

実大投影画像を用いた木製天板の色合わせ指針の検討

山口穂高^{*1}, 藤巻吾朗^{*1}, 吉田宏昭^{*2}

Study on Color Matching Guide of Wooden Top Boards Using Full-scale Projected Image

YAMAGUCHI Hodaka^{*1}, FUJIMAKI Goroh^{*1}, YOSHIDA Hidoaki^{*2}

これまで職人の目視に頼っている木製天板の色合わせを数値化して指針を算出することは有意であるが、自然物で大きな対象である木製天板の実物を用いて、その色合わせの程度を系統的に調整することは困難である。本報告では、できるだけ臨場感を損なわず、かつ、系統的にサンプルを展開するために、コンピュータシミュレーションで作成した画像とプロジェクターを用いてサンプル画像を実物大で提示する手法を採用し、隣接材の明暗の違いと天板内の空間周波数を変数とした視覚的な印象評価実験を行った。その結果、天板として「シンプル」「一般的な」印象を与えるには、隣接材の明暗の差を小さくすることが重要であることが分かった。また、隣接材の明暗がある程度あっても、天板内の空間周波数を4分割にすることで、「一般的な」印象を高められることが示唆された。

1. 緒言

製品の価値には機能、信頼性、価格といった基本的な製品価値のほかに、作り手と使い手の共感を生むような感性価値が提案されている¹⁾。岐阜県の木製家具の基本的な製品価値においては、例えば、飛騨の家具認証において強度試験の実施が義務付けられているように²⁾、すでに一定以上付与されていると考えられる。そこで本研究では、木製品に感性価値を付与する製品開発に着目した。製品の感性価値を高めることは、対象を人が評価した際の印象や生理反応を数値化し、設計にフィードバックするという感性工学の手法を活用することで実現できると考えられる³⁾。

本研究で対象とする木製品は、ダイニングテーブル用の木製天板とし、評価対象とする感性価値は木目柄の見た目の印象とした。具体的には、木製天板の幅はぎ工程における個々の木材(エレメント)間の色合わせの程度を人の主観的な印象と対応させることを試みた。これは、木製天板の幅はぎ工程は、現状では職人の目視に頼っており、消費者の所望する木目柄の印象を数値化することが求められているためである。

一方で、木製天板のような自然物でかつ大型の対象物において設計値を系統的に変更したサン

プルを調整するのは困難である。これを解決するためには実験刺激にコンピュータ・グラフィックス(以下、CG)技術によって加工した画像を用いることが考えられるが、画像の提示方法によっては実物の評価よりも臨場感が損なわれるといったデメリットがある。そこで本研究では、できる限り臨場感を損なわずに木製天板の印象評価ができるように、プロジェクターを用いて、水平面に実大相当のサイズで木製天板の画像を投影する手法を採用した。

本報告は以下の2つの実験より構成される。ひとつ目は、投影画像を用いた印象評価の妥当性の検討であり、ふたつ目は、色合わせの程度をCGによって系統的に調整した投影画像の印象評価実験である。本研究の目的は、投影画像を用いた印象評価の妥当性を確認したうえで、木製天板の幅はぎ工程における色合わせの程度と主観評価の対応を明らかにすることである。

2. 天板の投影画像を用いた感性評価の妥当性

2.1 方法

まず、木目柄の異なるダイニングテーブルのサンプルとして、図1に示す3枚の天板(1,500×850mm)を用意した。これらはいずれもレッドオーク(*Quercus rubra*)のまさ目材を幅方向にはぎ合わせた木製天板であった。これらのサンプルを用いて、実物の見た目の印象を評価する実験と、サ

^{*1} 試験研究部 ^{*2} 信州大学繊維学部

サンプルを撮影した画像をプロジェクターによって投影した際の見た目の印象を評価する実験を行い、両者の結果を比較した。

印象評価実験の様子を図2に示す。実物の評価は照明を統制できる実験室内で行った。サンプルを黒色布で覆った高さ 720 mm のテーブルの中央部に設置し、上部に照明装置 (THOUSLITE LEDCube) を設置した。サンプル中央での照明環境は、照度 711 lx、色温度 6,475 K、色偏差 0.0026、CIE Ra 96.8であった。被験者はサンプルの長辺が横になる向きで高さ 430 mmの椅子に着座してサンプルを観察した。投影画像の評価は、前述と同じテーブルに敷いた白色紙 (EPSON MC マット合成紙2) にサンプルの画像を超単焦点プロジェクター (RICOH PJ WX4153, 解像度: 1,280 × 800) によって投影することで実施した。投影の際は室内の照明を消灯したが、被験者の観察方法は実物の評価と同様にした。

それぞれの実験において、被験者には評価用語の調査⁴⁾の結果から選定した11用語 (シンプルな、ランダムな、あたたかい、きれいな、おしゃれな、一般的な、個性的な、違和感のある、ダイニングテーブルに適する (以下、DTに適する)、好き、嫌い) について、サンプルの見た目の印象を評価させた。評価にはvisual analog scaleを用いた。長さ100mmの線分を用意し、左端に「全くない」、右端に「非常に」の用語を対応させ、被験者には印象に対応する位置に印を記入させた。解析の際は線分の左端から印までの距離を1mm単位で計測し、評価値とした。

この実験の被験者は10名 (男性7名、女性3名、44.7±8.0歳) であり、同じ10名が別日に実物の評価実験と投影画像の評価実験を行った。

2.2 結果と考察

実物の評価と投影画像の評価において各サンプルの平均評価値を求めた結果を図3に示す。まず、実物の評価に着目すると、天板Bと天板Cの評価は類似しており、「ランダムな」「個性的な」「違和感のある」という評価を得たことがわかる。逆に天板Aは「シンプルな」「きれいな」「一般的な」「DTに適する」と評価された。これらのサンプル間の相対的な評価傾向は投影画像の評価においてもある程度対応しており、「シンプルな」「ランダムな」「個性的な」の評価用語では実物の評価と投影画像の評価において評価の傾向が一致している。一方で、より総合的な評価用語である「違和感のある」「DTに適する」「好き」「嫌

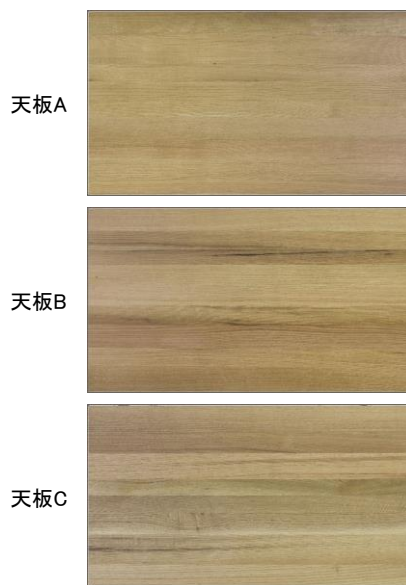


図1 実物サンプルとして用いた幅はぎ天板



図2 印象評価実験の様子
(上: 実物の評価、下: 投影画像の評価)

い) においては実物の評価傾向と投影画像の評価傾向に差がみられる。

続いて、各サンプルにおいて実物の評価と投影画像の評価を比較し、評価値の差の絶対値を求めた (図4)。この結果より、天板Aの評価での誤差は全体的に小さいことがわかる。また、天板Bと天板Cにおいては、評価用語によっては誤差が大きく表れているものがある。天板Bでは、「きれ

いな」「おしゃれな」「一般的な」といった抽象的な印象の用語と「違和感のある」「DTに適する」「好き」「嫌い」といった総合的な評価の用語において比較的誤差が大きかった。天板Cでは「あたたかい」と「違和感のある」の評価では比較的誤差が大きかった。

以上の結果より、「シンプルな」「ランダムな」といった見た目の均一さ／不均一さと対応すると考えられる用語⁵⁾の評価においては、投影画像を用いた評価でも実物の評価と同等の結果が得られたといえる。したがって、各評価用語のうち、より低次元な印象である物理的特徴と対応する評価用語は、投影画像を用いた評価でも十分に評価が可能だと考えられる。また、天板の柄によっては誤差が大きくなる可能性もあるが、「一般的な」「個性的な」といった、他のサンプルと比較するような評価用語でも実物の評価と投影画像の評価との誤差が少ないと考えられる。一方で、特に天板B、天板Cのような複雑な意匠を有するサンプルにおいて、特に「好き」「嫌い」などの総合的な評価用語で実物の評価と投影画像の評価との対応が低かった。この理由として、より高次元な総合評価を判断する段階では、シンプルかランダムかといった単純で包括的な評価だけでなく、細かな木目模様や局所的な節といった、細部の印象の評価も加味されており、それらがプロジェクターを用いた投影画像では表現しきれなかったことが考えられる。

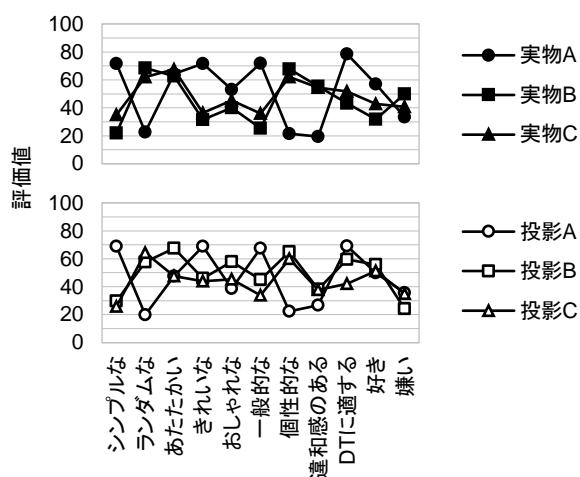


図3 実物評価と投影画像評価における各サンプルの平均評価値
(上：実物評価、下：投影画像の評価、n=10)

3. 色合わせの程度が異なる木製天板の評価

3.1 方法

本研究では、サンプルの木目柄は固定し、色合わせの程度のみを系統的に展開する必要がある。木目柄の固定については、実物の天板を撮影して得られたエレメント画像を木製天板のCGの原稿とし、その原稿を投影サイズ1200×640mmのキャンバス上に短辺方向へ8枚並べることで実現した。本研究で用いた原稿は図1の天板A~Cの画像からエレメントごとに切り出した画像20枚のうち、できるだけ節や柄の変化の少ない8枚とした。続いて、色合わせの系統的な展開については、今西ら⁵⁾の方法を用いて行った。この手法では、まず、カラー画像である原稿をモノクロ化する。その後、エレメント間の色味をそろえるために当該エレメントの平均輝度と輝度の標準偏差によって各画素の輝度を標準化し、新たに任意の平均輝度と標準偏差を与えた画像を生成するといった手順が実行される。また、モノクロ画像をカラー画像に変換する際には、各画素の輝度に任意に定めたRGB値の範囲を比例分配することで行う。

以上の手法を用い、本研究では、等幅の8枚のエレメントから構成される木製天板において、明暗の分割数（2分割、4分割、8分割）と明暗の差（ 1σ 、 2σ 、 3σ ）を変数とした。分割数は8枚のエレメントのどの境界で明暗の差をつけるかを表しており、明暗の差の程度はエレメント間の平均輝度の差を表している。本研究では、平均輝度の差として、天板A~Cに含まれるエレメントの20枚分の平均輝度の標準偏差（ $\sigma=14$ ）の何倍かで示した。一方で、木目の目立ち具合を表すエレメントごとの標準偏差と色を表すRGBの範囲は固定した。以上より、本研究に用いた9枚のCG画像は、木目柄とその木目の目立ち具合は統一されたうえで、明暗の差が表れる境界の数とその程度を系統的に調整されたこととなる。図5に本研究で用いたCG画像9枚を示す。9枚のCG画像の印象評価は2.1の投影画像の評価と同様の方法で行った。ただし、結果については、2.2より評価の妥当性が高いと結論づけられた、「シンプルな」「ランダムな」「一般的な」「個性的な」の4つの評価用語についてのみ示す。この実験の被験者は2と同様の10名（男性7名、女性3名、 44.7 ± 8.0 歳）および大学生16名（男性8名、女性8名、 23.2 ± 0.9 歳）の26名とした。

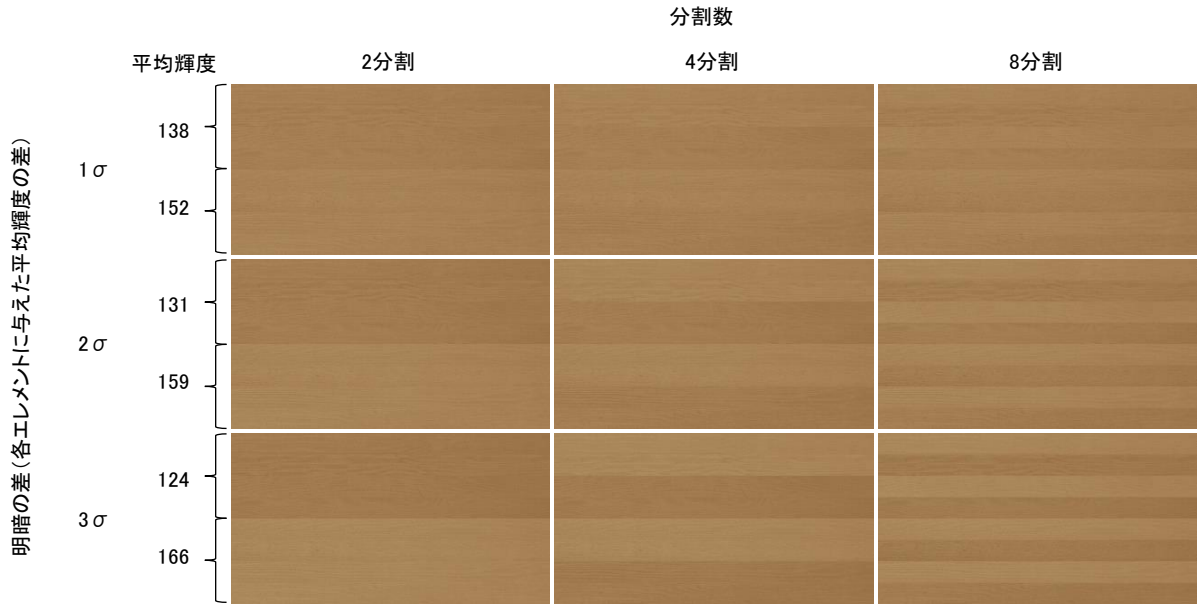


図5 CGによって生成した木製天板のサンプル画像

3.2 結果と考察

各評価用語における評価値の平均値と標準偏差を図6に示す。この結果より、「シンプルな」と「ランダムな」、「一般的な」と「個性的な」において、おおむね対応した評価傾向がみられる。また、各評価用語において、明暗の差と分割数を要因とする二元配置分散分析を行った結果、各評価用語において、明暗の差と分割数の主効果が有意であり、交互作用は有意でなかった(表1)。

「シンプルな」の評価においては、明暗の差が小さく、かつ、分割数の少ないサンプルのほうが高評価であることがわかる。「ランダムな」の評価は、「シンプルな」の評価と逆の傾向を示しているが、一方で、明暗の差の影響は少ないと考えられる。また、「ランダムな」の評価は全体的に低値であった。これは、本研究で用いたCG画像が周期的に明暗の差をつけたサンプルであったため、柄に規則性があり、「ランダムな」と評価されにくかったためであると考えられる。

「一般的な」の評価は明暗の差が小さいサンプル群で評価が高く、逆に、それらのサンプルは「個性的な」の評価が低値であった。このことから、エレメント間の明暗の差が小さいサンプルのほうが「一般的」な印象を与えられられる。一方で、明暗の差が大きい2σと3σのサンプル群においては、2分割のサンプルおよび8分割のサンプルよりも4分割のサンプルのほうが一般的で個性的でないという評価を得たことがわかる。このことから、縞模様の周波数には適値があると考えられる。これは、幅はぎ材の色合わせを行う際

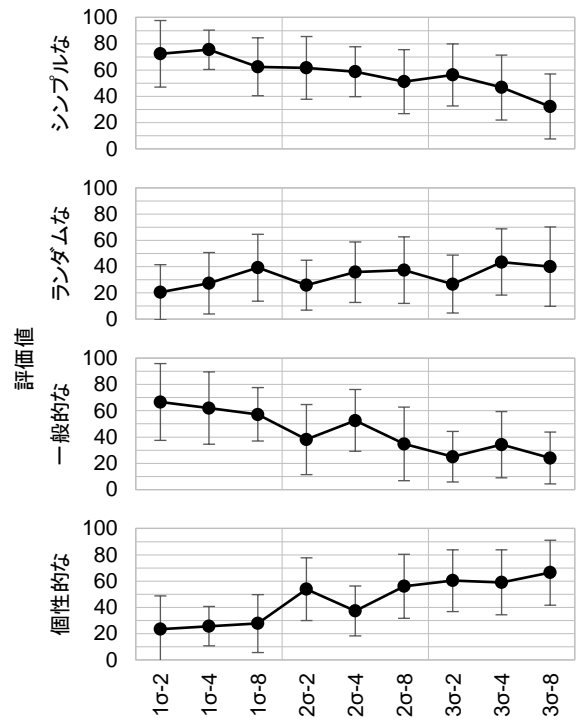


図6 CG画像の印象評価結果 (平均値と標準偏差、n=26)

表1 二元配置分散分析のp値 (n=26、n.s.:有意差なし、*:p<.05、**:p<.01)

	明暗の差	分割数	交互作用
シンプルな	< 0.001**	< 0.001**	0.118n.s.
ランダムな	0.0239*	< 0.001**	0.267n.s.
一般的な	< 0.001**	0.0062**	0.199n.s.
個性的な	< 0.001**	0.0227*	0.144n.s.

に、一枚板の辺材と心材の色味のグラデーションを参考として、中央部を淡色に、周辺部を濃色にするという慣例があるためだと考えられる。

以上より、幅はぎ材の色合わせ工程において、例えば「一般的」な印象を与える木製天板を製造するためには、エレメント間の明暗の差を小さくすることが重要であると考えられる。また、明暗の差がある程度ある場合には、エレメントの並び順を工夫し、明暗の周期が4分割程度にすることで、「一般的」な印象を高められると考えられる。

一方で、本研究における明暗の差はあくまで画像データにおける輝度によってコントロールしており、実際に投影され、被験者が観察したCG画像の色味を数値化したものではない。今後は、画像の輝度と提示画像の色味を対応させ、さらに実際の木材の色味と対応付けるプロセスを検討する必要がある。

4. まとめ

本研究では、木製品の感性価値を高めることを目指して、木製天板の色合わせ工程の程度と主観評価との対応を調査した。その際、木製天板の見た目を系統的に変更し、かつ臨場感を保った評価を行うために、シミュレーション画像を実大サイズで投影して評価する手法を採用した。

まず、実物の木製天板を評価する実験と同じサンプルをプロジェクターで投影した画像を評価する実験を行い、その評価の差を考察した。その結果、投影画像を用いた木製天板の印象評価実験では、「シンプルな」「ランダムな」のような物理的な評価用語と「一般的」「個性的な」のような他のサンプルと比較するような評価用語において、実物の評価と同等の評価が可能であることが示唆された。したがって、実物サンプルの調整が困難な木製天板などの対象を評価する手法として、プロジェクターを用いた投影画像の評価は有用であるといえる。一方で、抽象的な印象や総合評価においては、特に木目柄が複雑なサンプルで実物と投影画像の評価の誤差が大きかったため、投影画像による評価は初期段階に行い、最終評価は実物を用いることが望ましいといえる。

続いて、木製天板の色合わせ工程の程度を系統的に展開して印象評価実験を実施するために、コンピュータ上で木目柄と木目の目立ち具合を統一したまま、エレメント間の明暗の差と分割数を調整したCG画像を9枚生成した。それらをプロジェクターで投影して印象評価を行った結果、「一般的」と「個性的」の評価はおおむね対応しており、明暗の差が小さいほうが「一般的」の

評価が高く、「個性的」の評価が低かった。一方で、明暗の差があるサンプルにおいては、4分割のサンプルのほうが2分割および8分割のサンプルよりも「一般的」の評価が高かったことから、「一般的」と感じられる木製天板の分割数には適値があると考えられた。以上より、例えば、ダイニングテーブルとして一般的な印象を付与した木製天板を製造したい場合は、エレメント間の明暗の差を小さくし、天板内の濃淡の変化の周期を2周期（4分割）程度にすることが有効であると考えられる。

一方で、本研究における明暗の差の程度はあくまで画像データにおける輝度によって調整したため、実物の木材の色味との対応は未検証である。また、本研究で用いた分割パターン以外にもエレメントの配置のパターンは無数に存在する。投影画像を用いた評価のメリットの一つにCGによって簡易にサンプルパターンを増やすことが可能な点があげられるため、今後はエレメントの配置パターンを増やした研究を展開していくことが有効である。

謝辞

実験刺激の生成方法について多くの助言をいただき、また、木材の柄合わせパターン生成プログラムをご提供いただきました京都大学大学院農学研究科の仲村匡司教授に感謝の意を表します。また、実験の遂行に多大な協力をいただいた日高亜美氏、実験に参加していただいた皆様に感謝いたします。

本研究は一般財団法人越山科学技術財団の研究助成金（臨場感のある居住性評価手法を用いた木製家具の感性評価）を受けて実施しました。

参考文献

- 1) 経済産業省編：感性価値創造イニシアティブ第四の価値軸の提案，財団法人経済産業調査会，2007.
- 2) 協同組合飛騨木工連合会編：飛騨の家具ものがたり，2012.
- 3) 長沢伸也：感性をめぐる商品開発—その方法と実際，日本出版サービス，2002.
- 4) 山口穂高ほか：ヒトの感性に基づいた幅はぎ集成材の設計指針の導出（第2報）柄の異なる木製天板を評価する用語の調査，岐阜県生活技術研究所研究報告，No.21，pp.38-42，2019.
- 5) 今西真佑奈，仲村匡司：様々なコントラストを有する木質フロアパターンの視覚効果，木材学会誌，Vol.65，No.3，pp.138-147，2019.