

平成 27 年 4 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24380093

研究課題名(和文)木材の誘目性が視覚ストレスに及ぼす影響の究明

研究課題名(英文)Influence of visual attraction of wood on visual stress of human

研究代表者

仲村 匡司(Nakamura, Masashi)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10227936

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：木材および木質内装壁面の外観的特徴が観察者の心理的および生理的状态に及ぼす影響を客観的に把握するために、実験室内に組み上げた実大木質壁面やコンピュータ・グラフィックスで表現された木目模様を被験者に観察させる実験を行った。刺激観察中の被験者の脳波、血液循環調節に関わる自律神経応答、刺激の見た目の印象などを測定した。その結果、木材表面の装飾的な凹凸の有無、壁面に占める木材の量および木材の向きなど、比較的単純なデザイン要素によって、観察者の心身の状態変化が生じることがわかった。また、木材の見た目の特徴を画像特徴量として抽出し、観察者の心理量と対応づけることが可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：To evaluate objectively the influence of visual attraction of wood and wooden interior walls on the changes in psychological and physiological states of human observers, we carried out some experiments which made subjects observe wooden walls implemented in the laboratory or wood grain patterns generated by the computer graphic technique. We measured subject's responses which were brain waves, autonomic nerve responses related to the blood circulation regulation, and visual impression evoked by the stimuli. Our results revealed that decorative concaves on the surface of wood elements, amounts of wood occupied in a wall, directions of wood elements were not only the relatively simple design factors but they evoke the psychological and physiological changes of observers. And we also emphasized that the visual characteristics of wood extracted by using the image analyses were able to explain the psychological impressions of observers.

研究分野：木材工学, Wood/Human Relations

キーワード：木質内装 居住性・感性 木質内装 居住性・感性 Wood/Human Relations 視覚ストレス テクノ・アダプタビリティ 感性情報処理 眼球停留関連電位

1. 研究開始当初の背景

(1) 木材が多用された内装空間は居住者に「あたたかい」「和んだ」「自然な」印象を与えやすいことがしばしば指摘される。これらは内装に現れた木材が視覚刺激としてヒトに与えるプラスの効果を暗示するが、そのことを客観的なデータとともに示した例は限られている。

(2) 海外における木材 - ヒト系の研究も、木材によって惹起されるヒトの情緒的反応の多くは心理的にプラスであることを示唆する¹⁾。ただし、海外におけるこの種の研究は木製品のマーケティングに関する指針を得ようとするものがほとんどで、木材の何がヒトに作用するのかという根源的問題に遡った研究は皆無に等しい。

(3) 研究代表者は数年来、木材の誘目性を切り口にして、木材 - ヒト系の問題へのアプローチを試みており、「節は強力な誘目性を有すること」「内装画像を観察する被験者の視線は梁や柱などの軸的な木質部材に集まりやすいこと」「軸的部材の現れた内装は木材量を過剰評価されやすいこと」などを客観的に実証してきた²⁻⁴⁾。

(4) 日本では、2010年10月に施行されたいわゆる木材利用促進法の後押しにより、様々な建築物の内装により多くの木材を使用する「木質化」が推奨されている。ただし、木材利用における「質の担保」よりも「量の担保」が優先されるきらいがあり、例えば節のように万人受けしない見る者に不快感を与えうる内装も散見される。内装木質化が居住者の視覚ストレスにつながることは本末転倒であり、望ましくない。使用する木材の「量」も、ヒトにとって快適な木づかいの「質」も確保した木質内装空間を実現する指針が求められる状況にある。

2. 研究の目的

本研究は、木材の誘目性が視覚ストレスにどのように影響を及ぼすのかを定量的に評価するために、以下の3項目を明らかにすることを目的とする。

(1) 木材の画像的特徴と誘目性の関係：研究代表者は木材の外観的特徴（色彩、木目パターン、光沢など）を数量的に表現するための画像解析アルゴリズムを考案している^{5,6)}。この手法を応用して、木材の外観的特徴や部材デザインが誘目性にどのように影響するのかを明らかにする。

(2) 木質部材の誘目性と視覚ストレスの関係：実大内装に現れる木質部材の「目立ち方」や「見え」を系統的に変更したときの観察者の心理応答および生理応答を測定することにより、木質部材の誘目性が視覚ストレスに及ぼす影響を定量的に明らかにする。

(3) 視覚ストレスと感性反応の関係：新規な脳波測定手法として注目される眼球停留関連電位(EFRP)計測を用いて、木材および木質内装を観察することで中枢神経系に生じた変化を感性反応として抽出し、視覚ストレスとの関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) まさ目パターン観察実験：コンピュータ・グラフィックスで20種類の針葉樹材まさ目模様を表現し、マット紙上に白黒で高精細に印刷した。これらのまさ目パターンには、系統的に変えられた平均年輪幅、年輪幅ゆらぎ、早晚材コントラスト、および、濃淡むらコントラストという4種類の見た目の特徴が現れており、それぞれをラインプロファイル解析および多重解像度コントラスト解析によって画像特徴量として数量的に表現した。各パターンの見た目の「変化に富んだ」「感じのよい」「ぼんやりした」「派手な」「自然な」印象の強さを、30名の被験者（男女大学生）を対象に、順位法によって調べた。

(2) 実大木質壁面観察実験：実験室内に図1および図2のような実大木質壁面を構成し、これを被験者に観察させた。図1の壁面は、壁面に占める木材の量および材面の凹凸加

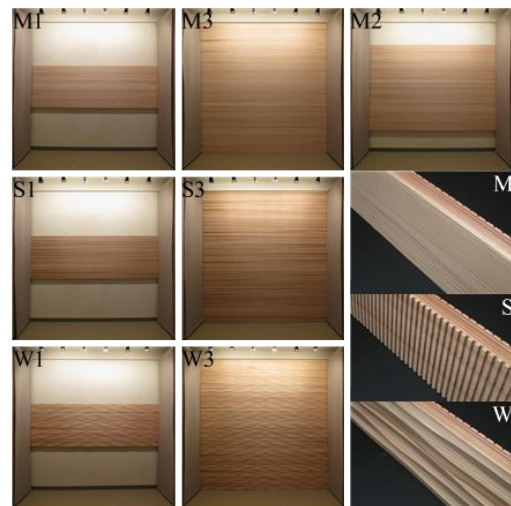


図1 木材の量および表面加飾の異なる実大木質壁面

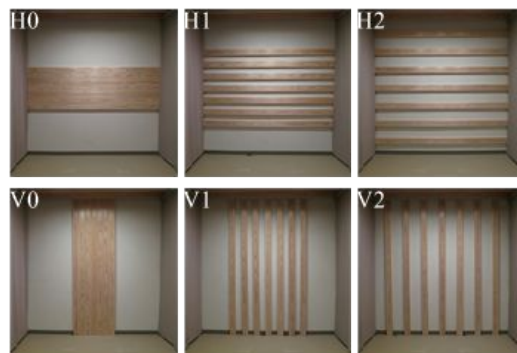


図2 木材の向きおよび材と材の間隔が異なる実大木質壁面

工（表面加飾）の違いが観察者の心身に及ぼす影響を調べるために、図2の壁面は木材の向きおよび材と材の間隔の違いの影響を調べるために設定され、壁面の大きさはいずれも2.4m×2.4mであった。図1の壁面観察実験には30名の、図2の壁面観察実験には24名の男女大学生が被験者として参加した。2.85mの距離から2分間にわたって壁面を自由に観察している被験者の後頭部脳波、血圧、心拍を連続的に測定した。また、各壁面の見た目の印象や観察中の被験者の気分状態も調べた。実験室内の温湿度は約27度、50%RHに保たれ、照度は図1、図2の場合それぞれ約100lx、約170lxであった。

(3) 有節壁面画像観察実験：材面に現れた節は見た目の「自然さ」に寄与するが、決して万人受けせず、場合によっては視覚ストレスとなり得る。有節材を観察するヒトの心身に特有の反応が現れるかどうか確認するために、図3のような有節壁面パネル画像をコンピュータ・グラフィックスで表現し、46V型液晶モニタに等倍表示して、被験者（男女大学生28名）に1.7mの距離から観察させた。2分間にわたって自由に観察する被験者の視線の動きおよび後頭部脳波を測定した。また、自由観察後にその有節壁面画像の見た目の印象も被験者に評価させた。

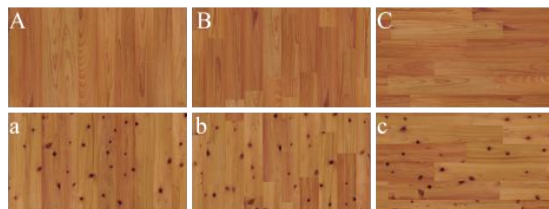


図3 有節壁面パネル画像

4. 研究成果

(1) 木目のコントラストと印象の関係：研究代表者が考案した「多重解像度コントラスト解析(MRCA)」は、どのくらいのサイズの特徴がどのくらい目立ちやすいかを数量的に表すことのできる画像解析法である。この解析法を「まさ目パターン観察実験」に供試し

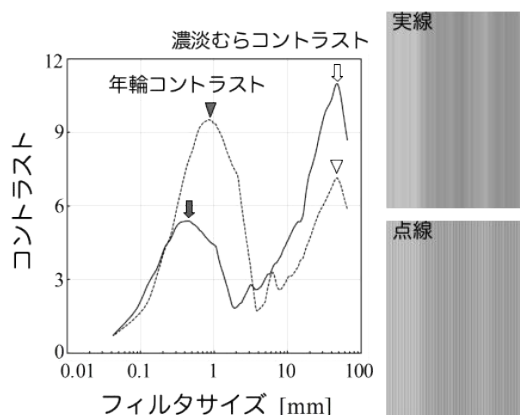


図4 まさ目パターンの見た目の違いを表すコントラストスペクトル

たパターンに適用したところ、各パターンの一年輪内の早晚材コントラストや、材面全体の濃淡むらコントラストの違いをうまく抽出できた(図4)。

(2) 平均年輪幅、年輪幅ゆらぎ、早晚材コントラスト、および、濃淡むらコントラストの4種類の見た目の特徴が印象に及ぼす影響の程度を量的に見積もるために、変化に富んだ「感じのよい」「ぼんやりした」「派手な」「自然な」印象の価値を目的変数に、4つの画像特徴量を説明変数に設定した重回帰分析を行った。年輪幅のゆらぎはしばしば木目模様の重要な見た目の特徴とされるが、その印象への影響は他の3種類の特徴に比べて極めて小さかった。一方、濃淡むらコントラストは「変化に富んだ」印象への影響が大きく、材面の調和性や均一性を評価できる有効な指標のひとつとみなせた。

(3) 本研究では、実大木質壁面を観察した被験者の中枢神経系反応(脳波の変化)を後頭部(一次視覚野)で検出される眼球停留関連電位(EFRP)で評価することを試みた。EFRPとは、眼球運動の停止(視線の停留)を目印(トリガ)にして脳波を数百ミリ秒分ずつ切り出し、これを多数加算平均することで求められる事象関連電位(インプットされた刺激に対して特異的に現れる脳波のパターン)の一種である。EFRP波形において、停留開始後100ミリ秒付近の正のピーク(ラムダ反応)は、観察対象への注意や興味に関連するとされる。本研究では木材による壁面デザインによってラムダ反応がどのように異なるかに着目した。図5は図1および2に示した実大木質壁面を観察したときに現れるEFRP波形(壁面デザインごとに全被験者の波形を平均したもので、いずれの壁面デザインにおいても100ms付近にラムダ反応と考えられる正のピークが認められた。図5に実線で示された波形は木材が用いられていない白色の壁面C(対照壁)のものであるが、それ以外の木材が用いられた壁面のラムダ反応はいずれも実線よりも大きい。すなわちこのことは木材が用いられた壁面では観察者の注意資源が木材に割かれたことを示唆する。そこで、各壁面のラムダ反応の大きさを比較したのが図6である。壁面間で統計的有意差こそ見出せなかったが、木材量が

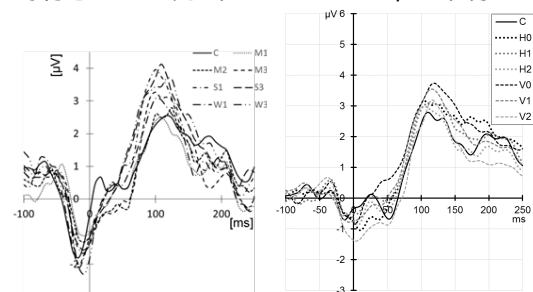


図5 実大木質壁面観察時に検出されるEFRP波形

多いほど、また、表面加飾が施されている壁面に、より多くの注意資源が割かれていること、横貼りよりも縦貼りの方がやや反応が大きいこと、などが明らかとなった。

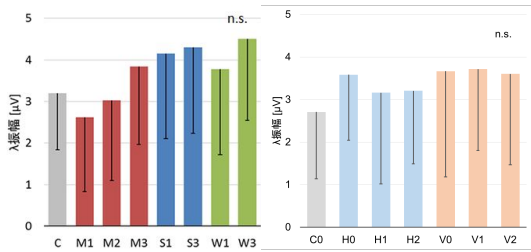


図6 壁面ごとのラムダ反応の比較

(4) 実大木質壁面観察実験では、中枢神経系反応(脳波)の測定に加えて、血液の循環調節に関わる自律神経系反応(脈拍数、血圧、心拍数)の連続測定を行った。脈拍数および血圧が大きくなることは壁面の観察が生体に覚醒的な効果をもたらしたことを意味し、逆に小さくなれば鎮静的に作用したことを意味する。また、心拍数の連続測定から心拍変動(心拍のゆらぎ)が求められるので、ゆらぎの低周波成分のパワー値(HF; 副交感神経活動を反映)および低周波成分と高周波成分のパワー比(LF/HF; 交感神経活動を反映)を求めた。LF/HFが下がりHFが大きくなれば、生体は副交感神経優位の状態、すなわちリラックスしていることになる。図7は図1に示した壁面のうち、木材量が等しく表面加飾が異なるM1, W1, S1および木材の無い対照壁面Cを観察したときのLF/HFを比較したものである。大きな凹凸のないM1では、壁面観察後60秒および90秒後に観察前に比べてLF/HFが有意に低下し、その後観察前の状態に戻る傾向が認められた。一方、対照壁面C、表面をウェーブ加工されたW1、スリット加工されたS1では、LF/HFに限らず測定した全ての自律神経活動指標において統計的に有意な変化が認められなかった。この結果は、表面加飾の差異によって異なる自律神経系反応がもたらされることを意味する。同様に図8は図2に示した壁面のうち、縦貼りで材と材の間隔が異なるV0, V1, V2および木材のない壁面Cを観察したときの脈拍数を比較したものである。木材を隙間なく貼ったV0では壁面観察後60秒および90秒で観察前に比べて脈拍数が優位に減少した。一方、対照壁面Cおよび材幅と隙間が1対1になるように木材を並べたV1では、測定した全ての自律神経活動指標において統計的に有意な変化は認められなかった。このことは、材と材の間にすき間を入れる(目透かしにする)という非常に単純なデザインの有無が、ヒトの自律神経活動に影響を及ぼしていることを示したといえる。

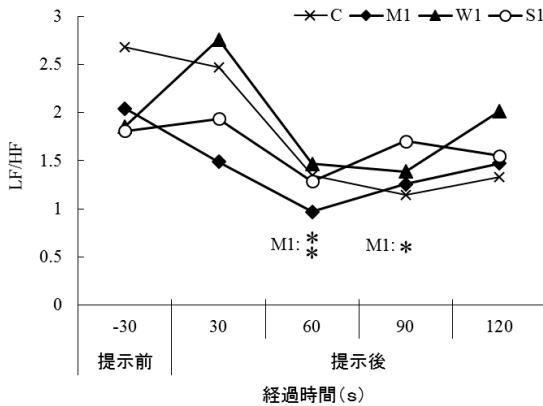


図7 材面の凹凸(表面加飾)の違いが自律神経活動指標(LF/HF)に及ぼす影響 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

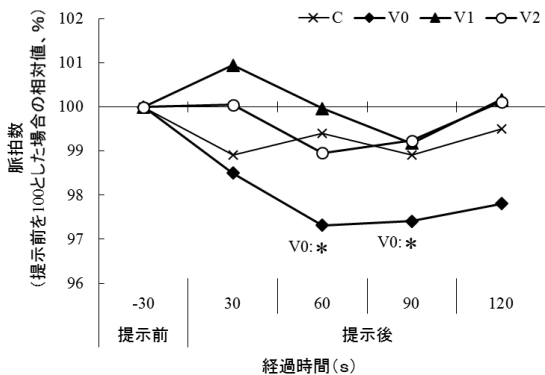


図8 材と材との隙間の違いが自律神経活動指標(脈拍数)に及ぼす影響 (* $p < 0.05$)

なれば、生体は副交感神経優位の状態、すなわちリラックスしていることになる。図7は図1に示した壁面のうち、木材量が等しく表面加飾が異なるM1, W1, S1および木材の無い対照壁面Cを観察したときのLF/HFを比較したものである。大きな凹凸のないM1では、壁面観察後60秒および90秒後に観察前に比べてLF/HFが有意に低下し、その後観察前の状態に戻る傾向が認められた。一方、対照壁面C、表面をウェーブ加工されたW1、スリット加工されたS1では、LF/HFに限らず測定した全ての自律神経活動指標において統計的に有意な変化が認められなかった。この結果は、表面加飾の差異によって異なる自律神経系反応がもたらされることを意味する。同様に図8は図2に示した壁面のうち、縦貼りで材と材の間隔が異なるV0, V1, V2および木材のない壁面Cを観察したときの脈拍数を比較したものである。木材を隙間なく貼ったV0では壁面観察後60秒および90秒で観察前に比べて脈拍数が優位に減少した。一方、対照壁面Cおよび材幅と隙間が1対1になるように木材を並べたV1では、測定した全ての自律神経活動指標において統計的に有意な変化は認められなかった。このことは、材と材の間にすき間を入れる(目透かしにする)という非常に単純なデザインの有無が、ヒトの自律神経活動に影響を及ぼしていることを示したといえる。

(5) 図3に示した有節壁面パネル画像を観察させる実験は、節の有無によってEFRP波形に現れるラムダ反応の大きさが異なるはずだという仮説を確認するために行われた。しかし、節の有無によるラムダ反応には統計的な有意差は認められず、むしろエレメントの

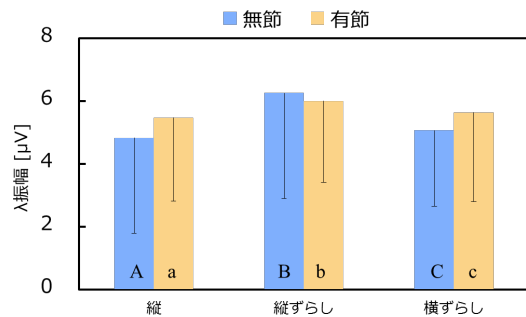


図9 無節および有節壁面パネル画像観察時のラムダ反応の比較

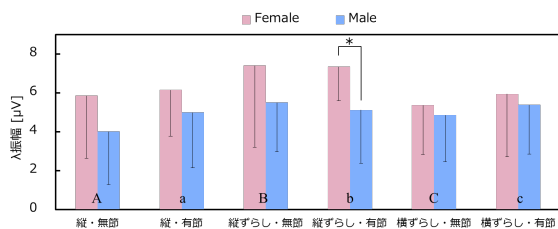


図10 無節および有節壁面パネル画像観察時のラムダ反応(男女比較) (* $p < 0.05$)

縦横の向きやエレメント間のずれの有無のような幾何学的特徴の方がラムダ反応に影響しやすい傾向が認められた(図9).さらに,男女に分けて解析を行うと,いずれの画像においても女性の方が男性よりもラムダ反応が大きい傾向が認められた(図10).このことは女性の方が男性よりも材面の特徴に対してより多くの注意資源を割いている可能性を示唆する.

(6) 図1および2に示した実大木質壁面については,それぞれの見た目の「好ましさ」や「快適感」について, Visual Analogue Scale (VAS)法で調査を行った.本研究では, VAS法による印象評価の精度と効率を高めるために,タブレットPCを用いた調査システムを構築した.得られた結に広がっていることであった.また,写真2の壁面について,被験者に壁に占める木材の割合を目視で申告させたと果を図11に示す.最も「好ましさ」「快適感」が小さかったのは木材のない壁面Cであったので,この図は壁面Cを基準(0)にして構成されている.各写真の右肩のアスタリスクは,壁面Cと比べたときの有意差の有無を表している.見た目に快適で好ましいと評価されやすかった壁面に共通するのは,表面加飾が無く,横貼りで,木材が壁全体こころ,横貼りで材幅と隙間を1対1にしたものが最も過剰評価された.このような主観評価と中枢神経系反応および自律神経系反応との間にどのような因果関係があるかについては今後の検討課題である.

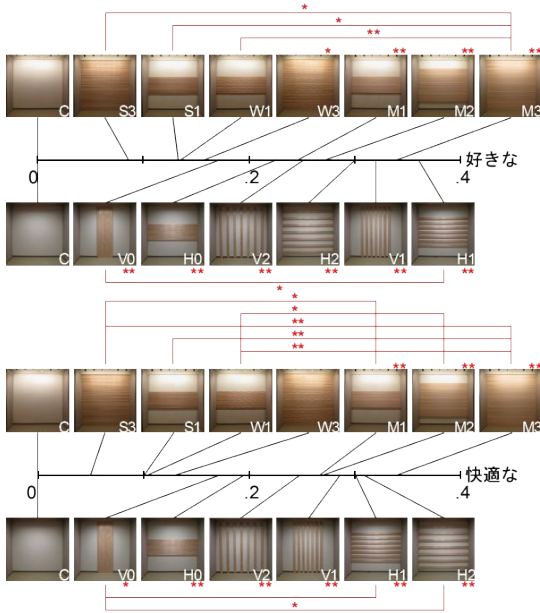


図11 実大木質壁面の見た目の印象
(* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

(7) 以上述べてきた本研究の成果と今後の検討課題を図12にまとめる.冒頭で述べたように,木材-ヒト系に関する様々な先行研究によって,木材はヒトの心身にプラスの効果を及ぼすことが示唆されてきた.しかし,「ま

さ目模様と板目模様ではヒトへの視覚効果が異なるのか」「板や柱を縦使いにしたときと横使いにしたときとはヒトに与える効果はどのくらい異なるのか」「軸材と面材ではどちらが目立つのか」「どのくらいの木材量がヒトにとってちょうどよいのか」など,木づかいにおけるごくごく基本的なデザイン因子(木材の見え方)がヒトに及ぼす影響について,実験事実に基づいて示した例はこれまで無かった.本研究の最大の成果は,これらデザイン因子によって観察者の心身の状態が種々変化することを客観的に示したことにある.また,画像解析によって求められた木材の画像特徴量によって,主観的な見た目の印象を説明できる可能性を示した点も大きな成果である.一方で,木材や木質壁面を観察した際の中枢神経系反応と自律神経系反応の整合性や,主観評価との対応性などについては,今回十分な検討ができていない.脳波や交感神経活動などの生理指標と画像特徴量との対応についても未検討である.これらを今後明らかにすることで,木材-ヒト系の理解を深め,「人の評価軸」に沿った木材利用を促進すべきといえる.

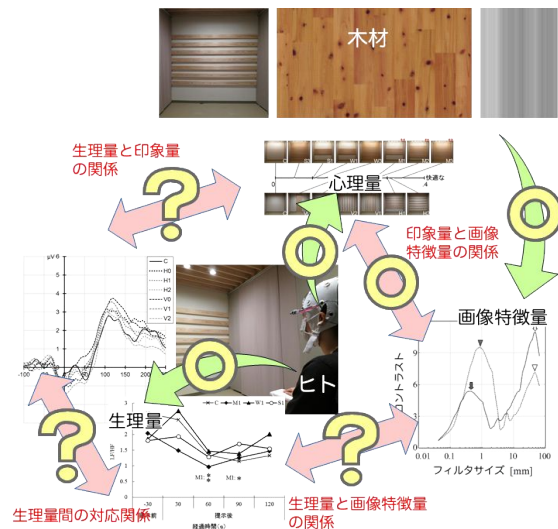


図12 本研究の成果と残された課題
: 本研究において達成されたこと
?: 残された検討課題

<引用文献>

- 1) Nyrud, A. Q., Bringslimark, T.: Is interior wood use psychologically beneficial? A review of psychological responses toward wood, Wood and Fiber Science, 42 (2), pp.1-7 (2010)
- 2) 仲村匡司, 増田 稔: 住宅内装における木質部材の存在形態と量が心理的イメージに与える影響, 木材学会誌, 50, 376-383 (2004)
- 3) Nakamura, M., Kondo, T.: Characterization of Distribution Pattern of Eye Fixation Pauses in Observation of Knotty Wood Panel Images, Journal of Physiological Anthropology, 26, 129-133 (2007)

- 4) Nakamura, M., Kondo, T.: Quantification of visual inducement of knots by eye-tracking, *Journal of Wood Science*, 54, 22-27 (2008)
- 5) Nakamura, M., Matsuo, M., Nakano, T.: Determination of the change in appearance of lumber surfaces illuminated from various directions, *Holzforschung*, 64, 251-257 (2010)
- 6) Nakamura, M., Miyake, Y., Nakano, T.: Effect of image characteristics of edge-grain patterns on visual impressions, *Journal of Wood Science*, 58, 505-512 (2012)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

- Nakamura, M., Nakagawa, S., Nakano, T. (2015) Evaluation of visual impact of multiple image characteristics observed in edge-grain patterns, *Journal of Wood Science*, 61, 19-27 [査読有り]
- 木村彰孝 (2015) 内装への木材使用がヒトの心理・生理面に与える作用 - 実大空間による検討 -, *生物資源*, 8, 10-20 [査読有り]

[学会発表](計14件)

- 木村彰孝, 仲村匡司, 川井秀一: 配置と向きの異なるスギ材パネルの観察がヒトに及ぼす影響. 自律神経活動および気分・感情の変化について, 第63回日本木材学会大会, 2013年3月27~29日(盛岡)
- 仲村匡司, 木村彰孝, 川井秀一: 配置と向きの異なるスギ材パネルの観察がヒトに及ぼす影響. 視線移動および主観評価について, 第63回日本木材学会大会, 2013年3月27~29日(盛岡)
- 仲村匡司, 菊地由衣, 木村彰孝, 八木佳子, 末宗浩一, 中野隆人: 木材による単純な壁面デザインがヒトの心身に及ぼす影響 1. 主観的木材率の変化. 第64回日本木材学会大会, 2014年3月13~15日(松山)
- 木村彰孝, 仲村匡司, 菊地由衣: 木材による単純な壁面デザインがヒトの心身に及ぼす影響 2. 自律神経活動および気分・感情への影響. 第64回日本木材学会大会, 2014年3月13~15日(松山)
- 菊地由衣, 仲村匡司, 木村彰孝, 八木佳子, 末宗浩一, 中野隆人: 木材による単純な壁面デザインがヒトの心身に及ぼす影響 3. 眼球停留関連電位(EFRP)の変化. 第64回日本木材学会大会, 2014年3月13~15日(松山)
- 菊地由衣, 仲村匡司, 木村彰孝, 八木佳子, 末宗浩一, 中野隆人: 木材による単純な壁面デザインがヒトの心身に及ぼす影響 4. 見た目の印象の変化. 第64回日本木材学会大会, 2014年3月13~15日(松山)

菊地由衣, 仲村匡司, 中野隆人, 八木佳子: 木材による単純な壁面デザインが眼球停留関連電位(EFRP)に及ぼす影響. 2013年度日本生理人類学会研究奨励発表会, 2014年2月1日(大阪)

菊地由衣, 仲村匡司, 木村彰孝, 八木佳子, 中野隆人: 壁面デザインが眼球停留関連電位および印象評価に及ぼす影響, 日本生理人類学会第70回大会, 2014年6月21~22日(福岡)

吉田美音, 菊地由衣, 仲村匡司: 有節壁面パネルの観察がヒトの認知反応に及ぼす影響, 2014年度日本生理人類学会研究奨励発表会, 2015年2月7日(神戸)

Kikuchi, Y., Nakamura, M., Yagi, Y., Kimura, A., Nakano, T.: Effects of wooden wall designs on perceived wood ratio, *IAWPS2015*, Mar. 16-17, 2015 (Tokyo)

Nakamura, M., Kimura, A., Kikuchi, Y.: Evaluation of visual impression of full-size wooden wall decorated by Sugi timber, *IAWPS2015*, Mar. 16-17, 2015 (Tokyo)

菊地由衣, 仲村匡司, 木村彰孝, 中野隆人: 表面加飾および木材量の異なる木質壁面デザインがヒトの心身に与える影響 1~ 眼球停留関連電位および主観評価の変化~, 第65回日本木材学会大会, 2015年3月17~18日(東京)

木村彰孝, 仲村匡司, 菊地由衣: 表面加飾および木材量の異なる木質壁面デザインがヒトの心身に与える影響 2~ 自律神経活動および気分・感情の変化~, 第65回日本木材学会大会, 2015年3月17~18日(東京)

吉田美音, 菊地由衣, 仲村匡司: 木質壁面の観察が眼球停留関連電位に及ぼす影響, 日本生理人類学会第72回大会, 2015年5月30~31日(札幌)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仲村 匡司 (NAKAMURA, Masashi)
京都大学・大学院農学研究科・准教授
研究者番号: 10227936

(2) 研究分担者

木村 彰孝 (KIMURA, Akitaka)
長崎大学・教育学部・准教授
研究者番号: 50508348