

## 立体図形を用いた形状と主観的重量感の関係分析

The relationship analyzes between shape and apparent weight by using solid figures

(キーワード：感性評価，立体図形，形状，重量感，順位法)

(KEYWORDS: Kansei evaluation, Solid figure, Shape, Apparent weight, Ranking method)

○嶋村祐介(北海道大学大学院)，李美龍(北海道大学)，大島直樹(北海道情報大学)，成田吉弘(北海道大学)

### 1. 緒言

近年、「高性能・高品質・低価格」の傾向が進み，他の製品との差別化を図るため，人の感性に訴える製品づくりが盛んになっている。一方，スマートフォンや音楽プレーヤーに代表されるように普段携帯できる電化製品が増えたため，消費者が製品を選ぶ際に「重さ」は大変重要な要素を占めてきている。

そのため，各メーカー側は競って製品をより軽量化するための技術開発を進めている一方，研究分野では「色彩の見かけ上の重さ」[1]や「コンピュータグラフィックによる色球体の重さ感における伝達情報量」[2]など，色と重さの関係について研究が行われている。

しかし，重さは物体の物理的特性で材料の密度とその体積によって一意的に決まるものであり，一定の条件で軽量化を進めるには限界がある。そこで，本研究では人の主観的な重量感覚に影響を与える形状特性に注目した。

著者らは形状と主観的重量感に関する研究として，3D画像を用いて実験を行い，曲線系のはより軽く，直線系のはより重く見えることを定量的に示した[3]。

本研究はその続きとして，実物モデルを用いた印象評価を通して，形状による重量感の特性を定量的に探ることを目的とした。さらに，先行研究の3D画像を用いた実験結果と比較・考察することで，画像と実物モデルによる違いを確かめた。

### 2. 実験内容

提示刺激として5種類の基本図形(立方体，球，円筒，円錐，四角錐)を選択し，3Dプリンター(Bits from Bytes社 3D Touch)を用いてモデルを製作した。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。

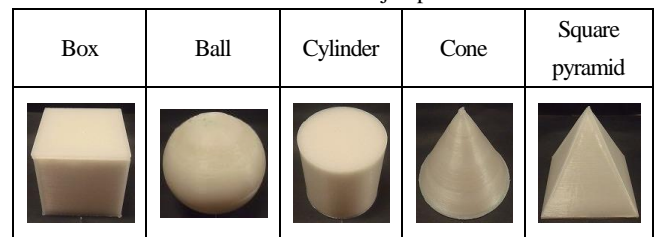
モデルの体積は，25 mm<sup>3</sup>立方体の体積(110.7g)を基準とし，最も重いものと軽いものの誤差を1%以内になるように寸法と重さを設定した(表1)(表2)。これは100g~170gの間で主観的重量感と実際の重さに最も大きな差がある[4]，また，一般的に人の重量感覚の弁別閾が2%程度である[5]という先行研究を参考に設定したものである。

実験構成は，モデルを見た目だけで評価させる視覚情報のみの評価と，実際に持たせて評価させる視覚と触覚情報の評価の2種類を用意した。また，モデルを持たせる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験した。

Table 1 List of the object dimensions and weights

	Width (mm)	Height (mm)	Volume (mm <sup>3</sup> )	Error (%)	Weight (g)
Box	25	25	15625	0.00	110.7
Ball	31	31	15599	-0.17	110.5
Cylinder	27	27	15675	0.32	110.2
Cone	39	39	15530	-0.61	110.1
Square pyramid	36	36	15552	-0.47	109.9

Table 2 List of the object pictures



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べ替えさせた。

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重量感覚との関連について確認した。実験時間は被験者ごとに差はあったが，5~10分程度で終了した。

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。

解析方法は，被験者の付けた重い順位を1位から5位までにそれぞれ5から1点の点数を付加して数値化した。さらに，この点数を正規化[6]し，順序尺度を距離尺度に変換し，さらなる分析を行った。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 視覚情報のみの結果及び考察

本実験の実験結果をまとめたものが表3である。視覚情報のみで重い順番に並び替えさせた結果、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。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。

#### 3.2 視覚と触覚情報の結果及び考察

視覚情報と触覚情報の結果において、持ち方を制限したグループでは球が最も重く、続いて直方体、円柱、四角錐の順で、円錐が最も軽く感じられた。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。すなわち、球は両グループにおいてもっと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のではないかと考えられる。

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。

#### 3.3 好みの結果及び考察

好きな図形の順位において、持ち方を制限したグループでは四角錐がもっとも好まれ、続いて円錐、球、直方体、円柱の順となった。持ち方を制限しなかったグループでは、同じく四角錐がもっとも好まれ、続いて球、円錐、直方体、円柱の順であった。しかし、2つのグループ間に有意な差はみられず、重量感覚との関連性も得られなかった。従って、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。

### 4. 結論

本研究では、立体図形の実物モデルを用いて形状と重量感の関係について分析した。その結果、視覚情報のみで重量感を評価した場合は、3D画像を用いた実験と同じ結果になった。さらに、視覚と触覚情報による評価では、視覚情報のみだと軽く感じたモデルに対し、実際に持つ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、持ち方を制限したグループと制限しなかったグループ共に、主観的重量感覚の結果と異なる性質を示している。このことから、主観的重量感覚は個人の図形に対する好みによって影響を受けづらいものであると考えられる。今後さらに分析を進め、好みの影響や持ち方による影響があるかを調べる必要がある。

このような基本図形を用いた主観的重量感覚の研究成果は、今後製品デザインで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。

#### 参考文献

- [1] 篠原久美子ら、色彩の見かけ上の重さ：単色における色相：彩度の影響について、デザイン学研究、53巻5号(2007-01)、pp. 35-42
- [2] 徳山孝子ら、コンピュータグラフィックによる色球体の重さ感における伝達情報、感性工学研究論文集：感性工学、2巻1号(2002-02)、pp. 7-12
- [3] 嶋村祐介ら、ものの形状と主観的重量感に関する研究、日本感性工学会、第9回日本感性工学会春季大会、3B-05、USB.
- [4] 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
- [5] 福井尚見ら、重量感覚におけるウェーブー比に及ぼす二、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
- [6] 佐藤信、官能検査入門、日科技連出版社、(1978)、pp. 74-76

Table 3 List of the results

		Limited	No limit	3D images
Subjects		37	32	32
Visual information	Heavier	Square pyramid	Box	Box
		Box	Square pyramid	Square pyramid
		Cylinder	Cylinder	Cylinder
		Cone	Ball	Cone
	Lighter	Ball	Cone	Ball
Visual and haptic information	Heavier	Ball	Ball	
		Box	Cone	
		Cylinder	Square pyramid	
		Square pyramid	Box	
	Lighter	Cone	Cylinder	