

統合失調症傾向がラバーハンド錯覚時の脳活動に与える影響 The relationship between brain activity during rubber hand illusion and schizotypal personality

餘田 尚彦[†], 嶋田 総太郎[‡]
Naohiko Yoda, Shimada Sotaro

[†] 明治大学大学院理工学研究科, [‡] 明治大学理工学部
[†] Graduate School of Science and Technology, Meiji University
[‡] School of Science and Technology, Meiji University
ce41102@meiji.ac.jp

Abstract

The rubber hand illusion (RHI) is an illusion in the integration of visual and tactile stimuli of the self-body. Schizophrenic patients are considered to have an abnormality in the integration of those information and showed stronger RHI than normal subject. In this study, we investigated the relationship between schizotypal personality, which is characterized as a predisposition to schizophrenia, and brain activity during the RHI by using near-infrared spectroscopy (NIRS). Subject's level of schizotypal personality was examined by means of the Japanese version of the Oxford Schizotypal Personality Scale (STA). We found positive correlations between STA score and brain activity in left primary somatosensory and bilateral supramarginal gyrus (SMG). We revealed that brain activity related to RHI is modulated by the degree of schizotypal trait among healthy subject. This suggests that we can examine a tendency to schizophrenia in healthy subject by measuring brain activity during RHI, and it may lead to early diagnosis of schizophrenia.

Keywords — rubber hand illusion, schizophrenia, schizotypal personality, NIRS, body ownership

1. 導入

統合失調症は幻覚・妄想といった症状が特徴的な罹患率約1%の精神疾患であり、その早期診断が重要とされている。統合失調症患者では自己認識の能力にいくつかの異常が見られることが報告されている。例えば簡単な手の運動をさせ、自分の手の映像または同じ運動をしている他者の手の映像を呈示する自他弁別課題において、幻覚を持つ統合失調症患者は健常者と比べて他者の手を自分の手と誤って判断しやすいことがわかっている[1]。またマネキンなどの偽物の手と自分の手に同時に視触覚刺激を与えることで、偽物の手をあたかも自分の手のように感じてしまうというラバー

ハンド錯覚(RHI)[2]に注目した研究では、統合失調症患者(特に幻覚症状が強い患者)は健常者よりも有意にRHIを感じやすいことが報告されている[3]。これは統合失調症患者における異種感覚統合の異変を示唆するものと考えられる。

RHIは触覚刺激と視覚刺激が時間的に一致した状態で入力されることにより起こる。この2つの刺激の時間的なずれと錯覚の感じやすさを検討した研究では、300 ms以上の時間ずれで錯覚が起こりにくくなることがわかっている[4]。そこで、本研究では統合失調症との連続性が想定され健常者間においてもその様相の高低があるとされる統合失調型パーソナリティに着目し、統合失調症傾向の強さと、時間ずれを含んだ視触覚刺激中の脳活動の関連性を近赤外分光装置(near-infrared spectroscopy; NIRS)を用いた脳活動計測実験を通じて検討する。

2. 方法

2.1 被験者

18人の健康な右利きの成人男性(20.9±0.8歳, 平均±標準偏差)が実験に参加した。

被験者の統合失調型パーソナリティ特性を測るため、実験前に日本語版オックスフォード統合失調型パーソナリティ尺度(日本語版STA)[5]を回答させた。質問紙は統合失調症の陽性症状に近似した行動・思考を反映した37項目からなり、はい/いいえの二件法で0~37点の範囲で得点を付けた。今回実験に参加してもらった被験者の平均点は10.7±4.9点(平均±標準偏差, 得点範囲1-19点)

であった。

2.2 実験プロトコル

被験者には椅子に座ってもらい、テーブルの上に手のひらを下に向けて右手を置かせた。被験者の右手の15cm左に実験者の右手を型取ったラバーハンド(ポリウレタン製)を設置し、テーブルの上に設置された両面鏡の裏側に映し出された両者の手をビデオカメラ (HDR-HC3, SONY) で撮影し、映像遅延装置 (EDS3305, ELETEX) を介して液晶モニター (LMD-232W, SONY) に表示させた。両面鏡の前側面に反射した映像を被験者に観察させた。この際鏡の前側面の右半分を黒い布で覆い隠すことで被験者には鏡に映し出されたラバーハンドの反射像のみを見えるようにした。

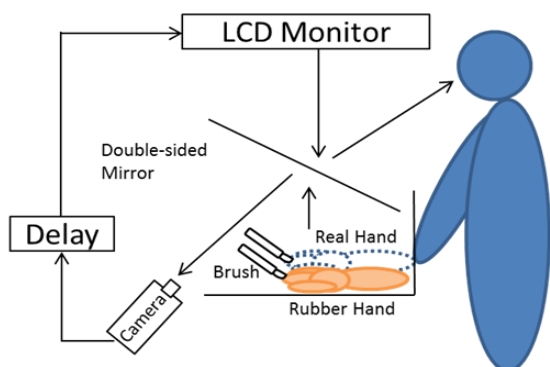


図1 実験装置の概略図

RHI 実験中の脳活動を計測するため、国際10/20法における頭頂葉(P3, P4)周辺の48チャンネルを、NIRS(OMM-3000, 島津製作所)を用いて測定した。サンプリング周波数は10Hzとした。

RHI 実験は前レスト10秒、タスク20秒、後レスト20秒を1試行とし、6試行繰り返した。被験者には常にラバーハンドを注視してもらうように教示し、タスク中は実験者がラバーハンドと被験者の人差し指を0.5-1.0Hz程度の頻度で筆で同時に撫でた。この際被験者がタイミングを予測できないように1ストロークの刺激時間、刺激間隔を変化させた。6試行終了後、RHIの生起度合いを測る主観的指標として、『強く同意する(+3)』から『全く同意しない(-3)』までの7段階リッカート尺度を用いた9項目の質問で構成されるRHI尺度アンケート[2]に回答させた。以上の流れを1セッションとし、映像遅延装置を用いてモニター

出力映像に遅延を入れ遅延時間100ms, 400ms, 700msの3つの視覚遅延条件を1回ずつ、計3セッションを行った。セッション間は3分の休憩をとり、条件順序は被験者間でカウンターバランスをとった。

3. 結果

RHI 尺度アンケートは情報縮約のため主成分分析を行い、第一主成分を採用した(RHI score)。図2に各遅延条件とRHI scoreの結果を示す。一要因分散分析を行ったところ遅延による主効果が見られた($F(2, 34) = 10.92, p < 0.05$)。チューキーHSD検定による下位検定では、100ms - 700ms間、400ms - 700ms間に有意差が見られた($p < 0.01, p < 0.05$)。

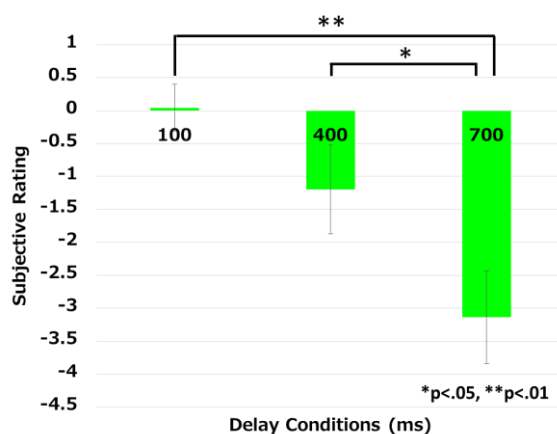


図2 各遅延条件のRHI score

NIRS データについて effect size を算出して一要因分散分析を行ったところ、右一次体性感覚野(ch-27)、両側縁上回(ch-11, ch-41)で遅延による主効果が見られた(ch-27: $F(2, 34) = 5.11, p < 0.05$, ch-11: $F(2, 34) = 7.43, p < 0.01$, ch-41: $F(2, 34) = 3.73, p < 0.05$)。チューキーHSD検定による下位検定では、それぞれのチャンネルで100 - 700ms間、400 - 700ms間に有意差または有意傾向が見られた($p < 0.05, p < 0.1$, 図3(上))。さらに、effect size と STA score の間で相関解析を行ったところ、ch-27では遅延100ms条件において正の相関($r = 0.40, p < 0.1$)、ch-11, ch-41では遅延700ms条件において正の相関(ch-11: $r = 0.67, p < 0.01$, ch-41: $r = 0.49, p < 0.05$)が見られた(図3(下))。

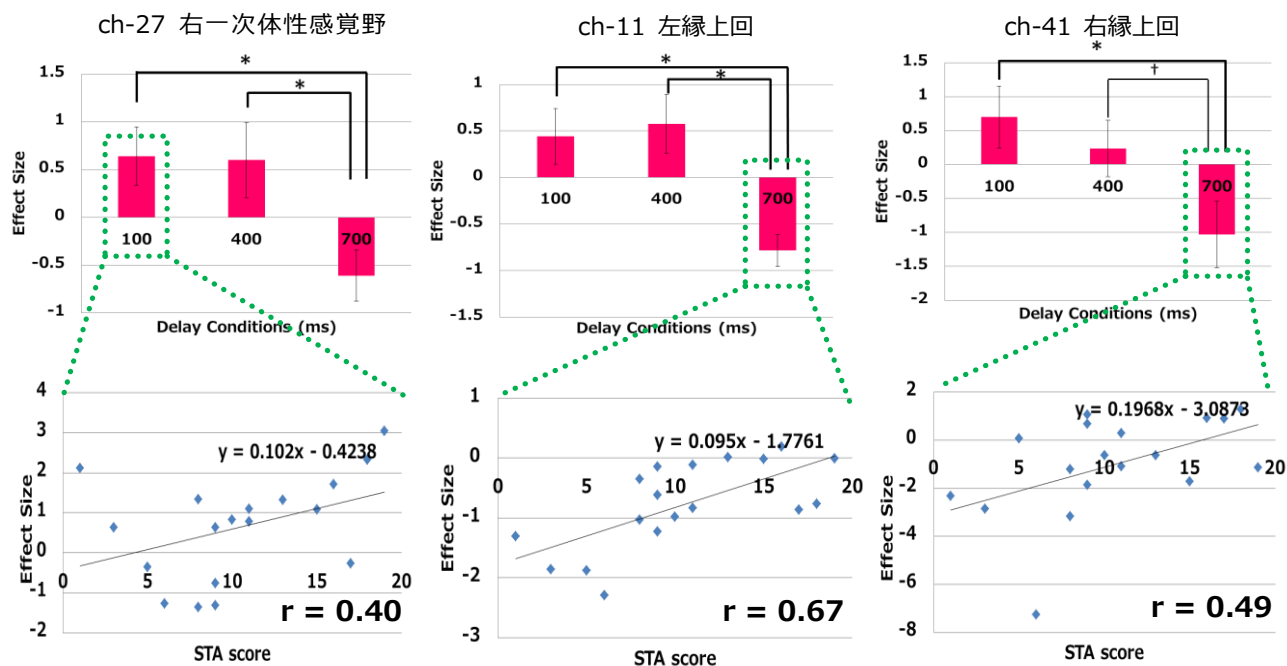


図3 各遅延条件の effect size. (上): 全被験者の平均 effect size (*: $p < 0.05$, †: $p < 0.1$), (下): effect size と STA score の相関

4. 考察

RHI アンケート結果によると時間ずれが大きくなるほど錯覚を感じにくくなるという先行研究[4]と一致した結果が得られた。また、脳活動においては一次体性感覚野、縁上回で RHI アンケートと同様の遅延による主効果が見られた。身体保持感を引き起こすプロセスとして触覚情報を体性感覚野で受け取り触覚と視覚の2つの情報を頭頂葉で統合すると考えられている。これらのことから体性感覚野と縁上回の活動は RHI に密接に関わっていると考えられる。

RHI 中の脳活動と統合失調型パーソナリティの相関解析において、遅延 100 ms 条件では右一次体性感覚野に正の相関が見られた。これは統合失調症傾向が強いほど触覚刺激に対して過剰に反応していると考えられる。また、遅延 700 ms 条件では両側縁上回で正の相関がみられ、活動の抑制が弱まっていた。筆刺激中は視覚と触覚が大幅にずれていたために健常者は錯覚を否定し縁上回の活動が抑制されたが、統合失調症傾向が強い人では大幅な時間ずれにも関わらず錯覚をはっきりと否定することができなかったことが考えられる。

本研究の目的は統合失調型パーソナリティと、RHI の関連性を調査することであった。今回の結果から、健常者における統合失調症傾向の強さに関連して RHI 生起中の脳活動に変容があることが示された。このことから、ラバーハンド錯覚時の脳機能計測によって健常者における統合失調症傾向を検討できること、ひいては統合失調症の早期診断に繋がる可能性があることが示唆される。

参考文献

- [1] Daprati, E., et al. (1997) Looking for the agent: an investigation into consciousness of action and self-consciousness in schizophrenic patients. *Cognition*, 65, 71–86.
- [2] Botvinick, M., Cohen, J. (1998) Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. *Nature* 391, 756–756.
- [3] Peled, A., et al. (2000) Touch feel illusion in schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, 48, 1105–1108.
- [4] Shimada, S, et al. (2009) Rubber hand

illusion under delayed visual feedback.

PLoS One, e6185. doi:

10.1371/journal.pone.0006185.

- [5] 上野真弓・高野慶輔・浅井智久・丹野義彦,
(2010) “日本語版オックスフォード統合失調
型パーソナリティ尺度の信頼性と妥当性.” パ
ーソナリティ研究, 18, 161-164.