

# ジャンケン観察課題における二人同時脳活動計測 Hyperscanning during observation task of rock-paper-scissors

小出 允善, 横山 成紀, 松元 まどか, 嶋田 総太郎  
Tadayoshi Koide, Shigenori Yokoyama, Madoka Matsumoto, Soutaro Shimada

明治大学 理工学部  
School of Science and Technology, Meiji University  
ee11093@meiji.ac.jp

## Abstract

Mirror neuron system (MNS) is the neural system that activates when observing the other performing an action as well as the individual performs the same action by themselves. In this study, we investigated the MNS activity when cheering a player performing in a competitive (rock-paper-scissors) game against the opponent. In so doing, the MNS activities of the player and the observer were simultaneously measured by using near-infrared spectroscopy (NIRS). Using psychophysiological interaction (PPI) analysis, functional connectivity between the player's and the observer's brains was examined. The significant activation in the condition in which the player won against the opponent was observed in the observer's MNS. In addition, functional connectivity between the player's premotor areas and the observer's parietal areas was found. This suggests that the observer's brain was synchronously activated with the player's brain, especially when the player win against the opponent and therefore obtained a positive reward.

**Keywords** — hyperscanning, mirror neuron system (MNS), vicarious reward, functional connectivity

## 1. はじめに

ある行動の対価として得られる物質的・金銭的・心理的利益のことを報酬という。報酬には自身に直接与えられる直接報酬と、他者が報酬を受け取るのを観察することによってあたかも自身が報酬を得たかのような経験をする代理報酬とがある(Mobbs et al,2009)。ミラーニューロンシステム(MNS)とは自分がある行動をしたとき、また他者がそれと同じ行動をするのを観察したときに活性化する脳領域のことをいう。先行研究においてジャンケンをしている他者のビデオ映像を観察している際の脳活動を近赤外分光法(NIRS)を用いて計測したところ、応援している手が負けたときやあいこだったときと比較して、勝ったときの方が

MNS の活動が大きくなることが報告されている(Shimada&Abe, 2009; 2010)。このことは他者の勝利から受ける代理報酬と MNS の活動の関係を示唆するが、その脳メカニズムを調べた研究はまだあまりない。そこで本研究では、実際にジャンケンをしている人と、その人を応援しながら見ている人、つまり代理報酬を得ると考えられる人の脳活動を NIRS を用いて同時計測する。これによって、代理報酬における MNS の役割を明らかにする。

## 2. 実験方法

被験者は 22 名(21.7±0.8 歳)の健康な右利き成人男性で、知り合い同士から成る 2 人組の計 11 組で実験を行った。実験は応援条件と運動条件から成る。応援条件では被験者の組をジャンケンを行う人(Player)とジャンケンを観察する人(Observer)に分けた。ジャンケンはテーブルを挟んでイスに座った実験者と Player が行う(図 1)。Observer はジャンケンが見えるよう横に座り、Player を応援するように教示をした。ジャンケンは実験者のみが聞こえる音の合図によりタイミングを取る。実験を行う位置はカウンターバランスを取り被験者の組によって Player と実験者の位置を左右入れ替えた。また、勝敗の結果から勝ち(Win)、負け(Lose)、あいこ(Draw)条件とし、すべての条件が 10 試行以上になった時点で測定を終了した。運動条件は Observer の MNS の位置を同定するための条件である。被験者の組はお互いの手が見えない状態でイスに座ってジャンケンの動作を行い、そのときの脳活動を測定した。両条件とも前レスト 5 秒、ジャンケンを行うタスク 5

秒、後レスト 10 秒を 1 試行とした。

実験後、被験者にはジャンケンに対するアンケートと共感性尺度のアンケートを行った。ジャンケンに対するアンケートは勝敗に対して被験者が主観的にどのように感じたか(「応援している方の手が勝ったときどれくらいうれしかったですか」など)を測定している。共感性尺度のアンケートには Davis (1983)の多次元共感測定尺度の日本語訳を用い、共感の認知的側面の視点取得尺度、共感の情動的側面の共感的配慮尺度、空想尺度、個人的苦悩尺度を調べた。

応援条件におけるジャンケンの勝敗毎の脳活動データと運動条件のデータをそれぞれ General Linear Model(GLM)による解析を行い MNS の同定を行った。さらに、勝敗を要因とした分散分析を行い勝敗による活動の差を調べた。また、Player と Observer の脳活動の結合性を調べるために、Win 条件において他の条件よりもどれだけ機能的結合が強くなるかを調べるために Psycho physiological interaction(PPI)解析を行った。

### 3. 結果

Observer の GLM 解析において、運動条件で活動が見られ、かつ応援条件の三条件のいずれかでも活動が見られた領域は運動前野(ch26: Win 条件,  $t=4.12$ , 運動条件,  $t=4.25$ ; ch29: Win 条件,  $t=3.35$ ,

運動条件,  $t=9.39$ )、体性感覚連合野(ch27: Win 条件,  $t=3.28$ , 運動条件,  $t=3.20$ )、一次感覚野(ch33: Lose 条件,  $t=4.22$ , 運動条件,  $t=5.49$ ; ch36: Lose 条件,  $t=4.35$ , 運動条件,  $t=4.73$ )、角回(ch45: Win 条件,  $t=4.60$ , 運動条件,  $t=4.08$ )だった( $p<0.01$ )。分散分析の結果、運動前野 (ch26:  $F(10,2)=3.66$ ,  $p<0.05$ )、体性感覚連合野 (ch27:  $F(10,2)=10.74$ ,  $p<0.001$ 、ch31:  $F(10,2)=5.32$ ,  $p<0.05$ ) で有意な活動が見られた。続けて、各勝敗での差を調べるための下位検定(Tukey HSD)を行ったところ、ch26 では Win-Draw 間 (図 2)、ch27 では Win-Draw、Lose-Draw 間、ch31 では Win-Draw 間で有意差が見られた( $p<0.05$ )。

PPI を用いて Observer と Player 間の機能的結合性を解析したところ結合の見られた領域は Player の運動前野(ch2)と Observer の縁上回(ch43:  $t=2.47$ )、Player の前頭眼野(ch4)と Observer の角回(ch45:  $t=2.29$ )、Player の運動前野(ch9)と Observer の縁上回(ch34:  $t=2.79$ )、(ch37:  $t=2.73$ )および一次体性感覚野(ch36:  $t=2.69$ )であった( $p<0.05$ ) (図 3)。このうち、ch36, 37, 45 は運動条件でも有意な活動が見られた( $p<0.01$ )。また、PPI の結果から脳活動の結合が見られたチャンネルと共感性アンケートの相関を調べたところ、運動前野(ch9)と縁上回(ch37)では Observer の共感的配慮において負の相関( $r=-0.62, p<0.05$ )が見られた。

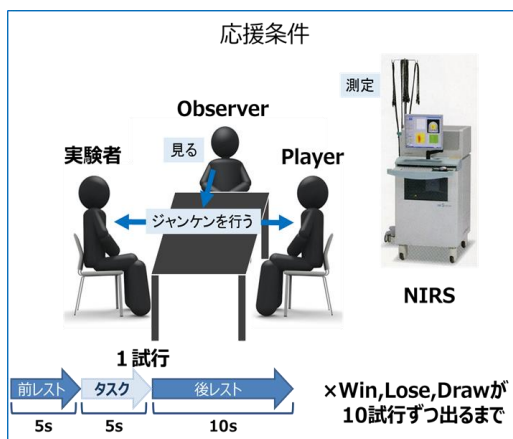


図 1 応援条件の実験デザイン

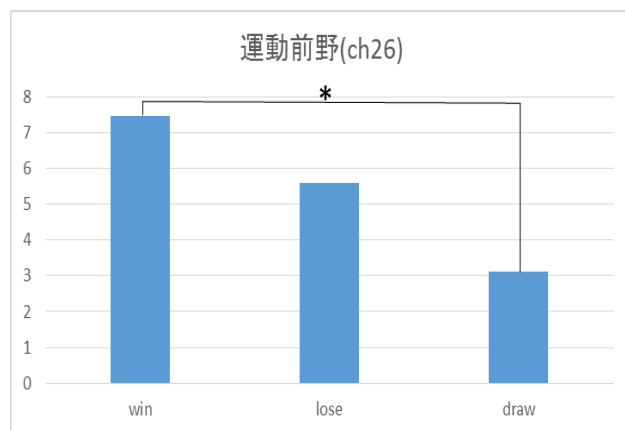


図 2 運動前野(ch26)での分散分析の結果( $p<0.01$ )

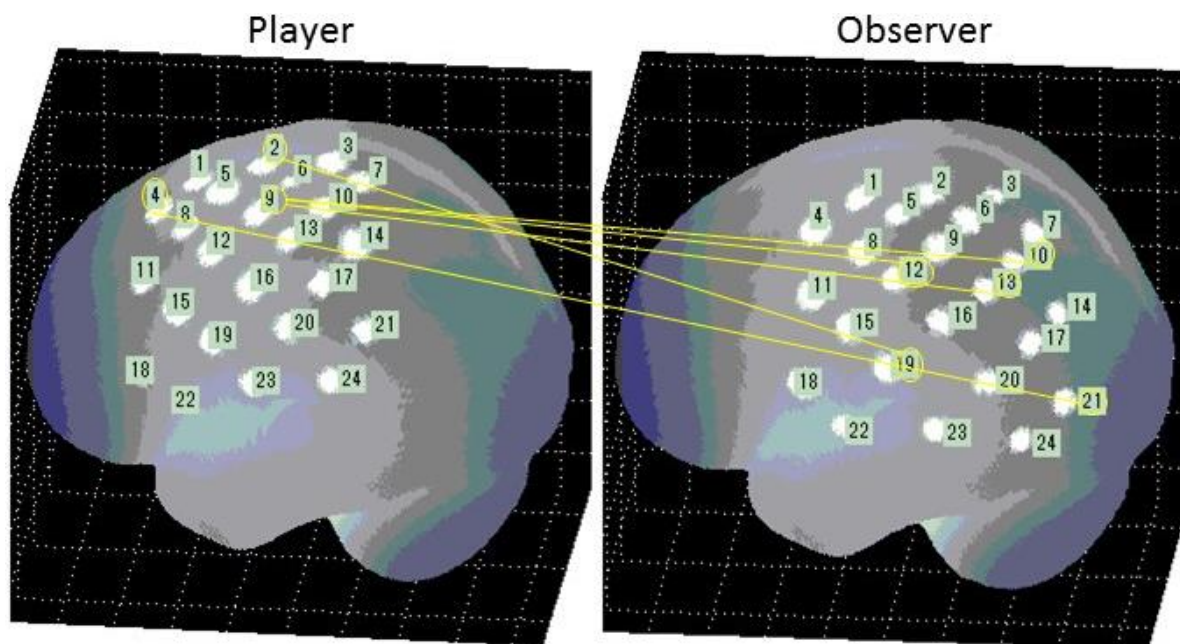


図3 PPIにより結合の見られたチャンネル

#### 4. 考察

観察時および運動時において Observer の運動前野、体性感覚連合野で有意な活動がみられ、MNS と同定することができた。また、運動前野(ch26)と体性感覚連合野(ch27, 31)において、Win-Draw 条件間で有意差がみられ、Win 条件で MNS が強く活動することが示された。これは先行研究(Shimada&Abe,2009)と一致する結果であり、ビデオ映像観察時だけでなく実際のジャンケンの観察においても MNS が活動することが示された。また、機能的結合解析において、Player と Observer の運動前野および縁上回で Win 条件のときに他の条件よりも機能的結合が強くなったことから、ジャンケンの勝敗が MNS の活動に影響を与えたことが示唆される。つまり、勝つことによって Player は直接報酬、Observer は代理報酬をそれぞれ受けるため、両者の MNS 活動が強まり、機能的結合も強くなったことが示唆される。本実験では、ジャンケンの実行者及び観察者の脳活動を同時計測した。その結果として MNS の脳活動が代理報酬による影響を受けること、および二者間の脳機能結合が Win 条件のときに高くなることが示された。したがって、代理報酬に MNS が関与していることが示唆された。

#### 参考文献

- [1] Shimada, S. & Abe, R., (2009) "Modulation of the motor area activity during observation of a competitive game", *Neuro Report*, 20, 979-983.
- [2] 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.
- [3] Mobbs, D., Yu, R., Meyer, M., Passamonti, L., Seymour, B., Calder, A. J., Schweizer, S., Frith, C. D. & Dalglis, T., (2009) "A Key Role for Similarity in Vicarious Reward", *Science*, 324, 900.