

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：34416

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21520

研究課題名(和文)心拍と呼吸の位相が社会的知覚に及ぼす影響

研究課題名(英文)Examining the impact of cardiac and respiratory phases on social perception

研究代表者

福島 宏器 (Fukushima, Hirokata)

関西大学・社会学部・准教授

研究者番号：50611331

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、心拍や呼吸のタイミングと感情知覚の関連を調べた。成果の一つとして、他者の表情は、心臓が収縮した瞬間に見るほうが、心臓が拡張している時よりも、感情のポジティブ・ネガティブさが明確に感じられること、および息を吸っている瞬間の方が、吐いているときよりも表情のポジティブさを明確に感じられることを示唆した。

また、呼吸の吸う・吐くという活動に合わせて脳波が変動している様子を調べ、高周波ガンマ帯域の呼吸性変動の大きさが、個人の自律神経系の健全さや、呼吸の正確な知覚力と逆相関していることを示唆した。

これらの知見は、心と体の関連について、生理的・認知科学的に検討する新しいアプローチを拓くものと言える。

研究成果の概要(英文)：This project examined whether and how cardiac and respiratory phase influence emotional perception. Our study suggested that emotional valence (i.e. positive-negative) on subtle facial expression is perceived more clearly when the faces are presented at the timing of cardiac systole (i.e. heart shrinking) compared to the diastole period. It is also suggested that positive valence is more clearly perceived at the middle of inspiration (i.e. breathing in) rather than the expiration phase.

Another study examined the association between breathing and the brain activity by analyzing how the electroencephalography (EEG) changes with the respiratory cycle. The magnitude of respiratory-related fluctuation in the high-frequency () EEG band was found to be negatively associated with several measures related to the mind-body interaction (e.g. the degree of physiological regulation and respiratory perception). These findings open new approaches to further clarify the mind-body relationship.

研究分野：生理心理学

キーワード：内受容感覚 感情 呼吸 心拍 心身相関 認知 脳波 位相

1. 研究開始当初の背景

「心と体の関連」という歴史的な重要テーマにおいて、身体内部の生理状態（心拍や胃腸の状態など）に対する感覚である「内受容感覚」(interoception) が、感情や意思決定や自己認識の基盤として改めて注目されている (Damasio, 1999; Seth, 2013)。内受容感覚の研究の新たな局面として、近年、身体内の臓器の活動（特に心拍活動）がリアルタイムに認知に与える影響が、現代的な文脈によって再検討されるようになった。中でも心拍の位相の検討が盛んになり、心拍の収縮期と拡張期では刺激への感度や記憶が異なり、収縮期に提示された他者の表情に感じる感情強度 (arousal) が拡張期よりも強いことが報告された (Gray et al., 2011; Garfinkel et al., 2013; 2014)。この現象は、心身相関の生理心理的メカニズムを検討する上で重要な知見と言える。しかし、こうした生理的活動と認知についての研究は始まったばかりであり、先行研究にはいまだ次のような限界や問題点があった。

問題点 1: 内受容感覚は心拍のみならず、肺や胃腸、血圧などの多様な感覚から構成されるが、ここで扱う生理活動と認知の関連については、心臓血管系以外の指標がほとんど扱われていないため、そのメカニズム解明と知見の応用の両面で限界があった。

問題点 2: 心拍周期の刺激に対する影響は、主観的な印象と脳の一部の反応のみが検討されており、心理的反応と中枢神経系・末梢神経系反応の包括的な理解には至っていなかった。また、脳と身体の相互作用や内受容感覚の個人差を体感覚を直接的に反映する神経生理指標は乏しく、さらなる研究手法上のブレークスルーが待たれていた。

問題点 3: 身体感覚や感情体験の個人差は、社会心理・臨床心理領域で重要な検討テーマであるが、ここで問題とする生理活動と認知の関連については個人差要因の検討が

進んでいなかった。

2. 研究の目的

本研究は、上述の問題点を克服するために、以下の3点を実現することを目的とした実験的検討を行った。

(1) 心拍とともに、心拍と同様に明確な周期的活動を持ち、かつ自律神経系の活動に直接的に影響をおよぼす「呼吸」の活動に注目し、その位相が認知に及ぼす影響を検討すること。

(2) 心拍と呼吸の各位相時に提示した画像に対する印象評価や、その際の脳波上の反応を計測し、心拍・呼吸位相の心理的影響と生理的影響を検討すること。また、呼吸活動に注目して、脳-身体の連動を反映する神経生理指標を開発すること。

(3) 参加者の身体内受容感覚の敏感さを計測し、心身相関の個人差要因を検討すること。

これらの目的のために、【研究項目1 心拍と呼吸の位相が他者の感情価判断に及ぼす影響】と、【研究項目2 脳と身体の連動に関する神経生理指標の開発】の二つの研究を主に行った。

3. 研究の方法

【研究項目1 心拍と呼吸の位相が他者の表情認知に及ぼす影響】

実験参加者の心拍と呼吸を測定しながら、その位相（収縮・拡張/呼気・吸気）に応じて様々な画像を提示し、各画像に対する印象を段階評定で報告してもらった。具体的には、成人31名（平均年齢22.4、うち女性24名）を参加者として、以下のような実験と分析を行った。参加者は表情判断課題においては、呼吸と心拍を計測されながら、提示された中性表情画像（提示時間100ms）の感情価を Visual analog scale によって評価した（図1）。実験では、



図1. 刺激の例

視覚刺激として、男女 10 名ずつの中性画像が擬似ランダム順序で各 8 回提示され、計 160 試行が行われた。分析では、参加者ごとに、判断された感情価によって刺激画像を 2 群（ポジティブ判断刺激・ネガティブ判断刺激）に分類した上で、ポジ/ネガそれぞれの刺激群について、刺激提示時の心拍位相および呼吸位相に対応する評定値（z 値化）平均を計算した。

またこの課題とは別に、各参加者の内受容感覚の正確性/過敏性を、実験課題（心拍追跡課題と呼吸負荷判断課題）および質問紙により評価した。

【研究項目 2 脳と身体の連動に関する神経生理指標の開発】

呼吸活動と頭皮上脳波を同時に測定し、呼吸に連動した脳波振幅の系統的な変化（「呼吸性脳波変動」と呼ぶ）を調べた。具体的には、成人 33 名（平均年齢 22.3，うち女性 26 名）を実験参加者として、以下のような実験と分析を行った。参加者は自分の呼吸感覚に注意を向けながら、視覚刺激に従って速度を統制しながら呼吸を行った（0.2Hz での呼吸、90 秒を 1 試行として 8 試行）。その間の参加者の頭皮上脳波（62 電極，1000Hz DC）と心電図、および呼吸（腹部・胸部ベルト）が記録され、分析された。呼吸サイクルを 9 期間に分割し（吸気 4，呼気 4，呼気後停止 1），これに従って脳波振幅の変動を分析した。各電極・各周波数帯域（デルタ～ハイガンマ）の呼吸サイクル内の各期間周波数パワーの割合（各サイクル内対平均値比率）を計算、平均化し、9 期間の間の最大値 - 最小値差を算出し、これを呼吸性脳波変動の大きさとした。

さらに、上記 2 つの研究において、研究目的 3（心身相関の個人差の検討）のために、どちらも、研究参加者の内受容感覚（身体内

の生理的感覚）を多角的に調べた。具体的には、実験的に内受容感覚の敏感さを調べるために、自己心拍を感じられた回数を報告する課題と、呼吸負荷の強さを報告する課題によって、心拍と呼吸に対する敏感さ（内受容感覚の正確さ）をそれぞれ評価した。また、内受容感覚の過敏性を計測する質問紙を三種類回答してもらった（BPQ, MAIA, TIQ）。また安静時の心拍数変動（脳による生理的制御の指標）も計測し、こうした個人の心身相関に関する様々な側面が、各研究項目で得られた行動指標や生理指標とどのように関連しているかを検討した。

4. 研究成果

【研究項目 1 心拍と呼吸の位相が他者の表情認知に及ぼす影響】

心拍位相の影響：ポジティブ・ネガティブどちらに判断される刺激に対しても、収縮期に提示された方が高い（明確な）感情価が評価された（図 2 左）。この効果は内受容感覚の個人差とも関連が示され、心拍追跡課題の成績および心拍知覚質問紙のスコアそれぞれにおいて、中央値分割した高群の方が、低群よりも効果が明確であった。

呼吸位相の影響：ポジティブに判断される刺激に対してのみ、呼吸位相の主効果が有意であった（図 2 右）。具体的には、呼気時に提示された刺激により強い感情価が報告される傾向があった。内受容感覚の個人差は呼

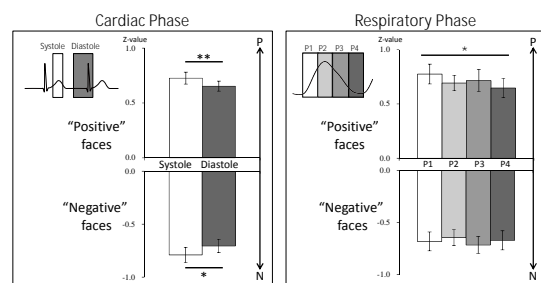


図 2. 心拍位相（左）および呼吸位相（右）ごとの感情価評定平均

吸位相の効果との有意な統計的関連を示さなかった。

この実験の結果は、心拍収縮期に感情価が強調して知覚されていることを示し、心拍位相が感情価の知覚に影響することを初めて示唆するものとなった。先行研究 (Gray et al. 2011; Garfinkel et al. 2013) では中性表情とポジティブ表情の強度判断に心拍位相の影響が見られなかったことから、本研究の結果は覚醒度の効果ではないと解釈される。血管圧受容体の中枢への影響に内受容感覚がどのような経路で関連するか、さらに検討する必要がある。

呼吸位相の影響については、ポジティブ方向の感情価判断にのみ弱い効果が見られた。呼吸位相のパターンは個人間変動が大きく、個人差の説明には内受容感覚だけでなく呼吸筋活動、換気量、そして自律神経系の変動などの多要因を測定検討する必要が示唆された。

今後の研究では、感情価と覚醒度とのより明確な分離、感情価が明確な表情での再検討、および心拍位相と呼吸位相の影響の相互作用などのさらなる検討が必要とされる。(この成果の一部は学会発表 [下記]で発表されている。)

【研究項目 2 脳と身体の連動に関する神経生理指標の開発】

各周波数帯域の呼吸性脳波変動量のパターンは図3のようになった。傾向として、30Hz以下のベータ帯域以下では吸気のピークに向けて脳波パワーが抑制され、呼気とともにリバウンドが見られた。35Hz以上のガンマ・ハイガンマ帯域では逆に、吸気開始時にパワーが最大となり、呼気中腹で最低となるパターンが得られた。

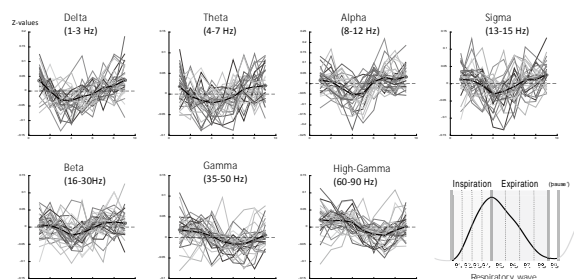


図 3. 各周波数帯域の呼吸性脳波変動時系列変化 (62 電極平均値。各被験者 [細線]と全被験者平均 [太線])

各電極・各周波数帯域の呼吸性脳波変動量の個人差を検討した結果、前頭領域におけるガンマ帯域(35-50Hz)の呼吸性脳波変動量は、課題中の呼吸制御の主観的成功度、心拍数変動 ($\ln HF/[HF+LF]$)、および呼吸性内受容感覚の正確性(呼吸負荷判断課題の成績)と、負の相関を示していた。一方で、内受容感覚の嫌悪的過敏性(BPQ 質問紙スコア)とは正の相関傾向が示された。

先行研究では、いくつかの周波数帯で運動野の呼吸性脳波変動の量が睡眠時呼吸の困難性と正の相関を示していた(Chervin et al. 2004; 2012)。本研究はこの知見を拡張し、ガンマ帯域および全頭のセンサ位置を解析に加え、覚醒時の前頭のガンマ帯域の呼吸性脳波変動が、HRV や内受容感覚に反映される身体と脳の効率的・経済的・良好な運動性と反比例している可能性を示唆した。ここから、ガンマ帯域の呼吸性脳波変動の量が、予測的符号化理論(Seth & Friston, 2016)における内受容信号の「予測誤差」を反映する可能性が推測される。今後は、REC 指標についての個人内信頼性の確認や、自由呼吸時での再検討が求められる。(この成果の一部は学会発表 [下記]で発表されている。)

これら2つの研究項目の知見は心と体の関連について、生理的・認知科学的に検討する新しいアプローチを拓く可能性があるが、どちらも現象の信頼性・頑健性の検討や、知見の一般化など、多くの後続的検討を必要とし

ている。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

Fukushima, H., Tanaka, Y., & Myowa, M. (in press). Temporal matching between interoception and exteroception: electrophysiological responses in a heartbeat discrimination task. *Journal of Psychophysiology*.

Koreki, A., Maeda, T., Fukushima, H., Umeda, S., Takahata, K., Okimura, T., Funayama, M., Iwashita, S., Mimura, M., & Kato, M. (2015) Behavioral evidence of delayed prediction signals during agency attribution in patients with schizophrenia. *Psychiatry Research*, 230(1), 78-83.

〔学会発表〕(計3件)

福島宏器, Olga Pollatos (2017) 心拍と呼吸の位相が表情の感情価判断に及ぼす影響 日本心理学会第81回大会 9月20日, 久留米シティプラザ .

福島宏器, Olga Pollatos (2017) 呼吸性脳波変動: 基本動態および個人差の検討 第35回日本生理心理学会 5月27日, 江戸川大学 .

Fukushima, H., Sueyoshi, T., Sugimoto, F., & Katayama, J. (2016) Association between error processing and heartbeat perception depends on emotional context. 10th FENS Forum of Neuroscience. Copenhagen, Denmark, July 6th.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www2.ipcku.kansai-u.ac.jp/~fukush/index.html>

6 . 研究組織

研究代表者

福島 宏器 (FUKUSHIMA, Hirokata)

関西大学・社会学部・准教授

研究者番号: 50611331