complete Dentures, 4～97, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1976.
- 3) Fish, W. : Principles of Full Denture Prosthesis. sixth edition. 32～64, Staple Press, London, 1964.
- 4) Isley, C.L. and Basmajian, J.V. : Electromyography of the human cheeks and lips, Anat Rec, 176 : 143～148, 1973.
- 5) 尾崎雅征：口輪筋と顎筋の間に存在する機能的相関に関する研究 I. ヒトの両筋の活動様式について，歯基礎誌，19 : 264～275, 1977.
- 6) Gould, M.S.E. and Picton, D.C.A. : A method of measuring forces acting on the teeth from the lips, cheeks and tongue, Brit Dent J, 112 : 235～242, 1962.
- 7) 森崎益夫：機能印象に関する筋圧の研究 [I] 上顎有歯顎者の水平圧について，歯学，59 : 43～75, 1971.
- 8) 中野幸夫：機能印象に関する筋圧の研究—下顎有歯顎者の唇頬側部における水平および垂直筋圧について—，歯学，69 : 385～419, 1981.
- 9) 下山和弘：下顎大臼歯頬舌側面における筋圧，口病誌，49 : 633～662, 1982.
- 10) 金田 洌：下顎義歯床翼頬舌側面における筋圧，口病誌，50 : 489～515, 1983.
- 11) 鈴木哲也：上顎中切歯，犬歯唇側面における筋圧，補綴誌，29 : 1～14, 1985.
- 12) 上條雍彦：口腔解剖学 2 筋学，219～250, アナトーム社，東京，1966.
- 13) 安藤秀二：35 mm カメラによる三次元形態測定システム，第 1 報，システムの開発と臨床応用のための基礎的研究，補綴誌，29 : 1388～1402, 1985.
- 14) 安藤秀二：35 mm カメラによる三次元形態測定システム，第 2 報，全部床義歯の床内面積の測定，補綴誌，30 : 100～107, 1986.
- 15) 若松 普，小笠原和義，猪鹿倉兼三：等高図法による顔面の歯科学的研究，口腔解剖研，18 : 179～187, 1961.
- 16) Rosenblum, R.E. : Orofacial muscle activity during deglutition as revealed by physiographic cinematography, Angle Orthodont, 33 : 162～177, 1963.
- 17) Martone, A.L. : Physiographic cinematography studies of a prosthodontic patient : an initial report, J Prosthet Dent, 14 : 1069～1079, 1964.
- 18) 橋本 淳：モアレ縞応用による顔面の動的観察—表情運動の変化について—，歯科学報，73 : 1507～1560, 1973.
- 19) 橋本 淳：モアレ縞応用による顔面の動的観察—咀嚼運動

- の変化について一，歯科学報，73：1818～1847，1973.
- 20) 太田是男：義歯による顔面の変化，歯科学報，71：395～420，1971.
 - 21) 大内英男，椎名統治，西口定彦，延島三男，伊藤宜昌：Photogrammetry による顔面観察（第1報），日矯歯誌，22：62～65，1963.
 - 22) 大内英男，西口定彦，延島三男，伊藤宜昌：Photogrammetry による顔面観察（第2報），日矯歯誌，23：201～210，1964.
 - 23) 斉藤比登志，大畑昇，内山洋一，岸浪建史，三好隆志，斉藤勝政：顎顔面形態計測の新しい試み（レーザー・ITVシステムを応用した非接触型形状自動測定），顎顔面補綴，7：167～168，1984.
 - 24) 斉藤比登志，大畑昇，内山洋一：顎顔面形態計測の新しい試み—その2 光計測の高速化—，顎顔面補綴，8：112～113，1985.
 - 25) 中尾喜保：新版 生体の観察，447～456，メヂカルフレンド社，東京，1981.
 - 26) 日本写真測量学会編：解析写真測量，1～56，日本写真測量学会，東京，1983.
 - 27) 村井俊治，奥田勉，中村秀至：非測定用カメラを用いた解析的写真測量に関する研究，東京大学生産技術研究所報告，29：195～209，1981.
 - 28) 坪根政治，豊田静夫：総義歯臨床形態学，138～176，医歯薬出版，東京，1978.
 - 29) 地頭齒長生：顔面筋に関する人類学的並びに形態学的研究第3編 表情筋に関する組織学的研究，鹿児島大学医学雑誌，9：73～80，1957.
 - 30) 森 於菟，他：解剖学 1 第10版 268～273，金原出版，東京，1969.
 - 31) 森田義和：X線テレビ映画法による機能時の口唇の動的観察 1. 正中矢状面での口唇の変化について，歯科学報，79：1599～1620，1979.
 - 32) 並木俊雄：日本人口唇の解剖学的研究 その2. 口唇を形成する筋束に関する研究，歯科学報，59：611～634，1959.
 - 33) 宮尾尚文：日本人口筋の解剖学的研究 口角下制筋，下唇下制筋，オトガイ筋，口輪筋の起始について，歯科学報，72：1927～1950，1972.
 - 34) 時実 博：顔面筋の筋電図学的研究，お茶の水医誌，2：1～14，1954.
 - 35) 時実 博：筋電図—その臨床応用 顔面筋の神経支配に関する筋電図学的研究，99～111，永井書店，大阪，1954.
 - 36) 宮尾尚文：日本人口筋の解剖学的研究 頬筋の起始と経過について，歯科学報，72：1842～1963，1972.
 - 37) 上條雅彦：口輪筋，表情筋，モダイアラスなどと前歯との関連，歯界展望，48：33～40，1976.