

令和 3 年 6 月 19 日現在

機関番号：52501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11513

研究課題名(和文)日本の伝統工芸と工業製品を融合するために漆黒を基準として黒色の品質感を数値化する

研究課題名(英文)Quantification of black quality based on black lacquer in order to integrate Japanese traditional crafts and industrial products

研究代表者

小田 功(Oda, Isao)

木更津工業高等専門学校・機械工学科・教授

研究者番号：80321404

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文):半透明物体に縞パターンを投影し、縞パターンの照射部と遮光部における明度の差から、半透明体の濁り感を数値化する技術を開発した。研究代表者らが開発した技術は、物体の厚みの影響を受けずに濁り感を数値化できることを示せた。次に、色合いの異なる黒色試料を用いて視感評価を行い、黒色の色合いと品質感との関係を調べた。その結果、明度が高くなるとほぼ線形的に品質感が低下しており、強い負の相関があることがわかった。さらに、黒色の品質感が高くなる最適な色合いがあるということもわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果から将来的に、漆工品などの日本の伝統工芸品の品質を客観的に評価できるだけでなく、非破壊による半透明体の透明感の測定、黒色の品質感を評価する測定装置、品質感も加味した黒色の基準チャート、見た目が漆と同じ塗料、成形するだけで漆と同じに見える樹脂材料など、工業分野においても様々な具体的な応用を生み出すことができる。すなわち本研究は、日本の伝統工芸と工業を融合した「所有することで高い満足感が得られる」工業製品作りにも寄与することになる。

研究成果の概要(英文):We have developed a technique for projecting a striped pattern on a translucent object and quantifying the turbidity of the translucent body from the difference in brightness between the irradiated portion and the light-shielded portion of the striped pattern. It was shown that our technique we have developed can quantify the feeling of turbidity without being affected by the thickness of the object. Next, visual evaluation was performed using black samples with different shades, and the relationship between the shades of black and the sense of quality was investigated. As a result, it was found that as the brightness increased, the sense of quality decreased almost linearly, and there was a strong negative correlation. Furthermore, it was found that there is an optimum shade that enhances the quality of black.

研究分野：光応用技術

キーワード：半透明体 透明感 感応評価 樹脂 漆 黒色 一対比較法

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

現在では、さまざまな物理量の高精度計測が可能になってきている。ところが世の中には、まだ定量的な計測が難しい量も多くある。それが感覚量である。感覚量は主観に依存する量であるため、客観的な計測が困難である。このため感覚量の定量化ができれば、計測の未開領域を開拓することができる。

本研究で注目する感覚量は、黒色の品質感である。品質感が高いといわれている日本の伝統的な黒色塗料に漆がある。漆が高品質な黒色であることは、深みがあり艶やかな黒のことを「漆黒」ということからわかる。日本人は、昔から「深み」、「艶やか」、「しっとり」といった感覚的な表現で、漆の高品質感を表現していた。しかしなぜ漆の黒色が高品質に感じられるのか、そのメカニズムは解明されていない。

また一般に黒色は光を吸収するため、市販の分光測色計などの計測機器を用いても信号が微弱であり、わずかな色合いの差異の識別ができないという問題がある。すなわち色合いの差異の数値化が、最も困難な色が黒なのである。このため、黒色の評価技術の確立が望まれていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、黒色の品質感を数値化することである。数値化のためには基準が必要である。そこで高品質な黒色である漆を基準とし、それを他の黒色と比較することにした。漆は黒色度が高いだけでなく透明度も高い塗料である。このため塗膜内部に入射した光が塗膜内で散乱し、再び外部に出射している。この塗膜内部から出射している光の色合いの差異が品質感に関係している可能性がある。市販の計測機器ではこのようなわずかな色合いの差異を識別できないが、我々は、見分けている可能性がある。

これまでの研究代表者らの研究成果から、(a) 黒色の色合いが赤色味であると品質感が高く見える可能性がある、(b) 漆内部からの散乱光は近赤外光を含む長波長域である可能性がある、ことがわかっている。そこで可視光から赤外光の境界域において、質感の差が感じられる限界の色合いの差を見つけ出す。本研究は将来的に、漆塗りという日本の伝統工芸品の品質感を、工業製品にももたらすことにも寄与する。本研究は、日本の得意分野である伝統工芸と工業を融合することで日本の物作りの復活を目指す、意義深いものである。

3. 研究の方法

研究代表者は、表面からの散乱光よりも内部からの散乱光が品質感に関係していると考えていた。その仮定が正しければ、厚く透明度の高い塗膜と薄く透明度の低い塗膜とでは、光の透過率が同じであっても、見た目の品質感に差が生じている可能性があった。厚く透明度の高い塗膜の方が内部からの散乱光が強いからである。この仮定を検証するために、塗膜の厚さと濃度、および色合いをパラメータとして変化させた試料を作製した。

作製した試料を被験者に観察してもらい、塗膜厚や濃度、および色合いをパラメータとして品質感がどのように変化して見えるかアンケート調査に基づく官能評価をした。官能評価の結果は、サー斯顿の一对比較法を用いて分析した。

4. 研究成果

一般に、半透明物体の内部散乱光を検出する技術に濁度測定がある。従来までの濁度測定の

方法では、「厚みが厚くて散乱体が低密度の物体」と「厚みが薄くて散乱体が高密度の物体」とを比較すると、内部散乱光の強度は物体の厚みの影響を受けてしまうため、内部散乱光の強度が等しくなることもあり得る。このため従来までの濁度測定の方法を適用しようとしても、「物体内部における深さ方向に対する散乱度合い」を定量化することはできない。そこで研究代表者らは、半透明物体に縞パターンを投影し、縞パターンの照射部と遮光部における明度の差から、半透明体の濁り感を数値化する技術を開発した。

黒色の物体からの内部散乱光の強度は微弱であり、現状では黒色物体の濁り感を数値化することは困難だと考え、開発した技術の原理を検証することにした。そこで半透明物体として、ポリプロピレンに乳白色顔料を加えた物を使用した。この顔料濃度と物体の厚みを変えることで複数の測定試料を作製し、厚みの影響を受けずに濁り感が数値化できるか検証することにした。検証した結果、研究代表者らが開発した技術は、物体の厚みの影響を受けずに濁り感を数値化できることを示せた。

次に、色合いの異なる黒色試料を用いて視感評価を行い、黒色の色合いと品質感との関係を調べた。試料は三層構造になっている。下層は光の透過を防ぐための不透明黒色ポリカーボネイト板である。上層は1 kgの透明ポリカーボネイト樹脂に0.30 gのカーボンブラック顔料を添加した半透明黒色のポリカーボネイト板である。これら二つの層の間に市販の色紙を挿入してあり、この色紙が中間層となる。上層の半透明黒色ポリカーボネイトを通して色紙の色が透けて見えることから、色紙の色を変えることで、試料の黒色の色合いが変化して見えることになる。11人の被験者に作製した黒色試料を観察してもらい、色合いの品質感を評価した。評価結果を、サーストンの一対比較法を用いて分析した。

使用した色紙の明度と黒色試料の品質感の尺度値との関係から、明度が高くなるとほぼ線形的に品質感が低下していることがわかった。この相関係数を計算したところ、 -0.91 と強い負の相関があることもわかった。次に彩度と品質感との関係も、明度と同様に調べた。白と黒はどちらも低彩度であるが、黒は品質感が最も高く、白は品質感が最も低かった。青、赤、黄、緑はどれも彩度が高いが、品質感は一様でなかった。この相関係数を計算したところ、 -0.26 とほとんど相関がなかった。以上の結果より、彩度に関しては品質感との間に明確な関係性を見出すことはできなかった。

以上の研究では、樹脂板を試料としていた。この問題点は、試料の厚さを任意に変えられないことであった。そこで試料を液体に変更し、試料の厚さを任意に変えられるようにした。試料を液体に変更することにもない、新たに実験装置を開発した。試料は、230 mlの水に対して0.3 gの黒色塗料を加えた溶液を基準とした。この基準とした試料に、赤色塗料を0.2 gずつ5回に分けて加えた溶液を、官能評価での観察試料とした。これと同様に青色の試料も5種類、製作した。これらの試料を5人の被験者に観察ブースを用いて観察してもらい、官能評価に関するアンケート調査を行った。アンケート調査の結果を、サーストンの一対比較法を用いて分析した。その結果、最も尺度値が高い試料は、赤色塗料が0.8 gの試料と青色塗料が0.4 gの試料であった。このことより、黒色の品質感が高くなる最適な色合いがあるということがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 小田 功, 下出祐太郎, 黒田孝二	4. 巻 50
2. 論文標題 蒔絵に使用する金粉形状による製作工程の違いが色彩と光輝感に与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 光学	6. 最初と最後の頁 207-215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小田功, 新田航平, 吉田大輔	4. 巻 84
2. 論文標題 縞パターンへの投影による半透明体の濁り感の測定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 精密工学会誌	6. 最初と最後の頁 806-812
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小田 功, 黒田孝二
2. 発表標題 蒔絵に使用する金粉の形状が色彩ときらめき感に与える影響
3. 学会等名 日本機械学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小田 功, 佐久間巧, 吉田大輔
2. 発表標題 黒色漆の品質感評価
3. 学会等名 第27回機械材料・材料加工技術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	吉澤 陽介 (YOSHIZAWA Yosuke) (30600415)	木更津工業高等専門学校・情報工学科・准教授 (52501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------