

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



木 あたたかみとうるおいのある の学校
早わかり木の学校

はじめに

学校施設は、子どもたちの学習の場であると同時に生活の場でもあります。子どもたちの健やかな成長・発達を促し、豊かな人間性をはぐくむとともに、子どもたちの学習をより充実したものとするため、豊かな教育環境を整備することは極めて大切なことです。

木は、感触の柔らかさ、あたたかさ、高い吸湿性などの性質を持つことから、あたたかみと潤いのある学習・生活環境を実現するうえで大きな効果が期待できます。また、シックハウス症候群対策としても、天然素材である木を内装などに使用することは有効とされています。さらに、我が国の伝統的な建築材料である木材を学校施設や家具に活用することは、地場産業や地域の伝統技術を活かすことにつながり、地域の特色に応じた教育活動を行うという観点からも非常に意義のあることと考えます。

一方、平成19年2月から政府が一体となり、適切な森林整備・保全、国産材利用などを目的として「美しい森林づくり推進国民運動」が展開されるなど、各般から一層の木材使用の要請がなされているところです。

文部科学省では、従来から学校施設や家具への積極的な木材活用の指導などを行ってきたところですが、学校設置者である地方公共団体や設計に携わる設計事務所などから「木のよさは理解しつつも、防火・耐火、耐震性などの制約や大量の木材調達などの課題から、木を活用することに躊躇してしまう。」といった意見も聞かれます。

これらの状況を踏まえ、木を活用した学校施設整備に関する手引書を作成するための調査研究を平成18年度から社団法人文教施設協会に委嘱し、このたび本調査研究の成果報告を受けたことから、これをもとに「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」を刊行することとした次第です。

本書は、計画から建設後のメンテナンスまで、木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、木の活用に際する課題の解決に参考となる内容となっています。関係者の方々には、既に刊行している事例集とともに本書を有効に活用し、学校施設の質的な向上に役立てていただければ幸いです。

平成19年12月

文部科学省大臣官房文教施設企画部長
舌 津 一 良

発刊によせて

木の学校づくりのすすめ

戦後の鉄筋コンクリート造標準校舎は不燃化と同時に、非木造化を大きな目標としていました。即ち木を使わないことにより、戦時に疲弊した地域の山林、国土の回復保全を図ろうとしたのです。関係者の努力により、戦後鋭意植林した木が、昭和50年代後半から用材として適齢期を迎え、木の使用が社会的に求められるようになりました。昭和60年代に文部省は、学校建設について、木材を使用する場合の補助基準面積の緩和、木造校舎の基準単価の引き上げを相次いで行うとともに、木造校舎の普及のための調査研究が実施され、木の使用を促進するための施策が重ねられてきました。その結果、徐々に木造校舎は増えており、鉄筋コンクリート造であっても木造の架構や内装に木材が活用され、また木製家具に至るまで、現在では木の用い方やデザインなどの面でも多様な事例が見られるようになってきました。

学校施設における木の活用は、総合的な幅広い意味を持っています。子どもたちの心身の成長の場として、健康や快適性などについて木の持つ優れた特性、地域経済の活性化、森林や里山の保全、地域景観の継承、地球環境にやさしい循環材料であること、二酸化炭素の固定効果による京都議定書の目標達成への貢献などがあげられます。既存校舎の補強・改修の際にも、内装などに木をうまく用いることは学校環境の改善・向上に大きな効果があります。

一方、学校施設は住宅などと比べて大空間を必要とする建築であり、また一時に大量の木材を必要とします。構造・構法の選定や技術の開発のほか、コスト調整、木材調達・乾燥・施工にわたる工期の確保や法規への適応など、実際に木を使った学校づくりは、木ならではの工夫や配慮が求められる点も少なくありません。

その実現のためには、はじめに木を使うことの意義や課題について学校や地域の関係者間で十分に共通理解を図ることが大切です。森林管理署、森林組合、材木業界などとの連携を構想段階から図ることが求められます。これら学校づくりに関係する人々が協力し、地域の力を結集することが必要です。

その結果としてできあがる木の学校施設が人々にもたらす喜びや効果は大きいことでしょう。それは長い間大事に使われ続けることにつながります。大きな意義を考えれば、単なる学校建設の枠を超え、地域づくりの観点で木の学校づくりに取り組むことが期待されます。

本書は、木を活用した学校づくりの考え方や留意点をまとめた手引書です。木の活用についての情報やノウハウの不足から、これまで躊躇されていた設置者の背中を押すものになることを願っています。

平成19年12月

木材を活用した学校施設に関する調査研究委員会 主査
東洋大学工学部教授 長澤 悟

目次

はじめに	文部科学省大臣官房文教施設企画部長 舌津 一良	4
発刊に寄せて	「木の学校づくりのすすめ」 東洋大学工学部教授 長澤 悟	5
本書の使い方		8

第1章 木の活用の効果と意義

第1節 木の魅力	第3節 地域の風土、文化との調和	
人の感覚に添う木の特性	地域の風土、景観、地域文化などへの配慮	24
健康空間を形成する木の特性	学校づくりにおける地域住民の参加	24
まとめ	学校建設と地場産業などの関わり	25
第2節 教育的効果の向上	第4節 環境への配慮	
教育活動への効果	環境を考慮した学校づくり	26
心理・情緒面への効果	木の利用による環境負荷低減	29
健康・安全への効果	国産材利用による環境負荷低減への効果	30
木を生かした学習		
木を活かしたスペース		
木を活用した家具		

第2章 木の活用のQ&A

【共通編】

第1節 計画方針の立て方

Q 1 木を活用した学校づくりは、どのような学習環境上の効果を期待して計画を立てればよいですか？	32
Q 2 木を活用した学校づくりは、室内環境の改善にどのような効果が期待できますか？	34
Q 3 木を活用した学校づくりは、地域づくりとどう関わりますか？	35
Q 4 木を活用した学校づくりは、地球環境問題に対してどのような意義があると考えればよいですか？	36
Q 5 木を活用した学校づくりを進めるためには、建設コストをどのように考えて事業計画を立てればよいですか？	36

第2節 計画の進め方

Q 6 新增改築の計画を立てる際、どのようなことに留意すればよいですか？	38
Q 7 改修の計画を立てる際、どのようなことに留意すればよいですか？	39
Q 8 木の学校づくりは、どのような体制で進めていけばよいですか？	40
Q 9 木の学校づくりにおいて、学校設置者として、どのようなことを設計者に求めればよいですか？	43
Q 10 木造にする際的设计・施工監理について、どのようなことに留意する必要がありますか？	44
Q 11 地域の木材を使用するにはどのような配慮が必要ですか？	46
Q 12 シックハウス症候群に対し、木材は安全ですか？注意すべきことはありますか？	46
Q 13 計画スケジュールを定めるにあたって、どのような留意点がありますか？	48

第3節 木材の確保

Q 14 木材の流通はどのような形態がありますか？	50
Q 15 地域材、外材などその種類によりコストはどれくらい違いますか？	51
Q 16 木材を調達するにはどのようにすればよいですか？	51
Q 17 木材の樹種によって使用できる箇所は違いますか？	52

第4節 維持管理

Q 18 木材の耐久性はどのくらいありますか？	55
Q 19 どうすれば木をきれいに長持ちさせることができますか？	57
Q 20 木材を使用した場合の維持コストはどのように考えておく必要がありますか？	58

第5節 補助制度

Q 21 木造で計画する際には、どのような補助制度が利用できますか？	61
Q 22 内装に木材を活用する際には、どのような補助制度が利用できますか？	62

【木造（混合構造）編】

第1節 法規制

Q23	木造にした場合、耐震性などは劣りませんか？	64
Q24	市街地で木造の計画をすることは可能ですか？また、大きな規模でも木造で建てられますか？	65
Q25	木造にする際に建築物の高さに制限はありますか？	69
Q26	防火区画などについて、どのような制限がありますか？	70
Q27	敷地内の建築物の配置、避難通路について注意すべき点はありますか？	73
Q28	木造にする際は、特別な届出は必要ですか？	74
Q29	木造にした場合、消防用設備などを設置する必要がありますか？	76

第2節 安全性

Q30	木造の構造上の仕組みについて、その基本を教えてください。	77
Q31	木造は地震や台風などに対して安全ですか？	78
Q32	木造は、古くなるとガタが生じたり、たわみが大きくなったりしませんか？	79
Q33	火災に対して安全ですか？	81
Q34	シロアリなどに対して大丈夫ですか？	82
Q35	木造にする際、地盤について気をつけることがありますか？	83

第3節 構造・架構計画

Q36	木を利用した構造にはどのような種類がありますか？	85
Q37	屋内運動場などのような大空間建築物に木材を用いる場合、どのような架構計画とする必要がありますか？	87
Q38	混合構造とした場合、どんな利点がありますか？	89
Q39	構造用の木質材料にはどのような種類がありますか？	90
Q40	木造に用いられる木材の接合方法には、どのようなものがありますか？	92
Q41	補修・改修にあたって留意することはありますか？	93

第4節 建設コスト

Q42	木造の建設コストは鉄筋コンクリート造と比較して高くないですか？	95
Q43	規格材を用いると、工期短縮や建設コストを抑える効果がありますか？	96

【内装木質化編】

第1節 計画上の留意点

Q44	床、壁、天井などどこにでも、内装材として木材を用いることができますか？	99
Q45	校舎の内装に木材を使う時は、どのようなことに気をつけなければいいですか？	100
Q46	屋内運動場の内装に木材を使う時は、どのようなことに気をつけなければいいですか？	101
Q47	内装材として木材を用いる場合、どのように材料を選べばいいですか？	102
Q48	内装材として間伐材を用いることのメリットはどのようなことですか？	102
Q49	より手軽に木を取り入れる方法はありますか？	103

第2節 建設コスト

Q50	内装材として木材を用いた場合、他の仕上げ材と比較して、コストはどれくらい違いますか？	105
-----	--	-----

資料編

1	木材使用に関する主な国庫補助等制度の一覧	109	6	木材を活用した学校施設現地調査一覧	119
2	木材使用促進に関する通知	111	7	木材を活用した学校施設に関するアンケート調査結果	120
3	関係省庁連絡先	116	8	学校施設現地調査校のコスト分析	124
4	木造学校施設を計画する際の建築基準法などの主な規制一覧	117	9	学校施設におけるエネルギー消費量とエネルギーコストの分析	125
5	構造別特徴の比較表	118	10	インデックス（用語解説）	130

出典一覧	132
------	-----

「木材を活用した学校施設に関する調査研究」委員名簿	133
---------------------------	-----

本書の使い方

本書の特色

本書は、学校施設の整備における木の活用を検討・実施いただくことを目的とし、木の活用における課題解決の留意点などを解説した「木の学校づくりの手引書」で、次の特色があります。

- ① 木を活用する効果や意義、計画・設計、木の確保、行政面など様々な観点からの解説が行われています。
- ② 木の学校づくりの先進的事例におけるノウハウが詰まっています。
- ③ 建築基準法などの関連法規について、木の学校に特化して体系的かつ平易にまとめられています。

本書の使い方

本書は、学校設置者における教育事務・施設担当者を主な対象とし、設計事務所の設計者などにも対応した内容となっています。

第1章では、木の活用に関する理解を深めていただくために、学校施設における木の活用の効果と意義について、教育環境、地域コミュニティ、地場産業、地球環境などの切り口から解説しています。

第2章では、木の活用における課題などについて一問一答形式で解説しています。構成として、木の活用方法を構造に木を用いる場合と内装に木を用いる場合に分け、共通した内容を【共通編】に、構造に用いる場合について【木造（混合構造）編】、内装に用いる場合について【内装木質化編】にまとめて記述しています。各Qに対して、Aは端的な回答、【解説】はより詳細な説明、【参考】はより専門的な内容についての言及により答えています。

Aおよび【解説】では、課題に対しての考え方、対応方法などを記述しています。さらに、設計事務所の設計者やより深い興味を持たれる学校設置者の担当者などに対し、【参考】としてより専門的な知識を紹介しています。目次をインデックスとして必要な時に必要なQから読んでいただくことが可能です。

これらを踏まえ、実際の学校施設整備を行うにあたっては、全体計画などに関しては設計者、木の調達などに関しては木材関係者、法規制などに関しては特定行政庁、木の学校の在り方などに関しては子どもたち、教職員、地域住民などと十分に協力・協議を行い、豊かな教育環境を創造してください。

第2章 木の活用のQ & A <構成例>

Q23

木造にした場合、
耐震性などは劣りませんか？

A

木造建築物についても建築基準法の構造規定に基づいて計画する必要がありますので、木造校舎だから耐震性が劣っているということはありません。

解説

（建築基準法の規定のうち、木造の学校施設に関する部分を平易に解説。体系的なフローチャートを掲載。）

参考

（さらに、より深い興味を持たれる学校設置者や設計事務所の設計者などに対し、専門的な知識を紹介。）

第1章

木の活用の効果と意義

1 木の魅力

私達は木を見ると親しみを感じ、心が安らぐ。近くにあると何とはなしに触ってみたいくなる。この“感情”は何によるものだろうか。

私達は五感を通して外界を感じ取る。このとき、五感による情報摂取能力はそれぞれ視覚87%、聴覚7%、嗅覚3.5%、触覚1.5%、味覚1%といわれているが¹⁾、人と対象との距離が近い場合には触覚が視覚と同程度に大きく寄与してくる²⁾。したがって、住空間に使われている材料から目が受ける刺激と接触感による居心地を決定づける大きな因子となる。一方、音や臭いなどは情報量としては少ないことになるが、僅かではあっても雑音や嫌な臭いが居心地を悪くさせることはどなたも経験しているところであろう。

そこで、この節では木に抱く親しみやすさの背景を探りながら、木の持つ居住環境形成能及び木造校舎の優れた教育環境を概観していくことにする。

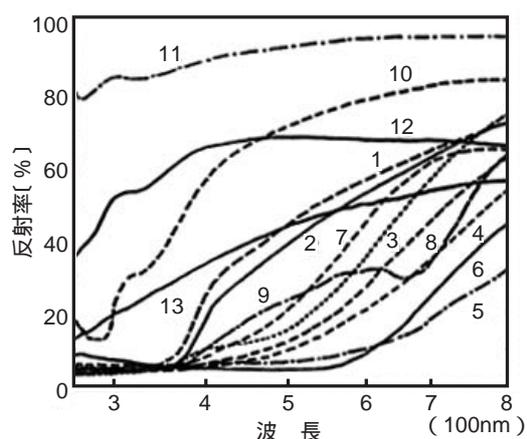
本文中片カッコ数字は、巻末P132出典参考

人の感覚に添う木の特性

(1) 視覚特性

a. 色

材料に光が当たると、光の一部は材料に吸収され、他は反射されて私達の目に入ってくる。この時、吸収される光の波長は材料の種類によって異なるが、木は図1に見られるように長波長側の光(赤・赤外域)の反射率が高いので、³⁾木の表面が赤みを帯びて見えることになる。ヒノキ材に典型的に見られる赤みを帯びた黄色はY R (Yellow-Red) 系の色相として、温かみと親しみやすさを醸し出すこととなる。



- | | |
|-------------------|------------|
| 1: ヒノキ板目突板塗装無 | 8: コルクタイル・ |
| 2: ヒノキ板目突板塗装有 | ワックス焼込み |
| 3: メランチ(赤)まさ目塗装無 | 9: 畳 |
| 4: チーク板目塗装無 | 10: 絹 |
| 5: ローズウッドまさ目塗装無 | 11: 石こう |
| 6: ウルシ仕上げ・朱合塗・春慶塗 | 12: 大理石 |
| 7: W.P.C合板 | 13: ステンレス |

縦軸の反射率は、硫酸バリウムの反射を100とした相対値

図1 各種材料の分光反射曲線
(増田稔: 木材学会誌38巻、P1075-1081: 1993)

b. 光

木は、章末のコラム欄に示したように薄い膜で形作られた中空の細長い細胞でできているので、かな掛けされて平滑に見える表面でも微視的には細かな凹凸が無数に生じている。そのため、材面に当たった光は時間差を生じながら拡散反射する。中には、一端表面の細胞を透過した後反射してくる光もある。このように反射する面が分布している(輝点の分布)ので、柔らかな反射光となる。加えて、配向性の高いセルロースからの反射光はシルクのような上品な光沢を与えることとなる。⁴⁾

さらに重要なこととして、図1に示されるように、木はコンクリートや大理石などの無機材料に比して目に有害な紫外線(波長10~400nm)を吸収する効果が非常に高い。これらのことが相乗して木質空間は眼精疲労を軽減させる効果を発揮している。⁵⁾実際に木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎とを比較すると、木造校舎に生活する子どもの方が目の疲れの訴えが少ない。⁶⁾

c. 木目

木目模様には整然とした規則性はなく、しかしながら乱雑な配置でもない。このような曖昧さは「ゆらぎ」と称される。木目の持つ「ゆらぎ」は人の生理機構の「ゆらぎ」(例えば、心拍間隔の生理的な遅速の不規則さ)と同調するために人は心地よさを覚えるといわれている。⁷⁾このような特徴を持つゆらぎは、「1/fゆらぎ」といわれている。

いろいろな木材を解析してみると、成熟材から

木取った板目面や正目面などの木目模様は1/fゆらぎが見られるが、未成熟材やロータリー切削合板には「1/fゆらぎ」が見られにくい。⁸⁾したがって、木目を重視した視空間を形成させようとする場合には、成熟材を利用することが望ましい。

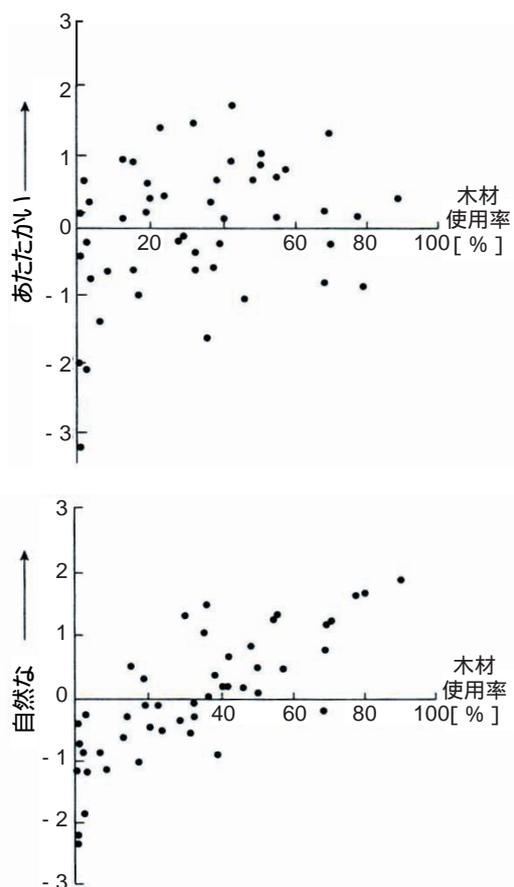


図2 木材使用率と「あたたかさ」「自然な」評定値との関係
(増田稔：木材科学講座5「環境」、P64：1995)

以上のように、木は人の視覚特性に好ましい反応を与えるが、室内にどの程度木を用いると良いのであろうか。室内の使用目的とも絡んで単純な答はないが、図2に見られるように、木材使用率が30%以上になると暖かで自然な雰囲気が醸し出されるようになる。⁹⁾

(2) 触覚特性

a. 接触感

寒い冬に木に触ると、一瞬冷たく感じるがすぐ馴染んでくる。また、夏には、スチールテーブルの机などでは机と接触している肌が汗でべとついて不快になるが、木製机ではべとつき感は起きな

い。いろいろな材料に触ったときの印象を快・不快感で表すと、木材は自然で快適な材料と評価されている(図3)。¹⁰⁾この背景には木の熱伝導性や比熱などの熱的特性や適度な吸湿性などがあるが、加えて、材表面の適度な粗さも関係する。かんな掛けされた木材の表面は滑らかに見えるが、コラムに見られるように細胞による凹凸があるので、鏡面のような極端な滑らかさではない。人はこのようなある程度凹凸のある粗滑感を好む習癖を持っている。

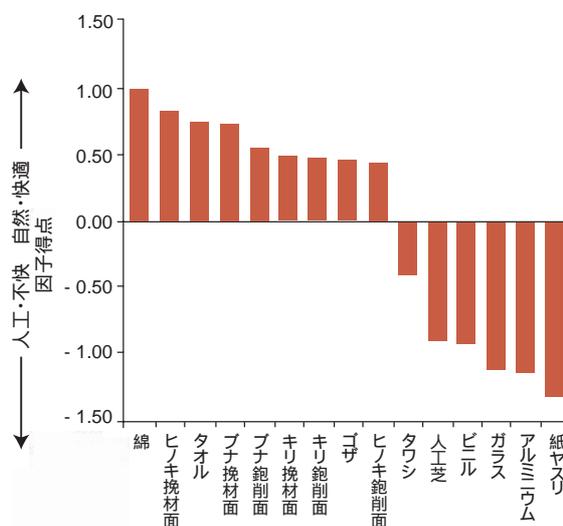


図3 各種材料への接触による自然・快適感の因子得点
(宮崎良文：木材科学講座5「環境」、P69：1995)

こうした各種の因子の相乗効果として、木に触れたときに心地よさを感じるわけだが、これは単なる印象だけではない。血圧や脳波などの生理反応からも実際に木に触れると安らぎを得ていることが明らかにされている。¹¹⁾



高知県土佐市立波介小学校・心地良い接触感

学校においても、木で内装が施されていると壁に背中を接触させたり、床に座るなどの身体を接触させたりする行為が増えるとの報告もある。¹² さらに、授業中の子どもは机・いすに接していることが多いが、木製の机を使っている学校の子どもの様子と比較すると、図4のように木製の方が「注意集中の困難さ」や「眠気とだるさ」を訴える子が少ない。¹³ 保育園児においても、ビニルタイルの床より木材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。¹⁴

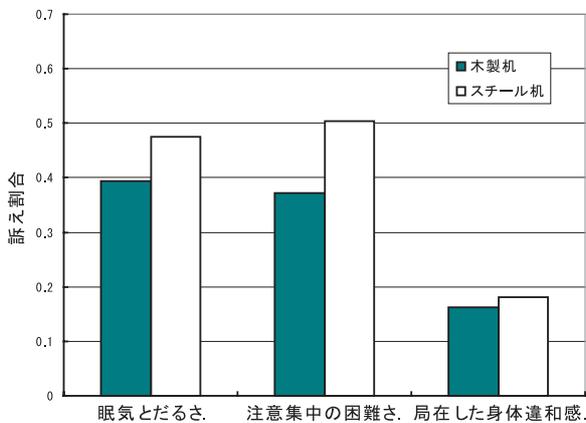


図4 木造校舎における机材質の違いによる授業中の子どもの様子 (橘田紘洋：木造校舎の教育環境、住木センター、P60：2004)

床は歩行時に一定の弾力性と摩擦性能を持つことが必要であるが、木造床組工法による木材床は歩行時の衝撃を適度に吸収すると共に、転倒しても大事に至らない安全性がある。^{15)、16)}



石川県羽咋市立瑞穂小学校・衝撃を吸収する木造の床

一方、ビニルタイルやビニルシートの床は吸湿性が乏しいために梅雨時などは甚だしい結露によって

水溜まりが生じ、滑りやすくて危険な状況になる。近年、床にカーペットを敷く学校も増えてきたが、ダニの温床になりやすいので維持管理に注意する必要がある。この点においても木材は、その成分によるダニの繁殖抑制効果を有している。¹⁷⁾

教室の床は子どもにとって資料を広げたり、習字や絵などのもの書きの場ともなったりしている。校舎の床を居住性と教育活動の場の両面から捉えたとき、木材床の多機能性が高く評価される。

b. 温冷感

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。¹⁸ 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はいないことが分かる。

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)

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にならないので室内気温との間に大きな温度差が起きてしまう。

表2は各種の床材料の熱特性を示したものであるが、床材料の熱的性質は足元の温冷感に関わる。¹⁹⁾ 温冷感は熱浸透係数(b)と関わり、 $b < 10$ では足元が温かく、 $20 < b$ になると足が冷たく感じるようになる。木の値は $b=8$ と小さいのに対し、コンクリートなどは大きい値となっている。

床仕上材または仕上層	比重 (kg/m ³)	熱伝導率 (kcal/mh)	熱浸透係数 b (kcal/mh ^{1/2})
コルクパーケット	200	0.05	2
リノリウム	1,200	0.16	9
オークパーケット	700	0.18	8
堅木または類似の仕上げ	830	0.22	8
石膏仕上層	1,600	0.60	16~21
コンクリート仕上層	2,000	0.65	17~23
無水石膏仕上層	2,150	0.68	16~21
舗装用アスファルト仕上層	2,200	0.76	19
セラミックタイル	2,000	0.95	20
大理石、花崗岩、玄武岩	2,800~3,100	3.00	~40~

概数値

表2 床材の熱特性
(Etienne Grandjean : 住居と人間、鎌田清子他訳、人間と技術社、P282-283 : 1978)

コンクリート室内では、室内気温は適正値であっても、周壁面の温度はなかなか高くなり、そのため、足元や壁に近い体側面が冷えてしまうので体感温度を下げる結果となる。また、頭部は暖かいが足元は冷えた、のぼせやすい状況をつくってしまう。

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となる。図5は10℃の室内で40分間書物を読んでいた大学生の自覚症状を示しているが、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。²⁹⁾

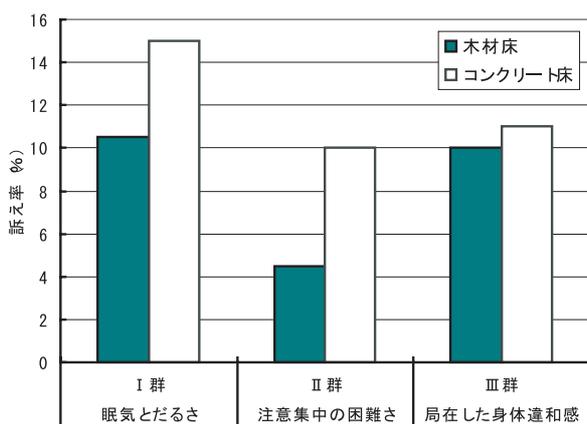


図5 低環境下における床材質の違いによる自覚症状の比較
(天野敦子：木造校舎の教育環境、住木センター、P41 : 2004)

一方、木の場合は細胞という気泡の集合体であるから、コンクリートに比して熱容量や熱拡散率が小さい。したがって、木材表面は短時間で室内気温にほぼ等しくなり、室内全体が温度差の少ない環境となる。

(3) 聴覚特性

図6はコンクリート造の洋間と木造の和室で拍子木を打ったときの音の減衰の様子を表している。³⁰⁾

和室に比してコンクリート洋間では音が減衰しにくいことが分かる。

一般に密度の大きな材料は音を跳ね返しやすく、前の音がなかなか消えないのでワーンといった残響音が残る。そのため、どうしても大きな声を張り上げがちになる。一方、木は当たって来た音のエネルギーを

材料内部で摩擦熱として吸収する性能が高いので、反射音が少なくなる。つまり、耳障りな残響音が少ない。木質空間の残響音はコンクリートの1/10程度といわれている。さらに特徴的なことは、木はコンクリートや金属に比し、高周波数域の音を吸収する傾向が高いので、キンキンした音が緩和される。これらのことの相乗効果として、木質空間では残響音の少ない柔らかな音色となって耳に届くこととなる。^{22), 25)}

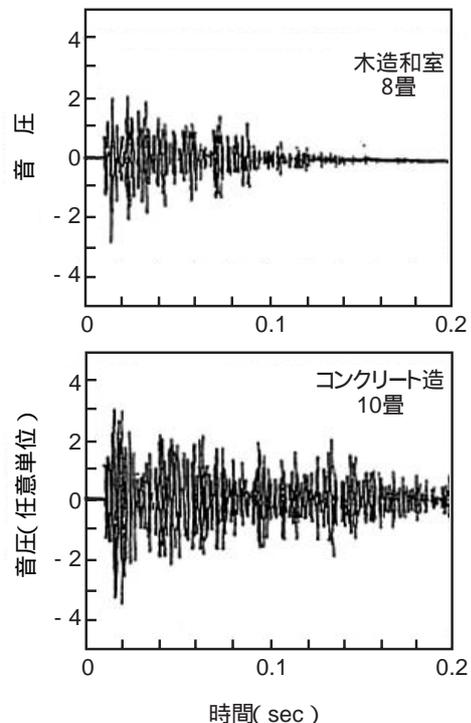


図6 和室と洋間における音の減衰
(鈴木正治：木質環境の科学、海青社、P153 : 1987)

(4) 嗅覚への効果

材料には、それぞれ独特な臭いがある。いろいろな材料の臭いを「自然な-人工的な」を横軸に、「快い-不快な」を縦軸にして分布させると図7のようになる。人は木の臭いを快く感じ、コンクリートの臭いは不快に感じていることが分かる。³¹⁾

心地よい臭いは一般に「香り」と表現されるが、木に含まれる精油成分が香りの源となっている。一般に、木の香りは気持ちを静め、気分を爽快にさせる傾向のあることが、実験の結果からも明らかにされてきている。³²⁾

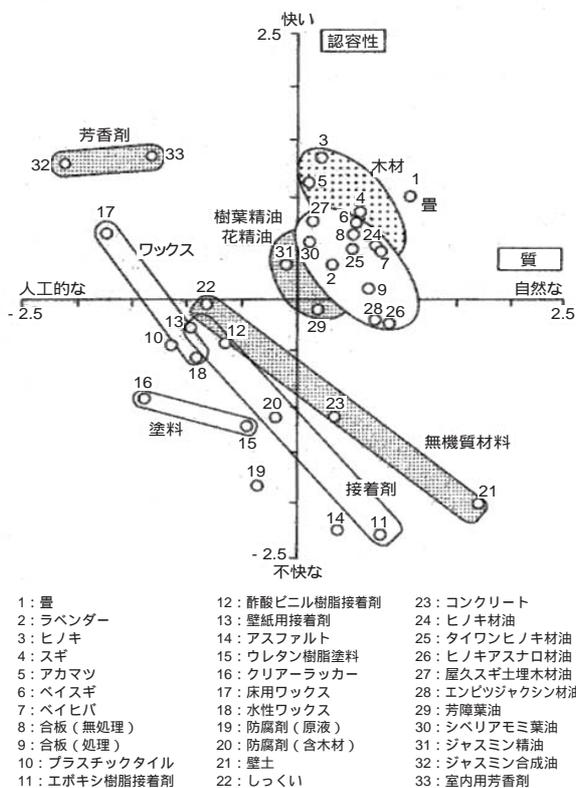


図7 各種材料の臭いによる快-不快、自然-人工分布 (宮崎良文: 木材科学講座5「環境」, P81: 1995)

供を噛み殺すといったショッキングな報告がある。³³⁾ 人の場合はそのような激しい症状は起こさないとされるが、学校における荒んだ子どもたち・校内暴力の背景に校舎の殺伐とした物理的環境を懸念する声も聞かれる。³⁴⁾

そこで、学校における子どもや教師の疲労の様子を鉄筋コンクリート造校舎と木造校舎について比較すると、両者の間に違いのあることが分かる。図8は授業中の子どもの疲労症状を見ているが、鉄筋コンクリート造校舎の子ども達は木造校舎に比して眠気やだるさを覚え、注意集中の困難な傾向がより多く見られている。³⁵⁾ また、鉄筋コンクリート造校舎では保健室逃避と見られる曖昧な理由での保健室利用が目立っている。³⁶⁾ 教師においても図9に示されるように、鉄筋コンクリート造校舎に勤務する教師の方が精神的な蓄積的疲労を訴えると共に就労意欲の減退を覚える割合が多い。³⁷⁾

子どもも教師も木質環境の方が過ごしやすいことを肌で感じているものと思われる。

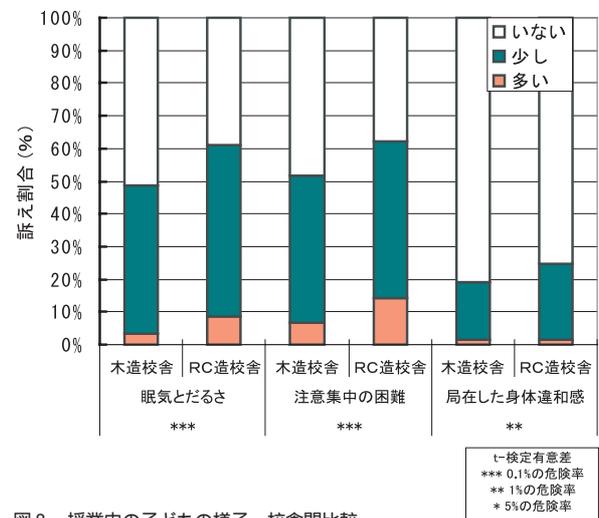


図8 授業中の子どもの様子 - 校舎間比較 - (橋田統洋: 木造校舎の教育環境、住木センター、P52: 2004)

健康空間を形成する木の特性

(1) 生体調節

「人の感覚に添う木の特性」では、人の感覚機能の面から木の環境形成能を捉えたが、それらも含めた総合評価としての生体反応も考慮される必要がある。コンクリートの飼育箱で飼われたマウスは生長程度が貧弱でかつ短命であり、産まれた子

(2) 室内気候

教室内の温度・湿度は、外気の厳しい温度・湿度を緩和して人の生理に相応しい状況が形成される必要がある。

冬期には採暖処置が講じられる。一般に室内の相対湿度は採暖によって低下するが、木質空間では採暖による乾燥化が緩和される。それは、室内

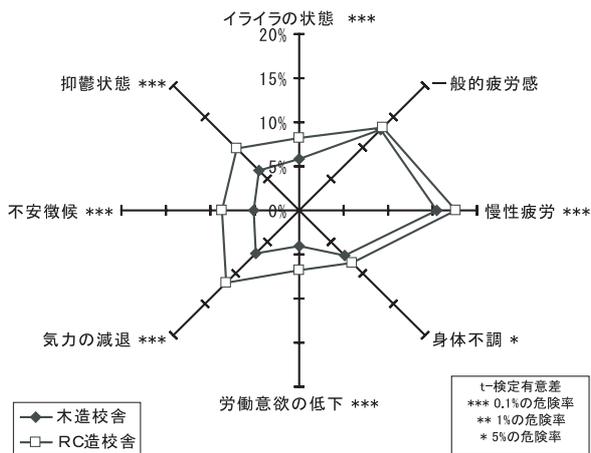


図9 教師の蓄積的疲労 - 校舎間比較 -
(橘田統洋：木造校舎の教育環境、住木センター、P56：2004)

が乾燥してくると、木材中に蓄えられている水分が放散されるからである。それによって室内の相対湿度が50%付近に維持される傾向がある。図10は冬季石油ストーブで採暖した教室の足元付近の温湿度を12月～2月の3ヶ月間にわたって1時間ごとにプロットした散布図である。³⁾ 木造の教室では相対湿度が50%を中心にして分布しており、かつ足元付近の温度が10℃以下になる時間帯が少ないが、鉄筋コンクリート造の教室では温度湿度共にばらつきが大きく、特に10℃以下になる頻度が目立っているとともに、低温域で相対湿度が高くなっている。



石川県羽咋市立瑞穂小学校・室内環境の安定した木造の教室

一方、木材は湿気の多いときには空気中の水分を吸着する。したがって、木造校舎では梅雨時でも湿気は低く抑えられている。表3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、木造校舎では平均湿度

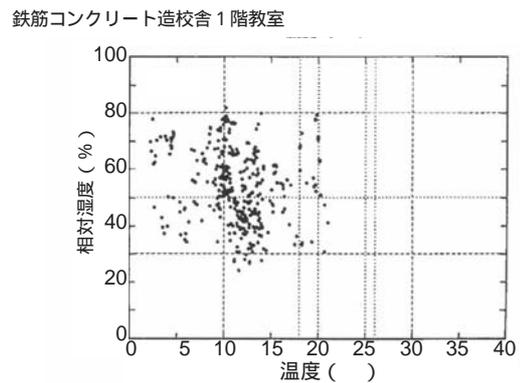
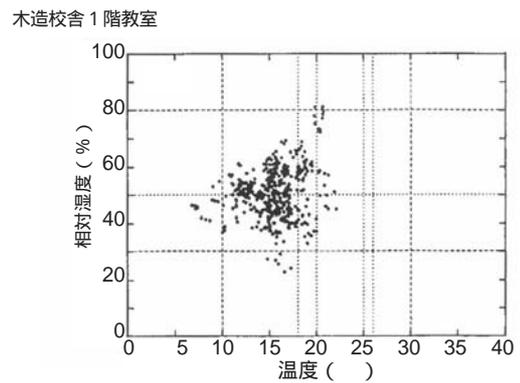


図10 冬期における教室床付近の温湿度散布図
(服部芳明：木造校舎の教育環境、住木センター、P21：2004)

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3 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、住宅部材安全性向上事業報告書、住木センター：1990)

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%になっていた。また、湿度80%を超える(学校環境衛生の基準で示される上限値)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帯の34.3%にも達し、木造校舎の3倍になっている。

湿度は空中浮遊菌の繁殖にも影響し、50%程度の湿度は菌の繁殖抑制に効果をもたらすといわれている。³⁾ 木造校舎あるいは内装を木で施した鉄筋コンクリート造校舎では、図11に見られるように、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

ている³⁹。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・放湿性能にも寄与しているものと考えられる。



秋田県能代市立浅内小学校・健康的な木の空間

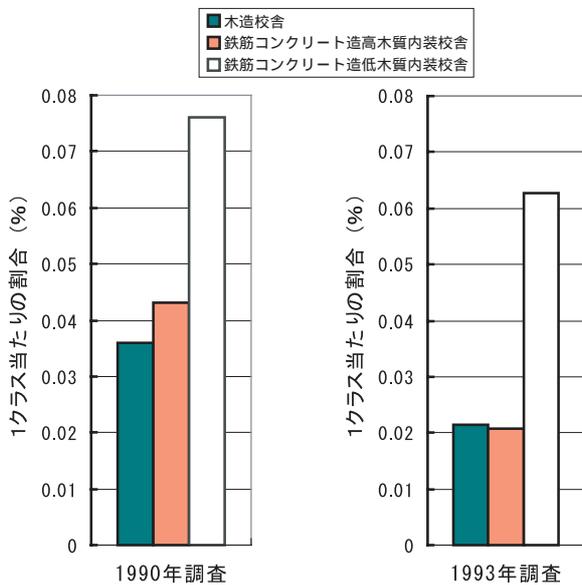


図11 インフルエンザによる学級閉鎖割合
(橘田純洋：木造校舎の教育環境、住木センター、P68：2004)

の機能がバランスよく発揮される必要のある居住環境形成材料としては、木材に比肩し得るものは未だ開発されていないといえる。

従来、校舎建築に使われる材料は、燃えにくく壊れにくいといった耐久性に関する性能が強調される傾向があった。しかし、そのような観点だけで材料を不注意に用いると、人が過ごすには不適切な環境を生み出す危険性をはらんでいる。大きな「不適切さ」は病気などの顕著な症状を誘発するので容易に改善対象となるが、「不適切さ」が小さい環境では自覚症状が乏しかったり、我慢して乗り越えようとする。特に学校環境では教師と子どもによって形成される社会的環境を重視するあまり、校舎自体が形成する物理的環境を軽視する傾向があった。しかしながら、物理的環境は社会的環境形成の基盤にもなるので、心豊かな人間形成の場となる校舎・教室には、教育・学習活動の視点と共に、居住性の視点からも注意が注がれる必要がある。



高知県土佐市立波介小学校・あたたかみのある木の教室環境

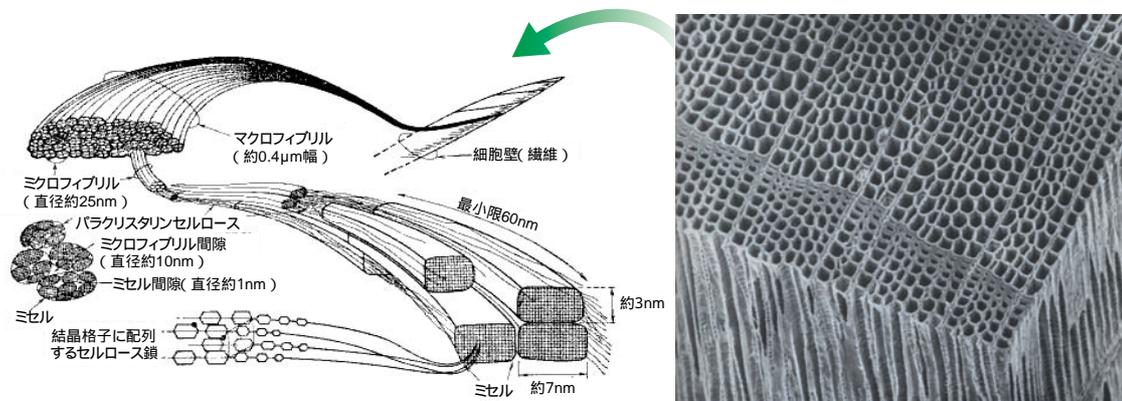
まとめ

以上見てきたように、木質環境の温かさ、親しみやすさは、木の持つ物理的特性が人の感覚や生理作用にほどよい刺激を与えていることによる。近代科学の発達是个々の性能に優れた素材を開発し、機能性を追求してきた。しかしながら、各種

Column

木の構造—自然の造形美—

木は、図のように中空で非常に細長い紡錘状をした細胞がリグニンという網目状高分子によって強力的に接着され、規則正しく配列して形作られている。³⁴⁾ 一つ一つの細胞は親水性のセルロース高分子が束になった微細な繊維によって幾重にも巻かれてできあがっている。つまり、セルロース分子→微細繊維→細胞→木というように、分子の次元から規則正しく高次の構造が作られている。この高次に巨る配列構造が有機高分子でありながら構造材料としての強度を発揮すると共に、独特な木目模様を作ったり適度な吸湿性や保温性を確保したりし、無機材料や人工材料にはない味わいを醸し出すこととなる。



セルロース、マイクロフィブリルなどの細胞壁中での配列の模式図

木材の電顕写真（佐伯浩、1982「木材の構造」より）

図 木の高次構造
(A.W.Robards : 木材工業、森林総合研究所監修、P74 : 2006)

2

教育的効果の向上

周囲の景観にとけ込んだ木造校舎、鉄筋コンクリート造であっても内装木質化された校舎、やわらかな木質家具のある空間に一步足を踏み入れた途端、木の香りとあたたかみのある自然の感触を身体全体で味わえる。木の魅力は図りしれない。

登校拒否や精神的に落ち着かない状態になるなど、情緒が不安定になる子どもたちが増加している今日、一日の大半を過ごす学校が木の活用によってあたたかみとうるおいのある教育環境であることは、大きな教育的効果が期待できる。

教育活動への効果

(1) 多様な教育方法への対応

鉄筋コンクリート造の箱型の学校、定型化したデザインの校舎内空間から、木を活用した木質空間への転換により、新たな教育方法を生み出せる。

今日的な教育課題に対応した学習を行うには、多様な学習空間が必要である。これまでは、教室内で一斉学習の形態で学習することが多かったが、現在は教室の一般学習スペースを中心にしながら、子どもたちの個に応じた学習（少人数学習、習熟度別学習及び課題別学習など）、プレゼンテーショ



神奈川県横浜市立港北小学校・（上）情報センター（下）校内各所に設けられた情報コーナー

ンする学習あるいは地域の人から学ぶ学習などの多様な形態の学習を行っている。また、身近なところにいつでも情報を受発信できる情報センターや情報コーナーも必要である。これらについては、これまでの画一的な教室での対応は困難である。

多目的ホール、メディアセンター、少人数で学べる落ち着いたスペース、友達と静かに語り合えるデンなど、変化に富んだ教育空間があることによって、多様な教育活動が生き生きと展開できる。そのような個性的な空間を木でつくることは、子どもたちの豊かな感性を引き出し活発な活動を生むことに有効である。

また、木質内装は掲示が簡単で、あらゆるところに発表のできるスペースを設けることができ、それにより、子どもたちの自主性や表現力、感性を育むことができる。



石川県羽咋市立瑞穂小学校・メディアセンター

(2) 環境教育への対応

地球温暖化という環境問題が大きな今日的課題になっている。「環境を考慮した学校施設整備」を行うことは、子どもたちの環境意識にも訴えか

けることになり、多様な環境教育につなげていくことができる。例えば、子どもたち、教職員、保護者、地域住民が一体になり里山の保全活動を展開して森を育て、守ろうとしたり、学校にビオトープづくりをして、自然と共生する環境づくりをしていく活動が生まれたりする。また、授業の中でも熱環境について学ぶ教材とすることができる。



富山県砺波市立出町小学校・ビオトープ

(3) 保護者・地域住民の学校支援の広がり

木造校舎の建設や、既存の鉄筋コンクリート造校舎を木を活用して改修する場合、その取り組みの過程で、校舎の全体的なイメージづくり、森林や木材所の見学、木製家具の製作など、実際のいろいろな場面で地域の様々な人々が関わることになる。

木で学校をつくることは、学校を地域の人々にとって身近な存在にする力をもっている。学校づくりに関わった人たちが、前の世代の思いを次の世代に伝える仲立ちとなり、自分たちの学校教育



高知県土佐市立波介小学校・地域の老人を招いた集い

にける期待や思いを伝える主体になる。

地域のシンボルとしての学校の歴史と伝統が後年に継承されることにより、地域住民が支えるみんなの学校という意識の中で、子どもたちが安全な生活ができ、学習が豊かになることが期待できる。

心理・情緒面への効果

既存の鉄筋コンクリート造の校舎を木を使った木質空間に改修したことで、子どもたちの心理面に大きな変化が見られた事例が少ない。

ある学校では、これまで落ち着きがなく学習への意欲が薄かった子ども、保健室を居場所にしてきた子ども、感情的になり友だちとトラブルを頻繁に起こしてしまう子どもなどが、木質内装に改修してからは落ち着きが見られるようになり、教室で学習するようになった。



神奈川県横浜市立港北小学校・鉄筋コンクリート造の教室の木質化

同校では、「木質空間と家具の工夫」ということが改修の基本方針の一つになっており、教室と廊下の境の部分に数本の間伐材（丸太）が設置された。日が経つにつれて、柱の一部が黒光りし始めた。その黒光りの位置が各階で違う。高学年になるほど、黒光りの位置が高くなっていく。子どもたちは「この木に触っていると心が落ち着くんだよ。」と言う。教師も授業をしながら、柱に触っていることもあると言う。落ち着いて子どもと対することができるようだ。この例では、直径15cmほどの間伐材の丸太の設置だけでも木の効用が大きかったことがいえる。

同様に、木質空間にしたら、子どもたちが落ち

着いた雰囲気や学習するようになったとの報告が多数みられる。

「柱にさわる」「木に頬ずりする」「床に座る・寝ころぶ」など、木肌にやさしさを感じたり、木目の変化を楽しんだり、木の香りによって心を和ませたりすることは、子どもたちへの心理・情緒面への効果は大きい。

健康・安全への効果

(1) 調温性・調湿性

日本の高温多湿な気候条件を考えると、熱伝導率が低く、吸湿性がある木は快適な室内環境をつくるといえる。適度な室内の温度・湿度分布、湿度は、風邪を引きにくい環境でもあり、情緒面での安定にも繋がると考えられる。

(2) 結露防止

鉄筋コンクリート造校舎の場合、湿度の高い日は壁や廊下が、いわゆる汗をかいた状態になることが度々ある。拭いても拭いても濡れた状態は解消されない。転倒の危険があり、廊下を歩行する時には細心の注意が必要である。

この点、木造校舎は木の吸湿性により、結露が生じないため、安全性が高い。



秋田県能代市立浅内小学校・快適な木質の廊下

(3) フローリングの弾力性

ころんだときの痛さは木造校舎の方が少ない。

建築物の表面の材質は木材の方が、コンクリートにビニルシートを敷いた仕上げなどの場合に比

べて柔らかく、弾力性で衝撃を吸収するため、事故や怪我が発生する比率も低くなる。活動的な子どもたちのための学校施設は、衝撃を吸収する木材を使用することが望まれる。なお、木造の床について、振動や階下への音などマイナスの評価が聞かれることがあるが、これは床下の技術的な対応で解消できるものである。

木を生かした学習

学校は「地域の歴史や文化を伝える中核の場」、「地域コミュニティの場」である。

木を使った校舎建設、あるいは改修という場合は、学校づくりの計画段階から地域住民、保護者や教職員の参加が一般的に見られる。また、木材の調達、地元大工による技術協力、地元家具メーカーによる木製家具づくりなどの、地場産業への積極的な利用が図られ、地域の多様で主体的な関わりがもたれている。

学校づくりが地域を挙げての活動へと展開され、その後の子どもたちの教育活動に広がりや深まりをもたらすことにつながっていく。すなわち、学校施設というハード面と学校の特色ある教育活動というソフト面が一体になり、関係づけられ、より豊かな学校づくりが展開される可能性を包含している。

学校施設の整備に木を活用したことを契機に「木を生かした学習」、「環境学習」など、地域に目を向け、地域を教材化した学習の事例を挙げる。



秋田県能代市立浅内小学校・地域コミュニティの場となる木質の空間

a. 総合的な学習

- ・ 森林環境学習
- ・ 地元の森林組合を訪問、学校林の山の下草刈り・枝打ちなど、学校林体験学習、森林育成体験
- ・ 学区内の施設・建築物調べ、木材工場見学
- ・ 自然観察活動、山や雑木林・木について学習
- ・ 自然環境や森林環境と関連させた学習
- ・ 森林の役割、自然保護についての学習
- ・ 木燃料による炊飯
- ・ 市で取り組んでいるバイオマスに関する学習（地元の先進的な企業の見学）
- ・ ビオトープの設計、設置
- ・ 巣箱づくり、野鳥の観察
- ・ 地元の木材所見学
- ・ りんご作りにかかわる剪定、摘花、摘果
- ・ 椎茸のこま打ち
- ・ 入学式・卒業式での苗木贈呈



三重県熊野市立有馬中学校・学校林体験学習

b. 社会科

- ・ 木材工場の仕事について学習
- ・ 伝統産業や森林のはたらき、木のもつよさについて学習、森林を守り育てることの大切さを学習
- ・ 小径木加工場を見学して看板・さくなどの加工の様子を見学し、地域産業を知る学習
- ・ 町の森林の広がり様子を学習
- ・ 地元の大工さんによる木製の行灯づくりや、校舎の設計者による木材サンプルを使った木の流通についての講話を聴いての学習

c. 図画工作科

- ・ 建築資材のあまりを活用したプランターカバーの製作
- ・ 伐採された木材からコースターの製作
- ・ 小径木を使った木工工作
- ・ 木工所から出る木材の切れ端などを使った作品作り（テープカッター、オルゴールやメッセージボードなど）
- ・ 地元の間伐材を版木として利用した版画教室、木材を利用しマスコットを製作する木工教室
- ・ 間伐材でのいす製作、小枝を使つての鉛筆作り、木の家づくり
- ・ 木材を切つて楽しむ造形遊び

このように木造校舎造りをきっかけとして、新しい学校と地域の関係が生まれ、学習が地域の「ひと・もの・こと」との関わりの中で多様に展開されている。それを通して、今後の学習が大きく発展する可能性をもっている。

木を活かしたスペース

既存の鉄筋コンクリート造の学校を、木質空間に改修すると変化に富んだ内部空間にすることが可能である。こうした空間の変化や場所ごとの個性化・多様化は、子どもたちに対して異なった性格・雰囲気の間を提供できる。

これは、近年の教育改革に対応した総合的な学習・少人数学習・習熟度別学習・IT活用などの学習を行いやすくする。普通教室の他にワークスペース、デンや情報センターなど、多様で個性的な学習空間を配置することによって、学習内容・方法に応じた活動形態を創り出すことができる。

木質化は次代の新しい学校空間・環境を拓く可能性を多分に秘めている。

現在、木を活かしたスペースがどのように活用されているか事例を挙げてみる。

- ・ 生活科や総合的な学習における体験活動や作業的な活動
- ・ 発表会などの授業や集会、会議
- ・ 床面に資料や模造紙などを広げて行う学習

- ・床座でのグループ学習
- ・木の香りが漂うランチルームでの給食
- ・音響が良い場での音楽集会
- ・落ち着いた雰囲気の中で静かに読書、読み聞かせ
- ・作品の掲示や展示
- ・開放的な多目的室ホールや図書室を施設の中央に設け、普通教室、パソコン室、音楽室または、家庭科教室などの諸教室と連携した授業
- ・床面での書初め
- ・子どもたちの日常の遊び場・コミュニケーションを図る場



神奈川県横浜市立矢向小学校・あたたかみのある木の空間（デン）



神奈川県横浜市立港北小学校・線的に木材を活用した「五線譜」

内装木質化は少しの工夫から行うことが可能である。その一つが線的な使い方である。例えば、コンクリート壁に板材を五線譜のように取り付けるだけで、掲示が簡単にできるようになったり、本を立てかけたりすることができる。一般的な掲示板であると、掲示されていないと殺風景に感じ

るが、この「五線譜」はそれ自体が均一なコンクリート壁にリズムを与えるとともに、本の表紙も見せて配架しておくことができるので、子どもたちも手に取って読みたくなるという効用がある。学年フロアの近くに「五線譜」を作っておくと、学年に応じた読み物や調べ学習に必要な本を身近な場所に置くことができる。学校中を図書館にできるのである。

木を活用した家具

多様な学習内容・学習形態に対応するとともに、快適で潤いのある教育環境を確保するためには、建築物本体だけでなく、家具に対する配慮も重要である。

日常の学校生活の中で、子どもたちが身近に使用する机やイスなどの家具は、学習形態などと密接な関係をもち、また、子どもたちの健康面にも影響を与えることがある。

このように学校の施設計画において重要な一要素である家具に木を活用することは、木造の校舎と同様に、教育的効果や心理的効果などが期待でき大変意義があることである。



福井県越前市立白山小学校・木の家具を使った教室

木を活用した家具の教育的効果としては、環境教育の身近な教材として利用することができる。地球環境の問題が社会的に大きく取り上げられている中、学校教育における環境教育への取り組みが重要視されている。地域の間伐材などを利用し



福井県越前市立白山小学校・地場産材を使った家具

た家具は、森林資源の保全や循環型社会の構築といった今日的課題について学習する身近な教材ともなる。

また、「ものを大切に作る心」を育成することも期待できる。木がもつ天然の美しさや温かさなどから、家具に対する愛着が生まれる。

次に、心理的効果としては、「安らぎや落ち着き」などを得ることができる。手触りの感触がよく、木目が目にやさしいなど、五感で木の良さを感じることができる。周辺環境と調和し、教室全体の雰囲気を向上させ全般的に落ち着いた環境を形成することができる。

さらに、木の活用により化学物質の使用を抑えシックハウス症候群対策として導入するケースや地域の間伐材を利用することにより地場産業を活性化するという効果も挙げられる。

このように木の家具の多様な効果により、導入する学校が少しずつ増加している。



福島県飯館村立飯樋小学校・落ち着きのある木の教室

しかし一方で、家具に木を活用する際の課題として、製品が高価であることが指摘されている。多くの学校で導入されている安価なスチール製品と比較した場合、価格面のみで木の導入を躊躇するケースもある。

また、小学生の低学年にとって、木の家具は重く、持ち運びしにくいという指摘がある。学習内容や学習形態に応じて、家具を移動して使用することが増えていることもあり、木の家具の重量が課題になることもある。



鳥根県松江市立母衣小学校・地元木工所による低・中・高学年用机・いす

このような課題に対応するためには、木の家具の導入について、検討組織の設置、アドバイザーの登用、ワークショップの開催などにより、学校設置者、教職員、保護者、子どもたち、地域住民、設計者、木材関係者や学識経験者など関係者が一体となって導入に向けた検討を行える体制づくりが重要である。関係者が協力し、地域、学校の特色や木の家具がもたらす教育的効果、心理的効果を学校用家具に見出していくことが望ましい。

木の家具を導入する場合は、JIS規格などに基づき、強度を確保し、化学物質による室内空気汚染が生じない、快適で潤いのある教育環境を生み出せる家具を選定することが必要である。

3

地域の風土、文化との調和

学校づくりは、歴史と伝統を後世に継承していく重要な事業である。また、その地域文化のシンボルを作りあげる過程は、新たに、地域住民と学校がコミュニティを形成する絶好の機会である。

地域の文化財として愛され続ける伝統的な木造校舎も存在しており、日本古来の建材である木材を用いることで、学校への親しみと愛着が生まれている。

地域の風土、景観、地域文化などへの配慮

(1) 地域の風土にあった計画

日本の気候は四季折々、様々な表情を持っている。日本の高温多湿な気候を考慮した建築には、木の活用が適しているというのが代表的な考え方である。

木の特性を最大限に発揮させるため、屋根や外壁材などに採用するか、あるいは内装材として採用するかなど、その地域の風土を十分に考慮した上で、木の使用箇所、樹種や仕様などを決めることが必要である。



福井県立南越養護学校・地域の風土になじんだ校舎

(2) 景観、地域文化などへの配慮

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、学校施設に求められる重要な要素の一つである。また、学校は、地域文化と密着しており、特に、伝統のある学校の再生整備にあたっては、その歴史的な財産価値と地域文化の象徴性を活かした計画とすることも重要である。

この点、古い木造校舎で地域の象徴、文化財になり地域から愛されているものもある。さらに、

地域住民の思いが込められ、これから建てられる木造校舎は、将来、地域の象徴にもなり得る。



神奈川県鎌倉市立御成小学校・地域の象徴

学校づくりにおける地域住民の参加

学校づくりに地域住民に参加することは、地域と学校がコミュニケーションを交わす大切な機会となる。また、その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として生かすことができる。

一方、木の学校をつくる場合、地域住民へ十分説明し、不安を取り除く必要がある。例えば、仮に、木造校舎を改築する場合、多くの地域住民は、新しい校舎も木造であることを期待する。しかしながら、設置者は、コスト面などを踏まえて、鉄筋コンクリート造校舎を含めた検討により、最適な校舎建築を模索する。

このため、計画段階において、地域住民とのワークショップを開催するなど、地域住民の意向を把握するとともに、十分に計画を説明することが重要である。それにより、例えば、純木造にする方法、一階部分は、鉄筋コンクリート造とし、二階部分を木造にする方法、あるいは、既存校舎の

一部を大規模改造し再利用する方法など、木の使い方について十分に地域住民の期待に応えることも可能となる。

地域住民との十分な意見交換は、その後の学校運営や維持管理（メンテナンス）にも大きく寄与するものであり、車の両輪のごとく学校と地域が一体となり学校建設を推進することが重要である。



新潟県聖籠町立聖籠中学校・住民参加により計画され、その活動拠点となっている学校

しかしながら、日本の森林は、新しい資材（コンクリートや外国産材など）により、その本来活躍すべき、フィールドが見つからないまま、衰退していく傾向がある。

このような背景の中、本来、環境・空間の豊かさが大切にされるべき学校施設への木の利用は、新たな供給先として、多くの林業関係者に、大きな期待と希望を持たれている。また、地域のシンボルとしての学校で、地域材を使用することにより、より多くの木材需要を誘発する波及効果が期待できる。

一方、地域材などの活用は、子どもたちにとって生まれ育った地元の山々の自然や伝統的な地場産業の学習の実教材になるもので、地域への理解、愛着を育むことに有効である。木という素材の魅力は、学校施設という学習空間を内外面から、飛躍的に向上させるとともに、地場産業の振興、地域の活性化にもつながる可能性を持っている。

学校建設と地場産業などの関わり

「木材が売れなくては、山は荒廃する」と、最近よく耳にする。日本の山林は、戦後の復興の造林計画により、環境資源として活用できるだけの材に成長している。需要と供給の体制を確保することで計画的な伐採と植林の循環を行うことが可能となる。



山林（スギ）



木材自然乾燥場

4 環境への配慮

地球規模での環境問題が課題となる今日、これからの学校づくりにおいても、健康・安全・快適性という教育空間の性能を満足し、かつ地球環境に配慮した、省エネ型の「環境建築」であることが求められる。

この節では「環境建築」に求められる環境基本性能を概観するとともに、自然・循環型エネルギーの利用、そして国産材利用による環境負荷低減への効果など、木の学校の環境建築としての適性と効果を解説する。

環境を考慮した学校づくり

総合体としてデザインする「環境建築」

これからの建築は自然との共生を目指し、省エネルギーや地球環境に優しい材料の活用などを検討し、バランスのとれた総合体としてデザインする「環境建築」の時代と考えられる。「環境建築」による学校施設の室内環境性能については、地域・敷地の涼しさ・温かさの発見と校舎外部への緑化によって自然の涼しい空気をつくる（1）外部空間の熱的性能の活用、校舎自体の（2）断熱性・気密性、（3）日射調整、（4）蓄熱性能、（5）換気・通風性能、（6）健康・安全性という環境基本性能の配慮。その上で微量な（7）自然・廃棄エネルギーを考慮したシステムを導入することが基本的な考えとなる。これらは、二酸化炭素を排出する石油などの化石エネルギーを利用しない「ゼロカーボン建築」の設計を出発点とする意思が

必要である。

「環境建築」における学校施設の室内環境性能について具体的に解説する。

（1）外部空間の熱的性能の活用

自然な外部環境を半外部・半内部的に子どもたちの過ごす場として利用できれば無駄にエネルギーを利用しないで済む。どこまで人工的な空気環境が必要かを計画的に検討したうえで、必要最小限のエネルギーを上手に使う工夫が設計者に求められている。

例えば、夏の暑さ対策を考えてみると、教室に進入してくる空気温度が26～28℃以下であれば冷房は必要ない。周辺の緑分布を考慮し林を教室南面に配することができれば木陰で日向より4℃以上の涼しさをもたらし、快適な環境をつくることができる。また、グラウンド・屋上の緑化などによる緑地の存在が温暖化を緩和する最も重要な要因であるとの指摘もある。さらに、教室前のバルコニーを利用してゴーヤやヘチマなどの蔓性植物を手すりや柵などに這わせる「緑のカーテン」は、子どもたちの環境教育への効果と同時に涼気をつくる手法として効果を発揮している。

冬の季節風に対する対策は、建築物の外側でまず遮断することが必要で、昔からの防風林などが効果が高い。その上で建築物の断熱性能を外側で行うことが奨励される。

これらを適切に設計に取り込んでいくには、夏の暑さに対する定常風、周辺の水・緑ネットワーク分析による涼気の流れ、冬の季節風、雪の量と質、雨の多さなど周辺環境の基本的な調査・分析が必要である

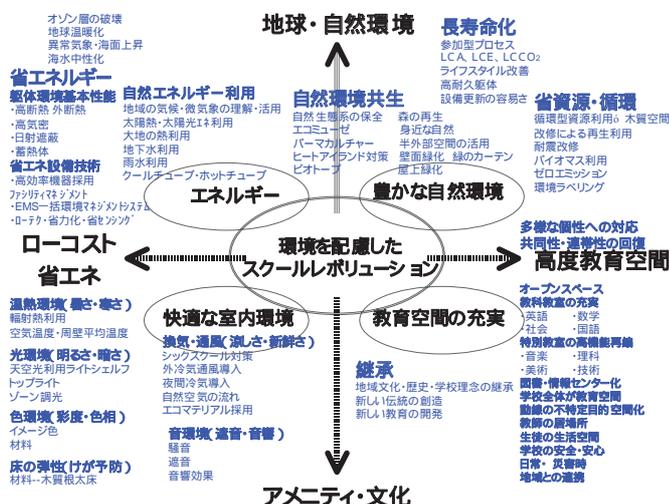


図1 新しい学校づくりの地球環境への配慮 (中村 勉)

(2) 断熱性・気密性

既存の多くの学校に見られる教室空間の暖房の状況には驚く。そこでは一般建築の常識に反して、断熱材が使われておらず、壁内外がコンクリート壁にペンキ仕上げ、サッシは薄いガラス一枚という状況である。このような教室内では外に面した壁側と石油ストーブなどの周辺との間に大きな熱分布差が生じている (図2参照)。これでは、いくら温めても室内温度分布にムラが生じ、快適な環境にならないばかりか、無駄にエネルギーを消費することになる。まず断熱・気密性能を高めて全体に均等な低い熱負荷の環境をつくる重要性を認識しなければならない。

断熱には大きく分けて、内断熱と外断熱がある。どちらも居住性能からみると差はないように見えるが、躯体の蓄熱性能を活かすことを考えると外断熱工法のほうが大きな効果をあげる。

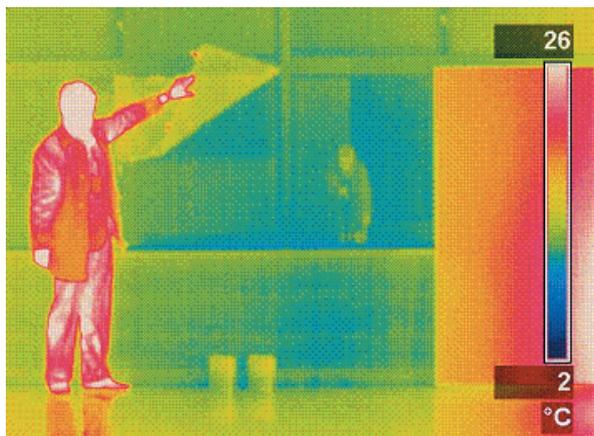


図2 冬季の廊下北側断熱実験：窓側に立てかけた断熱材

(3) 日射調整

夏の日射を遮蔽し室内温度が上がりすぎないようにすることや光を適切に取り入れ照明エネルギーを助けることなどに配慮する必要がある。また、冬には太陽光を取り込み室内に直接蓄熱する設計が必要となる。太陽高度をよく把握し、コンピュータでシミュレーションを行うと簡単な検討で、これらに必要な庇の高さ・長さ、開口部の大きさや室内への進入エネルギーが把握できる。

照明エネルギーは、学校における使用エネルギー全体の30~40%を占めるため、自然採光のための日射導入は非常に効果的である。このため、部屋

の奥にも日射を入れる工夫として、開口部の中間部に設ける光を反射させる庇、建築物の屋根に設ける採光窓、光を通すダクトなどの手法が開発されている。これらの手法は強い南の光より、安定した北の光の方がコントロールしやすい。

(4) 蓄熱性能

人の快適さの要因は空気伝搬による気温と湿度のみならず、放射熱を考慮する必要がある。最も適切な環境は、暖房の場合で周壁平均温度 (床、壁、天井、開口部の平均温度) が24~26°C、空気温度が18~20°Cのときである。(2)で示したような従来型の学校の熱分布では、外部空気温度が零下2°Cの場合、躯体温度は0~5°C、空気温度は石油ストーブ直近で約50°C、5m程度離れるとストーブ側が約25°C、外壁側は約10°C程度以下となり、さらに床面は5°C程度という大きな熱分布差を示し、不快な環境で子どもたちが過ごさなければならない (図3参照)。

厳冬期に躯体全体 (床、天井、壁) の温度を24°Cに近づけ、そして空気温度をあまり上げすぎない環境をつくる設計が求められる。

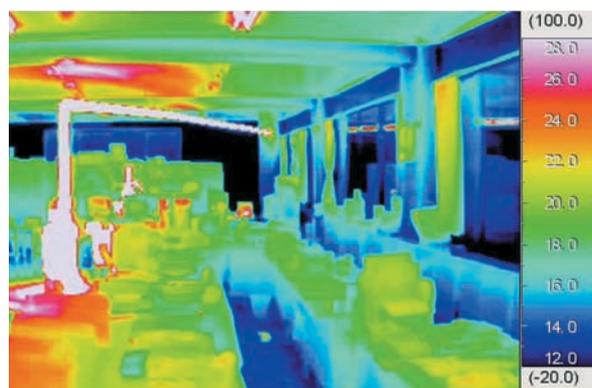


図3 ストーブのある職員室のサーモ映像

(5) 換気・通風性能

必要な計画換気量は10m³/人hとされており、新鮮空気を常に導入しなければならない。外部空気が寒すぎる (暑すぎる) 季節に新鮮空気を導入することは、それを温める (冷やす) エネルギーが必要となり、エネルギーの過剰な消費につながるという矛盾が生じる。新鮮空気を温める (冷やす) 方法として、機械的に新鮮空気と排気空気との間

で熱交換を行うことが一般的な設備設計の考え方であるが、設備の導入コストが高く、電力を必要とする。このため、地熱を利用して新鮮空気を温める（冷やす）ヒート・クールチューブといった手法など、自然エネルギーを利用した方法を検討すべきであろう。また、夏季に夜間の冷気を室内に導入し、躯体を冷やしておくナイトパーズという手法も効果があるが、そのために工夫・開発されたアルミサッシや時間開閉装置などの導入は機械的手法になってしまうことに注意が必要である。

換気性能は空気の動きによる蒸発熱によって快適さを保つ手法で、外部空気が26～28℃程度に保たれていれば十分に快適に夏を過ごすことができる。

自然の空気が床下を通り、地熱により温められ（冷やされ）た後、壁の中から室内に入り、建築物の隅々まで常に動いている状態、これが健康な空気環境を保障するための設計であり、総合的性能をもった環境建築をつくるための重要なポイントである。

(6) 健康・安全性

現代の建築物は、化学製品の建材が多く利用されているため、健康・環境への配慮が必要である。

学校施設は、これまで鉄筋コンクリート造で最も安価に造られる建築物の一つであり、プラスチック系タイルがコンクリートに直に接着された床、コンクリートにモルタルペンキ仕上げの壁、石膏ボードあるいはフレキシブルボードの天井など、ホルムアルデヒドやキシレン・トルエンなどの溶剤を使用する仕上げなどの安価な仕上げが採用されていた。近代的な住まいに生まれてからずっと化学製品に浸かってきた子どもたちが化学物質過敏症になる危険は高いといわれている。火災時のダイオキシン発生建材、接着剤や化学製品からの揮発性有機化合物（VOC）などによる健康被害が明らかになってきた現在、設計から施工までのすべての段階において注意深く検討することが重要である。なお、表面は自然素材とみえても、下地合板の接着剤や施工過程での接着材、シーリング材などもシックハウス症候群の原因となる危険があるため、施工方法についても注意が必要である。

また、家具からのVOCについても被害が指摘されており、特に合板フラッシュによる箱家具では接着剤に注意が必要である。

(7) 自然・廃棄エネルギーの利用

大地には年間平均気温とほぼ同じ温度の層が地表面を覆っている。これを利用するため、杭利用や井戸のような管を利用して地中深くから一定温度の熱を取り出す方法と、地表面1～2mに塩ビ管を敷設し新鮮空気の温度を変化させて導入する方法などがある。

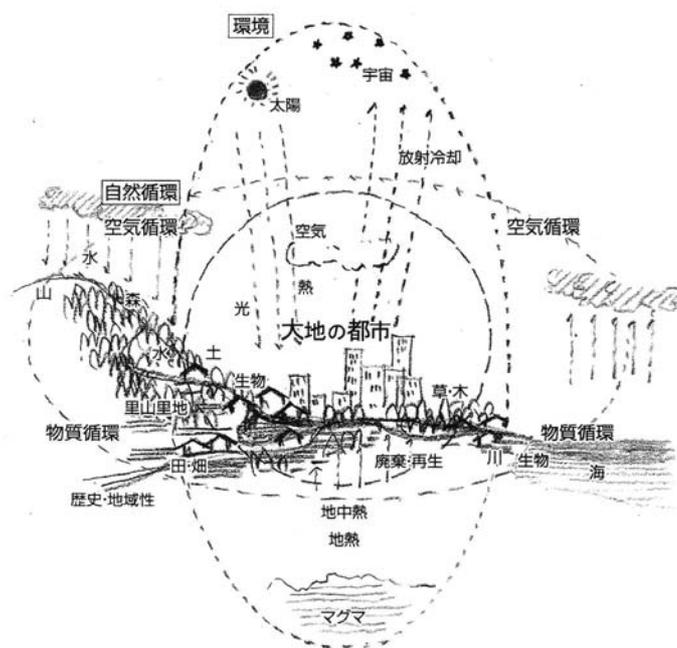


図4 自然エネルギーと物質循環
(中村勉)

また、地表面では、緑地内や北側や中庭の安定した空気を導入するなど、計画換気量の新鮮空気に自然の熱をくわえる方法が考えられる。これによる効果はまだまだ小さいが、さらに大きな効果を得る手法を開発する余地が残されている。

最も利用しやすいエネルギーは、太陽であり、発電による方法と熱利用が一般的である。機械的手法を用いない手法としては、直接壁や床に蓄熱する方法や夏に太陽光を室内に入れず日射遮蔽などが基本である。また、温室という、室内と外部との間にもう一つの温度調節ができる空間を持つ手法は室内緑化と合わせてすぐれた手法である。これらの方法で太陽エネルギーを利用することは

二酸化炭素を排出しない建築の一番の近道である。

風力エネルギーを発電として効果的に利用するには现阶段では小さすぎる。しかし、風車の種類によっては100W程度の発電をするものもあり、教育的効果として目で見えるエネルギーの価値は高い。また、ビオトープの水循環などに、発電ではなく動力を期待して揚水風車を利用することも可能である。

この他にも、宇宙からの放射熱や廃棄・バイオマスエネルギーなど将来の開発が待たれるものもある。

以上、「環境建築」における室内環境性能について解説した。今後益々、学校施設における環境への配慮が重要になってくる。この点、木の活用は、環境性能の向上に寄与するものであり、次にその優位性を解説する。

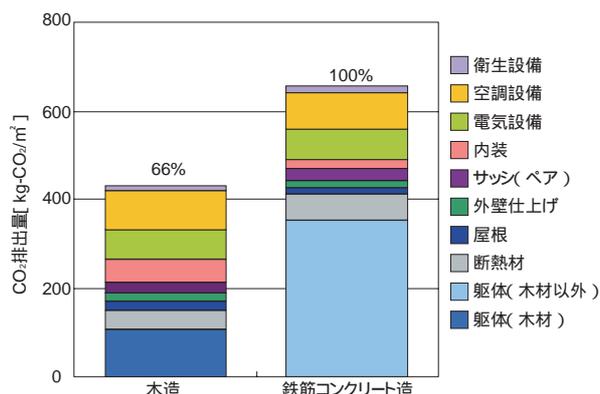
木の利用による環境負荷低減

木の学校づくりは、二酸化炭素の排出量削減に貢献する。まず、木そのものは成長の段階の光合成により二酸化炭素を吸収し、酸素を排出する性質がある。よって、木を建築物の材料として使用することは、炭素を木材の個体内に固定している状態といえる。さらに、計画的に木を使うことにより、森林が活性化され、建築材料のみを見た場合、二酸化炭素の吸収を促進することとなる。

一般に鉄筋コンクリート造の建築物が、建設時に二酸化炭素を多く排出することと比較すると(図5)、非常に大きな環境負荷低減効果といえる。運営面でも省エネルギー効果が期待できるが、建設時の二酸化炭素排出抑制はこれに比して大きな効果がある。このことから学校施設における木の活用の促進が大きな意味をもっているといえる。

一般に、学校施設の運営時に消費するエネルギー量は驚くほど小さい。

また、先に述べたとおり、既存の多くの学校施設は一般建築の常識に反して、外壁、屋根面に断熱材が用いられていない。そして、そこに加えられるエネルギーは、古くは薪、石炭ストーブの時代から、石油ストーブなど効率の悪い暖房が行われていた。これらのことから、学校施設の室内環境は、全体的



*建築物のLCAツールver4.0を用いて算出

*サッシ、断熱材、電気・空調・衛生設備に関しては、同じ設定

*木造の屋根の仕上げは瓦

*木造の構造体の材積は平均値(「木の学校選集(文部省)」の2,000m²以上の木造校舎の木材使用量による)

図5 単位床面積あたりの建設にかかわるCO₂排出量の比較 (中村 勉)

には決してよいとは言えない状態である。

運営時のエネルギー消費量を抑えるための環境を考慮した学校づくりの一つの方法として、木の活用がある。木の断熱性能については、杉や桧の熱伝導率が0.1 W/m²℃、合板の熱伝導率が0.15 W/m²℃であり、コンクリートの約10倍、鉄の約300倍とすぐれている。通常、建築物には熱伝導率が0.11W/m²℃以下の断熱材が入られるが、木材は構造材として利用されるほどの強度をもちながらも断熱材とほぼ同等の断熱性をもつ材料である。この断熱性能による木材の効果として、エネルギーの負荷低減効果がある。

また、この断熱性能により結露防止、手すりや壁、床などの冷たい感触の緩和などの効果も指摘されている。

さらに、木材は調湿機能を持つ。内装に木材を使用した場合、外気から湿った空気や乾いた空気が入り込んでも、部屋の湿度がそれほど変わらないのは、木材が一定の含水率(平衡含水率13~18%)をもつ特性のためである。結果として室内の湿度の変動幅が小さくなり、一定湿度が保たれやすい。このような木質空間の調湿機能は、インフルエンザウイルスの拡大防止やチリダニ類の防止などが図られる利点も持っている。建築物が調湿機能をもつことは、健康、衛生、快適性など居住性の点からみて極めて重要なことである。

国産材利用による環境負荷低減への効果

図6を見ると、木材供給量(丸太換算)8,586万m³のうち、約80%を外材に依存している。これらの輸入外材の輸送時の消費エネルギーをしてみると(図7参照)、一番輸送距離の大きい欧州材は845MJ/m³(原油換算量で218ℓ/m³)、一番少ないロシア材で135MJ/m³(同35ℓ/m³)となっている。乾燥材の製造過程消費エネルギー1,390MJ/m³と比較するとそれぞれ約6倍、約1倍となっており、輸送エネルギーが木材利用における環境負荷に占める割合の大きさがわかる。国産材の調達エネルギーと比較してみると、ロシア材の半分、欧州材の7分の1のトータルエネルギーで同等の木材を利用することができる(図8参照)。よって、外材を利用するより国産材を利用する方が環境負荷低減に繋がる。さらに、国内の陸上輸送を勘案すると、地域材を利用することが環境負荷の観点からも望ましいことがわかる。

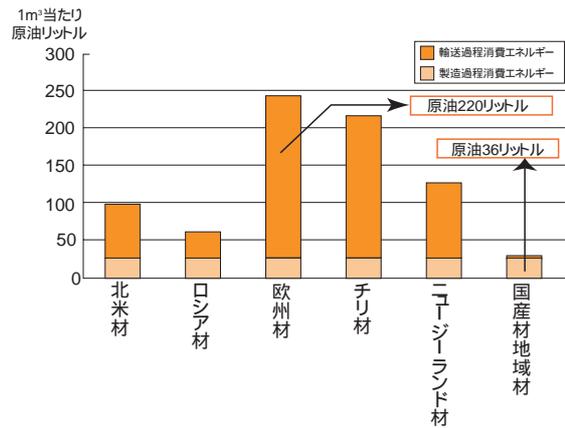
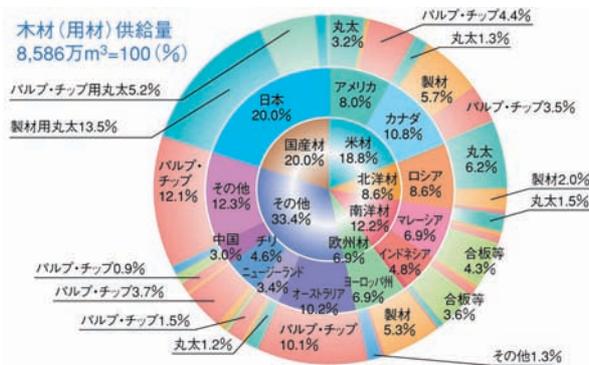


図8 輸入材と地域材の調達トータルエネルギー (藤原敬:「木材工業」vol.55、No.6)



- 1: 木材のうち、しいたけ原木・薪炭材を除いた用材の状況である。
- 2: 丸太以外は、丸太換算したものである。
- 3: 内訳と計の不一致は、四捨五入及び少量の製品について省略したためである。

図6 国産材及び外材(用材)の供給状況2005年 「森林・林業・木材産業そが知りたい12007」(社)全国林業普及協会

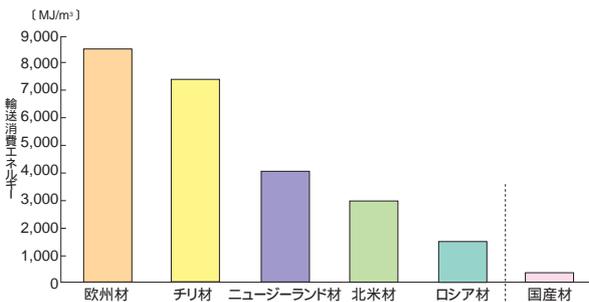


図7 主な外材の輸送消費エネルギー (平成13年度森林・林業白書)



第2章

木の活用のQ & A

学校の計画にあたっては、第一に多様な教育活動の場、第二に心身が成長を遂げる生活の場、第三に学校と地域の連携・支え合いという、3つの基本に照らして明確な方針を立てて進めることが大切です。また、安全・安心、健康、バリアフリー、地球環境への配慮などが求められます。

木を活用した学校の計画においても、これらソフトとハードを合わせた学校づくり、地域づくりについて総合的な視点から関係者が共通理解を図る必要があります。

その上で、豊かな学習環境を実現するため、生物材料として木のもつ優れた特性を最大限生かす工夫をするとともに、木材の確保、法規やコストなどの社会的条件を勘案しながら適材適所に木の活用を図ることが大切です。個々の学校の規模、地域性、教育的取組みなどに応じた計画目標を立てることがより一層求められており、木の活用によって、その学校、その地域ならではの誇りのもてる学舎を実現することの計画の立て方をこの節では説明します。

Q1

木を活用した学校づくりは、どのような学習環境上の効果を期待して計画を立てればいいですか？

A

木の活用は、子どもたちの学校施設に対する愛着を生むとともに、落ち着いて学習に向かえ、様々な学習形態を生み出し、学習意欲をより高める効果が期待できます。また、教師の疲労感を軽減し、精神的に余裕を持って教育に臨むことについて好影響が期待できます。一方、木を活用してつくられた学校は、建築物自体が木の魅力や森林の大切さを伝える教材となります。これらの長所を理解し、最大限に木の特性を生かした計画の立案が求められます。

解説

木の学校づくりのスタートは、まずその学習環境における効果について理解を広げることです。木には、柔らかさ、手触り、温かさ、柔らかな音の響き、香りなど、人の五感に優しい特性もっています。木から揮発するフィトンチッドという物質の香りなどは人をリラックスさせ、また、木の床は人間が歩くのに程良い弾力性があるため疲れにくいと評価されています。また、湿度を保つことにより結露をなくし、健康な環境作りが図れることも優れた特性の一つです。これらが合わさって、そこで過ごす子どもたちがくつろげる雰囲気を作り出します。一方、教員にとってもその労働環境の改善が図られ、生き生きと子どもたちに接することができる効果があるといえます(参考参照)。

また、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ります。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ます。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



千葉県大多喜町立老川小学校・(上)木造校舎外観(下)校舎に使用した全種類の木のサンプル表示

をもって強く意識させる環境教材としての働きも果たします。さらに、内装や家具などに地域の間伐材を用いることは、地域の自然の意味や、人の関わり方の大切さについて関心や理解を高めることにつながります。

これら木の持つ特性を生かすには、木の用い方

が大切です。合板にも一定の効果が期待できますが、製材品や集成材などを使うと、その効果は大きいと言えます。教材としての力は、地元産材や国内産材であれば一層大きくなります。これらの効果を最大限引き出す計画、設計とすることが望まれます。

参考 <児童・生徒へのアンケート結果>

表1は、内装木質化前後での児童・生徒の学習環境に関するアンケート結果です。内装材に木を活用すると、「はだして床を歩きたくなる」、「床で寝ころんで遊びたくなる」、「自分たちの校舎を他の学校の子どもたちに自慢できる」などと答える児童・生徒の割合が増えており、教室などの床に対する意識の変化が児童・生徒に多く見られます。このように、床に対する意識の改善は、机の上だけの学習から、床の上に模造紙を広げてのグループ学習など、あらゆる空間を利用した、様々な形態の学習を生み出し、子どもたちの学習意欲をより高める効果が期待できます。



秋田県能代市立浅内小学校・床の上でのグループ学習

凡例 ■ はい ■ どちらともいえない ■ いいえ

質問	回答 (数字は%(四捨五入値))
床を歩くときずべったり、ひざが痛くなったりしますか	(木質化) 8 (はい), 23 (どちらともいえない), 67 (いいえ)
	(非木質化) 10 (はい), 20 (どちらともいえない), 70 (いいえ)
はだして床を歩きたくなりますか	(木質化) 29 (はい), 25 (どちらともいえない), 45 (いいえ)
	(非木質化) 16 (はい), 22 (どちらともいえない), 61 (いいえ)
床で寝ころんで遊びたくなりますか	(木質化) 27 (はい), 28 (どちらともいえない), 44 (いいえ)
	(非木質化) 15 (はい), 18 (どちらともいえない), 68 (いいえ)
床や壁をたたいた/して遊びたくなりますか	(木質化) 4 (はい), 10 (どちらともいえない), 84 (いいえ)
	(非木質化) 7 (はい), 12 (どちらともいえない), 79 (いいえ)
掃除はしやすいですか	(木質化) 40 (はい), 48 (どちらともいえない), 11 (いいえ)
	(非木質化) 36 (はい), 45 (どちらともいえない), 19 (いいえ)
床や壁に愛着を感じますか	(木質化) 15 (はい), 47 (どちらともいえない), 36 (いいえ)
	(非木質化) 5 (はい), 36 (どちらともいえない), 57 (いいえ)
休み時間は教室で過ごしたくなりますか	(木質化) 24 (はい), 44 (どちらともいえない), 30 (いいえ)
	(非木質化) 28 (はい), 39 (どちらともいえない), 32 (いいえ)
現在の校舎は、他の学校の子供たちに自慢できますか	(木質化) 67 (はい), 23 (どちらともいえない), 8 (いいえ)
	(非木質化) 24 (はい), 40 (どちらともいえない), 36 (いいえ)
落ち着いて学校生活できますか	(木質化) 54 (はい), 37 (どちらともいえない), 8 (いいえ)
	(非木質化) 52 (はい), 40 (どちらともいえない), 6 (いいえ)

表1 内装木質化前後における学習環境に関する児童・生徒へのアンケート結果
(学校内装木質化が健康に与える影響に関する共同研究(長野県・埼玉県・ときがわ町)から作成)

＜教師へのアンケート＞

児童・生徒だけに限らず、教師の労働環境改善も木の活用効果の一つです。

表2は内装木質化前後における教師へのアンケート結果です。「イライラする」、「落ち着きがない」という回答が木質化と非木質化では、約1/3に減少し、また、集中度、へとへと感、疲労度、体調

の状態などの数値が全般的に改善している結果が見られます。

このように、木質化により教師が余裕を持って授業・教材研究や生徒指導に時間を割けることは、教師の精神衛生面においても、効果が期待できます。

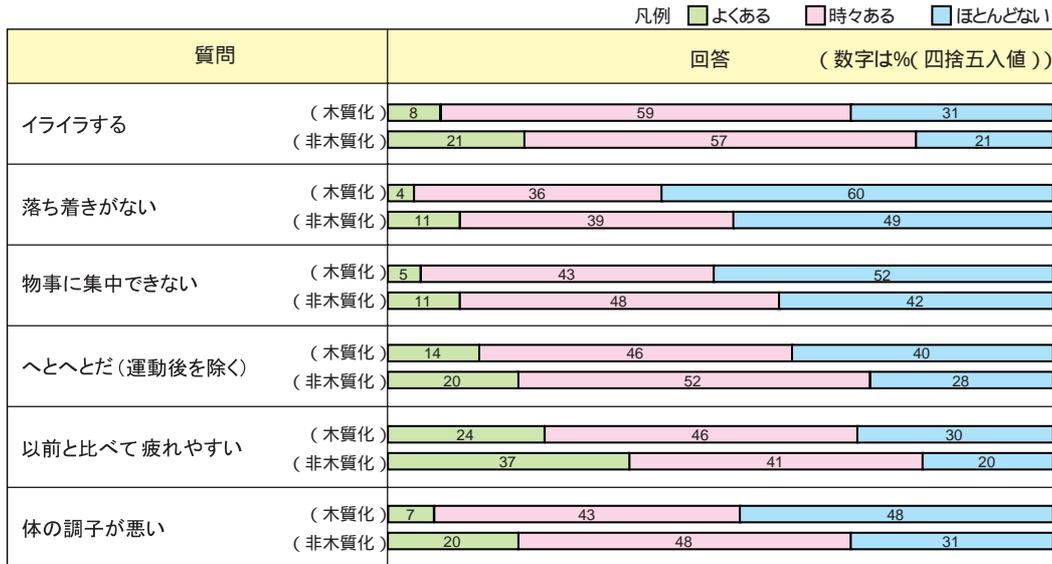


表2 労働環境に関する教師へのアンケート結果
(学校内装木質化が健康に与える影響に関する共同研究(長野県・埼玉県・ときがわ町)から作成)

Q2 木を活用した学校づくりは、室内環境の改善にどのような効果が期待できますか？

A 木造校舎は、木の断熱性・調湿性により優れた室内環境を形成し、冬の暖かさ、梅雨時の湿気による不快感の軽減などが期待できます。
快適な室内環境は、学習意欲の向上やインフルエンザの蔓延防止などにつながります。

解説 文部科学省作成の学校環境衛生管理マニュアルによると、教室の温度は快適性に直接影響を与え、学習に望ましい条件は、冬期で18℃～20℃、夏期で25℃～28℃程度とされています。また、日本の気候の特徴として夏は高湿、冬は低湿ということ踏まえ、教室内の相対湿度は30%～80%を維持するのが良いとされており、人体の快

適性からいけば50%～60%の範囲が最も望ましいとされています。なお、同管理マニュアルに示された温度・湿度は机の高さの空気の値です。

建築材料による温・湿度の違いは床や周壁面に近い箇所で顕著に現れます。木造校舎は冬季でも採暖すると暖まりやすく、室温と周壁面との温度差が小さくなって室内全体が暖まります。一方、

鉄筋コンクリート造校舎の周壁面はなかなか暖まらないので、足元付近の温度と頭付近の温度差が大きくなってしまい、のぼせなどが起きやすくなります(第1章第1節 P12参照)。

また、同じ敷地内にある木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎の室内の相対湿度を比較すると、木造校舎の湿度の方が約7%低く、また、湿度80%を超える時間帯の割合が、鉄筋コンクリート造校舎は子どもの活動時間帯の1/3にも達し、木造校舎の3倍にもなるという研究報告もあります(第1章第1節 P14参照)。断熱性が低い鉄筋コンクリート造校舎に一般的に生じる結露現象は、このような違いによるものです。



秋田県能代市立浅内小学校・木材を使用した普通教室

Q3

木を活用した学校づくりは、地域づくりとどう関わりますか？

A

木の学校づくりは大量に木材を使用するため、木材の生産、流通、技術などに関わる地域の総合力が必要とされます。幅広い人々の学校づくりへの参加を通して、学校に対する地域の関心を高め、地域の結びつきを強める機会とすることができます。地域性に応じて、地域の活性化、木の文化の継承、自然・景観の保全などを図り、また考える機会として生かすことが重要です。

解説

新しい学校づくりを進めるには、構想、計画段階で、学校の計画課題について、教職員、保護者、地域住民などが参加して検討するプロセスが不可欠です。その中で、木を活用した学校づくりにおいて、木を使うことの意義や問題点について共通理解を図ることが大切です。このプロセス自体に意義があるとともに、学校施設は、一般に地域の人々の興味関心が高く、多くの人が計画に関わり、学校の完成を喜び合えるようにすることにより、完成後の学校活動への支援やメンテナンスへの協力体制を作り上げることが可能となります。このように学校づくりを引き続き地域づくりにつなげていくことを意識しておくことが重要です。

また、林業を主とする地域で地元の木を使うこ

とは、地域経済の活性化、間伐材の使用による山林育成、地域の木の文化の伝承などにもつながります。中山間地域であれば、地域の景観の維持や里山の保全に生かすこともできます。



高知県土佐市立波介小学校・中山間地域にある学校

Q4

木を活用した学校づくりは、地球環境問題に対してどのような意義があると考えればよいですか？

A

木を活用した学校づくりは、地球温暖化に対する二酸化炭素の吸収、削減に効果があります。また、身近な学校空間が木でできていることは、地球環境問題、地域の保全の重要性や、それに対する木や森林の役割を理解するのによい教材となります。

解説

1997年12月に京都市で開かれた地球温暖化防止京都会議（COP3）で議決された「京都議定書」では、地球温暖化の原因となる、二酸化炭素に代表される温室効果ガスについて、先進国における削減率を1990年を基準として、2008年から2012年までの期間中に、少なくとも5%削減することが求められています。国ごとに数値が定められ、日本の削減量は6%となっています。その目標達成のために削減リストがまとめられており、そのうち3.8%と最も高いウェイトを占め、大きな役割が期待されるのが、森林による吸収源の確保です。これは森林の成長による二酸化炭素の固定効果を見込むもので、ライフスタイルの変更や経済の停滞を招かない点でも意義があると言えます。ただし、吸収源として認められるのはよく管理された森林、つまり間伐・下草刈・枝打ち、伐採・植林などが適切に行われていることが条件となります。これを進めるには、木を使うことを

社会システムに乗せることが必要です。特に建築用材としての使用は、木の状態を長く保つことになり、炭素の固定化という点で一層意義があります。数多く建設される学校施設や使用される家具を木でつくることは効果が大きいと言えます。同時に、教育の場である学校に木を用いることは、それ自体が、身近に木の効果を感じながら森林を守ることの重要性を子どもたちが考える教材となる点でも大きな意義があります。



機械による間伐作業

Q5

木を活用した学校づくりを進めるためには、建設コストをどのように考えて事業計画を立てればよいですか？

A

木を活用した学校づくりでは、木の用い方や用いる範囲、樹種や産地などによって、建設コストが異なります。予算に応じてこれらを考える一方、学校設置者として、学校環境づくりにおける木の特性の生かし方や、地域の保全や活性化、地球環境問題に対する効果などを総合的にとらえ、事業予算を組み立てることが大切です。

解説

木を活用して学校をつくる場合、構造を木造とする、木造ではないが屋根は木で架ける、あるいは内装を木質化するなど、木の用い方や用いる範囲には多様な考え方があり、それにより木

材の使用量やコストが異なります。また、製材品や集成材の種類の違い、樹種・品質・産地の指定方法、または地域による木材の生産・供給体制などの違いによって建設コストに差があります。

同時に、子どもたちが育つ環境をつくる上で素材としての木材の特長の生かし方、地域材を用いることによる地域経済の活性化や地域の景観・文化の継承、国内材を用いることによる国土保全や地球環境問題に対する効果など、木を用いることの様々な意義も考えられます。ただ安ければよいというだけでなく、学校建設予算とあわせてこれらを検討する必要があり、学校設置者として、地域づくりや、地球環境問題という総合的な判断にとらえ事業予算を組み立てることが求められます。



製材品の出荷作業



長野県 稲荷山養護学校・地域材(カラマツ)を使った内装

第1節では、木の学校づくりの計画方針を立てる際に考慮すべき、木の効果などについて説明しました。この節では、これらの効果を最大限に引き出すべく、木の学校施設づくりの計画を進めていく際の留意点などについて説明します。

Q6

新增改築の計画を立てる際、
どのようなことに留意すればいいですか？

A

学校施設を木造で新しく建てる場合は、長く、大切に使う観点から維持管理も念頭に置きつつ、十分な検討が必要です。また、既存の木造施設を改築することを計画する場合は、当該建築物の老朽化具合を十分確認し、改築とするかまたは改修（大規模改造によるリニューアル）するかの選択を行うことが必要です。

解説

木造の学校施設の計画に当たって、しばしば懸念される「耐用年数が短い」という考えは間違いです。伝統的な日本建築を見てみると、有名な神社仏閣などの建築物は、数百年を経過しても実際に存在しています。それを可能としているのは、適切な維持管理、メンテナンスです。鉄筋コンクリート造校舎であってもメンテナンスを怠ると、極端に耐用年数が短くなってしまいうものもあります。新しい学校施設の建設を計画する場合は、将来にわたる維持管理も念頭に置きつつ、木の効果を活かす計画について、地域の実状を踏まえた検討が必要です。

また、木造の学校施設の改築事業については、その建築物の状態を十分把握した上で、計画することが重要です。木造の学校施設は、古いから丈夫でないと単純に考えられる場合がありますが、調査してみないと結果はわかりません。また、学校施設は地域のシンボルになっており、文化や伝統を引き継ぐことが望まれるものもあります。調査結果などによっては、改築ではなく改修（大規模改造によるリニューアル）することが適当なものもあります。図1を参考に、木を活用した学校施設の改築または改修の選択を検討してください。

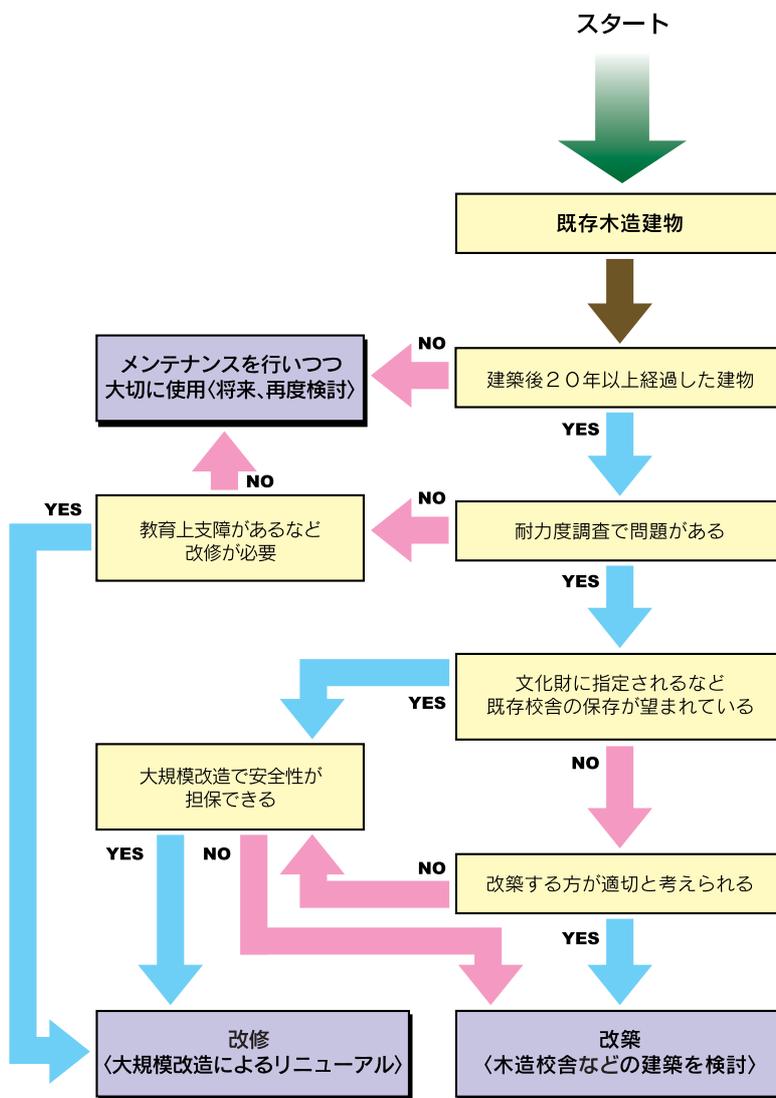


図1 既存木造施設の計画検討フロー図

Q7 改修の計画を立てる際、どのようなことに留意すればいいですか？

A1

木造の学校施設を改修する場合は、構造の安全性、木材の劣化具合など既存施設の状態を十分確認し、計画を立てる必要があります。また、計画的にメンテナンスを行うことが大切です。

解説

木造の学校施設を改修する場合、まず、1) 主要構造材の状況、2) 屋根、外壁などの状況、3) 建具などの状況など既存施設の状態を十分チェックする必要があります。部材の状態によっては、大幅に改修せざるを得ない状況になりますので、計画を立てる前に十分なチェックが必要です。

また、特に屋根、外壁などは、木材の耐久性、劣化状態を詳細に確認し、防水補修や再塗装などの必要性を検討し、場合によっては、木板の貼り替えを視野に入れる必要があります。水に対する処置を適切に行うことが、木造の学校施設を長持

ちさせることに大きく影響します。木造の学校施設のメンテナンスを定期的を実施するため、概ね5年～10年の期間で計画的に実施すべきです(Q19、20参照)。



埼玉県ときがわ町立荻ヶ丘小学校・改修工事(床組部)

A2

鉄筋コンクリート造などの学校施設を改修する場合は、改修を機会に、内装木質化を図ることで、環境性能や雰囲気を大きく改善する効果があります。

解説

鉄筋コンクリート造などの学校施設を改修する場合、内装木質化は、学習環境の向上に非常に効果的な手段です。改修は、校舎を使用しながら計画・工事ができるので、計画期間中に、例えば教室の廊下側の窓やドアを撤去しオープン化の検討を行ったり、子どもたちの持ち物を調査し、調査結果に基づき家具や収納の設計を行うことが可能といったことなどのメリットがあります。

近年は、耐震補強工事が学校施設の最重要課題となっており、各学校設置者においても、優先的に事業が実施されています。耐震補強工事に併せ、内装の木質化工事を行うなど、効率的な整備が重要です。鉄骨ブレース補強と内装木質化した教室はそれらが視覚的に違和感なく調和し、鉄骨ブレ

ースよりも木の床、壁に視線が行くため、圧迫感が、緩和されるという効果が期待できます。

また、木質化の効果を得るためには面的な仕上



埼玉県ときがわ町立玉川小学校・内装木質化と耐震補強改修した教室

げばかりではなく線的な仕上げにすることなどによりコスト面で有効になります。

改築よりコスト負担の小さい、安全・安心で、快適な教室などの改修事業の実施を検討する必要があります。



山梨県立北杜高等学校・木をアクセントとして線的に使用した廊下

Q8

木の学校づくりは、どのような体制で進めていけばいいですか？

A1

学校設置者、教職員、保護者、地域住民、設計者や学識経験者などによる検討会を組織し、十分に話し合うことにより、地域の学校として作り上げていくことが重要です。そのような機会に子どもたちが参加したり、意見をいったりすることは、教育上意義があることといえます。また、それを契機にして、学校が地域コミュニティの核となることが期待できます。

解説

学校づくりは、学校と地域住民との連携を高め、その学校の将来にわたる重要な絆をつくりあげるプロセスと考えられます。

多くの地域住民に学校づくりに参画してもらい、その意見をできるだけ多く反映させることが大切です。地域住民と学校の絆がより深まり、地域の中で様々な役割を果たしうる学校がつくられます。

その絆は、その後の地域コミュニティの核としての学校運営においても、活かしていくことが可能です。

このため、学校設置者が中心となり、教職員、保護者、地域住民、設計者や学識経験者などによる検討会を組織し、ワークショップなどの取組みを実施し、十分に話し合いを行うことが有効です。

また、伝統のある木造施設の場合、地域住民から、その学校を保存してほしいとの要望が出ることがあります。その際、設置者は、十分な協議と説明を行い、地域住民の不安を解消するとともに最善の立案が必要です。

事例

群馬県安中市立九十九小学校校舎改築の住民参加

安中市では、学校づくりを行う上で、学校と地域との繋がりを形成するためには、学校設置者と設計者だけで計画を進めるのではなく、地域住民に積極的に参加してもらおう機会をつくるのが非常に重要と考えた。このような場を設けることは地域住民全員でつくった地域の学校という実感を持ってもらうこととなり、その後の学校運営においても地域の協力を得ることに繋がっていく。

平成16年度の九十九小学校の校舎改築計画においては、教職員、子どもたち、地域住民、設計者などで検討会を構成した（図1参照）。同検討会では、設計期間中に3回のワークショップを開催し、子どもから高齢者までそれぞれ100名近い地域住民の参加を得て、それぞれの学校に対する思い、将来イメージなどについての意見を話し合った。地域の意見を設計者に直に聞いてもらう一方、設計者からの提案を受けること

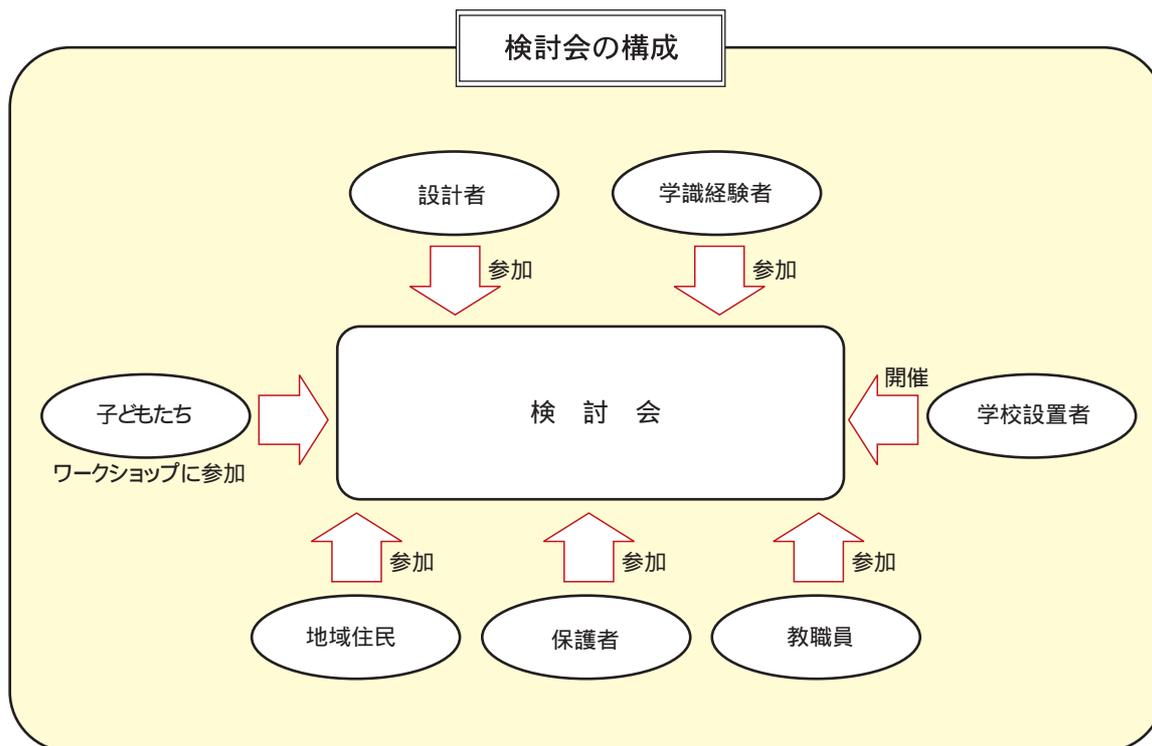


図1 群馬県安中市立九十九小学校校舎改築の検討会メンバーの構成イメージ

でそのイメージを深めていった。具体的には、地域材の活用や、地域住民が活用できる場所の設置などの要望があった。また、同校の既存校舎は木造であり、新しい校舎でも木造を求める声が大きかったが、設置者としては、コストなどの観点から木造と鉄骨造の混構造（一部鉄筋コンクリート造）を提案し、ワークショップの中で丁寧に説明することによって、混構造であっても木のあたたかみなどによる効果が期待できることなどについて理解が得られた。このように、「全員参加の設計」を進めていった。

完成した校舎には、つどいの広場（玄関脇）に地元森林組合から提供された地元スギ丸太を柱材として使用したり、地域住民も自由に使ってできる多目的教室を設けたり、ワークショップでの要望が随所に盛り込まれた。

九十九小学校の改築計画を契機に地域住民が「地域の学校」として実感を持つだけでなく、住民同士のコミュニケーションをより深める結果となり、さらに学校と地域との繋がりがより強くなり、その後の学校運営への協力も得られるようになった。



群馬県安中市立九十九小学校・ワークショップの様子



群馬県安中市立九十九小学校・完成された木の校舎

A2

木材の確保を円滑に進めるため、計画段階から木材関係者などに十分協力を求め、木の学校づくりのための体制をつくるのが有効です。

解説

木の学校づくりには、学校設置者側の木を用いるねらいや設計内容に応じた、樹種、寸法、強度、性状の木材を一時的に大量に確保する必要があります。

木材は伐採から製材・乾燥までに長期間を要しますので、学校施設の主要部分に使用する材など、その多くは前年度に発注し、調達する段取りが必要になります。

そこで、この大量な材料確保にあたり、地域の木材

関係者や設計者などの協力が非常に重要となります。

地域によっては、既に森林組合、生産業者、製材業者などから構成される木材組合連合会が組織されている場合があります。これらの組織に協力を求めるのが有効です。また、木材組合連合会が組織されていない場合においても、設置者が積極的に働きかけ、各木材関係者に協力を求め、行政や設計者を交えた木の学校づくりのための体制づくりをしていくことが考えられます。

事例

福井県立南越養護学校建設に伴う木材関係者などの協力

福井県では、木の良さを多くの県民に身近に知ってもらうとともに、地域における木材利用の波及効果が期待できることから、公共施設への県産材利用を促進している。

平成15年に県立南越養護学校を新築するにあたっては、木のあたたかみを子どもたちに感じてもらい、良好な学習環境を形成することを目的に「可能な範囲で県産スギ材を使用して木の学校にする」ことを基本方針として、普通教室棟や特別教室棟の約3,000㎡を木造で計画した。

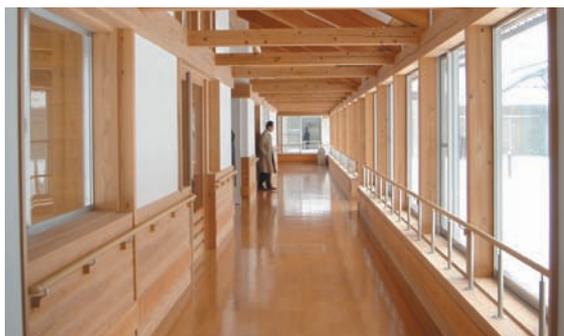


福井県立南越養護学校・外観

県産スギ材を大量に使用した学校建設は県内初の試みであり、短期間での大量の木材調達に不安があった。一般に、品質・性能の確かな地域材を調達するには、適切な伐採時期や乾燥などの期間確保が必要となることから、遅くとも木造部分着工の約1年前から調達に向けた準備が必要とされている。

このため、福井県において従来から組織されている各地域の森林組合、素材生産者、製材業者から構成される木材組合連合会に協力を求めることとした。

事業にあたっては、まず県教育委員会、営繕部局、林政部局の各行政部門が連携し、木材組合連合会と連絡・調整する場を設けた。具体的には、建設年度の前年度から設計を行い、この段階で設計者に形状・寸法・数量などの情報提供を求め、それを共有し、調整を行いつつ、木材の大量確保に向けた事前調達を行った。資材事前調達と工事発注を分離した事業は県発注工事では初めての試みであったが、木材組合連合会とあらかじめ調整を行っていたことにより、品質の整った木材を十分確保することができ、



福井県立南越養護学校・県産スギ材を活用した内装

工事着工後、施工業者に予定通り資材を引渡し、遅延なく竣工した。

このような行政と木材組合連合会の計画段階

での綿密な連携は、竣工後のメンテナンス指導を仰ぐなどの関係を構築し、その後の学校運営に対する協力や理解も得られている。

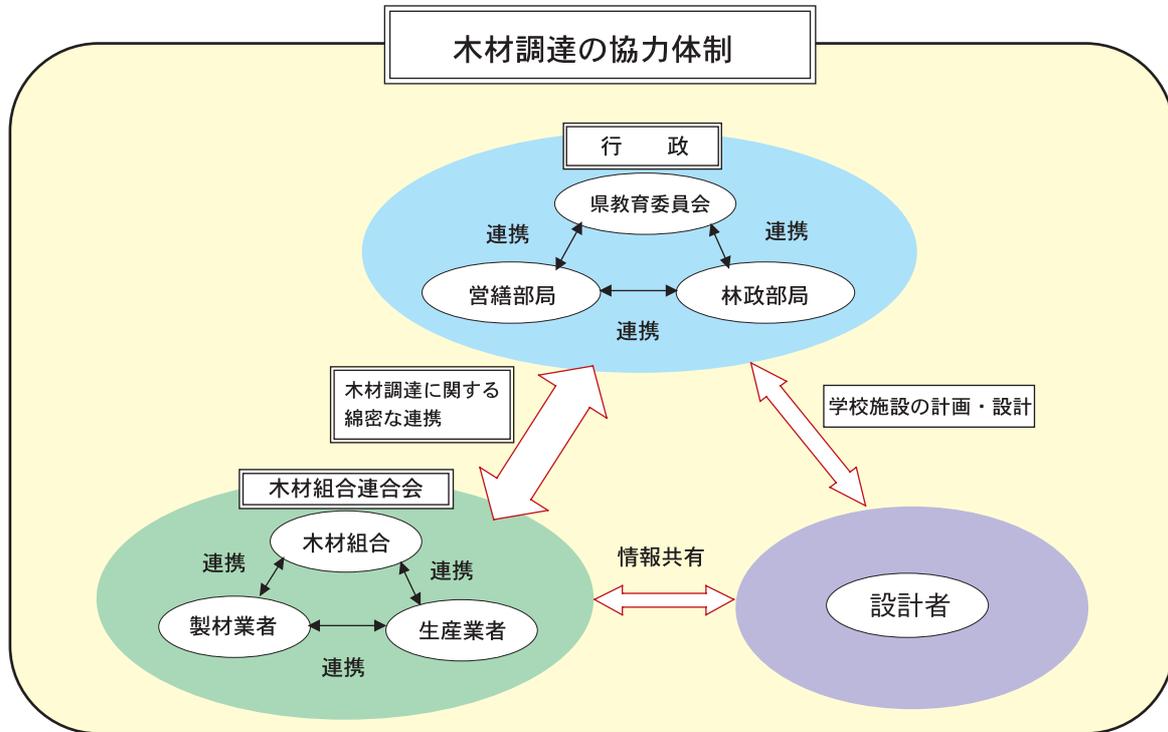


図2 福井県立南越養護学校建設に伴う木材調達の協力体制

Q9

木の学校づくりにおいて、学校設置者として、どのようなことを設計者に求めればいいですか？

A

学校設置者は、設計者に対し、木を利用することで教育空間の質を高めるという意識を持ってもらう必要があります。また、コスト面、維持管理面について多面的に検討してもらうことが重要です。

解説

■ 教育空間の改善

木は、子どもたちの学習空間の改善効果が期待できる天然資材です。その特性をよく理解し、温度・湿度などの室内環境の改善や木の癒し効果が十分発揮されるよう、活用方法を検討することが重要です。

また、木は、樹木としての生涯から、加工された後の第二の生涯まで、学校で生き続けていきます。この観点を、環境教育などに活かすことができるような計画の立案が望まれます。新增改築にあたって



岐阜県高山市立南小学校・木の小屋組を見せるなど、木を十分に感じられる教室仕上げ

は、設計者もワークショップなどの企画に参加し、子どもたちや地域住民などと一緒に学校をつくりあげるという意識を持ってもらうことが大切です。

なお、多様化する教育内容・方法をはじめ、学校づくりの課題を幅広く理解し、それらに対応した計画とすることにも、十分考慮する必要があります。



神奈川県鎌倉市立御成小学校・旧校舎から移設し再利用した木造小屋組

■ コスト

木材の利用にあたっては、大断面の構造材の使用に固執せず、構造上の工夫により合せ梁などの活用や間伐材の活用も考慮し、コストを抑える設計に努めてもらうことが必要です。

また、材料の選定・調達のために設置者が地元木材関係者との協力体制をつくり、その中に設計者も

参加して、関係者と連携の下、設計を進めてもらうことが必要です（Q15、Q43参照）。



高知県土佐市立波介小学校・構造上の工夫による架構

■ 維持管理

木は、樹種などによりその特性に違いがあります。その特性を十分に活かせるような使用方法・使用場所を検討する必要があります。特に、水周りや外壁での使用には留意する必要があります。その際、過去の建築事例などを参考に検討することも有効です。

また、木の材料特性を十分理解し、長期的なたわみ（クリープ現象）、摩耗などに備えるとともに、メンテナンスの行いやすさやコストなどにも考慮した設計が重要です（Q19、Q20参照）。

Q10

木造にする際の設計・施工監理について、どのようなことに留意する必要がありますか？

A

大規模木造建築物の設計・施工監理には、十分な知識や経験が必要です。設計事務所や施工業者にはその能力が求められるとともに、それを発揮できる体制を求めなければなりません。この点を十分に確認した上で、設計者、施工者を選定することが重要です。また、事業スケジュールの設定にあたっては、特に地域材を活用する場合には、木の伐採時期から乾燥までを含めた調達期間を十分にとり、乾燥による狂いなどが少なくなるよう留意する必要があります。なお、完成後の定期点検は、計画的な維持保全が必要ですので、設計段階からこれらに留意しておくことが重要です。

解説

学校施設を木造にする場合は、大規模な木造建築物になることから、木の特性、構造、細部の納まりなどを十分に理解して、設計・施工を進めることが、強く、長寿命で、豊かな学習環

境を実現するために重要です。大規模木造建築物の設計・施工監理は専門的知識や技術力が必要ですので、力量や実績を備えた設計事務所や施工業者などを選ぶほか、大規模木造建築物に関する専

専門家などの協力を得ることが重要です。なお、実績のある設計事務所であっても、集成材に詳しいとか、製材を利用して大空間を作った実績があるなど、経験の違いや得意な工法があるので、木造にするねらいに照らした確認が必要です。

計画を進めるにあたっては、あらかじめ木材の乾燥期間を十分に確保することが重要です。伐採時期から製材にするまで、乾燥期間が十分でない

と、完成後に木材の狂い・割れなどを起こしてしまう恐れがあります（Q13参照）。

さらに、木造施設の各部位、部材は、時間の経過とともに変形や、劣化が進行していきます。計画段階から、各部位、部材に応じた定期点検や計画的な維持保全を考慮しておくことが重要です。これにより、木造施設の安全性・居住性・美観などを保つことができます。

参考 <乾燥方法の留意点>

乾燥の方法には、天然(自然)乾燥のほかに、人工乾燥として高温、中温、低温、燻煙乾燥などがあります。材質、期間、コストなどの点でそれぞれメリットやデメリットがあるので木材業者などと十分相談した上で決定することが重要です。

■ 天然(自然)乾燥

丸太を製材し棧積みして自然に乾燥させるため、半年以上の期間を要します。表面割れは発生しますが内部割れは生じません。含水率はやや高めになりますので、寸法安定性を特に必要とする架構には適しません。調湿性・色合い・香りなど、木本来の特性は保持されます。

■ 高温乾燥

最も短期間(1週間程度)で乾燥が可能です。表面割れがなく、寸法安定性は良いですが、内部割れが発生する恐れがあり、材種により向き、不向きがあります。カラマツなどには問題がありませんが、スギ、ヒノキなどの材種を構造材として用いる場合などには適しません。また部材同士の接合方法に注意を要します。

■ 中温・低温乾燥

乾燥するまで2～4週間の期間を要し、部材表面に乾燥割れが発生しますが、内部割れは少ないです。なお、貫通割れでなければ、強度上の問題はありません。

■ 燻煙乾燥

乾燥のための燃料に端材や木材チップなどを使用します。乾燥期間は3～4週間を要し、表面割れは発生しますが内部割れは生じません。コストは一番高いですが、乾燥による狂いは最も少ないです。



木材乾燥作業

Q11

地域の木材を使用するにはどのような配慮が必要ですか？

A

学校施設での地域材の活用は、地元産業の振興にも資するものであり、仮に多少割高であっても地域材の活用を図ることは大きな意義があるといえます。

また、設計段階から設計者とよく相談し、地域材の特性を活かした利用方法を検討することが重要です。

解説

学校における地域材の活用は、地域材をアピールする絶好の機会です。地域材の利用促進は、地元の森林を保全し、地元産業振興に還元できる「森林循環」の要です。地域の活性化や地球環境保全などの観点から、仮に多少割高であっても地域材の活用を図ることは大きな意義があります。また、一般に、植生はその地域の気候条件によるので、建材として地域材を用いることは、当該地域の気候条件に最も適した材の選択という観点から意味があるといえます。



木材野積み場

設計段階において、設計者とよく相談し、地域材の特性や価格を考慮して材を指定することや、木の特性を教育に活かす（例えば、節付き材や皮付き丸太など木の素材を生かし、子どもたちの木

に対する理解を深めるなど）計画を行うことが重要です。

製材工場の有無、乾燥設備の有無などの地域の実情を勘案した計画を立てることも重要です。最近、人工乾燥設備の普及や県産材の認証制度などが整備され、地域材を購入しやすい環境が整備されてきています。

地域材の調達にあたっては木材関係者と十分連携をとり、共に学校施設を作り上げていく協力体制を構築することが有効です（Q8参照）。

構造材となるような大断面、長尺の材の調達が困難な場合でも、杉、桧などの間伐材の活用が考えられます。間伐材で集成材を製作する技術の向上、乾燥設備の充実などにより、より幅広く地域材を活用することが可能になっています。



木材乾燥施設

Q12

**シックハウス症候群に対し、木材は安全ですか？
注意すべきことはありますか？**

A

木材を活用することはシックハウス症候群対策に有効です。木材は、天然素材でありそれ自身から人工的な化学物質を発生させることはなく、接着剤などの化学物質を使う建材に比べ、シックハウス症候群に対し比較的安全といわれています。

ただし、集成材や合板などに使われる接着剤や、木材を保護する塗料などには揮発性有機化合物（VOC）が含まれていますので、適切に換気などを行うことは必要です。

なお、建設工事の際には、安全と認定されている建材を指定することが重要です。

解説

シックハウス症候群は、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなどの揮発性有機化合物（VOC）が原因物質とされています。

学校環境を衛生的に維持するためのガイドラインである「学校環境衛生の基準」では、教室内の存在が懸念される6種類（ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン）を対象とし基準値を定めていますので、これに基づき、室内濃度測定・換

気などを行い、安全を確認することが必要です。なお、例えば、化粧品などにも配合されるようなヒノキチオールという木の成分であっても、化学物質過敏症の人には影響を及ぼすともいわれており、シックハウス症候群については、絶対の安全はないと認識し、注意を払うことが必要です。

一般的にVOCは揮発性が強いので換気をしっかりとすれば時間の経過と共に放散濃度は減少していきます。

参考1

建築基準法では、クロルピリホスを含む建材の使用が禁止されているとともに、ホルムアルデヒドを放散させる集成材、合板、木質系フローリング、中密度繊維板（MDF）、壁紙、接着剤、塗料、断熱材などの建材について規定されています。これらの建材は、ホルムアルデヒドの放散量により4段階に区分*されています。最上位に認定されている建材は、内装仕上げとして無制限に使用できますが、それ以外のものは使用面積

の制限などがあります。ただし、最上位に認定されている建材でも、放散量が0ではありませんので、換気を行うことが大切です。

※日本工業規格（JIS）、日本農業規格（JAS）による等級。最上位に認定されている建材は、F☆☆☆☆（フォースター）、以下F☆☆☆☆、F☆☆☆、F☆☆（または表示なしなど）と表示され最下位のF☆☆（または表示なしなど）は内装仕上げとしての使用が禁止されている。

参考2**■ 集成材**

集成材は、造作用集成材・化粧張り構造用集成材、構造用集成材の3種類に分類されます。接着剤が使用されていますが、ホルムアルデヒドはF☆☆☆☆のガイドラインより非常に少ない量しか検出されません。

類合板」は、ホルムアルデヒドの放散が非常に少なくF☆☆☆☆をクリアしています。メラミン樹脂によるものはややその反応が甘くF☆☆☆☆レベルの合板が多く見られます。ユリア樹脂は空気中の水分と加水分解が起こり、ホルムアルデヒドを放散する可能性が高くなります。

■ 合板

合板は下地として広い範囲に使われ、複合フローリングなどの基材としても用いられます。また、比較的安価なため、仕上げ材としても使用されます。合板には、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂などの接着剤が用いられ、いずれもホルムアルデヒドと反応させて作られています。反応させる過程で完全に反応せずホルムアルデヒドが残ってしまう場合があります。

合板のうちフェノール樹脂が多く使われる「特

■ 現場施工での接着剤

接着成分を溶かす溶剤系の接着剤は、近年トルエン・キシレンを使用しない低VOC接着剤が多くなってきました。一方、反応系の変性シリコン樹脂系やエポキシ樹脂系の接着剤は、従来からVOCの放散が非常に少ないといわれています。また板材などをコンクリートに直張りする場合に良く使われる一液ポリウレタン接着剤はホルムアルデヒドの放散はほとんどありませんが、ほかのVOC（酢酸ブチル、酢酸メチルなど）が多量に放散さ

れます。施工時点での換気と、事後の養生段階での十分な換気が必要です。

■ 塗料

塗料には、接着剤と同様にVOCが含まれていないものを使用するとともに十分な換気計画が望ま

れます。なお、ホルムアルデヒドやトルエン・キシレンを使用していないとする塗料であっても、それ以外のVOC（デカン、ヘキサナール、アルコール類など）を代替として使用している場合があるので注意が必要です。

Q13 計画スケジュールを定めるにあたって、どのような留意点がありますか？

A 鉄筋コンクリート造の建築物の建設では、設計期間と工事期間をもとに、計画スケジュールを定めますが、木造など大量に木材を使用する場合には、設計期間と工事期間のあいだに製材期間や乾燥期間を設ける必要があります。

一般に、木材は、樹木の伐採から木取り（製材）－乾燥－製品加工を経て製材品になりますので、数ヶ月単位で製材期間を見込む必要があります。このことを考慮し、設計・製材・工事のスケジュールを立てる必要があります。

解説 木材の製造期間は、樹種や製品（柱材、梁材、床材、壁材、天井材）、乾燥方法、数量によって違いがありますが、おおむね2ヶ月～5ヶ月程度を要します。特に、乾燥方法が人工乾燥ではなく天然乾燥の場合は乾燥期間だけで半年以上を要します。これに伐採時期などを考慮すると地域材を調達する場合などは1年前から発注しておく必要があります。そのため、予め設置者が木材を購入しておき、入札により建設を請け負った

建設業者に木材を現物支給する方法などがとられます。

なお、樹種によっては伐採時期が限定されるものがあり、一般的には樹木が地中の水分を多く吸い上げる季節（春～秋）には伐採を避けます。特に、アカマツはその季節のものはカビが生えやすくなるのでほとんど伐採されず、秋から冬にかけて伐採されます。こうした季節要因も十分に考慮する必要があります。

参考1 図1の工程表は、ある学校において国産材で木造の学校施設を建設したときの計画から竣工までのスケジュールです。設計期間と工事期

間のあいだに製材期間が設けられているのが大きな特徴です。

この事例では基本設計終了時に、使用する木材

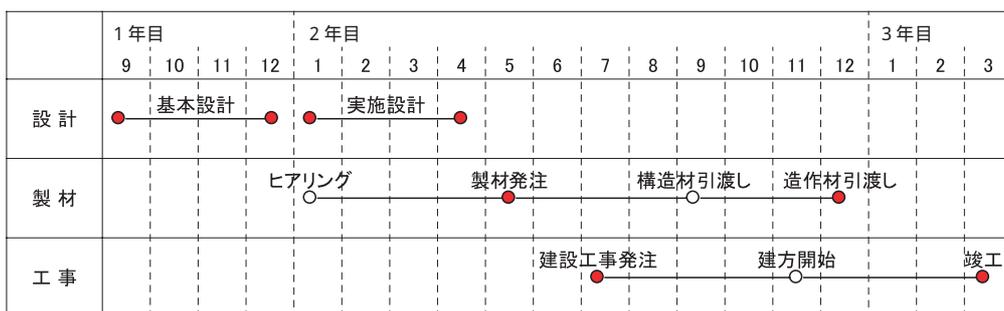


図1 国産材を活用した学校建設の工程表

量を概略算出し、それをもとに国有林や民有林など数箇所のヒアリングを行って、協議の上国有林の使用が決定されました。また、製材期間の設定においては、原木の伐採時期（8月～3月）と乾燥に要する期間にも配慮し、製材発注時期を設定するとともに、材の引き渡しまで余裕のあるスケジュールとなっています。

実際の工事発注にあたっては、予め伐採から製材までの予算を確保し、木材を発注した後、工事

の施工業者に木材を現物支給しています。木材の引き渡しにあたっては、木材業者と施工業者、両者の協力により調整がなされました。

設計時に木材の乾燥などに対する配慮を行い、複数年度でスケジュールを調整すれば、国産材を学校施設に活用することは可能です。なお、文部科学省の補助制度においても、複数年度でスケジュールを調整し申請することが可能となっています（Q21、Q22参照）。

参考2 ヒノキのフローリングが製品になる工程

- ①伐採：製品のサイズ（長さ）を見込んだ長さに伐採（玉切り）する
- ②木取り：乾燥による曲がりや痩せを考慮して大き目の寸法に製材する

- ③乾燥：乾燥機に投入して含水率を一定以下に落とす→外の気温になじませる（養生期間）
- ④製品加工：正確な寸法に加工する（実加工など）→外の気温になじませる（養生期間）
- ⑤梱包出荷：製品をチェックし梱包して出荷する
この間で約2ヶ月程度を要します



伐採の様子



木取りの様子



乾燥の様子



ヒノキのフローリング施工後

学校施設のように大規模な建築物、特に木造の場合の木材調達は、しっかりと事前計画が必要となります。木材は工業製品と違い、大量生産に対しての対応力が弱い素材です。また森林からの伐採（原木）－製材－乾燥加工－製材品といった工程を踏むので製品になるまでに時間がかかります。樹種により伐採時期が限られる場合があり、注意を要します。また、地域材、外材製品、国内挽き外材製材などにより流通システムが異なるので十分な検討が必要です。この節ではこれら、木材の確保における留意点について説明します。

Q14

木材の流通はどのような形態がありますか？

A

国産材で伐採してから製材し製品化したものを「地域材」といい、外国から輸入された製品（構造材、内装材）を「外材」といいます。

地域材、外材などにより流通の形態が異なります。それぞれメリット、デメリットがあり、用途、数量、品質、価格、地域性に応じた対応が必要となります。

解説

木材には次に挙げるような、地域材、国内挽き外材製材、外材製品があります。

■ 地域材

樹種でいえばスギ、ヒノキを中心としてアカマツ、カラマツなどが流通しています。用途としては、柱材・梁材・土台等の構造材、間柱・筋かい・垂木・胴縁・野地板などの羽柄材、および天井材・壁材・床材などの内装材に加工されています。

原料となる原木生産は、素材生産業者や製材業者や森林組合が担っていて、それが製材工場加工されて市場に流通します。流通の形態は大きく分けて下記の3通りあります。

1) 素材生産業者・森林組合－原木市場－製材工場－木材問屋－材木店、2) 製材工場（自社で原木生産）－木材問屋－材木店、が従来の流通形態で、最近では、3) 森林組合など－製材加工業者から直接需要者（建設会社、発注者など）に販売する地産地消型の形態があります。



材木問屋の林場

■ 国内挽き外材製材

外材丸太を輸入して国内で製材して製品化するものです。主なものは、北米産のベイマツ、ベイツガ、スプリースなどやロシア産のエゾマツ、トドマツ、ロシアカラマツなどがあります。用途とすれば、構造用の集成材や柱・梁などの製材、間柱・垂木・胴縁などの羽柄材、壁材・床材などの内装材に使われます。

流通の形態は、1) 輸入材商社（原木）－製材加工業者－木材問屋－材木店、2) 輸入材商社（原木）－製材加工業者－需要者があります。

■ 外材製品

製品になった木材製品を輸入する形態で、北米産のベイマツ、ベイツガ、スプリースなどが過半を占め、欧州産ではオウシュウアカマツ、スプリースなど、ニュージーランドのラジアータパインなど、中国産はサクラ、クリなどの広葉樹があります。製品は、構造用の集成材や柱・梁などの製材、壁材・床材などの内装材などです。

流通の形態は、1) 商社（製材品）－木材問屋－材木店、2) 商社（製材品）－プレカット工場、3) 商社が輸入代行し直輸入するなどがあります。直輸入の場合は料金先払いが原則で、納期や品質などの問題もあるので十分に注意する必要があります。

Q15

地域材、外材などその種類によりコストはどれくらい違いますか？

A

同じ種類（地域材、外材）でも、樹種や品質、数量によりコストは大きく異なります。使用する部位などにより適材適所にこれらを使い分けたり、あるいは同種のをまとまった量を使用したりすることなどでトータルコストが抑えられる可能性があります。

一方、地域材を活用することは、その代金が植林や間伐などの手入れ資金となり、健全な森林の育成や、林業・木材産業の振興を通じた地域の活性化など、コストだけでは計れないメリットもあります。また、外材の運搬にはエネルギーを要することから地域材の使用は地球環境問題においてもメリットがあります。これらを含めて総合的に検討することが重要です。

解説

それぞれの種類の特徴を見ると下記のような傾向が見られます。

■ 地域材

地域材は伐採から製品化までに時間がかかるので、スケジュールを事前に十分計画する必要があります（Q13参照）。特に、学校施設は大規模なものですので、限られた地域で木材の数量を確保するために、設計事務所や地元の森林組合などの林業・木材関係者との十分な事前打ち合わせが必要です。こうしたことから一般的には、外材よりもコスト的には不利と考えられていますが、一方、

地域材を使うことによるメリットも考慮し、総合的に費用対効果を検討することが重要です（Q3、Q11参照）。

■ 外材

外材は、世界各地の木材が集まるので樹種が多く、数量もあります。外国の製材業者の規模や製造コストなどを考えると、一般的には地域材よりも外材のほうが流通量が多いことから入手しやすい面があります。一方、環境負荷低減の観点からは、輸送エネルギーが大きく不利になります。

Q16

木材を調達するにはどのようにすればいいですか？

A

通常、木材の調達には、工期、コスト、数量を考慮してどの流通形態での調達が適切であるかを、検討する必要があります。構造材、内装材、外構や家具などの使用方法、無垢材、集成材、単板積層材、合板などの種類により、また地域材か外材かにもより調達方法が異なります。

地域材を使用する場合には、設置者が中心となり地元の木材関係者との協力体制を構築するなど、計画的に調達を行うことが有効です。また、大断面や長尺の構造材や内装材の使用量が多い場合は設計段階からの調達計画が重要であり、設計事務所との連携も必要です。

解説

学校は、大規模な木造建築物であり、多量の木材を必要とするのみならず、地域の思いが強く込められる場合に、大断面、長尺で特注の木材製品が用いられることが多くあります。大断面や長尺の構造材や内装材を多量に使用する場合など

は、計画段階から設計事務所、行政の木材関連部署、森林組合、木材組合連合会、製材業者などが参画して、協力体制を構築して進めると円滑に調達できる可能性が高くなります（Q8参照）。

木材は工業製品と違い、大量の生産に一時的に

対応するのは困難です。流通材で計画しない場合は、原木の伐採から製材、乾燥加工を経て製品になるので、少なくとも使用する1年前から発注しておく必要があります。そうしたことから協力体制を構築して検討することは有効です。

スギ、ヒノキを中心としてアカマツ、カラマツなどの樹種の原木を製材した製品を調達することになりますが、地域によって供給できる樹種や製品が限定されることがあります。原料となる原木の生産はもとより、供給体制（数量確保、乾燥機などの施設、品質の確保など）を十分考慮する必要があります。スギやカラマツは均質に乾燥することが難しく、加工工場の乾燥技術の優劣をしっかりと確認することが非常に大切です。集成材とする場合も同様に加工工場の生産能力や品質レベルの検討が重要です。

また住宅用の構造材や内装材などの規格品は多く流通しており、設計の工夫により、学校施設にこれらを活用することは、数量や品質、価格などの安定性を求めるのに有効な手段です。県によっては県産材認証制度などが整備されて使いやすい環境が整いつつあります。

また間伐材の調達も、特に地元の森林組合などからの情報が大切です。間伐材の多くはスギとヒノキであり、森林整備のために計画的に間伐するので伐採できる数量や径級（太さ）は制限されます。



秋田県能代市立浅内小学校・規格材の活用



高知県土佐市立波介小学校・杉磨き丸太の列柱、間伐材による杉板下見貼

参考 県産木材認証制度は、平成18年度において、38都道府県で実施されています。木材認証制度は、当該県で生産された木材について、一定の品質レベルにあることを認証する制度で、特にト

レーサビリティ（木材の生産過程がたどれること）がはっきりするメリットがあります。行政機関のバックアップがあり、木材生産量の確保やコストも有利になる場合があります。

Q17 木材の樹種によって使用できる箇所は違いますか？

A 木材は樹種により多様性のある材料ですので、その性質を知ることによって初めて木材の良さを活用できます。

一般に、広葉樹は表面が硬く、針葉樹は表面が柔らかで断熱性能が高く、繊維方向の応力に強いという特徴を持っています。耐久性や耐水性などに優れた特性を有する樹種もありますし、木目や仕上りの雰囲気も異なります。また、同じ樹種でも産地などによって材としての特性が異なることもあります。さらに、国産材か外材かで、価格や入手できる材種も異なります。

これらのことを踏まえて、材を選択することが重要です。使用する箇所（床、壁、天井、階段、造作材、構造材、外壁材、外構）により求められる性能に応じた樹種を選択が大切です。

解説 一般的に、広葉樹（ナラ、クリ、ケヤキ、ブナなど）は密度が高く表面硬度が大きいのが特徴で、主に造作材や家具材などに利用されます。一方、針葉樹（スギ、ヒノキ、マツ、ヒバなど）は、広葉樹より密度が低く表面が柔らかいので、断熱性能が高く、また繊維方向の応力に強いのが特徴で、構造材、造作材や建具材などに広く使用されます。

学校施設でよく用いられるものとしては、床、階段などでは耐久性、磨耗性と適度な弾力性が必要であるためタモ材、ナラ材やヒノキの間伐材などが

あります。壁、天井などは、比較的耐久性を必要とせず、特に腰壁は子どもたちの手に届くことから、柔らかな感触で、国内の間伐材であるスギ材、ヒノキ材などのほかがよく用いられます。外壁、外構などは耐久性、耐水性が必要であり、外材のイペ材、ウリン材などが用いられています。構造材としては、これに適するのは針葉樹であり、国内に広く分布するスギ材、ヒノキ材などのほか、ベイツガ、ペイマツなどもよく用いられています。

参考 <一般的によく使われる樹種の特徴>

■ 広葉樹

- **ミズナラ**：主な産地は北海道で、本州では岩手、長野、秋田、福島、栃木、四国や九州にも分布しています。年輪の境に沿って大きな導管が環状に並んでいて年輪がきれいにはっきりしています。癖のない色と木目で堅牢な材として多く使われています。家具やカウンター、フローリングや単板に使われます。
- **クリ**：北海道から九州まで広く分布しています。耐久性や耐水性に優れ、広葉樹としては珍しくケヤキと並んで構造材としても使われます。弾力があり乾燥後の寸法安定性に優れているのでフローリングに多く使われます。
- **ケヤキ**：北海道以外は広く分布し特に関東地域に多く生育しています。はっきりとしてきれいな木目で、家具や建具、化粧材として用いられます。また耐久性や耐水性に優れていて構造材、大黒柱、フローリングなどに広く使用されます。
- **ブナ**：日本国内に広く点在し、特に東北地方にブナの原生林が残っています。欧州ではビーチと呼ばれて人気がある樹種で、緻密で硬いが弾力性に富み加工が容易なことから家具やフローリングに多く用いられます。
- **タモ**：北海道、長野以北の本州に分布しています。多くの種類があり日本でタモというとヤチダモを指します。木目がはっきりしていますが優しい表情を見せます。硬くて弾力性に富み加工性がよく造作材やフローリング材、家具材として用いられます。
- **キリ**：国内では少なくなりましたが、福島や岩手

は産地として知られています。最近では中国や米国からの輸入も多くなっています。国産の広葉樹としては最も軽くナラなどの3分の1程度で、断熱性や防虫性に優れています。家具や建具、フローリングなどに用いられます。

- **チーク**：インド、タイ、インドネシア、ミャンマーなどに分布しています。高級材として知られ、耐久性、耐水性があり重くて強靱なため加工性に難がありますが、寸法安定性に優れていて、高級家具やフローリング、造作材、などに重用されています。
- **イペ**：南米が原産地。鉄分やタンニンなどの成分のため赤褐色で、高い耐久性、耐水性、硬度を備えていて、屋外の使用に耐えます。デッキ材や船の甲板などに使用されます。
- **ウリン**：東南アジアが原産地。イペと同じような性質を持ち、屋外のデッキ材などに使用されま

広葉樹



ミズナラ



クリ



ヤチダモ

■ 針葉樹

- ・ヒノキ：九州から福島県以南まで分布しています。香りがよく木目は優しく、堅牢で耐久性に富み加工性に優れています。古くから神社仏閣の用材としても使用され、高級建築材として、構造材、造作材、フローリングなどに広く用いられています。
- ・スギ：日本が原産地で、北海道の渡島半島から屋久島まで広く分布しています。幹が真っ直ぐで、加工しやすく、構造材、下地材、床材、造作材や建具として広く用いられます。ほのかな香りが好まれ、心材と辺材の境は明瞭で、心材は高い腐朽効果があります。
- ・アカマツ：本州から九州まで広く分布しています。以前は多く生育していたが松喰い虫により激減しました。曲げ強度が高いため梁材として多く用いられます。また木目が鉛色の美しいものは床の間の地板や上がり框、天井板などにも利用されます。
- ・カラマツ：北海道、長野、岩手、群馬などに植林されていて、天然林は本州中部の山岳地帯に分布しています。人工林は30～40年程度で伐採されます。強度が高いが乾燥時にねじれや割れなどが出やすく、マツ脂も多く、乾燥方法をしっかりする必要があります。構造材、集成材の単板、下地材、造作材、家具などに用いられます。
- ・トドマツ：北海道、ロシアなどに分布しています。木目は素直だが肌目は少し粗く、軽くて軟らかく、乾燥や加工性が良いため、構造材、下地材、家具などに用いられます。
- ・ヒバ：北海道南部から関東以北に分布しています。下北半島の青森ヒバは日本三大美林のひとつとして有名。殺菌性が高いヒノキチオールを含み、独特な香りを持っています。木目は素直で肌目も綿密で加工性が高い。柱や土台などの構造材、化粧材、造作材や建具などに広く用いられます。
- ・ツガ：本州の中南部から四国、九州に分布しています。肌目は粗いが、木目は素直で光沢があります。加工性はやや難があり狂い易い。構造材や造作材（鴨居、敷居、枠材など）や床材として用いられます。
- ・レッドウッド：別名はオウシュウアカマツ、レッドパインなど。欧州、シベリアに分布しています。やや軽軟で強度も劣るが大径木が多く、木目が素直で加工しやすい。構造材、集成材の単板、下地材、床材、造作材として広く用いられます。
- ・ホワイトウッド：別名はオウシュウトウヒ、ホワイトスプルース。レッドウッドとほぼ同様の性質をもっています。その名の通り薄い黄白色から白色で光沢があるきれいな肌目です。
- ・ラジアータパイン：オーストラリア、ニュージーランド、チリなどに分布しています。成長が早く年輪が広いものが多い。木目は素直で、肌目はやや粗く、軽軟で乾燥や加工性は良い。構造材、集成材の単板、下地材、床材、造作材として広く用いられます。
- ・ベイツガ：アラスカから米国北西部に分布しています。国産のツガに比べ年輪が広い。乾燥はし易く加工性も高いがねじれや割れがしやすい。構造材、防腐注入土台、集成材単板、造作材として用いられます。
- ・ペイマツ：カナダ、北米の太平洋沿岸に分布しています。日本ではなじみのある樹種で、木目は素直で強靱だが加工性は良く狂いも少ない。構造材、集成材の単板、階段材、造作材として広く用いられます。
- ・ウェスタンレッドシダー：アラスカ、カナダから米国国境に分布しています。心材は赤褐色で耐水性、防虫性に優れていて、屋外のデッキ材、屋根材、外壁材などに用いられます。

針葉樹



ヒノキ



アカマツ



カラマツ

一般に、どのような建築物でも長く、快適に使用するためには維持管理が重要です。木材は自然素材であり、部分的な取替えができるなどの維持管理上のメリットがあり安心して使うことができます。しかしながら、木材は生物材料ですので、周囲の環境により当初の性能（強度、耐久性、肌触りなど）が時間の経過とともに変化します。特に雨や日光などの自然環境から鉄筋コンクリートや鉄とは違った影響をうけます。一方、適切な維持管理をすることにより、年と共に味わいが増すことも特徴です。この節では長く・快適に利用するための日常的な点検や計画的な維持管理について説明します。

Q18 木材の耐久性はどのくらいありますか？

A

木材の耐用年数は、樹種や周囲の環境状況、使用される部位や方位により大きく異なります。仮に、無造作に屋外に放置しておくと、腐朽菌・紫外線などの影響で、数年から十数年で劣化・腐朽してしまいます。

しかしながら、雨がかりや紫外線などへの対策を行い、適切に維持管理を行えば、木材の寿命を大きく延ばすことが可能です。また、木材は、仮に腐朽するような部分があったとしても、その部分だけを取替えることが可能で、これにより数百年、数千年生き続ける建築物もあります。

解説

木は適切に維持されれば、世界最古の木造建築物である法隆寺の五重塔のように千年以上も現存しているものもあります。もちろんこれは、補修と適切な維持管理を行っているからです。戦後の修理の際に、地中に埋められていた柱の基部と地上数尺の部分が腐朽して空洞になっていたものを、柱を根継ぎして復元するなどの補修が行われています。

木材は、無造作に屋外に放置（暴露）しておくと、種類により異なりますが、数年から十数年で腐朽してしまいます。その原因は、木材を腐朽させる菌糸やシロアリなどの生物によるものと、紫外線や塵芥などの無生物によるものがあります。これらを理解し、適切に対応し、木材の寿命を大きく延ばすことが大切です。

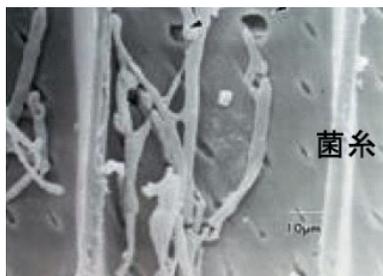
参考

■ 腐朽菌による劣化

木材に付着した菌糸が木材中で生育、増殖していくためには、1) 栄養（木材）、2) 水分、3) 空気（酸素）、4) 温度が必要です。これらのうちいずれか一つでも条件を満たさないとすると、木材腐朽は生じません。栄養（木材）と酸素をなくすことは不可能なので、木材を腐らせな

いようにするための対策は水（湿度）と温度の管理が重要になります。床下や壁体内など結露や湿気をいかに少なくするかが重要です。また木材自体の含水率を20%以下にすることも腐朽の防止になります。

木材の成分は主成分（セルロース、ヘミセルロース、リグニン）が約95%と副成分（抽出成分）からなっています。抽出成分には、フェノール類、タンニン、フラボノイドといった菌類が繁殖しにくい成分があります。一般に心材のほうが辺材より耐腐朽性が高いといわれていますが、それは、心材のほうが辺材より多くの抽出成分が含まれているからです。また主成分であるリグニンも芳香性のある高分子物質で微生物に分解されにくく、木材の腐れにくさにも貢献しています。ヒノキや



腐朽菌糸が侵入した木材の細胞



腐朽した木材

種類	樹種
耐腐朽性・耐蟻性が大	ヒバ、コウヤマキ、ベイヒバ
耐腐朽性が大、耐蟻性が中	ヒノキ、ケヤキ、ベイヒノキ
耐腐朽性が大、耐蟻性が小	クリ、ベイスギ
耐腐朽性・耐蟻性が中	スギ、カラマツ
耐腐朽性が中、耐蟻性が小	ペイマツ、ダフリカカラマツ
耐腐朽性・耐蟻性が小	アカマツ、クロマツ、ペイツガ

表1. 耐腐朽性・耐蟻性の比較表

ヒバなどが耐腐朽性が高い樹種で、スギやカラマツなどがそれに続きます（表1参照）。

■ シロアリによる劣化

シロアリの被害によっても木材は劣化し耐久性に大きな影響を与えます。シロアリは南方系の害虫で、蟻とは異なる「シロアリ目」でゴキブリに近い仲間です。日本には20種類ほどが確認されていますが、ヤマトシロアリとイエシロアリが有名です。多く見かけるヤマトシロアリは、北海道の一部を含め日本全国に分布し、水周りなどの床下材や結露して湿った木材に被害が多く、腐朽の被害と併行します。イエシロアリは、西日本の海岸地域に多く生息し、大集団を形成し、水運搬のための蟻道を作り、乾燥した上部の木材をも食害します。集団の個体数も多く、食害の速度も早いので、被害は極めて大きいものです。

これらの被害を防ぐには、腐朽を防ぐときと同じように湿気を防ぎ、通風性を良くすることが重要です。イエシロアリは湿気が少なくても食害があるので、土壌と地面に近いところは防蟻剤で処理することも必要です。



シロアリによる被害（柱部分）

■ 紫外線などによる劣化

劣化の原因は、紫外線や塵芥のような物理的な要因や大気汚染などによる要因などもあります。特に、紫外線が耐久性に及ぼす影響は非常に大きく、その対策は重要です。人間でも紫外線により皮膚が黒く焼け、ひどいときには皮膚がんの原因になるといわれており、生物にとって長期に強い紫外線照射は避けるべきものです。木材が紫外線を受けすぎると劣化し、耐力が落ちたり、雨漏りなどの原因になる恐れがあります。

それを防ぐためには、照射を受ける量を少なくする工夫や木材自体を保護することが必要です。前者の対策としては、特に紫外線の照射を受ける量が大きい建築物の南面や西面の庇や軒の出を大きくすることや、建築物の前に植栽などを配したりして壁面や床面に太陽光を当たる時間を少なくすることなどが挙げられます。後者の対策としては、木材に塗装をすることで木材自体を保護します。



外部材料の紫外線による劣化（柱・木製サッシ枠回り）

Q19

どうすれば木をきれいに長持ちさせることができますか？

A

きれいに長持ちさせるためには、建築物の設計段階から施工の納まりや完成後の維持管理計画を想定し、木材の劣化を防止するための配慮を行っていくことが大切です。

また、学校設置者や教職員が木の特性を理解し、その取扱いについて子どもたちに指導するとともに、地域住民、保護者、卒業生などの様々な人の努力により建設された建築物を受け継いでいることを説明し、学校施設を大事に扱う心を育むことも大切です。

解説

木材の劣化には、1) キズや凹みや磨耗などの「物理的劣化」、2) シロアリや腐朽菌などの「生物的劣化」、3) 酸やアルカリに対しての「化学的劣化」などがあり、これらからどのように木材を保護するかがポイントとなります。設計段階から建築物の維持管理計画を作成し、塗装のやり直しや部材の取替えなどが適切に行われるように補強や維持管理費用を考慮しておくことが重要です。

維持管理計画の立案にあたっては、設計者、施工者やメーカーの意見を聞いておくことが有効です。特に、木材の塗装については、どの塗料をいつの時点で施工するかを明確にしておくことが望まれます。木造施設にかかわらず、鉄筋コンクリート造施設であっても、維持管理の費用がなければ建築物を長持ちさせ、豊かな学習・生活環境を維持するのは難しいことを認識することが必要です。

また、学校施設づくりは、学校設置者、教職員、保護者、地域住民、設計者や学識経験者などの熱い思いや、子どもたちのこんな学校になったらいいなという思いなど、学校を取り巻くみんなの創意が結集されるべきものです。特に木造校舎は、地域のシンボルであり、木を活用した独特のデザインは、建築物に対する子どもたちの誇りとして、愛着深いものです。そんな思いを子どもたち、保護者や地域住民みんなで共有していくことは当然ですが、時が経つにつれてその思いが薄れてしまうこともあります。木の活用による学校づくりの思いを伝えていくことが、長く大切に使う上では不可欠です。

■ 設計段階での配慮

外壁やデッキなどの外部に木材を使用する場合は、雨がかりや紫外線の影響をなるべく避けることが有効です。このため、軒の出を大きくする、パーゴラを設ける、陽の当たる西面には植栽を設けるなどの配慮が有効です。また、雨水が残らず水切りができるような納まりとしておくことも重要です。

屋内の水廻りに木材を使用する場合は、湿気に強い樹種の選定や塗料やワックスなどによる保護が必要です。

清掃や維持管理しやすい部材を選定することも重要です。



秋田県能代市立浅内小学校・ルーフデッキの雨がかりを考慮した大きく張り出した軒

■ 施工の納まりでの配慮

施工に当たっては、施工図を作成し納まりの詳細を検討し、後々のメンテナンスのしやすさに配慮することも重要です。

■ 完成後の維持管理計画

設計者などは、学校設置者の維持管理計画作成

に専門的なアドバイスをする必要があります。また、木材使用上の留意点として、やわらかい、傷つきやすい、濡れたままにしないといった木材の特徴や扱い方を学校関係者に十分説明してください。特に、子どもたちが行う日々の清掃や手入れの仕方を説明しておくことが重要です。

Q20

木材を使用した場合の維持コストはどのように考えておく必要がありますか？

A

建築物を長く、快適に使うためには、日常の点検と必要に応じた維持管理が必要です。学校施設においても、木造、鉄筋コンクリート造などの種類に応じ、計画的にメンテナンス費用を確保することが重要です。

特に木造の場合、クリーブ変形、腐朽、劣化に対して、調整、再塗装、部分補修を行うことにより、美観を保つことができます。

解説

以下に、木材に関するメンテナンスで計画的に検討を要するものを示します。

■ 木造の場合

- (1) 木造の場合、構造上の問題として、木材のクリーブ変形（Q32参照）に注意をしなければなりません。このため、柱・梁の倒れ、たわみ、ねじれなどを当初5年くらい注意し、3年程度に1度の調査により、許容範囲にあることを確認する必要があります。このための調査費用（1回30万円程度）を確保しておく必要があります。なお、調査により問題があれば、適切に補修を行うことにより、通常、引き続き安全に使用することが可能です。
- (2) 構造材に雨がかりがある場合の腐朽については特に注意しておく必要があります。塗装の種類にもよりますが、不透明で膜塗装の場合には、経年の劣化により塗装が剥げて仕口から雨水が浸入し、内部で梁が腐っている事故も起こり得ます。これを防ぐには、できるだけ乾燥状態にしておくことが必要であり、そのため仕口には乾式ジョイント工法などを採用することが望ましく、また、定期的な点検を実施し、必要に応じ早めに再塗装を行ってくだ

さい。塗装については、種類・塗装面積などにより幅はありますが、外壁部分を塗装するとした場合、2,000円/㎡～2,500円/㎡程度を見込んでおく必要があります。建築物の立地条件などにもよりますが、5～6年程度に一度の塗装が必要です。なお、一般に外壁の塗装には足場が必要になりますので、別途この経費（概ね2,500円/㎡）もかかります。



秋田県能代市立浅内小学校・木造校舎の外装

- (3) 土台回り、基礎とのとりあい部における湿気・防蟻対策には設計段階において十分注意しておけば、特に維持コストがかかるものではありません。ただし、薬品の使用は、シックハウス症候群の原因になる恐れがありますので、十分換気を行う必要があります。

■ 外装木仕上げの場合

(1) 外装の木を堅木無塗装とした場合は、経年変化により脱色されシルバー色になりますが、耐久性の高いチーク材のような材質ではメンテナンスは基本的には不要です。ただし、木のねじれ変形、固定金物などに対する最小の点検修理などを行ってください。

(2) 堅木塗装仕上げの場合は、基本的には塗装メンテナンスが必要です。塗装の種類によってメンテナンスが異なります。

①膜塗装（造膜型塗料による塗装）の場合は、理想的には竣工後5年後、次に8年後、次に15年後、その後7年位を目安とした塗装が必要です。1回当たりの費用は概ね2,000円/㎡～2,500円/㎡です。また、塗装する際に、以前の塗装膜が剥離したりクラックが入ったりしている場合は、塗装膜を剥がしてから再塗装することになるので、塗装を剥がす手間代2,500円/㎡程度が必要になります。

②含浸塗装（含浸型塗料による塗装）の場合は、3年から5年程度に一度の塗装が必要です。1回当たりの費用は概ね2,000円/㎡～2,500円/㎡です。

③半造膜塗装（半造膜型塗料による塗装）は、表面に薄い膜を作りながら内部に含浸する塗料で、4～6年程度に一度の塗装が必要です。1回当たりの費用は概ね2,000円/㎡～2,500円/㎡です。

※塗装のポイントは上記の①～③のどの塗装を採用するかは、気候風土やデザイン性などによって変わってきますが、木の質感を生かすこと、塗装性能やコストを総合的に考えた場合、最近では半造膜塗装が多く使われるようになっています。



秋田県能代市立浅内小学校・含浸塗装

(3) 焼き杉下見板張りは、古くからある板材表面を焼き炭化による保護膜をすることにより、水の侵入を少なくする方法で、基本的にメンテナンスが不要で、再塗装などを要さず、長持ちします。

■ 内装木仕上げの場合

(1) 床は、無塗装の場合は水拭きでよごれを落とし、乾拭きで水分を拭き取れば十分です。また、塗装品の場合は掃除機で汚れを取り除き、乾拭きで水分を拭き取ります。これらは、子どもたちと一緒に日常の清掃活動の中で行えますので、特に費用はかかりません。

(2) 壁は、基本的には床と同様です。



埼玉県蓮田市立蓮田中央小学校・掃除、床みがき

■ 木製サッシなど開口部の場合

(1) 木製サッシの塗装はウレタン塗装、セラミック塗装など、固い塗装が多く、寿命も長いですが、それでも横材の天端の傷みには注意が必要です。5年から7年程度に1度塗装を行うことが必要です。サッシの数、形状、設置場所などによりますが、通常の学校におけるサッシの設置状況であれば、その塗装コストは床面積あたり150円程度が必要です。



岐阜県高山市立南小学校・木製サッシ

(2)一般の内部建具については、OSCL（オイルステイン、クリアラッカー）の仕上げが多く、このメンテナンスは空拭きでよごれを落とします。塗装の傷みが目についてくると再塗装することもあります。



岡山県真庭市立美甘小学校・内部木製建具

学校施設に木を活用するにあたっては、学習環境の改善や地域づくりなどを踏まえた総合的な検討を行う必要があります。コスト面に関しては、国の補助制度もありますので、これらを有効に活用するよう計画することが重要です。この節では、これらの補助制度について説明します。

Q21

木造で計画する際には、
どのような補助制度が利用できますか？

A

公立学校施設を整備する場合の国庫補助制度として、文部科学省の「公立学校施設整備費国庫負担金」と「安全・安心な学校づくり交付金」があり、これらは木造施設を整備する場合においても利用することができます

解説

木造で学校施設を整備する場合に利用できる国庫補助制度は次のとおりです。

なお、その際文部科学省が実施しているエコスクールパイロット・モデル事業の認定を受けることも可能です。

詳細は、文部科学省ホームページをご参照ください。

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyosei/main11_a2.htm

■「公立学校施設整備費国庫負担金」

○不足する学校建物を新しく建設する事業

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校（小学部、中学部）

負担割合：1／2（原則）

○学校統合のため必要となった学校建物を建設する事業

対象学校：小学校、中学校

負担割合：1／2（原則）

※ 木造施設の整備にあたって

- ・木材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です。
- ・地域材を使用する場合には、単価の加算措置があります。

■「安全・安心な学校づくり交付金」(抄)

○構造上危険な状態にある学校建物を建直す事業

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校、幼稚園

算定割合：1／3（原則）

○不足する学校建物を新しく建設する事業

対象学校：特別支援学校（高等部、幼稚部）、幼稚園

算定割合：1／2…特別支援学校（高等部、幼稚部）

1／3（原則）…幼稚園

○木の教育環境施設整備事業（学校行事や地域住民の活動拠点として専用講堂を整備）

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校の前期課程

算定割合：1／3

○学校・地域連携のための施設を整備する事業

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校

算定割合：1／3

○武道場を新たに建設又は建直す事業

対象学校：中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校（中学部）

算定割合：1／3（原則）

※ 木造施設の整備にあたって

- ・ 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、各年度ごとに国庫補助を受けることが可

能となります。

- ・ 地域材を使用する場合には、単価の加算措置があります（武道場の整備は除く）。

Q22

内装に木材を活用する際には、どのような補助制度が利用できますか？

A

Q21同様に、内装に木材を活用する場合も、公立学校施設を整備するための文部科学省の補助制度が利用できます。また、木材の活用については、関係省庁が連携して取り組んでいますので、他の省の補助制度を利用して、学校施設の内装木質化を図ることも可能です。

解説

Q21で解説した文部科学省の補助制度は、構造が鉄筋コンクリート造などであっても利用でき、この際、内装の木質化を図ることが可能です。これら以外で、既存施設の改修を行い、内装に木材を活用する計画の場合に利用できる文部科学省の主な補助制度は次のとおりです

詳細は、文部科学省ホームページをご参照ください。

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyosei/main11_a2.htm

■「安全・安心な学校づくり交付金」(抄)

○大規模改造事業（学校建物の内外装の模様替えや用途変更を行う事業）

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校、幼稚園

算定割合：1／3（原則）

本事業は、文部科学省、農林水産省、経済産業省及び環境省が関係事業について協力し、実施している「エコスクールパイロット・モデル事業」において「木材利用型」のモデル校認定を受けることにより、単価の加算措置があります。

○木の教育環境施設整備事業（既存施設を改造して、木のふれあいの場（和室、プレイルームなど）、心の教室の整備）

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校

算定割合：1／3（原則）

※ 内装に木材を活用するにあたって

- ・ 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、各年度ごとに国庫補助を受けることが可能となります。

文部科学省の補助制度以外でも、次のとおり他の省の補助制度を利用して内装の木質化を図ることも可能です。これらは、「エコスクールパイロット・モデル事業」として関係各省が連携して実施しています。なお、パイロット・モデル事業の認定窓口は文部科学省におかれています。

■「強い林業・木材産業づくり交付金」

農林水産省が実施する「強い林業・木材産業づくり交付金」は、地域材の利用促進を目的としており、他の公共施設と同様に学校も補助の対象となっています。

なお内装木質化の補助について、「安全・安心

な学校づくり交付金」とは、重複しての補助を受けることはできません。個別の事業について、不明な点があれば、文部科学省へお問い合わせください。

対象学校：小学校、中学校、中等教育学校、高等学校、特別支援学校、幼稚園

算定割合：1／2

■「学校エコ改修と環境教育事業」

環境省が実施する「学校エコ改修と環境教育事業」は、地球温暖化を防ぐ校舎のエコ改修事業（ハード事業）と施設整備を活用した環境建築技術の地域への普及や、学校や地域が協力して取り組む環境教育の推進を目指す教育事業（ソフト事業）を一体に行うものです。ハード事業では、地方公共団体が設置している学校における、二酸化炭素

排出削減効果を有する省エネ改修、代エネ機器導入などを最も効果的に組み合わせた施設を整備する事業に係る経費を補助するものであり、その事業で行われる内装の木質化も補助の対象としています。

対象学校：地方公共団体が設置している学校
(小学校、中学校、高等学校)

補助割合：1／2

詳細は、環境省ホームページをご参照ください。

<http://www.ecoflow.jp/index.html>

なお、国の補助制度以外でも県産材利用に対しての独自の補助制度を有している都道府県もありますので、詳細については各都道府県にお問い合わせください。



岩手県遠野市立上郷小学校・地域材による木造学校（エコスクールパイロット・モデル認定）



愛知県豊田市立巴ヶ丘小学校・内装を木質化した鉄筋コンクリート造学校（エコスクールパイロット・モデル認定）

建築物を計画する際には、建築基準法などの法令に規定される基準を満たす必要があります。このことは、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造などの構造種別に関わらず同様です。一方、木造建築物を計画する際に、特に留意しなければならない基準も存在します。

この節では、学校施設を木造で計画する際に、留意すべき主な法規制について説明します。これらへの対応は、専門家である設計者が設計業務の中で行います。学校設置者の方は、様々な法規制の中でも木造の学校施設の建設が可能であること、また、様々な法規制によって安全性が確保されていることなどをこの節で概観いただければと思います。また、設計者などにおいてはこの節を法規制のインデックスとして活用し、実際に建築物を計画する際には、個別の建築物ごとに、地域などの条件を踏まえ、特定行政庁と十分に相談してください。なお、この節の記述では、特定行政庁における法解釈に制限を与えるものではありません。

Q23

木造にした場合、耐震性などは劣りませんか？

A

木造建築物についても建築基準法の構造規定に基づいて計画する必要がありますので、木造校舎だから耐震性が劣っているということはありません。

解説 1

現行の建築基準法は、震度 6 強から 7 程度の大規模な地震に対し、仮に建築物の一部に損傷が生じて、倒壊・崩壊することなく利用者の生命の安全を守ることを目標として、構造に関する基準が定められています。

同法では、建築物の規模などによって、設計時に構造計算を行い、安全性を確かめることを求めています。

■ 構造計算を要する建築物

(1) 木造建築物

- ① 3階以上の建築物
- ② 延べ面積が500㎡を超える建築物
- ③ 高さが13m若しくは軒の高さが9mを超える建築物

(2) 木造以外の建築物

- ① 2階以上の建築物
- ② 延べ面積が200㎡を超える建築物

学校施設を木造として計画する場合、延べ面積が500㎡を超えることが通常ですので、鉄筋コンクリート造建築物と同様に構造計算によって建築物の安全性が確認されます。よって、木造建築物であっても、耐震性などに劣っているということはありません。

建築基準法第20条

なお、木造と鉄筋コンクリート造（又は鉄骨造など）との混合構造の場合においても、延べ面積が500㎡を超える場合などは構造計算を行い、安全性を確かめることが求められます。

建築基準法施行令第36条の2、
国土交通省告示第593号（平成19年）

参考 1

学校建築は延べ面積が500㎡を超えることが通常ですので構造計算を行う必要がありますが、この構造計算（ルート 2）で求められる層間変形角、剛性率と偏心率の基準を満足した上で、変形した平面・空間をつくるには、相当の工夫が

必要となります。

ルート 2 以上の適合判定は、その設計に多くの時間、労力を要しますので、実際の設計にあたっては、関係者協力の上、このハードルを超えることが必要です。

解説 2 また、構造計算を要しない規模の建築物であっても、同法の構造関係の仕様規定に基づいて計画され、安全性が確保されます。

特に、木造の学校施設については、その規模に関わらず、壁・柱・横架材について規定が設けられており、

- ・外壁には、9cm角以上の筋かいを使用すること
- ・けた行き方向12m以下の間隔で、9cm角以上の

- 筋かいを使用した間仕切壁を設けること
 - ・けた行き方向2m以下の間隔で、柱、梁、小屋組を配し、これらを緊結すること
 - ・柱は13.5cm角以上とすること
- とする必要があります。

なお、この基準によらず安全を確保する方法もあります（参考2参照）。

建築基準法施行令第48条第1項

参考 2 <建築基準法施行令第48条第1項の適用外>

建築基準法施行令第46条第2項第1号の基準に適合する場合は、令第48条第1項が適用されません。令第46条第2項第1号では、

- イ：柱や梁などが建設省告示第1898号（昭和62年）に指定された材料品質（JAS構造用製材や構造用集成材など）に適合すること
- ロ：柱脚が鉄筋コンクリート基礎に緊結されていること
- ハ：ルート1の許容応力度計算に加え、層間変形

角の検討+偏心率の検討を行うこと（建設省告示第1899号）

が謳われています。

以前は、この令第46条第2項第1号の基準に、小径15cm以上断面積300cm²以上という大断面の木材を使用する基準が含まれていたのですが、平成12年の法改正で削除されています。さらに、イの告示1898号では、集成材のみが記載されていましたが、16年の改正でJAS製材についても、令第46条第2項第1号を満たす材料として追加されています。

解説 3 さらに、木造建築物には、柱・筋かい・土台のうち、地面から1m以内の部分について、防腐措置などを施すことが求められており、対策

も十分行われます。

建築基準法施行令第49条第2項

関係法令

建築基準法第6条、第20条

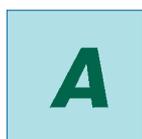
同施行令第36条の2、第46条第2項、第48条第1項、第49条第2項、第81条～99条

建設省告示第1898号（昭和62年）、第1899号（昭和62年）

国土交通省告示第593号（平成19年）



市街地で木造の計画をすることは可能ですか？
また、大きな規模でも木造で建てられますか？



建築物を計画する際、面積・階数や都市計画上の地域により、防火上の制限を受けます（図1参照）。求められる性能を備えれば、市街地であっても、大きな規模の学校であっても、法律上、学校施設を木造で建設することは可能です。

解説 建築物は、その規模などに応じて、防火上の制限を受け、耐火建築物や準耐火建築物な

どとすることが求められます。一般に、木造では、耐火建築物にならないと考えられていますが、現

在の建築基準法では、耐火性能検証法により、技術的基準に適合することを確認すれば、木造であっても、耐火建築物、準耐火建築物とすることが可能です。

よって、階数、面積、防火地域、準防火地域などに応じ、求められる耐火性能を備えれば、市街地であっても、大きな規模の学校であっても、法律上、学校施設を木造で建設することは可能です。

■ 階数・面積による制限

○階数が3階以上の場合…耐火建築物

建築基準法第27条第1項

○延べ面積が2,000㎡以上の場合…耐火建築物又は準耐火建築物

建築基準法第27条第2項

○さらに、延べ面積が3,000㎡超えの場合…柱・梁などの主要な構造材を技術的基準に適合する建築物

建築基準法第21条第2項

以上のとおり、規模に応じた耐火性能を有すれば、学校施設を木造で計画することが可能です。また、2階以下で延べ面積が2,000㎡未満の建築物であっても、次に示すとおり、防火地域・準防火地域などによる制限を受けることがありますので、地域の確認が必要です。

■ 防火地域・準防火地域等による制限

〈防火地域〉

○延べ面積が100㎡超えの場合…耐火建築物

建築基準法第61条

学校施設の場合、延べ面積が100㎡を超えるのが通常でしょうから、防火地域内では耐火建築物にしなければなりません。

〈準防火地域〉

○延べ面積が1,500㎡超えの場合…耐火建築物

建築基準法第62条第1項

○延べ面積が500㎡超え、1,500㎡以下の場合…耐火建築物又は準耐火建築物

建築基準法第62条第1項

○延べ面積が500㎡以下の場合、外壁・軒裏で延焼のおそれがある部分を防火構造

建築基準法第62条第2項

なお、建築物の構造に関係なく、屋根については、市街地における通常の火災による火の粉により、防火上有害な発炎をしないこと、屋内に達す

る防火上有害な溶融、き裂などの損傷を生じないものであることにしなければなりません。

建築基準法第63条

同施行令第236条の2の2



東京都稲城市立若葉台小学校・準防火地域に建てられた木造校舎（燃え代設計による準耐火建築物）
木造2階建、延べ面積1,058㎡

準防火地域においては、それぞれ規模に応じた耐火性能が求められ、これを満たせば木造で計画することが可能です。

〈建築基準法第22条地域〉

防火地域・準防火地域外の市街地において、特定行政庁が建築基準法第22条地域について指定することができます。指定された地域については、建築物の構造に関係なく、屋根については通常の火災による火の粉により、

○防火上有害な発炎をしないものであること

○屋内に達する防火上有害な溶融、き裂などの損傷を生じないものであることにしなければなりません。

建築基準法第22条第1項

同施行令第109条の5

さらに、木造建築物などの場合は、

○外壁・軒裏については、延焼のおそれのある部分については、防火構造にする必要があります。

建築基準法第24条



秋田県能代市立浅内小学校・法第22条地域に建てられた木造校舎（屋根・軒裏で延焼のおそれがある部分は防火構造）
木造2階建、延べ面積1,850㎡（管理棟）

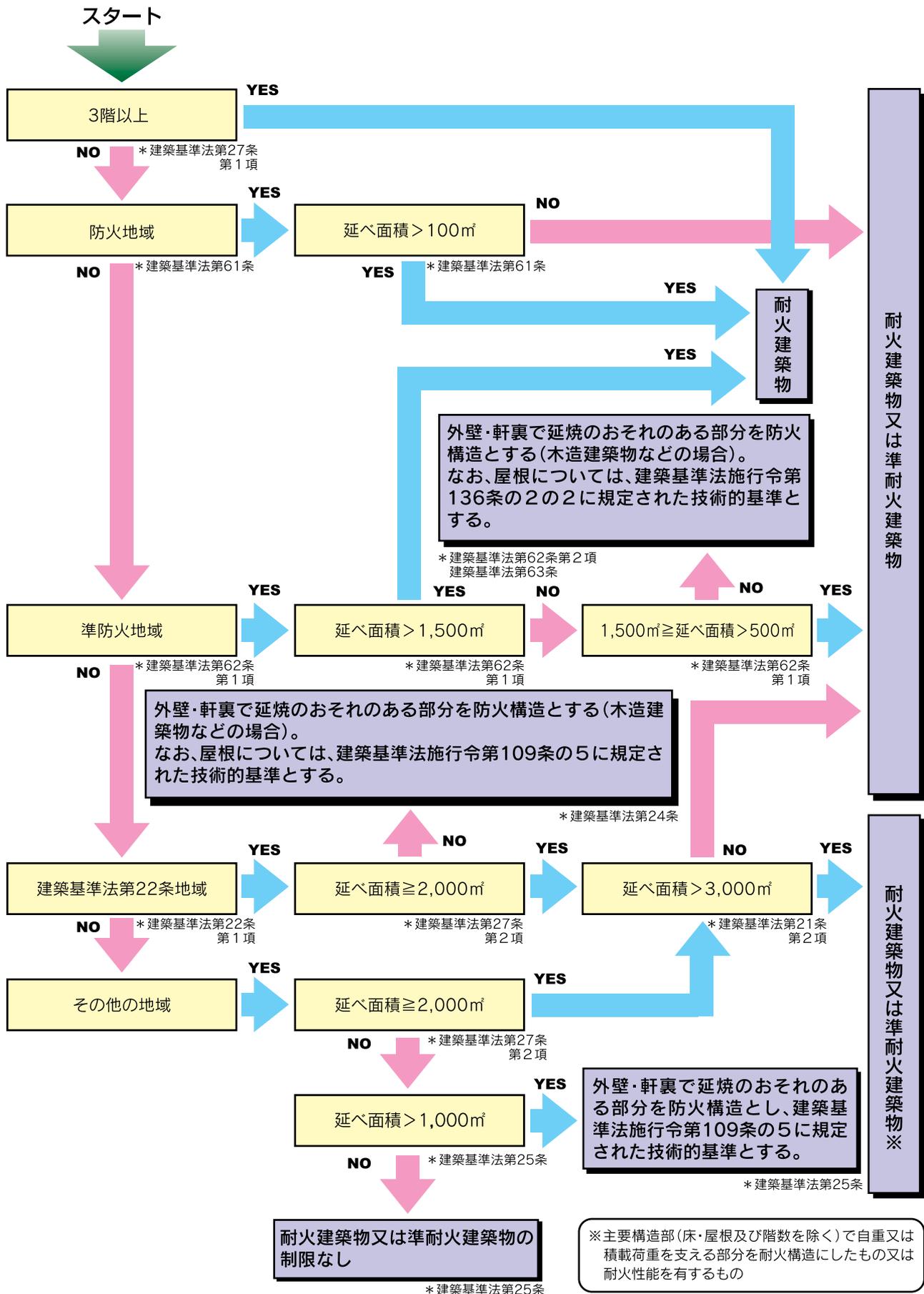


図1 面積・階数などによる防火上の制限に関するフロー

参考1 ■ 準耐火建築物となる木造建築物

建築物を準耐火建築物とするためには、柱、梁、壁、床が45分間の火災に耐える構造としなければなりません。木造建築物で、構造体の木材をあらわにし、準耐火建築物とするには燃え代(もえしろ)設計により可能です。燃え代設計については、Q33を参照ください。

■ 耐火建築物となる木造建築物

以前は、木造建築物は耐火建築物とできませんでしたが、平成12年に建築基準法が改正され、技術的基準を満たすことを確認すれば、木造であっても耐火建築物とすることが可能となりました(性能規定)。

具体的には、建築基準法施行令第108条の3に規定される技術的基準を満たすことを設計時に確認すればよいのですが、避難可能時間内に耐力が落ちない耐火性能を確認するためには、温度の

上昇と動きを時間を追って計算しつつ、基準に適合するよう平面、断面を繰り返し変更するなどの設計を行うことが必要になります。温度上昇などの検討においては、燃え草(火災により燃焼する仕上材、家具など)の有無が大きく関係しますが、燃え草の影響を抑えるためには天井高を高くしなければならず、天井高3m程度で影響を抑えることは困難ですが、このような設計においては、数週間程度の設計時間が余分にかかり、専門家への特別業務、特別費用が発生することもあります。

また、主要構造部である柱、梁、床、耐力壁などを木造にした場合は、部材寸法に燃え代を余分に加える方法や部材を耐火被覆する方法などで耐火性能を満たさなければならず、一般に建築物の重量増加により構造上、不利になるとともに建設コストが増大します。

残念ながら、実際に学校施設において、耐火建築物として建設された木造の例はまだありません。

参考2 幼稚園設置基準では、園舎は2階建以下が原則となっています。2階建以上とする場合は、保育室、遊戯室及び便所の施設については、1階に置かなければなりません。ただし、園舎が耐火建築物で、かつ幼児の待避上必要な施設を備えるものについては、保育室、遊戯室及び便所の施設を2階に置くことができます。

なお、認定こども園については、学校教育法上の学校と位置づけられる「幼稚園」と児童福祉法上の児童福祉施設と位置づけられる「保育所」などの取扱いが異なることから、建築基準法による扱いが異なりますので、計画の際には、特定行政庁と十分に相談してください。

関係法令

建築基準法第2条第六号、第2条第八号、第2条第九号の二、第2条第九号の三、第21条第2項、第22条第1項、第24条、第27条、第61条～第63条

同施行令第107条、第107条の2、第108条、第108条の3、第109条～第109条の3、第109条の5、第109条の6、第115条の2の2、第136条の2の2

建設省告示第1358号(平成12年)、第1365号(平成12年)、第1399号(平成12年)

Q25

木造にする際に建築物の高さに制限はありますか？

A

木造の学校施設を計画する際は、建築物の高さや軒高により防火上の制限を受けます。

解説 高い木造建築物を建てることは可能ですが、主要な構造部は、防火上必要な技術的基準を満たす必要があります。なお、面積・階数に関する制限は、Q24を参照ください。

一般に、

- ①建築物の高さ13mを超える建築物
- ②建築物の軒高9mを超える建築物

のいずれかに該当する場合は、大規模建築物となり、原則として柱・はりなどの構造部材のうち、自重又は積載荷重を支える部材について法第2条第九号のニのイの基準を満たすことが必要です。ただし、構造方法、主要構造部などについて、政

令で定められた技術的基準に適合する建築物は、この基準を満たす必要はありません。

建築基準法第21条第1項

同施行令第109条の4

これらの規模の木造学校施設であっても、階数が2以下で、主要構造部が準耐火構造であれば、（一般の建築物であれば階数は3以下であるが、学校施設の場合、3階以上は耐火建築物としなければならない（Q24参照）。）次のいずれかに該当する場合は、これらの制限を受けません。

- ①建築物の周囲に幅員が3m以上の通路が設けられていること。

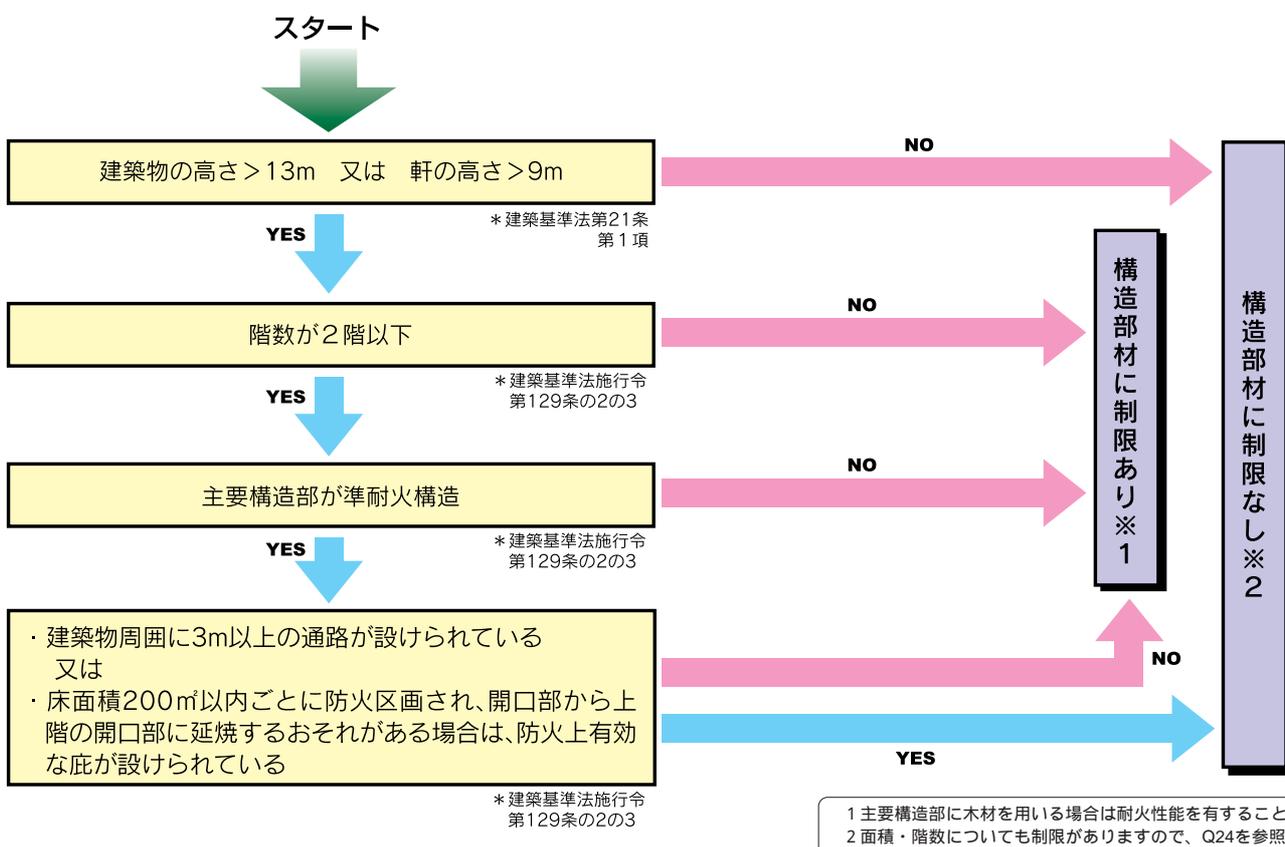


図1 建築物高さなどによる防火上の制限に関するフロー

②延べ面積が200㎡を超えるものについては、床面積の合計200㎡以内ごとに準耐火構造の床・壁又は防火戸で区画されていること。また、外壁の開口部から当該開口部のある階の上階の開口部へ延焼するおそれがある場合においては、当該開口部の上部の庇などにより、防火上有効に設けられていること。

建築基準法施行令第129条の2の3



山口県山口市立徳地中学校・主要構造部が準耐火構造で、建築物周囲に3m以上の通路を設けた例

関係法令

建築基準法第2条第九号の二、第21条第1項

同法施行令第108条の3、第109条の4、第129条の2の3

Q26

防火区画などについて、どのような制限がありますか？

A

I. 一般に、建築物はその構造・種別に関わらず延焼を防ぐため適切に区画することが求められています。木造の学校施設を計画する際も、当然検討する必要があります。

(1) 面積規模により必要となる区画

原則1,000㎡以内ごとに防火壁を設置し、区画しなければなりません。

建築基準法第26条
同施行令第113条

(2) 間仕切壁及び隔壁

①学校施設の教室など相互、及び教室などと廊下を区画する間仕切り壁は、防火上有効に区画しなければなりません。

建築基準法施行令第114条第2項

②建築面積が300㎡を超える木造小屋組の建築物を計画する場合は、けた行方向の間隔12m以内ごとに小屋裏に準耐火構造の隔壁を原則設置しなければなりません。

同第3項

③延べ面積が200㎡を超える建築物同士(耐火建築物以外)を結ぶ渡り廊下を、木造の小屋組で、長さが4mを超えて計画する場合は、小屋裏に準耐火構造の隔壁を設置しなければなりません。

同第4項

II. また、このほかに、外壁・軒裏で延焼のおそれのある部分は防火構造としなければなりません。

建築基準法第24条
同25条

解説

I. 一般に、建築物は火災時の延焼を防ぐため適切に区画することが求められています。防火区画の検討は、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造などの構造種別によらず、建築物を計画する際には、通常に検討されるものですので、木造の学校施設を計画する場合においてのみ、特別に必要となるものではありません。

(1) 面積規模により必要となる区画

防火上有効な構造の防火壁により、1,000㎡以内ごとに区画しなければなりません(図1参照)

建築基準法第26条
同施行令第113条

なお、耐火建築物、準耐火建築物については、防火壁による区画は必要ありませんが、通常はオー

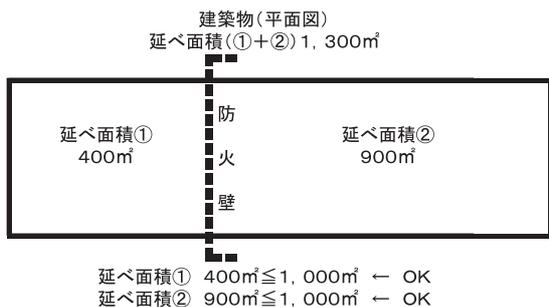


図1：防火壁の設置



秋田県能代市立浅内小学校・防火壁による区画
木造2階建、延べ面積1,850㎡（管理棟）

ブナな空間であっても、火災時には防火戸や防火シャッターなどで一定面積以内ごとに区画する面積区画、階段室などの垂直方向の縦穴部分と他部分を区画する縦穴区画などの防火区画の検討が必要です。

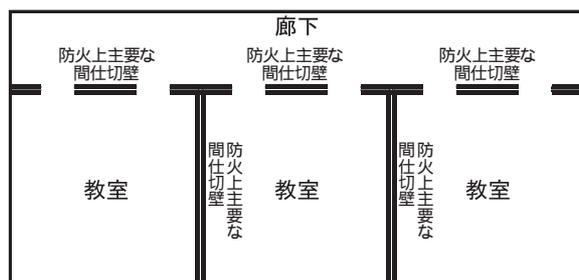
建築基準法施行令第112条第1項、第2項、第9項

(2) 間仕切壁及び隔壁

①学校施設の場合、教室など相互、及び教室などと廊下の主要な間仕切壁について、防火上有効なものとしなければなりません。この間仕切壁は、準耐火構造とし、天井裏もしくは小屋裏まで達せなければなりません（図2参照）。

オープンスペース型の教室については、教室がオープンスペースと一体化して一つの教室とみなされるため教室と廊下（オープンスペース）の間の、防火上主要な間仕切は不要です。

建築基準法施行令第114条第2項



防火上主要な間仕切壁：準耐火構造とし、小屋裏又は天井裏まで達せるもの
図2：防火上主要な間仕切り壁



高知県土佐市立波介小学校・教室、廊下間の防火上主要な間仕切壁（準耐火構造の壁）

②建築面積が300㎡を超える木造小屋組の建築物を計画する場合はけた行方向の間隔12m以内ごとに小屋裏に準耐火構造の隔壁を設置しなければなりません。

ただし、次のいずれかに該当する場合は、小屋裏の隔壁を設ける必要はありません。

- 主要構造部について、防火上の技術的基準（建築基準法第2条第九号の二のイ）を満たす性能を確認した場合
- 各室・各通路の壁や天井の室内に面する部分を難燃材料にした場合
- スプリンクラー設備、水噴霧消火設備、泡消火設備、排煙設備などを設置した場合

建築基準法施行令第114条第3項

③延べ面積>200㎡を超える建築物同士を結ぶ渡り廊下を木造の小屋組で、長さが4mを超えて計画する場合は、小屋裏に準耐火構造の隔壁を設けなければなりません。ただし、耐火建築物同士を連結する場合は、隔壁を設置する必要はありません（図3参照）。

建築基準法施行令第114条第4項

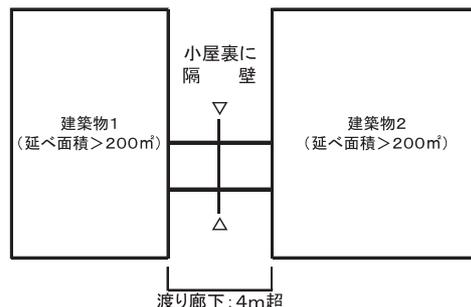


図3：渡り廊下の木造小屋組隔壁

Ⅱ. また、このほかに、延べ面積が1,000㎡を超える木造建築物は、外壁及び軒裏で延焼のおそれのある部分を防火構造とし、屋根については通常の火災による火の粉により、防火上有害な発炎をしないなどしなければなりません。なお、同一敷地内に2以上の木造建築物がある場合、それらの建築物の延べ面積の合計が1,000㎡を超える場合も対象となります。

**建築基準法第25条
同施行令第109条の5**

ただし、建築基準法第22条に規定された地域については、延べ面積に関わらず、外壁・軒裏の延焼のおそれのある部分を防火構造とする。

なお、建築物の構造に関係なく、屋根については通常の火災による火の粉により、防火上有害な発炎をしないなどしなければなりません。

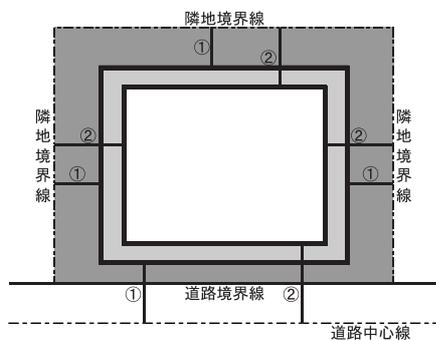
建築基準法第22条

同第24条

同施行令第109条の5

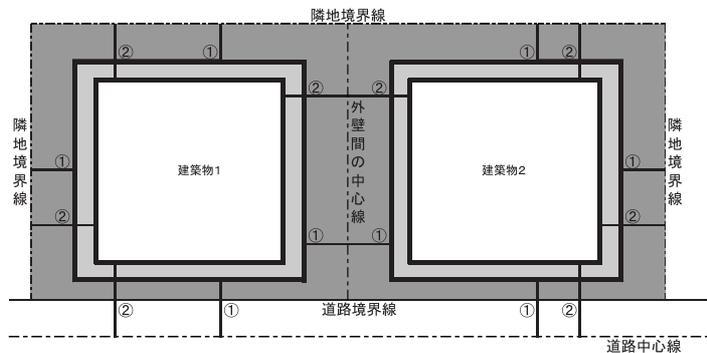
なお、延焼のおそれのある部分とは 隣地境界線、道路中心線、建築物相互の外壁中心線から、1階の部分については3m以下の距離にある建築物の部分、2階以上の部分については5m以下の距離にある建築物の部分を行います(図4・5参照)。

建築基準法第2条第六号



①1階部分 3m以下の距離にある部分
②2階以上の部分 5m以下の距離にある部分

図4：延焼のおそれのある部分(一棟の場合)



①1階部分 3m以下の距離にある部分
②2階以上の部分 5m以下の距離にある部分

図5：延焼のおそれのある部分(二棟の場合)

参考1 下部が鉄筋コンクリート構造で、上部が木造という混合構造において、上部の木造部分が1,000㎡以内の場合に防火壁を必要とするかで判断が分かれることがあります。上下で1,000㎡区画がとれていないと判断される場合は、上下を貫通し屋根を貫く防火壁を設ける指導を受ける場合があります。

参考2 建築基準法第38条に関する告示(建設省告示第1059号(平成6年))に基づいて従来、一体的な建築物であっても、木造部分に防火壁を含む鉄筋コンクリート造をはさみ、木造部分同志の間に一定の距離をとることで別棟と見なすことができました。

このため、耐火構造が求められる3,000㎡を超える建築物は防火壁を含む鉄筋コンクリート造部分で

ます。これにより、木造空間がコンクリート壁で分断されるため、無駄な空間を生むことになり、屋根を突き抜ける壁が全体の形を壊してしまう恐れがあります。実際の現場では、上下で1,000㎡区画が取れていると判断される例もありますので、個別の計画について特定行政庁とよく話し合ってください。

3,000㎡以下に分割する設計が、通常よく行われていました。

しかしながら、平成12年の建築基準法の改正により同告示の効力がなくなったため、防火壁を含む鉄筋コンクリート造部分による区画だけでは別棟と認められないという判断がなされ、別棟とするためにはそれぞれの建築物を完全に分けて渡り廊下でつなぐことが求められます。

参考3 木造小屋組みという木構造の特徴を大事にし、小屋組を美しく見せる設計とする場合、建築基準法施行令第114条第3項の規定による小屋裏への隔壁の設置により、木小屋裏空間がくずれてしまう問題にあたります。本来の小屋裏とは天井裏と解釈する場合、小屋組みの水平梁の上部と解釈することが一般的ですが、昨今の木構造には小屋組みと屋根構造が一体化している場合が多く、小屋組みがはっきりしないことがよくあります。この場合、

特定行政庁と十分に相談し、小屋組の解釈を摺り合わせ設計する必要があります。

一方、水平梁上部に隔壁を設けないといけない場合などでは、隔壁により小屋組が見えなくなりますが、一般的に土壁、プラスターボード重ね張りなどの構造の隔壁を認定を受けたガラスにすることで、視覚的に木造空間の良さを確保するなどの工夫が考えられます。

参考4 ■ 竪穴区画の適用除外について

3階以上に居室を有する建築物については、吹抜の部分、階段の部分、昇降機の昇降路の部分などその他の部分について、防火戸・防火シャッターなどによる防火区画を行わなければなりません。

ただし、避難階からその直上階又は直下階のみに通じる吹抜の部分、階段の部分など一体となった廊下などを形成する空間の壁及び天井の室内に面する部分の下地・仕上材を不燃材料にした場

合については、防火区画を行う必要はありません。

通常、吹抜部分に防火シャッターを設置して区画を行う場合に比べ、吹抜部分と一体となった廊下などを形成する空間の下地・仕上材を不燃材料にした方がコストがより安価となります。

このことは、子どもたちが長時間使用する多目的スペース・教室などの内装について、防火区画に要するコストの代わりにより多くの木を効果的に使うことができるように配慮した設計上の工夫もできます。

関係法令

建築基準法第2条第六号、第2条第九号の二、第22条第1項、第23条、第24条、第25条、第26条、同施行令第112条第1項・第2項・第9項、第113条、第114条第2項～4項、第115条の2第1項

Q27

敷地内の建築物の配置、
避難通路について注意すべき点はありますか？

A

木造建築物の場合、避難上及び消火上、敷地内の通路を通常（幅員1.5m以上）より広くする必要があります。

解説 敷地内の通路は、敷地に接する道路まで接続することが求められ、火災時の避難や消火活動のために利用されます。一般に、その幅員は1.5m以上としなければなりません。木造建築物の場合は、これより広くすることが求められます。

なお、木造建築物であっても、耐火建築物及び

準耐火建築物であれば、1.5m以上でかまいません。

○木造建築物の延べ面積が1,000㎡を超える場合については、敷地内における通路の幅員は3m以上としなければなりません。

建築基準法施行令第128条の2第1項

○敷地内に二棟以上の木造建築物がある場合についても同様に、建築物の延べ面積の合計が1,000㎡を超える場合は、延べ面積の合計が1,000㎡以内ごとに建築物群（1棟で1,000㎡を超えるものを除く）を区画し、その周囲に幅員3m以上の通路を設けなければなりません（図2参照）。ただし、延べ面積が3,000㎡以下の場合については、隣地境界線に接する部分の通路については、幅員を1.5m以上とすることができます（図1参照）。

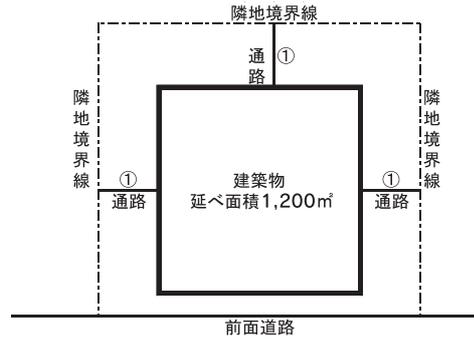
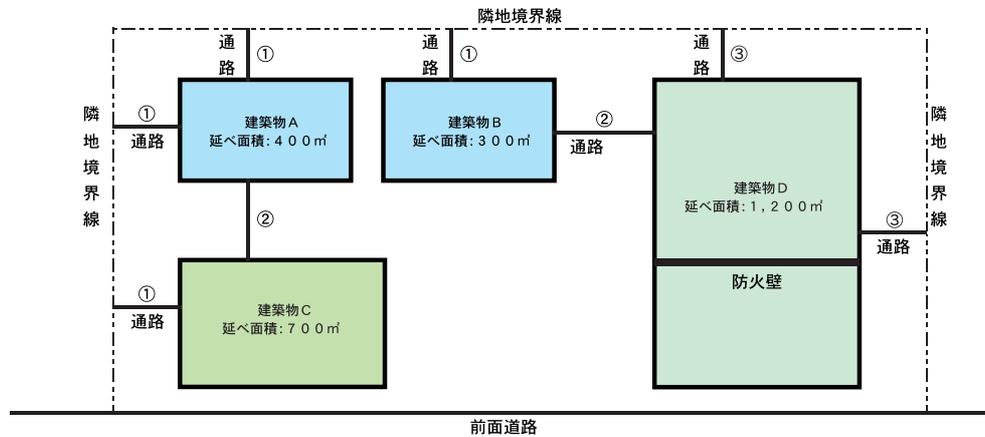


図1：敷地内通路
（通路の幅員 1.5m以上）
延べ面積が1,000㎡を超えるが、3,000㎡以下なので、隣地境界線に接する部分の通路は、1.5m以上でよい

建築基準法施行令第128条の2 第1項
同施行令第128条の2 第2項



敷地内通路の幅員
建築基準法施行令第128条による通路の幅員（1,000㎡以下の建築物） 1.5m以上
建築物群同士の間通路の幅員 3.0m以上
隣地境界線に接する部分の通路の幅員（1,000㎡を超える建築物） 3.0m以上
延べ面積1,000㎡を超えるが隣地境界線に接する部分の通路の幅員 1.5m以上

図2：敷地内通路（建築物が2棟以上の場合）

関係法令

建築基準法施行令第128条、第128条の2

Q28 木造にする際は、特別な届出は必要ですか？

A

通常、建築物を建設する際には、各種の届出が必要です。これは、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造などの構造種別によりません。学校施設を建設する場合も同様に、木造であることを理由に特別な届出は必要ありません。

解説

建築基準法などに基づく主な手続きは以下のものです。

(1) 学校施設を木造で建設する場合、木造以外の

建築物と同様に建築基準法に基づき、所定の手続きを行う必要があります。建築確認申請、中間検査申請、完了検査申請などの手続きは、通常設計事務所が行います。

区分	届出書類名	届出時期	届出者	提出先
消防設備関係	工事整備対象設備等着工届出書	着工の10日前	消防設備士	消防長又は消防署長
	消防用設備等設置届出書	設置完了後4日以内	関係者	消防長又は消防署長
防火管理関係	防火対象物使用開始届出書	使用開始の7日前	関係者	消防長又は消防署長
	消防計画書	遅滞なく	使用者	消防長又は消防署長
	防火管理者選任届出書	遅滞なく	防火管理者及び 管理権限者	消防長又は消防署長
危険物関係	指定数量未満の危険物・指定可燃物の貯蔵取扱届出書	あらかじめ	設置者	消防長又は消防署長
	危険物貯蔵所設置許可申請書	着工前	設置者	市町村長等
	危険物製造所等完成検査申請書	使用開始前	設置者	市町村長等

※市町村長等：市町村長、都道府県知事、総務大臣

表1 消防法に基づく主な手続き（消防関係法令等から抜粋作成）

①建築確認

計画された建築物が、建築基準法や関係法令に適合しているか確認の申請書を提出し、建築主事などの確認を受けます。「確認済証」の交付を受けなければ、工事を着工することはできません。

②中間検査

指定された工程の施工途中において建築主事などに中間検査の申請を行い、中間検査を行います。

③完了検査

工事完了したとき、建築主事などに完了検査の申請を行い、建築基準法や関係法令に適合しているか検査を受けます。「検査済証」の交付を受けて、使用開始となります。

(2) 消防法に関しても木造以外の建築物と同様に所定の手続きを行う必要があります。これらについては、設置者が行うべき申請もありま

すので、適切に措置してください(表1参照)。

(3) 建設工事にかかる資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）に基づく届け出は、「発注者の責務」として規定されています。発注する工事について、分別解体など及び建設資材廃棄物の再資源化などの促進に努めるため、発注者である設置者が工事に着手する7日前までに、都道府県知事に届け出を行わなければなりません。

<届け出の対象となる規模>

- ①床面積の合計が80㎡以上となる建築物に係る解体工事
- ②床面積の合計が500㎡以上となる建築物に係る新築又は増築工事
- ③請負代金額が1億円以上の建築物に係る新築又は増築に該当しない工事
- ④請負代金額が500万円以上の建築物以外のものに係る解体工事又は新築工事等

関係法令

建築基準法第6条、第6条の2、第7条～第7条の4、第7条の6、第20条

消防法第7条、第8条、第10条、第11条、第17条

消防法施行令第7条～第41条

建築工事に係る資材の再資源化等に関する法律第2条、第6条、第10条

同施行令第1条、第2条

Q29

木造にした場合、
消防用設備などを設置する必要がありますか？

A

木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造などの構造種別にかかわらず、通常、学校として備える必要がある消防設備（消火設備、警報設備、避難設備）を設置しなくてはなりません。

木造にしたことにより、特に必要なものではありません。

解説

学校施設を木造にしたことによって、特別に設置しなければならない消防用設備などはありません。学校施設は、その構造種別に関わりな

く、消防法に規定される「防火対象物」ですので①学校種別、②延べ面積・各階の規模・収容人員などにより、必要な消防設備を設置してください。

(単位:延べ床面積㎡)

学校種	消防設備						
	誘導標識	誘導灯	消火器具	屋内消火栓設備	自動火災報知設備	火災報知設備 ※消防機関へ通報	屋外消火栓設備
小学校・中学校・高等学校・中等教育学校	全部		300㎡以上	700㎡以上	500㎡以上	1,000㎡以上	3,000㎡以上
幼稚園・特別支援学校		全部	150㎡以上	700㎡以上	300㎡以上	500㎡以上	3,000㎡以上

表1 延べ面積による消防用設備設置基準一覧(抜粋)
(消防法施行令における学校関連の設置基準から抜粋作成)

(単位:床面積㎡)

学校種	消防設備					
	誘導標識	誘導灯	消火器具	屋内消火栓設備	自動火災報知設備	連結散水設備 ※地階のみ
小学校・中学校・高等学校・中等教育学校	全部		50㎡以上	150㎡以上	300㎡以上	700㎡以上
幼稚園・特別支援学校		全部	50㎡以上	150㎡以上	300㎡以上	700㎡以上

表2 無窓階・地階の床面積による消防用設備設置基準一覧(抜粋)
(消防法施行令における学校関連の設置基準から抜粋作成)
無窓階:建築物の地上階のうち、総務省令で定める避難上又は消火活動上有効な開口部を有しない階

(単位:収容人員)

学校種	消防設備			
	避難器具	非常警報設備 (地階・無窓階)	非常警報設備 (普通階)	非常警報設備 (放送設備付加)
小学校・中学校・高等学校・中等教育学校	2階以上で 階50人以上	20人以上	50人以上	800人以上
幼稚園・特別支援学校	2階以上で 階20人以上	20人以上	50人以上	300人以上

表3 収容人員による消防用設備設置基準一覧(抜粋)
(消防法施行令における学校関連の設置基準から抜粋作成)
収容人員:【教職員数+児童・生徒・園児数】の合計

関係法令

- 消防法第8条、第8条の3
- 消防法施行令第7条～第29条の3
- 総務省令(規5の2)

建築物には様々な荷重が作用します。建築物の設計においては、これらの荷重条件を設定し、さらにその建設地の地盤条件も考慮し、建築物を構成する材料の特性をよく把握したうえで、要求される空間に適した架構形式を選択します。

この節では、建築物に作用する荷重に対して、どのように安全性を確保するのかを説明します。

Q30

木造の構造上の仕組みについて、その基本を教えてください。

A

一般に、建築物には人や家具などが載ったり、雪・台風・地震などの荷重が作用します。建築物はそれらの想定される荷重に対して安全でなければなりません。

木造建築物の場合は、木材の特性を考慮した構造の検討が行われます。

解説

建築物に作用する荷重は、常に作用する建築物自体の重量（固定荷重）や、移動する人・家具などの重量（積載荷重）の他、積雪、風圧力、地震力、土圧、水圧などがあり、これらは荷重の方向と作用時間によって分類することができます（図1参照）。

日常にかかる荷重を長期荷重、稀にかかる荷重を短期荷重とよび、それに応じて構造部材の許容値が決められています（表1参照）ので、この基準を基に、荷重に耐えうるよう部材の寸法などを決定していきます。

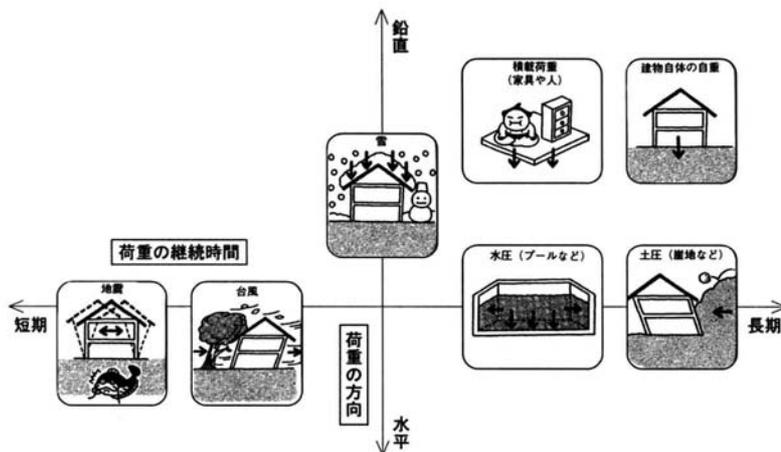


図1 建築物に作用する荷重の種類（山辺 豊彦：建築知識：2002）

荷重継続時間		木材の許容応力度
長期	50年相当	基準強度 $F \times \frac{1.10}{3}$
積雪	長期	基準強度 $F \times \frac{1.43}{3}$ = 長期許容値 $\times 1.3$
	短期	基準強度 $F \times \frac{1.60}{3}$ = 短期許容値 $\times 0.8$
短期	5分相当	基準強度 $F \times \frac{2.00}{3}$

表1 荷重継続時間と木材の許容応力度（山辺 豊彦）

参考

建築物がどのように荷重を受けるかを見てみると、鉛直荷重に対しては、床・梁・柱が主に抵抗します（図2参照）。構造設計に際して、木造の場合は特に、床や梁のたわみに注意が必要となります。一方、水平荷重は、床面を伝わって、主に耐震壁や軸組(柱と梁)で抵抗します（図3参照）。

建築物の耐震性とは、水平荷重に対する抵抗力を指します。一般に木造の場合、柱と梁の接合部を固めることが難しく、軸組だけでは水平抵抗要素としてあまり期待できないので、金物などを用いた様々な工夫が必要となります。

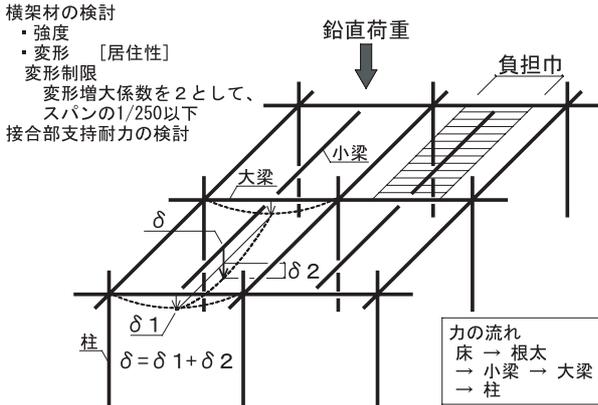


図2 架構の検討 鉛直荷重時 (山辺 豊彦)

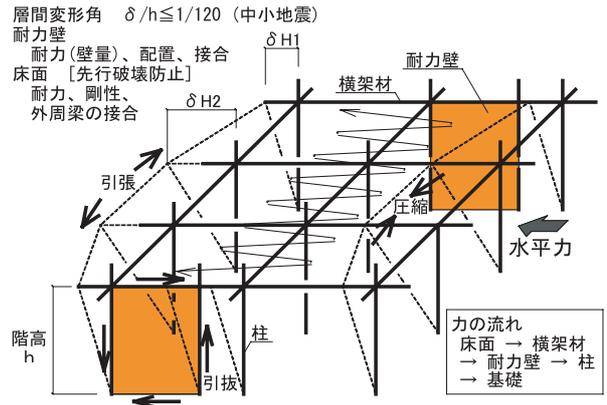


図3 架構の検討 水平荷重時 (山辺 豊彦)

Q31 木造は地震や台風などに対して安全ですか？

A 建築物は、建築基準法の定めにより、木造、鉄筋コンクリート造などの構造種別の特性を勘案して安全性の確認を行います。

解説 日本の耐震設計はどの構造種別であっても、下記の2段階の設計目標を満足するように行われます。

- ①度々起こる中小地震に対して損傷しない
 - ②ごく稀に起こる大地震に対して、ある程度の損傷を許容するが倒壊せず、人命と財産を守る
- ここで、中小地震とは震度5強以下の地震、大地震とは震度6強以上の地震をいいます。建築基準法ではこれらの目標を満足するための最低基準

が定められています。
 また、風圧力に対しては、過去の統計で示された各地域ごとの基準風速(風速30~46m/秒)から求められた風圧力に対して、損傷しないように設計が行われています。

この設計方針に基づき、構造材料の長所や短所を念頭において、建築物の用途から必要とされる空間を構成するに相応しい構造を採用し、設計を行います。

参考 水平力に対する建築物の設計の留意点

地震や台風は建築物に対して水平に作用する荷重で、建築物を転倒させる方向に作用します(図1参照)。また、地震力は建築物の重量に比例しますので、建築物が重いほど地震力も大きくなります。よって、鉄筋コンクリート造などの重い建築物には大きな地震力がかかりますが、自重が重いため浮き上がろうとする力に抵抗します。逆に、木造などの軽い建築物は同じ地震でも比較的小さい地震力になりますが、自重が軽く浮き上がりやすいといえます。したがって、地震力に対してどの構造が

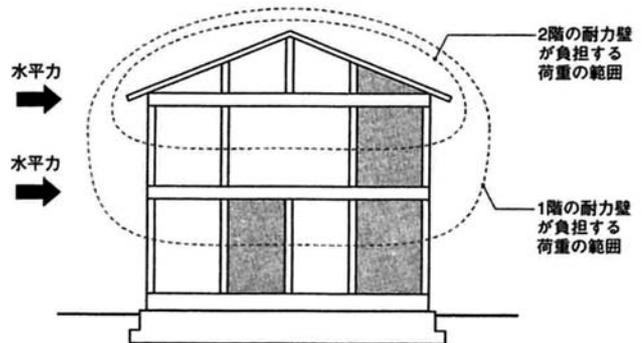


図1 建築物に作用する水平力と抵抗 (山辺 豊彦)

有利ということは一概にはいえないのです。

一方、風圧力は風を受ける面積に比例しますので、平面形が同じでも建築物の高さが高くなると風圧力は大きくなります。この点、低く重たい建築物の方が有利といえます。

このような水平力に対して、主に抵抗するのが耐震壁や軸組(柱と梁)です。一般に、鉄骨造や鉄筋コンクリート造では、柱・梁などの接合部を一体化することが比較的容易で、床面の水平剛性も高いので、柱と梁の軸組のみでも水平抵抗要素として期待できます。

一方、木造の場合、柱と梁だけで水平力に抵抗

するのは困難ですので、筋違いなどの耐震壁(耐力壁)が比較的多く必要になります。耐震壁の量と配置は、床面の剛さ(水平剛性)との関係から決まりますので、床面の軟らかい木造建築物で、開放的な空間をつくる場合は、耐震壁の配置や屋根面・床面の構成方法などに工夫が必要です(図2参照)。

風圧力については軒先を持ち上げようとする吹上げ力にも注意が必要です。特に、金属板葺きの屋根は重量が軽いので、強風時に屋根が飛ばされないよう、軒先をしっかりと接合する必要があります(図3参照)。

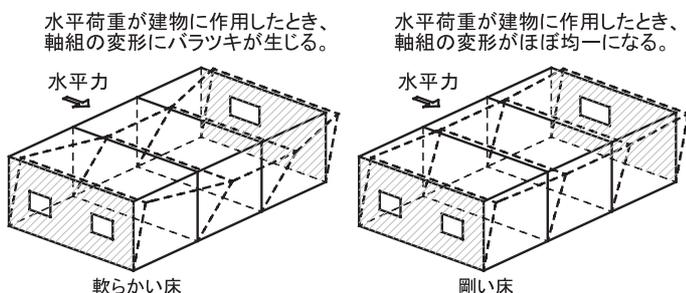


図2 床面の変形(山辺 豊彦)

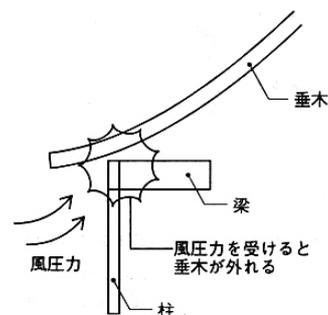


図3 軒先の吹上げ(山辺 豊彦)

Q32 木造は、古くなるとガタが生じたりたわみが大きくなったりしませんか?

A 木造の梁は時間の経過とともにたわみが生じ、あるところで安定するという特徴があります。これに対し、あらかじめ梁の断面設計で長期的なたわみを考慮することにより、問題が生じないようにします。

解説 人や机は移動することはあるものの、建築物に常時作用する荷重です。また、建築物自体の重量も常時作用する荷重です(図1参照)。前者を積載荷重、後者を固定荷重と呼びます。これらの荷重は長期間作用し居住性にも影響するので、地震や台風などの短期的に作用する荷重よりも安全率を1.5~2.0倍割増して、各部材の設計を行うなど十分な配慮がなされます。なお、積載荷重は建築物の用途に応じて設定し、固定荷重は建築物に使用した材料の重さから算出します。

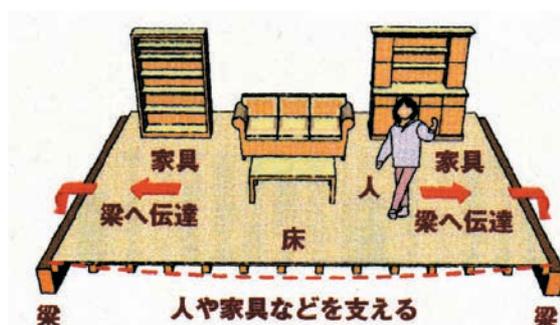


図1 鉛直荷重と床組の役割
(山辺 豊彦: 絵解き・住まいを守る耐震性入門 風土社)

参考1 木材の性質と部材設計上の留意点

木材は生物材料であるため、水分を含んでおり、その水分量含水率で表します(図2参照)。水分が抜けて乾燥していくと反ったり、割れたりしますが(図3参照)、この含水率が高いほど乾燥するに従い変形が大きくなるという性質があります(図4、5参照)。

木材の含水率(工事現場搬入時)は、構造材で13~18%、下張材で20%以下、造作材では18%以下が一般的です(Q18参照)。

建築材料として使用するためには十分に乾燥させるのが原則ですが、急速に無理な乾燥をさせると、木造特有のねばり強い性質が失われてしまう恐れがありますので注意が必要です。

十分に乾燥できない場合でも、予め部材断面に余裕を持たせるといった工夫により使用することができます(参考2参照)。

床の揺れには、床や梁のたわみが大きく影響します。部材の断面の大きさは、床や梁にかかる荷重と、材料のヤング係数とを勘案して決定します。一般的に木材はヤング係数が低く(たわみ易く)、調達可能な木の大きさ、量などにより部材断面に制限があるため、大きな空間を構成するには集成材を用いたり、小さい木材を組み合わせたトラスを架けたり、鉄材と組み合わせたハイブリッド梁とするなどの工夫が必要です。

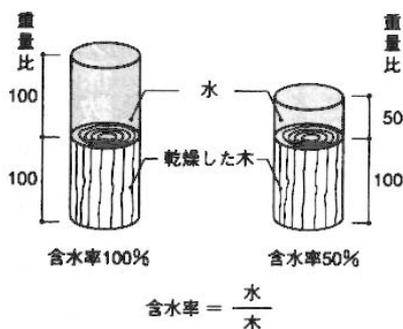


図2 含水率
(山辺 豊彦：現場で役立つ建築用木材 木質材料の性能知識 (財)日本住宅・木材技術センター 2002年10月)

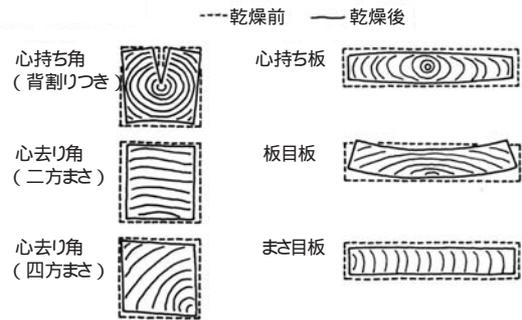


図3 木材の乾燥による変形
(山辺 豊彦：現場で役立つ建築用木材 木質材料の性能知識 (財)日本住宅・木材技術センター 2002年10月)

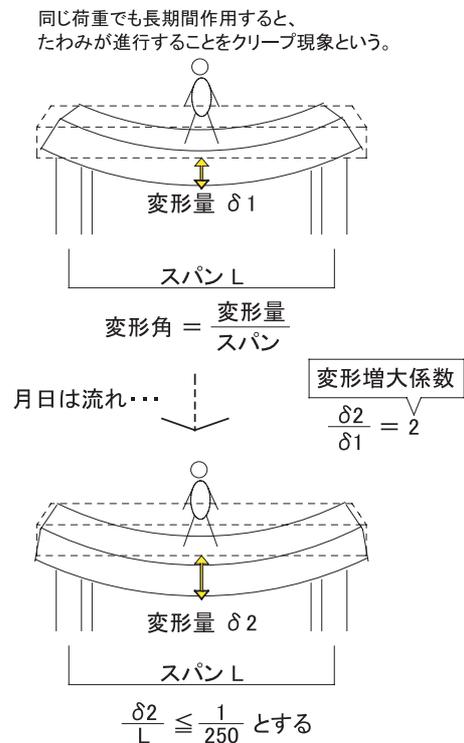


図4 クリープ現象(山辺 豊彦)



富山県砺波市立出町小学校・木材と鉄材を組み合わせたハイブリッド梁

参考2 含水率を考慮した設計例

ある断面の木材梁の初期たわみが最初1cmだったとします。図5の実験結果を見ると、500日後のたわみは乾燥材では約2cmで、未乾燥材は約3.5cmになります。この点、本来は乾燥材を使う設計をしますが、乾燥材が入手できない場合などでも、初期たわみが0.5cmになるように未乾燥材の部材断面を大きく設計すると、500日後のたわみは0.5cm×3.5倍=1.75cmになり、乾燥材と同等以下のたわみに抑えることが可能です。

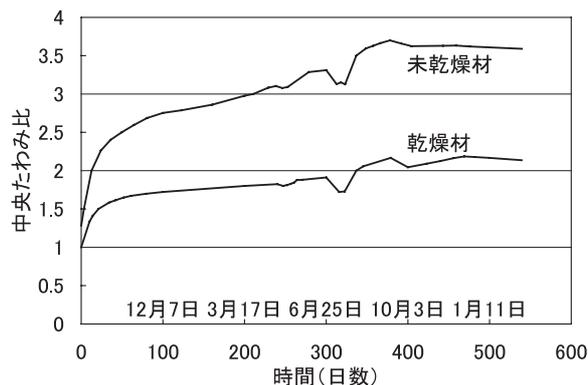


図5 未乾燥材と乾燥材のクリープ変形比較実験結果
(信州大学・武田 孝志：軸組構造体のクリープ変形挙動における未乾燥材と乾燥材の違い)

Q33 火災に対して安全ですか？

A

どのような建築物でも、一度火災が発生すると人命が危険にさらされることには変わりはありません。建築基準法などでは、火災に対し、延焼を防ぎ、避難するまでの時間を確保することが求められており、木造であっても設計段階でこの基準を満たしています。

解説 木材は燃える材料ですが、以下に示すような防火・耐火の工夫を行い、安全性を確保します。なお、この他にも、石膏ボードなどの燃えにくい材料で覆ったり、薬剤処理により木材を燃えにくくする方法などもあります。

部材断面による対応

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す。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ります。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す。

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）設計と呼んでいます。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す。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ます（Q24、25参照）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す。なお、従来は大断面集成材にのみ限定されていましたが、平成16年の告示改正で製材への適用も可能となりました。燃え代は表1のように規定されています。たとえ

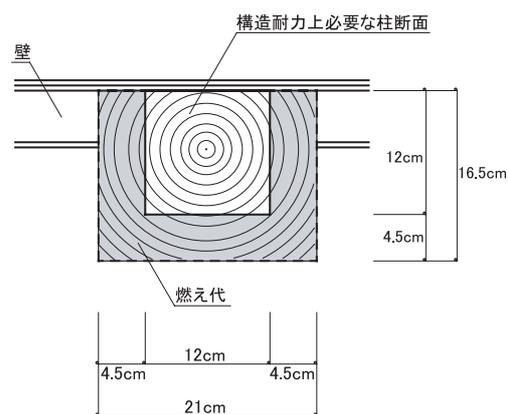


図1 燃え代設計の例（山辺 豊彦）

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）

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必要だったとします。表1から、準耐火構造における製材の燃え代寸法は4.5cmですから、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ということになります。

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ません。

■ 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ます(Q26参照)。

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ます。

- 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が、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。

Q34

シロアリなどに対して大丈夫ですか？

A

木造建築物はシロアリなどに対し設計、施工の各段階で、地域の気候、風土を考慮して有効な対策をとることが大切です。これをおこたると被害を受ける可能性があります。

解説

建築基準法施行令第49条第2項「構造耐力上主要な部分である柱、筋かい及び土台のうち、地面から1m以内の部分には、有効な防腐措置を講ずるとともに、必要に応じて、シロアリその他の虫による害を防ぐための措置を講じなければならない。」とされています。よって、設計、施工段階で、以下に示すような十分な配慮がなされます。

なお、シロアリなどの虫害については、Q18を参照してください。

■ 対策

いずれも適度な温度と水分の存在が主な引き金となり侵食されるので、床下の乾燥のためにまずは通気を十分に確保できる構法とすることが有効です。そのほか、腐朽や蟻害に強い木材を使用したり、薬剤処理を行ったりする方法もあります。

①構法の工夫

木材を湿気から遠ざける構法としては、コンク

リートのベタ基礎としたり、基礎の内部を地面より高くして雨水の侵入を防ぐのが有効です。また、通気口を設けることも重要です。

②樹種の見直し

腐朽や蟻害に強い木材としては、ヒノキやヒバが代表的ですが、辺材部(写真)はシロアリの好物ですので、何れも心材を用いることが重要です。

シロアリのほかとしてはキクイムシ類がありますが、この被害は広葉樹の辺材に限られ、針葉樹には加害しないようです。



スギ辺材の蟻食害試験
辺材部(写真手前側)にシロアリ被害(徳島県森林林業研究所)

③薬剤注入

日本農林規格では保存処理木材の性能区分、薬剤の注入方法や薬剤の認定基準などが定められています。

加圧注入による工場での木材保存処理は30年以上の耐久性が期待できますが、現場での塗布また

は吹き付けは有効期限5年が一般的なので、必要に応じて再塗布などのメンテナンスが必要です。

なお、最近の認定薬剤は安全性に配慮したものだけが認められるようになっていますが、子どもは大人よりも被害を受けやすいので、人体への影響などを慎重に検討する必要があります。

Column

地域性に配慮した計画

熊野地域は国内でも有数の木材産地で、木材が豊富にあります。しかし温暖でシロアリが多く、台風の通り道でもあることから、三重県熊野市立有馬中学校では鉄筋コンクリート造とし、内装材に木材を多用し地域性に配慮しています。



鉄筋コンクリート造の外観



内装には木材をふんだんに使用

Q35

木造にする際、地盤について気をつけることがありますか？

A

木造建築物は、軟弱地盤上で大きく揺れますので、軟弱地盤上に建設するときは、地震に対する壁量を割増して設計するほか、基礎構造にも留意する必要があります。

解説 建築物の地震被害は、地盤との関係が密接です。木造建築物は軟弱地盤上で大きく揺れるといわれています。このことを考慮して、軟弱地盤上に建設するときは地震に対する壁量を、通常の1.5倍割増して建築物の剛性を高めるように設計します。

また、木造であるか否かに関わらず建築物と地盤との関係でいえば、地下水位が高く、水を多く含んだ緩い砂地盤では、地震で揺すられたときに地盤の

液状化現象が建築物に大きな被害をもたらします。そのほかにも傾斜地など、注意が必要な地盤は多々あります(図1参照)。建築物を建設するときはまずボーリングなどにより、その土地の地盤調査を行って、地盤性状を把握した上で基礎や上部構造を検討する必要があります。

一般的に、基礎は鉛直荷重や水平荷重を地盤に伝達し、建築物が不均等に沈下することにより傾いてしまう不同沈下を防ぐという役割を担っていま

す。建築物の構造種別によらず、基礎は鉄筋コンクリート造とするのが一般的です。特に、軟弱地盤上に建築物を建てる時は、地盤改良を行ったり、杭を設置します。

なお、寒冷地では霜柱が建築物の直下で発生して、建築物が持ち上げられることで不同沈下を引き起こすことがありますので、建築物外周部の基礎底部は凍結深度以下に設置する必要があります。

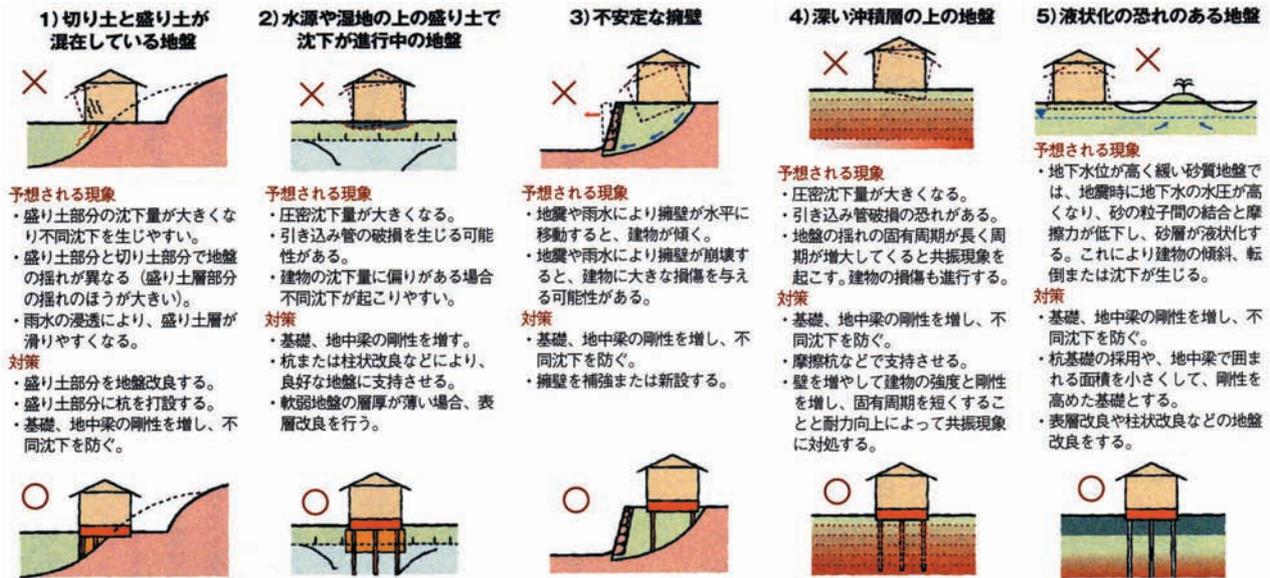


図1 注意が必要な地盤(山辺 豊彦: 絵解き・住まいを守る耐震性入門 風土社)

Column

地盤と地震被害

建築物の地震被害は、地盤との関係が密接であるということが、統計的に実証されたのは関東大地震のときでした。木造家屋の被害が山の手地域よりも下町で顕著であったことが図1に示されています。東京の下町は地域によって軟弱層が30m以上も堆積しており、地盤の卓越周期が長く、ゆっくり大きく揺れる傾向があります。

一方、木造家屋は構造的に軟らかく固有周期が長いため、この軟弱地盤上で揺ると一種の共振現象(図2参照)を起こして被害が拡大したと推測されています。近年問題となっている長周期地震動はこれと似た現象で、超高層ビルや免震構造など周期の長い建築物が、微小な地震にも拘らず地盤の周期と建築物の周期が近似していたために、大きく揺れてしまう現象です。

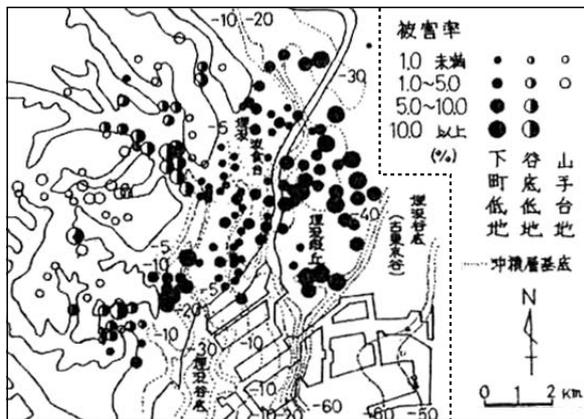


図1 関東大震災による木造住宅建物被害率分布(各町ごとに算出)(望月 利男・宮野 道雄: 日本建築学会論文集第256号)

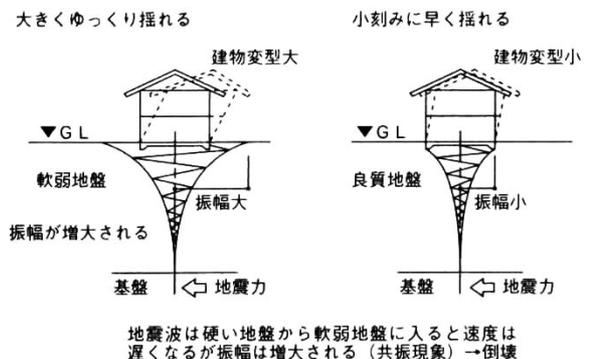


図2 共振現象(山辺 豊彦)

学校施設は比較的大きな空間を必要とする建築物で、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ます。

この節では、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・架構形式について説明します。

Q36

木を利用した構造にはどのような種類がありますか？

A

木を活用した学校施設の構造は、木材のみを使用した純木造と、鉄骨造（S造）や鉄筋コンクリート造（RC造）との混合構造があります。さらに、混合構造には数種類の組合せ方法が考えられます。

解説

■ 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ります。したがって、組立柱の採用や、壁面に斜材を設けたりする必要があります。

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ります。

■ 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す。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ます。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ります。

■ 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平面的な混合構造です。木造部分の床および屋根

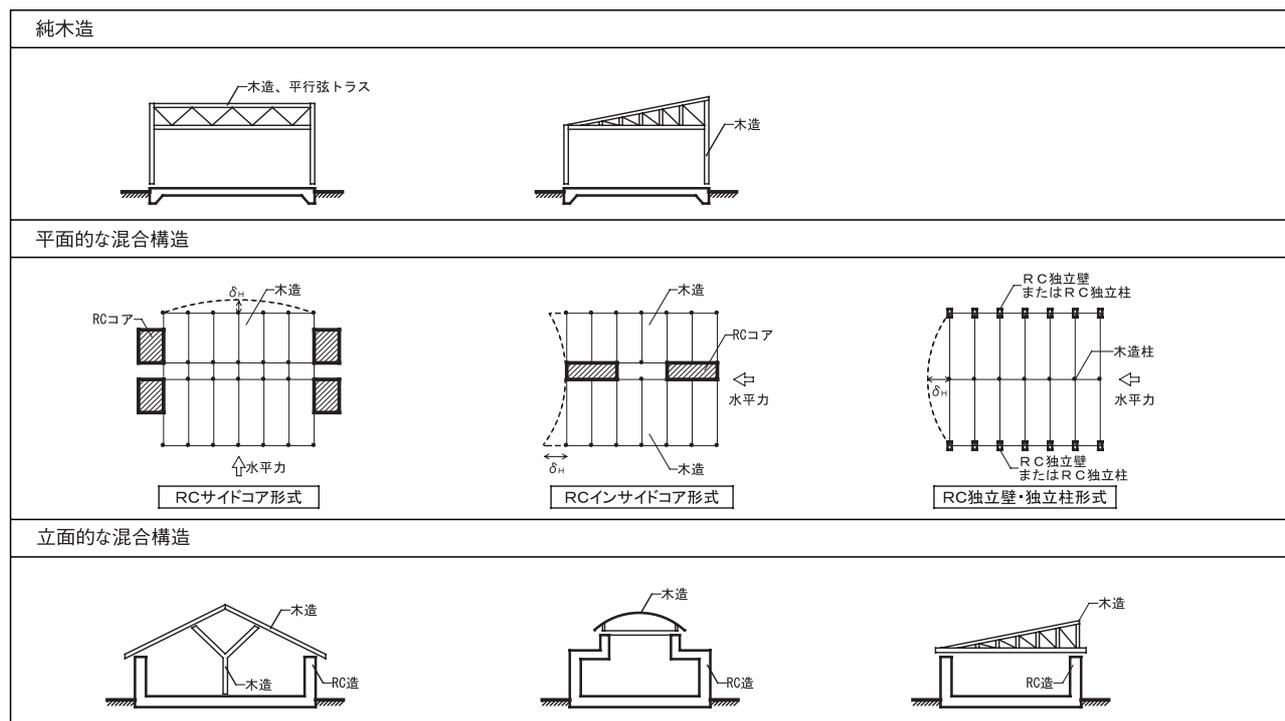
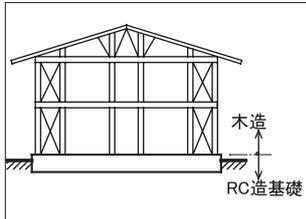


図1 木材を活用した学校建築の架構形式（山辺 豊彦：木の学校：2004から作成）

事例

■ 純木造

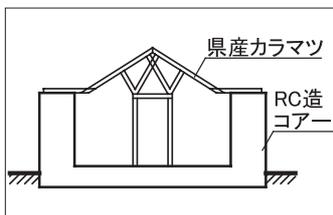
・秋田県能代市立浅内小学校



能代市は木材の町で、5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。

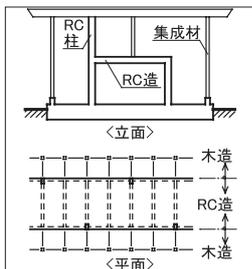
■ 平面的な混合構造

・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。長野県の代表的な製材であるカラマツを中心に使用し、合板充腹梁や重ね梁といった架構の工夫が見られる。

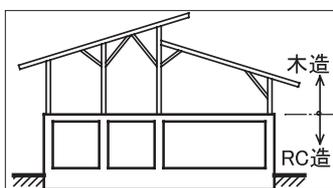
・RCインサイドコア形式の混合構造 奈良県 宇陀市立菟田野小学校



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が特徴的である。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。

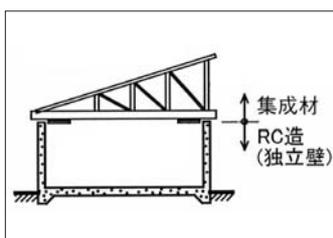
■ 立面的な混合構造

・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2m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階末までを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。これ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。

Q37

屋内運動場などのような大空間建築物に木材を用いる場合、どのような架構計画とする必要がありますか？

A

屋内運動場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ります。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ます。

解説

大空間を形成するための屋根架構は、トラス架構、アーチ架構、吊架構、折板架構、スペースフレーム架構、シェル架構など多様な架構形式が考えられます。

これらのどの架構形式を採用するかは、計画する屋内運動場の規模、求めるデザイン、コストバランスなどにより個別の建築物ごとに十分検討してください。

参考

■ 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になる原理を利用したものです。平行な2本の梁を斜材でつないだ平行弦トラスと、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ります。

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す。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ます(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ます。

■ 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)構造です。曲線の形状で円弧アーチ、放物線アーチなど呼びます。アーチ架構は、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す。トラスと同様の対策をとったり、テンションバーを設けたりします。

■ 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出来るので、橋梁でよく採用されています。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す。

■ 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す。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ります。

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ります。

■ 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です。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す。

■ 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ます。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ります。

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します。

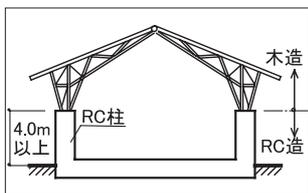
最近では、圧縮や曲げが作用する部位は木材を使用し、引張が作用する部位は鉄材を用いるなど、使用材料の複合化を図ることで新たな構造形式が多く見られるようになってきました。

<p>トラス架構</p> <p>平行弦トラス プラットトラス ハウトラス シングルワーレントラス</p> <p>山形トラス キングポストトラス クイーントラス</p> <p>原理 鉛直荷重 圧縮 引張 鉛直反力 <安定構造></p>	<p>折板架構</p> <p>角筒 妻壁 梁又はタイロッド 角筒折板</p> <p>角錐 四角錐 四角錐</p> <p>多角形 六角形折板 八角形折板</p>
<p>アーチ架構</p> <p>原理 鉛直荷重 スラスト(広がるようにするチカラ) 水平反力 鉛直反力</p> <p>応用形 連続配置 放射配置</p>	<p>スペースフレーム架構</p> <p>重構面グリッド 2方向グリッド 3方向グリッド</p> <p>ヴォールト、ドーム プレースド・パレル・ヴォールト ジオデジックドーム</p>
<p>吊架構</p> <p>1方向吊屋根 バックスティ ケーブル キャンティレバー 柱、控え壁</p> <p>放射状吊屋根 引張リング 圧縮リング</p>	<p>シェル架構</p> <p>HPシェル 持ち上げる</p> <p>カテナリー作用(引張) アーチ作用(圧縮)</p>
<p>混合系の架構</p> <p>アーチタイプ サスペンアーチ</p> <p>放射タイプ 圧縮リング</p>	

図1 大スパン構造の架構形式(山辺 豊彦:木の学校:2004年から作成)

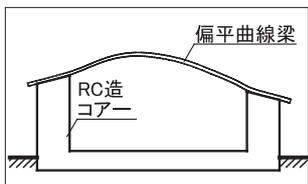
事例

■トラス架構 秋田県 能代市立浅内小学校・屋内運動場



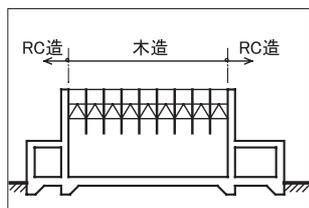
棟部分をピン接合とし、集成材によるトラス架構をダブルに架けている。トラスの脚部はRC造の片持柱で支持し、桁方向をRC造のBOX梁を架ける構造計画となっている。

■アーチ架構 佐賀県 佐賀市立富士南小学校・屋内運動場



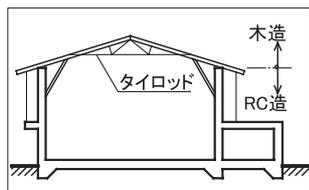
ステージ、玄関、更衣室などをRC架構として両端部に配置し、長手方向に偏平な曲線の梁を架けている。偏平なアーチ梁の端部に生じる水平方向に広がろうとする力(スラスト)は全てRC架構で処理される。

■ トラス架構と重ね柱・を用いた混合架構 長野県 稲荷山養護学校・屋内運動場



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構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・屋内運動場



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。

Q38

混合構造とした場合、どんな利点がありますか？

A

木造の良さを活かしつつ、木造のみでは難しい建築基準法の規定への適合や設計上考慮すべき課題の解決をより容易に行うことが可能で、特色ある空間を生み出します。

解説

学校建築のような大規模な建築物は、耐火・防火に関する建築基準法の規定への適合や、遮音性・開放性の確保や水平力に対する抵抗、接合部の検討など、計画上考慮すべき条件が沢山あります。これを木造のみで計画するのではなく、鉄筋コンクリート造などとの混合構造とすることで、より容易に解決でき、設計の幅を広げることが可能です。また、木造での計画が難しい地域においても、混構造とすることにより、可能な限り木材を活用し、木の良さを教育環境に活かそうと

する取組があります。

近年の構造設計の傾向として、異種類の材料や架構を組み合わせた混合化の手法が多用され、構造デザインの選択肢は広がってきています。これは材料・施工技術・構造解析技術などの発展が大きく貢献しているものと思われます。本来、構造設計とは使用する材料の特性を活用した架構を設計することなので、混合構造は特殊な構造ではなく、むしろ適材適所の発想に基づいた自然な構造といえます。

参考1

構造材の特徴と混合構造

建築物の主な構造材料は、木材、鉄骨、鉄筋コンクリートがあり、それぞれに長所と短所があります（表1参照）。その特徴をよく把握した上で要求される空間を構成します。混合構造は、それぞれの構造の特徴を組み合わせた構造で、一般に、木造と鉄筋コンクリート造との混合構造が採

構造種別	重量	剛性硬さ	靱性粘り	接合	耐火性
木造	軽い	小	大	引張は難	小
鉄骨造	やや軽い	中	中	容易	やや小
鉄筋コンクリート造	重い	大	小	容易	大

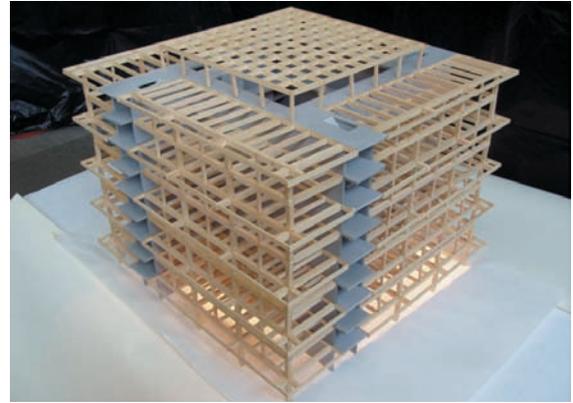
表1 構造種別と特徴（山辺豊彦）

用されることが多く、この場合、木造部の床面の剛性評価と鉄筋コンクリート部との取付詳細が重要なポイントとなります。鉄筋コンクリートの強度や剛性の高さを利用して水平力の大部分を負担



RCサイドコア形式の接合部振動台実験

させ、木造部分は鉛直荷重の支持および床面が水平力を伝達するのに十分な強度と水平剛性を確保することで、全体的な合理性を図っています。



RCインサイドコア形式の構造の検証模型

参考2 屋内運動場における混合構造

屋内運動場のような大スパン構造で、鉛直荷重の支持の合理化のため鉄筋コンクリート造を採用する場合でも、屋根を木造で作ることが可能です。例えば、図1のようなアーチ屋根を架けようとする場合、集成材の梁のみでは支持点における水平方向へ広がろうとする力(スラスト)がかかりますので、引張に強い鉄材を用いたハイブリット架構とし、ス

ラストの処理を行うと、支持点に生じるスラストが小さくなって、接合も容易となり、部材断面も軽減されます。このような工夫により、木材の導入がより容易になります。

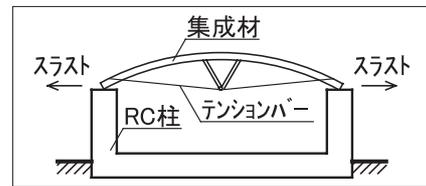


図1 屋内運動場のハイブリット架構(山辺 豊彦)

Q39 構造用の木質材料にはどのような種類がありますか？

A 木材には丸太から製材された無垢材のほかに、裁断・接着などの加工をして作られる木質材料(エンジニアングウッド)があります。木質材料の代表的なものは、構造用集成材、構造用合板、単板積層材(LVL)、各種の構造パネルなどです。

解説 木造建築物を計画する際、無垢材のみならず、調達やコストなどの観点から、木質材料を活用することが有効です。また、木質材料は木材を薄くあるいは細かく裁断し、十分乾燥したものを接着するため、寸法安定性が高いという利点があります。

■ 構造用集成材

ひき板を積層接着して、自由な断面寸法や形状

をつくることが出来ます。柱、梁、アーチ材などに用いられます。

■ 構造用合板

単板を繊維方向が直交するように積層接着したパネルで、主に床、壁、屋根の下地材として使われています。

■ 単板積層材 (LVL : Laminated Veneer Lumber)

薄い単板を繊維方向が平行になるように積層接着したもので、梁や根太、I型梁のフランジ材などとして使われます。

■ 構造用パネル

木材を細かい断片に裁断したものを接着してパネル化したもので、床・屋根の下地材や耐力壁に使用されます。

代表的なものとしては、パーティクルボード、ファイバーボード (MDF (Medium Density Fiberboard : 中密度繊維版))、OSB (Oriented Strand Board : 配向性ストランドボード)、木片セメント板などがあります。

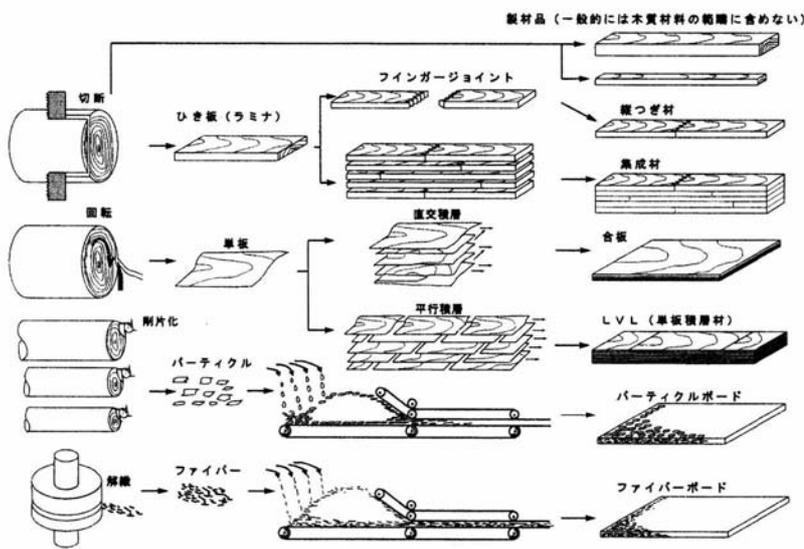


図1 主な木質材料の製造過程概略図 (エンジニアリングウッド 日刊木材出版社 1998)

Column

背割り・干割れの影響

背割りは心持ち材の乾燥を促進することと、見え掛りとなる面に割れが生じないようにすることを主な目的としてあらかじめ木材を割るものです。背割りの有無による強度の影響を検証してみると (図参照)、断面積はほぼ等しいので、鉛直荷重の支持に対しては問題がありません。また、背割りが心まで止まっていれば、断面係数 (Z) も断面2次モーメント (I) もほとんど変わらないので特に問題ははありません。しかしながら、背割りをせずに自然に割れる干割れにおいて、外壁面の柱で貫通割れをしていると暴風時に曲げが作用したときに変形や強度に問題が生じる場合があります。

背割りで注意すべき点は、接合部においてボルトなどの干渉を避けることです。自然に割れる干割れについても同様です。



背割りと干割れ

断面形状	圧縮力に対する断面性能			曲げに対する断面性能		変形に対する断面性能	
	断面積 A (cm ²)	断面2次半径 i _x (cm)	i _y (cm)	断面係数 Z _x (cm ³)	Z _y (cm ³)	断面2次モーメント I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)
背割なし	144	3.46	3.46	288	288	1,728	1,728
背割あり	139.8	3.46	3.51	279	287	1,677	1,727
貫通割れ	135.6	3.46	1.63	271	127	1,627	360

図 背割りの構造検証 (山辺豊彦)

Q40

木造に用いられる木材の接合方法には、
どのようなものがありますか？

A

機械的接合、接着接合及びこれらを併用したものがあります。それぞれの特徴を踏まえた上で、接合部に必要とされる性能に応じて適切な接合方法を選択し、施工方法にも留意することが、長寿命で高耐久の建築物をつくるために重要です。

解説

■接合の種類

木造の接合法は3つに大別することができます。

○機械的接合

ボルトや鉄板などを用いて部材どうしを接合します。木材のみで接合する日本の伝統的な継手や仕口もこれに含まれます。構造性能は耐力が低く粘りのあるものから耐力が高く脆い破壊をするものまで、多種多様です。

○接着接合

現場での接着は品質管理が難しいので、工場での加工が原則となります。この接合は非常に剛く強度は高いのですが、破壊するときは脆い性状を示します。

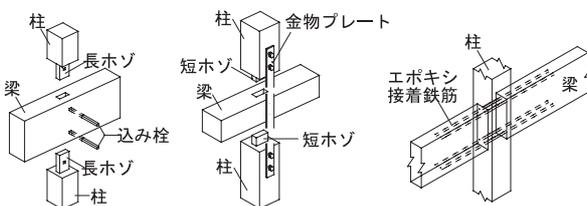
○接着併用機械的接合

接合具または接合構成材と木材との間に接着剤を充填し、接合具の固定とガタの防止をはかったものです。接着接合と同様な構造性状を示します。

参考

各構造要素を繋ぐ接合部は、木造建築物の性能を決定付ける最も重要な部分です。接合方法によって剛い(変形が小さい・揺れが小さい)建築物か、柔らかい(変形が大きい・揺れが大きい)建築物か、大変形に追随できるかなどの建築物全体の特性が決定します。構造実験や過去の被害状況を見ても、部材そのものよりも接合部が先行して破壊しているものが大半です。特に、引張力が作用する接合部が重要で、釘・ビス・込栓などからの縁端距離を十分確保しないと、木材に割裂き現象が生じ、脆い構造体になってしまうので注意が必要です。

長寿命で高耐久の建築物をつくるためには、建築物の用途・使用部位・作用する荷重・意匠性・施工性・経済性(材料の流通も含む)・修復性を考慮して、最適な接合形式および架構システムを構築することが極めて重要です(図1参照)。



接着併用機械的接合の例
図1 木造の接合形式(山辺豊彦)

■ラーメン構造に用いられる機械接合

木造施設の構造形式は、伝統的な軸組工法の他に、鉄筋コンクリート造などに用いられるものと同様のラーメン構造があります。ラーメン構造は、柱と梁などにより力を伝達する工法で、柱と梁などの部材間の接合強度が構造上重要になります。鉄筋コンクリート造では、柱と梁などを一体のものとして施工することが可能ですが、木造の場合は、それぞれの部材を接合しなければなりません。このため、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用いられます。

現在使用されている接合方法を分類すると以下の4タイプがあります(図2参照)。

- 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ドリフトピンで接合し、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。
- 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抵抗接合で、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。

ラーメン架構における接合部の効率、架構性能やコストに直結する重要な役割を担っています。

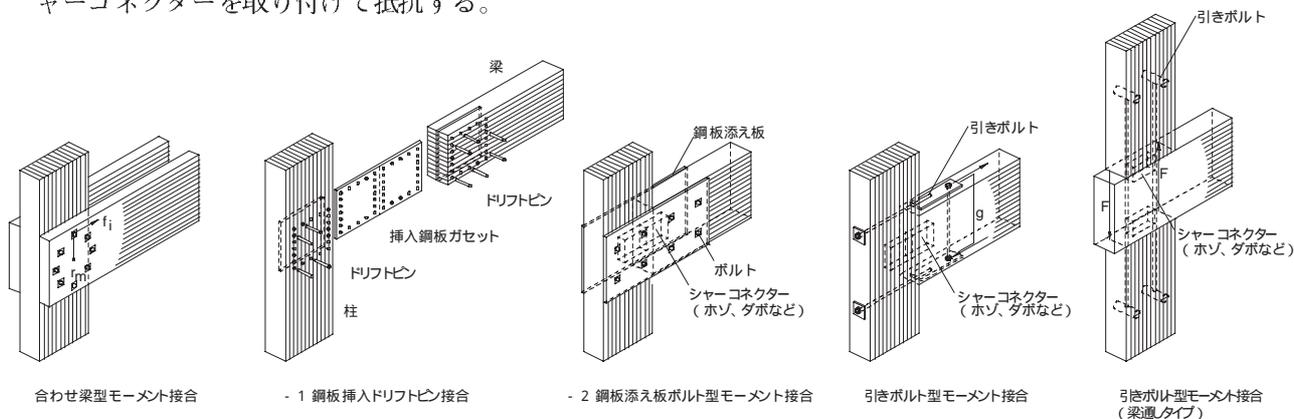


図2 ラーメン架構の接合形式（山辺 豊彦）

Q41 補修・改修にあたって留意することはありますか？

A 建築物が建設当初に保有している構造安全性などの性能は、老朽化などにより低下する恐れがあります。これを防止するには、建築物を定期的に点検し、必要に応じて部材の補修や交換を行う必要があります。

解説 補修・改修を行うには、まず現状の劣化・損傷状況を把握する必要があります。特に古い建築物の場合は、建築基準法や消防法などの現行法規へ適合しなくなっていないかを調査する必要があります。

また、工事期間の制限に配慮した工事内容を検討する必要があります。学校施設の場合は、夏季や春季休暇期間中に集中的に工事を行うことが多くなります。

補修・改修は新築と異なり、各建築物で固有の条件が多々存在するので、標準化やマニュアル化が

困難ですが、事前検討を十分に行えば、今ある資源の有効活用への貢献は大きいです。

改修工事は、設計においても施工においても柔軟かつ幅広い思考力と技術力を必要とします。計画の早い段階から学校の教職員などの参加・協力を得つつ意匠・構造・設備の各設計者と協議することが望めます。特に設備関係は居住性に直接影響するので最優先されることが多いのですが、建築物の構造耐力を損なわないように、配管経路などを良く検討しておく必要があります。

参考 木質部材の劣化現象には、風化・摩耗・腐朽・虫害などがあります。風化は自然外力によって徐々に浸食される現象で、摩耗は使用過程において生ずる消耗現象のことで、これらは構造耐力に直接影響しません。

これに対し、腐朽や虫害は条件が整えば短期間

に構造部材の深部まで被害が及ぶことがあります。建築物の安全性や居住性に多大な影響を与える恐れがありますので、計画的な補修・改修が特に求められます。

木造は他の構造に比べ、部材を取り除いたり交換することが比較的容易に行えます。しかしなが

ら、構造部材と非構造部材との区別がつきにくいので、安易に補修や改修を行い、構造上重要な部材を取り除くようなことがないように注意が必要です。このため、まず、建築物の構造的な特徴を把握し、その構造的特徴に見合った補修・改修方法を検討する必要があります。

例えば、地面に近い土台や柱脚部は腐朽しやすい

く、柱の根継ぎを行うことが可能です。しかし、筋違いが取付く柱を途中で継ぐと、不安定構造となってしまうので、耐力壁を構造用合板などの面材にするか、土台から2階床梁まで添え柱を設けるなどの対策が必要です。

また、これから新築する場合は、予め点検や補修の容易性に配慮した設計を行うことが重要です。

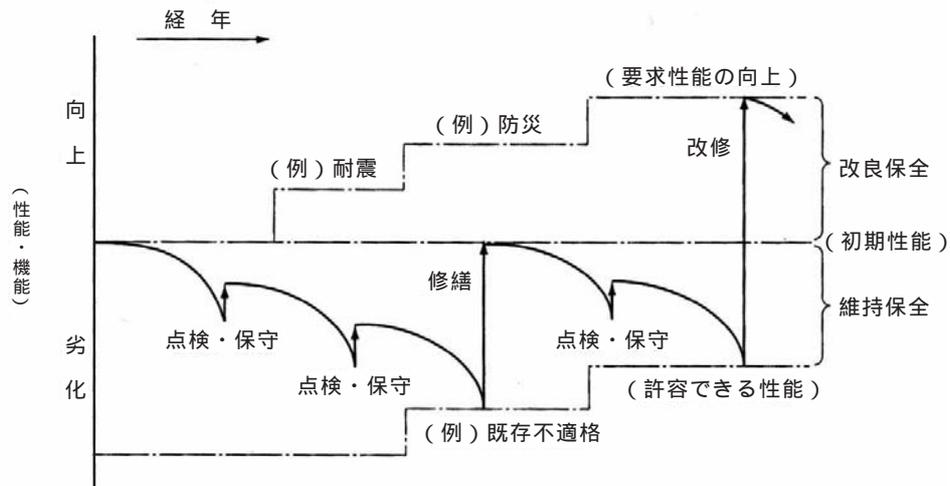


図1 保全の概念図(日本建築学会：耐久性指針)

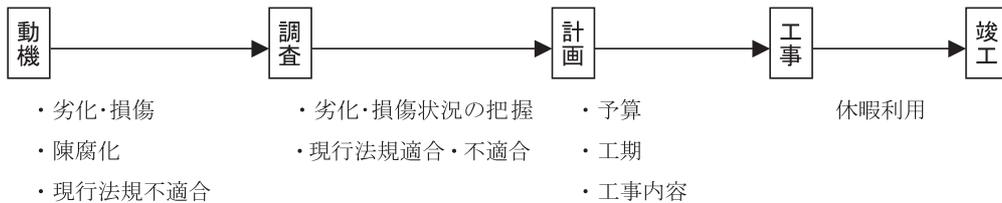


図2 補修・改修工事の過程(山辺 豊彦)



柱の根継ぎ



湿気を防ぐための基礎コンクリートの打設



床組の補強

木材は大きさ・質などによって、そのコストに大きな差があります。一般に、大空間を必要とする学校に用いられる構造用木材は大断面で高価な材となってしまうと考えられがちです。しかしながら、工法、材種などを十分に検討し、例えば大断面の材を必要としない工法を採用するなどすれば、木造校舎は決して高いものではありません。

この節では、木造(混合構造)の場合における建設コストの考え方について説明します。設計者のコストデザインの能力や経験によるところがありますので、木材の専門知識を有する設計者の選定などが重要です。

また、学校施設の計画においては、木造校舎がもたらす学習環境、健康、地球環境や地域保全などへの効果を考慮し費用対効果の観点から、建設コストを総合的に検討することも必要です。

Q42

木造の建設コストは鉄筋コンクリート造と比較して高くないですか？

A

鉄筋コンクリート造の建築物は平均的なコストが定まるのに対して、木造の建築物は採用する工法などの違いにより、使用する木材の大きさ・質などが変わるため、設計によりコストに大きな違いが生じます。しかしながら、木造が必ずしも高いということはありません。

解説

鉄筋コンクリート造の建築物は、その躯体部分に関しては、鉄筋やコンクリートの使用量などでコストが決まりますので、建築物毎に大きな違いはありません。一方、木造の建築物は、どのような工法を採用するかにより、使用する木材の径や長さが変わり、調達容易さなどにも影響し、コストに跳ね返ります。また、使用する材質の違いによってもコストが変わります。

鉄筋コンクリート造の学校では、㎡当たり20万円～25万円位が一般的によく見られます。

都会の学校では空調を行ったり、周辺への騒音に配慮して気密性・遮音性を高めるなどの性能を向上させることによるコスト増、地方に比して高い建設物価や立地条件によるコスト増などにより、

若干高くなる傾向があります。

今般実態調査した木造の学校では、㎡当たり平均すると27万円程度であり、最も高いもので30万円、安いもので20万円程度でした(資料編資料8参照)。

一般に、純木造の学校の方が材質の厚さ、等級など、上質のものを使用する傾向にあり、混合構造よりも高くなるようです。また、内装の仕上げによってもコストに差が出てきます。

このように鉄筋コンクリート造と比べて、決して木造が高いとはいえませんが、設計者のコストデザインの優劣によるところが大きいため、計画段階で十分に検討を行うことがコスト減につながります。

参考

■ コストを下げるための設計上の工夫

○木材のコストは、樹種や材質などにより様々です。最近の木材価格では、丸太、製材品(柱)ともに1本1,500円～3,000円程度のもので一般的です。

学校では、綺麗に加工された材料よりもむしろ、木の風合いを活かした材料を使用し、これを子どもたちの自然学習にうまく活用

することが考えられます。したがって、節の多い間伐材などを活用することで、コストを安くすることが可能です。

○木材を壁全面に張るだけでなく、場所によっては、細長い材をうまく利用して多くの木材が使われるように見せるなど、メリハリのある設計を行うことで、豊かな木質空間をつくることが可能です。

○木造住宅用の流通材は、特注材に比べて単価が安く入手しやすいので、流通材を極力使用するよう設計すればコストを安くすることが可能です。また、流通材であれば、継手・仕口がプレカット加工のできるため、加工費も安くなります(Q43参照)。

現在、木造軸組構法住宅の柱や梁に多く用いられている流通材には次のようなものがあります。

- ・正角(しょうかく)
横断面が正方形で、その1辺が75mm以上の製材品。

1辺105mm、120mm、長さ3m、4m、6mのものが多く、主に、柱、土台などに使われます。樹種は、スギ、ヒノキ、ベイツガなどです。同じサイズの集成材(樹種は、主にホワイトウッド)も流通しています。

- ・平角(ひらかく)
横断面が長方形で、その短辺が75mm以上の製材品。短辺105mm、120mm、長辺150mm~360mm、長さ3~5mのものが多く、主に、梁、桁などに使われます。樹種は、ベイマツなどです。同じサイズの集成材(樹種は、主にベイマツ、レッドウッド)も流通しています。

Q43 規格材を用いると、工期短縮や建設コストを抑える効果がありますか？

A

規格材の使用は、流通量が多いため、比較的大量の入手がしやすく、工期短縮や建設コスト縮減に有効な手段です。

解説 学校施設は大空間となるため、大断面で長い部材が一時に大量に必要となります。このような部材を十分に乾燥させ、大量にストックしておくことは、技術的にも経済的にも容易ではあ

りません。

そこで、流通量の多い規格化された小断面材を組合せることで同様の空間を確保できれば、工期短縮や建設コストを抑えることに有効です。

参考1 ■ 架構の工夫

明治期から第2次大戦直後までに建てられた工場や学校では、洋小屋と呼ばれるキングポストトラスや、平行弦トラスといった小断面材で効率よく大空間を得る方法が多く採用されました。

トラスは部材に圧縮力または引張力が作用しますが、当時、一般に引張力がかかる部分に用いられる鉄材が大変貴重でしたから、部材に圧縮力が作用するように斜材の方向を考えて、極力木材で対応し接合を軽減するよう配慮されました。

現代においては、規格材の活用方法として、トラスなどの架構を採用することも考えられます。

なお、鉄材が入手できないということはありませんので、これらと併用することでより容易に木を活用することが可能です。

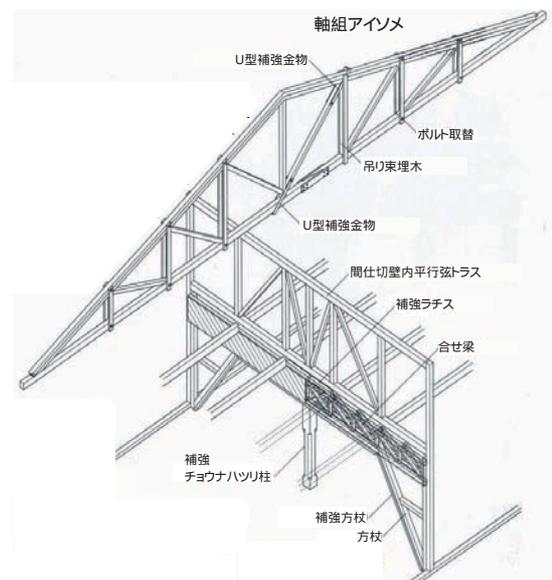


図1 トラスを組み合わせた架構
屋根はキングポストトラス、2階の壁は平行弦トラス、1階のフロアは平行弦トラスと方板による合せ梁と方杖
(山辺 豊彦：住宅建築：2002.3)



長野県 稲荷山養護学校
一般に流通している長野県産のカラマツ120mm角材を中心に用いて、重ね梁・合板充腹梁・重ね柱などの工夫をしながら大空間を構成

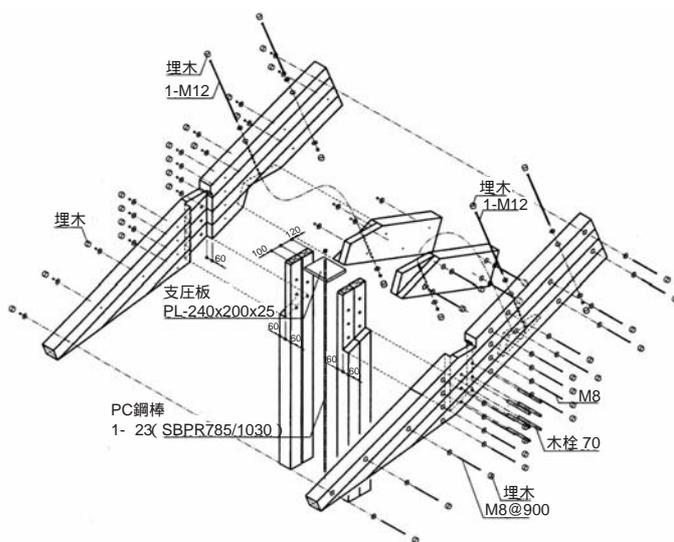


図2 規格材を使用した小屋組の例

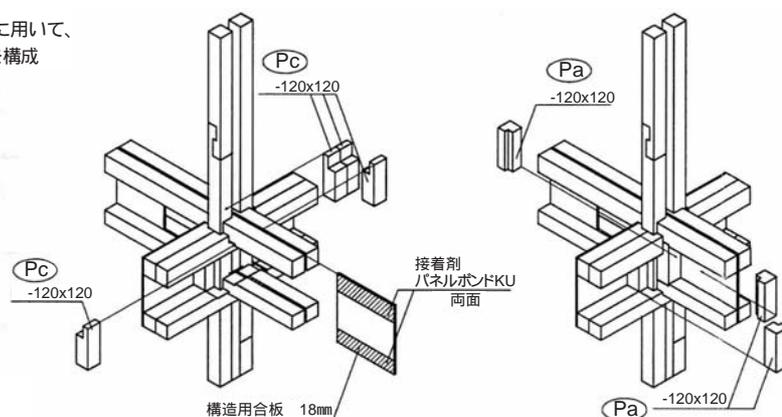


図3 規格材を使用した軸組の例（山辺 豊彦）

（図2、図3：北川原 温建築都市研究所：稲荷山養護学校設計図書から）

参考2

流通している規格材のうち、スギ正角（乾燥材・未乾燥材）、ホワイトウッド集成材の

m³当たりの価格推移は以下のとおりです。

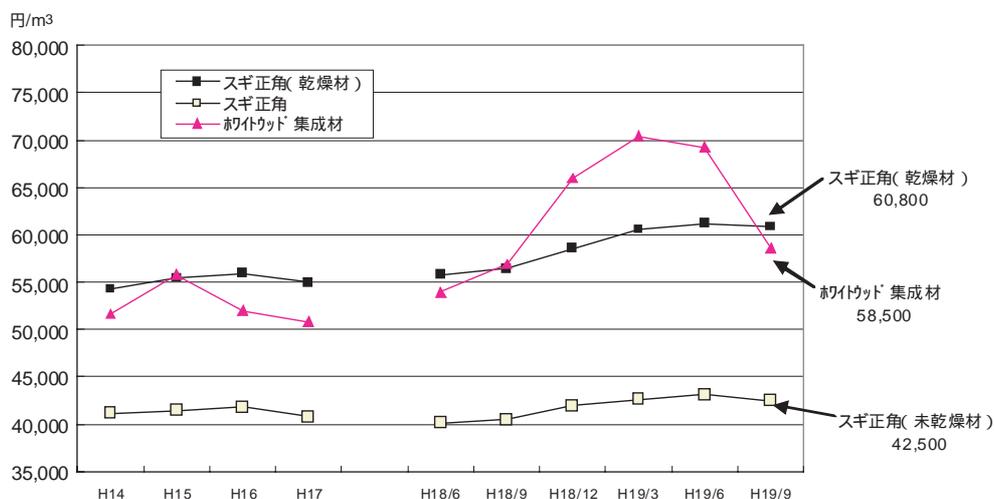


図4 製材（乾燥、未乾燥材）と集成材の価格推移（農林水産省：木材価格 日刊木材新聞）

注：規格は、すべて 10.5×10.5cm 長3.0m

ホワイトウッド集成材は、販売店着価格

スギ正角（乾燥材）は、木材市売市場、木材センター及び木材問屋における小売業者への店頭渡し販売価格

Column

接着剤を使用しない重ね梁

重ね梁には、接着剤を使用しない方法も考えられます。写真はその一例で、重ねた上下材の接合に金物を使用したものです。接着剤を使用した場合に比べ、断面の一体化という点で性能は劣りますが、シックハウス問題や、解体分別の容易性(環境負荷が少ない方法で再利用が可能)、大断面が得られにくい間伐材やヒノキの有効活用などへの配慮として期待できます。

重ね梁の詳細



接合前の重ね梁

浜北試験場での重ね梁実験(山辺 豊彦)



接合後の重ね梁

内装木質化編

第1節 計画上の留意点

【木造（混構造）編】では、学校施設を木造でつくるための課題などについて解説しましたが、特に、市街地などにおいては、建築基準法の防火・耐火規定に適合させることなど、多くの努力を要することがわかりました。

この節では、市街地などの学校においても、防火などの性能に制約されず木質空間をつくることのできる内装木質化の計画について説明します。

なお、内装木質化とは、建築物を鉄筋コンクリート造などの木造以外の構造でつくった上で、豊かな教育環境などをつくることを企図し、内装材に木材を活用する方法です。

Q44

床、壁、天井などどこにでも、
内装材として木材を用いることができますか？

A

一部の特殊な居室などを除き、教室、廊下、屋内運動場などの床、壁、天井など、どこにでも木材を使うことができます。

解説

木造校舎のみならず、鉄筋コンクリート造校舎においても、内装材として木材がよく使われます。最近では、床や壁だけでなく、天井の仕上にも木材を使う例も見られます。

学校施設の床・壁・天井の内装仕上に関して、校舎の普通教室・特別教室・廊下、屋内運動場のアリーナなどの通常の居室については、建築基準法による制限はなく、一部の特殊な居室などを除いて、どの部位についても木材を使うことができます。

ただし、各自治体の条例により、階数や面積規

模などで制限がある場合もありますので、条例について確認を行うことが必要です。例えば、東京都建築安全条例第12条では、小学校で教室を4階以上に設ける場合は、居室の壁（床面から1.2mを超える部分）及び天井分に基本的に木材を使うことはできません。また、4階以上の廊下などの壁や天井についても木材を使うことができません。

なお、縦穴区画のための防火シャッターなどを省略する手法として、内装を不燃化する方法もあります（Q26参照）。



三重県熊野市立有馬中学校・新增改築による内装木質化



埼玉県蓮田市立蓮田中央小学校・改修による木質化

参考1 以下の居室は、室内に面する部分の仕上げについて制約を受けます。

- ①厨房・ボイラー室などの火気使用室（主要構造部を耐火構造にしたものを除く）
- ②床面積50㎡を超える無窓居室など
- ③避難階段など

※無窓居室について

無窓居室としないためには、天井面から80cm以内に床面積当たり1/50以上の開放できる窓その他

の開口部を設ける必要があります。水平な天井の教室では一般的な開口部で十分にこの条件をクリアーします。しかしながら、木架構を顕わにした多くの木構造の空間の場合、天井材を張っていないため屋根から80cm以内に設けるよう求められる場合があります。この条件をクリアーできていないことがあります。この場合、天井の棟に近い位置で、トップライトやハイサイドライトをとるといった対策が必要となります。

関係法令

建築基準法第35条の2、第35条の3

同施行令第111条、第122条、第123条、第128条の3の2、第128条の4第4項、第129条第5項、第129条第6項
東京都建築安全条例第12条

Q45

校舎の内装に木材を使う時は、どのようなことに気をつければいいですか？

A

どの部分を木質化するか、また、どの材種をどの部分に用いるかなど木を用いるねらいや効果を明確にし、具体的に計画することが必要です。

解説

■ バランスに注意

内装木質化に際しては、できるだけ多くの木材を用いようという意識がたぶんに働くとありますが、バランスよく適切に導入することが必

要です。

各教室、廊下、階段など各々の空間を演出するつもりで、床、壁、天井の木質化を図ることが望まれます。

例えば、濃い色目の木材を床から壁、天井とすべてに張り巡らせた場合、重厚な印象の空間をつくることができますし、明るい色目の木材は楽しい印象の空間を演出できます。あるいは、木材を線的にアクセントとして用いることも考えられます。

■ 板材の節について

一般に、板材は節があるものは低コストです。学校施設においては、節は木の風合いの一つと評価されることもあります。また、木の成り立ちを学習する教材としての活用も考えられますので、地域の実状に応じ、これを利用することが有効です。



三重県熊野市立有馬中学校・節がある板材を利用したベンチ

■ 床材における集成材の活用

木材は、伸び縮みする材料ですので、床材として使用する場合は、特に、板材のそりに注意することがポイントになります。このため、材料の選択として無垢材のみならず、そりが少ない集成材の使用なども考えられます。ただし、集成材でも十分な乾燥を行う必要があります。

■ 階段の踏み面材料の選択

木質化する階段は、踏み面の材料選択に注意することが必要です。大きな力がかかり、摩耗しやすい踊り場や踏み面の縁部分は、ナラ材やタモ材などの堅木を選択します。

Q46

屋内運動場の内装に木材を使う時は、 どのようなことに気をつければいいですか？

A

調湿効果により、結露対策に有効ですが、これによる木材の伸び縮みによる影響が出る場合がありますので、数年間は注意が必要です。また、球技などによる壁への衝撃を考慮し、強度を確保することが重要です。

解説

一般的に屋内運動場は、大空間であるため結露が発生しやすく、換気設備を床、天井付近に取り付けるなどの結露対策を行っています。

内装木質化は、その調湿性能から大容量空間での結露対策として、効果が期待できます。特に、無垢材は調湿性能に優れています。

ただし、木材は常に呼吸していますので、十分乾燥していても、数年間は伸び縮みによる影響を考慮し、建設初年度、次年度と段階的に木材のあばれ状態を確認する必要があります。この際、建具などの取り付けについて、木材を削るなどの対応は安易に行わず、専門家とよく相談し慎重に行ってください。

また、壁などはコスト面を考慮すると、合板張り施工が一般的に用いられます。球技などによる

壁への衝撃が予測される部分などについては、強度を確保するため、突き板張りによる施工を行うことが有効です。



埼玉県ときがわ町立玉川中学校・無垢材を生かしたアリーナ壁

参考

屋内運動場は運動以外に式典や文化祭などにも利用されます。このため、音響への配慮として天井や舞台背面壁に吸音性能を持たせ

ることが必要です。吸音壁としては、吸音マットの上に有孔合板又は板材透かし貼りなどの方法があります。

Q47

内装材として木材を用いる場合、
どのように材料を選べばいいですか？

A

内装材には、床材、壁材、天井材などがあり、使われる場所によって求められる性状・性能が変わります。これらを十分認識し、例えば、雰囲気にあった材種、耐久性、耐摩耗性など、求められる性能にあった材種を選ぶことが重要です。

解説

内装材は、室内空間に使われるものなので常に五感に訴えてきます。

床材は、通常は素足ではなく靴やスリッパなどの履物を通して接触するので、ある程度の表面硬さなどの耐久性や防汚性、場所によっては耐水性も要求されます。このため、保護のための塗装の選び方も重要になってきます。なお、一般にコンクリートに床材を直接貼り付ける場合には、転倒時の安全、子どもたちの足への負担を軽減するための検討が必要であり、木仕上げであってもクッション材を挟むなどの対応が必要です。

壁材は、視線と同じ高さであり、床よりも視覚に訴えかけるものが大きいため、デザイン性や木材量に十分気をつける必要があります。あまり無計画に木材を導入すると、圧迫感のある空間になってしまう恐れがあります。また、直接手に触れる機会が多いので、断熱性や肌触りを重要視することも必要です。

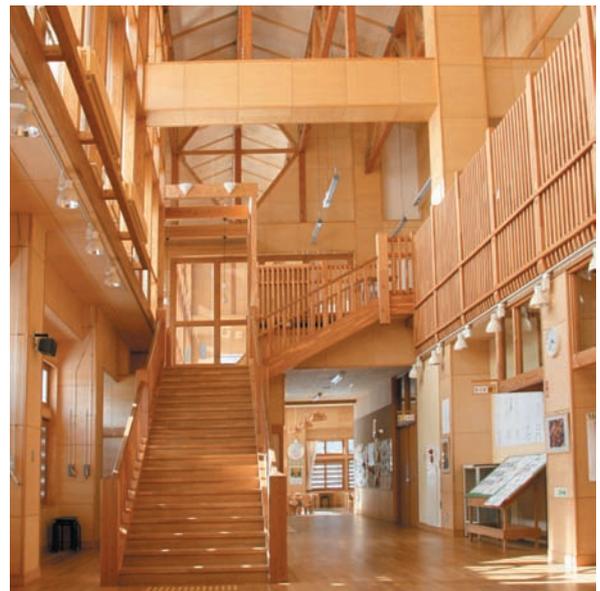
枠材（窓枠、建具枠など）は、線的・軸的に使用するので壁のアクセントとなり、実際の使用量よりも多くあるように見えますので、デザイン面でも非常に重要なポイントとなります。

天井材は、直接手に触れることはほとんどありま

せんので、調湿性、吸音性や断熱性などの木材のもつ物理的な特性を最大限に生かした仕様とすることができます。

階段材は、使われる頻度や使われ方を考えると、高い堅牢性、耐久性、耐摩耗性が必要です。

これらのことに気を付けて、広葉樹や針葉樹などの木材をそれぞれの特徴に応じ、うまく選択することが大切です（Q17参照）。



福島県只見町立只見小学校・吹抜けホール

Q48

内装材として間伐材を用いることのメリットは
どのようなことですか？

A

比較的安価に内装を木質化することが可能です。また、森林の育成保護や地球環境問題にも寄与します。

解説

間伐材とは、森林の成長過程で密集化する立木を間引く間伐の過程で発生する木材のこ

とです。人工林のスギの場合、10cm～20cm内外の太さであるが近年では20cm 以上の中径木も多く間

伐されています。成熟材に比べ間伐材は安価ですので、間伐材をうまく利用することで、比較的安価に内装を木質化することが可能となります。

また、森林で木々が密集している場合は、十分な日光が得られず、木の成長に深刻な影響を与えます。これを防ぐため間伐が行われますので、間伐材を利用することは森林の育成保護に繋がります。また、森林が健全な状態であれば、CO2の吸収源となり地球環境問題にも寄与することになります。グリーン購入法においても、間伐材が指定されていて、積極的に利用推進が期待されています。

さらに、森林のある地域においては、子どもたちが間伐材の伐採の現場から立ち会って、樹皮を剥いで丸太磨きをする作業を共にすることで、地域産業との係わり合いを持つという取組も行われています。子どもたちが自らの手で林業や木材加工の現場を体験できることは環境教育という観点からも意義があります。その間伐材をパーティションや掲示板の支柱として使用したり、横使いをしてログハウスの壁のようにしたり、横に並べてベンチにしたりして実際に活用することで、子どもたちが木について多くを学ぶとともに、モノを大切にすることを育む情操教育などにも役立てることが出来ます。

なお、間伐材を活用する際には、できるだけ木の表面に膜を作るような塗装をしなければ、木そのものもつあたたかさや優しさ、生命力などを感じる事ができます。子どもたちが間伐材の柱を愛しそうに黒くなるまで触るのはなぜでしょうか。木は生物であり、それぞれの持つ個性や表情、多様性を認識することで、人に対する優しさや思いやりが生まれると思われれます。



神奈川県横浜市立港北小学校・子どもたちに触れられ黒光りした丸太



高知県土佐市立波介小学校・丸太のベンチ

参考 床板、壁板や天井板などの内装材としての製品を利用することが最も一般的な間伐材の使い方です。このような製品は幅や厚みが大きくないので間伐材の加工に適しており、私たちが意識しなくとも間伐材が利用されている事が多いのです。

また、間伐材は小径木が多いので、挽き板にして乾燥加工して集成材とすることで用途が大きく広がり、柱や梁などの構造材として使われたり、集成材カウンターや椅子テーブルなどの家具としても利用されています。

Q49

より手軽に木を取り入れる方法はありますか？

A

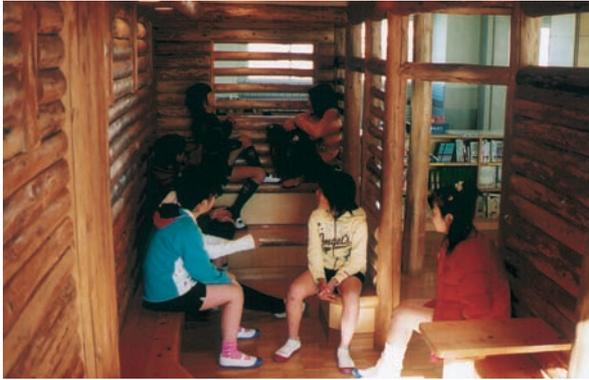
校舎の新增改築の機会がない学校でも、簡単な工夫、あるいは小規模な改修工事などにより、内装を木質化し、木の空間を構成することができます。

解説

小径丸太や板材を使うことにより、簡単な工夫で内装木質化を図ることができます。以

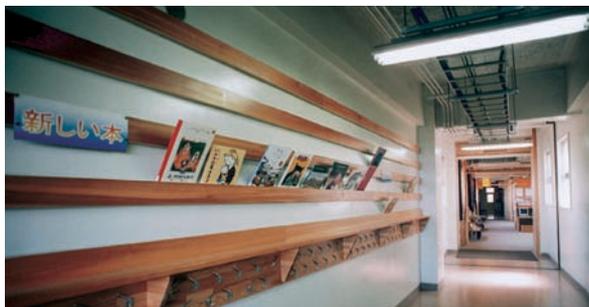
下のような様々な取り組みが多く学校の学校で行われています。

(1) 余裕教室などを利用し、間伐材の小径丸太を組み合わせた小さな空間（デン）は子どもたちが集まり、木の感触、香り、あたたかみを感じながら談話・読書などができる場、子どもたちにとっての隠れ家的な場、気持ちを落ち着かせる場として利用されています。



神奈川県横浜市立矢向小学校・デン（語りコーナー）

(2) 既存校舎の改修の際に、廊下のコンクリート壁に板材を五線譜のように取り付け、均一的なコンクリート壁にあたたかみや視覚的な変化をもたらしています。板材に掲示や本を立てかけることで図書コーナーとして利用されています。



神奈川県横浜市立港北小学校・五線譜（掲示板）

(3) オープンスペースや廊下などの一角に木製ベンチを設置し、子どもたちが直接、木の感触、香



山梨県立北杜高等学校・オープンスペースの談話コーナー

り、あたたかみを感じながら、談話などができるスペースとして利用されています。

(4) 既存校舎の耐震補強などの際に、廊下の壁・天井のアクセントとして木を線的に使用し、木のあたたかみや視覚的な変化を与えています。



富山県滑川市立西部小学校・線的に天井、壁に木を使用した廊下

(5) 汚い・臭い・暗いという理由から、学校のトイレを使用したがる子どもたちへの対応として、内装に木を使った、明るく豊かなトイレ空間がつくられています。

トイレは水を使うことから木の仕上げは適さないと考えられがちですが、水がかからない壁、天井などに、木を使用することが可能です。トイレの木質化により、木のあたたかみを感じ、視覚的に明るい空間をつくることができます。



三重県熊野市立有馬中学校・トイレ壁の木質化

建設コストとは、部材費、工事費、諸経費を合わせたものです。一方、どの様な仕上げとするかは建設コストのみならず、学校として求められる性能を総合的に判断する必要があります。

この節では、内装木質化の建設コストの考え方について、説明します。

Q50

内装材として木材を用いた場合、他の仕上げ材と比較して、コストはどれくらい違いますか？

A

比較対象の仕上げなどによっても違いますが、一般に、木材仕上げの方が高くなる傾向があります。しかし、木を活用する効果や意義を勘案し、費用対効果などを考慮すると、木材仕上げの方が低コストであるともいえます。また、木材活用の補助制度を利用することにより、費用負担を少なくすることも可能です。

解説

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、等級や施工方法などによって大きく違ってきます。一つの目安として、部位別の一般的な単価について比較してみると、木材仕上げが高くなる傾向があります（参考参照）。ただし、仕上材は明るさ、肌ざわりや結露の防止などの室内環境に直接影響を与えるものであり、安価なものを選択することは必ずしも適切ではありません。木材使用量や樹種の検討、地域材や間伐材、あるいは流通材の活用などにより、コストを抑える工夫も可能

です。一概に木材が高いとはいえません。

また仮に、若干コストが高くなっても、木がもたらす明るさ、肌ざわり、結露の防止などによる教育環境上の効果、地球環境へもたらす効果なども考慮し、導入の検討をすることが重要です。

さらに、内装の木質化については、農林水産省が実施する「強い林業・木材産業づくり交付金」により、事業費の1/2の補助を受けることが可能です（Q22参照）。また、県産材利用に対しての独自の補助制度を有している県もあります。

参考

■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が、廊下や階段などはビニル床シートが、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ようです。

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円/㎡～7,000円/㎡程度で、ビニル床シートの単価が1,800円/㎡～2,000円/㎡、タイルカーペットの単価が2,500円/㎡～4,500円/㎡程度です。



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EP塗装と言われる塗装がなされています。石膏ボードの単価は1,200円/㎡、EP塗装の単価は1,100円/㎡程度です。

一方、木材を使用する場合の材料費は、スギでは2,000円/㎡～2,500円/㎡程度、ヒノキでは3,000円/㎡～3,500円/㎡、アカマツでは2,500円/㎡～3,000円/㎡程度です。シナ合板では1,000円/㎡～1,500円/㎡程度です。また、施工費が数千円/㎡程度かかります。

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・EP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ます。両者のコストはほぼ同等となります。

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す。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す。



福島県飯館村立飯樋小学校・壁の木質化

■ 天井

一般に、化粧石膏ボードや吸音性を考慮して岩綿吸音板が用いられており、その単価は前者が1,000円程度、後者が2,000円～4,000円程度です。木材の材料費は、ほぼ壁材と同様ですが施工費は多少増しになります。一方、天井を木の格子天井としたり、線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ます。



神奈川県横浜市立港北小学校・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円/本～50,000円/本程度が標準です。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きますが70,000円/本～100,000円/本程度になりますので、概ね2倍程度のコスト差があります。しかしながら、製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す。



長野県麻績村立麻績小学校・木質建具



資 料 編

資 料 編

－ 目 次 －

資料 1	木材使用に関する主な国庫補助等制度の一覧	109
資料 2	木材使用促進に関する通知	111
資料 3	関係省庁連絡先	116
資料 4	木造学校施設を計画する際の建築基準法などの主な規制一覧	117
資料 5	構造別特徴の比較表	118
資料 6	木材を活用した学校施設現地調査一覧	119
資料 7	木材を活用した学校施設に関するアンケート調査結果	120
資料 8	学校施設現地調査校のコスト分析	124
資料 9	学校施設におけるエネルギー消費量とエネルギーコストの分析	125
資料10	インデックス（用語解説）	130

●文部科学省の国庫補助制度

公立学校施設整備を行う場合、次の補助制度を利用して木造施設の整備及び内装の木質化を図ることが可能。

1. 「公立学校施設整備費国庫負担金」

○不足する学校建物を新しく建設する事業^{*1, 2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校（小学部、中学部）
負担割合…1 / 2（原則）

○学校統合のため必要となった学校建物を建設する事業^{*1, 2}

対象学校…小学校、中学校
負担割合…1 / 2（原則）

2. 「安全・安心な学校づくり交付金」（主に学校教育関連に係るものを抜粋）

○構造上危険な状態にある建物を建直す事業^{*1, 2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校（小・中学部）、幼稚園
算定割合…1 / 3（原則）

○教育を行うのに著しく不適当な建物を建直す事業^{*1, 2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校、幼稚園
算定割合…1 / 3（原則）

○不足する学校建物を新しく建設する事業^{*1, 2}

対象学校…特別支援学校（高等部、幼稚部）、幼稚園
算定割合…1 / 2：特別支援学校（高等部、幼稚部）
1 / 3（原則）：幼稚園

○大規模改造事業^{*2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校、幼稚園
算定割合…1 / 3（原則）

○木の教育環境の整備に関する事業

①既存施設を改造して、木のふれあいの場（心の教室、和室など）を整備する場合^{*2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校
算定割合…1 / 3（原則）

②学校行事や地域住民の活動拠点として専用講堂を整備する場合^{*1, 2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程
算定割合…1 / 3

○学校・地域連携のための施設を整備する事業^{*1, 2}

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校
算定割合…1 / 3

○武道場を新たに建設又は建直す事業

対象学校…中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校（中学部）
算定割合…1 / 3（原則）

○産業教育のための実験実習施設の整備事業

対象学校…高等学校、中等教育学校の後期課程
算定割合…1 / 3

○学校クラブハウスを新たに建設又は建直す事業

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、特別支援学校（小学部・中学部）
算定割合…1 / 3（原則）

※1 地域材を使用して木造施設を整備する場合は、単価の加算措置がある。

※2 内装木質化する場合は、「エコスクールパイロット・モデル事業」において「木材利用型」のモデル校認定を受けることにより、単価の加算措置がある。

●他省の国庫補助制度

関係各省が連携して実施している「エコスクールパイロット・モデル事業」として、他の省の補助制度を利用して内装の木質化を図ることが可能。

1. 「強い林業・木材産業づくり交付金」*（農林水産省）

対象学校…小学校、中学校、中等教育学校、
高等学校、特別支援学校、幼稚園
算定割合…1 / 2以内

※内装木質化の補助について、「安全・安心な学校づくり交付金」と重複して補助を受けることはできない。

2. 「学校エコ改修と環境教育事業」（環境省）

二酸化炭素排出削減効果を有する省エネ改修、代エネ機器導入などを最も効果的に組み合わせた施設整備事業に対して補助を行う。

対象学校…地方公共団体が設置している学校
（小学校、中学校、高等学校）
算定割合…1 / 2

●その他

・「地域材の利用促進に係る地方財政措置」（木製家具の導入）

環境物品（木材製品）の導入等による地域材利用促進のための普及啓発、生産流通対策、木質バイオマスエネルギー利用促進対策等の促進について、地方財政措置が講じられている。

参考ホームページ

文部科学省の補助制度について

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyosei/main11_a2.htm

環境省の補助制度について

<http://www.ecoflow.jp/index.html>

資料2

木材使用促進に関する通知

学校は、児童生徒の教育・学習の場であるとともに、生活・活動の場でもあり、それにふさわしいゆとりと潤いのある教育環境が整備される必要がある。木材は、豊かな教育環境づくりを進める上で効果的であり、たくましく心豊かな児童生徒の育成に寄与している。また、地域の木材を利用することで、校舎への愛着、地域文化の理解促進などの効果も期待できることから、文部科学省としても、学校施設に積極的に木材を活用するよう通知を発出している。

〔これまでに発出した通知一覧〕

1. 「学校施設における木材使用の促進について（通知）」（各都道府県教育委員会教育長あて昭和60年8月20日付け文教施第137号）
2. 「学校施設における木材使用の促進について（通知）」（各都道府県教育委員会教育長あて平成8年12月26日付け国教第6号）
3. 「学校施設における木材使用の促進について（通知）」（各都道府県教育委員会教育長あて平成8年12月26日付け国施第44号）
4. 「学校施設における木材使用の促進について（通知）」（各都道府県教育委員会施設主管課長あて平成10年1月23日付け10国教施第1の3号）
5. 「学校施設における木材使用の促進について（通知）」（各都道府県教育委員会施設主管課長あて平成16年4月30日付け16施助第3号）
6. 「学校施設における木材使用の促進について（通知）」（各都道府県教育委員会施設主管課長あて平成16年4月30日付け16施助第3号）

学校施設における木材使用の促進について（通知）

昭和60年8月20日 文教施第137号
各都道府県教育委員会教育長あて
文部省教育助成局長通知

学校施設の整備に当たっては、従来から、防災上、安全上の観点から不燃堅牢化が進められてきたところではありますが、同時に学校は児童・生徒の学習・生活の場であることから、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も必要です。

こうした観点から、近年、学校施設の内装等に木材を積極的に活用する例が増えてきており、こうした場合には、国においても公立学校施設整備費補助に当たって、補助単価の加算を行い、学校施設における木材使用について配慮しているところであります。

また、先般開催された経済対策閣僚会議において、市場アクセスの改善及び輸入の促進対策とも関連して、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

図ることが決定されました。

については、これからの学校施設の整備に当たっては、これらの事情を御勘案の上、

- ①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こと、
- ②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期待されること、
- ③地域の風土や文化、産業に即した施設づくりという観点から、建物の規模、用途に応じて木造建物を計画することも意義のあること、

等に御留意頂き、建築基準法等の規制の範囲内で、かつ、防火対策を十分考慮の上、積極的に木材を使用されるよう御配慮願います。（参考資料別添）

また、このことを貴管下市町村に周知徹底させるよう願います。

別添 参考資料

学校施設への木材使用について

学校施設は、防災上の観点から不燃堅牢化が進められており、現在、公立学校施設の90%以上が鉄筋コンクリート造等の非木造建物となっている。

しかし、学校は児童生徒の教育・学習の場であるとともに、児童生徒の生活・活動の場であることから、それにふさわしいゆとりと潤いのある環境として整備されることが必要である。

こうした観点から、近年、学校施設の整備に当たっては、特色ある学校施設づくりを目指して様々な創意・工夫がなされている。

こうした観点から、近年、学校施設の整備に当たっては、特色ある学校施設づくりを目指して様々な創意・工夫がなされている。

このような、創意・工夫の一つとして、最近、学校施設の内装等に木材を積極的に活用する例も増えてきている。

これは、木材は、我が国の風土に適した伝統的な建築材料であるとともに、柔らかな感触、高い吸湿性等の優れた性質を備えていることから、学校施設の内装等に適所に木材を使用することは、温かみと潤いのある教育環境づくりに効果が期待できることによるものである。

国としても、こうした場合には公立学校施設整備費補助に当たり、補助単価のかさ上げを行っているところであるが、こうした観点から、学校施設の整備に当たり、更に積極的に木材を利用することが望まれる。

(1) 小規模建物等の木造化の検討

学校は地域の中心的な公共施設であり、地域のコミュニティセンター、生涯教育の場として機能することが求められるとともに、それにふさわしい文化性を備えていることが必要である。

また、我が国の伝統的な家屋は木造であり、木造建物は人々に親しみやすく、物の大切さを教えてくれる。

このため、地域の風土や文化、産業に即した学校づくりという観点から、小規模校舎、セミナーハウス等、建物の規模・用途に応じて木造建築が適当なものの木造化を検討する。

(2) 建物の内装の木質化の検討

学校の床、壁、天井等に木材を使用することは、温かみと潤いのある環境づくりに資するとともに、素足で行動するなど児童生徒の活動を豊かにし、物の大切さを学ぶことも期待できる。

また、学校に、空き教室等を活用して、木仕上げの和室を設けることは、礼儀や伝統文化を身につけ、豊かな情操を養う上で効果がある。

このため、学校施設の内装の木質化を積極的に推進するとともに、空き教室等の木仕上げの和室等への転用を検討する。

(3) 屋外教育環境施設への木材利用の検討

学校は建物だけにとどまらず、運動場を含めた校地全体が人間性豊かな児童生徒を育てる教育環境として整備されなければならない。

緑豊かな屋外環境の下に屋外ステージ等の集会施設やフィールドアスレチック等の運動施設が適切に整備されることが必要であるが、これらの施設を間伐材等を利用して木製化することは、児童生徒に親しみやすく、落ち着きを与えるなどの効果が期待できる。

このため、屋外教育環境施設に木材の利用を検討する。

学校施設における木材使用の促進について（通知）

昭和60年8月20日 文施指第67号
各国立学校長・各国立大学共同利用機関長
・大学入試センター長あて
文部省大臣官房文教施設部長通知

先般来、学校施設の整備において、木材の有効利用について御協力いただいていたところ です。

従来から学校施設は、多数の学生等を収容する場であるため、その整備に当たっては、防災上及び安全上の観点から不燃堅牢化が進められてきたところであり、また、木材価格の高騰及び木材にかわる新建築資材の開発等の要因により、学校施設における木材使用は減少してきました。

しかしながら、学校施設は教育・生活の場であることから、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も必要であり、こうした観点から、近年、学校施設の内装等に木材を積極的に活用する例

もみられることは御承知のとおりです。

また、先般開催された経済対策閣僚会議において、市場アクセスの改善及び輸入促進対策に関連して、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ことが決定されました。

については、これからの学校施設の整備に当たっては、これらの事情を御勘案の上、

①木材は、柔らかな感触、高い吸湿性等の優れた性質を有しており、建築仕上材として適所に木材を使用することにより、潤いのある教育現場づくりが期待されること。

②地域の風土や文化、産業に即した施設づくりという観点から、建物の規模、用途に応じて木造建物を計画することも意義のあること

等に御留意頂き、建築基準法等の規制の範囲内で、かつ防災対策等を十分考慮の上、積極的に木材を使用されるよう御配慮願います。

学校施設における木材使用の促進について（通知）

昭和60年8月20日 文施指第67号
各都道府県知事あて
文部省大臣官房文教施設部長通知

学校施設の整備に当たっては、従来から、防災上、安全上の観点から不燃堅牢化が進められてきたところですが、同時に学校は児童・生徒の学習・生活の場であることから、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も必要であり、こうした観点から、近年、学校施

設の内装等に木材を積極的に活用する例が増えてきております。

また、先般開催された経済対策閣僚会議において、市場アクセスの改善及び輸入促進対策に関連して、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ことが決定されました。

ついては、これらの事情を御勘案の上、貴管下の公立学校、または所轄の私立学校に対し、これからの学校施設の整備に当たっては、

①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

性質を備えていること。

②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期待されること。

③地域の風土や文化、産業に即した施設づくりという観点から、建物の規模、用途に応じて木造建物を計画することも意義のあること

等に御留意頂き、建築基準法等の既成の範囲内で、かつ防災対策等を十分考慮の上、積極的に木材を使用するよう指導方よろしく申し上げます。

学校施設における木材使用の促進について（通知）

平成8年12月26日 国教第6号
各都道府県教育委員会教育長あて
文部省教育助成局長通知

このたび、林野庁長官から別添のとおり木材の利用促進について依頼がありました。

公立学校施設における木材使用については、既に「学校

施設における木材使用の促進について」（昭和60年8月20日付け文教指第137号文部省教育助成局長通知）において、積極的に対応するようお願いしているところですが、今後の公立学校施設の整備に当たり、同通知の趣旨を踏まえ、木材の使用が一層促進されるよう御配慮願います。

また、このことを貴管下市町村に通知し、周知徹底を図られるようお願いいたします。

（別添略）

学校施設における木材使用の促進について（通知）

平成8年12月26日 国施第44号
各国立大学校長・各大学共同利用機関長
・大学入試センター長・学位授与機関長
・国立学校財務センター所長あて
文部省大臣官房文教施設部長通知

このたび、林野庁長官から別添のとおり木材の利用促進

について依頼がありました。

国立学校施設における木材使用については、既に「学校施設における木材使用の促進について」（昭和60年8月20日付け文指第67号文部省大臣官房文教施設部長通知）において、積極的に対応するようお願いしているところですが、今後の国立学校施設の整備に当たり、同通知の趣旨を踏まえ、木材の使用が一層促進されるよう御配慮願います。

（別添略）

学校施設における木材使用の促進について（通知）

平成8年12月26日 国施第44号
各都道府県知事あて
文部省大臣官房文教施設部長通知

このたび、林野庁長官から別添のとおり木材の利用促進について依頼がありました。

学校施設における木材使用については、既に「学校施設

における木材使用の促進について」（昭和60年8月20日付け文指第67号文部省大臣官房文教施設部長通知）において、積極的に対応するようお願いしているところですが、今後の貴管下の公立学校施設の整備に当たり、同通知の趣旨を踏まえ、木材の使用が一層促進されるよう御配慮願います。

また、所轄の私立学校の設置者に対し、御協力方周知されるようお願いいたします。

（別添略）

木材の利用促進について

平成8年12月13日 8林野流第120号
文部省官房長・教育助成局長あて
林野庁長官通知

木材の利用促進につきましては、日頃から格別の御理解

とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、今般、林業基本法第10条に基づき、別紙のとおり「森林資源に関する基本計画並びに重要な林産物の需要及び供給に関する長期の見通し（以下「基本計画及び長期の見通し」という。）」が11月29日の閣議において改訂された

ところであります。

この基本計画及び長期の見通しは、森林資源の長期的な整備の基本方向や重要な林産物である木材の長期の見通しは、森林資源の長期的な整備の基本方向や重要な林産物である木材の長期的な需要及び供給の見通しを明らかにすることにより、国の施策の指標及び個々の林業等の経営の参考としての役割を有するものであります。

特に、林業生産活動が停滞し続けた場合、森林の管理が十分に行われず森林の公益的機能の発揮にも重大な支障を及ぼすこと等が懸念されることから、林業経営の安定化や

環境面、健康面で有益な木材の利用推進等林業生産活動の活性化のため施策を積極的に推進することとしております。

貴省におかれましても、木材利用推進関係省庁連絡会議等を通じ木材の利用に御理解と御協力をいただいているところですが、今後とも森林の果たす役割の重要性に鑑み、貴省に係る事業等の実に当たり、木材の利用が一層促進されますよう特段の御配慮をお願いいたします。
(別紙略)

学校施設における木材使用の促進について（通知）

平成10年1月23日 10国教施第1の3号
各都道府県教育委員会施設主管課長あて
文部省教育助成局施設助成課長通知

このたび、林野庁木材流通課長から別紙のとおり木材の利用促進について依頼がありました。

公立学校施設における木材使用については、既に「学校施設における木材使用の促進について」（昭和60年8月20日

付け文教施第137号及び平成8年12月26日付け国教第6号教育助成局長通知）において、積極的に対応するようお願いしているところですが、今後の公立学校施設の整備に当たり、同通知の趣旨を踏まえ、木材の使用が一層促進されるようご配慮願います。

また、このことを貴管下市町村に通知し、周知徹底を図られるようお願いいたします。
(別紙略)

公共施設等における木材の利用促進について

平成10年1月14日 9 - 10
木材利用推進関係省庁連絡会議構成員
・文部省教育助成局施設助成課長あて
林野庁木材流通課長通知

木材の利用促進につきましては、日頃から格別の御理解と御協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、本年度に入り木材の需要量が落ち込みを見せるなど林業、木材産業を取り巻く状況は非常に厳しくなっております。

こうした状況において、地域の資源である木材の公共施設等への利用を促進することは、地域経済の活性化、特色ある地域づくり及び森林の整備の推進にも資するものであ

り、また、木材は再生産可能で加工に要するエネルギーが小さいことなどからその利用の促進は地球環境問題に対処する観点からも必要であると考えております。さらに、木材は湿度調節、断熱、衝撃吸収等の面で優れた特性を有しており、人間の生理面、健康面により影響を与えることが広く知られております。

つきましては、貴課（室）におかれましては平成10年度事業の実施に当たり、木材の利用が一層促進されますよう特段のご配慮をお願いいたします。また、貴省庁の関連部局に対し、この趣旨を周知いただきますようお願いいたします。

なお、このことに関しましては別添のとおり都道府県林務担当部局に対して要請の強化を依頼することを御了知おき下さい。

(別添)

9 - 10

平成10年1月14日
各都道府県林務担当部長 殿
林野庁木材流通課長

公共施設等における木材の利用促進について

木材の利用促進につきましては、日頃から御理解と御協

力を賜り、御礼申し上げます。

さて、本年度に入り木材の需要量が落ち込みを見せるなど林業、木材産業を取り巻く状況は非常に厳しくなっております。

こうした状況において、地域の資源である木材の公共施設等への利用を促進することは、地域経済の活性化、特色ある地域づくり及び森林の整備の推進にも資するものであり、また、木材は再生産可能で加工に要するエネルギーが

小さいことなどからその利用の促進は地球環境問題に対処する観点からも必要であると考えております。さらに、木材は湿度調節、断熱、衝撃吸収等の面で優れた特性を有しており、人間の生理面、健康面に良い影響を与えることが広く知られております。

林野庁では、先頃開催いたしました木材利用推進関係省庁連絡会議において、関係省庁に対して平成10年度事業のヒアリング等の場を活用して、事業を実施する地方公共団体等に木材の利用促進についての協力を要請していただくようお願いいたしました。

各都道府県におかれましてはこれまでも公共施設等への木材利用の促進に鋭意取り組んでいただいているところでありますが、木材の需要を巡る現下の厳しい情勢に鑑み、平成10年度整備予定の施設内容等を十分に把握しつつ公共施設等の木造化、内装木質化等が着実に推進されるよう県庁内の関係部局に対して更なる要請の強化をお願いします。併せて必要な木質資材のより円滑な供給のために供給体制の整備に努められるようお願いいたします。

なお、関係省庁に対しても公共施設等における木材利用の促進を文書でお願いしております。

学校施設における木材使用の促進について（通知）

平成16年4月30日 16施施助第3号
各都道府県教育委員会施設主管課長あて
文部科学省大臣官房文教施設企画部
施設助成課長通知

公立学校施設における木材利用については、既に「学校施設における木材使用の促進について」（昭和60年8月20日付け文教施第137号、平成8年12月26日付け国教第6号教育助成局長通知及び平成10年1月23日付け10国教施第1の3号）において、積極的に対応するようお願いしてきたところで

す。今回、平成9年に続き、近年木材を活用して整備された学校施設の優良事例について調査研究を実施し、その成果

をもとに「あたたかみとうるおいのある木の学校」を刊行することとなりましたので、その要約版のパンフレットを送付いたします。「あたたかみとうるおいのある学校」の事例集については後日送付いたします。今後の公立学校施設整備に当たっては、従前の通知の趣旨を踏まえるとともに、今回の事例集を活用し、一層の木材活用の促進をお願いいたします。

また、このたび、林野庁木材課長から別紙のとおり「環境への負荷が少ない木材・木製品の率先利用について」の通知がありましたので、今後の公立学校施設整備に当たっては、木材・木製品の利用がより一層促進されるよう、ご配慮願います。

なお、このことを貴域内市区町村に通知し、周知していただくようお願いいたします。

環境への負荷が少ない木材・木製品の率先利用について

平成16年3月30日 15林政木第162号
文部科学省初等中等教育局施設助成課長あて
林野庁木材課長通知

木材の利用促進につきましては、日頃から格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、人と環境にやさしい木材・木製品を積極的に利用していくことは、林業・木材産業や山村地域の活性化、地球温暖化防止などの環境問題への対応や森林整備を通じた国土保全等の観点から重要であると考えております。

このようなことから、林野庁においては、従来より関係省庁との連携を図りながら、公共部門における木材・木製品の利用を推進してきたところであります。このような中、今月16日に「国等による環境物品等の調達推進等に関する法

律」（グリーン購入法）に基づく「環境物品等の調達の推進に関する基本方針の一部変更について」が閣議決定され、公共工事に用いられる資材において、これまで記載されていた間伐材による小径丸太材に加え、間伐材等の木材を原料とする製材、集成材、合板や単板積層材が新たに盛り込まれたところ（別紙参照）。

つきましては、木材利用推進の意義を踏まえ、貴省における事業の実施、物品調達に当たりまして、木材・木製品の利用がより一層促進されますよう、特段のご配慮をいただきますとともに、貴省の関係部局に対し、この趣旨をご周知いただきますようお願いいたします。

なお、貴省の関係独立行政法人及び関係団体等に対しても、このことについてお知らせ頂ければ幸いと存じますので、併せてよろしくようお願いいたします。

（別紙略）

○公立学校施設における木材利用に関する施策についてのお問い合わせ

文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課

住所：〒100-8959

東京都千代田区霞が関3-2-2

電話：03-5253-4111（代表）

ホームページ：http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyosei/main11_a2.htm

○林業・木材利用に関する施策についてのお問い合わせ

林野庁林政部木材利用課

住所：〒100-8952

東京都千代田区霞が関1-2-1

電話：03-3502-8111（代表）

ホームページ：<http://www.rinya.maff.go.jp/index.html>

○公立学校における建築基準法等に関するお問い合わせ

最寄りの特定行政庁へお問い合わせください。

○公立学校における消防法等に関するお問い合わせ

最寄りの消防署へお問い合わせください。

区分	建築物への規制内容	該当 Q番号	根拠となる法、政令、告示		
			法	政令	告示など
防火	建築物の外壁又は軒裏の構造のうち、防火性能に関して政令で定める基準	Q24	法 第2条第八号	令 第108条 令 第109条の6	
	準耐火建築物の基準に適合する建築物	Q24	法 第2条第九の三号	令 第107条の2 令 第109条の2の2 令 第109条の3	告 第1358号
	耐火建築物又は準耐火建築物としなければならない特殊建築物	Q24 Q33	法 第27条	令 第115条の2の2	
	防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根に関する技術的基準	Q24	法 第63条	令 第136条の2の2	告 第1365号
	耐火建築物の基準に適合する建築物	Q24 Q25 Q26	法 第2条第九の二号	令 第107条 令 第108条の3 令 第109条 令 第109条の2	告 第1399号
	特定行政庁が指定する区域内にある建築物の屋根の構造	Q24 Q26	法 第22条	令 第109条の5	
	木造建築物等である特殊建築物の外壁・軒裏で延焼のおそれがある部分の構造	Q24 Q26	法 第24条		
	防火地域内の建築物	Q24 Q26	法 第61条		
	準防火地域内の建築物	Q24 Q26	法 第62条		
	建築物の延焼のおそれのある部分	Q26	法 第2条第六号		
	耐火建築物、準耐火建築物の防火区画について	Q26		令 第112条第1項～第16項	
	特定行政庁が指定する区域内にある建築物の外壁で延焼のおそれのある部分の構造を準耐火性能に関して政令で定める基準	Q26	法 第23条	令 第109条の6	
	大規模の木造建築物等(延べ面積 > 1 000㎡)の外壁・軒裏で延焼のおそれがある部分の構造 同一敷地内に2以上の木造建築物等がある場合は、その延べ面積の合計	Q26	法 第25条		
	防火壁の設置	Q26	法 第26条	令 第113条 令 第115条の2	
	教室等の主要な間仕切り壁の構造、小屋裏の隔壁の構造	Q26	法 第30条	令 第114条第2項～第4項	
	建築物の敷地、構造及び建築設備の実施、又は補足するため必要な技術的基準	Q26	法 第36条		
1の敷地とみなすこと等による制限の緩和	Q26	法 第86条			
特殊建築物等の内装仕上材への規制	Q44	法 第35条の2 法 第35条の3	令 第111条 令 第122条 令 第123条 令 第128条の3の2 令 第128条の4 令 第129条第5項、第6項	東京都 建築安全条例第12条	
構造	建築物の安全上必要な構造等について	Q23	法 第6条 法 第20条	令 第36条の2 令 第81条～第99条	国土交通省 告示第593号
	構造耐力上必要な軸組等	Q23		令 第46条	告 第1899号
	学校の木造校舎の基準	Q23		令 第48条	告 第1898号
	木造の建築物の防腐措置	Q23		令 第49条	
	大規模の建築物の主要構造部について	Q24 Q25 Q33	法21条	令 第109条の4 令 第129条の2の3	告 第1901号 告 第1380号 告 第1902号
一般	敷地内の通路	Q27		令 第128条 令 第128条の2	
	建築物の建築等に関する申請及び確認	Q28	法 第6条 法 第6条の2		
	建築物に関する完了検査	Q28	法 第7条 法 第7条の2		
	建築物に関する中間検査	Q28	法 第7条の3 法 第7条の4		
	検査済証の交付を受けるまでの建築物の使用制限	Q28	法 第7条の6		
	建設リサイクル法に基づく届け出	Q28	建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 第2条 第6条 第10条	建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律施行令 第1条 第2条	
	建築物への消防法の規制	Q28 Q29	消防法 第7条 第8条 第8条の3 第10条 第11条 第17条	消防法施行令 第7条～第41条	総務省令(規5の2)

本表に用いる特記外の略語

法: 建築基準法

告: 建設省告示

構造: 学校施設を木造で計画する際の構造に関する規制

令: 建築基準法施行令

防火: 学校施設を木造で計画する際の防火に関する規制

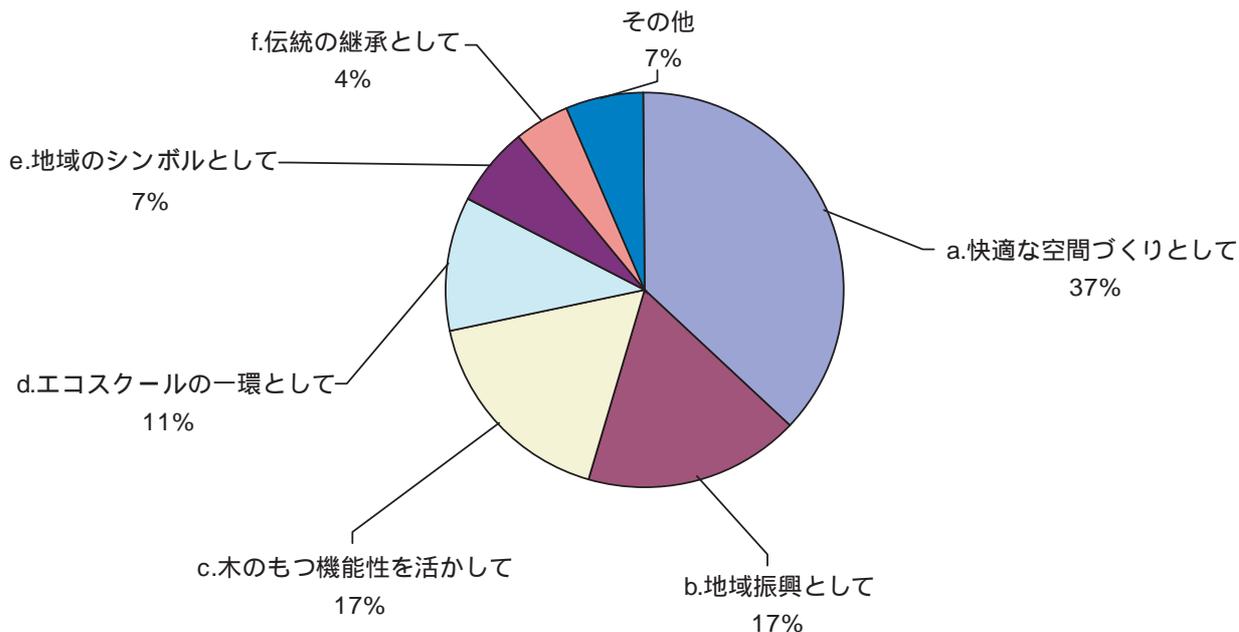
一般: 学校施設を木造で計画する際の防火・構造以外の規制

項目	木造	鉄筋コンクリート造	鉄骨造
材料強度など	<ul style="list-style-type: none"> ・強度が低く、脆い ・ヤング係数は50～110[t/cm²] 	<ul style="list-style-type: none"> ・強度は高いが脆い ・ヤング係数は210[t/cm²] 	<ul style="list-style-type: none"> ・強度が高く、粘り強い ・ヤング係数は2100[t/cm²]
断面設計上の 要注意ポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・めり込みは強度が低い、粘り強さに貢献 ・割裂・引裂きに注意 ・たわみややすいので、断面の大きさを調整する 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮に強い ・引張・せん断に注意 ・断面が大きい(剛性が高くなり、揺れにくい) 	<ul style="list-style-type: none"> ・引張に強い ・圧縮と曲げに対し、座屈に注意 ・変形量(鉛直・水平とも)で断面が決定される
建物重量	<ul style="list-style-type: none"> ・軽い ⇒地震力が小さい ・基礎構造が比較的軽微にできる 	<ul style="list-style-type: none"> ・重い ⇒地震力が大きい ・高い地耐力が必要(基礎構造に影響) 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料の比重は重い、強度が高いため、建物の軽量化を図ることが出来る
架構計画	<ul style="list-style-type: none"> ・一般に、3階建てまでという制限がある ・大スパン架構には、重ね梁や混合構造などで対応可能 ・木材の乾燥方法と含水率も架構計画に配慮する 	<ul style="list-style-type: none"> ・スパン>10mの場合は、プレストレスの導入など対策が必要 ・コンクリート強度の多様化(Fc21～Fc100)で、高層建築物の建設も可能(品質管理重要) 	<ul style="list-style-type: none"> ・大スパン架構や高層建築に適している ・立体架構や自由な形態に対応可能
主な 水平抵抗要素	<ul style="list-style-type: none"> ・耐力壁 ・耐力壁の配置は、水平構面(床・屋根面)との関係が重要 	<ul style="list-style-type: none"> ・柱・梁 ・耐震壁 ・耐震壁の配置が地震時の振動性状に影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・柱・梁 ・ブレース ・鋼板製耐震壁や制振装置により振動制御が可能
水平構面の 水平剛性	<ul style="list-style-type: none"> ・低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼板とコンクリートの合成床は高い ・鋼製床やPC床版の場合はブレースが必要
接合部	<ul style="list-style-type: none"> ・建物の構造性能を左右する(粘りに影響) ・接合の種類が非常に多い ・引張接合に注意 	<ul style="list-style-type: none"> ・一体性が高い ・鉄筋の定着長さに注意 ・コンクリート打継ぎ面の養生が重要 ・プレキャストは接合部に注意 	<ul style="list-style-type: none"> ・接合部の占める比率が極めて大きい ・溶接接合と高力ボルト接合がある ・溶接接合は技術者の技量が重要 ・高力ボルト接合は摩擦面の確保が重要
製品	<ul style="list-style-type: none"> ・断面に規格がある ・製材(無垢材) ・木質材料(加工材) 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面形状は自由 ・現場打ちとプレキャストがある 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面形状は規格があるが、任意形状も可能
耐火性能	<ul style="list-style-type: none"> ・低い ・防火・耐火基準に諸規定あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・低い ・耐火被覆・耐火塗料・FR鋼などで対応
劣化・耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・腐朽・虫害に注意が必要 ・含水率の影響を受けやすい ・通気性を確保する必要あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れと中性化に注意 ・コンクリートの品質と、鉄筋のカブリ厚さが影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・錆びやすい ・錆止め塗装の必要あり
遮音性	<ul style="list-style-type: none"> ・低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・低い
再利用性	<ul style="list-style-type: none"> ・解体に配慮した構法とすれば再利用可能 ・国産材や地域材の活用が資源の循環利用と森林保全に貢献 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートと鉄筋を分別 ・コンクリートは再生砕石として利用 ・鉄筋は再生鋼材として利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・スクラップ後に再生鋼材として利用

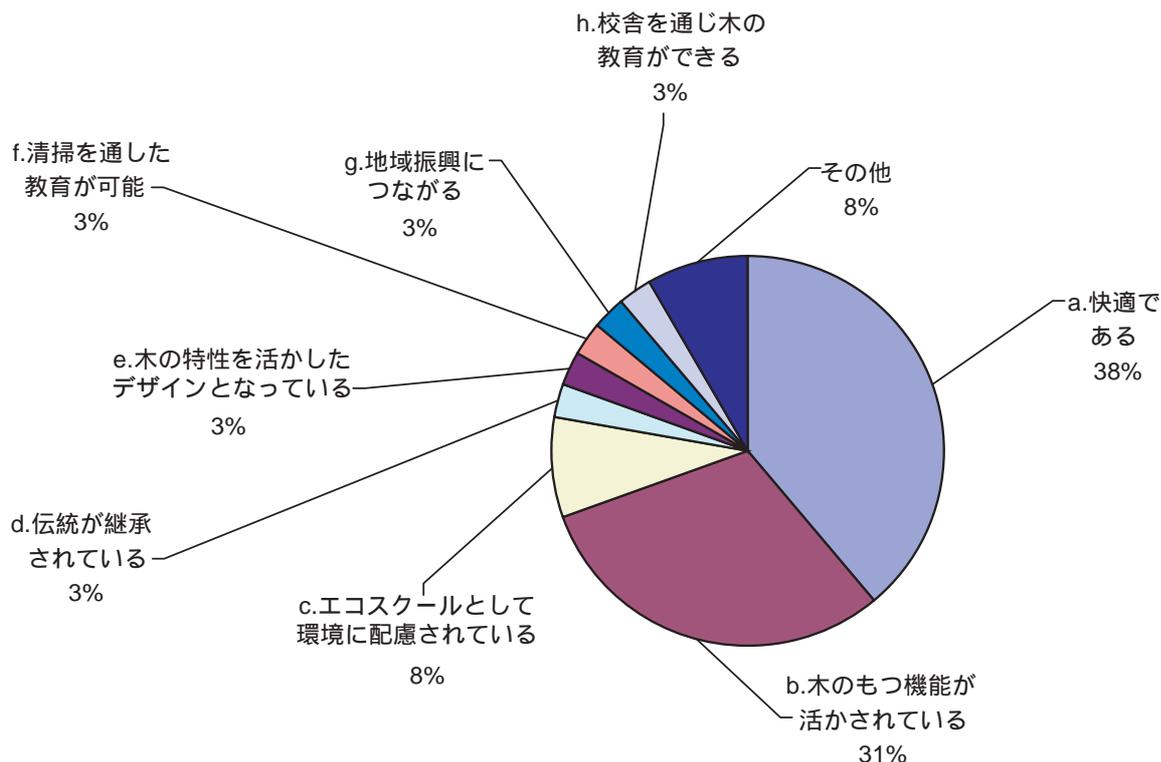
「木材を活用した学校施設に関する調査研究」として「早わかり木の学校」作成にあたり、木材を活用した学校施設の先進事例として、全国から新しい学校を中心として25事例を任意に選び調査を行った。これら調査校の設置者および学校長に対して行ったアンケートを以下にまとめる。

1. 学校に木材を使用した理由（複数回答可）

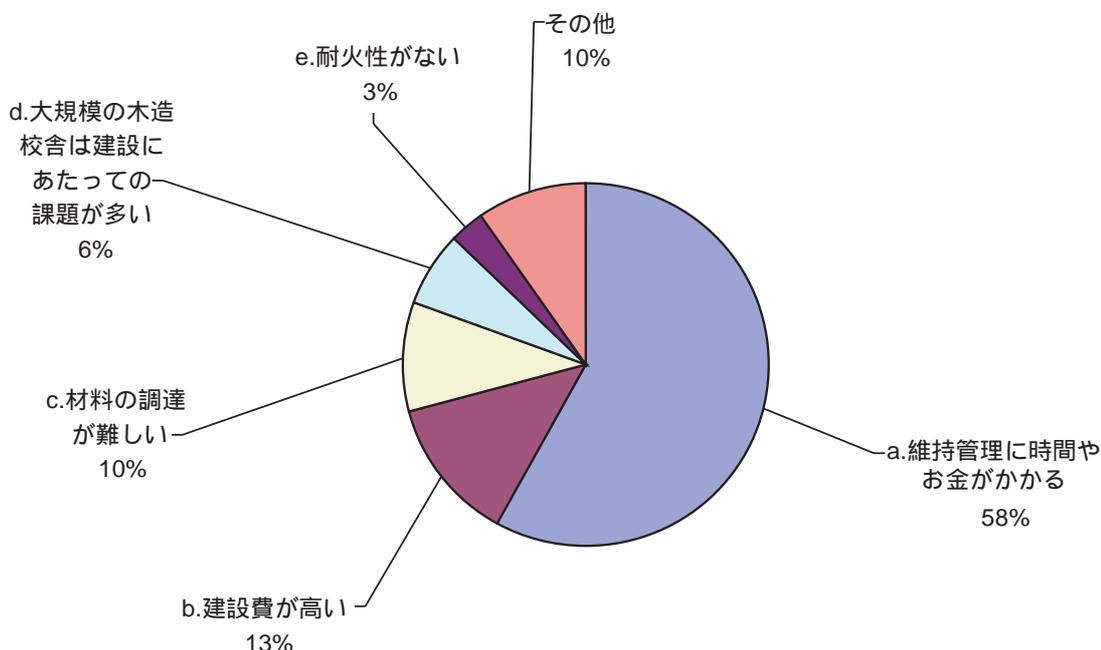
1. 学校に木材を使用した理由



●木材を使用して良かった点



●木材を使用して悪かった点



2. 学校づくりの過程における地域住民等の参加状況

新規の学校づくりにおいては何らかの形で、地域・PTA・学校・行政の代表者による委員会組織を設け、地域住民などの意見を反映させている。また地域住民、教職員、保護者といった大人のみならず児童も学校づくりに参加、設計者などをまじえたワークショップを実施したところもあった。

(地域住民等の参加状況)

- ・地域・学校・PTA・行政の代表による建設検討委員会を発足させ、他町村の木造建築校他の見学、デザインや機能面の検討を行い基本計画を作成
- ・地域住民による校舎改築期成同盟会との協議会を開催、新校舎のイメージやプロポーザル競技の提案課題などへの提言、地域連携施設を含めた学校開放や施設整備面への意見・要望など、設計に関わる部分で参加
- ・地域住民を含めた「施設整備検討委員会」による学校像の提言。提言をもとに設計業者、児童、教師、地域住民がワークショップを開催し提言の7割を実現。建設途中に経過をまとめた「学校づくり新聞」を発行。児童、地域住民が参加した「上棟式」の実施。地域住民を対象とした内覧会の実施
- ・学校林の伐採の全てと製材の大部分は地域住民が勤める地元森林組合が携わった
- ・児童生徒、保護者等を対象に伐採現場や製材工場の視察を行い、森林で育った木が校舎に生まれ変わる過程について見学
- ・工事現場の見学会を行った

3. 木材を使用したことに対する教職員・地域住民の反応

木の持つ感覚的なぬくもり、優しさ、及びその特性を評価する反応が多かった。現場からは掲示、展示の使い勝手の良さが上がっている。また地元の木材を使う事から、自分たちの市、町、村の学校という思い入れ、誇りに繋がっている。

(教職員・地域住民の反応)

- ・ 視覚的にも、体感的にも木本来の持つ温かみが教育環境を包み込み、穏やかな心情で生活できることで好評
- ・ 木の香りや温もりは、家にいるような感じで安らぎ、気持ちが穏やかになる。また、圧迫感を感じない
- ・ 木自体の適度な堅さ、柔らかさ、厳寒期の保温性、適度の湿度の保持、視覚的な美しさ、安全性などについて多くの人から好意的な反応を得ている
- ・ 展示や掲示をした際に、景観がよく、見栄えがし、全校で統一感がもてる。また掲示が楽で、掲示物を張らない時も閑散とした冷たい雰囲気になりにくい
- ・ 学校林で育てた木材を使用していることに関しては、思い入れも強く、自分たちの町の学校という誇りを持っている

4. 木材を使用したスペースとその学習活動

木材の使用箇所はほとんどの諸室、廊下、スペースに渡っている。また木組みを活かして、吹きぬけを設ける事例が多く、開放的な空間づくりとなっている。

木材を使用したスペースでの学習活動は教室での学習のほか、床座での多目的な学習活動、床面を使った模造紙への書き込みや集会などと、学習活動の巾を広げる用途で使われている。また休み時間の縄跳びなどの使い方も見られた。

5. 木材を活用した学習活動（上記以外）

木材を媒介とした、その他の学習活動としては、地元の木材関連工場などの見学、総合的な学習として山や雑木林・木についての自然観察活動や間伐材を利用した木工教室などを行っている。林業の盛んな地域で学校林がある事例では学校林体験学習や選択で山の下草刈り、枝打ちなどの作業を行っている。

6. 木材を使用したことによる児童・生徒の変化

教育面では木材の持つ温かみ、木の香りによって落ち着き、集中力が持続し、学習に身が入るとの意見が多かった。

健康面では木の持つ調湿性などで結露が少なく健康的との意見が多い、一方、シックハウスやアレルギーによる問題を訴えた事例はなかった。また子どもたちの怪我が少ない、疲れにくいなどの意見も出ている。

心理面・精神面では全事例で心理的、精神的な安定性、和らぎが見られるとの意見で子どもたち間のトラブルが減ったとの報告もある。

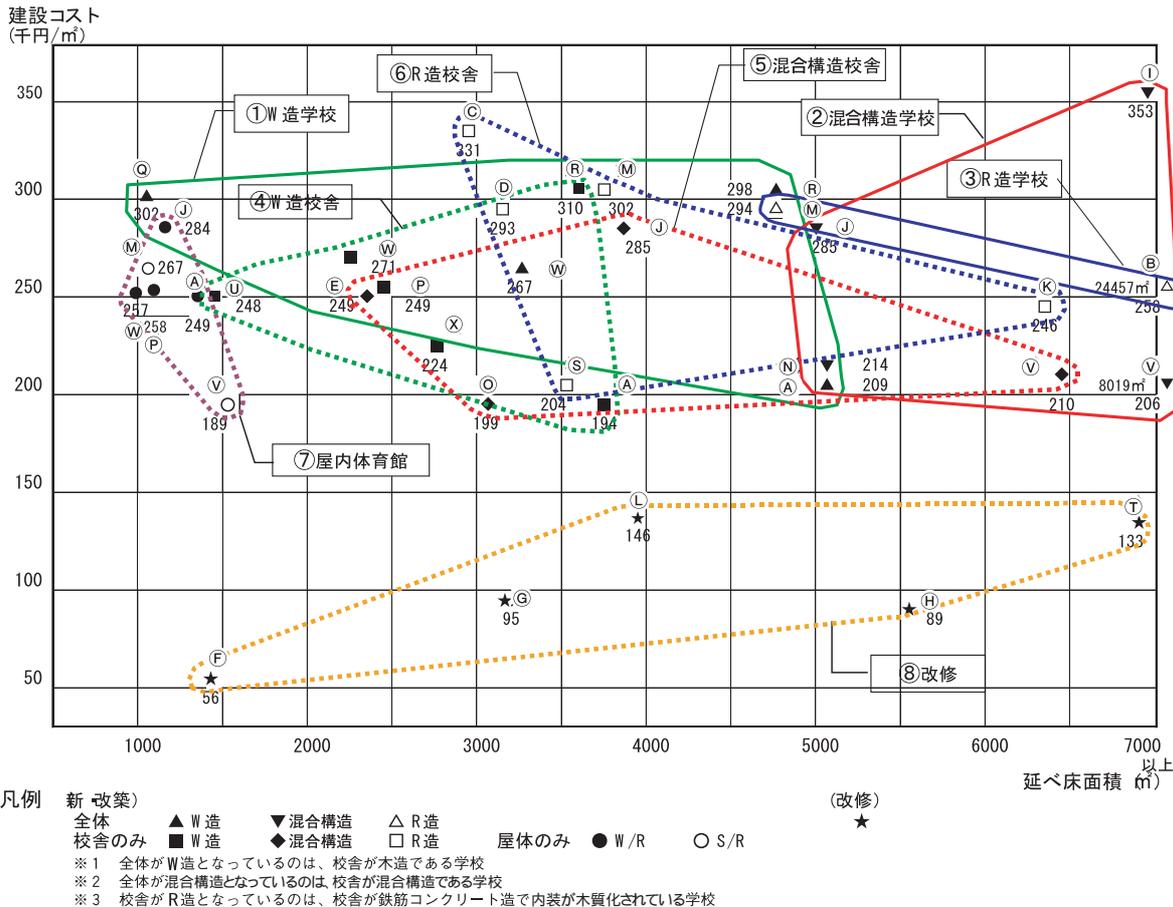
7. 木材の使用に伴う維持管理方法・計画

木の学校の維持管理は設計・建設時の配慮が重要である。また維持管理基準を設けて定期点検を行っている事例はなく、随時点検により経年劣化部位の部分補修を行っているとの回答が見られた。

日常管理は床フローリングの固く絞った雑巾拭きや乾拭きが多く水拭きは回数を減らしている、その他に定期的にワックス掛けをしている。

(主な回答)

- ・ 建設時に木材の耐久性を高めるため、雨風などにさらされる外壁（材種：杉）に健康・安全、自然にやさしい無公害木材防護保持材を使用するなど、長期の耐用年数を確保できるよう配慮
- ・ 木材の伸縮による変形等が生じることから、学校職員が目視により点検している
その中で確認された、ささくれの補修、建具の調整などを行っている
- ・ フローリング床の・ワックスかけ・風雨に晒される外壁、ウッドデッキのささくれ防止対策、木製建具の劣化防止対策としての塗装など
- ・ 週1回は水ぶき清掃を実施。それ以外はから拭き清掃を実施している。学期1回のワックスがけ



図：調査対象校25校の新・改築工事及び内部改修工事における建設コストと延べ床面積の分布

※建設コストなどは校舎、屋体ごとに示すとともに、校舎と屋体を合わせた「全体」を示している。ただし、校舎、屋体ごとの建設コストが不明のものについては「全体」の建設コストのみを記載しており、校舎、屋体の一方しかないものは「全体」を示していない。

また、校舎の新增改築工事については、木造（W造）、鉄筋コンクリート造（R造）、木と鉄筋コンクリートの混合構造（混合構造）の構造種別ごとに分類している。屋体の新增改築については、木と鉄筋コンクリートの混合構造（W/R）、鉄骨と鉄筋コンクリートの混合構造（S/R）の構造種別ごとに分類している。校舎と屋体を合わせた「全体」については、校舎の構造種別に準じている（例えば、校舎W造、屋体S/Rの場合、「全体」はW造）。なお、内部改修工事はすべて鉄筋コンクリート造（R造）である。

<分析>

- ①木造の「全体」は4事例あり、延べ床面積は約1,050～5,100㎡である。単価は209～302千円/㎡、平均は268千円/㎡である。
- ②混合構造の「全体」は4事例あり、延べ床面積は約5,000～8,000㎡である。極端に割高となっている事例を除いた単価は206～285千円/㎡、平均は235千円/㎡である。
- ③鉄筋コンクリート造の「全体」は2事例あり、単価はそれぞれ258千円/㎡、294千円/㎡である。
- ④木造の校舎は6事例あり、延べ床面積は約1,500～3,700㎡である。単価は194～310千円/㎡、平均は249千円/㎡である。
- ⑤混合構造の校舎は4事例あり、延べ床面積は約2,400～6,500㎡である。単価は199～285千円/㎡、平均は236千円/㎡である。
- ⑥鉄筋コンクリート構造の校舎は5事例あり、延べ床面積は約3,000～6,400㎡である。単価は204～331千円、平均は275千円/㎡である。なお、地域の学校としてより充実し

た教育環境の整備に力を入れた事例もあるため、やや高め単価がでている。

- ⑦屋内体育館は1階を鉄筋コンクリート造、小屋組みは木造または鉄骨造という混合構造が6事例あり、極端に割安な事例Vを除き、単価は構造にかかわらず同程度で、249～284千円/㎡、平均263千円/㎡である。
- ⑧内部改修は5事例あり、改修内容別に単価を見ると事例Fは小規模の内装木質化で56千円/㎡、事例G、Hは主要室の再配置を含んだ内装木質化で、それぞれ89千円/㎡、95千円/㎡、事例I、Tは耐震補強、小規模増築を伴う内部改修で、それぞれ133千円/㎡、146千円/㎡である。

以上から、事例数は少ないが、木造、混合構造、鉄筋コンクリート造とも大きく単価は変わらない。これは、予算が決まっている上で、木造を導入しているケースが多くあり、設計者がコストを抑える工夫を重ねた結果であると思われる。

調査校に関する

エネルギー消費量とエネルギーコストの分析

■ 調査方法

木の学校調査で137校からエネルギー資料を入手できた。内訳は小中学校が22市124校、その他に秋田県の県立高等学校5校、長野県の養護学校8校（小中と高を別として算定）である。冷暖房負荷地域区分^{*1}では秋田・福島Ⅱ地域が12校、秋田Ⅲ地域が9校、群馬から佐賀までの広い範囲の第Ⅳ地域が36校、高知と熊本の第Ⅴ地域が21校である。小中学校に関しては、木の学校は全体で24校（内装木質化も含む）あり、同じ市の他の鉄筋コンクリート造の学校の資料も比較と地域性確認のため入手した。分析はJIA環境データシート^{**2}を利用した。その結果は別途シートに示す。分析結果を利用し、校舎面積で割ったエネルギー消費（MJ/㎡年）、エネルギーコスト（円/㎡年）、CO₂排出量（Kg/㎡年）を表現したグラフを作成した。エネルギーには1次エネルギーを採用し、上水・下水の処理エネルギーも含めている。

- 1 断熱性能の地域区分（エネルギー使用の合理化に関する法律）から
2 建築のエネルギー消費を基本データにより初期審断するためのツール
（社）日本建築家協会

■ 調査結果

[第Ⅱ地域]

- ・第Ⅱ地域の小中学校は福島県只見町と飯舘村である。今回の調査校の平均的な数値は400～550MJ/㎡年（950～1,100円/㎡年）程度であり、室内環境的には教室暖房型で、廊下その他は寒い状態といえる。一部に255～400MJ/㎡年（800～950円/㎡年）の学校がある。これに比べ、事例C1小、C6小はそれぞれ600MJ/㎡年（1,200円/㎡年）、740MJ/㎡年（1,500円/㎡年）と多いが、快適さを考慮して設計すると、5割程度増えると考えられる。
- ・秋田県の事例B1中高とB5高の県立高等学校はそれぞれ800MJ/㎡年（1,600円/㎡年）、690MJ/㎡年（1,500円/㎡年）と高い。小中学校に比べ、校舎利用時間が長く、B1中高は冷房も行っていることなどのため、全体的に1.5～2倍程度エネルギー消費は大きい。

- ・Ⅱ地域には事例B1中高以外は木造校舎はないため、木造の特徴は見えてこない。B1中高も木造は一部であり、全体のエネルギー消費への影響は少ないと思われる。

[第Ⅲ地域]

- ・第Ⅲ地域は秋田県能代市の小中学校と秋田県立の高等学校が該当する。事例A1小は純木造で、4月以降のデータしかないが400MJ/㎡年程度のエネルギー消費と思われる。標準的校舎のA4小、A5小、A6小は200～400MJ/㎡年（550～950円/㎡年）で、エネルギー消費が少ない。事例A2小、A3小も多少増える程度で、全国平均並みである。
- ・B2高は420MJ/㎡年（770円/㎡年）と低く、小中学校並みである。一方、B3高、B4高は600～740MJ/㎡年（1,700～2,200円/㎡年）と冷房を行わない割に高い。これは高等学校の利用時間の長さが影響していると思われる。

[第Ⅳ地域]

- ・第Ⅳ地域は本州の約2/3の範囲を占める代表的地域である。その中でも群馬県安中市、富山県砺波市、岡山県真庭市が比較的多く、430～550MJ/㎡年（1,200～1,700円/㎡年）程度である。安中市の中では事例E2小とE3小が230～280MJ/㎡年（800～1,000円/㎡年）と低く、忍耐型といえよう。山口県各市、石川県羽咋市の各事例はその次に位置し、300～400MJ/㎡年（900～1,100円/㎡年）程度である。
- ・第Ⅳ地域はほとんどの事例が、250～400MJ/㎡年程度のエネルギー消費量である。奈良県宇陀市や佐賀県佐賀市、埼玉県ときがわ町の事例F1小のように150～200MJ/㎡年の学校は厳冬期には厳しい忍耐型の校舎といえる。コストは水道料金の差と思われるが、500～1,200円/㎡年と地域差が大きい。
- ・冷暖房を行っている横浜市の事例H21中とH9小は、970、1,060MJ/㎡年（2,100～3,000円/㎡年）と標準の2倍以上多いエネルギー消費量となっている。詳細調査を待たねばならないが、新し

い設計で冷暖房方式をとると、灯油暖房の標準型に比べ、エネルギー使用が大きくなると考えられる。

- ・佐賀市の事例W1小は940MJ/㎡年（960円/㎡年）と高い。
- ・横浜市の小中学校（H1～H21）を見ると灯油暖房のみの標準型の学校では230～480MJ/㎡年（860～2,100円/㎡年）と500MJ/㎡以下の消費エネルギーである。300～450MJ/㎡年程度が標準的と考えられる。横浜市のエネルギーコストは他の都市に比べ、水の単価が高い。大都市の水源地からの距離、水の浄化、下水・汚水処理のエネルギーが大きいと推察できる。
- ・水の使用に関して大きな比重が表れているのが鎌倉市の特徴である。鎌倉市の6小学校（I1～I6）では790～1260MJ/㎡年（1,100～1,700円/㎡年）と、横浜市標準の2～3倍のエネルギーが使用されているが、その理由は水の使用量が2倍以上と多いためである。冷暖房空調を行っているが、水のコストが安いとエネルギーコストはやや多い程度になっている。

[第V地域]

- ・第V地域の高知県の学校は、2事例を除いて170～370MJ/㎡年（550～900円/㎡年）と温かい地域のためエネルギー消費は少ない。事例S6中、T1小は500、570MJ/㎡年（1,900、1,500円/㎡年）と若干高い値だが、快適さを求め冷房を行っている結果と推測される。
- ・熊本県八代市の学校は210～380MJ/㎡年で少ないが、木造で新しいX1中のみは690MJ/㎡年（1,900円/㎡年）と消費が大きい。中央部のコンクリート造校舎及び木造校舎の断熱性能が低く、開口部の負荷が大きいためと思われる。

■ 考察

- ・小中学校のエネルギー消費動向としては、資料が少ないため断定は難しいが、以下のことが推定できる。基本的に300MJ/㎡年以下の学校は快適性が問われると思われる。
- ・300～450MJ/㎡年程度が標準と考えられ、教室冷房も行っている学校は700MJ/㎡年以上のエネ

ルギーが必要と考えられる。

- ・木造の学校を設計する技術者は環境への配慮に関心が高く、すぐれた技術を持っているはずだと想像し、その結果として完成した学校施設はエネルギー消費量も少ないのではないかと推察してエネルギー調査を行った。結果としてはほとんど変わらないこととなったが、設計者の責任とするものではない。実は学校建築全体がエネルギー消費量の少ないビルディングタイプであって、一般にはマンションで1,200～1,300MJ/㎡年、事務所ビルで2,000MJ/㎡年、病院・デパート、店舗ビルでは2,900～3,300MJ/㎡年が平均という資料がある（(社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会）。つい最近まで、学校建築には断熱材もなく、一枚ガラスで外界と仕切られるのみという厳しい環境であった。そのような温熱環境の中でストーブを一つ置いて暖をとっていた学校もあるが、従来、ある程度の寒さは耐えしのぐことが一つの教育的効果だと考える風潮があったせいであろう。
- ・2005年度から学校エコ改修という事業が始まり、全国で16校（2007年度現在）の学校が地域講習会で環境教育を受講した設計者によって環境改修が進められている。ここでは外断熱・ペアガラスサッシによる断熱性能、庇やルーバーなどによる日射遮蔽・躯体蓄熱などの基本性能を高め、そこに太陽光や地中熱などの自然エネルギーを導入しようとしている。どこまで現状よりCO₂を削減できるか、難しいが、CO₂をエネルギー換算で1,000MJ/㎡年以上も排出している学校もある。
- ・環境を考慮した学校づくりは、学校設置者、設計者、保護者や地域住民などにおいて、単に学校施設に環境技術要素を付加するのみでなく、運営面、教育面を考慮した環境対策を検討していくことが必要である。
また、木造の校舎や木製ペアガラスサッシなど、木製建材は断熱性にも優れており、省エネルギーに対して有効である。
学校施設で消費されるエネルギーを考慮して教育空間を設計していくことも重要である。

冷暖房 負荷 地域区分	都道府県名	調査対象校	校舎		建築年 (校舎)	エネルギー消費量: MJ/m ² 年 単位面積当たりエネルギーコスト: 円/m ² 年 ★ CO ₂ 排出量: kg-CO ₂ /m ² 年 ●															
			構造・ 階数	延床面積		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300			
						200 -	400 0	600 10	800 20	1000 30	1200 40	1400 50	1600 60	1800 70	2000 80	2200 90	2400 100	2600 110			
神奈川県	神奈川県	H11小	R4	5,734	1983	363	16	1351													
		H12小	R4	5,803	1984	422	19	1565													
		H13小	R4	5,767	1984	565	25	1881													
		H14中	R4	6,290	1973	289	12	817													
		H15中	R4	5,970	1975	390	16	1307													
		H16中	R4	5,916	1980	233	10	857													
		H17中	R4	7,212	1975	359	15	1165													
		H18中	R4	5,413	1971	237	10	637													
		H19中	R4	5,886	1981	286	13	1597													
		H20中	R4	5,428	1983	409	17	1395													
		H21中	R3	6,958	1998	972	41	2113													
		I1小	W2	5,886	1998	913	47	1354													
		I2小	R4	7,460	1979	861	49	1157													
		I3小	R3	5,208	1982	1021	58	1330													
		I4小	R4	6,368	1978	1075	61	1342													
		I5小	R4	7,209	1979	787	44	1077													
I6小	R4	4,735	1970	1258	70	1684															
石川県	石川県	J1小	W・RC	3,871	2006	256	10	629													
		J2小	W2・R2	2,443	2002	408	18	851													
		J3小	R3	3,317	1989	325	15	794													
		J4小	R2	3,676	1994	399	17	842													
		J5小	R3	2,568	1987	305	15	819													
富山県	富山県	K1小	R2	6,259	2002	465	23	1283													
		K2小	R3	5,066	1981	443	24	1164													
長野県	長野県	L1小	R3	3,366	1970	600	30	1710													
		M1養	R+W2	7,094	2006	896	40	2021													
		M2養	R2	6,349	1982	723	39	1821													
		M3養	R2	5,813	1984	801	42	1718													
		M4養	R2	4,967	1978	1041	56	2178													
三重県	三重県	N1中	R3	4,104	2005	167	485	7													
		N2小	R3	3,110	1979	214	9	755													
		N3小	R3	3,510	1986	218	582	9													
		N4小	R3	2,425	1997	275	12	727													
		N5小	R3	3,165	1957	182	8	603													
		N6中	R3	3,785	1971	182	478	7													
奈良県	奈良県	O1小	R+W2	3,536	2006	276	11	808													
		O2小	R+S2	2,266	1971	294	14	1083													
		O3小	R+S3	5,987	1974	158	7	620													
		O4小	R+S3	6,702	1980	158	7	577													
		O5小	R+S3	3,274	1976	213	10	863													
		O6小	R+S3	2,811	1983	237	9	777													
岡山県	岡山県	P1小	R+W2	2532	2006	675	26	1722													
		P2小	R2	2,497	1979	511	21	1384													

資料10 インデックス（用語解説）

室内環境の改善	・ ・ ・ ・ ・ P34(Q 2)	防火上主要な間仕切り壁	・ ・ ・ ・ ・ P71(Q26)
地球環境問題	・ ・ ・ ・ ・ P36(Q 4)	防火構造	・ ・ ・ ・ ・ P72(Q26)
事業計画	・ ・ ・ ・ ・ P36(Q 5)	建築基準法第38条に関する告示	・ ・ ・ ・ ・ P72(Q26)
改修	・ ・ ・ ・ ・ P39(Q 7)	避難通路	・ ・ ・ ・ ・ P73(Q27)
教育空間の改善	・ ・ ・ ・ ・ P43(Q 9)	届出	・ ・ ・ ・ ・ P74(Q28)
設計・施工監理	・ ・ ・ ・ ・ P44(Q10)	建築基準法などに基づく主な手続き	・ ・ ・ ・ P74(Q28)
乾燥期間	・ ・ ・ ・ ・ P45(Q10)	消防法などに基づく主な手続き	・ ・ ・ ・ ・ P75(Q28)
乾燥方法	・ ・ ・ ・ ・ P45(Q10)	建設リサイクル法に基づく届出	・ ・ ・ ・ ・ P75(Q28)
天然（自然）乾燥	・ ・ ・ ・ ・ P45(Q10)	消防用設備	・ ・ ・ ・ ・ P76(Q29)
高温乾燥	・ ・ ・ ・ ・ P45(Q10)	地震	・ ・ ・ ・ ・ P77(Q30)
中温・低温乾燥	・ ・ ・ ・ ・ P45(Q10)	台風	・ ・ ・ ・ ・ P77(Q30)
薫煙乾燥	・ ・ ・ ・ ・ P45(Q10)	水平力	・ ・ ・ ・ ・ P78(Q31)
シックハウス症候群	・ ・ ・ ・ ・ P46(Q12)	たわみ	・ ・ ・ ・ ・ P79(Q32)
化学物質	・ ・ ・ ・ ・ P46(Q12)	含水率	・ ・ ・ ・ ・ P80・81(Q32)
揮発性有機化合物（VOC）	・ ・ ・ ・ ・ P47(Q12)	クリープ現象	・ ・ ・ ・ ・ P80(Q32)
F	・ ・ ・ ・ ・ P47(Q12)	燃え代設計	・ ・ ・ ・ ・ P81(Q33)
接着剤	・ ・ ・ ・ ・ P46・47(Q12)	腐朽、蟻害の対策	・ ・ ・ ・ ・ P82(Q34)
塗料	・ ・ ・ ・ ・ P48(Q12)	軟弱地盤	・ ・ ・ ・ ・ P83(Q35)
計画スケジュール	・ ・ ・ ・ ・ P48(Q13)	凍結深度	・ ・ ・ ・ ・ P84(Q35)
地域材	・ ・ ・ ・ ・ P50(Q14)	構造の種類	・ ・ ・ ・ ・ P85(Q36)
国内挽き外材製材	・ ・ ・ ・ ・ P50(Q14)	大空間の架構計画	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
外材製品	・ ・ ・ ・ ・ P50(Q14)	トラス架構	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
木材の調達	・ ・ ・ ・ ・ P51(Q16)	アーチ架構	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
木材の樹種	・ ・ ・ ・ ・ P52(Q17)	吊架構	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
広葉樹	・ ・ ・ ・ ・ P53(Q17)	折板架構	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
針葉樹	・ ・ ・ ・ ・ P54(Q17)	スペースフレーム架構	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
木材の耐久性	・ ・ ・ ・ ・ P55(Q18)	シェル架構	・ ・ ・ ・ ・ P87(Q37)
腐朽菌による劣化	・ ・ ・ ・ ・ P55(Q18)	混合構造	・ ・ ・ ・ ・ P89(Q38)
シロアリによる劣化	・ ・ ・ ・ ・ P56(Q18)	木質材料の種類	・ ・ ・ ・ ・ P90(Q39)
紫外線による劣化	・ ・ ・ ・ ・ P56(Q18)	構造用集材	・ ・ ・ ・ ・ P90(Q39)
維持管理	・ ・ ・ ・ ・ P58(Q20)	背割り	・ ・ ・ ・ ・ P91(Q39)
国庫補助制度	・ ・ ・ ・ ・ P61・62・63(Q21,22)	干割れ	・ ・ ・ ・ ・ P91(Q39)
構造計算	・ ・ ・ ・ ・ P64(Q23)	木材の接合方法	・ ・ ・ ・ ・ P92(Q40)
防腐措置	・ ・ ・ ・ ・ P65(Q23)	補修・改修の留意点	・ ・ ・ ・ ・ P93(Q41)
防火上の制限	・ ・ ・ ・ ・ P65(Q24)	建設コスト	・ ・ ・ ・ ・ P95(Q42)
防火地域	・ ・ ・ ・ ・ P66(Q24)	規格材	・ ・ ・ ・ ・ P96(Q43)
準防火地域	・ ・ ・ ・ ・ P66(Q24)	工期短縮	・ ・ ・ ・ ・ P96(Q43)
建築基準法第22条地域	・ ・ ・ ・ ・ P66(Q24)	コスト縮減	・ ・ ・ ・ ・ P96(Q43)
準耐火建築物	・ ・ ・ ・ ・ P66(Q24)	内装木質化	・ ・ ・ ・ ・ P99(Q44)
耐火建築物	・ ・ ・ ・ ・ P66(Q24)	屋内運動場の内装木質化	・ ・ ・ ・ ・ P101(Q46)
建物高さの制限	・ ・ ・ ・ ・ P69(Q25)	内装材	・ ・ ・ ・ ・ P102(Q47)
防火区画	・ ・ ・ ・ ・ P70(Q26)	間伐材	・ ・ ・ ・ ・ P102(Q48)
防火壁	・ ・ ・ ・ ・ P70(Q26)		

用語解説

章	節	用語	解 説	該当ページ 若しくはQ
1	1	木目	木材の表面に出ている模様のこと。 木材に対して平行で真直ぐな線として出ている場合は正目(柾目)といい、山形や不規則な波形などの曲がった線として出ている場合は板目という。	P10
1	1	成熟材	成長して15年以上の部分を使った木材のこと。未成熟材より強いと言われている。	P10
1	1	未成熟材	15年未満の部位を使った木材のこと。成長途中の材であるため、強度などが弱いとされている。	P11
1	2	デン	多目的に用いることのできる小部屋や小スペースのこと。語源は鳥や獣の巣を表すDenから。	P22
1	4	合板フラッシュ	骨組みの両面若しくは片面から合板を接着剤で張り合わせたもの。	P28
2	【共通編】1	下草刈	植付けした苗木が十分に成長できるように、周りの雑草を刈る作業のこと。	Q4
2	【共通編】1	枝打ち	発育を促したり、節のない良い材を得るために樹木の下枝を切り払うこと。枝下ろしともいう。	Q4
2	【共通編】4	根継ぎ	柱や土台などの腐った部分を取り除き、新しい材料で継ぎ足すこと。	Q18
2	【木造(混合構造)編】2	筋違い	柱と梁で四角形に囲まれた軸組に対角線状に入った補強材のこと。地震や強風などによる横揺れの動き(水平力)に抵抗して、四角い軸組みがひし形に歪むのを防ぐ。「筋交い」「筋違い」ともいわれる。	Q31
2	【木造(混合構造)編】2	ヤング係数	建築材料の力学的性質を表す係数で、木造建築物を設計する際に、部材の断面寸法を決定するのに用いられる。	Q32
2	【木造(混合構造)編】3	仕口	部材を組み合わせるときの接合部分のこと。作り方によって、軸組あるいは、建物全体の強度にも影響する。仕口部分を金物で補強することも多い。	Q40

※本表は本文中で解説のないものについて補足するものとして用意する

出典一覧

(参考文献)

第1章1節

- 1) 照明学会編：屋内照明のガイド、電気書院、87-89 (1980)
- 2) 岡島達夫：木質環境の科学、海青社、239 (1987)
- 3) 増田稔：木材学会誌、38巻、1075-1081 (1993)
- 4) 増田稔：木質環境の科学、海青社、99 (1987)
- 5) 鈴木昭弘：木材工業、29巻279-282 (1974)
- 6) 服部芳明、橋田紘洋：鹿児島大学演習林報告、第20巻、165-182 (1992)
- 7) 武者利光：木質環境の科学、海青社、65 (1987)
- 8) 山田正：人の発達にかかわる木質環境の機能に関する研究、京大昭和63年度教育研究学内特別経費実施報告、6 (1989)
- 9) 増田稔：木材科学講座5「環境」、64、(1995)
- 10) 宮崎良文：木材科学講座5「環境」、95 (1995)
- 11) 宮崎良文：木と森の快適さを科学する、全林改良普及協会、68-74 (2002)
- 12) 平井和喜：生活空間としての学校建築に関する調査研究、東北大建築材料学研究室調査報告書 (1992)
- 13) 橋田紘洋：木造校舎の教育環境、住木センター、60 (2004)
- 14) 村岡眞澄：木造校舎の教育環境、住木センター、82 (2004)
- 15) 小野英哲、他：日本建築学会論文報告集、321号、9-12 (1982)
- 16) 小野英哲、他：日本建築学会論文報告集、359号、1-9 (1986)
- 17) 古野毅：木材科学講座5「環境」、40 (1995)
- 18) 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)
- 19) Etienne Granjean:住居と人間、鎌田清子他訳、人間と技術社、282-283 (1978)
- 20) 大野敦子：木造校舎の教育環境、住木センター、41 (2004)
- 21) 鈴木正治：木質環境の科学、海青社、153 (1987)
- 22) 時田保夫：日音誌、16巻、170-175 (1960)
- 23) 矢野浩之：木材工業、48巻542-546 (1993)
- 24) 宮崎良文：木材科学講座5「環境」、81 (1995)
- 25) 宮崎良文：木材科学講座5「環境」、78 (1995)
- 26) 佐藤孝二：木質環境の科学、海青社、375 (1987)
- 27) 沖原豊：校内暴力、小学館 (1985)
- 28) 橋田紘洋：木造校舎の教育環境、住木センター、52 (2004)
- 29) 橋田紘洋：木造校舎の教育環境、住木センター、62 (2004)
- 30) 橋田紘洋：木造校舎の教育環境、住木センター、56 (2004)
- 31) 服部芳明：木造校舎の教育環境、住木センター、21 (2004)
- 32) 川上日出国：住環境に関する総合調査、住七部材安全性能向上事業報告書、日本住木センター (1990)
- 33) 橋田紘洋：木造校舎の教育環境、住木センター、68 (2004)
- 34) A.W.Robards：木材工業、森林総合研究所監修、74 (2006)

※住木センター：(財)日本住宅・木材技術センターの略称

平成18・19年度文部科学省委嘱事業
「木材を活用した学校施設に関する調査研究」
委員名簿

主 委	査 長澤 悟	東洋大学工学部建築学科 教授	
	員 稲山 正弘	東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授	
	橘田 紘洋	愛知教育大学教育学部技術教育講座 教授	
	田中 和浩	埼玉県ときがわ町教育総務課主任	
	中村 勉	建築家・ものづくり大学 特別客員教授	
	畑井 展子	元横浜市立港北小学校 校長 横浜市教育委員会横浜市教育センター 研究研修指導課	
	宮代 幸博	ナイス株式会社 事業推進本部課長	
	山辺 豊彦	有限会社山辺構造設計事務所	
	オブザーバー	永山 賀久	文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課長
		岩本 健吾	(同上、平成19年7月より交代)
金光謙一郎		文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課課長補佐	
笠井 賢		(同上、平成19年度より交代)	
原田 智		文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課調査係長	
杉本 正和		(同上、平成19年度より交代)	
櫻井 秀浩		文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課調査係主任	
吉田 和史		文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課調査係	
山本 岳史		(同上、平成19年度より交代)	
田口 護		林野庁林政部木材産業課課長補佐	
山口 輝文		林野庁林政部木材利用課課長補佐	
佐藤 秀憲		林野庁林政部木材利用課需要開発係長	
後藤 崇幸		(同上、平成19年度より交代)	
(社)文教施設協会			
勝山 正嗣	(社) 文教施設協会 専務理事		
渡邊 正雄	(社) 文教施設協会 常務理事		
大川原一隆	(社) 文教施設協会 研究部長		
建築基準法令関係監修	国土交通省住宅局建築指導課		

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

MEXT 5-0703

発行日 平成19年12月21日 初版

著作権所有 文 部 科 学 省

発行所 社団法人 文教施設協会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10
鉄鋼会館5階

TEL 03-3669-6531

FAX 03-3669-6533

制作・印刷 ボイックス株式会社

MEXT 5-0703

木あたたかみとうるおいのあるの学校
早わかり木の学校

文部科学省