

明るさ・重さ錯覚が上下ボタンの知覚に及ぼす影響に関する研究

Brightness-Weight Illusion Effects on Perception of Up/Down Buttons

横山 恭雅*, 本多 明生*

Yasumasa YOKOYAMA and Akio HONDA

Abstract: The brightness-weight illusion is an effect whereby light objects feel slightly heavier than darker objects. The hypothesis of this study was that up/down buttons related to the brightness-weight illusion would be perceived earlier than those not related to the brightness-weight illusion. Participants were 20 undergraduate students who were asked to respond as quickly as possible whether the direction of the up/down buttons matched the directional cues that were presented pre-cuing. We designed up/down buttons of four types: thin arrow, thick arrow, triangle, and double chevron. Results indicated faster reaction times for the directional match condition between the directional cues and the up/down buttons than for the directional mismatch condition. Nevertheless, no evidence was found that the up/down buttons related to the brightness-weight illusion would be perceived faster than those which were not. It is particularly interesting that we found significant differences of reaction times by the up/down button types, with thin arrows found to be perceived the fastest.

1. はじめに

明るさ・重さ錯覚 (brightness-weight illusion) とは、同一質量、同一サイズの物体であったとしても、白い(明るい)もののほうが、黒い(暗い)ものと比べて、重く感じるといふ錯覚現象のことである¹⁾²⁾。同現象に関する研究から、暗い色の商品は下に、明るい色の商品は上にあると見つけやすいことが報告されている³⁾。これらの知見から、本研究は、明るさ・重さ錯覚は上下方向を識別する手がかりとして、上下ボタン(エレベータの場合は呼び出しボタンと呼称される場合があるが、本研究では上下ボタンと呼ぶ)のデザイン等に応用可能なのではないかと考えた。

エレベータの開閉ボタンを取り上げて、そのデザインの効果について実験的な検討を行った過去研究⁴⁾によれば、三角、矢印、漢字、仮名の順に反応時間が短かったことが報告されている。また、別の研究⁵⁾は、ミュラー・リヤー錯視図形に関するデザインがエレベータの開閉ボタンに存在することを指摘している。この研究⁵⁾は、既存のデザインのうち、二つの三角形が頂点を左右外側に配置している開ボタンと、反対に二つの三角形が左右内側に配置されている閉ボタンのデザインが、ミュラー・リヤー錯視図形に関係していると考え、このデザインと、その他の既存デザイン、新たに考案したデザインとを比較する実験を行った。その結果、既存の幅広の矢印とヒト形を組み合わせたデザインと、新たに考案した上下左右の矢印の先端がすべて外側を向いている開ボタン、上下左右の矢印の先端がすべて内側を向いている閉ボタンのデザインの反応時間が有意に短かった、という結果を報告している⁵⁾。

以上のように、過去研究⁴⁾⁷⁾は、エレベータの開閉ボタンに注目しているが、上下ボタンのデザインに注目した研究は行われていないことから、本研究は、明るさ・重さ錯覚が上下ボタンの知覚に及ぼす影響を実験的に検討した。具体的には、明るさ・重さ錯覚が上下方向を識別する手がかりとして寄与するならば、上方向を示すボタンは白色、下方向を示すボタンは黒色をベースにデザインした場合に視認性が高まる、すなわち、より早く知覚される、という仮説を立てた。さらに、過去研究は、開閉ボタンのデザインの違いによって反応時間が異なることを指摘していたことから⁴⁾⁷⁾、本研究においても複数のデザインを設けて、上下ボタンのデザインの差異が反応時間に影響を与えるのかどうかについても探索的な検討を行った。

2. 方法

2.1 実験参加者

静岡理科大学に所属する大学生20名(男性19名、女性1名、平均年齢21.1歳)。

2.2 実験期間

















2022年11月3日から2022年12月9日。

2.3 実験刺激

上下ボタンのデザインは、過去研究⁴⁾⁶⁾⁷⁾を参考に、細い矢印(thin arrow)、太い矢印(thick arrow)、三角形(triangle)のデザインを使用した。さらに、自転車走行推奨帯などで用いられる二重山形(double chevron)を実験刺激に含めた。実験刺激のうち、明るさ・重さ錯覚デザインでは、上ボタンの背景色を白、下ボタンの背景色を黒に設定し、対照デ

ザインでは、上ボタンの背景色を黒、下ボタンの背景色を白に設定した (Table 1).

Table 1. 実験刺激一覧

デザイン	明るさ・重さ錯覚デザイン	対照デザイン
1 (細い矢印)	 	 
2 (太い矢印)	 	 
3 (三角形)	 	 
4 (二重山形)	 	 

2.4 手続き

実験は、静岡理科大学研究棟五階 524 実験室で、ノートパソコン (FMV LIFEBOOK UH75/C3, 13.3 インチ) に PsychoPy をインストールして実施した。

実験刺激のサイズは、糸魚川ら⁹⁾を参考に、実験参加者とノートパソコンまでの距離は 50 cm、画面上に表示されるボタンの直径は 3.5 cm とした。この場合の視角はおよそ 4.0° だった。実験課題は、先行手がかり法 (precueing method) を参考に作成した。具体的には、先行手がかりとして、上方向か下方向かを漢字で教示する画面 (表示時間 3 秒、文字の直径は 2 cm、視角およそ 2.23°) を提示した後、注視画面 (表示時間 1 秒、キーの「+」を使用。フォントは open sans を使用、文字の直径は 1.5 cm、視角およそ 1.72°) を提示し、その後、実験刺激をランダムに提示して、先行手がかりと実験刺激の方向が一致しているかどうかを、できるだけ早く、正確に回答するように求めた。回答時は、先行手がかりと実験刺激の方向が一致していれば F キーを、一致していなければ J キーを押すことを求め、正解となるキーを押さない限り、次の試行に進まないように設定した。なお、実験で使用したノートパソコンの F キーと J キーには突起がついており、他のキーとの押し間違えがなくなる効果を期待した。実験では、PsychoPy の fullrandam 機能を用いて、先行手がかり (「上」か「下」の 2 種類) と実験刺激 (16 種類) の全組み合わせである 1 セット 32 試行の順番をランダムに設定し、練習試行では 1 セット、本試行では 5 セットを行った。

2.5 倫理的配慮

静岡理科大学の倫理審査を受けて研究実施の許可を得た (許可番号 2022-8)。

3. 結果

3.1 全体の結果

外れ値の影響を取り除くために、実験参加者ごとに反応時間と標準偏差を求め、その平均値から ±2SD 離れた値を除外した。第一要因を上下ボタンのデザイン要因 (被験者内要因 2 水準: 明るさ・重さ錯覚デザイン, 対照デザイン), 第二要因を先行手がかり条件要因 (被験者内要因 2 水準: 方向一致, 方向不一致) とする二要因分散分析を行った。その結果、上下ボタンのデザイン要因の主効果は有意ではなかったが ($F(1, 19) = 0.02, n.s.$), 方向一致条件 ($M = 608.01$) は方向不一致条件 ($M = 637.82$) よりも反応時間が早い、という先行手がかり条件要因の主効果が有意だった ($F(1, 19) = 16.52, p < .001$)。上下ボタンのデザイン要因と先行手がかり条件要因の交互作用は示されなかった ($F(1, 19) = 0.47, n.s.$) (Figure 1)。

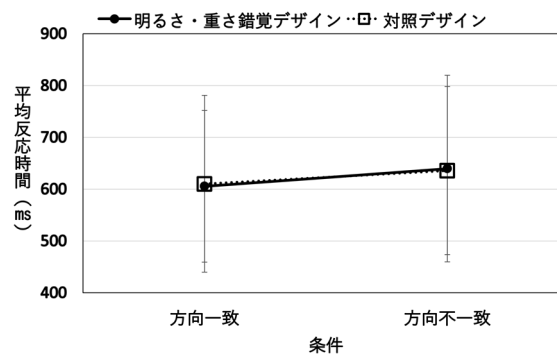


Figure 1. 全体の平均反応時間と標準偏差

3.2 上下ボタンのデザインによる反応時間の差異

上下ボタンのデザインによる反応時間への影響を調べるために、一要因分散分析 (被験者内要因 4 水準: デザイン 1 (細い矢印), デザイン 2 (太い矢印), デザイン 3 (三角形), デザイン 4 (二重山形)) を行った結果、デザインの主効果が有意だった ($F(1, 19) = 3.78, p < .05$)。多重比較 (ライアン法, $p < .05$) を行ったところ、デザイン 1 ($M = 609.26$) は、デザイン 3 ($M = 629.93$) とデザイン 4 ($M = 634.90$) と比べて反応時間が短く、デザイン 2 ($M = 616.09$) はデザイン 4 よりも反応時間が短かった (Figure 2)。

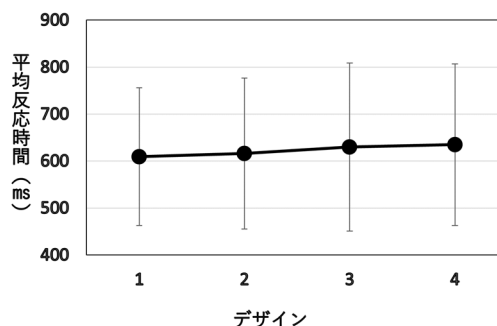


Figure 2. 各デザインにおける平均反応時間と標準偏差

3.2.1 デザイン1 (細い矢印) の結果

上下ボタンのデザインによる反応時間の差異が示されたことから、各デザインにおける明るさ・重さ錯覚の影響を分析することにした。デザイン1 (細い矢印) について、第一要因を上下ボタンのデザイン要因 (被験者内要因 2水準: 明るさ・重さ錯覚デザイン, 対照デザイン), 第二要因を先行手がかり条件要因 (被験者内要因 2水準: 一致, 不一致) とする二要因分散分析を行った。その結果, 上下ボタンのデザイン要因の主効果は有意ではなかった ($F(1, 19) = 2.12, n.s.$)。先行手がかり条件要因の主効果は有意傾向を示した ($F(1, 19) = 3.98, p = .06$)。上下ボタンのデザイン要因と先行手がかり条件要因の交互作用は有意ではなかった ($F(1, 19) = 0.32, n.s.$) (Figure 3)。

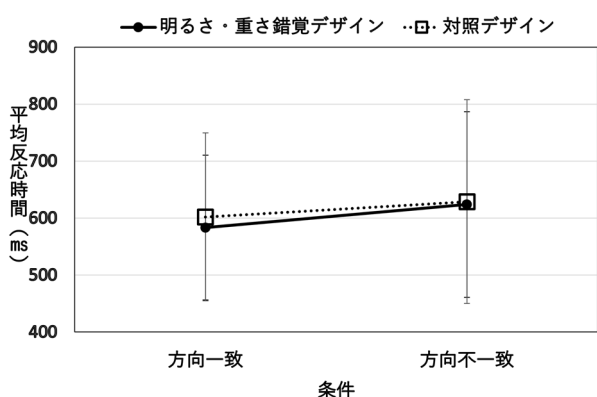


Figure 3. デザイン1の平均反応時間と標準偏差

3.2.2 デザイン2 (太い矢印) の結果

デザイン2 (太い矢印) についても、同様の二要因分散分析を行った。その結果, 上下ボタンのデザイン要因の主効果は有意ではなかった ($F(1, 19) = 1.24, n.s.$)。方向一致条件 ($M = 597.58$) は方向不一致条件 ($M = 634.98$) と比べて反応時間が早い, という先行手がかり条件要因の主効果が有意だった ($F(1, 19) = 15.32, p < .001$)。上下ボタンのデザイン要因と先行手がかり条件要因の交互作用は有意ではなかった ($F(1, 19) = 0.57, n.s.$) (Figure 4)。

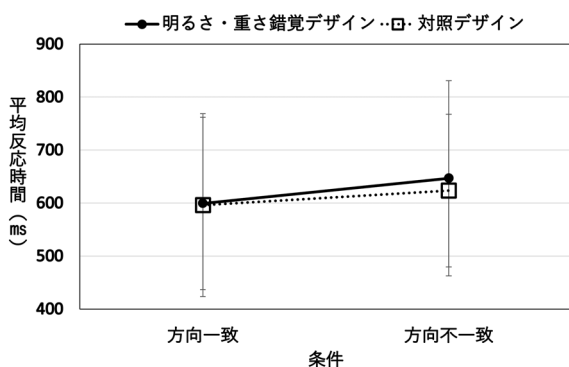


Figure 4. デザイン2の平均反応時間と標準偏差

3.2.3 デザイン3 (三角形) の結果

デザイン3 (三角形) についても、同様の二要因分散分析を行った。その結果, 上下ボタンのデザイン要因の主効果は有意ではなかった ($F(1, 19) = 0.85, n.s.$)。方向一致条件 ($M = 518.63$) は方向不一致条件 ($M = 612.95$) と比べて反応時間が早いという, 先行手がかり条件要因の主効果が有意だった ($F(1, 19) = 5.10, p < .05$)。上下ボタンのデザイン要因と先行手がかり条件要因の交互作用は有意ではなかった ($F(1, 19) = 0.97, n.s.$) (Figure 5)。

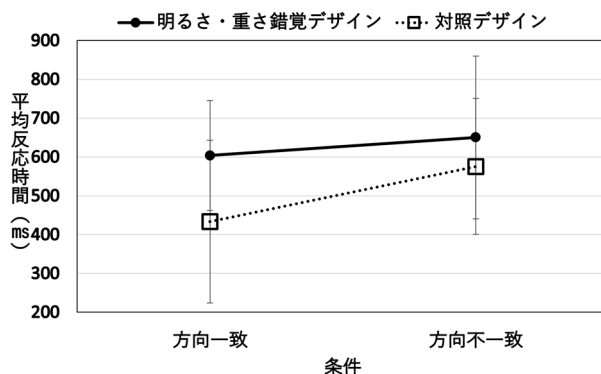


Figure 5. デザイン3の平均反応時間と標準偏差

3.2.4 デザイン4 (二重山形) の結果

デザイン4 (二重山形) についても同様の二要因分散分析を行った。その結果, 上下ボタンのデザイン要因の主効果は有意ではなかった ($F(1, 19) = 0.17, n.s.$)。方向一致条件 ($M = 626.76$) は方向不一致条件 ($M = 643.82$) と比べて反応時間が早い, という先行手がかり条件要因の主効果が有意だった ($F(1, 19) = 4.66, p < .05$)。上下ボタンのデザイン要因と先行手がかり条件要因の交互作用に関しては有意傾向が示された ($F(1, 19) = 3.16, p = .09$) (Figure 6)。

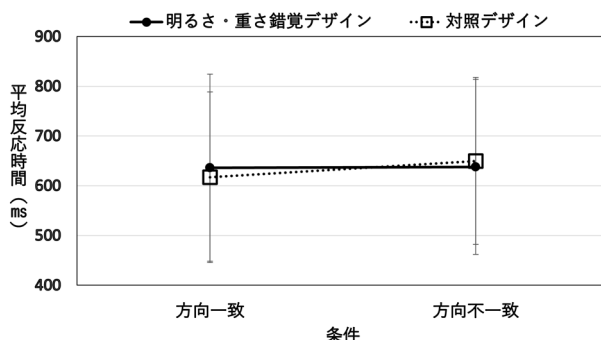


Figure 6. デザイン4の平均反応時間と標準偏差

4. 考察

本研究の仮説は「明るさ・重さ錯覚と関係する上下ボタンは、関係しない上下ボタンと比べて早く知覚される」だった。実験結果から、先行手がかりの方向と上下ボタンの

方向が一致している条件は、不一致の条件と比べて、反応時間が短いことが示された。この結果は、一致効果 (congruency effect) で説明可能である⁸⁾。一致効果とは、言語処理と感覚運動に関する処理を、同時ないし順次行う時に、言語が含意する内容・方向性と、感覚運動に関する処理の内容・方向性が一致していた時に、不一致の時よりも処理や反応が促進ないしは抑制される現象を指す⁸⁾。本研究では、先行手がかりとして提示した漢字の方向と、視覚情報として提示された矢印の方向が一致する条件の反応時間が早くなったことから、これは一致効果として妥当な結果である。

一致効果が確認された一方で、本研究の仮説「明るさ・重さ錯覚と関係する上下ボタンは、関係しない上下ボタンと比べて早く知覚される」を支持する結果は得られなかった。これは、実験参加者が上下ボタンに過度に注意を向けたことが結果に影響したのではないかと考察する。本研究では、注視点を示し、その中心に、実験刺激を提示して、できるだけ早く正確に反応することを求めた。したがって、実験参加者は、実験刺激として提示される上下ボタンに注意を集中していた、と見なすことができる。通常、エレベータのボタンを押す際には、ボタンのみに注意を向けることは少なく、視線を移動させたり、他者との会話などが伴う⁷⁾。本研究は、実験手続きの都合上、方向手がかりの提示と、上下ボタンが示す方向の一致判断を反復して行ったことから、注視点付近に注意が過度に集中しやすかったことで、明るさ・重さ錯覚デザインと対照デザインの違いの検出が困難になった、と考察する。

本研究からは、上下ボタンのデザインによって反応時間が異なることを示す知見も得られた。具体的には、細い矢印のデザインの視認性が高いこと、二重山形のデザインの視認性が低いことが示された。実験参加者 (静岡理科大学の大学生) が利用するキャンパス内の建物のエレベータの上下ボタンのデザインは、本研究で使用したデザイン1と近似していたことから、この結果は、実験刺激が実験参加者にとって見慣れているデザインだったこと、すなわち、上下ボタンのデザインと実験参加者との親密性 (familiarity) が影響した可能性がある。

今後の課題を述べる。高橋ら⁷⁾が指摘するように、エレベータ利用時には様々な物事に注意が分散されている場合のほうが自然ならば、その状況を考慮することが望ましいだろう。例えば、高橋ら⁷⁾と同様に、二重課題として、引き算課題 (1000 から 3 ずつ引いた数字を口頭で答えさせる課題) などを実施することが有効かもしれない。二点目として、注視点付近の注意の過集中が結果に影響したのであれば、今後の研究では、実験刺激を注視点からずらして提示したほうが良い。実際、中心視の視覚情報は優先的に処理されることから⁹⁾、実験刺激を周辺視に提示した場合は本研究の結果とは異なる可能性がある。また、上下ボタンは、利用者の目線の高さ異なる場所に配置されて

いる場合が多いことから、この問題は積極的に検討する意義があるだろう。最後に、実験参加者とボタンのデザインの親密性が結果に影響するのであれば、今後は、様々な環境で暮らす、多様な属性の方を対象にした研究が行い、実験参加者に馴染みがあるボタンのデザインについても同時に調査することが望ましい。それによって得られる情報は、実験結果を適切に解釈する際に役に立つだけでなく、ユニバーサルデザインの議論・考察に貢献すると考える。

5. まとめ

本研究は、明るさ・重さ錯覚が上下ボタンの知覚に及ぼす影響を実験的に検討した。上下ボタン (実験刺激) は、細い矢印、太い矢印、三角形、二重山形を使用した。明るさ・重さ錯覚デザインでは、上ボタンの背景色を白、下ボタンの背景色を黒と設定し、対照デザインでは、上ボタンの背景色を黒、下ボタンの背景色を白と設定した。実験参加者は、先行手がかりの方向と実験刺激の方向が一致しているかどうかを、できるだけ早く、正確に回答した。実験の結果、先行手がかりの方向と上下ボタンの方向が一致している条件は、不一致の条件よりも、反応時間が早いことが示されたものの、明るさ・重さ錯覚が上下ボタンの知覚に及ぼす影響は確認されなかった。さらに、上下ボタンのデザインは、細い矢印の視認性が高いこと、二重山形の視認性が低いことを示す知見が得られたが、実験参加者とデザインとの親密性が影響した可能性がある、と考察した。

付記

本論文は第二著者が指導を行った第一著者の卒業論文 (2022年度静岡理科大学情報学部卒業研究) を加筆修正したものである。本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。本研究の一部は第70回日本デザイン学会春季研究発表大会で発表予定である¹⁰⁾。

引用文献

- 1) Walker, P., Francis, B. J., & Walker, L. (2010). The brightness-weight illusion: Darker objects look heavier but feel lighter. *Experimental Psychology*, *57*, 462-469.
- 2) 岡嶋克典 (2018). 視覚情報によって誘発されるクロスモーダル効果. 映像情報メディア学会誌, *72*, 8-11.
- 3) Sunaga, T., Park, J., & Spence, C. (2016). Effects of lightness location congruency on consumers' purchase decision making. *Psychology & Marketing*, *33*, 934-950.
- 4) 高橋知世・大塚幸生・服部陽介・北神慎司 (2011). エレベータ開閉ボタンの押し間違いに関わる認知的要因の検討. 日本認知心理学会第9回大会発表論文集, 34.
- 5) 仁平義明・太田潤 (2006). エレベータ開閉ボタンの新しいピクトグラムの提案. 日本認知心理学会第4回大会発表論文集, 138.
- 6) 糸井川高穂・村田智明・古賀誉章・山田昭徳 (2018).

- 判断の容易なエレベータ開閉ボタンのデザイン. 人間工学, **54**, 56-64.
- 7) 高橋知世・服部陽介・大塚幸生・北神慎司 (2012). 二重課題と視点移動がエレベータ開閉ボタンの押し間違いに及ぼす影響. 人間環境学研究, **10**, 25-28.
- 8) 望月正哉 (2015). 身体化された認知は言語理解にどの程度重要なのか. 心理学評論, **58**, 485-505.
- 9) 原口健・岡嶋克典 (2011). 視覚探索における誘目性の定量化. VISION, **23**, 1-18.
- 10) 本多明生・横山恭雅 (2023). 明るさ・重さ錯覚が上下ボタンの知覚に及ぼす影響に関する研究. 第70回日本デザイン学会春季研究発表大会, 2023年6月23-25日, 芝浦工業大学豊洲キャンパス.