

森林総合研究所運営費交付金プロジェクト
「人間の快適性に及ぼす木材の触覚、視覚及び
嗅覚刺激の効果の解明」成果報告会 要旨集

「木の良さ」を科学する

－木材がひとの触・視・嗅に及ぼす影響－

2018 年 2 月 27 日（火）13：30～17：00

東京大学農学部 弥生講堂一条ホール

主催：国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
後援：日本木材学会居住性研究会
日本生理人類学会 Wood/Human Relations 研究部会

はじめに

生活環境に木材を用いたときの居心地や使い心地の良さは古くから経験的に知られている。これに加えて近年、人間の生活の質や健康に与える木材利用の効果への関心や期待が社会や消費者の間で強まっている。一方、木材研究分野において「木の良さ」を明らかにしようとする研究は古くから継続的に行われてきたが、未だ科学的エビデンスの蓄積が不十分であり、木材利用の効果の科学的実証を求める社会ニーズに十分に答えられているとはいえない。

このような状況に対応するため、森林総合研究所では、人間の生理指標に基づき「木の良さ」を科学データで実証する研究を進めてきた。特に、血圧、脈拍数、心拍変動性などの自律神経系活動の指標と、近赤外分光分析法による脳血液動態という中枢神経系の指標を組み合わせ、木材の匂い成分が心身にもたらすリラックス効果の解明に取り組み、一定の成果を挙げてきた。

これらの取り組みを加速し、科学的裏付けに基づく「木の良さ」を社会へ普及することを目指して、森林総合研究所では2014年度に京都大学大学院農学研究科と共同で、運営費交付金プロジェクト「触覚特性を主体とした木材の五感要素が人間に与える影響の解明」を実施した。さらに2015年4月からはプロジェクトの規模を拡大し、運営費交付金プロジェクト「人間の快適性に及ぼす木材の触覚、視覚及び嗅覚刺激の効果の解明」を開始し、重点的に研究を進めてきた。本プロジェクトでは、木材による視覚、嗅覚、触覚刺激が人間の生理・心理面に与える影響について、とりわけ「人を測る」ことに重点を置いて評価手法を確立するとともに、「木の良さ」に関する科学的エビデンスの礎となるデータの蓄積を進めてきた。

本プロジェクトの最終年度にあたり、これまでのプロジェクトの成果を木材関連企業、団体、行政、研究機関等だけでなく、今後木材利用を進めたいと考えている異業種の方、さらには一般消費者に広く普及し、活用していただくために、本成果報告会「「木の良さ」を科学する－木材がひとの触・視・嗅に及ぼす影響－」を企画した。本日の成果報告会が、我が国における木材利用推進の一助となれば幸いである。

本プロジェクトは「木の良さ」研究にとって、まだ先鞭的な取り組みに過ぎない。今後、木材分野だけでなく、医療、福祉、教育、公衆衛生といった多方面の分野の研究者と連携を深め、さらには産業界を含めた産官学民一体の取り組みとして、研究を加速していきたいと考えている。「木の良さ」研究の発展にご理解、ご支援頂きたくお願い申し上げます。

2018年2月27日

プロジェクト主査 杉山真樹

プログラム

- 13：30～13：40 開会挨拶
田中 浩（理事（研究担当））
- 13：40～14：25 基調講演
「木の住まいが居住者にもたらす健康と快適性～その科学的な検証～」
慶應義塾大学理工学部 伊香賀俊治 教授
- 14：25～16：40 研究成果報告（各課題30分）
- 1）プロジェクトに関する概略説明
杉山真樹（木材加工・特性研究領域）
- 2）木材の触覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明
杉山真樹（木材加工・特性研究領域）
恒次祐子（東京大学大学院農学生命科学研究科）
- 休憩（15 分間）
- 3）木材の視覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明
仲村匡司（京都大学大学院農学研究科）
- 4）木材の嗅覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明
松原恵理（複合材料研究領域）
- 16：40～16：55 プロジェクト成果に対するコメント
東京大学大学院農学生命科学研究科 信田 聡 教授
- 16：55～17：00 閉会挨拶
村田光司（研究ディレクター（木質資源利用研究担当））
- 17：00 閉会予定

目次

1. 基調講演

「木の住まいが居住者にもたらす健康と快適性～その科学的な検証～」	1
慶應義塾大学理工学部 伊香賀俊治 教授	

※ 基調講演の要旨は、本ファイルには含まれておりません。

2. 研究成果報告

1) プロジェクトに関する概略説明	23
杉山真樹（木材加工・特性研究領域）	
2) 木材の触覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明	37
杉山真樹（木材加工・特性研究領域）	
恒次祐子（東京大学大学院農学生命科学研究科）	
3) 木材の視覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明	51
仲村匡司（京都大学大学院農学研究科）	
4) 木材の嗅覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明	63
松原恵理（複合材料研究領域）	
研究実施体制	73

研 究 成 果 報 告

1) プロジェクトに関する概略説明

杉山真樹
(木材加工・特性研究領域)

森林総合研究所運営費交付金プロジェクト 「人間の快適性に及ぼす木材の触覚、 視覚及び嗅覚刺激の効果の解明」 の概要

プロジェクト主査
杉山 真樹
(木材加工・特性研究領域)

1

今、なぜ「木の良さ」を科学するか？

- 木材利用に対する一般消費者の関心の高まり
 - － 「木育」、「木づかい運動」
 - － 健康、癒やし効果への期待、環境指向“LOHAS”
- 行政施策の転換
 - － 森林・林業再生プラン、公共建築物等木材利用促進法
 - － グリーン購入法、木材利用ポイント、ウッドデザイン賞
 - － 「みなとモデル」等地域の取り組み
- オリンピックを契機としたインフラ整備への期待
 - － 持続可能性に配慮した運営計画（森林認証材など）
 - － 地域資源の積極的活用
- 一方、木材利用が人間に及ぼす効果に関する科学的データは少ない

「木の良さ」について
科学的裏付けのあるデータ蓄積が急務

2

「木の良さ」に関する研究の歴史

1. 木材の良さを木材の物理的性質から解明
(1960年代～1990年代)
2. 生活環境に用いた木材が人間に与える
影響の解明(1990年代～)
3. 木材利用による人間の生理的影響の
直接的評価(2000年代～)

3

1) 木材の良さを木材の物理的性質 から解明(1960年代～1990年代)

研究例

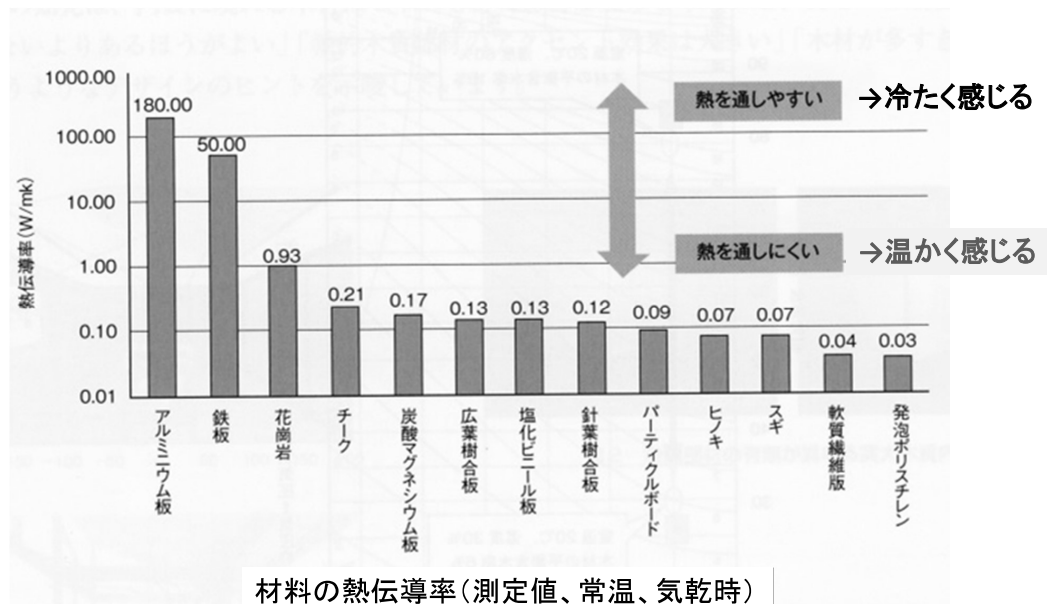
- 木材は生活環境に適した硬さ、衝撃吸収性、遮音性、耐熱性、調湿性を持つ
- 木材を含む建築仕上げ材の表面性と接触感の関係の解明 等

問題点

- 木材の良さについてある程度説明できるが、心理的・生理的応答との因果関係が不明

4

触れても冷たさを感じにくい



(出典 信田聡:解説 木と健康・解説 地球環境問題と木材, (財)日本木材総合情報センター, 15, 1999)

5

2) 生活環境に用いた木材が人間に与える影響の解明(1990年代～)

研究例

- ・ 木造校舎とRC校舎の比較: 木造校舎のほうが教師のストレス-低、生徒の学習効率-高
- ・ 老人ホームにおける木質化施設と非木質化施設の比較: インフルエンザ罹患率-低、不眠の有訴率-低 等

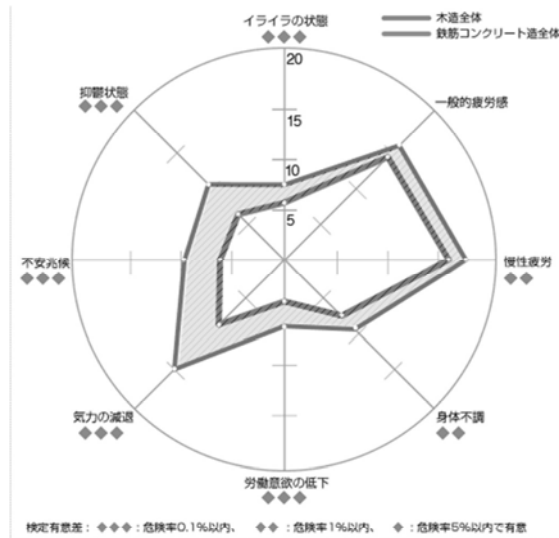
問題点

- ・ 事例研究にとどまっており、科学的な普遍性を確保するためにはさらなるデータ蓄積が必要
- ・ アンケート調査は設定条件で結果が大きく変わることがあり、人間の生理的変化を直接的に評価する手法が望まれている

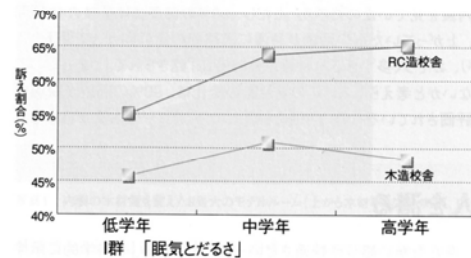
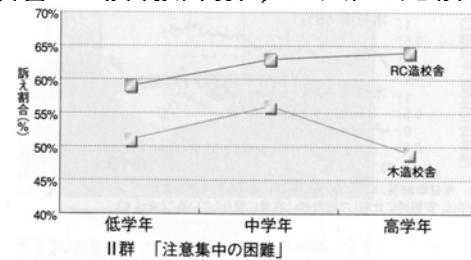
6

木造校舎による疲労の低減

木造校舎86校(教師数545人)、RC造校舎187校(教師数1,110人)の比較



教師の累積的疲労 一校舎間比較



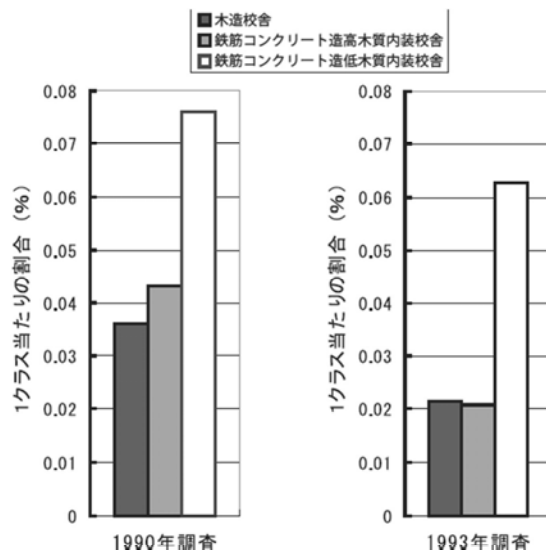
授業中の子どもの疲労症状の学年変動

(出典 橘田紘洋編:木造校舎の教育環境, (財)日本住宅・木材情報センター, 2004)

7

インフルエンザによる学級閉鎖割合

木造校舎
62校
RC造校舎
88校



木造校舎86校
(342学級)
RC造校舎187校
(574学級)

(出典 橘田紘洋編:木造校舎の教育環境, (財)日本住宅・木材技術センター, p.68, 2004)

8

3) 木材利用による人間の生理的影響の直接的評価(2000年代～)

研究例

- スギのにおいを嗅ぐと血圧が下がる → ストレス緩和
- 木材に含まれる成分(α -ピネン、リモネン)を嗅ぐと脳活動が沈静化する → リラックスする
- クロス内装の部屋に入ると心拍数が上昇するのに対し、木質内装の場合、心拍数の上昇が抑制
→ 生体への負荷が小さい

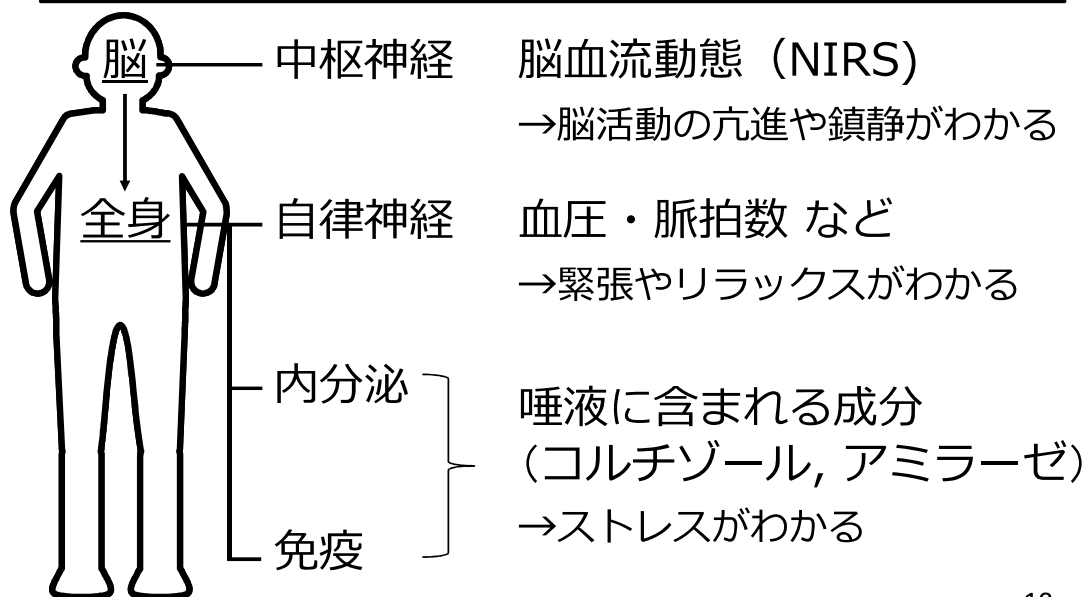
問題点

- 新たな研究成果への期待は大きいが、測定装置が高価であること、医学分野との連携が不可欠であることから、現状では実施可能な研究機関が少ない

9

人の生理特性を測る

- | | |
|--------------------|----------|
| • 人の生理面の変化を数値化 | → 客観的評価 |
| • 測定結果が人の意思に左右されない | → 科学的信頼性 |



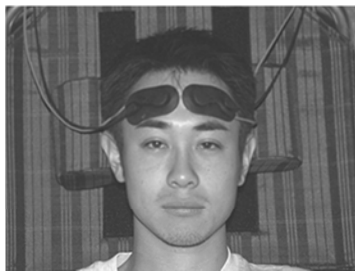
10

人の生理特性を測る方法

脳活動

- NIRS(近赤外分光法)

センサ近辺の脳の深さ約1cm
までの血中ヘモグロビン濃度
から脳活動を評価



自律神経系活動

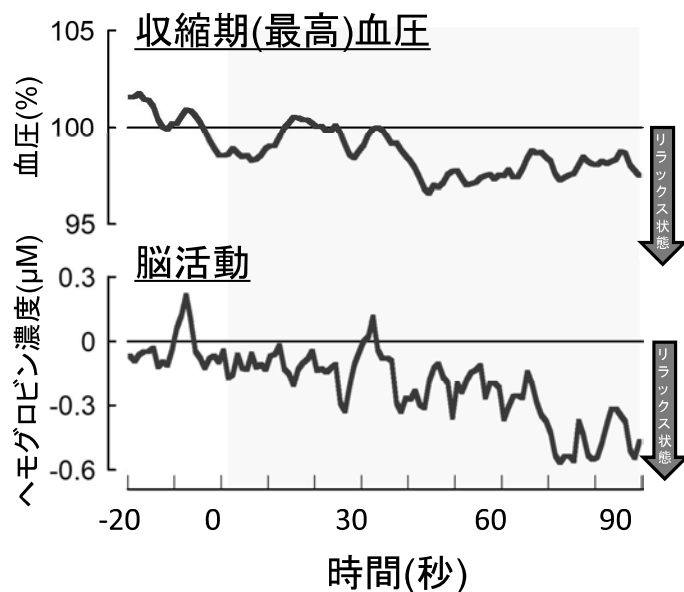
- 血圧・脈拍数測定

血圧、脈拍数の変化や、心拍
の変動から、交感神経・副交
感神経の活動を評価



11

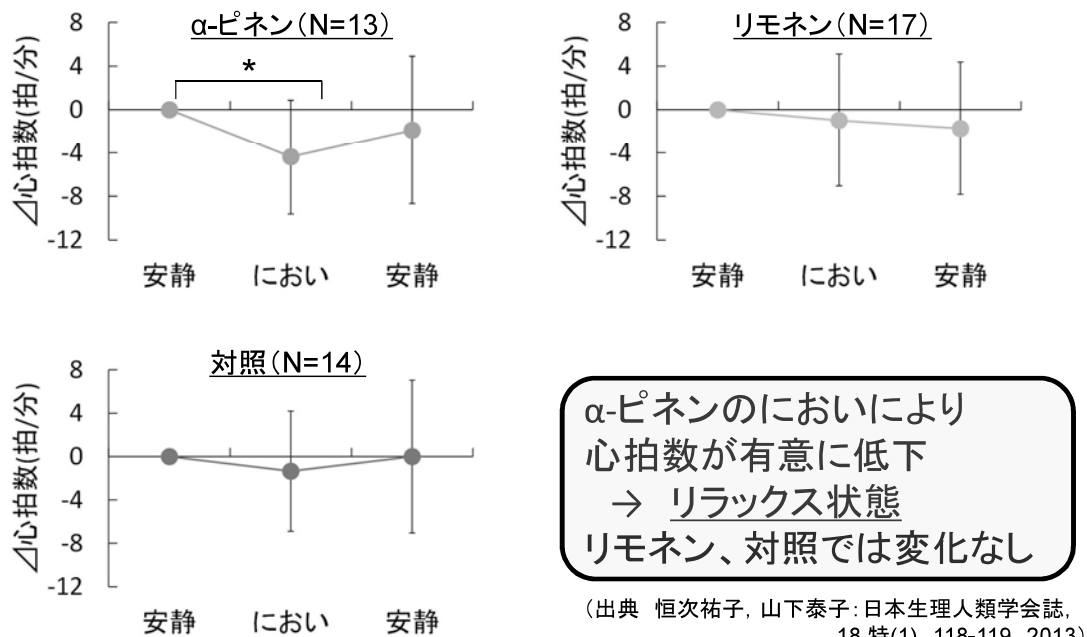
木材(スギ)の香りに対する生理応答



(出典 恒次祐子, 森川岳, 宮崎良文: 木材工業, 60(11), 598-602, 2005)

12

においによる乳児の心拍数の変化

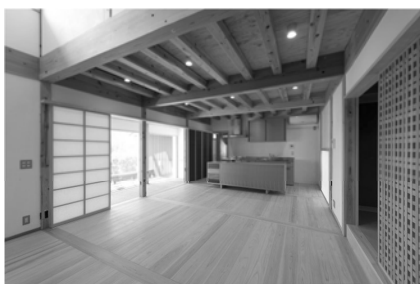


13

森林総研モデル木造住宅の建設



外観(南面)



室内(居間)

建設の経緯

- 従来、木質材料に関する研究開発は、実験室レベルのものが主体
- 森林総研で研究開発された各種の木質材料(厚物合板、異樹種集成材等)やその関連技術を応用したモデル木造住宅を本所敷地内に建設(森林総研交付金プロ: 総工費3,885万円)
- 開発した材料の実際の木造住宅への適用に関する諸問題について、直接データを測定することが可能になった

実証的な研究を実施

- 実際の戸建て木造住宅を用いて、建設の初期から構造体の性能変化を経時的に測定
- 内装材に由来する快適性や音・振動に関する居住性を複合的かつ系統的に研究

14

モデル木造住宅における 居住快適性評価



スギ板貼り内装



クロス貼り内装

実験

木材を内装に用いた居室における被験者の生理応答（脳活動、血圧、脈拍数、心拍変動性等）を測定。
非木質内装の場合との比較を実施。

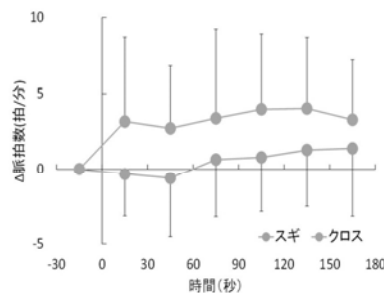


図 脈拍数の変化

結果

スギ板貼りの居室ではクロス貼り居室に比べて

- ・脈拍数の変化が少ない
- ・副交感神経の活動が高い

など、木材内装は生体に負担をかけず、リラックス状態をもたらすことを実証。

（出典 恒次祐子, 宮本康太, 小林久高, 杉本健一: 第63回
日本木材学会大会研究発表要旨集, G28-P-AM12, 2013） 15

木材の良さとは

- ・ 木材の五感刺激が人間の生理・心理に作用し、(場合によっては)正の効果をもたらす。
 - － におい: 緊張を緩和、リラックス
 - － 見た目: まぶしさの緩和、青色光の吸収、リラックス、誘目性
 - － 触り心地: 温冷感(あたたかみ)、硬軟感(やわらかい)、粗滑感(さらさら)、乾湿感(しっとり)
- ・ ただし、研究事例は未だ十分とは言えず、さらなるデータ蓄積が必要。

「木の良さ」研究者としての心配

「木の良さ」に過度な期待が持たれていないか？

- インフルエンザにかかりにくい、認知症が改善する？
 - 経験的には理解できるが、健康効果の証明は極めて困難
- 木材は調湿機能抜群？
 - 内装だけで部屋丸ごと調湿できるかは疑問
- 断熱性が高く、木材を使うと省エネになる？
 - 金属より断熱性は高いが、グラスウールや発泡体に劣る

～木材研究者の危惧～
過度な期待の先行は、木材利用に対する
信頼を失う危険性をはらんでいる

17

今後行うべきこと

- 「木材の良さ」に関するしっかりとした科学的裏付けのあるデータを蓄積
- 木材に関する正しい情報（マイナスの情報も）をわかりやすく社会に発信
- さまざまな種類のデータを積み重ね、トータルとしての木材のバランスの良さをアピール

18

森林総合研究所運営費交付金プロジェクト(2015.4-2018.3)

「人間の快適性に及ぼす木材の触覚、 視覚及び嗅覚刺激の効果の解明」

(研究実施機関: 森林総合研究所・京都大学大学院農学研究科)



1. 触覚

生理指標による評価手法を最適化し、
木材の手触りによる影響を解明



2. 視覚

木目のコントラスト、誘目性を数値化し、
心理・生理的影響との関係を解明



3. 嗅覚

においによる影響評価を高度化し、
実空間における評価を実施



「木材の良さ」を総合的に可視化

19

「人間の快適性に及ぼす木材の触覚、視覚及び嗅覚
刺激の効果の解明」の取組みにより、2015年12月に
ウッドデザイン賞2015奨励賞を受賞しました。



20

得られた成果とその波及効果

- 「木材の良さ」を可視化
快適効果を科学的に実証
- ↓
- ニーズに応える成果の受け渡し
企業や団体が「木材の良さ」をアピール可能に
 - 公共建築物等への木材利用促進
「木材の良さ」で高付加価値化を後押し

21

「木の良さ」研究 期待と不安

	期待要素	不安要素
産(木材産業・異業種)	「木の良さ」を製品開発・事業展開に活かしたい 異業種(ゼネコン、設計事務所、オフィス家具メーカー等)も木材利用に関心	自前で実証研究を行う予算・ノウハウがない 既往の研究データを製品開発や商品アピールに役立てる方法が分からない
学(大学・研究機関)	研究成果をもっと活用して欲しい 異分野と連携して研究を発展させたい	研究資源(人的資源、実験装置、研究資金)の不足 実験方法がまちまちでデータが蓄積して行かない
官(行政)	木材利用の価値向上、地域材利用拡大を図りたい 木材利用施策の根拠としての「木の良さ」の提示	専門的過ぎるデータは普及やアピールに向かない 話題性と科学的信頼性とのバランスが難しい
民(消費者)	「木の良さ」についてもっとよく知りたい	どの情報を信じれば良いか分からない

22

「木の良さ」研究をどう進めていくか？

- 研究資源の不足への対応
 - 研究グループ間の連携、役割分担が必要
 - 産業界による研究活動への参画・支援も効果的
- データ蓄積の加速
 - 統一的な評価手法の確立が必要
 - 異分野、産業界と連携した研究規模の拡大も不可欠
- 研究者の研究シーズと産業界のニーズのミスマッチへの対応
 - 相互のニーズのマッチングが必要



- 産学官民が連携して研究を進めることが重要

23

最終目標として

科学的裏付けのある
「木の良さ」を活かした
心地よい生活環境の構築

を目指して

さらに研究を進めてまいります

24

研 究 成 果 報 告

2) 木材の触覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明

杉山真樹

(木材加工・特性研究領域)

恒次祐子

(東京大学大学院農学生命科学研究科)

森林総合研究所運営費交付金プロジェクト 人間の快適性に及ぼす木材の触覚、視覚及び 嗅覚刺激の効果の解明 木材の触覚特性が人間の 生理・心理面に与える影響の解明

東京大学大学院 農学生命科学研究科 恒次祐子
森林総合研究所 木材加工・特性研究領域 杉山真樹

1

研究目的

- 木材への手掌による接触がもたらす影響を、生理・心理指標を用いて評価する手法を確立する
- 接触による影響に関するデータの蓄積を進め「木材の良さ」を接触感の面から可視化する

2

3年間で実施した内容の概略



- 手すり型試験体を握る動作による接触実験
→木材と他材料を比較
- 若年男性・女性を対象
- 接触時の生理指標および心理指標を測定

3

3年間で実施した内容の概略

年度	実施内容	成果
H27	20代男性を対象とし、手すり試験体への90秒間の接触による影響を検討	木材と対照とした他材料は生体に異なる影響を与える可能性
H28	20代女性を対象とし、手すり試験体への90秒間の接触による影響を検討	性差は認められず、男女をあわせた解析により無塗装木材と他材料とで生体影響に有意な差
H29	20代男性を対象とし、温冷感・生理応答と熱移動との関係を検討	主観的温冷感と材料－手掌間の熱流密度に有意な相関

4

確立された評価手法

- 刺激呈示方法：
縦手すりを握る（実生活に則した動作）
- 評価時間：
短時間（60秒間の閉眼安静→90秒間の接触）
- 測定指標：
印象評価，気分プロフィール検査
脳血液動態（前頭前野）
収縮期血圧，拡張期血圧，心拍数，心拍変動性
熱流密度，接触界面温度

5

得られた知見

1. 木材への手掌による接触は他材料と比較して
 - 主観的に「あたたかい」「やわらかい」
「自然な」という印象を与えた
 - 収縮期血圧の上昇が抑制された
2. 材料接触時の生理応答に性差は認められなかった
3. 材料接触時の主観的な温冷感は，熱流密度と関係していた

確立した評価手法により，木材と他材料への手掌による短時間接触がもたらす心理的・生理的影響の差異を抽出することができる可能性

6

研究成果の詳細

7

供試試料（手すり型試験体）

ヒノキ無塗装



ヒノキ塗装



ミズナラ無塗装



ミズナラ塗装



- $\phi 32\text{mm} \times \text{L}400\text{mm}$
- 木製試料
基材：ペーパー仕上げ
ヒノキ #240
ミズナラ #150
塗装：アクリルウレタン2回塗
玄々化学工業（株）製

ポリエチレン

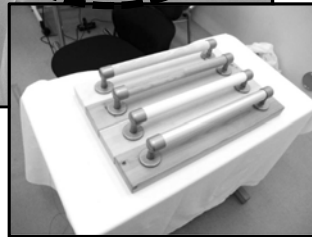
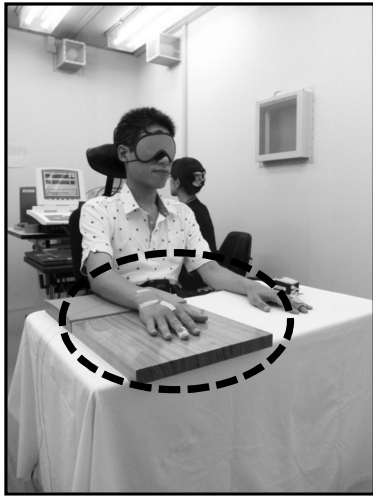


アルミニウム



8

予備的検討



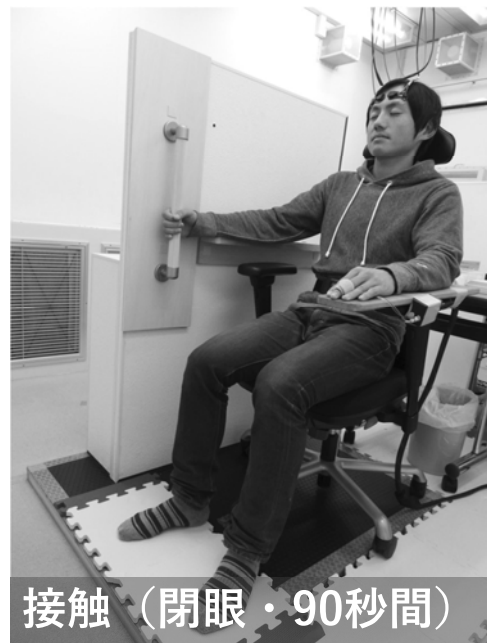
- 接触の個人差 ✕
- 平板 ✕ → 丸棒 ○
- 目隠し ✕
- 接触時間は短く

9

実験の様子



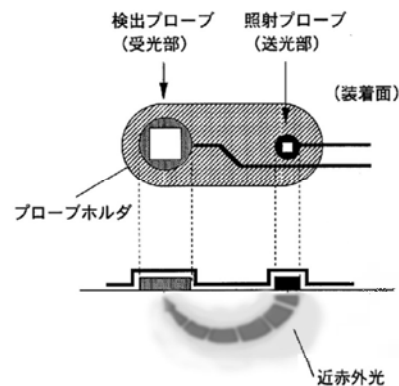
安静（閉眼・60秒間）



接触（閉眼・90秒間）

10

測定指標 (1) 脳血液動態



- ✓ センサー付近で脳の深さ約1cmまでの血流の増減を測定
- ✓ 被験者に負担をかけずに測定可能
- ✓ 1秒毎の連続データを取得することができる

11

測定指標 (2) 血圧・脈拍数

- ✓ 被験者に負担をかけずに測定可能
- ✓ 1秒毎の連続データを取得することができる



12

測定指標 (3) 印象評価・気分評価

1) 握った手自身の印象について、以下の対語に対して自分の感覚と最も近いと思われるあたりに / 印を付けてください。

例) 女性的な ————— / ————— 男性的な

冷たい ————— 温かい

やわらかい ————— かたい

弾力がある ————— 弾力がない

粗い ————— なめらかな

凹凸がある ————— 凹凸がない

湿った ————— 乾いた

蒸れる ————— 蒸れない

自然な ————— 人工的な

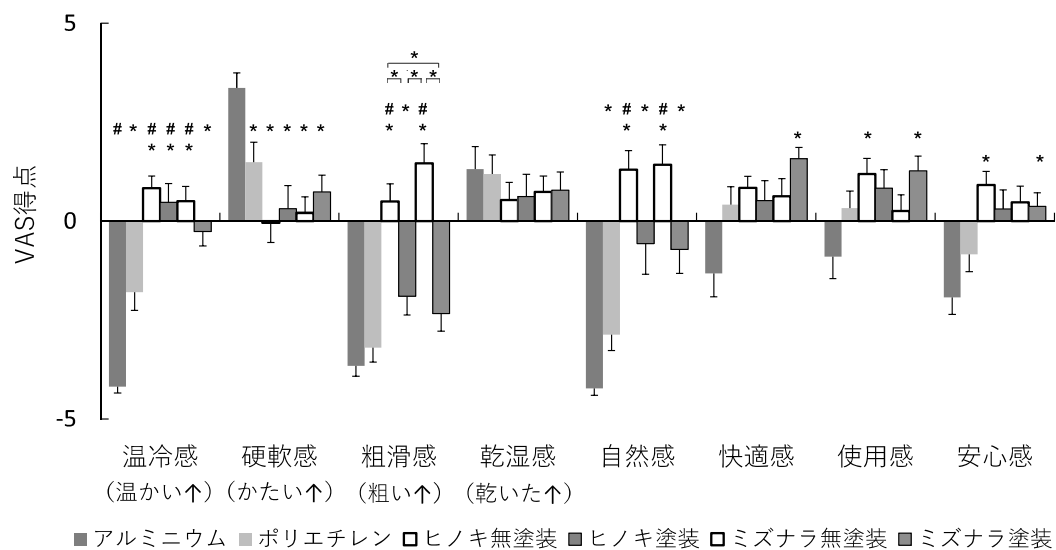
不快な ————— 快適な

すべる ————— すべらない



13

結果(1) 印象評価

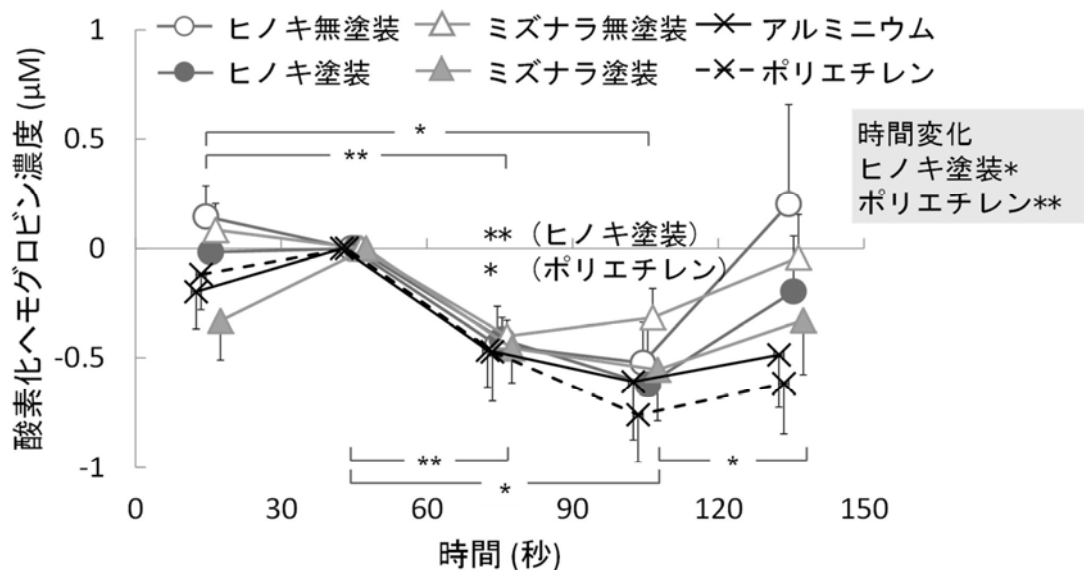


N=18 (20代男性), 平均値±標準誤差,

*, $p < 0.05$ (対アルミニウム), #, $p < 0.05$ (対ポリエチレン) (Wilcoxon符合付き順位和検定, Holm補正)
杉山真樹他, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 66:G27-05-1630, 2016

14

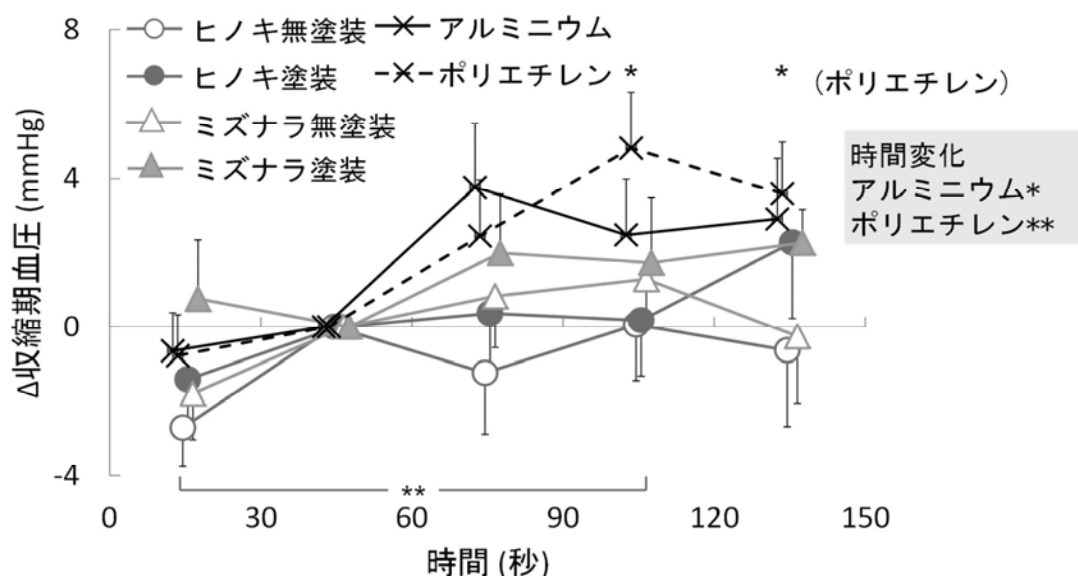
結果(2) 脳血液動態 (左)



N=18 (20代男性), 平均値±標準誤差,
*: $p<0.05$, **: $p<0.01$ (分散分析, 多重比較・Bonferroni補正)
恒次祐子他, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 66:G27-05-1645, 2016

15

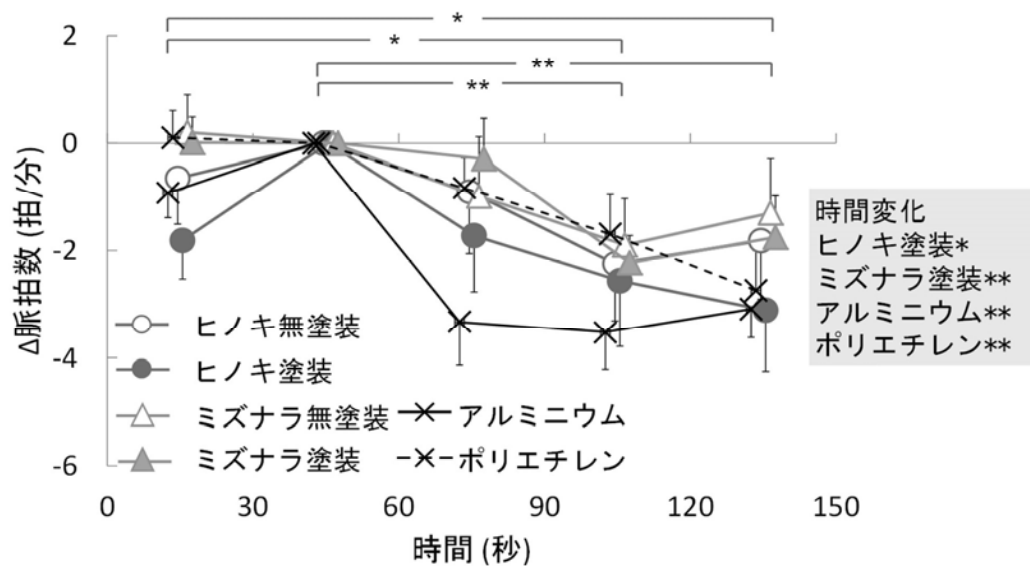
結果(3) 収縮期血圧



N=18 (20代男性), 平均値±標準誤差,
*: $p<0.05$, **: $p<0.01$ (分散分析, 多重比較・Bonferroni補正)
恒次祐子他, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 66:G27-05-1645, 2016

16

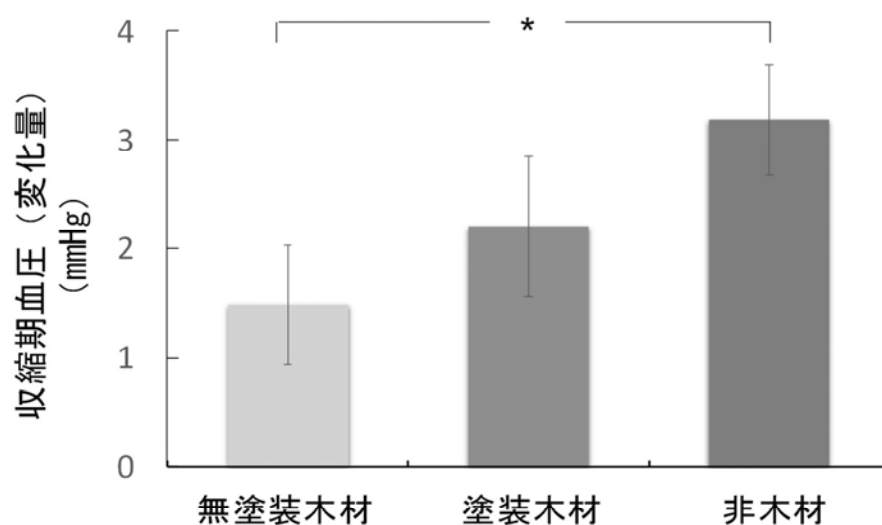
結果(4) 脈拍数



N=18 (20代男性), 平均値±標準誤差,
*: $p<0.05$, **: $p<0.01$ (分散分析, 多重比較・Bonferroni補正)
恒次祐子他, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 66:G27-05-1645, 2016

17

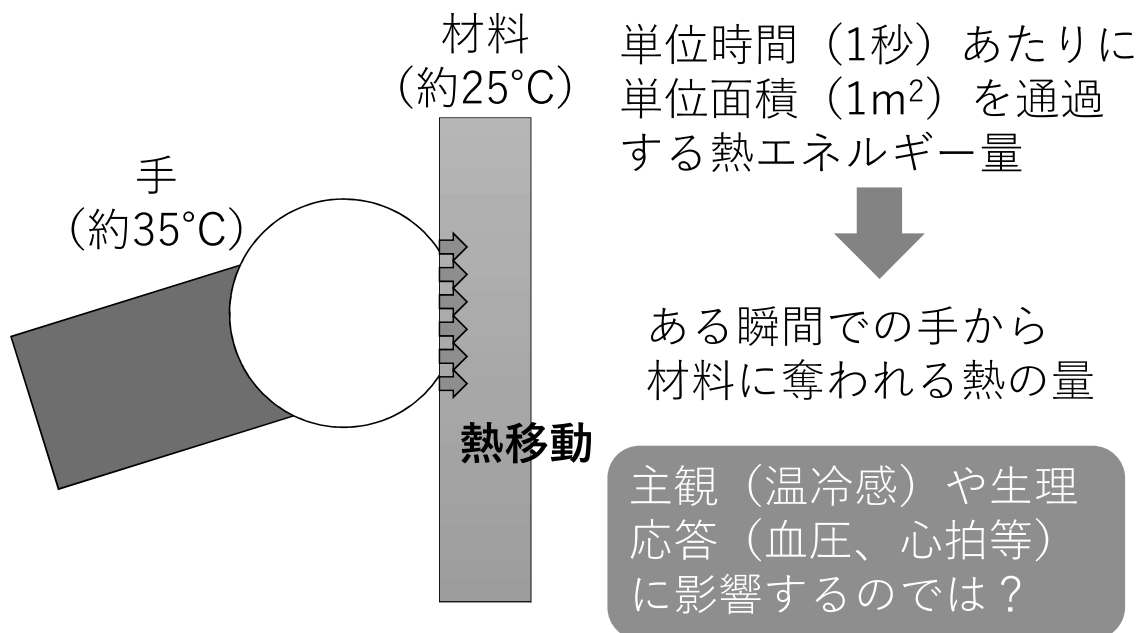
収縮期血圧 (まとめ)



N=39 (20代, 男性18名, 女性21名), 平均値±標準誤差, *: $p<0.05$
恒次祐子他, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 66:G27-05-1645 (2016), 67:G17-09-1400 (2017)

18

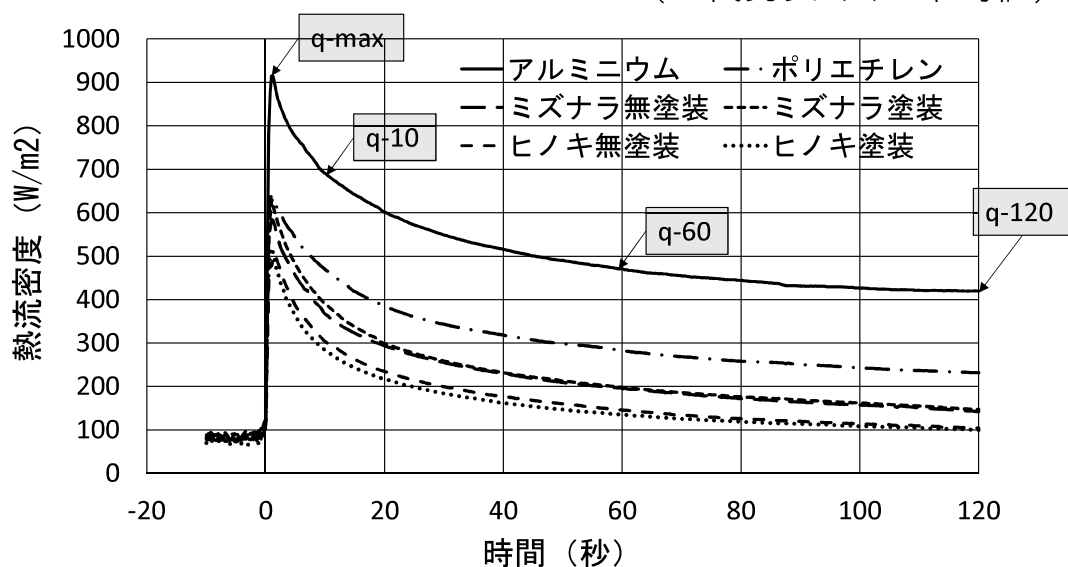
熱流密度（熱流束）とは



19

接触時間と熱流密度の関係

（20代男女7人の平均値）



杉山真樹他：第67回日本木材学会大会研究発表要旨集，G17-09-1415（2017）

20

温冷感と熱流密度の関係

- 接触開始10秒後以降の熱流密度と、温冷感との間に相関関係あり
- 各経過時間での熱流密度は、アルミニウム、ポリエチレンよりも、木材に接触した場合、有意に小さい（＝奪われる熱の量が小さい）
- 樹種の違い（ヒノキ・ミズナラ）および塗装の有無により熱流密度に差はない（＝奪われる熱の量は変わらない）

21

評価指標の適用可能性

測定指標		適用可能性
心理指標	印象評価	◎
	気分評価	○
生理指標	収縮期血圧	◎
	拡張期血圧	△
	脈拍数	△
	脳血液動態	△
	心拍変動性	×
熱特性	熱流密度	◎
	接触界面温度	△

20代男女被験者（女性21名，男性35名）の結果より

22

今後の展望

- 本研究により，手掌による材料への短時間接触がもたらす心理的・生理的影響を評価する手法を確立
- 研究の発展に向けて以下の検討が必要
 - ✓ 異なる被験者群
 - ✓ 手掌以外での接触
 - ✓ 接触時間による影響
 - ✓ 複合刺激による影響

➡「木の良さ」を活かした快適な環境の創生

研 究 成 果 報 告

3) 木材の視覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明

仲村 匡司
(京都大学大学院農学研究科)

「木の良さ」を科学するー木材がひとの触・視・嗅に及ぼす影響ー

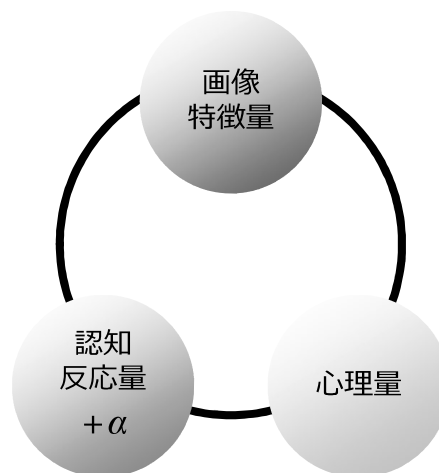
木材の視覚特性が人間の 生理・心理面に与える影響の解明

仲村 匡司
(京都大学大学院農学研究科)

研究目的

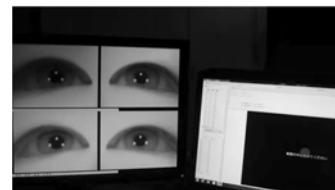
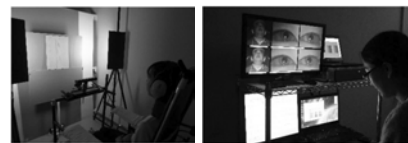
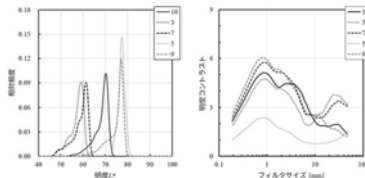
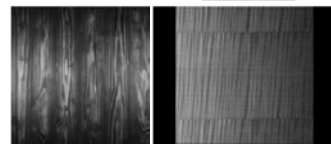
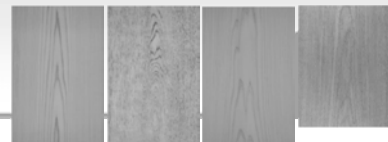
2

- 木材の誘目性評価技術の確立
 - 材面に現れた木材ならではの特徴がヒトの心理反応および認知反応に及ぼす影響を究明する
 - 「木」ワードはコントラスト



3年間で実施した内容の概略

- 様々な木材試料（呈示刺激）の作製
 - 主に塗装によって材面の見えに変化を付与
 - 新規な“国産材の意匠”を提案できる可能性
- 材面に現れた画像的特徴の抽出
 - 刺激の色彩，木目柄，光沢を定量的に記述
 - 材面に施された種々の処理の効果を評価
- 材面の見た目の印象の評価
 - 呈示試料による視覚心理効果の把握
 - 画像特徴量との対応付け
- 材面の観察によって生じる生体反応の測定
 - 材面のどこを見るのかを把握する停留点解析
 - 瞳孔径および視線停留関連電位の連続測定

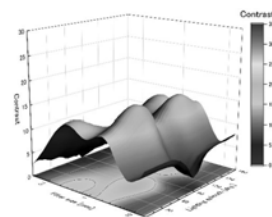
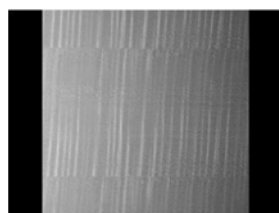


M. Nakamura

確立された評価手法

4

- 2種類の画像解析法による材面の見えの評価
 - ヒストグラム解析：全体的なコントラスト
 - 多重解像度コントラスト解析：局所的なコントラスト



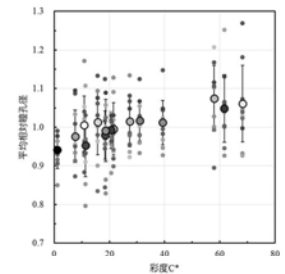
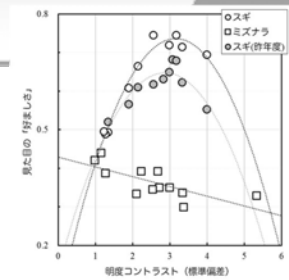
- 視線追跡による停留部位・停留頻度の可視化
 - コントラストの大きい部位に選択的に視線が停留



M. Nakamura

得られた知見

- 2種類の画像解析法によって
 - 材面の全体なコントラストの変化
 - 材面の局所的なコントラストの変化
 を客観的な数値で把握できる
- 材面の誘目性（視線の誘因効果）はコントラストに影響される
 - コントラストの大小によって材面の見た目の印象が変化
 - 材面の誘目性を制御することは木製品の印象に直結
- 材面の観察によって瞳孔反応および眼球停留関連電位に変化が生じる
 - 発生機序や因果関係については今後の検討課題



M. Nakamura

今後の展望

6

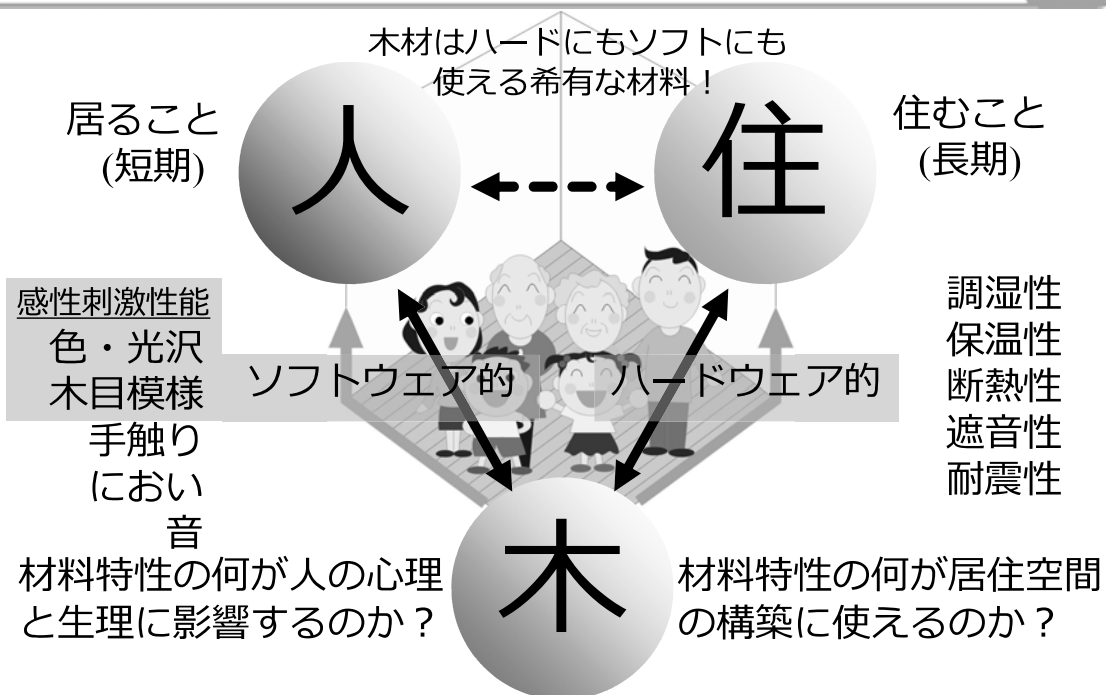
- 「材面の見え」の評価手法の適用範囲の拡大
 - 「材色」「木目柄」「照り」を同じ手法で評価可能
 - 「無垢でなければ！」に根拠はあるのか？
- マルチモーダルな木材の評価
 - 視覚+α（視覚+触覚，視覚+嗅覚，など）の評価への発展
 - 「木の良さ」の評価に各感覚はどのくらい寄与しているのか？
- 「木の良さ」の評価への時間軸の導入
 - 長時間曝露の効果を実験的に見積もる手法の探索
 - 数分間の観察や接触でどれほどものが言えるのか？
 - 使い込まれた木材，経年変化した木材の心理的価値の評価
 - 「趣き」「ヴィンテージ」の本質は何なのか？



M. Nakamura

研究背景

7



M. Nakamura

研究背景

8

- 木材の見た目のよさ
 - 重要な意匠特性にもかかわらず曖昧



M. Nakamura

研究背景

9

木材の外観的特徴

■ あたたかな木材色

色

■ 千変万化の木目模様

柄

■ まろやかな光沢

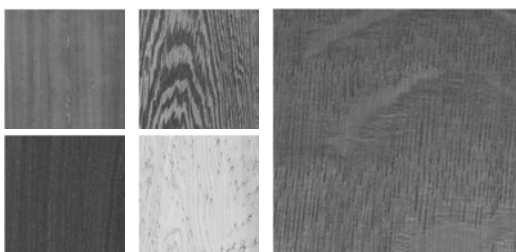
照

画像解析

ヒストグラム解析

多重解像度コントラスト解析
(MRCA)

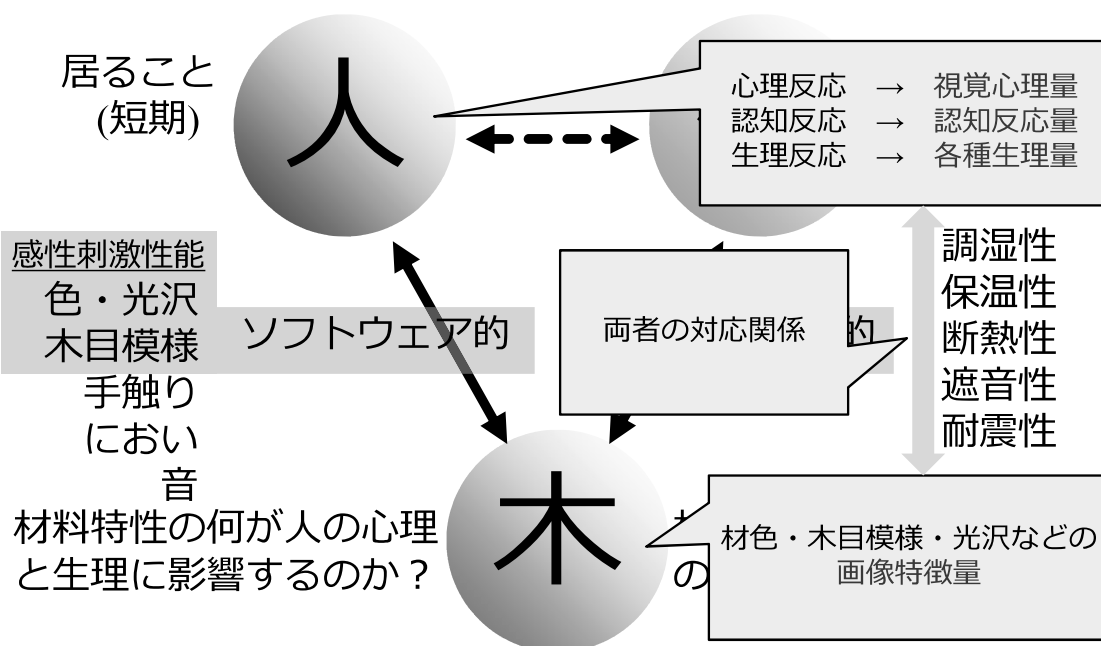
画像特徴量



M. Nakamura

研究背景

10

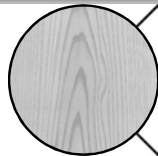


M. Nakamura

研究背景

11

木に訊く



画像特徴量

木材の諸特徴の目立ち方を表す物理量



心に訊く



視覚心理量

木材の見え方の主観的評価(心理量)



身に訊く



認知反応量

木材の誘目性(材面への注意)の指標



各種生理量

木材の見た目に起因する生理応答



M. Nakamura

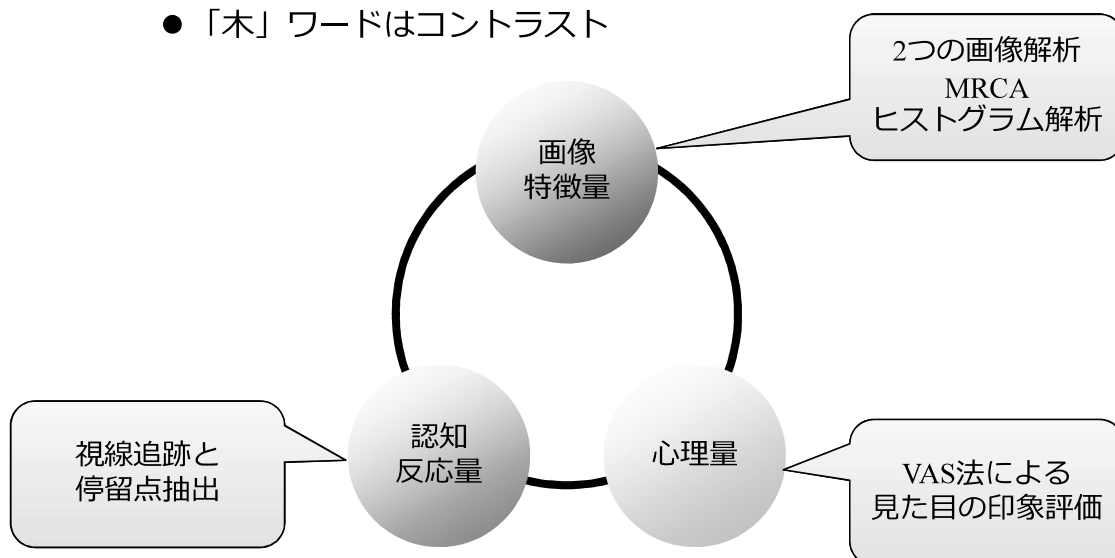
研究目的

12

➤ 木材の誘目性評価技術の確立

- 材面に現れた木材ならではの特徴がヒトの心理反応および認知反応に及ぼす影響を究明する

- 「木」ワードはコントラスト

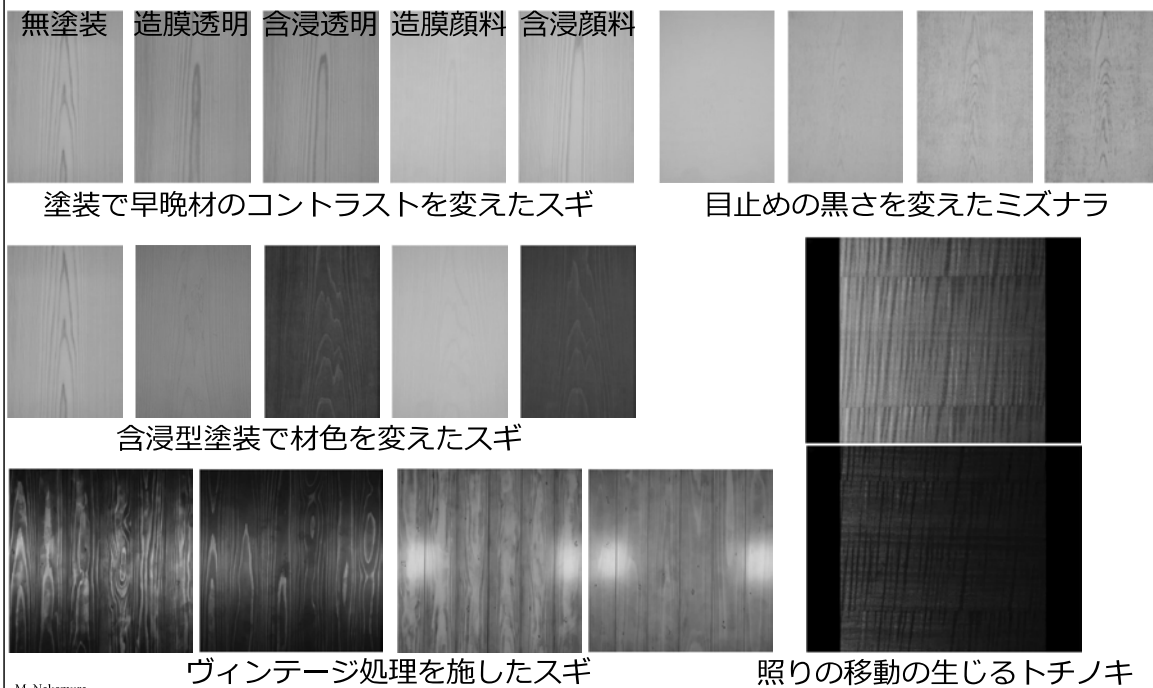


M. Nakamura

実験方法

13

➤ 呈示試料の作製



実験方法

14

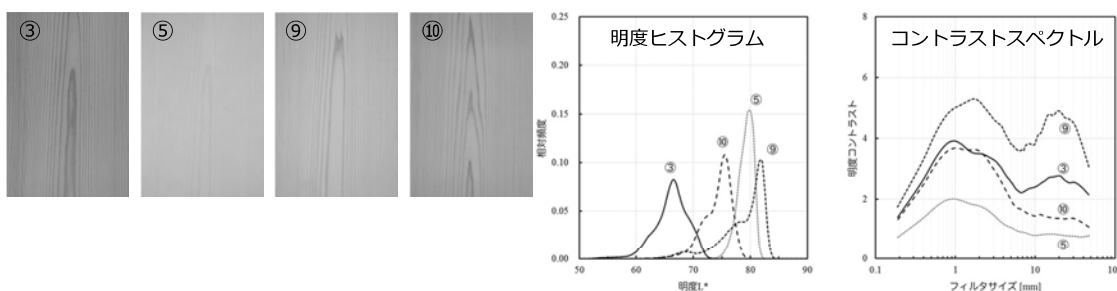
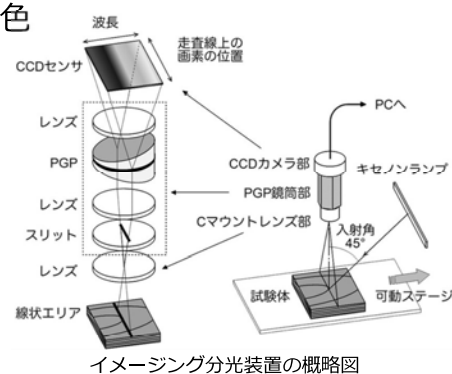
➤ 画像入力と画像解析

■ イメージング分光装置による面的測色

- 色彩値付き画像データの取得

■ 2種類の画像解析

- ヒストグラム解析
 - ✓ 全体的なコントラスト
- 多重解像度コントラスト解析
 - ✓ 局所的なコントラスト



実験方法

15

- 被験者実験
 - 刺激観察時の視線移動と脳波の測定
 - 刺激の印象の評価

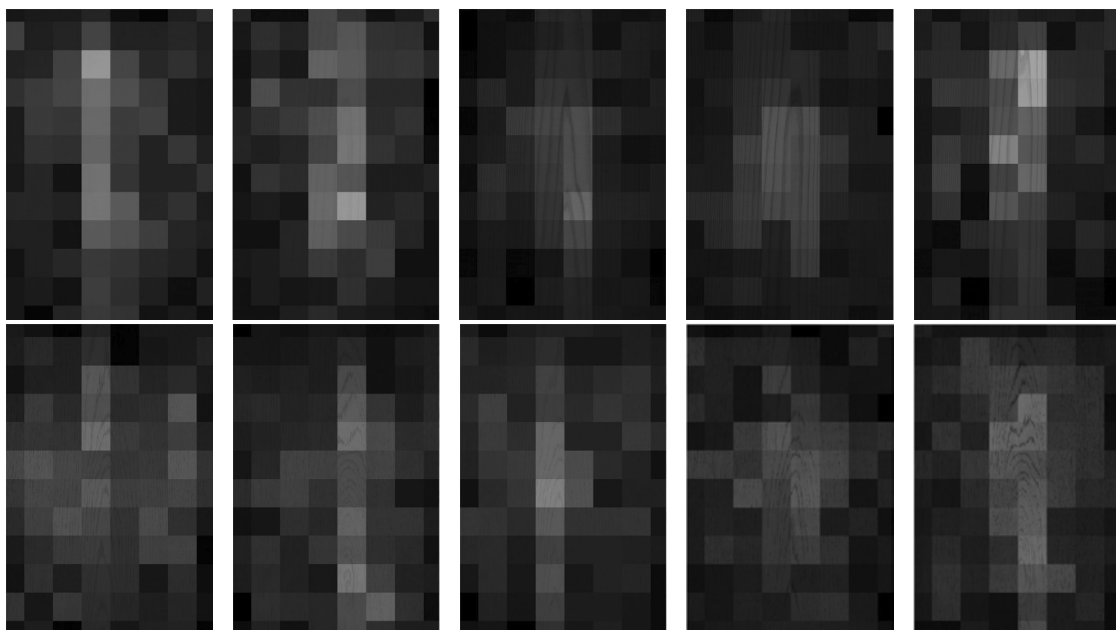


結果

米山菜乃花, 仲村匡司, 片岡厚, 杉山真樹 (2016) 木材学会誌, 62 (6), 293-300

16

- オープンワークモザイク図による停留点分布

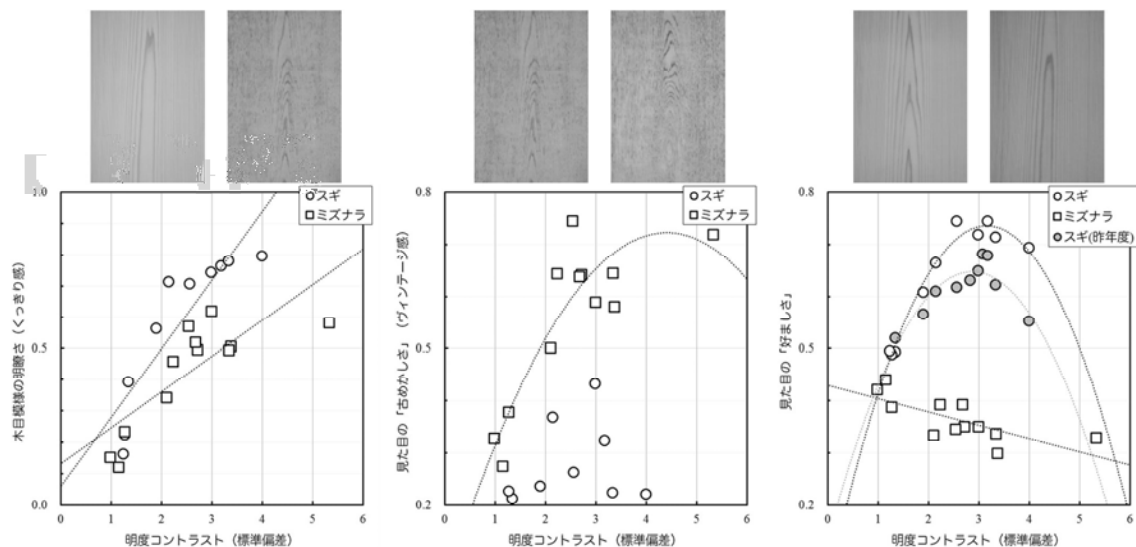


M. Nakamura

結果

17

➤ コントラストと印象の関係



コントラストが増すと
「くっきり感」が向上

ミズナラではコントラストが増すと「ヴィンテージ感」が向上

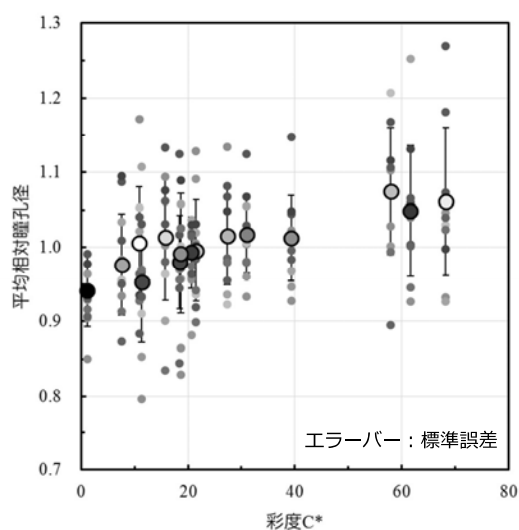
スギには「好ましさ」
に最適なコントラストが存在

M. Nakamura

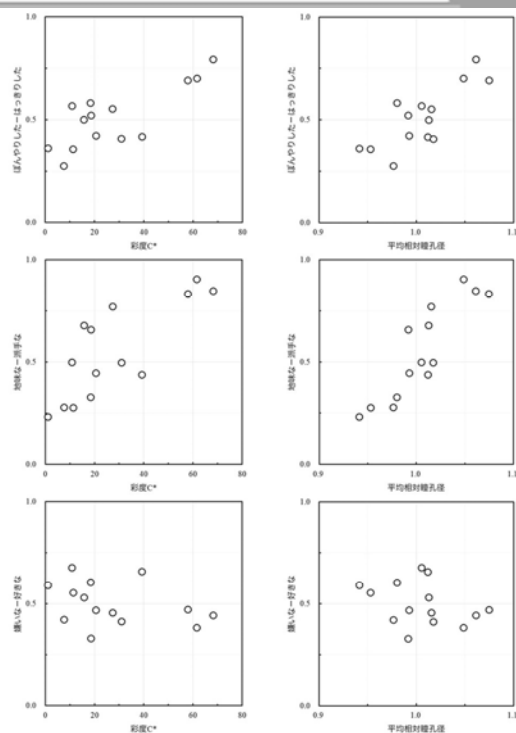
結果

18

➤ 瞳孔径、色彩値、主観評価の関係



■ 彩度が増すと瞳孔径が拡大？

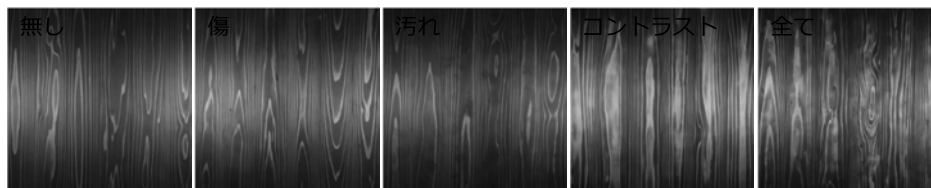


M. Nakamura

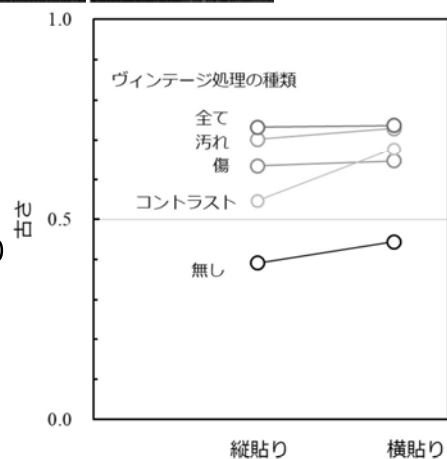
結果

19

➤ ヴィンテージ処理と「古さ感」の関係



- 処理の種類に主効果あり($p < 0.001$)
- 材の向きには有意傾向あり($p < 0.1$)
- 「無し」との間には全て有意差あり
($p < 0.01$)
- コントラストのみ縦と横に有意差有り
($p < 0.05$)
(多重比較はTukey法で補正)

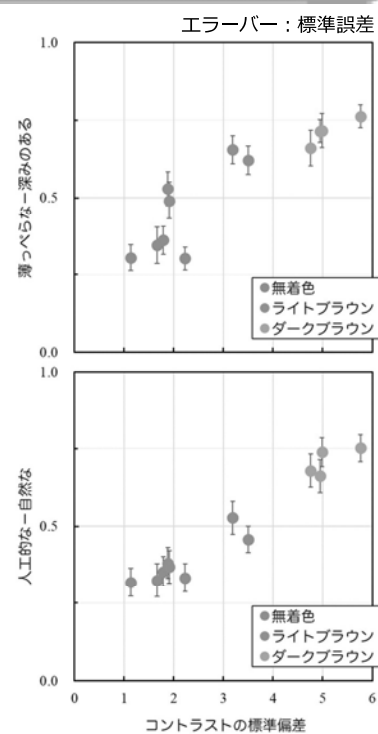
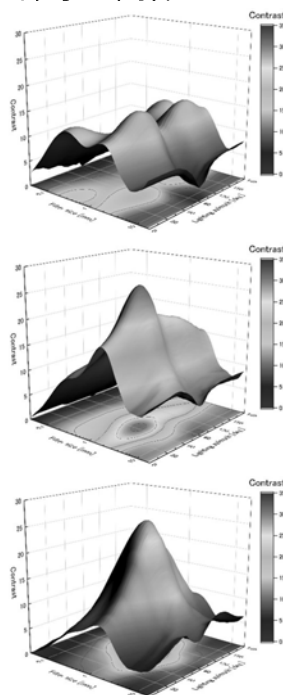
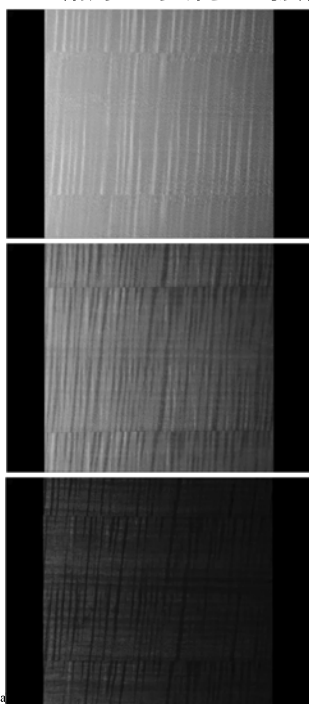


M. Nakamura

結果

20

➤ 照りの変化の“振幅”と印象の関係



M. Nakamura

研 究 成 果 報 告

4) 木材の嗅覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明

松原恵理
(複合材料研究領域)

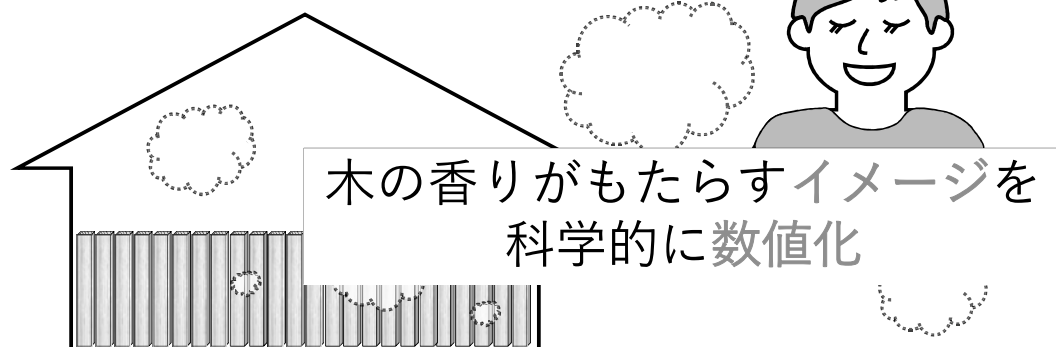
木材の嗅覚特性が人間の生理・心理面に 与える影響の解明

複合材料研究領域

松原 恵理

背景

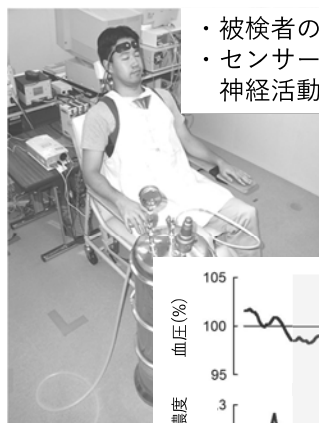
木の香りを嗅ぐとホッとする
木の空間は心地よい
木の空間ではストレスが和らぐ
空間内の香りは時間とともに変化する



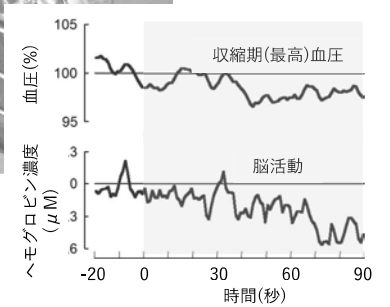
背景

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証

人が木材の香りを嗅いだときの
リラックス効果の検証



- ・被検者の鼻先に香りを提示
- ・センサーを貼付
神経活動を連続計測



恒次ら, 木材工業 (2005) 60(11), 598-602

人が木材の香りを嗅いだときの
ストレス軽減効果の検証



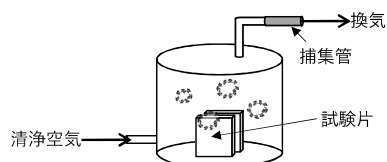
- ・噴霧器を使って実験室内に香りを提示
- ・主にだ液中成分濃度を評価

背景

2. 木の香りの経時変化の検証

木質材料由来の化学物質を明らかに
するための分析

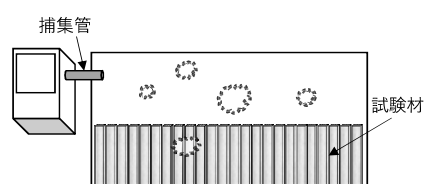
- ・小形チャンバーを用いた試験法にて
各種木質建材からの化学物質放散に
関するデータを数多く蓄積



例えば, シックハウスと木質建材資料集, H16年11月発行

室内の木材由来の香り成分を
明らかにするための分析

- ・実験室の床と壁に木材を配置
- ・施工直後からの室内化学物質の
経時的な変化を追跡



分類	具体的な化合物名
芳香族炭化水素類	トルエン、キシレン、スチレンなど
脂肪族炭化水素類	ヘキサン、ノナン、デカン、トリデカンなど
ハロゲン化炭化水素類	トリクロロエチレン、クロロホルムなど
テルペン類	α -ピネン、リモネン、カジネンなど
その他	酢酸エチル、酢酸ブチル、アセトンなど

研究目的

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証

- ・ 新たな生理指標（ストレス反応）の検討
- ・ 成人男女を被検者とした実験データの蓄積



2. 木の香りの経時変化の検証

- ・ 室内化学物質の経時的な変化を追跡



3 年間で実施した内容の概略

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証

	被検者群	樹種	測定項目		
			だ液中成分	HRV	主観評価
1年目	男性 ・ 社会人 ・ 20-30代	スギ	CORT, DHEA-s CgA, IL-1 β α -AMY	HR HF LF/HF	実験室の印象 臭気強度と快・不快度, 疲労感
2年目	女性 ・ 学生 ・ 20代	スギ	CORT, DHEA-s CgA, α -AMY	—	実験室の印象 臭気強度と快・不快度, 疲労感 POMS
3年目	男性 ・ 学生 ・ 20代	サワラ ヒノキ	DHEA-s, CgA	HR HF LF/HF	実験室の印象 臭気強度と快・不快度, 疲労感

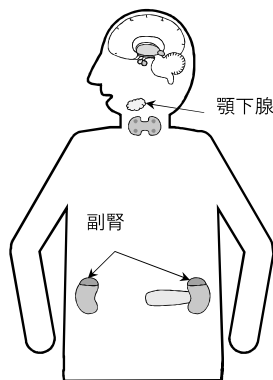
CORT: コルチゾール, DHEA-s: デヒドロエピアンドロステロン硫酸抱合体, CgA: クロモグラニン A
IL-1 β : インターロイキン1 β , α -AMY: アミラーゼ

HRV: 心拍変動解析, HR: 心拍数, HF: 副交感神経指標, LF/HF: 交感神経指標

POMS: 気分プロフィール検査

確立された評価手法

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証
だ液中に含まれる成分が指標として使える可能性を見出した



クロモグラニンA (CgA)

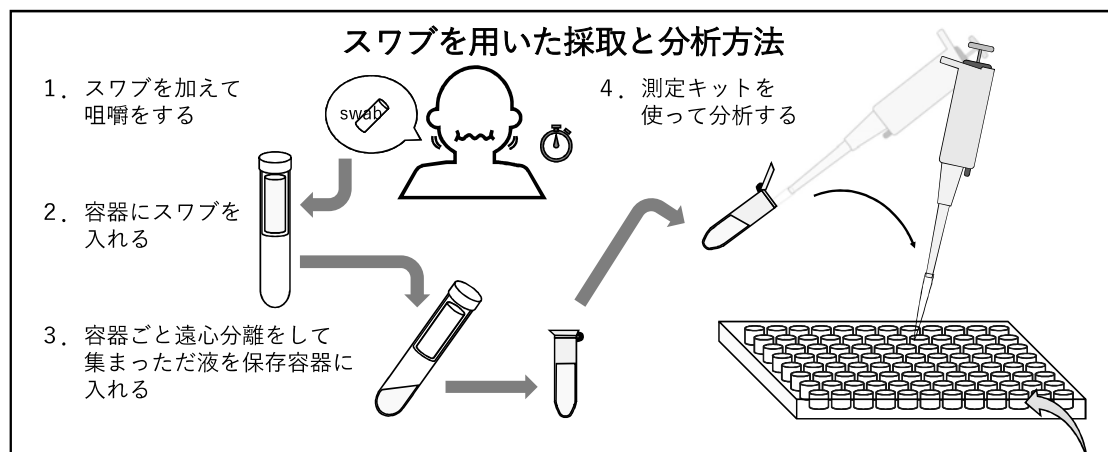
副腎髓質ないし顎下腺（だ液腺の一つ）で作られ
交感神経の刺激により分泌されるタンパク質
精神的ストレスを反映するといわれる

DHEA-s (dehydroepiandrosterone-sulfate)

DHEA（男性ホルモン）の硫酸抱合体であり、
体内のDHEA-sの大部分は副腎皮質由来である
種々ストレスから身体を守るように働くことから
抗ストレスホルモンともいわれる

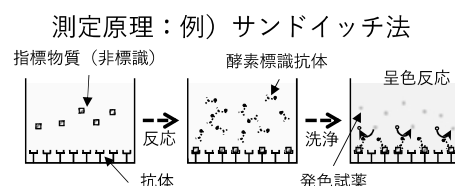
確立された評価手法

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証



だ液中成分を指標とするメリット

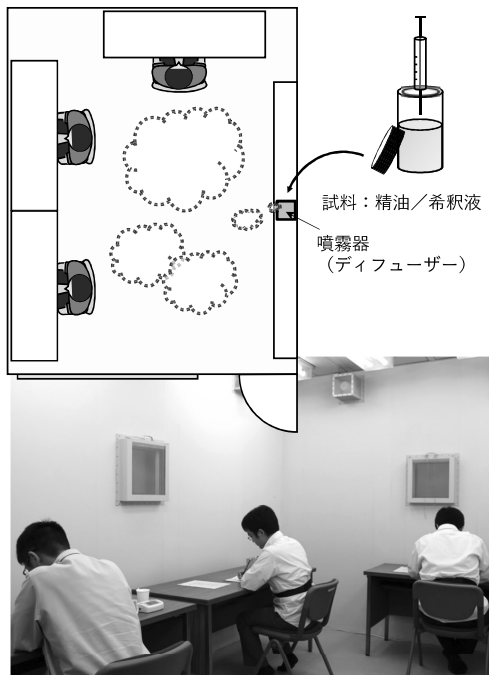
- ・人のだ液中には血液とおおよそ同じ成分が含まれる
- ・採取が簡便（痛みがない）



松原, 木材工業 (2017) 72(7), 288-291

得られた知見

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証

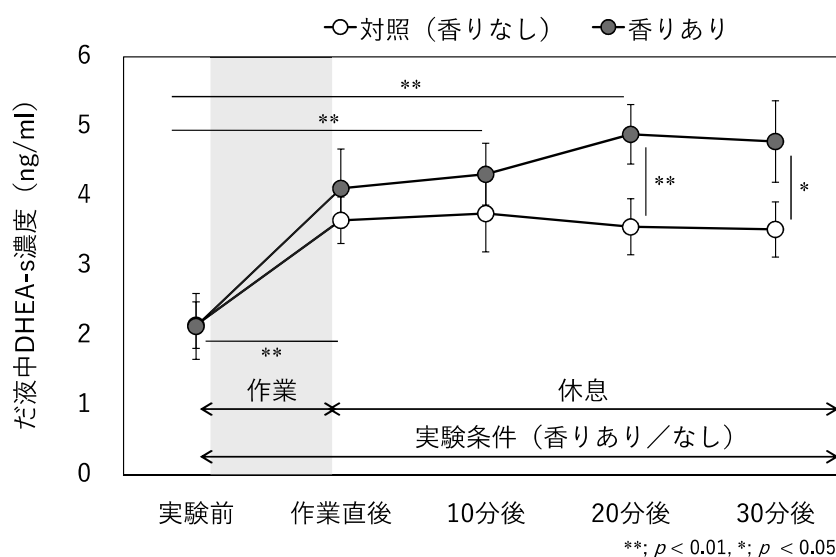


実験スケジュール

- 前室
1. 実験の説明
 2. 同意書の記入
 3. 装置の説明
 4. 唾液の採取
 5. 心拍計取付・記録開始
- ↓
- 実験室
1. 質問票記入、安静
 2. 計算作業
 3. 唾液の採取、質問票記入
 4. 安静
 5. 唾液の採取、質問票記入
- ※ 更に2回、4-5繰返し
6. アンケート記入
- ↓
- 実験終了

得られた知見

だ液中DHEA-s濃度の経時変化



木材の香りにより抗ストレスホルモンの分泌が増加することがわかった

樹種：スギ
被検者：男性社会人9名（30.1 ± 6.5才）
Matsubara et al, IJERPH (2017)14(1): doi:10.3390/ijerph14010097

得られた知見

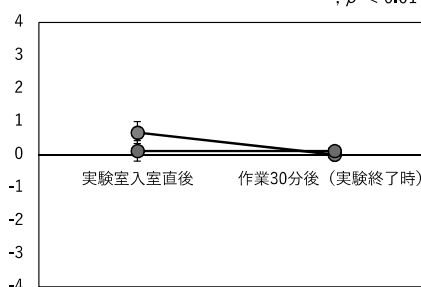
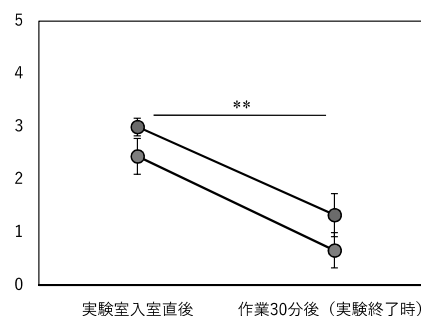
臭気強度と快・不快度

6段階臭気強度表示法

臭気強度	においの程度
5	強烈なにおい
4	強いにおい
3	楽に感知できるにおい
2	何のにおいか判る弱いにおい
1	やっと感知できるにおい
0	無臭

9段階快・不快度表示法

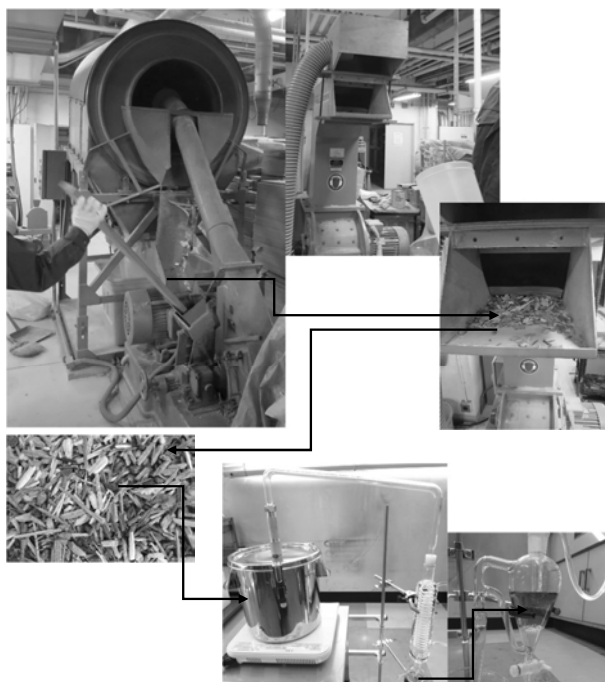
快・不快度	においの質
4	極端に快
3	非常に快
2	快
1	やや快
0	快でも不快でもない
-1	やや不快
-2	不快
-3	非常に不快
-4	極端に不快



樹種：スギ
被検者：男性社会人9名（30.1±6.5才）
Matsubara et al, IJERPH (2017)14(1): doi:10.3390/ijerph14010097

得られた知見

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証



精油成分（スギ）

RT (min)	Components	Composition (%)
26.9	α -Cubebene	0.8
28.2	Copaene	0.3
28.8	β -Cubebene	0.9
30.1	β -Caryophyllene	1.1
31.4	Murolora-3,5-diene	1.2
31.6	α -Humulene	1.0
32.4	Cadina-1(6),4-diene	2.8
32.5	γ -Murolene	0.3
32.7	Germacrene D	0.2
33.2	cis-Murola-4(15),5-diene	4.5
33.4	Cubebol	16.4
33.5	α -Murolene	6.5
34.0	β -Bisabolene	0.3
34.2	4-epi-Cubebol	18.0
34.4	δ -Cadinene	21.4
34.5	(-)-Calamenene	1.3
34.5	β -Cadinene	2.1
34.9	Cubenene	1.4
35.6	α -Elemol	1.5
37.2	Gleenol	1.5
38.7	1,10-di-epi-Cubebol	5.8
38.9	γ -Eudesmol	0.5
39.3	Epicubebol	3.8
39.5	α -Murolol	1.1
39.7	β -Eudesmol	3.2
40.1	Dihydronudesmol	0.3
42.5	Cryptomerione	0.7
51.1	Sandaracopimaradiene	0.2
55.2	Abietadiene	1.0

Matsubara et al, IJERPH (2017)14(1): doi:10.3390/ijerph14010097

得られた知見

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証



実験条件

- ・ 室温：22/25℃
- ・ 湿度：50%
- ・ 空気捕集の流速：0.1L/min
- ・ 捕集材：PEJ-02
(加熱脱着用チューブ)

- ・ 加熱脱着装置：TurboMatrix 650
- ・ GC-MS：GC 6890/MSD 5973
- ・ カラム：DB-5 MS
(長さ30m, 内径0.25mm, 膜厚0.25mm)



3年間で実施した内容の概略

2. 木の香りの経時変化の検証

RC造2階建ての1室を内装木質化

定期的に空気を捕集→分析
(分析機関へ)



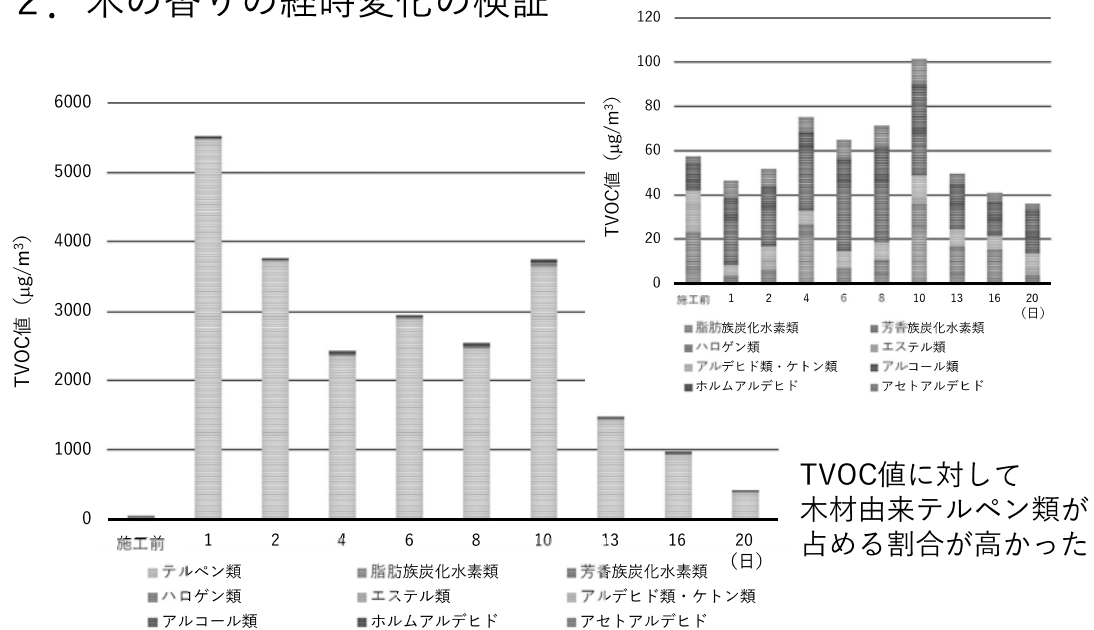
三重県産スギ材(天然乾燥)

- ・ 床：小割材の上にフローリング材を
木ねじで留め付け
- ・ 壁：内装木製パネルを壁面に設置

- ・ 捕集材と携帯型空気吸引ポンプを
連結
- ・ カメラ用三脚の上部に取り付けて
室内中央部に設置
- ・ 捕集材高さは床から1.3 m

得られた知見

2. 木の香りの経時変化の検証



TVOC値の経時変化（施工前及び施工後20日まで） 施工日 2016.2.27

今後の展望

1. 木の香りが人の身体や心に与える影響の検証

- ・ 樹種や被検者構成を変えてデータを蓄積する
- ・ だ液中に含まれる種々成分の中から、木の香りの評価指標として使える成分を探索する

2. 木の香りの経時変化の検証

- ・ 様々な木質材料が存在する環境での室内化学物質（特にテルペン類）の経時変化の検証する
- ・ 住宅やオフィスなど生活空間でデータを蓄積する

研究実施体制

主査

杉山 真樹 木材研究部門 木材加工・特性研究領域 チーム長（特性評価担当）

副査

恒次 祐子 元・木材研究部門 構造利用研究領域 木質構造居住環境研究室 主任研究員
(現 東京大学大学院 農学生命科学研究科 准教授)

研究担当者

杉山 真樹 前出（実施課題1, 2, 3）
恒次 祐子 前出（実施課題1, 3）
片岡 厚 企画部 広報普及科（実施課題2）
松原 恵理 木材研究部門 複合材料研究領域 積層接着研究室（実施課題1, 3）
宇京齊一郎 木材研究部門 構造利用研究領域 木質構造居住環境研究室（実施課題1）
池井 晴美 木材研究部門 構造利用研究領域 木質構造居住環境研究室（実施課題1）
仲村 匡司 京都大学大学院 農学研究科 准教授（実施課題2）

研究協力者

大木 博成 玄々化学工業株式会社
何 昕 玄々化学工業株式会社
米山菜乃花 京都大学大学院農学研究科
出垣奈生子 京都大学大学院農学研究科
小角百合香 京都大学農学部

外部評価委員

信田 聡 東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授

課題構成

課題名：人間の快適性に及ぼす木材の触覚，視覚及び嗅覚刺激の効果の解明
(課題番号201418)

- 実施課題1 木材の触覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明及び視覚，
嗅覚特性を含めた五感要素の影響の可視化
- 実施課題2 木材の視覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明
- 実施課題3 木材の嗅覚特性が人間の生理・心理面に与える影響の解明

森林総合研究所運営費交付金プロジェクト

「人間の快適性に及ぼす木材の触覚、視覚及び嗅覚刺激の
効果の解明」成果報告会 要旨集

発行者：国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

住所：茨城県つくば市松の里 1

発行日：2018. 2. 27

印刷所：谷田部印刷株式会社