

# 人型エージェントによる表情表現の不均一性が 観察者の心的評価に与える影響

Effect of heterogeneity of facial expression on human emotional states

田和辻 可昌<sup>\*1</sup>, 松居 辰則<sup>\*2</sup>

Yoshimasa TAWATSUJI<sup>\*1</sup>, Tatsunori MATSUI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>早稲田大学 大学院人間科学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of Human Sciences, Waseda University

<sup>\*2</sup>早稲田大学 人間科学学術院

<sup>\*2</sup>Faculty of Human Sciences, Waseda University

Email: wats-kkoreverfay@akane.waseda.jp

あらまし：学習者の学習意欲を高める上で、教師エージェントによる表情表現は重要な役割を果たしている。ところが、この表情表現は適切な様態で表出されなければ、かえって否定的な印象を学習者に与えてしまう。本研究では、人間の表情認知過程を説明する脳機能モデルを構築した上で、顔の上半分と下半分で表情表現が一致あるいは不一致である場合に、エージェントに対する人間の心的評価がどのように変化するかを説明することを試みる。

キーワード：教師エージェント、表情表出、不気味の谷

## 1. はじめに

教師エージェントによる感情的表現(e.g.表情)は、学習者の学習意欲を向上する上で重要な役割を果たすと考えられる。このような教師エージェントは人の外見に近づけられることで、様々な感情的表現が可能になるといえる。ところが、人型のエージェントにおいて、設計者が笑顔の表情を意図して実装したとしても、受け手はその表情に対して否定的に評価することがある(ref.不気味の谷<sup>(1)</sup>)。このような笑顔が不気味に感じられる要因としては、例えば、口は笑っているのに、目は怒っているなど、顔上下において表出されている感情表現が異なり、なおかつ一般的に人間が表出することが難しい表情を表出していることなどが考えられる。

そこで本研究では、人間の表情認知過程を表現する定性的脳機能モデルを構築し、顔の上下で表情表現が異なるエージェントをどのように知覚するかに対する説明を試みる。この上で、本モデルから示唆される脳機能の定性的関係について考察する。このような表情認知過程を表現する定性的脳機能モデルは、表情表現に対する学習者の心的状態を統一的な観点で理解する上で極めて重要であると考えられる。

## 2. 先行研究

不気味の谷形成メカニズムには、「期待動作との不一致」と「幼児期における顔学習」の二点が関わっていることが示唆されている。人間のような外見をもつアンドロイドは、その外見から典型的なヒトの身体動作を行うであろうという期待を誘発する。一方で、実際のアンドロイドは機械的な身体動作を行うため、この期待動作と知覚動作との間に齟齬が起る。この齟齬が不気味さを誘発していると考えられている<sup>(2)</sup>。また、早期の発達段階における顔認知の熟達化が不気味の谷形成に関与していることも示唆されている<sup>(3)</sup>。このことは、生後12ヶ月を越えた乳児から、不気味な(形態的に目が大きな)エージェントに対する視線選好が見られなくなるという実験

結果に基づいている。

表情認知過程に関する神経基盤には、皮質下による情報処理と皮質による情報処理が相互に関わっていることが示唆されている<sup>(4)</sup>。このうち、皮質下による情報処理は、迅速な情動情報処理を可能にしていることが示唆されている。また、表情表現の動作的側面は上側頭溝(Superior Temporal Sulcus)が関与していることが知られている<sup>(5)</sup>。一方、知覚心理学の分野では、人間の表情知覚は、快-不快(Valence)と覚醒(Arousal)を基底とする心理次元から解釈される。特に、近年では、この心理次元に係る神経基盤が実験的に検証されており、快-不快の評価には側頭葉および紡錘状回が、覚醒の評価には扁桃体や小脳の関与が示唆されている<sup>(6)</sup>。さらに近年、小脳も表情認知に関与していることが示唆されている<sup>(7)</sup>。

## 3. シミュレーション

### 3.1 構築・実装したモデル

図1に構築したモデルを示す。入力として表情表出を行う対象における皺眉筋(corrugator supercilii)および大頬骨筋(zygomatic major muscle)の動作のon-offを制御した。皺眉筋は怒り顔の表情表現に関して眉を動かす表情筋で、大頬骨筋は笑顔の表情表現に関して口角を引き上げる表情筋である。知覚された表情表現の動作的側面は上側頭溝によって、その快-不快に関する評価は側頭葉/紡錘状回によって処理される。また、対象の覚醒の程度は扁桃体を含む辺縁系で迅速に処理される。さらに、小脳内部モデルによって、知覚された表情の感情的側面から各表情筋の予測動作が計算される。尚、この予測動作は学習された計算機構であるとして予め動きの系列を明示的に与えた。上側頭溝によって計算された知覚動作と小脳で計算された予測動作を基に前頭皮質でそれぞれ動作の比較がなされ、齟齬がある場合は頭頂皮質に情報が伝播され、注意機構(attention)が働く。尚、各機能の処理にかかる時間は全て同程度であるとした。

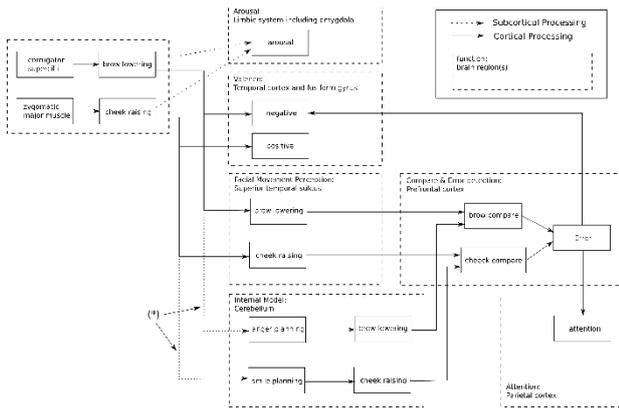


図1 構築した表情認知に係る定性的脳機能モデル

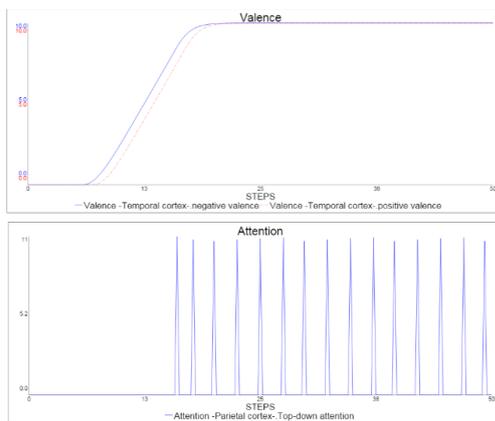


図2 上下で表情動作が異なる顔を見た際の快不快評価 (Valence) と注意 (Attention) の時系列変化

構築したモデルにおいて、まず典型的な怒り顔(皺眉筋のみを動かす)、典型的な笑顔(大頬骨筋のみを動かす)に対して、齟齬 (Error) がなく、快不快 (Valence) 評価が適切になされる条件を確認した。この上で、それぞれの表情筋を同時に動かした場合でどのように快不快評価が変化するかを検証した。

### 3.2 結果

まず、典型的な表情を齟齬がなく知覚・評価されるためには以下の条件が必要であることが示唆された。一点目は、知覚動作と予測動作との比較がなされるために、小脳が機能する時刻と上側頭溝が機能する時刻とが定性的に同時刻であるということである。二点目は、小脳による予測機能は、側頭葉/紡錘状回で処理される快不快評価を受けてから駆動するのではなく、これらと同時刻に処理がなされていることである。このことから、快不快評価、表情の動作的側面の知覚、小脳による予測を同時刻に処理するように設定を行った (図1 : \*印)。三点目は、皺眉筋の検出時刻と大頬骨筋の検出時刻が異なることである。これらの時刻が同時であると、小脳の予測機能の段階において、怒り顔と笑顔の予測が同時に行われることとなり、構築したモデルにおける予測誤差が検出されなくなるためである。そこで、本研究では、一方の表情が知覚されるともう一方の表情動作予測に抑制をかける機能を追加した。

以上の要件を満たしたモデルを用いて、顔上下で表情が異なる刺激を提示した場合の快不快評価 (Valence) の変化と注意 (Attention) の時系列変化

を図2に示す。この結果から、快と不快の双方の評価がなされている反面、対象に対する注意が働いていることが示された。

## 4. 考察

本シミュレーションから示唆された点として、小脳が機能する時間的側面と、怒り顔と笑顔の表出時間の時間的順序性が挙げられる。まず、小脳は視床との接続が示唆されており<sup>(8)</sup>、この接続によって迅速な情報処理がなされていることが示唆される。また、怒り顔よりも笑顔の検出が早いという点については、扁桃体の関与が考えられる。多くの神経科学的知見から、扁桃体が迅速な怒り顔の検出に関与していることが示唆されており<sup>(9)</sup>、左扁桃体は笑顔から怒り顔を端点とする強度に対して線形に活動度が増加することが示唆されている<sup>(10)</sup>。これらの知見から、表情認知においては、怒り顔が扁桃体で迅速に検出され、小脳における笑顔の予測機能が作用しないように抑制的に働くと考えられる。

## 5. まとめと今後の展望

本研究では、表情認知に係る定性的脳機能モデルを構築し、顔の上下半分で表情が異なるエージェントを観察した際に異常が検出される過程を説明するモデルを構築した。本モデル構築にあたり、小脳の迅速な情報処理と表情筋の変化に対する検出時刻が笑顔と怒り顔で異なることが示唆された。

今後は本モデルを発展させ、学習文脈における教師エージェントの表情と学習者の心的状態の変化の関係性について説明を試みる。この上で、発展したモデルを教師エージェントに実装し、学習者の学習意欲向上を促す機能の実現を検討する。

### 参考文献

- (1) 森政弘: “不気味の谷”, エナジー誌, 7(4), pp.33-35 (1970) <http://www.getrobo.com> (2013/2/16 閲覧)
- (2) Saygin, A.P., et al.: The thing that should not be: Predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions, *Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(4), pp.413-422 (2012)
- (3) Lewkowicz, D.J. et al.: The development of the uncanny valley in infants, *Developmental Psychology*, 54(2), pp.124-132 (2012)
- (4) Palermo, R. et al.: Are you always on mind? A review of how face perception and attention interact, *Neuropsychologia*, 45(1), pp.75-92 (2007)
- (5) 飯高哲也: 顔認知の脳内メカニズム: 上側頭溝の機能を中心として, *BRAIN and NERVE*, 64(7), pp.737-742 (2012)
- (6) Gerber, A.J. et al.: An affective circumplex model of neural systems subserving valence, arousal, and cognitive overlay during the appraisal of emotional faces, *Neuropsychologia*, 46(8), 2129-2139 (2008)
- (7) Bauman, O. and Mattingley, J.B.: Functional topography of primary emotion processing in the human cerebellum, *Neuroimages*, 61(4), pp.805-811 (2012)
- (8) 藤山文乃訳: 中枢神経系の構造, In *カンデル神経科学 Fifth Edition*, メディカル・サイエンス・インターナショナル, pp.335-352 (2014)
- (9) Morris, J.S. et al.: A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear, *PNAS*, 96(4), 1680-1685 (1999)
- (10) Morris, J.S. et al.: A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expression, *Nature*, 383, pp.812-815 (1996)