

仮想空間における“つまみ動作”を用いた 能動的関節位置移動による指の伸縮錯覚の誘発

石原由貴 金沢工業大学 遠藤孝則 (株)GOCCO.

Weird
Chillout

2B-44

MAIL : haraishihara@gmail.com

Background



いかにして身体の一部が伸縮した感覚を誘起させるか？

- 患部が伸び縮みする様子を提示
- 補助者がその部位を優しく押す/引っ張る
 - 対象となる身体部位があたかも伸縮したかのような感覚を誘発（伸縮錯覚）

患部に伸縮錯覚を誘発することにより、CRPSなどの慢性疼痛が軽減する報告

強固な疼痛抑制には、補助者の必要性
利用者が手軽にリハビリテーションを
実施できる環境を検討できないか？

市販のHMDで実現可能で効果的& 強固な伸縮錯覚を誘起するには？

鏡を用いた仮想的な腕の運動感覚の誘起実験において、
能動的な運動意思が視覚的な運動の提示による運動錯覚を強化する報告
Metral, M., et al., (2013)

隠された実際の指を引っ張ると同時に、指を引っ張る動作を提示することで、
隠された手の伸縮錯覚が得られた報告
Byrne, A., & Preston, C. (2019)

能動的運動意思および伸縮を予期させる身体所作
による入力で、強固な伸縮錯覚を
誘起できないか？



Weired Chillout

提案手法の実装

“つまみ動作”を用いて

ユーザーが能動的に関節位置を動かし、伸縮できる環境



- 左手の関節付近を右手の親指と人差し指でピンチ
あるいは洗濯バサミを模したオブジェクトで挟む
- 右手あるいは左手の位置を移動させることで、
ピンチされた関節部分が移動。
- 左手の指が伸びたような形状に！

聞き取りレベルで伸縮錯覚の誘起を確認

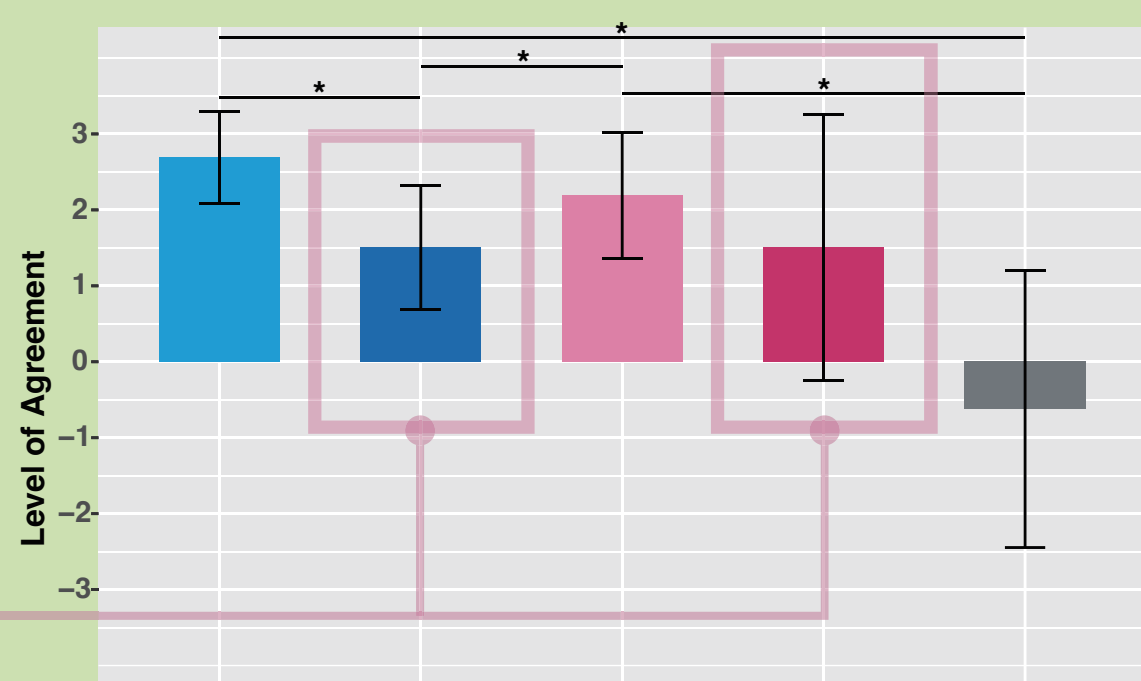
weirdchillout.studio.site

Result

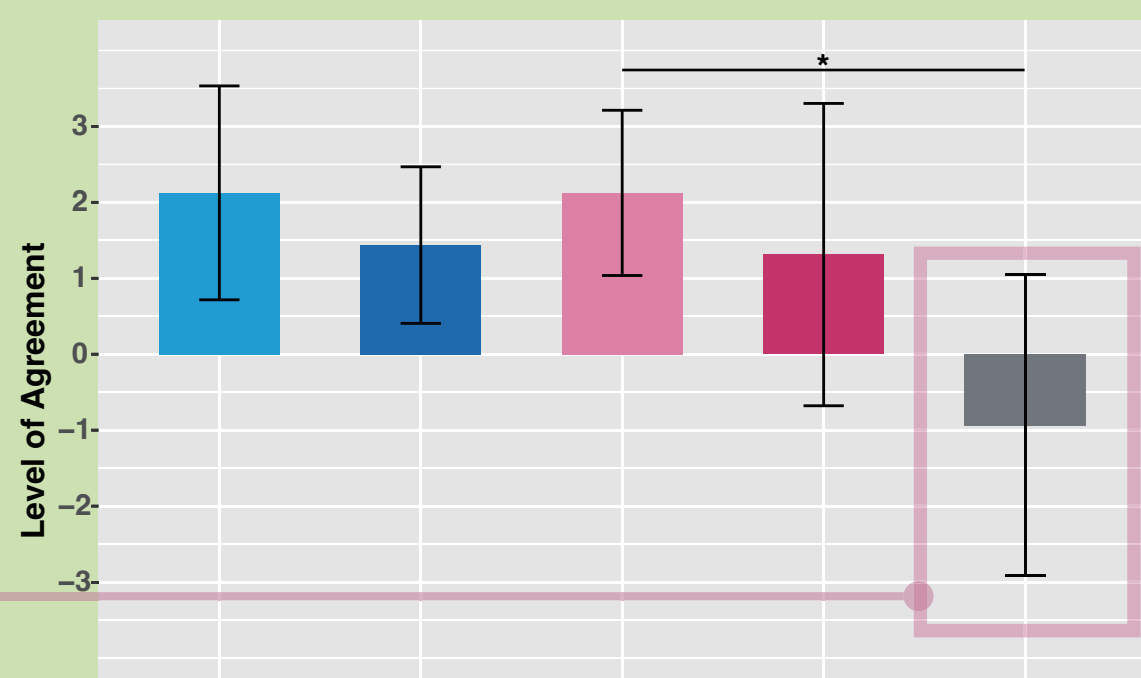
1 要因被験者内分散分析+Holm 法による多重比較
(ドリフト量の計測除く)

Q1-Q4 伸縮感・身体所有感・主体感

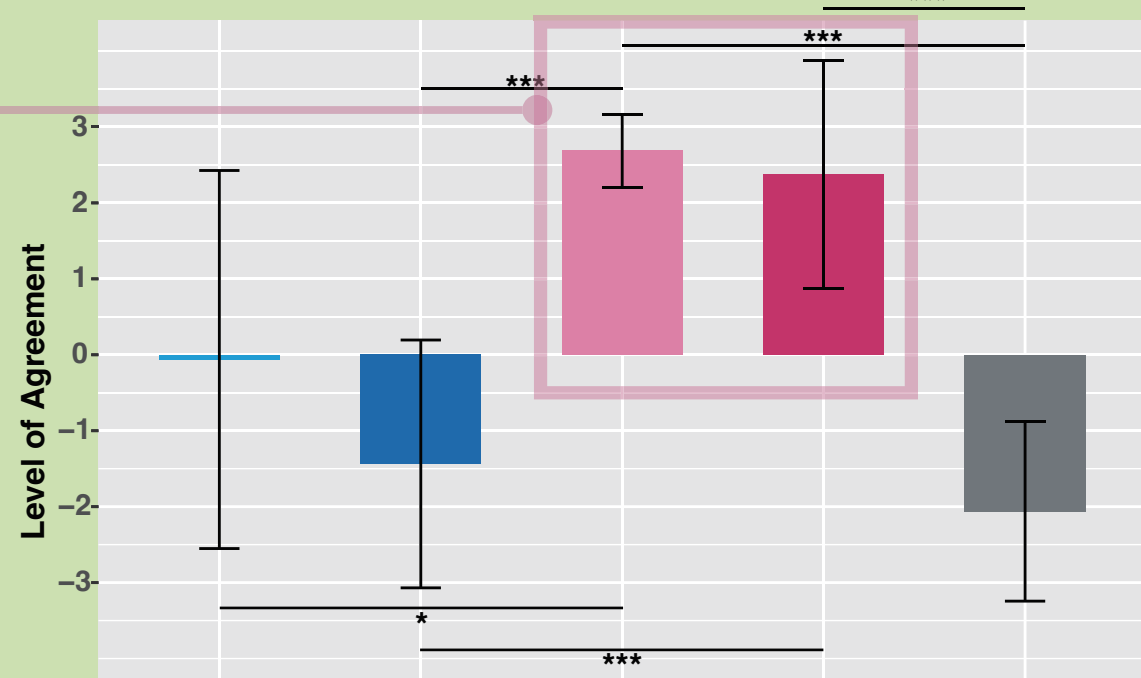
Q1: 自分の指が本当に伸縮しているように感じた



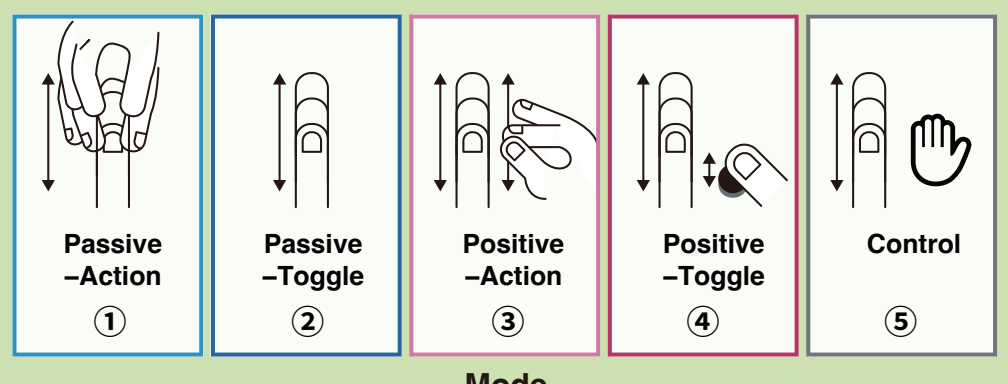
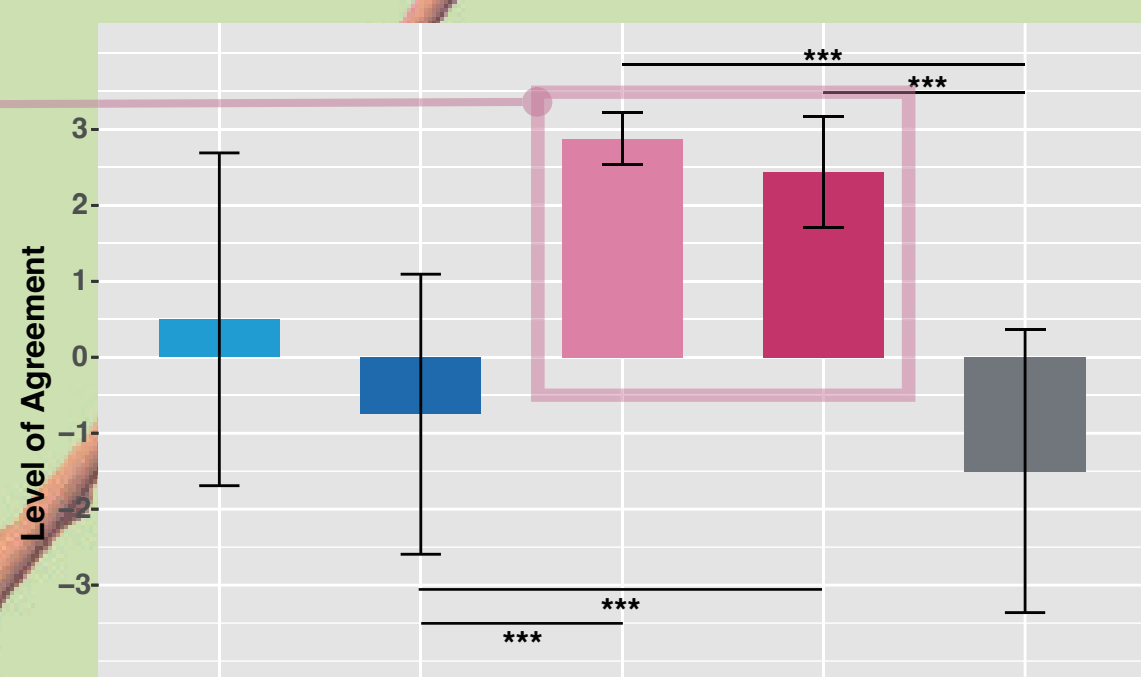
Q2: CGの手が自分の手であるかのように感じた



Q3: 自分の意思でCGの手を動かすことができるように感じた



Q4: 指の長さを思い通りに変化させることができると感じた



Method

体験者自身の能動的な運動意思は伸縮錯覚をどの程度強化するのか？

身体部位に対する受動的・能動的伸縮の提示を、従来手法と比較して検証

HMD (Meta Quest Pro) のハンドトラッキングを活用した、左手の人差し指に対する伸縮錯覚の誘発実験

実験参加者：計8名の大学生（男性4名、女性4名；平均年齢21歳）

テーブルの前に座り、HMDを装着。仮想空間内に実験参加者の前に配置されているテーブルと同じ高さに合わせたCGのテーブルと実際の手の位置・動きと連動したCGの手を表示。左手の人差し指は一本立てた姿勢をとる。（⑤のみテーブルの上面に手のひらを広げた状態）

Condition 手の提示条件

伸縮後	伸縮前	Passive-Action ①	Passive-Toggle ②	Active-Action ③	Active-Toggle ④	Control ⑤
補助者が引っ張る	見ているだけ	見ているだけ	ボタンによる操作	実際の姿勢と異なる		
視覚・触覚の同期	視覚のみ	視覚・予期させる所作	視覚のみ	Control		
受動的に伸縮	受動的に伸縮	能動的に伸縮	能動的に伸縮	受動的に伸縮		

Procedure 手続き

指の伸縮操作フェーズ

指を最大値まで伸ばす指の伸長と
元の指の長さに戻す指の収縮を
交互に繰り返す（30秒間）。
最後の3秒は最大値まで伸ばす。

ドリフト量の計測

手のCGモデルを隠し、
テーブル上にカラーコードを表示。
左手の人差し指の腹があると感じる
位置の色を口頭で回答。

アンケート回答

①との錯覚強度の比較
+ Q1～Q4を7段階で評価

手の提示条件5種 × 2周
計10試行

Questionarie アンケート

①【Passive-Action 条件】との錯覚強度の比較

最も錯覚強度が強くなることが予想される

①【Passive-Action 条件】と比較し、
他の条件の錯覚強度がどの程度であるか計測

「CGの手の形状と自分の手の形状が一致している
感覚の強さ」を10として、各試行の錯覚強度が
どの程度であったかについて回答。

例：同程度であれば10、半分程度であれば5、
2倍であれば20。1刻みで回答。

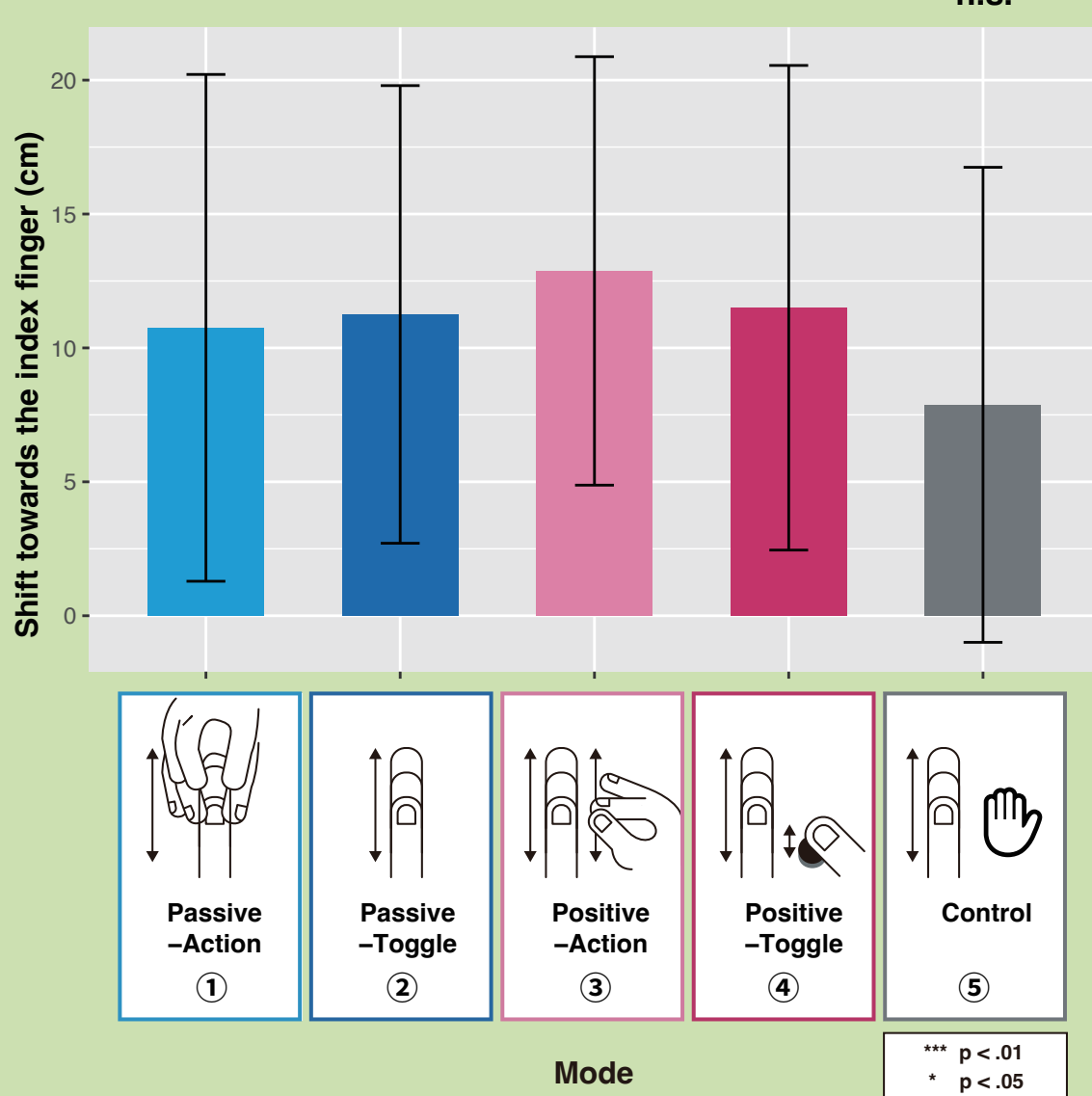
Q1-Q4 伸縮感・身体所有感・主体感

指の伸縮感	Q1 自分の指が本当に伸縮しているように感じた
身体所有感	Q2 自分の指が本当に伸縮しているように感じた
自己主体感 (運動)	Q3 CGの手が自分の手であるかのように感じた
自己主体感 (形状変化)	Q4 指の長さを誰かに操作されているかのように感じた

7件法（-3:全くそう思わない～ 3:とてもそう思う）で回答

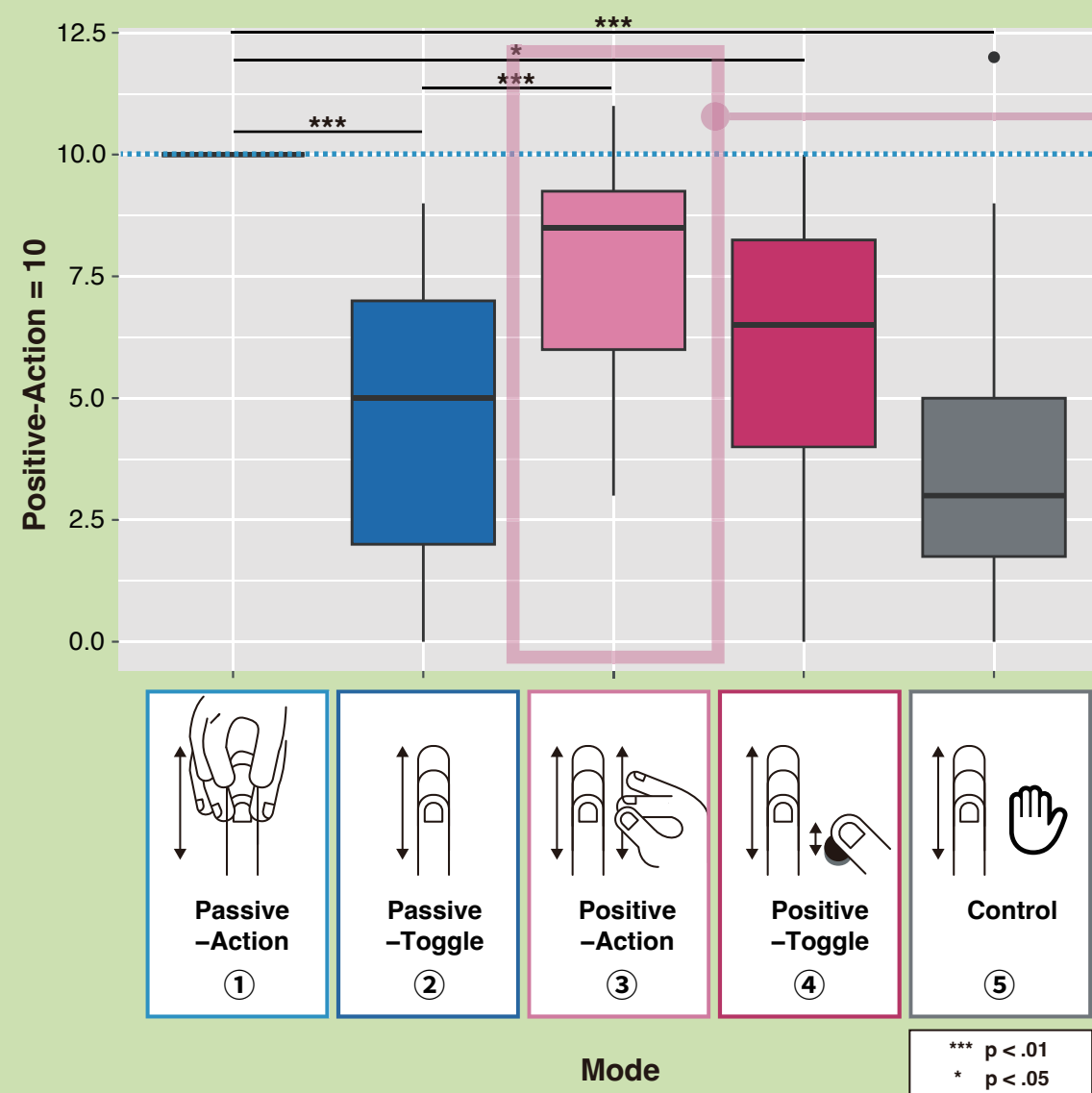
ドリフト量の計測

Proprioceptive Drift



①【Passive-Action 条件】との錯覚強度の比較

CGの手の形状と自分の手の形状が一致している感覚の強さ



従来から用いられてきた視覚・触
覚の同期を行う①による伸縮錯覚
が最も強固。しかしながら、
体験者自身の能動的な運動意思及
び伸縮を予期させる身体所作であ
るつまみ動作を取り入れた③が、
伸縮が受動的に提示される②より
強い錯覚強度を示した。

→ 能動的かつ伸縮を予期させ
る操作を併用することで、
ある程度強固な伸縮錯覚を
誘起できる

ドリフト量に関してはいずれの条件間にも有意な差異が見られない。

→ 身体所有感と身体の空間的位置知覚である身体定位は異なる処理過程 Matsumiya, K. (2019).

身体所有感が無くともドリフトは発生する Rohde, M., et al., (2011).

今回の実験も、直前の視覚刺激に引き寄せられ、伸長感の有無に関わらず、ドリフトが生じた可能性。

体験者自身の能動的な伸縮意思及び伸縮を予期させる身体所作による伸縮錯覚の誘起が、
（視覚・触覚の同期による伸縮錯覚には及ばないが）伸縮錯覚を強固にすることが示唆された。

今後は実験参加者数を増やすと共に、他の身体部位などにもこの手法を適用し、
伸縮錯覚の強度と、実際に疼痛軽減の効果がみられるのかを明らかにする。