

顔の表情変化と観察者の視力が情動の知覚に与える影響

Effect of Dynamic Facial Expression and Visual Acuity on Perceived Emotion

乙訓 輝実・小田 浩一

(東京女子大学大学院 人間科学研究科)

Terumi OTSUKUNI, Koichi ODA

(Tokyo Woman's Christian University, Graduate School of Humanities and Sciences)

要旨：

目的：ロービジョンで表情認知に困難があることが知られている。その要因として視力低下が指摘される一方、臨界顔サイズよりも拡大すれば表情認知に支障がないという研究がある。本研究では、臨界顔サイズより大きい顔の刺激について視力による違いがあるかを、より日常に近い動画刺激を用いて検討する。

方法：刺激は真顔から喜び、怒り、悲しみ、驚きの4基本表情のいずれかに変化する動画で、サイズは視角2.54度、変化時間は100から3200msまでの6種類であった。視力条件は正常視力、0.4、0.2の3種類、実験協力者は刺激から知覚した情動の強度を5段階で評価した。

結果と考察：刺激の大きさが臨界顔サイズ以上であれば、どの視力条件でも、表情から正しく情動が知覚され、表情の変化の効果にも質的影響はみられなかった。ただし、視力の低下にともない知覚される情動の強度は低下した。

キーワード：表情、表情変化、臨界顔サイズ、知覚情動

Abstract

Purpose: People with low vision have difficulty in perceiving facial emotions. While acuity loss is considered to be a likely cause, previous research shows that the effect of visual acuity on perceived facial emotion may disappear when the face size is magnified to more than its critical size (Critical Face Size; CFS). This study investigates whether differences in visual acuity levels affects perceived emotion for dynamic face stimuli larger than the CFS. Method: Stimuli were dynamic images of a face that changed from neutral to maximum emotional intensity for one of four basic emotions: happiness, anger, sadness, and surprise. The duration of change varied between 100 and 3200 milliseconds. The face size measured at temple width was 2.54 degrees in visual angle. The participants were 14 undergraduate students with normal visual acuity and their visual acuity was reduced by occlusion foils to 0.2 and 0.4. Participants observed one stimulus at a time and reported the intensity of perceived emotion on a 5-point scale for 12 categories of emotion. Result and Discussion: When face size was larger than the CFS, participants perceived facial emotions correctly and dynamic characteristics had the same qualitative effect at all visual acuity levels. The intensity of perceived emotions decreased with lowered visual acuity.

Key Words: Facial Expression, Facial Movements, Critical Face Size, Perceived Emotion

1. 目的

加齢黄斑変性（以降、AMD）によるロービジョンでは、表情認知の困難が知られており（Faye, 1984）、1980年代から複数の研究が行われている（Alexander et al., 1988; Boucart et al., 2008; Bullimore et al., 1991; Tejeria et al., 2002）。

藤原・奈良・柿澤（2014）は、AMD以外の原因でも表情認知に困難があることを示している。表情認知は、社会生活を送る上で重要な非言語コミュニケーションの大事な要素であるが、ロービジョンによる表情認知の困難がどのような性質を持っているのかは、まだあまり分かっていない。

Bullimore et al. (1991) はコントラスト感度や文字視力といった複数の視機能検査の結果と表情認知の成績の相関を調べることで、表情認知が単語読み視力と非常に相関の高い課題であることを示した。また Tejeria et al. (2002) も、表情認知が視力よりも、むしろ読書視力と強い相関があることを示している。これらの研究を受け、宮崎・小田（2007）は、読書評価テストである MNREAD（小田, 2014）の刺激提示方法を応用し、顔の静止画像の大きさを変えながら、表情認知の正答率と認知速度を測定し、刺激の大きさと表情認知速度の間に、読書と同じような関係があることを報告した。刺激の大きさが一定のサイズ以上の際に、表情は一定の最大速度で認知できることから、最大速度が維持できる最小の顔サイズを、臨界顔サイズ（Critical Face Size; 以降、CFS）とした。人工的に視力を低下させた宮崎（2008）では、CFS は視力とともに変化し、視力がよいほど CFS は小さくなった。視力が 1/2 下がった場合には、2 倍の CFS が必要になったが、CFS 以上の刺激であれば、どの視力でも、表情認知の効率は最大になった。これに先立ち川嶋ほか（2002）は、刺激のサイズと認知できる表情強度の関係を測定することで、一定の顔サイズ以上の刺激であれば、表情の強度が弱くても認知できることを示し、この一定の顔サイズを CFS と読んだ。宮崎・小田（2007）は、これら 2 つの CFS が視覚正

常の人ではほぼ一致し、視対象の大きさをしめす視角（淵田, 1994）で約 0.5 度になると報告している。また川嶋（2014）は、視角 10 度の周辺視野の CFS は中心視より大きくなることを示している。これらの研究は、ロービジョンにおける表情認知の困難についても読書と同様に拡大が解決策になる可能性を示している。実際、Tejeria et al. (2002) は光学的な拡大の効果を報告しており、読書困難の解消（小田, 2014）と同様に、CFS 以上の拡大が重要であると考えられる。

上述した研究では、いずれも静止画像を刺激として用いているが、人間の表情は静止しておらず、ある表情から別の表情に常に移り変わっている（Ekman and Friesen., 1975 工藤訳, 1987）。そのため、近年では顔の動きを伴った表情認知に注目が集まって来ている（Krumhuber et al., 2013）。Bould et al. (2008) は、比較的低強度の表情刺激を用いながら、表情認知に対する動きの効果を、表情の変化時間をコントロールして検討した。その結果、静止画よりも、成績が良くなる変化速度があり、それは表情の種類で異なっていた、悲しみ刺激は変化速度がゆっくりの場合に、その他の刺激は比較的速い場合に認知の成績が良くなったと示されている。また表情の変化時間は、表情判断の成績だけでなく、知覚される情動にも影響する。情動として広く知られているのは、Ekman & Friesen. (1975) の基本 6 情動であるが、この考え方の他に情動は、覚醒度と快不快の軸からなる 2 次元の空間で構成されるという考えがある（Russell, 1980）。Russell (1980) は情動（例えば安堵）が 2 次元空間上にあることを示し、後に Ekman (1999) も 2 次元構造を支持している。基本情動以外の複雑情動が知覚される要因として、Kamachi et al. (2001) は変化時間が影響することを示しており、変化時間が長くなると、ごく稀に、表示された表情とは別の情動カテゴリに属する複雑情動を知覚することがあることを示した。

最近のロービジョンと表情認知の研究（Boucart et al., 2008; 藤原・奈良・柿澤, 2014）では、空間解像度や視力の影響が指摘されてい

る。AMD でもその他のロービジョンでも、視力の低下が表情認知に影響しているという指摘である。これは、CFS を超えた大きさの刺激に対しては、どの視力であっても、一定の表情認知の効率や正答率が得られるとした宮崎・小田(2007) とは一見矛盾する。

本研究では、CFS 以上の刺激サイズという表情が十分に見えている状態で、視力が表情の見え方にどのように影響を与えるかを検討する。具体的には、(1). 視力低下条件でも、CFS 以上のサイズの表情の動画刺激に対して知覚される情動は提示された刺激の情動と一致するかどうか、(2). その場合、情動の知覚強度に差はあるのか、(3). 各視力条件で知覚される情動の強度が最高になる変化時間は、Bould et al. (2008) と質的に同じになるか、(4). 知覚される複雑情動が視力の影響をどのように受けるのかを検討する。複雑情動を測定するために、Shaver et al. (1987) の多様な情動語彙のリスト¹⁾ から、本研究の実験刺激に使った喜び、怒り、悲しみ、驚き情動の下位の情動カテゴリに属する複雑情動を図1の点線の部分で区切ることによって12種類選んだ。12の複雑情動は、喜び情動の下位に属する樂觀、自慢、夢中、安堵、怒り情動の下位に属する憤慨、嫉妬、苦痛、悲し

み情動の下位に属する失望、羞恥、無視、同情と、驚き情動の下位に属する驚きであった(図1)。

2. 方法

2.1. 刺激

刺激作成に使用した顔表情画像は20代の日本人女性8名分の顔写真を合成した平均顔であり、表情は本研究の協力者とは別の14名に刺激の静止画像を見せ基本4情動の中から強制選択させたところ、正答率の平均が97%であった。これによって表情刺激が正しく認識できることを事前に確認した喜び、怒り、悲しみ、驚きの4表情(図2)であった。刺激は真顔から4表情の最大強度まで変化する動画であり(図3)、中間画像はNorrkross Software製のMorph Xを用いて、真顔画像と各表情画像の2つの画像を直線補完でモーフィングした。刺激の変化時間は100、200、400、800、1600、3200msの6種類であり、フレームレートは30 frame/secであった。刺激サイズはこめかみの幅が、同じシミュレーション方法を用いて視力低下させた宮崎(2008)の視力0.2条件での平均CFSである視角2.05度より約 $0.1 \log$ 大きくなる視角2.54度とした。刺激の輝度は最高輝度 103cd/m^2 、最小輝度 0.02cd/m^2 であった。

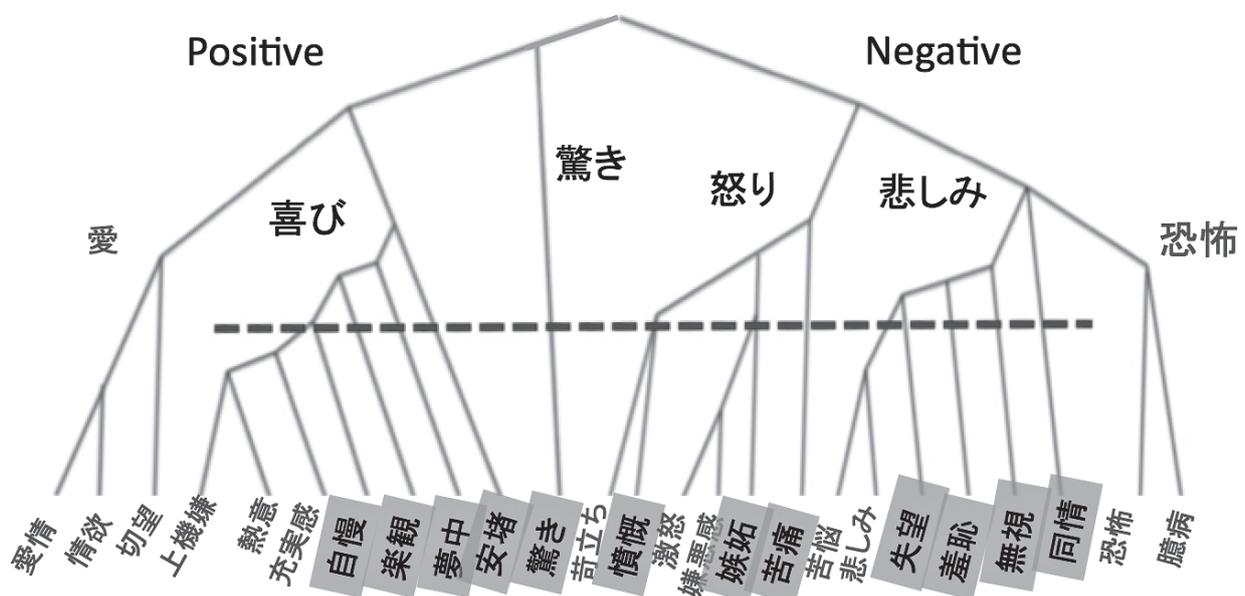


図1 Shaver et al. (1987) の情動階層図 (改編)



図2 表情画像

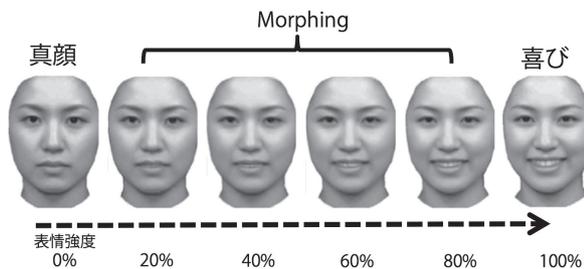


図3 変化刺激の例

2.2. 装置

Sony 製の CRT ディスプレイ GDM-F 520 21inch を用いて呈示した。解像度は 1600 × 1200 pixels であった。制御には Apple 社製 Power Mac G5 1.8GHz を使用した。刺激画像は Morph X ver. 2.9.5 で作成し、動画作成には Adobe Flash CS5 を使った。刺激提示は Adobe Flash Player 11.8 を使い、CRT ディスプレイのリフレッシュレートは 60Hz だった。

2.3. 実験協力者

実験協力者は、裸眼または矯正で小数視力 1.0 以上の日本人女性 14 名、平均年齢は 22.4 ± 0.9 歳であった。全ての実験協力者は実験の前に説明を受け、実験内容に同意して参加した。

2.4. 視力条件

視力条件は正常視力、視力 0.4、視力 0.2 の 3 種類であり、視力値は近見視力検査による実測値である。視力低下の条件は Ryser Optik 社の Occlusion Foil を用いて操作した。

2.5. 手続き

実験は暗室で行い、顎台で視距離を 150cm に固定し、両眼で観察させた。

一試行は次の通りであった。初めに凝視枠画面を呈示し実験協力者に注視させた。その後、実験者はキーを押して 500ms 間、白紙画面を表示させた後、画面の中心に刺激を 1 つ提示した。提示した刺激と変化時間の組み合わせはランダムだった。刺激提示後、協力者に刺激から知覚

した情動について、以下に述べる複雑情動ごとに独立してどの程度当てはまるか、その強度を、0-100% を 25% 刻みにした 5 段階で評価させた。評価させた複雑情動は、自慢、楽観、夢中、安堵、憤慨、嫉妬、苦痛、失望、羞恥、無視、同情、驚きの 12 種類であった (図 1)。評価の際、刺激から知覚した複雑情動の強度の合計が 100% になる必要はないことを教示した。

1 セッションは表情 4 種類 × 変化時間 6 種類の計 24 試行からなり、条件の提示順はセッションごとにランダムに変化させた。視力条件ごとにセッションを変え、繰り返しを 2 回行った。目的で述べた 4 つの問題を検証するため 4 つの分析を行った。全ての分析で、協力者内の 2 要因分散分析を用いた。分析内で、Mauchly の球面性の仮定が棄却された場合には、Greenhouse-Geisser の ϵ を利用して自由度を調整した。また多重比較には、Bonferroni の方法を使用した。

3. 結果

本研究では 4 つの問題を検証するため通常ならば、刺激を要因にして分析を行うが、ここでは、ある刺激に対してどの情動を最も強く知覚したかを比較するため、基本情動と複雑情動の情動カテゴリを要因にした分析を行った。3.1 は知覚された複雑情動の全体的傾向を見るために、複雑情動カテゴリごとに独立して得られた絶対強度の値全てをプロットした。3.2 ~ 3.4 では、複雑情動は上位の基本情動に合成し、用いた。3.2 における基本情動ごとの絶対強度の分析では、1 つの基本情動の絶対強度をその基本情動の下位に属する複雑情動の強度の合計値を求めて、下位情動の数で除した。単純な合計では下位に属する複雑情動の数の多い上位情動の方が強度が大きくなるためである。3.3 と 3.4 で分析に用いた相対強度は、同じ刺激に対する、ある基本情動の強度の値 ÷ その刺激についての基本 4 情動の強度の合計値 × 100 で求めた。3.5 では、視力低下条件で知覚される複雑情動を検討するため、複雑情動カテゴリごとに独立して得られた絶対強度をそのまま分析に使った。すべての表には有意差がみられたもののみを記載する。

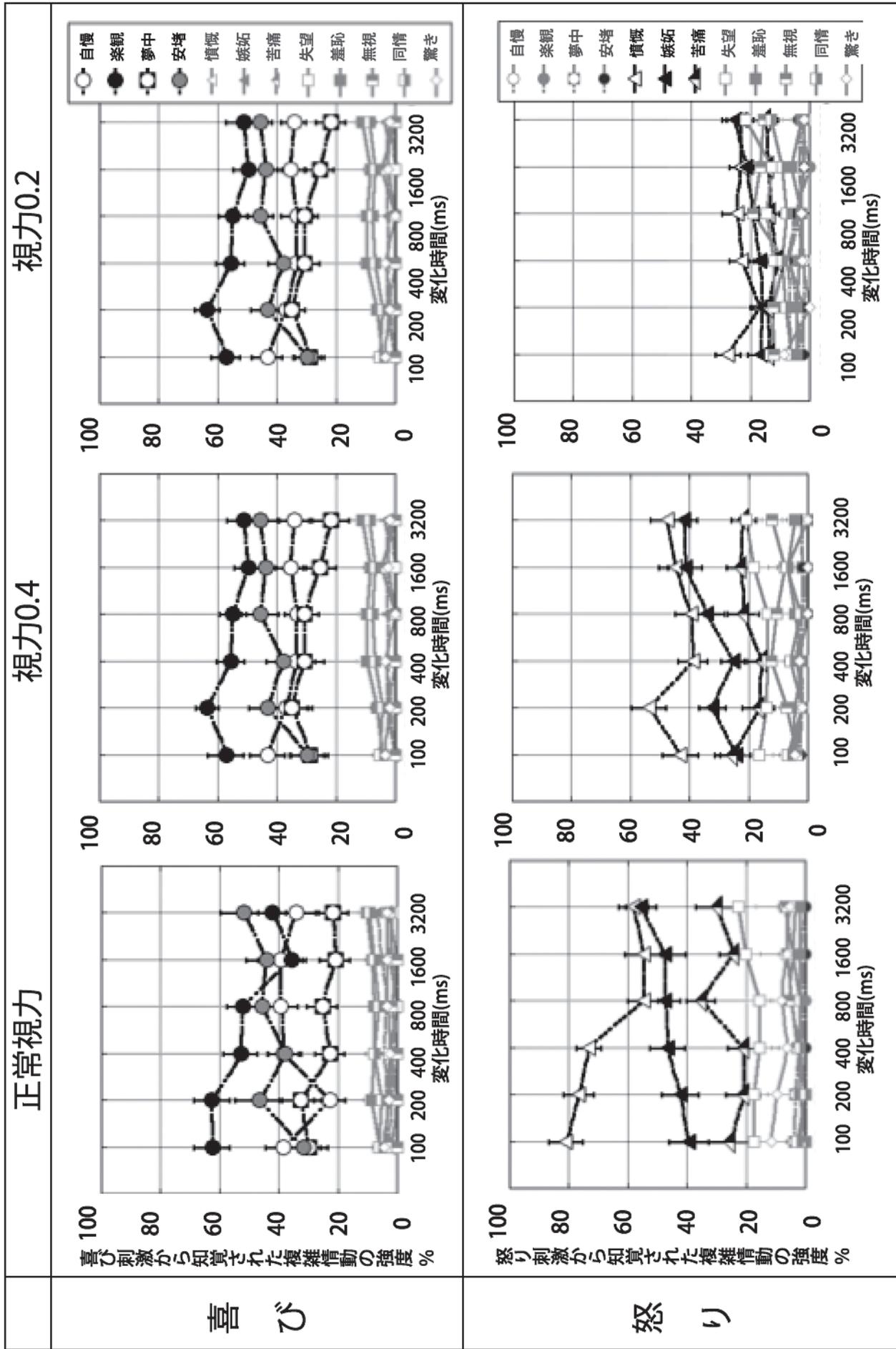


図 4a 変化時間が複雑情動に与える影響

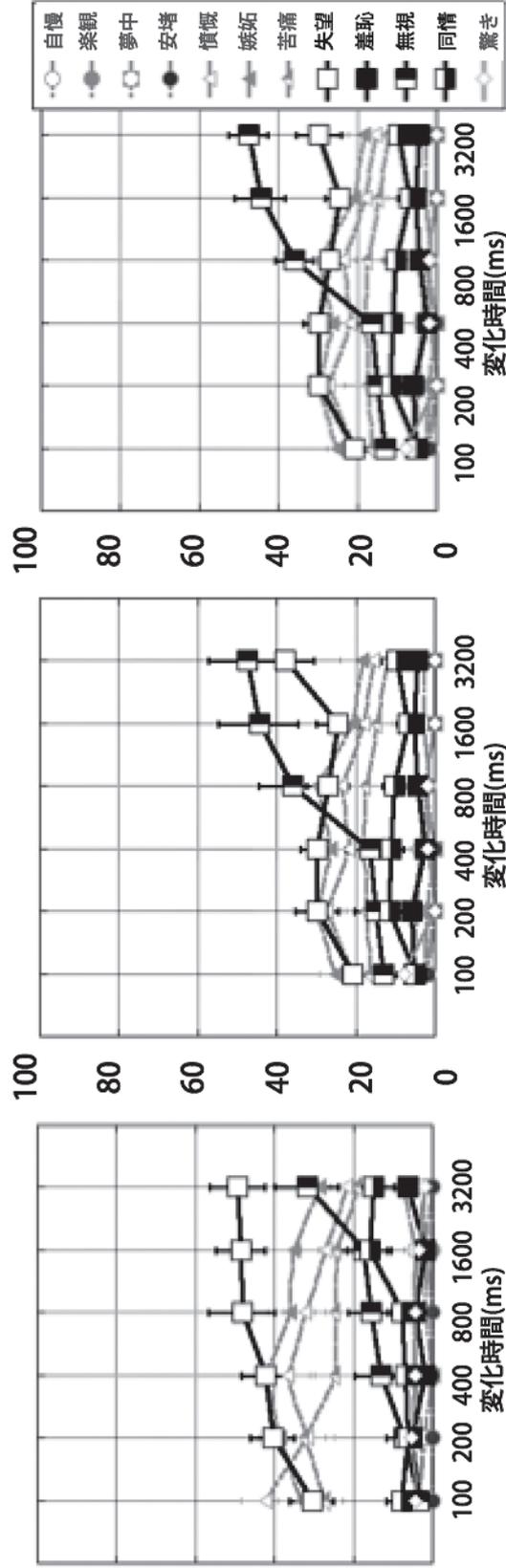
視力0.2

視力0.4

正常視力

悲しみ刺激から知覚された複雑情動の強度%

悲しみ



驚き刺激から知覚された複雑情動の強度%

驚き

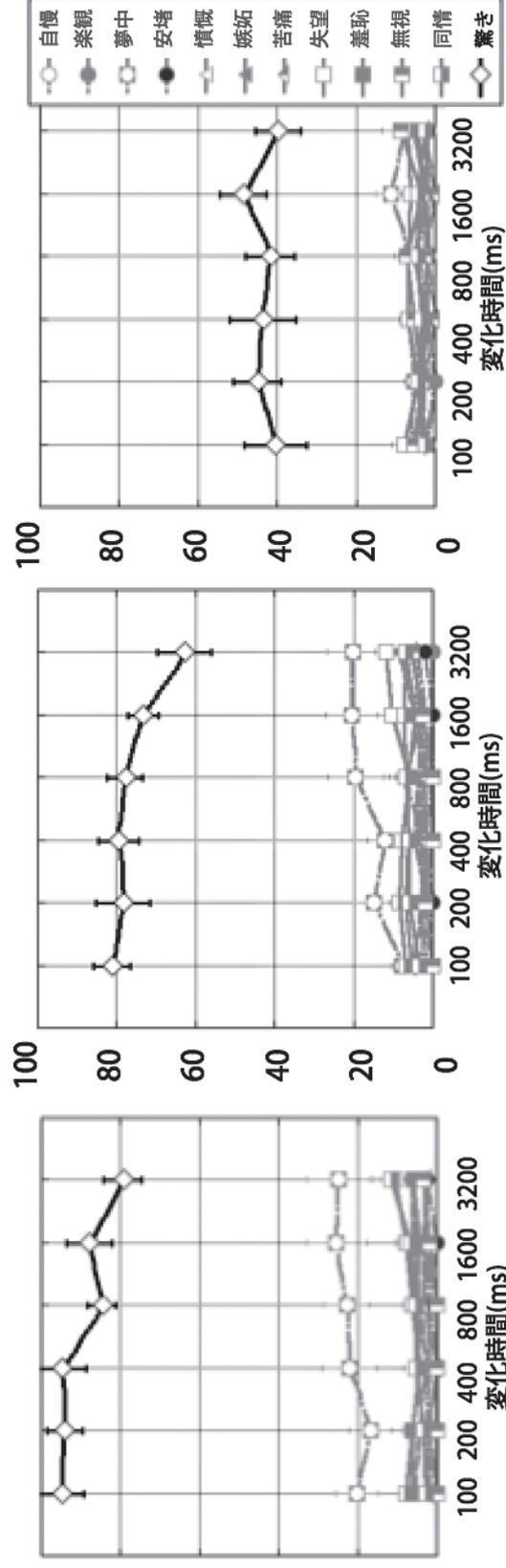


図 4b 変化時間が複雑情動に与える影響

3.1. 知覚情動の全体的傾向

知覚された複雑情動に変化時間がどのような影響を与えるかを視覚的に示すため、刺激と視力条件ごとに、複雑情動に対して得られた絶対強度の平均値を示した（図4ab）。エラーバーは標準誤差である。変化時間ごとに知覚された複雑情動の違いを表すため、刺激と同じ情動カテゴリに属する複雑情動と別の情動カテゴリの複雑情動でコントラストを変化させた。コントラストが高い複雑情動は、刺激と同じ情動カテゴリに属す。また、同じ種類のマーカーを持つ複雑情動は、基本情動が同じであることを示している。例えば、○に関連したマーカーを持つ複雑情動は、全て上位の基本情動が喜びである。

3.2. 基本情動の絶対強度への視力の影響

視力の違いにより知覚された基本情動の絶対強度がどのような影響を受けるのかを調べるため、分析を行った。刺激の4つの表情と6つの変化時間ごとに、基本情動カテゴリと視力を要因とし、基本情動の絶対強度を従属変数として分析をおこなった。その結果、基本情動カテゴリの主効果は全刺激の全ての変化時間で見られた（表1）。喜び・怒り・驚き刺激を提示した場合には、刺激と同じ情動カテゴリに属する基本

情動が最も強く知覚されていた。悲しみ刺激の場合には、怒りと悲しみ情動が同程度の強度で知覚された。視力と基本情動カテゴリの交互作用は、怒り・悲しみ・驚き刺激の全ての変化時間にみられた。怒りと悲しみ刺激は、正常視力時の情動強度が最も高かったが、驚き刺激は視力0.4条件でも正常視力と同程度の情動強度を知覚した。

3.3. 基本情動の相対強度への視力の影響

視力条件により知覚された基本情動の相対強度がどのような影響を受けるのかを調べるため、4つの表情と6つの変化時間ごとに、基本情動カテゴリと視力を要因とし、基本情動の相対強度を従属変数とした分析を行った。その結果、基本情動カテゴリの主効果は全ての刺激と変化時間に見られたが、視力の主効果は見られなかった。交互作用は、怒りと悲しみ刺激の一部の変化時間のみ見られた（表2）。喜び・怒り・驚き刺激では、提示された刺激と同じ情動カテゴリに属する基本情動の強度を最も高く知覚していた（図5）。一方、悲しみ刺激は視力0.4以上で変化時間が3200msの時にのみ、悲しみ情動の強度が最大になった。

表1 知覚情動の絶対強度に対する基本情動カテゴリと視力の影響

表情	要因	統計値	多重比較 ($p < .05$)
喜び	視力	$F_{s(2,26)} > .57, p < .57, \eta_p^2 > .04$	
	情動カテゴリ	$F_{s(3,39)} > 72.94, p < .01, \eta_p^2 > .85$	喜び > 怒り = 悲しみ = 驚き
	交互作用	$F_{s(6,78)} > .58, p < .61, \eta_p^2 > .04$	
怒り	視力	$F_{s(2,26)} > 6.72, p < .05, \eta_p^2 > .34$	正常視力 > 視力0.4 = 視力0.2
	情動カテゴリ	$F_{s(3,39)} > 45.56, p < .01, \eta_p^2 > .78$	怒り > 喜び = 悲しみ = 驚き
	交互作用	$F_{s(6,78)} > 10.66, p < .01, \eta_p^2 > .45$	怒り：正常視力 > 視力0.4 = 視力0.2 全視力：怒り > 悲しみ = 喜び = 驚き
悲しみ	視力	$F_{s(2,26)} > 1.54, p < .23, \eta_p^2 > .11$	
	情動カテゴリ	$F_{s(3,39)} > 20.82, p < .01, \eta_p^2 > .62$	悲しみ = 怒り > 喜び = 驚き
	交互作用	$F_{s(6,78)} > 4.45, p < .01, \eta_p^2 > .26$	怒り：正常視力 > 視力0.4 = 視力0.2 全視力：悲しみ = 怒り > 喜び = 驚き
驚き	視力	$F_{s(2,26)} > 15.28, p < .01, \eta_p^2 > .54$	正常視力 = 視力0.4 > 視力0.2
	情動カテゴリ	$F_{s(3,39)} > 123.29, p < .01, \eta_p^2 > .91$	驚き > 喜び = 怒り = 悲しみ
	交互作用	$F_{s(6,78)} > 9.42, p < .01, \eta_p^2 > .42$	驚き：正常視力 = 視力0.4 > 視力0.2 全視力：驚き > 喜び = 怒り = 悲しみ

注) 多重比較は、5%水準で有意になったペアのみを記載

表2 知覚情動の相対強度に対する基本情動カテゴリと視力の影響

表情	要因	統計値	多重比較 ($ps<.05$)
喜び	視力	$F_s(2,26)>.18, ps<.58, \eta_p^2>.01$	
	情動カテゴリ	$F_s(3,39)>135.88, ps<.01, \eta_p^2>.91$	喜び>怒り=悲しみ=驚き
	交互作用	$F_s(6,78)>.60, ps<.95, \eta_p^2>.02$	
怒り	視力	$F_s(2,26)>.78, ps<.47, \eta_p^2>.06$	
	情動カテゴリ	$F_s(3,39)>44.16, ps<.01, \eta_p^2>.77$	怒り>悲しみ>喜び=驚き
	交互作用	$F_s(6,78)>5.92, ps<.01, \eta_p^2>.11$	怒り：正常視力>視力0.2 悲しみ：正常視力<視力0.2 正常視力・視力0.4：怒り>悲しみ=喜び=驚き 視力0.2：怒り=悲しみ>驚き
悲しみ	視力	$F_s(2,26)>.27, ps<.75, \eta_p^2>.02$	
	情動カテゴリ	$F_s(3,39)>31.88, ps<.01, \eta_p^2>.71$	悲しみ=怒り>喜び=驚き
	交互作用	$F_s(6,78)>1.58, ps<.01, \eta_p^2>.20$	悲しみ：正常視力<視力0.4 1600ms以下：悲しみ=怒り>喜び=驚き 3200ms(視力0.4以上)：悲しみ>怒り>喜び=驚き
驚き	視力	$F_s(2,26)>.14, ps<.88, \eta_p^2>.01$	
	情動カテゴリ	$F_s(3,39)>18.99, ps<.01, \eta_p^2>.59$	驚き>喜び=悲しみ>怒り
	交互作用	$F_s(6,78)>1.05, ps<.38, \eta_p^2>.08$	

注) 多重比較は、5%水準で有意になったペアのみを記載

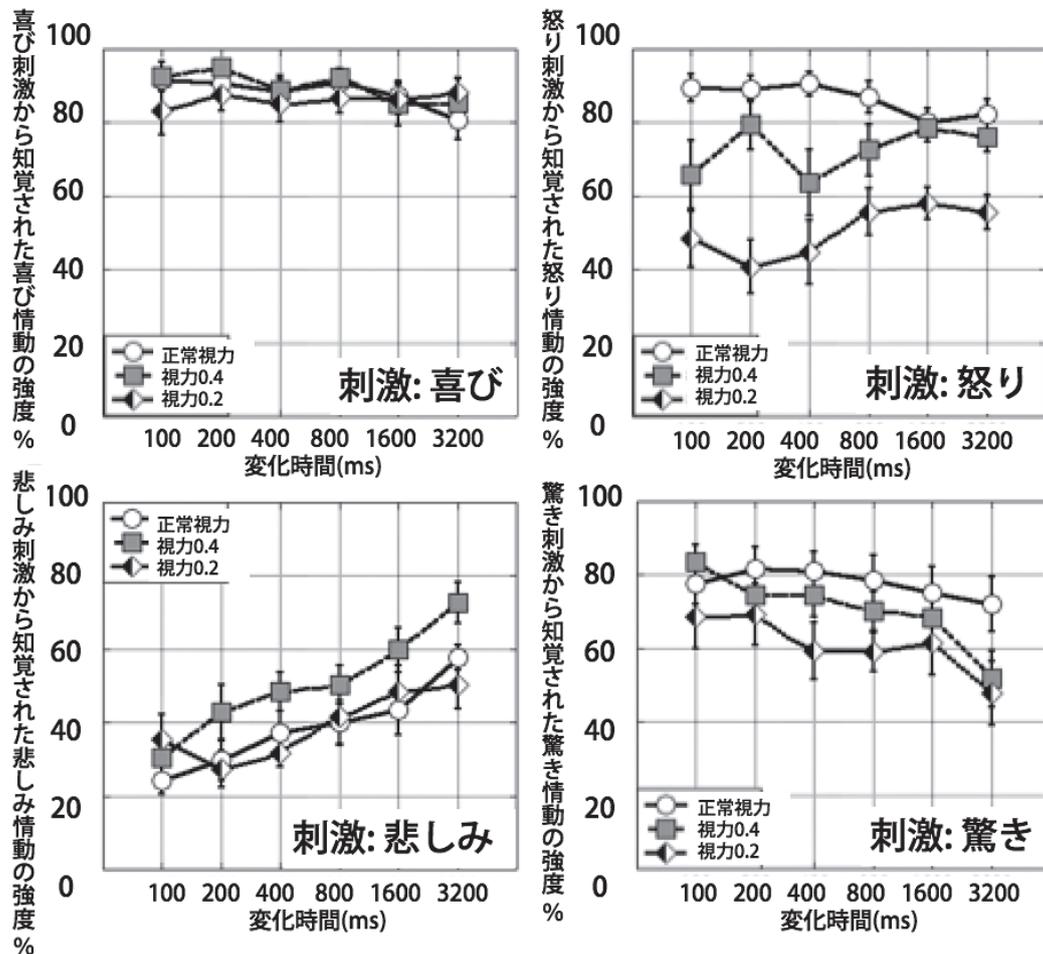


図5 視力と変化時間が各刺激の相対強度に及ぼす影響

3.4. 基本情動の相対強度への視力と変化時間の影響

視力と変化時間が基本情動の相対強度にどのように影響するのかを調べるため、刺激ごとに、視力と変化時間を要因とし、基本情動の相対強度を従属変数とした分析を行った。その結果、視力の主効果は悲しみと怒り刺激に、変化時間の主効果は悲しみと驚き刺激に見られた(表3; 図5)。交互作用は怒り刺激にのみ見られた。怒り刺激は視力0.4条件の時に、200msが400msより有意に強度が高かった。悲しみ刺激は視力0.4条件が正常視力より有意に高く、変化時間は1600ms以上のときに200ms以下より強度が有意に高かった。驚き刺激は200~400msの時に3200msより有意に強度が高かった。

3.5. 複雑情動の絶対強度に対する視力と変化時間の影響

複雑情動の絶対強度に対する視力と変化時間の影響を調べるため、複雑情動それぞれの絶対強度に、視力と変化時間を要因とし分析をしたところ、視力と変化時間の両方に主効果が見られた(表4)。視力の主効果がみられたのは、喜び刺激から知覚された楽観と安堵の情動と、怒り刺激から知覚された憤慨、嫉妬の情動、悲しみ刺激から知覚された憤慨、失望と無視の情動

と、驚き刺激から知覚された驚きと夢中の情動だった。変化時間の主効果がみられたのは、喜び刺激から知覚された安堵と、怒り刺激から知覚された嫉妬と苦痛、悲しみ刺激から知覚された憤慨と失望と無視、驚き刺激から知覚された驚きと夢中の情動だった。

視力と変化時間の交互作用が有意であったのは、喜び刺激から知覚された楽観と、怒り刺激から知覚された憤慨、悲しみ刺激から知覚された無視と、驚き刺激から知覚された驚きの情動であった。多重比較の結果、喜び刺激の楽観の情動で正常視力のとき、200ms以下の変化時間は1600ms以上と比べ情動強度が高く、安堵の情動は100msの時200msと800msと比べ情動強度が低かった。怒り刺激の憤慨の情動において正常視力のとき、100msの変化時間は800ms以上より強く、嫉妬の情動は400ms以下のとき3200msより弱く、苦痛の情動は400msのとき800msより弱かった。悲しみ刺激の場合、憤慨の情動は変化時間が200msのとき1600ms以上より強く、失望の情動は100msのとき3200msより弱く、無視の情動は正常視力のとき200ms以下は3200msより弱かった。驚き刺激から知覚された驚きの情動は、正常視力のとき200ms以下の変化時間が1600ms以上と比べて情動強度が高かった。

表3 知覚情動の相対強度への視力と変化時間の影響

表情	要因	統計値	多重比較($p < .05$)
喜び	視力	$F(2,26)=1.62, p=.22, \eta_p^2=.11$	
	変化時間	$F(2.49,32.33)=1.47, p=.24, \eta_p^2=.10$	
	交互作用	$F(2.79,36.32)=.84, p=.48, \eta_p^2=.06$	
怒り	視力	$F(2,26)=23.52, p<.01, \eta_p^2=.64$	正常視力=視力0.4>視力0.2
	変化時間	$F(2.30,29.87)=.80, p=.48, \eta_p^2=.06$	
	交互作用	$F(4.93,64.04)=2.97, p<.05, \eta_p^2=.19$	視力0.4:200>400ms
悲しみ	視力	$F(2,26)=7.46, p<.01, \eta_p^2=.37$	正常視力<視力0.4
	変化時間	$F(3.09,40.11)=12.47, p<.01, \eta_p^2=.49$	100=200<1600=3200ms
	交互作用	$F(4.55,59.19)=.89, p=.49, \eta_p^2=.06$	
驚き	視力	$F(2,26)=3.74, p<.05, \eta_p^2=.22$	
	変化時間	$F(5,65)=5.27, p<.01, \eta_p^2=.29$	200=400>3200ms
	交互作用	$F(3.35,43.50)=1.23, p=.31, \eta_p^2=.09$	

注) Mauchlyの球面性の仮定が棄却された場合、Greenhouse-Geisserの ϵ を利用して自由度を調整

注) 多重比較は、5%水準で有意になったペアのみを記載

表4 知覚情動の相対強度への視力と変化時間の影響

表情	要因	統計値	多重比較 (ps<.05)
喜び	視力	$F_s(2, 26) > 4.29, p_s < .05, \eta_p^2 > .25$	楽観・安堵：視力0.4>視力0.2
	変化時間	$F_s(5, 65) > 1.06, p_s < .05, \eta_p^2 > .07$	安堵：100<200=800ms
	交互作用	$F_s(10, 130) > .64, p_s < .65, \eta_p^2 > .05$	楽観(正常視力)：100=200>1600=3200ms 楽観(視力0.4)：200>1600ms
怒り	視力	$F_s(2, 26) > .58, p_s < .48, \eta_p^2 > .04$	憤慨・嫉妬：正常視力>視力0.4>視力0.2
	変化時間	$F_s(5, 65) > 3.46, p_s < .01, \eta_p^2 > .21$	嫉妬：100=200=400<3200ms 苦痛：400<800ms
	交互作用	$F_s(10, 130) > .36, p_s < .96, \eta_p^2 > .03$	憤慨(正常視力)：100>800=1600=3200ms 憤慨(視力0.4)：400>3200ms
悲しみ	視力	$F_s(2, 26) > 6.10, p_s < .01, \eta_p^2 > .32$	憤慨・失望・無視：正常視力>視力0.4=視力0.2
	変化時間	$F_s(5, 65) > 2.61, p_s < .05, \eta_p^2 > .17$	憤慨：200>1600=3200ms 失望：100<3200ms 無視：100=200<1600=3200ms
	交互作用	$F_s(10, 130) > 1.17, p_s < .08, \eta_p^2 > .08$	無視(正常視力)：100=200<3200ms 無視(視力0.4)：100=200<1600=3200ms
驚き	視力	$F_s(2, 26) > 40.85, p_s < .01, \eta_p^2 > .76$	驚き：正常視力>視力0.4=視力0.2
	変化時間	$F_s(2.28, 29.63) > 5.69, p_s < .01, \eta_p^2 > .30$	驚き：100>400=3200ms
	交互作用	$F_s(10, 130) > .73, p_s < .70, \eta_p^2 > .05$	驚き(正常視力)：100=200>1600=3200ms 驚き(視力0.4)：100=200=400=800>3200ms

注) 多重比較は、5%水準で有意になったペアのみを記載

4. 考察

4.1. 知覚情動に対する視力の影響

CFS以上のサイズの表情画像に対して、知覚される情動が刺激と同じ基本情動カテゴリに属するかどうかを検討したところ、どの視力条件でも、喜び・怒り・驚き表情から最も強く知覚した情動は、提示した刺激と同じ情動カテゴリに属する基本情動であった。一方、悲しみ刺激は他の刺激と異なり、知覚された情動は悲しみの他に、怒りも同程度知覚した。Ekman & Friesen. (1975) の基本情動モデルでは、怒りと悲しみは異なるカテゴリに属する情動である。一方 Russell (1980) は、覚醒度と快不快の2軸からなる情動の円環モデルを提唱している。後に Ekman (1999) 自身も円環モデルを支持する旨を述べている。円環モデルでは怒りと悲しみは快不快軸上で、同じ不快側に属す情動である。もう1つの覚醒度の軸では怒りは覚醒度が高く、悲しみは覚醒度が低い対極にある

が、短時間で呈示した悲しみは覚醒度が高くなったと知覚され、覚醒度が高い情動である怒りと混同した情動とみなされたと考えられる。

また、強度を高く知覚した情動は表情と同じ情動カテゴリに属したと述べたが、視力低下の影響がまったくないという訳ではない。知覚された基本情動の絶対強度を分析した場合には、視力の影響が大きくみられ、視力が低下するに従って知覚される基本情動の強さは下がっていた。宮崎 (2008) は表情判断を協力者に行わせ、CFS以上にすれば視力低下でも表情判断できることを示した。これに対し、本研究では表情から知覚した情動強度を定量的に評価させた。その結果、絶対強度では視力低下に伴って強度が下がったが、相対強度では視力間で差はみられなかった。相対強度が変化しなければ、視力低下でも正常視力と同じように表情判断ができると考えられる。つまり宮崎 (2008) と本研究の相対強度の結果は、視力に関わらず表情判断ができるという点で一致した。また本研究は宮

崎 (2008) と課題を変えたため、刺激の大きさを CFS 以上にした場合でも情動強度は下がることが絶対強度の結果からみられた。これは情動強度を評価させたために得られた新しい知見であり、刺激の大きさを CFS 以上にした場合でも、知覚される情動強度は下がる可能性が示された。

一方、藤原・奈良・柿澤 (2014) は、怒りや悲しみといった不快表情が認知に高空間周波数成分を必要とするため、視力の低いロービジョンでは正答率が低いとした。これは、CFS 以上であれば低視力の状態でも表情判断できるという宮崎・小田 (2007) や本研究の結果とは一見相反する結果となった。知見の違いは、CFS 以上の刺激サイズがあったかどうかによって説明できる可能性がある。藤原・奈良・柿澤 (2014) の刺激サイズはおよそ視角 16.18 度であり、協力者の小数視力の範囲は 0.3 ~ 0.01 であった。CFS は視力が 1/2 に低下すると 2 倍大きくなること、ならびに正常視力では CFS は 0.5 度である (宮崎, 2008) ことを使って藤原・奈良・柿澤 (2014) の各協力者の CFS を計算²⁾ したところ、良い方の眼の小数視力が 0.03 以下である約半数の協力者で刺激サイズが CFS 以下であったことが分かった。言い換えれば、藤原・奈良・柿澤 (2014) では刺激サイズが十分でなかったために、特に高い解像度を必要とする不快表情で認知の困難が顕著であった可能性がある。つまり藤原・奈良・柿澤 (2014) も、ロービジョンの人たちの表情認知の困難が、十分な拡大が得られていない可能性を否定するものではなく、もし全員に提示された刺激が CFS を超えていれば、表情判断に視力の影響は少なかった可能性がある。

4.2. 知覚情動に対する変化時間の影響

知覚される基本情動に対する変化時間の影響を、刺激情動ごとに Bould et al. (2008) と本研究とで比較した。喜び刺激では Bould et al. (2008) と本研究において共に、変化時間による有意な効果は見られなかった。悲しみ刺激では、Bould et al. (2008) は 1000 ~ 3200ms の場合に精度が高くなり、本研究は 1600ms 以上で情動強度を高く知覚した。驚き刺激では、Bould et al. (2008) は 333 ~ 1000ms の時に

精度が高くなり、本研究は 400ms 以下で強く知覚した。つまり、Bould et al. (2008) と本研究の結果は、1000ms を境として分けた場合に、喜び・悲しみ・驚き刺激において定性的に一致した。

一方、怒り刺激で同様に基本情動の強度への影響を見たところ、Bould et al. (2008) と異なる結果が得られた。Bould et al. (2008) は、333 ~ 1000ms の時に表情判断の精度が高くなるとしていた。しかし本研究の怒り情動には、変化時間の影響はなかった。そこで怒り情動の下位に属する複雑情動について個別に検討してみたところ、憤慨情動は 100ms の時に強く知覚されていた。Bould et al. (2008) の結果は、憤慨情動に強く影響を受けていたからと考えることができる。同じ怒り情動の下位に属する苦痛や嫉妬情動は 800ms 以上の時に強く知覚され、変化時間の影響において憤慨情動と相反する傾向があった。同じ基本情動カテゴリに属する情動であっても変化時間に異なる影響を受けることは、Bould et al. (2008) では明らかにされていない新しい知見である。

視力条件に関わらず、変化時間は全ての表情に対して影響を与え、知覚される情動強度や情動の種類が変化することが示された。驚き表情には 1000ms 以下のすばやい表情変化が適し、悲しみ表情には 1000ms 以上のゆっくりとした表情変化が適しているという本研究の結果は Bould et al. (2008) と一致している。

4.3. 複雑情動への視力と変化時間の影響

知覚される複雑情動が視力の影響をどのように受けるのかを検討するため、刺激から知覚された複雑情動すべてについて強度を比較した。4.2 で示した様に、刺激から知覚される複雑情動は、視力低下しても、主に基本情動と同じ情動カテゴリに属する複雑情動の間で起こることが分かった。変化時間と視力の影響について、例えば、怒り刺激に対する憤慨情動の多重比較 (表 4 の交互作用) をみると、正常視力では 100ms の時に 800ms 以上と比べ強度が高く、視力 0.4 では 400ms の時に 3200ms と比べて有意に強度が高かった。違いの出る変化時間は異なるが、変化時間が短い方が知覚される情動が強い

という意味では質的に同じであった。同じような傾向は、喜び刺激に対する樂觀情動、悲しみ刺激に対する無視情動、驚き表情に対する驚き情動と4情動全てでみられた。これらのことから、表情の時間的変化は、視力低下をしても、表情認知に質的に同じ影響を与えたと考えられる。Kamachi et al. (2001) では変化時間が3367msと長くなると、稀に表情とは別の基本情動カテゴリに属する情動を知覚される場合が報告されていたが、本研究では観察されなかった。変化時間の影響は、驚き情動は短く、悲しみ情動は長いといった情動の持つ継続時間の特徴 (Ekman and Friesen, 1975 工藤訳, 1987) に対応しており、変化時間は情動判断に重要な情報を提供していると思われる。

5. まとめ

視力低下すると表情認知が難しいことが知られているが、刺激サイズをCFS以上にして情動評価を行かせたところ、視力低下でも正常視力と同じように、最も強く知覚される基本情動は表情と同じ情動カテゴリに属する基本情動であった。つまり視力低下でも顔がCFS以上の大きさで見えれば、正常視力と同じように、表情判断ができる (宮崎・小田, 2007) ということが、本研究においても再認された。

しかしこれは、視力低下が表情認知に全く影響しないということではない。視力低下の条件で、表情から知覚される基本情動の絶対強度が、正常視力よりも有意に下がっていた。視力低下すると表情を正しく判断できても、弱く知覚する可能性を示している。

表情の変化時間は、知覚される情動の種類と強度に影響を与えた。先行研究 (Kamachi et al. 2001) と同様、変化時間が変わること複雑情動が知覚される。しかし、この複雑情動は、表情と同じ情動カテゴリの下位情動であり、視力条件間で大きな差は見られなかった、視力が下がった状態における表情の変化時間の影響は、正常視力の状態と質的に同じであると考えられる。

結論として、視力の下がった状態でも、表情がCFS以上の大きさで見えていれば、知覚される情動は、正常視力のときと質的に変わらない。

これは表情が動的に変化する場合に知覚される複雑情動にもあてはまることが示唆された。

CFSは表情を判断したい様々な状況に活用できるが、ここでは写真に写っている孫の表情を拡大読書器 (以降、CCTV) で見る場合と、講義をしている講師の表情を単眼鏡でみる場合を例に応用方法について述べる。あるロービジョンの人のCFSが視角6度であったとする。CCTVで孫の写っている写真を見たい場合、CFSの大きさまで写真を拡大するためには、 $CFS \div 57.3 \times \text{視距離 (cm)}$ で拡大すべき顔の大きさを求めることができる。CCTVの画面を見る視距離を30cmとすると、CFSの大きさは3.14cmとなる。孫の顔を、3cmを目安に拡大すれば表情は読み取れるようになることが分かる。CCTVは好きなだけ拡大できるのだから目安など要らないという考え方もあるが、目安があると調整は楽になることも事実である。

次に、視角10度のCFSの人が、講義中の講師の表情を見たい例を考える。この人が持っている6倍の単眼鏡を使おうとするときに、教室のどの位置に座ればいだろうか？人の顔の横幅はだいたい16cmである。この顔の視角は $0.16 \div \text{距離 (m)} \times 57.3$ で求めることができる (淵田, 1994)。6倍の拡大でCFSに到達するには、 $0.16 \div \text{距離 (m)} \times 57.3 \times 6 \text{ 倍} = CFS$ の式を解くと、距離は5.5mになる。この人は講師から5.5m以内の場所を選んで着席すればよいことが分かる。一般的に距離 (m) は $0.16 \times \text{単眼鏡の倍率} \times 57.3 \div CFS$ で求めることができる。これらの例のように、個人のCFSが分かれば、表情を見やすくするために、普段使っているエイドをどのように使用すればよいかの目安を得ることができる。

註

- 1) Shaver et al. (1987) は主に Averills (1975) の複雑情動リストから、名詞の複雑情動の用語のみを取り出し、学生112人に評定させ、使用頻度の高かった135個の情動用語を実験に用いた。実験協力者は類似性を判断する事で、135個の情動用語をカテゴリに分類した。クラスタ分析を行った結果、情動の階層構造

の特徴が明らかになった。人が情動の名前を尋ねた時に最も速く示す事のできる典型例である情動カテゴリの基本レベルは、愛、喜び、驚き、怒り、悲しみ、恐怖の6情動であった。その他の多様な複雑情動は基本レベルの情動から派生し、下位レベルに属していることを示した。

- 2) 藤原・奈良・柿澤 (2014) の実験に使われた刺激サイズと CFS の比較は以下のように行った。Ekman & Friesen. (1976) の複数のモデルの顔画像を A4 紙に印刷し実測したところ、顔のサイズを示すのに使われるこめかみ幅は平均 15.25cm であった。視距離は腕の長さであったため、日本人の腕の長さの平均である 54cm (産業技術総合研究所, 2003) とすると、こめかみ幅の視角は、 $15.25\text{cm} \div 54\text{cm} \times 57.3 =$ 視角 16.18 度であった。小数視力 1.0 の正常視力の CFS が 0.5 度で、視力が半分になると CFS は 2 倍になる (宮崎, 2008) ため、協力者の CFS は $1.0 \div$ 協力者の小数視力 \times 視角 0.5 度で求められる。藤原・奈良・柿澤 (2014) の協力者の CFS は視角 1.67 ~ 50.00 度であった。また、実験に使われた 16.18 度の刺激が CFS になる小数視力は 0.031 であり、15 名の協力者のうち 7 名は良い方の眼の視力が 0.03 以下であった。

文献

- 1) Alexander, H., Maguire, M. C., Leitman, T. M., Snyder, J. R., Elman, M. J., & Fine, S. L. (1988) Assessment of visual function in patients with age-related macular degeneration and low visual acuity. *Archives of Ophthalmology*, 106(11), 1543-1547.
- 2) Bould, E., Morris, N., & Wink, B. (2008) Recognizing subtle emotional expressions: The role of facial movements. *Cognition and Emotion*, 22(8), 1569-1587.
- 3) Boucart, M., Dinon, J. F., Desprez, P., Desmettre, T., Hladiuk, K., & Oliva, A. (2008) Recognition of facial emotion in low vision: A flexible usage of facial features. *Visual Neuroscience*, 25(4): 603-609.
- 4) Bullimore, M. A., Bailey, I. L., & Wacker, R. T. (1991) Face recognition in age-related maculopathy. *Investigative ophthalmology & visual science*, 32(7), 2020-2029.
- 5) Ekman, P. (1999) Chapter 3 Basic Emotions. In T. Dalgleish and M. Power (Eds.). *Handbook of Cognition and Emotion*. Sussex UK: Wiley. 45-60.
- 6) Ekman, P. & Friesen, W. V. (1975) *Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial clues*. Prentice-Hall, New Jersey. 工藤力監訳 (1987). 表情分析入門—表情に隠された意味をさぐる. 誠信書房.
- 7) Faye, E. (1984) *Clinical Low Vision*. Boston: Little, Brown and Company. 182.
- 8) 藤原菜々美・奈良里紗・柿澤敏文 (2014) 弱視者による顔表情からの感情理解. *弱視教育*, 52(3), 1-9.
- 9) Kamachi, M., Bruce, V., Mukaida, S., Gyoba, J., Yoshikawa, S., & Akamatsu, S. (2001) Dynamic properties influence the perception of facial expressions. *Perception*, 30, 875-887.
- 10) 川嶋英嗣 (2014) ロービジョンと表情認知の基礎的研究 —顔認知に及ぼす顔サイズと網膜偏心度の効果—. *日本視能訓練士協会誌*, 43(0), 47-53.
- 11) 川嶋英嗣・小田浩一・四倉達夫・森島繁生 (2003) 表情認知に及ぼす顔サイズの影響. *日本ロービジョン学会誌*, vol.3, 75.
- 12) Krumhuber, E. G., Kappas, A., & Manstead, A. S. (2013) Effects of dynamic aspects of facial expressions: A review. *Emotion Review*, 5(1), 41-46.
- 13) 宮崎博子 (2008) 顔の表情認知における閾値の再検討. *東京女子大学大学院 現代文化研究科 修士論文*.
- 14) 宮崎博子・小田浩一 (2007) 表情認知における臨界顔サイズの検討. *日本心理学会第 71 回大会発表論文集*, 744.
- 15) 小田浩一 (2014) 読書視力. 山本修一 (編), 専門医のための眼科診療クオリファイ 26—ロービジョンケアの実際. 中山書店, 29-33.
- 16) 淵田隆義 (1994) 視覚刺激とその測定法. 大山正・今井省吾・和気典二 (編), 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック. 誠信書房, 284.
- 17) Russell, J. (1980) A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178.
- 18) 産業技術総合研究所 (2003) AIST/HQL 人体寸法・形状データベース 2003, <https://www.dh.aist.go.jp/database/fbodyDB/data/index.html>, (2016/12/21).

- 19) Shaver, P., Schwartz, J., Kirson, D., & O'connor, C. (1987) Emotion knowledge: further exploration of a prototype approach. *Journal of personality and social psychology*, 52(6), 1061-1086.
- 20) Tejeria, L., Harper, R. A., Artes, P. H., &

Dickinson, C. M. (2002) Face recognition in age related macular degeneration: perceived disability, measured disability, and performance with a bioptic device. *British Journal of Ophthalmology*, 86(9), 1019-1026.