



# 身体特徴の多様な見た目変化による 物体の重さ判断への影響に関する検討

片桐佑一<sup>1)</sup>, 橋本直己<sup>2)</sup>

1) 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 (〒182-8585 東京都調布市調布ケ丘 1-5-1, katagiri@ims.cs.uec.ac.jp)

2) 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 (〒182-8585 東京都調布市調布ケ丘 1-5-1, naoki@cs.uec.ac.jp)

**概要** : 近年, 物体の見た目を変化させることで, 知覚に影響を与える錯覚が注目されている. なかでもゴムの手を用いたラバーハンド錯覚による, 身体の視覚的变化による錯覚の研究が特に行われている. そこで本研究では, 画像処理によるユーザの身体の色を変化させることで身体特徴の見た目を多様に変え, それによって引き起こされる重さ判断に関する錯覚に関する新たな可能性について検討を行う.

**キーワード** : VR 心理学, AR/MR, 大きさ重さ錯覚, ラバーハンド錯覚

## 1. はじめに

近年, 視覚効果を用いた錯覚現象に関する研究が注目されており, 物体の見た目を変化させて錯覚現象を引き起こすことで, 人の脳活動の解明やリハビリといった医療活用が進められている. 中でも, 鏡や被験者の腕を模倣したゴムの腕を用いて, ユーザ自身の腕の見え方を変化させることで, それに応答した知覚の変化を引き起こすラバーハンド錯覚などが有名である. 一方で, 様々な錯覚現象を確認するために多様なゴムの手を用意することは難しく, 新しく確認される錯覚も多く存在する. そこで我々は, AR 技術を用いることで擬似的に被験者の腕を模倣した映像を提供し, ラバーハンド錯覚と同様にユーザの身体の見た目を多様に変化させる. そして, この変化によって引き起こされる錯覚について調査を進めている. 本研究では特に, 把持操作を行うことで引き起こされる重さ判断について, 新たな錯覚の可能性について検討を行う.

## 2. 関連研究

重さ判断における錯覚として代表的なものは大きさ重さ錯覚[1]が知られている. これは, 持ち上げる物体の重さを, 人が無意識的に見た目に比例して予想するため, 同じ重さであってもその大きさに応じて知覚する重さが変化する錯覚である.

重さの知覚に関する錯覚は大きさだけでなく, 物体の色が変化することで物体の印象が変化し, 人が物体の見た目から予想する重さが変わり, 知覚する重さが変わることも知られている. Peter らは, 物体の色を直接変化した際

の明度の変化が, 重さ知覚に影響を与え, 明度が高い方が重く感じることを明らかにした[2]. 一方, Linkenauger らは, 把持操作を行う腕自体の大きさを, 拡大鏡を用いて変化させることでも, 重さ判断が変化することを検証している[3].

この様に, 操作対象となる物体だけでなく, 自身の姿を変化させることでも重さ判断を変化させることが可能であるが, 変化した視覚情報を提示することが難しく, 限定的な条件下で物体そのものを変えることでの印象の変化にとどまっている. しかし, 近年では AR 技術を用いることで多様な視覚情報を提供することが可能であり, 橋口らは HMD や磁気センサなどを搭載した物体を用いて視覚上の水位の傾きの変化を提示し, 知覚上の重心位置を変化する錯覚を実現した. そして, 視覚により知覚上の物体の重心位置を変化することを検証している[4]. そこで我々は, 画像処理技術によるユーザの身体の見た目を多様に変化させ, ユーザの身体特徴の印象が重さ判断にどのような影響を与えるか検証を行う.

## 3. 実験の目的と概要

### 3.1 実験目的

重さ知覚の錯覚は, 従来実際に持ち上げられるものを変えることで実現しているものが多く, 持ち上げる腕の変化の提示による錯覚を調べているものは少ない. そこで我々は, 画像処理技術を用いることでユーザの腕の特徴を変化させた映像を提示し, 腕の視覚的变化がどのように知覚に影響を与えるか検証を行う. 特に本研究では重さ知覚を変化させることに着目し, 身体の色変化や特徴変化を視覚的に提示した上で, 物体を把持したときに感じる重さ知覚への影響について実験を行う. そしてユーザの身体特徴変化

Yuichi KATAGIRI, and Naoki HASHIMOTO

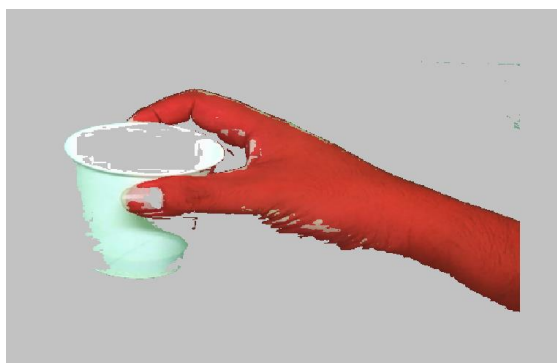


図 1: 画像処理により腕を変色させたときの様子

と物体の重さ判断にどのような相関が現れたか検証を行う。

### 3.2 色の変化による実験

前節にて紹介した研究にある通り、従来把持する物体の明度変化が重さ知覚に影響することは明らかにされている一方で、把持操作を行う腕の大きさを変化させることで生じる大きさ重さ錯覚は腕の大きさを基準として把持する物体の大きさを相対的に予想することで知覚する重さが増減すると推定されていた。そこで我々は、腕の色の変化を行うことでも、相対的に色の変化を感じ重さ知覚に影響する可能性があることに着目した。従来では、色の変化を提示することで重さ錯覚を引き起こしている研究は少ない。特に従来把持操作を行う腕に関して色を変化させることで生じる錯覚の検証はゴムの手を用意し、ラバーハンド錯覚を用いて検証する必要があり、把持操作を行うことは困難であった。そこで本研究では図 1 にある通り画像処理を用いることで腕など一部分のみの色を変化させ、それによって生じる重さ知覚の変化をリッカート尺度によるアンケートによって調査を行う。一方で、阿部らは大きさだけでなく、貴重さや味といった物体の印象と重さが影響している可能性について指摘している[5]。そこで、重さに関するアンケートだけでなく、色が変わった腕から得られる印象についても同時にアンケートを行う。

### 3.3 実験環境

ユーザの身体的印象の変化が、重さ判断へ影響を与えることを確認する装置の構築を行った。被験者は視覚的变化を提示したモニタを観察しながら把持操作を行えるよう、モニタの奥へ腕を伸ばすことで実験を行えるように構築する。図 2 は、実験を行う装置の全体の俯瞰図を示している。モニタ奥からモニタ側を向いて設置されたカメラによってモニタに隣接した鏡を観察する。これによりモニタに近い位置でも腕や把持する物体を観察できるようにし、カメラからの映像をモニタに表示することでビデオスルー型のモニタを構成した。また、把持を行う物体には白い紙カップを用い、被験者にはどの程度入っているか見えない程度の粘土を入れ、重さの調節を行った。紙カップを置く台や背景には緑色の布 1 色に限定することで、画像処理による色の変化を提示しやすいように調節を行った。

この実験環境と実際の大きさが異なる紙カップを用い、カメラ映像全体の大きさを変化させることで、Linkenauger

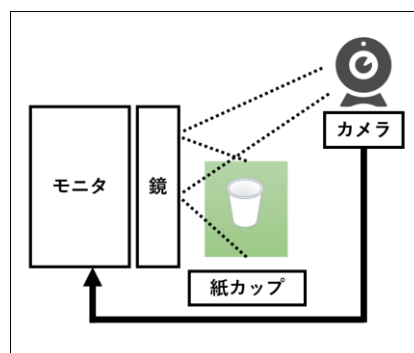


図 2: 重さ判断を行う装置の全体像

らが拡大鏡を用いることで実現した腕の大きさのみを変化させた環境[3]を再現し、Linkenauger らと同様の把持操作を行うことで大きさ重さ錯覚の事前実験を行った。そして、従来と同様の腕の大きさによる大きさ重さ錯覚現象が認められ、腕の変化による重さ知覚を変化させることが可能であることの確認を行った。

## 4. 重さ判断実験

モニタ越しに腕を見ながら物体を把持し、その物体の重さを判断してもらう実験を行うことで、被験者の重さ知覚がどのように変化したか検証を行う。把持を行う物体には紙カップを用い、紙カップに被験者からは見えない程度の粘土を入れ、重さの調節を行う。また、把持するとき指の幅が変わることなく把持できるように紙カップに棒を取り付けた。把持する物体の重さは 50g の紙カップ(C1)と 20g の紙カップ(C2)の 2 つを用意した。把持操作実験では C1 を把持した後に引き続き C2 の把持を行う。後に視覚的变化を提示し、C1 を把持することで、視覚変化による C1 の重さ知覚の変化を体験する。この時、間に十分重さが変わっていると感じる C2 を把持することで、大きさ重さ錯覚について述べられている経験的な重さ判断をなくし、視覚的影響に限るよう行った。また、視覚的变化を提示する順番は被験者それぞれランダムに行った。

モニタ越しに把持操作が行えるよう練習を行った後に、視覚変化を提示し腕に対する印象と、把持操作を行って知覚した C1 の重さの変化を 5 段階のリッカート尺度によるアンケートを実施した。実施したアンケート内容は、(Q1) 色が変わった腕は、普通の腕に比べて[暗い/明るい]。(Q2) 色が変わった腕は、普通の腕に比べて[重い/軽い]。(Q3) 色が変わった腕は、普通の腕に比べて[屈強/脆弱]である。(Q4) 色が変わった腕で持った紙カップは、普通の腕で持った紙カップに比べて[重い/軽い]。の 4 つの質問をそれぞれの変化状態において実施する。

### 4.1 色の変化による実験

ユーザの腕の色を変化させることで印象が変化し、重さ判断に変化が発生するか確認を行った。この時、クロマキー合成を利用し、腕のみに加色フィルタを用いることで多様な変化を実現する。この加色フィルタは赤緑青に黒を加

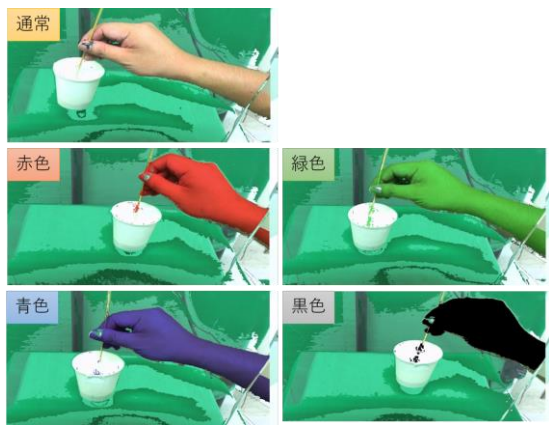


図 3: 提示した 4 色の加色フィルタ

えた計 4 色の加色フィルタを用い、腕の色が設定した色に変色している様子を被験者に提示する(図 3)。従来研究で示された物体の明度変化が重さ知覚に影響することから、強い明度変化を提示する黒の加色に対して、赤青緑は明度の変化が発生しないよう色相のみを変化させ、印象の変化を調べた。

#### 4.2 実験結果

腕の色の変化による把持操作実験を 20 代の男女 10 名に行った結果、図 4 の通りになった。この結果を用いて、腕の色のみの変化により重さ知覚を変えることに関して相関分析を行ったところ、重さ判断の結果の質問(Q4)に対して質問(Q1)には相関係数  $r$  が  $0.314(t=2.041, p=.048)$  の正相関が認められ、腕の明度の変化が重さ判断へ影響していることがわかった。同時に因子分析を行ったところ、腕の色(Q1)と腕自身の重さ(Q2)に高い因子 ( $F_{1,(Q1)}=.888, F_{1,(Q2)}=.847$ , 寄与率:1.681)が見られ、相関係数  $r$  も  $0.543(t=2.041, p=.048)$  と高く、明度の変化による重さ知覚の変化の従来研究と同様の結果が見られた。一方で、腕の印象(Q3)と重さ知覚(Q4)には相反する強い因子 ( $F_{2,(Q3)}=.906, F_{2,(Q4)}=-.713$ , 寄与率:1.382)が見られ、相関係数  $r$  も  $-0.348(t=-2.285, p=.028)$  の負相関が認められた。これは腕の印象が脆弱になることで物体が重く感じるような傾向であり、腕に対する多様な印象変化が重さ判断へ影響を与えていると予想される。

#### 5. まとめ

本研究では、腕に対する視覚的特徴変化を提示することで、重さ判断を変化させる様子を確認し、従来行われていた明度変化だけでなく色相変化から、腕の印象が変化し、重さ判断へ影響させたことを確認した。

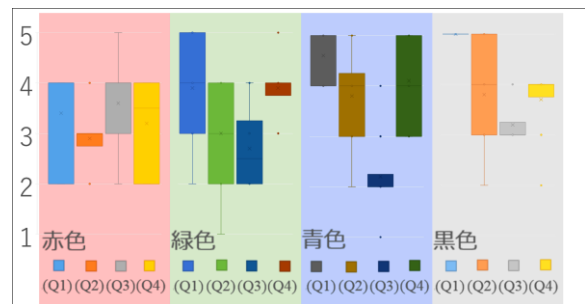


図 4: 色の変化によるアンケート結果  
(エラーバーは標準偏差)

今後の予定として、今回アンケートによって調査した腕に対する強さの印象だけでなく、太さや筋力といった人間らしい印象の検証や、3D モデルなどを用いることでの印象の変化のみを扱った実験を行い、腕に対する印象が重さ判断への影響を調べる。また、重さ判断だけでなく、筋電位といった内部的な調査や、腕以外の部位に対する錯覚調査を行っていききたい。

#### 参考文献

- [1] Charpentier, A. "Analyse experimentale: De quelques elements de la sensation de poids [Experimental study of some aspects of weight perception]", Arch Physiol Norm Pathol, Vol. 3, pp. 122–135, 1891.
- [2] Walker Peter, Brian J. Francis, Leanne Walker. "The brightness-weight illusion", Experimental Psychology, Vol. 57, pp. 462-9, 2010.
- [3] Sally A Linkenauger, Betty J Mohler, Dennis R Proffitt, "Body-based perceptual rescaling revealed through the size-weight illusion", Perception, Vol. 40, No. 10, pp. 1251-3, 2011.
- [4] 橋口 哲志, 片岡 佑太, 柴田 史久, 木村 朝子, "R-V Dynamics Illusion: 実物体と仮想物体の異なる運動状態が重さ知覚に与える影響", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 21, No. 4, pp. 635-644, 2016.
- [5] 阿部 慶賀, "「重い」と思うことは印象評価を変えるのか—印象評価における重量刺激の主観量と物理量の影響—", 実験社会心理学研究, Vol. 55, No. 2, pp. 161-170, 2016.
- [6] Harris, Charles S, "Perceptual adaptation to inverted, reversed, and displaced vision". Psychological Review, Vol. 72, No. 6, pp. 419-444, 1965.