

ツールの使用による知覚サイズの変化

柿崎祐也・杉和樹・角居佑香里・冨田尚吾

大正大学心理社会学部人間科学科

指導教員：井関龍太

要旨：本実験では、手で掴めない大きいサイズの円と手でつかめる小さいサイズの円を設定し、ツールありとツールなしの2つの条件を設け、知覚されるサイズが変化するかを調べた。小さいオブジェクトに対してはツール使用の効果によるサイズの錯視が起こりやすいという仮説を設定していた。実験の結果、ツールのありなしによって知覚される大きさに違いは見られなかった。本実験では予想通りの結果は得られなかったが、参加者の視線からオブジェクトを呈示する画面までの距離を再考することの必要性などについて考察した。

問 題

我々は視覚情報に基づいて目標までの距離の判断や物体のサイズの判断を行っている。例えば、自分からの距離が異なる2つの建物のサイズについてどちらの方が大きいと判断することができたり、歩いている道にある段差や障害物までの距離や大きさがどのくらいであるかを認識できる。これらの距離や大きさの知覚は、本人は正確にとらえることができたと思っけていても実際の距離や大きさとはずれが生じている場合がある。そのため実際の距離や大きさととは別に、我々の知覚した距離や大きさを研究する余地がある。

距離と大きさの知覚には互いに関係がある。たとえば、リンゴをつかんで片方の目の前に持ってきて、もう片方の目で遠くの建物や山を見てみるとしよう。本当は建物や山のほうがずっと大きいにもかかわらず、手に持ったリンゴの方が像としては大きく見えている。リンゴの距離をうまく調節すれば、像としては建物や山と同じくらいの見えようにもできる。だが、網膜上に映った2つの対象が同じサイズであっても、一方の対象が他方の対象よりも遠くにあれば、遠くにある対象の方が実際のサイズは大きいし、また大きく感じられる。物体までの距離が離れば離れるほど見かけ上のサイズが小さくても大きいものに感じられる。このように、網膜上での大きさを変えても知覚される大きさが変わ

らないことを大きさの恒常性という。

大きさの恒常性からもわかるように、人は物体のサイズを知覚する際に見たままの大きさだけでなく物体までの距離をふまえて物体のサイズを判断している。このことを体感できる現象として月の錯視がある。まず、地平線に近い時の月について考えてみよう。もう一方で、空に高く昇った月についても考えてみる。この2つの月を比較して、地平線に近い月のほうが空高くにある月よりも大きく見える錯視のことを月の錯視と呼ぶ。地平線の月の方がより大きく見えるメカニズムについては様々な議論がされている。有力な説として、**Rock & Kaufman (1962)** の説がある。彼らによれば、真上にある月と地平線に近い月は網膜像の上では同じ大きさだが、真上の月よりも地平線に近い月の方が、距離を遠く感じるために地平線に近い月のほうが大きく感じられる。これは前述した大きさの恒常性により、同じサイズの物体が2つあった時には遠くにあるものほど本来のサイズが大きいという推測が働く。

月の錯視のような、網膜上の対象の距離が変化する現象を検証した実験として、**Davoli, Brockmole & Witt (2012)** の実験がある。彼らはレーザーポインターを使うことで、ターゲットまでの距離が近づいて見える現象を発見した。この現象が発生する理由として、実際には手が届かない距離であったとしても、レーザーポインターのようなツール影響を与えることができる。この感覚の差が視覚に影響を与えたのだらうと考えられている。

Davoli et al. (2012) の研究をふまえて **Suh & Abrams (2018)** は、距離だけでなく大きさの知覚もツールによって変えられると考えた。遠くの距離にあるターゲットにツールを通して働きかけることで、知覚される距離を変化させることができる。それならば、大きさの恒常性により知覚されるターゲットのサイズも変わるだろう。そこで、彼らはスクリーンの手前に映っている白い円を、奥に映っている黄色の円と同じサイズになるように調整する課題を用いた。調整する際に、スタイラスで黄色の円をタップする条件と指で指して視認する条件を設けた。実験の結果、参加者がツールを使用しない時より手で持ったツールを使用してオブジェクトに触れた時に、オブジェクトを小さく知覚することが分かった。しかし、彼らの実験では小さいサイズの円にしかツール使用の有意な効果は見られなかった。よって、オブジェクトに触れることは、物体の知覚される距離および知覚されるサイズに影響する可能性があるが、その影響は参加者から見てやり取りが可能なオブジェクト、または容易に操作ができる小さなオブジェクトに対してのみ働くと考えられた。

本研究では **Suh & Abrams (2018)** の実験を再検証する。**Suh & Abrams (2018)** の実験1と同様に4種類の円を採用した。ただし、変更点として黄色の円のサイズを **Suh & Abrams (2018)** の実験2からの、円のサイズが一番目に大きいものと二番目に大きいもの、一番目に小さいものと二番目に小さいものを採用した。この円のサイズを採用した条件は、手でつかめるか掴めないかを基準として設定した。このサイズの円を使用する意図は、小さいサイズの円ほどツール使用の効果が現れやすく、大きいサイズの円にはツール使用の効果が現れにくいのかを改めて検証することにあつた。大きいサイズの円よりも小さいサイズの円

について、ツール使用によるサイズの錯視が起りやすいと予測した。この予測が正しければ、Suh & Abrams (2018) と同様に、小さいターゲットではツールを使用しない時より小さく知覚し、大きいターゲットではツール使用の有無による変化がわずかだろう。黄色い円のサイズとツールの有無を独立変数、実験参加者がサイズを変化させる白の円の大きさを従属変数とした。

方 法

実験参加者

大正大学の学生である男性 12 名、女性 8 名の合計 20 名が実験に参加した。参加者の平均年齢は 20.45 歳 ($SD = 0.74$) であった。また、視力に問題のある人はなく、全員右利きであった。

刺激と装置

本実験では、モニターのサイズが 46 インチのテレビ (SHARP 社 AQUOS LC-46AE6) を横に寝かせた状態で使用した。その寝かせた写真が以下の図 1 である。テレビを支えている土台を外し、テーブルの上に画面が上を向くようにして置いた状態を示している。



図 1 テレビを横に寝かせた写真

他に HDMI ケーブル、ノートパソコン (ASUS, ZenBook UX32VD)、実験ソフト (PsychoPy version 1.90.3)、Bluetooth 用キーボード (iBUFFALO, BSKBB24BK)、金属製の指し棒 (長さ 63 cm)、実験説明用の写真 3 枚を使用した。写真については以下の図 2 に示す。



図2 実験の説明に使用した写真

図2は、実験説明のために使用した写真である。左から順にターゲットの黄色い円を指し棒でタップしている写真、ターゲットの円である黄色い円を指差ししている写真、ターゲットの黄色い円を調節してもらった反応用の円である白い円とキーボードの位置を示した写真である。ツールあり条件とツールなし条件を設定し、ツールあり条件では指し棒を使用し、ツールなし条件では指差しで行った。

呈示したターゲットの円のサイズは直径がそれぞれ 31.0 mm, 38.7 mm, 77.4 mm, 85.1 mm の4種類で、参加者より 99 cm 離れた位置に呈示した。つかめるサイズとして想定したのは 31.0 mm と 38.7 mm で、つかめないサイズとして想定したのは 77.4 mm と 85.1 mm であった。黄色い円の RGB 値は (255, 255, 0) だった。反応用の円の直径サイズは、黄色い円を基準として 0.5 倍から 1.5 倍の間で試行ごとにランダムなサイズで提示した。反応用の円は参加者から 21.75 cm 離れた位置に呈示された。この円の RGB 値は (255, 255, 255) だった。また、画面の背景はグレーであった。刺激のそれぞれの距離について図3にまとめた。図3は実験参加者、調節してもらった反応用の円、ターゲットの円の距離を表している。

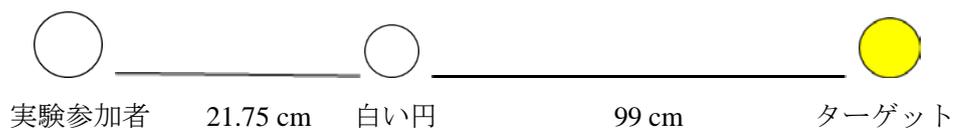


図3 実験参加者から反応用の円とターゲットの円との距離

手続き

まず、参加者はテレビの手前の床に十字で示した位置に立ってもらった。その際に注意点として、その立ち位置から動かないこと、実験中は姿勢をあまり動かさずに同じ視線であることを説明した。また、図2の写真を見せ、どのような実験か説明を行った。

実験開始時に、白い文字で「return を押すと始まります」と参加者の正面に呈示した（画面中央に横向きで表示した）。参加者が return キーを押すと、テレビ画面の奥にターゲット

の円が呈示された。参加者にはターゲットの円を指し棒でタップするか、指差しをしてもらった。どちらの条件を先に行うかは実験者から指示した。その後、再び **return** キーを押し、テレビ画面の参加者側に反応用の円を呈示した。参加者は、キーボードの上下キーを使い、反応用の円のサイズをターゲットの円と同じ大きさになるよう調節してもらった。上矢印キーを押すと反応用の円が大きくなり、反対に下矢印キーを押すと反応用の円が小さくなった。円の直径は上か下の矢印キーを1回押すと約 4.6 mm 変化した。この調整中はテレビ画面上のターゲットの円はずっと呈示していた。

参加者は、大きさが同じになったと判断したらもう1回 **return** キーを押した。ここで、参加者が調節した反応用の円のサイズが記録され、反応用の円とターゲットの円が同じ大きさかどうかを計測した。すると、次の試行のターゲットの円が呈示され、同じ手続きがブロック終了まで続いた。

実験のブロック構成は、1ブロックは異なる円のサイズ4種類×4反復の計16回であり、全部で10ブロック行った。最初の2ブロックをツールありとツールなしの練習試行とし、残り8ブロックを本試行とした。この8ブロックのうち4ブロックをツールあり、残りの4ブロックをツールなしとした。2ブロックが終了したら小休憩を設けた。ターゲットの円は 31.0 mm, 38.7 mm, 77.4 mm, 85.1 mm の4種類をランダムな順番で均等な回数になるように呈示した。

ツールあり条件では、参加者はテレビ画面にターゲットの円のみが呈示されている時、指し棒を右手に持ち、指し棒の先端をターゲットの円の中央に当ててもらった。その後、指し棒を円から離し **return** キーを押した。指し棒は反応用の円の大きさを調節しているときには画面から離してもらった。そして、大きさの調節が終わり次第 **return** キーを押した。これを4ブロック行った。

ツールなし条件では、指し棒でタップする代わりにターゲットの円を右手の指で指し、なるべく指の先にターゲットの円を視認できる状態にした。参加者はターゲットの円を指で指し、ツールあり条件と同じようにターゲットの円を指すのをやめて、その後 **return** キーを押した。大きさの調節が終わり次第 **return** キーを押し、こちらも4ブロック行った。

参加者には実験に参加した順に番号を振り分けた。参加者番号が奇数の人は先にツールあり条件を行い、その後ツールなし条件を行った。もう一方の偶数の人は先にツールなし条件を行い、その後ツールあり条件を行った。これによりカウンターバランスをとった。

本試行が終わった後にアンケートをとった。アンケートの内容は Suh & Abrams (2018) のアンケートを和訳したものをを用いた。アンケートは「実験中に何がテストされたかを推測できましたか?」「スタイラスを使用した時としていない時では円の大きさに違いがあると感じましたか?」「オブジェクトがツールで近づいていることが分かったとして、もしこれを信じたら見ることによって認識した円のサイズも変わると思いませんか?もしそうなら、あなたはその方向を(より大きくまたはより小さく)推測できますか?」の3つであった。

結 果

知覚されたサイズ

各条件において参加者が反応用の円を調節したサイズを参加者の知覚したサイズとして扱った。このとき、外れ値はなかった。まず、各条件における知覚されたサイズの参加者間の平均を算出した。各条件で参加者が知覚したサイズの結果を表 1 に示した。

表 1 ツールあり条件とツールなし条件の知覚されたサイズ

		ターゲットサイズ			
ツールの使用	31.0	38.7	77.4	85.1	
あり	33.7	41.8	81.5	88.6	
なし	33.8	41.8	80.7	87.6	

注) 単位はすべてミリメートル

この結果から、ツールありとツールなしで見ると 31.0 mm と 38.7 mm のターゲットの円では、ツールなしよりもツールありの方が小さかった。しかし、77.4 mm と 85.1 mm のターゲットの円は、ツールなしの方がツールありよりも小さく見えていることが分かった。

図 4 は、ターゲットの円のサイズの関数として、ツールあり条件とツールなし条件の知覚サイズの差を示している。参加者ごとの平均を散布図で表し、参加者全体の平均を棒グラフで表している。また、棒グラフのエラーバーは参加者全体の標準偏差である。

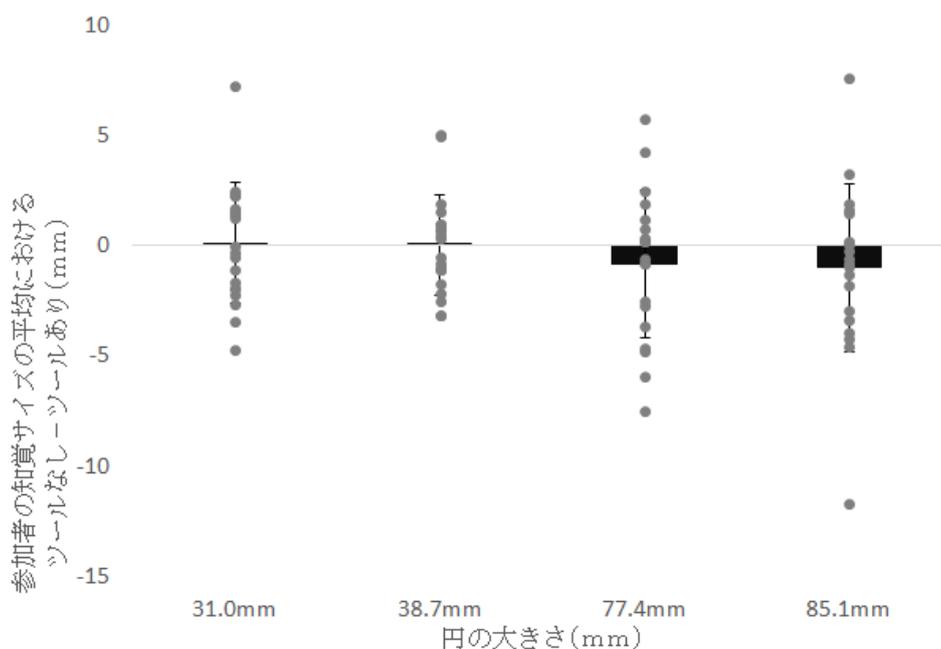


図 4 知覚された円の各サイズのツールなし - ツールありの差

棒グラフがプラス側にある時、ツールありの方がツールなしの場合よりも知覚されたサイズが小さいことを示している。また、棒グラフがマイナス側にある時は、逆にツールなしの方がツールありよりも知覚されたサイズが小さいことを示している。

参加者が回答した円のサイズについて、2 (ツール: あり, なし) × 4 (ターゲットサイズ: 31.0 mm, 38.7 mm, 77.4 mm, 85.1 mm) の参加者内の二要因分散分析を行った。ツールの有無については、主効果がみられなかった ($F(1, 19) = 0.66, p = 0.43$)。ターゲットサイズについては有意な主効果がみられた ($F(3, 57) = 5671.36, p < 0.001$)。ツールの有無と物理的なサイズの交互作用はみられなかった ($F(3, 57) = 1.19, p = 0.32$)。ターゲットサイズの主効果がみられたため、Shaffer の方法による多重比較を行った結果、77.4 mm と 31.0 mm ($t(19) = 88.71$)、85.1 mm と 38.7 mm ($t(19) = 82.47$)、85.1 mm と 31.0 mm ($t(19) = 80.53$)、85.1 mm と 38.7 mm ($t(19) = 71.74$)、38.7 mm と 31.0 mm ($t(19) = 29.88$)、85.1 mm と 77.4 mm ($t(19) = 19.43$) の各サイズ間で有意な差がみられた。

また、呈示されたターゲットの円のサイズと参加者が調整した円でどれほどの差があるのかを検証するために、ターゲットの円のサイズと参加者が回答したサイズの差分について、2 (ツール: あり, なし) × 4 (ターゲットサイズ: 31.0 mm, 38.7 mm, 77.4 mm, 85.1 mm) の参加者内の二要因分散分析を行った。その結果、ツールの有無については主効果がみられなかった ($F(1, 19) = 0.66, p = 0.43$)。各ターゲットサイズについても主効果がみられなかった ($F(3, 57) = 0.65, p = 0.58$)。また、ツールの有無と各ターゲットサイズとの間に交互作用は見られなかった ($F(3, 57) = 1.19, p = 0.32$)。

実験終了後に、3つの質問を行った。1つ目の質問は「実験中に何がテストされたかを推測できましたか?」であった。参加者の回答は、次のようであった。全然できなかったが5名、指し棒と指差しで何かが違うが3名、大きさの判断の変化が7名、遠近感を測る実験が5名であった。

2つ目の質問は「スタイラスを使用した時としていない時では円の大きさに違いがあると感じましたか?」であった。参加者の回答は、次のようであった。指差しで大きく見えるが1名、分からなかったが1名、気にならなかったが12名、指し棒で小さく見えが1名、違いがあると感じたが2名、指し棒で大きく見えるが3名であった。

3つ目の質問は「オブジェクトがスタイラスで近づいていることが分かったとして、もしこれを信じたら見ることによって認識した円のサイズも変わるとお思いますか? もしそうなら、あなたはその方向を(より大きくまたはより小さく)推測できますか?」であった。参加者の回答は、次のようであった。変化して大きくなるが15名、変化するが推測できないが2名、変化して小さくなるが1名、変化しないが2名であった。

考 察

本研究では、手でつかめる大きいサイズと手でつかめない小さいサイズの円を用意し、ツールありとツールなしの 2 つの条件のもとで知覚されるサイズが変化するかを検討した。このとき、ツールを使用してターゲットの円に触れるツールあり条件と、ツールを使用しないでターゲットの円を指で指すツールなし条件を設けた。

ツールありとツールなしでは明らかな差はみられなかった。ターゲットの円が大きくなると参加者が調節した反応の円も大きくなった。小さい円についてはツールありの方がツールなしよりもわずかに小さく認識されていた。大きいサイズよりも小さいサイズの円のほうが、ツール使用によるサイズの錯視が起こりやすいと予測したが、本実験では予想とは異なる結果であった。

実験後の質問に関しては、何を意図した実験かを予測できたのは参加者の半数であった。ツールありとなしで特に条件の違いが気にならないと回答した人が 12 人であった。最後の質問については、15 人の参加者がツールによってオブジェクトが近づくとしたら大きくなると回答した。1 つ目の質問について半数の参加者が距離でなく大きさの実験である、ツールありとツールなしで何かが変わると回答した。一方、2 つ目の質問について半数以上の参加者がツールありとツールなしで大きさに何も違いを感じていないと答えた。図 4 を見るとプラスの値とマイナスの値のどちらもほぼ半分であり、結果とアンケートの回答が一致していた。

本実験の改善点として、ツールありの試行の時に「ターゲットの円を何秒間タップすること」というような基準を設けていなかったことが考えられる。タップした時間が短いとそのターゲットを注視した時間が少なく、操作が有効でなかった可能性がある。また、Suh & Abrams (2018) ではスクリーンを床に映し出して実験を行っていたが、本実験ではテレビを横に寝かせ、画面を上に向けた状態で机の上に置いて行った。参加者からターゲットの円までの距離は先行研究と同じだったが、参加者からの視線の位置とターゲットの円までの距離が異なったため結果に影響した可能性も考えられる。つまり、机の上に置いたことで高さが生じて、参加者とターゲットの円との距離が短くなったために、期待される効果が現れなかったのではないか。これらの可能性については、タップする時間を決めておくこと、参加者から見るターゲットの円の高さをできる限り同じにするなどして検討することで明らかになるだろう。

引用文献

- Davoli, C. C., Brockmole, J. R., & Witt, J. K. (2012). Compressing perceived distance with remote tool-use: Real, imagined, and remembered. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **38**, 80-89. (Suh & Abrams, 2018 の引用による)
- Rock, I., & Kaufman, L. (1962). The moon illusion. *Science*, **136**, 1023-1031. (鈴木, 2004 の引用による)

Suh, J., & Abrams, R. A. (2018). Tool use produces a size illusion revealing action-specific perceptual mechanisms. *Acta Psychologica*, **183**, 10-18.

参考文献

鈴木光太郎 (2004). 地平の月と真上の月は、なぜ大きさが違って見えるか？ 心理学ワールド, **27**, 35.