

相互作用による双方向的な情動反応の変化

Emotional responses are changed bi-directionally through face-to-face interaction

村田 藍子^{*1}

^{*1} 早稲田大学
Waseda University

^{*2} 日本学術振興会
Japan Society for the Promotion of Science

Our emotional states are influenced from other's emotional states. Such implicit emotional contagion is considered to have a role as social glue of interpersonal relationship. Previous studies have investigated the processes how it occurs or identified the factors that affect the occurrence of it. In the experiments of these studies, someone's emotional expression or signal of physiological change (e.g., facial expression, pupil dilation) was presented as stimulus, and the occurrence of congruent emotional/physiological reaction of observer was measured. However, it is difficult to evaluate the impact of contagion by such stimulus-response paradigm, because contagion is a bidirectional process that is evoked through social interaction. Therefore, we aimed to investigate bidirectional physiological contagion during actual face-to-face interaction. In our experiment, two participants were given thermal stimuli simultaneously. To assess temporal physiological responses, blood volume pulse in their peripheral blood vessels was recorded. The results showed that the physiological responses of dyad members were correlated with each other when they could interact. Further, we demonstrated that individuals showed higher or lower physiological responses when their partners experienced stronger or weaker stimuli respectively. Thus, people can develop similar physiological responses through interactions, and this effect seems to induce a change in the responsivity to stimuli.

1. はじめに

個人のウェルビーイングは様々な形で周囲の他者から影響を受ける。例えば、幸福感は、友人が幸福かどうか、幸福な人が近くに住んでいるか、といった対人ネットワークの距離に応じて変化することが統計的に明らかにされている[1]、SNS を通じたやりとりを通して感情が伝染することが社会実験によって示されている[2]。これらの背後には、喜びや悲しみといった感情が他者に伝染する情動伝染と呼ばれるプロセスが働いていると考えられる。情動伝染がどのように生じるのか、そのメカニズムを探る上でよく用いられてきた情動反応として「痛み」がある。「痛み」は刺激に対する生理的な反応の現れであり、痛みを伴う刺激を提示した際の生体反応が比較的明確であるため計測がしやすいというメリットがある。これまで、認知神経科学研究において、他者の痛み表出を知覚することで、痛みに関わる神経回路が活動することが発見され、他者の「痛み」を共有する神経基盤を持つことが明らかになっている。例えば、隣にいる恋人が電気ショックを受ける場面では自分が電気ショックを受けたときと共通の神経回路 (anterior insula, anterior cingulate cortex) が活動し[3]、誰かの手や足が痛みを受ける場面 (ドアに指を挟むなど) の写真を観察しただけでも、同様に自身が痛みを感じた際と同じ神経回路が活動することが示されてきた[4]。

これらの研究では、「他者が痛みを感じる状態」を刺激とした際にそれに対する観察者の情動反応を計測するという一方向的なアプローチによって、情動伝染の受け手の側のプロセスについて検討されてきた。しかしながら、情動伝染のプロセスは双方向的な影響を生じさせる可能性がある。現実のコミュニケーション場面では、人々は互いの反応を参照できるため、他者の情動反応から影響を受ける「受け手」となると同時に他者の情動反応に影響を及ぼす「送り手」ともなるため、相互に影響を与え合う可能性が想定される。つまり、他者の反応から影響を受けたこと

によって生じる自身の反応が、表情・しぐさなどを通して表出され、再び他者の反応に影響を及ぼすという双方向的なダイナミクスが生じると考えられる。

また、Gallotti と Frith は、社会において相互作用する個人同士は、“we-mode”と呼ばれる集合的な認知モードにおいて、互いの心的状態を共有していると論じており、この種の認知特性は個人内の認知のみを対象にした研究では測りきれないと主張している[4]。こうした着想に基づき、本研究では、苦痛情動の伝染について個人間の相互作用を通して初めて捉えられる現象があるのではないかと考えた。

しかしながら、社会心理学のパニックに関わる古典的理論[5]や人類学のフィールドにおけるデモンストレーション[6]はあるものの、情動反応の双方向的な影響がどのようなメカニズムで生じ、どのような効果を持ちうるかについては、実証的な検討が十分になされていない。

興味深いことに、Martin ら[7]は情動の共有が個人間で共有されることによって増幅する可能性を示している。冷たい氷水に手を入れる体験を一人で行った場合と二人で行った場合とを比較し、二人で経験したときの方が痛みを強く感じることを報告している。ただし、彼らの研究では、主観的な情動の強さに違いが生じることが報告させているものの、不随意の生理的な反応にどのような影響が生じるかは検討されていない。また、相手が自分よりも相対的に強い情動を感じている時や、弱い情動を感じている時に、相手の反応からどのように影響を受けるのかについても調べるために、本研究では3つの条件を設け、その際の刺激に対する生理反応を計測することで、1) Martin ら[7]により示された情動の増幅現象が生理反応のレベルで生じるか、2) その際に二者の生理的な反応は相互作用によって類似するののか、3) 相手と自分が感じている情動の強さが異なる場合には、どのような影響をうけるのか、を実験により検討した。

具体的には、一人で痛みを経験する Alone 条件、二人で同じ強度の痛みを経験する Same 条件、二人が異なる強度の痛みを経験する Different 条件を設け、その際の自律神経系の生理反応を指尖容積脈波により計測した。

村田藍子, 早稲田大学基幹理工学部表現工学科・渡邊研究室, 東京都新宿区大久保 3-4-1 59 号館 407-1B 号室, 03-5286-3335, aikmurata@gmail.com

2. 方法

2.1 実験参加者

東京近郊の学生 91 名(女性 28 名, 男性 63 名)が参加し, 実験終了後に参加謝礼として 2000 円を受け取った。

2.2 条件・刺激

同じ強度の刺激を同時に提示される Same 条件(21 ペア)と, 異なる強度の刺激を同時に提示される Different 条件(18 ペア)を設定した。Same 条件では, 参加者には互いの反応を参照できるように向かい合って座ってもらい, 同じ温度の刺激をペアの二人に同時に, 繰り返し提示した。刺激は2種類あり, 参加者はペアごとに, 50℃を提示されるペアか 60℃を提示されるペアのどちらかにランダムに割り振られた。Different 条件では, ペアの一方の参加者が 50℃を提示され, もう一方の参加者が 60℃を提示された。また, 統制条件として, 50℃か 60℃の刺激のどちらか一方を提示される Alone 条件(13 名)を設けた。

Same 条件と Different 条件では, 対面する参加者に熱刺激を二人同時に繰り返し提示した。各参加者には同じ温度(50℃/60℃)の刺激を繰り返し提示したが, 刺激が同一強度であることが参加者に分かってしまうと, 刺激に対する馴化により生理的喚起水準が低減してしまう恐れがあったため, IH クッキングヒーターを使って不透明のホーロー鍋に入れた湯を温め, 熱刺激の温度を参加者から推測されにくいように工夫した。さらに, 提示される刺激の強度に対する予期を形成させないために, IH クッキングヒーターを参加者から加熱メニューの表示が見えないように設置した上で操作し, 毎試行, 加水・加熱をしながら温度調整を行った。試行と試行の間は目安として 30 秒以上となるようにした。時間の経過と温度の確認をした後, 二人の参加者の前腕に同時に熱刺激を一秒未満提示した。なお, 痛みの有無に関わらずアルミ棒の提示自体に驚くことで参加者の生理的喚起水準が高まる可能性が考えられたため, 最初に馴化を目的としてアルミ棒を一度提示し, その後6試行を行った。Alone 条件でも同一の方法で一人の参加者に刺激を繰り返し提示した。

2.3 実験手続き

参加者は実験に二人で参加した。まず, 実験室中央のスペースに設置された机をはさみ, 向かい合って着席した。はじめに実験状況に慣れてもらうため, 二人で会話をするセッションが設けられた。実験者が提示した簡単なテーマに沿って, 約 2 分間二人で話すよう指示された(e.g., 「この前の週末は何をしていましたか?」)。その後, 参加者の左手に BVP を計測するための電極を装着し, 課題の準備を行った。Same 条件と Different 条件では, 二人同時に課題を行ったが, Alone 条件では, 一人が課題を行っている際にもう一人は防音室で待機してもらった。刺激は5秒間のカウントダウン(“5, 4, 3, ...”)の後に提示した。

2.4 痛みに対する自律神経系の生理反応

指尖容積脈波(BVP)を計測することで, 熱刺激に対する自律神経系の生理反応を計測した。課題中, BIOPAC 社製の脈拍測定トランスデューサ(TSD200)を参加者の左手手中指の第一関節部分に装着し, BIOPAC 社製 MP150 システムを用いて BVP を計測した。BVP のローデータは 2000Hz のサンプリングレートで 0.05Hz の High Pass フィルタをかけて抽出され, BIOPAC 社のソフトウェアである acqknowledge により記録された。その後, Matlab(MathWorks 社)により波動の振幅値を 100Hz のサンプリングレートで算出し, 分析に用いた。

2.5 データ解析

参加者の刺激に対する生理反応を評価するために, 試行ごとに, 刺激提示開始 11 秒前から刺激提示 8 秒後までの計 19 秒間を生理反応の応答範囲として設定した。波動の振幅値は 100Hz のサンプリングレートで算出されたため, 1 試行ごとの振幅値は 1900 のデータポイントをもつ時系列データであった。刺激に対してどの程度生理的喚起水準が高まったかを調べるための指標として, BVP 収縮率を用いた。BVP 収縮率{1-反応時(刺激提示後から8秒間)の最小振幅値/ ベースライン時 BVP(刺激提示 11 秒前から 6 秒前まで)の平均振幅値}は自律神経系のストレス反応の指標であり, 収縮率が高いほど生理的喚起水準が高いことが知られている。

次に, Same 条件における二人の参加者の刺激に対する情動反応の類似性に関する解析を行った。二者に同時に刺激を提示しているため, もし二者の情動反応が正に相関したとしても, 刺激によって誘発された疑似相関である可能性を排除できない。したがって, 対面した二者の間の相互作用によって生じた情動反応の類似性を評価するためには, 純粋に刺激によって誘発される相関と比較した際により強い相関を示していることを確認する必要がある。そこで, 実際のペアになった相手以外のすべての参加者同士で総当たりの組み合わせ(仮想ペア)を生成し, 比較対象とした。仮想ペアの場合, 経験した刺激は実際のペアと同一であったが, ペアの相手との間に相互作用はなかったため, 二者間の情動反応の相関は純粋に刺激のみによって誘発されたものであると解釈できる。そのため, もし実際のペアにおける情動反応の相関が仮想ペアのものに比べて高ければ, 相互作用によって二者の情動反応が類似したと解釈することができる。具体的には試行ごとに, ペアの二者間の振幅値の時系列変動が類似しているかを検討するため, 実際のペア及び仮想ペアの振幅値の相関係数を算出し(=6 個の相関係数 / 1 ペア), 解析に用いた。

3. 結果と考察

条件ごとの各刺激に対する平均 BVP 収縮率を Figure 1 に示す。Wilcoxon 順位検定の結果, Same 条件では, Alone 条件に比べて, どちらの刺激に対しても, 有意に痛みに対する生理反応が大きかった(50℃: $p < .05$, 60℃: $p < .05$, Bonferroni-corrected)。したがって, Martin ら[7]により示された相互作用による増幅が生理反応のレベルでも観察されることがわかった。

また, Same 条件では, 50℃に対する生理反応に比べて 60℃に対する生理反応が高かった($t_{40}=2.44$, $p < .05$, Bonferroni-corrected)のに対し, Different 条件では, 50℃に対する生理反応と 60℃に対する生理反応が同程度であった($t_{33}=-1.02$, $n.s.$, Bonferroni-corrected)。Different 条件における 50℃の刺激に対する生理反応は Same 条件のものと比べて相対的に大きかったのに対し, 60℃の刺激に対する生理反応は Same 条件のものと比べて相対的に小さかったことから, 二人が異なる強度の刺激を提示される Different 条件では, 互いの反応から双方向的に影響を受けたことが示唆された。

加えて, 情動の増幅が確認された Same 条件について, 二者の情動反応が類似したのか, またその類似は相互作用を繰り返すことによって強まったのかを検討するために, 課題の前半(1-3 試行)におけるペアの BVP の相関と, 後半(4-6 試行)におけるペアの BVP の相関を調べた。ペアの BVP 値の相関係数(前半・後半各 3 データ / 1 ペア)について, 実際のペアと仮想ペア(実際のペア以外のすべての組み合わせから作成)の間の相関係数の確率分布の比較を行った(see Figure 2)。

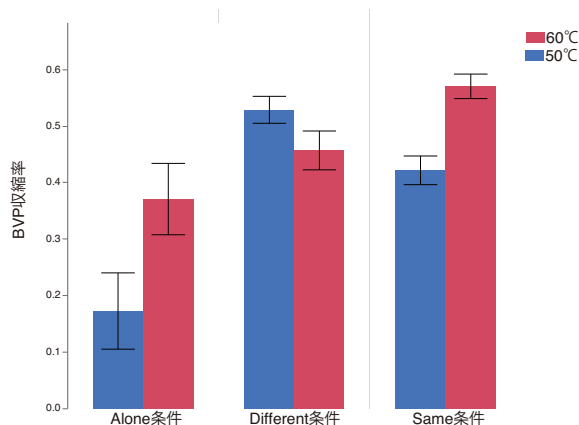


Figure 1. 条件ごとの熱刺激 (50°C/60°C) に対する平均 BVP 収縮率

コルモゴロフ・スミルノフ検定の結果、50°Cを提示されたペアでは、前半では実際のペアと仮想ペアの間で相関係数の分布に有意な差異が見られなかったのに対し ($D = 0.20$, $n.s.$, 片側検定), 後半では実際のペアの方が仮想ペアに比べて有意に相関が高かった ($D = 0.32$, $p < .05$, 片側検定). 60°Cを提示されたペアでも同様の傾向が見られ、前半では実際のペアと仮想ペアの間で相関係数の分布に差が見られなかったのに対し ($D = 0.10$, $n.s.$, 片側検定), 後半では実際のペアの方が仮想ペアに比べて相関が高い傾向があった ($D = 0.26$, $p < .10$, 片側検定). ここから、対面するペアの生理反応は、相互作用を繰り返し経験することで、次第に類似するようになったと考えられる。

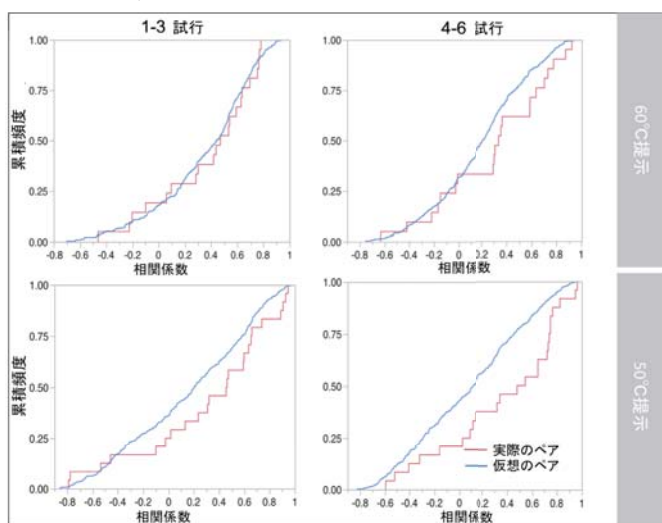


Figure 2. Same 条件の 50°C提示ペアと 60°C提示ペアの前半試行 (1-3 trial)・後半試行 (4-6 trial) における BVP の相関係数の累積頻度

4. 総合考察

本研究の結果から、他者との相互作用が情動反応を増幅させること、また相互作用を繰り返すことで次第に情動反応が似通ってくることを確認された。また、相手が自分とは異なる刺激を提示された場合に、相手の反応に合わせて自分の反応を変化させることが示唆された。

情動反応の類似性が後半の試行になるにつれて強まる傾向があったことから、情動反応がすぐさま無条件に個人間で連

動するわけではなく、互いの刺激に対する反応の参照を繰り返す中で次第に似通っていく、謂わば、「情動反応の収束」が生じることが示唆された。総合すると、本研究で確認された、相互作用場面において二者間の情動反応が増幅・類似する現象の背景には、人々が相手の情動反応についてなんらかの視認可能なシグナルを(おそらく非意識的に)拾い合い、そのシグナルに基づいて自分自身の刺激に対する情動反応を相手の反応に合わせる形で調整するといったダイナミクスが働いていると考えられるかも知れない。しかもこれらの調整は不随意の自律神経系の生理反応のレベルで生じることが示された。しかし、人々が実際にどのようなシグナルを用いて相互に調整しているかは、今回の実験からは明らかにされていないため、今後の検討課題である。また、このような情動反応の連動を生じさせやすい環境要因や条件についても、慎重に特定していくことが望まれる。

また、痛みというプリミティブな感情にとどまらず、スポーツ観戦の興奮や映画やアートに対する感動のように、何か対象に対して集団である感情が共有される場面があるだろう。ウェルビーイングの観点からも、ストレス反応にとどまらず、ポジティブな感情についても同様の現象が確認されるかを調べることを望まれる。

参考文献

- [1] Fowler, James H., and Nicholas A. Christakis. "Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study." *Bmj* 337, 2008.
- [2] Kramer, Adam DI, Jamie E. Guillory, and Jeffrey T. Hancock. "Experimental evidence of massive-scale emotional contagion through social networks." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111.24, 2014.
- [3] Singer, Tania, et al. "Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain." *Science* 303.5661, 2004.
- [4] Jackson, Philip L., Andrew N. Meltzoff, and Jean Decety. "How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy." *Neuroimage* 24.3, 2005.
- [5] Gallotti, Mattia, and Chris D. Frith. "Social cognition in the we-mode." *Trends in cognitive sciences* 17.4, 2013.
- [6] Konvalinka, Ivana, et al. "Synchronized arousal between performers and related spectators in a fire-walking ritual." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108.20, 2011.
- [7] Martin, Loren J., et al. "Reducing social stress elicits emotional contagion of pain in mouse and human strangers." *Current Biology* 25.3, 2015.