

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04090

研究課題名(和文)脳機能イメージングを用いた木材による人の心理生理反応とその評価方法に関する研究

研究課題名(英文) Human responses to inhalation of emissions from timber on psychological and physiological factors: objective evaluations by functional brain imaging

研究代表者

東 賢一 (AZUMA, Kenichi)

近畿大学・医学部・准教授

研究者番号：80469246

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、脳血流量と脳波の同時計測を行うことで、木材のにおいによるヒトの脳機能への影響を明らかにすることを試みた。健康な大学生の被験者に対し、におい提示なし、乾燥条件や産地が異なる杉材パネル、中国製合板を提示し、前頭前皮質の脳血流量と頭部全体の脳波を同時測定した。その結果、ホルムアルデヒドの放散量が多い木材では脳血流量が上昇して刺激ととらえていること、高温乾燥材や低温乾燥材よりも中温乾燥材においてヒトに対する反応が良好であることを明らかにした。天然乾燥材ではテルペン類が最も多いが、総揮発性有機化合物(TVOC)を多く含むことから、総じて中温乾燥材よりも刺激や不快感が増加したものと考えられた。

研究成果の概要(英文)：We examined human responses to inhalation of emissions from timber on psychological and physiological factors using functional brain imaging. Nasal region of healthy subjects was exposed to non-odorant, plywood, and cedar timbers that dehydration temperature and/or production region were different. Regional cerebral blood flow (rCBF) in prefrontal cortex and electroencephalogram (EEG) were simultaneously measured. Result indicated the activation of rCBF significantly increased in plywood that emission of formaldehyde were the highest. The result suggested the plywood acted as irritation to nose of the subjects. Cedar timber that were produced at middle dehydration temperature rather than lower and higher temperature, showed good responses in human brain imaging both rCBF and EEG. This suggests the subjects received irritation and discomfort from timber of lower dehydration temperature because the emission of total volatile organic compound was the highest at natural air-dried timber.

研究分野：衛生・公衆衛生学、健康リスク評価学、疫学

キーワード：脳血流量 脳波 におい 木材 放散物質

## 1. 研究開始当初の背景

1980年代以降、シックハウス症候群や化学物質過敏症などが社会的に大きな問題となった。室内空気質の健康影響が問題となる中で、健康的な居住水準を備えた健康住宅や健康増進住宅への関心が高まりつつある。

日本では、間伐材が未使用のまま林の中に放置されるなど、森林の手入れが十分に行われない状況にあったが、2010年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行されたことにより、住宅を含めた居住空間への木材利用が見直されつつある。森林の活性化や生態系の保全のため、間伐材の利用促進は急務であり、間伐材の活用技術や用途の開発が必要である。

シックハウス症候群や化学物質過敏症の問題や、間伐材の利用が促進される中で、無垢材の利用やその効果が見直されつつある。例えば、シックハウス症候群や化学物質過敏症などの問題およびそれらに関連する抑うつ、不安、不眠等への対応の一つとして、無垢材による内装仕上げを行ったところ、居住者の症状が改善したことが施工者により観察されているが、その科学的な検証は十分なされていない。また、木材の機能として、これまでに、伐採された木材(特にスギ材)には、二酸化窒素、ホルムアルデヒドなどの空気汚染物質に対して優れた浄化機能が報告されている。木のヒトへの効果としては、森林浴や森林セラピーなどの効果が検討されているほか、木材の抽出成分である精油には、ストレス症状を緩和する効果があることや、睡眠内容の改善などの効果が確認されている。しかし、居住空間における木材利用の効果を確認した既往研究は少なく、木材の内装仕上げにより加算作業量に変化が認められたとの報告もあるが、研究デザインにおける課題も見受けられ、さらなる検討が必要と考えられる。

本研究者らは、これまで木材のヒトへの影響について検討を行ってきた。計算作業後の疲労回復効果について検討し、スギ無垢材で内装を施した“見え+においを感じる”実験室では、“においのみを感じる”実験室や木内装をしていない実験室に比べて疲労感の回復が早く、木材の見えとにおいの相乗効果が示唆された。枕元にスギ材を設置したところ、設置なしの条件に比べて主観評価による睡眠の質が向上したという結果も得られた。

これらの結果は、木材からの放散量成分に対するヒトの反応であり、ヒトの脳が木材からの放散量成分をどのようにとらえているかを客観的に評価することが重要であることを示唆している。一般に、個々の化学物質、とりわけ人工合成化学物質に対するヒトへの影響は、有害性評価として実施され、その特性が明らかにされてきた。しかし木材からの放散成分は、多種類の物質で構成されており、かつ天然成分であるためヒトに対する影響を評価したデータがほとんどみあたらない。

従って、木材によるヒトへの反応を客観的に評価するには、木材を直接ヒトに提示した際の脳の反応を評価することが重要となる。

## 2. 研究の目的

本研究では、このような背景を踏まえて、木材のにおいによるヒトへの影響を脳機能測定によって検証する。脳機能の評価にあたっては、脳血流量と脳波の同時計測を行うことで、快不快や刺激感の主観評価との関連性を検証し、木材のにおいによる脳機能への影響について明らかにする。

## 3. 研究の方法

脳血流量は、機能的近赤外分光法(functional near infrared spectroscopy; fNIRS)を用いて眼窩前頭皮質嗅覚野に近い前頭葉の大脳皮質を中心に、木材のにおい刺激提示前後の血流変化を測定した。また、fNIRSと脳波の同時計測を行った。におい刺激として使用する木材については、産地、樹齢、乾燥状態などの生産履歴を把握するとともに、チャンバー法により木材からの化学物質の放散量を測定した。

被験者にはレストとタスク(におい刺激提示)を繰り返し、その際の脳血流量および脳波測定した。におい刺激の提示順序は被験者によってランダムに実施し、提示順序の影響を排除するとともに、におい提示なしの条件を含めた。

## 4. 研究成果

初年度は、予備実験による実験プロトコルの確認を踏まえて、健康な大学生9名に対して、におい提示なし及び3種類の木材パネル(低温乾燥杉材、高温乾燥杉材、中国製合板)で実験を行った。低温乾燥材では、セスキテルペン類が特異的に放散され、合板ではホルムアルデヒドが高濃度放散された。

次年度は、健康な大学生12名に対して、におい提示なし及び4種類の木材パネル(天然乾燥杉材、中温乾燥杉材、高温乾燥杉材、中国製合板)で実験を行った。杉材では、乾燥温度が低いほどセスキテルペン類が特異的に放散され、高温乾燥になるほど酢酸や長鎖アルデヒド類の放散量が増加した。これらの高温乾燥による放散量増加物質は、木材成分の分解によるものと思われた。

最終年度は、健康な大学生9名に対して、におい提示なし及び三重県産天然乾燥材(含水率20%)、三重県産長期天然乾燥材(含水率27.2%)、宮崎県産常温除湿天然乾燥材(含水率11.5%)、岐阜県産天然乾燥材(含水率10.2%)で実験を実施した。

昨年度まで実施した実験結果を解析したところ、ホルムアルデヒドの放散量が多い材では脳血流量が上昇し、刺激ととらえていることが明らかとなった。また、高温乾燥材や天然乾燥材よりも、中温乾燥材において、嗅

覚刺激の指標である前頭前皮質における脳血流量のレベルが低いこと、脳波での変化のレベルが低いことを明らかにした。これらの結果は、快不快や刺激感の主観評価の結果とほぼ一致しており、主観評価と脳血流及び脳波計測による客観評価の両側面から、中温乾燥材がヒトに対する良好な反応を示すことが明らかとなった。天然乾燥材では、テルペン類が最も多いが、総揮発性有機化合物 (TVOC) を多く含むことから、総じて中温乾燥材よりも刺激や不快感が増加したものと考えられた。

また、杉の天然乾燥材の比較結果から、心材が含まれていた三重県産長期天然乾燥材は、他の辺材よりも TVOC を多く含み、不快側の評価がなされた。天然乾燥の条件や産地によっても化学物質の放散量やにおいに対する反応が異なる可能性も示唆されたことから、引き続き検討を行う必要があると考えている。

#### 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 6件)

萬羽郁子. 木の香りか、ツンとした臭いか. 季刊チルチンびと, No. 92, pp. 60-61, 2017. (査読無、依頼有)

東 賢一. 塗料や接着剤から放散される化学物質. 季刊チルチンびと, No. 92, pp. 63-64, 2017. (査読無、依頼有)

東 賢一. 室内環境汚染による健康リスクと今後の課題. 臨床環境医学, Vol. 26, pp. 63-64, 2017. (査読有)

Azuma K, Kouda K, Nakamura M, Fujita S, Tsujino Y, Uebori M, Inoue S, Kawai S. Effects of inhalation of emissions from cedar timber on psychological and physiological factors in an indoor environment. *Environments* 2016;3(4):37.

doi:10.3390/environments3040037. (査読有)

Bamba I, Azuma K. Psychological and Physiological Effects of Japanese Cedar Indoors after Calculation Task Performance. *Journal of the Human-Environment System* 2016;18(2):33-41. (査読有)

萬羽郁子、東 賢一. 室内空気質からみた木の家. 季刊チルチンびと, No. 84, pp. 120-123, 2015. (査読無、依頼有)

##### [学会発表](計 24件)

東実千代、萬羽郁子、久保博子、磯田憲生、東 賢一. 木材の香りに対する生理心理反応に関する研究. 日本家政学会第70回大会(於 日本女子大学), 2018年5月26-27日

酒井温子、中村吉代茂、寺西康浩、成瀬達也、井村義嗣、上嶋逸平、貝本拓路、東 賢一、金山公三. 奈良県産スギ材およびヒノキ材の消臭性、調湿性および接触温冷感 木質内装による快適な暮らしをめざして. 第68回日本木材学会大会(於 京都市、京都府立大学), 2018年3月14日-16日.

酒井温子、中村吉代茂、井村義嗣、上嶋逸平、貝本拓路、東 賢一、金山公三、岡本雄二、谷田貝光克. 奈良県産スギ精油およびヒノキ精油の抗菌力に關与する成分 奈良県産材の利用拡大をめざして. 第68回日本木材学会大会(於 京都市、京都府立大学), 2018年3月14日-16日.

東 賢一. 木質住環境とヒトの健康維持増進 - 木質住環境研究の概要と今後の計画 - . チルチンびと地域主義工務店セミナー(於 千代田区、風土社セミナールーム), 2018年1月17日. (招待講演)

萬羽郁子、竹花美紅、東 賢一. 内装仕様の違いが室内環境に及ぼす影響の検討 竣工後一年間の室内空気質の変化. 平成29年度室内環境学会学術大会(於 佐賀市、佐賀市文化会館), 2017年12月13日-14日.

原田千聡、鍵 直樹、西岡芙実、東 賢一、柳 宇、大澤元毅、金 勲、長谷川兼一、萬羽郁子. 木材を使用した住宅における室内VOC濃度の特徴. 平成29年度室内環境学会学術大会(於 佐賀市、佐賀市文化会館), 2017年12月13日-14日.

竹花美紅、萬羽郁子、東 賢一. 内装仕様の違いが室内環境に及ぼす影響の検討 竣工後一年間の温熱環境・真菌濃度の変化. 第41回人間-生活環境系シンポジウム(於 長野県上田市、信州大学繊維学部), 2017年12月9日-10日.

東 賢一. 室内空気環境の健康への影響. 滋賀県主催平成29年度シックハウス問題を考える公開講座(於 大津市、明日都浜大津ホール), 2017年10月19日. (招待講演)

島田咲紀、東実千代. 乾燥方法の異なる木材の香りと色の経時変化. 2017年度日本家政学会関西支部第39回研究発表会(於 同志社女子大学), 2017年10月15日.

原田千聡、鍵 直樹、西岡芙実、東 賢一、柳 宇、大澤元毅、金 勲、長谷川兼一、萬羽郁子. 木材から発生するVOCの特徴と住宅における実測調査. 平成29年度空気調和・衛生工学会大会(於 高知工科大学), 2017年9月13-15日.

新村美月、柳 宇、鍵 直樹、長谷川兼一、東 賢一、金 勲、大澤元毅. カビ増殖特性に与える木材の含水率の影響に関する検討. 2017年度日本建築学会大会(中

国)(於 広島工業大学), 2017 年 8 月 31-9 月 3 日.

東 賢一. 木質住環境と健康 - 健康で快適な住環境を目指して - . 平成 29 年度 NPO 法人もくの会セミナー(於 大阪市、ATC ITM 棟 11 階イベントホール), 2017 年 7 月 21 日.(招待講演)

萬羽郁子、山田麗美、東 賢一. 木質内装が在室者の心理・生理反応に及ぼす影響. 一般社団法人日本家政学会第 69 回大会(於 奈良女子大学), 2017 年 5 月 26-28 日.

原田千聡、鍵 直樹、西岡芙実、東 賢二、柳宇、大澤元毅、金 勲、長谷川兼一、萬羽郁子. 木材の乾燥方法と環境湿度が VOC 発生に与える影響. 第 34 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会(於 早稲田大学), 2017 年 4 月 25 日-26 日.

東 賢二. 木質住環境とヒトの健康維持増進 - 予備調査結果の概要と今後の研究計画 - . チルチンびと地域主義工務店セミナー(於 千代田区、風土社セミナールーム), 2017 年 4 月 13 日.(招待講演)

東 賢二. 木質住環境とヒトの健康維持増進 健康で快適な住環境を目指して . チルチンびと地域主義工務店セミナー(於 千代田区、風土社セミナールーム), 2017 年 1 月 19 日.(招待講演)

萬羽郁子、東 賢二. 木材のにおい刺激による脳血流変化 アルデヒド類および VOC の放散量が異なるスギ材提示後の変化. 2016 年度日本建築学会大会(福岡)(於 福岡大学), 2016 年 8 月 24-26 日.

Bamba I, Azuma K. Effect of Japanese cedar on psychological and physiological factors influencing quality of sleep and mental health status in an indoor environment. XXIII International Federation for Home Economics (IFHE) World Congress 2016, Daejeon Convention Center, Daejeon, Korea, July 31-August 6, 2016.

東 賢二. 木質住環境とヒトの健康維持増進 - 健康で快適な住環境を目指して - . 岡山県医用工学研究会主催シンポジウム.(於 岡山大学医学部), 2016 年 6 月 24 日.(招待講演)

東 賢一. 木の家の健康を科学する - 住宅と健康の基本概念と近年の取り組みと課題 - . チルチンびと地域主義工務店セミナー(於 千代田区、風土社セミナールーム), 2016 年 4 月 13 日.(招待講演)

- 21 東 賢一. 化学物質を生じさせない住宅のつくり方 - 健康で快適な住環境を目指して - . 徳島県木の家造り協会主催セミナー(於 徳島市、すぎぼう住まい

の相談広場), 2015 年 9 月 6 日.(招待講演)

- 22 東 賢二. 木の家と人の健康・心地よさの秘密を解き明かそう. 第 3 回中日健康フェア-2015(於 名古屋市、名古屋医専総合校舎), 2015 年 9 月 5 日.(招待講演)

- 23 萬羽郁子. 木の家と人の健康・心地よさの秘密を解き明かそう 子どもと高齢者に大きな影響を与える室内空気環境 . 第 3 回中日健康フェア-2015(於 名古屋市、名古屋医専総合校舎), 2015 年 9 月 5 日.(招待講演)

- 24 東 賢二. 環境医学的見地から見た木の香りや成分の上昇が室内の雰囲気改善に及ぼす効果 - 健康で快適な住環境を目指して - . 一般社団法人大阪府木材連合会主催シンポジウム.(於 大阪市、大阪木材会館), 2015 年 8 月 19 日.(招待講演)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

東 賢一 (AZUMA, Kenichi)

近畿大学・医学部・准教授

研究者番号: 8 0 4 6 9 2 4 6

### (2) 研究分担者

磯田 則生 (ISODA, Norio)

奈良女子大学・生活環境学部・名誉教授

研究者番号: 6 0 0 1 6 8 7 1

### (3) 研究分担者

久保 博子 (KUBO, Hiroko)

奈良女子大学・生活環境学部・教授

研究者番号: 9 0 1 8 6 4 3 7

### (4) 研究分担者

東 実千代 (AZUMA, Michiyo)

畿央大学・健康科学部・教授

研究者番号: 1 0 3 1 4 5 2 7

### (5) 研究分担者

萬羽 郁子 (BAMBA, Ikuko)

東京学芸大学・教育学部・講師

研究者番号: 2 0 4 6 5 4 7 0