

## 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 Visualization and Meanings of Mental Health State Based on Mutual Interactions Between Eye-gaze and Lip Movements

堅田 映美<sup>†</sup> 佐藤 和人<sup>†</sup> 間所 洋和<sup>†</sup> 門脇 さくら<sup>‡</sup>  
Emi Katada Kazuhito Sato Hirokazu Madokoro Sakura Kadowaki

### 1. はじめに

ストレスとは、精神的、心理的な性質を持つストレスを処理するとき生じる生体的反応である[1]。ストレスは脳にも影響を与え、通常は心身のバランスが取れるように適切な応答をしているが、過度のストレスを受けると心身に異常をきたすようになることから、うつ病などの精神的な病気を発症する報告がされている[2]。平成 27 年 12 月にはストレスチェック制度の実施が義務化されたが、ストレスチェック制度において、臨床医として患者の診療にあたる場合には、「診断書」という文書を利用することが有用である。しかし「診断書」では、困難事例の顕在化 [3] や臨床医の主観が含まれる等の問題点が挙げられる。そこで、臨床医の主観が含まれない客観的な診断結果が求められている。また、ストレスチェック制度の問題点として、従業員数 50 人未満の事業所では努力義務であること、ストレスチェックの実施は医師や保健師が行い、1 年以内に 1 回であるということがあげられる。ストレスは日常的に蓄積され、早期の自身の気付きと対策が必要であり、ストレスチェック制度だけでは補い切れていない現状がある。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。自身が現在どれだけストレスを抱えているのか、メンタルヘルスの状態はどうなっているのかを評価できる指標は少ないが、ストレスチェック制度などのアンケートでの評価、心拍計や唾液アミラーゼなどの生体反応での評価が代表的である。日々変化するメンタルヘルスを可視化することに焦点を当てた時、アンケートでの評価は日常的に長期間行うには負荷が大きい。また、心拍計や唾液アミラーゼなどの生体反応は、計測機器が必要であり気軽に測定を行うことができない。それらを解決する為に、行動情報である視線や表情などに着目する研究が進み始めている。これらの研究が進めば、携帯機器やメガネ、鏡など日常的に使うもので顔を映すことで簡易・日常・長期的に計測が行え、自身のメンタルヘルスを知ることができる。

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 [4][5]。また、ストレス刺激後の意図的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[6]。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[7][8][9]。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ある事、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ことを示した[10]。

本研究では、独自で制作を行った被験者の現在の気分状態を評価する質問ビデオによる自然な表情表出過程に着目し、長期間計測を行った。被験者への負担が少なく、非拘束的な計測手段で取得可能なデータを顔上部情報として視線、顔下部情報として口唇の相互情報量の観点から定量的に解析することにより、人間の心理状態に起因する行動情報との関係性を検証する。なお、本論文では行動情報の視線に着目する。ストレス反応と視線の関係性を定量化する為に、行動情報の視線の集中度(ヒートマップ)、サッケードの回数を計測する。心理反応として、POMS2 (Profile of Mood States Second Edition)の得点を得る。生体反応として、個体差をなくし、瞬時心拍数の変化量の情報を得る。

### 2. 周辺研究

ストレス対策は対象者の職業や年齢等、状況によって変化する。研究事例として、井上 [11] は就労状況の急激な変化の中、職域の若者におけるうつ病や適応障害を中心に、様々なメンタルヘルス不調の対応策を検証している。メンタルヘルス不調に対し、疾病性でなく事例性の観点から、職域の判断基準と医療の判断基準が異なることを理解し、職域の対応基準となっている国の指針や手引きと連携することが求められていることを示した。

ストレスの評価方法として、福田[12]がストレスの客観的評価と主観評価について述べ、客観的評価方法の生体材料として、血液・唾液・髪の毛など、そして生理指標として血圧、脈拍、心拍変動、瞬きなどを挙げている。その中でも、慢性的ストレスについて有効であり、比較的被験者へのストレス負荷の少ない心拍変動、脈拍を本研究では取り扱う。高津ら[13]や松本ら[14]は、心拍の揺らぎや変動がストレス反応との相関性があり、ストレスの評価指標として有効であることを示した。

<sup>†</sup> 秋田県立大学, Akita Prefectural University

<sup>‡</sup> SmartDesign 株式会社, SmartDesign Corp.

人間は 5 感から外部情報を得るにあたり、視覚が 85 % 以上の情報量を占めており、対象物を視認するためにサッケードという眼球運動が起こる。サッケードは、対象物に視線を向ける高速で一過性の眼球運動であり、対象物の像を網膜中心窩に捉えるように働く。この眼球運動を用いた研究として、水科ら [15] は作業負荷により誘発された心理的ストレスとサッケードの眼球運動にどういった関係があるかを検証している。4 つの場所に表示される画像の種類を時間内に答え、その指標探索課題の作業負荷に対する心理的ストレスと指標探索課題を行っている時の人間の眼球運動を調べ、課題遂行時に生じた微小なサッケードの振幅は心理的ストレスの指標として利用できる可能性がある事を示した [15]。また、飯塚 [16] は従来の研究を踏まえて、感情のポジティブさ、ネガティブさ、感情の表出対象人物、感情の強さの要因から、視線と感情の関係性を検証している。事前に渡した文章を被験者が記憶し、その内容を感情をこめて対象者に表現させ、表出対象者や感情の強弱によって視線量の増減に影響がある事を示した。

顔表情や生理指標を用いた感情推定は幅広い応用が期待されており、研究が進められている。濱田ら [17] 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長との関係性を求めた。喜び・愉快顔の推定に限定し、快状態にするために 20 分間コンテンツを閲覧させ、閲覧中の被験者の表情と体全体、また脳波データを取得した。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  $\alpha$  波、 $\beta$  波、 $\theta$  波の優勢脳波との比較を行い、関係性を示した。有田ら [18] 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。被験者から良い表情を示す顔画像が得られないことが一因であったが、これは心理学実験においてしばしば指摘されていたことであり課題となっている。

### 3. U-matrix

本研究では気分状態や生活事象のイベントのデータに対しカテゴリ分類をして意味付けを行うことでメンタルヘルスの可視化を行う。そのため、教師なし学習によって分類を行える U-matrix を用いる。

カテゴリ分類の方法として U-Matrix (Unified distance Matrix) を用いる。U-Matrix は、ユニット間の結合荷重の距離情報を基に、隣接するユニットの類似度を算出し、その空間的な分布を可視化する手法である [19]。暗い色のときは入力空間のコードブック値に差があり、明るい色のときはコードブック値が近い。明るいエリアはクラスタとなっていて、暗いエリアで分けられている。このことから、U-matrix はクラスタについての先験的情報がない入力データでクラスタを探す際に活用される。

### 4. 実験手法

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



図 1 実験環境

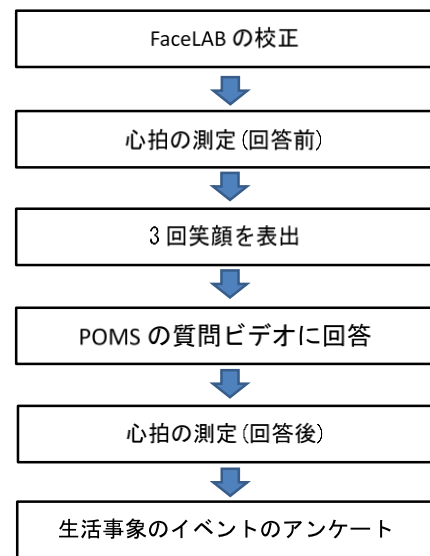


図 2 実験プロトコル

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。その際の実験環境を図 1 に示す。なお、回答時間は 3 秒/設問である。

実験プロトコルを図 2 に示す。

被験者の内訳は男子大学生 9 名、男子大学院生 1 名、女子大学生 9 名、女子専門学校生 1 名の計 20 名である。そのうち、被験者を 2 つのグループに分け、実験は両グループとも 1 週間に 1 回実験を行う。1 つ目のグループは男女 10 名(A, B, C, D, E, K, L, M, N, O)で構成されており、計 4 回の約 1 ヶ月間計測を行い、2 つ目のグループは残りの男女 10 名(F, G, H, I, J, P, Q, R, S, T)で構成されており、計 8 回の約 2 ヶ月間計測を行った。取得データ数は計 120 データである。また、本実験は秋田県立大学研究倫理審査委員会の承認を得て行った。

なお、すべての被験者に対して、研究倫理規定に基づき事前に実験内容を十分説明し、被験者の自由意思により実験参加の同意を得た。

## 5. 実験結果と考察

### 5.1 POMS2 に基づく被験者の分類

メンタルヘルスの可視化を行うために着目した POMS2 の尺度は、ネガティブな状態全般を表す TMD(Total Mood Disturbance), TMD の算出に含まれない友好 F(Friendliness) である。これらの全被験者の分布図をカテゴリ分けしたものを図 3 の実線で示す。

また、カテゴリ分けには U-matrix(図 4)を参考にした。U-matrix はカテゴリ境界を形成し、動線間の関係性を可視化できるものとなっていて、マップはそれぞれ動線で境界が示されている。この動線による境界とカテゴリ分けされている境界が一致していることが示されている。図 3 での軸の交点は TMD, F それぞれの 20 代の T 得点平均値となっており、TMD は値が大きいほどネガティブな状態、F は値が大きいほどポジティブな状態である。左上のカテゴリは TMD が低く、F が高いため「気分状態がポジティブ」な群といえる。中央のカテゴリは「気分状態が平均的」な群といえる。またこのカテゴリを細分化することができ、3 つのカテゴリの左上が「気分状態が比較的ポジティブ」であり、右のカテゴリが「気分状態が比較的ネガティブ」であり、左下のカテゴリが「気分状態がネガティブでないが、友好的でもない」と分類することができる。右の 1 つだけのカテゴリは「気分状態がネガティブ」な群といえる。心理反応の変化が大きい被験者は、点同士の距離が長く、心理反応の変化の小さい被験者は点同士の距離が短いことが分かる。

本論文では気分状態の変化の x 軸に着目し、同一被験者の x 軸の距離が長ければ気分状態の変化が大きいとし、距離が短ければ気分状態の変化が小さいとする。

### 5.2 生活事象のイベントと気分状態の変化の関係性

被験者の気分状態の変化の背景を知るため、生活事象のイベントのアンケートを行い、どういった要因から気分状態の変化があったかをデータとして取得した。夏目ら[20]は、ストレッサーの測定に関して一般成人を対象にした Holmes と Rahe[21]の社会的再適応評価尺度(ライフイベント法)が、アメリカ人の評価であり、また年代の違いがあることから、勤労者・主婦・大学生を対象にストレッサーとなりうる生活事象のイベントについて考察を行った。本論文ではこの中の大学生の生活事象のイベントを利用する。ストレス得点は、大学入学によるストレス度を 50 点に置き、それを基準にして 0~100 点の間で、各項目のストレッサーに対するストレス度を算出したものである。

生活事象のイベントの得点と気分状態の変化に着目をする。生活事象のイベントの得点の合計・平均・項目数を入力とした U-matrix のカテゴリ分けを図 5 に示す。夏目らが生活事象のイベントでの得点によって評定した心身の病気の危険性の合計点数を参考にカテゴリを①~③の 3 つに分類した。それぞれ①300 点以上(危険)、②150 点以上 300 点未満(要注意)、③150 点未満(要観察)の群である。これらのカテゴリと気分状態のカテゴリの関係性を考察する。

生活事象のイベントの得点が高いカテゴリに該当する被験者は気分状態のカテゴリでは TMD が高いネガティブなカテゴリに多く分布している。それに対し、生活事象のイベントの得点が高いカテゴリに該当する被験者は気分状態

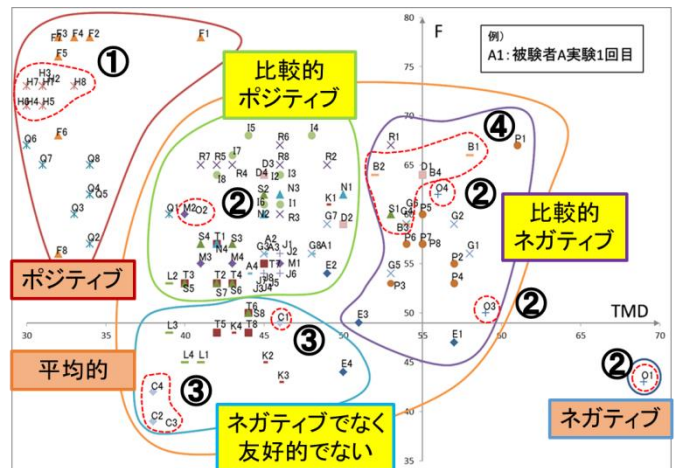


図 3 気分状態のカテゴリ分類を行った散布図

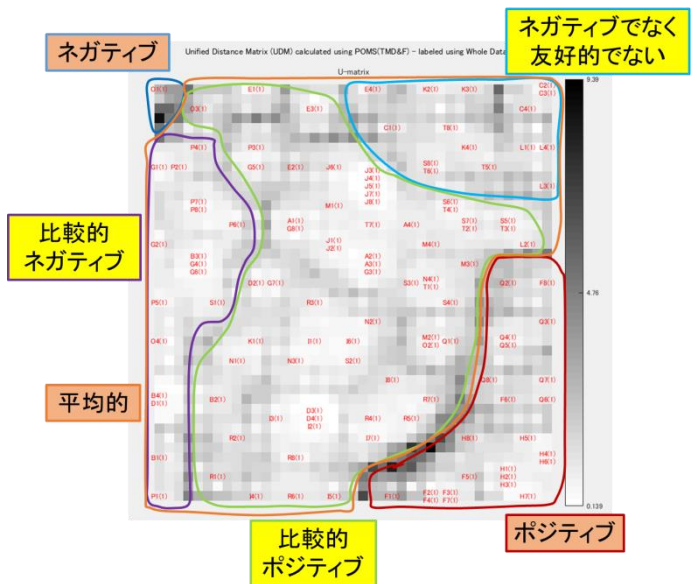


図 4 U-matrix による気分状態のカテゴリ分類

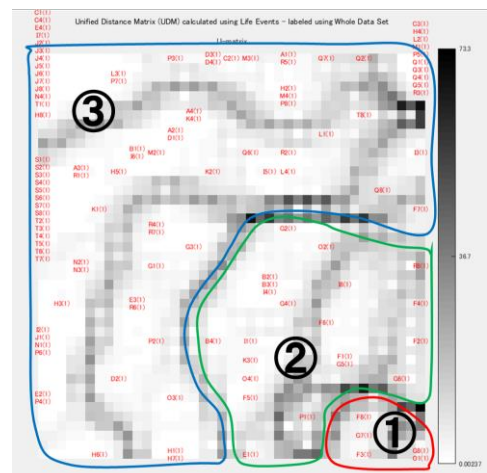


図 5 生活事象のイベントの U-matrix によるカテゴリ分類

のカテゴリでは、TMD が低いポジティブなカテゴリに多く分布している。これらのことから、生活事象のイベントによるストレス事象は被験者の気分状態に影響していることが分かった。しかし、中にはポジティブなカテゴリに分類されているが、生活事象のイベントのカテゴリでは②要注意に含まれている被験者もいる。この被験者は実験期間全体で生活事象のイベントによるストレス刺激の値が高いが気分状態はポジティブであった。このような結果となった被験者がいた要因としては以下の 2 つの点が考えられる。1 つ目の要因としてこの被験者が自分ではストレスを受けておらず、気分状態は良好であると思っているが、体はストレスを感じている場合である。2 つ目の要因としてこの被験者が他の被験者よりもストレス耐性が強く、通常ではストレスと感じ気分状態に反映されるものが反映されないという場合である。これらを検証するためには評価指標である心拍の解析での評価と表情での解析を行い考察する必要がある。

### 5.3 気分状態のカテゴリ分類に基づく視線の分析

同一カテゴリ内のみで気分状態が分布している被験者と、複数カテゴリの気分状態に属する被験者を比較し分析する。

#### 5.3.1 カテゴリ内のみで分布する被験者の特徴

カテゴリ内のみで気分状態が分布している 8 回実験を行った被験者 H の散布図を図 3-①で示す。被験者 H のヒートマップ(図 6)では、被験者の視線が質問者の顔付近に集中していることが分かる。また、ヒートマップの集中度に大きな違いがみられない。これは、被験者のカテゴリ内のみで気分状態の分布で気分状態の違いがあまりなかったため、視線の移動量が少なかったのだと考えられる。また、視線の集中度と共に、サッケードの数も多少の変化はあるものの大きな変化はない。これらのことから気分状態の違いがなかったため、被験者が質問に対しての視線の挙動が変わらず安定していると考えられる。

#### 5.3.2 複数カテゴリで分布する被験者の特徴

複数カテゴリで気分状態が分布している 4 回実験を行った被験者 O の散布図を図 3-②で示す。被験者 O のヒートマップ(図 7)では、被験者の視線がモニターに集中していることが分かる。しかし、1, 2 回目の実験と 3, 4 回目の実験では視線の分散の仕方が違うことが分かる。これは、違うカテゴリの分布となり、被験者の気分状態が大きく変化したことによって視線量が変化しているためだと考えられる。また、視線の集中度と共に、サッケードの数も変化している。視線が分散している際はサッケードの量が増加し、視線が集中している際はサッケードの量が減少していくといえる。このことからカテゴリの違いによって、被験者が質問に対して悩むときなどの視線の分布が変化していることが分かる。

これらのことからカテゴリ内のみで気分状態が分布している被験者と、複数カテゴリで気分状態が分布している被験者を比較し分析することで、カテゴリの分類によって特徴がある事が分かった。

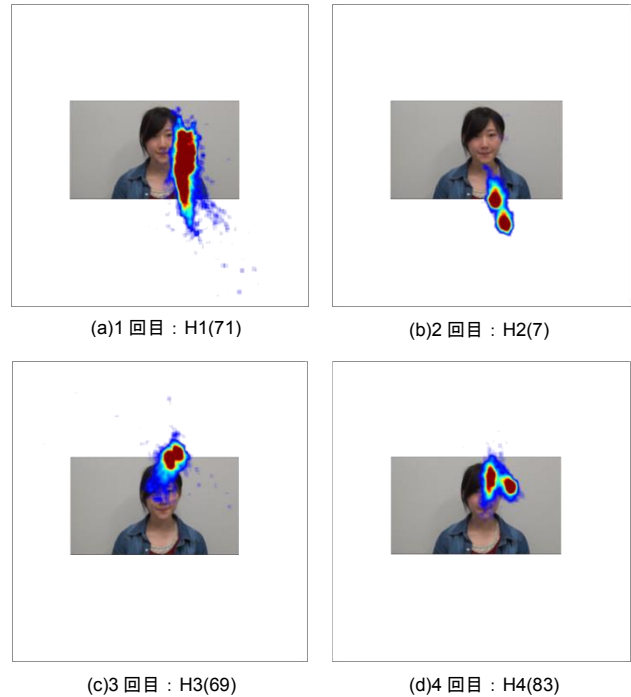


図 6 被験者 H のヒートマップとサッケード数

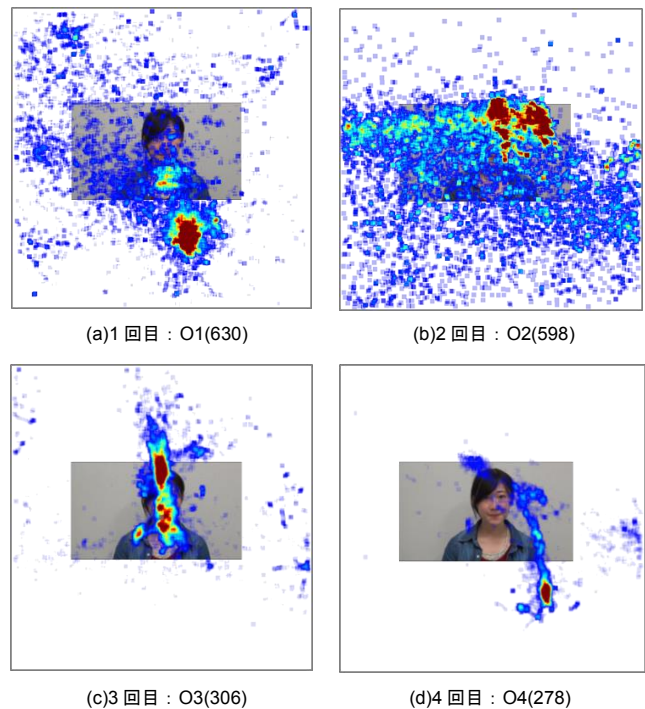


図 7 被験者 O のヒートマップとサッケード数

#### 5.4 カテゴリ内の気分状態の変化に着目した分析

カテゴリ内で分布している中でも気分状態の変化で視線にどのような特徴があるかを分析する。

##### 5.4.1 気分状態の変化が大きい被験者の特徴

気分状態の変化が大きい、4 回実験を行った被験者 C の散布図を図 3-③で示す。図 8 に被験者 C の視線の集中度であるヒートマップ、サッケード数を示す。この図では、被験者の視線がモニターに集中していることが分かる。しかし、1, 2 回目の実験と 3, 4 回目の実験では視線の分散の仕方が違うことが分かる。これは、被験者の気分状態の違いによって視線量が増えているためだと考えられる。また、視線の集中度と共に、サッケードの数も変化している。視線が分散している際はサッケードの量が増加し、視線が集中している際はサッケードの量が減少しているといえる。これらのことからカテゴリ内・外で気分状態が分布している際と同様に被験者が質問に対する気分状態の大きな変化から視線の分布が変化していることがわかる。

##### 5.4.2 気分状態の変化が小さい被験者の特徴

気分状態の変化が小さい、4 回実験を行った被験者 B の散布図を図 3-④で示す。図 9 に被験者 B の視線の集中度であるヒートマップ、サッケード数を示す。この図では、被験者の視線が質問者の顔付近に集中していることが分かる。また、気分状態の変化が大きい被験者に対して、気分状態の変化が小さい被験者はヒートマップの分散に大きな違いがみられない。これは、被験者の気分状態の違いがあまりなかったため、視線量の変化がなかったのだと考えられる。また、視線の集中度と共に、サッケードの数も多少の変化はあるものの大きな変化はない。これらのことからカテゴリ内のみで気分状態が分布している際と同様に気分状態の違いがなかったため、被験者が質問に対しての視線の挙動が変わらず安定していると考えられる。

## 6. 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。

- 生活事象のイベントのカテゴリ分類と気分状態のカテゴリ分類での関係性があり、生活事象のイベントが気分状態に影響する。
- カテゴリ内のみで気分状態が分布している被験者は、視線の集中度が違う日でも安定している。
- カテゴリ内・外で気分状態が分布している被験者は、ヒートマップの分散の違いが認められた。
- 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ヒートマップの分散の違いが認められた。
- 気分状態の変化が小さい被験者は、視線の集中度が違う日でも安定している。
- ヒートマップの分散とサッケード数に着目すると、視線が集中するほどサッケード数は少なくなり、視線のばらつきが広がるとサッケード数は多くなる。

今後は、視線だけではなく心拍や表情との関係性も検証する予定である。

### 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。

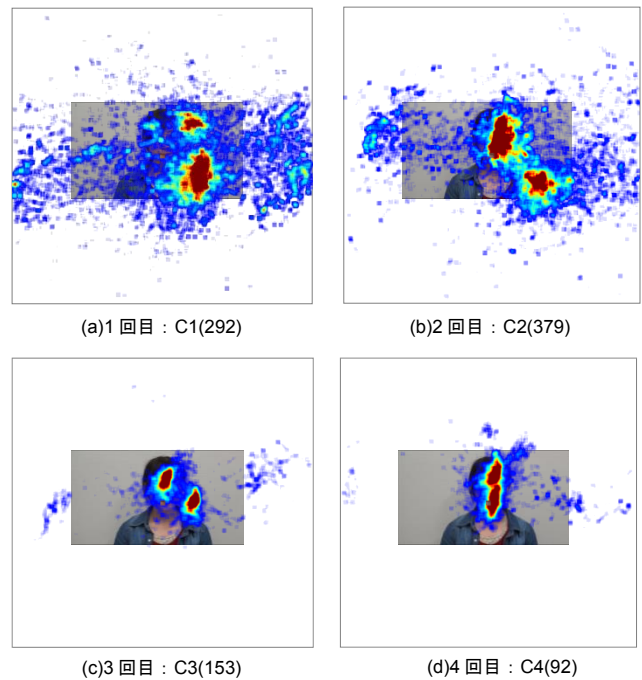


図 8 被験者 C のヒートマップとサッケード数



図 9 被験者 B のヒートマップとサッケード数

## 参考文献

- [1] 八田武志, 三戸秀樹, 中迫勝, 田尾雅夫, “ストレスとつきあう法”, 有斐閣選書, 1993年
- [2] 伊藤克人, “労働環境の変化と職場のストレス関連疾患”, 第51回日本心身医学会総会ならびに学術講演会, 2010年
- [3] 吉野聡, “これまでのメンタルヘルス対策の問題点と今後の進むべき方向”, 人事労務専門誌, 2010年
- [4] 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(日本知能情報フェジィ学会誌), vol.23, No.2, pp.29-36, 2012
- [5] H. Madokoro and K. Sato, “Facial Expression Spatial Charts for Representing of Dynamic Diversity of Facial Expressions,” Journal of Multimedia, Vol. 6, No. 1, pp. 1-12, Jan. 2007.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] K. Sato, H. Otsu, H. Madokoro and S. Kadowaki, "Analysis of Psychological Stress Factors by Using Bayesian Network," Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Mechatronics and Auto-mation, pp.811-818, Aug. 2013.
- [10] 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.
- [11] 井上幸紀, “職域における若者のメンタルヘルス”, 心身医学, Vol.55No.12.2015
- [12] 福田早苗, “ストレスの客観評価と主観評価”, 関西福祉科学大学 EAP 研究所紀要第10号
- [13] 高津浩彰, 宗像光男, 小関修, 横山清子, 渡辺與作, 高田和之, “心拍変動による精神的ストレスの評価についての検討”, 電学論 C2000年
- [14] 松本佳昭, 森信彰, 三田尻涼, 江鐘偉, “心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究”, ライフサポート 2010年
- [15] 水科晴樹, 阪本清美, 金子寛彦, “課題遂行時の作業負荷により誘発された心理的ストレスとサッカーボール運動の動特性との関係”, 電子情報通信学会 2011年
- [16] 飯塚雄一, “視線と表情表出の関係について”, 実験社会心理学研究第31巻第2号
- [17] 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年
- [18] 有田繭子, 越智晴香, 松藤貴大, 坂本博康, 福島重廣, “フェ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
- [19] A. Ultsch, "Clustering with SOM: U<sup>\*</sup>C," Proc. Workshop on Self-Organizing Maps, 05, pp.75-82, 2005.
- [20] 夏目誠, 村田弘, “ライフイベント法とストレス度測定”, 公衆衛生研究 1993年
- [21] Homes TH, Rahe RH, “The Social readjustment rating scale”, J. Psychosom, Res. 1967; 11: 213-218