

# ブッダの耳錯覚 - スライムハンド錯覚の耳介領域への適用 - Buddha's Ear Illusion

小鷹 研理<sup>†</sup>, 佐藤優太郎<sup>†</sup>, 今井健人<sup>†</sup>

Kenri Kodaka, Yutaro Sato, Kento Imai

<sup>†</sup> 名古屋市立大学芸術工学研究科

<sup>†</sup> Nagoya City University

kenrikodaka@gmail.com

## 概要

The paper introduces the “Buddha’s Ear Illusion,” a novel skin-deformation illusion inspired by the previously discovered “Slime Hand Illusion.” This illusion is induced by swiftly lowering the fingers in a pinching motion from below the earlobe down to the waist area, as if pulling an elongated, transparent earlobe, while actually pulling down the earlobe. Our experiment demonstrated that both the tactile pulling operation and the visually miming operation significantly contribute to enhancing the illusory sensation of earlobe stretch.

**キーワード** : slime hand illusion, proprioceptive drift, rubber hand illusion

## 1. はじめに

我々は、2022年、手の身体像のうち皮膚領域を選択的に変形させる手法として、「スライムハンド錯覚」(Slime Hand Illusion : SHI) を発表した (Kodaka et al., 2022) . SHI は、ミラービジュアル・フィードバック (MVF) のレイアウトを採用し、鏡に隠れた手の皮膚を引っ張ると連動して、鏡手前のスライムをつまんで引き延ばすことによって、変形するスライムの鏡像と対応する方向へと皮膚が引き伸ばされるような感覚を引き起こすものである。これまでに行った実験によって、SHI には従来のラバーハンド錯覚とは区別される固有の特徴を有していることが示唆されている。具体的には、(1) 皮膚領域に選択的な身体像の変調、(2) 固有感覚ドリフトの限界を超過した変形距離、(3) 形態類似性 (Anatomic Similarity) 要件の免除、(4) 錯覚率の高さ、の4点が挙げられる。我々の仮説では、これら個々の特徴は全て (1) の特徴から派生するものである。これは、SHI が「骨格としての身体」ではなく「皮膚としての身体」に照準する錯覚であり、その特性ゆえに、固有感覚に由来する種々の

空間的制約が解除され、従来のラバーハンド錯覚を越えた可塑性が発揮される、とする考え方に基づく (小鷹, 2023) . 以上を踏まえると、今後、SHI の特性を詳細に同定していくことは、主観的な「皮膚としての身体」の可塑性の限界を見定めていくうえで重要である。

SHI が皮膚領域に選択的に作用する錯覚であるとする仮説を検証するにあたって、SHI を手以外の皮膚領域に適用し、同様の効果が得られるかを確認することは有用である。こうした関心から、我々は、Best Illusion of the Year Contest 2023 において、SHI を耳介に適用する新たな皮膚変形錯覚として、『ブッダの耳錯覚』(Buddha Ear’s Illusion : BEI) を発表した (Sato et al., 2023) . BEI は、体験者の耳介のうち、耳たぶ部分を実験者がつまんで特定の方向に引っ張ると同時に、耳たぶを起点として風船のゴムを (耳たぶを引っ張ると) 同じ方向に引き伸ばすことによって、耳たぶがゴムの引き伸ばされた領域まで伸びた感覚を誘発するものである。BEI には、風船のゴムを使う場合 (図1上) と、(あたかも伸縮性を有する耳たぶを引っ張るかのよう) に何も無い空中を引っ張る方法 (図1下) の2種類が存在する。後者は、前述の論文の中で示しているように、SHI がスライム無しでも誘発可能であることと対応している (Invisible SHI) . 展示会での体験者の反応を観察する限り、SHI で手の皮膚に起きていたこととほぼ同じことが耳たぶで生じていると推察されるが、現時点で、BEI に対する錯覚効果の定量的な検証は未着手である。

BEI の効果を検証することには、スライムハンド錯覚の原理の一般性を確認することに加え、皮膚変形が固有感覚の変調と独立に生じることを確認するうえでも有用である。というのも、耳介そのものは関節を含まないため、BEI の実験系では、(SHI と異なり) 固有感覚と分離して皮膚変形成分のみを純粋に取り出すことができる、と考えられるためである。以上を踏まえて、本稿では、BEI における視触覚同期刺激の効果



図1 ブッダの耳錯覚：風船を挟む方法（上）・パントマイムによる方法（下）

検証を目的として実施した、被験者実験の結果を報告する。

## 2. 実験

大学生または大学院生の 16 人 (N=16, 平均年齢 21.3 歳) を対象に、被験者実験を行った。

全ての試行の初期状態として、実験者の一方の手で、実験参加者の耳たぶを軽くつまみ、もう一方の手は、耳たぶからわずかに隙間を空けた位置で、ちょうど（実際には存在しない）耳たぶをつまむような姿勢で静止させる。各試行において、上の手は、耳たぶを軽くつまんだままか（Pinched）、つまんだまま下側に約 2 秒をかけて 1cm 程度引っ張り、初期状態に戻す一連の動作を行う（Pulled）。耳たぶに触れていない下の手は、初期状態を維持させたまま耳のすぐ下方で静止しているか（Stayed）、初期状態から、やはり約 2 秒かけて、50cm の距離を斜め前方下へと急降下し、速やかにもとの位置へと戻る一連の動作を行う（Mimed）。Mimed 条件は、実際には存在しない長く伸縮する耳たぶを、耳たぶの位置を基点として、パントマイムで長く伸ばしてみせるような動きに相当する。これら、上の手に関する『触覚要因』を 2 条件および下の手に関する『視覚要因』を 2 条件を混合した、合計 4 つの条件を比較した。

Pulled/Mimed 条件における、1cm/50cm の往復刺激（これを「長いストローク」と呼ぶ）は、連続して 3 回行われる。実際には、各「長いストローク」の前段で、助走として、小刻みに 2 回の「短いストローク」（1cm 弱/10~20cm 相当）が挟まれる。ストロークの

大小を無視すると、Pulled/Mimed の往復動作は 9 回繰り返される。これらにかかる時間はおおよそ 10 秒程度である。

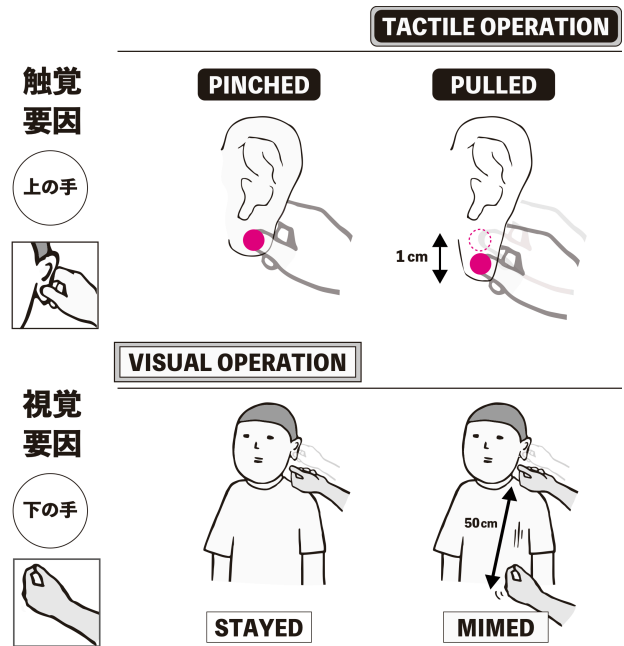


図2 実験要因

実験参加者は無地の壁から数 10cm 程度の距離で、壁と向き合う体勢で立位し、リラックスした体勢で前方（壁）を向いた状態から試行を開始する。各試行の間、頭部は前方に向けたまま動かさないようにすること、他方で、視線については自由に動かしてもよいことを明示的に伝えている。

表1 アンケート項目

質問番号	分類	質問項目
Q1	Illusory earlobe stretch	自分の耳たぶが通常よりも伸びている感じがした。
Q2	Proprioceptive drift	自分の耳全体が下に移動しているような感じがした。
Q3	Transparent ownership	何も無い空間に「見えない」皮膚が存在しているように感じた。
Q4	Control	自分の耳全体の面積が小さくなる感じがした。

## 2.1 実験内容

左耳を対象に主観評価実験（実験1）を行ったのち、右耳を対象に、試行中の耳介各部の主観位置を行動計測する実験2を行った。対象とする耳の変更は、持続的な接触による疲労を考慮したことによるものである。

**実験1：主観評価** 左耳に対して、4つの条件による試行を、被験者間で順序が重ならないようにあらかじめ設定した順に行い、個々の条件の終了後に速やかに4項目のアンケート（表1）を実施した。実験2以降も、実験1と同様の順序で、4つの試行を繰り返し行う。

**実験2 A：ベースライン計測** 参考情報として、耳下端の実際の高さを物理的に計測した後、定常状態における、耳の上端および下端の主観の高さを計測を行う。具体的には、目を閉じた状態で、実験者が実験参加者の耳の上端・下端のいずれかに触れ、接触点に対応する高さを、閉眼のまま右手の指で計測ボードに指し示してもらう。以上を、耳の上端・下端に対して交互に3回行い、これらを平均したものを位置感覚のベースラインとした。なお、計測ボードと実験参加者の右耳との間の距離は約20cm程度である。

**実験2 B：レトロスペクティブ計測** 4条件の各試行の間で、注目する耳介の部位（上端または下端）が最も降下したと感じられた位置を報告させた（合計8試行）。具体的には、試行開始前に、自身の耳の上端または下端いずれかの位置感覚に注目するように教示する。各試行の終了後に速やかに閉眼を促し、前述の計測ボード上で指差しを行うことで報告させた。

**実験2 C：事後計測** ひきつづき、試行開始前に、自身の耳の上端または下端いずれかの位置に注目するように教示したうえで、4条件それぞれの試行を行った（合計8試行）。この際、Pulled/Stayed条件において、最終3回目のストロークでは、前半の伸長ストロークのみを行い、Pulled条件では、皮膚を下方に引っ張ったままの状態を維持し、Mimed条件では、50cm降下さ

せた手指を降下させたまま一時停止する。この状態に入ると同時に速やかに閉眼を促し、計測ボード上で「現在感じている耳介の上下端」の高さを、指差しにより報告させた。指差しが完了するまで、Pinched条件では耳たぶをつまむ状態、Pulled条件では耳たぶを下方に引っ張る状態が維持されている。

## 2.2 実験結果

有意水準を  $p < 0.05$  として実験の分析を行った。なお、紙面の制約より統計量の記述の多くを省略する。

**実験1：主観評価実験** 各質問項目について、2要因（触覚刺激・視覚刺激）による被験者内分散分析を行った。Q1とQ3については、全ての要因において有意な主効果および要因間の有意な交互作用が検出された一方で、Q2では触覚要因のみ主効果が得られ、視覚要因では主効果が得られなかった ( $F(1, 15) = 0.50, p = 0.49$ )。Q4については、いずれの要因も主効果が検出されなかった。

**実験2：位置感覚評価** 実験2において試行後に計測された耳介の位置感覚について、ベースライン位置からの降下量を評価値として、3要因（耳介の位置・触覚刺激・視覚刺激）による被験者内分散分析を行った。レトロスペクティブ計測では、3要因間の交互作用 ( $F(1, 15) = 4.33, p = 0.055$ ) を除いて、全ての要因の主効果・および要因間の主効果が有意な水準で検出された。事後計測では、全ての要因の主効果・および要因間の主効果が有意な水準で検出された。BEIに対応するPulled×Mimed条件に注目すると、いずれの計測においても、計測部位（上端・下端）の違いによる有意な単純主効果が検出された（レトロスペクティブ： $F(1, 60) = 35.0, p < 0.001$ , 事後： $F(1, 60) = 42.0, p < 0.001$ ）。

## 3. 考察

実験の結果は、主観指標・行動指標ともに、視覚要因および触覚要因のそれぞれが、BEIの錯覚効果を高め

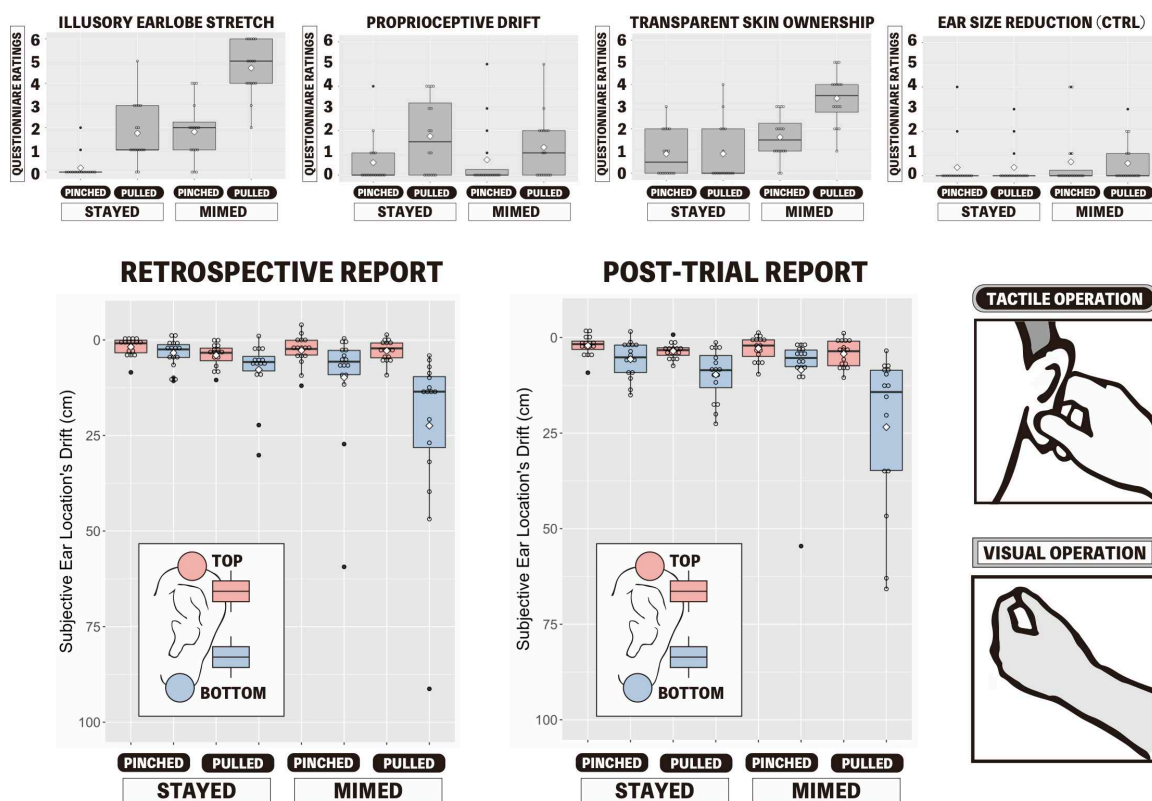


図3 実験結果

ることを支持するものであった。

BEI と対応する錯覚条件である Pulled×Mimed 条件に注目すると、主観評価では、16人中14人(87.5%)が、耳たぶが通常より長く伸びる感覚について+4以上の評価を与えている一方で、耳全体が降下する感覚については同様の評価を与えたのは一人しかいない。さらに、レトロスペクティブ評価および事後評価の双方で、耳介下端が20cm以上の降下を報告した参加者は16人中5人、半数以上が10cm以上の降下を報告している一方で、耳介上端で、10cm以上の降下を双方で報告した参加者は一人もいない。以上より、BEIは、耳介の重心位置を固定したままで、耳たぶ領域のみを選択的に変形させる作用を有していることがわかる。

BEIに類する透明な手指に対する所有感を誘起させる錯覚はこれまででも報告されているが、それらの実験で計測されるドリフト量・変形量の平均値は、せいぜい数cm程度である[4][5]。ラバーハンド錯覚一般に対象を広げてもなお、同期した視聴覚刺激付与後に、閉眼で報告するタイプのドリフト量計測の平均値は、最大でもせいぜい5cm程度である。本実験における事後計測は、試行終了後に速やかに目を閉じて、対象となる身体部位の指差しを行うものであり、従来のラバーハンド錯覚のパラダイムに則った計測手法である。本

実験の結果(事後計測)は、平均すると23.4cm、中央値でも14.3cmを示しており、これらの計測値は、明らかに従来の水準を質的に超過している。

以上の結果は、スライムハンド錯覚が、手の甲の皮膚領域に選択的に作用し、固有感覚の制限を超過した主観的変形を示すこと正しく対応しており、BEIがスライムハンド錯覚の一つのバリエーションであることを強く示唆するものである。

## 文献

- [1] Kodaka, K., Sato, Y., & Imai, K. (2022). The slime hand illusion: Nonproprioceptive ownership distortion specific to the skin region. *I-Perception*, 13(6).
- [2] Sato, Y., Imai, K., & Kodaka, K. (2023). Buddha's Ear Illusion, Best Illusion of the Year Contest 2023. Retrieved from <http://illusionoftheyear.com/cat/top-10-finalists/2023>
- [3] 小鷹研理, 『からだの錯覚 脳と感覚が作り出す不思議な世界』(2023), 講談社(ブルーバックス)
- [4] Byrne, A., & Preston, C. (2019). Mr Fantastic Meets The Invisible Man: An Illusion of Invisible Finger Stretching. *Perception*, 48(2), 185–188.
- [5] Guterstam, A., Gentile, G., & Ehrsson, H. H. (2013). The Invisible Hand Illusion: Multisensory Integration Leads to the Embodiment of a Discrete Volume of Empty Space. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(7), 1078–1099.