

ヒューマンロボットインタラクションにおける SOCIAL TOUCH

Social Touch in Human-Robot Interaction

福田玄明^{1,2} 塩見昌裕³ 中川佳弥子^{3,4} 植田一博¹

Haruaki Fukuda^{1,2}, Masahiro Shiomi³, Kayako Nakagawa^{3,4}, and Kazuhiro Ueda¹

¹ 東京大学

¹The University of Tokyo

² 理化学研究所 (現所属)

² RIKEN

³ 国際電気通信基礎技術研究所

³ATR

⁴ 大阪大学

⁴ Osaka University

Abstract: Interpersonal touch is said to have significant effects on social interaction. We used the ultimatum game to examine whether touch from a robot could inhibit a negative feeling to the robot. We set two experimental conditions: the one was “touch condition” in which unfair proposals were offered to a participant when a robot touched his/her arm and the other was “no touch condition” in which unfair proposals were offered when the same robot did not. We compared Medial Frontal Negativity (MFN) measured by EEG, whose amplitude is correlated with feeling of unfairness, between the two conditions. Result shows that MFN amplitude was larger in the no touch condition than in the touch condition. This indicates that touch from a robot may inhibit a sense of unfairness for the robot. Our finding suggests that touch from a robot could enhance positive feeling to the robot through human-robot interaction.

Introduction

人-人の社会的関係において、身体接触は非常に重要な役割を担っている。日常生活におけるちょっとした身体接触も強い感情経験を引き起こすことができる。身体接触は他者の信頼を勝ち得るための、また、他者を説得するための道具にもなりうる。このような社会的行動としての身体接触は Social Touch と呼ばれる[1]。Social Touch は、我々の感情、コミュニケーションに強く影響すると考えられている。

本研究では、ロボットからの身体接触が Social Touch になりうるかを検討した。

基本的な社会行動としての Touch

身体接触は、もっとも原始的なコミュニケーションチャンネルであると考えられる。多くの種の社会性動物で、身体接触による社会行動が観察されてい

る。Lehmann ら[2]は動物の毛づくろい行動を調べ、多くの種において、身体を清潔に保つために必要な量以上の毛づくろい行動が見られること、さらに、群れのサイズが大きい種、つまり社会性の強い種ほど多くの時間を毛づくろいに使うことを示した。このことは、毛づくろいが一種の社会行動として機能していることを示唆する。Harlow [3]は、サルの乳児に母親役の2種類のサロゲートを与えた。一つは毛布でくるまれた肌触りの良い母親、もう一つは針金で作られた母親であった。これにより、サルの乳児が針金の母親よりも毛布の母親を好むことが示された。針金の母親のみが母乳を与えることができる場合でさえ、同様であった。さらに、この条件下で、サルに恐怖刺激を与えると、サルの乳児が毛布の母親にしがみつく行動が見られた。これは、身体接触が母子関係において重要な役割を担っていることを示唆する。

人間においても同様に、身体接触は生まれて最初に利用するコミュニケーションチャンネルである。抱擁は母子相互作用の重要な要因であるし、コミュニケーション障害を持つ子供は乳児期から身体接触を好まない場合が多いことが知られている。成人においても、患部を他者に触られることで痛みがやわらぐことが知られている。また、くすぐり行動も社会的な身体接触であると考えられている。ダーウィンは、くすぐりが成立する条件を挙げており、軽いタッチであること、あまり触られない部分をくすぐられることなどの触覚刺激の特徴とともに、明るい雰囲気であること、親しい人からくすぐられることといった社会的な条件を挙げている。

このように、身体接触は我々にとって基本的な社会行動の一つであると考えられる。このような社会的行動をする身体接触を本研究では **Social Touch** と呼ぶ。

Social Touch の先行研究

Crusco and Wiezel [4]の実験は **Social Touch** の効果を鮮明に示している。彼らの実験は、レストランで行われた。半数のウェイトレスは、伝票を渡す際に客の肘か肩に触れるように指示された。残りのウェイトレスは客に接触することはなかった。彼らは、客に触れたウェイトレスは、触れなかったウェイトレスよりも多くのチップを受け取ることができたことを示した。ギリシア神話にでてくる **Midas** は、触れるものすべてをお金に換えることができることから、彼らはこの効果を '**Midas touch**' と呼んだ。

Kleinke [5]は公衆電話で実験を行った。実験者は公衆電話を使っており、後ろに人が並ぶのを待つ。その後、実験者はわざと財布を置き忘れて公衆電話を去る。財布には連絡先がわかるカードが入っている。結果として、去り際に、並んでいる人にタッチをした場合の方が、しない場合よりも財布がとどけられる可能性が高いことを示した。

同様に、Joule and Guéguen [6]は、頼まれる際に身体接触がある相手にタバコを上げることが多いことを示している。

このように、**Social Touch** は相手への好感度を高め、他者の利益に寛容になり、利他的な行動を誘発する効果を持つ。

本研究では、ロボットからの身体接触がロボットに対する利他的行動を誘発するかどうかを調べる。この目的のために、被験者はロボットを相手とする最後通牒ゲームを行った。

最後通牒ゲーム

最後通牒ゲームは、相手の利益に対する不公平感を計測するために広く用いられる課題である。

このゲームは二人一組で行われ、一人は配分者、もう一人は被配分者に割り当てられる。ゲームにおいて、配分者は二人の報酬の合計額を渡される。配分者はこの合計額を被配分者との間で配分するが、その配分比率は配分者が自由に決定し、被配分者に提案することができる。

ただし、被配分者は、配分者の決定した配分比率をアクセプトするかリジェクトするかを決めることができる。アクセプトすると、提案された配分どおりに報酬は配分される。しかし、被配分者が提案に納得できず、リジェクトすると、二人の報酬は0になる。

合理的に考えてみると、リジェクトした場合は、被配分者も報酬は0になるため、どのような提案でも、自分の報酬が0でなければアクセプトする方が報酬最大化の意味では合理的である。しかし、実際にはそのような行動はあまり見られない。多くの人が2:8程度の比率の配分を提案されるとリジェクトすることが知られている。これは、不公平な提案に対する感情反応が我々に不合理な行動をとらせることを示している。

このように、最後通牒ゲームでは他者のどの程度の利益を不公平と感じるかを計測することができる。

このため、**Social Touch** により、他者の利益に寛容になるとすると、その程度は、最後通牒ゲームで感じられる不公平感として計測できることが考えられる。

最後通牒ゲームにおける不公平感は、脳波計測における事象関連電位の一種である **Medial Frontal Negativity (MFN)** の振幅と相関することが知られている[7,8]。

よって、本実験では、脳波計測を行いながら、ロボットを配分者とする最後通牒ゲームを行う。ロボットが不公平な提案をする際にタッチをする場合としない場合の **MFN** の振幅を比較し、もし、タッチがある場合に **MFN** の振幅が小さくなるとすると、タッチにより不公平感が緩和した、つまり、**Social Touch** が成立したことを示唆する。

Methods

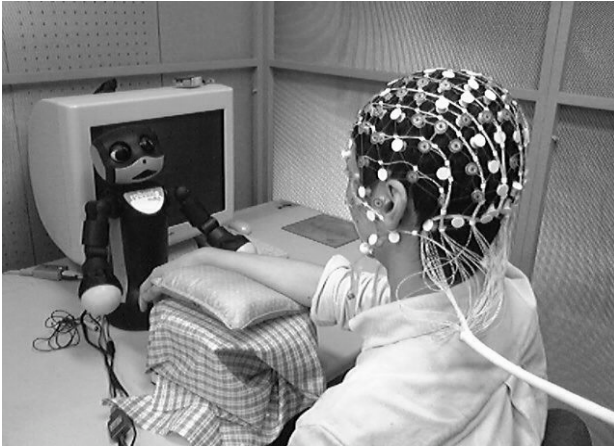


Figure 1. 実験風景を示す

本実験では、ロボットを相手とする最後通牒ゲームにおいて、不公平な提案がされる場合の MFN を計測し、二つの条件間で比較する。二つの条件は、touch 条件と no touch 条件で、それぞれロボットが配分を提案する際に被験者の手の甲をなでる／なでない条件である。ロボットによる Social Touch が成立するとすると、touch 条件の MFN の振幅は、no touch 条件の MFN の振幅よりも小さくなることが予想される。

実験参加者

15 人の大学生、大学院生（男 9 人、女 6 人）が実験に参加した。全員が右利きで、似たような実験に参加した経験はなく、実験の目的を知らされていなかった。15 人のうち、8 人は touch 条件に、残りの 7 人は no touch 条件に割り振られた。実験参加者は事前に実験に関する説明を受け、実験への参加を同意する旨を同意書に記載した上で参加した。なお、本実験は東京大学大学院総合文化研究科・教養学部の一ヒトを対象とした実験研究に関する倫理委員会の審査を受け、承認された上で実施した。

ロボットと実験材料

Geodesic EEG System 300 と HydroCel Geodesic Sensor Nets 64ch (EGI 社)が脳波計測のために用いられた。最後通牒ゲームの相手としては、Robobie-mR2 (ATR Robotics)が用いられた。ロボットの運動と発話はあらかじめプログラムされており、Wizard-of-Oz 形式で実験者のトリガーによりコントロールされていた。

実験手続き

実験参加者は、実験室に入るとロボットの正面に座った。ロボットは自己紹介をし、実験参加者も自

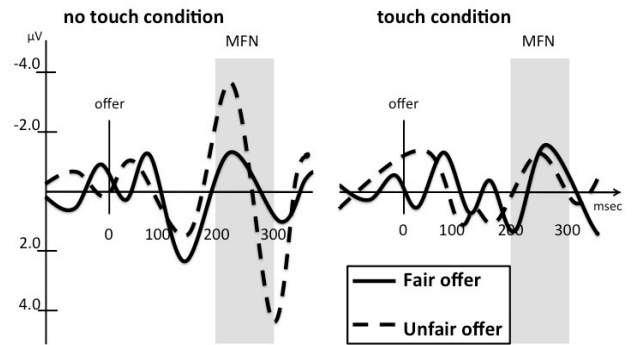


Figure 2. それぞれの条件での Grand mean average wave を示す。

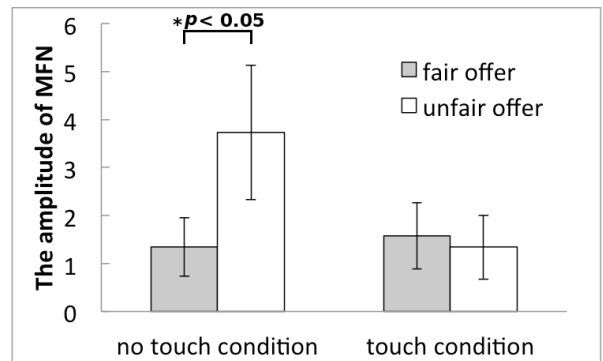


Figure 3. それぞれの条件の MFN の振幅を示す。

己紹介をすることを求められる。その後、実験者が実験の教示を行い、実験が開始された。それぞれの被験者は 20 試行の最後通牒ゲームを行った (Figure 1)。すべての試行でロボットは配分者であり、実験参加者は被

配分者であった。20 試行のうち 4 試行は不公平な提案 (2:8)、4 試行は公平な提案 (5:5)、残りの 12 試行はほぼ公平な提案 (4:6, 6:4) がランダムな順で提案された。

脳波計測

touch 条件と no touch 条件での、MFN の振幅を比較した。MFN としては、ロボットの提案の金額を話す時点から、250 msec 後から 350 msec 後の間にピークを持つ頭頂葉前部から計測される陰性波を MFN とした。

結果

すべての実験参加者が、すべての公平な提案をアクセプトし、多くの不公平な提案をリジェクトした。提案開始時を 0 とする事象関連電位の Grand mean

average waves を Figure 2 に示す. no touch 条件では不公平な提案を受けた際に大きく見られている MFN が touch 条件ではほとんど見られなくなっていることがわかる. Figure 3 に MFN の振幅を示す. ここでも, no touch 条件でのみ, 大きな MFN の振幅が得られていることを示している.

この結果は, ロボットがタッチすることにより, 実験参加者が感じる不公平感が緩和された可能性を示唆する.

Discussion

我々の結果は, touch 条件では実験参加者は不公平感をあまり感じなかったことを示唆する. このことは, ロボットによる Social Touch が成立する可能性を示唆している [9].

ロボットの身体接触が Social Touch として成立したとすると, 実験参加者はロボットを人間的なものとして, あるいは, 人間的なコミュニケーション可能な対象として認識していた可能性が考えられる. 本研究では, ロボットを人間的なものとして実験参加者が認識していたために Social Touch が成立したのか, あるいは, タッチにより, 我々のもつ社会性の認識機構が喚起され, そのためにロボットを人間的なものとして認識したのかはわからない. しかし, 何らかの意味で, 実験参加者はロボットを人間的なコミュニケーション可能な対象として認識したのではないかと予想される.

身体接触がどのような仕組みで社会的な意味を持ちうるのかはわかっていない. 実際に, 社会心理学, 社会認知神経科学では, その重要性に反して今まであまり研究されてこなかった. その理由として, 実験の統制の難しさが挙げられる. 身体接触がある場合とない場合を比較する際に, 接触する人とされる人の距離や表情, 会話を含むコミュニケーションまで, 接触の有無が影響してしまい, 純粋な身体接触の効果を計測するのが難しい. しかし, 本研究のように, ロボットによる身体接触であれば, 接触以外の条件を完全に統制することができ, 今後の社会行動としての身体接触, Social Touch の研究にロボットが有益である可能性も考えられる.

また, ロボットはエージェントに比べ, 身体性を持っているという特徴を持っている. Social Touch はそのロボットの特徴を生かし, ロボットが社会的な存在となるための手段の一つとなりうるかもしれない.

Conclusion

身体接触は, 我々の社会行動に大きな影響を与えることが知られている. 特に, 身体接触のある相手の利益に寛容になり, 好感度をますことが知られている. このような効果が, ロボットの身体接触においても現れるかを, ロボットを相手とする最後通牒ゲーム中の脳波計測により確認した. 結果, 身体接触がある場合には, 相手が多く取り分をとった場合でもあまり不公平感を感じない可能性が示唆された. この結果は, ロボットに対しても社会的な身体接触が成立しうることを, つまり, ロボットの身体接触により社会的な行動を喚起できる可能性を示唆する.

謝辞

本研究は, MEXT 科研費 21118005, 21118003 の助成を受けたものです.

参考文献

- [1] Morrison, L., Löken, S., Olausson, H. : The skin as a social organ.” *Experimental brain research*. Vol. 204, pp. 305–314, (2010).
- [2] Lehmann, A.H. Korstjens, A.H., Dunbar, R.I.M: Group size, grooming and social cohesion in primates, *Animal Behaviour*, Vol.74, pp.1617-1629, (2007)
- [3] Harlow, H. F.: The nature of love, *American Psychologist*, vol. 13, pp. 673–685, (1958).
- [4] Crusco, A. H., and Witzel, C. G. : The Midas touch: the effect of interpersonal touch on restaurant tipping. *Pers Soc Psychol B*, Vol. 10, pp. 512-517, (1984)
- [5] Kleinke, C.L.: Compliance to requests made by gazing and touching experimenters in field settings, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol.13, Issue 3, pp.218-223, (1977)
- [6] Joule, R.V., and Guéguen, N.: Touch, compliance, and awareness of tactile contact. *Percept Motor Skill* Vol.104, pp.581-588, (2007)
- [7] Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., and Cohen, J. D.: The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science*, Vol.300, 1755-1758, (2003)
- [8] Boksem, M. A. S., and De Cremer, D. : Fairness concerns predict medial frontal negativity amplitude in ultimatum bargaining. *Soc Neurosci*, Vol.5, pp.118-128.(2010)
- [9] Nakagawa, K., Shiomi, M. Shinozawa, K., Matsumura, R., Ishiguro, H., and Hagita, N. : Effect of robot’s active touch on people’s motivation. In *Proceeding of the 6th international conference on Human-robot interaction HRI '11*. ACM, New York, NY, pp.465-472. (2011)