

視線と口唇の相互作用によるメンタルヘルスの可視化と意味づけ(第 2 報)

Visualization and Meanings of Mental Health State

Based on Mutual Interactions Between Eye-gaze and Lip Movements (The Second report)

堅田 映美[†] 佐藤 和人[†] 間所 洋和[†] 禹 ハンウル[†] 門脇 さくら[‡]

Emi Katada Kazuhito Sato Hirokazu Madokoro Hanwool Woo Sakura Kadowaki

1. はじめに

気分状態は日々の様々な事柄で変化をし、生活を営んでいる間常に影響を受けている。加えてストレス耐性や感受性は人によって個人差がある。そのため、個人で自身のストレス状態を日常的に、長期間計測し、知ることが必要である。その問題点を解決するため、我々は自身のストレス状態はどうであるかを知るために、医療機関だけではなく自身で簡易的に計測・管理を行えるよう、メンタルヘルスの可視化を目的に研究を行っている。

日常的に抱える心理的ストレスと行動反応の相互関係を記述し、定量的な解析を行うためには、十分なデータ量の確保が重要となる。そのため、本研究では心理、行動、生体反応の取得期間を長期に設定した独自のデータセットを目指した。具体的には、同一被験者の気分状態を把握する為に、女子大学生が POMS2 (Profile of Mood States Second Edition) にそって質問を行っているビデオに回答する時の身体情報(視線、心拍、表情)を取得する。POMS2 は本来紙面に回答し、気分状態を把握するものであるが、被験者の行動情報を取得しながら気分状態を把握するため、独自にビデオを制作した。以上より、自然な状態と意図的な状態の行動反応・心理反応・生体反応の視点から分析することでストレス反応の変化を客観的に可視化することを試みた。先行研究(第 1 報)では気分状態のカテゴリ分類、気分状態と視線との関係性の分析を行った。その結果、気分状態をカテゴリ分類することができ、そのカテゴリや気分状態の変化との関係性を分析することができた。加えて、視線の分析では気分状態の変化によって視線の集中度合いが変化することが分かった。しかし、解析が視線のみで表情について考察できておらず、得られた知見では気分状態を把握するには至らなかった。本研究(第 2 報)では、意図的な笑顔を表出している表情の解析を行い、笑顔を表出している時間や表出パターンの変化を、気分状態の違いで比較分析することにより、表情と気分状態の関係性を分析する。

2. 周辺研究

我々はこれまでに表情と心理状態との関連性を明らかにするために、表情空間チャートという枠組みを用いて、ストレスと表情表出の関係性を検証した結果、ストレスの蓄積程度の違いが表情の種別や表出プロセスに影響することを明らかにした[1][2]。また、ストレス刺激後の意図的な表情を繰り返し表出するプロセスに着目した表出テンポとリズムという枠組みを提案した[3]。表出テンポとリズムは、表情の表出程度をラベル化した時系列変化において、無表情から表情表出を経て無表情に戻る区間を 1 テンポ、テンポを複数回繰り返したものを 1 リズムと位置づけ、快刺激

[†] 秋田県立大学, Akita Prefectural University

[‡] SmartDesign 株式会社, SmartDesign Corp.

時に比べて不快刺激時の方が、「喜び」表情の 1 テンポを構成するフレーム数のばらつきが大きいことを示した。さらに、心理的ストレスの蓄積程度と表情表出の相互関係を表現したストレスモデルを構築し、心理的ストレスの影響が表れやすい表情が「喜び」と「悲しみ」の表情である事を明らかにするとともに、表情の種別によって表れやすい顔部位が異なる可能性を示した[4][5][6]。加えて、情動喚起ビデオによる快・不快刺激後の「喜び」表情の意図的な表情表出過程に着目し、顔部位が刻む表出リズムを相互情報量の観点から定量的に解析した結果、各顔領域が刻む表出リズムにおける相互情報量の大小関係や順序関係から表情の印象が推定できる事、また表情表出時の自然さや不自然さの程度を測る指標として有効である事を示した[7]。

また、表情と気分状態との関係性を分析する研究として、濱田ら[8]は顔表情のうち目・眉・口と体の動き、生理指標として脳波に着目を行い、脳波解析結果に基づく内部状態と各特徴との関係性を求めた。その結果、目・眉・口・体の動きから得られる各特徴量と生理指標の脳波解析結果における α 波、 β 波、 θ 波の優勢脳波との比較を行い、関係性を示した。有田ら[9]は表情と顔温度、心拍数、瞳孔径の 4 つの指標を用いて被験者の感情を推定する方法を検討した。各指標のデータは被験者に感情を生起させる映像を提示しながら取得した。推定を行い、識別を行ったところ正答率は 40-56% となり、良好とはいえない数値となった。上田ら[10]は、表情の個人差に着目し、表情の表出を行う運動変化の個人差に加え、静的表情空間の個人差がどのように表情の印象に影響するかを検証した。その結果、個人の静的表情空間の違いは中立表情時の印象や、ほほえみ表出後の印象にも一貫した影響を与えることを示した。

これらの研究は一過性のストレス刺激についてのみ言及しているが、慢性的なストレス状態についても言及することで、日々変化する感情やストレスに対応することができる。また、動的表情空間や静的表情空間の個人差について言及しておらず、表情と気分状態の関係性のみの検証であり、個人差による気分状態への影響を考慮していない。

3. 提案手法

笑顔の表情表出の時系列的変化の特徴を捉えるため、Kohonen の SOM (Self-Organizing Map) を拡張したリカレント SOM (Recurrent Self-Organizing Map) の特性[11]を取り入れる。これにより表情表出を時系列に考慮した写像をすることで、1 フレーム前に入力したデータとの変化を学習し、その変化の特徴を含めた写像を可能とする。しかし、SOM も含めリカレント SOM のアルゴリズムには学習前にマップサイズを決定しておかなければならないという欠点を有する。一方、Dittenbach らの階層成長型 SOM (Growing Hierarchical Self-Organizing Map) の手法[12]は、階層化だけでなくマップの成長も促すため、対象問題に最適なマップ

サイズを自動設定できるとともに、可視化特性にも優れる。このアルゴリズムは、各層の各マップは独立した SOM から構成されるため、学習も完全に独立で行われる。

本研究では、笑顔の表情表出をリカレント SOM によって近傍写像された重みを、階層成長型 SOM によって再分類する手法を提案し、ここでは階層成長型リカレント SOM (GHR SOM) と定義する。提案手法の処理フローを図 1 に示す。データセットとなる笑顔の表情表出は実験により取得した笑顔を 3 回表出した動画データを対象に、Viola-Jones 法[13][14][15]を用いて顔オブジェクトを検出し、解析対象領域である顔画像を生成したものを用いる。顔画像の解像度は、 160×160 ピクセルの gif 動画を用い、奇数フレームをトレーニングデータ、偶数フレームを分類対象のデータとした。次に、画像に対して 160×160 ピクセルの対象領域内をガボールウェーブレット変換し、 16×16 ピクセルの画像特徴をリカレント SOM に入力した。写像空間は 1 次元の 15 ユニットとした。最後に、15 ユニットに対応した 15 個の重みを階層成長型 SOM に入力する。本実験では異なるデータセットを比較するために、階層成長型 SOM に必要なパラメータである breadth 値は 0.8, depth 値 0.001 と固定した。

4. 実験結果と考察

4.1 気分状態の変化に基づく表情の分析

図 2 に気分状態のカテゴリ分類を行った散布図を示す。横軸がネガティブな感情全般を表す TMD, 縦軸が友好度を表す F である。基準点は TMD, F それぞれの 20 代の平均値となっており、TMD が 55, F が 49 である。この中でも気分状態の変化が大きい 4 回実験を行った被験者 O (図 2-①) と気分状態の変化が小さい 8 回実験を行った被験者 H (図 2-②) に着目して表情について比較分析する。

4.1.1 気分状態の変化が大きい被験者の特徴

図 3 に被験者 O の気分状態がネガティブなときの笑顔の時系列表情画像、図 4 に気分状態がポジティブなときの笑顔の時系列表情画像を示す。図 3 の時の被験者 O の TMD は 69, 図 4 の時の被験者 O の TMD は 40 である。(a) が時系列表情画像を示しており、の画像左上が笑顔表出開始時の表情画像で、右下画像が笑顔表出終了時の表情画像である。その中の赤枠で囲まれた部分が意図的に 3 回笑顔を表出した箇所である。また、(b) が GHR SOM の重み可視化像であり、笑顔の表出に使われる重みの分類結果が示されている。その重みに分類されている顔が上部に赤枠で示している。図 5, 6 にそれぞれ被験者 O の実験 1, 2 回目の笑顔表出パターンを示す。無表情が 0, 笑顔の表情表出が 1 で示している。図 3 と図 4 を比較してみると、笑顔の表出時間に大きな違いがあり、気分状態がネガティブな時のほうが気分状態がポジティブな時より笑顔の表出フレーム数が少なく、表情表出の時間が短いことが分かった。また、笑顔の表出パターンを構成するユニット数を比較すると、ネガティブな時のほうがポジティブな時より構成するユニット数が少ないことが分かった。これらのことから、気分状態の変化が大きい被験者 O は笑顔の表出パターンを構成するユニット数が少なく、笑顔の表出時間が短い方が気分状態はネガティブであると考えられる。次に図 5, 6 を比較してみると、笑顔の表出パターンが変化していることが分かる。図 5 では 1, 2, 3 回目と笑顔の表出を繰り返す中で表出時間が

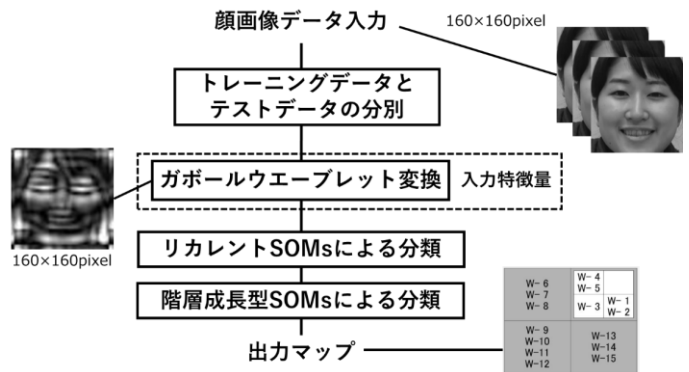


図 1 提案手法の処理フロー

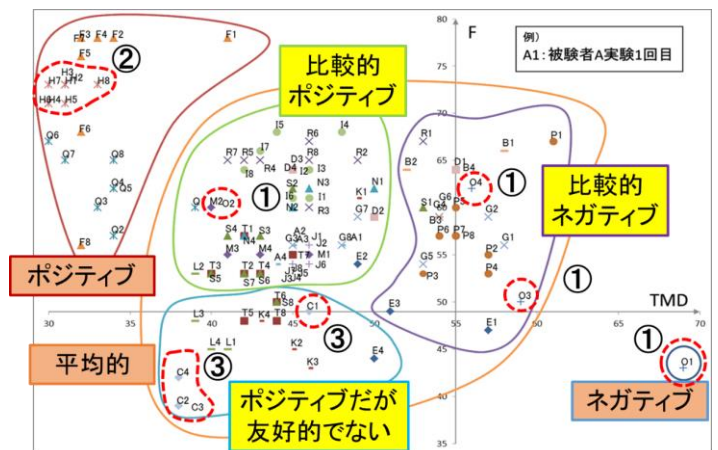


図 2 気分状態のカテゴリ分類を行った散布図

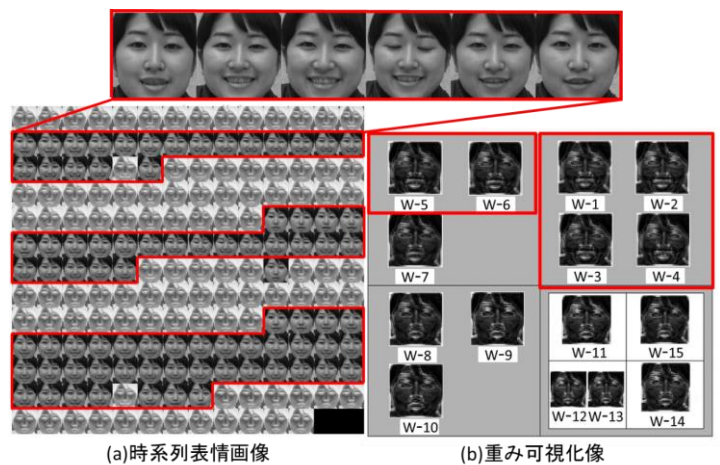


図 3 被験者 O 実験 1 回目(ネガティブ: TMD69)の時系列表情画像

徐々に増えていることが分かる。それに対して図 6 では 1-3 回目を通してパターンに変化がないことが分かる。このことから、気分状態がネガティブな時は笑顔の表出パターンが変化し、気分状態がポジティブな時は笑顔の表出パターンが変わらないことが分かった。

4.1.2 気分状態の変化が小さい被験者の特徴

図 7 に気分状態の変化の小さいポジティブな被験者 F の笑顔の時系列表情画像を示す。また、図 8 に被験者 H の実験 3 回目の笑顔の表出パターンを示す。図 4 と図 7 を比較すると、笑顔の表出時間に大きな差がないことが分かった。また、実験日によるユニット数の変化は現れなかった。加えて図 8 に示すように笑顔の表出パターンに変化はなかった。このことから、気分状態の変化が小さい被験者 F は表情の表出パターンを構成するユニット数や笑顔の表出時間、笑顔の表出パターンに大きな差が発生しない事が分かった。

以上の事から気分状態の変化が大きい被験者と、小さい被験者を比較し表情を分析することで、気分状態の変化により表情の表出パターンを構成するユニット数や笑顔の表出時間、笑顔の表出パターンに特徴があることが分かった。

4.2 表情表出パターンに特徴があった被験者

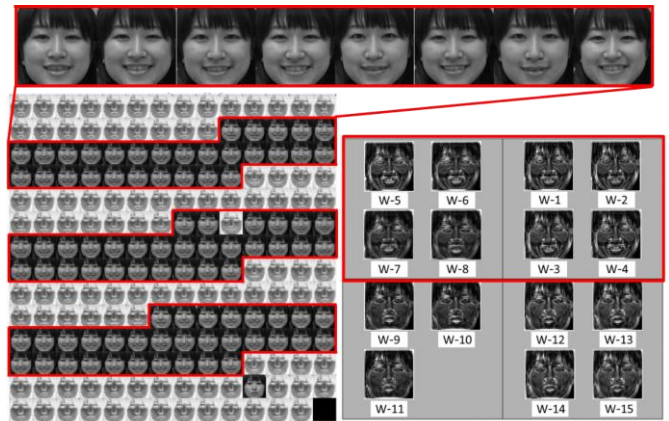
最後に、表情表出パターンに特徴があった被験者 C について考察する。被験者 C の気分状態の変化は図 2-③で示す。図 9 に示すのが、被験者 C の実験 1 回目の時系列表情画像である。また、図 10 に被験者 C の実験 1 回目の笑顔の表出パターンを示す。図 9 と図 3, 4, 7 の(a)を比較すると、図 9 の時系列表情画像の笑顔表出部分がまとまっていないことが分かる。図 10 の表出パターンを見ても波形が乱れている。被験者 C は気分状態の変化が大きい実験を 4 回行っている被験者ではあるが、実験 3 回目を除いて他の実験日にも共通している。気分状態との関係性は見られなかったが、口唇に関係があると考えられる。図 11 に被験者 C の実験 1-4 回目の口唇画像を示す。(c)の被験者 C の実験 3 回目では他の実験日と比べ、口角が両端とも上がっていることが分かる。被験者 C は他の被験者と比べ真顔と笑顔の差が小さく、実験 3 回目以外は重みづけをする際に分類が明確にできなかったのではないかと考えられる。このことから、笑顔の表出が弱い被験者でも対応できるよう、顔全体だけではなく顔を上下にわけ、顔部位ごとの解析も必要であることが分かった。

5. おわりに

慢性的ストレス状態と身体情報である視線との関係性を検証した結果、以下の点が明らかとなった。

- ・気分状態の変化が大きい被験者は、心理反応の変化に伴い表出パターンのユニット数や笑顔の表出時間、笑顔の表出パターンの違いが認められた。
- ・気分状態の変化が小さい被験者は、表出パターンのユニット数や笑顔の表出時間、笑顔の表出パターンに大きな差は見られなかった。
- ・笑顔の表情表出画像の解析は、顔全体だけでは解析できない被験者もいるため顔部位でも行う必要がある。

今後は、GHRMOM だけでなく他の手法との比較を行う予定である。また、今回得た表情や視線の情報でどの程度正確に気分状態を把握できるか検証する必要がある。



(a)時系列表情画像 (b)重み可視化像

図 4 被験者 O 実験 2 回目(ポジティブ: TMD40)の時系列表情画像

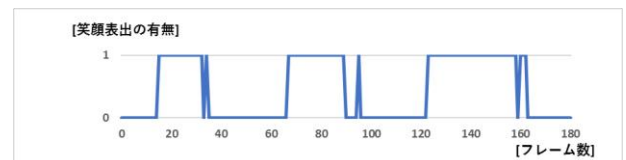


図 5 被験者 O 実験 1 回目の笑顔の表出パターン

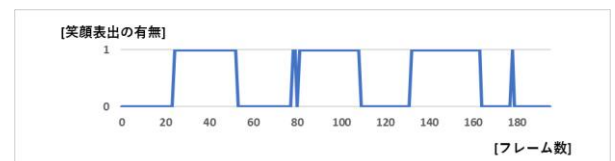
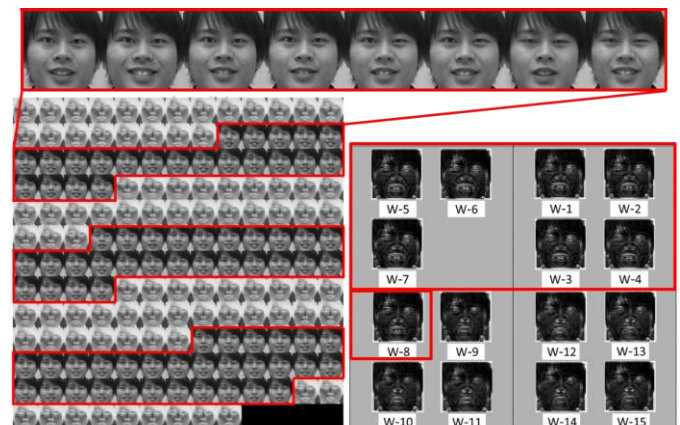


図 6 被験者 O 実験 2 回目の笑顔の表出パターン



(a)時系列表情画像 (b)重み可視化像

図 7 被験者 H 実験 3 回目の時系列表情画像

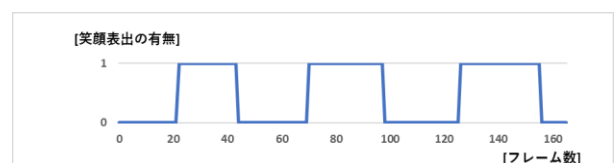


図 8 被験者 H 実験 1 回目の笑顔の表出パターン

謝辞

本研究を行うにあたり、被験者として協力いただきました本学の学生に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 間所洋和, 佐藤和人, 門脇さくら, “表情の時系列変化を可視化する表情空間チャート”, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), vol.23, No.2, pp.29-36 (2012)
- [2] H. Madokoro and K. Sato, “Facial Expression Spa-tial Charts for Representing of Dynamic Diversity of Facial Expressions,” Journal of Multimedia, Vol. 6, No. 1, pp. 1-12, Jan. (2007).
- [3] 佐藤和人, 間所洋和, 門脇さくら, “一過性のストレス刺激が意図的な表情に及ぼす影響”, 第11回情報科学技術フォーラム, RJ-005, pp.29-36(2012).
- [4] 佐藤和人, 間所洋和, 門脇さくら, “意図的な表情表出に及ぼす心理的ストレス要因の分析”, 第12回情報科学技術フォーラム, RJ-002, pp.21-28, 2013.
- [5] K. Sato, H. Otsu, H. Madokoro and S. Kadowaki, “Analysis of Psychological Stress Factors and Facial Parts Effect on Intentional Facial Expressions,” Proceedings of The Third International Conference on Ambient Computing, Applications, Services and Technologies, pp.7-16, Oct. (2013).
- [6] K. Sato, H. Otsu, H. Madokoro and S. Kadowaki, “Analysis of Psychological Stress Factors by Using Bayesian Network,” Proceedings of 2013 IEEE In-ternational Conference on Mechatronics and Auto-mation, pp.811-818, Aug. (2013).
- [7] 佐藤和人, 間所洋和, 門脇さくら, “笑顔の表出過程に着目した情動喚起ビデオによる顔部位効果の分析”, 第13回情報科学技術フォーラム, RJ-002, pp.13-22 (2014).
- [8] 濱田未来, 福添孝明, 渡邊陸, “動作・表情解析による人物内部状態推定の研究”社会法人情報処理学会研究報告(2007)
- [9] 有田蘭子, 越智晴香, 松藤貴大, 坂本博康, 福島重廣, “ファジィメンバシップ値を利用した正準相関分析による顔表情と生理指標からの感情推定”27th Fussy System Symposium (2011)
- [10] 上田綾子, 須賀哲夫, “顔の個人差が表情印象に及ぼす影響”, 日本顔学会誌, Vol.6, No.1, pp.17-24 (2007)
- [11] Oeloglu and A.Nur Zincir, Malcolm I. “ Growing Recurrent Self Organizing Map ”, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (2007).
- [12] 小原和裕, “階層型 SOM による質問応答システムのログ可視化”, 平成13年度 学士学位論文(2002)
- [13] Viola, P. and Jones, “ Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features “, Proc. Computer Vision and Pattern Recognition 2001 (CVPR 2001). Pp.1-511-1-518(2001).
- [14] Shakhnarovich, G., Viola, P. and Moghaddam, “ A Unified Learning Framework for Real Time Face Detection and Classification “, Proc. Automatic Face and Gesture Recognition 2002 (FG2002), p.8 (2002).
- [15] Viola, P. and Jones, “ Robust Real-Time Face Detection “, International Journal of Computer Vision (IJCV), Vol.57, No.2, pp.134-157 (2004)

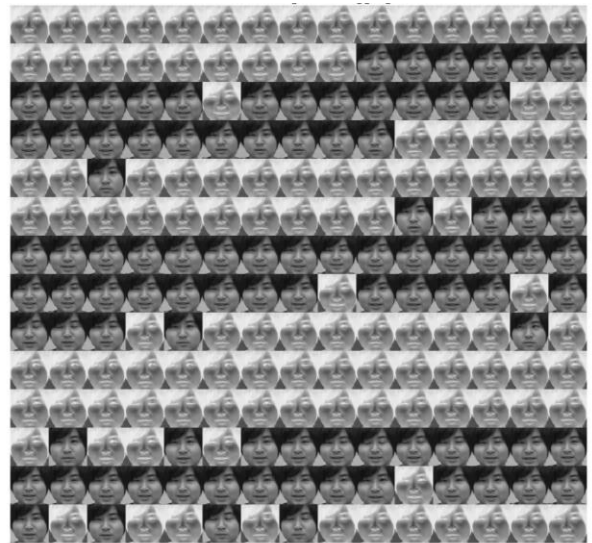


図9 被験者C実験1回目の時系列表情画像

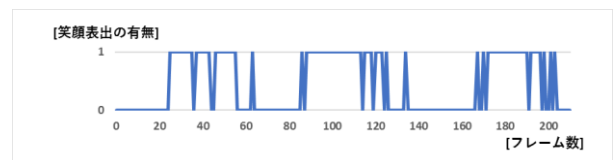


図10 被験者C実験1回目の笑顔の表出パターン

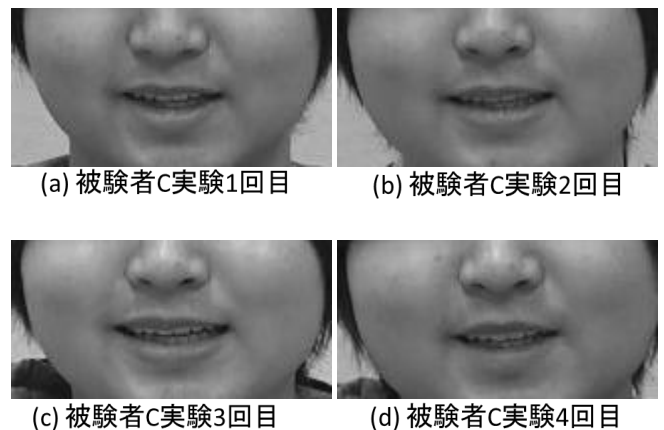


図11 被験者Cの口唇画像