モーションキャプチャーシステムを用いた、スマイルトレーニング前後の笑顔の動的変化に関する研究

大阪大学大学院歯学研究科　顎口腔機能再建学講座

荘　村　泰　治、若　林　一　道、川　村　芳　子

There is few people who can make a natural smile in front of company or a camera, a lot of people cover their mouth and control their smile. Many books say "To make a good smile, it is important to have high self-esteem and improve themselves." In dentistry, it is often said that white and regular teeth is necessary to make a good expression (smile). In the previous studies, the smile was analyzed by static. But the smiling action was not static but dynamic, it is necessary to analyze the smiling action by dynamic for evaluate a smile. The aim of this study is to analyze the asymmetry of the smiling action by dynamic using the motion capture system. The smiling action of 7 female were taken by DV camera and analyzed by motion capture system. And the angle and speed of corners of mouth, the length of both sides of upper and lower lips were analyzed by mean CV of Asymmetry Index (AI). As a result, in all subjects except for one subject, mean CV of AI significantly decreased in at least one of four parameters after smile training. In one subject, all mean CVs significantly decreased. On the whole, the CV of AI decreased in all four parameters, especially the decrease was significant in the AI-UP. The asymmetry of the lip in the process of smiling action could be dynamically analyzed using a motion capture system. The study results suggest that the smile training could be an effective method to make symmetric smile.

1．緒　言

人前やカメラの前で自然な笑顔を作ることができる人は少なく、日本では多くの人が口（歯）を隠し、笑いを抑えようとする。それはいい笑顔が作れず、顔が崩れてしまうためと考えられる。

我々歯科の分野において、白い歯やきれいな歯並びなどがいい表情を作るために必要であるといわれる。美しい笑顔では唇のあいだからこぼれる歯のライン（スマイルライン）が下唇に沿って美しいカーブを描いている。このいい表情（笑顔）を作るため、スマイルトレーニングや口唇周囲の筋肉を鍛える装置などが紹介され、いくつかの報告も見られる[1)]。

しかし、これまでの研究は安静時と微笑時、もしくはトレーニング前後の写真で左右の非対称性などを分析した報告がほとんどであった。"笑う"という行動は"静止"しているものではなく、口唇から目周囲の軟組織にわたる一連の"動作"である。最終的な形態が左右対称であっても、左右の動きが対称でなければ、美しい笑いであるとは言い難いと思われる。そのため、"笑う"という一連の動作を定量的に分析することがよい表情（笑顔）を得るために必要である。

そこで本研究は、よりよい笑顔を得るための示唆を得るため、スマイルトレーニングの効果について、モーションキャプチャーシステムを用いることにより、トレーニング前後における口唇周囲の形態的変化を動的な観点から分析を行った。

Analysis of the Dynamic Change of Smiling Face before and after Smile Training using Motion Capture System

Taiji Sohmura, Kazumichi Wakabayashi, Yoshiko Kawamura*

Division of Oromaxillofacial Regeneration, Osaka University Graduate School of Dentistry

*

2．実験方法

2－1．被験者

被験者は本学歯学部の職員より、研究の趣旨を説明し同意の得られた者の中から、顎顔面外傷の既往がない20歳代女性7名（平均26.4歳、SD3.8歳）を選択した。

2－2．スマイルトレーニングの方法

スマイルトレーニングは以下の手順で行った。

①鏡の前で人差し指を口唇の両端にかるくあて、ゆっくりと斜めに引き上げる。初めは少しだけ引き上げて5秒間保持後、元に戻す。

②もう少し口唇を引き上げて10秒間保持後、元に戻す。

③大きく口唇を引き上げて10秒間保持後、元に戻す。

④頬骨に指をあてて、マッサージを行う。

上記①～④のスマイルトレーニングを一日に5セット行うように指示した（図1）。

2－3．計測方法

モーションキャプチャーで運動を追跡する標点には、絹田ら[2)]が考案した直径約10mmのラベル紙に円形のパターンを印刷した標点を用いた。被験者を椅子に座らせ、左右のキューピッドボウ頂点（marker 1、2）および口角（marker 3、4）、下唇の中央（marker 5）に標点を貼付した（図2）。そして各標点の運動を被験者の前方1ｍに設置した家庭用DVカメラ（DCR-TRV900、ソニー；解像度：

1. 鏡の前で人差し指を左右の口角にかるくあてる
2. ゆっくりと口角を斜めに引き上げる
3. もう少し口唇を引き上げて１０秒間保持後、元に戻す
4. さらに口唇を引き上げて１０秒間保持後
5. 頬骨に指をあてて、表情筋のマッサージを行う
6. 上記のトレーニングを１日５回行う

図１　スマイルトレーニングの方法

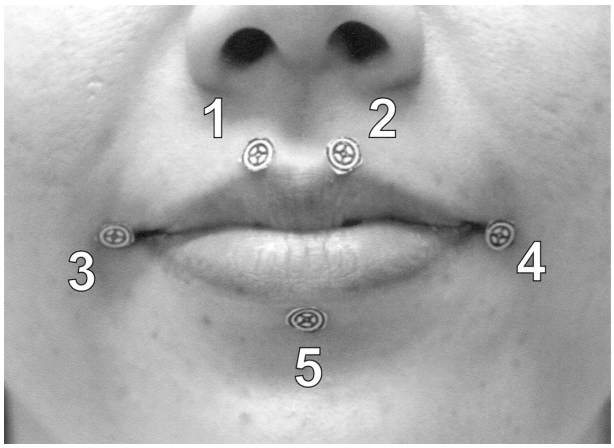

図２　口唇周囲に貼付した標点

図３　デジタルビデオによる運動の記録

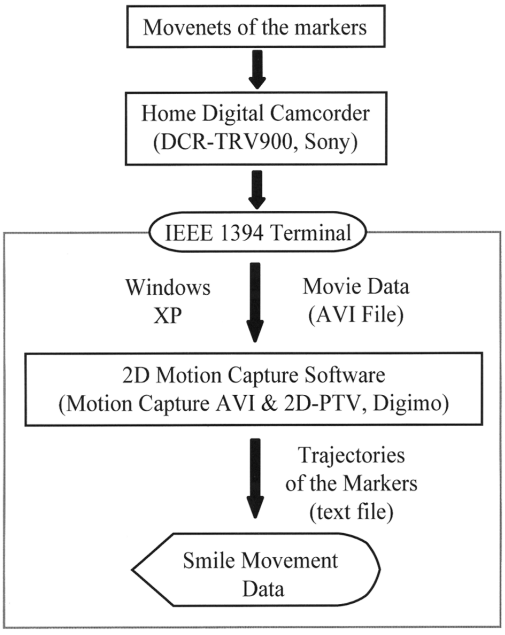

図４　運動の記録から解析までの流れ

720×480 ピクセル、毎秒 30 フレーム）で撮影した（図３）。得られた動画データを、IEEE1394 端子を経て 32 ビット PC（Pentium4 2.4GHz Dual、Windows XP（マイクロソフト）, Memory 1GB）に転送し、動画ファイル変換ソフトウェア（Motion Capture AVI、デジモ）およびモーションキャプチャー解析ソフトウェア（2D-PTV、デジモ）により、各標点の運動軌跡を得た（図４）。各被験者について、計測点の速度、加速度、口角部の角度のデータを取得した。被験者には、１日５回１ヶ月間のスマイルトレーニングを指示し、トレーニング前と、終了後の計２回測定を行った。一回の測定において、笑う運動を５回行わせた（図５）。

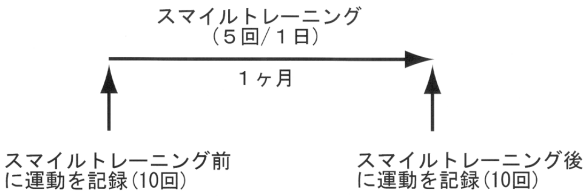

図５　運動記録のタイムスケジュール

2－4．分析方法

標点ならびに計測項目を図６に示す。計測項目は marker １、３間の距離（line 1）、marker ２、４間の距離（line 2）、marker ３、５間の距離（line 3）、marker ４、５間の距離（line 4）、marker ３、４間の距離（line 5）、marker ３、４部の角度（angle 1、2）、marker 3、４の移動速度（speed 1、2）とした。

左右非対称性の判定には非対称性指数（Asymmetry Index：以下 AI と略す）を用いた。

AI（Asymmetry Index）＝｛(R－L) / (R ＋ L)｝×100

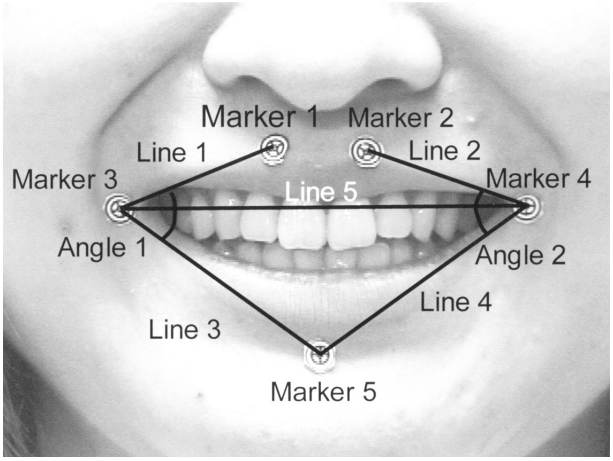

図６　運動解析に用いた標点、距離および角度

トレーニング前後において、被験者毎に以下の４項目についての分析を行った。

１）Line 1 と Line 2 の AI（AI-UP）
２）Line 3 と Line 4 の AI（AI-LW）
３）Angle 1 と Angle2 の AI（AI-Ang）
４）Speed 1 と Speed2 の AI（AI-Vel）

トレーニング前後において、10 連続の笑顔の動作の中で marker ３、４間の距離（line 5）が中央値をとる笑顔の動作を本実験のデータとして採用した。上記４つの分析項目について、AI の変異係数（CV）を５回の運動についてそれぞれ算出し、その平均値を求めた。そしてトレーニング前後における変異係数の変化を paired Student's t-test（α =0.05）にて検定を行った。

３．結　果

トレーニング前後で比較を行った結果、被験者６を除くすべての被験者において、スマイルトレーニング後、４つのパラメーター（AI-UP、AI-LW、AI-Ang、AI-Vel）のうち少なくとも１つで、AI の変異係数（CV）の平均値は有意に減少した（表１）。

被験者３においてはすべての項目において AI の変異係数（CV）の平均値は有意に減少した。特に、AI-UP において大きく減少していた（図７）。

被験者のうち１名は上顎犬歯の唇側転位により marker 4 の傾斜が強くなり、モーションキャプチャーによる計測が不可能であったため本実験から除外した。

４．考　察

４－１．計測方法について

顔貌の対称性を検討する方法として、顔面正貌写真[3]やモアレトポグラフィー[4、5]が多く用いられている。これらの方法では、主に笑う動作の最終状態において、顔面における特徴点間の距離などを分析している。しかし、写真を使用した分析では笑う動作の途中における非対称性を分析することはできない。また、写真分析では笑顔を撮影する際､笑顔を維持するために表情筋が緊張しているため、自然な笑顔を得ることが極めて困難である。精神的にも緊張しており不自然な笑顔となっている写真が多い。これらの問題点を考慮し、本研究では自然な状態で笑顔の非対称性を動的に分析するため、DV カメラ使って動画を撮影し、モーションキャプチャーシステムを用いて計測を行った。その結果、自然な笑顔の経時的な変化について分析を行う

表１　スマイルトレーニング前後の平均 CV

		Mean CV			
		AI-UP	AI-LW	AI-Ang	AI-Vel
Subject1	Before	0.30	0.84 **	0.44 *	0.80 **
	After	0.27	0.29	0.35	0.66
Subject2	Before	0.33 *	0.12	0.23 **	0.88 **
	After	0.22	0.17	0.14	0.73
Subject3	Before	0.50 **	0.49 *	0.64 *	0.79 **
	After	0.24	0.25	0.42	0.66
Subject4	Before	0.93 **	0.74 **	0.64 *	0.87
	After	0.42	0.05	0.11	0.85
Subject5	Before	0.60 **	0.22 ** +	0.63	0.71 * +
	After	0.29	0.78	0.82	0.82
Subject6	Before	0.11	0.17	0.10 ** +	0.73
	After	0.10	0.19	0.29	0.86
Subject7	Before	0.46 **	0.30	0.45	0.80
	After	0.26	0.25	0.35	0.76

*<0.05　　**<0.01　　+はCVが増加

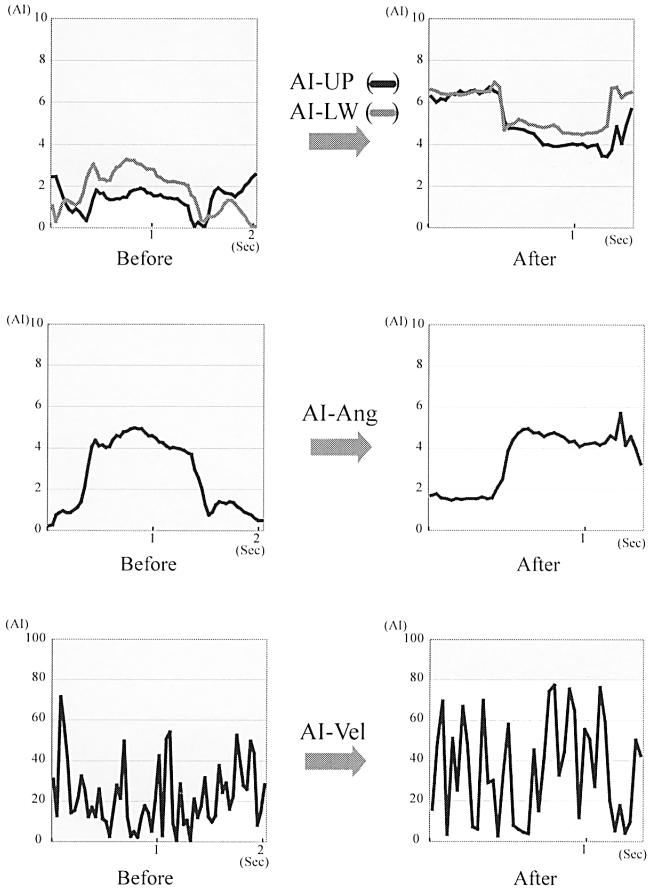

図７　スマイルトレーニング前後における AI の変化（被験者３）

ことができた。

本実験に用いたDVカメラは1秒間に30枚の640×400ドット画像を撮影するものである。現在、ハイビジョン用カメラなどが安価に発売されるようになってきたため、このようなカメラを用いれば、より、精度の高い解析が可能となるものと考えられる。

4－2．被験者の選択について

被験者の選択については、スマイルトレーニングに対するモチベーションの強さが実験結果に影響を及ぼすものと考えられた。そのため、被験者には、1日の中で鏡を見る時間が長く、また口唇周囲に関する関心が高いと考えられる、20代の女性歯科医師を選択した。

1名については、上顎犬歯の唇側転位によりmarker 4の傾斜が強く、モーションキャプチャーによる計測が不可能であったため本実験から除外した。被験者には、犬歯、小臼歯部に歯列不正を有するものは除外する必要があるものと考えられた。

4－3．実験結果について

人の顔の表情は、精神活動の中でも特に感情状態を最も顕著に反映し、その感情の伝達に重要な役割を果たしている。とりわけ笑顔は相手に好意と安心を与える貴重な財産とされている。顔の表情における非対称性には左右の筋活動量の差などが考えられる。東らは「笑い」の表情が表出された時の表情筋の筋活動について評価を行った結果、表情の大きさと、下唇下制筋、大頬骨筋、口輪筋の筋活動量との間には、正の相関を示す傾向がみられたと報告している[6)]。我々は筋活動量を評価する代わりに、口唇周囲の特徴点の速度や距離、角度の時間的変化に着目し、運動の評価を行った。AIは一連の運動の中で時間経過とともに変化しており、左右の非対称性を動的に分析することの必要性が示された。

スマイルトレーニングの効果については、トレーニング前のAIの値が0ではないため、AIの変化でその効果を評価せず、変異係数を一連の運動中における筋活動のバランスとすることにより、評価した。被験者6を除く全ての被験者においてスマイルトレーニング後、4つのパラメーターのうち少なくとも1つでAIの変異係数（CV）の平均値が有意に減少した。被験者3においてはすべての項目においてAIの変異係数（CV）の平均値は、有意に減少した。必ずしもすべての項目においてCVの減少は認められなかったが、スマイルトレーニング前後において、左右の筋活動のバランスが安定するようになる傾向が認められた。

1名の被験者において、歯列の影響によりmarkerの追跡ができなかった。歯列不正や顔の形態が口唇周囲の形態に影響を及ぼすものと考えられるため、画一的なスマイルトレーニング方法ではなく、歯列や顔の形態を考慮したスマイルトレーニングの方法を検討する必要があるものと考えられた。

5．結論

モーションキャプチャーシステムにより、笑う過程における口唇周囲の非対称性を動的に分析することができた。また、本研究の結果よりスマイルトレーニングが左右対称的な笑顔をつくるための有効な方法であることが示唆された。

（参考文献）

1）松尾　通：大顔展図録，78-79，読売新聞社，1999.
2）Kinuta, S., Wakabayashi, K., Sohmura, T., Kojima, T., Nagao, M., Nakamura T. and Takahashi, J.: Simple system to record jaw movements by a home digital camcorder. Int. J. Prosthodont., 16, 563-568, 2003
3）大作武彦，李　団団，上田路和子，佐藤義孝，中村昌幸：顔（正貌）と咬合との研究 正貌顔面規格写真の分析 ベッグ矯正歯科ジャーナル，8，47-51，1997.
4）河相安彦：モアレトポグラフィーによる顔面形態に関する研究　咀嚼の習慣が顔面形態に及ぼす影響について．日大口腔科学18，1-4，1992.
5）北條健三：モアレ縞による顔面の対称性に関する研究．歯科学報，81，1203-1235，1981.
6）東　和生、丸山剛郎：よい表情を生みだす筋肉　微笑みをあなたに，7，6，1995.