

ラバーハンド錯覚における感覚間の時間ずれの影響

Effect of Delayed Visual Feedback on Rubber Hand Illusion

○福田健介¹⁾, 嶋田 総太郎²⁾

Kensuke Fukuda, Sotaro Shimada

¹⁾ 明治大学大学院電気工学専攻 ²⁾ 明治大学理工学部

Dept. Electronics and Bioinformatics, Meiji University

E-mail: ce91053@meiji.ac.jp

Abstract In this study, rubber hand illusion (RHI) effect was tested under various temporal discrepancies between visual and tactile stimulations. The results suggest that the time window of less than 300ms is critical for multi-sensory integration processes constituting the self-body image.

Keywords – self-recognition, rubber hand illusion, temporal discrepancy

1. はじめに

我々は視覚や触覚などの様々な感覚を通じて自己の身体を感じることが出来る。この自己身体認識の1つの基準となるのが視覚と内在性感覚の時空間的一貫性である。これに関する錯覚として身体保持感を自分以外の物体に対して感じるラバーハンド錯覚がある (Botvinick & Cohen, 1998)。ゴムなどで出来た偽の手 (ラバーハンド) を机の上に置き、自分の手をその横に置く。このときラバーハンドと自分の手の間には自分の手が直接見えないように衝立などを置いておく。その状態でラバーハンドと自分の手を同時にブラシなどで撫でられ続けると、自分の手ではないはずのラバーハンドが自分の手のように感じられるようになる、というものである。この錯覚は自分の手とラバーハンドが同時に撫でられると起こるが、撫でるタイミングがずれると起こらなくなる。つまり二つの手に対する

視覚刺激と触覚刺激が「同時に」与えられることが、ラバーハンド錯覚が起こるためには不可欠である。これまでの研究からおおよそ 500ms から 1000ms 程度の感覚間の時間ずれを与えると錯覚が起こらなくなることが推測されるが (Tsakiris et al, 2007)、どの程度の時間ずれがあれば錯覚を減衰させるのに十分かを調べた研究はまだない。そこで本研究では視覚と触覚刺激の間にシステムティックに時間ずれを導入し、どのくらいの時間ずれを与えたときにラバーハンド錯覚に影響が出るのかを検討する。感覚間の時間ずれを導入するために、遅延視覚フィードバック実験パラダイム (Shimada et al, 2005) を用いた。

2. 実験方法

被験者は 18 名 (22.2±0.5 歳) で全員男性である。実験装置の概略を図 1 に示す。視覚フィードバックの遅延はハードウェア (EDS3305, ELETEx) を使って導入した。実験は 100–600ms の時間ずれを 100ms 刻みにした 6 条件で行った (0ms の条件は視覚フィードバックがあるため行えなかった)。被験者は 3 分間ラバーハンドを見つめてもらい、その間被験者とラバーハンドの人差し指を 2 つの筆で同時になで続けた。刺激は 1–2 秒間に 1 回の頻度で与えた。このセッティングによって被験者の手とラバーハンドは常に同時になでられる一方で、被験者は 100–600ms 遅延したラバーハンドの映像を見ていること

に注意してほしい。

刺激フェーズの前後に被験者に自身の右手の人差し指の位置をテーブルの下から左手でポインティングを行わせた。自己受容感覚ドリフトは刺激フェーズの前後の差で定義される。各実験後にはアンケートを回答してもらう。アンケートは項目が9問あり、7段階のヴィジュアルアナログスケールを用いる。それぞれの被験者が条件ごとに5分間の休憩をした。

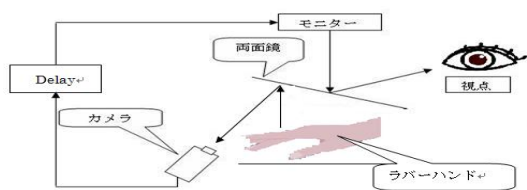


図1 実験装置

3. 実験結果

図2はラバーハンド錯覚を引き起こしたと考えられる質問の中で最も効果がみられたアンケートの項目2「ラバーハンドを触っている筆によって触られているように感じた」の平均値である。一元分散分析を行った結果、実験条件による主効果が認められた ($F(5,85) = 7.81, P < 0.01$)。多重 t 検定を用いてどの時間差の間で錯覚が有意に減衰しているかを検討した結果 300–400ms 間 ($t = 2.20, P < 0.05$) と 500–600ms 間 ($t = 1.73, P < 0.05$) で有意差を示した。また、一標本 t 検定では 100~500ms まで錯覚の効果がみられた ($P < 0.05$, 補正あり)。チューキーのHSD検定によると 100~300ms と 600ms 間で有意差がみられた。

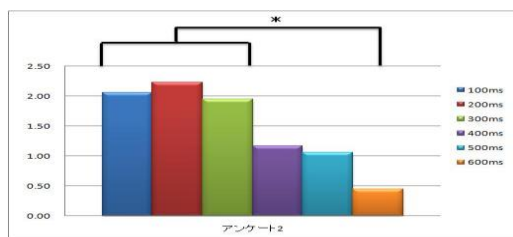


図2 アンケート項目2の結果

自己受容感覚ドリフトでは 200ms、300ms で錯覚の効果がみられ ($P < 0.05$, 補正あり)、100ms の遅延条件下でもわずかなドリフトがみられた ($t = 2.10, P = 0.08$)。他の条件では有意な自己受容感覚ドリフトをえられなかった。また、多重 t 検定を行ってみるとアンケートの項目2と同様に 300–400ms 間で有意差がみられた ($t = 2.28, P < 0.02$)。

4. 考察とまとめ

今回の実験によってラバーハンド錯覚を引き起こすには視覚と触覚の時間ずれで 500ms 未満である必要がある。さらに、強いラバーハンド錯覚を引き起こすには 300ms 未満の時間ずれが望ましいこともわかった。自己受容感覚ドリフトにおいてもほぼ同様の結果が示された。これらの結果は時間的に近接した視覚と触覚の情報が自己身体イメージの中に統合され、身体保持感を引き起こすことを示唆している。

参考文献

1. Botvinick M, Cohen J, (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see" Nature, Vol.391, No.6669, 756-756.
2. Shimada S, Hirai K, Oda I, (2005) "The parietal role in the sense of self-ownership with temporal discrepancy between visual and proprioceptive feedbacks" NeuroImage, Vol.24, No.4, 1225-1232.
3. Tsakiris M, Hesse M D, Boy C, Haggard P, Fink G R, (2007) "Neural signatures of body ownership: a sensory network for bodily self-consciousness" Cereb Cortex, Vol.17, No10, 2235-2244.