



木材利用の意義と効果

(1) 教育的効果の向上

木材は、柔らかで温かみのある感触を有するとともに、室内の湿度変化を緩和させ、快適性を高める等の優れた性質を備えている。特に、建築仕上材として、適所に木材を使用することにより、温かみと潤いのある教育環境づくりができる。また、木材を利用することで、木材利用による環境負荷低減や森林の保全、木の文化の継承、地域の活性化などについて学習するきっかけともなる。これらの効果は、木造校舎だけでなく、内装が木質化された校舎においても、同様に期待できるものである。

本節では、研究者による実験データに基づく分析や、実際の木造校舎・内装が木質化された非木造校舎における子どもたち・教師の声などを紹介する。なお、こうした点については、木の学校づくりの手引書である「あたたかみとうるおいのある木の学校ー早わかり木の学校ー」（平成19年12月 文部科学省）の中でも詳しく述べられているので参照していただきたい。



心理・情緒・健康面への効果

- 学校施設における木材利用は、子どもたちのストレスを緩和させ、授業での集中力が増す効果がある。
- 内装が木質化された校舎では、非木質化校に比べ、子どもたちは教室を広々と感じ、校舎内での心地よさや自分の居場所などをより感じて生活していることが伺える。
- 木材を利用した教室では、インフルエンザの蔓延が抑制される傾向が見られる。
- 木質の床は、結露せず転んで怪我をする子どもが少ない。足にかかる負担も少ない。

(研究者の分析、アンケート結果より)

■内装の木質化によるストレス反応の緩和

立地条件、規模、構造がほぼ同じである内装木質化した鉄筋コンクリート造小学校（内装木質化校）と内装木質化していない鉄筋コンクリート造小学校（非木質化校）に在籍する子どものストレス反応（腹痛や頭痛などの身体反応を中心に11項目）について比較した研究がある¹⁾。その結果を見ると、子どもが訴える割合の高いストレス反応として、「疲れ」（約37%）、「眠気」（約30%）、「やる気」（約24%）が共通しているが、非木質化校の子どもは、「腹痛」、「風邪」、「耳鳴り」、「目の疲れ」、「やる気」、「集中」の各反応で、内装木質化校の子どもよりも高い割合を示した。また、非木質化校の女子児童がストレス反応を訴える割合は、他の場合より有意に高い結果となった。

■木材の心地よさ

学校においては、木で内装が施されていると壁に背中を接触させたり、床に座ったりするなどの身体を接触させる行為が増えるとの報告がある²⁾。また、授業中の子どもは机・いすに接触していることが多いが、木製の机を使っている学校の子供とスチール製の机を使っている学校の子供の様子を比較すると、図1のように木製の机の方が「注意集中の困難さ」や「眠気とだるさ」を訴える子が少ない³⁾。保育園児においても、ビニルタイルの床より木の床の方が座ったり寝ころんだりする行為が多く、かつ集中した遊びの姿が見られる⁴⁾。

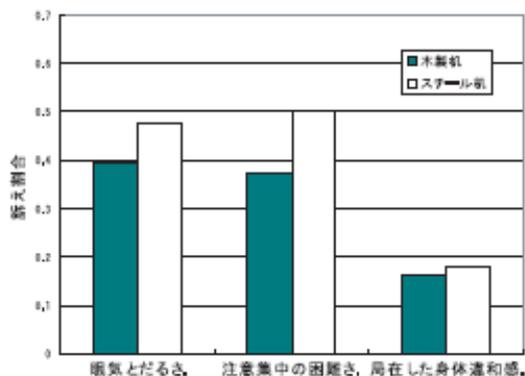


図1 木造校舎における机の材質の違いによる授業中の子どもの様子
(橘田紘洋：木造校舎の教育環境 (P60)、(財) 日本住宅・木材技術センター、2004)

■内装が木質化された教室における広さ感

図2は、内装木質化校、非木質化校の児童の教室に対する広さのイメージについての調査結果を示している。比較した両校は、教室面積や空間配置に大きな違いはないが、1人当たりの面積は木質化校の方が少ないにもかかわらず、木質化校が圧倒的に広々と感じるという結果となった。

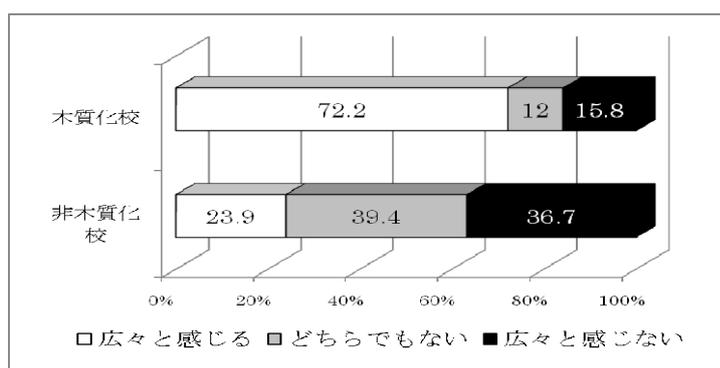


図2 児童の校舎・教室に対する広さのイメージ
(浅田茂裕：学校建築における子どもの学びと木の役割、文教施設 2009 夏号、(社) 文教施設協会)

- 1) 浅田茂裕、尾崎啓子、鶴巻麻依子：児童のストレス反応に及ぼす学校の内装木質化の影響、第57回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2007)
- 2) 平井和喜：生活空間としての学校建築に関する調査研究、東北大学建築材料学研究室調査 報告書 (1992)
- 3) 橘田紘洋：木造校舎の教育環境 (P60)、(財) 日本住宅・木材技術センター、(2004)
- 4) 村岡真澄：木造校舎の教育環境 (P60)、(財) 日本住宅・木材技術センター、(2004)

■子どもの居場所と木の役割

図3は、内装木質化校・非木質化校で、児童の校舎内の好きな場所を尋ねた結果を示している。内装木質化校・非木質化校で共通するのは、好きな場所として図書館、特別室、教室を挙げている点である。非木質化校では、保健室・相談室を挙げる児童が多く、「好きな場所はない」とする回答も多い。一方、木質化校では、廊下、階段を挙げた児童が多く、「好きな場所がない」と回答した児童は極めて少ない。これらの結果から内装木質化校の児童のほうが校舎内での心地よさや自分の居場所などをより感じて生活していることがわかり、木質化の優れた点を示唆している。

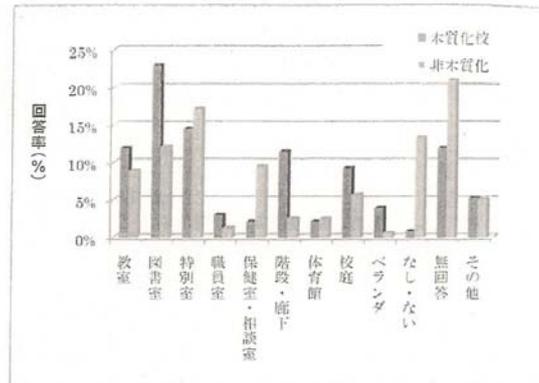


図3 児童の校舎内での好きな場所

(浅田茂裕：学校建築における子どもの学びと木の役割、文教施設 2009 夏号、(社) 文教施設協会)

■健康空間を構成する木の特性

湿度は空中浮遊菌の繁殖に影響し、50%程度の湿度は菌の繁殖抑制に効果をもたらすと言われている。図4は、木造校舎と内装を木質化した校舎におけるインフルエンザによる学級閉鎖の割合を示している。木造校舎あるいは内装を木質化した鉄筋コンクリート造校舎では、冬期のインフルエンザによる学級閉鎖率が低く、インフルエンザの蔓延が抑制される傾向が見られる。このことは、木質空間の暖かさや木の抗菌性に加えて、木の吸・放湿性能も寄与しているものと考えられる。

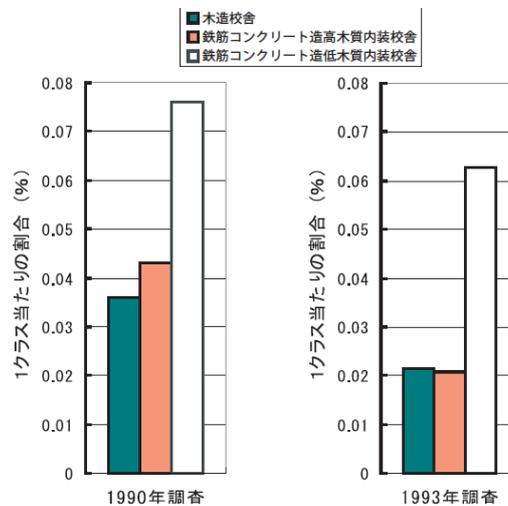


図4 インフルエンザによる学級閉鎖割合

(橘田紘洋：木造校舎の教育環境 (P68)、(財) 日本住宅・木材技術センター、2004)

木製家具の健康への効果（九州大学大学院芸術工学研究院による調査）

図1は、熊本県小国スギ製の机・椅子を使用した際の生徒の欠席数の月別の推移を示している。「1組」は小国スギ製の机・椅子を、「2組」は新しく購入した合板天板を用いたスチール製の机・椅子を、「3組」は従来から利用している合板天板を用いたスチール製の机・椅子を使用した。「1組」の欠席数は、他の組にくらべて有意に少ないことが分かる。

また図2は、分泌型免疫グロブリンA（s-IgA）の変化である。分泌型免疫グロブリンAは、粘膜への微生物の侵入を防御しており、この値の高さは健康状態の指針となる。小国スギ製机・椅子の設置前には、各組のs-IgAに有意な差はなかったが、設置後は小国スギ製机・椅子を使用した「1組」のs-IgA濃度が有意に高い結果となった。

以上より、学校家具に木材を積極的に使用することにより「健康」に良い影響を及ぼしている傾向が示された。



小国スギ製の机・椅子
（綿貫茂喜：第60回日本木材学会大会公開シンポジウム（2010）より抜粋）

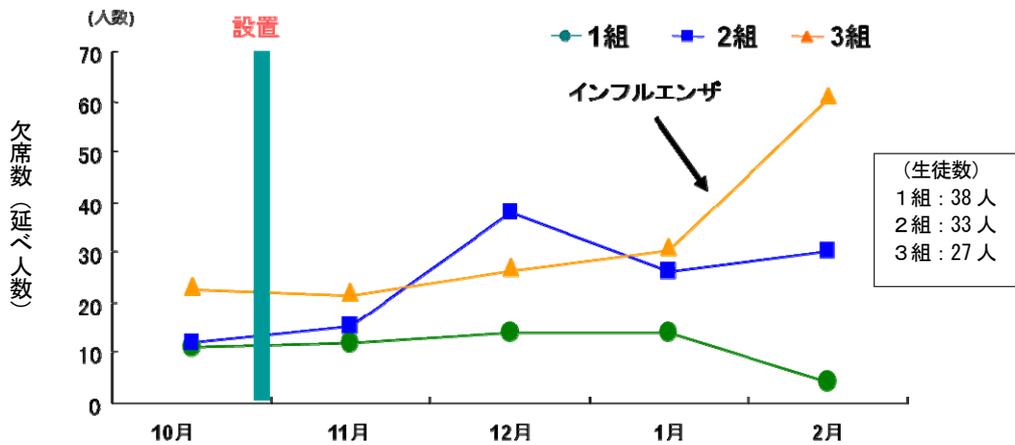


図1 小国スギ製の机・椅子の使用と生徒の欠席数
（綿貫茂喜：第60回日本木材学会大会公開シンポジウム（2010）より抜粋）

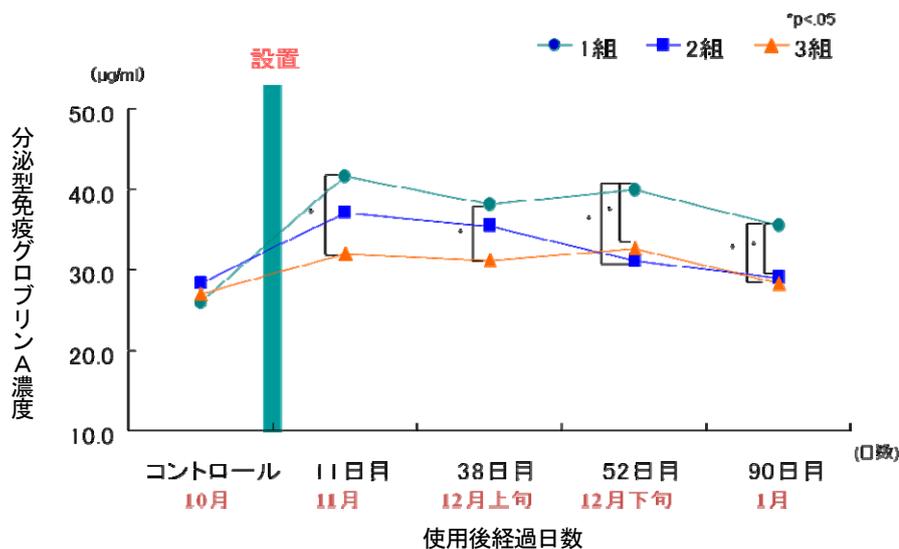


図2 小国スギ製の机・椅子の使用とs-IgA濃度
（綿貫茂喜：第60回日本木材学会大会公開シンポジウム（2010）より抜粋）

内装木質化による学校生活全体への好影響（東京都杉並区）

東京都杉並区では、児童・生徒の教育環境の充実を図るとともに、環境負荷を可能な限り抑制した学校施設づくりを計画的に推進しており、校舎の改築に当たっては内装の木質化を進めている。これまで、すでに2校が竣工し、平成22年3月現在、工事が2校である。

内装木質化の際には、東京都が平成18年に「多摩産材利用推進方針」を策定し、公共部門での多摩産材利用を推進していることから、多摩産のスギ材を活用している。

高井戸小学校は、上記の方針に従い、校舎改築時に内装が木質化されている。校舎改築以降は校舎全体で木の温もりを感じられるようになり、学校に対する親しみがより一層深まるなど、学校生

活全体に良い影響が見られている。

「子供たちの新校舎の人気ベスト3は、①オープンスペース、②ラーニングセンター、③屋上芝生・プール・バルコニーです。この三つに共通して言えるのは、「木の気持ちよさ」です。

「明るく」「広く」「あたたかく」「やわらかい」「やさしい」空間を演出しているのが、壁面等をおおっているスギ板です。スギ板は明るく、生き生きとしている子どもたちの表情や、精神的な開放感・安定感にもつながっていると思います。

子どもたちはもちろん、保護者、地域の方、教職員も、木で囲まれた教室・オープンスペースが大好きです。」(学校長談)



内装木質化された教室とオープンスペース



木製デッキのバルコニー
底があるので教室の温度変化を抑制し、騒音を低減する。



内装木質化されたラーニングセンター



木製家具が備えられたラーニングセンター

内装木質化による学習環境上の効果（埼玉県ときがわ町）

埼玉県ときがわ町では、町内の小中学校5校全校において、木造もしくは内装木質化の積極的な木材活用がなされている。都幾川中学校では、平成21年8月にときがわ産材を使用した内装木質化がなされており、その効果として、教頭先生からは下記があげられた。

- ・ 結露がなくなり転んで怪我をする生徒がいなくなった
- ・ 木質の床はやわらかいため足にかかる負担が少なく、足元も冷えない
- ・ 生徒・教師の情緒面にも良い効果があると感じる

また、生徒へのアンケート結果からみると、木質化されて気に入っているところは、自分の教室、美術室、図書室、廊下の順になっている。

木質化された校舎に対する生徒の感想は、「きれい・清潔感がある」、「明るい、過ごしやすくなった・心地よい、落ち着く」、「木のいい香りがする」となっており、「居心地のよさ・落ち着き感」などの表現により、環境が改善されていることがうかがえる。



大きな木製テーブルの美術室（都幾川中学校）



机と椅子も木質化された教室（玉川中学校）

木造校舎による学習環境上の効果（岩手県遠野市）

岩手県遠野市では、地域材を積極的に活用したまちづくりに取り組み、ぬくもりのある教育環境の整備と地域の活性化を目指して、昭和61年度から教育施設の木造化が進められている。これまでの取組の結果、市内小中学校19校中8校が木造校舎・体育館であり（1校は平成22年3月現在、建設中）、木造の構造別保有面積の比率が38%と、極めて高い数字となっている。

遠野紅カラマツによる構造用集成材をふんだんに使った木造校舎で過ごす教職員へのアンケートから、木造校舎による教育的効果として、下記の項目が挙げられている。

情操面

- 校舎全体にやさしさが感じられる
- 情操面で良い
- 生徒も精神的に落ち着くようだ
- ぬくもりが、人への思いやりや物を大切に
する気持ちを育ててくれる
- 物を大切にしようとする気持ちになり、
落書きしない
- 子供達が清掃を丁寧にやろうとする



木の
ぬくもり
いっぱい
の教室

木材の特性

- 木が湿気を吸収し湿った感じがしない
- 梅雨の時期でも湿気が少なく過ごしやすい
- 木のぬくもりがあり、教室が明るく感じる
- 温かく冬の暖房効果がいつまでも残る
- 来客者からも木の香りが良いと言われる

安全性

- 木は衝撃を吸収しコンクリートよりも安全
- 怪我が少なくなった
- 湿気で床がすべることがなく怪我が減った
- 廊下や床が温かく足腰にやさしい
- 加工しやすく修理が比較的容易である



室内の温熱環境等の向上

- 木材はコンクリートと比較して熱容量や熱拡散率が小さいため、木造の教室の床、壁は、鉄筋コンクリート造の教室と比べ、温まりやすい。
- 足元の冷えは、倦怠感や眠気を催し、作業能率を下げることにつながるが、床に木材を利用した場合、室温と床表面温度の差が小さくなり、足元の快適性が向上する。

表1は、石油ストーブによって採暖された教室の2時間経過時点における周壁面温度を示している。木造校舎、鉄筋コンクリート造校舎共に採暖前の室温（床上1mの気温）は12.0℃である。採暖すると木造の教室では、床、壁共に室温に近い温度になっているのに対し、鉄筋コンクリート造の教室ではあまり温かくなっていないことが分かる。

冬期に室内を採暖したとき、熱は室内空気から周壁面に伝わり、外部に拡散していく。コンクリートのような熱容量や温度伝導度が大きい材料で周壁面を構成すると、表1に見られたように周壁面がなかなか暖かくならないので室内気温との間に大きな温度差が生じてしまう。

教室	採暖前後	室温 ※1 (°C)	床 (°C)	壁 (°C)
木造	前	12.0	12.0	12.5
	後 ※2	18.5	18.0	18.0
RC造	前	12.0	12.0	10.5
	後	22.5	14.5	12.5

※1：床上1mの気温 ※2：採暖後2時間経過時点

表1 石油ストーブ採暖時の教室周壁面温度

(橘田紘洋：木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎の比較による学校・校舎内環境の検討・科研費報告書：1992)

図1は、鉄筋コンクリートスラブに(1)リノリューム3mm仕上げ、(2)木フローリング24mm仕上げ（木一重張）、(3)合板下地に木フローリング24mm仕上げ（木二重張）の3つの場合の床表面温度を実測データに基づき算出したものである。リノリューム仕上げでは教室室温に比べ床表面温度が5℃ほど低いのに対し、木二重張仕上げでは教室室温に比べ床表面温度が2℃程度低い範囲におさまり、木材利用の効果が表れているといえる。

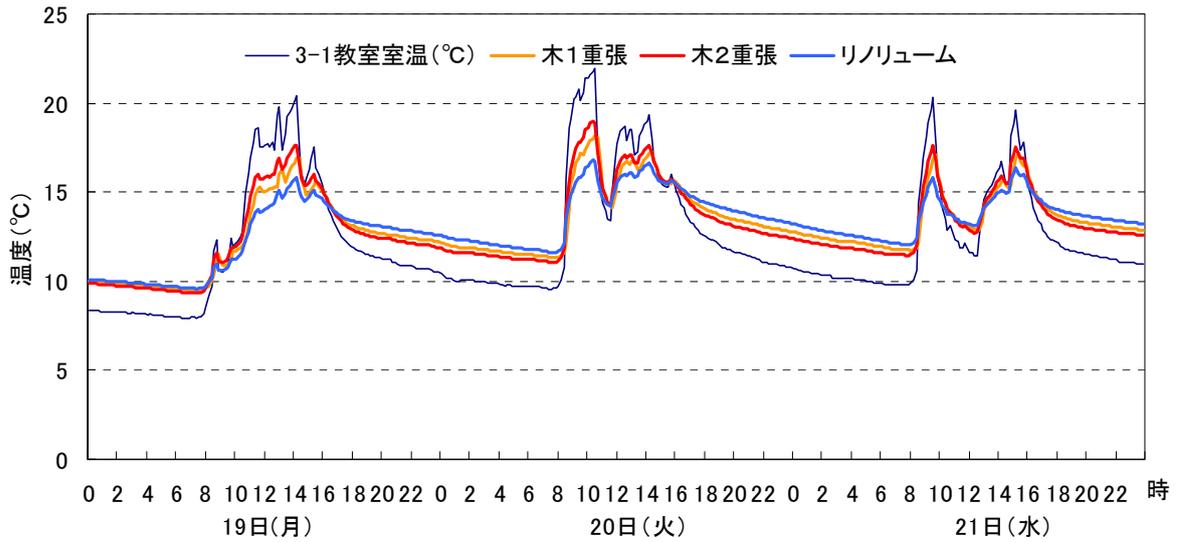


図1 床仕上げ材による床表面温度の相違
 (土屋喬雄：木の学校の温湿度環境、文教施設 2009 夏号、(社) 文教施設協会)

足元の冷えは倦怠感や眠気を催し、作業能率を下げることになる。図2は、10°Cの室内で40分間読書していた大学生の自覚症状を示している。木材床よりコンクリート床で過ごした場合の方が、「眠気とだるさ」「注意集中の困難さ」を訴える割合が高くなっている。差し替え作業における失敗率もコンクリート床の方が高くなる。

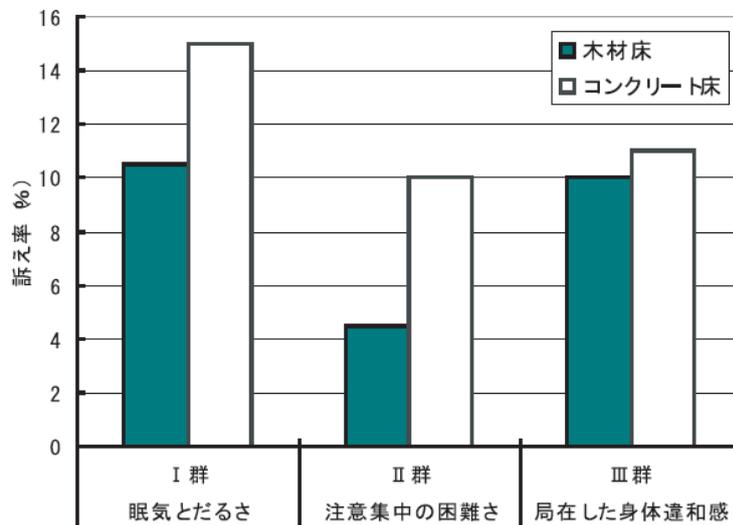


図2 低温環境下における床材質の違いによる自覚症状の比較
 (天野敦子：木造校舎の教育環境(P41)、(財) 日本住宅・木材技術センター、2004)

- 木は室内の湿度が高くなると水蒸気を吸収し、室内の湿度が低くなると水蒸気を放出して室内の湿度を一定に保つ働きがある（調湿作用）。
- 木材を利用することにより、室内の湿度変化を緩和させ、快適性を高めることができる。

表2は、同一の敷地内にある木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎について、梅雨時の教室内平均相対湿度を比較したものである。これによると、木造校舎では平均相対湿度が67.3%であったのに対し、鉄筋コンクリート造校舎では74.1%になっている。また、湿度80%を超える時間帯は鉄筋コンクリート造校舎では、子どもの活動時間の34.3%にも達し、木造校舎の3倍になっている。

このように、木には調湿作用があるため、木材を利用した学校校舎内は程よい湿度環境が保たれる。床の結露防止にも効果があり、湿度の高い時期にも滑ることがなくなったとの指摘が、多くの学校で聞かれる。

校舎	測定箇所	平均相対湿度 (%)	湿度80%以上になる時間割合 (%)
木造校舎2階	床付近	66.9	3.7
	1m高さ	67.3	11.1
鉄筋コンクリート造校舎2階	床付近	70.0	11.2
	1m高さ	74.1	34.3

表2 木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎の相対湿度の比較

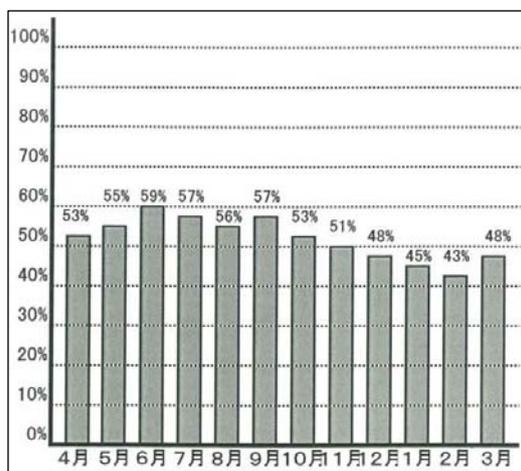
(川上日出国：住環境に関する総合調査、住宅部材安全性能向上事業報告書、(財)日本住宅・木材技術センター、1990)

自然塗料の使用により木材の調湿作用を活かす（栃木県茂木町立茂木中学校）

茂木中学校においては、町有林を活用した木造での校舎改築が行われた。校舎棟・管理棟の内装は全てスギとヒノキの無垢材を使用していることから、木材の水分を放出・吸収する特性を阻害しないよう、通常の石油系塗料は一切使用せず、米ぬかやエゴマ等自然界に存在している原料を主成分とした自然塗料を、床や壁など全ての木部に塗装している。なお、天井はヒノキ材の無塗装仕様となっている。

このようなことから、校舎改築後の木質空間では、年間を通して理想湿度が保たれるという効果を実証するため湿度測定が実施された。その結果、2月の乾燥時期でも湿度が40%を下まわることが一度もなく、6月の梅雨時期でも60%程度の湿度しかなく、年間を通して理想的な湿度が保たれている。このため、茂木中学校では冬季でも加湿器を一切使用していないほか、夏季も普通教室はエアコンを使用しなくても快適な環境で生活できている。

また、学校関係者からは、「冬季の朝は暖房が付いているのかと勘違いするほど暖かく、ぬくもりを感じる、夏季は冷房をつけていると勘違いするほどさわやかさを感じる」との感想が寄せられている。



茂木中学校の年間湿度の推移 (月別平均値)

秋田県能代市では、平成6年度以降、市内の小中学校の建て替え工事をすべて木造で行っており、現在（平成22年3月）も2校の木造校舎の建設が進められている。ここでは平成17年度より市内の小中学校の教室内の環境（温熱環境、空気環境）を測定してきた結果を紹介する。

図1は、冬期の新しい木造校舎（NW-1：1995年竣工、NW-2：2003年竣工）、古い木造校舎（OW-1：1957年竣工）及びRC造校舎（RC-1：1970年竣工、RC-2：1981年竣工）の温熱環境を示している。床上1,000mm（椅子着席時の頭の位置）の教室内の温度分布（日内変動）は、新しい木造校舎のほうが小さく安定した温熱環境であることが分かる。また、上下温度差（床上1,000mmと床上100mm（椅子着席時のくるぶしの位置）の温度差）を見ると、

新しい木造校舎のほうがその差は小さい。このため、新しい木造校舎では底冷えを感じる事が少なく、IS07730にある快適な温度差とされる3℃以内にほぼ近い快適な温熱環境であることが分かった。

図2は、冬期の教室内の平均二酸化炭素濃度を示している。新しい木造校舎は、強制的な換気をしなくても教室内の平均二酸化炭素濃度が、1,500ppm以下という学校環境衛生の基準を十分満たしていた。この結果は、特に能代市のような寒冷地においては、窓開けなどによる温熱環境の悪化を防ぐことができるという木造校舎の優位性を示している。

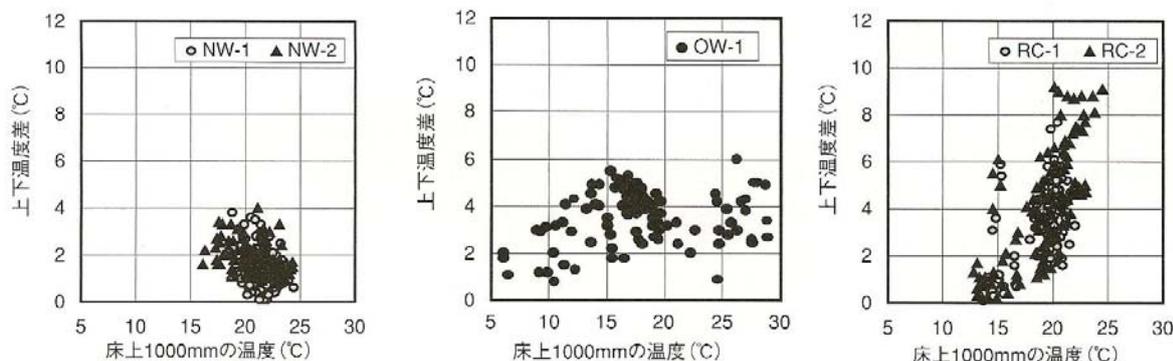


図1 校舎の構造別の教室内の温度と上下温度差の分布

（木村彰孝、小林大介、飯島泰男：教室内の環境が子どもにもたらす影響に関する研究 その2 能代市内小学校における冬期の温熱環境と子どもの評価・日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）、2009）

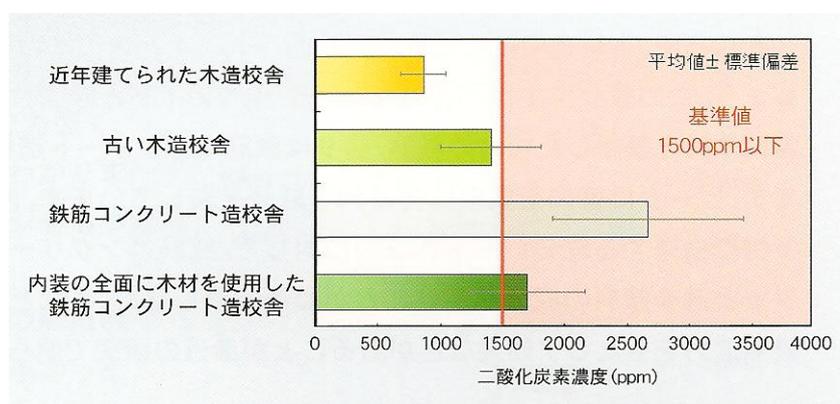


図2 冬期の教室内の平均二酸化炭素濃度

（木質内装で快適な生活を・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）、2009）



環境教育・木を生かした学習

- 木材を利用した学校施設は、地球環境問題や地域学習の際には、木や森林の意義を、親近感を持って強く意識させ、環境教育の教材としての働きも果たす。
- 木を用いた学校施設は、それ自体が大工の技術や木の特性を伝える直接的な教材となる。

毎日過ごす場が木で造られていることにより、木や自然が子どもたちに身近に感じられるものとなる。また、木を用いた学校施設はそれ自体を大工の技術や木の特性を伝える直接的な教材として利用できる。さらに、地球環境問題や地域学習の際には、木や森林の意義を、親近感を持って強く意識させ、環境教育の教材としての働きも果たす。

森林の大切さについて学ぶ「みどりの学習」(新潟県妙高市立新井小学校)



親子で作った思い出の壁掛け



校庭の桜を加工



春に屋根になるカラマツを伐採



秋にスギを植林

新井小学校の改築事業では、地場産の間伐材を利用した大断面集成材による屋根構造を採用するなど、自然素材を積極的に利用する計画としている。

また、構想段階から改築事業を資源循環や林業に関する学習となるように計画が進められている。グラウンドに新校舎を改築するためにどうしても、一部の樹木を伐採する必要があった。伐採した桜をどう活かすかを検討し、新校舎に入らず平成22年3月に卒業する6年生は、親子で記念壁掛けを作成し、思い出として生き続けることとなった。

このほかの校庭の樹木は、新校舎のベンチやテーブルに加工され、子どもたちの成長を見守り続ける。

改築と併せて、森林整備や林業について理解を深め、温暖化防止など地球環境学習につなげることをねらいとして、森林の大切さについて学ぶ「みどりの学習」を、上越森林管理署、新潟県上越地域振興局、妙高市農林課など関係機関の指導のもと実施してきた。3・4年生128人を対象として、新校舎に市内の間伐材が使用されることを学習した上で、校舎の梁に利用されるカラマツを伐採する様子を間近で見学し、ノコギリを手に枝落とし作業を体験した。また、9月にはスギの植林作業を実際に行い、学校建設のために伐採された森林を自らの手で再生し、自然を守る活動を体感できた。一連の作業を振り返り、森林と環境、木材の利用について考える活動を総合的な学習の中で取り組むことができた。

町内の林業や木材産業について学習、地鎮祭や上棟式への参加（栃木県茂木町立茂木中学校）

茂木中学校の改築では、町有林約29.3haから伐りだされたスギ・ヒノキが、建物の構造材及び内装材として1,580㎡使用されている。また、生徒の机、椅子や教卓、ベンチ等の学校用家具にも全て町有林のヒノキ材が使用されている。

改築事業においては、単に校舎建設に留めることなく、児童・生徒の校外学習の場として活用されるようにしている。町内の4小学校の3・4年生の課外授業として、普段見ることのできない伐採した町有林の現場や木材のストック場を見学している。また町内全ての中学生は、単に現場体験に留めることなく、校外学習の場として、木材が山から製品となりどのように使われ、どのような過程でどのような人々が携わっているのかなど、町内の林業や木材産業の状況について学ぶ機会を設けた。



伐採した町有林の材の見学



木材ストック場の見学

さらに、茂木中学校の建設現場では、古来の儀式に則った「地鎮祭」や「上棟式」を行うに当たり、茂木中学校の生徒全員が参加するとともに、各工事工程の度に大工さんなど職人たちが働いている現場を見学することにより、木造建築への理解を深める場としても活用された。

また、木材調達に当たって、多くの町内関係者がこの事業に携わることができ、地域住民参加型の学校づくりが行われたことにより、新校舎完成時には、1,400人も町民が見学に訪れた。



生徒の工事現場見学の様子



生徒全員参加による上棟式

なお、完成の翌年度には、町有林を伐採した焼森山の一部皆伐した場所に地元小学校の児童と茂木中学校の生徒が、栃木県知事や地元の関係者とともに記念植樹を行った。終了後に、参加した子どもたちは知事と「自分が植えた木の成長を見守るため定期的に山へ確認に来ること」を約束した。



焼森山記念植樹の様子



焼森山記念植樹後に記念撮影

子どもたちの木材伐採への参加（長野県川上村）

長野県川上村は、面積の86%が森林である林産地である。川上村では、林業は「生命維持産業」と位置づけられており、村政の柱として、さまざまな取組がなされている。

川上中学校の改築では、村有林約37haから伐りだされた川上村産のカラマツを、建物の構造、外装、内装に1,035㎡も大量に使用されている。また、生徒の机、椅子等の学校用家具にも川上村産のカラマツが使用されている。

木材の伐採には子どもたちも参加し、木を生かした学習が行われた。また、新校舎完成時には、全ての村民が学校見学をするなど、地域住民も参加した学校づくりが行われている。



子どもたちも参加した木材の伐採