

# 人物の熱動画像における情動喚起時の顔面皮膚温度解析

## Facial Skin Temperature Analysis on Emotional Arousal in Sequential Thermal Images

西方 千陽<sup>1</sup> 高橋 毅<sup>1</sup> 景山 陽一<sup>1</sup> 石井 雅樹<sup>2</sup> 西田 眞<sup>1</sup>  
Chiharu Nishikata Tsuyoshi Takahashi Yoichi Kageyama Masaki Ishii Makoto Nishida  
<sup>1</sup>秋田大学 <sup>2</sup>秋田県立大学  
Akita University Akita Prefectural University

**Abstract:** Time series change of face temperature includes important information for detecting an emotion occurrence. Also, non-contact measurement of facial skin temperature using infrared thermography is useful for detecting emotions and stress reactions. In this paper, we measured skin temperature of cheeks and noses using thermography, and investigated the relation between the intensity of emotions and skin temperature change in detail. The experimental results for five persons showed that temperature change occurred in cheeks and noses when arousing emotions and creating facial expressions.

### 1. はじめに

近年、情報機器の高度化に伴い、マンマシン間における円滑な感情のコミュニケーションを実現するヒューマンインタフェースの重要性が高まっており、表情認識に関して多くの研究が行われている[1]。また、赤外線サーモグラフィを用いた顔面皮膚温度の非接触計測は、感情やストレス反応の検出に有用であることが報告されている[2][3]。

本研究グループではこれまでに、「喜び」(笑い)の情動が喚起された際、左右頬部と鼻部(以下、着目領域と表記)において温度変化が生じることを明らかにした[4]。しかしながら、情動の強度と温度変化の関連について詳細な検討を行うまでには至っていない。そこで本稿では、被験者5名の情動喚起データを対象とし、情動の強度と着目領域の温度変化について詳細に検討を行った。

### 2. 使用データ

#### 2.1 使用データの概要

情動の強度と着目領域の温度変化に関する検討を行うため、赤外線サーモグラフィ装置(日本アビオニクス(株)製 H2630)および CCD ビデオカメラ(SONY HDR-AX2000)を用いて、自然表情データと故意表情データを取得した。なお、被験者5名(20代男性:a~e)を対象として、「喜び」の情動喚起時における熱動画像を取得し、これを自然表情データとした。また、被験者4名(20代男性:a~c, e)を対象として、自然表情データとは異なる日時で情動を意図的に表出した場合の熱動画像を取得し、これを故意表情データとした。なお、取得した顔熱動画像は、着目領域の検出および評価実験に用いた。一方、CCD ビデオカメラから得られた画像は、被験者自身による情動評価の参考として用いた。使用データは「秋田大学手形地区におけるヒトを対象とした研究に関する倫理規定第6条2項」に基づいて倫理審査の申請を行い、承認を得た研究計画の下、被験者の同意を得て取得している。

#### 2.2 情動喚起方法

本研究では、「情動喚起」を比較的短時間に強く表出する感情を呼び起こすことと定義し、受動的に喚起された「喜び」の感情を検討の対象とした。従来研究[5]において、映像、静止画像、ならびに音楽などを被験者に提示する情動喚起方法が報告されており、その中でも映像は比較的強い情動を喚起するとされている。そこで本稿では、情動喚起映像[6][7]の提示による受動的な喜びの情動喚起を行った。

自然表情データ取得時に、被験者に提示した情動喚起映像の概要を以下に示す。

- ・お笑い番組の2番組[6][7]よりそれぞれ抜き出した10分程度のコンテンツ3本
- ・各被験者に対して1日1本の情動喚起映像を提示(3日間実施)

#### 2.3 情動喚起の強度評価

自然表情における情動の程度と温度変化の関連について検討するため、取得した自然表情データに対し、被験者自身に情動の強度を0~3の4段階で評価させた。具体的には、図1に示すように、0:無(無表情)、1:弱笑い(鼻で笑う程度)、2:中笑い(評価1と評価3の中間程度)、3:強笑い(大きな笑い声が出る程度)と評価させた。なお、「中笑い」は単独での評価が困難であるため、「弱笑い」と「強笑い」に分類されなかったものを「中笑い」とした。

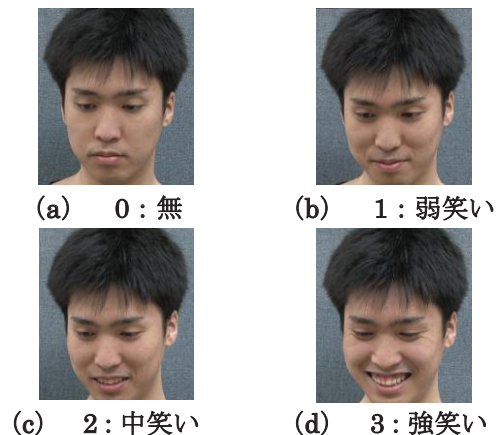


図1 情動喚起の強度評価

### 3. 着目領域の温度解析データの抽出

#### 3.1 解析フレームおよび場面の選定

自然表情データでは、情動が喚起されたフレームを情動喚起前後の無表情フレーム（各1秒間）を含めて選定した。また、故意表情データでは、「強笑い」の表情を意図的に表出しているフレームおよび前後の無表情フレーム（5秒間）を選定した。選定した場面数を表1および表2にまとめる。なお、①顔検出処理で顔領域が正しく検出されていないデータ、および②解析フレームにおいて着目領域を半分以下誤検出するデータは解析対象外とした。また、被験者bは自然表情の「強笑い」が喚起されていないこと、被験者dは故意表情の実験を行っていないことから、故意表情解析の対象外とした。

#### 3.2 着目領域の位置情報取得

はじめに、顔熱動画の温度データをグレースケール画像に変換し、顔熱画像を作成した。また、Haar-like 特徴[8]に着目したオブジェクト検出器を用いて顔領域を検出した[9]。さらに、顔領域から算出した鼻の位置に基づき、着目領域の位置情報を取得した。なお、被験者の個人差に起因し、着目領域の大きさや位置情報は被験者ごとに異なる。そこで本稿では、被験者の個人差を考慮し、1フレーム目における着目領域の設定を被験者ごとに手動で行っている。

#### 3.3 着目領域における温度変化抽出

はじめに、図2に示すように各着目領域における矩形内の平均温度を算出した。次に、被験者ごとに時系列データの各フレームの背景における任意の20点から背景平均温度を算出し、各着目領域と背景平均温度の差分値を求め、得られた差分値を着目領域における経時的な温度変化の解析に用いた。

### 4. 解析方法および結果

自然表情データおよび故意表情データの着目領域における経時的な温度変化について解析を行った。具体的には、情動喚起時における各着目領域の温度と、無表情フレーム間における各着目領域の平均温度を比較した。また、各着目領域における温度の分散に着目した解析を行った。

解析の結果、「喜び」の情動が喚起された際、対象とした全ての場面において、定常時と比較して着目領域に温度変化が発生する傾向を認めた。以下4.1~4.6の各節において、解析結果の詳細を述べる。

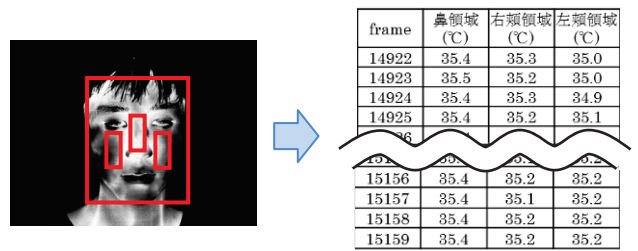
#### 4.1 自然表情（強笑い）の解析結果

「強笑い」喚起時における各着目領域の温度と、無表情フレーム間における各着目領域の平均温度を比較した結果を表3にまとめる。例えば、被験者cでは図3に示すように、各領域とも温度上昇の傾向が認められ、鼻領域、右頬領域ならびに左頬領域の温度がそれぞれ最大で約0.3°C、約0.4°C、約0.3°C上昇した。

#### 4.2 自然表情（中笑い）の解析結果

「中笑い」喚起時における各着目領域の温度と、

無表情フレーム間における各着目領域の平均温度を比較した結果を表4にまとめる。例えば、被験者cでは図4に示すように、各領域とも温度上昇の傾向が認められ、それぞれ最大で約0.2°C上昇した。



(a) 着目領域設定例

(b) 平均温度算出例

図2 着目領域における温度変化抽出例

表1 選定した情動喚起場面数（自然表情データ）

強度	「強笑い」	「中笑い」	「弱笑い」	
被験者	a	1	3	2
	b	0	6	2
	c	4	4	2
	d	1	12	2
	e	4	3	2
合計	10	28	10	

表2 選定した情動喚起場面数（故意表情データ）

強度	「強笑い」	
被験者	a	3
	b	3
	c	3
	d	0
	e	3
合計	12	

表3 無表情データとの比較結果（「強笑い」, 自然表情データ）

着目領域	鼻[°C]	右頬[°C]	左頬[°C]	
被験者	a	±0.1	+0.3	+0.3
	b			
	c	+0.3	+0.4	+0.3
	d	±0.1	+0.5	+0.5
	e	±0.1	+0.3	±0.1

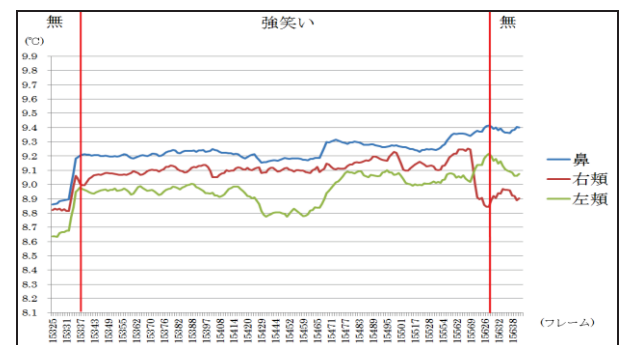


図3 「強笑い」における温度解析結果例（被験者c, 場面2, 自然表情データ）

表4 無表情データとの比較結果  
 (「中笑い」, 自然表情データ)

着目領域		鼻[°C]	右頬[°C]	左頬[°C]
被験者	a	+0.2	+0.2	+0.2
	b	±0.1	+0.2	±0.1
	c	+0.2	+0.2	+0.2
	d	+0.2	+0.3	+0.2
	e	-0.1	±0.3	±0.2

### 4.3 自然表情 (弱笑い) の解析結果

「弱笑い」喚起時における各着目領域の温度と、無表情フレーム間における各着目領域の平均温度を比較した結果を表5にまとめる。例えば、被験者cでは図5に示すように、各領域とも温度上昇の傾向が認められ、鼻領域、右頬領域ならびに左頬領域の温度がそれぞれ最大で約0.3°C、約0.5°C、約0.4°C上昇した。

### 4.4 故意表情 (強笑い) の解析結果

「強笑い」を意図的に表出した場合における各着目領域の温度と、無表情フレーム間における各着目領域の平均温度を比較した結果を表6にまとめる。例えば、被験者cでは図6に示すように、右頬領域および左頬領域の温度はそれぞれ最大で約0.3°C、約0.2°C上昇した。一方、鼻領域では温度の変動は認められなかった。

### 4.5 情動の強度と温度変化に関する検討

同一被験者の自然表情データにおける情動の強度と温度変化の関連について検討を加えた。結果例を表7および表8に示す。表中の着色部は、「強笑い」が喚起された際に最も大きな温度変化が生じた事例である。「強笑い」、「中笑い」、「弱笑い」を比較した場合、被験者a, dの右頬領域および左頬領域、被験者eの右頬領域において、「強笑い」を喚起した際の温度変化が大きいことがわかる。また、「強笑い」と「中笑い」のみを比較した場合には、被験者cの全ての領域、被験者eの鼻領域においても「強笑い」の温度変化が大きいことがわかる。このことから、喚起された情動が強いほど、温度の変化が顕著に表れる傾向があると推測される。しかしながら、被験者a, d, eにおける上記以外の着目領域や被験者cにおいては、情動喚起時における温度変化に明確な傾向が認められなかった。このため、被験者の顔つきや笑い方といった個人差、視聴する場面などの客観的な要素を複合的に検討する必要があると考える。

### 4.6 温度の分散

自然表情データおよび故意表情データの「強笑い」について、情動が喚起された際の温度変動の分散を比較した。各着目領域における分散値の算出結果例を表9および表10に示す。自然表情データの分散の平均値と故意表情データの分散の平均値を比較した結果、自然表情データの分散が大きい傾向が認められた。表中の着色部は、自然表情データにおいて分散の大きかった事例である。これは、自然表情の場合には、突発的に興奮した笑いが喚起されるため、

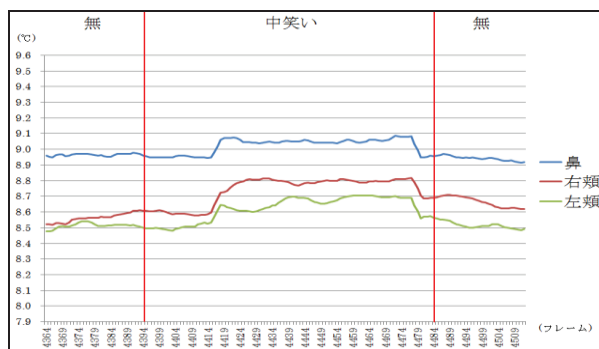


図4 「中笑い」における温度解析結果例  
 (被験者c, 場面2, 自然表情データ)

表5 無表情データとの比較結果  
 (「弱笑い」, 自然表情データ)

着目領域		鼻[°C]	右頬[°C]	左頬[°C]
被験者	a	+0.1	-0.1	±0.1
	b	+0.1	+0.1	+0.1
	c	+0.3	+0.5	+0.4
	d	-0.1	+0.2	-0.2
	e	+0.3	-0.1	+0.1

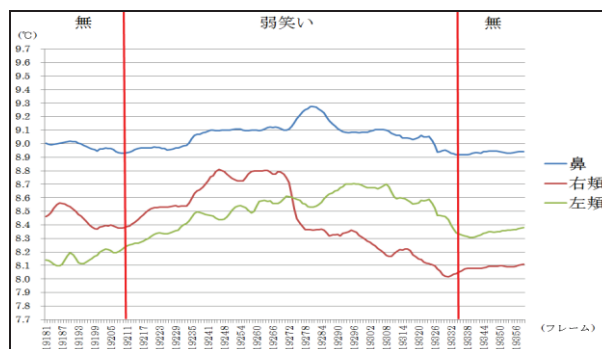


図5 「弱笑い」における温度解析結果例  
 (被験者c, 場面1, 自然表情データ)

表6 無表情データとの比較結果  
 (「強笑い」, 故意表情データ)

着目領域		鼻[°C]	右頬[°C]	左頬[°C]
被験者	a	-0.1	±0.2	+0.3
	b	+0.6	+0.3	+0.3
	c	±0	+0.3	+0.2
	d	/		
	e	-0.3	+0.2	±0.1

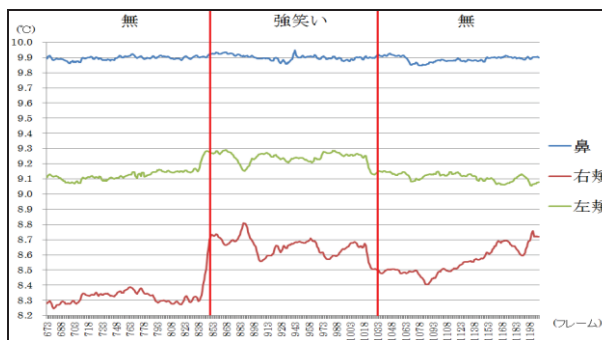


図6 「強笑い」における温度解析結果例  
 (被験者c, 場面2, 故意表情データ)

表7 温度変化比較結果  
 (「強笑い」, 「中笑い」, 「弱笑い」)

被験者	着目領域	鼻[°C]	右頬[°C]	左頬[°C]
a	強度	強	±0.1	+0.3
		中	+0.2	+0.2
		弱	-0.1	+0.3
c	強度	強	+0.3	+0.4
		中	+0.2	+0.2
		弱	+0.3	+0.5
d	強度	強	±0.1	+0.5
		中	+0.2	+0.3
		弱	-0.1	+0.2
e	強度	強	±0.1	+0.3
		中	+0.1	±0.1
		弱	+0.3	-0.1

表8 温度変化比較結果  
 (「強笑い」, 「中笑い」)

被験者	着目領域	鼻[°C]	右頬[°C]	左頬[°C]
a	強度	強	±0.1	+0.3
		中	+0.2	+0.2
c	強度	強	+0.3	+0.4
		中	+0.2	+0.2
d	強度	強	±0.1	+0.5
		中	+0.2	+0.3
e	強度	強	±0.1	+0.3
		中	+0.1	±0.1

頬に不随意の筋肉運動が発生すること, 呼吸量の変動が鼻の温度に影響を与えることなどに起因し, 温度変動が故意表情と比較して大きくなったものと推測される.

## 5. おわりに

本研究では, 人物の顔熱動画像における情動喚起と温度変化の関連に着目し, 情動の強度と着目領域の温度変化について詳細な検討を加えた. 着目領域における経時的な温度変化に着目して解析を行った結果, 自然表情と故意表情の解析対象とした全場面において, 定常時と比較して着目領域の温度に変化が生じることを明らかにした. また, 同一被験者の自然表情データの比較結果から, 喚起された情動の強度が強いほど, 温度の変化が顕著に表れる傾向が得られることを明らかにした. さらに, 「強笑い」の自然表情データと故意表情データを比較したところ, 自然表情データは故意表情データよりも各着目領域の温度変化における分散値が大きい傾向が得られることを明らかにした.

今後は, 「弱笑い」の故意表情データの解析を行い, 情動喚起の強度と温度変化の関連についてさらなる検討を行っていく予定である.

本研究は, JSPS 科研費 (No.15K00222) の助成を受け, 遂行されたことを付記する.

表9 被験者cにおける温度の分散  
 (「強笑い」, 自然表情データ)

着目領域	鼻	右頬	左頬
場面数	1	0.006	0.088
	2	0.003	0.003
	3	0.005	0.003
	4	0.003	0.001
平均値	0.004	0.024	0.010

表10 被験者cにおける温度の分散  
 (「強笑い」, 故意表情データ)

着目領域	鼻	右頬	左頬
場面数	1	0.001	0.005
	2	0.000	0.004
	3	0.001	0.017
	4		
平均値	0.001	0.008	0.002

## 参考文献

- [1] 赤松: コンピュータによる顔の認識—サーベイ—, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J80-A, No.8, pp.1215-1230, 1997
- [2] 宮坂, 内田, 井出: 顔面皮膚温による感情の評価, 電学論 C, Vol.117, No.1, pp.87-88, 1997
- [3] 隈元: ストレスの評価法に関する研究 - 鼻部皮膚温度と心理状態 -, 山陽論業, Vol.16, pp.39-48, 2009
- [4] 高橋, 景山, 後藤, 石井, 西田, 下館: 頬領域の皮膚温度に着目した喜びの情動検出, 電気学会論文誌 C, Vol.134, No.3, pp.353-354, 2014
- [5] 野口, 佐藤, 吉川: 情動喚起刺激としての映像: 日本人被験者による評定実験, 電子情報通信学会技術研究報告 HCS, Vol.104, No.745, pp.1-6, 2005
- [6] 絶対に笑ってはいけない警察 24 時, 日本テレビ, 2007
- [7] 絶対に笑ってはいけない病院 24 時, 日本テレビ, 2008
- [8] G.Bradschi, A.Kaehler, 松田訳: 詳解 OpenCV, 株式会社オライリー・ジャパン, 2010
- [9] T. Takahashi, B. Wu, Y. Kageyama, M. Ishii and M. Nishida: A Study of Learning Data Size for Automatic Face Area Detection in Sequential Thermal Images, 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer electronics (GCCE2015), pp.412-413, 2015

## 連絡先

秋田大学  
 景山 陽一

(Tel.:018-889-2786, E-mail:kageyama@ie.akita-u.ac.jp)