内受容感度による表情推定の個人差

**Individual difference of facial expression estimation by interoceptive sensitivity**

前川　亮，吉岡 大輝，乾 敏郎

Toru Maekawa, Hiroki Yoshioka, Toshio Inui

追手門学院大学

Otemon Gakuin University  
t-maekawa@otemon.ac.jp

**概要**

他者感情推定時に，他者の身体状態を模倣し，自分の中に相手と同じ感情が生じることで感情推定を行うモデルが提案されている。そのためには，自身の身体状態の変化を知覚することが必要である。本研究では，身体状態の感覚である内受容感覚と，他者感情推定の関係を検討した。結果，内受容感覚の良い人ほど，他者の中性表情をより不快に感じることが分かった。内受容感覚のよさは，他者感情への鋭敏さと関りがあることが示唆される。

キーワード：内受容感覚 (interoceptive sensitivity), 表情推定 (facial expression estimation), 共感性 (empathy)

1. 背景

私たちは社会生活を営む中で円滑なコミュニケーションを行うためには，相手の感情を適切に読み取ることが必要である。他者の感情を理解するために様々な手掛かりが用いられているが，Mehrabian (1)によると，コミュニケーションにおける感情的な情報伝達は，言語によるものはわずか7%で，ほとんどが表情や身振りなどに代表される非言語によるものであり，なかでも55%が表情によるという。また，Ekman (2)は，多文化間で表情認知の比較研究を行った結果から，文化に特有の感情もあるが，喜び・悲しみ・怒り・嫌悪・恐れ・驚きの基本的な感情を表情から判断する仕方は文化を超えてほぼ同じであると主張している。さらに，他者の表情を認知する能力はかなり早期から発達していると考えられており，生後4か月から8か月の間に眉しかめとほほ笑みの表情に対して異なる反応を示すようになり[3]，1歳ごろから親の表情から肯定・否定の信号を受け取ることができるようになる[4]。すなわち，表情の認知は人が普遍的に備える機能であり，他者の感情を理解する際に重要な手掛かりとなっているといえる。

表情からの感情推定において，相手と同様の感情を体験することで感情推定を行うプロセスがあるとする仮説が提案されている[5, 6]。他者の表情が呈示されると，まず自動的な表情や身体・生理状態の模倣が生じ，それによって他者の感情状態を自己が体験することで他者感情を推定できるようになるというものである。この仮説の特徴は，相手の表情を認知してから身体状態が変化するのではなく，先に身体状態が変化してそれによって相手の感情を推定できるようになるとしていることである。自らの体で相手の身体状態をシミュレートすることから体現的シミュレーション仮説と呼ばれている[7]。体現的シミュレーションの行動実験による証拠として，Ponari, Conson (8)の実験が挙げられる。この研究では，参加者は口で棒を銜えることで口角の表情筋活動を制限されながら，他者表情推定課題を行った。その結果，棒を銜えた条件で感情推定の精度が低下することが明らかになった。つまり，自らの表情表出が阻害されると，他者の感情推定がうまくいかなくなることを示している。また，他者の感情推定が苦手とされる自閉症スペクトラム障害者は健常者に比べて表情の模倣が少ないことが示されており[9]，このことも，自らの表情表出が感情推定に必要なことを示唆している。

体現的シミュレーションの実現には，模倣によって変化した自身の身体状態の変化を正しく知覚する必要がある。身体状態の変化を受容する感覚は内受容感覚と呼ばれる。内受容感覚とは，心房，頸動脈，大動脈の伸張受容器，頸動脈洞の化学受容体，門脈循環における脂質受容体，骨格筋の代謝受容体によって生じる感覚で，内臓や血管の状態の知覚に関わっている。心拍や血圧，呼吸などの変化の受容にはこの感覚が主に関わっており，感情の生起に伴って観察される感情反応と呼ばれる身体反応の多くは，内受容感覚器が検出できる変化をもたらすものである。

内受容感覚の感度には，ほかの知覚と同様に個人差があることが示されている。近年の研究では，内受容感覚の感度と感情との関係が数多く示されており， パニック障害傾向[10]や，不安傾向[11]の高い人は内受容感度が高い，失感情症[12]，鬱傾向[13]の人は内受容感度が低いことなどが報告されている。これらの結果は，身体状態の認識が感情の認識に影響を与えることを示唆しており，感情における身体状態の必要性を支持する結果となっている。他者感情推定における内受容感覚の影響を調べた研究は少ないが，内受容感度と共感の度合いに相関関係があること[14]が報告されている。さらに最近になって，内受容感覚から感情を生起するメカニズムとして，ベイズ推定を基礎とした理路的説明も提唱されている[15]。

体現的シミュレーションでは，他者感情を推定するのに自身の身体状態を正しく理解する必要がある。したがって，内受容感覚の精度が高いことは，他者感情を正しく推定できることにつながると考えらえる。本研究では，特に，内受容感覚に優れる人は他者の感情の変化に敏感であると予想し，微妙な表情の変化に対する感情推定の特性と内受容感覚の関係を調べた。

1. 方法

# 参加者

大学生23名が実験に参加した（男性8名，女性15名，18-22歳，平均19.0歳）。参加者は事前に実験に関する説明を受け，文書により参加に同意した。実験終了後に参加に対する報酬としてQUOカード1,000円分を受け取った。

# 装置

実験では他者感情推定課題と心拍測定課題の2つの課題を行った。他者感情推定課題では，刺激は27インチ液晶ディスプレイ（DELL, 2560× 1440 pix）に呈示した。参加者はディスプレイの前に座って課題を行った。視距離は他者との会話時の自然な距離として，パーソナルスペースの定義[16]を参考に120cmとした。実験の制御，応答の記録にはPsychoPy [17, 18]を用いた。

心拍測定課題では，課題中の心拍を，NeXus-10 MK II（Mind Media）を用いて記録した。参加者は，左手の人差し指に光電式指尖容積脈波（Photoplethysmography, PPG）センサーを装着した。サンプリングレートは128Hzだった。参加者は右手でマウスを操作し，課題中はなるべく左手を動かさないように教示された。

# 刺激

他者感情推定課題の刺激は，京都大学 こころの未来研究センター（Kyoto Research Center, KRC）が作成した「KRC表情画像データベース (2013)」の表情画像から選択し加工した。画像の選択にはKRCの表情画像に関する調査のデータを使用し，幸福表情と怒り表情の表情弁別結果と表情評定結果から感情表出が強いと考えられる6名（男性3名，女性3名）の画像を選択した。

本研究では微妙な感情の変化の影響を探ることが目的の一つであるため，2種類の表情画像の中間の感情を表す表情画像を作成した。中間表情の作成にはモーフィングと呼ばれる画像合成技術を使用した。モーフィングでは単純なオーバーラップによる合成とは異なり，特徴点を基に変形していく間の画像を補完することで自然な合成画像を作成することができる。モーフィングを幸福表情―中性表情、怒り表情―中性表情の間で行い，中間の感情強度の表情画像を作成した。微妙な感情変化の表情を作成するため，弱めの感情強度を用い，モーフィングを0%（無表情）から60%（幸福または怒り）までの各4段階（0%, 20%, 40%, 60%）で行い，計42枚の画像を作成した（図1）。

さらに，表情以外の影響をなるべく排除するため，すべての画像の顔が切れない最小の縦長の楕円形の枠を作成し，画像に当てはめて切り抜いた。画像の大きさは，日本人頭部寸法データベース2001 [19]を参考に実際の人間の顔の大きさに近くなるように，14.4 cm×18.0 cm（6.8 deg×8.5 deg）とした。



**図1 表情刺激例**

# 他者感情推定課題

他者感情推定課題では，参加者は呈示された表情画像の感情を推定した。応答にはAffective Slider (AS) [20]を用いた。ASはRussell and Bullock (21)の感情二次元モデルに基づき，「感情価（Valence）」と「覚醒度（Arousal）」の二次元で感情評定を行うためのツールである。各次元について，評定を行うためのスライダーと軸を説明するための顔を模したアイコンが表示される。参加者はスライダーを動かすことで，アナログ尺度で二次元の評定を行うことができる。各軸の文字による説明は表示されないが，本研究ではそれぞれのアイコンの概念をLang and Bradley (22)の教示を和訳した教示を用いて事前に説明した。また，本試行前に練習試行を行い，参加者のASへの理解を確認した。練習試行では，平均的な人の評定値のデータが公開されているInternational Affective Picture System [22-24]の画像を用い，参加者の評定が大きくずれていた場合は再度教示を行った。

刺激表情は呈示時間を300ミリ秒とし，その後にマスク刺激を700ミリ秒呈示した。本研究では，内受容感覚により表情への感度が異なると予想しているため，より認識の難しい状態で課題を行うことで，表情認知の感度の差が明確に表れると期待した。また，内受容感覚は直観的な認知に関わると考えられていることから[25]，認知的なプロセスの影響の少ない呈示時間にすることで，内受容感覚の影響が表れやすいようにした。マスク刺激には，ターゲットとなる表情刺激とは別人の中性表情画像を用いた。

試行は次のような流れで行われた。最初に固視点が表情画像の呈示される位置の中心に2秒間呈示された。次に，画面上部（中心より3.3 度上）に表情画像が300ミリ秒間呈示され，直後にマスク画像が700ミリ秒間呈示された。その後，画面下部に応答用のASが呈示され，参加者はマウスを用いて表情画像の感情を推定した。応答に時間制限はなく，参加者は任意のタイミングで応答をした。応答後，1秒後に次の試行が始まった。刺激は各表情画像を2回ずつ，合計84試行を行った。実験は前後半2回に分けられ，各42試行ずつを行った。

# 心拍追跡課題

心拍追跡課題は自身の拍動の回数を心内でカウントして報告する課題である。Schandry (26)によって提案され，近年でも，内受容感覚の客観的な指標としてよく用いられている。実験では，300msの音が2回提示され，参加者は，1度目の音から2度目の音までの間の自身の心拍数を回答した。音の間隔は25秒，30秒，35秒，40秒，45秒，50秒の6条件であり，各条件1回ずつの合計6試行を行った。各試行後に，参加者は自身の応答についての確信度を，VASを用いて応答した。課題中は，参加者の左手に脈波計を装着し，正確な心拍数を記録した。

心拍数の応答から，心拍追跡精度（Interoceptive Accuracy; IA）を以下の式に基づいて算出した[27]。

ここで，は正しい心拍数，は参加者の報告した心拍数を表す。心拍追跡精度は-1から1の範囲の値をとり，大きくなるほど応答が正確であったことを表す。

1. 結果

# 他者感情推定課題

他者感情推定課題における，モーフィング率ごとの評定値の平均を図2に示す。中性表情を中心として，怒り表情のモーフィング率が高くなるにしたがって，感情価は低く，覚醒度は高くなる傾向がみられる。また，幸福表情のモーフィング率が高くなるにしたがって，感情価は高く，覚醒度は高くなる傾向がみられる。この形状は自身の感情についてのモデル[28]とほぼ一致しており，他者感情推定時にも自身の感情と同様の感情空間を用いていることがわかる。



**図2 モーフィング率ごとの他者感情評定値**

黒丸が怒り表情で，左からモーフィング率60%, 40%, 20%を表す。灰色の丸が中性表情を表す。白丸が幸福表情で，左からモーフィング率20%, 40%, 60%を表す。

感情価と覚醒度それぞれについて，1要因7水準（怒り60%, 40%, 20%, 中性, 幸福20%, 40%, 60%）の繰り返しのある分散分析を行った。その結果，感情価（*F*(6, 22) = 195.90, *p* < .001），覚醒度（*F*(6, 22) = 2.21, *p* = .05）のいずれも有意な主効果が見られた。そこで，Bonferroni法による下位検定を行った結果，感情価では全ての組み合わせの間で有意な差が見られた（*p* < .001）が，覚醒度では全ての組み合わせで有意な差は見られなかった（*p* > .10）。したがって，感情価の変化がより大きく，精度よく知覚されたことがわかる。

また，中性表情の感情価（平均0.44）について，0.5との差を検定したところ，有意に異なっていた（*t*(22) = 42.12, *p* < .001）。したがって，中性表情はやや不快に評定されていることがわかる。中性表情が不快に評価されることは，自身の感情空間の評価実験[21]や表情刺激を長時間呈示した他者感情推定実験[29]でも示されている。本研究では短時間呈示においても同様の傾向が確認できたといえる。

# 心拍追跡課題

全参加者の心拍追跡精度の平均値は0.57±0.29だった。過去の研究では心拍追跡精度の値は0.6±0.2程度と報告されており[27, 30]，本研究では若干成績が悪いものの，大きな差はないと考えられる。心拍を数える時間の条件について分散分析を行ったが，有意な差はみられなかった（*F*(5, 22) = 2.08, *p* = .07）。

# 感情推定と心拍精度の関係

感情推定と心拍追跡精度の関係を調べるために，モーフィング率ごとの感情評定値と心拍追跡精度の相関係数を計算した。結果を表1に示す。相関分析の結果，中性表情における感情価と心拍追跡精度の間に負の相関がみられた（図2; *r* = -.48, *p* = .02）。その他の感情評定値と心拍追跡精度の間に有意な相関関係はみられなかった。

**表1 心拍追跡精度と感情価・覚醒度の相関**



**図3 中性表情の感情価と心拍追跡精度**

黒丸が各参加者を表し，点線が線形回帰直線を示す。

次に，感情評定の振れ幅と心拍追跡精度の関係を検討した。感情評定の振れ幅を，モーフィング率60%の表情に対する評定値から，モーフィング率20%の表情に対する評定値を引いた値として定義した。つまり，モーフィング率の変化を敏感に感じて評定を大きく変化させる参加者では，評定の振れ幅が大きくなる。感情価，覚醒度それぞれの怒り，幸福表情における振れ幅と心拍追跡精度の間の相関を計算したところ，怒り表情における感情価評定値の振れ幅と心拍追跡精度の間に弱い負の相関がみられた（図4; *r* = -0.35, *p* = 0.10）。したがって，心拍追跡精度の高い人は，感情評定値が安定していたと考えられる。

**図4 感情価の振れ幅と心拍追跡精度**

黒丸が各参加者を表し，点線が線形回帰直線を示す。

1. 考察

本実験により，心拍追跡精度の良い人ほど中性表情を不快に評定するという結果が得られた。中性表情は一般的にやや不快に評定されることから，心拍追跡精度の良い人は微妙な表情の変化を敏感に感じ取り，不快に評定していたと推測される。本実験では，表情の呈示時間が短く感情を読み取ることが難しかったにもかかわらず，内受容感覚の良い人は，比較的正しく感情を推定できていたといえる。体現的シミュレーションによる身体状態の変化は，自動的なシステムだと考えられる。人において反射的・自動的なシステムは処理が早いため，短時間呈示においても有効に働いた可能性がある。内受容感覚の良い人は，体現的シミュレーションによる表情推定をうまく活用できたために，短時間でも正しい表情推定が行えたのかもしれない。

次に，心拍追跡精度と感情価評定値の振れ幅に相関がみられたことは，心拍追跡精度の良い人ほど感情の変化を強く感じていることを示唆している。内受容感覚は体現的シミュレーションによる身体状態の変化を知覚する感覚であると考えられるが，内受容感覚に優れる人は，わずかな変化をより大きな身体状態の変化としてとらえていると推測される。

文献

1. Mehrabian A. Silent messages: Wadsworth Belmont, CA; 1971.

2. Ekman P. Facial expression and emotion. Am Psychol. 1993;48(4):384-92.

3. Russell JA. Culture scripts and children's understanding of emotion. In: Saarni C, Harris PL, editors. Children's understanding of emotion: Cambridge University Press; 1991. p. 293-318.

4. Nelson CA. The recognition of facial expressions in the first two years of life: Mechanisms of development. Child Dev. 1987:889-909.

5. Gallese V. Embodied simulation: From neurons to phenomenal experience. Phenomenology and the Cognitive Sciences. 2005;4(1):23-48.

6. Gallese V. Mirror neurons, embodied simulation, and the neural basis of social identification. Psychoanalytic Dialogues. 2009;19(5):519-36.

7. 鈴木敦命. 表情認知と体現的シミュレーション. 心理学評論. 2014;57(1):5-23.

8. Ponari M, Conson M, D'Amico NP, Grossi D, Trojano L. Mapping correspondence between facial mimicry and emotion recognition in healthy subjects. Emotion. 2012;12(6):1398.

9. Yoshimura S, Sato W, Uono S, Toichi M. Impaired overt facial mimicry in response to dynamic facial expressions in high-functioning autism spectrum disorders. J Autism Dev Disord. 2015;45(5):1318-28.

10. Richards JC, Cooper AJ, Winkelman JH. Interoceptive accuracy in nonclinical panic. Cognit Ther Res. 2003;27(4):447-61.

11. Domschke K, Stevens S, Pfleiderer B, Gerlach AL. Interoceptive sensitivity in anxiety and anxiety disorders: an overview and integration of neurobiological findings. Clin Psychol Rev. 2010;30(1):1-11.

12. Herbert BM, Herbert C, Pollatos O. On the relationship between interoceptive awareness and alexithymia: is interoceptive awareness related to emotional awareness? J Pers. 2011;79(5):1149-75.

13. Dunn BD, Dalgleish T, Ogilvie AD, Lawrence AD. Heartbeat perception in depression. Behav Res Ther. 2007;45(8):1921-30.

14. Fukushima H, Terasawa Y, Umeda S. Association between interoception and empathy: evidence from heartbeat-evoked brain potential. Int J Psychophysiol. 2011;79(2):259-65.

15. 乾敏郎. 感情とはそもそも何なのか：現代科学で読み解く感情のしくみと障害. 京都: ミネルヴァ書房; 2018.

16. Hall ET. The hidden dimension. Garden City, N.Y.: Doubleday; 1966.

17. Peirce JW. PsychoPy—psychophysics software in Python. J Neurosci Methods. 2007;162(1-2):8-13.

18. Peirce JW. Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. Front Neuroinform. 2009;2:10.

19. 河内まき子, 持丸正明. 日本人頭部寸法データベース 2001. 東京: 産業技術総合研究所 デジタルヒューマン工学研究センター; 2008.

20. Betella A, Verschure PF. The Affective Slider: A Digital Self-Assessment Scale for the Measurement of Human Emotions. PLoS One. 2016;11(2):e0148037. doi: 10.1371/journal.pone.0148037. PubMed PMID: 26849361; PubMed Central PMCID: PMCPMC4743948.

21. Russell JA, Bullock M. Multidimensional scaling of emotional facial expressions: similarity from preschoolers to adults. J Pers Soc Psychol. 1985;48(5):1290.

22. Lang P, Bradley MM. The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In: Coan JA, Allen JJB, editors. Handbook of emotion elicitation and assessment: Oxford University Press; 2007. p. 29-46.

23. Lang PJ, Greenwald MK, Bradley MM, Hamm AO. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. Psychophysiology. 1993;30(3):261-73.

24. Bradley MM, Codispoti M, Cuthbert BN, Lang PJ. Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. Emotion. 2001;1(3):276. PubMed PMID: 12934687.

25. Dunn BD, Galton HC, Morgan R, Evans D, Oliver C, Meyer M, et al. Listening to your heart how interoception shapes emotion experience and intuitive decision making. Psychol Sci. 2010.

26. Schandry R. Heart beat perception and emotional experience. Psychophysiology. 1981;18(4):483-8.

27. Garfinkel SN, Seth AK, Barrett AB, Suzuki K, Critchley HD. Knowing your own heart: distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. Biol Psychol. 2015;104:65-74.

28. Russell JA, Barrett LF. Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. J Pers Soc Psychol. 1999;76(5):805. PubMed PMID: 10353204.

29. 山添貴志, 前川亮, 朝倉暢彦, 乾敏郎, editors. 観察者の生理指標を用いた他者感情価推定の予測モデル. 日本認知心理学会; 2017; 東京: 日本認知心理学会; 2017.

30. Garfinkel SN, Tiley C, O'Keeffe S, Harrison NA, Seth AK, Critchley HD. Discrepancies between dimensions of interoception in autism: implications for emotion and anxiety. Biol Psychol. 2016;114:117-26.