

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 8 日現在

機関番号：32638

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23560878

研究課題名(和文) 金属テクスチャの審美的特性の生成要件に関する研究

研究課題名(英文) A study on the generation factor of aesthetic properties of the metal texture

研究代表者

木嶋 彰 (KIJIMA, Akira)

拓殖大学・工学部・教授

研究者番号：10195232

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：金属テクスチャの審美的特性について、金属種、加工条件が評価の及ぼす影響を、統計的手法を用い明らかにした。審美的特性は、92の評価用語をDEMATEL法で階層化し、デマテル法で導き階層化した。さらに金属テクスチャ評価結果をコレスポネンス分析で分析し、金属テクスチャ試料片と評価用語の関係を構造化した。金属テクスチャ評価では、オノマトペおよび単感覚を表象する形容詞を用いることで、ユーザが直感的に評価しやすくなり、表面粗さ指標、光沢度、色度等の物理特性値との関係を高精度に導くことができた。

研究成果の概要(英文)：We investigated about the index for metal texture selection, as example of achromatic metal series with mirror-finished or shot-blasting-finished. It was able to systematize by relationship between evaluation terms from the user and physical factors, which are surface roughness, shot materials and metal species. The causality of 92 terms in this investigation was evaluated by experts. The result was analyzed by DEMATEL method aim to classify each term into hierarchy structure depending on 4 abstractions. Subsequently, samples of metal texture were evaluated by users using 35 terms as onomatopoeia, which are answerable intuitively and easily. The result was analyzed by Correspondence analysis to conduct between these terms and physical characteristics. As the result, we proposed systematic index with path and numeric to express the relationship. It is traceable with flow type from either concept term or inspiration of metal texture.

研究分野：工学

キーワード：金属テクスチャ 印象評価 表面粗さ 階層構造

1. 研究開始当初の背景

工業製品の外観を構成する造形要素は、形体、色彩、テクスチャである。近年は、外観形状や機能による差別化が困難なことから、テクスチャが重視される傾向にある。例えば、デジタル製品や腕時計などに用いられる金属テクスチャは、高級感や近未来感などの審美性を演出する一つの要素であり、デザイナーは、製品コンセプトに応じて材料選定や表面加工に工夫を凝らしている。

金属テクスチャは、機械設計分野においては表面粗さなどの物理的指標によって標記されるが、人の認知や審美的評価は、光の反射特性、摩擦、質量、温度などを刺激とした知覚の総体としてなされる。そのため、各生産工程において複雑なテクスチャ情報を正確に伝達することは困難であり、各工程での出戻り、開発期間延長によるコスト増などが問題となっている。現在用いられる伝達指標は、主に標準見本や限度見本などであり、微妙な調整は言語を介して行われている。デザイナーが求めるテクスチャを得るには、テクスチャを表象する評価用語や物理特性値を体系づけた指標が必要となる。

そこで、テクスチャに関する審美性に関する評価用語を定量的に整理し、数値化された物理特性を体系づけることは、テクスチャ選定や伝達指標として有用といえる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、金属テクスチャの審美性に関する評価用語と表面粗さ、投射材、金属種などの物理特性との関係を導き、階層分類を用いて体系的指標を作製することである。

3. 研究の方法

3.1. 金属テクスチャ試料片の作製

試料片に用いた金属種は、現在流通している約 155 種類(純金属と合金を合わせ)から、色による因子や先入観を除くために無彩色系金属に絞り、価格、流通量、化学組成、発火に関する安全性などを考慮し、下記に示す 5 種とした。

1. アルミ (アルミニウム合金 A5052_O)
2. 銀 (純銀)
3. 白銅
4. チタン (純チタン 第 1 種)
5. ステン (ステンレス SUS304)

試料片の表面加工は、バフ研磨により表面を平滑にする一次加工を施し、模様加工にはショットブラスト加工(梨地仕上げ)を施した。鏡面加工の試料片は、一次加工を施した後、さらにラップ処理を施した。ショットブラスト加工の投射材は、表面の模様付けに適したガラス系のガラスビーズ、セラミック系のカーボランダム の 2 種を用いた。

ショットブラスト加工の試料片は、表面粗さを表す一般的パラメータの Ra (算術平均粗

さ)を指標として指定し、金属ごとに加工の限界値までを作製した。ガラスビーズ投射による加工限界値は、チタン、ステンでは $Ra1.0$ 付近、銀、白銅では $Ra2.0$ 付近であった。また、白銅 2 試料片は、投射圧による接着面の劣化により使用不能なものが一部生じたため、鏡面加工 5 試料、ショットブラスト加工の投射材ガラスビーズ 13 試料、投射材カーボランダム 19 試料の合計 37 試料であった。

なお、試料片の寸法は、ショットブラスト加工機の投射可能範囲を考慮し、縦:50、横:50[mm]に設定し、厚みは 1[mm]で揃え(白銅のみ流通上の関係から厚み 0.5[mm])、投射による変形を防ぐために、裏面に厚さ 9[m]のステンレス板を接着した。これは、被験者に試料片を手持ちで観察せるため、重量差による金属種の想定や先入観を排除し、印象を視覚情報に限定することが理由である。

3.2. 試料片の物理値測定

試料片の物理量は、粗さ指標の Ra 、複合パラメータである Rq (二乗平均平方根傾斜)などと、光沢度 $Gs(60^\circ)$ や表面色 ($L^*a^*b^*$ 表色系)を測定した。

3.3. 評価用語の構造化と選定

金属テクスチャを表象する評価用語をテクスチャに関して感性評価を行った先行研究、外観に金属を用いた製品のカタログやコラム、色彩イメージ語などから約 350 語収集した。さらに、現在知られている約 4500 語のオノマトペから、90 語を収集した。収集した評価用語の総数は、約 440 語であった。

その後、有識者 3 名による KJ 法を用いた分類や、用語間の類似度を導く評価実験と数量化理論 類およびクラスタ分析、有識者 4 名による用語間の因果関係導出と DEMATEL 法による構造化から人の知覚や認知傾向に応じた、コンセプト、心理的反応、複合感覚、単感覚の 4 つの階層に分類し、用語の因果構造をまとめた。これらの検討から、評価用語は、コンセプト用語 8 語、心理的反応用語 22 語、複合感覚用語 27 語、単感覚用語 35 語の合計 92 語に絞り込んだ。

3.4. 金属試料片に対する心理量の測定

10 名の被験者(20 代学生)を対象に感性評価実験を行い、選定した評価用語から、被験者ごとの評価に個人差が生じにくいと予想される単感覚用語 35 語と金属テクスチャ試料片 37 試料片の物理特性との関係を導いた。評価は試料片ごとに 11 段階の SD 法で行った。

3.5. 構造分析による物理量と心理量の関係導出

印象評価実験の結果について平均をとり、コレスポンデンス分析で分析し、評価用語と試料片の構造を導いた。さらに、クラスタ分析によりカテゴリ分類を行い、考察の手掛か

りとした。評価用語と試料片の関係構造を導き、その要因を測定した金属試料片の物理量により紐解き印象の生成要因を導いた。

3.6. 選択指標の提案

DEMATEL 法とコレスポネンス分析による分析結果をまとめ、金属テクスチャおよび評価用語の選定指標となるフロー式体系図を作製した。

4. 研究成果

本研究を通して、金属テクスチャに関する心理量の生成要因を物理特性より紐解くことができた。

物理量相互の関係については、加工条件である投射材の相違が、明度や光沢度などに変化をもたらしている。その理由として、 Ra と Rq の関係による影響を示唆した。

心理量については、金属テクスチャに関連する用語を有識者による因果関係の評価を分析し、人の知覚や認知傾向に応じた、コンセプト、心理的反応、複合感覚、単感覚の4つの階層に分類した。ユーザによるテクスチャ評価は、オノマトペを主体とした単感覚用語に限定して行った。これらの方法により、評価の個人差や曖昧さを回避することが可能となり、用語と物理特性との関係を高精度かつ詳細に検討することが可能となった。コレスポネンス分析で導いた単感覚用語と試料片の関係構造は、1軸は粗さを表す軸で、試料片の Ra 値と高い相関関係にあったため、ユーザは表面の凹凸感をテクスチャ識別の主な手がかりとしていることが伺える。この軸に対応する用語は、「つるつる」、「すべすべ」など平滑さを表す用語と、「じょりじょり」、「ごつごつ」など粗い状態を表す用語で対の関係性を成した。一方2軸は、光の状態や表面性状の明瞭さを示す軸と捉えられ、「ぼんやり」、「どんより」、「ふかふか」など不明瞭な状態を表す用語が顕著に対応した。

表面粗さごとの傾向としては、鏡面加工による平滑面は、明瞭に知覚され、これに関する物理的要因は、正反射による光強度または輝度コントラストが高いことにあると考えられる。

$Ra0.2$ の試料片の多くは、ぼんやりと不明瞭に認知され、その要因は、正反射光の減少に伴い拡散反射光が増加することにあると想定される。さらに、この粗さでは、 Ra の値が揃っているにもかかわらず、ガラスビーズ投射とカーボランダム投射で異なったカテゴリに分類された。投射材による有意差は多次元配置による分散分析の結果、 $p < 1\%$ であった ($Ra1.0$ を含めた場合 $p < 5\%$)。この差の要因は、 $Ra0.2$ のガラスビーズが、 Ra および Rq との関係で、突出して高い G_s を示していることや、金属種ごとにガラスビーズの L^* が、カーボランダムに比較して高いことにあると考えられる。

$Ra1.0$ は、不明瞭に認知され、 $Ra0.2$ と近

似した関係にある。しかし、投射材または、金属種ごとの傾向は特定し難い。また、ガラスビーズのチタン、カーボランダムの銀、ステンやカーボランダムの白銅は、全体の中心付近に布置されており、扱いが難しいデリケートな粗さといえる。 $Ra1.0$ が特殊な傾向を示す要因は、本稿の範囲では確認できなかった。しかし、 $Ra1.0$ の G_s は、他の粗さに比較して低いため、この特性を中心に、他の指標や近傍の粗さを含めて精査することが有用と思われる。

$Ra2.0, 3.0$ は、粗さに応じて順に明瞭と知覚されている。この要因は、 Rq と強く関連し、高コントラストの無数の細かな光の変化が同時に知覚されることにあると考えられ、この状態が「きらきら」や「ざらざら」という印象との関係性を示しているものと考えられる。

単感覚用語と金属テクスチャの関係に関して、以上の結果をまとめると、投射材ごとの印象の違い、または $Ra0.2, Ra2 \sim 3$ の範囲で印象と物理的要因との関係を導くことができた。 $Ra1.0$ は、投射材による Rq の違い、金属種、輝度コントラスト、正反射光と拡散反射光の分布などが複雑に絡み合うデリケートな粗さであることが明らかとなった。

本研究の最終的な成果として、一連の検討結果をまとめた体系図と、体系図を抽象化したフロー式の模式図を作製した。これらの図は選定指標として提案したものである。体系図は、絞込んだ用語の関連性をパスで表し、単感覚と試料片の関係をコレスポネンス分析のクラスターごとに結んだものである。なお、コンセプト、心理的反応、複合感覚の3層における各用語の布置は、DEMATEL 法で得た総合影響行列に対し2層ごとにコレスポネンス分析を行った結果であった(一部複合感覚に関しては、手作業による位置の修正を行った)。また、デザイナーと加工技術者の情報伝達を考慮し、試料片に加工の目安を付加することも提案した。一方、模式図は、体系図をさらに要約し、関連性を表すパスに、因果関係の評価値を影響度を表す数値として付加したものである。

これらの図から、例えば、デザインコンセプトとなる用語の「モダン」からテクスチャ選定を行う場合は、影響度(得点)の高い用語を選択すると、心理的反応は「洗練された」、複合感覚は「シャープな」、単感覚は「はっきり」となり、鏡面の試料が選定される。

同様に「カジュアル」では、「素朴な」「落ち着きのある」「どっしり」となり、白銅とステンとガラスビーズ投射 $Ra1.0$ 、またはチタンとステンとカーボランダム投射 $Ra1.0$ が選定できる。

一方、この指標は、粗さや金属種などのテクスチャから用語をたどることで、関連性の高い用語をボトムアップ式に選定することも可能である。以上のように、本稿で提案し

た指標モデルを使用し、パスや影響値を手がかりに階層間の関係をたどることで、テクスチャ選定やテクスチャ情報の伝達が容易かつ適切に行なえるものと思われる。この結果は、デザインコンセプトなどで用いる抽象的な用語からテクスチャを探る場合と、試料の粗さや金属種などの物理特性からデザインを行なう場合の双方で役立つものと考えられる。

以上の成果は、日本デザイン学科へ査読付論文として投稿し、査読結果を受けて再投稿をすることである。

さらに、上記検討の予備実験における主成分分析から、光を透過しない金属テクスチャに「透明感」という主成分を抽出することができた。透明感とは、魅惑な審美的用語であるが、その定義が曖昧であるため、金属テクスチャにおける透明感の生成要件を明らかにすることを目的に以下の実験を行った。

試料は透過性素材であるアクリル樹脂とアルミとし、共にショットプラスと加工を段階的に施したものをを用い、アンケート調査およびSD法による感性評価実験を行った。

その結果、透明感を「クリア」「ナチュラル」「クール」「シック」に分類することができ、各分類で、最も高い値の表面粗さ Ra 値を導くことができた。

この検討による成果は、日本感性工学会へ発表済みである。

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)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

竹下成美, 木嶋彰, 滝沢正仁, 石黒陽平
「透過性素材と不透過性素材における透明感評価」, 第 16 回 日本感性工学会大会, 2014-9, 6410-B34

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木嶋彰 (拓殖大学 教授)

研究者番号: 10195232

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

維持