

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：32665

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25630252

研究課題名(和文) ヒトが手で触れて知覚する質感と感性を定量的に評価する手法の開発

研究課題名(英文) Quantitative analysis for evaluation of human haptic feelings influences recognition and sensibility

研究代表者

中山 誠健 (NAKAYAMA, Yoshitake)

日本大学・工学部・研究員

研究者番号：30620819

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：手で触れて、ヒトが知覚する形や感性を脳血流の賦活状況などの測定を含めて客観的に評価し、その特性を明らかにした。異なる形状や硬さ柔らかさの物体に対する視覚と触覚を用いた知覚内容とそれに対する感性の評価値に大きな差異は見られなかったが、触覚による想像量が視覚に比べて有意に高い結果が示され、触覚は視覚で形状やデザイン性、機能性を発想するよりも多くの感性を想像させることを定量的に示した。また、海外視察による最先端のデザイン研究開発の調査において、本研究の国内外における位置づけと、今後の展開によってデザイン開発に役立つ知見となることを論じた。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the effect of the human haptic feelings with sensation and the actual design form with its stiffness in material. We conducted user test that evaluate and measurement brain flow volume of frontal lobe while user touches various design form and stiffness in material. However, imagination volume of users haptic feelings was higher than that of visual interpretations. In particular we quantitatively proved importance haptic feelings to develop design for user experience. This proved also investigate design research process an inspection in Northern Europe.

研究分野：建築学

キーワード：触覚 感性 想像量 デザイン 脳血流測定 国際情報交換 スウェーデン

1. 研究開始当初の背景

筆者は、ヒトが空間を移動する際に注視し、認知するエリアと印象の強さを建築図面に記述する視覚の画像化技術を開発した。これは、従来設計者の主観に委ねられていた空間評価や階段の手摺デザインなどの視覚情報による快適性や魅力を、客観的に判定することを可能にする技術である。解決すべき課題は、触覚特性の解明であった。視覚情報と共に重要なモノの素材感である触覚、すなわちヒトが触れて知覚する形状や硬さによる感性のメカニズムやその評価は、建築のみならず医療機器や工業デザインなど、人間の利用するモノを開発するあらゆる分野で重要となるにも関わらず、解明されていない。また、視覚情報の仮想化や情報化の技術進歩は目覚ましく、あらゆるヒトの動作や情報収集が視覚情報に集約されつつある。例えば、近年では学校教育の授業形態において、教科書やノート、筆記具の利用から電子黒板や電子タブレットの利用へと移行する傾向が見られるなど、本や筆記具など様々な形状や質感、重さのモノを手を持って使って、感性で感じる基本的な行為にも変化が見られる。

本研究は、ヒトが手で触れて感じる感性は、人間の感覚や思考に大きな影響を与えるという仮説の基に、その特性を客観的かつ定量的に捉えることを目的とした。医工連携体制と最先端の機器である脳機能計測装置fNIRSの利用と、様々な形状や柔らかさのサンプルが試作できる環境を活かした、従来型のアンケートに捕われない手法の開発と共にこれらの特性を明らかにすることは、学術及び製造開発の今後に重要な知見となる。

2. 研究の目的

手で触れて、ヒトが知覚するモノの形状や質感の感性を、脳血流の賦活状況などの測定を含めて定量的に計測、評価する手法を開発し、高齢化が進む現代社会において使い手の立場から機能的でデザイン性の高いモノづくりに展開できる成果を上げることが目的とする。具体的には(1)形状と硬さ柔らかさがそれぞれ異なる物体を、目で見て、手で触れた時に感じる感性を比較し、人間の視覚と触覚による認知の誤差を含む特性と傾向を定量的に示す。次に(2)(1)の結果を踏まえて、形状の異なる物体(マグカップ)を用いた認知と評価を被験者実験によって行い、ヒトが手で触れて感じる感性と、目で見て感じる感性、視覚と触覚の両方による感性を抽出し、各特性の把握と比較分析を行うことで、触覚の重要性を定量的かつ客観的に示す。また、(3)先進的なデザイン研究や開発が盛んな北欧、スウェーデンのウメオ大学を滞在視察し、国外における本研究の位置づけや意義の把握と、今後の本国におけるヒトの生活を豊かにするモノ造りに関する研究や開発に役立つ成果として論じることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、2種類の被験者実験と海外視察におけるデザイン開発調査を経て、ヒトが手で触れて感じる特性と、その評価を活かした製品化へのプロセス、その重要性を論じることで幅広い分野での製品開発に寄与する知見を得る。以下、具体的な実験方法を述べる。

(1)形状と硬さ柔らかさの異なる質感の物体を触れた時の基本的な知覚特性を把握する実験を行った。サンプルの形状は縦横40mmの直方体(以降R0と略)と、その角(R)を25%、50%、75%丸めた3タイプ(以降R25、R50、R75と略)、球体(以降R100と略)の計5タイプの形状をシリコンによって製作した。硬さはシリコン濃度を100%、80%、60%の3段階とし、計15タイプのサンプルを用意した(図1)。被験者は視覚を遮ることができるサングラス型の目隠しを装着し、手のひらと指でサンプルを触り認知、評価させた。尚、被験者は20代から40代の男女4名を対象とした。

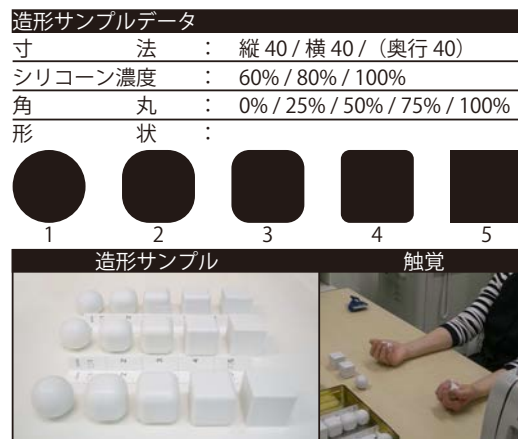


図1 実験サンプルと実験風景

(2)様々な形状の物体を触覚や視覚から認知する感性や想像量を比較し、ヒトが手で触れて感じる感性が人間の感覚や思考に与える影響を定量的に解明するために、形状に対する特徴や連想されるデザイン性や機能性を評価する実験を行った。サンプルは色や材質が均一で形状が多様な、日常的に誰もが使用し評価がし易いマグカップとし、評価基準となるマグカップ(コントロール)1タイプと8タイプの認知・評価用のマグカップを選定し、4タイプ毎のAとBグループに分けて実験に使用した(図2)。実験環境は外部音や光が遮られた居室とし、脳機能計測装置fNIRS(日立メディコ社製ETG-4000)を設置した。被験者の額(前頭葉部)に5つの受発光素子をあて、左右4点で大脳皮質(前頭前野)の脳血流賦活状態を計測した。プローブは装着の際に被験者への違和感を最小限にする為に改良した簡易型の物を使用した。被験者は実験サンプルが置かれた机の前に座り、実験中は手以外の体動を極力抑えるように指示した。被験者は模型製作などによる造形製作や評価ができる20代の建築学科の学



図2 実験サンプル

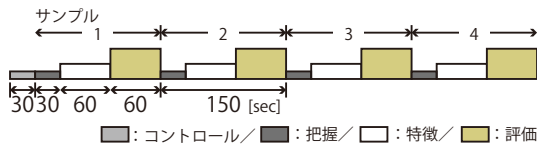


図3 実験タスク



図4 各タスクの実験風景

生、男女 20 名とした。実験は、視覚による実験（以下、視覚タスク）、触覚による実験（以下、触覚タスク）、視覚と触覚による実験（以下、視・触覚タスク）とし、各約 10 分の実験タスクとし、1 人の被験者につき 2 タスク、計約 20 分の実験を行った（図 3, 4）。タスクは、コントロール（30 秒）から始まり、各カップの把握時間（30 秒）、特徴を述べる時間（60 秒）、評価を述べる時間（60 秒）とし、時間内でより多くの回答を口答で列挙するように指示し、音声や映像はビデオカメラ等で記録した。

4. 研究成果

（1）形状と硬さ柔らかさの異なる質感の物体を手で触れた時の基本的な認知特性を把握する実験で、主に以下の結果が得られた。

表1 形状と硬さ柔らかさに対する視覚と触覚の認知関係

	視覚		触覚			順位
	100%	100%	80%	60%	平均	
R100	3	1.44	1.44	1.22	1.37	3
R75	4.5	2.00	2.11	2.11	2.07	1
R50	3.75	1.67	1.56	1.78	1.67	2
R25	2.75	1.00	1.00	1.00	1.00	4
R0	1	0.56	0.56	0.56	0.56	5

①視覚を遮られた状態で各サンプルを認知させ、「手にフィットし握り易く感じる形状と硬さ柔らかさ」の順位付けの結果、硬さ 100%では評価の高い順から R75(2.00pt)、R50(1.67pt)、R100(1.44pt)、R25(1.00pt)、R0(0.56pt)であった。80%では R75(2.11pt)、R50(1.56pt)、R100(1.44pt)、R25(1.00pt)、R0(0.56pt)であった。硬さ 60%では R75(2.11pt)、R50(1.78pt)、R100(1.22pt)、R25(1.00pt)、R0(0.56pt)であった。以上の結果より、硬さ柔らかさの違いによって握り

易さやフィット感に関する評価得点の違いはあるものの、その順位は同様になる傾向が示された。つまり、手にフィットする持ち易さに関する感性評価は、物体の硬さ柔らかさへの依存度が低いと云える。

②次に、硬さ 100%の R50 と硬さ 80%の R75 (A パターン)、硬さ 80%の R50 と硬さ 80%の R75 (B パターン)、硬さ 80%の R50 と硬さ 60%の R75 (C パターン) のそれぞれを、視覚を遮った状態で手と指で知覚させ、どちらが硬く感じるか評価させた結果、B パターンにおいて、50%の確立で R75の方が硬いと誤った評価がされた。同様の硬さでも形状の違いが質感の感性にも影響を及ぼすことが示され、感性に体する形状の重要性が確認できた。

③次に、これまで遮っていた視覚のみで、各サンプルの「手にフィットし握り易そうに感じる順位」を評価させたところ、R75(4.50pt)、R50(3.75pt)、R100(3.00pt)、R25(2.75pt)、R0(1.00pt)の順位付けとなり、触覚のみの評価と同様の結果が得られた。以上の結果より、極めて柔らかく、手で握った際に形状が変形してしまう物体でも、触覚によってそのエッジ形状の変化を正しく認知し、評価できると云える。これらの結果を踏まえて、形状の異なる物体の触覚による感性を解明する。

（2）触覚から認知し想像する感性の特性を定量的に示す実験を行った。

①形状の認知と評価結果

計 4 タイプの実験タスクを実験の遂行順とサンプルグループによるクロスオーバー集計を用いて解析を行った。録音された音声をテキストマイニングにより整理・集計した結果、形状の特徴やデザイン性、機能性などに関する感性評価を得られた。以下、主な評価を述べる。カップ全体の大きさや重さ、重厚感、重心感、形状、飲口、取手、コップ内部の凹みなど細部の形状、底部の質感や全体の色み、光沢感などのテクスチャなどが認知された。また、形状を捉える際に「果物ような丸み」や「お盆のような」、「卵のような」、「花びらのよう」、「紙コップのような」などといった疑似表現を用いて形状を把握する傾向もみられた。デザイン性や機能性の評価では、持ち易さに関して、コップの全体形状や大きさ、取手の位置や形状、コップ上部の飲口と底部のスケールバランス、凹凸、材質の素材感に対する手のひらや指で触れた際の印象や想像が評価された。また、飲料を入れた際の温度変化に対する評価も見られ、触れた感覚から機能的な連想も行われたと云える。最も多かった機能面での評価は、カップ形状と洗浄のし易さに関する評価であった。また、カップ形状から「スープ」や「ジュース」「コーヒー」など飲料の種類を想像したり、その利用シーンの評価や、オブジェとしてインテリアに飾られたシーンを想像する評価なども得られたことは特筆すべきであろう。

②脳血流の賦活計測結果

各実験タスクにおいて、脳血流の賦活量を計測した結果、形状の特徴把握と評価時の賦活に差異が見られた。各被験者の各タスクにおける形状の特徴を列挙時の酸化ヘモグロビン平均値と評価を列挙時の酸化ヘモグロビン平均値の差を比較した結果、視覚、視・触覚、触覚タスクにおいて特徴の列挙時に比べ評価を列挙時に賦活量が増加する傾向が見られと共に、触覚タスク時に安定して賦活している傾向が見られた(図5)。

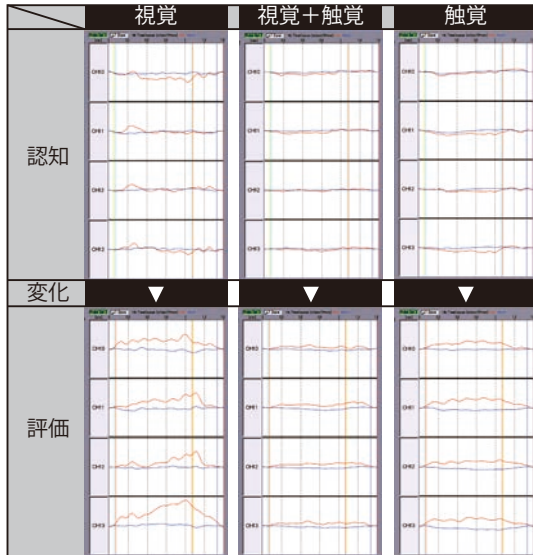


図5 形状認知と評価時の脳血流の賦活

③各タスクにおける想像量の違い
 視覚タスク、触覚タスク、視・触覚タスクにおける形状認知と評価で得られた回答の内容を比較した結果、目立った偏りは見られなかった。厚みや重さなど手で触れて感じる特有の評価でも視覚タスクにおいて「厚みを感じる」「重そう」などという評価が得られた一方、見た目を感じる「見た目として好き」や「飾ったりも良さそう」などの評価を触覚タスクで得られ、機能や美しさなどの評価も各タスクで得られた。つまり、視覚及び触覚でも形状の特徴やその評価、想像が出来ることが示された。以上の結果を踏まえ、想像量について比較した結果、視覚タスクでは8.89±0.55ポイントに対し、視覚と触覚で10.52±0.38ポイント、触覚のみで10.68±0.11ポイントと有意に高い結果が得られ、触覚情報が想像量に大きく影響していることが示された。

表2 視覚、視覚+触覚、触覚の想像量

	視覚	視覚+触覚	触覚
想像量スコア	8.89 (143)	10.52 (189)	10.68 (213)
標準偏差	(±)0.55	(±)0.38	(±)0.11

上段：スコア/下段：(数)

(3) 海外研究機関の視察結果

デザイン開発に関する先進的な研究として、視覚や触覚の感性など、利用者の体験に着目した物やシステムの開発が盛んに進められているスウェーデンのウメヨ大学を滞在視

察し、主にデザイン学部、大学病院ほか、関連デザイン研究開発機関の活動視察、研究打合せ、プロジェクトへの参画をした結果、本研究の意義と今後の展開に関する可能性を確認した。

①人間の行為行動やその特性は、製品開発において重視される中、造形やシステムの試作を繰り返し、利用実態を観察する手法や、一般ユーザを含めた議論と試作を共に行うワークショップ活動を観察記録し、新たな仕組みを研究する手法が多く見られた。本研究の特色でもある、手で触れてヒトが感じる感性の想像量が視覚に比べて多いことを定量化して論じる基本的な特性を忠実に論じる研究は見られず、国内外においても意義深い位置づけと云える。

②最先端の視覚効果を利用した機器の開発が盛んに行われる中、利用者と機器が相互にコミュニケーションできるインタラクティブデザインの開発が進んでいる。特に情報技術を利用した仮想的な視覚効果に対し、利用者が触れて感じたり、手を動かして操作できる仕組みや、感覚をフィードバックする技術開発が注目され、触覚のメカニズムに対する関心が高い。本研究の基本的な触覚と感性の知見に関する関心も得られた。

③近年、画像処理技術やそれを使った開発が盛んな中、基本的なプロセスである試作造形に3Dプリンタなどを利用して盛んに行われており、視覚のみならず触覚を使ってデザインを検証する習慣が根付いていた。触覚から想像する感性の量を明かした本研究の結果からも分かるように、その行為は基本的で、建築や工業デザイン、医療機器開発など幅広い開発分野のプロセスにおいて重要であり、その事実を客観的に示せた本研究は、今後のデザイン開発に役立つ知見となる。

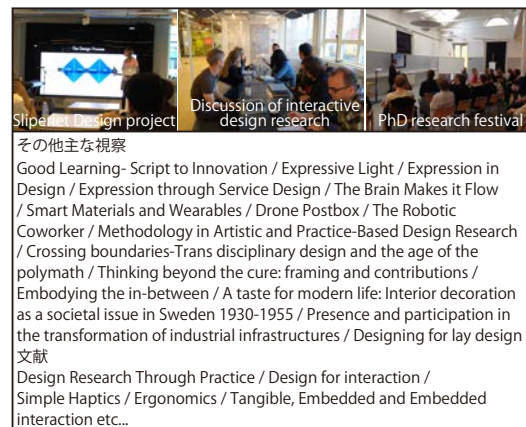


図6 視察状況と参画プロジェクト及び文献の補足情報

5. 主な発表論文等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中山誠健 (NAKAYAMA Yoshitake)

日本大学・工学部・研究員

研究番号：30620819