

# 観察者が人物画像の印象を判断する時に計測された 視線位置の時系列変化に関する分析\*

河口 野乃加\*\* 木下 顕\*\* 加藤直人\*\* 井上路子\*\* 西山正志\*\* 岩井儀雄\*\*

Analysis of temporal changes of gaze locations measured when observers determine impressions for subjects in images

Nonoka KAWAGUCHI, Ken KINOSHITA, Naoto KATO, Michiko INOUE, Masashi NISHIYAMA and Yoshio IWAI

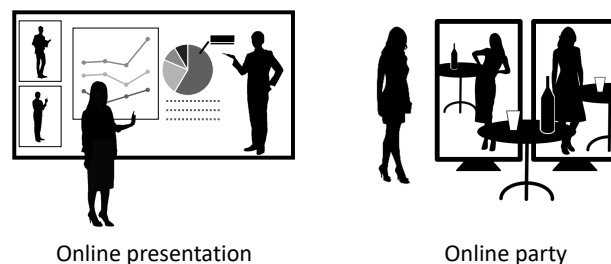
We investigated how the observer's gaze locations temporally move over the subject's body parts in images while tackling the tasks of determining the subject's impression. We also investigated how the temporal changes of the gaze locations vary when different impression words are contained in the tasks. Existing analytical studies have not considered the temporal changes of the gaze locations, though they have revealed the spatial alignment of the subject's body parts that gather gaze locations. In our experiments, we gave observers several tasks to determine the subject's impressions in images and measured their gaze locations in a time series while viewing the images. We computed the distance from the observer's gaze location to the subject's body part location at each time and evaluated the difference of the distances between the tasks. We found that the observer's gaze locations move away from the face and move to the upper and lower body parts variously as time passes, though the gaze location is gathered on the face at the initial time. We also found the impression words with similar and dissimilar temporal changes of the gaze locations among the words contained in the tasks.

**Key words:** Gaze locations, temporal changes, impression words, subjects in images, observers

## 1. はじめに

近年、オンライン上でのプレゼンテーションやパーティーなど、ディスプレイを通してインタラクションを行うことが多くなりつつある。さらに将来では、図1のように、離れた場所のユーザ同士が、全身を使った密接なインタラクションを行うことが一般的になる可能性がある。このようにオンライン上のインタラクションでは、ディスプレイに表示された画像を通して、相手の印象を感じる機会と頻繁に遭遇すると想定される。特に不特定多数の人間が集まるフォーマルな場面では、相手が好ましく感じる印象を与えることが重要となる。例えば、オンラインプレゼンテーションやパーティーに参加する際、自身を良く感じてもらい印象を相手に与えることが大事である。このためオンライン空間でも、実空間と同様に、自分の印象が相手にどの様に捉えられるかについて、気を使う機会が多いと考えられる。本論文では、フォーマルな場面で撮影された画像中の被写体が、観察者へ与える印象を取り扱う。なお被写体と観察者とは親しくない間柄であると想定し、互いに相手の内面をよく知らないこととして議論を進める。

実空間のインタラクションにおいて、目の前の相手の印象を人間が判断する時、視覚機能を用いて多くの情報を得ることが知られている<sup>1,2,3,4</sup>。ディスプレイに表示された画像中の被写体の印象を判断する場合は、視覚機能のみから情報を得ると考えられる。観察者が被写体を見る行為は、具体的には、自身の視線を、相手の顔や上半身や下半身などの身体部位へ配ることである。この視線を動かす行為を分析することで、人間の視覚機能の解明に役立つ可能性があると考えられる。さらには、



**Fig. 1** In future interactions, it is considered that people hold online presentations and parties when existing far away from each other. People have more opportunities to perceive impressions through images on large displays. In these opportunities, the impression that the other person feels favorable is essential, as the interaction in real space.

視覚機能を生かした効果的なインタラクションの実現につながる可能性があると考えられる。

認知科学の分析研究<sup>5,6</sup>では、印象を判断している観察者から計測された視線位置の分布を調査している。結論として、視線位置が最初に停留する身体部位は、顔であることが報告されている。これらの分析結果より、被写体の印象を判断する上で、最初に顔を見るのが重要な手がかりになると考えられる。ただし既存の分析研究では、最初に顔を見た後、視線位置が身体部位の上を、時系列でどの様に移り変わるかについて調査されていなかった。また、観察者に与えるタスクへ含める印象単語について、その単語が変わると、視線位置の時系列変化に差異が生じるか調査されていなかった。

そこで本論文では、印象を判断するタスクを与えられた観察者が、最初に顔を見た後、時間が経過するにつれ、身体部位をどの様に見ていくかについて調査する。また、タスクに含まれ

\* 原稿受付 令和3年5月6日

\* 掲載決定 令和3年8月31日

\*\* 鳥取大学大学院工学研究科(鳥取市湖山町南4丁目101)

る印象単語が変わると、観察者の視線位置の時系列変化に差異が生じるかどうかを調査する。この調査ため、被写体が含まれる刺激画像をディスプレイへ表示し、その刺激画像を見ている観察者の視線位置を計測する。なお、観察者には印象単語を判断するタスクを予め与え、刺激画像に対してその単語が当てはまるかどうかを回答させる。画像中の被写体の身体部位から、計測された視線位置までの距離を求め、その距離の時系列変化を可視化し、タスク間で差異が生じるかどうかを確認する。実験結果より、観察者の視線位置は、初期時刻で顔に集中するものの、時間が経過すると、顔から離れ、上半身や下半身の身体部位へと様々に移動することが分かった。また、タスクに含まれる印象単語の中には、視線位置の時系列変化が似ている単語と似ていない単語があることが分かった。以下では、2.で関連研究について述べ、3.で視線位置の時系列変化の分析方法について述べ、4.で実験結果について述べる。最後に、5.でまとめる。

## 2. 関連研究

認知科学における分析研究では、多くの文献<sup>7,8,9,10</sup>にて、顔画像が刺激として用いられている。これらの文献では、顔から受ける印象と観察者の視線位置との関係が調査されている。近年では、刺激に含まれる身体部位の範囲が広がっており、全身を含む画像が、文献<sup>11,12,13</sup>で用いられている。これらの文献では、顔のみではなく、被写体の全身から受ける印象と視線位置との関係が調査されている。観察者が刺激画像の印象を評価するタスクに取り組んでいる時、その観察者の視線位置が、最も長く停留する身体部位はどれであるかを、具体的な調査目的としている。上記の分析研究<sup>11,12,13</sup>では、観察者の視線位置は、顔に最も長く停留することが明らかにされている。文献<sup>14</sup>では、被写体の全身ではなく、手足のみに関する印象を評価するタスクを観察者に与えている。このタスクの場合でも、観察者の視線位置は、指定した手足に加えて、顔にも長く停留することが報告されている。これらの分析結果から考えられるように、顔は印象を決める上で重要な手掛かりとなる。

さらに分析研究<sup>5,6</sup>では1.で述べたように、観察者の視線位置が、最初にどの身体部位に停留するかを調査している。文献<sup>5</sup>では、女性の体型変化の画像を刺激とすることで、その被写体が好印象であると感じるかどうかの多段階評価を、タスクとして観察者に与えている。このタスクを用いて実験を行った結果、視線位置が最初に停留する身体部位は、顔であることが述べられている。文献<sup>6</sup>では、女性ではなく、男性の体型変化の画像を刺激とすることで、好印象であるかどうかの多段階評価タスクを与えている。この文献でも同じ傾向の実験結果が得られており、視線位置が最初に停留する身体部位は、顔であることが報告されている。一方、文献<sup>15</sup>では、裸体女性の体型変化の画像を用いて、魅力をどの程度感じたか評価するタスクを、男性の観察者に与えている。視線位置が最初に停留する身体部位は、裸体の刺激であれば、胸であることが述べられている。

本論文では、フォーマルな場面を想定し、衣服を着用した被写体の全身画像を刺激として用いる前提とする。上記の既存の分析研究<sup>5,6</sup>の結果より、被写体の印象を判断する時、観察者の視線位置は、最初に顔へ停留すると想定できる。既存の分析研究では行われていない新たな試みとして、前節でも述べたように、最初に顔を見た後の視線位置が、時系列でどの様に移り変わるかを調査していく。また、もう一つの試みとして、タス

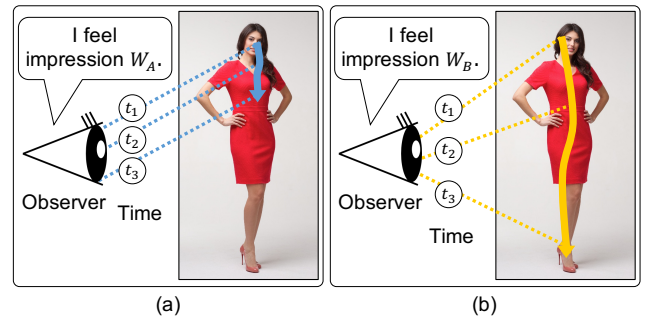


Fig. 2 Our assumption of the temporal changes of the gaze locations. When an observer tackles the task of determining the impression word  $W$ , the gaze location of the observer moves over the subject's body parts in an image as time passes.

クに含まれる印象単語を変えた場合、視線位置の時系列変化に、どのような差異が生じるかについても調査していく。

## 3. 観察者から計測された視線位置の時系列変化を分析するための実験手法

### 3.1 仮説

人物画像の印象判断タスクにおける視線位置の時系列変化を分析するため、まず仮説を立て、それを受けて実験計画をデザインした。ここで、我々が想定する二つの仮説を挙げる。

- H1 : 被写体の印象を判断するタスクに実験協力者が取り組む際、その実験協力者の視線位置が集まる被写体の身体部位は、時間と共に移り変わる。
- H2 : 実験協力者へ与えるタスクに含まれる印象単語が変わると、仮説 H1 で述べた視線位置の時系列変化に、差異が生じる。

本論文で述べる視線位置とは、ある時刻において、視線の方向ベクトルが、ディスプレイ上に表示された人物画像の平面と交わる点とする。これらの仮説を立てる上で、我々が考えた視線位置の時系列変化の例を説明する。まず H1 について予想される具体例を述べる。印象単語  $W_A$  を含むタスクを実験協力者へ与えた場合、視線位置は、被写体の顔の上へ最初に表れるが、時間が経つと共に、図 2(a) のように、顔から胸など、他の身体部位へ移動すると考えられる。別の印象単語  $W_B$  について尋ねた場合でも、図中 (b) のように、視線位置が時間の経過と共に移動すると考えられる。次に H2 について予想される具体例を述べる。図中の (a) と (b) との間で、視線位置の時系列変化を比較すると、タスクに含まれる印象単語の違いから、各時刻の視線位置に差異が生じると考えられる。以下では、これら二つの仮説を確かめるため、視線位置を計測し分析する実験手法について述べる。

### 3.2 タスク設定

#### 3.2.1 タスクに含める印象単語

まずタスクに含める印象単語について述べる。印象単語として、大勢の人間が社会的な通念を共有できるフォーマルな場面に当てはまるものを対象とする。具体的には、プレゼンテーションやパーティーなどの場面で感じると考えられる印象単語を対象とする。なお、フォーマルな場では相手にポジティブな印象を与えることを望むことが多いと考えられるため、ネガ

ティブな印象を表す単語を除外する。

想定する場面に合う印象単語を決めるためフリーディスカッションを行った。その結果、実験で用いる印象単語を以下の6個に決定した。

- $W_1$  : 温厚 (Gentle)
- $W_2$  : 意欲的 (Ambitious)
- $W_3$  : 個性的 (Unique)
- $W_4$  : 裕福 (Rich)
- $W_5$  : 知性的 (Intellectual)
- $W_6$  : スタイリッシュ (Stylish)

これらの印象単語を用いて、実験協力者に与えるタスクを設計した。各タスクにおいて、画像中の被写体について、以下の設問を判断するよう実験協力者へ依頼した。

- $T_1$  : 温厚であると感じるか
- $T_2$  : 意欲的であると感じるか
- $T_3$  : 個性的であると感じるか
- $T_4$  : 裕福であると感じるか
- $T_5$  : 知性的であると感じるか
- $T_6$  : スタイリッシュであると感じるか

実験協力者には、各タスクについて、はい、または、いいえを回答させた。

### 3.2.2 印象単語の主観的な近さの評価

印象単語  $W_1$  から  $W_6$  に対して感じる主観が、どの程度似ているかを確認するために実験を行った。この実験には人物5名(男性3名, 女性2名, 平均年齢  $23.6 \pm 1.4$  歳, 日本人, 大学生)が参加した。3.2.1 で述べたフリーディスカッションに参加した人物であり, 3.4 で述べる視線計測の実験に参加した人物とは別人である。各人物に対して印象単語に関する多段階評価アンケートを, フリーディスカッションから56日後に実施した。具体的には, 印象単語のペアを提示し, それらの単語から感じる印象がどれだけ似ているかについて尋ねた。各人物に以下から1つを選ぶよう回答させた。

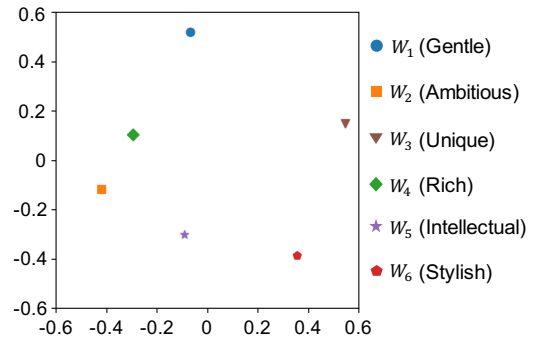
- 似ている (1点)
- やや似ている (2点)
- やや似ていない (4点)
- 似ていない (5点)

なお括弧内の数字は主観スコアを表す。印象単語のペアとして  $W_1$  から  $W_6$  までの組合せの全通りを対象とし, 尋ねる順序はランダムとした。

印象単語の各ペアに対して, 人物5名から得た主観スコアの合計を表1に示す。これを距離行列とし, 非計量の多次元尺度構成法 (Multi Dimensional Scaling: MDS)<sup>16)</sup> を適用した。印象単語の主観的な近さを, 非計量 MDS を用いて平面に配置した結果を図3に示す。意欲的の  $W_2$  と裕福の  $W_4$  とは, 他の印象単語  $W_1, W_3, W_5, W_6$  と比較すると, 平面上で近くに配置されていた。ただし, 表1の主観スコアの合計において  $W_2$  と  $W_4$  のペアは14であり, 似ている, もしくは, やや似ているを全員が選んだわけではなかった。実験で用いた印象単語  $W_1$  から  $W_6$  は, 似ているかどうかの感じ方という観点で, 重なりは無く, ある程度のばらつきを持っていると考えられる。

**Table 1** The subjective scores were obtained from the assessment in which the five people compared the pairs of impression words. These scores became smaller values when the five people perceived that the pairs of impression words are similar.  $W_1$ : Gentle,  $W_2$ : Ambitious,  $W_3$ : Unique,  $W_4$ : Rich,  $W_5$ : Intellectual,  $W_6$ : Stylish

	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_4$	$W_5$	$W_6$
$W_1$	0	21	24	14	20	23
$W_2$	21	0	17	14	14	18
$W_3$	24	17	0	19	22	15
$W_4$	14	14	19	0	13	18
$W_5$	20	14	22	13	0	14
$W_6$	23	18	15	18	14	0



**Fig. 3** Result of locating each impression word on a two-dimensional plane. The non-metric MDS was performed using the subjective scores, which indicate how similar the pairs of the words are.

### 3.3 刺激画像

実験協力者が観察する刺激画像について詳細を説明する。実験協力者1名に与える刺激画像の総数を100枚とした。それらの刺激画像の一部を図4に示す。画像中の被写体の姿勢について, ポスター会場や立食懇親会など, フォーマルな場面で多く遭遇する立位状態を対象とした。手や足の位置について, 両手や踵をそろえるなどの条件は設けずに, 自由とした。また, 被写体の身体領域について頭からつま先まで全て見えるとし, かつ, 被写体の顔が正面向きに近しいとした。なお座位状態や臥位状態を除いた。刺激画像1枚に含まれる被写体の数を1名のみとした。被写体の男女比を1:1とし, 男性50名, 女性50名とした。被写体の服装として, プレゼンテーションやパーティーなどフォーマルな場面に合うものとした。フォーマルな場面では社交のため, 笑顔やニュートラルの表情になると想定される。よって被写体の表情を, 笑顔, もしくは, ニュートラルとした。刺激画像中の背景として, 被写体より目立つものは存在しないとした。また, 被写体の手前には他の物体が存在しないとした。画像のサイズは縦幅が972画素となるようにリサイズした。その際, 画像のアスペクト比を維持した。横幅は画像ごとに異なり, 平均は  $447.2 \pm 82.5$  画素であった。なお, これらの画像を写真素材サイト<sup>\*1</sup>よりダウンロードした。

### 3.4 実験条件

実験協力者数を24名(男性12名, 女性12名, 平均年齢  $22.0 \pm 1.2$ , 日本人, 大学生)とした。刺激画像中の被写体と実験協力者とは, 直接の面識はなく親しくない間柄であった。視線計測時において, 実験協力者は  $T_1$  から  $T_6$  の全てのタスク

\*1 <https://www.photo-ac.com/>

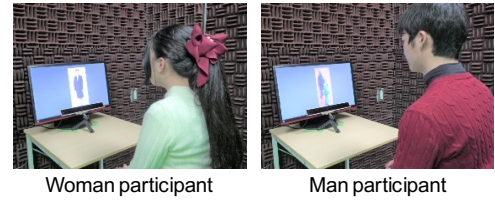




Fig. 4 A part of stimulus images used in our experiments.

に回答することとした。なお、実験協力者が行うタスクの具体的な手順については3.5で述べる。

実験時のセッティングについて先に述べる。ディスプレイから水平方向に65 cmの位置に実験協力者を座らせた。椅子の高さは床から44 cmとした。実験協力者の目の高さは、床から110から120 cmの間であった。本実験のセッティングを図5に示す。ディスプレイ(AOC G2460PF, 24インチ, 解像度1920×1080画素, リフレッシュレート59.94Hz)を用いた。ディスプレイ上における刺激画像の表示例を図6に示す。センターバイアス<sup>17, 18)</sup>を避けるため、ディスプレイ上のランダムな位置に刺激画像を表示した。視線計測装置としてGazepoint GP3 HDを用いた。予備実験として、本セッティングにおける視線計測の誤差を評価した。位置が既知の基準点6個の画像を、人物7名にディスプレイ上で見せたところ、基準点から視線位置までの誤差平均が $71.4 \pm 32.0$ 画素であった。視線位置を計測する際のサンプリングレートを、装置上で150 Hzと設定した。なお、装置の仕様上、視線位置の計測時刻の間隔にばらつきが生じるため、バイリニア補間を用いて等間隔となるよう60 Hzでリサンプリングした。



Woman participant Man participant

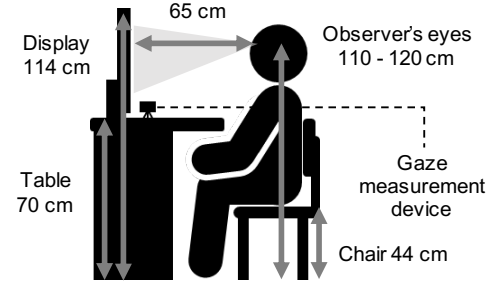


Fig. 5 Experimental setting for gaze measurement.



Fig. 6 Example of stimulus images displayed on a monitor.

### 3.5 視線計測の手順

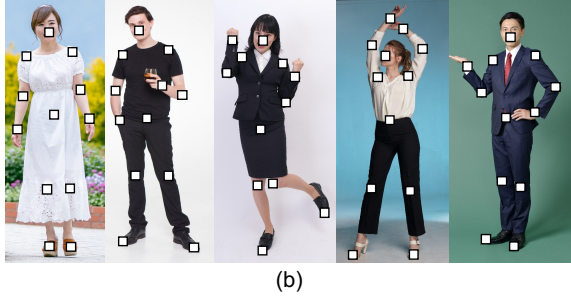
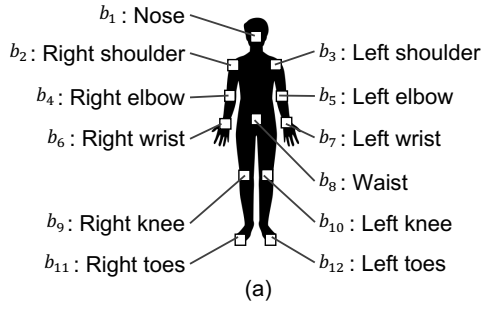
実験協力者の視線位置を計測する際の手順を以下とした。

- $P_1$  : 実験協力者を1名ランダムに選び出した。
- $P_2$  : 実験協力者に与えるタスク  $T_1$  から  $T_6$  の順番をランダムに決めた。
- $P_3$  : 実験協力者に、これから行う1個のタスクの内容を説明し、計測の手順と回答方法を説明した。
- $P_4$  : 灰色画像をディスプレイに1秒間表示した。
- $P_5$  : 全ての刺激画像の中から、重複無しでランダムに選択された1枚の刺激画像を、ディスプレイに6秒間表示した。
- $P_6$  : 黒色画像をディスプレイに3秒間表示した。
- $P_7$  :  $P_3$  で説明したタスクについて、実験協力者に回答させた。
- $P_8$  : 全ての刺激画像の計測が完了するまで、手順  $P_4$  から  $P_7$  まで繰り返した。
- $P_9$  : 手順  $P_3$  から  $P_8$  までを、 $P_2$  で決めたタスクの順番に従い、全てのタスクが完了するまで繰り返した。
- $P_{10}$  : 全ての実験協力者が終了するまで手順  $P_1$  から  $P_9$  を繰り返した。

### 3.6 視線位置の分析に用いる身体部位

#### 3.6.1 身体部位の設定

実験で用いる刺激画像に含まれる被写体は、3.3で述べたように立位状態であるが、手や足を自由に配置している。画像中の被写体が様々な立位状態をとる場合、刺激画像の間で、身体部位の位置が異なる。このため、計測された視線位置そのものを、刺激画像の間で単純に比較できない。そこで本論文では、刺激画像から身体部位を検出し、その身体部位から視線位置までの相対的な距離関係を分析に用いる。なお、距離の求め方の



**Fig. 7** (a) Definition of the body parts used for our experiments of gaze measurement. (b) Examples of the body parts detected from the stimulus images.

詳細については3.7で述べる。

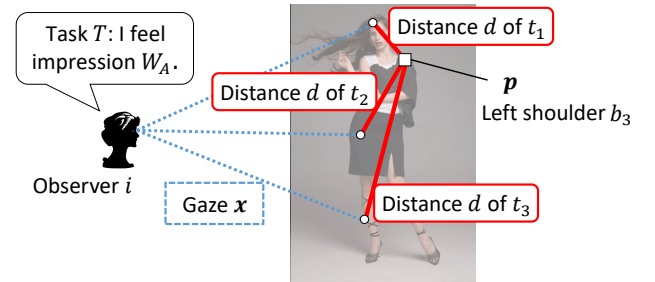
分析で用いる身体部位について先に述べる。ここでは、頭領域の中心である鼻、胴体領域の右肩と左肩、腰、腕の右関節2点と左関節2点、足の右関節2点と左関節2点の12点を用いる。それらの身体部位  $b \in \{b_1, \dots, b_{12}\}$  について図7(a)で示す。本実験では、刺激画像中の被写体の身体部位を検出するため、OpenPose<sup>19)</sup>を用いた。検出される身体部位の中には、手のひらの関節や足先の関節など細かいものが含まれるが、関節間の距離が近すぎるため、互いの距離が遠い身体部位を用いた。刺激画像において検出された身体部位の例を図7(b)に示す。

### 3.6.2 被写体の身体部位の配置の確認

実験で用いる刺激画像において、被写体の身体部位がどの程度ばらついて配置されているかを確認した。刺激画像100枚において、被写体の各身体部位  $b \in \{b_1, \dots, b_{12}\}$  の位置を検出した。被写体の各身体部位から鼻までの距離を算出し、それらの平均と標準偏差を求めた。その結果を表2に示す。右肩から鼻までの距離、左肩から鼻までの距離のように、左右対称に存在する身体部位までの距離は、左右間で差がほぼないことが分かる。確認のため、左右対称に存在する身体部位の間で、鼻までの距離分布に対してマンホイットニーのU検定を適用した。その結果、左右の部位間で有意差は見られなかった。一方、肩から鼻までの距離、腰から鼻までの距離のように、上下方向に配置される身体部位までの距離は、上下間で差が大きいことが表2より分かる。確認のため、上下方向に存在する身体部位の間（例えば右肩と腰の間、左肘と右爪先の間など）で、鼻までの距離分布に対して、マンホイットニーのU検定とボンフェローニ補正を用いた多重比較検定を適用したところ、どの組み合わせでも有意差が見られた。次節では、身体部位の配置にばらつきがある刺激画像における視線位置の算出方法について考える。

**Table 2** Average distance between each body part and nose of the subject in the stimulus image.

Body part	Distance [pixel]
Right shoulder – nose (右肩–鼻)	125.2 ± 20.4
Left shoulder – nose (左肩–鼻)	125.6 ± 20.8
Right elbow – nose (右肘–鼻)	245.4 ± 33.7
Left elbow – nose (左肘–鼻)	245.7 ± 27.6
Right wrist – nose (右手首–鼻)	291.2 ± 87.5
Left wrist – nose (左手首–鼻)	305.3 ± 77.7
Waist – nose (腰–鼻)	346.7 ± 20.7
Right knee – nose (右膝–鼻)	543.6 ± 25.5
Left knee – nose (左膝–鼻)	544.1 ± 26.3
Right toes – nose (右爪先–鼻)	778.2 ± 37.4
Left toes – nose (左爪先–鼻)	784.0 ± 35.1



**Fig. 8** Example of the distance  $d(t, b_3, i, T, \mathcal{X})$  of time  $t$  computed between the gaze location  $\mathbf{x}(t, i, T, \mathcal{X})$  and the left shoulder location  $\mathbf{p}(b_3, \mathcal{X})$ .

### 3.7 視線位置の時系列変化の算出方法

本論文の分析では、計測された視線位置から身体部位までの距離を用いる。ここでは、その距離の算出方法について述べる。タスク  $T \in \{T_1, \dots, T_6\}$  を実験協力者  $i$  へ与えた際、刺激画像  $\mathcal{X}$  を観察した時刻  $t$  で計測された視線位置  $\mathbf{x}(t, i, T, \mathcal{X})$  について考える。計測された視線位置から、刺激画像中の被写体の身体部位  $b$  の位置  $\mathbf{p}(b, \mathcal{X})$  までの距離を式(1)で表す。

$$d(t, b, i, T, \mathcal{X}) = \frac{\tilde{D}_X}{D_X} \|\mathbf{x}(t, i, T, \mathcal{X}) - \mathbf{p}(b, \mathcal{X})\|_2 \quad (1)$$

距離尺度としてL2ノルムを用いる。それぞれの刺激画像における両肩の midpoint から腰までの距離を  $D_X$  とし、全ての刺激画像から求めた  $D_X$  の平均値を  $\tilde{D}_X$  とする。実験時の  $\tilde{D}_X$  は250.0画素であった。具体例として、左肩に対する距離  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  を計測する場合を図8に示す。

次に、全ての実験協力者を含む集合  $\mathcal{I}$  と、全ての刺激画像を含む集合  $\mathcal{S}$  とを用いて、時刻  $t$  における身体部位の位置までの平均距離を式(2)で求める。

$$d(t, b, T) = \frac{1}{IX} \sum_{i \in \mathcal{I}} \sum_{\mathcal{X} \in \mathcal{S}} d(t, b, i, T, \mathcal{X}) \quad (2)$$

ここで、実験協力者の人数を  $I$  名、刺激画像の枚数を  $X$  枚とする。なお、まばたきなどで視線位置が計測されなかった時刻が存在する。その場合は、まばたきに該当する時刻を式(2)の計算に含めないこととする。本論文では、各時刻  $t$  における距離  $d(t, b, T)$  の値が時間方向に並んだ信号を、視線位置の時系列変化と呼ぶことにする。実験では視線位置を60 Hzで6秒間計測したため、時刻方向にサンプリングされた視線位置の総数を360とした。

**Table 3** Average distance  $d(b)$  between the gaze location and the location of each body part  $b$  in the stimulus image.

Body part	Distance [pixel]	
$b_1$ : Nose (鼻)	179.2 ± 55.4	–
$b_2$ : Right shoulder (右肩)	200.6 ± 35.1	201.3 ± 34.5
$b_3$ : Left shoulder (左肩)	202.0 ± 33.8	
$b_4$ : Right elbow (右肘)	252.7 ± 13.2	253.1 ± 12.5
$b_5$ : Left elbow (左肘)	253.5 ± 11.9	
$b_6$ : Right wrist (右手首)	277.0 ± 9.8	279.2 ± 10.8
$b_7$ : Left wrist (左手首)	281.5 ± 12.3	
$b_8$ : Waist (腰)	298.0 ± 22.6	–
$b_9$ : Right knee (右膝)	446.9 ± 48.6	447.2 ± 48.8
$b_{10}$ : Left knee (左膝)	447.5 ± 48.9	
$b_{11}$ : Right toes (右爪先)	656.7 ± 64.1	659.9 ± 64.5
$b_{12}$ : Left toes (左爪先)	663.1 ± 64.9	

## 4. 実験結果

### 4.1 計測された視線位置から各身体部位までの距離分布の調査

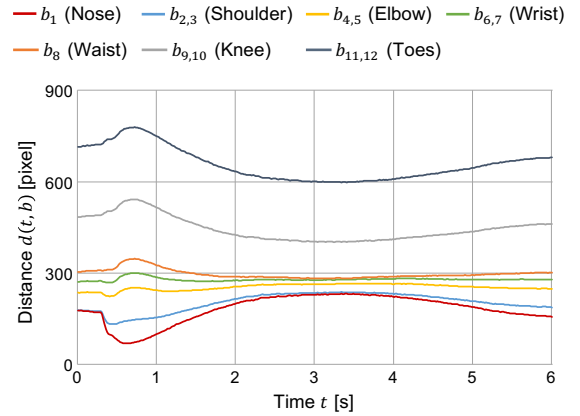
この実験では、3.1で述べた仮説 H1 と H2 について調査する前に、計測された視線位置から各身体部位  $b$  までの距離の分布に違いが表れるかどうかについて調査した。ここでは、各タスク  $T$  と各時刻  $t$  における式 (2) の距離  $d(t, b, T)$  について、タスク  $T_1$  から  $T_6$ 、および、時刻  $t = 0$  秒から 6 秒の間で平均距離  $d(b)$  を求めた。各身体部位に対する  $d(b)$  を表 3 に示す。身体部位の左右方向で平均距離を比較した場合、および、上下方向で平均距離を比較した場合の結果を以下で述べる。

まず、左右対称に存在する身体部位を対象とし、視線位置までの  $d(b)$  を確認した。右肩と左肩との間で、距離の差は 1.4 画素と極めて小さいことが分かる。同様に、右肘と左肘との間、右手首と左手首との間、右膝と左膝との間、右爪先と左爪先との間でも距離の差は小さいことが分かる。確認のため、左右対称に存在する身体部位の間で、視線位置までの距離分布に対してマンホイットニーの U 検定を適用した。その結果、手首で有意差が見られたものの、肩、肘、膝、爪先で有意差が見られなかった。よって、左右対称に存在する身体部位は、左右間で一つにまとめて考えることにした。さらに分析を進めるため、肩  $b_{2,3}$ 、肘  $b_{4,5}$ 、手首  $b_{6,7}$ 、膝  $b_{9,10}$ 、爪先  $b_{11,12}$  とし  $d(b)$  を求めた。その結果を表 3 の最右列に示す。

次に、上下方向に配置される身体部位を対象とし、視線位置までの  $d(b)$  を確認した。表中から、鼻、肩、肘、手首、腰、膝、爪先の順に距離が大きくなっていることが分かる。確認のため、上下方向に存在する身体部位の間で、視線位置までの距離分布に対し、マンホイットニーの U 検定とボンフェローニ補正を用いた多重比較検定を適用した。その結果、どの組み合わせでも有意差が見られた。これらの結果より、身体部位の上下方向では、それぞれの部位で距離を確認する必要がある。次節では、鼻、肩、肘、手首、腰、膝、爪先の 7 個の身体部位について、視線位置の時系列変化の比較を行う。

### 4.2 視線位置から各身体部位までの距離の時系列変化の分析

この実験では、3.1で述べた仮説 H1 について調査していく。計測された視線位置から各身体部位までの距離を用いて、視線位置の時系列変化を可視化した。タスク  $T_1$  から  $T_6$  において求めた式 (2) の距離  $d(t, b, T)$  から、全タスクの平均を求める



**Fig. 9** Visualization of the temporal changes of the gaze locations for the body part  $b$ . The average distance  $d(t, b)$  was computed from the distances  $d(t, b, T)$  of all tasks at each time  $t$ .

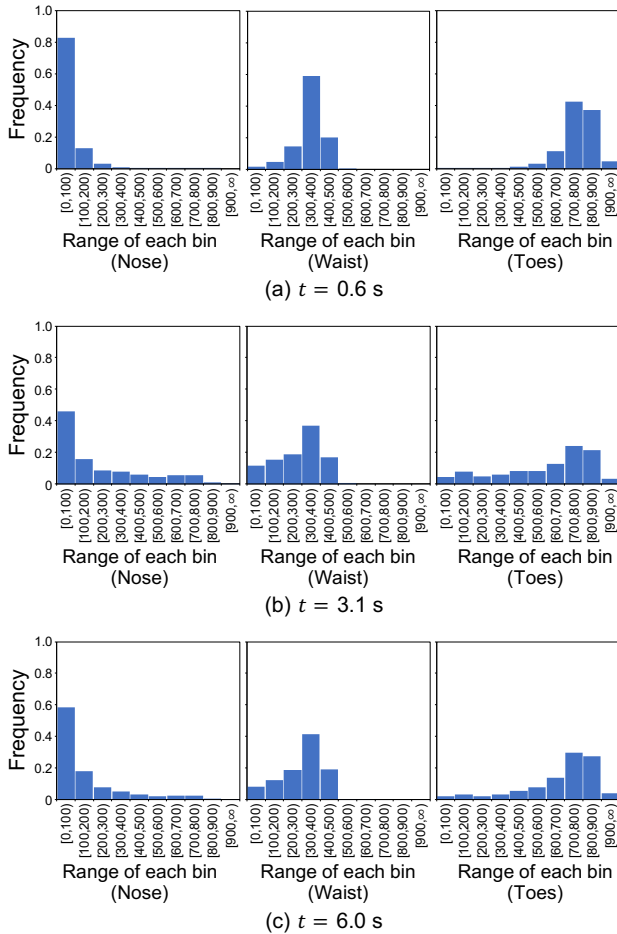
ことで、平均距離  $d(t, b)$  を算出した。身体部位  $b$  ごとに各時刻  $t$  の  $d(t, b)$  を、時系列に並べた信号を図 9 に示す。縦軸は  $d(t, b)$  の値の大きさを表しており、その値が小さいほど、視線位置が、身体部位  $b$  の位置と平均的に近いことを表す。横軸は視線位置が計測された時刻  $t$  を表す。

図中において、時刻  $t = 0$  秒から 0.3 秒の間で、距離がほぼ変わらない時間帯が確認された。刺激を与えられた実験協力者が、何らかの反応をするため、視神経や脳で準備に要した時間と考えられる。一般的に人間は視覚刺激が与えられると、視覚誘発電位 (VEP)<sup>20)</sup> と呼ばれる脳内の反応が、0.145 秒後などに表れると言われている。その後、視線を移動する指令を脳から伝達する時間も必要であると考えられる。これらの時間の合計が、上記の 0.3 秒間に表れたのではないかと考えられる。

図 9 の時刻  $t = 0.3$  秒以降では、鼻までの平均距離が小さくなっていき、0.6 秒で距離が最小となっていた。この時間帯では、ディスプレイ上のランダムな位置に表示された被写体へ、実験協力者は視線位置を移しており、さらに、被写体の顔の観察を開始したと考えられる。視線位置が集まる身体部位を確認するため、鼻、腰、または、爪先に注目した際、時刻  $t = 0.6$  秒において、距離  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  が取り得る値のヒストグラムを求めた。その結果を図 10(a) に示す。縦軸の頻度では、タスク  $T$  の個数、実験協力者  $i$  の人数、刺激画像  $\mathcal{X}$  の枚数の総組合せ数 ( $6 \times 24 \times 100$  通り) が 1 になるように正規化した。図中より、鼻において、距離範囲が 0 画素から 100 画素までのピンの頻度が、非常に大きいことが分かる。よって、印象判断タスクに取り組む実験協力者は、最初は顔を見ると言える。これは、既存の分析研究の結果<sup>5,6)</sup> と同じ傾向を示していると言える。

図 9 の時刻  $t = 0.6$  秒以降では、3.1 秒付近にかけて、鼻までの平均距離が増加していく傾向があり、徐々にその上がり幅は小さくなっていった。逆に、爪先までの平均距離が減少する傾向があり、徐々にその下がり幅は小さくなっていった。この時間帯では、いずれか特定の身体部位までの平均距離が極端に小さくなることは確認できなかった。この結果より、実験協力者の視線位置が、様々な刺激画像において、共通の身体部位に集まるとは言えないと考えられる。ただし、実験協力者の一部は、視線位置を、鼻から個々の身体部位へ移したと考えられる。どの身体部位へ視線位置を移したかを確認するため、身体部位  $b$  を鼻、腰、または、爪先とした際、時刻  $t = 3.1$  秒において、距





**Fig. 10** Histograms of the distances  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  computed from all stimulus images and all participants at the indicated time  $t$  for each body part  $b$ : nose, waist, or toes.

離  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  が取り得る値のヒストグラムを求めた。その結果を図 10(b) に示す。距離範囲が 0 画素から 100 画素までのビンでは、図 10(a) の 0.6 秒のビンと比べて、鼻において頻度が半減した。また、腰において頻度が増加したことから、実験協力者の一部は腰付近を見ていたと言える。同様に爪先の頻度も僅かに増加したことから、実験協力者のごく一部は、爪先付近を見ていたと言える。

図 9 の時刻 3.1 秒付近から 6 秒にかけて、鼻までの平均距離が徐々に小さくなっていき、逆に、爪先までの平均距離が徐々に大きくなっていった。最後にどこを見ていたかを確認するため、身体部位  $b$  を鼻、腰、または、爪先とした際、時刻  $t = 6.0$  秒において、距離  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  が取り得る値のヒストグラムを求めた。その結果を図 10(c) に示す。距離範囲が 0 画素から 100 画素までのビンでは、図 10(b) の 3.1 秒のビンと比べて、鼻の頻度が増加し、腰と爪先の頻度が僅かに減少していた。このことから、実験協力者の一部は、顔に視線位置を戻したと考えられる。

仮説 H1 に対する調査結果についてまとめる。実験協力者は、全ての時間帯で顔だけを見ているわけではなく、最初に顔を見た後に、顔以外の身体部位も観察することが、調査結果より言える。ただし、視線位置が集まる身体部位は、実験協力者や刺激画像の間で共通であるとは言えない。視線位置は、時間が経過するにつれて、上半身や下半身の身体部位へ様々に移動

していきことが分かった。

### 4.3 各実験協力者の視線位置の時系列変化の比較

実験協力者  $i$  から求めた時刻  $t$  の距離  $d(t, b, i)$  を用いて、実験協力者ごとの視線位置の時系列変化を調査した。身体部位  $b$  として、鼻、肩、肘、手首、腰、膝、爪先の 7 個を用いた。視線位置の時系列変化にどのようなパターンが存在するかを可視化するため、階層的クラスタリングを適用した。まず、距離  $d(t, b, i)$  を算出するため、式 (1) の距離  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  について、全ての刺激画像  $\mathcal{X}$  と全てのタスク  $T$  を用いて、各実験協力者において平均した。次に、時刻  $t$  と部位  $b$  に関する  $d(t, b, i)$  を要素とする行列を、実験協力者ごとに生成した。各行列が各実験協力者に対応しており、その行列のサイズを  $360 \times 7$  とした。行列間の距離尺度をフロベニウスノルムとし、クラスタ数を 4 個とした。

実験協力者 24 名の視線位置の時系列変化に、階層的クラスタリングを適用した結果、クラスタ 1 に 17 名、クラスタ 2 に 3 名、クラスタ 3 に 2 名、クラスタ 4 に 2 名が属していた。各クラスタに含まれる実験協力者 1 名分について、視線位置の時系列変化を図 11 に示す。縦軸は  $d(t, b, i)$  の値の大きさを表しており、その値が小さいほど、視線位置が、身体部位  $b$  の位置と近いことを表す。図中では、各クラスタでノルムが最も小さいペアの片方の実験協力者の時系列変化を掲載した。人数が最大のクラスタ 1 では図 11(a) となり、図 9 の全体平均とほぼ同じパターンを示していた。クラスタ 1 では、多くの実験協力者が類似するパターンを示していることから、4.2 で用いた平均距離  $d(t, b)$  の分析結果に意味があると考えられる。一方、残りのクラスタでは図 11(b) から (d) となり、属している人数が少ないものの、それぞれのクラスタで、視線位置の時系列変化は個別のパターンを示していた。クラスタ 2 では時刻 1.4 秒付近から先にて、視線位置がほぼ移動していなかった。これは顔を見たのち、そのまま顔付近に停留し続けたパターンと考えられる。クラスタ 3 では時刻 2.6 秒付近にかけて、また、クラスタ 4 では時刻 4.1 秒付近にかけて、鼻までの距離が増加していた。クラスタ 1 では時刻 2.9 秒付近にかけて増加していたことから、クラスタ 3 とクラスタ 4 のパターンは、クラスタ 1 のパターンと比べて、顔に停留している時間が短いか、または、長いかの違いをもつと言える。さらにクラスタ 3 とクラスタ 4 では、鼻に停留した後の時間帯で、膝や爪先までの距離が、クラスタ 1 と比べて小さくなった。これらのパターンはクラスタ 1 と比べて、足元など下半身に視線をより移すと考えられる。以上の結果より  $d(t, b, i)$  を調査することで、多数の実験協力者で共通するパターンが存在し、少数の実験協力者で個別のパターンが存在することが分かった。

### 4.4 タスク間における視線位置の時系列変化の比較

ここでは 3.1 で述べた仮説 H2 について調査していく。視線位置の時系列変化に、タスク間でどのような差異が表れるかについて可視化を行った。各タスク  $T$  における各時刻  $t$  の視線位置について、距離  $d(t, b, T)$  の時系列変化を図 12 に示す。なお本実験では、身体部位  $b$  として鼻に注目し考察を進めた。図中より、時刻  $t = 0$  秒から 0.6 秒までは、タスク間でほぼ共通の動きをしていることが分かる。時刻 0.6 秒から 6 秒までは、時間経過と共に距離が一旦大きくなり、その後は小さくなるという共通の傾向が見られるものの、距離の増減のタイミングに、タスク間で違いが見られた。以上の結果より、全タスクに

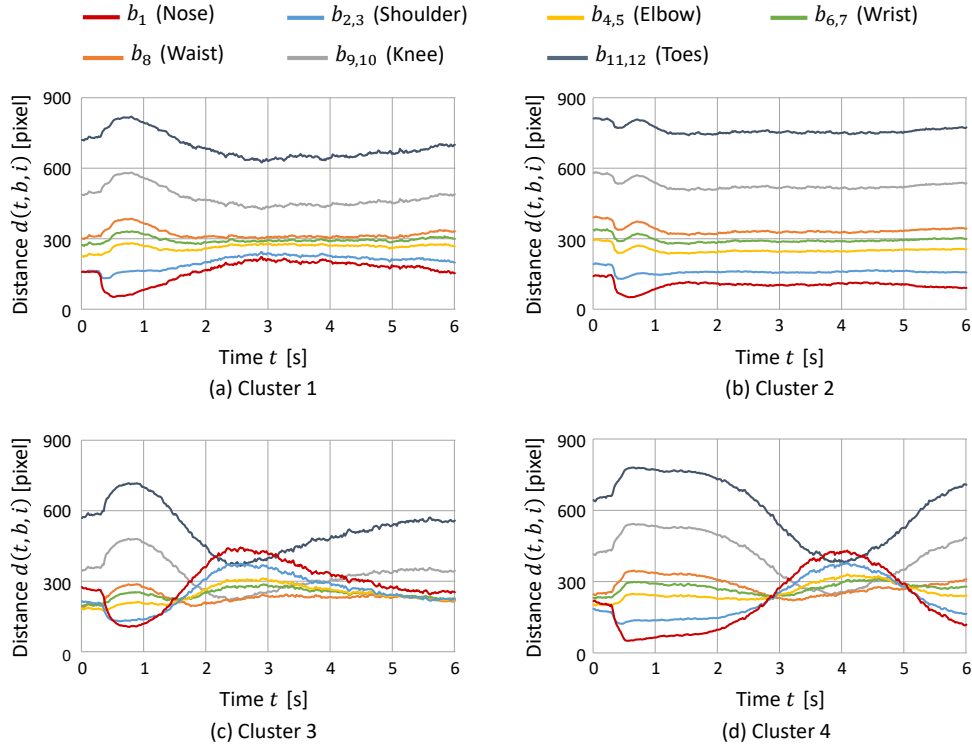


Fig. 11 Temporal changes of the gaze locations  $d(t, b, i)$  for the representative participant  $i$ . The hierarchical clustering was performed using all the participants.

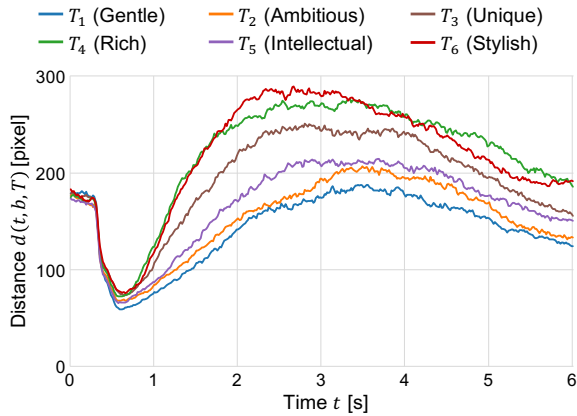


Fig. 12 Visualization of the temporal changes of the gaze locations  $d(t, b, T)$  for each task  $T$ . These temporal changes were computed for the nose of the body part  $b_1$ .

において、実験協力者の視線位置は最初に鼻へ近づくことは共通であると言える。鼻を見た後、視線位置の移動の仕方に、タスク間で差異が生じる傾向があることが分かった。

視線位置の時系列変化の差異について、さらに調査を進めた。各タスクの  $d(t, b, T)$  の値について、時刻  $t$  の昇順で並べたベクトルとし、L2 ノルムを用いて、ベクトル間の距離を算出した。視線位置の時系列変化について、タスク間の差異を表す距離行列を表 4 に示す。この距離行列に対して、計量 MDS を適用し、各タスクの視線位置の時系列変化を 2 次元平面に配置した結果を図 13 に示す。図中より、温厚の  $T_1$  と、意欲的の  $T_2$  との間で距離が小さく、視線位置の時系列変化が、互いに似ていることが分かる。同様に、裕福の  $T_4$  と、スタイリッシュの  $T_6$  との間でも、互いに似ていることが分かる。 $T_1$  と

Table 4 The distance matrix was computed between the tasks using the temporal changes of the gaze locations  $d(t, b, T)$ .  $T_1$ : Gentle,  $T_2$ : Ambitious,  $T_3$ : Unique,  $T_4$ : Rich,  $T_5$ : Intellectual,  $T_6$ : Stylish.

	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$
$T_1$	0	254.5	1040.2	1548.1	512.9	1562.6
$T_2$	254.5	0	823.2	1325.5	302.6	1348.8
$T_3$	1040.2	823.2	0	536.5	547.7	537.3
$T_4$	1548.1	1325.5	536.5	0	1049.8	218.8
$T_5$	512.9	302.6	547.7	1049.8	0	1070.4
$T_6$	1562.6	1348.8	537.3	218.8	1070.4	0

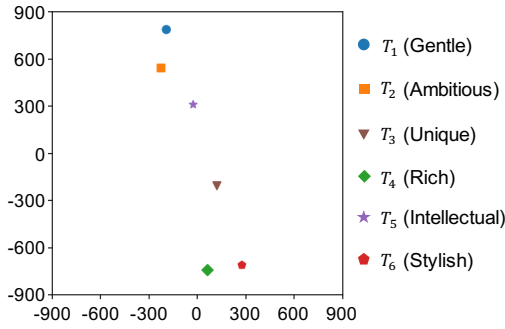
$T_2$  は、 $T_4$  と  $T_6$  から離れた配置になっており、時系列変化が似ていないことが分かる。特に、 $T_1$  と  $T_6$  との間の距離が最も大きかった。個人的の  $T_3$  に対して、特に近くに配置されるものは無かった。知性的の  $T_5$  は  $T_2$  に近い位置へ配置されていた。仮説 H2 に対する調査結果より、タスクに含まれる印象単語の中には、視線位置の時系列変化が似ている単語と似ていない単語が存在することが分かった。このことから、印象単語が変わると、視線位置の時系列変化に差異が生じる傾向があると考えられる。

#### 4.5 被写体および実験協力者の性別に着目した時の視線位置の時系列変化の分析

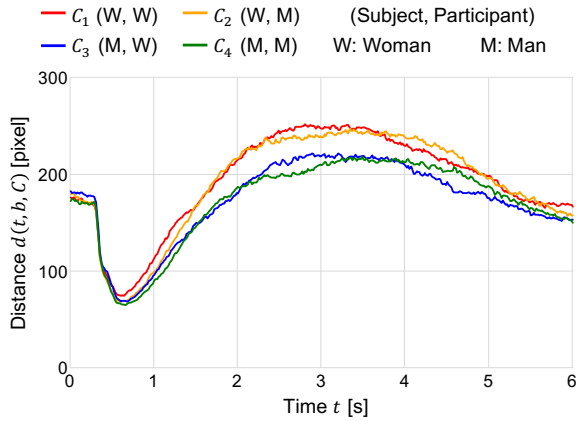
視線位置の時系列変化について、刺激画像  $\mathcal{X}$  の被写体の性別、および、実験協力者  $i$  の性別により差異が生じるかどうかについて調査した。この実験では以下の条件を用いて、視線位置の時系列変化を比較した。

- $C_1$  : 被写体は女性, 実験協力者は女性.
- $C_2$  : 被写体は女性, 実験協力者は男性.
- $C_3$  : 被写体は男性, 実験協力者は女性.





**Fig. 13** Result of locating each impression word on a two-dimensional plane. The metric MDS was performed using the distance matrix of the temporal changes of the gaze locations.



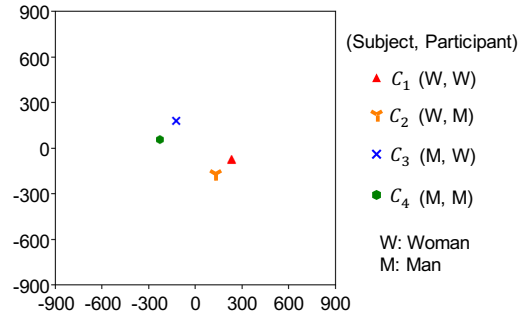
**Fig. 14** Visualization of the temporal changes of the gaze location  $d(t, b, C)$  for each gender condition  $C$ . The nose of the body part  $b_1$  was used. These conditions were designed to check the difference of the temporal changes for participants' gender and the subjects' gender.

**Table 5** The distance matrix was computed between subjects' gender and participants' gender using the temporal changes of the gaze locations. Each element of the matrix becomes a smaller value when these temporal changes are similar.

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$C_1$	0	144.9	438.5	472.4
$C_2$	144.9	0	430.6	426.5
$C_3$	438.5	430.6	0	164.0
$C_4$	472.4	426.5	164.0	0

$C_4$  : 被写体は男性, 実験協力者は男性.

それぞれの条件  $C$  に属する式 (1) の距離  $d(t, b, i, T, \mathcal{X})$  を用いて, 条件毎の平均距離  $d(t, b, C)$  を, タスク  $T_1$  から  $T_6$  の間で求めた. 身体部位  $b$  を鼻のみとし, 各条件の平均距離  $d(t, b, C)$  を可視化した結果を図 14 に示す. これらの視線位置の時系列変化をベクトルとみなし, L2 ノルムで距離を求めた. 被写体および実験協力者の性別に着目した時の距離行列を表 5 に示す. この表中で示した被写体の男女間の距離は, 表 4 で示したタスク間の距離と比べると, 小さいと言える. 表 5 の距離行列を用いて計量 MDS を適用した. その結果を図 15 に示す. 図中より, 実験協力者の男女間 ( $C_1$  と  $C_2$ ,  $C_3$  と  $C_4$ ) の距離差と比べて, 被写体の男女間 ( $C_1$  と  $C_3$ ,  $C_2$  と  $C_4$ ) の距離差は, 大きいことが分かる.



**Fig. 15** Result of locating each condition  $C$  of subjects' gender and participants' gender on a two-dimensional plane.

**Table 6** Results of significance test for checking the differences of the body part locations between subjects' gender in the stimulus images. Significance level is \*\*:  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$ .

Body parts	Distance [pixel]		Significance
	Man subjects	Woman subjects	
Right shoulder – nose	131.0 ± 20.5	119.3 ± 18.6	**
Left shoulder – nose	130.8 ± 23.3	120.4 ± 16.3	*
Right elbow – nose	253.2 ± 28.8	237.5 ± 36.3	*
Left elbow – nose	251.8 ± 29.1	239.7 ± 24.4	–
Right wrist – nose	296.1 ± 89.6	286.3 ± 85.0	–
Left wrist – nose	314.9 ± 70.7	295.7 ± 83.0	–
Waist – nose	355.4 ± 18.6	338.1 ± 19.1	**
Right knee – nose	551.2 ± 26.0	536.1 ± 22.5	**
Left knee – nose	552.7 ± 26.7	535.6 ± 22.9	**
Right toes – nose	775.8 ± 43.8	780.5 ± 29.4	–
Left toes – nose	788.3 ± 36.9	779.8 ± 32.7	–

刺激画像の被写体の性差により, 視線位置の時系列変化に違いが生じた理由について考察する. その理由として, 被写体の女性と男性との間で体型が違うことが挙げられる. 三次元の体型データが含まれる AIST/HQL 人体寸法・形状データベース<sup>\*2</sup> や CAESAR データベース<sup>\*3</sup> では, 肩幅や胴の長さなど, 身体部位において男女間で差が生じることが報告されている. 確認のため, 被写体の各身体部位から鼻までの平均距離 (表 2 に記載) について, 被写体の性別毎に再集計した. その結果を表 6 に示す. 確認のため, 男女間の距離分布に対してマンホイットニーの U 検定を適用した. その結果, 両肩, 右肘, 腰, 両膝において, 被写体の男女間で有意差が見られた. この集計結果には, 姿勢の影響が含まれることに注意しなければならないが, 実験で用いた刺激画像においても男女間の体型差が含まれていたと考えられる.

#### 4.6 被写体の衣服に着目した時の視線位置の時系列変化の分析

本論文では, 刺激画像に含まれる被写体の衣服として, パーティやプレゼンなどフォーマルな場面に合うものを対象とした. ここでは, 視線位置の時系列変化において, 衣服の違いにより, 差異が生じるかどうかについて調査した. 被写体の衣服を, インフォーマルとスマートカジュアルとの 2 種類に分類した. 具体的には 3.3 で述べた刺激画像 100 枚を, インフォーマルの 47 枚と, スマートカジュアルの 53 枚とに分類した.

<sup>\*2</sup> <https://www.airc.aist.go.jp/dhrt/fbodydb/index.html>

<sup>\*3</sup> <http://store.sae.org/caesar/>

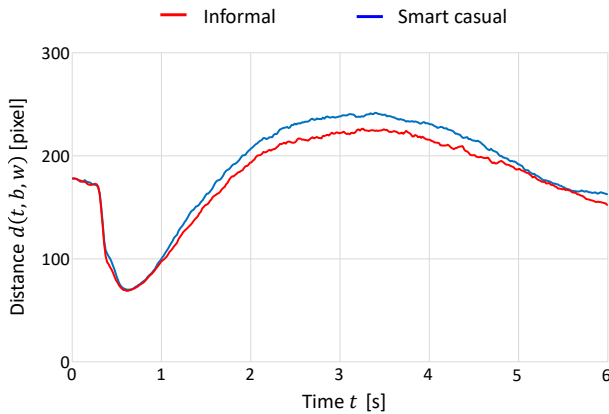


Fig. 16 Visualization of the temporal changes of the gaze location for informal and smart casual clothes. The nose of the body part  $b_1$  was used.

インフォーマルとスマートカジュアルの場合について、視線位置の時系列変化を算出した結果を図 16 に示す。衣服の種類の違いによる視線位置の時系列変化の差異は、図 12 で示した温厚の  $T_1$  とスタイリッシュの  $T_6$  との間の差異と比べると、小さいと言える。この結果より被写体の衣服は、視線位置の時系列変化に、影響を与えることは少ないと考えられる。

## 5. まとめ

本論文では、印象を判断するタスクを与えられた観察者が、最初に顔を見た後、時間が経過するにつれ、身体部位をどの様に見ていくかについて調査した。また、タスクに含まれる印象単語が変わると、観察者の視線位置の時系列変化に差異が生じるかどうかを調査した。各タスクにおいて、刺激画像の被写体を見ている観察者の視線位置を計測した。画像中の被写体の身体部位から、計測された視線位置までの距離を求め、その距離の時系列変化を比較した。実験結果より、観察者の視線位置は、初期時刻で顔に集中するものの、時間が経過すると、顔から離れ、上半身や下半身の身体部位へと様々に移動することが分かった。初期時刻に視線が顔へ集中する結果は既存の分析研究<sup>5,6)</sup>の追試であった。本論文では、初期時刻から先の視線の動き方に、多数の実験協力者で共通するパターンが存在し、少数の実験協力者で個別のパターンが存在することを示した。また、タスクに含まれる印象単語の中には、視線位置の時系列変化が似ている単語と似ていない単語があることを示した。

本論文の分析結果から、多くの人は顔など上半身を主に見るが、一部の人は顔に加えて足元など下半身まで見ることが示唆される。身だしなみは足元からと言われるように、印象を決める上で、衣服や靴が大事であることに関連すると考えられる。この分析結果の応用例として、衣服選びや靴選びにおける助言への活用が考えられる。

今後の課題として、印象単語数を増加させ計測実験を行うことで、多様な印象単語から生じる視線位置の時系列変化を分析することが挙げられる。本論文ではポジティブな印象単語のみを扱ったが、ネガティブな印象単語も含めた実験が、比較のために必要であると考えられる。刺激画像に含まれる被写体の容姿や年齢や体型や身長や人種など、外見の多様性をもたせた実験を行うことが挙げられる。被写体の身体部位を密に検出する

手法を取り入れ、視線位置を計測することが挙げられる。観察者が刺激画像を目視する時間の長さを変更した場合についても調査が必要であると考えられる。

## 謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20K11864 の助成を受けたものである。

## 参 考 文 献

- 1) A. Mehrabian. *Silent messages: Implicit Communication of Emotions and Attitudes*. Wadsworth Publishing Company, 1971.
- 2) G. Bente, W. C. Donaghy, and D. Suwelack. Sex differences in body movement and visual attention: An integrated analysis of movement and gaze in mixed-sex dyads. *Journal of Nonverbal Behavior*, No. 22, p. 31–58, 1998.
- 3) M. F. Mason, E. P. Tatkow, and C. N. Macrae. The look of love: gaze shifts and person perception. *Psychological Science*, No. 3, pp. 236–239, 2005.
- 4) U. J. Pfeiffer, K. Vogeley, and L. Schilbach. From gaze cueing to dual eye-tracking: Novel approaches to investigate the neural correlates of gaze in social interaction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Vol. 37, No. 10, pp. 2516–2528, 2013.
- 5) S. J. Gervais, A. M. Holland, and M. D. Dodd. My eyes are up here: The nature of the objectifying gaze toward women. *Sex Roles*, Vol. 69, p. 557–570, 2013.
- 6) B. Philippe, S. J. Gervais, A. M. Holland, and M. D. Dodd. When do people “check out” male bodies? appearance-focus increases the objectifying gaze toward men. *Psychology of Men and Masculinity*, Vol. 19, No. 3, pp. 484–489, 2018.
- 7) G. J. Walker-Smith, A. G. Gale, and J. M. Findlay. Eye movement strategies involved in face perception. *Perception*, Vol. 6, No. 3, pp. 313–326, 1977.
- 8) L. Ewing, G. Rhodes, and E. Pellicano. Have you got the look? gaze direction affects judgements of facial attractiveness. *Visual Cognition*, Vol. 18, No. 3, pp. 321–330, 2010.
- 9) S. M. Hung, C. H. Nieh, and P. J. Hsieh. Unconscious processing of facial attractiveness: invisible attractive faces orient visual attention. *Scientific Reports*, Vol. 6, No. 37117, pp. 1–6, 2016.
- 10) P. K. Ho, A. Woods, and F. N. Newell. Temporal shifts in eye gaze and facial expressions independently contribute to the perceived attractiveness of unfamiliar faces. *Visual Cognition*, Vol. 26, No. 10, pp. 831–852, 2018.
- 11) O. Bareket, N. Shnabel, D. Abeles, S. Gervais, and S. Yuval-Greenberg. Evidence for an association between men’s spontaneous objectifying gazing behavior and their endorsement of objectifying attitudes toward women. *Sex Roles*, pp. 245–256, 2018.
- 12) R. C. Hollett, H. Morgan, N. T. M. Chen, and G. E. Gignac. Female characters from adult-only video games elicit a sexually objectifying gaze in both men and women. *Sex Roles*, Vol. 83, p. 29–42, 2020.
- 13) A. R. Riemer, M. Haikalis, M. R. Franz, M. D. Dodd, D. Dilillo, and S. J. Gervais. Beauty is in the eye of the beer holder: An initial investigation of the effects of alcohol, attractiveness, warmth, and competence on the objectifying gaze in men. *Sex Roles*, Vol. 79, pp. 449–463, 2018.
- 14) 木下顕, 井上路子, 西山正志, 岩井儀雄. 身体への印象単語を判別する際に計測された視線位置分布の確率表現. *精密工学会誌*, Vol. 86, No. 12, 2020.
- 15) B. Dixon, G. Grimshaw, W. Linklater, and A. Dixon. Eye-tracking of men’s preferences for waist-to-hip ratio and breast size of women. *Archives of sexual behavior*, Vol. 40, pp. 43–50, 2009.
- 16) M. Cox and T. Cox. Multidimensional scaling. *Part of the Handbook of Data Visualization*, Springer, pp. 315–347, 2008.
- 17) M. Bindemann. Scene and screen center bias early eye movements in scene viewing. *Vision Research*, Vol. 50, No. 23, pp. 2577–2587, 2010.
- 18) G. T. Buswell. *How people look at pictures: A study of the psychology of perception of art*. University of Chicago Press, 1935.
- 19) Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S. E. Wei, and Y. Sheikh. Openpose: Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 43, No. 1, pp. 172–186, 2021.
- 20) 後藤純信, 萩原綱一, 池田拓郎, 飛松省三. 視覚誘発電位と視覚誘発脳磁場. *臨床神経生理学*, Vol. 40, No. 1, pp. 8–18, 2012.