

科学的データによる木材・木造建築物のQ&A

木材・木造建築物はどのような効果をもたらしますか？

編集・発行 木構造振興株式会社
〒107・0052 東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル 5F
TEL 03-3585-5595 FAX 03-3585-5598

編集協力 株式会社アルセッド建築研究所
デザイン協力 建築編集中村謙太郎事務所
印刷 株式会社ダイシン印刷サービス
発行日 平成 29 年 3 月 30 日

Q₁ 木材の匂いで、 心も体もリラックスできますか？

A

心理的な効果はもちろん、血圧を低下させるなど、
体もリラックスさせる作用を持つことが明らかになってきました。

本当ですか？

樹木はそれぞれ樹種に固有な匂いを持っています。まだ新しい木の家に入ると、木の匂いがいっぱい何となく気持ちが落ち着くものです。

このような日本の木の家に多く使われているスギやヒノキなど針葉樹の匂いについて研究が進んでいます。



より詳細を…

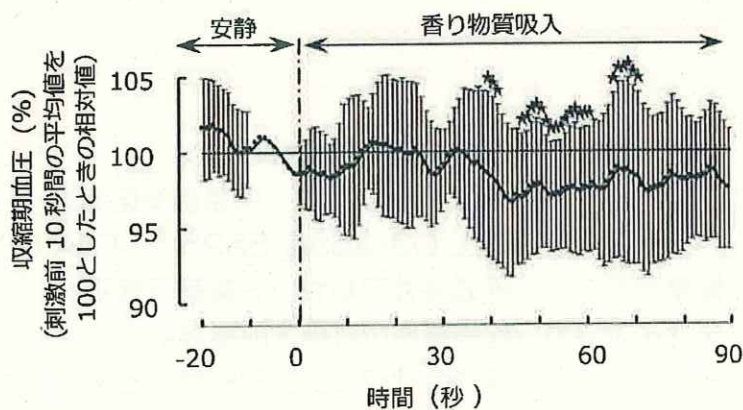
● スギチップの匂いの作用により血圧が低下したとの報告があります。

男性被験者（20歳代、14名）に対し、20秒間の安静の後、90秒間スギチップの匂いを呈示し、血圧を計測しました。

その結果、吸入開始後収縮期血圧が低下し、開始後40～60秒で吸入前に比較して有意な低下を示しました。

血圧はストレスがかかると上昇することが知られています。

したがって血圧が低下したということは、スギの匂いにより体が「リラックス」したことを表していると解釈されています。



スギチップの香り物質吸引による収縮期血圧の変化

平均値 ± 標準偏差 N=14

★: $p < 0.05$, ★★: $p < 0.01$ (刺激前 10 秒間の平均値との比較)

出典/恒次祐子ほか: 木材工業, 60, 598-602 (2005)

● スギ材から揮発した匂いがストレスを抑制したとの報告があります。

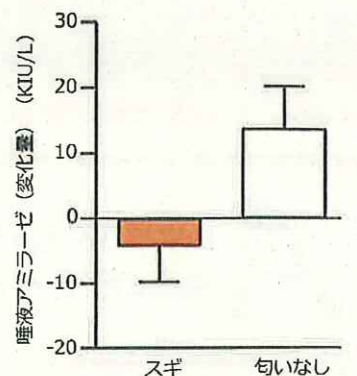
スギ内装材を設置した部屋において計算課題を実施した際に、作業後のだ液中のアミラーゼの活性が低下する傾向にあったとの研究報告があります(右図)。

大学生 16 名に対し、スギ内装材を設置しない部屋と設置した部屋で、30 分の計算課題を実施し、だ液中のストレス指標となる物質(アミラーゼ)の活性を計測しました。

スギ材なしではアミラーゼが上昇、スギ材ありの場合にはアミラーゼは低下する傾向にありました。

アミラーゼは強いストレスを受けるほど活性が高くなると考えられています。

アミラーゼの低下は、計算課題によるストレスをスギ材から揮発した匂いが抑制したものと解釈されています。



スギ内装材の匂いによるアミラーゼ活性への影響
出典 / Matsubara, E., et al.: *Build. Environ.*, 72, 125-130 (2014)

参考

● 匂いの心理的影響について

ふと漂ってきた匂いによって気分が安らいだりリフレッシュしたりした経験は誰にでもあることでしょう。

スギやヒノキなど日本の木の

匂いはわたしたちになじみ深いものです。

匂いの心理的な影響については多くの研究例があります。たとえば、歯科の患者 200 名を対

象とした研究では、待合室にオレンジやラベンダーの匂いを漂わせたところ、患者さんの不安感が減少し、気分状態が改善したとの結果が得られました。

● ストレス (リラックス) と血圧や心拍数の関係

近年の測定技術の進歩により、アンケートで気分を答えてもらうだけではなく、匂いに対して生体がどのように反応しているかということが詳しく測定できるようになってきました。

一般にストレスを受けると、

血圧や心拍数が上昇し、体はストレスと戦う準備をします。

逆にリラックスしているときには血圧や心拍数は低下すると考えられます。

このようなことから、血圧や心拍数を測定すると、その人が

ストレス状態にあるか、リラックスしているかが分かるというわけです。

ストレスがかかると血液やだ液の中に分泌されることが知られているホルモンなどを分析する方法もあります。

Q₂ 木材の匂いを嗅ぐと、 免疫力がアップしますか？

A 人体の免疫系への働きかけが徐々に明らかになりつつあります。
風邪の予防などに木材の匂いを活かせるようになるかもしれません。

本当ですか？

作用の仕組みはまだ不明ですが、木材の匂い成分が、ストレスを軽減し、免疫細胞の働きを向上させると考えられます。



より詳細を…

● ヒノキの匂い成分がヒトの免疫細胞の働きを上昇させたとの報告があります。

免疫細胞のひとつとしてナチュラルキラー（NK）細胞と呼ばれる細胞があります。

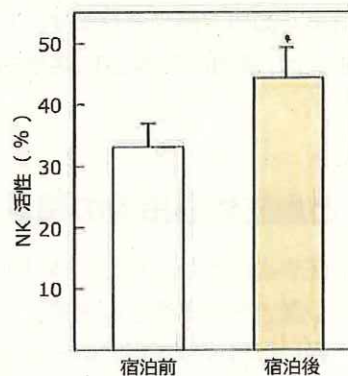
都内で働く30～60歳代の男性を対象とした研究で、ヒノキの匂い成分である精油が、このNK活性を上昇させた可能性があるとの報告があります。

ヒノキ材精油を揮発させた室内に3日間宿泊滞在した前後のNK活性の変化を調べたところ、滞在前に比較して滞後に有意に上昇していました（左図）。

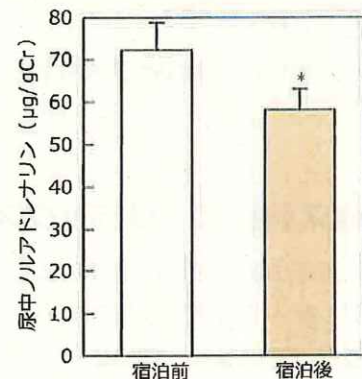
また、滞在の前後で、ストレス指標である尿中ノルアドレナリンは有意に低下していました（右図）。

ストレスが軽減し、そのことがNK活性の上昇につながったのではないかと考えられます。

【検証：ヒノキ材精油を揮発させた室内での宿泊実験】



ヒノキ材精油を揮発させた室内に3日間宿泊した前後のNK活性の変化



ヒノキ材精油を揮発させた室内に3日間宿泊した前後の尿中ノルアドレナリン濃度の変化

実験状況：男性被験者（12名）は連続した3日間、ホテルに19時から滞在し、23時から翌朝7時まで就寝。宿泊室では加湿器を用いてヒノキ精油を蒸散。1日めの朝（ホテル滞在前）と4日めの朝（3晩滞在后）に血液を採取してNK活性を検証。
出典／Li, Q., et al.: *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.*, 22, 951-959 (2009)

● 体内から異物を排除する——免疫系とその働き

免疫系とは動物が自分の体内から異物を排除し、生体の恒常性を保つためのシステムです。

普段わたしたちが免疫系の働きを意識することはないかもしれませんが。

しかし、免疫系の機能がうまく働かなければ、体はウイルスや細菌などの病原体にどんどん入り込まれてしまうことになり

ます。免疫系の中でも重要なのは血

中に存在する免疫担当細胞です。

免疫担当細胞には色々な種類があり、それぞれ異物を認識したり、直接やっつけたりする役割を担っています。

● 免疫系活動を担う——NK細胞の機能

免疫担当細胞のひとつとしてナチュラルキラー（NK）細胞と呼ばれる細胞があります。

比較的最近になって発見されたリンパ球の一種であり、その

働きの多くはまだ明らかではありません。

ただ、腫瘍細胞（癌）の監視機構や、ウイルス感染の防御機構に関する機能を持つと考えら

れています。

最近の研究では、森林浴をすることによりNK活性が上昇することが明らかになり、注目を浴びました。

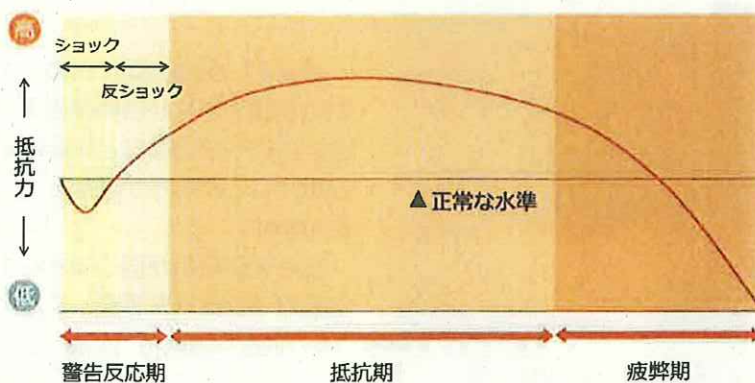
● ストレスと免疫系の働きの関係

様々な研究により、ストレスと免疫系の働きには密接な関係があることが示されています。

たとえば、ストレス時に分泌されるホルモンが、NK細胞の働きを抑制すると報告されています。

ストレス研究の始祖であるハンス・セリエは、ストレスへの抵抗期が長引くと、やがて体が疲れ切ってしまう、正常な抵抗力を発揮できなくなると唱えました。

ストレスを上手にコントロールすることが重要です。



ハンス・セリエが唱えた「ストレスへの抵抗期と抵抗力の関係」
出典／Selye, H., et al.: J. Clin. Endocrinol., 6, 117-231 (1946) [一部改変]

Q₃ 木材は視覚的に どのような効果がありますか？

A 木材は視覚的に心理的な印象に影響するとともに、心拍などの生理面に影響することが明らかになりつつあります。

本当ですか？

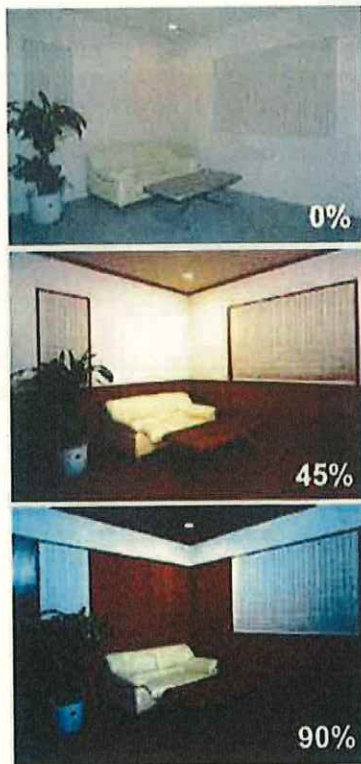
木材の外観は、一般に「木材色」、「木目模様」、「光沢」で特徴づけられます。

木材を内装に用いた部屋では、視覚的効果で「あたたかい」「自然な」印象を与えるだけでなく、血圧、心拍などの生理応答にも影響を及ぼすことが実証されています。



より詳細を…

● 生理応答や快適感などに影響を及ぼすことが明らかになりつつあります。



【検証1：木材率が生理応答や快適感に影響を】

木材率（全内装面に占める木材の面積比率）が自律神経系の生理応答や快適感などに影響を及ぼすことが明らかになりつつあります。

広さや調度品が同じで木材率の異なる部屋（左写真）において、血圧、心拍、脳血液動態などの生理応答の測定および部屋

の主観評価が行われました。

その結果、木材率が45%の部屋では心拍数が有意に増加し、木材率が90%の部屋では収縮期血圧が有意に低下しました。

しかし、木材率が0%の部屋では、これらの生理応答に変化は見られませんでした。

内装デザイン-1 / (木材率を変えた内装)
出典 / Tsunetsugu, Y., et al.: J. Wood Sci., 53, 11-16 (2007)

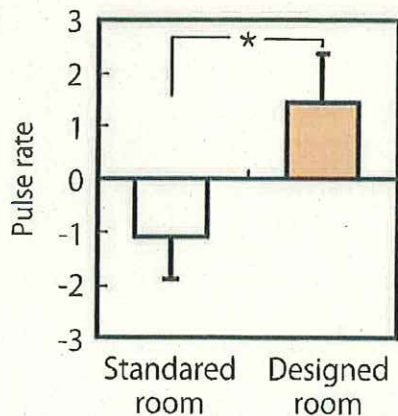
【検証2：梁・柱の視覚刺激で心拍数が増加し覚醒効果が】

天井・壁の、造作の梁や柱の配し方が異なる部屋（右写真）において心拍の測定を行い、覚醒効果があるのかを検証した実験があります。

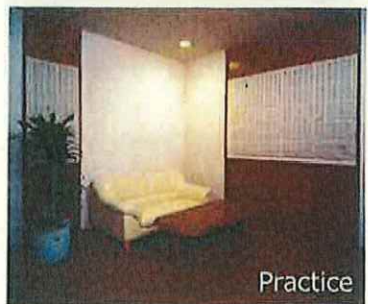
その実験では、標準の部屋（Standard）と比べて、梁や柱

を配した部屋（Designed）では、梁や柱の視覚刺激で心拍数が増加していることが分かります（下図）。

そのことから、内装に木製の梁や柱を付加することで、覚醒効果があるといえます。



心拍数の変化 * p=0.03
出典/Tsunetsugu, Y., et al.: J. Physiol. Anthropol., 21, 297-300 (2002)



内装デザイン-2 / (造作の柱・梁を変えた内装)

出典/Tsunetsugu, Y., et al.: J. Physiol. Anthropol., 21, 297-300 (2002)

参考

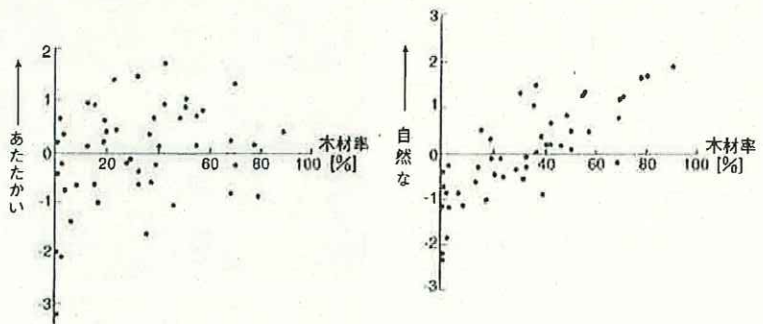
● 木材率による木材内装の印象評価

木材率と心理的効果の調査では、木材率の増加とともに、「あたたかい」あるいは「自然な」印象が上昇することが確かめられています。

これは木材率の異なる室内写真を見せ、その印象をアンケートしたものです。

その結果、木材率が「なごんだ」「あたたかい」「自然な」などのイメージに影響があることが確認されました。

ただし、木材率が高いほど「な



木材率と「あたたかい」・「自然な」印象との関係
出典/高橋徹ほか編「木材科学講座5 環境（第2版）」, 海青社, p.66 (2005)

ごむ」「あたたかい」という印象が強くなるというわけではありません。木材の色合い(色相)

や明度とも深い関係があるため、塗装などの仕上げには配慮が必要です。

Q 木材を内装や外装に用いると、 4 人の印象にどのような影響を与えますか？

A 「あたたかなイメージ」など良好な印象を与えることが、 明らかになってきました。

本当ですか？

戸建住宅の工法や外装によって、居住者の成熟度・対人関係・自信に関わる印象が変わります。建築物の内外装に使われた木材の視覚的効果によって、「あたたかなイメージ」など良好な印象を与えることが明らかにされています。



工法や外装の視覚的効果によって、居住者の印象が変わる。

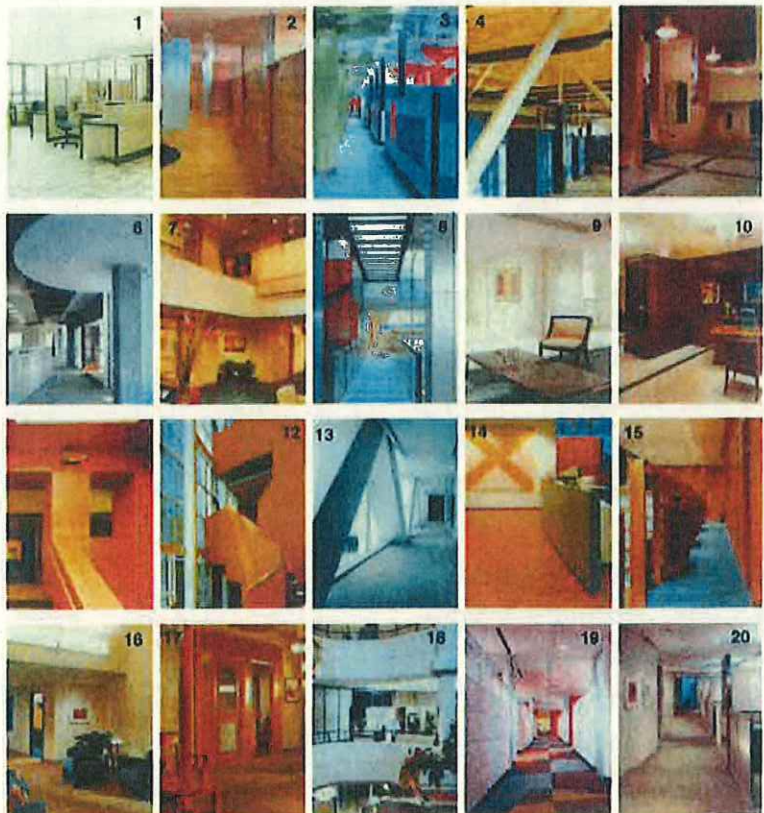
より詳細を…

● 内装に木材を使うと「快適」など好印象を与える、という報告があります。

内装に木材を使用することにより「あたたかい」、「明るい」、「快適」などの良好な印象を与えるという研究結果が、次の視覚的効果を評価した実験により得られています。

木質化した事務所と木質化していない事務所の内装写真 20 枚（右）を、説明なしに被験者（大学生）に見せ、その写真を似ていると感じたもの毎にグループ分けさせた後、その理由や印象の聞き取りをしました。

聞き取りした内容をテキストマイニングおよび多次元尺度構成法（右ページ「参考」参照）によって分析・解析した結果が右ページの図になります。



実験に用いた事務所内装写真

出典/末吉修三ほか：木材学会誌，62，311-316（2016）

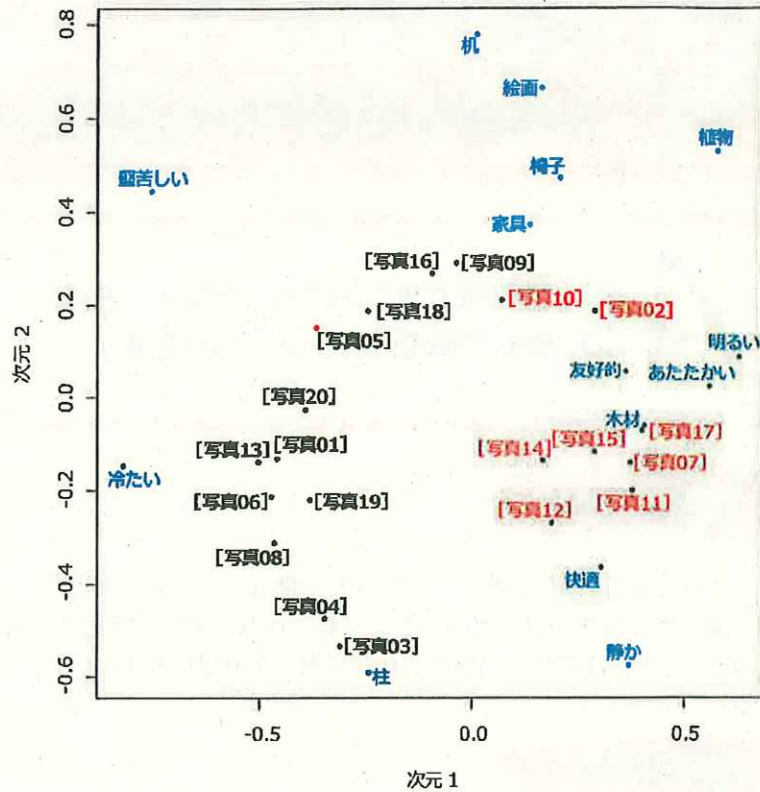
右の図では、各写真や単語の位置が相互の関係性を表しています。

関係性が強いほど相互の距離が小さく、逆に関係性が弱いほど離れて表現されます。

つまり、木質 (No.2、7、10、11、12、14、15、17) と非木質の内装写真では、印象が分かれています。

また、木質内装写真は「木材」という単語の近くに位置付けられるとともに、その周辺に「あたたかい」、「友好的」、「明るい」、「快適」、「静か」など良好な印象につながる単語が位置づけられました。

これは、事務所の内装で木材の視覚的影響が好ましい印象をもたらすことを示唆しています。



聞き取り調査の多次元尺度構成法による解析結果。
赤字は木質内装の写真番号を示す。
出典/末吉修三ほか：木材学会誌，62，311-316 (2016)【一部改変】

参考

● 聞き取り調査で得られたデータの分析手法——テキストマイニング

今回の調査で採用したテキストマイニングは、聞き取り調査で得られた自由回答の大量のテキストデータの分析手法の一つです。

テキストデータを単語や文節で区切り、それらの出現の頻度や傾向をコンピュータを用いて解析することで、有用な情報を取り出す手法です。

ここでは、社会調査で広く使われているテキストマイニング用のフリーソフトウェア「KH Coder」を用いて解析しました。

● 単語間の関係性を表現する——多次元尺度構成法

多次元尺度構成法では、単語間の類似度と距離とが単調関係となるように、単語を点として多次元空間に位置付けます。

それによって、単語間の関係を表現しています。
つまり、関係性の強い単語同士の距離が小さくなると同時に、

関係性の弱い単語同士は、距離が大きくなるように表現されるのです。

Q 木材はどうして 5人の目を引き付けるのでしょうか？

A 木材の表面で光が複雑に反射して生まれる特有の照り（光沢）が、私たちの視線を引き付けるのです。

本当ですか？

木材の表面には、無数の微細な溝が隙間なく並んでいます。溝に当たった光は、鏡のように一様ではなく複雑に反射されるので、ギラツキの少ないまろやかな光沢を生み出します。



真上から照明されたヒノキ材（左）を顕微鏡で拡大（右）。白い部分が光をよく反射している。

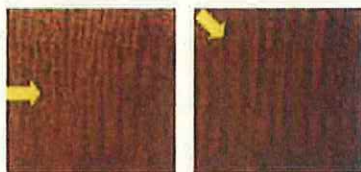
より詳細を…

● 「照りの移動」は本物の木材ならではの意匠です。

樹種によっては、材面を傾けながら、あるいは、照明の向きを変えながら観察すると、明るく、照り（光沢）のある部位が動いて見える「照りの移動」が現れることがあります。

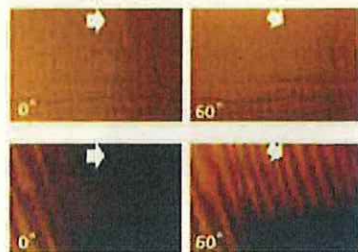
左図のトチノキやカエデによく見られる波状杓は、「照りの移動」を生じる木目の代表格です。この杓を精巧に再現した印刷

シートでもなかなか再現できない「照りの移動」（右図）は、本



照明の角度変化による照りの移動（トチノキの例）

物の木材ならではの意匠といえます。



印刷シート（上）と本物のカエデ材（下）の照りの比較

● 「照りの移動」に人の目が引き付けられます。

モノヤコトが人目を引き付ける度合いを「誘目性」といい、それは見る人の注意や関心の向き加減に影響します。

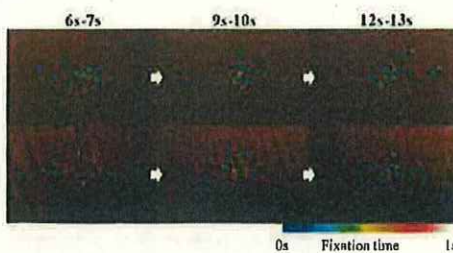
木材には、高い誘目性があることが明らかにされています。

「波状杓柄を精巧に模した印刷シート」と「本当の波状杓が現れたカエデ材」を、照明の方位を変えながら連続撮影して動画化し、この動画を見た被験者

の視線がどこに停留するかを検証を行いました（下図）。

照りの移動が生じないシートでは、停留点の分布がほとんど

変わりませんが、カエデ材は縞模様の明暗の出現位置に合わせて停留点が移動しており、高い誘目性が示されています。



印刷シート（上）とカエデ材（下）との停留点分布の比較
出典／加藤菜里子ほか：木材学会誌，62，284-292（2016）

Q 木材を塗装すると 6 人目を引き付ける度合いは変わりますか？

A 木目模様のコントラストの大小が塗装によって変われば、人目を引き付ける度合い「誘目性」も変化します。

本当ですか？

木製品への塗装の有無や塗装の種類により、木目模様の見え方やコントラストがかなり変わります。

コントラストが変わると誘目性も変化するので、塗装によって木材の誘目性をコントロールすることができるといえます。



ローズウッド

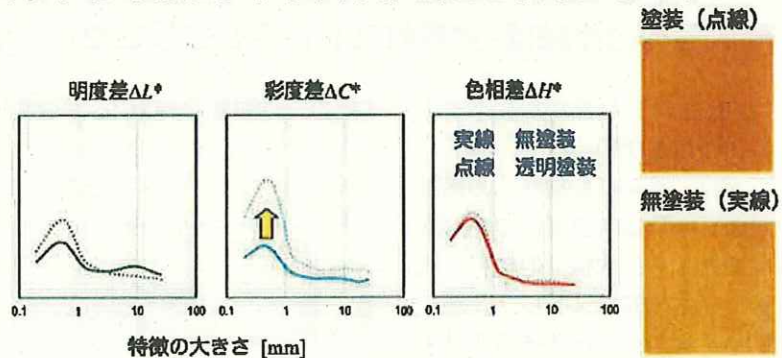
木材に透明塗装を施すと、全体的に暗くなるが木目模様がくっきりする。

より詳細を…

● 塗装で木目模様がくっきりするのはコントラストが強調されるからです。

木材に透明塗装を施すと、多くの場合、材面は暗くなりますが、木目模様はくっきりします。

これは、塗装により全体的に明度は下がりますが明暗の差が開くことと、彩度が上がって材色が濃くなるとともに濃淡の差が開くことで、木目模様のコントラストが大きくなって生じた現象といえます。



透明塗装によるコントラストの強調効果 (バイマツ)

出典/田代潤子ほか：材料，62，248-253 (2013)

● 塗装により木材の誘目性が変化することが分かっています。

塗装によって木目模様のコントラストが変わると、木材の誘目性が変化することが分かっています。

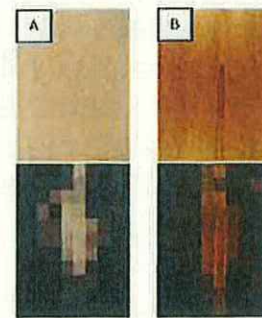
色々な塗装法でコントラストを変えた木材を用意し、それを見る人の視線がどこにどのくらい集中するのかを検証しました。

その結果を表しているのが右の透かしモザイク図で、視線が集中した部分ほど透明度が高く

下地の木目模様が見えやすく表されています。

中央部の山形模様に視線が集中する傾向はA、B共通していますが、コントラストの大きいBでは周辺部にも多くの視線が集中しています。

このことは、塗装によって木材の誘目性が変化することを表しています。



塗装の異なるスギ材 (上) と透かしモザイク図 (下)

出典/米山菜乃花ほか：木材学会誌，62，293-300 (2016)

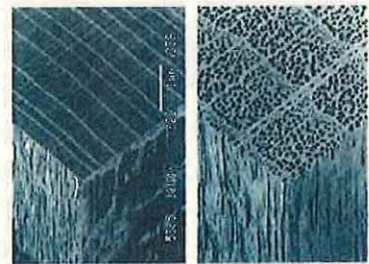
Q 木材の触りごこちは、 人にどのような影響を与えますか？



A 木材のもつ独特の触りごこち（接触感）は、
人体への生理的なストレスが少ないことが明らかになってきました。

本当ですか？

木材は顕微鏡レベルで見ると、中空のパイプ状の組織が並列に配列したハニカム構造を持っており、このことが木材特有の接触感を生み出しています。



木材の組織（左：ヒノキ、右：ブナ）
出典／森林総合研究所木材データベース
<http://f030091.ffpri.affrc.go.jp/>

より詳細を…

●木材への接触は、生理的ストレスを生じさせにくい、という報告があります。

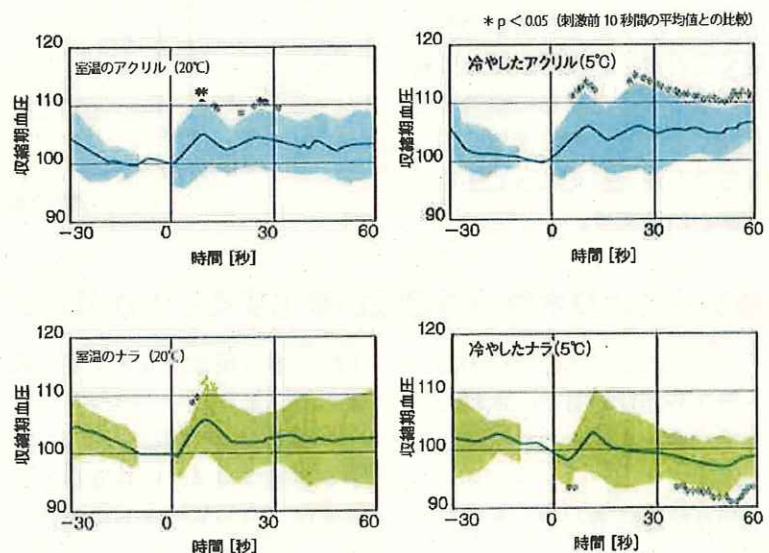
血圧はストレスがかかると上昇することが知られています。

木材、および他材料への接触が血圧に及ぼす影響について調べたところ、木材は他材料と比べて、生理的なストレス状態を生じさせにくいとする研究結果が得られています。

アルミニウム、アクリルなどの人工物へ接触したとき材料が室温のときも血圧は上昇し、材料温度が高温あるいは低温のとき、血圧上昇はさらに大きくなりますが、木材への接触においては、室温での血圧上昇は小さく、低温時には血圧上昇をもたらしませんでした。

このような木材の性質は、人体が直接触れるような用途、たとえばフローリングや手すり、鍋などの柄に適しているといえます。

【異なる温度の材料に手を触れたときの血圧変化の比較】



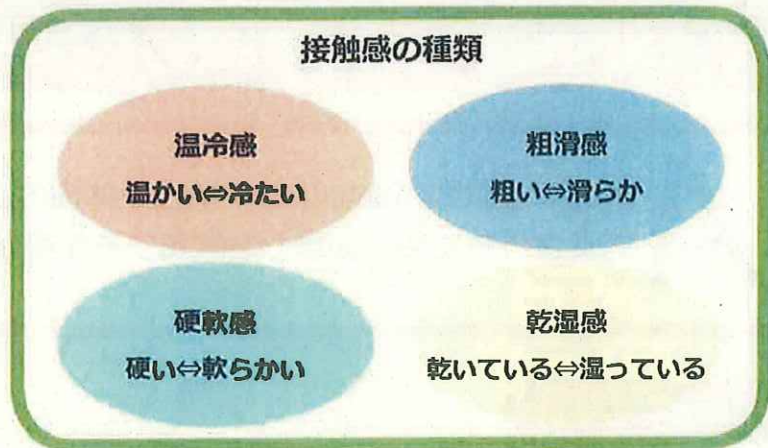
青および緑色の地色は血圧の変動範囲を、実線は血圧の平均値を示す。
出典／「最新データによる木材・木造住宅のQ&A」, 木構造振興株式会社, p.42 (2011)

用語解説

● 接触感とは？

人がいろいろな材料に触れたり素足で歩いたりしたときに感じる感覚を、接触感といいます。

接触感は、大きく分けて温冷感、粗滑感、硬軟感、乾湿感からなると考えられています。

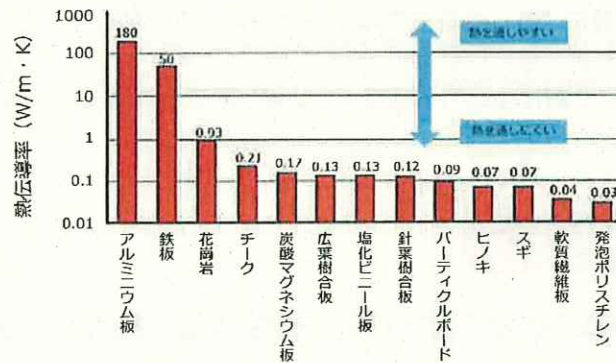


● 木材の温冷感——触れても冷たさを感じにくい

温冷感は熱の伝えやすさ（熱伝導率）と密接な関係があることが知られています。

熱を伝えやすい（熱伝導率が高い）材料は、接触した瞬間に人体から多くの熱を奪うため冷たく感じます。

木材は、その内部に空隙を多く持ち、含まれる空気が熱の伝導を妨ぐため、金属やガラスと比べて、あまり冷たさを感じません。



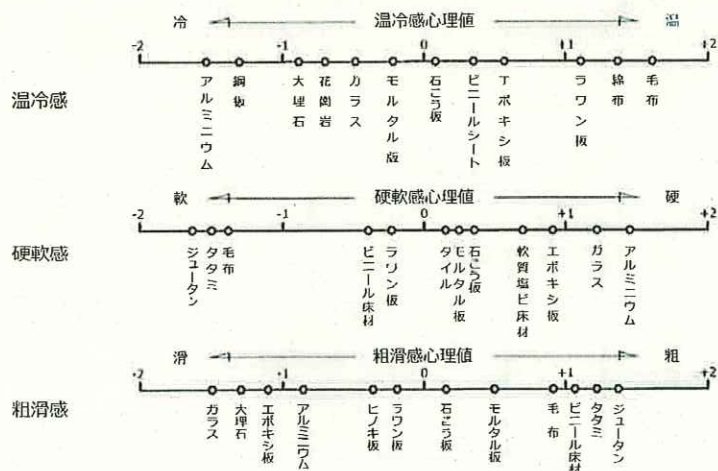
各種材料の熱伝導率（測定値、常温、気乾時）

出典 / 「最新データによる木材・木造住宅のQ&A」, 木構造振興株式会社, p.29 (2011)

● 木材の粗滑感・硬軟感・乾湿感——今後の研究課題

木材特有の粗滑感は、切削により中空の通導組織が切断され、表面に凹凸が現れ、複雑な表面性状を形成することで現れると考えられます。

また、木材に触れた時のやわらかい硬軟感、無垢材表面のさらさらとした乾湿感については、多くの方が経験的に知っているのですが、まだ十分に解明されているとはいえないのが現状です。今後、この分野での研究を進めていく必要があります。



素材ごとの温冷感、硬軟感、粗滑感の心理値

出典 / 温冷感 / 岡島達雄ほか：日本建築学会論文報告集，245，1-7 (1976)

硬軟感 / 岡島達雄ほか：日本建築学会論文報告集，246，1-5 (1976)

粗滑感 / 岡島達雄ほか：日本建築学会論文報告集，261，1-5 (1977)

Q 木材は衝撃に対して、 8 どのような特徴がありますか？

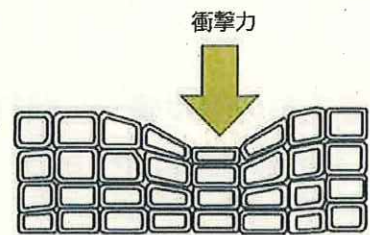
A 木材は衝撃力が加わると、塑性や弾性の変形で衝撃エネルギーが消費されるため、衝撃力を緩和する効果がある材料といえます。

本当ですか？

木材は多孔質の組織構造で、衝撃力が加わると組織がつぶれたり、たわんでまたもとに戻ったりします。これらの性質を塑性あるいは弾性といいます（右図）。

この性質により、衝撃エネルギーは消費され、跳ね返ってくる力は衝撃力より弱くなります。

つまり、木材は衝撃力を緩和する効果があるといえます。



衝撃が加わったときの木材の変形
出典／（財）日本木材備蓄機構「木がつくる住環境 衝撃編」、（公財）日本住宅・木材技術センター

より詳細を…

● 木造床の構法によって、木材の衝撃緩和効果が変わります。

建物の木造床では、衝撃緩和効果は床板の樹種や厚さ、下地の材料、床組の工法によって異なります。

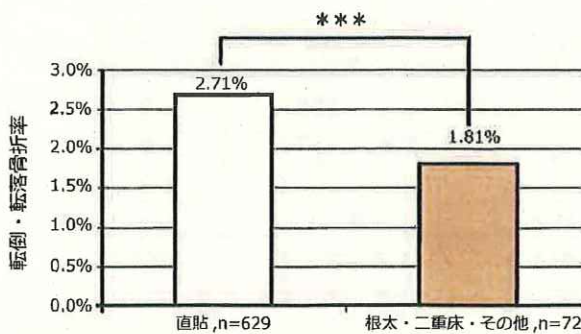
これを検証するため、特別養護老人ホームを対象としてアン

ケート調査が行われました。

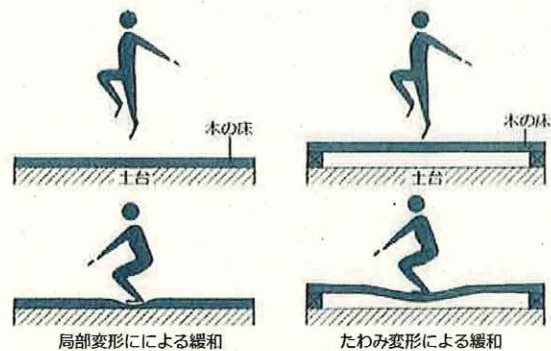
それによると、床板の下に根太・二重床・その他を施工した「直貼り以外」の床では、転倒や転落による骨折事故が、床板をコンクリートの上に「直貼り」

した場合の約2/3に減っています（下左図）。

これは、根太組の床にすると、衝撃力が加わって床がたわみ、さらに衝撃が緩和されるためと考えられます。



施設の主な床下地と転倒・転落骨折率 *** $p < 0.01$
出典／三浦研：日本建築学会計画系論文誌，79(698)，883-890 (2014)



木造床の構法による変形の違い

出典／（財）日本木材備蓄機構「木がつくる住環境 衝撃編」、（公財）日本住宅・木材技術センター

参考

● 衝撃緩和効果は、木造でも RC 造でも、二重床や根太組のほうが高い。

実際の高齢者施設において、建物の構造・床組の工法・仕上材による衝撃緩和効果の違いを比較検証した実験があります。

この実験では、JIS A 6519「体育館用鋼製床下地構成材」に定められている転倒時の頭部への衝撃を模した「床の硬さ試験」方法を用いており、体育館等の衝突加速度 (G) の基準値である 100G を目安としています。

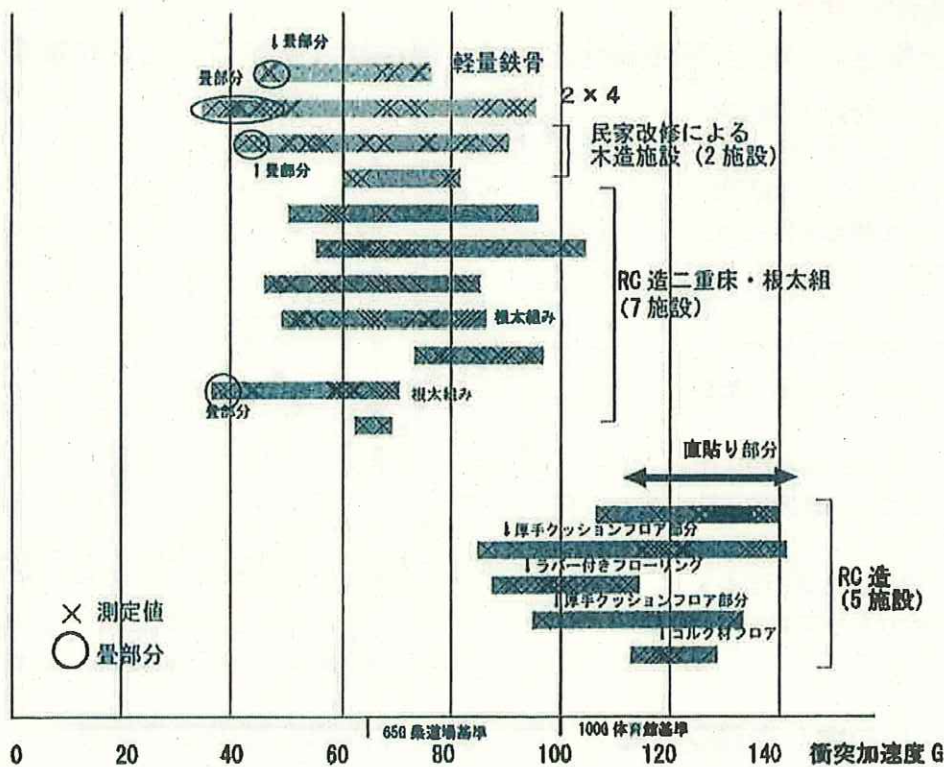
まず、RC 造直貼りの床 (120-140G) では体育館等の基準値 (100G) を満たさず、衝撃緩和効果の最も高い小規模木造の高齢者施設 (60-90G) と大きな差があることが分かります。

また、RC 造でも二重床や根太組工法を採用した床は、小規模木造の高齢者施設に近い値となります。

さらに、RC 造直貼り床の表

面にクッションフロアなどの柔らかい素材を敷いた場合、一定程度の軽減効果は得られるものの、根太組や二重床工法を採用した施設の床ほどの改善は見られないことが分かります。

以上のことから、木造施設の場合や、RC 造でも二重床や根太組とした場合は衝撃緩和効果が高いことが分かります。



「床の硬さ試験 (JIS A 6519)」に基づく高齢者施設の床の硬さに関する実態調査
出典/三浦研: 日本建築学会計画系論文集, 79(698), 883-890 (2014)

Q 木の床は歩行感や安全性に、 どのような影響を与えますか？



A 木造床の「すべり」や「かたさ」に配慮すれば、歩行が安定し疲れにくく、転倒による傷害も少なくなります。

本当ですか？

疲れにくく、転倒もしにくい木造床とするためには、木材への塗装や床組、床材に配慮し、最適な「すべり」や「かたさ」にすることが重要です。

より詳細を…

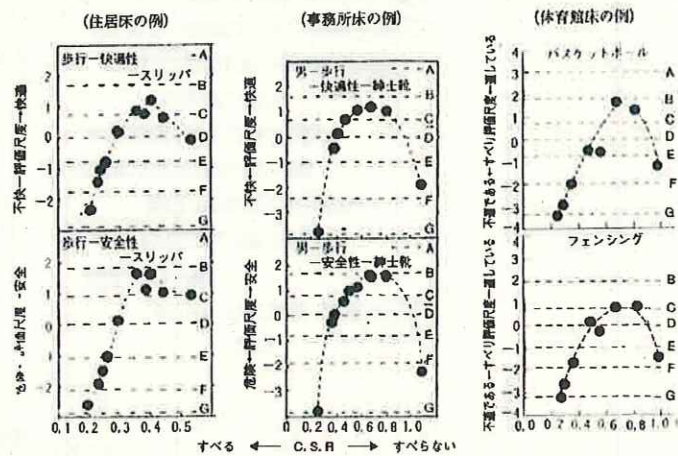
● 塗装を施さない木質系の床仕上げは、最適な「すべり」になります。

「すべり」は歩行感や運動感に大きな影響を及ぼすだけでなく、すべりが不適當な場合は疲労が増大し足腰部の傷害を発生させることにもなります。

右図は、人が歩行した時、運動した時の「すべりやすさ・にくさ」(すべり抵抗)を示したものです。

塗装を施さない木質系の床仕上げは、最適に近い範囲に入ります。

対して、塗装した場合はすべり過ぎる場合があります。



判断範ちゆう A:非常に適している D:どちらともいえない F:かなり不適である
B:かなり適している E:やや不適である G:非常に不適である
C:やや適している

歩行、運動の際の「すべりやすさ・にくさ」(すべり抵抗)
出典/高橋徹ほか編「木材科学講座5 環境(第2版)」,海青社, p.128 (2005)

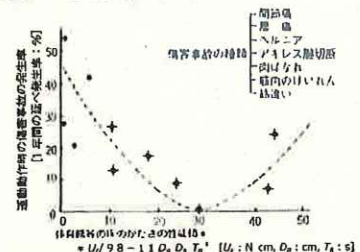
● 床の「かたさ」を調整することで、傷害発生率を減少できます。

右図は、代表的な中学11校の体育館の床を対象に、生徒の傷害発生率(縦軸)と床のかたさとの関係を示したものです。

図中の+印はフローリング張りの床ですが、適度なかたさを

持たせることで傷害発生率が減少することが分かります。

ただし、床に適度なかたさを持たせないと、床がかたすぎてもやわらかすぎても傷害発生率は高くなります。



床のかたさと傷害発生率の関係
出典/高橋徹ほか編「木材科学講座5 環境(第2版)」,海青社, p.125 (2005)

●木造床の塗装・塗料について

フローリングについては、すべりにくい塗装を施したものが製造されています。

また既存の木造床については、すべりにくくするための塗料やワックスが市販されています。

これらを利用すれば、より歩きやすい木造床にできます。

●架構式あるいは衝撃緩衝材が施工された床は、最適なかたさに近づきます。

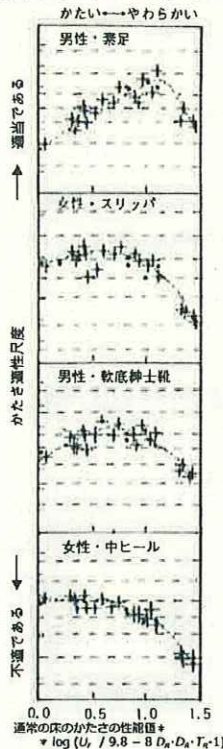
右図（左側）は、床の「かたさ」（横軸）と主観評価（縦軸）の関係を示しています。

履物や性別にかかわらず床のかたさには最適値があり、かたすぎてもやわらかすぎても歩行感が悪くなる事が分かります。

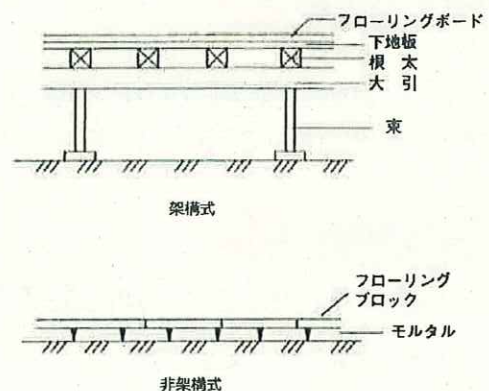
また、図中の+印は木材を用いた床を示していますが、最適なかたさに近い床や、かたすぎたりやわらかすぎたりする床があります。

たとえば右図（右側）のように、架構式あるいは下地に衝撃緩衝材が施工された床は、最適なかたさに近いことが分かっています。

なお、非架構式では、かたすぎる床にならないように留意する必要があります。



床のかたさと歩行感の関係
出典/高橋徹ほか編「木材科学講座5 環境(第2版)」, 海腎社, p.123 (2005)



木の床の代表例

出典/高橋徹ほか編「木材科学講座5 環境(第2版)」, 海腎社, p.120 (2005)

数式*の詳細は「床性能評価指針」(日本建築学会編、丸善、2015)を参照のこと。

●床材を工夫することで、さらに衝撃吸収効果を高めることができます。

下表に示した床材を使い、椅子を引きずったり、軽くてかたいものを床に落としたりした場合を想定した実験を行いました。

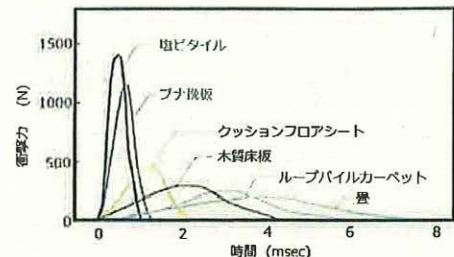
その結果、ブナ挽板と衝撃緩衝材を積層複合化して衝撃吸収効果を高めた木質床板は、ブナ挽板に比べて、最大衝撃力が約

1/4に抑えられました(下図)。これは、クッションフロアシートやループパイルカーペットと同程度の衝撃吸収効果です。

床材	厚さ(cm)	備考
ブナ挽板	1.2	プレーナー仕上げ、気乾密度 0.59g/cm ³
木質床板	1.3	ブナ挽板と発泡ポリオレフィン衝撃緩衝材からなる4層構造の試作床板
塩ビタイル	0.2	4.1kg/m ²
クッションフロアシート	0.35	0.86kg/m ²
ループパイルカーペット	0.65	裏: 3mm厚ポリウレタン
畳	5.5	わら床、みかけ密度 0.23g/cm ³

実験に使用した床材の一覧

出典/末吉修三ほか: 木材工業, 43, 112-116 (1988)



各種床材の衝撃力波形

Q10

内装の木質化は、睡眠の質や知的生産性に影響しますか？

A

木材のリラックス効果により、良質な睡眠をもたらし、日中の知的生産性の向上につながることを期待されます。

本当ですか？

内装に無垢材を使用していない部屋と比較し、無垢材を使用した部屋では、深睡眠の時間が有意に長く、日中の作業効率も有意に高くなる傾向が確認されています。

より詳細を…

●睡眠の質が向上し、知的生産性する傾向が確認されています。

内装の木質化率によって深睡眠時間が変わる傾向が確認されました。

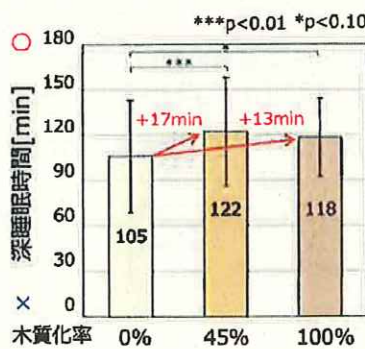
木質化率0%の部屋と比較して45%の部屋と100%の部屋は、深睡眠時間が有意に長くなる傾向となりました(下図の左)。

また、木質化率の異なる部屋での睡眠後、日中の知的生産性が変わる傾向が確認されました。

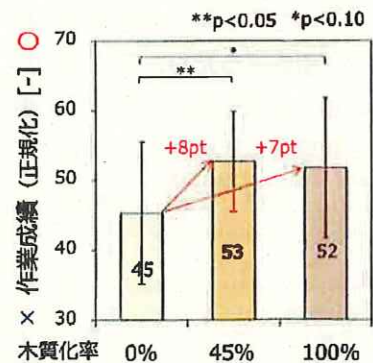
木質化率0%ケースと比較して45%のケースと100%ケースではタイピングの作業成績が有意に高い傾向となりました(下図の右)。

	木質化率0%	木質化率45%	木質化率100%
部屋内観			
天井	ビニルクロス	ビニルクロス	ヒノキ
壁	ビニルクロス	ビニルクロス ヒノキ(一部)	ヒノキ
床	複合フローリング	ヒノキ	ヒノキ

実験を実施したモデル住宅の部屋と仕様



深睡眠時間の比較



タイピング作業成績の比較

実験状況：男性被験者（20歳代、分析サンプル数10）。モデル住宅（表）で夕食、入浴後の夜間から翌朝における8時間の睡眠状態を測定。翌日、別の部屋でオフィス業務の模擬作業（タイピング作業）を実施し作業成績を評価。
出典／西村三香子ほか：日本建築学会関東支部研究報告集，86，4057-4060（2015）

Q11

人がいる居住空間内で、
木材は湿度を調節してくれるでしょうか？

A

内装に木材を用いることで
空間内の湿度をある程度一定に保った
過ごしやすい環境づくりが可能となります。

本当ですか？

室内の壁、床、天井に無垢材など木材を内装に用いると、木材の吸放湿作用が室内空間の湿度をある程度一定に保ちます。それによって、過ごしやすい環境づくりが可能になります。

また、湿度を保つことでハウスダストの原因となるダニや細菌の生存がしにくい環境にもなります。

実証実験では…

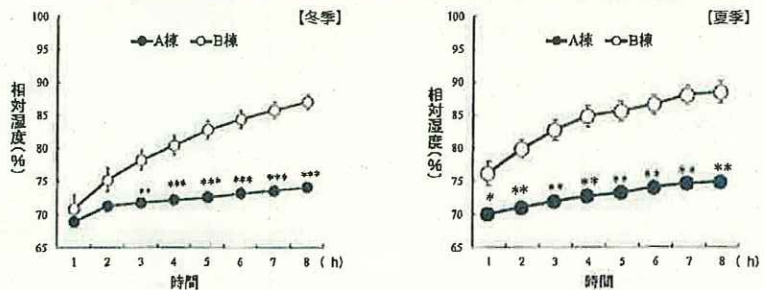
●人が寝ている室内で木材の吸放湿作用により湿度の上昇が抑えられます。

内装に木の無垢材を用いた部屋と、木目調のビニルクロスを用いた部屋で睡眠時における室内の湿度を測定すると、季節に関わらず、無垢材の部屋の方が、ビニルクロスを張りつけた部屋より湿度が低くなります(右図)。

通常、寝ている状態では人の呼気や発汗等により時間と共に湿度が上昇しますが、無垢材が吸湿作用を発揮し、その上昇を抑制したと考えられます。

ビニルクロスを貼り付けた内装では、水分をあまり吸収しない素材が表面に露出しているため、容易に湿度が上昇してしまいます。

【睡眠時、内装の異なる部屋の季節ごとの湿度比較】



内装の違いによる室内の湿度変化 / A棟(無垢材)のほうがB棟(木目調のビニルクロス)よりも湿度が低く保たれている。

(図中の*はA棟とB棟に明白な差が認められたことを示す)

出典/本俣晃義ほか; 日本木材学会九州支部大会講演集, 23, II -13-7 (2016)

より詳細を...

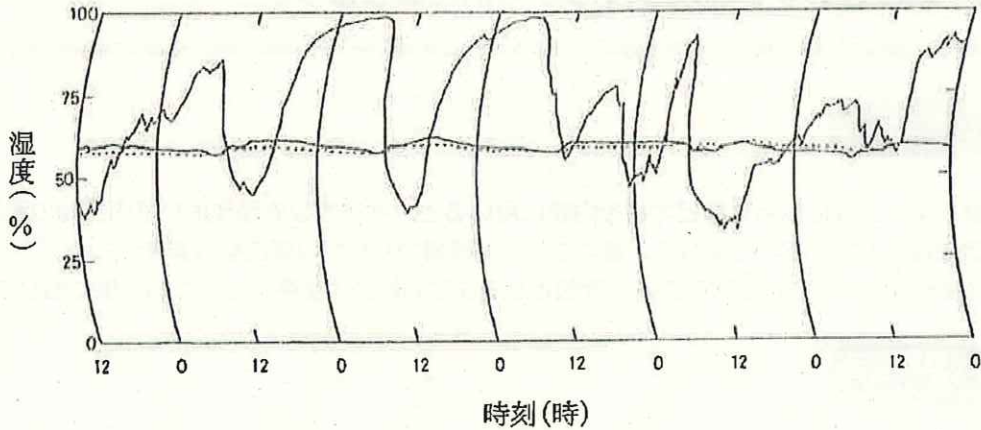
●木材の吸放湿作用とは？

木は切られてしまえばすべて生命活動は停止しますが、周囲の温度や湿度の変化に合わせ

て空気中の水分を放出したり吸収したりするため、俗に“呼吸している”と表現されることが

あります。切られて木材に加工されても、この吸放湿作用は続きます。

[内装の違いによる室内の湿度変化]



内装の違いによる室内の湿度変化/太線：木材、点線：ケイ酸カルシウム板、細線：百葉箱
出典/則元京：木材研究・資料，11，17-35 (1977)

実験により、外気の湿度変化と比較して、木材内装の部屋ではあまり湿度が変化していないのが分かっています。

これは“木材の吸放湿作用”が働いているからで、木材は室内

が乾燥している状態では木の中に含まれている水分を放出して、湿度を上げようとします。反対に、湿気が多い状態では余分な湿気を吸収しようとするのです。

また、木材は大気に比べて湿

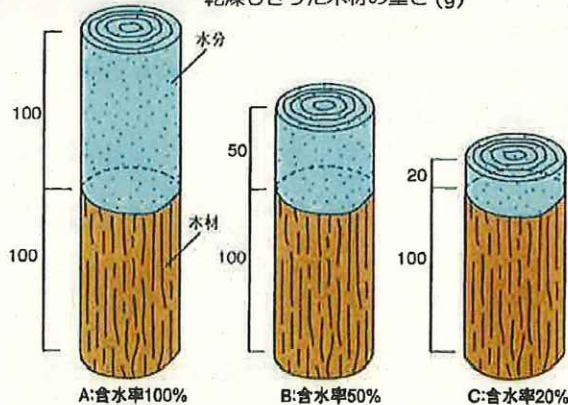
気を蓄える能力が著しく大きい特質があります。そのため、木材中からの水分の出入りだけで、室内の湿度を十分にコントロールして安定した状態に保つことができるのです。

●木材の含水率と吸放湿作用の関係

木材の含水率は、含まれる水の重さを乾燥しきった木材の重さで割った数値で表します。

木材を大気中に放置すると、含水率は11～17%まで下がり安定した値を示し、安定している状態(平衡含水率といいます)になって、木材ははじめて吸放湿作用を発揮します。未乾燥材では吸放湿作用は期待できないということです。

$$\text{含水率 (\%)} = \frac{\text{木材に含まれる水の重さ} \times 100}{\text{乾燥しきった木材の重さ (g)}}$$



木材の含水率

出典/「最新データによる木材・木造住宅のQ&A」, 木構造振興株式会社, p.13 (2011)

Q 木材は、 1.2 消臭や抗菌に役立ちますか？

A 木材に含まれる様々な成分が、悪臭物質の吸着、大気汚染物質の除去、および抗菌の効果をもたらします。

本当ですか？

木材は、アンモニアなどの悪臭成分を吸着することによる消臭効果を有します。

また、木材から調製された精油には、二酸化窒素などの大気汚染物質の除去作用もあります。

精油などには低分子化合物が含まれており、それにより抗菌効果をもたらされます。



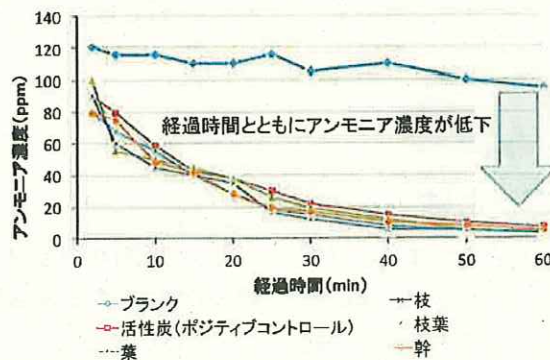
より詳細を...

● 木材には悪臭や大気汚染物質を除去する空気浄化作用が確認されています。

木材チップ等によるアンモニアの濃度の低下

精油をとった後の枝葉や木材チップを乾燥させ、悪臭に暴露した試験において、アンモニアの濃度を急激に低下させました(右図)。

活性炭は悪臭をよく吸着することが知られていますが、枝葉や木材チップも、同等の消臭効果をもつことが示されています。



木材チップ等の曝露に対するアンモニア濃度の変化
出典/Nakagawa, T., et al.: J. Wood Chem. Technol., 36, 42-55 (2016)

スギなどのタンニンによる悪臭物質の吸着

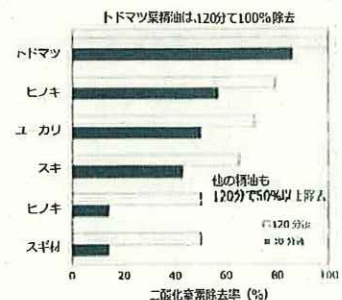
スギ(特に樹皮)に多く含まれる、縮合型タンニンがアンモニア等を吸着することが明らかになっています。

樹木の精油による二酸化窒素等の除去効果

トドマツの精油における、二

酸化窒素等の大気汚染物質の除去効果が示されています(右図)。

大気を混和すると、トドマツ葉精油は120分後に二酸化窒素が100%除去されました。ヒノキやスギの精油も、120分後には約50%の除去率を示しました。これらには精油に含まれるテルペン類が関与しています。



各種樹木精油の二酸化窒素除去率
出典/大平辰朗ほか: 木材学会誌, 61, 226-231 (2015)

● 樹木の精油などによる抗菌効果が報告されています。

スギの精油や抽出物には、黄色ブドウ球菌に対し強い抗菌活性が報告されています（右表）。

精油では、主にテルペン類などの低沸点化合物によって、菌の生育抑制または殺菌効果が発揮されたと考えられます。

また、残渣のメタノール抽出物では、精油には抽出されにくい一部のジテルペン類やポリフェノールなどの比較的高沸点の化合物によって、同様の効果が発揮されたと考えられます。

またこれとは別に、ニオイヒバ、ヒノキ、チャボヒバ、ヒノキアスナロ、ツガ、ストロブマツの精油は、カビの生育を阻害したことが報告されています。

	部位	大腸菌		黄色ブドウ球菌	
		最小発育 阻止濃度(mg/ml)	最小殺菌 濃度(mg/ml)	最小発育 阻止濃度(mg/ml)	最小殺菌 濃度(mg/ml)
精油	葉		活性無し	2.0	2.3
	枝葉	1.4	2.4	1.1	1.1
	枝		活性無し		活性無し
	幹		活性無し		活性無し
残渣メタノール抽出物	葉		活性無し	0.8	1.1
	枝葉		活性無し	0.8	1.1
	枝		活性無し	0.5	0.8
	幹		活性無し	0.2	0.2



スギ精油および精油抽出残渣の抗菌効果

出典（上表）：Nakagawa, T., et al.: J. Wood Chem. Technol., 36, 42-55 (2016) [一部改変]

参考

● タンニンとは

植物の葉などに含まれるポリフェノールで、タンパク質に結合する収れん性のある物質の総称。

加水分解性のあるタンニンと加水分解されない縮合型タンニンに分けられます。

木材では、縮合型タンニンが

樹皮に多く含まれています。

縮合型タンニンの種類は、樹種によって異なります。

● 木材の低分子化合物——テルペン系化合物

木材の匂い成分や精油の主要な化合物群をいい、モノテルペン（炭素数 10 個）、セスキテルペン（炭素数 15 個）、ジテ

ルペン（炭素数 20 個）などに分類されます。

一般に、炭素数が増えるほど揮発性が低くなります。

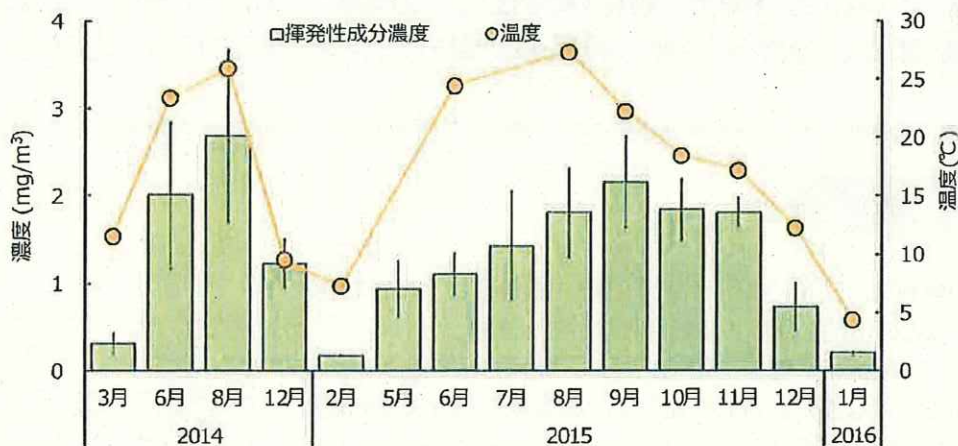
モノテルペンの多くは、木材の代表的な匂い成分でもありません。

● 季節（温度変化）により木材の揮発性成分の発散量は変化します。

スギ材を内装に用いた室内における木材の揮発性成分（匂い成分）の濃度は、温度によって変化し、夏期の方が冬期に比べて高くなります（下図）。

夏期は温度が高く、低温である冬期に対し、物質の蒸気圧が上昇するため、夏期の揮発量が高くなると考えられます。

したがって、木材を内装材として使用した室内空間では、季節（温度）変化により感じる匂いの強さが変化すると考えられます。



スギ材を内装に用いた室内の揮発性成分量の変化
出典/清水邦義ほか：木材学会誌，63，126-130（2017）

参考

● 木材の揮発性成分の樹種による違い

人は、木材に含有される成分のうち揮発する成分を匂いとして感じています。

この揮発性成分の組成および

その量比は樹種により異なり、この成分の差異が、スギ、ヒノキやマツといった樹種の匂いの特性となります。

さらに成分が異なるため、抗菌や防虫、耐久性の効果は、樹種により異なります。

● 時間経過による木材揮発性成分の室内検出量の変化

木材の匂い成分は住宅の築年数が経てもある程度は持続するといわれています。

スギ、ヒノキを内装材として使用した室内空間で日常的な

使用状態で4年間が経過しても、室内空気中には木材由来のテルペン系化合物が数多く検出されることが報告されています。

室内の木材由来の揮発性成分

を複数年にわたり分析した報告例は少ないため、より長期的な分析や揮発性成分の組成の変化といった詳細な計測が必要となっています。

Q 13 木材に含まれる揮発性成分（匂い成分）の特性は何でしょうか？

A 木材の含有成分、特に揮発性成分の組成と量は樹種により異なります。また、揮発量は製材過程の乾燥方法や季節により変化します。

本当ですか？

木材の含有成分、特に揮発性成分に関する情報は、木材の耐久性や匂いなどの特性を評価する指針となっています。

たとえば、乾燥材の需要の増加に伴い、乾燥方法や乾燥材の特性について様々な検討が行われた結果、高温乾燥材は天然乾燥材に比べて含有成分が減少することが確認されています。

また、木材の揮発性成分の発散量は温度によって変化し、夏期の方が冬期に比べて高くなることが分かっています。



より詳細を...

● 乾燥処理により木材に含まれる成分は変化します。

乾燥温度が最高 120℃となる高温乾燥により、スギ心材に含まれるテルペン類は、天然乾燥に比べ減少すること、特にセスキテルペン類のエピクベボール *Epicubebol* とクベボール *Cubebol* は消失してしまうこと

が報告されています（下表）。

一方で、高温乾燥後のテルペン類の含有量は、赤心材では材の端部が中央部よりも多く、黒心材では材の中央部が端部よりも多かったとされています。

木材の含有成分は、部位や心

材色によって含有量が異なるため、こうした様々な要因を考慮した上で、さらに乾燥処理による影響を評価することが重要だと考えられます。

試験材記号		赤心材			黒心材		
		A	B	C	D	E	F
エピクベノール <i>Epicubebol (a)</i>	端部	0	0	0	0	0	0
	中央部	0	0	0	0	0	0
クベノール <i>Cubebol (b)</i>	端部	0	0	0	0.8	0	0
	中央部	0	0	0	1	0	0
サンダラコピマリナール <i>Sandaracopimarinal (c)</i>	端部	48.4	48.9	41.8	57.4	69.3	75.4
	中央部	28.2	22.9	38.1	68.6	75.8	50.9
サンダラコピマリノール <i>Sandaracopimarinal (d)</i>	端部	47.5	41.2	39.2	50.5	58.3	70.3
	中央部	37.3	42.2	59.4	83.8	82.4	102.5
フェルギノール <i>Ferruginol (e)</i>	端部	54.6	48.5	40.6	45.8	61.1	79
	中央部	46.8	48.6	68.5	81.8	92.9	114.1

高温乾燥後のスギ心材の主要なテルペン類の含有量（天然乾燥材と比較した成分の含有量、単位：%）
出典/滋谷米ほか：木材保存，32，196-202（2006）[一部改変]

Q 木材を使うことで、 14 ダニを「防除」できますか？

A 居住空間内で木材を使うことは、
チリダニ類の「防除」に有効な手段のひとつです。

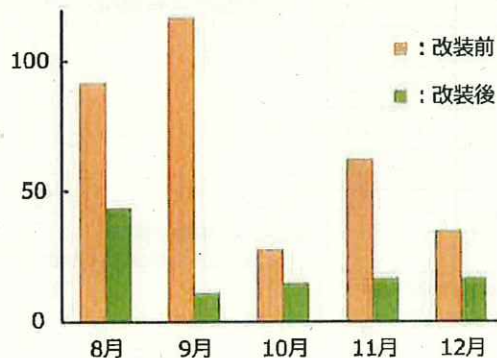
本当ですか？

木材の利用によるダニの防除効果のひとつは、木の床による防除効果（物理的にダニの住処をなくす）であり、もうひとつは、木材の匂い成分による防除効果（化学的な効果）です。

より詳細を…

● 床材を木の床に改装した結果、ダニ数が減少したとの報告があります。

集合住宅のリビングルームの床を畳あるいはカーペットから木の床に改装し、改装前6か月と改装後11か月の各月毎に各部屋の床およびカーペット、ソファ、ベッドのダニ数を測定しました。その結果、8月と9月の家の中の1平方メートルあたりのダニ数の平均は104匹から23匹に減少したという研究結果が得られています(右図)。



木の床への改装によるダニ数の変化 (床上のダニ数の月別比較)
出典/高岡正敏ほか：日本衛生学雑誌，42，223 (1987)

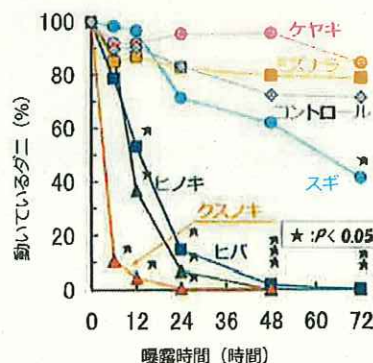
● 木材の匂い成分により、ダニの行動が抑制されたとの報告があります。

ダニがチップに直接接触することがないように通気穴のある容器に入れて、住宅や家具などによく用いられる木材（ヒノキ、ヒバ、スギ、ミズナラ、ケヤキ、クスノキ）のチップの上に設置しました。

その後、温度25℃、相対湿度85%の環境で、72時間後まで動いているダニ数を数え、割合を算出しました。

その結果、チップから発散さ

れる匂い成分には、ヤケヒョウヒダニの行動を抑制する効果があるという研究結果が得られています(下図)。



木材チップから発散される匂い成分がヤケヒョウヒダニの行動に及ぼす効果
出典/平松靖：SCIENCE & TECHNO NEWS TSUKUBA, 78, 29 (2006)

● チリダニ類とアレルギー性疾患の因果関係

住宅の中には、通常、ヤケヒョウヒダニ (*Dermatophagoides pteronyssinus*) などのチリダニ類が生息し、それらのフンや死骸も存在します。

それらは、気管支喘息やアトピー性皮膚炎などのアレルギー性疾患を引き起こす原因のひとつです。

ダニが原因となるアレルギー

性疾患を防ぐためには、家の中のダニ数を減少させ、ダニと接触する機会を減らすことが重要です。

● 木材から発散される匂い成分

樹種名	精油含量
ヒノキアスナロ	1 ~ 1.5
クスノキ	2 ~ 2.3
ツガ	~ 0.2
ヒマラヤスギ	~ 2.5
コウヤマキ	~ 2.0
スギ	0.1 ~ 2.0
ヒノキ	1 ~ 3.0
サワラ	0.5 ~ 2.0
ネズコ	0.7 ~ 1.0
コノテガシワ	~ 0.2

100g当たりの精油含量(ml)

木材には数パーセントの精油が含まれており、これらの物質が木材に樹種固有の匂いを与えています。

精油の含有量は樹種によって

異なります。

発散される匂いの成分は主としてテルペン類で、その組成も樹種によって異なります。

主な樹種の材油含量

出典/谷田貝光克「植物抽出成分の特性とその利用」, 八十一出版, p.18 (2006)

● 木材を利用したダニ防除の今後の研究課題



ヒノキ材 スライス片
(幅 5mm、厚さ 0.1-0.3mm、長さ 50-400mm)



圧縮・成型・結製



ヒノキ製の芯
(曇表を預って仕上げる)

ヒノキ量 (ヒノキ材スライス片量)

出典/「森林総合研究所平成16年度研究成果選集」, (独) 森林総合研究所, p.51 (2004)

畳の中のチリダニ類を防除することを目的として、ヒバ単板、ヒノキ単板をはさみこんだ畳や、ヒノキ材スライス片を原料とした畳を用いた研究も行われています。

木材の匂い成分を実際の生活環境の中でダニの防除に利用するためには、防除効果の持続性を高めるための技術開発や、実際の利用を想定した環境下での実験を行うことが重要です。

Q

木材の利用、木造建築は

1.5 地球環境にやさしいって本当ですか？

A

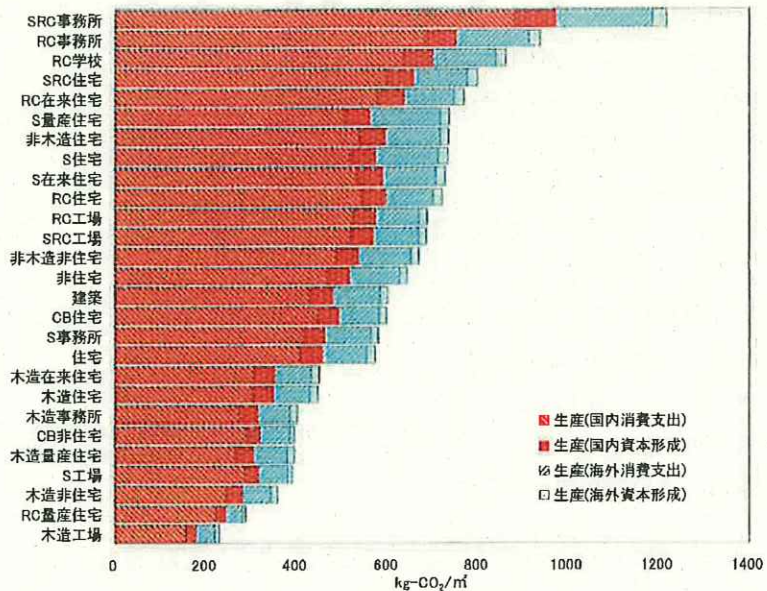
森林資源の豊かなわが国においては、木材の利用や木造建築物の建設を一層推進することにより、二酸化炭素排出量の削減など、地球環境にやさしい社会の形成に貢献できると考えられます。

より詳細を…

●木造建築は他の構造より、建設・製造時のCO₂排出量が少なく済みます。

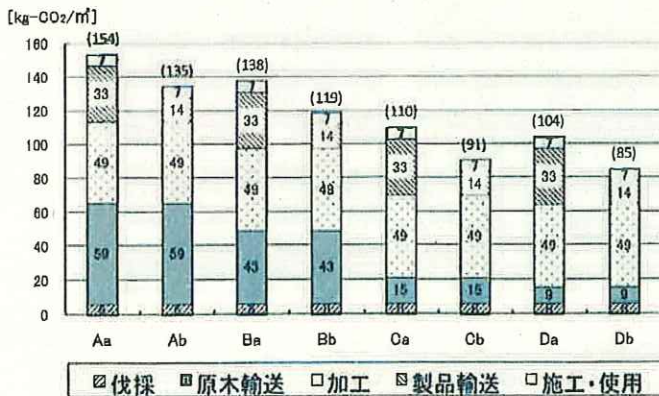
建築工事に係るCO₂排出量については、住宅を例にみると、木造が鉄骨造（S造）や鉄筋コンクリート造（RC造）の6割程度となっています（右図）。

また、建設・製造時のCO₂排出量においては、建築資材の輸送距離も重要です。たとえば、国産の原木を使用すると、海外輸入（ロシア）の原木を使用した場合の35%程度に抑えられることが分かります（下図）。



建築工事に係る床面積当たりのCO₂排出量推計値の構造別比較

建築工事の投入金額（生産者価格表）に、516部門別の環境負荷原単位（1995年値）を乗じて求めた、建築物の床面積当たりのCO₂排出量
出典／「建物のLCA指針」, 日本建築学会, p.158 (2006)



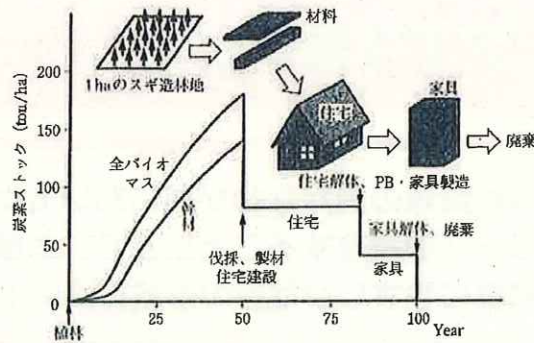
流通経路のパターン
原木輸送
A: 国内製造合板の平均値
B: ロシア材輸送の平均値
C: 国産材輸送の平均値
D: 京都府産材の平均値
製品輸送
a: 合板製品の平均値
b: 京都府産合板製品の平均値

合板製造における輸送プロセスごとのCO₂排出量の比較
出典／淵上佑樹ほか: 日本建築学会環境系論文集, 75(655), 861-867 (2010)

●木材の利用により、炭素を固定することができます。

伐採した木を木材として利用すれば、炭素を固定しておくことができます（右図）。

図は、植林して50年後の1haのスギ造林地の幹材に固定されている炭素量が約140tであり、それを伐採、製材して住宅などの部材として使用したとしても、その57%程度の約80tは固定されたままで排出されないことを示しています。

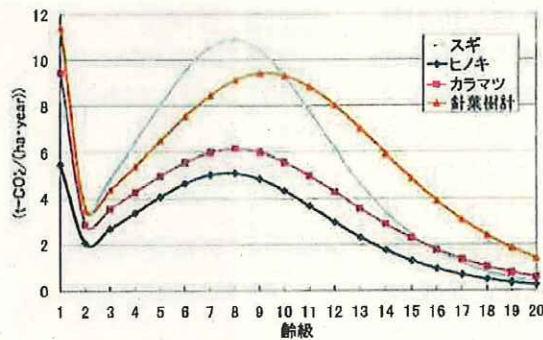


炭素ストックの状態と変化
出典/大熊幹章：森林科学, 33, 63-66 (2001)

●木材利用と樹木の計画的伐採が、森林管理とCO₂削減の面から必要です。

樹木が吸収するCO₂は、樹齢とともに増加するものの、ある樹齢で最大値をとり、その後は減少していきます（右図）。

図では、樹木が吸収できるCO₂は、7～9歳級で最大値をとり、その後は減少していくことがわかります。こうしたことから、樹木は計画的に伐採して、木材として利用していくことが、森林管理に加えてCO₂削減の効果の面からも必要となります。



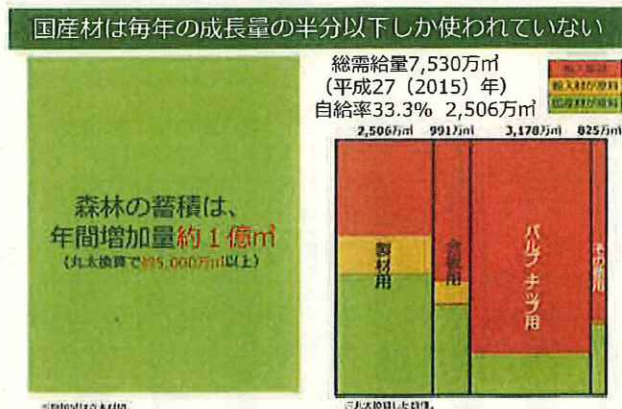
年齢別単位面積あたりの年間CO₂吸収量
出典/藍原由紀子ほか：日本建築学会学術講演梗概集 (D-1 環境工学 I), 2006, 943-944 (2006)

●木材は持続可能な資源であるといえます。

鉄や石油などの埋蔵資源が掘り出して使用してしまえばなくなってしまう有限なものであるのに対し、木質資源（木材、材木）は伐採して使用しても、その後に新しい苗木を植えておけば、30～50年で再び材料やエネルギー源などの資源として使えるように成長してくれます。

林野庁の資料によれば、平成19年～25年にかけて樹木の蓄積に関する増加量の平均値は、国内で年間5,000万m³（丸太換算）以上であり、国内での国産

材受給量2,500万m³を上回っています。



国内における木材蓄積の増加量と木材の需用量
出典/“平成27年木材需給表”，林野庁編「森林・林業統計要覧2015」，（一社）日本林業協会（2015）

Q16

木造建築には、他の構造と同じような火災安全性がありますか？

A

木造で耐火構造とする部材が開発・実用化され、鉄骨造や鉄筋コンクリート造と同等の火災安全性が確保できるようになっています。
また、ゆっくり燃える木の特性を生かした木造の準耐火構造技術の開発・普及が、木造建築の実現拡大に寄与しています。

より詳細を…

● 4階建以上を可能にする木造耐火構造の技術が開発・実用化されています。



木造の耐火構造は、被覆型、鉄骨内蔵型、燃え止まり型の3手法が実用化されています(表)。現在、すべての主要構造部について1時間耐火構造の部材が開発されていますので、最上階から数えて4層までを木造でつくることができます(注)。さらに、最近では被覆型による2時間耐

手法	被覆型 (メンブレン型)	鉄骨内蔵型 (木質ハイブリッド型)	燃え止まり型
概要	 木構造支持部材 耐火被覆材	 鉄骨 燃え代(木材)	 木構造支持部材【鉛直力】 燃え代(木材)【水平力】 燃え止まり層(不燃木材等)
特徴	荷重支持部を木材とし、その周りを石膏ボード等の不燃材料で被覆して木材が燃焼しないようにする	荷重支持部は鉄骨等とし、その外周を木材で覆うことで木材を燃えしろとして燃焼させ、鉄骨の熱容量の影響によって燃焼を停止させる	荷重支持部を木材として、その周囲をモルタル等の燃え止まり層で覆い、さらにその外周を木材で覆う。加熱時は木材を燃えしろとして燃焼させ、加熱終了後燃え止まり層で燃焼を停止させる
適用部位	外壁、間仕切壁、柱、床、梁、階段、屋根	柱、梁	柱、梁

木造の耐火構造部材の例

火構造部材が開発され、大臣認定取得されています。これを使えば、耐火性能上は14階建ての木造建築物が実現できます。

注/1時間耐火構造の木造部材を用い、下層階を2時間耐火構造の鉄筋コンクリート造などであれば、4階建て以上の建物も可能になります。
写真:木造/CLT壁と軸組+RC造の5階建て福祉施設
出典/安井昇:“木の燃焼と防耐火”,建築士2017年2月号,(公社)日本建築士会連合会,p.38(2017)

● 3階建以下に適用できる木造準耐火構造の技術開発・普及が進んでいます。

木造は熱伝導率が低く、燃えると表面に空洞を持った炭化層を形成します。炭化層は断熱性が高く、熱の侵入を抑制します。

この性質を生かし、木材の表面から一定深さの燃えしろを設けて残りの断面積で構造計算を行い、火災継続中にその構造が倒壊しないようにするのが「燃えしろ設計」です。それにより

評価された木造の準耐火構造などが告示に示されています。

木造には、要求される防耐火

性能に効率よく対応できる設計法が用意されているといえます。

構造種別	集成材、LVL	製材
大規模木造建築物	25mm	30mm
45分準耐火構造	35mm	45mm
1時間準耐火構造	45mm	60mm

柱・梁の燃えしろ寸法

参考

● 建築火災の過程と対応方法の考え方

建築火災では、出火源→収納可燃物→内装→構造躯体の順に燃えて、火災初期→火災成長期→火災最盛期という3つの過程を経ます。各過程における対策・対応は表のようになります。

このうち火災最盛期では、部屋全体が800℃を超える激しい燃烧となり、構造躯体が燃えれば壁や床の燃え抜けや柱や梁の

崩壊につながります。木造でも構造方法を工夫して鉄筋コンクリート造などに近い

火災性状とすれば、防耐火性能を高めることが可能となります。

火災の各過程における対策・対応

		火災過程	火災初期	火災成長期	火災最盛期
対策すべき項目			出火防止 早期発見 初期消火	内装の燃え拡がり 収納可燃物の燃え拡がり	隣室への延焼 階段への燃焼 躯体の燃焼
対応方法	避難（使用者）		○	○	○
	消火・通報（管理者）		○	—	—
	消火（消防隊）		—	○	○
木造とRC造での耐火性能の差			差はあまりない	差はあまりない	差が出やすい

関連法規・基準等

● 建築基準法の防火規制（内装制限と構造制限）

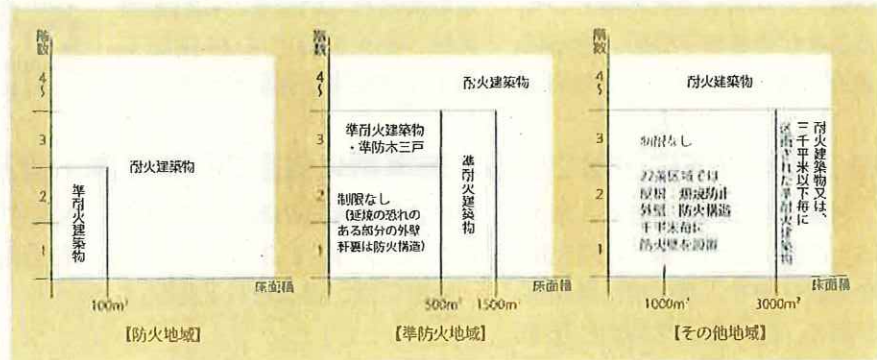
内装制限：内装仕上げ材の不燃性能を制限しています。火災の燃烧拡大を抑制するためには、燃烧経路となりやすい壁・天井の不燃化が必要です。建物の用途・室や防耐火構造・規模に応じて、制限の箇所と仕上げ材の種類（難燃材料、準不燃材料、不

燃材料）が定められています。
構造制限：構造躯体の延焼防止性能とそれによる構造性能の低下を制限しています。準耐火建築物・耐火建築物は、一定時間火災にさらされてもその時間内に建物が崩壊せずに立ち続けられる構造です。ただし準耐火建

築物では、所定時間以後の防耐火性能を求められていませんが、耐火建築物では原則として構造躯体は燃えないこととされており、地震火災等で消防活動が期待できない場合でも、それ以後崩壊に至らず建ち続けることが求められています。

● 建築基準法の防火規制（内装制限と構造制限）

建築基準法では、建築地の防火地域規制により、建築物の主要構造部の防耐火性能を規定しています（図）。



防火地域制限と規模による構造制限

出典/山田誠：木材保存，29，189-196（2003）〔一部情報を付加〕

Q17

木造建築には、他の構造と同じような耐震性能がありますか？

A

法的に定められている耐震性能レベルは構造種別に関わらず同じであり、基準にしたがって建てられた建築物は、木造でも鉄筋コンクリート造や鉄骨造と同等の耐震性能を有しています。

より詳細を...

● 建築基準法で定めている耐震性能レベルは、構造種別に関わらず同じです。

法的にみると、建築基準法で定めている耐震性能レベルは構造種別に関わらず同じです。木造だからといって、基準法で要求している耐震性能レベルを満たしていないなどということはありません。

建て主や設計者が設定する目標性能が同じであれば、地震の耐え方に違いがあるものの、構造種別の違いによる耐震性能レベルの違いはありません。

建物に作用する地震力は建物

の重量に比例します。建物重量は用途や規模によって変わりますが、木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の床単位面積当たりの重量比は概ね、木造:鉄骨造:鉄筋コンクリート造=1:2:4になります。

したがって、木造は鉄筋コンクリート造の1/4程度に見合う重量を支えればよく、より耐力の低い木造の構造壁であっても、適量で耐震性とプランニングを両立させることが可能であると

いえます。

たとえば、壁厚15cmの鉄筋コンクリート造の構造壁と構造用合板を両面張りした木造の構造壁の地震に耐える力を単純に比べれば、鉄筋コンクリート造の構造壁の方が数倍も耐える力は高くなります。

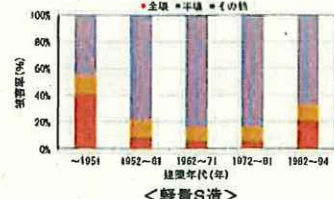
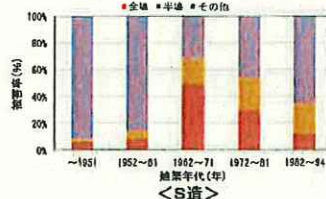
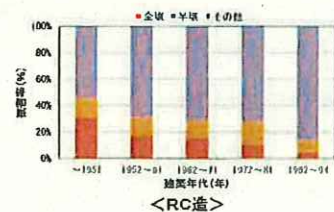
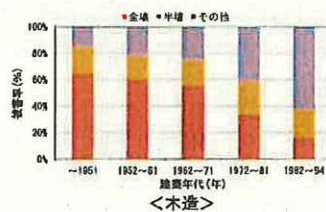
しかし大切なのは、木造でも鉄筋コンクリート造でも、建物に作用する地震力に対し必要な構造壁を設計することです。

● 新耐震以降、大震災時の木造建築の全壊率は他構造と比べて大きくありません。

阪神大震災(兵庫県南部地震)における建築年代の区分ごとの木造、鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨(S)造、軽量鉄骨(S)造の被害率を右図に示します。

この図から、大震災発生時における最新の耐震基準(1981年新耐震基準)を満たした木造建築の全壊率は、他構造のそれに比べて顕著に劣っていないといえます。

2016年(平成28年)に発生した熊本地震でも同様の傾向があることが分かっています。



兵庫県南部地震における主な建築基準法改正年と構造別被害率(神戸市灘区)
出典/村尾修ほか;日本建築学会構造系論文集,65(527),189-196(2000)

●木造は他の構造に比べて耐震性能を効率よく上げることができます。

建築基準法の要求レベルを超えた性能、例えば、官庁施設の総合耐震計画基準におけるⅠ・Ⅱ類、住宅品確法における耐震等級2・3を目標性能とした設計を行う場合、構造種別によって性能を上げるための方法やコストには、以下のような違いがあります。

鉄筋コンクリート造では、柱梁の断面や鉄筋、構造壁の壁厚や壁量等、構造体量の直接的な増大が必要になり、コストアップにつながりやすい傾向があります。特に、鉄筋コンクリート

造は建物重量に占める構造体の割合が大きいため、部材が大きくなると支えるべき建物重量も増えてしまう傾向にあり、耐震性能を上げにくくなる場合があります。

鉄骨造は、ラーメン構造でもブレース構造でも部材断面を大きくすることで耐震性能を向上できますが、鋼材量の増大がそのまま躯体コストのアップにつながりやすい傾向があります。

木造は、一般的には構造壁と屋根・床構面の耐力強化と壁長の増大で対応しますが、建物重

量に占める構造体の割合が小さいため、効率よく耐震性能を上げやすいことに加え、耐震性能向上のための様々な手法があります。たとえば、面材に厚物構造用合板を使い釘の径と本数を増やして耐力壁と水平構面の性能を高めることで、壁長を増やさずに耐震性能向上を実現することができます。

このように多様な対処法を選択できる木造は、他の構造に比べて、耐震性能向上に係るコスト優位性の高い構造であるといえます。

●木造は既存建物の耐震性能を高めるための工事を比較的楽に行えます。

木造における耐震性能の高めやすさは、既存建物の改修や増築における木造の有効性につながります。木造では既存建物の劣化部分の補修や交換が比較的容易であり、多様な方法により地震に耐える力を高くすること

ができ、例えば耐力壁の仕様変更程度でも効果があります。

ただし、木造でも基礎だけは鉄筋コンクリート造でつくられていますので、基礎の劣化や耐力不足が著しい場合は補強工事が大掛かりになります。

一方、鉄筋コンクリート造や鉄骨造の既存建物の改修では大掛かりな補強設計や工事が必要になる場合が多くあり、コンクリートや鋼材等の構造材自体の劣化が著しい場合は、改修自体が困難な場合もあります。

関連法規・基準等

●住宅品確法が示している耐震性能レベル

建築基準法よりも高い耐震性能の指標となる基準に住宅品確法の「住宅性能表示」における基準があります。

住宅性能表示における耐震性能レベルについては、下表のよ

うに木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造などの構造種別に関係なく、3段階の耐震等級が定められています。

木造でも耐震等級3を確保すれば、災害発生時に避難所とな

る、学校や消防署といった重要施設に要求される耐震性能と同等の性能を持たせることができます。

	耐震等級 (構造躯体の倒壊防止)	耐震等級 (構造躯体の損傷防止)
等級1	建築基準法レベル： 極めて稀に（数百年に一度程度）発生する地震 ¹ による力に対して、倒壊、崩壊等しない程度 ※1：震度6強～7に相当	建築基準法レベル： 稀に（数十年に一度）発生する地震 ² による力に対して損傷を生じない程度 ※2：震度5強に相当
等級2	等級1の1.25倍の力に対して、倒壊、崩壊等しない	等級1の1.25倍の力に対して、損傷を生じない
等級3	等級1の1.5倍の力に対して、倒壊、崩壊等しない	等級1の1.5倍の力に対して、損傷を生じない

住宅性能表示における耐震等級の概要

出典/「木造住宅のための住宅性能表示」, (公財) 日本住宅・木材技術センター, 構造編 p.6 (2015) [一部改変]

Q 木造建築は 1.8 長持ちするって本当ですか？

A 木造建築物の躯体を構成する木材は、腐朽、シロアリなどの生物劣化や、雨水や太陽光等による気象劣化から木材を守ることができれば、木造建築物が長持ちすることは、法隆寺などの歴史的建造物が証明しています。また現代の木造住宅においては、住環境を担保しつつも 100 年以上の耐久性を持たせる技術が確立されています。

より詳細を…

● 木材の腐朽対策には、栄養分と水分を制御することが有効です。

栄養分を制御する

木材が腐朽菌の栄養分とならないように、木材を防腐薬剤で処理することが効果的です。

木材の含水率が高くなりやすい土台などの地際付近、風呂場

や台所の水回り、窓やドアの開閉部周辺に使われる木製部材は、防腐薬剤の注入処理や表面処理が必要です（右写真）。



1 階部の木製部材全てに防腐剤注入を使用した住宅の例

水分を制御する

腐朽対策として水分を制御するために、木材を常に乾燥状態に保つために建築物中に水が浸入しないようにすること、浸入した場合は建築物内で滞留しないように排出することが重要で

す。そのためには以下のような対策が挙げられます。

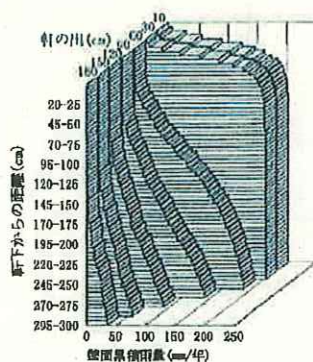
- ① 建築物に雨がつかからないように十分な長さの軒やげらば、庇などを確保する（写真、左図）。
- ② 地面からの水分を防ぐために

基礎を高くしたりベタ基礎の構造にする（写真）。

- ③ 壁体内に浸入した水分を排出するように通気工法の壁体にする（右図）。

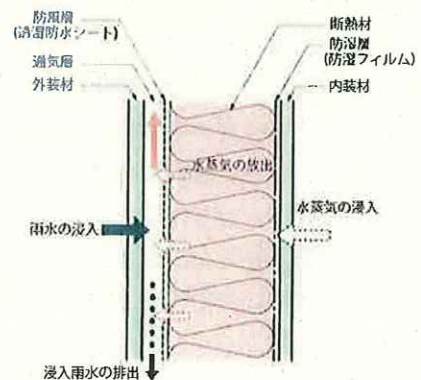


基礎が高く軒の出が大きい建築物



風速・軒の出を考慮した壁面における高さ別雨量

出典/中島正夫：NPO 木の建築，3，40-43（2002）



通気層のある壁体の構成

出典/国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環型住宅への設計ガイドライン」，（一財）建築環境・省エネルギー機構，p.104（2012）

● シロアリ対策では、ベタ基礎や防蟻薬剤を塗布することが有効です。

一般的なイエシロアリやヤマトシロアリは地下から侵入してくるので、防蟻のためには、ベタ基礎にすること、床下土壌と地表面近くの木製部材に防蟻薬

剤を塗布しておくことが効果的です。また、基礎周囲に犬走りや設けたり（右写真）、シロアリが好む断熱材を防蟻仕様のものを採用することも有効です。



基礎周囲の犬走り

参考

● 腐朽の4条件とは？

腐朽は、大気中に漂う腐朽菌が木材に付着し、腐朽菌が生育可能な状態になると生じます。

木材が腐朽する環境とは、水分、温度、酸素、栄養分の4条件が揃った場合であり、逆を言えばこれら条件の一つでも欠ければ腐朽しないといえます。

腐朽の4条件



● 木造でも構造躯体を100年程度もたせることができます。

木造住宅の耐久性を高めるための躯体の劣化対策技術が「住宅性能表示」において示されています。

右表で示した最高等級である劣化対策等級3とすることで3世代以上も構造躯体を維持することも可能になります。しかし、対策を施していても、経年により劣化は進行します。そのため、定期的な点検により、劣化の早期発見と劣化部位の補修を行うことが可能となります。

長期優良住宅の認定基準では、この点検を容易に行える対策が求められており、これにより構造躯体の使用継続期間が少なくとも100年程度とすることが可能になります。

	概要	基準
等級2	構造躯体が2世代（50年～60年）持つ程度の対策	外壁の軸組などの防蟻・防蟻処理※ 土台の防蟻防蟻処理 浴室・脱衣室の防水※ 地盤の防蟻 基礎の高さ 廊下の防湿・換気 小屋裏の換気 構造部材等
等級3	構造躯体が3世代（75年～90年）持つ程度の対策	等級2の※の条件が厳しくなる
長期優良住宅	構造躯体の使用継続期間が少なくとも100年程度となる措置	床下及び小屋裏の点検口を設置すること 点検のため、床下空間の一定の高さを確保すること

住宅性能表示と長期優良住宅の基準