

米代川流域エリア
産学官連携促進事業



木質内装で快適な生活を



『木 でできた部屋にしていると温かさを感じ、気分がなごむ』

そんなことを感じたことはありませんか？

木にはぬくもりがあり、それが私たちの気分を和らげてくれます。しかし、このようなことは感覚的に言われていることが多く、はっきりとしたデータに基づくものが少ないのも事実です。

そこで、私たちは秋田スギなどの木材を用いた教室や、内装に使用した木材率の異なるモデルルームにより、木質空間がヒトに及ぼす影響を科学的に分析することにしました。

まず、小中学校の教室で、木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎の温度・湿度・輻射温度などの温熱環境、VOC(揮発性有機化合物)・二酸化炭素などの空気環境を物理的・化学的に検討しました。また、アンケートなどを用いたヒトによる評価を行うことで、木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎の違いを調べ、感覚的に言われてきた木質系素材の快適性に関わる特徴を数値で具体的に表すことを試みました。



ここで紹介する内容は、文部科学省都市エリア産学官連携促進事業(米代川流域エリア)の中の研究課題「快適居住空間創出のための住宅資材・建築構法の提案」のもとで、平成18年度から20年度に行われた研究成果が中心となっています。

秋田県立大学 木材高度加工研究所

都市エリア産学官連携促進事業とは？

- 地域の個性発揮を重視し、大学等の「知恵」を活用して新技術シーズを生み出し、新規事業等の創出、研究開発型の地域産業の育成等を図るとともに、自律的かつ継続的な産学官連携基盤の構築を目指す文部科学省の事業です。
- 米代川流域エリアは、公立大学法人秋田県立大学木材高度加工研究所を中核研究機関、財団法人秋田県木材加工推進機構を中核機関として、平成18年度から「都市エリア産学官連携促進事業(一般型)」として事業採択され、事業化・起業化を視野に入れた共同研究を主とした事業展開を行ってまいりました。
- 木製内装住環境研究会では、快適居住空間創出のための住宅資材・建築構法の提案を目的に木造建築物の快適性増進作用に関する物理的・化学的要因を解明し、快適居住空間創出のための住宅資材、建築構法、最適使用法の提案をめざして、調査・研究を進めてまいりました。

「木」がつくる教育環境って…？

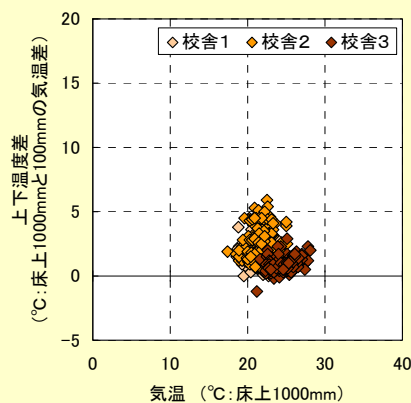
■「木」を使った教室はあたたかい■

子どもたちが在室している間の教室内の気温がどのように変化しているのかを調べるために、いすに座った状態の子どもの顔(床から1000mm)と足元(床から100mm)付近の温度を測定しました。

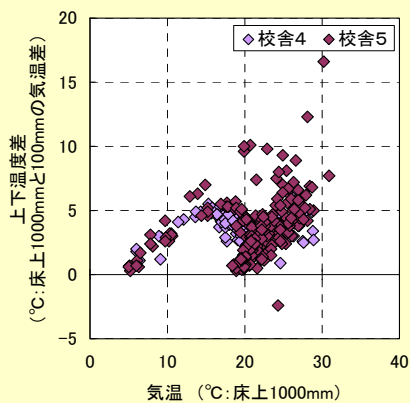
図1は冬期(1~2月)に測定した結果です。『近年(1995年以降)建てられた木造校舎(A)』や『内装のほぼ全面に木材を使用した鉄筋コンクリート造校舎(D)』の教室は、『鉄筋コンクリート造校舎(床のみ木材を使用)(C)』や『古い(1995年以前)木造校舎(B)』の教室よりも床から1000mmの気温はあたたかいことがわかりました。また、『近年建てられた木造校舎(A)』の教室の顔と足元付近の気温差(床から1000mmと100mmの差)は他と比べて小さく、温度が均一に保たれていることがわかりました。



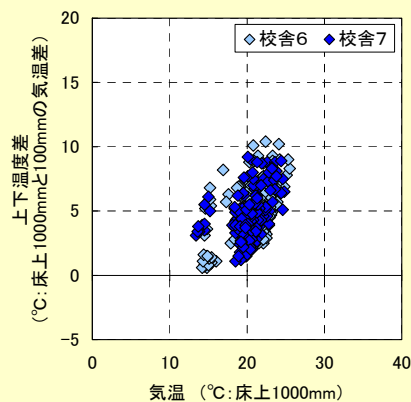
測定風景



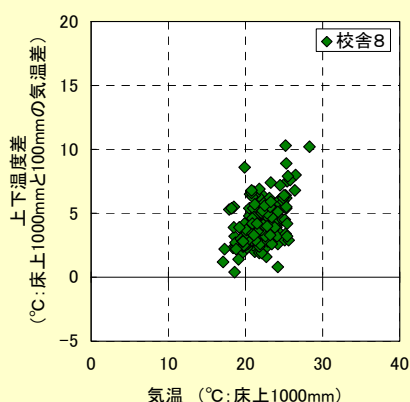
『(A) 近年建てられた木造校舎』
(1995年以降に建設)



『(B) 古い木造校舎』
(1995年以前に建設)



『(C) 鉄筋コンクリート造校舎』
(床のみに木材を使用)



『(D) 内装の全面に木材を使用した
鉄筋コンクリート造校舎』



(A) 近年建てられた木造校舎の例



(D) 内装の全面に木材を使用した
鉄筋コンクリート造校舎の例

図1 冬期(1~2月)の子ども在室時における教室内の温度分布

注) 本測定は、秋田県能代市内の小中学校で2005年から2007年に行われた。

■ あたたかく感じる

「木」の教室 ■

温度の測定を行った教室内の子どもたちを対象にアンケート調査を行いました。

図2は冬期(1~2月)の教室内のあたたかさについて、授業前、昼食前後、授業後の1日3回アンケートをとった結果です。近年建てられた木造や内装のほぼ全面に木材を使用した鉄筋コンクリート造の校舎の教室では、他と比べて寒さを感じている割合が少なく、あたたかく感じていることがわかりました。木をたくさん使った教室は冬期の子どもたちにとって過ごしやすい環境となっているのです。

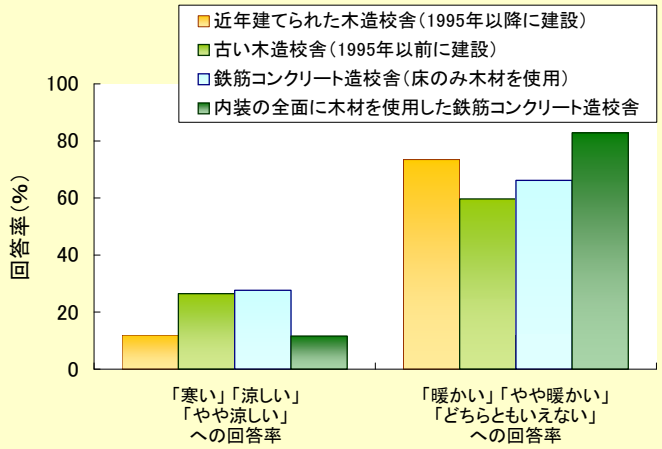


図2 冬期(1~2月)の教室における子どもの全身温冷感評価

(注) 本測定は、秋田県能代市内の小中学校において2005年から2007年に行われた。

■ 快適で自然なイメージの「木」の教室 ■

子どもや先生が教室に対してどのようなイメージを持っているか、快適に生活・学習できる空間であるかを調べるため、小学校の先生を対象に20個の形容詞対を用いたイメージ調査(SD法)を実施しました。

図3は「自然さや風合い」についての結果です。近年建てられた木造や古い木造の校舎の教室は鉄筋コンクリート造の校舎と比較して自然なイメージを持っていることがわかりました。また、近年建てられた木造校舎の教室は他と比較して温かくて柔らかいイメージを持っていることがわかりました。木造校舎の教室は、木材のもつ自然な風合いが活かされた教室となっているようです。

図4は「快適・嗜好感」についての結果です。近年建てられた木造は鉄筋コンクリートの校舎の教室と比較して落ち着いたイメージを与えていました。全体的にみると、今回調査を行った学校では構造間で教室内の「快適・嗜好感」に関するイメージに大差はなく、比較的良い評価を得ていました。

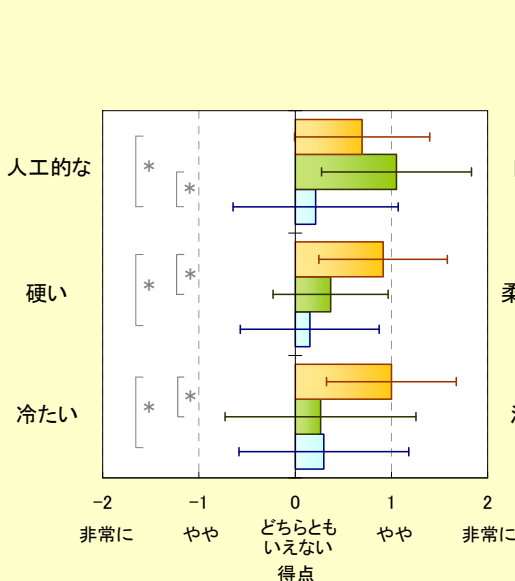


図3 「自然さや風合い」に関する教室内のイメージ

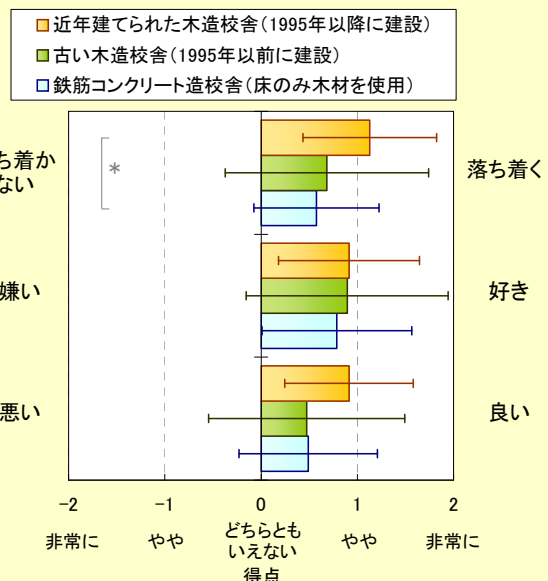


図4 「快適・嗜好感」に関する教室内のイメージ

平均値±標準偏差、* : 有意水準5%で有意差あり(有意差検定: Kruskal-Wallis検定、多重比較: Steel-Dwass法)

(注) 本調査は、秋田県能代市内の小中学校教師を対象に2005年に行われた。

■ クリーンで勉強に集中しやすい「木」の教室 ■

冬期の教室内は、寒さだけではなく換気の不十分さによる空気の汚れも問題となります。冬期の教室内の二酸化炭素濃度を測定したところ、図5のように木造の教室内の二酸化炭素濃度は鉄筋コンクリート造の校舎に比べて低く、学校環境衛生の基準で定められている「1500 ppm以下」を十分に満たしていました。二酸化炭素濃度が高くなると集中力の低下や眠気の誘発につながるため、窓戸の開閉が極端に少なくなる寒冷地では木造校舎の方がよい学習環境を提供できていることがわかります。

木造校舎の教室内の二酸化炭素濃度がどうして低くなるかは、図6のように必要換気量と実際の換気量を比べるとわかります。木造校舎は鉄筋コンクリート造校舎に比べて換気回数が多いことがわかります。必要換気回数と比べても、特に近年に建てられた木造校舎は必要換気回数の約2倍の換気回数なのに対し、鉄筋コンクリート造校舎では必要換気回数の半分も満たしていません。

このように木造校舎は空気環境の面においても優れた性能を持っています。



測定風景

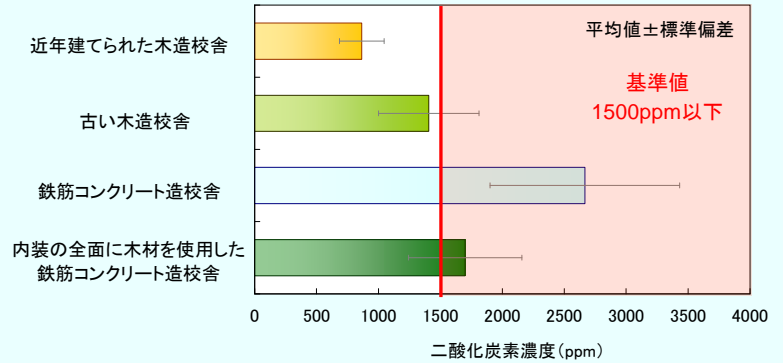


図5 冬期の教室内の平均二酸化炭素濃度

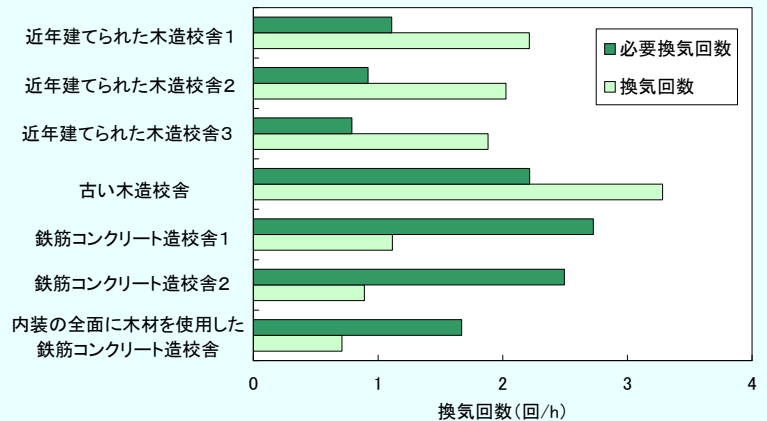


図6 冬期の教室内の必要換気回数と実際の換気回数

注) 本測定は、秋田県能代市内の小中学校で2005年から2007年に行われた。

換気回数⁶⁾とは1時間に室内の空気が入れ替わる回数を言います。換気回数は、室内の二酸化炭素濃度の変化、広さや開口部、人数などを用いることで求めることができます。また、**必要換気回数⁷⁾**は室内の温熱環境や空気清浄度を適した状態に保つために必要な換気回数のことです。

メモ

木材を使用した空間と作業能率

子どもたちが毎日学習する部屋に木材を使うことでどのような効果があるのか検討するため、内装の異なる2つのモデル空間の中で1桁の足し算を行い、その違いを調べました。

図7は各部屋に入って1桁の足し算を15分間行ったときの回答数の結果です。内装の全面に木材を使用した部屋では、床のみに使用した部屋と比較して回答数は多くなる傾向がみられました。内装への木材を適切に使用することで作業能率を高める効果が期待されます。



実験に用いたモデル空間

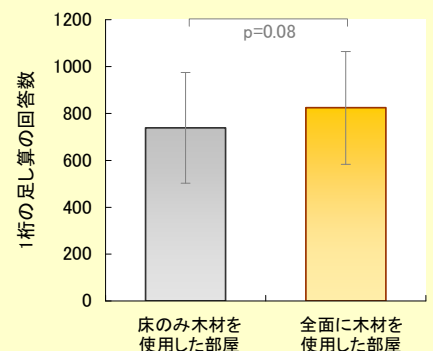


図7 各部屋における1桁足し算の回答数

平均値±標準偏差、N=12
p=0.08:有意水準8%で有意差あり(対応のあるt検定)

■ 心安らぐ「木」の香りの教室 ■

接着剤等に使用されるホルムアルデヒドが人間の健康を害するので問題になっています。そこで、厚生労働省はホルムアルデヒドなどVOC(揮発性有機化合物)の室内での濃度の指針値を作成し、また接着剤にホルムアルデヒドを使った合板もホルムアルデヒドの放散特性によって等級が付けられることとなりました。そのため、居住空間に使用する材料でホルムアルデヒドを強く放散するものは少なくなりました。今回の研究の中では、教室内のホルムアルデヒドの測定も行いましたが、いずれも指針値以下の値で、良好な環境にあることがわかりました。

ところで、木材を使った部屋に足を踏み入れたときに木の香りを感じたことのある人も多いことでしょう。この香りは木から放散されるテルペノイドと呼ばれる揮発性成分によるものです。図8は内装に木材を使用した校舎の教室の空気質を測定したものです。ピークは室内空気中に含まれる成分を表しています。内装に木材を使用した校舎の教室ではスギ材に由来する成分がみられるのに対して、鉄筋コンクリート造ではほとんどみられず、ワックスや塗料の成分が多いことがわかりました。スギなどの木の香りには、気分を落ち着かせる効果や活力をもたらす効果などがあることが最近の研究で明らかになっています。

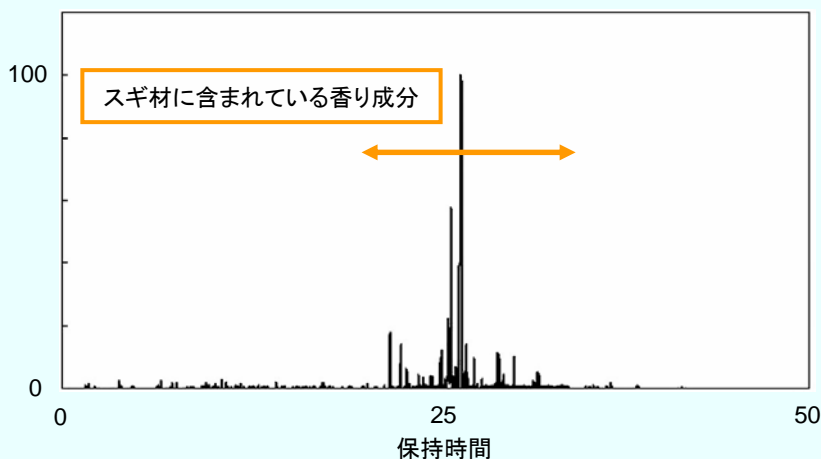


図8 内装に木材を使用した校舎の教室内の空気質

室内の空気をポンプを使って専用の吸着管に捕集しています。

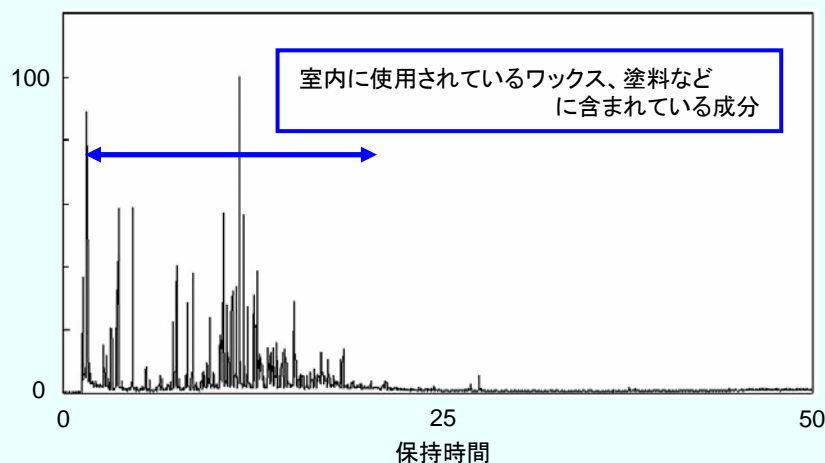


図9 鉄筋コンクリート造校舎の教室内の空気質



測定風景

注) 本測定は、秋田県能代市内の小中学校で2005年から2007年に行われた。

■「木」の香りでリラックス ■

秋田スギの香りが人にどのような影響を与えるのか調べるために、秋田スギの木材から取り出した精油(材油)の香りを人が嗅いだときのイメージや気分の変化と脈拍の測定などを行いました。

図10は精油を抽出するときに使った装置です。スギのおがくずが入った右側のタンクに蒸気を通すと、香りの成分が蒸気に溶け出していきます。その蒸気を左側のタンクで冷やすことで精油を採取しています。



図10 開発した精油採取装置

秋田スギの材油を嗅いだときに人がもつイメージを調べたものが

図11です。楽に分かる程度の濃度の香りを嗅いだとき、香りが無いものと比べて刺激的で力強く、個性的で自然なイメージをもつことがわかりました。また、安らぎやさわやかなイメージをもつ傾向にありました。

秋田スギの材油を嗅ぐ前と嗅いだ後の脈拍数の変化を調べたものが図12です。香りが無かったときは、嗅ぐ前と嗅いだ後で脈拍に変化は見られませんでした。それに対して、秋田スギの材油の香りを嗅いだときは、嗅ぐ前と比較して脈拍が下がる傾向が見られました。秋田スギの木材の香りにはリラックス効果(鎮静作用)があることが分かります。

室内に秋田スギを使ったり、芳香剤として精油を使ったりすることで、落ち着いた空間となることが期待されます。

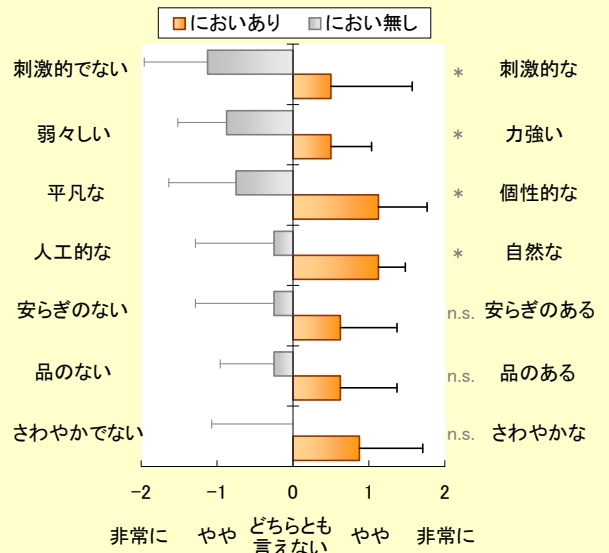
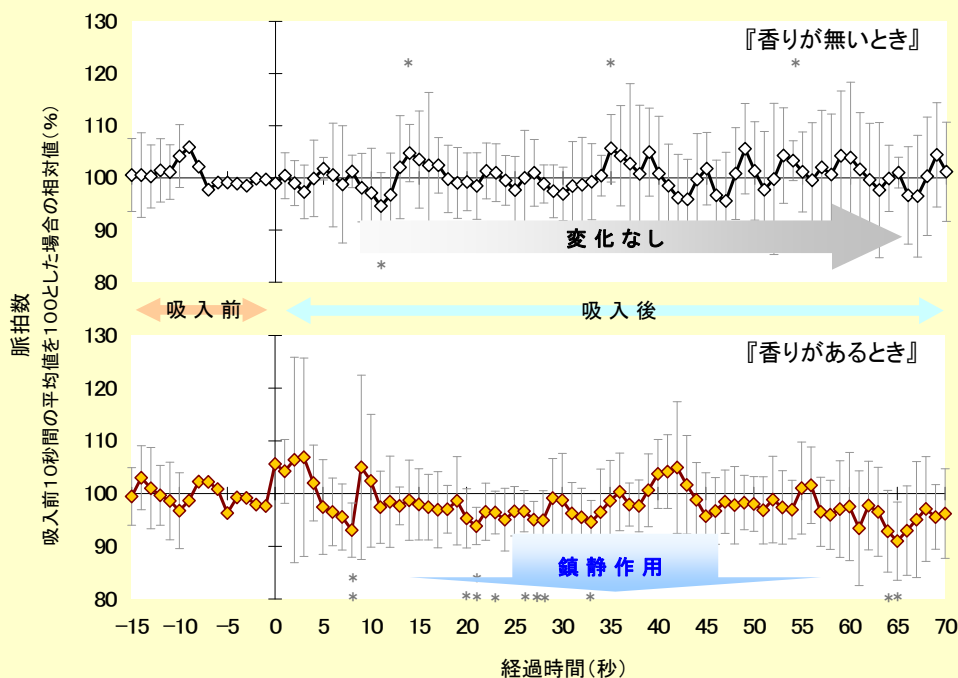


図11 秋田スギ材油の香りのイメージ

平均値±標準偏差(片側表記)、N=8

*:有意水準5%で有意差あり、n.s.:有意差なし(対応のあるt検定)



精油



実験風景

図12 秋田スギ材油の香りを吸入したときの脈拍の変化

平均値±標準偏差、N=8、**:有意水準1%で有意差あり、*:有意水準5%で有意差あり(吸入前10秒間の平均値との比較、対応のあるt検定)



参考・引用文献

- 1) 木村彰孝、小林大介、飯島泰男：木材工業、Vol.63、No.2、pp64-69(2008)
- 2) 木村彰孝、小林大介、飯島泰男：2006年度日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集 環境工学Ⅱ、pp71-72(2006)
- 3) Akitaka Kimura, Sakae Shibutani, Daisuke Kobayashi, Mitsuyoshi Yatagai, Yasuo Iijima: Forest Products Society 61st International Convention, pp39(2007)
- 4) 木村彰孝、小林大介、佐々木靖、飯島泰男：木材工業、Vol.64、No.3、pp120-125(2009)
- 5) 小林大介、木村彰孝、澁谷栄、谷田貝光克、飯島泰男：2007年度日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集 環境工学Ⅱ、pp45-46(2007)
- 6) 田中俊六、武田仁、岩田利枝、土屋喬雄、寺尾道仁：最新 建築環境工学 改定3版、井上書院、pp43(2006)
- 7) 村松學、村松年郎、岡本繁雄：室内の環境を測るビル・住まい・学校環境、オーム社、pp126(2005)
- 8) 木村彰孝、佐々木靖、小林大介、澁谷栄、谷田貝光克、飯島泰男：日本生理人類学会誌、Vol.13、特別号(1)、pp144-145(2008)
- 9) Sakae Shibutani, Daisuke Kobayashi, Akitaka Kimura, Yasuo Iijima, Mitsuyoshi Yatagai: Forest Products Society 61st International Convention, pp33(2007)
- 10) 木村彰孝、佐々木靖、澁谷栄、小林大介、飯島泰男、谷田貝光克：第59回日本木材学会全国大会研究発表要旨集、CD-ROM(2009)
- 11) 木村彰孝：木質空間の居住性能に関する研究、博士学位論文、秋田県立大学(2008)

執筆者

秋田県立大学木材高度加工研究所	谷田貝 光克	横浜国立大学教育人間科学部	小林 大介
秋田県立大学木材高度加工研究所	澁谷 栄	秋田県立大学木材高度加工研究所	木村 彰孝
		秋田県立大学木材高度加工研究所	佐々木 靖

本パンフレット内で使用している図・表および文章等の無断使用は固くお断り致します。

連絡先

財団法人

秋田県木材加工推進機構

〒016-0876 秋田県能代市海詠坂11番地の1
TEL 0185(52)7000 FAX 0185(52)7002
HP <http://www.mokusui.jp/>

公立大学法人

秋田県立大学 木材高度加工研究所

〒016-0876 秋田県能代市海詠坂11番地の1
TEL 0185(52)6900 FAX 0185(52)6924
HP <http://www.iwt.akita-pu.ac.jp/>