



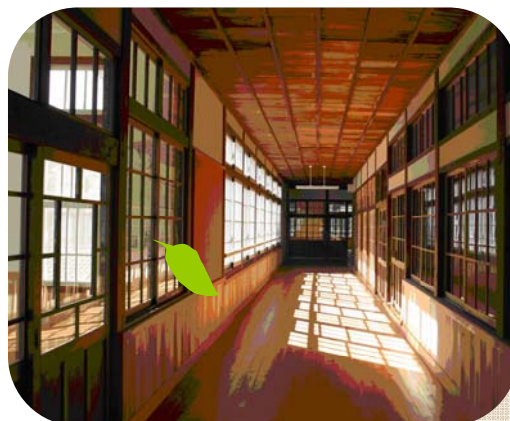
こうやって作る

木の学校

～木材利用の進め方のポイント、工夫事例～



文部科学省
農林水産省



はじめに

学校施設は、児童生徒の学習の場であると同時に、一日の大半を過ごす生活の場でもあり、それにふさわしい豊かな環境として整備することが求められます。

木材は、やわらかで温かみのある感触、高い吸湿性などの優れた性質を持っており、この性質を活用した木造校舎や、内装に木材を使用した教室等は、豊かな教育環境づくりを行う上で大きな効果が期待できます。また、木材の使用は、地球温暖化防止への貢献、地域の文化の継承などの観点からも、大きな意義があります。

このため、従来から文部科学省では、林野庁とも連携しながら、木材を活用した学校施設づくりに関する事例集の作成や講習会の実施により、地方公共団体が学校施設への木材利用に積極的に取組めるよう普及啓発し、また、木材を使用した学校施設の整備に対して国庫補助を行うなど、様々な措置を講じてきました。近年、木造で建設される公立学校施設の割合は毎年度徐々に増加しており、非木造の公立学校施設についても内装木質化が行われています。

平成 19 年 12 月には、木を活用した学校施設の整備に関する手引書「あたたかみとうるおいのある木の学校 早わかり木の学校」を作成しました。計画から建設後のメンテナンスまで、木材を活用した学校施設づくりにかかる留意点について解説しています。当該手引書の活用により、学校施設における木材利用が更に進められつつある一方、初めて木材利用に取り組む地方公共団体の職員にとっては、具体的にどう検討を進めるべきかが分からず、実際に木材利用に取り組むのは、ハードルが高いとの声が聞かれることも少なくありません。

こういった状況を鑑み、平成 21 年 7 月に文部科学省と林野庁が共催で「学校の木造設計等を考える研究会」を開催し、木材利用に取り組みややすくする方策について検討してきました。その成果として、上記手引書の内容を踏まえつつ、主に地方公共団体の職員を対象に、特に課題として挙げられている木材利用の検討の進め方や、コストの抑制の方法を中心に、その留意点や工夫した取組事例をまとめました。

木材利用の取組は、地域の実情に応じて進め方が異なります。他の地方公共団体の取組や工夫の仕方から、参考となる情報を見つけ出していきたいと考えています。

今後の学校施設づくりにおいて、上記手引書等に加え、この工夫事例集が十分に活用され、木材を活用したあたたかみと潤いのある学校施設づくりが一層進展することを期待します。

最後に、研究会への参加、原稿執筆等の協力をしていただいた委員の方々、原稿執筆していただいた地方公共団体の職員の方々に感謝の意を表します。

平成 22 年 5 月

目次

はじめに

1. 学校施設への木材利用の現状と取組 1

- 🌿 学校施設の木材利用の経緯と国の取組
- 🌿 木造学校施設の耐震化の状況

2. 木材利用の意義と効果

(1) 教育的効果の向上 5

- 🌿 心理・情緒・健康面への効果
- 🌿 室内の温熱環境等の向上
- 🌿 環境教育・木を生かした学習

(2) 地球環境への配慮 18

- 🌿 地球温暖化防止への貢献
- 🌿 間伐材利用による京都議定書の目標達成への貢献
- 🌿 持続可能な木材利用による森林整備への貢献
- 🌿 地域材活用による効果

(3) 地域の風土、文化への調和 23

- 🌿 大工技術者の育成、地場産業の活性化
- 🌿 文化の継承、景観形成

3. 木材利用を進めやすくするための方策

(1) 木材利用の目的の明確化と共通理解 27

- 🌿 木材利用の目的の明確化
- 🌿 関係者による検討組織で共通理解を図る
- 🌿 関係者間の合意形成

(2) 地方公共団体としての木材利用推進体制の構築 32

(取組事例) 岩手県遠野市
佐賀県
秋田県
愛媛県

(3) 木材を利用する学校づくりの進め方 37

- 🌿 木材利用を行うための条件の検討
- 🌿 事業を進める上での留意点
- 🌿 主に市町村有林を伐採して利用する場合 58

(取組事例) 栃木県茂木町立茂木中学校
長野県川上村立川上中学校
佐賀県佐賀市立小中一貫校北山校
福井県南越前町立今庄小学校

- 🌿 主に地元の森林を伐採して利用する場合 67

(取組事例) 新潟県妙高市立新井小学校
岐阜県高山市立中山中学校
福島県会津美里町立宮川小学校

主に流通材を利用する場合 72

(取組事例) 秋田県能代市立浅内小学校
岩手県遠野市立上郷小学校
兵庫県猪名川町立大島小学校
東京都稲城市立若葉台小学校
幕張インターナショナルスクール

内装を木質化する場合 79

(取組事例) 埼玉県ときがわ町立都幾川中学校
島根県海士町立海士中学校
埼玉県立浦和高等学校
兵庫県神戸市立多聞東中学校
長野県高森町立高森南小学校
愛知県名古屋市長久寺立植田東小学校
東京都杉並区立高井戸小学校
東京都港区立白金台幼稚園

木材の有効活用

(4) コストを抑えるための設計上の工夫 95

木材利用のコストの捉え方

コストを抑えて整備するための設計上の工夫

- <全体>
- <構造・架構計画>
- <部材計画>
- <維持管理>

実際の実施事例

(5) 既存木造学校施設の耐震補強・改修の意義とその方法 134

木造学校施設の有効活用、保存の意義

木造学校施設の耐震診断・耐震補強の方法

木造学校施設の耐震診断・耐震補強の実施事例

改修による温熱環境等の向上

4. 木材を利用した様々な空間 149

5. 木材を利用した学校づくりに関する今後の課題 163

参考資料 165

- 「学校の木造設計等を考える研究会」実施要領・委員名簿
- 木材を活用した学校施設の紹介事例の工事費等
- これまでに作成された事例集、手引書等
- 防火上の法規制



学校施設への木材利用の現状と取組



学校施設の木材利用の経緯と国の取組

- 学校施設は、戦後は、防災上、安全上の観点から不燃堅牢化を図るため、鉄筋コンクリート造による建設が進められた。しかしながら、ゆとりと潤いのある環境を確保するため、内装等に木材を活用する例も増えていった。
- 昭和60年代からは、文部科学省においても、温かみと潤いのある教育環境づくりや、地域の風土や文化、産業に即した施設づくりなどの観点から、学校施設への木材利用推進の施策が講じられてきた。
- 木造で建設される公立学校施設の割合は、毎年度徐々に増加している。非木造公立学校施設についても、約半分の施設で内装木質化が行われている。
- 木造学校施設（小中学校）の耐震化率は63.4%であり、耐震化が喫緊の課題となっている。

学校施設は、戦前、木造で建設されているものが多かったが、大正末期から昭和10年代前半にかけて、主に都市部で鉄筋コンクリート造校舎が建設されるようになった。戦後は、火災や台風の風水害などに対する防災上、安全上の観点から不燃堅牢化を図るため、鉄筋コンクリート造による建設が進められた。

しかしながら、学校施設は児童・生徒の学習・生活の場でもある。安全性の確保とともに、それにふさわしい、ゆとりと潤いのある環境を確保することをねらいとして、昭和50年代後半に入ると、内装等に木材を活用する例が見られるようになった。

昭和60年代以降、文部科学省において、このような教育環境上の観点や、森林・林業及び木材産業の活力を回復するため、木材需要の拡大を図る国の施策の観点も考慮して、学校施設の木造化、内装の木質化等、木材利用推進の施策が講じられてきた。

こうした取組もあって、木造で建設される公立学校施設の割合は、毎年度徐々に増加し、平成20年度には、全整備面積の10.3%（図1）、全棟数の18.0%が木造で整備されている。また、新增改築を実施した公立非木造学校施設の内装木質化については、49.2%の施設で行われている（平成20年度¹⁾）。さらに、床の内装木質化状況については、教室は64.8%、屋内体育館は91.5%となっている（平成20年度²⁾）。

1) 内装木質化を実施した施設とは、平成20年度に整備された公立非木造学校施設の全面積のうち、床を50%以上、かつ、壁又は天井を木質化している施設の面積の割合。

2) 床の内装木質化状況とは、平成20年度に整備された全室数に対する木質系床材で整備された室数の割合。

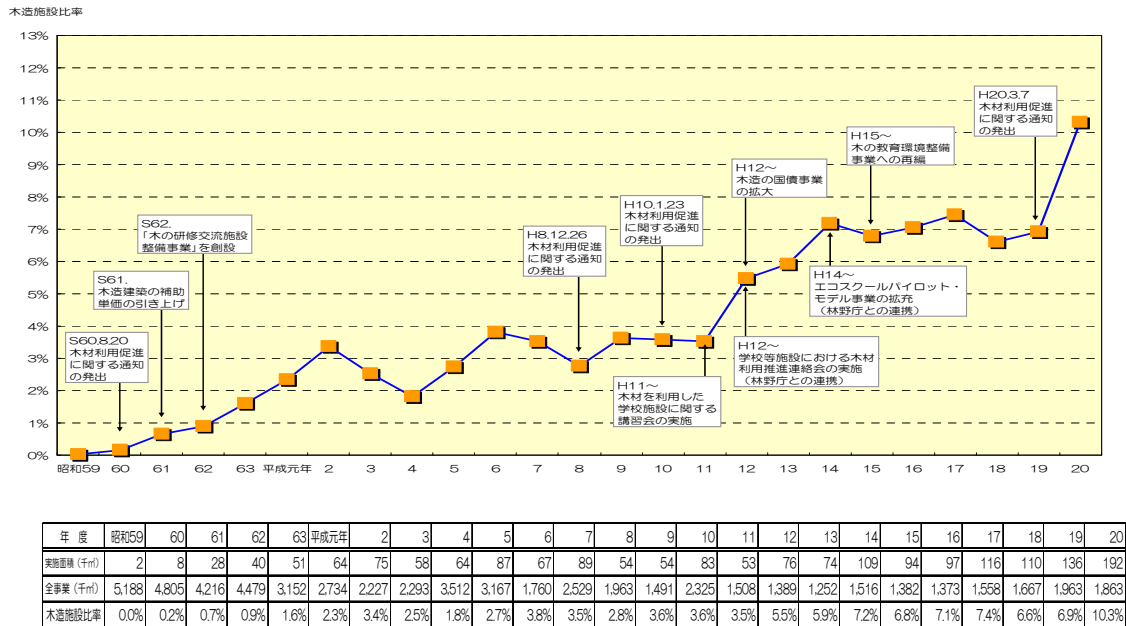


図 1：公立学校施設における木造施設の推移及び木材利用推進についての取組（文部科学省調査）

木造学校施設の耐震化の状況

公立木造学校施設（小中学校）の耐震化率は63.4%であり、耐震化が喫緊の課題となっている。また、耐震診断未実施建物は34.2%であり、耐震診断の実施についても課題である。

（平成21年度4月1日現在）

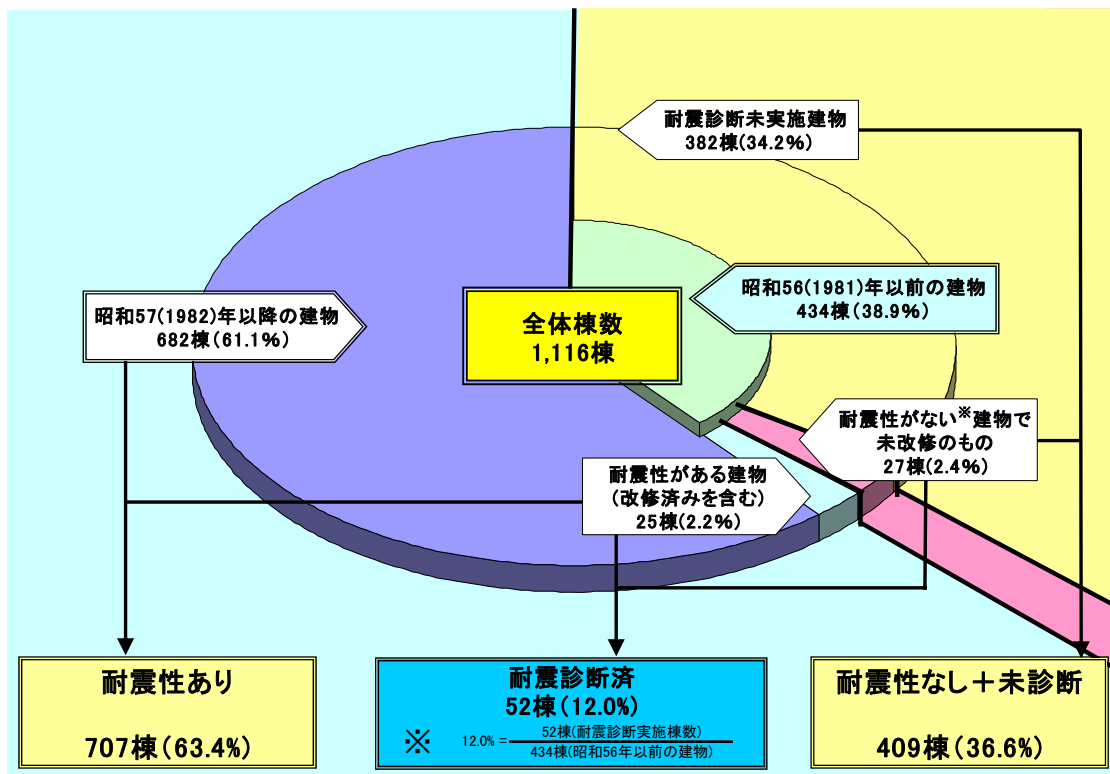


図 2：平成21年度公立学校施設の耐震改修状況調査による耐震化の状況（木造の小中学校）（文部科学省調査）

環境を考慮した学校施設（エコスクール）づくり

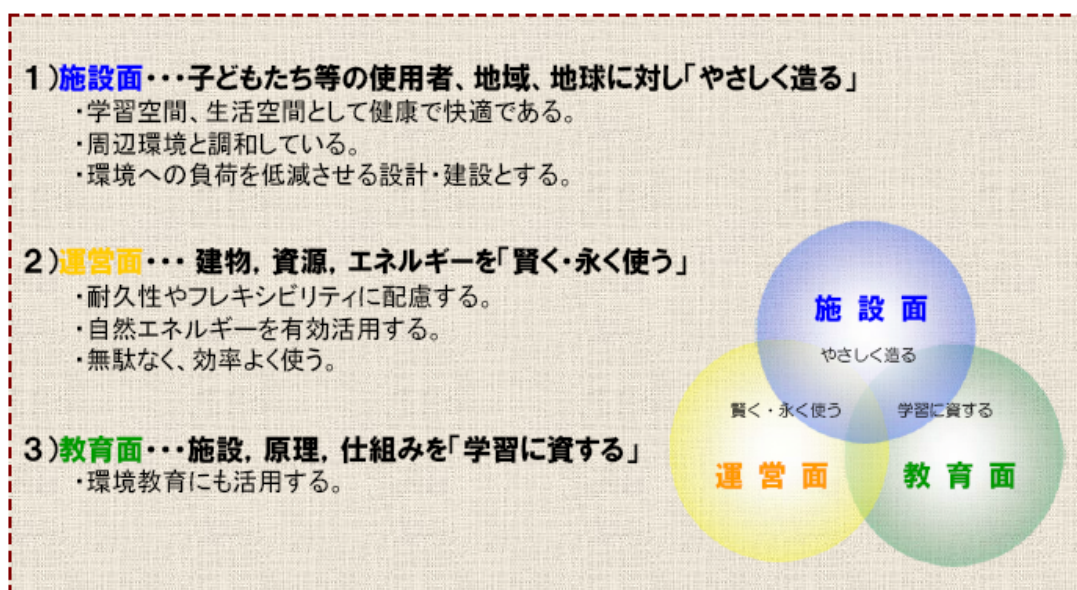
文部科学省では、平成8年3月に調査研究報告書「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備について」を公表し、エコスクールについて施設面、運営面、教育面から基本的な考え方を提言するとともに、環境負荷の低減や自然との共生および環境教育に活用できる学校施設の整備を奨励してきた。

平成9年度からこの考え方にに基づき、エコスクールパイロット・モデル事業を創設し、公立学校を対象に文部科学省、農林水産省、経済産業省、環境省と連携して学校施設整備に対し国庫補助等を行っている。平成9年度から平成22年4月までに認定されたエコスクールパイロット・モデル事業は全国で1,077校となっている。エコスクールの事業タイプには、木材利用型も設けている。

平成21年3月には調査研究報告書「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の今後の推進方策について－低炭素社会における学校づくりの在り方－」が取りまとめられ、地球温暖化対策の強化など我が国の環境対策の推進に寄与する上で、新築時や改築時のみならず、既存の学校施設を含めた全ての学校においてエコスクールを目指す必要があることが提示された。

■エコスクールの基本的な考え方

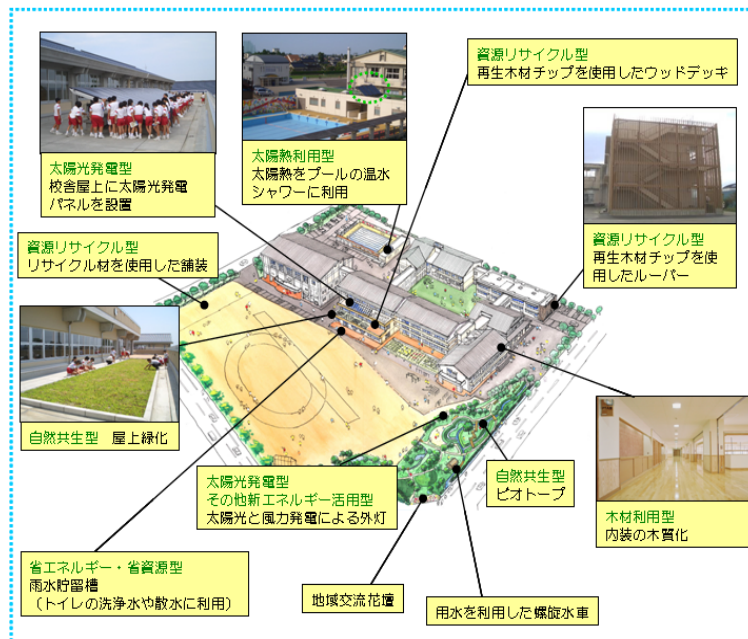
エコスクールは、以下のように、施設面・運営面・教育面の3つの視点から捉えることができ、施設自体の建築的要素と運営・教育という人的要素が、調和・機能する学校施設である。



(出典)「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備について（報告書）」
平成8年3月 環境を考慮した学校施設に関する調査研究協力者会議

■エコスクールの事業タイプ

●総合的な事業タイプの整備事例



●その他の事業タイプの例



■エコスクールパイロット・モデル事業の概要

エコスクールパイロット・モデル事業は、公立学校を対象とし、都道府県や市町村が事業主体となり、太陽光発電や太陽熱利用等の新エネルギーの導入及び木材利用、建物緑化、雨水利用等の整備に対し、文部科学省、農林水産省、経済産業省及び環境省が連携してモデル校を認定するとともに、国庫補助を実施するものである。

● 支援内容

文部科学省: 施設整備全般、農林水産省: 地域材等を利用した内装木質化

経済産業省: 太陽光発電等の新エネルギーの導入、環境省: 学校エコ改修

● 事業タイプ

- ・太陽光発電型: 屋上・屋根等に太陽電池を設置して、発電した電力を活用する。
- ・太陽熱利用型: 屋上等に太陽集熱器を設置して、暖房、給湯、プールの加熱等に利用する。
- ・その他新エネルギー活用型: 風力、温度差熱、バイオマス熱、燃料電池、小水力、雪氷熱の新エネルギーを活用する。
- ・省エネルギー・省資源型: 窓・外壁の断熱化、日除け、省エネ型機器導入、エネルギー・CO₂管理システム、雨水利用、排水再利用など。
- ・自然共生型: 壁面緑化、屋上緑化、校庭芝生化、ビオトープなど。
- ・木材利用型: 地域材等による内装の木質化など。
- ・資源リサイクル型: リサイクル建材の利用、生ゴミの堆肥化設備設置など。
- ・その他: 自然採光、自然換気など。



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⁾。

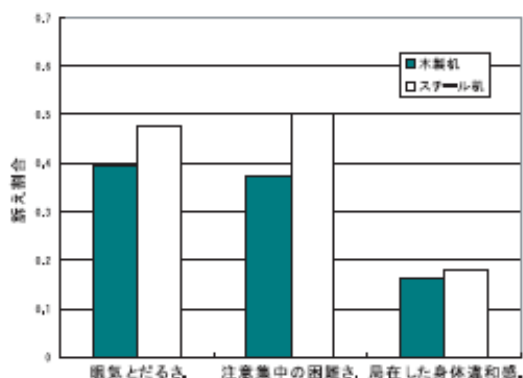


図1 木造校舎における机の材質の違いによる授業中の子どもの様子

（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。

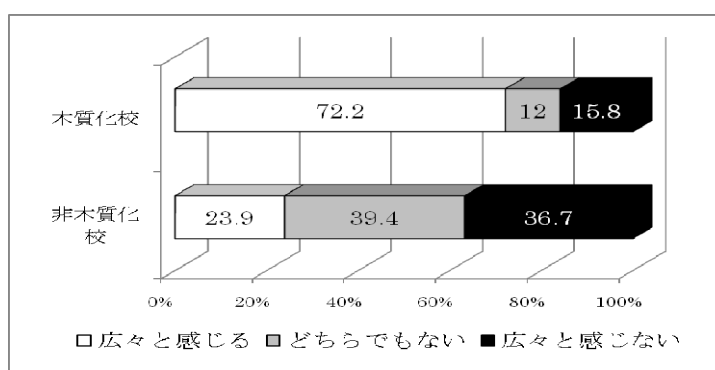


図2 児童の校舎・教室に対する広さのイメージ

（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。

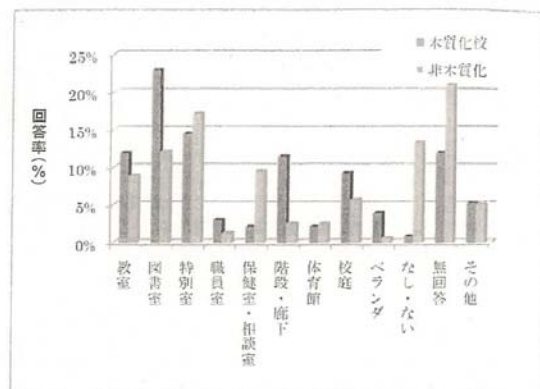


図3 児童の校舎内での好きな場所

(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。

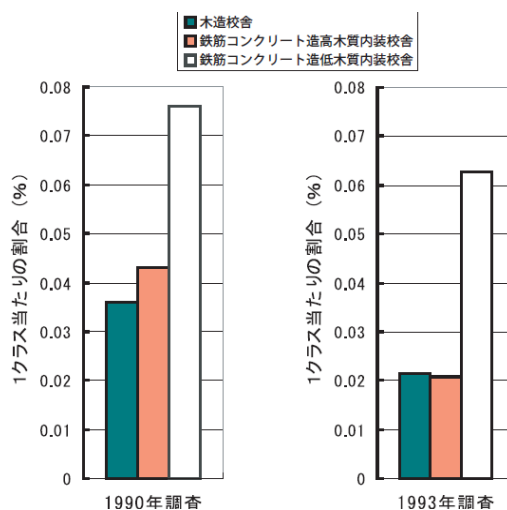


図4 インフルエンザによる学級閉鎖割合

(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)

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)

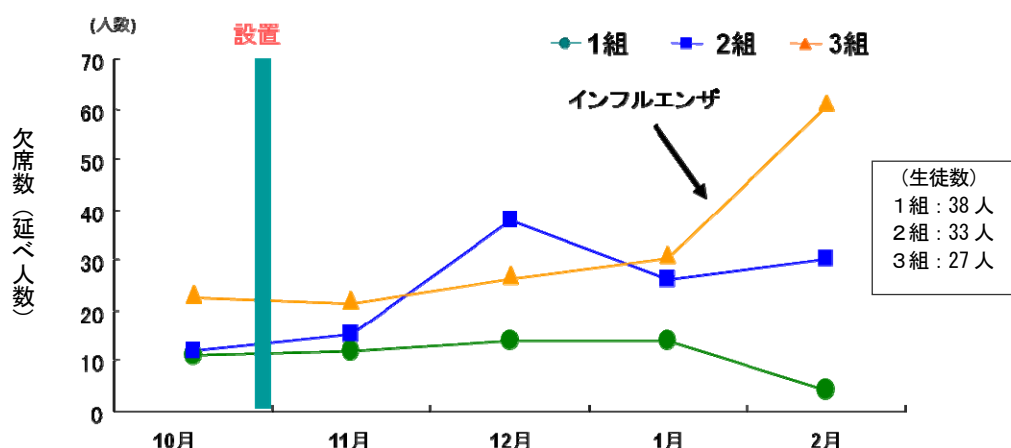


図1 小国スギ製の机・椅子の使用と生徒の欠席数
(綿貫茂喜：第60回日本木材学会大会公開シンポジウム（2010）より抜粋)

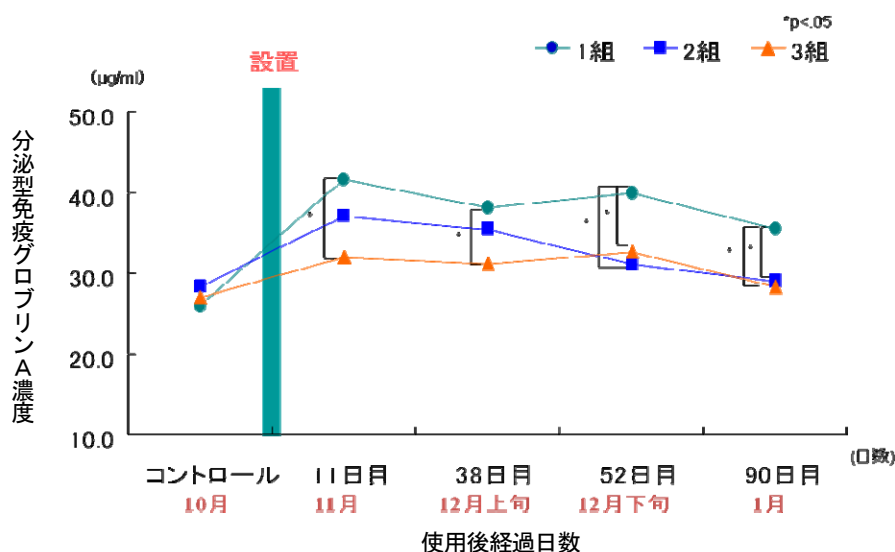


図2 小国スギ製の机・椅子の使用と s-IgA 濃度
(綿貫茂喜：第60回日本木材学会大会公開シンポジウム（2010）より抜粋)

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 (℃)	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

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リ、木材利用の効果が表れているといえる。

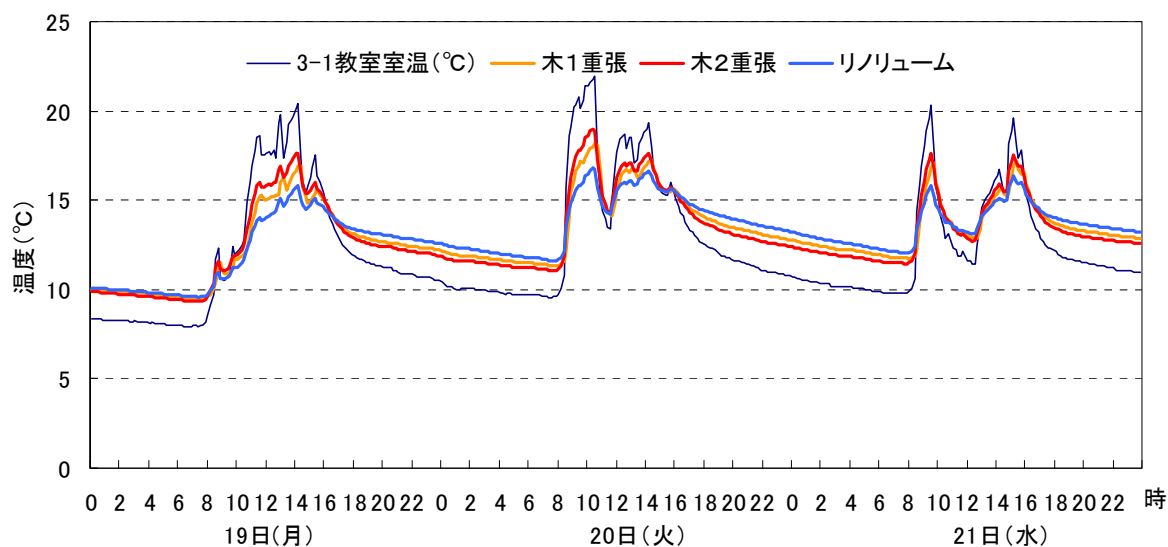


図1 床仕上げ材による床表面温度の相違
(土屋喬雄：木の学校の温湿度環境、文教施設 2009 夏号、(社) 文教施設協会)

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℃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。

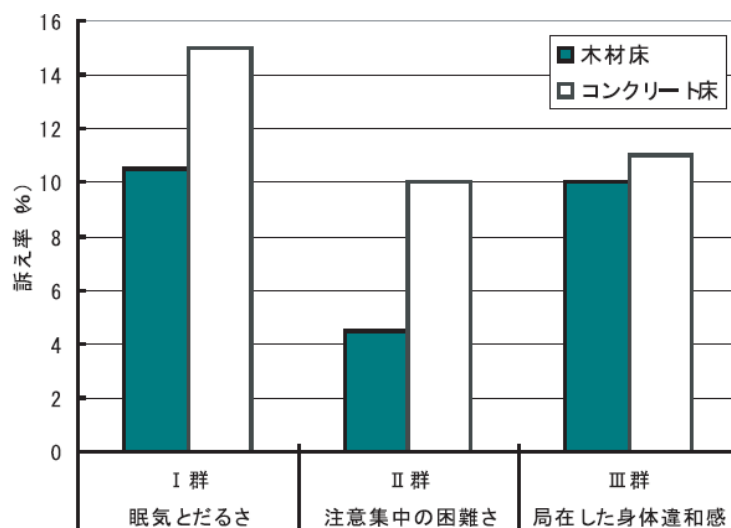


図2 低温環境下における床材質の違いによる自覚症状の比較
(天野敦子：木造校舎の教育環境(P41)、(財) 日本住宅・木材技術センター、2004)

- 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。

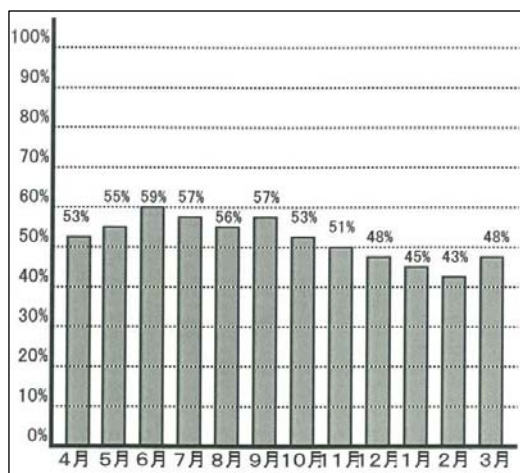
校舎	測定箇所	平均相対湿度 (%)	湿度80%以上になる時間割合 (%)
木造校舎2階	床付近	66.9	3.7
	1m高さ	67.3	11.1
鉄筋コンクリート造校舎2階	床付近	70.0	11.2
	1m高さ	74.1	34.3

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。



茂木中学校の年間湿度の推移（月別平均値）

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。

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、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。

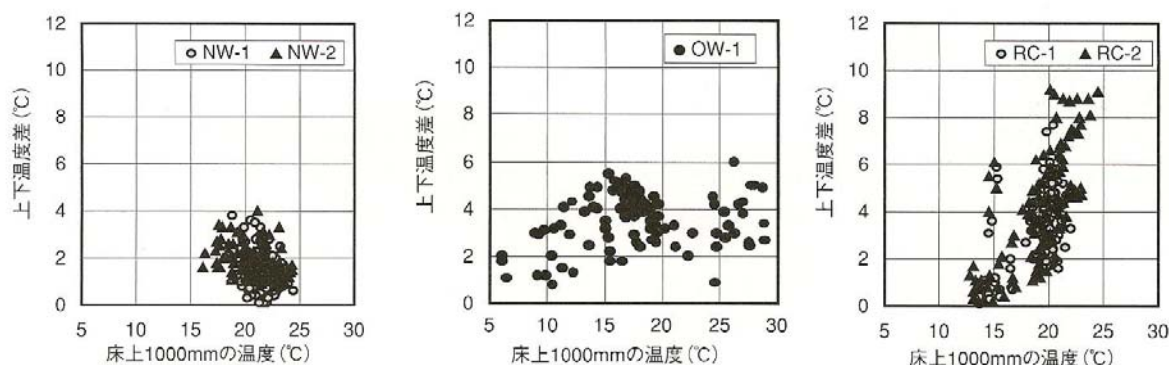


図1 校舎の構造別の教室内の温度と上下温度差の分布

（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 能代市内小中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）

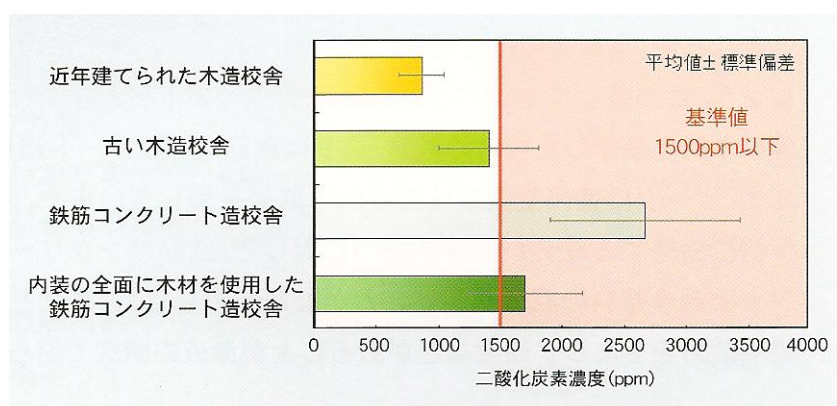


図2 冬期の教室内の平均二酸化炭素濃度

（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。

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人もの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

(2) 地球環境への配慮

環境への配慮は、社会的にも高まりつつあり、地元住民へ合意形成を行う場合においても重要な要素の一つである。ここでは、木材利用における地球温暖化防止、森林整備への貢献度等について紹介する。

地球温暖化防止への貢献

- 木材は、材料製造時の炭素放出量が少ない優れた省エネ材料。
- 木材は、他の素材と異なり、炭素を貯蔵することから、温暖化を抑制。

木材は鉄やアルミニウム等に比べ、材料製造時の炭素放出量が少ない省エネ材料である。木造住宅1戸あたりの材料製造時の炭素放出量は、鉄骨プレハブ住宅などよりも低位である。

また、木材の乾燥重量の約半分は炭素である。森林は、空気中の二酸化炭素を吸収し炭素を貯蔵しているが、木材そのものも、伐採後に利用されている時でも森林と同様に炭素を貯蔵しており、木材製品を増やすことは、温暖化を抑制することにつながる。

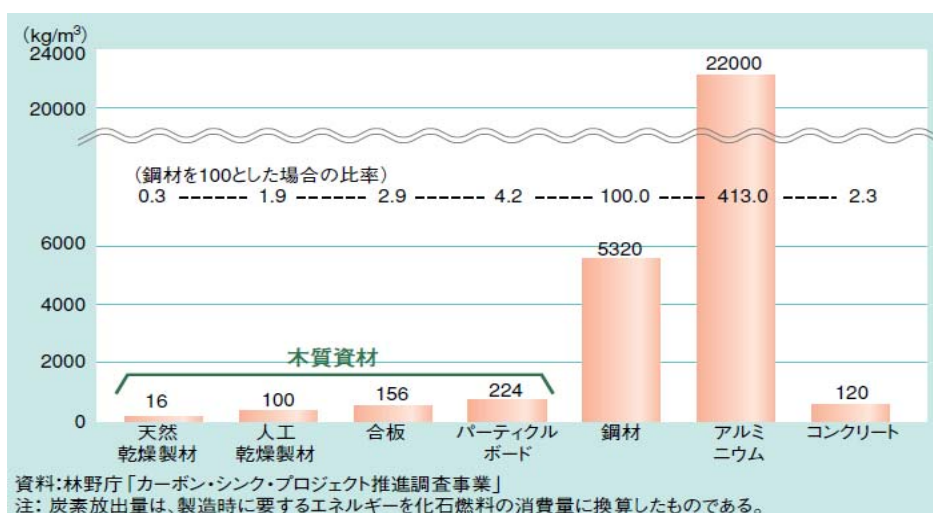


図1 各種材料製造時における1m³あたりの炭素放出量

	木造住宅	鉄骨プレハブ住宅	鉄筋コンクリート住宅
材料製造時の炭素放出量	 5.1t	 14.7t	 21.8t
炭素貯蔵量	 6t	 1.5t	 1.6t

図2 一戸あたりの炭素貯蔵量と材料製造時の炭素放出量
(日本住宅・木材技術センター「木材のすすめ」より抜粋)



間伐材利用による京都議定書の目標達成への貢献

- 間伐材の利用は、我が国の京都議定書の6%の削減目標のうちの、森林吸収による3.8%の目標の達成に貢献。

我が国は、京都議定書において、温室効果ガスの総排出量を、2008年から2012年の第1約束期間に、基準年（1990年）から6%削減する必要がある、このうち3.8%を上限として、森林による吸収分を繰り入れることが可能である。

京都議定書で森林吸収源の対象と認められる森林は、1990年以降の人為活動が行われた森林で、「新規植林」、「再植林」、「森林経営」によるもののみである。新たな森林造成の可能性が限られている我が国においては、「森林経営」による吸収量が大半を占める。

京都議定書第一約束期間の森林吸収目標（1,300万炭素トン）の達成のためには、平成19年度以降6年間に、従来の整備水準（毎年35万ha）の1.6倍に当たる毎年55万ha（計330万ha）の間伐を推進する必要がある。間伐材の利用は、間伐の推進につながることから、京都議定書の目標達成にも貢献することとなる。

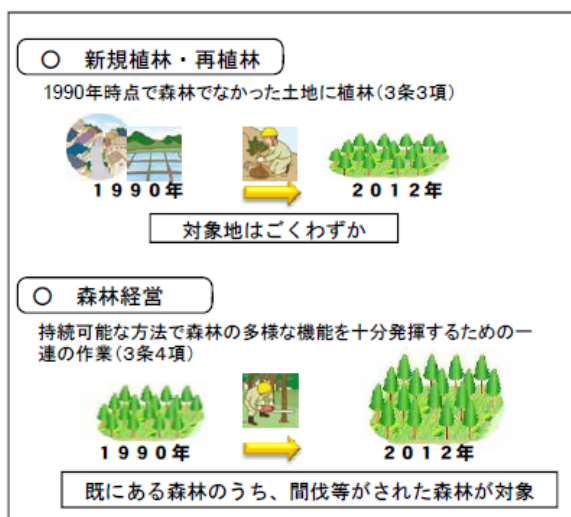


図3 京都議定書で森林吸収源の算入対象となる森林
(林野庁「林業白書」より抜粋)

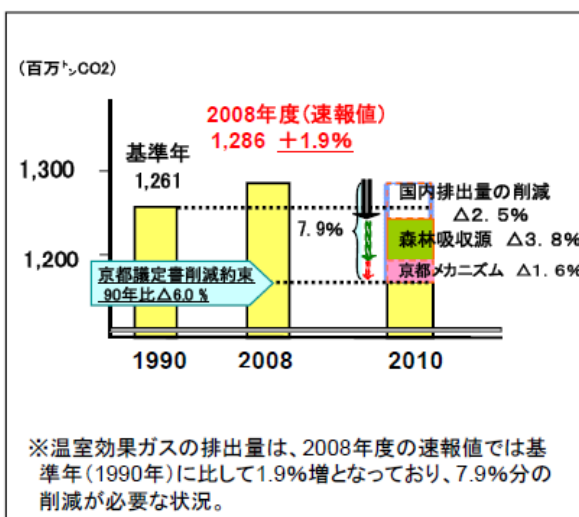


図4 我が国の温室効果ガス排出量の推移及び見直し
(林野庁「林業白書」より抜粋)



持続可能な木材利用による森林整備への貢献

- 木材は、「植える→育てる→収穫する」のサイクルで森林が適切に循環されることにより、半永久的に再生産できる優れた材料。
- 国内の人工林は、現在は保育や間伐等の手入れが必要なものが多く、10年後には本格的な利用可能期を迎えることから、木材の利用の推進が必要である。持続可能性に配慮して木材を適切に利用することが、森林の整備につながる。

木材は適切に森林を管理すれば半永久的に再生産できる材料であるとともに、廃材から新たな製品を作ることが出来る循環利用が可能な材料である。

木材を利用することで、「植える→育てる→収穫する」という森林のサイクルがうまく循環し、国土保全、水源かん養、土砂災害の防止等の森林の持つ多様な機能の発揮につながる。

我が国は、国土の約3分の2に当たる2千5百万haが森林で、そのうちの約4割が人為的に造林等を行った人工林となっている。樹種別に見ると、人工林1,035万haのうち、スギが43%と最も多く、次いでヒノキが25%である。森林の蓄積は、森林面積の約4割を占める人工林を中心に毎年増加しており、総蓄積は約44億m³となっている。

人工林の林齢構成は、45年生以下のものが6割以上を占め、保育、間伐等の手入れが必要な状況であるが、10年後には約6割が46年生以上の資源として利用可能な林齢となり、本格的な利用可能期を迎える。

このことから、今後は、更に木材の利用を推進することが必要である。また、持続可能性に配慮して木材を適切に利用することが、国内の森林整備につながる事となる。

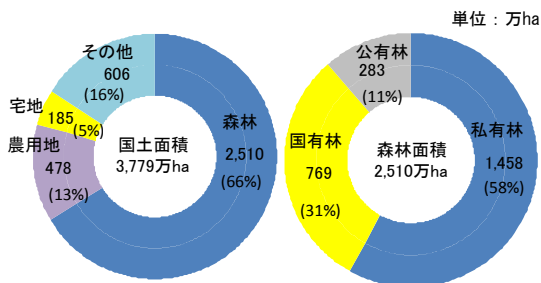


図5 国土面積と森林面積の割合

資料：国土交通省「平成19年度 土地の動向に関する年次報告」林野庁業務資料

注1：国土面積は平成17年10月1日現在、森林面積は、平成19年3月31日現在である。

注2：計の不一致は四捨五入による。

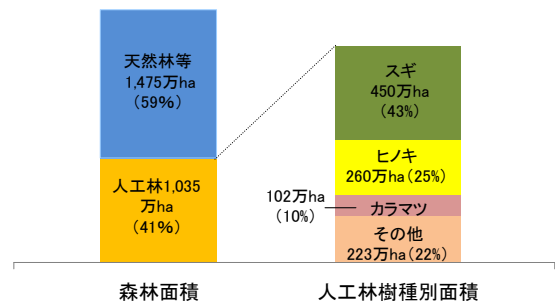


図7 人工林樹種別面積

資料：「林野庁業務資料」（平成19年3月31日現在）

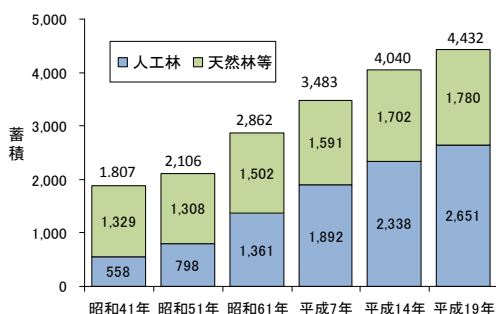


図6 我が国の森林資源の推移

資料：林野庁業務資料

注1：各年の3月31日現在の数値である。

注2：その他は、無立木地（伐採跡地、未立木地）竹林である。

注3：四捨五入の関係で、総数と内訳の計は必ずしも一致しない。

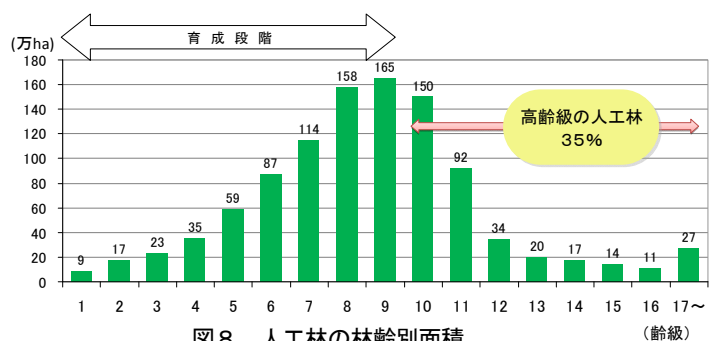


図8 人工林の林齢別面積

資料：林野庁業務資料

注：森林法第5条及び第7条の2に基づく森林計画の対象森林の面積（平成19年3月31日現在）

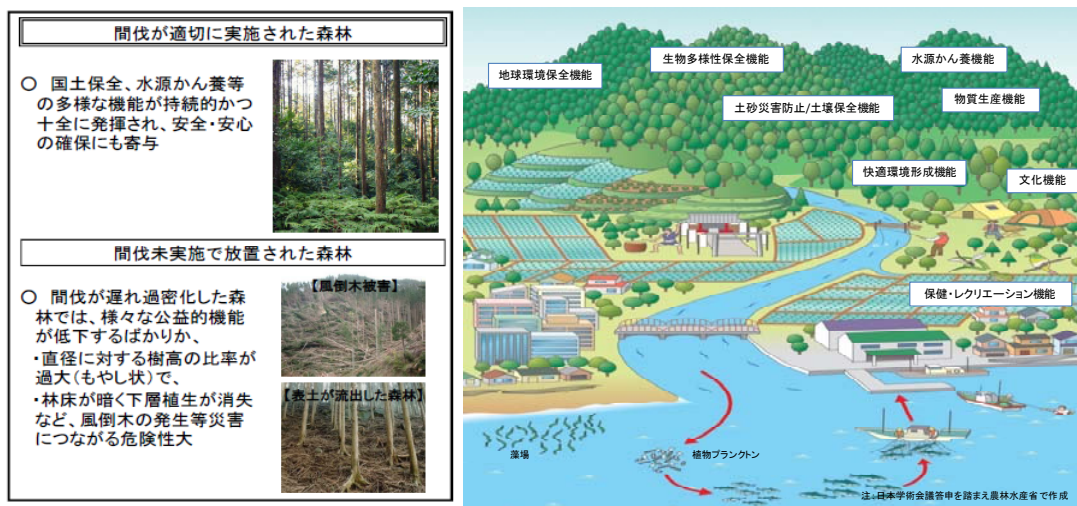
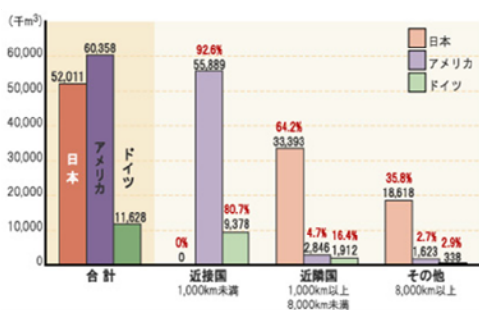


図9 森林の持つ多面的機能

地域材活用による効果

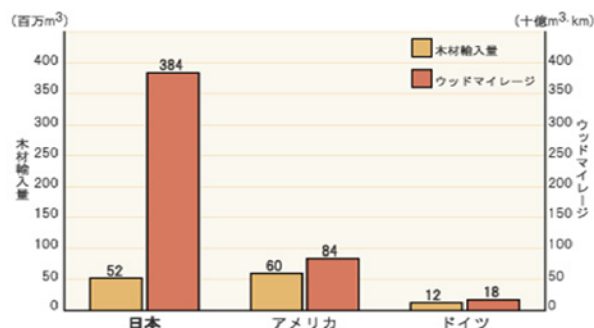
- 輸送にかかるエネルギー消費による排出を抑制する観点などからも、地域材の活用が有効。

輸送にかかるエネルギー消費による排出（ウッドマイレージ CO₂ など）を抑制する観点からは、地域材を活用することが適当である。また、地域材の活用は、地球環境の観点だけでなく、地域での雇用の創出、地域経済の活性化に貢献する点で大きな可能性がある。



出典：ウッドマイルズ研究会資料

図10 各国の距離別木材輸入量



出典：ウッドマイルズ研究会資料

図11 木材輸入量とウッドマイレージ

ウッドマイレージ：産地毎に産地から使用地点までの実際の輸送距離（材種別ウッドマイルズ）に当該木材の材積を乗じて得られる指数（ウッドマイルズ関連指標算出マニュアル）
 この場合は輸入材の輸出国ごとに、当該国までの距離に輸入量を乗じたものの和

＜環境負荷に関する試算＞

・CO₂の排出削減

建築物生産時の構造別CO₂の排出量：住宅の場合（下図）、木造では平均約230kg-CO₂/m²、鉄骨造でその2倍、鉄筋コンクリート（RC）造では2.5倍程度である。木造を建設するとRC造に比べ、建設時のCO₂排出量は300kg/m²削減可能である。したがって、延床面積4,000m²の校舎をRC造から木造に変更したとすると、削減効果は1,200トンとなる。

・CO₂の固定

木材中のC固定量：木材実質重量の1/2がC、したがって木材の平均密度を400kg/m³とすると、200kg-C/m³、すなわち733kg-CO₂/m³の固定量である。木造施設の木材使用量は約0.25m³/m²であるので、延床面積4,000m²の校舎では1,000m³となり、これは120m²の一般住宅約40戸分に相当する。したがって、固定効果は733トンとなる。

・以上を合わせると、1,933トンの固定・削減となるが、この量はガソリン860kL（ガソリンのCO₂量排出原単位は2.3kg/L）から排出されるCO₂量と等しい。CO₂1トンを約1,600円の価値（日経・JBIC排出量取引参考気配を参照）と仮定すると、3,093千円/4,000m²、すなわち770円/m²となる。

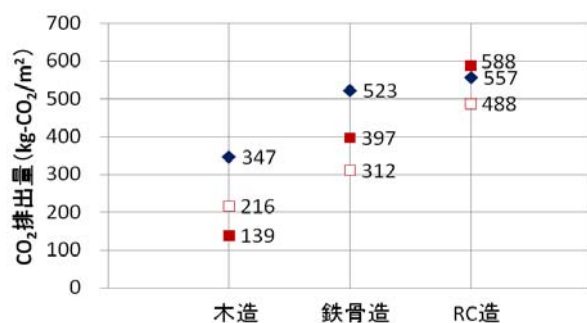


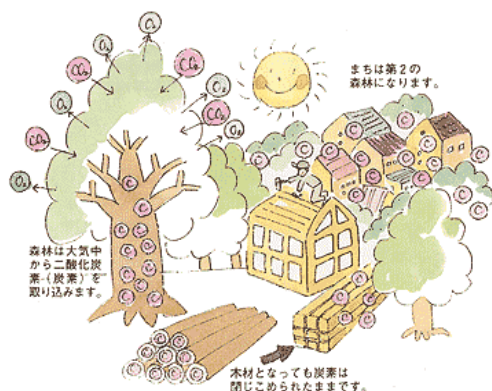
図12 住宅の製造時二酸化炭素放出量の比較

■岡崎泰男、大熊幹章：炭素ストック、CO₂放出の観点から見た木造住宅建設の評価、木材工業、53（4）、161-165（1998）、□酒井寛治、漆崎昇、中原智哉：建築資材製造時の二酸化炭素排出経時変化と土木分野への影響、環境システム研究、25、525-532（1997）、◆日本建築学会：建物のLCA指針第3版（2006）、データベース表2.3.2（国内消費+資本形成成分のみ）から作成

＜二酸化炭素固定・貯留量の算定＞（栃木県茂木町）

茂木町では、茂木中学校の校舎、屋内運動場、附帯建物及び机・椅子等の備品に使われている木材の使用量をもとに、二酸化炭素の固定・貯留量を計測することで、地球温暖化防止への貢献を調べた。

○木の学校は第2の森林



NPO法人日本樹木育成研究会の算定

茂木中学校のCO₂固定・貯留量と身近なCO₂排出量との比較



人間が排出するCO₂は年間約320kg ⇒ **2,440人分** に相当します

乗用車が排出するCO₂は年間約2,300kg ⇒ **339台分** に相当します

(3) 地域の風土、文化への調和



大工技術者の育成、地場産業の活性化

- 大工、板金、左官など、地場の職人の技術を活用した建て方にするとは、その建設に取り組んだ職人の誇りや技術を育て、地場の伝統技術者の育成や地場産業の活性化につながる。

町内の大工の技術を最大限に活かす（栃木県茂木町立茂木中学校）

茂木中学校の改築事業では、木材の伐採からストック、運搬、製材の全ての作業を、地元の森林組合に委託した。それにより、伐採に携わる作業員から地元の製材所、ストック小屋を建設する大工など、多くの関係者がこの事業に携わることができた。

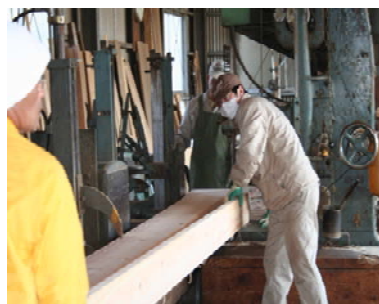
校舎の木工事の施工においても、請負業者と町が協力し、施工技術の地域連携を目的に町内大工を募集し、常時10名以上が携わるなど、校舎の建設事業が地場の木材・林業づくりの場となった。

特に、大工技術を伝承する機会が少なくなった現在において、無垢板材の施工技術として、壁板材は山に生えている樹木と同じように上下を揃えて貼り、床板材は上下を交互に貼り合わせるなど、職人が持っている技術を最大限に活かす場となった他、今後の大工技術の伝承の場ともなった。

また、全ての木製建具も調達した地域材にこだわり製作した。仮に将来多少の狂いが生じて、町内の建具屋さんに調整してもらうこととしている。



伐採現場で丸太材の皮むき作業



地元製材所にて角材・板材を製材



地元大工による丸太材の加工

産業基盤を活かし、ノウハウの蓄積により低コスト化（秋田県能代市）

能代市は、秋田スギを中心とした恵まれた木材と、製材、集成材、合板など木材産業の盛んな地域である。これらの産業基盤を活かしつつ、木材供給についても関係者が連携し、平成7年以降、7校の木造校舎を整備している。このような取組の実績、ノウハウの蓄積により、木造校舎を特別なものではなく、一般的に普及可能なものとするための低コスト化を実現している。



地場産業の活性化の効果の検討（岩手県遠野市）

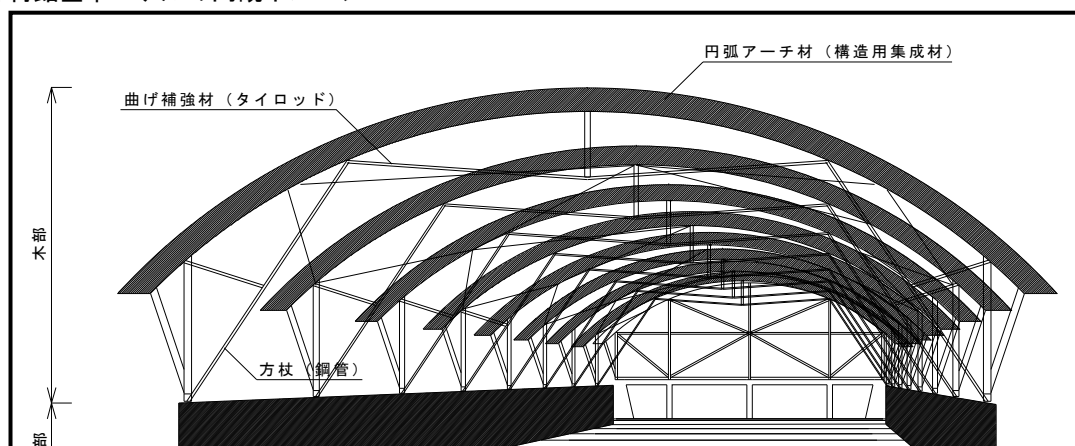
平成17年に取りまとめた「木造公共建築物普及研究会報告書」では、公立学校のモデル体育館（延床面積1,185㎡）を例に、屋根架構を木造又は鉄骨造とした場合の工事費を、遠野市における過去の実績、設計単価等を基に試算し、コスト比較を行った。木造体育館の直接工事費は1億8,423万円で、鉄骨造と比較して屋根架溝工事で2,700万円コスト高となり、鉄骨造に対するコスト面での競争力は弱いが、建設工事費の地域に直接還元される額は、岩手県産業連関表を基に試算したところ、木造では直接工事費の35%に相当する6,370万円となり、鉄骨造と比較して2,050万円多く、体育館の木造化は地域経済に高いプラス効果を生み出す結果となった。

さらに、地域から生産される木材や、地域の木材加工技術の活用により、地域に対して3億1,600万円（直接工事費の1.72倍）の経済波及効果を誘発し、鉄骨造の2億4,700万円（直接工事費の1.57倍）を凌駕する。それと同時に、木造での生産誘発額は鉄骨造よりも4,200万円も多い結果となり、割安な鉄骨造とのコスト差を吸収してもまだ余剰の誘発効果が期待できる。

■モデルプラン(体育館)の仕様

用 途	公立学校（小・中・高校）の体育館
延 べ 面 積	1,185 ㎡（アリーナ 960 ㎡、ステージ 80 ㎡、控え室 40 ㎡、供用室 105 ㎡）
架 構 形 式	構造用集成材による架構（スパン 30m、桁行き 36m の 1,080 ㎡）
備 考	アリーナはバレーボールコートが2面とれる広さとするが、公式コートについては中央部に1面とれる屋内高さを確保する。

■体育館基本モデルの内観イメージ





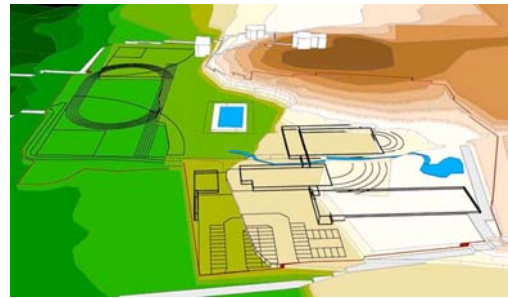
文化の継承、景観形成

- 学校は、地域コミュニティの核であり、最も身近な公共施設であるため、周辺の町並みとの調和も重要な要素のひとつである。また、地域文化と密着しており、古い木造校舎で地域の象徴として、地域から愛されているものもある。

地域の象徴、懐かしく、古くて新しい校舎（秋田県能代市立浅内小学校）

能代市は、秋田スギを中心とした恵まれた材料、伝統のある加工技術、木材産業を有する「木都」にふさわしい木造校舎を整備している。

平成18年に整備した浅内小学校の旧校舎は、浅内集落の人々が何世代にもわたり通学し、異なる世代間でも共通の話題として挙げられる象徴的な校舎だった。そのイメージを引き継ぎ、新校舎であっても懐かしく思え、子どもたちにとっても古くて新しい校舎になるように、外観についても、単純なスギ板張りが似合うシンプルな形態とし、周辺の緑、緩やかな稜線、縄文の丘など、広大な自然や歴史のある風景にとけこむよう設計されている。



改修か改築か、使い続けることで地域の中で生きていく（愛媛県八幡浜市立日土小学校）

八幡浜市の日土小学校は、昭和31～33年に建設された木造校舎である。喜木川のほとりに建つ校舎は、自然と建築が調和した環境をかたちづくっており、文化財的な価値もあるものである。

2004年9月の台風で東校舎の屋根の一部が破損したことを機に、建替えを求めるPTA関係者らの声が一気に強まり、「改修」か「改築」かで、地域住民を二分した議論となったが、最終的に改修を中心に行うこととなった。「安全であること」「現代の教育環境を整備すること」「文化財として使い続けること」を改修・改築の方針として掲げ、これらは、ともすれば相反する内容であったり、矛盾が生じたりすることが多々あったが、設計者松村正恒氏が児童のためにこの学校を作った時の理念と現状を判断材料として議論を重ねながら、設計、工事が進められた。

再生を果たした日土小学校の校舎は、使われることによって本来の役割を果たし、地域の中で生きていくため、（１）学校として使い続ける、（２）地域の要として活用する、（３）地域の内と外をつなぐ、（４）文化財として守り伝えることを地域とともにやっていきたい。

日土小学校のある日土地区は小学校を核とした公民館活動等が盛んであり、地域住民と学校が一体となって児童と向き合う活動が、校舎を通して昔から実践されてきた。今回の改修・改築により、機能性が向上した施設を、昇降口を使い分けるなどして地域に開くことが容易になった。近年の少子化、過疎化は、当地域でも避けられない課題である。将来的に学校としての役割を果たすことができなくなった場合も、地域の核として皆が集う場となるよう、学校・公民館等と連携して積極的に活用していく。（P134 参照）



③ 木材利用を進めやすくするための方策

（１）木材利用の目的の明確化と共通理解

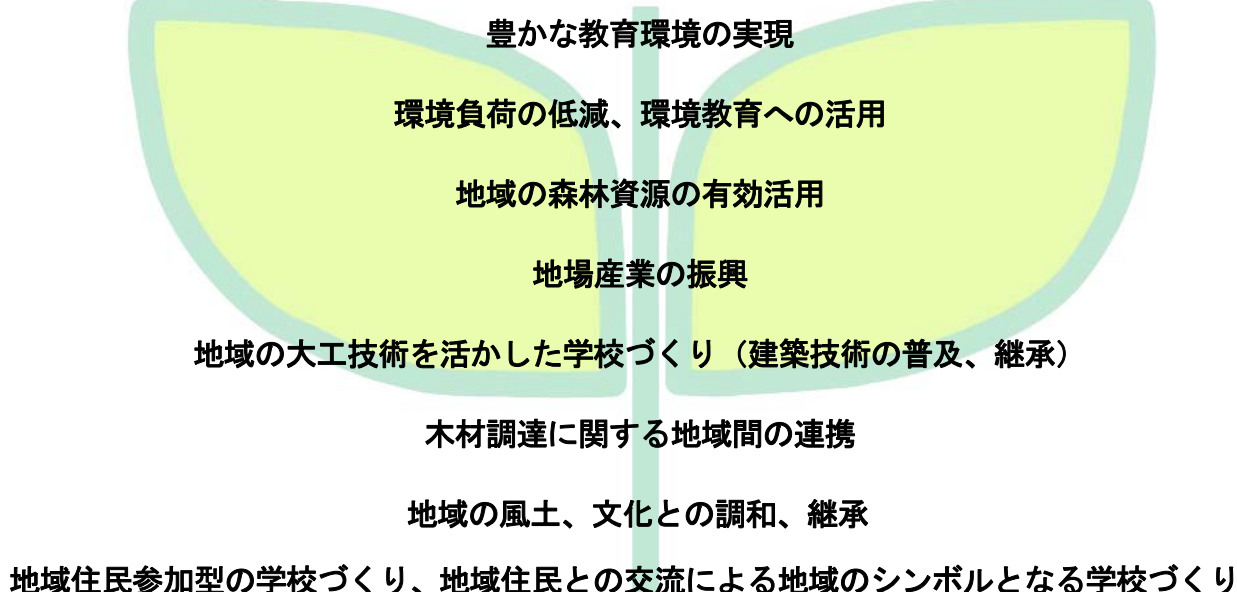
木材を活用して学校施設を整備する際には、何を目的として木材を利用するのかを明確にし、関係者の共通理解を図ることから始めることが重要である。林産地域、都市部等、地域の状況により木材を利用する目的はさまざまである。どのような体制により、どのような事項について共通理解を図るか、実際の取組事例と共に紹介する。

木材利用の目的の明確化

- 木材を活用して学校施設を整備する際には、何を目的として木材を利用するのかを明確にし、関係者の共通理解を図ることから始めることが重要である。

木材を利用する目的がどこにあるのかにより、学校づくりにおける木材の使い方が異なってくる。目的を明確にし、関係者間で合意を形成しておくことが、事業を円滑に進めるためには不可欠であり、計画から完成に至るまでのさまざまな苦勞を乗り越えるための活力ともなる。

木材利用の目的 8つのポイント





関係者による検討組織で共通理解を図る

- 行政、材料供給、設計、施工、教職員、児童生徒、PTA、地域住民等の関係者間で共通理解を持つため、検討組織を設けることが重要である。人数が多くなり過ぎる場合等には、専門部会やワークショップを設けることも、実質的な議論を進めたり、理解を深めるために有効である。
- これにより、学校が地域コミュニティの核としての役割を果たすきっかけになる。

木を活用した学校を計画する場合は、検討の当初は、関係者間で意見の違いが見られる場合もある。このため、木材利用の目的、不安や期待の内容、地域性を考慮した木の活かし方、コスト、スケジュール等について、関係者間で共通理解を持つプロセスが重要である。

町有林を使うことの意義の共有、木造部会での課題解決（福井県南越前町立今庄小学校）

旧今庄町（現南越前町）は町の93%が山林で、その中には「次の学校を建てる時に困らないように」と町が管理してきた町有林があった。その町有林を使った今庄らしい学校の建設が始まった。

町有林を使って建てることは、①地元の木を使うことで、地域の方に単なる学校建設という枠組みを越え、町の大切なものという意識や関心を育む、②子どもたちや先生、地域の方に伐採や現場見学など建物の建設プロセスを経験してもらい、自分たちの学校としての愛着や誇りを醸成する、③地元林業関係者にも学校建設に参加してもらい、専門家として地域に根ざした特色ある学校づくりに寄与するという意義がある。

町有林を活用するに当たり、教育委員会、設計事務所、地元の森林組合、製材所、大工、県の営繕担当職員から構成される「木造部会」を設置し、その中で設計から発注までの流れを決め、1つ1つ問題を解決していった。使用できる町有林の量の把握、どこに町有林を使うのか、木材の伐採時

期や保管、費用等についても木造部会で検討された。

施工者が決まってから木を伐採するのでは、乾燥期間がほとんどなく木の品質が保てないため、木の品質をもっとも高く保てる11月末に伐採することになった。伐採した木は枝葉をつけたまま一冬山に寝かせて置く「葉枯らし」により乾燥を進めた。伐採した木を施工者に支給するにあたり、集成材は約40mmの厚さに板引き～乾燥まで、丸太は皮むき～乾燥まで町で行い、その後の加工から建方を施工者が行った。

町有林の量は学校を支える柱の量とほぼ一致し、約400本の町有林が丸太や集成材の柱として使用された。

地元製材所の善意により丸太の自然乾燥のための保管場所を提供してもらい、およそ1年半の間自然乾燥にふさわしい環境で保管することで、立派な丸柱として使用することができた。



伐採の様子を見学し、年輪を数える子どもたち



建方中の現場の見学会

大分県中津市は、平成17年3月に旧下毛郡3町1村と合併し、その結果、市の面積は約9倍の491k㎡となり、合併前、市域の3.2%にすぎなかった山林面積は実に77.5%を占める381k㎡となった。

それまでも、内装材には県産材を使用してきたが、市長のリーダーシップのもと「地材地建」を目指し、市内の学校整備に当たり地元産木材を構造材としても有効活用できないかと、学識経験者、地元業者（設計事務所、建築業、木材業）に研究会設立の案内と参加を呼びかけ、趣旨に賛同していただいた事業者などと「中津市木造校舎等研究会」を平成17年5月に立ち上げた。

研究会の所掌事務は、①木材を活用した校舎、屋内運動場等の建築方法等の研究に関すること、②地元材の活用方法に関すること、③その他、学校施設整備における木材活用の促進に関することについて調査、研究を行うこととし、同会運営方針は、①市内の事業者を積極的に活用する、②地元材を積極的に活用する、③木造校舎等の建築にかかる質の向上と低コスト化を図る、④研究会においては民間事業者等が主体となって研究することとした。なお、研究会には、小中学校関係者などは入っておらず、自由闊達な意見交換の場となるよう市職員（教育委員会職員）は事務局として調整方に徹した。主な活動としては、それぞれの専門分野からの意見交換や先進的取組の視察、木造建築に通じた講師を東京から招くなどし、約1年に亘る研究を行った。

その成果として、木材活用の課題やポイントを整理できたことが、その後の中津市立鶴居小学校体育館の建設にも活かされ、設計や工事請負契約においても、事前に中津市の基本姿勢をよく理解していただいた上で契約を結んだ。

このような経過を経て、同校体育館は木造で建設することとなった。体育館は、土台から屋根部分に至るまで、地元産のスギとヒノキを使用し、金具の使用を抑えた伝統的工法が採用されている。特に、小屋組のアーチ材は、見る者に圧迫感を感じさせず、広く開放的なイメージとなっている。



中津市木造校舎等研究会で整理されたポイント

中津で産出、加工された木材、流通している資材、中津の技術者で低コストを実現するため、以下の点をまとめた。

①無理のない材の選択

中津地域材で一般に流通している材種、材寸、強度、価格等を把握し、設計に反映させる。

②木材調達のタイミング

長大材や大量の木材は急には揃わない。また、特に、乾燥が大きなポイントとなるので、十分な乾燥期間を確保するためにも早めの手当てが必要。

③在来技術の活用

地域の大工で対応できる技術で計画すると、特別なコストがかからない。また、地域への経済効果が見込めるばかりでなく、技術・技能の伝承につながる。（P116参照）

④耐久性、メンテナンス計画への配慮

建設コストだけでなく、ライフサイクルコストを低く抑えることが求められる。



関係者間の合意形成

- 使用材料（製材品／集成材）や使用目的（地域材／木材一般）、品質や強度を確保するための方法等について、行政、設計者、木材供給者等の関係者間で合意形成することが重要である。
- 設計者はこれを踏まえて仕様書を作成する。

仕様書を作成するに当たっては、指定する内容が、学校建設を行う地域の実情と乖離が生じないよう、地元の木材生産者や流通業者の生産能力、品質管理体制を把握することが重要である。関係者間で共通理解を図ることにより、設計者は、こうした事情や発注者の意図を汲んだ仕様書を作成することができる。

栃木県、宇都宮大学と連携した木材の品質確認（栃木県茂木町立茂木中学校）

栃木県茂木町における茂木中学校改築事業では、町が独自に地元森林組合に作業委託をし、調達した木材であるため、品質の証明ができなかった。また、町内にはJAS規格を証明できる製材工場等がなく、JAS製品として調達することが困難であった。

このため、栃木県林務部（現環境森林部）に木材の品質を確保等の相談をしたところ、栃木県林業センターの県産材試験研究の一環の中で実施してもらえることとなったが、全ての試験機械が揃っていないため、宇都宮大学農学部森林科学科と共同で、2か月に一度定期的に木材の強度試験及び乾燥状態、割れや曲がりの検査を実施してもらえることとなった。

最終的には、JAS以上の品質を確認し、官学の証明にて工事請負業者に引き渡すことができた。なお、これらの試験に要する費用は、データを全て研究材料に使用して良い条件で、全ての経費を無料で実施してもらうことができた。

栃木県と宇都宮大学の協力がなければ品質の証明ができなかったと考えている。



栃木県林業センターと宇都宮大学の協力により実施した木材の強度試験の様子

「信州の木」を活用しやすくするため、特記仕様書の作成（長野県）

長野県は、平成15年「長野県県産材利用指針」を定め、建築物や公共土木工事のほか、様々な暮らしの中で、長野県産の木材を積極的に利用することを進めている。平成17年には県住宅部施設課（現在は建設部施設課）が中心となって外部委員による「信州の木・公共の建物づくり推進委員会」を組織し、「信州の木」による公共建物の推進を目的としたマニュアルづくりを進め、平成20年2月に検討の成果を「信州の木・木質構造建築工事特記仕様書」、「特記仕様書の解説」及び「特記仕様書の解説（資料編）」として取りまとめた。

また、平成21年に長野県県産材利用指針を改定し、「あたりまえ」に木のある暮らしをめざした取組として公共施設の木造・木質化等を進めている。

○「信州の木」特記仕様書作成の契機と目的

ふるさとの木を大切に育て活用することにより、自然の持つ循環の仕組みを基調とした持続可能な循環型社会をめざし、環境にやさしく、うるおいのある公共空間を実現するため、マニュアルづくりを進めることにより、「信州の木」が広く活用されるとともに、所定の品質を確保した公共の木造建物づくりを推進することを目的とする。

なお、作成にあたっては、平成17年度から6名の推進委員による現地調査及び検討会を13回開催し、内容を検討した。

○「信州の木」特記仕様書の特徴

特記仕様書は、長野県における公共建物の構造材あるいは造作材に「信州の木」を用いる工事において、木工事に係る部分を対象とした標準的な特記仕様書となっている。記入に当たっては、直接記入することを前提としているが、選択できる項目については、チェックボックスを用いるなど記入の簡素化を図った。

解説編では、信州木材製品認証基準による乾燥基準等を記載するとともに乾燥に関する基礎知識や長野県林業総合センターによる試験結果等を記載し、「信州の木」に関する情報提供も行っている。

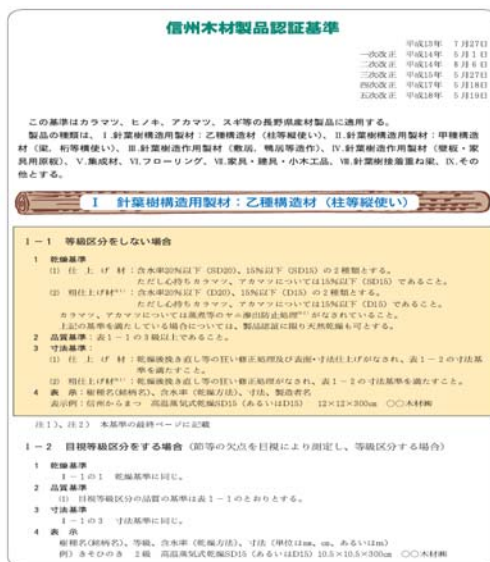


表 1 県産材生産可能製品寸法 2007.5.20

樹種	長さ	巾・厚 (mm)	丸太径級	備考
カラマツ	3 m・4 m	105角／120角	180～200	
		120×150	220～240	
		120×180	280～300	
	5 m・6 m	120×120	180～200	
		120×150	240～260	
		120×180	280～300	
スギ	3 m・4 m	12×105	180～200	壁材
		12×120	200～220	壁材
		15×105	180～200	床材
		15×120	200～220	床材
		45角／50角／60角		
		90角	140～160	
	4 m	105角／120角	160～200	
		120×150	180～200	
		120×180	280～300	
		120×240	360～380	
ヒノキ	3 m・4 m	12×105	180～200	壁材
		12×120	180～200	壁材
		15×105	160～180	床材
		15×120	180～200	床材
		45角／55角		
		105角／120角	160～200	
	4 m	120×150	180～200	
		120×180	280～300	
		120×240	360～380	
		12×105	160～180	壁材
アカマツ	3 m	120×120		梁材
		120×150		梁材
		120×180		梁材
		120×210		梁材
		120×240		梁材

「信州の木」木質構造建築特記仕様書の解説より抜粋

「信州の木」木質構造建築工事特記仕様書の解説

<http://www.pref.nagano.lg.jp/jyutaku/kentiku/senshi/moku/mokutokki.htm>

信州木材認証製品センターホームページ「信州木楽ネット」

<http://www.logos.co.jp/kensanzai/>

※ ここでいう「信州の木」とは、長野県の森で育ち生産された木材のことをいい、県産材と同義語。

(2) 地方公共団体としての木材利用推進体制の構築

- 都道府県、市町村において、公共施設の木造化や内装木質化、公共土木工事での木材利用、備品等における木製品の導入など、木材利用推進の方針や計画を定めて取り組むことが重要である。
- この取組をより効果的なものにするため、林政部局、教育委員会部局はもちろんのこと、建設、財政、環境、福祉など関係部局が参画した全庁的な取組体制を構築し、推進していくことが重要である。
- 併せて、木材産業の体制整備、木材利用の普及啓発や都道府県による市町村への情報提供・助言などを行うことにより、住宅も含めた地域全体としての木材利用拡大への波及効果も期待される。

木材総合供給モデル基地の整備、住宅・公共施設への地場産材の利用（岩手県遠野市）

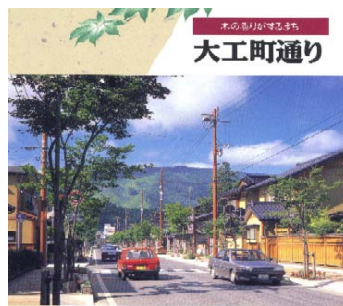
○遠野市HOPE計画

岩手県遠野市では、昭和60年に、建設省の指定を受け、地域住宅計画（HOPE計画：Housing with Proper Environment）を策定する際、岩手県建築士会遠野支部会員が中心となり、多くの市民の参加のもと、「景観」「街づくり」「住宅」の3専門部会を設け、徹底した議論を行い、「遠野市HOPE計画」としてまとめた。

HOPE計画は、地場産材の活用と新しい技術を取り入れた「遠野住宅」の創造を目指すもので、学校、市営住宅等、公共施設の木造化が計画された。学校の取組は、昭和61年の綾織中学校から順次始まった。

このHOPE計画のケーススタディーとして、都市計画街路事業として計画されていた「大工町通り」の整備に取り組んだ。住民に対する景観の合意に苦労しながらも、約4年の歳月を要し、この通りが見事に整備され、様々な賞を受賞し、活動の励みとなった。

このことが、平成2年に市が出資する第三セクターのリンデンバウム遠野の設立につながり、同社は地場産材を活用した首都圏への産直住宅の販売及び外構施設の全国営業を行い、現在も活動中である。



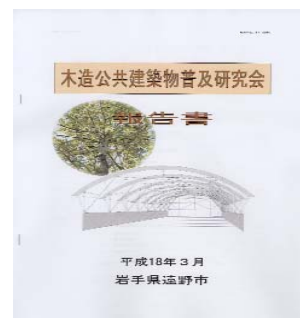
○遠野地域木材総合供給モデル基地

地域の豊かな森林資源を活かすため、市内の川上から川下までの木材関連産業を団地に集積、平成5年から約10年間、26.5haの敷地に78億円をかけ、遠野地域木材総合供給モデル基地（木工団地）を整備し、公共施設の木造化の推進に大いに貢献している。

平成17年には、木造体育館をモデルとして、建築コスト、経済効果等を試算した木造公共建築物普及報告書を取りまとめている。



木工団地は、製材から集成材・住宅部材加工まで行う7つの企業に、人材育成としての遠野高等職業訓練校、地場産材の需要拡大と情報発信を行う森林総合センターを加えた9つの組織で運営されている。



県産木材利用推進プロジェクト（佐賀県）

佐賀県では、県産木材の利用拡大を推進し、森林資源の循環利用を進めていくことを目的として、「県産木材利用推進プロジェクト」に取り組んでいる。



県産木材利用推進プロジェクトの推進体制



高性能林業機械の利用による生産コストの縮減



乾燥施設の共同利用による乾燥木材の生産



木づかい講演会



県産木材を使用した家づくりの推進

○推進体制

当プロジェクトは、県民、CSO（市民社会組織）、建築関係、林業・木材業関係、行政等の県民協働により推進することとしており、プロジェクト全体を総括する「県産木材利用推進プロジェクト会議」とその内部組織である「木材生産拡大チーム」、「木材需要拡大チーム」を設置し、県産木材の生産から流通・加工、消費に至るまでの一貫した安定供給体制づくりに向けた取組みを進めている。

また、各地区における県産木材の利用推進を図るため、「県産木材利用推進地区会議」を設置し、県産木材利用推進プロジェクト会議と連携を図っている。

○取組内容

- ① 低コスト生産体制づくりでは、列状間伐等の低コスト間伐モデル地区を設定し、集約化を進めるとともに、高性能林業機械の利用による素材生産コストの縮減を進めている。
- ② 流通・加工システムづくりでは、中・小規模製材工場が県内企業の木材乾燥施設を共同利用して行う県産人工乾燥木材の生産技術の確立、県産乾燥木材の品質基準等を定めた認証制度の推進、県産木材を使用した「こだわりのある家づくり」活動を行うグループへの支援等を行っている。
- ③ 「木づかい運動」の展開では、県産木材利用の意義、木造文化などの啓発等を行う木づかい講演会や木づかい塾、県内の小・中学生とその保護者を対象とした木工教室、県内の大人を対象とした日曜大工教室等を開催している。
- ④ 住みたい木造住宅づくりでは、県産木材を使用した家づくりの推進、大工・工務店などを対象とした木造住宅の啓発普及等を行っている。

○今後の課題

県産乾燥木材の認知度の向上を図るためのPR活動を行うとともに、県内の大工・工務店等が県産乾燥木材を容易に調達できる流通システムづくりが必要である。

県産材利用推進方針、木造化及び内装木質化の基準（秋田県）

秋田県では、平成13年1月に県産材利用推進会議（会長：副知事、委員：各部局長）を設置し、「県産材利用推進方針」（平成13年3月）、「県産材利用推進計画」（平成13年3月）、「公共建築物の木造化及び内装木質化の推進に関する基準」（平成15年3月）を定め、県が実施する公共建築物の木造化・内装木質化、公共土木事業への木材の利用の推進に取り組んでいる。

○県産材利用推進方針

県の機関のみならず、県民一人一人が木材利用の意義を認識し、様々な分野で広く県産材が利用されるよう関係部局間の連携を図りながら、「公共施設の木造化及び内装木質化」、「公用備品等における木製品導入」、「公共土木事業等における間伐材利用」、「住宅への県産材利用」、「木質資源の多角的利用」、「県民への普及啓発」を総合的に推進する方針を定めた。

○県産材利用推進計画

県産材利用推進方針に基づき、県が建築する公共施設をはじめ、一般住宅など様々な分野で県産材の利用を推進するため、今後3年間の取組内容を示したものである。第3期計画（平成21年4月～平成24年3月）の策定に当たっては、次の事項を基本的視点とした。

- ・公共事業の発注件数が計画期間中も減少すると見込まれる中、多様な木材の利用方法を工夫し、公共施設等における木材の利用を図ること。
- ・マイホームの建築を計画する県民に対する融資制度等の周知を図ること。
- ・県内で活動する「秋田スギの家」供給グループの活動を支援することにより、県産材の利用を促進すること。
- ・木質資源の有効活用を図るため、県内の木質バイオマスの利用を推進すること。

○公共建築物の木造化及び内装木質化の推進に関する基準

秋田県の公共建築物の新築、増築、改築又は改修計画に当たり、用途、規模等に応じて可能な限り木質とするよう、木造化及び内装木質化に関する具体的な判断基準のほか、原則として県産材を使用すること、市町村への補助事業については、この基準に準じて建設することを定めている。

主な基準例

庁舎：3階建て以下のものは木造、もしくは可能な限り木造

学校：2階建て以下のものは木造（校舎、セミナーハウス）

体育館：平屋建てのものは木造

その他：建物の規模で2階建て（共同住宅等は3階建て以下）、3,000㎡以下のものは準耐火建築を考慮して、木造とする。

○県産材利用推進会議の成果

県が発注する公共建築物については、木造化及び木質内装化の推進に関する基準を設定して推進してきており、平成20年度に建設された学校施設を含む県営施設のうち、木造化・木質化が図られたものは、全体の約8割（23施設中19施設）を占めるに至っている。また、市町村が建築する公営住宅については木造化率100%となっている。さらに県産材の確実な利用を担保し、規格・品質の明らかな木材を調達するため、建設に必要な木材を別途支給する方式（分離発注）も採用するなど新たな試みにも取り組んでいる。



公立大学法人国際教養大学 図書館



講義棟（教室）

公共施設等木材利用推進方針、木造化率97%（愛媛県）

愛媛県では、平成13年を「森林そ生元年」と定め、その一環として、公共施設等における木造・木質化を総合的に推進するため、公共施設等木材利用推進方針を策定し、市町等と一体となった総合的な取り組みを進めている。

○公共施設等木材利用推進方針

- ・木造化の推進
- ・木質化の推進
- ・木製品の導入の推進
- ・公共事業での間伐材の利用促進

さらに、公共施設等木材利用推進連絡会議（副知事が会長、各部局長が委員）を設置し、毎年予算編成時期に、次年度に県が関与して計画する県内全ての公共施設について、その木造化が図れているか協議を行っている。

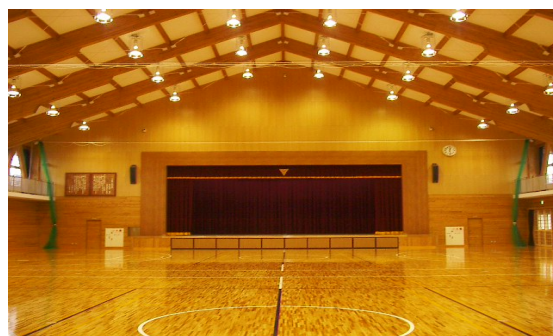
これにより、建築基準法等の規制により木造化が困難な施設を除き、公共施設は原則木造とする方針が全庁的に周知されてきており、平成13年度から平成22年度までの累積の木造化率は、97%となっている。

木造可能431施設のうち木造416施設 $416 \div 431 = 0.97$

また、平成11年度からは県単独事業で、市町が整備する公共施設等の木造化に要する経費の一部（床面積あたり20,000円、1施設あたり20,000千円を上限）を補助している。なお、平成18年度からはこの事業の財源に森林環境税を活用している。

公共施設木材利用推進事業実績(H11～21)

小中学校校舎	18施設	17,789㎡
小中学校屋内運動場	14施設	17,794㎡
幼稚園・保育園	15施設	10,344㎡
その他（公民館等）	16施設	13,838㎡
計	63施設	59,765㎡



本県の森林環境税は、平成22年度から第2期として継続されることとなり、引き続き、「森をつくる」「木をつかう」「森とくらす」の3本柱で「森林そ生」にむけた活動に活用することとなっている。

「木をつかう」では、公共施設の木造化や内装の木質化、小中学校における机・椅子の導入などへの支援を継続することとしている。





(3) 木材を利用する学校づくりの進め方

学校施設の木材利用を行うためには、まず、防火上の規制や、木材の確保が可能かなどについて検討する必要がある。その後の検討の進め方は、市町村有林を伐採して利用したり、流通材を利用するなど、地域によって変わってくる。しかしながら、留意点を抑え、関係者と連携しながら進めることにより、学校施設の木材利用は十分に可能である。

本節では、木材利用を行うための条件、事業を進める上での留意点を示した上で、実際の取り組み事例を紹介する。



木材利用を行うための条件の検討

- 木造学校施設の建設は、敷地の広さや防火上の規制から必要となる防火性能を確認した上で、大量の木材の確保方法、コストの検討を行うことにより、実施可能か判断できる。
- 都市部等、大量の木材の調達が困難であったり、法規制上、木造化が困難である場合でも、内装を木質化することにより、木材の良さを生かした、教育的効果のある施設とすることができる。

以下の条件を検討することにより、木材利用を行えると判断することができる。

木造施設を建設するための条件

・敷地の広さ等の確認

2階建て以下に抑えられるか確認する。3階建て以上になると耐火建築物にする必要がある。

・防火のための地域区分を確認し、必要となる防火性能の確認

準防火地域に建設する場合：規模により耐火建築物、準耐火建築物（燃え代設計等）にする必要がある。

※防火地域に建設する場合：耐火建築物にする必要がある。

・大量の木材の確保が可能か

①主に市町村有林、地元産材を伐採して利用、②主に流通材を利用する方法があり、都道府県林政部局等に相談しながら、地域の事情に応じて見込みが立つかどうか検討する。

※必要な木材の量 目安：約 $0.25 \text{ m}^3/\text{m}^2$ （木造 床材や副材を除く）

・コストの検討

コストが予算の範囲内に納められそうか、大まかに検討する。

※ 木造学校施設の建設工事費について、この工夫事例集で取り上げた事例の実績では、172～394 千円 / m^2 である（P167～168 参照）。地域の実情や設計内容等に応じて異なるが、木材調達や設計を工夫して行うことにより、コストを抑えることは可能である（P95～132 参照）。

※ 準耐火建築物にする場合には、コストを更に要することとなる。また、耐火建築物については、木造で建設された学校施設の例はまだ見られないが、技術的には可能である。ただし、現時点では、設計、工事に多大なコストと時間を要する。

内装木質化するための条件

・一定量の木材の確保が可能か

内装木質化の場合、流通材で対応可能な場合が多い。都道府県林政部局等に相談しながら、地域の事情に応じて見込みが立つかどうか検討する。

※必要な木材の量 目安：約 $0.03 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (RC 造の木質内装分)

・コストの検討

コストを検討するに当たって、内装として木材を使用する部位は、床、壁、天井、建具などがあり、そのコストは、全体の木材使用量、樹種、等級や施工方法によって大きく違ってくる。目安として、以下を紹介する。

資料：「あたたかみとうるおいのある木の学校 早わかり木の学校」(平成 19 年 12 月文部科学省)をもとに作成

■床

一般に、教室やオープンスペースなどは木質フローリングやカーペットが、廊下や階段などはビニル床シートや木質フローリングが、コンピュータ室や視聴覚教室などはタイルカーペットが用いられている。

通常、教室の床に用いられる木質フローリングの単価は 6,000～7,000 円/ m^2 程度で、ビニル床シートの単価が 1,800～2,000 円/ m^2 、タイルカーペットの単価が 2,500～4,500 円/ m^2 程度である。



福井県越前市立白山小学校・床、壁の木質化

■壁

一般に、コンクリートに直接、または石膏ボードを張った上に E P 塗装と言われる塗装がなされている。石膏ボードの単価は 1,200 円/ m^2 、E P 塗装の単価は 1,100 円/ m^2 程度である。

一方、木材を使用する場合の材料費は、スギでは 2,000～2,500 円/ m^2 程度、ヒノキでは 3,000～3,500 円/ m^2 、アカマツでは、2,500～3,000 円/ m^2 程度である。シナ合板では 1,000～1,500 円/ m^2 程度である。また施工費が数千円/ m^2 程度かかる。

吸音性能や掲示が可能な壁仕上げが要求される場合、木材はそれらの性能を有している一方、コンクリート・E P 塗装ではグラスウールマットの上に穴あきボード、掲示パネルなどを必要に応じ付加する必要があり、両者のコストはほぼ同等となる。

なお、仕上げ材の種類に係わらず建築物の室内環境をよくするためには壁に断熱材が必要である。断熱材にはコンクリート打ち込み、後貼りのボード類、ウレタンのような吹き付けタイプがあり、脱フロン製品やスチレンフォームなどの火災時に有毒ガスを放出しない材料選択も重要である。

■天井

一般に、化粧石膏ボードや吸音性を考慮する場合、岩綿吸音板が用いられており、その単価は前者が 1,000 円/ m^2 程度、後者が 2,000～4,000 円/ m^2 程度である。木材の材料費は、ほぼ壁材と同様であるが施工費は多少割増しになる。一方、天井を木の格子天井としたり、綿状に木を取りつけることなどにより、木の効果を得つつコストを抑える工夫が行われている。



東京都稲城市立若葉台小学校・木質格子天井

■建具

通常、学校でよく使われるポリ合板フラッシュドアの価格は、30,000～50,000 円/本程度が標準である。木製の建具は、デザイン、樹種や等級、無垢材か突き板かにより大きく違ってくるが、70,000～100,000 円/本程度になるので、概ね 2 倍程度のコスト差がある。しかしながら、制作しやすいシンプルなデザインにしたり、デザイン・サイズなどの種類を統一するなど、1 種類当たり本数を多くするなどにより、単価を抑えることも可能である。

防火上の法規制（耐火建築物、準耐火建築物等）

木造学校施設の基本設計を検討する中で、安全面は大きなウエイトを占める。ここでは必要な防火上の法規制を紹介する。

以下の①～③は、「木造建築のすすめ」（一般社団法人木を活かす建築推進協議会）をもとに作成

(http://www.kiwoikasu.or.jp/gi_jyutsu/susume.pdf)

※小中学校、幼稚園、保育所、事務所、宿泊施設等、用途別の防火上の要件、内装制限などが、わかりやすく紹介されている。

①建築物の防火上の要件

【学校の場合（幼稚園を除く）】

学校は、建築基準法27条による特殊建築物である。建築基準法により、階数や床面積の規模に応じた耐火性能が求められる一方で、学校教育法の設置基準によって必要最低床面積も規定されている。そのため、児童数、生徒数によっては耐火建築物や準耐火建築物しか建設できない場合もある。

建築物の防火上の要件は、3階以上の階を学校の用途に供するかどうか、延べ面積 3,000 m²を超えるかどうか、高さ 13m 軒高 9m を超えるかどうか、学校の用途に供する床面積が 2,000 m²以上かどうかによって違ってくる。

延べ面積が 3,000 m²を超える場合は主要構造部を耐火構造とするなどの措置が必要だが、「部分により構造を異にする建築物の棟の解釈について（住防発第 14 号昭和 26 年 3 月 6 日）」に合致するよう分棟することで、主要構造部を木造とすることができる。

なお、学校の用途には内装制限の規定がない。したがって、地階や無窓居室およびその避難経路、火気使用室でなければ、内装に自由に木材を現しで使える。

■建築物の防火上の要件

3階建て以上	耐火建築物				
2階建て	その他の建築物	準耐火建築物 (学校の用途に供する床面積の合計が2,000㎡以上の場合)	①準耐火建築物 (1時間準耐火構造)	準耐火建築物 (1時間準耐火構造)	
1階建て			②その他の建築物 (30分の加熱に耐える防火措置)	(学校の用途に供する床面積の合計が2,000㎡以上の場合)	
高さ	高さ13m以下かつ軒高9m以下		高さ13m超または軒高9m超		—
延べ面積	3,000㎡以下				3,000㎡超

※「その他の建築物」とは、耐火建築物、準耐火建築物以外の建築物のことをいう。

※防火地域・準防火地域に建てる場合は、上表の他に、P41を参照のこと。

※複合用途の建築物とする場合は、上表だけとは限らない。

■内装制限

学校は、特殊建築物の内装制限および建物の規模による内装制限の対象外である。ただし、火気使用室、地階や無窓居室およびその避難経路は内装制限を受ける。

【幼稚園の場合】

幼稚園は、建築基準法上、学校に分類され、法27条による特殊建築物である。建築基準法以外にも学校教育法の幼稚園設置基準（以下「幼」と略す）が定められており、それは、建築基準法における耐火性能に関する規定よりも厳しい規定である。基本的に園舎は2階建て以下を原則としており、保育室、遊戯室および園児の便所は原則として1階に設けなければならない。ただし耐火建築物とすれば2階に設けることができる。

なお、幼稚園の用途には内装制限の規定がない。したがって、地階や無窓居室およびその避難経路、火気使用室でなければ、内装に自由に木材を現しで使える。

■建築物の耐火上の要件

3階建て以上	（園舎は原則2階建て以下。3階以上を保育室、遊戯室および便所に供することはない（幼8条））				
2階建て	（2階を保育室、遊戯室および便所に供する場合、耐火建築物＋避難施設（幼8条））				
1階建て	その他の建築物	準耐火建築物 （幼稚園の用途に供する床面積の合計が2,000㎡以上の場合）	①準耐火建築物 （1時間準耐火構造） ②その他の建築物 （30分の加熱に耐える防火措置）	準耐火建築物 （幼稚園の用途に供する床面積の合計が2,000㎡以上の場合）	耐火建築物
高さ	高さ13m以下かつ軒高9m以下		高さ13m超または軒高9m超		—
延べ面積	3,000㎡以下				3,000㎡超

※2階建てで2階を保健室、遊技室及び園児の便所に供しない場合は、耐火建築物にする必要がない。

※「その他の建築物」とは、耐火建築物、準耐火建築物以外の建築物のことをいう。

※複合用途の建築物とする場合は、上表だけとは限らない。

※防火地域・準防火地域に建てる場合は、上表の他に、P41を参照のこと。

※「避難施設」とは、例えば、バルコニー、避難用滑り台など。

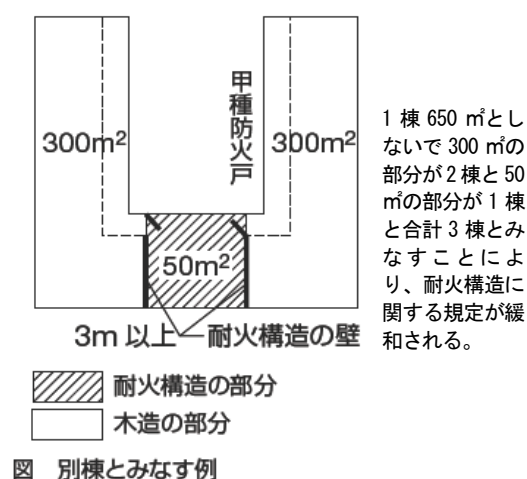
■内装制限

幼稚園は、特殊建築物の内装制限および建物の規模による内装制限の対象外である。ただし、火気使用室、地階や無窓居室およびその避難経路は内装制限を受ける。

②建築物の規模による防火のための制限

■別棟解釈により面積制限を回避

住宅局建築防災課長通達「部分により構造を異にする建築物の棟の解釈について」（住防発第14号 昭和26年3月6日）では、主要構造部を耐火構造とした建築物の部分と主要構造部の全部または一部を木造とした建築物の部分とが相接して一連になっている場合（上下に接続する場合を除く）は、構造的に別棟とみなすことができ、建築物の一棟の延べ面積の規模に応じて適用される規定の運用にあたり、それぞれの建築物の部分の別棟のものと解釈できる。なお、この通達は廃止の手続きは行われておらず、技術的な助言として引き続き有効であると、住宅局建築指導課長より各都道府県建築主務部長宛に通知されている。（国住指第2391号 平成20年9月30日）



③防火のための地域区分と制限

市街地における火災の危険を防ぐために、都市計画によって、地域を限って「防火地域」や「準防火地域」が指定されている（都市計画法9条20項）。

建築基準法では、これらの地域区分に応じた階数や規模を定め、建築物の構造を制限している。またその他に、特定行政庁（市町村に建築主事のいる市町村長、いない場合は都道府県知事）が、屋根からの火の粉による延焼を防止するために、「22条区域」を指定している。



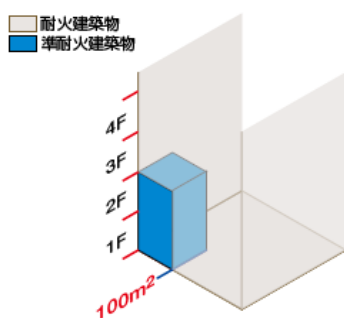
防火地域 都市機能が集中している地域で、都市の中心市街地や幹線道路沿いの商業・業務地区など

準防火地域 防火地域の周辺の商業地域や業務地区および居住地区など

22条区域 防火・準防火地域以外の市街地の区域など

■防火地域内の制限(法61条)

防火地域では、2階建以下で延べ面積が100m²以内のものであれば準耐火建築物の木造とすることができますが、それ以外は耐火建築物としなければなりません。



■準防火地域内の制限(法62条)

準防火地域では、2階建以下で延べ面積が500m²以下のものであれば、耐火・準耐火建築物以外の木造とすることができます。

また、耐火・準耐火建築物以外の木造建築物であっても延べ面積が500m²以下であれば、一定の防火措置を行うことにより3階建てとすることができます。（令136条の2）

木造準耐火建築物であれば、3階建以下で、延べ面積が1,500m²以下のものが建てられます。

■22条区域の制限(法22条)

22条区域では屋根不燃と外壁の延焼のおそれのある部分を準防火性能とすること等が求められます。

以下の①、②は、「あたたかみとうるおいのある木の学校 早わかり木の学校」（平成19年12月文部科学省）をもとに作成

①部材断面による対応（燃え代設計の例）

木材は鋼材に比べ火災時の加熱による強度の低下が穏やかである。また、木材は燃えると表面に炭化層をつくり、酸素供給を絶ってそれ以上の炭化を遅らせる性質がある。よって、火災発生後もある程度構造を維持し続け、避難のための時間をかせぐことが可能である。

この性質に着目して部材断面を決定することを燃え代（もえしろ）設計と呼んでいる。これは構造耐力上主要な部分である柱や梁に着火して断面が一部欠損した後でも、鉛直支持能力を保持できるように燃え代を見込んだ断面とするものである。敷地の防火地域・準防火地域指定の有無や建築物の規模などにより、建築物を耐火建築物や準耐火建築物にすることが求められるが、燃え代設計を行うことにより、木造建築物を準耐火建築物とすることが可能である。なお、従来は大断面集成材にのみ限定されていたが、平成16年の告示改正で製材への適用も可能となった。

燃え代は表1のように規定されている。例えば、部材の4面が露出した製材の柱断面が、構造耐力上12cm×12cm必要だったとすると、表1から準耐火構造における製材の燃え代寸法は4.5cmとなる。4面それぞれにこの寸法を加算すると、実際の柱断面としては21cm×21cmということになる。

ただし、燃え代設計は燃え止まりを確認しないので、火災が終了するまで火災に耐えなければならない耐火建築物および耐火構造には適用できない。

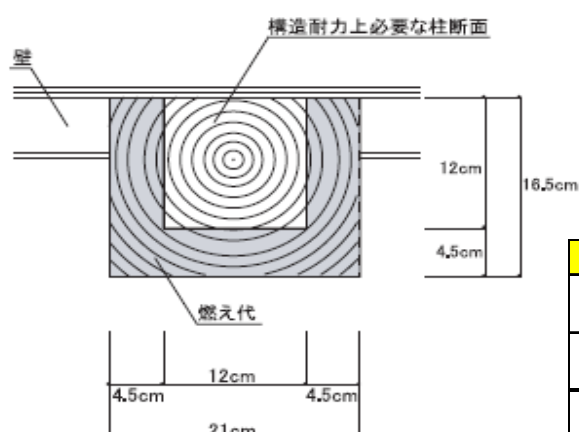


図1 燃え代設計の例（山辺 豊彦）

耐火構造種別	関係法令	集成材	製材
大規模木造建築物	昭和62年建設省告示第1901、1902号	2.5cm	3.0cm
準耐火構造	平成12年建設省告示第1358号	3.5cm	4.5cm
1時間準耐火構造	平成12年建設省告示第1380号	4.5cm	6.0cm

表1 燃え代一覧表（山辺豊彦）

②防火区画による対応

一般に、延べ面積が1,000㎡を超える建築物は、火災による延焼を食い止めるため、1,000㎡以内ごとに、防火壁によって区画することが求められる。

1,000㎡を超える施設を計画する場合は、次のような方法により、防火区画がなされている。

- ① 防火壁を設けて防火区画を行う。
- ② 防火壁の設置が必要ない面積ごとに建築物を分けて、オープンな渡り廊下で繋ぐ分棟配置とする。
- ③ 防火壁の代わりに階段室などを鉄筋コンクリート造として配置して区画を行う。
- ④ 耐火建築物または準耐火建築物とする。

※耐火・準耐火建築物にした場合、防火壁による区画は必要なく、通常時はオープンな空間とできる。火災時には、それぞれ一定面積ごとに区画できるように防火シャッターなどを設けなければならない。



事業を進める上での留意点

- 木材を活用して学校施設を整備する際には、何を目的として木材を利用するのかを明確にし、関係者の共通理解を図ることから始めることが重要である。
- 地域の森林資源、木材産業の実情等に応じ、関係者と十分に連携しながら事業を進める。
- 木材の材料（製材品／集成材）、品質、規格や、地域の木材産業の状況、適材適所を考慮した木材の使用箇所等について、関係者の合意形成を図りながら進める。
- 特に木造施設の建設の場合、木材の確保方法には、市町村有林の伐採、地元の森林伐採、流通材の利用がある。できるだけ早期に設計の中で必要な木材数量を把握し、関係者と連携して木材調達の準備を進めるとともに、伐採・製材・乾燥期間を考慮して事業スケジュールを設定する。

基本的に、上記の点に留意すれば、木造施設や内装木質化の事業を進めることができる。

<事業の各段階における留意点>

事業の各段階では、検討委員会・部会を活用しながら、以下の点について留意して検討を進める必要がある。（P28においても、検討委員会等について紹介。）

検討の初期段階

- ・ **木材利用の目的、学校施設計画のコンセプト等の共有**：関係者間で十分な共通理解を図る。
- ・ **環境教育への活用**：児童生徒、地域住民等の環境教育にどのように活用するか検討する。
- ・ **事業スケジュールの設定**：木材の伐採・製材・乾燥期間を考慮して検討する。地域の製材、集成材工場の状況など、地域の木材産業の状況も考慮する。伐採時期は、一般的に樹木が地中の水分を多く吸い上げる季節（春～秋）を避け、秋から冬に伐採する方が望ましい。
- ・ **発注方法の検討**：地域の木材産業の状況や木材の流通量に応じ、発注方法を決定する。木造施設の場合、流通材が多く出回っている場合は、材料調達と工事の一括発注方式（RC造と同様の発注方式）が可能である。また、市町村有林を利用する場合や、流通材で調達できない場合は、材工分離発注方式も採用されている。

プロポーザル 基本設計・実施設計段階

- ・ **関係者の連携**：地域の実情等に応じ、十分に連携して進める。（関係者間の合意形成：P30～31参照）
- ・ **設計事務所の選定**：地元の事務所や、木造建築に実績のある事務所から選定することが考えられる。
- ・ **木材の材料（製材品／集成材）、品質、規格や、木材の調達方法、木材の種類・使用箇所、構造・架溝形式等の検討**：地域の森林資源、木材産業の状況等を踏まえ、十分に検討する。木材の調達方法については、都道府県林政部局等から情報を得ることも有効。また、早い時期から意匠設計と構造設計の密な打ち合わせを行い、構造・架溝計画を立案し、設計方針を決定して、確認することが必要である。（構造・架溝形式の選択：P47～50参照）
- ・ **適材適所な木材利用**：部材の寸法、強度、コスト等を考慮して、適材適所で市町村有林や、その他の木材（近隣の木材、流通材等）の使用、製材品・集成材の使用を検討し、適材適所を考慮して仕様書を作成する。地元産にこだわり過ぎずに、より広い範囲から調達を検討することにより、設計の幅を

広げるとともに、コストの抑制、事業期間の短縮につなげることができる。

- ・ **木材の調達量**：発注者、設計者、地域の木材関係者などにより、設計段階から十分に連携する。
- ・ **コストの検討**：木材調達費、工事費について、予算に見合うよう設計内容等を検討する。
(コストを抑えるための設計上の工夫：P95～132参照)
- ・ **完成後の維持管理に留意した設計**：維持管理の手間が少なく、傷みやすい箇所は補修や取り換えがしやすいよう設計に配慮する。
(維持管理に配慮した設計：P106、129～132参照)

伐採、乾燥、製材、加工等

工事

- ・ **伐採量の検討**：地域の森林を伐採して調達する場合、できるだけ早期に設計の中で、必要な木材量を把握する必要がある。節の状態や施工時に出る端材部分や材寸不足などで全ての木材を使えない場合があることを念頭に、多めに伐採する必要があることなどに留意する。
- ・ **木材の品質・強度の確保**：JAS規格材、県の認証制度による認証材を利用したり、地元の市町村有林を伐採する場合は、JASの製材工場や試験研究機関等において品質・強度の確認を行う。なお、品質、規格や、適材適所を考慮した木材の使用箇所等について、事前に関係者の合意形成を図ることにより、自然素材として、ハネる率を少なくすることもコスト低減に必要である。
(JAS規格：P53～55参照)

補助のスケジュール

～文部科学省の補助制度～

<木造で計画する際の補助制度>

- ① **不足する施設の新築・増築、学校統合のための新築**：公立学校施設整備費国庫負担金による申請が可能。木造施設の整備に当たり、木造の調達や乾燥などで工事期間を確保する必要がある場合は、国庫債務負担行為による2ヵ年の事業として申請することが可能。
- ② **改築事業、武道場を新たに建設する事業等**：安全・安心な学校づくり交付金による申請が可能。工事期間が複数年にわたる場合は、事業年度ごとに工期を分割して施設整備計画に計上することで、年度ごとに国庫補助を受けることが可能。
※不足する施設の増築と改築を合わせて実施する場合、①、②を組み合わせることも可能。

<内装に木材を活用する際の補助制度>

- ① **大規模改築事業（学校建物の内外装の模様替えや用途変更を行う事業）**：安全・安心な学校づくり交付金による申請が可能。工事期間が複数年にわたる場合は、事業年度ごとに工期を分割して施設整備計画に計上することで、年度ごとに国庫補助を受けることが可能。

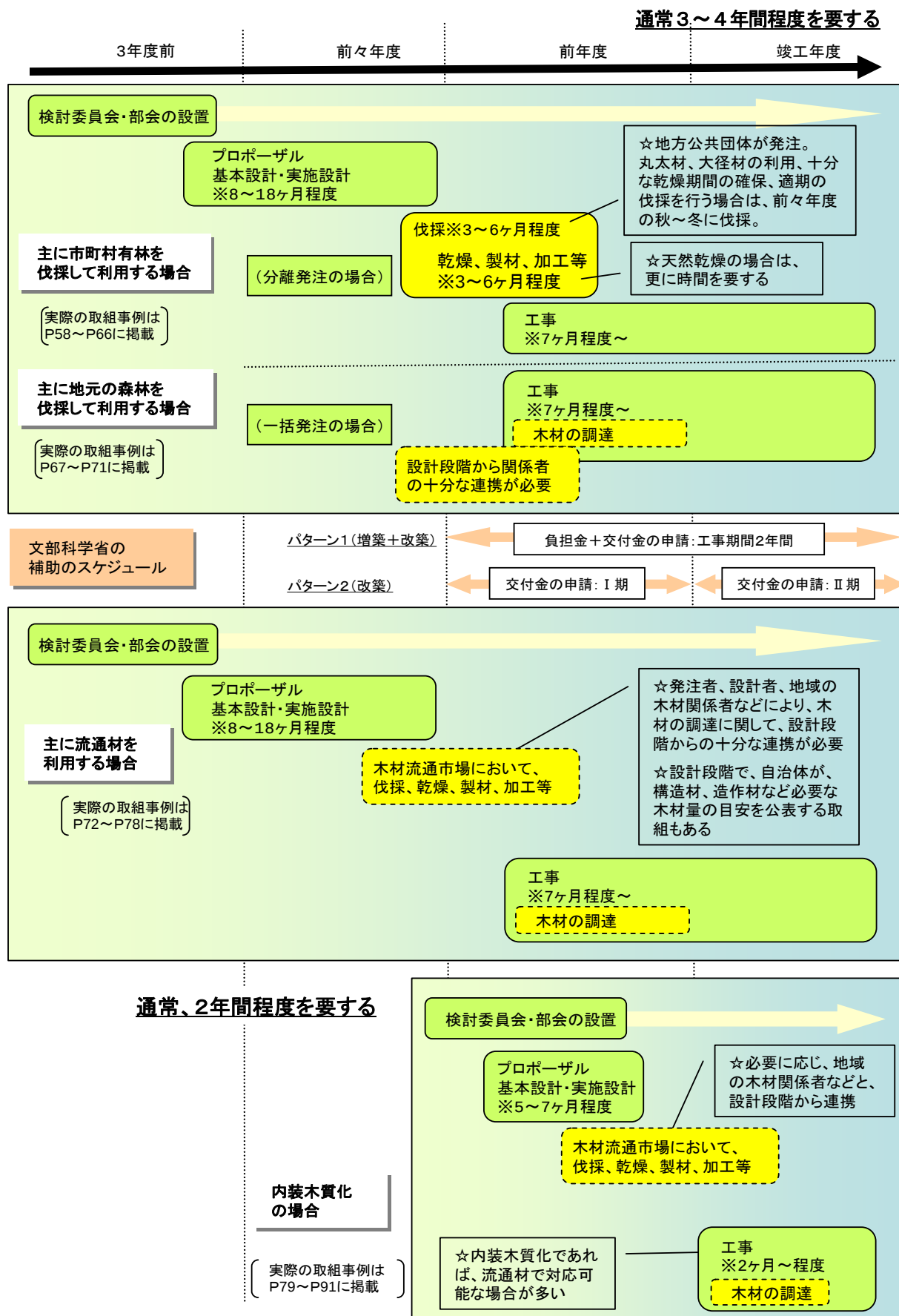
～林野庁の補助制度～

- ・ **地域材を利用した学校施設の内装木質化、武道場等の木造施設の建設**：森林・林業・木材産業づくり交付金（木造公共施設整備）による申請が可能。都道府県が計画主体となることから、事業実施の前年度には都道府県が事業計画を取りまとめ提出。原則として、交付決定通知を受けたあと事業着手、単年度で事業完了。

※内装木質化の補助について、文部科学省の補助制度と重複して補助を受けることはできない。内装木質化に係る事業とそれ以外の事業を、明確に区分するとともに、両省庁の補助のスケジュール、手続きに基づいて進める必要がある。

＜事業スケジュールの目安＞

伐採・乾燥・製材・加工期間等を見込むと木造化の場合は通常3～4年間程度、内装木質化の場合は2年間程度を要する。



<主な木質材料>

製材、集成材、合板等の主な特徴を紹介する。

名称	概要／主な用途	
製材品、無垢材	・素材(丸太・原木)を鋸挽きした木材製品、「挽き材」 ・土台、柱、梁、桁等の建築用、家具・建具、土木、輸送・梱包	
集成材	・ひき板又は小角材等をその繊維方向を互いに平行にして厚さ、幅、長さの方向に集成接着したもの、自由な断面寸法や形状をつくることができる ・大断面のものをつくることから、大空間を必要とする場合に採用されることが多い ・土台、柱、梁、桁等	
合板	・原則として単板を3枚以上繊維方向が直行するように接着したもの ・構造用（床、屋根、壁等の下地材）、コンクリート型枠用、化粧用、家具用	
LVL (単板積層材)	・単板をその繊維方向が平行になるようにを積層接着したもの ・構造用（土台、柱、梁、桁等）、造作用（家具の枠材、ドアの枠・芯材、窓枠等）	
OSB (配向性ストランドボード)	・ストランドとよばれる繊維方向に細長い木材の削片を原料とし、表裏層の削片の繊維方向が概ね一定方向になるよう配置し樹脂接着剤を用いて熱圧成型したもの ・構造用（床、屋根、壁等の下地材）、家具用、掲示板	

＜構造・架構形式の選択＞

学校施設は比較的大きな空間を必要とする建物で、体育館のように大空間を要するものもあるなど、その規模には幅があり、要求・優先される性能やかけられるコストも一様ではない。また、複数の材料を組み合わせた構造を採用する例が多く見られる。構法・架構形式の選択は、性能やコストをはじめとしてデザイン、材料の都合など多様な要因を考慮して決定する。

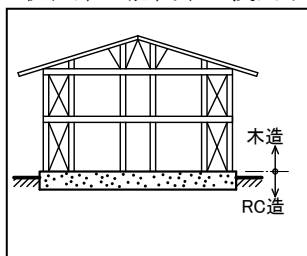
【校舎棟】

建築物に使用される主な構造材料の特徴および学校施設に必要とされる空間を確保するために、考えられる構造・架構形式について解説する。

■純木造

基礎以外を全て木造とする場合は、通常の柱と梁の軸組だけでは柱断面が過大になる傾向がある。したがって、組立柱を採用したり、壁面に斜材を設けたりする必要がある。

- ・秋田県 能代市立浅内小学校

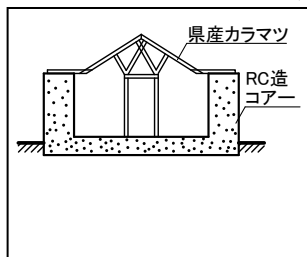


能代市は木材の町で、7校の木造校舎の実績がある。地域材による集成材と製材品の組合せで、接合部には金物を使用している。そのほか工事を設計内容や工事内容に応じて可能な限り分離発注することで、地元企業の技術者の育成にも配慮されている。

■平面的な混合構造

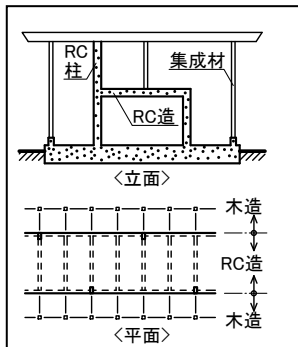
原則として木造部分は鉛直荷重のみを負担し、鉄筋コンクリート造部分に全水平力を負担させる構造である。この構造の場合は、木造部分の床および屋根面の水平剛性と、木造と鉄筋コンクリート造との接合強度が重要になる。

- ・RC サイドコア形式の混合構造 長野県 稲荷山養護学校



階段や便所、機械室などをRC造とし、このコアを繋ぐように木造の架構を設置する形式である。この例では、RC造コアを設置し、各棟ごとに地震力や風圧力の大半を負担させる計画となっている。長野県の代表的な樹種であるカラマツを中心に使用し、合板充複梁や重ね梁といった架構の工夫が見られる。

- ・RC インサイドコア形式の混合構造 奈良県 宇陀市立菟田野小学校

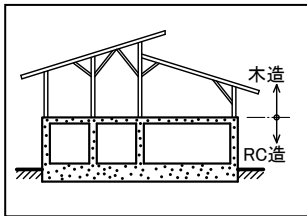


集成材を鉛直荷重の支持材、RCを水平力に対する抵抗部材として構造計画がなされている。この例は、RC造コアを集成材架構で覆う形になっている点特徴的である。RC造は遮音性への配慮も兼ねている。また、地場産の丸太材を柱に使用したり、内装材にも地場の木材を多用している。

■立面的な混合構造

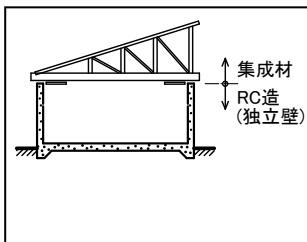
学校建築に最も多用されているのが、立上り部分までを鉄筋コンクリート造とした立面的な混合構造である。外周部を鉄筋コンクリート造とすれば、木造部は一般的な納まりとすることができる。平面的な混合構造と同様に、屋根面の水平剛性と、木造部と鉄筋コンクリート造の接合強度が重要になる。

- ・ 1 階を RC 造、2 階を木造とした混合構造 秋田県立横手清陵学院中学校・高等学校



最深積雪量が2 mという多雪地域で、国産のカラマツ集成材を使用した方杖形式のラーメン架構である。木材が露出となる部分では燃え代設計を行い、部材断面を決定している。2階床までをRC造とすることで、上下階の遮音性に配慮している。

- ・ 屋根架構のみを木造とした混合構造 千葉県 南房総市立七浦小学校



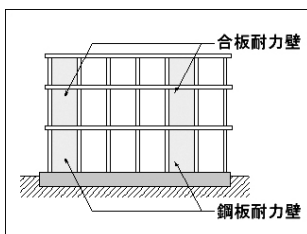
外周架構をRC造として自立させ、内部支柱と屋根架構を木造とする計画で、最も多く見られる混合構造の形式である。この例の場合は台風対策やシロアリなどに対する維持管理の面から採用されている。

部分的に鉄筋コンクリート造を導入するなど、混合構造にすることは、耐火・防火に関する建築基準法の規制への適合や遮音性・開放性の確保、水平力に対する抵抗などの課題を解決しやすく、設計の幅を広げることができる。そのため、比較的規模の大きい建物にも用いられる。(P99 参照)

■部材レベルの混合構造

一般的な混合構造として、単独の構造形式（RC造、S造、木造）の複合した事例を紹介してきたが、ここでは部材レベルの混合構造の例として、合板耐力壁と鋼板耐力壁の混合構造の設計例を紹介する。この場合、異種構造の部材間の接合部分における応力の伝達に注意する必要がある。

- ・ 遮音性の確保、壁の配置を抑えるための合板耐力壁＋鋼板耐力壁の混合構造 岐阜県高山市立中山中学校



1・2階とも木造とし、2階床の遮音性確保のため、穴あきプレキャストコンクリート版（スパンクリート）を設置した。このため、床の重量が大きくなり、1階の地震力が通常の木造建物に比べ大きくなった。鋼製ブレースでは、ブレース自体の耐力は高いが、木造の梁・柱との接合部に力が集中し十分な耐力の確保が難しい。そこで、鋼板耐力壁を採用し、周囲の梁・柱にラグスクリュー接合したCT材に鋼板をボルト接合して、力を分散させるように配慮されている。

【体育館】

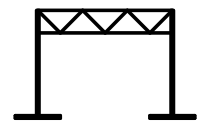
体育館は校舎よりも大空間のため、木材の寸法や強度の特性と合わせ、これに適した架構形式をとる必要がある。様々な形式があり、工夫により新鮮で印象的な空間を生み出すことができる。

最近では、圧縮や曲げが作用する部位は木材を使用し、引張が作用する部位は鉄材を用いるなど、使用材料の複合化を図ることで新たな構造形式が多く見られるようになっている

■トラス架構

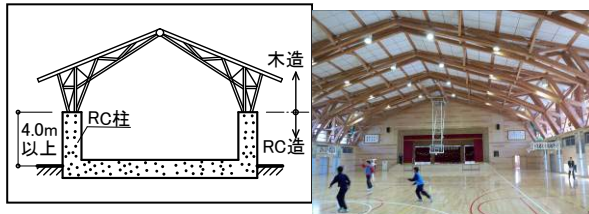
三角形の骨組みを構成すると安定した剛強な構造となる原理を利用したもので、平行な2本の梁を斜材でつないだ平行弦トラス（右図）と、水平梁と登り梁（合掌梁）を束や斜材でつないだ山形トラスがある。

トラス架構を採用する場合は、引張材の接合に注意が必要である。また、トラス梁の支持点となる柱には大きな反力が作用するので、鉄筋コンクリート造や鉄骨造とする例が多く見られる（混合構造）。木造の場合は柱断面を大きくしたり、控え壁を設けたり、トラス柱とするなどの対策が考えられる。



シングルワーレントラス

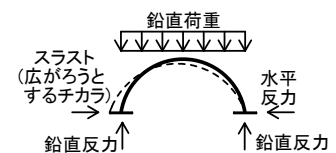
・秋田県 能代市立浅内小学校・体育館



棟部分をピン接合とし、集成材によるトラス架構をダブルに架けている。トラスの脚部はRC造の片持柱で支持し、桁方向にRC造のBOX 梁（箱型梁）を架ける構造計画となっている。

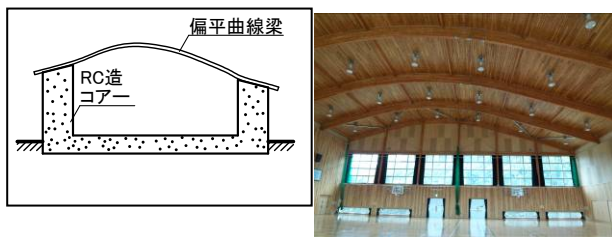
■アーチ架構

梁を円弧状として、外力に対し圧縮力で抵抗する（曲げがほとんど作用しない）構造である。曲線の形状で円弧アーチ、放物線アーチなどと呼ぶ。アーチ構造は、支持点にスラストという水平方向に広がろうとする力が作用するので、この処理方法に注意が必要である。トラスと同様の対策をとったり、テンションバーを設けるなどの対応が考えられる。



アーチ構造の原理

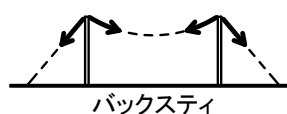
・佐賀県 佐賀市立富士南小学校・体育館



ステージ、玄関、更衣室などをRC 架構として両端部に配置し、長手方向に扁平な曲線の梁を架けている。扁平なアーチ梁の端部に生じる水平方向に広がろうとする力（スラスト）は全てRC 架構で処理される。

■吊架構

ケーブルで吊り上げる構造で、軽い重量で大きなスパンをかけることができるので、橋梁でよく採用されている。ケーブルの端部の止め方や、風・雪などの偏荷重に対する抵抗方法に注意が必要である。



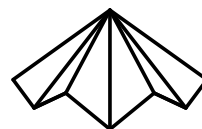
一方吊屋根の例



■折板架構

紙に折目を付けると強くなる原理を応用した構造で、屏風のように折目が平行となる角筒折板のほかに、放射状に折る角錐や多角形折板がある。

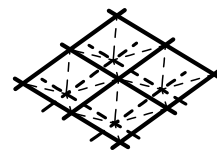
折板架構は折目が広がらないように押えることが重要になる。



八角形折板

■スペースフレーム架構

格子状の梁を2層にして、斜材などで上下の交点どうしを結合した立体構造。接合数が多く加工も複雑になるので、接合部に金属系の接合材を用いて合理化を図ることが一般的である。

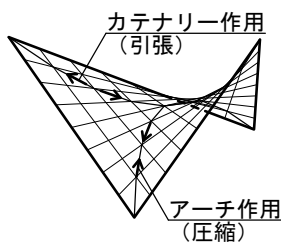


2方向グリッド

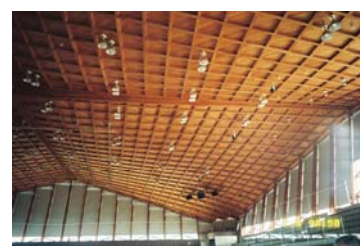
■シェル架構

曲面を構成することで強度を高める構造で、アーチの発展形ともいえる。円錐・球型のドームのほかに、筒型、鞍型など様々な形状がある。

HP シェルは平板の一組の対角線の隅を上げ、他の一組の隅は下げることで曲面を形成するものである。

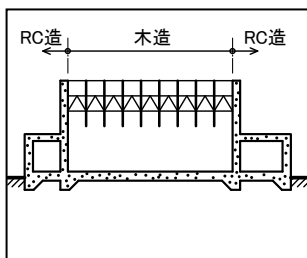


HP シェル



■トラス架構と重ね柱・重ね梁を用いた混合架構

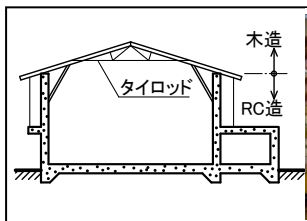
・長野県 稲荷山養護学校・体育館



ステージおよびホワイエ部分をRCコアとして、延焼防止の役割と水平力の大半を負担させている。主架構は長野県産のカラマツ 120mm 角材を接着重ね梁・重ね柱として組立てている。プレカットと手加工を併用し、継手には追掛大栓や金輪などの伝統的な方法も採用されている。

■端部に方杖を用いた架構

・石川県 羽咋市立瑞穂小学校・体育館

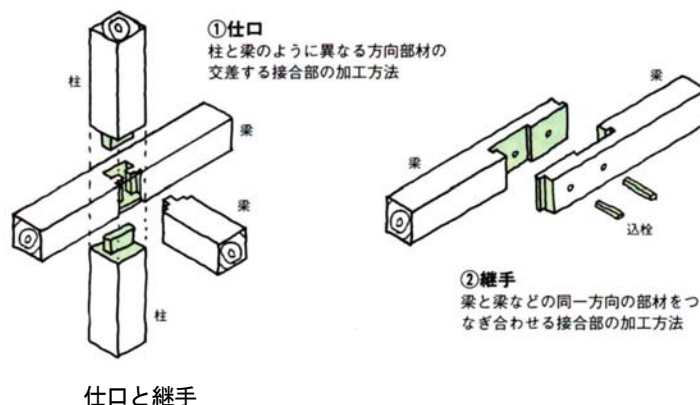


ステージ、玄関、更衣室などをRC架構として両端部に配置し、長手方向に扁平な曲線の梁を架けている。曲線梁の端部に生じるスラストは全てRC架構で処理される。

<接合部の役割と種類>

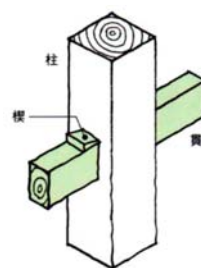
接合部には柱と梁のように、異方向部材の交点となる「仕口」と、梁と梁のように同一方向部材をつなぎ合わせる「継手」がある。

接合方法を大別すると、木材のみで接合する嵌合(かんごう)接合、金物を使用する金物接合、接着剤を使用する接着接合、の3種類に分けられる。



■嵌合接合

木材同士をかみ合わせて、主に「めり込み」で抵抗する接合方法。貫と柱の接合部が代表的で、伝統的な仕口・継手のほとんどがこれに該当する。強度が低く変形しやすいが、大きな変形への追随性が高く、粘り強い。込栓(こみせん)・車知栓(しゃちせん)・楔(くさび)などの接合具を併用することもある。



部材同士をかみ合わせ、木材特有の「めり込み」によって抵抗させる接合方法。強度は弱いに変形能力が高い。

嵌合接合の例

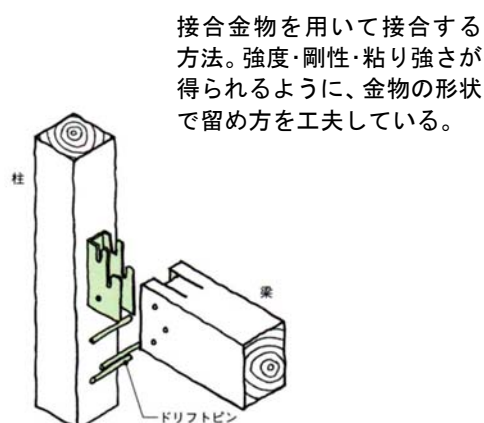
■金物接合

木材同士を突き付けて、金物のみで力を伝達する接合方法と、ホゾや蟻などの伝統的な接合に引きボルトを併用する接合方法の2種類に分けられる。

金物のみの接合は、ボルトやドリフトピンが木材にめり込むことによって荷重を伝達するため、木材の端からの距離を確保する必要がある。

一方、併用タイプは主な荷重の伝達は木材どうしのかみ合わせにより行い、金物は抜け出しを防止するために使用する。

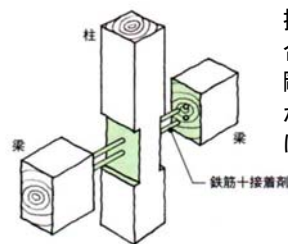
接合金物の種類は多く、様々な開発が行われている。しかし、施工性や意匠性を重視するあまり、構造的に見ると疑問が感じられるものもある。金物は接合部に要求される性能をよく考えた上で選択したい。



金物接合の例

■接着接合

接着剤を用いた接合は、集成材を用いた構法で採用されることがある。接合部に鉄筋を差し込んで、接着剤で木材との接合を行うものが代表的である。この接合方法は高い強度が得られるが、施工管理が難しいので、使用範囲は限定される。



接着剤を用いて接合する方法。強度・剛性は高いが、粘りが少なく変形能力は低い。

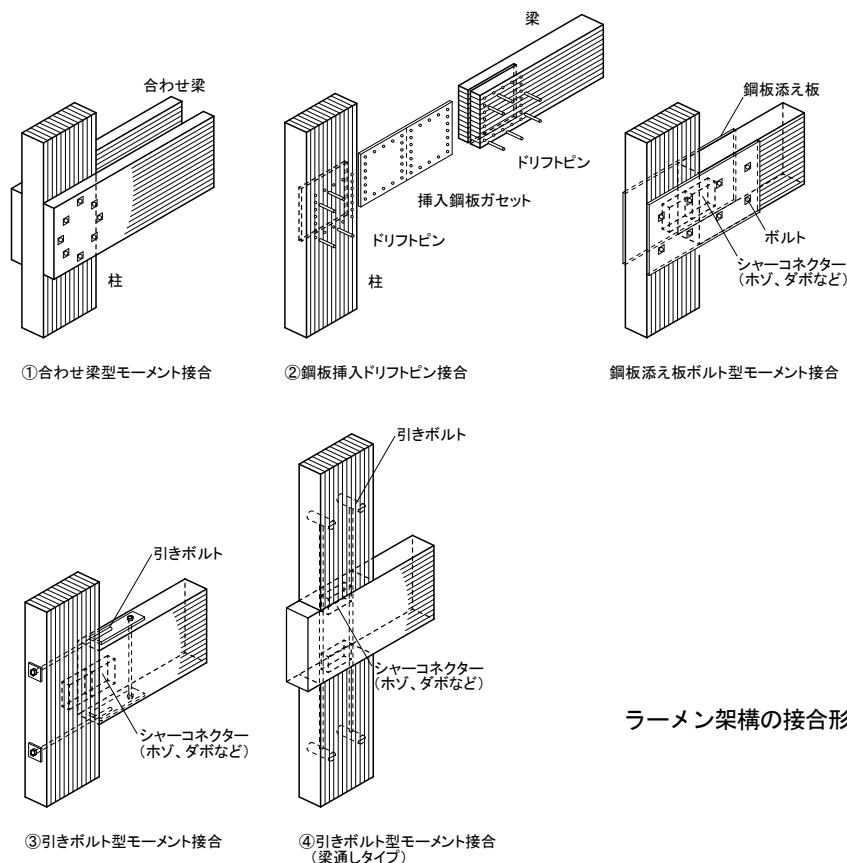
接着接合の例

■ラーメン架構に用いられる接合

ラーメン架構は、方杖や小壁などの補助材で接合部を固める方法と、金物などの接合具を使用して半剛接合する方法がある。ラーメン架構における接合部の効率性、架構性能やコストに直結する重要な役割を担っている。

現在使用されている接合方法を分類すると以下の4タイプがある。

- ①材を重ねてボルトで縫い合わせ曲げ抵抗させる、合わせ梁型モーメント抵抗接合。
- ②材に挿入した鋼板を挿入または側面に添えてドリフトピン及びボルトで接合し、鋼板が曲げ抵抗する、鋼板挿入ドリフトピン接合。また、これを中・大規模ラーメン架構用に改良した鋼板添え板ボルト型モーメント抵抗接合。鋼板が曲げ抵抗する。
- ③引張力に対してはボルトが、圧縮力に対しては柱・梁のめり込みが、せん断力に対しては堅木ダボなどのシャーコネクターがそれぞれ抵抗する、引きボルト型モーメント抵抗接合。
- ④梁通しの場合の引きボルト型モーメント接合で、上下の柱に設置した引きボルトが柱に生じる曲げと軸力に抵抗し、せん断力は柱材にシャーコネクターを取り付けて抵抗する。



ラーメン架構の接合形式

< J A Sによる寸法規格 >

■ J A S（日本農林規格）

日本農林規格は、農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律（J A S 法、1950 年公布）に基づく、農・林・水・畜産物およびその加工品の品質保証の規格である。

■ 製材の寸法と表現方法

J A S では構造用製材の標準寸法を表のように規定している。

木材の断面寸法は、我が国で伝統的に使われてきた尺・寸・分が基になっている。梁や柱は短辺（幅）が 90mm 以上で、長辺（せい）は 1 寸（約 30mm）刻みに増える。根太や垂木、筋かい、貫などの厚みは 15mm 以上で、1 分（約 3mm）刻みとなっている。J A S には 390mm まで規格があるが、木材の流通事情を考えると 360mm を限度とし、設計上は極力 300mm 以下となるように工夫するほうが現実的である。

75mm 以上の正方形断面は正角、長方形断面は平角と呼ばれる。断面形の表示方法は構造設計者の場合、柱なら平面の X 方向を B、Y 方向を D、梁なら水平方向を梁幅 B、鉛直方向を梁せい D として、「B×D」という順で表現する。

設計者によっては立面的に見たときの「見付け×奥行き」というように構造とは逆の表記をする例もあるため、断面方向には注意が必要である。

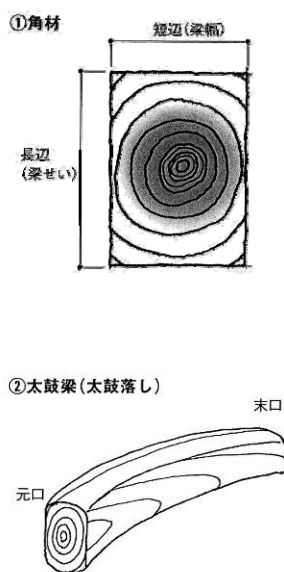
■ 丸太の寸法と表現方法

丸太の側面のみを切り落とし、上端と下端を丸太のままとしたものは太鼓梁、太鼓落しと呼ばれる。これは小屋組などで木材の曲がりを利用した木組みを見せるときなどに使用される。

丸太材や太鼓梁の断面は末口 180φ というように表示する。樹木の根っこ側を元口、先端側を末口という。末口のほうが元口よりも径が細いので、これは断面の最低寸法を指定していることになる。

長さは 1 m 刻みを基本とし、梁材は 4 m が最も多い。これは一般的な木造住宅の間取りを考慮して、2 間（3.64m）まで対応できるようにしたものである。一方、柱は木造住宅の標準的な階高 2.7m を考慮して、管柱用は 3 m、通し柱用は 6 m に製材されることが多い。6 m を超えると特注になり、コストも割高となる。

JASによる構造用製材の標準寸法 | 図



太鼓梁や丸太梁は末口の直径を指定する。
太鼓材の長辺とは、末口の直線 2 辺の短いほうとする

構造用製材の標準寸法（仕上材にあっては規定寸法） | 表

単位：mm

木口の短 辺		木 口 の 長 辺																									
15									90		105	120															
18									90		105	120															
21									90		105	120															
24									90		105	120															
27									90		105	120															
30									90		105	120															
36	36	39	45						60		75																
39		39	45						60		75																
45			39	45					60		75																
60				45	55	60			75		90																
75						60			75		90																
80									75		90																
90									80		90																
100										90																	
105											100		105	120	135	150	180										
120												105	120	135	150	180											
135													120	135	150	180											
150														135	150	180											
180															150	180											
200																180											
210																	200										
240																		210									
270																			240								
300																				270							
																					300						
																						300					
																							300				
																								300			
																									300		
																										300	
																											300

＜JASによる等級区分＞

製材にはJAS規格（2007年8月改定）が定められているが、そこには、①造作用製材、②目視等級区分構造用製材、③機械等級区分構造用製材、④下地用製材、⑤広葉樹製材の5規格がある。このうち、建築物の主要構造部分に使用される製材には②と③が該当する。

■目視等級区分

目視等級区分構造用製材とは、節、丸身などの欠点を目視により等級分けするもので、構造的に要求される性能に応じて3タイプに区分している（次頁の表参照）。

主として高い曲げ性能を必要とする部分に使用するもの（梁・横架材）を甲種構造材、主として圧縮性能を必要とする部分に使用するもの（柱）を乙種構造材とし、甲種構造材については、断面の大きさによって構造用ⅠとⅡの2種類に区分している。ちなみに、構造用Ⅱとは、短辺が36cm以上かつ長辺が90cm以上の材をいい、それ未満の小断面はⅠとなる。

■機械等級区分

機械等級区分構造用製材とは、ヤング係数を測定して、その値により等級分けを行うものである。等級はE50から20刻みでE150までである。また、ヤング係数のほかに、節、集中節、丸身、貫通割れ、目まわり、腐朽に関する規定もある。これらのほかに、保存処理、含水率、寸法誤差、表示項目なども規定されている。さらに、従来は造作用製材で定められていた材面の美観の表示（四方無節、上小節など）も、構造用製材に適用されている。

含水率表示は人工乾燥材のみで、自然乾燥材は対象外となる。仕上材は15%以下(SD15)と20%以下(SD20)、未仕上材はD15、D20、D25（25%以下）に区分される。

■JAS規格品の選択について

木構造の建築設計において、主要構造材に製材品を使用するためには、樹種別に規定されている基準強度を用いて計算することとなっている。製材品の基準強度はJAS規格品とJAS規格以外の製品についても国土交通省告示で与えられており、実際の建物においては、必ずしもJAS規格品である必要はない。

ただし、製材をJAS規格品に限定している地方公共団体も多く、またJAS規格品でない場合は基準強度値が低めに設定されていることから工夫が必要であり、断面寸法に余裕がない場合はこれに準じた品質管理が必要である。各地域の認証材で品質基準を定めているものもあるので、これを活用することも一つの方法である。

また、木材は目視により使い分ける能力も必要である。ある部材について強度が足りないものでも、他の構造部材や羽柄材※での活用が考えられ、有効活用によりコストを下げていく努力も大切である。

※羽柄材：端柄材とも書く。構造材に用いられる角材以外の製材品で、板類、敷居などの造作に用いられる木材の総称。