

機関番号：34517

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700734

研究課題名（和文）

建築仕上げ材の質感表示のための評価指標の提案

研究課題名（英文）

Approach to Evaluation Index for Texture Description of Finishing Material

研究代表者

北村 薫子（KITAMURA SHIGEKO）

武庫川女子大学・生活環境学部・講師

研究者番号：80319855

研究成果の概要（和文）：

内装計画における仕上がりイメージの相違を少なくする質感表示のための客観的指標を提案することを目的とし、白色のサンプルの試作および、反射指向特性の測定を行った。同時に、被験者を用いた視覚的質感の評価実験を行い、表面正常と質感評価の関連を検討した。これらの結果、質感のうち光沢と粗さの評価が反射指向特性と関連することを把握した。

研究成果の概要（英文）：

To find out an objective evaluation index for texture description of finishing materials for reducing complaints caused by differences of imagination in the planning stage of a room, the relationship between evaluations of gloss and surface features was considered. In this paper, specimens with a uniform material, a uniform colour and different texture were used as BRDF measuring objects and for evaluation of textures. As a result, it became clear that BRDF relevant to the evaluations of gloss and roughness.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：家政学

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：建築仕上げ，質感，光沢，粗さ，評価，反射指向特性

## 1. 研究開始当初の背景

空間の快適性の重要な要因である質感について、住環境学の分野においては、客観的評価指標が見出されていないために評価を設計や品質管理に結びつけることが難しい。一方、材料学の分野においては、心理評価の重要性の認識の薄さから、物性測定技術の実

空間への応用が進んでいない。本研究は、両分野の複合的領域として、材料の物性から空間の快適性を予測する手法を確立することを最終目的とし、三次元反射指向特性の質感評価指標としての有効性を検討し、質感を表示しようとするものである。

これまでに本研究に関連して、被験者を用いた実験から、質感の評価尺度の整理<sup>1)</sup>、表

面の色の影響の検討<sup>2)</sup>、材料片から実空間の質感の予測<sup>3)</sup>を行ったほか、質感への照明の影響<sup>4)</sup>を検討した(H12 科研費(奨励研究(A))。一方、物性の把握として、木材等天然の異方性を有する材料については従来の鏡面反射率ではなく三次元的な反射指向特性を検討するべきとの示唆<sup>5)</sup>から、測定角度を変化させ、建築仕上げ材の反射指向特性と質感との対応を検討した(H13 科研費(奨励研究(A))。

#### ※引用文献

- 1) 北村薫子, 磯田憲生, 梁瀬度子: 視覚および触覚における建築仕上げ材の質感評価(第1報) 質感の評価尺度の抽出および単純なテクスチャーを用いた質感の定量的検討, 日本建築学会計画系論文集, 第511号, pp69-74, 平成10年(1998)
- 2) 北村薫子, 磯田憲生: 単純なテクスチャーにおける粗さ感に及ぼす色と粗さの影響の定量的検討, 日本建築学会計画系論文集, 第514号, pp7-11, 平成10年(1998)
- 3) 北村薫子, 磯田憲生, 梁瀬度子: 視覚および触覚による建築仕上げ材の質感評価—質感評価の予測の試み—, 日本インテリア学会大会研究発表梗概集, p47, 平成12年(2000)
- 4) 北村薫子: 建築仕上げ材の質感に及ぼす照度の影響, 照明学会全国大会講演論文集, p143, 平成13年(2001)
- 5) 北村薫子, 井上容子, 梁瀬度子: テクスチャーの評価への反射性状の影響, 照明学会全国大会講演論文集, p269, 平成8年(1996)

## 2. 研究の目的

住宅居室などの内装計画において施工後のクレームにつながりやすい設計側と居住者側の仕上がりイメージの相違を少なくするため、仕上げ材や家具材の見目の質感をわかりやすく表示するための客観的指標を提案することを目的としている。色彩をマンセル表色系や L\*a\*b\*表色系で表示するのと同じように、質感も何らかの指標で体系的に表示することが可能であると考え。標準白色板をもとに明度スケールや彩度スケールがあるように、「標準テクスチャー板」をもとに光沢スケール、粗さスケールといった指標を提案する一助とする。

先行的に、石膏に絵の具を混ぜて着色するという自作の試料を用いて予備的な検討を行い、ある程度の表面精度と測定精度を確認できた。これをもとに、異方性のある建築仕上げ材を含めた反射指向特性の測定を行う。

なお、当該分野におけるこの研究の学術的

な特色・独創的な点として以下の点が挙げられる。

室内の心理的評価に関する知見を積み重ねてきた住環境学と、物性測定技術をもつ材料学の複合的な領域として、両方のノウハウを活かした立場で研究を行う。実空間への応用を常に念頭に置き、基本的条件をおさえたデータに基づいて客観的評価指標を検討する。測定に機器を用いることは一般的であるが、色彩等とは異なり微小なテクスチャーの分布を扱うことから、人間の視覚と対応する解像度を取り扱うことは独創的であり、最終的な評価指標に直接的に反映しないにしても、検討しなくてはならない項目である。

建築材料学・光学・住環境学の各分野において、質感の評価指標として従来の反射率等ではなく、三次元反射指向特性が有用であることが近年理解されている。しかし、まだ測定法が確立されておらず測定例が非常に少ないことから、データベースとして多くのデータを収集する必要がある。本研究は萌芽的なものであり、基礎的なたたき台のひとつであるが、関連分野から必要性の高い研究である。

## 3. 研究の方法

### (1)反射指向特性の測定

予備的検討として行った反射指向特性の測定では、暗室内に試料を設置し、既往研究から得られた示唆から光源と測定部(輝度計)を試料からの角度(15° 間隔)をとって手動で移動させて行った。基礎的段階としては手動でも可能であったが、多量の単純作業を継続する上では、角度設定・測定・記録を自動化する必要があった。

そこで、平成21年度以降実施するにあたって、光源・測定部・試料台を自動で変角させる回転ステージを3軸組み合わせ、コンピュータ制御により効率化をはかることとした。試料から光源・測定部までの距離を1m一定として試料台を中心に回転させ、試料台にあおり角変化をつけることで三次元測定を可能にした。光源を移動させるため、平行光とする装置(レンズ等、照射直径50mm程度)を設置し、試料面での照度を確認しながら、輝度(現有輝度計、視野角2°)の測定を行った。

また、評価指標を簡便なものとするには、必要十分かつ最小限の測定条件を見出す必要があった。人間が視覚によって質感を捉える場合、両眼視差によって反射光の差を知覚していることから、両眼程度の距離の2つの角度への反射の差を検討することが最小限必要な角度であると考えたものである。そこで、まず両眼視差と対応する2つの角度の反射指向特性を測定するとともに、単眼・両眼

でそれぞれ質感評価を求めて対応を確認し、評価に対応する測定法を見出すための測定方法の検討を行った。

反射指向特性の測定が進むに伴い、測定対象試料を広げることとした。木材のように異方性を有する試料の場合、上述の測定装置における光源・測定部の回転、試料のあおり角に加え、試料そのものの円周方向の回転も必要となることから、試料台の回転を加え3軸とも回転させることで、異方性のある試料の反射指向特性の測定を検討した。

なお、後に述べる被験者による質感評価実験の結果との対応を考察し、今後、必要に応じて、既往研究で見出されている反射指向特性関数を導入する。

## (2)測定対象とする試料の作成

測定対象とする試料の試作について、これまでに報告されている類似研究は、実物の建材を使って測定を行っているが、本研究は、同一の原料（石膏）およびコントロールされた色彩の試料を用いて、物性の測定と質感評価との対応を考察した。すなわち、多種多様な材料が用いられる室内仕上げ材の大部分に共通する質感の評価指標を提案することが可能であり、色彩における標準白色板のような、質感の「標準テクスチャー板」の提案に結び付けるためである。光沢感や粗滑感を表示する質感スケールを整理することで、質感の体系的な表示法の提案につなげる。

微細な表面凹凸に影響されると考えられる光沢感について、精度よく作成した試料を用いる必要があったこと、白色であることなどから、まず、表面仕上げに用いられる石膏を用いた。型枠を作成し、対象試料を固定した上でシリコンを流入して、石膏用の型を作成し、固化した型に適切な粘度の石膏を流し込む。石膏が固化した後に取り出すことで、比較的精度よく対象試料の表面テクスチャーを写し取ることに成功した。

ただし、実物の建材の光沢は、石膏の粒度よりも微細なレベルで生じるはずであり、見た目の光沢感、試料の表面の滑らかさに影響されると考えられる。すなわち、試料作成の原材料について、石膏以外のものを再検討する必要が生じる可能性が示唆された。別研究で、プラスチック材料の質感を検討していた際に、精巧な表面性状を作成する原材料としてABS樹脂が多用されていることが明らかになったことから、樹脂の使用の可否とその取扱い手法について専門知識を習得した。

シリコン型を修正し、白色樹脂を用いて上述と同様の方法で作成したところ、十分な再現性をもって試料を作成することができるようになった。市販の内装仕上げ材・外装仕上げ材ともにテクスチャーを樹脂で再現可

能であり、色を統一（白色）した同一素材での視覚的質感の検討および、反射指向特性の測定ができるようになった。以後、樹脂を用いて測定対象試料を作成することとした。

## (3)測定対象試料の色彩の検討

試料の色については、これまでに、研究の方向性の検討と測定法の妥当性の確認を兼ねて、石膏に絵の具を混ぜて着色するという自作の試料を用いて測定を行ってきた。建材の表面のテクスチャーを石膏にうつしとることで、再現性をもって試料表面のテクスチャーを作成できる目途がたっていた。しかし、絵の具では色彩の制御が難しいこと、石膏の白色が混じることにより低明度や高彩度の色彩を作成することが困難であった。

その後、樹脂試料を用いることとなし、樹脂用着色剤による着色を行った。この場合、高彩度の試料の作成は可能であるが、低彩度の作成がむずかしいことがわかった。また、着色温度と出来上がりの色の関係を把握することがまだ困難であり、樹脂試料への着色法にはさらに検討が必要であることがわかった。

## (4)視覚的質感の評価実験

被験者を用いた視覚的質感の評価実験を行い、反射指向特性の関係を把握した。まず、提示角度を固定した条件での視覚的質感の評価実験を行った。

評価尺度は、先に見出された質感評価尺度から光沢感と粗さ感とし、ME法による数値評価を得た。被験者には、参照試料として、評価試料のうち中程度の粗さのものを提示し、これを基準として評価するよう教示した。提示順序は、前の試料の影響を被験者間で相殺できるように、全被験者で前後の提示順序が異なるようにした。

提示時の光環境は、視線と鏡面方向となるよう45°から入射の平行光とした。これは、光沢感の評価を行いやすくするためである。試料上の水平面照度は、凹凸による影ができるよう500lxとした。これらの光環境は、参照試料、評価試料とも同様とした。

評価実験は暗室内で行い、被験者位置からの視野内の室内内装および什器は、すべて無彩色とした。

被験者は、評価にあたってあらかじめME法を習得した。評価は3回行い、幾何平均をその被験者の評価として分析データに採用した。

## (5)試料表面の輝度分布の測定

視覚的質感を空間の設計に応用するためには、数値や言語の尺度とあわせて、画像等によって表面の光学的特性を表示する必要がある。そこで、既存の空間輝度分布表示の

技術を用いて、解像度の高い仕上げ材のテクスチャーの輝度分布表示が可能であるか検証した。対象は、上記(2)で述べた試料のほか、実際の建物の仕上げや、やや凹凸の大きなものとして外装材、造園材も検討対象とした。

測定にはシャッタースピードを自動で制御できるよう調整したデジタルカメラを用い、三脚に固定して、試料を撮影した。シャッタースピードは10段階で、対象の色、すなわち反射率によって異なることなく、すべて同様とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 反射指向特性の測定結果

石膏および樹脂を用いて測定対象試料の試作を進め、粗さに関する表面形状が精度よく再現できる見込みがたったことから、評価指標としての反射指向特性の測定を行った。まず予備的検討として、暗室内に試料を設置し、光源と測定部（輝度計）を手動で移動させて反射指向特性の測定を行った。表面形状と反射指向特性が関連を持つことが示唆された。すなわち、測定手法の方向性は適切であることが把握できた。そこで、白色樹脂で作成した試料を用いて反射指向特性を入射反射面内(2次元)で測定したところ、鏡面方向への反射成分が多いものの、マットな試料、すなわち拡散成分の多い試料は、測定全角度の反射総量が少なかったことから、面内以外の方向にも反射していることが示唆された。このことから、2次元での反射指向特性には限界が見出され、測定装置に回転装置を付け加え、3次元反射指向特性の測定を行うこととした。

平成21年度後半から平成22年度（への繰り越し分）にかけて、光源・測定部・試料台を自動で変角させる回転ステージを3軸組み合わせ合わせた装置に変更し、以降、3次元での測定および自動制御による効率化をはかった装置で測定を行った。

さらに、別途行っていた木材を対象とした測定から、被験者を用いた木材の視覚的質感が、見る方向によって異なるとの結果を参考にし、光沢を変化させた試料の測定にあたっては、偏光フィルターを入射面の平行方向および直角方向に設置した測定もおこなった。偏光フィルターを、入射面の平行方向および直角方向に設置し、鏡面反射成分と層内反射成分の割合が表面の平滑さや異方性との関連を整理した。その結果、光沢の印象に一定の関連がみられることが把握できた。異方性による光沢感への影響を把握することで、両眼視差と対応する2つの角度の反射指向特性によって視覚的質感を表示することが可能になると考えられ今後、さらに分析したい。

##### (2) 視覚的質感の評価実験結果

被験者を用いた視覚的質感の評価実験の結果、光沢感と粗さ感が連動して評価されることが把握された。

粗さの段階の異なる試料3種類と、粗さ感の印象の関係は、ある範囲でピークをもった後、粗さ感が減少する場合があった。今回対象とした試料は、厚みがほぼ同じで粗さ幅の異なる3種類であったことから、粗さ感の評価は粗さ幅のみに関するものではなく、凹凸の頻度、または深さとの関連により評価されることが考えられる。

光沢感については、評価する際の視点が被験者により異なる可能性がみられた。凹凸幅の大きい試料は高輝度反射部分が大きい、試料全体に分布しているわけではない。逆に、凹凸幅が小さい試料は、細かい光沢が試料全体に分布して光っている。被験者は、このいずれを着目して光沢感と理解するかによって、評価の傾向が異なった。今後、光沢の定義を指定し、それに従って教示するか否かをさらに検討し再実験を行うか、あるいは、両者とも光沢であるとして分析を進めるか考察する必要がある。

##### (3) 試料表面の輝度分布の測定結果

試料表面の輝度分布を、デジタルカメラによってシャッタースピードを変化させて撮影し、10段階の画像をRAWデータで得た。

それぞれを、画像処理ソフトウェアREALAPSの分析条件に合わせて画像処理を行い、TIFF画像に変換した後、10段階のシャッタースピードを合成することで、ハイダイナミックレンジの輝度画像を得た。この画像は輝度を表示するため白黒であるが、撮影対象試料も白色であるため、画像処理による色の影響はないと考えられる。

画像処理の結果、輝度分布を用いることである程度の解像度の表面性状を表示することが可能であった。外装材や造園材などの比較的凹凸の大きい仕上げ材は、実物と違和感なく画像表示することが可能であったが、内装材などは、仕上げ材の粗さによって画像の解像度が足りない場合もあった。したがって、今後、カメラ、表示モニターなどを含め、解像度を検討する必要があることが示唆された。

#### 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 1 件)

Kitamura, S.: Measurement of Surface Features and the Evaluation of Gloss, 2<sup>nd</sup> CIE expert symposium on appearance, 査読あり, pp175-177, 2010

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北村 薫子 ( KITAMURA SHIGEKO )

武庫川女子大学・生活環境学部・講師

研究者番号：80319855