

2. 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。

こうした点について、木の学校づくりの手引書である「あたらかみとうるおいのある木の学校ー早わかり木の学校ー」（文部科学省 平成19年12月）の中で詳しく紹介している。木造化ではなく、内装木質化であっても教育環境上の効果がある。

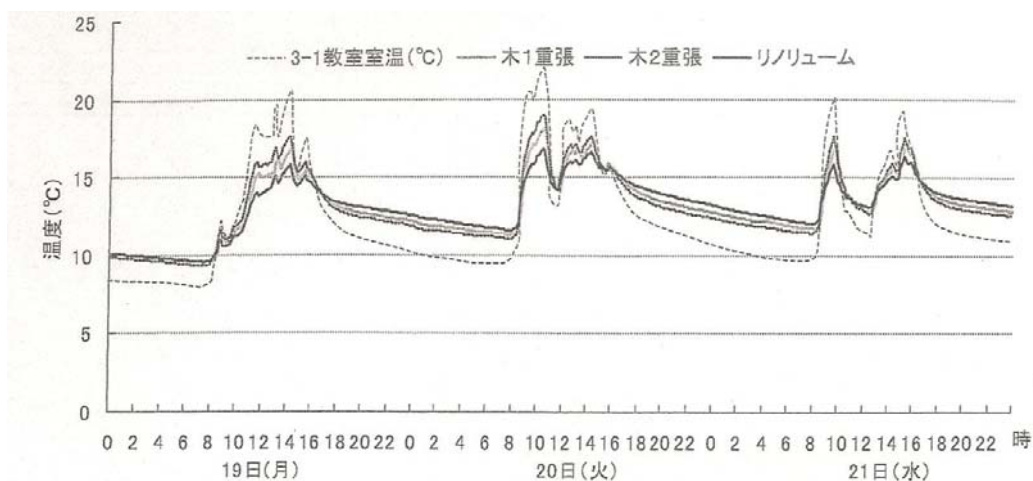
ここでは、研究者による実験データに基づく分析や、実際の木造校舎・内装が木質化された非木造校舎における児童生徒・教師の声などを以下で紹介する。

さらに、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。

◆ 室内の温熱環境等の向上

○ 木材は、柔らかで温かみのある感触を有する

図●●は、RC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1重張）、(3)合板下地に木フローリング24mm仕上げ（木2重張）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くらべ表面温度が5℃低いのに対し、木2重張仕上げでは教室室温にくらべ表面温度が2℃低い程度におさまリ、木材利用の効果が表れている。



図●● 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、2009)

- 教室の温熱環境について、冬季は、木造の方が鉄筋コンクリート造に比べ体感温度が高くなる。（冬季に採暖する場合、木造は鉄筋コンクリート造に比べ、室温と床、壁付近の温度差が少ない。）

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。

表1 石油ストーブ採暖時の教室周壁面温度
（橋田紘洋：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）

教室	採暖前後	室温*1 (℃)	床 (℃)	壁 (℃)
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

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1は、10℃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。

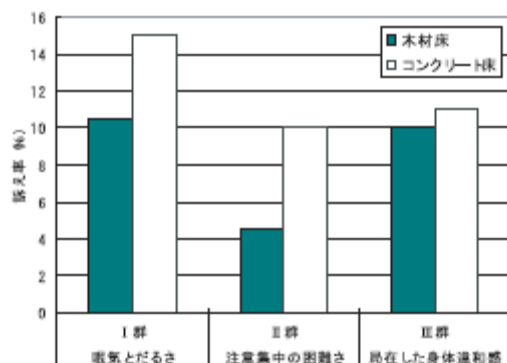


図1 低温環境下における床材質の違いによる自覚症状の比較

（天野敦子：木造校舎の教育環境、住木センター、P41：2004）

- 木材には調湿作用があるため、木材を利用することにより、室内の湿度変化を緩和させ、室内環境の快適性を高めることができる。

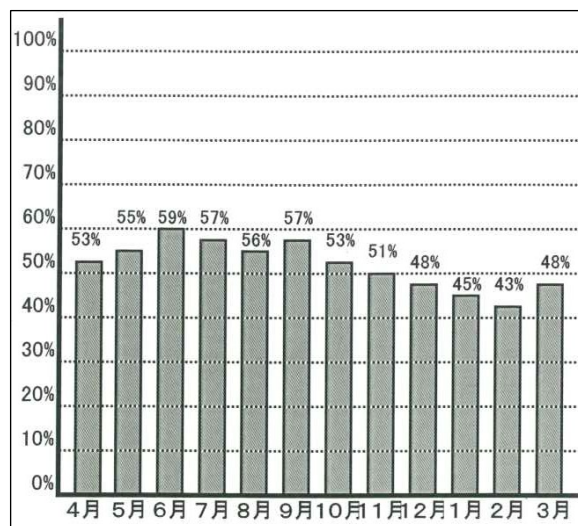
木は呼吸する材料で、吸湿性を持ち、高温多湿の気候にもサラッとした感じを与える。床の結露防止にも効果があり、湿度の高い時期にも滑ることがなくなったとの指摘が多く、多くの学校で聞かれる。

＜茂木町立茂木中学校における取組＞

栃木県茂木町立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杉と桧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の存在している原料を主成分とした自然塗料を床、壁の木部の全てに使用している。なお、天井は桧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。



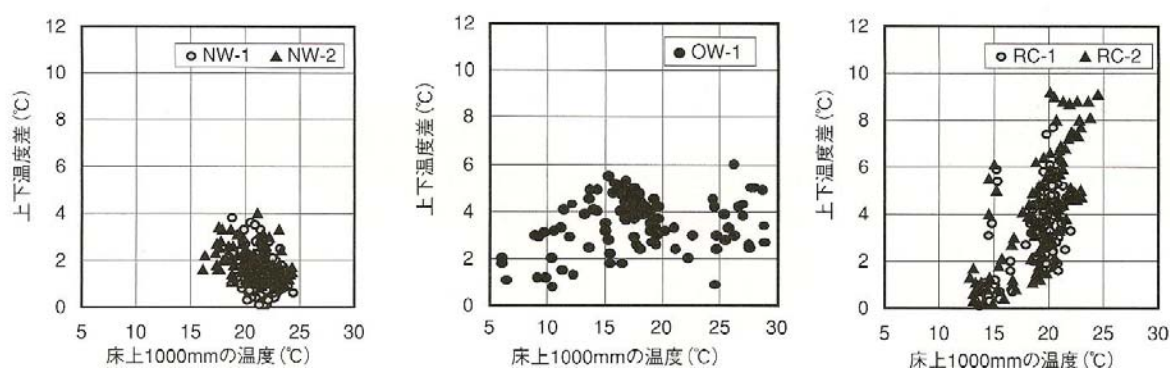
茂木中学校の年間湿度の推移（月別平均値）

<秋田県能代市における取組（秋田県立大学木材高度加工研究所による調査）>

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）においても 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）を測定してきたので紹介する。

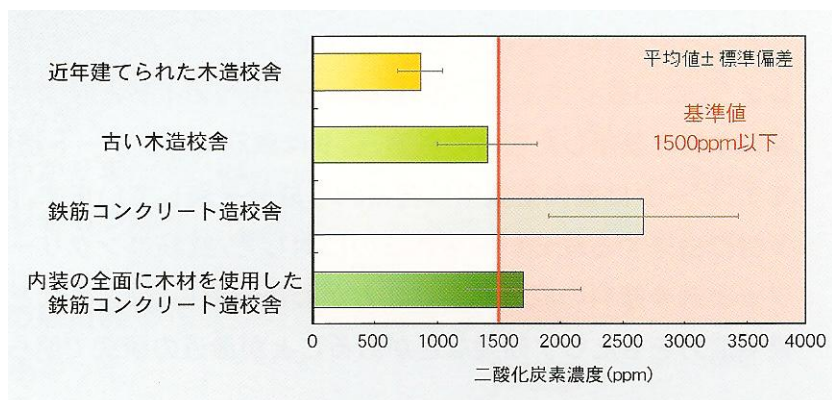
図●●にある冬期の新しい木造校舎（NW-1：1995 年竣工、NW-2：2003 年竣工）と古い木造校舎（OW-1：1957 年竣工）、RC 造校舎（RC-1：1970 年竣工、RC-2：1981 年竣工）の温熱環境を見てみると、床上 1000mm（椅子着席時の頭の位置）の教室内の温度分布（日内変動）は、新しい木造校舎のほうが小さく安定した温熱環境であることがわかる。また床上 1000mm と床上 100mm（椅子着席時のくるぶしの位置）の差を見てみると、新しい木造校舎のほうがその差は小さいため底冷えを感じる事が少なく、ISO7730 にある快適な温度差とされる 3℃以内にほぼ近い快適な温熱環境であることがわかった。

図●●は、冬期の教室内の二酸化炭素濃度であるが、新しい木造校舎のほうが教室内の平均二酸化炭素濃度は、学校環境衛生の基準にある 1500ppm 以下を満たしており、強制的な換気をしなくても十分基準を満たしていた。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出来るという木造校舎の優位性を示している。



図●● 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●● 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）

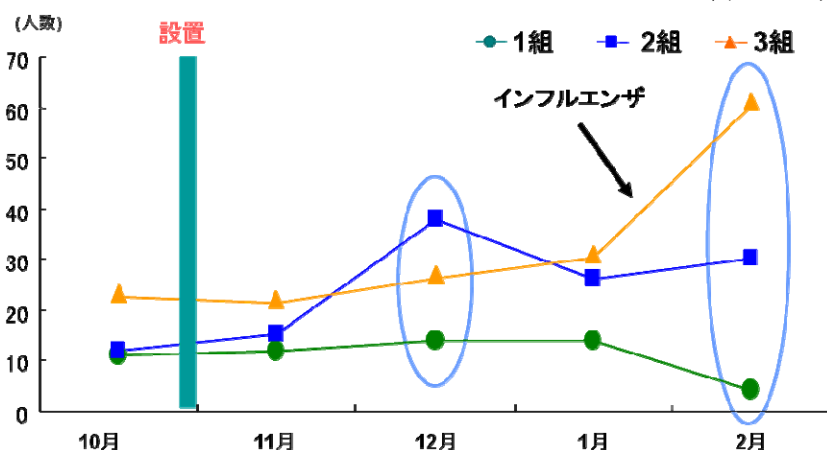
<熊本県小国町における取組（九州大学大学院芸術工学研究院による調査）>

図●●は、小国スギ製の机・椅子を使用した際の生徒の欠席数の推移である。「1組」は小国スギ製の机・椅子を、「2組」は新しい合板天板を用いたスチール製の机・椅子を、「3組」は従来からの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、他の組にくらべ有意に少ないことが分かる。また図●●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っている。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」でのs-IgA濃度が有意に高い結果となった。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ことが示された。



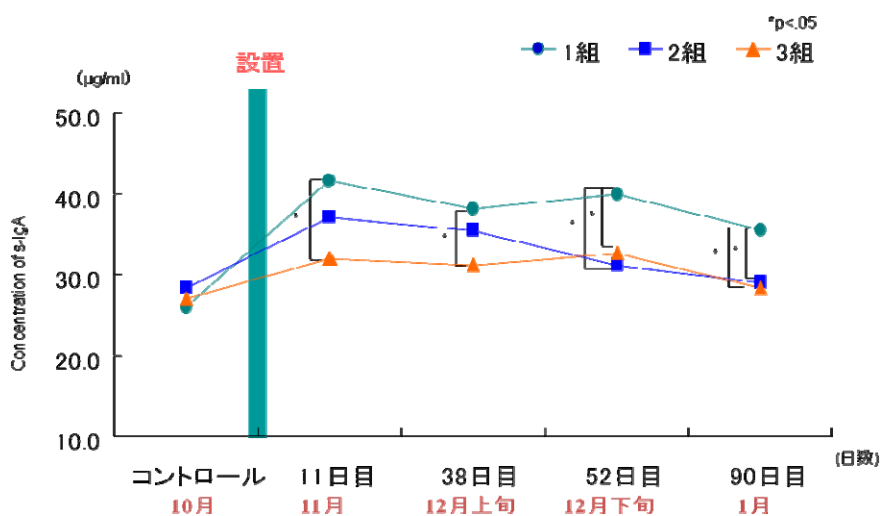
図●● 小国スギ製の机・椅子

（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●● 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●● 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）

◆ 心理・情緒面への効果

- 子どもは、非木質化校に比べ、木造学校施設、内装を木質化した施設の方が、広々とした印象を持ち、図書室、特別教室、教室などを校舎内で好きな場所として感じる傾向がある。

(a) ストレス反応

表●●は、児童のストレス反応訴え数である。比較とした校舎は、RC造の小学校と木質内装化したRC造小学校であり、立地条件、規模、建築年数がほぼ同じである。児童1人あたりのストレス反応訴え数は、非木質化校のほうが多く、1%水準で有意な差となった。また女子児童では5%水準で有意な差があらわれ、非木質化校でストレス反応訴え数が高い傾向があることが分かった。

表●● 対象校の児童のストレス反応訴え数の平均値

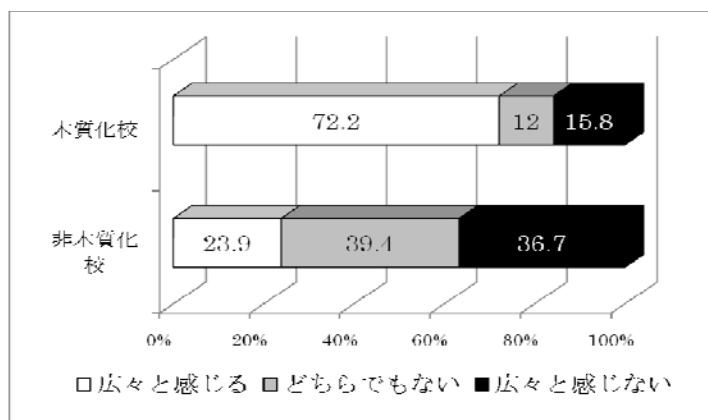
(浅田茂裕:学校建築における子どもの学びと木の役割・文教施設 2009 夏号、2009)

比較対象	木質化校 AVG (SD)	非木質化校 AVG (SD)	P値
全児童	2.03 (2.03)	2.38 (2.60)	***
男子児童	1.98 (2.22)	1.96 (2.37)	n.s
女子児童	2.10 (2.41)	2.59 (2.78)	**
P値	n.s	***	

n.s : not significant, * : p<0.1, ** : p<0.05, *** : p<0.01

(b) 空間認識

図●●は、木質化校、非木質化校の児童の教室に対するイメージ（広さ）調査の結果である。教室内の児童数が木質化校のほうが少ないということはあったものの教室面積や空間配置に大きな違いがない状況において、木質化校が圧倒的に「広々と感じる」という結果となった。この結果は空間認識において、木質内装化が有効であることを示している。

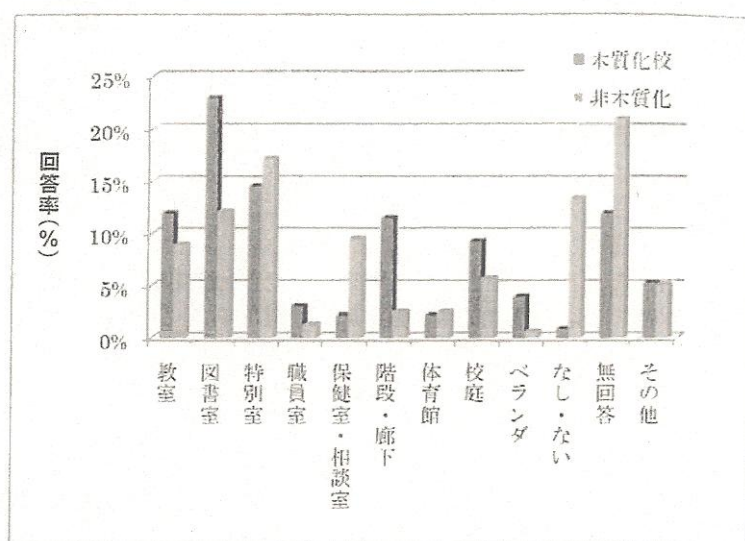


図●● 児童の校舎・教室に対するイメージ

(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、2009)

(c) 子どもの居場所と木の役割

図●●は、木質化校・非木質化校での児童の校舎内の好きな場所を回答させた結果である。木質化校・非木質化校での共通するのは、好きな場所として図書館、特別室、教室を好きな場所として挙げている点であり、非木質化校では、保健室・相談室を上げる児童が多く、「好きな場所はない」とする回答も多い。木質化校では、廊下、階段を上げた児童が多く、「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、木質化による優れた点であると示唆している。



図●● 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、2009)

＜東京都杉並区における取組＞

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、校舎の改築にあ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、現在工事中が 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、多摩産の杉材を活用している。

杉並区立高井戸小学校は、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杉板です。杉板は明るく、生き生きとしている子供たちの表情や、精神的な開放感・安定感にもつながっていると思います。

子供たちはもちろん、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やオープンスペース



ラーニングセンターの木質化状況

＜埼玉県ときがわ町の取組＞

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、足下も冷えない
- ・ 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」となっていて、「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。



机と木も木質化された教室（玉川中学校）



大きな木製テーブルの美術室

＜岩手県遠野市の取組＞

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。

遠野紅唐松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



木の
ぬくもり
いっぱい
の教室

◆ 環境教育・木を生かした学習

- 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る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。

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る環境教育の教材としての働きも果たす。

<環境教育（新潟県妙高市立新井小学校の取組）>



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、児童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月には杉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することができた。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。

＜茂木町立茂木中学校における取組＞

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・ヒノキを、建物の構造材として、また内装材として1,580立方メートルが使用されている。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桧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4中学校の生徒全員は、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。



伐採した町有林での見学



木材ストック場での見学

さらに、茂木中の建設現場では、古来の儀式に則った「地鎮祭」や「上棟式」を行うにあたり、茂木中の生徒全員が参加すると共に、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、木材調達にあたって、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人もの町民が見学に訪れた。



茂木中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、町有林を伐採した山（一部皆伐した箇所）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共に記念植樹を行なった。終了後には参加した児童生徒は「自分が植えた木の成長を見守るため定期的に山に確認に来ること」を知事と約束を交わした。



焼森山記念植樹の様子



焼森山記念植樹後に記念撮影

＜長野県川上村の取組＞

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、林政は村政の柱として、さまざまな取組がなされている。川上村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唐松を、建物の構造、外装、内装に1,035立方メートル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唐松が使用されている。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。

