

「蟹の錯覚」における主体感の変調 Agency's Distortion during the “Crab Illusion”

佐藤優太郎[†], 石原由貴[‡], 小鷹研理[‡]
Yutaro Sato, Yuki Ishihara, Kenri Kodaka

[†]情報科学芸術大学院大学, [‡]名古屋市立大学芸術工学研究科
Institute of Advanced Media Arts and Science,
Graduate School of Design and Architecture, Nagoya-City University
sato12yutaro@gmail.com

Abstract

We propose a new experimental paradigm of crossed-hands called “Crab illusion” that is similar to the classical hand-reversal illusion but involves some advantages over the conventional approach. Especially, the crab illusion is promising in that it can handle a confusion between self-other (self vs illustrated drawing of the crabs) representations. In this study, we examine how the crab illusion affects visuomotor response to measure the effect of the agency's distortion.

Keywords — crossed hands, sense of agency, ownership, visuomotor response;

1. はじめに

本研究でとりあげる「蟹の錯覚」(図1)は、手を交差することによって得られる錯覚の遊びの一つとして、2018年1月に、本研究室が開催した展示において考案されたものである。

左右の手を交差することで、空間的な認知判断能力の正確性・効率性が減退することはよく知られている。例えば、交差状態にある左右の手に短い時間感覚の触覚刺激を与えると、時間順序の判断 (temporal order judgement) が反転しやすくなる (Yamamoto & Kitazawa, 2001)。また、こどもの遊びとしてもよく知られている、「hand-reversal illusion」は、視覚的に指示された指を動かそうとしても、通常の手の状態のような素早い反応ができなくなる (Hong, Kang, & Tong, 2012)。以上の特性は、人間の認知的な空間処理のシステムが、右手が (体の正中線に対して) 右側、左手が左側にあるノーマルな状態に強く適合するかたちで構成されていることを示唆するものである。

「蟹の錯覚」も、手を交差することで左右の混同を引き起こすという点において、「hand-reversal illusion」とよく似た錯覚体験である。手順としては、図1に示すように、蟹のイラストの裏側に手を交差して通し、指を前に折り返すようにして、おおよそイラストの蟹の肢にあたる場所に合わせ、イラストを持ったまま指を動かす、というものである。また「蟹の錯覚」には、

複数人で行う「蟹と蟹の錯覚」がある (図1下)。これは、2対の蟹のイラストに対して、対面した2人が4本の手を交差させることで成立する。これらの「蟹の錯覚」を体験するにあたって大事なことは、どちらか一方の手を注視せず、蟹のイラストと手の全体を視界に捉え、指をわざわざ動かすことである。蟹の錯覚の典型的な反応には「自分の手の動きが蟹の肢の動きのようにも感じる」や「どれが自分の手がわからない」といった、自己主体感や身体所有感に関わるものがあげられる。

生の手をそのまま露出しながらにして、自己感に影響を与える「蟹の錯覚」は、Rubber Hand Illusionなどの、物理的な身体をマスクすることで引き起こされる一般的な錯覚パラダイムと比較して、極めて特殊な位置付けの錯覚であるといえる。また、hand-reversal illusionと比較したときにも、蟹の錯覚は、「自分の手がイラストの蟹の一部に含まれる」ような感覚を伴うため、自分と他人の区別に関わる表象 (self-other representation) に関わる混同を、直接的に扱うことが

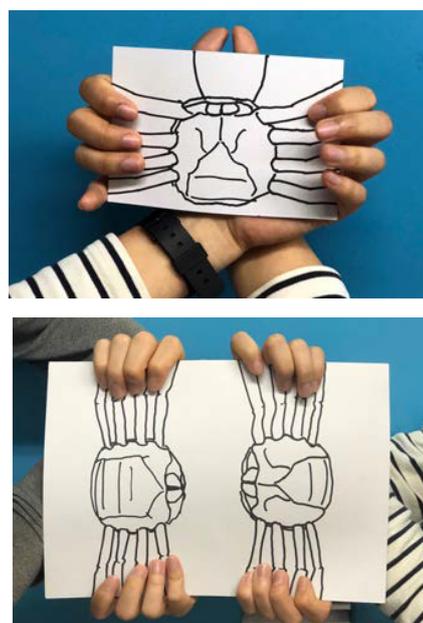


図1 本研究で考案する蟹の錯覚

可能である。

以上を踏まえて、我々はこの錯覚が自身の手への主体感や所有感をどのように変調させているかを探ることに関心がある。このプロジェクトをすすめる第一歩として、「蟹の錯覚」が視覚刺激に対する運動反応 (visuomotor task) にどのような影響を及ぼすかを調べるための被験者実験を行った。これは「蟹の錯覚」が「hand-reversal illusion」と似た、左右の手の操作の混同を引き起こすためである。光点検出のスピードは、身体内空間および身体近傍空間において検出速度が有意に高まることがわかっている (Hari & Jousmäki, 1996; Reed et al, 2006)。さらに、この際に、その身体のイメージが被験者にとって主体的に操作し得るものであるかが重要な要因として作用していることもわかっている (Longo & Haggard, 2009; Kao & Goodale, 2009)。したがって、光点検出による visuomotor task の Reaction Time の悪化を計測することは、「蟹の錯覚」によって主体感がどの程度、蟹の側に投射されているかの指標として機能するものと考えられる。本稿では、「蟹の錯覚」の効果を検証するための最初の基礎実験として、蟹のイラストを排除した状態で visuomotor task を行い、手を交差することの影響を検証した。

2. 実験

2.1. 実験方法

20代の被験者9人(男7人, 女2人, 22-26歳, 右利き7人, 左利き2人)が参加し, visuomotor task を行う被験者実験を行なった。Reaction Time の計測を行うために, 図2のような, Arduino を内蔵した装置を制作した。本実験装置は, 4つのLEDライトと, その近くに長方形のボタンが配置されているが, 本実験では, 2つのボタン (装置片側の左右のボタン) のみを使用する。visuomotor task は, 順手・交差L・交差Rの三種

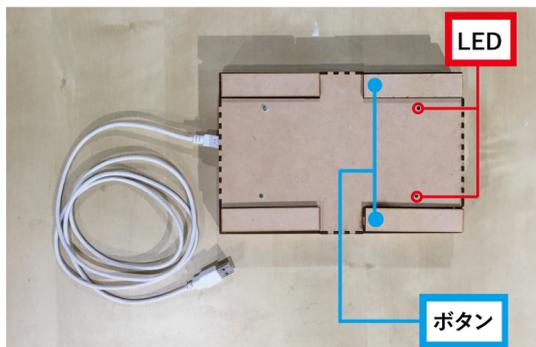


図2 実験装置

類の姿勢で行われる。図3に示すように, Uncrossed は, 順手のままで, 左手の親指を左ボタンに, 右手の親指を右ボタンに添える。Crossed は, 両手を装置の背面で交差し, 右手の親指以外の指を左ボタンに, 左手の親指以外の指を右ボタンに添える。このとき, 交差 L は交差時に左手が上側に, 交差 R は右手が上側になっているものとする。

各実験において, 被験者は, 左右いずれかのLEDが点灯した後で, なるべく早く点灯した側のボタンを押す試行を繰り返し行う。いずれかのボタンが押された後に, 次のLEDが点灯するまでの時間幅は, 1.5秒から4.5秒までの間でランダムに決定する。実験は, 二種類の異なる課題 (ベースライン課題とランダム課題) について, ベースライン課題を3回, ランダム課題6回を含む合計9回行うものである。ベースライン課題は, LEDを左右交互に50回点滅させる。すなわち, どちらのLEDが点灯するかについては既知である。他方で, ランダム課題は, LEDの点滅の左右の決定をランダムとし, やはり合計で50回点滅させる。最初の6回の中で, 姿勢を変えながら, ベースライン課題とランダム課題を3回ずつ行い, その後で, ランダム課題のみを再び姿勢を変えながら3回行う。姿勢の順序は, 無作為となるように被験者に割り当てた。

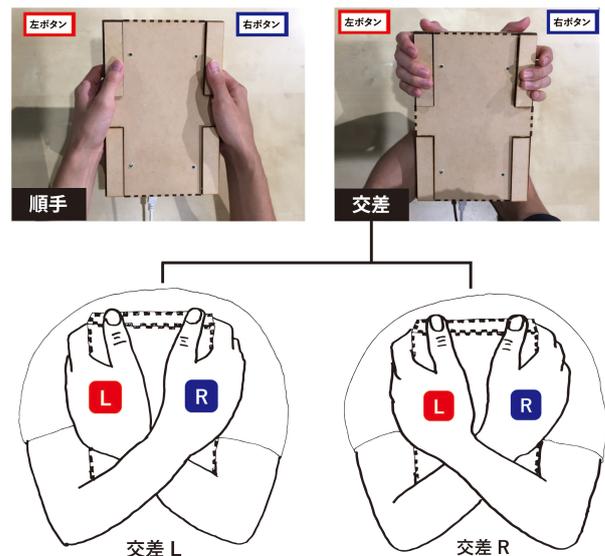


図3 各条件で実際に装置を把持している様子

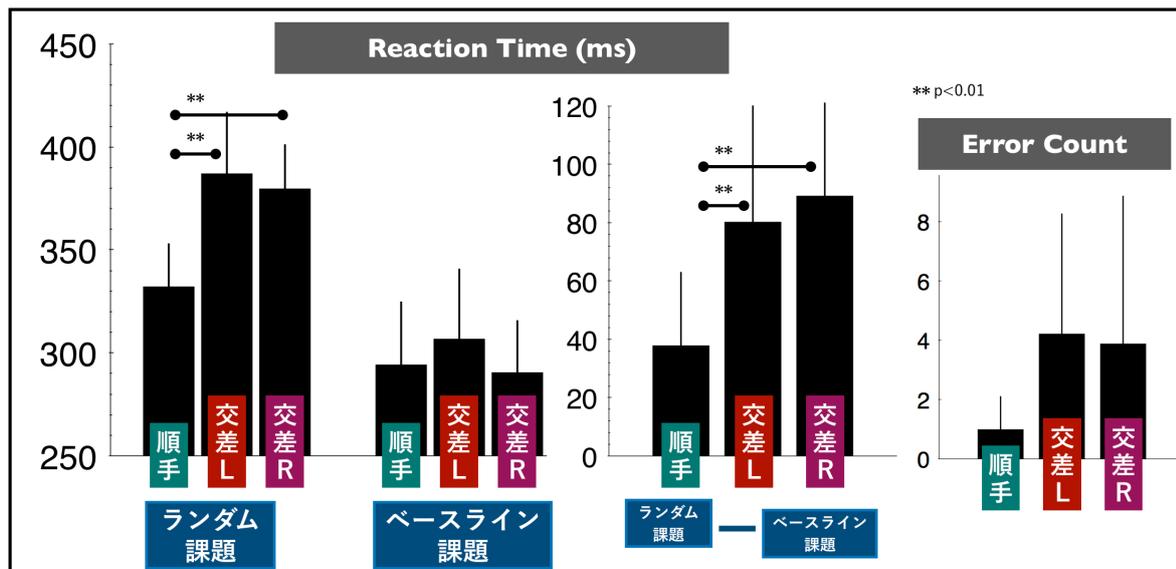


図4 実験結果

2.2. 実験結果

図4に実験結果を示す。検定に先立って、ベースライン課題・ランダム課題ともに、得られた全てのRTのサンプルのうち、中位60%に含まれるRTの値を平均したものを、実際の計測値として採用した。

まず、ランダム課題におけるエラーの頻度に対して、手の向きを要因とする被験者内分散分析を行なったところ、手の向きの要因に関する主効果は得られなかった ($F(2,16)=3.23, p=0.067$)。

次に、双方の課題に対して、手の向きの要因による被験者内分散分析を行なったところ、ベースライン課題では手の向きの主効果が得られなかった一方で、ランダム課題では、手の向きの主効果が得られた ($F(2,16)=21.34, p<0.001$)。さらに、多重比較を行ったところ、交差する二条件は、いずれも順手と比較して有意に高いRTを持つことがわかった。同様に、ランダム課題の成績からベースライン課題の成績を引いたものを ΔRT として被験者内分散分析を行なったところ、手の向きの主効果 ($F(2,16)=7.65, p<0.005$) が得られるとともに、多重比較によって、やはり、二つの交差条件がともに順手よりも有意な水準で高い ΔRT を記録していることがわかった。すなわち、手を交差する条件における反応の遅延は、持ち手の不安定性に起因するものではなく、visuomotor taskの左右の判定に伴うランダム性に起因するものであることがわかった。

3. 考察

本稿では、「蟹の錯覚」が主体感や所有感にどのような影響を与えるのかを探るにあたり、蟹の錯覚の手の交差状態の visuomotor task に RT の悪化が見られるかどうかを計測した。2.2章の実験結果からわかるように、手の交差状態における visuomotor task の RT は、交差のない状態の RT に比べ、有意な差をもって悪化することが示された。したがって、「蟹の錯覚」の手の交差状態が、認知判断能力の効率性や、自身の手の操作の主体性へ影響することが示唆された。

ここで、2018年1月の研究室展示の際に得た「蟹の錯覚」の反応を確認しておく、「自身の指の動きが蟹の肢の動きに感じられる」、というものや、「蟹と蟹の錯覚」では「他人の手と自分の手の区別がつかなくなる」といったものがあつた。これらの反応からは、通常は自身の手に付与される自己のラベルが、イラストである蟹や、他人の手の側にプロジェクションされるという事態が起こっているということが考えられる。本稿の実験では、蟹のイラストを除いたために、自身の手の帰属は自己のままであるか、あるいは、どこにも帰属されることなく、曖昧なままになっている。実験の要素に、蟹のイラストや他者の手を加え、自身の手の帰属が他の対象に傾いたとき、身体の主体感、および所有感にどのような影響を与えるかを調べるのが今後の課題である。

また、実験を終えた被験者の感想で興味深かったものがある。実験では、手の交差は交差 L, R の2パタ

ーンの実験を行ったが、そのうち、どちらか一方のパターンの方に、実験装置の持ちやすさ、実験への取り組みやすさを感じる、というものがあつた(例えば、右利きの被験者の一人は交差 R のパターンで装置の持ちやすさを感じていた)。しかし、実験結果の交差 L, R において visuomotor task の RT の値の間に有意な差はみられず、また、本人の持ちやすさの実感と、RT の成績は必ずしも相関するものではなかつた。こうした被験者の実感と visuomotor task の RT 成績に相関があるのかどうかを調査することも今後の課題としたい。

参考文献

- [1] Yamamoto, S., & Kitazawa, S. (2001). Reversal of subjective temporal order due to arm crossing. *Nature Neuroscience*, 4(7), 759–65.
- [2] Hong, S. W., Xu, L., Kang, M.-S., & Tong, F. (2012). The hand-reversal illusion revisited. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6, 83.
- [3] Hari, R., & Jousmäki, V. (1996). Preference of personal to extrapersonal space in a visuomotor task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(3), 305–7.
- [4] Reed, C. L., Grubb, J. D., & Steele, C. (2006). Hands up: Attentional prioritization of space near the hand. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(1) 166–177.
- [5] Longo, M. R., & Haggard, P. (2009). Sense of agency primes manual motor responses. *Perception*, 38(1), 69–78.
- [6] Kao, K. L. C., & Goodale, M. A. (2009). Enhanced detection of visual targets on the hand and familiar tools. *Neuropsychologia*, 47(12), 2454–2463.
- [7] Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands “feel” touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756.