

令和 4 年 4 月 6 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11511

研究課題名（和文）質感を考慮した白色度評価手法の確立

研究課題名（英文）Establishment of whiteness evaluation method considering texture

研究代表者

片山 一郎（Katayama, Ichiro）

近畿大学・生物理工学部・教授

研究者番号：70369916

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）：本研究は、テクスチャが白色知覚に与える影響を明らかにすることを目的として、輝度変調によってテクスチャを表現した画像と表面に凹凸を有する実物体サンプルを用いて視感評価を行った。画像および実物体のいずれにおいても、主観的等価輝度は平均輝度よりも高い値であり、増白効果が認められた。これは、刺激の低輝度部分が低反射率領域としてではなく、凹凸によって生じたような白色表面の陰影として知覚されるためと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの白色物体は、その表面に固有のテクスチャを有し、われわれはテクスチャに起因する輝度の2次元分布に基づいて、白色を知覚している。しかし、テクスチャが白色知覚に与える影響は未解明であり、現行の白色度評価法は、測定領域を平均化した輝度情報に基づくため、テクスチャを有する白色物体の適切な評価ができない。本研究の成果は、刺激についての主観的等価輝度と平均輝度との差異を明らかにし、測定器で得られる平均輝度から知覚白色度を推定する基礎を与えるものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted visual evaluation experiments to clarify the effect of texture on white perception using textured images by luminance modulation and real object samples with uneven surface.

The subjective equivalent luminance was higher than the average luminance in both the images and the real objects, and thus the whitening effect was observed. It is considered that this is because the low-luminance part of the stimulus is perceived not as a low reflectance region but as a shadow of a uniform white surface caused by unevenness.

研究分野：色彩工学

キーワード：テクスチャ 知覚白色度 主観的等価輝度

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

白紙や白布などの白色物体の価値は、知覚的な白さによって左右される。そのため、知覚的な白さを増す方法と定量的な評価方法については多くの取り組みがなされ、前者は蛍光増白剤として、後者は 1986 年に国際規格化された CIE 白色度式で一応の完成を見た。しかし、同じ白色度の白紙や白布であっても、光沢や織の種類といった表面性状に起因する質感の差異が知覚されるが、従来の白色度評価では、質感の影響は一切考慮していない。

### 2. 研究の目的

輝度変調によってテクスチャを表現した白色刺激および表面に凹凸を形成した石膏サンプルを用いて白色感の視感評価を行い、テクスチャが白色知覚に与える影響を明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 輝度変調によってテクスチャを表現した白色刺激の場合

白色点を標準イルミナント D65 の色度に一致するように調整した LCD (EIZO CG223-W) を用い、輝度変調によってテクスチャを表現した白色刺激と、さまざまな輝度のテクスチャの無い均一な無彩色刺激とを灰色背景上に並置して呈示し、より白く見える方を被験者に選択させた。いずれの刺激も 189×189 画素の正方形とした。テクスチャは、Photoshop® を用いて作製した画布を模したパターン (canvas)、その画布パターンをガウシフィルタによってぼかしたパターン (canvas\_gf)、絞り染めの凹凸を有する正絹布を撮影してグレースケール化したパターン (puresilk) の 3 種類を用意した。いずれのテクスチャも水平垂直方向に規則性を有するパターンである。呈示したテクスチャ画像を図 1 に示す。

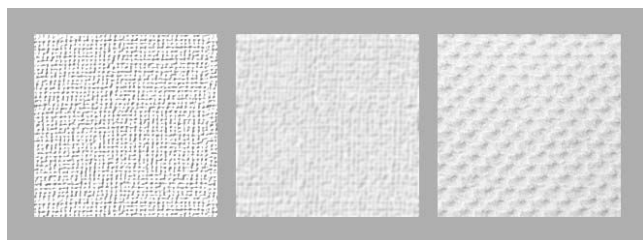


図 1 テクスチャ画像

(左から canvas, canvas\_gf, puresilk)

それぞれのテクスチャ画像について、縦横 3×3 分割、9×9 分割、27×27 分割、63×63 分割、189×189 分割してランダムに再配置することで、輝度ヒストグラムを変化させずにテクスチャの異方性のみを変化させた。呈示刺激は一辺 50mm であり、被験者は距離 60cm で観察した。被験者は、正常色覚、正常視力 (矯正を含む) を有する 20 代の男女合計 16 名であった。

#### (2) 表面に凹凸を形成した石膏サンプルの場合

表面に凹凸を形成した石膏サンプル (標準刺激) と表面が平滑な石膏サンプル (比較刺激) を並置し、隔壁を挟んでそれぞれ独立した白色 LED 光源 (相関色温度 7800K) で照明した。被験者に一定照度で照明された標準刺激と白さが等しくなるように比較刺激の照度を調整させ、その時の比較刺激の輝度 (主観的等価輝度) を記録した。標準刺激は、凸部を形成した 3 種類 (凸 1SR2, 凸 0.5SR2, 凸 0.5 三角錐)、凹部を形成した 3 種類 (凹 1SR2, 凹 0.5SR2, 凹 0.5 三角錐) の合計 6 種類を用意した。いずれの凹凸も水平垂直方向に規則性を有するパターンである。

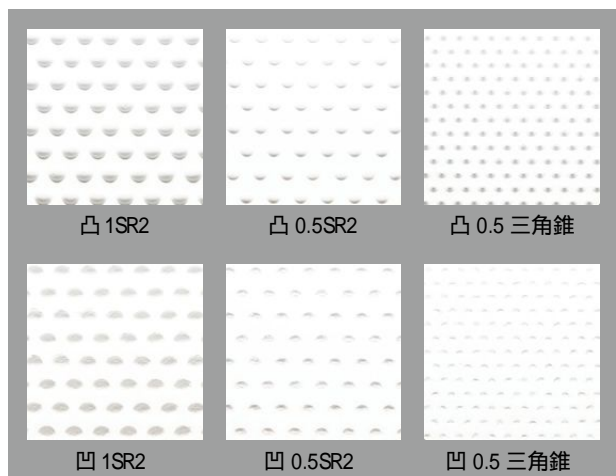


図 2 標準刺激 (評価対象サンプル) の外観

呈示した標準刺激の外観を図 2 に示す。標準刺激および比較刺激の視感反射率は 92%、一辺 50mm の正方形であり、鉛直方向に対して 30° で保持した。被験者は、両眼自然視で刺激から 60cm の距離で観察した。6 種類の標準刺激それぞれについて、8 回主観的等価輝度を測定した。なお、標準刺激と比較刺激の空間的順位は 4 回測定した後入れ替えた。被験者は、正常色覚、正常視力 (矯正を含む) を有する 20 代の男女合計 10 名であった。

### 4. 研究成果

(1) 輝度変調によってテクスチャを表現した白色刺激の場合

視感評価結果から、テクスチャ画像と同等の白さに知覚される無地の無彩色

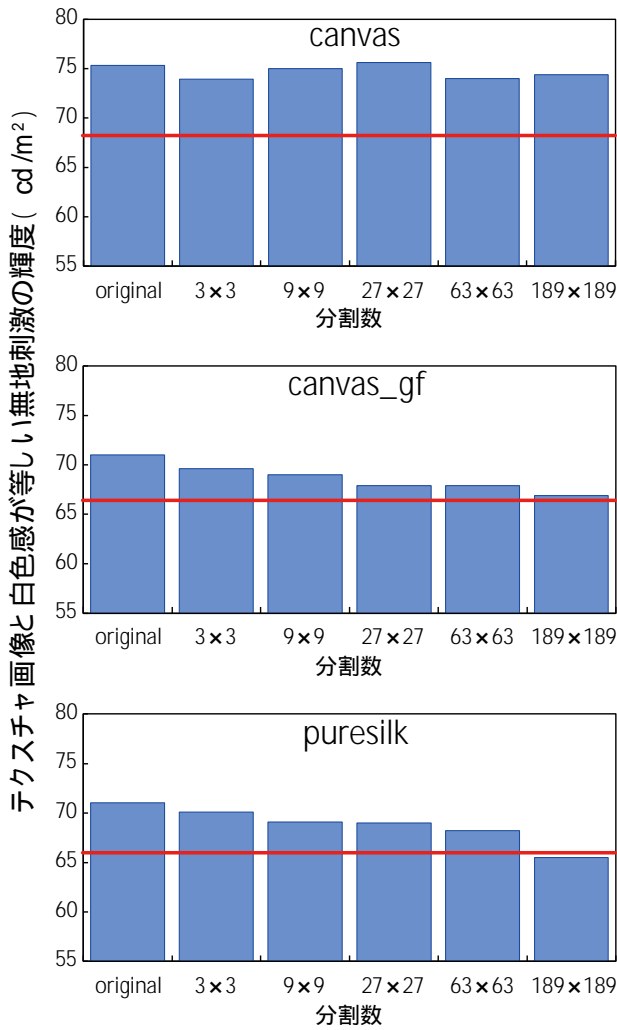


図3 テクスチャ画像と白色感が等しい無地の無彩色刺激の輝度

刺激の輝度（白色感評価におけるテクスチャ画像の等価輝度）を求めた。その結果を図3に示す。

図3において、横軸は画像の分割数を、縦軸は輝度をそれぞれ表している。図中の赤い水平線は、テクスチャ画像の平均輝度である。分割再配置をしていないオリジナルの状態では、“canvas\_gf”および“puresilk”の白色感は、それらの平均輝度より約7%高輝度の無地の無彩色刺激と同等であった。これは、テクスチャを構成する低輝度領域が低明度の表面ではなく、白色表面の凹凸によって生じた陰影と知覚されることで、テクスチャ画像の平均輝度よりも明るい刺激と等価な白色感が生じたためと考えられる。また、テクスチャ画像の分割再配置によって異方性が低下すると、この効果は減少し、189×189分割では、ほぼ消失した。これは、異方性の低下によって白色表面の凹凸に起因する陰影としての知覚が弱まり、様々な輝度の画素が不規則に存在する刺激と知覚されたことによると考えられる。

(2) 表面に凹凸を形成した石膏サンプルの場合

標準刺激の平均輝度と主観的等価輝度の平均値の差の検定（ランク化 t 検定の Welch の方法）を行ったところ、いずれの標準刺激についても、1%水準で有意差が認められた。次に、標準刺激の平均輝度に対する主観的等価輝度の割合を求めた。その結果を図3に示す。図中の折れ線は、標準刺激の輝度の標準偏差である。図3より、いずれの標準刺激についても、主観的等価輝度は標準刺激の平均輝度よりも5~20%程度高く、表面に凹凸のある白色

物体は、その平均輝度以上に明るく、より白く知覚されることがわかる。これは、標準刺激の低輝度の領域は、低反射率表面としてではなく、低照度下の高反射率表面として認識されていることを示している。

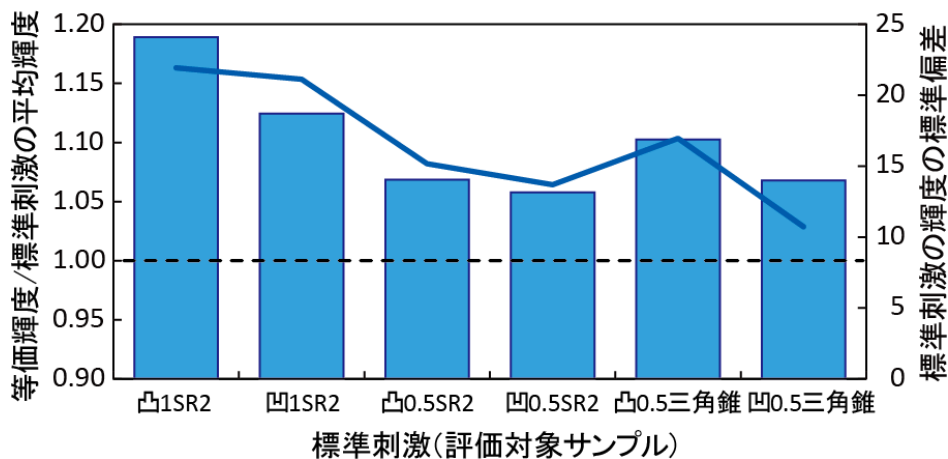


図4 標準刺激の平均輝度に対する主観的等価輝度の割合

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Ichiro Katayama, Kin'nosuke Yamaji, Shogo Nishi, Motonori Doi
2. 発表標題 Effect of texture on whiteness perception
3. 学会等名 AIC2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山路金之介, 片山一郎
2. 発表標題 物体表面の凹凸による陰影が白色知覚に与える影響
3. 学会等名 日本色彩学会関西支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山路 金之介, 片山 一郎, 西 省吾, 土居 元紀
2. 発表標題 テクスチャが白色知覚に与える影響
3. 学会等名 日本色彩学会第51回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ichiro Katayama, Kin'nosuke Yamaji
2. 発表標題 Effect of the shade due to the surface unevenness of objects on whiteness perception
3. 学会等名 AIC2021 (国際学会)
4. 発表年 2021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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------