

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 22 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870016

研究課題名(和文)物体の見た目形状と主観的重量感覚との関連性の解明と重量感覚を操作する方法の開発

研究課題名(英文)Elucidation of the relationship between the shape of the objects and the subjective weight perception and development of a method to influence the weight perception

研究代表者

李 美龍 (LEE, MIYONG)

北海道大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：50581758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本課題は主観的重量感覚と実際の重量との間には誤差があるという仮説の元、「物体の見た目形状と主観的重量感覚との関連性の解明と重量感覚を操作する方法の開発」を研究目的とし、2つの研究課題を実施した。課題1では、同じ重量の5種類の実物モデルを用いて、視覚刺激のみの重量感覚、実際に持ち上げた時の重量感覚を比較し、物体の見た目形状と主観的重量感覚との関連性を探った。課題2では、課題1で得た見た目形状と主観的重量感覚との関連結果を元に、重量感覚を操作するための形状要素を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to elucidate the relationship between the shape of the objects and the subjective weight perception, and to develop a method to influence the weight perception. For this aim, two experiments investigated the hypothesis that there is an error between actual weight and subjective weight perception. Experiment A consisted of two evaluation conditions for weight perception, using visual and lifting senses. Five objects were used, each of a different shape, but otherwise the same appearance, all being of the same colour. Experiment B developed a method to change the subjective weight perception. The visual results from experiment A, were the sphere appeared the most light and the next was cone, cylinder, square based pyramid, and cube the heaviest. However, a sphere was felt the heaviest object by lifting senses. In experiment B, weight perception was greatly influenced by adding lines or curves to the objects.

研究分野：感性情報学

キーワード：感性評価 主観的重量 重量感覚 形状特性

## 1. 研究開始当初の背景

今日、情報端末機器の小型化・軽量化が進み、製品の実際の重量だけでなく見た目から感じられる重量感にも注目が集まっている。製品の形状をくさび形にしたり角を丸めたりすることで、それらを施していないものと比べて軽量に感じるように、重量に対する主観的な感覚は形状が大きく影響している。

物理量の中で最も実生活に関連がある重量は、客観的に測定できる「体積」と「密度」の積によって表される。体積は視覚情報として知覚できるが、密度は概観からは判断できない。そのため、「見た目以上に軽い」といった実際の重量と視覚情報との間に差異が生じることがある。

こうした重量と視覚情報との特性に着目し、直感に基づく主観的体重感に関する実験的検証を行った結果、主観的体重感と実際の重量との間には差異があることがわかった。

そこで、本課題で物体の見た目形状と主観的体重感との関係を明らかにし、形状を操作することで主観的体重感を変化させる方法を開発できれば、重量的な負担が問題視されている介護支援製品や福祉支援製品に応用できると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、物体の見た目形状と主観的体重感との関連性を明らかにし、物体の主観的体重感を操作する方法を開発することである。本研究を実施するため、2つの課題を設定した。

課題1は「物体の見た目形状と主観的体重感との関連性」である。物体の見た目形状と主観的体重感との関連性を見出すため、①基本図形を対象とした視覚刺激のみの体重感(見た目重量)、②基本図形を実際に持ち上げた時の体重感(持ち上げ重量)を測定して、物体の実際重量と比較することを目的とした。

課題2は「形状を操作することで主観的体重感を変化させる方法の開発」である。これは、課題1で得た物体の見た目形状と主観的体重感との結果を元に、体重感を操作するための形状要素を明らかにすることを目的とした。

これらにより、物体の重量に関する従来の研究で製品の大きさや形状による影響で一般化させづらかった限界を超えて、多くの製造業で活用できる基礎情報を提供できると考える。

## 3. 研究の方法

(1) 課題1「物体の見た目形状と主観的体重感との関連性」

課題1では2つの実験を実施した。実験1

は様々な形状の中で評価対象となる基本形状を設定し、その形状によって重量感覚は異なることを確認するために3D画像を用いた。

実験対象は先行研究と立体図形の形状特性を参考に5種類の基本図形(直方体, 球体, 円筒, 円錐, 四角錐)を選択した。提示刺激として5種類の基本図形を3種類のアスペクト比(1:1, 1:1.6, 1.6:1)で変えた画像モデル作成し、人の直感的な判断を要する一対比較法で評価した。

被験者は男性26名, 女性6名(計32名)で平均年齢は21.75(±1.17)歳である。解析方法は主にサーストンの一対比較法を用い、5種類の基本図形に対して、高さ, 幅, 体積, 表面積, 辺の数, 頂点の数, 正面図の図形, 上面図の図形, 面の数, 面の数に対する曲面の割合, 辺の数に対する曲線の割合の11項目で基本図形の特徴を分析した。

実験2では、物体の見た目による視覚刺激のみの体重感と、実際に持ち上げた時の体重感を測定した。また、持ち上げた際に刺激物の持ち方を制限するグループと制限しないグループに分けて実施した。

提示刺激として実験1で用いた5種類の基本図形(アスペクト比1:1)を3Dプリンター(Bits from Bytes社3D Touch)を用いて製作した(図1)。材料は透明なPLAを使用し、中に粘土を入れることで重さを調節した。

モデルの体積は50mm<sup>3</sup>立方体の体積(110.7g)を基準とし、最も重いものと軽いものの誤差を1%以内になるように寸法と重さを設定した。これは100g~170gの間で主観的体重感と実際の重さに最も大きな差があり、一般的に人の体重感の弁別閾が2%程度であるという先行研究を参考に設定したものである(参考文献①②)。

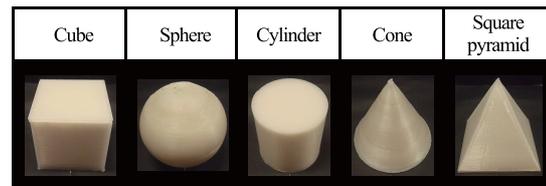


図1 5種類の基本形状

具体的には黒い背景板の上にA~Eまで名前を付けた5つのモデルを並べた。このとき、並べる順番は被験者ごとにランダムとし、順序効果が発生しないようにした。その後、被験者に体積などについては説明せず、5つの提示刺激は重さがすべて異なると説明し、見た目のみで提示刺激を重たい順番に並び替えさせた。

続いて、実際にモデルを持たせ、刺激物を重たい順番に並び替えさせた。最後に被験者に刺激物を自分の好みの形の順番に並び替えさせ、図形の好みと主観的体重感との関連について確認した。

被験者は持ち方を制限したグループは32名(男性21名, 女性11名)で平均年齢が

25.31(±9.73)歳、持ち方を制限しなかったグループは37名(男性28名、女性9名)で平均年齢が23.11(±5.19)歳であった。

(2) 課題2「形状を操作することで主観的重量感覚を変化させる方法の開発」

課題2では、重量感覚を操作するための形状要素を明らかにするため、2つの実験を実施した。実験1は課題1で得た実験結果と11項目の基本図形の特徴が主観的重量感覚に影響を与えるかを検証した。

実験2では同じ形状のモデル表面に、ラインやテクスチャなど装飾的要素を加えることで主観的重量感覚が操作できるかを検証した。

4. 研究成果

(1) 課題1「物体の見た目形状と主観的重量感覚との関連性」

3D画像を用いた実験1では、曲線系の図形はより軽く見えて直線系の図形はより重く見えることが定量的に示された。また、軽く見えるアスペクト比においては、形状ごとに軽く見えるアスペクト比が異なることが分かった。

また、円錐同士の比較については重量感の決定に見る角度が影響している可能性があったため、今後更なる分析や検証を行い、その影響を明らかにする必要がある(表1)。

表1 画像を用いた重量感覚の比較

Object	First	Second	Third
Cube			
E/V	1.27	-0.18	-1.09
Sphere			
E/V	0.24	-0.08	-0.16
Cylinder			
E/V	0.40	0.2	-0.60
Cone			
E/V	0.28	0.13	-0.40
Square Pyramid			
E/V	0.12	0	-0.18

実物モデルを用いた実験2では視覚刺激のみの重量感覚と、実際に持ち上げた時の重量感覚を分けて分析した。

視覚刺激のみの実験結果において、持ち方

を制限したグループでは四角錐がもっとも重く見え、続いて直方体、円柱、円錐の順となり、球が最も軽く見えた。

持ち方を制限しなかったグループでは直方体が最も重く見え、続いて四角錐、円柱、球、円錐が最も軽く見えた(表2)。これについては、そもそも持ち方が影響しなかったため、多少順番が違う点があるものの、傾向としては同じ結果が得られた。また、これらの結果は先行研究で3D画像を用いた結果である「直方体-四角錐-円柱-円錐-球」の順とも非常に類似した。したがって、視覚のみで評価した際には、提示刺激として実物を用いた結果と、3D画像を用いた結果に差はないと言える。

続いて、実際に持ち上げた時の結果において、持ち方を制限したグループでは球が最も重く、直方体、円柱、四角錐の順で、円錐が最も軽く感じられた(表3)。持ち方を制限しなかったグループでは、球が最も重く、続いて円錐、四角錐、直方体の順で、円筒が最も軽く感じられた(表4)。

すなわち、球は持ち方を制限有無に関係なく基本図形の中で最も重たいと評価された。しかし、2番目以降は持ち方の制限によって結果が異なることから、持ち方によって重さの感じ方に差が生じた可能性があると考えられる。

表2 視覚情報のみで軽く見える順

	Sphere	Cone	Cylinder	Square Pyramid	Cube
順位	1	2	3	4	5
尺度値	-0.38	-0.26	0.11	0.27	0.27
分散	0.85	0.68	0.68	0.72	0.54

表3 持ち上げ重量の軽く感じる順(持ち方の制限あり)

	Cylinder	Cube	Square Pyramid	Cone	Sphere
順位	1	2	3	4	5
尺度値	-0.37	-0.20	-0.05	0.10	0.53
分散	0.84	0.40	0.90	0.65	0.59

表4 持ち上げ重量の軽く感じる順(持ち方の制限なし)

	Cone	Cylinder	Square Pyramid	Cube	Sphere
順位	1	2	3	4	5
尺度値	-0.30	-0.18	-0.16	-0.03	0.67
分散	0.76	0.69	0.65	0.54	0.61

そこで、持ち方の制限がどのような効果をもたらすのか、また、見た目による判断によってどのように影響を受けるかについて考察した。まず、どちらの持ち方に関しても、球形が最も重いと判断されている。しかしながら、実際の重さでは2番目である。これは見た目による判断が重量感覚に影響しているのではないかと考えられる。

球形はどちらのグループにおいても軽い側で判断されている。つまり、見た目で軽く感じるものが、実際に持って他と比較した際、その差がとても小さい場合には、反対に重たく感じてしまうのではないかと考えられる。しかしながら、そのほかの順番に関しては一貫性がなく、今後更なる分析が必要だと考えられる。

実験2では実物モデルを用いて形状と重量感覚の関係に分析したが、視覚情報のみで評価した場合は、3D画像を用いた実験と同じ結果になった。さらに、持ち上げ重量の評価では、視覚情報のみでは軽く感じたモデルに対し、実際に持ち上げると予想以上に重いことに気づき、反対に重たく評価してしまう傾向がみられた。

好みに関しては、図形に対する好みと重量感覚に影響があるか確認するため、好きな図形と重量感覚との関連性を探したが、主観的重量感覚の評価に図形に対する個人の好みは影響しないことが分かった。

以上に示した研究成果は、今後製品デザインの形状要素を操作することで、主観的重量感覚をコントロールすることを可能にし、感性工学的製品設計に役立つ意義のある研究であると考えられる。

## (2) 課題2「形状を操作することで主観的重量感覚を変化させる方法の開発」

課題2で実施した2つの実験に関しては、形状要素による重量感覚にある傾向は見られたが、影響を与えた形状要素が特定できず、有意のある結果を得ることができなかった。また、同様の要素を加える方法においても加え方や見せ方、持ち方などによって違いが表れた。

従って、課題2については実験結果の考察と追加実験を行うなどさらなる研究が必要である。

### <参考文献>

- ① 西田和寛ら、直感に基づく主観的質量感覚に関する実験的検証、第14回日本感性工学会大会、F4-5、CD-ROM
- ② 福井尚見ら、重量感覚におけるウェーブ一比に及ぼす二、三の要因について、東京女子医科大学雑誌、46巻10/11号、(1976)、pp876-880

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 5 件)

- ① Miyong Lee, Kazuhiro Nishida, Yoshihiro Narita, Experimental Verification for Subjective Sense of Object Weight - Proposed User Category based on the individual Kansei by Subjective Weight, INTERNATIONAL CONFERENCE ON KANSEI ENGINEERING AND EMOTION RESEARCH (KEER2014), 2014.06.11-06.13, Linköping (Sweden), Paper No.148
- ② Miyong Lee, Yusuke Shimamura, Naoki Oshima, Yoshihiro Narita, Kansei Evaluation of Subjective Sense of Object Weight Produced by Shape Property Using Three-dimensional Images, 2014KSBD International Spring Conference, 2014.05.31-06.03, Seoul (Korea), pp.209-210
- ③ 嶋村 祐介, 李 美龍, 大島 直樹, 成田 吉弘, 立体図形を用いた形状と主観的重量感の関係分析, 第16回日本感性工学会大会, 2014.9.4-9.6, 中央大学(東京都・文京区), USB, C31.
- ④ 嶋村 祐介, 李 美龍, 成田 吉弘, ものの形状と主観的重量感に関する研究, 第9回日本感性工学会春季大会, 2014.3.22-3.23, 北海道大学(北海道・札幌市), USB, 3B-05.
- ⑤ 嶋村 祐介, 李 美龍, 成田 吉弘, 立体図形を用いた主観的重量感覚の感性評価, 感性フォーラム札幌2014, 2014.2.8, 札幌市立大学(北海道・札幌市), No.9.

[その他]

所属研究室ホームページ

[http://labs.eng.hokudai.ac.jp/labo/intelligent\\_design/](http://labs.eng.hokudai.ac.jp/labo/intelligent_design/)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

李 美龍 (LEE, Miyong)

北海道大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号：50581758

### (2) 研究協力者

成田 吉弘 (NARITA, Yoshihiro)

北海道大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：00137407

大島 直樹 (OSHIMA, Naoki)

拓殖大学・工学部・准教授

研究者番号：50375466