

## 高齢者を対象とする e スポーツ実施時の顔面皮膚温度解析

三浦 有沙子<sup>†1</sup> 景山 陽一<sup>†1</sup> 白井 光<sup>†1</sup> 石沢 千佳子<sup>†1</sup>  
 末廣 健二<sup>†2</sup> 高橋 伸明<sup>†2</sup> 佐竹 久美<sup>†2</sup> 小林 拓也<sup>†2</sup>  
 渡邊 文人<sup>†3</sup> 佐藤 直子<sup>†3</sup>  
 秋田大学<sup>†1</sup> 秋田ケーブルテレビ<sup>†2</sup> ALL-A<sup>†3</sup>

## 1. 背景・目的

近年、高齢化率は 28% を越え、我が国は世界で一番高齢者の人口比率が高い国となっている<sup>[1]</sup>。また、高齢者における認知症発症の割合は、年々増加傾向にある。このため、認知症の予防として身体運動や認知トレーニング、社会参加の促進が勧められている<sup>[2]</sup>。一方、コンピューターゲームやビデオゲームを用い、対戦相手と個人またはチームで競い合うスポーツ競技であるエレクトロニック・スポーツ(以下、e スポーツと表記する)は、高齢者の健康寿命延伸を図るための手段として捉えられており、高齢者と e スポーツの関係性が注目されている<sup>[3]</sup>。

感情の生起と自律神経の活動には深い関連があり、血流変化などの生理的变化が表出することが知られている<sup>[4, 5]</sup>。すなわち、感情と自律神経系の相関に着目することは、詳細な心理変化の検出を可能にすると考えられる。したがって、e スポーツから得られる刺激や感情を定量化することは、高齢者における認知症予防や健康寿命延伸のための新たな取り組みとして有用であると考えられる。しかしながら、e スポーツ実施時における顔面皮膚温度に関して詳細な解析は行われていないのが実情である。

そこで本研究では、高齢者を対象とした e スポーツ実施時の情動喚起データを取得し、e スポーツ実施による顔面皮膚温度変化の発生の有無に関して明らかにすることを目的とする。本稿では、熱動画像および可視動画像を併用した顔検出手法<sup>[6]</sup>を用いて取得した鼻部および左右頬部(以下、着目領域と表記する)を対象とし、e スポーツ実施前後における頬の温度変化について解析を行った。

## 2. データ取得

赤外線サーモグラフィ装置(日本アビオニクス(株)製 R500EX-S, R550S)および可視カメラ(パナソニック(株)製 4K ビデオカメラ HC-VX2M)を用い、被験者 14 名(A~N: 60 代以上, 男性 9 名・女性 5 名)の熱動画像および可視動画像(各 640×480 画素, 30fps)を撮影した。データ取得

は、2020 年 10 月および 11 月にそれぞれ 1 日ずつ実施した(以下、10 月データ, 11 月データと表記する)。取得環境を以下に示す。

- ・室温: 20.4°C~23°C(10 月), 18.6~22.5°C(11 月)
- ・湿度: 35.4~62%(10 月), 32.5~63.9%(11 月)

実験では、被験者にレースゲーム (GRAN TURISMO SPORT)<sup>[7]</sup>を 3 回プレイしていただき、その様子をゲーム実施前からゲーム実施後にかけて撮影した。その後、被験者自身に、ゲーム実施中に情動が発生したタイミングや程度について評価してもらった。また、実験の前後において、被験者に心理・体調に関するアンケート調査を実施した。なお、新型コロナウイルス感染対策を十分に行い、「秋田大学手形地区における人を対象とした研究に関する倫理規程第 6 条第 2 項」に基づいて、データを取得している。

## 3. 解析手法

## 3.1 顔検出手法

熱動画像および可視動画像を併用した顔検出手法<sup>[6]</sup>を用いて、顔領域の座標を抽出した。

## 3.2 着目領域の設定

3.1 節から取得された顔領域の座標を用いて、1 フレーム目の正面を向いた顔である熱グレースケール画像に対し、着目領域を設定した。着目領域の設定例を図 1 の青枠で示す。

次に、鼻孔間の特徴点を基準点とし、各着目領域が顔の傾きに追従するように処理をした。

## 3.3 皮膚温度差分の算出方法

被験者 14 名(A~N)を対象とし、同一のコースを使用しているゲーム 2 回目(コンピューター対戦)およびゲーム 3 回目(対人戦)のデータを用いて、皮膚温度差分を算出した。

## 3.3.1 皮膚温度差分の算出

はじめに、抽出された各着目領域における平均温度をそれぞれ算出した。次に、時系列データの各フレームにおける背景部 20 点の平均温度

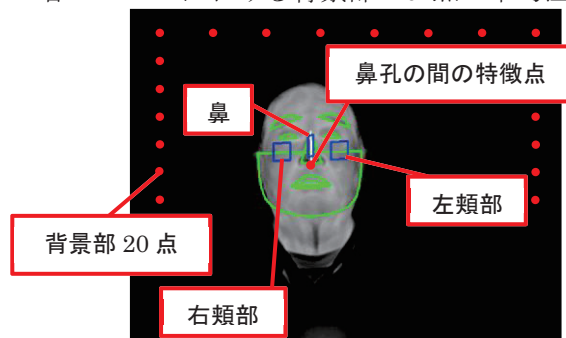


図 1. 着目領域および背景部 20 点の設定例

Facial skin temperature analysis of conducting e-sports using thermal infrared images for the elderly  
 Asako Miura<sup>†1</sup>, Yoichi Kageyama<sup>†1</sup>, Hikaru Shirai<sup>†1</sup>,  
 Chikako Ishizawa<sup>†1</sup>, Kenji Suehiro<sup>†2</sup>,  
 Nobuaki Takahashi<sup>†2</sup>, Hisami Satake<sup>†2</sup>,  
 Takuya Kobayashi<sup>†2</sup>, Fumito Watanabe<sup>†3</sup>, Naoko Sato<sup>†3</sup>  
<sup>†1</sup>Akita University, <sup>†2</sup>Cable Networks Akita Co.,Ltd.,  
<sup>†3</sup>ALL-A Co.,Ltd.

(以下、背景平均温度と表記する)を算出した。最後に、各着目領域における平均温度と背景平均温度の差分(以下、皮膚温度差分と表記する)をそれぞれ算出した。

### 3.3.2 皮膚温度差分に対する平滑化処理

ノイズ除去のため、皮膚温度差分の時系列データに対し、着目フレームとその前後1フレームを対象とした移動平均フィルタ<sup>8)</sup>を適用した。

### 3.4 ゲーム実施前後の温度変化量算出

はじめに、ゲーム実施前300フレームおよびゲーム実施後300フレームの右頬部および左頬部において、皮膚温度差分の平均値をそれぞれ算出した。次に、ゲーム実施前後における皮膚温度差分における平均値の差分(以下、温度変化量と表記する)を算出した。本稿では算出した温度変化量を、ゲーム実施による顔面皮膚温度変化の指標として検討に用いた。

## 4. 解析および考察

10月・11月データを対象とし、ゲーム実施前後における皮膚温度差分の変化量を算出した。また、認知症予防および健康寿命延伸のための条件として、脳の血流量増加や、運動による血流量増加が挙げられており<sup>9)</sup>、体内の血の巡りが認知症予防や健康寿命延伸に重要とされている。そこで本研究では、右頬部および左頬部における温度の上昇について調査し、各被験者における心理・体調状態との関連性に関して考察を加えた。得られた結果を表1に示す。

### (i) ゲーム実施による温度変化量

表1の上昇件数は、被験者14名それぞれゲーム2回目および3回目の全28データのうち、上昇した件数を示している。10月・11月データにおいて、左右頬部ではそれぞれ7割以上となる結果を得た。すなわち、eスポーツ実施によって皮膚温度が上昇する傾向があることを示唆している。また、心理・体調アンケートにおいて、実験前と比較し実験後の心理状態が快方向へ変化した被験者数を表2にまとめる。10月・11月データ共に、半数以上の被験者における心理状態が快方向へ変化していることがわかる。なお、11月データでは、心理状態が快方向に変化した被験者7名に加えて、実験前後で「楽しい」という気持ちが変わらない被験者3名を含む。したがって、ゲームを楽しんだ結果として、顔面の皮膚温度が上昇する傾向があると考えられる。

表1. 皮膚温度上昇件数および上昇平均温度

	10月データ		11月データ	
	左頬	右頬	左頬	右頬
上昇件数(件)	24	21	24	20
上昇平均温度(°C)	0.25	0.22	0.34	0.35

表2. 心理状態が快方向へ変化した被験者数

	10月データ	11月データ
該当被験者数(名)	13	10

表3. 実験前に緊張状態であった被験者数

	10月データ	11月データ
該当被験者数(名)	7	3

表4. 実験後楽しいと回答のあった被験者数

	10月データ	11月データ
該当被験者数(名)	4	6

### (ii) 10月データおよび11月データにおける温度変化量の比較

10月・11月データの皮膚温度が上昇した被験者における温度変化量の平均値を算出した。その結果、10月データよりも11月データの左右頬部において、温度変化量の平均値が高くなることを認めた。また、被験者14名の心理・体調アンケートにおいて、実験前に緊張を感じた被験者数を表3、実験後「楽しい」と回答のあった被験者数を表4に示す。表3より、実験前に緊張を感じた被験者は減少したことがわかる。また、表4より、「楽しかった」という回答が4件から6件と増加していた。加えて、回答の中には、「10月よりも楽しいと感じた」という10月と比較した回答や、「10月よりもうまく運転することができた」といった成長を感じている回答が6件得られた。したがって、eスポーツという体験に慣れることでより楽しいと感じ、その結果として温度変化量が大きくなるを考える。

以上の結果は、ゲーム実施前後で皮膚温度は上昇する傾向があること、より楽しいと感じることで、温度変化量を増加させる可能性があることを示唆している。

## 5. 謝辞

本研究は科学研究費(C)(No. 19K12909)の助成を受けて行われた。また、データ取得実験に参加下さった被験者の皆様に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 総務省統計局: “統計局ホームページ/令和元年/統計トピックス No.121 統計からみた我が国の高齢者—「敬老の日」にちなんで—「1. 高齢者の人口」”, <https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1211.html> (Accessed 2021/12/23)
- 公益財団法人長寿科学振興財団: “認知症の予防 | 健康長寿ネットワーク”, <https://www.tyojyu.or.jp/net/byouki/ninchishou/yobou.html> (Accessed 2021/12/23)
- さいたま市民シルバーeスポーツ: “シルバーeスポーツ協会が世界で初めてできました”, 特定非営利活動法人(NPO)さいたま市民ネットワーク, <https://nposcn.com/info/世界初!シルバーeスポーツ協会ができました/> (Accessed 2021/12/23)
- 隈元 美貴子: “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)
- 山田 貴志, 黒田 勉, 渡辺 富夫: “顔画像と顔面皮膚温度の同時計測による笑いにおける顔色の動的分析”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.3, No.2, pp.79-86 (2001)
- Mana Yamada and Yoichi Kageyama: “Face Detection and Analysis of Relationship between Degree of Emotion Arousal and Facial Temperature”, The 9th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering 2021, OS1-4 (2021)
- “GRAN TURISMO SPORT”, POLYPHONY DIGITAL, <https://www.granturismo.com/jp/gtsport/top/> (Accessed 2021/12/23)
- 栗原 伸一: “入門統計学-検定から多変量解析・実験計画まで”, オーム社(2011)
- 地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター研究所: “歩行は、なぜ認知症予防につながるのか? | 地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター研究所”, <https://www.tmghig.jp/research/topics/201412/> (Accessed 2021/12/23)