



# テープと輪ゴムを使用したハンガー反射現象再現の検討

Examining the reproducing of the Hanger Reflex with Tape and Rubber Bands

宮上昌大<sup>1)</sup>, 梶本裕之<sup>1)</sup>

Masahiro MIYAKAMI, Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学 大学院情報学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {miyakami, kajimoto}@kaji-lab.jp)

**概要**：頭に針金ハンガーを装着することで頭部が不随意に回旋するハンガー反射現象が報告されている。ハンガー反射現象は頭部の対抗する 2 点を圧迫し、その圧迫によって生じた皮膚のせん断変形によって生起すると考えられている。本稿では、頭部に対する刺激をテープと輪ゴムによる皮膚せん断変形のみ限定した場合のハンガー反射現象の生起頻度等を検討する。

**キーワード**：ハンガー反射，疑似力覚，皮膚せん断，バーチャルリアリティ

## 1. はじめに

頭に針金ハンガーを装着することで頭部が不随意に回旋させられるような力覚を錯覚させるハンガー反射現象が知られている(図 1) [1]。ハンガー反射現象について、頭部の回旋運動は前方側頭部と後方側頭部のような対抗する 2 点を圧迫することによって発生し[2]、その運動方向は皮膚のせん断変形によって決定されること[3]、また錯覚強度は皮膚の変形量との間に相関関係があることが示唆されている[4]。

今ら[5]は、空気袋を膨縮することで圧迫量及び皮膚のせん断変形量を変化させ、ハンガー反射現象を再現し、制御することを可能にしている。これは皮膚変形刺激を提示するための手法として空気袋を採用しており、刺激提示部分が非常に軽量で小型であるという利点がある。しかし、圧迫を提示するためには垂直方向への力を逃がさないために外側に硬いフレームが必要であり、結果的に装置が大型になってしまうという課題がある。もしハンガー反射現象を硬いフレームを必要としない手法によって再現できたならば、ハンガー反射現象再現デバイスの小型化が期待できる。

本研究では、従来のハンガー反射再現デバイスから硬いフレームを排除することによって更に小型化することを目的とする。本稿では、その予備的検討として、頭部に対する刺激をキネシオテープと輪ゴムによる皮膚せん断変形のみ限定した場合のハンガー反射現象の生起頻度を確認するとともに、テープの大きさやせん断力を変化させることで、生じるハンガー反射現象の錯覚強度に及ぼす影響について検証する。

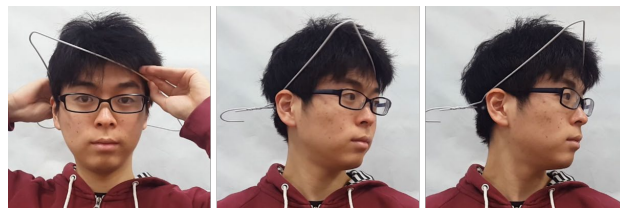


図 1 ハンガー反射[1]

## 2. 実験

### 2.1 実験概要

本実験はテープを用いた皮膚せん断変形を引き起こすことによりハンガー反射現象の生起頻度を確認するとともに、被験者の前方右側頭部に貼り付けたテープの大きさやせん断力を変化させることで、ハンガー反射現象の錯覚強度に及ぼす影響についても検証する。また、テープによって生じた力覚の強度をアンケートによって評価する。

### 2.2 実験条件

被験者は男性 2 名 (24 歳, 26 歳) で行い、頭部回旋角度計測中では頭部は知覚した力覚に抗わずに自然にするように指示を行った。また、本実験では、感じた力覚によって回旋した被験者の頭部角度を計測するため、頭頂部に再起性反射材マーカを取り付けた実験装置を装着し、光学式モーションキャプチャシステム (Optitrack Duo, Natural Point, Inc) を用いて計測した (図 2)。

使用するテープは皮膚テーピングなどで用いられるキネシオテープを用いた。輪ゴムはキネシオテープの非粘着面の中央に設置し、その上から幅 1cm のキネシオテープを接着剤で接着することで固定した。刺激条件としてテープの大きさを 5×5 cm, 2×2 cm の 2 条件、せん断力の強さ

を 100 gF, 200 gF, 300 gF の 3 条件, これらを組み合わせて合計 6 条件を設定した (図 3). テープの大きさを大小 2 つ設定し, 同じせん断力を狭い刺激面積に提示した条件と広い刺激面積に提示した条件で比較することによって, ハンガー反射現象の錯覚強度に刺激面積が及ぼす影響について確認する.



図 2 実験装置を装着した様子

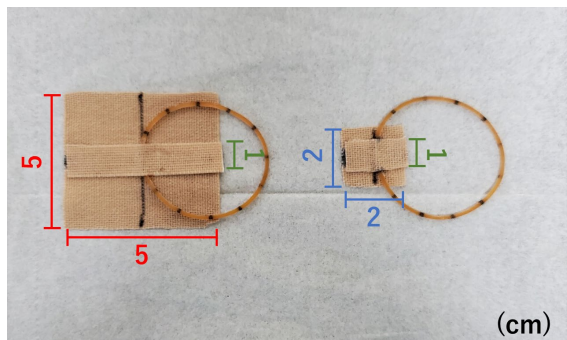


図 3 5×5 cm と 2×2 cm のキネシオテープ

### 2.3 実験手続き

被験者は図 4 のように頭部に実験装置を装着し, 光学式モーションキャプチャシステムによって頭部がトラッキング可能な位置に座る. 実験担当者は針金ハンガーの長辺部分が被験者の右前方側頭部に当たるように装着し, ハンガー反射現象の生起を確認する. 確認できた場合, 針金ハンガーの長辺部分で圧迫していた位置の皮膚に印をつける. 印の位置にテープを貼り付け, 設定値のせん断力になるように輪ゴムを実験装置にマジックテープで接着されたポピンにかけることで刺激提示を行う. 刺激提示後, キャリブレーションのため, 3 秒間力覚を感じても正面を向き続けるよう指示し, その後知覚した力覚に抗わずに自然にするように指示を行った. 被験者の頭部が 3 秒以上かつ左右に 0.5 度以上動かなくなった位置を最終的な回旋角度とした. その後, 被験者に”回旋方向への力覚をどの程度感じたか”について 7 段階リッカートスケールで回答させ

た. 回答について, 1 を”感じない”とし, 7 を”とても感じる”とした. 回答後は実験担当者がテープを皮膚から剥がし, 再度特定の条件でテープを被験者の前方右側頭部に貼り付け, 刺激を行った. これを各条件 2 試行ずつ, 合計 12 試行を行った. 条件を提示する順番はランダムで決定した.



図 4 実験中の様子

### 2.4 実験結果

図 5 に被験者が感じた力覚についての実験結果を示す. 縦軸は被験者が回答した主観的な力覚強度, 横軸は刺激条件 (1 行目がテープの大きさ, 2 行目がせん断力) である.

図 6 に被験者の頭部回旋角度についての実験結果を示す. 縦軸は被験者の頭部回旋角度, 横軸は刺激条件である.

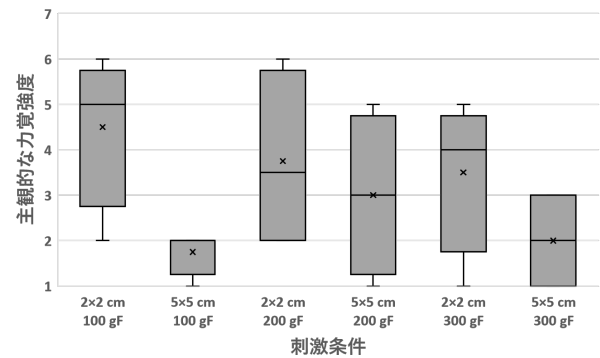


図 5 感じた力覚についての回答結果

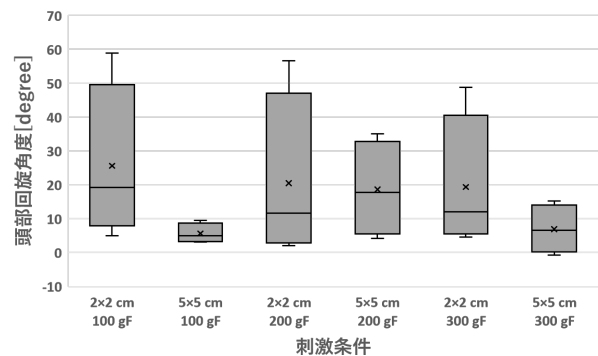


図 6 頭部回旋角度についての実験結果

### 3. 考察

実験結果より、キネシオテープと輪ゴムを組み合わせることにより、ハンガー反射現象と類似した錯覚現象が生じた傾向が確認された。キネシオテープの大きさを比較すると5×5 cm よりも 2×2 cm の刺激条件が力覚強度は強く、頭部もより回旋する傾向だった。これは刺激面積が小さいキネシオテープは大きいキネシオテープよりも皮膚に対する単位面積当たりのせん断力が強いことから生じた結果であると推測される。

筆者ら[4]の研究より、ハンガー反射現象の錯覚強度は皮膚の変形量との間に相関関係があることが示唆されているが、本実験結果ではそのような傾向が確認されなかった。これは被験者数及び試行数が少ないことが要因として挙げられる。また、本錯覚現象は針金ハンガーを使用したハンガー反射現象の生起手法とは異なり、皮膚に対して垂直方向への力提示を行わず、錯覚現象を生起させている。そのため、圧迫による垂直方向への力提示がハンガー反射現象の錯覚強度に及ぼす影響について調査する必要があると考える。

### 4. おわりに

本稿では、頭部に対する刺激をキネシオテープと輪ゴムによる皮膚せん断変形のみ限定した場合のハンガー反射現象の生起頻度を確認した。また、テープの大きさやせん断力を変化させることで、ハンガー反射現象の錯覚強度に及ぼす影響を検証した。その結果、キネシオテープと輪ゴムを組み合わせることにより、ハンガー反射現象と類似した錯覚現象が生じた傾向が確認され、テープの大きさが5×5 cm の刺激条件よりも2×2 cm の刺激条件が力覚強度は強く、頭部もより回旋する傾向だった。

本錯覚現象は針金ハンガーを使用したハンガー反射現象の生起手法とは異なり、皮膚に対して垂直方向への力提示を行わないため、今後は針金ハンガーを使用したハンガー反射現象と比較することでハンガー反射に圧迫がどの程度寄与しているのかを調査する。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 JP18H04110 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] Michi Sato Rika Matsue, Yuki Hashimoto, Hiroyuki Kajimoto: Development of a head rotation interface by using hanger reflex. In: Proc. of 18th IEEE Int. Symp.

Robot Human Interact. Comm. (RO-MAN), pp 534–538, 2009.

- [2] 佐藤未知, 松江里佳, 橋本悠希, 梶本裕之: ハンガー反射-頭部圧迫による頭部回旋反応の条件特定と再現-, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.19, No.2, pp. 295-301, 2014.
- [3] 佐藤未知, 中村拓人, 梶本裕之: ハンガー反射における皮膚せん断変形による触錯覚と運動誘発, 第5回レイグジスタンス研究会, 2014.
- [4] Masahiro Miyakami, Yuki Kon, Takuto Nakamura, and Hiroyuki Kajimoto: Optimization of the Hanger Reflex (I): Examining the Correlation Between Skin Deformation and Illusion Intensity, Euro Haptics 2018, pp 36-48, 2018.
- [5] Yuki Kon, Takuto Nakamura, Rei Sakuragi, Hirotaka Shionoiri, Vibol Yem, Hiroyuki Kajimoto: HangerOVER: Development of HMD-Embedded Haptic Display Using the Hanger Reflex and VR application, IEEEVR2018, pp. 765-766, 2018.