

他者の不自然な動作に対する
ミラーニューロンシステムの活動

Activity of mirror neuron system when observing
unnatural actions of others

沖 和真、 嶋田 総太郎

Kazuma Oki, Sotaro Shimada

明治大学 理工学部

School of Science and Technology, Meiji University, Japan

ce11020@isc.meiji.ac.jp

Abstract

This study examined how the mirror neuron system response is affected by the unnaturalness of the observed action. In the present experiment, the subjects observed a CG human character performing a pantomime action. In the middle of the action, a number of pauses were inserted to increase the perceived unnaturalness of the action (0, 2, and 6 pauses). We measured the brain activity in motor areas with NIRS and found that the activity was modulated by the number of pauses. Our results suggest that MNS is sensitive to the kinematics of the observed action.

Keywords; Mirror neuron system, unnaturalness, action observation, NIRS

1. 背景

ミラーニューロンシステム(MNS)とは、他者の行動を観察しているときにあたかも自分

が行動しているかのように活動する脳の領野のことを表し、他人の行動を理解するときに必要な役割を果たしていると考えられている。過去のいくつかの研究では、ロボットの行動よりも人間の行動を観察しているときの方がMNSがより活発に活動していると示されている(Kilner, Paulignan, & Blakemore, 2003)。しかし、他方では、ロボットの行動でも同じようにMNSが活動しているという結果も出ている(Gazzola et al., 2007)。さらに、人間がロボットのような動作をしているときにMNSが非活性化するという報告もある(Shimada, 2010)。これらの研究は、MNSの活動は行為者の見かけと動きの両方による影響を受けることを示唆しているが、その詳細な特性についてはまだ十分に明らかではない。

そこで本研究では、行為者の動きの不自然さがどの程度MNSの活動に影響を与えるかを調べた。ここでは人型のCGキャラクターを用いて、動きを3パターン作り、ランダムに提示した。動作の途中で短時間のポーズ(0.07s)

を挿入することで不自然さを操作した。ポーズが増えるほど不自然な動きになり、「動作」が普段の人間の動きから離れる。この時のMNSの活動を測定することによって、行為者の動きの要素がMNSにどのような影響を与えているか検討した。

2. 方法

被験者は右利きの健康な22~23歳の12人(女性:1人 男性:11人)であった。被験者にはCG作成ソフト(3ds MAX, Autodesk corporation, California)で作成した人型のCGキャラクター(首から下のみを画面に表示)が、コップに対して到達把持運動を行うようなパントマイムの動きを観てもらった。実験中は身体を動かさずに画面を見ているように教示した。実験条件はCGキャラクターの動きの中でのポーズ(0.07秒間止まる)の回数が異なる3条件(no-pause, 2-pause, 6-pause)であり、ポーズの回数が多いほど不自然だと考えられる。映像刺激の長さはすべて6秒であった。過去の多くの研究では、10/20システムのC3付近の領域でミラーニューロンシステムの活動が観測されている(Abe & Shimada, 2010)。よって本実験では、実験中の被験者の運動野(10/20システムのC3周辺の24チャンネル)の活動を近赤外分光法(NIRS; OMM-3000、島津製作所)で測定した。各試行では、前レスト5秒、タスク6秒、後レスト7秒とし、3条件を6回ずつ、計18試行を行った。

解析ではNIRSのデータよりeffect sizeを算出し、条件ごとに有意な活動が見られたかを検討した(t-検定)。さらに条件間での変動を分散分析(ANOVA)を用いて調べた。有意確率はすべて $p < 0.05$ としている。

実験終了後、被験者には見てもらった映像

の動作に関するアンケートを行った。内容は人間らしさ、ロボットらしさ、不気味さ、ギクシャク度、スムーズさの7項目を±3のスケールで回答させた。

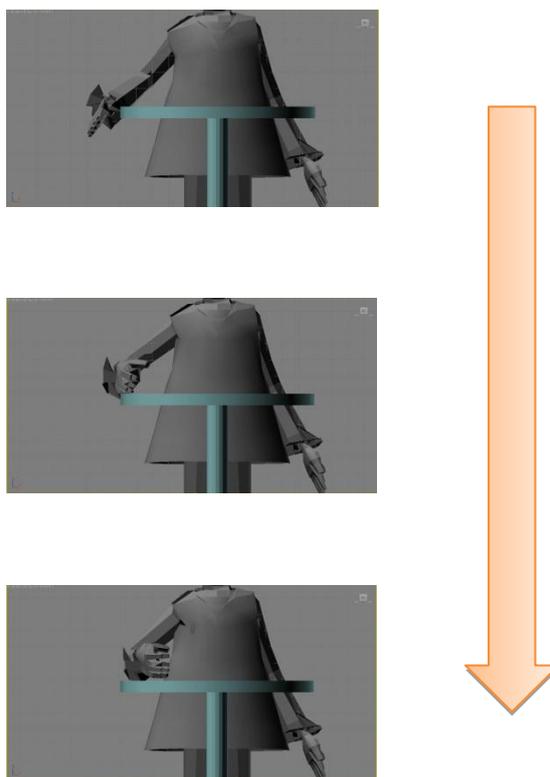


図1. ポーズが起こるシーン

3. 結果

測定したNIRSデータについてeffect sizeを算出した。その後、クラスター解析を行い、類似した反応を示すチャンネルをクラスターとした。クラスター内でeffect sizeの平均を取り、1要因の分散分析を行った。その結果クラスターE(図2) ($F(2, 33) = 7.52$)で効果が見られた($p < 0.05$)。下位検定(Tukey-HSD)の結果、no-pauseと6-pause, 2-pauseと6-pause条件間でそれぞれ有意差が見られた($p < 0.05$)。アンケート結果については、人間らしさ($F(2, 33) = 3.27$)とギクシャク度

($F(2, 33)=4.19$)で有意差が見られ、下位検定 (Tukey-HSD) の結果、それぞれ no-pause と 6-pause 条件の間で有意差が見られた ($p<0.05$)。

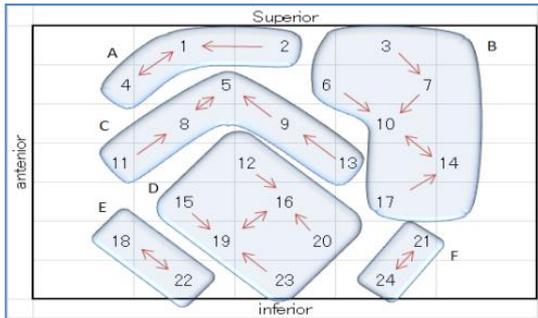


図2. クラスタ解析マップ

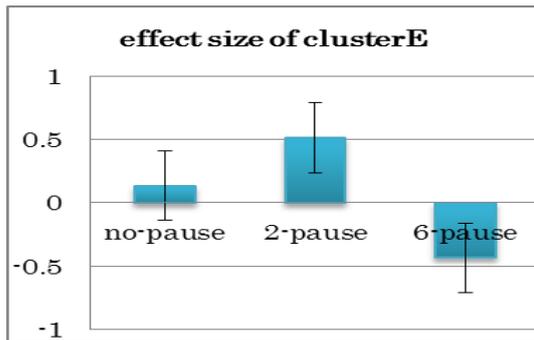


図3. クラスタ-Eでの条件ごとの effect size

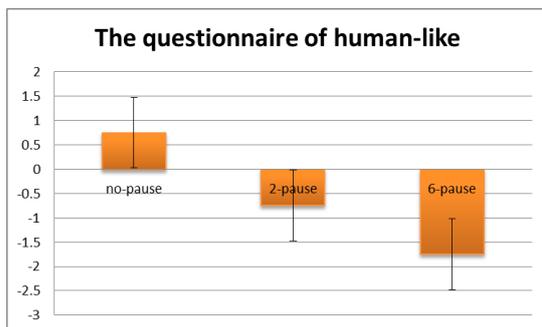


図4. 人間らしさのアンケート結果

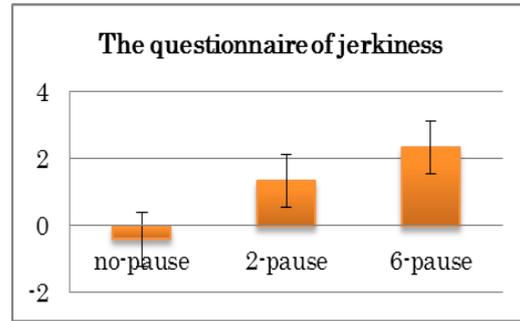


図5. ぎくしゃく度のアンケート結果

4. 考察

本研究では動作の不自然さが MNS にどのような影響を与えるかを調べた。動作中のポーズが増えるにつれ、不自然な動きであると知覚されることがアンケートによって確認された。さらに脳活動計測によって、行為者の不自然さが MNS の活動に影響を与えることが確認された。いくつかの計測領域では 1-pause 条件のときに有意な活動が見られ (t 検定 $p<0.001$)、3-pause 条件のときには非活性化が見られた ($p<0.05$)。no-pause 条件よりも 1-pause 条件で活動が見られたことは更なる検討が必要であるが、軽微なエラーを含む行動で MNS の活動が増えることは報告されており、今回の結果とも関連があると考えられる (Shimada, 2009)。不自然さが増すと非活性化する傾向は、人間がロボットのような動きをしているのを観察したときに MNS の非活性化が起こるとする先行研究とも整合性がある (Shimada, 2010)。これらの結果は、MNS の特性について新たな知見を与えるものだといえる。

参考文献

Gazzola, V., Rizzolatti, G., Wicker, B., & Keysers, C. (2007). The anthropomorphic brain: The mirror neuron system responds to human and

robotic actions. *NeuroImage*, 35, 1674-1684.

Kilner, J. M., Paulignan, Y., & Blakemore, S. J. (2003). An interference effect of observed biological movement on action. *Current Biology*, 13, 522-525.

Shimada, S., (2010). Deactivation in the sensorimotor area during observation of human agent performing robotic actions. *Brain and Cognition*, 72, 394-399.

Shimada, S. Abe, R (2010) Outcome and view of the player modulate motor area activity during observation of a competitive game. *Neuropsychologia*, 48, 1930-1934

Shimada, S (2009) Modulation of motor area activity by the outcome for a player during observation of a baseball game. *PLoS ONE*, 4(11): e8034, pp. 1-6.