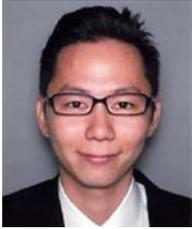


バイオロジカルモーションによる心を変化させる運動情報の解明

Exploering movement information that changes emotinal state

2151033



研究代表者 早稲田大学 スポーツ科学学術院 助教 三浦 哲 都

[研究の目的]

人間は他者と共に運動をすると、他者の運動に引き込まれて（つられて）無意識に同じ運動をしてしまう^[1]。また近年社会心理学の研究から、他者と一緒に同じ運動をすることで、その相手に対する心が変わり、協調性、向社会的性、愛着などが向上することが報告されている^[2-4]。運動同期が心に与える効果は、幼児においても確認されている^[5]。すなわち、人間は他者と共に運動をすると、「運動」も「心」もその相手に同期してしまう。このような同期を可能にする運動情報とはいったいどのようなものだろうか。

近年の通信技術の発達は日進月歩である。しかし、それを扱う人間側の知見は圧倒的に不足している。例えば、受付や教育・医療現場などで人間と密に関わるロボットが開発されてきているが、人間と一緒に動きたくなり、そして心が変わる（愛着が増す、印象がよくなる、気分が変わる）ような動きをするロボットはまだ開発されていない。我々は、ロボットがどのように動けば、それに親近感を覚え、一緒に動きたくなり、愛着がわくのだろうか。このような動きの情報を明らかにすることができれば、運動を引き込ませることで人間に愛着を持たせたり、人の気分を変えたりする人間と深い絆を持つロボットの開発につながり、人間と機械の調

和に大きく貢献すると考えられる。本研究は、人間の心を変化させる運動情報の解明を目的とした。

Okasakiら^[6]は、人が他者と向かいあい立っているだけでも、姿勢動揺が無意識にその相手と同期してしまうことを報告した。また統合失調症患者は、他者と運動を同期させる際に、必ず相手の運動から遅れてしまい、それが社会的相互作用を難しくしていることが報告されている^[7]。これらの研究から、運動の同期は人間の社会性の基盤となっている可能性が示唆されている。

以上から人間と調和するロボットとは、人同士が社会的相互作用の中で自然に運動を同期するのと同様に、人と運動を同期できるロボットであると考えられる。そのようなロボットを開発するためには、以下の二点について研究を進める必要がある。まず、人と人がどのように運動を同期するのか、その振る舞いについてさらに研究を進める必要がある。他者との運動同期に関する研究は、他者が手に振っている振り子に、自分が持っている振り子を合わせる課題で主に調べられてきた。これらの知見を、日常的な運動や社会的相互作用の中で生じる運動にまで拡張していく必要がある。二点目は、人が機械（映像）と運動を同期する際に、人同士で運動を同期する時と同じように機械と同期するのか、を明らかにする必要がある。この点につい

て興味深い研究結果が報告されている^[8]。手の運動を他者の手の運動に同期させる条件と、同じような軌道で動く機械に同期させる条件とを比較すると、人間の手と運動を同期させた時のみ、自分の手の運動の軌道が乱されるということが明らかになっている。すなわち、同じような軌道で動いていても機械には影響されにくいということである。

そこで私は、人間と調和するロボットの開発という大きな目標に向かい、社会的相互作用を反映すると思われる運動課題や、実験条件、解析方法を試行錯誤し、探索的に実験を行った。本報告書ではその中で、特に興味深い結果について報告する。

[研究の内容・成果]

実験では、運動課題として静的立位を用い、姿勢動揺をフォースプレート（SS-FP40AO, 株式会社スポーツセンシング）で計測した。二台のフォースプレートの中心位置の距離は1mとし、他者と向き合い立つ条件と、70インチのインフォメーションディスプレイ（PN-E703, SHARP）に映し出された録画映像と向き合い立つ条件を行った。被験者にはフォースプレート上で、腰の位置で手を組み、左右の足を閉じて動かずに立つように指示をした。他者と向き合う条件では、(1)二人とも開眼（図1）、(2)一人が閉眼、(3)一人が背中をむけて立ち、もう一人がペアの背中を見て立つ（図2）、の3条件を行った。ディスプレイと向き合って立つ条件では、(1)他者の映像と向き合って立つ（図3）、(2)自分の映像と向き合って立つ、の2条件を行った。二者の姿勢動揺の同期を、相互相関により算出した。また二者の姿勢動揺の因果性（相手からどの程度影響を受けているかという指標）を先行研究と同じ方法により計算した^[6]。

まずは他者と向き合い立つ条件の結果から報告する。対面開眼条件の相互相関、因果性解析



図1 対面開眼条件

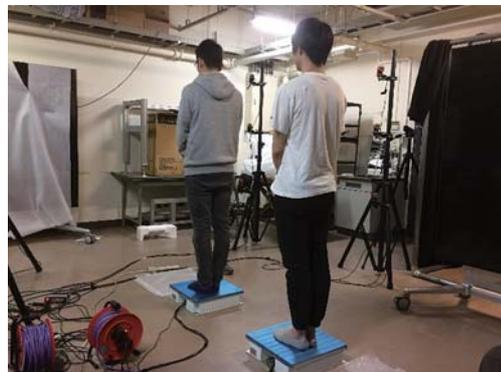


図2 背中を見て立つ条件



図3 ディスプレイ条件

の結果から、左右方向ではなく、前後方向において顕著に相手と同期し、相手から影響を受けていることが確認された。図4に前後方向の姿勢動揺の時系列を記載する。左右方向ではなく、前後方向に影響があったことは、その人のパーソナルスペースと姿勢動揺が関わっている可能

性を示唆する。左右方向の姿勢動揺はパーソナルスペースに対して影響を与えないのに対し、前方向への動揺は相手との距離を縮めるため、距離を詰められた方は無意識に姿勢を後ろに修正した可能性がある。

対面条件で、一人が閉眼した条件では、前後方向ではなく、左右方向に対して同期が生じていた。また因果性解析では、目を開けている方が、目を閉じている方から影響を受けている様

子が観察されたが、前後方向ではなく左右方向で顕著に観察された(図5)。左右の足を閉じて立っているため、閉眼した状態では左右方向の姿勢動揺が増大し、それを見ているもうひとりの姿勢動揺も大きくなり、それによって左右方向の同期や因果性が大きくなっている可能性が考えられる。この可能性を検証するために、姿勢動揺の大きさと因果性との相関をとった。その結果、姿勢動揺の大きさと因果性の大きさには相関がなかった。

次に背中を見て立つ条件について報告する。背中を見て立つ条件では、前後方向ではなく左右方向において、姿勢動揺の同期や相手からの影響量が大きかった。この結果は、対面条件と比較すると興味深い。対面条件では、姿勢動揺の前後方向において相手からの影響量が大きかった。仮に、単に揺れる物体を注視していることが、自分の体動に影響を及ぼしているとすれば、相手の体の正面を見ていようが、背中を見ていようが、こちらが受ける影響量は一定のはずである。しかし今回の結果は、相手の背中

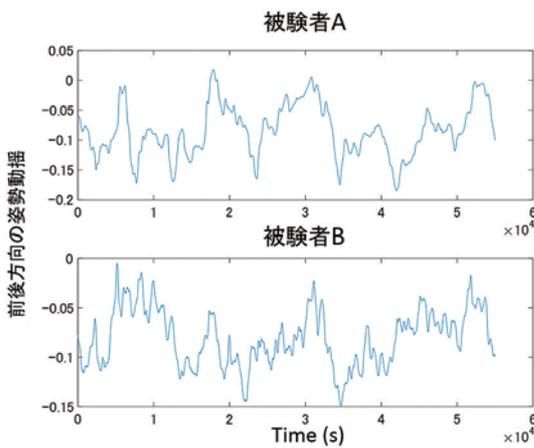
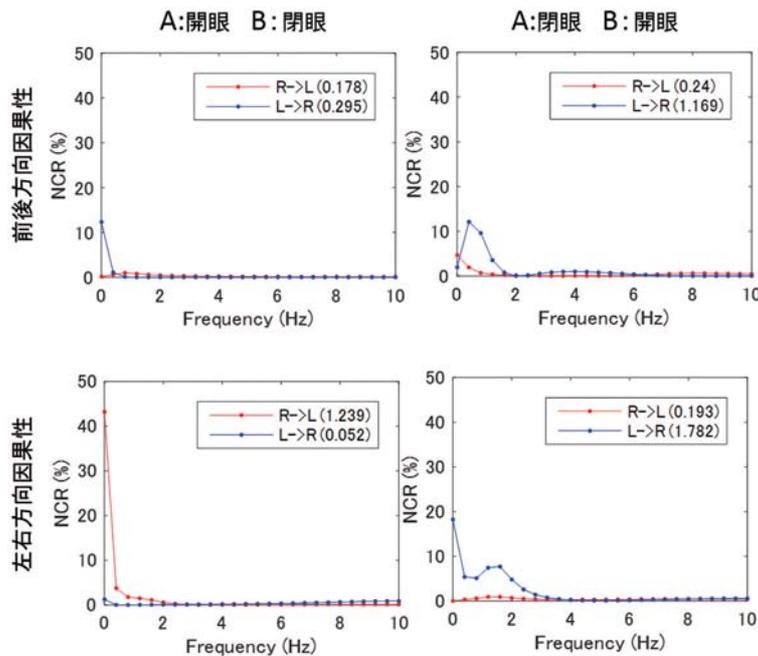


図4 対面開眼条件における前後方向の姿勢動揺



線の下面積の合計が、相手から受ける影響量を示す。左右方向では赤と青の線が反転している。つまり目を開けている人が、目を閉じている人から影響を受けていることを示す。

図5 一人が閉眼した条件の因果性の結果

を見ているときには、相手からあまり影響をうけず、正面を見ているときには相手から影響を受ける、ということの意味する。さらにその影響を受ける方向が、前後方向であることから、正面を向いているということが、人間の社会的相互作用にとって重要な意味（パーソナルスペース、コミュニケーションへの態度等）を有することが示唆される。この点については、今後詳細に検討していく。

ここから、人とディスプレイ上の録画映像との同期について報告する。ディスプレイ上の映像との同期については、フォースプレート2台の同期精度に問題が生じた。因果性の計算には、録画映像中のフォースプレートと、被験者が実際に乗っているフォースプレートとの同期をとる必要があった。この精度について問題があり、本条件では因果性の計算が行えなかったため、相互相関の結果についてのみ報告する。

ディスプレイ条件では、姿勢動揺の前後方向の同期はなく、左右方向にのみ同期が観察された。特筆すべき結果は、録画映像が自分の映像の場合に、強い同期を示したことである。この結果は、運動特性が同じ相手に同期しやすい可能性を示唆する。

[今後の研究の方向, 課題]

本研究では、社会的相互作用を支える無意識での運動の同期が、人と人の中で生じるように、人と機械（画面に映った映像）との間にも生じうるのかどうかを検証した。人間同士の同期の条件間の比較から、相手に対して正面を向いていることが、特に前後方向の姿勢動揺の同期に対して、大きく影響するということが明らかになった。また、ディスプレイ条件から、人間は

映像とも姿勢が同期することが明らかになった。さらに、自分の映像に対してより強く同期したことから、その人と同じような動きをするロボットを開発することで、自然な社会的相互作用を促進できる可能性が示唆された。

今後は、心理指標や自律神経系の指標（心拍、呼吸など）を計測し、運動同期との関連を探っていく。本研究が進むことで、人間と相互作用するロボットの開発や、デジタルサイネージでの効果的な映像の提示方法の開発につながると考えられる。

参考文献

1. Varlet, M., et al., *Difficulty leading interpersonal coordination: towards an embodied signature of social anxiety disorder*. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 2014. **8**, 29.
2. Hove, M. J., et al., *It's all in the timing: Interpersonal synchrony increases affiliation*. *Social Cognition*, 2009. **27**(6) : p. 949-960.
3. Reddish, P., et al., *Let's Dance Together: Synchrony, Shared Intentionality and Cooperation*. *PLoS ONE*, 2013. **8**(8) : e71182.
4. Kirschner, S., et al., *Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children*. *Evolution and Human Behavior*, 2010. **31**(5) : p. 354-364.
5. Cirelli, L. K., et al., *Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants*. *Developmental science*, 2014. **17**(6) : p. 1003-1011.
6. Okazaki, S., et al., *Unintentional Interpersonal Synchronization Represented as a Reciprocal Visuo-Postural Feedback System: A Multivariate Autoregressive Modeling Approach*. *PLoS ONE*, 2015. **10**(9) : e0137126.
7. Varlet, M., et al., *Impairments of social motor coordination in schizophrenia*. *PLoS ONE*, 2012. **7**(1) : e29772.
8. Kilner, J. M., et al., *An interference effect of observed biological movement on action*. *Current Biology*, 2003. **13**(6) : p. 522-525.