

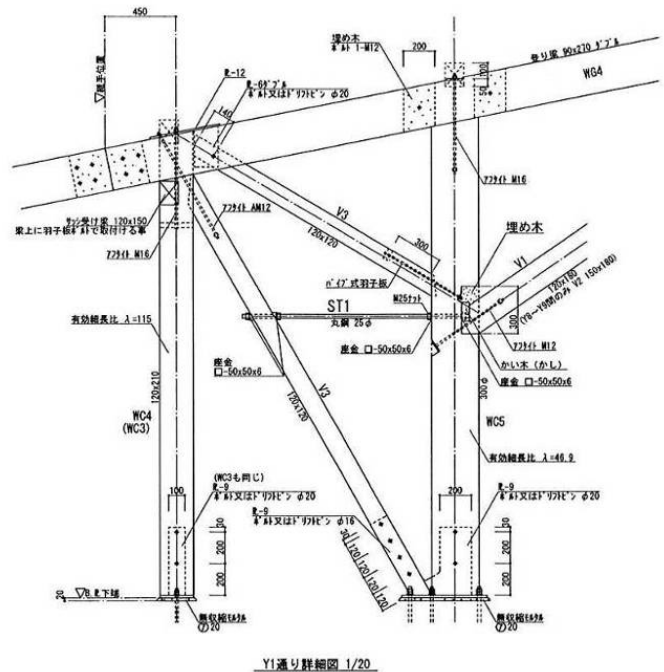
建物の平面形は約 13.0m×51.0m と細長く、平面的にも立面的にも大きく波打つ形状を示している。短辺方向の架構骨組は図のような軸組となっている。平屋部分と2階建て部分の架構形式も原則は同じ形式となっている。この架構が長手方向に3m間隔で並び、この建物の主要構造を構成している。

設計上は最初に短辺方向の架構計画を意匠設計者と構造設計者が合意することが最も重要である。この合意された架構形状を繰り返すことによって、部材計画・接合計画・施工計画ひいては工期・コストにまで影響すると考えたからである。

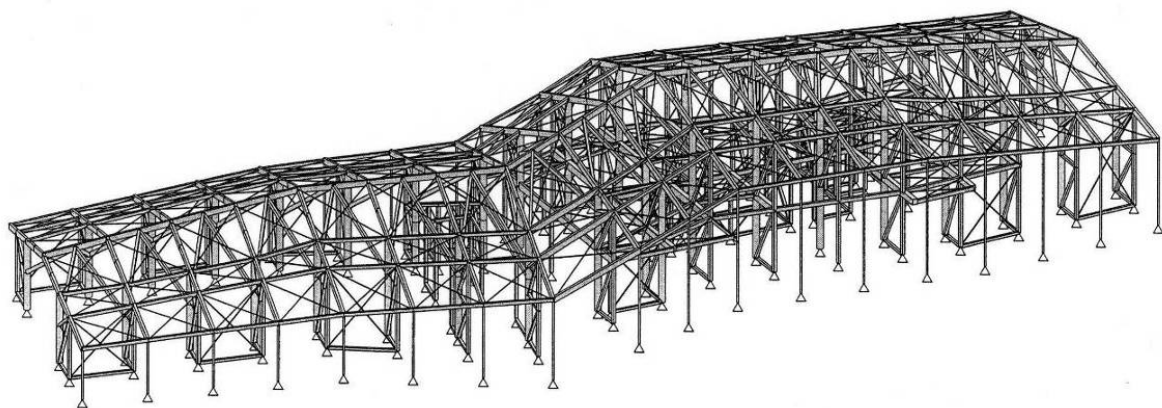
また、平屋と2階建てを一つの屋根で覆うため、屋根面の棟の位置の変化によって屋根勾配が変わってくることになる。全ての接合仕口のディテールを詳細図のように同じ仕様で対応すれば、勾配の違いによる手間は多少かかることが予想されるが、接合部のディテールの統一化は建物を施工するにあたり、メリットが大きいことがわかる。このように、架構の繰り返しとディテールの統一化について設計上留意することは、施工に当たって木材加工の作業性に影響を与え、建物の施工期間の短縮につながり、強いてはコストに影響を及ぼす大事な配慮だと思われる。

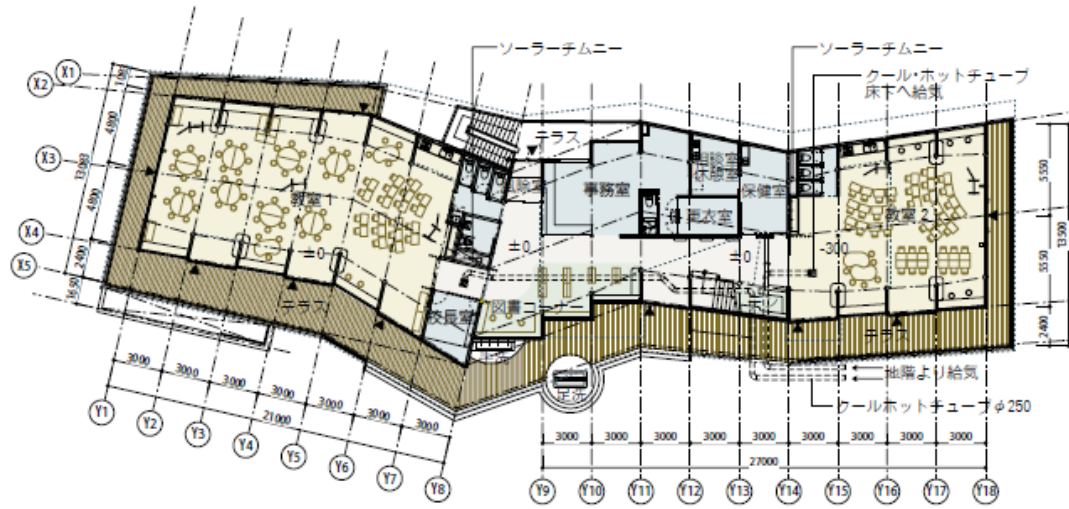
建物全体については、平面的にも立面的にも大きくうねっていることにより建物にねじれが生じるため、その解決策として天井面に大きく方杖を設け、建物の水平剛性を高めるよう配慮している。

混合構造を採用したのは、里山という立地条件と下階に多目的ホールを配置するという点からであるが、特に留意した点は異種構造間の接合方法であり、上部構造に生じる支点応力を確実に鉄筋コンクリート造部分に伝達できるよう配慮したことである。



取付詳細図  
(1階、2階共、同じ取付詳細を繰り返し使用している)

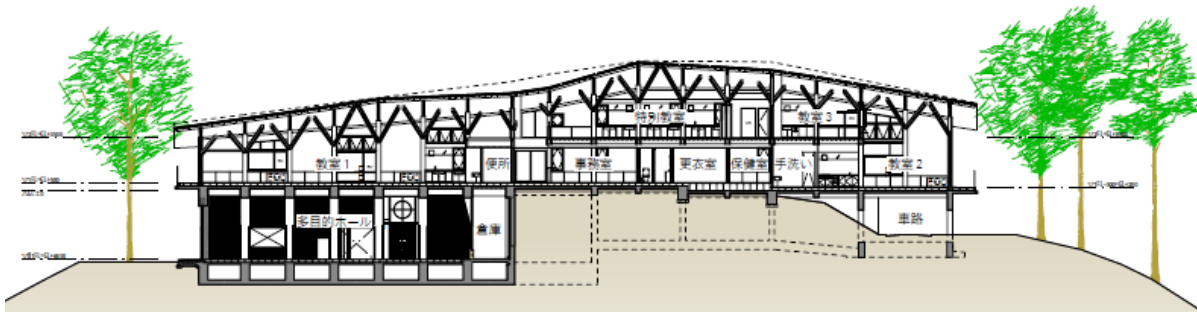




1階平面図



南立面図



断面図



1階部分の建て方風景



2階部分の建て方風景

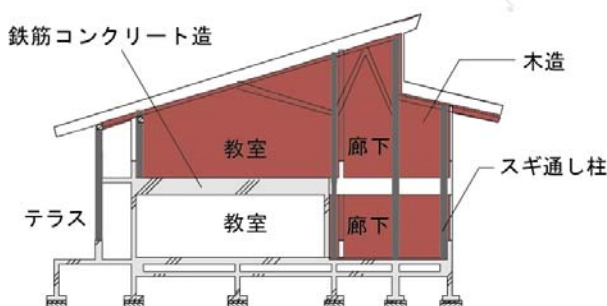
## ～混合構造の活用による効率的な課題解決～

### 遮音性にも配慮して1階教室部分をRC造とした立体的な混合構造 (栃木県茂木町立茂木中学校)【改築】

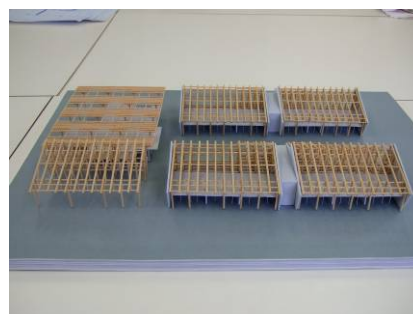
茂木中学校の建物は全てが木造構造ではなく、建築基準法や消防法等の関係法令を順守するため、校舎棟、管理棟は木造と鉄筋コンクリートの混合構造となっている。特に、教室部分については、2階の床面の1階への音の課題、防火等の設備的な課題、無垢材では不可能な構造的課題により、1階教室部分と管理棟1階は、鉄筋コンクリート構造となっており、その他の廊下やトイレ、更衣室等は防音シート貼りの木造構造とした。

また、校舎棟の中央部に鉄筋コンクリート造の階段部を設けることにより、防火区画をクリアするだけでなく、将来的に最も傷むと想定される階段部を鉄筋コンクリート造としたことで、維持管理面にも考慮している。

学校からも、1階の教室は2階からの音が漏れることはなく、廊下は生徒移動時等に足音は聞こえることもあるが、かえって1階の職員室からも管理でき良いと好評である。



教室棟の構造断面図



校舎全体の構造模型

(平成19年3月実施設計完了、平成21年3月竣工)

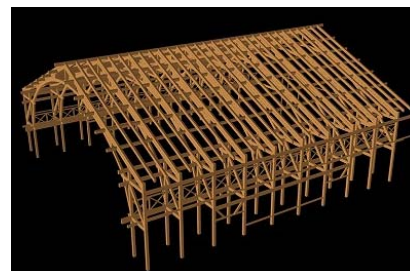
## ～地域の大工技術の採用～

### 地域の大工技術を活用した計画（大分県中津市立鶴居小学校）【改築】

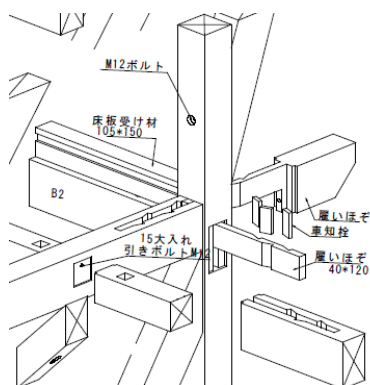
中津市の豊かな資源である木を、学校などの建築物に活用していくためには、木材を使った設計ができる設計士や木材の取扱技術に長けた大工を育てていく必要があるとの考えから、鶴居小学校では、地域の大工技術を採用した体育館の建設が実施されている。体育館は土台から屋根部分に至るまで地元産のスギやヒノキが使用されており、地域の大工技術により、継ぎ手や仕口における金具の使用が最小限に抑えられている。特別なコストをかけることなく建設されており、大工技術や技能の伝承にも貢献している。



外観



構造パース図



詳細図



継ぎ手・仕口

## ～一般流通材の活用、適材適所の木材使用～

### 地域の流通材と加工技術の活用、基本設計段階での木材利用量公表による安定確保（秋田県能代市）

能代市では、米代川流域の広大なスギ人工林と、それを背景に発達した木材関係企業が多くある。公共建築における木材の供給は、能代木材産業連合会を窓口として行われてきた。秋田スギを中心とした大量の木材の安定供給体制の構築が可能のため、流通材のほか、特注材についても幅広く対応できる。学校については、基本的に地域の流通材と地域の加工技術を活用し、木造の学校施設整備を進めている。

浅内小学校では、構法は在来軸組工法を採用し、柱は秋田スギ5寸の割角「大径木芯去材」や芯持材を適材適所に使用し、他は4寸以下の流通材を用いている。5寸角柱の採用にあたっては、4寸角を用いた場合とのコスト及び強度の比較検討を行った。

4寸角を用いた場合、1本では強度が不足する箇所が相当数あり、現場での柱2～3本抱合わせの作業が必要となる。5寸角では大部分が

1本で強度が足りる結果となった。施工段階で、5寸角の乾燥方法について検討が重ねられたが、心持ち材については割れを少なくするため高温乾燥を、心去り材については心持ち材と比較して割れにくいことから一般的な中温乾燥で対応した。

継手、仕口について、梁成の大きい物は製作金物で対応したが、可能な限り在来工法（既製品の金物）で対応するよう考慮した。

体育館については、コスト高となる湾曲集成材を用いず、市内工場で作られた通直集成材をトラス組するなど上手く活用し、強度を確保している。

最近では、平成20年度に着手した第四小学校、二ツ井小学校の建設に当たって、木材の安定確保を図るため、基本設計段階において、木材の数量を能代市のホームページで公開するなど工夫を行っている。



高温乾燥された心持ち材



中温乾燥された大径木心去り材



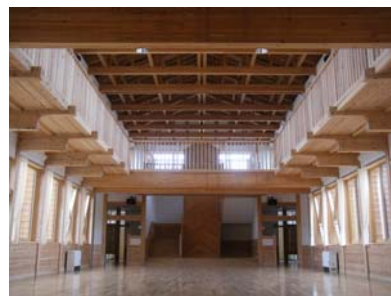
浅内小学校 校舎外観



浅内小学校 図工室



二ツ井小学校 校舎外観



二ツ井小学校 交流広場

## ～一般流通材の活用、定尺材の活用、プレカット工法の採用～

### 規格化された小径材を組み合わせた架構（長野県立稲荷山養護学校）【改築（混合構造）】

この建物は 21 世紀の循環型社会における公共建築事業のモデルを示すという理念に基づき計画された。具体的なコンセプトは①長野県産材の活用、②木の香る学習環境の創出、③自然エネルギーの活用である。類のない大規模木造建築物であり、技術面・コスト面・工程管理等において多くの課題と労力を費やした。

#### ○上部架構計画について

木の特性を積極的に活用しながら生徒が長時間過ごす快適な空間を提供するために、架構にカラマツ・アカマツ・スギなどの県産材を用い、伝統的な構法とプレカット技術を組み合わせることで、安定した耐久性のある架構の実現を目指している。

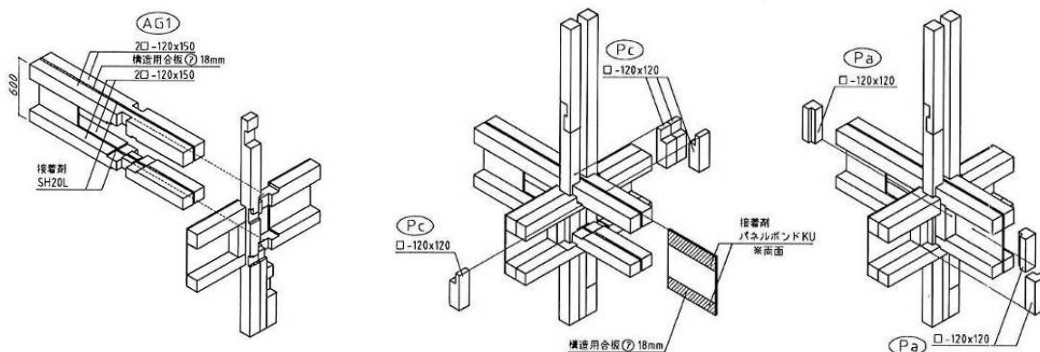
木材は県産材の市場流通の製材で、柱・梁を構成する材は小径 12cm のカラマツを、垂木・根太には小径 9 cm 以下のスギを中心に考えている。

木造の柱は 120mm 正角を 2 本組み合わせた併せ柱である。2 階床梁には接着併用の釘止め合板充腹梁<sup>※</sup>を用い、屋根は外側を鉛直柱で支持し、廊下側の 2 本の柱より方杖を出すよう計画されている。可能な限り規格製材である 4 m、5 m、5.5m の材長を利用するよう架構が構成されている。

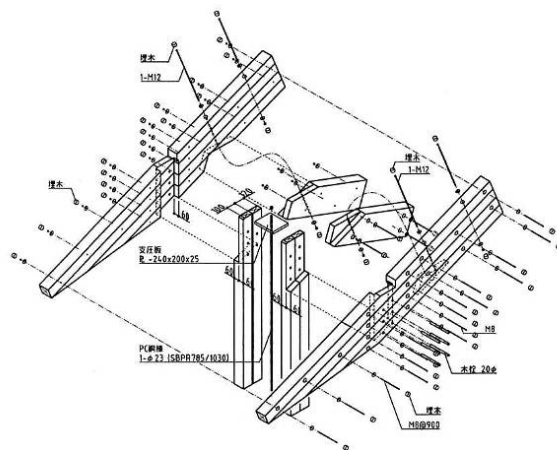
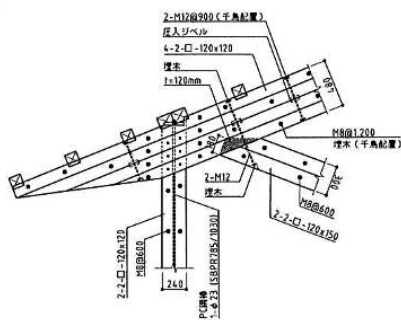
この学校例は規格製材（市場流通材）の活用により、総合的なコスト低減を図ったものである。

ごうはんじゅうふくぼり

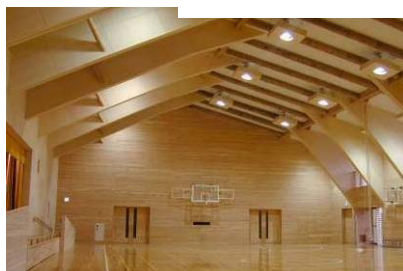
※合板充腹梁：下図のように角材の上梁と下梁を構造用合板でつなぎ、一体化した梁のこと。



体育館の架構には規格製材の接着重ね梁及び重ね柱が使用されている。



接着重ね梁が使用されたスロープ部



体育館内部



体育館小屋組

## ～一般流通材の活用、定尺材の活用～

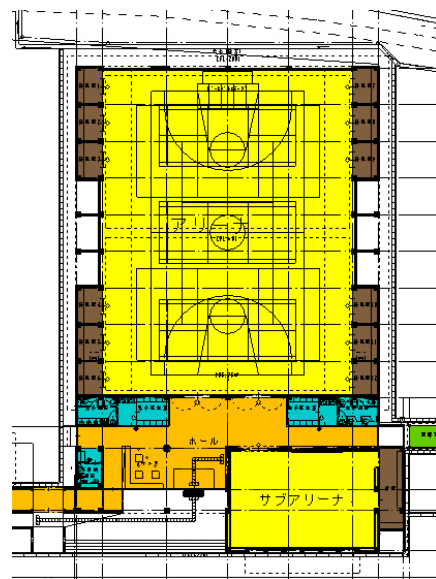
### 多雪地域において製材品を用いた体育館の架構 (滋賀県高島市立朽木東小学校・朽木中学校)【改築(混合構造)】

この取組みは、学校林等の森林資源を活用した地場産業振興の一環として、地元の杉材を使った木造の体育館を建設するという高島市の公開プロポーザルから始まっている。隣接する小学校と中学校の共用体育館として建て替えるため、授業時間帯の違いを調整する必要からアリーナとサブアリーナを有する。

#### ○地域材と地域職人によるロングスパン構造

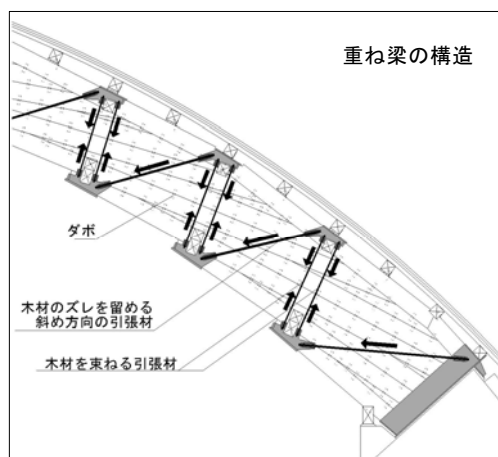
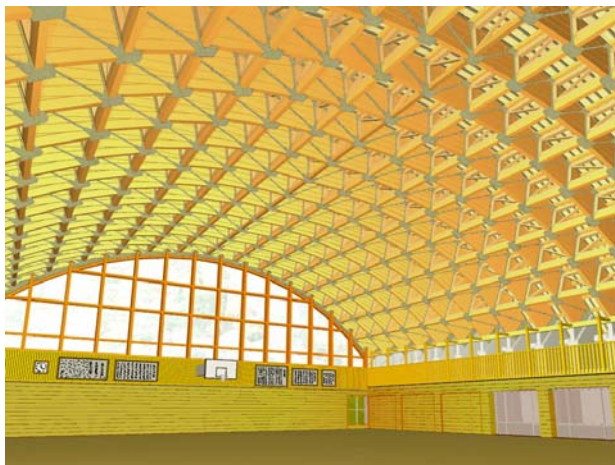
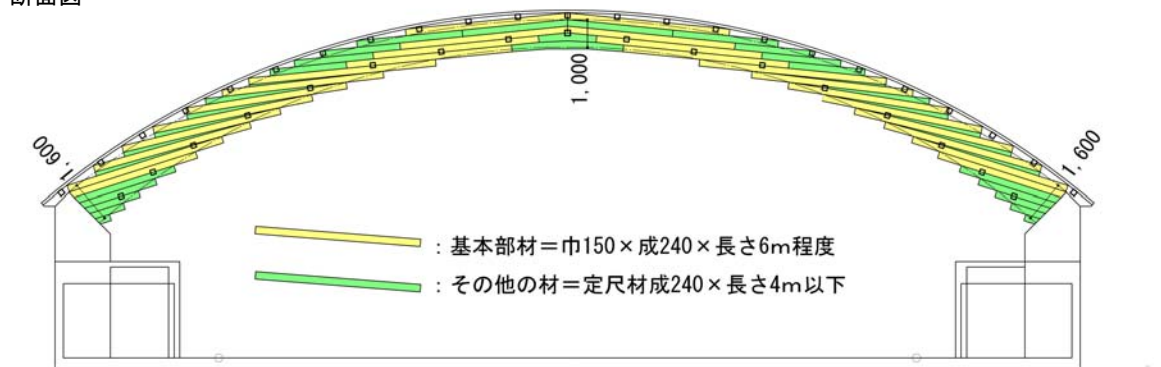
体育館の構造は大きく見ると、下部建物構造が鉄筋コンクリート造で、上部のアリーナ屋根は「持ち送り重ね梁」方式の木造アーチ梁となっている。地域の大工や職人達が建設に参加できるように、集成材等は使用せず、地場の生産・加工技術による製材品同士をダボでつなぐ重ね梁とした。重ね梁は、岩国の錦帯橋に倣った、持送りながら角材を積み重ねる方式とした。

具体的には、重ね目に木ダボを入れ、重ねた材のズレを止め、アーチ構造の主応力となる軸力を取り付け部分まで伝える方式となっている。さらに、束ねた木材同士のズレ止めを補強するため、外側を帯金で補強する錦帯橋に習い、ここでは施工性の高いボルトを用いてトラス効果に期待するハイブリッド構造の複合アーチ梁となっている。



平面図

断面図



## ○構造計画

この地域は多雪地域として指定されており、積雪量 1.75m を見込んで設計されている。当初はサブアリーナも含めた一体の空間としてアーチ梁を掛け渡す計画であったが、積雪による上下動は避けられない。また、アーチ梁及び屋根の下側に、1,000 m<sup>2</sup>超の建物に要求される防火壁を成立させることは困難であったため、アーチ梁部分をアリーナの 1,000 m<sup>2</sup>以内に限定し、サブアリーナは屋根まで鉄筋コンクリート造とすることで、多雪地域と 1,000 m<sup>2</sup>区画への対応を両立させた。

構造上の課題となる、積雪荷重が偏分布した時の複合アーチ梁の応力状態、変形状態、支点反力状況について検討を行い、実験により安全性を確かめている。当然、暴風雨時についても検討を行っている。スパン 27.1m のアーチ梁の支点反力は鉄筋コンクリート造の I 型柱で支持し、柱脚に生じている応力を最終的に地中梁で処理している。

## ○木材乾燥と加工及び性能確認実証実験

使用する製材は学校林、市有林から伐採し、市内に木材乾燥施設がないため、葉枯らしと栈積みによる自然乾燥を採用した。しかしこの方法は長い乾燥期間が必要なため、当初の工期を 1 年間延長し乾燥期間に充てている。同時に、部材の含水率については当初から最も注目し、関係者に注意を促し厳格な管理を行っている。

また、加工や建方時に生じる問題点を洗い出すため、実物大の施工実験を行った。同時に上記の偏荷重などの戴荷実験、常時微動測定を行った。また、大きな妻面の方立てについては、複合アーチ梁のクリープ変形に追従可能な納まりとしている。

今後の建物の維持管理に配慮し、製材品の十分な乾燥による変形量の縮小を心がけるとともに、外部に可能な限り木材を露出させないディテールの採用を心がけている。



ダボ実験



中央荷重の実物大実験



外観パース

### [DETA]

構造・階数：鉄筋コンクリート造平屋建て、  
アリーナ屋根部分は木造アーチ  
梁方式

建物高さ：最高高さ 13.0m、軒高 4.8m

体育館部分床面積：1,358 m<sup>2</sup>

主要室床面積：アリーナ 796 m<sup>2</sup>  
サブアリーナ 145 m<sup>2</sup>

工事期間：平成 21 年 9 月着工  
平成 23 年 2 月竣工予定



## ～定尺材の活用、ディテールの統一化、プレカット工法の採用、同じ材の繰り返し使用～

### 断面寸法を限定した定尺材の利用、ディテールの統一（茨城県つくば市立東小学校）【新築（混合構造）】

定尺材の材長は、製品寸法ではなく原木を搬出に向け所定の長さで伐る際の寸法（玉切り寸法）に由来する。多量の木材を確保するには、伐採計画が立案される以前に玉切り寸法（あるいは製品寸法）を指定しなければならず、伐採計画が立てられる前、あるいは変更が可能なかなり早い時期（8月～12月）から林業関係者との密な連携が必要となる。なお、玉切り寸法は、通常3m、4m（東北地方では3.65mもある）、6mのものがほとんどとなっている。

#### ○部材の統一

使う材料の種類が少なければ、加工寸法や加工形状の統一、部品化された材料の統一ばかりでなく、強度や見た目からの使い回しなどの融通が利く。これは、多量の木材を使用する上で重要で、加工の途中で何が一本足りないという場合でも、あわてずに済むし、素材の種類ごとに加工間違いのための余分を確保しておく無駄もない。コストダウンの本命は、この合理的な生産システムの構築といっても過言ではないと考える。東小学校では、木材関係者に必要な断面や数量の情報を渡すヒヤリング時期が1月であった。このため、すでに伐採計画が立てられ、伐採が進んでいる産地からの多量（原木約2千 $m^3$ ）の調達となったため、断面寸法を限定した定尺材（柱：5寸角×4m、梁：5寸×8寸×4m）の利用を前提として架構計画が組まれている。

#### ○定尺材による架構計画と芯継ぎ

東小学校では、2mを基本モジュールとして、8m×8mスパンにより教室を計画している。上記により調達された4mの横架材を基本として芯継ぎの継ぎ手及び仕口を採用することにより材長を有効に活用している。

横架材の芯継ぎとなる継手部分は、肘木のディテールを採用し、ダボによる補強を行なっている【図1】。

#### ○定尺材を活かす木取りの計画

調達した木材を効率よく使うことを考慮し、「持ち送り重ね梁」部分における部品の寸法は、4m材から効率良く木取りできる寸法を設定し、架構計画を行っている。【図2】

#### ○様々な荷重へ対応する重ね梁の活用

横架材は、基本的に上記の2mモジュールにより支持されることを前提として、断面寸法を（5寸×8寸）にほとんど全てが統一されている。しかし、荷重条件が異なる2m以上のスパンを持つ部分や大きな荷重が見込まれる部分に対しては、同材を二重に重ねる重ね梁により対応している。

この重ね梁は、同一断面の定尺材を重ね、ダボを300mmピッチに打ち込むことにより荷重変形時の部材間のズレを防止している。【図3】。

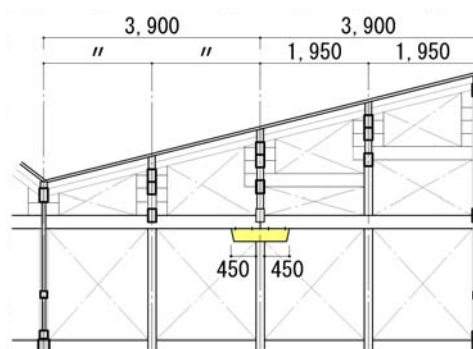


図1 芯継ぎ

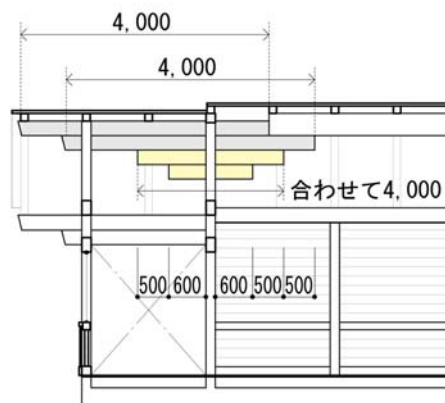


図2 定尺材の有効利用となる持ち送り重ね梁

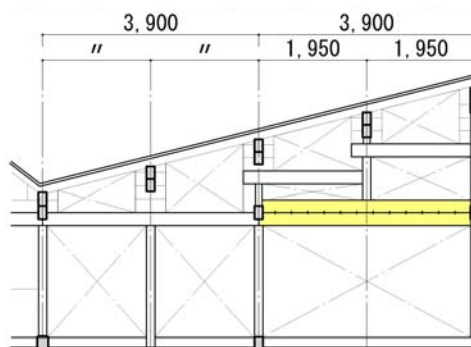


図3 重ね梁

## ○ディテールが統一された規格材と集成材による持送り重ね梁架構

教室のような四間を超えるスパンでは、統一された規格製材のみの重ね梁形式は不経済となるうえ、プロポーション上も好ましくなかった。これを解決する架構形式として、魅力的な空間とするため、一部に集成材を活用した持送り重ね梁形式の架構システムを採用した。

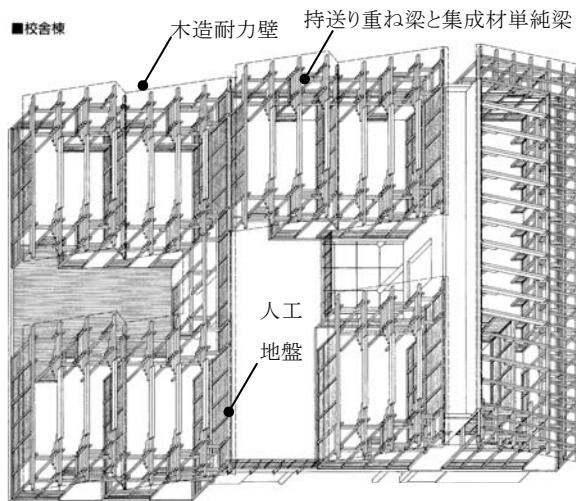
教室の4周を固める差鴨居の上部に肘木を応用した「持送り重ね梁」を梁間方向に持送り(1.6mの迫り出し)、その上に長さ6mの「集成材単純梁」を乗せた架構構成である。持送り重ね梁と集成材単純梁はダボと通しボルトで接合している。



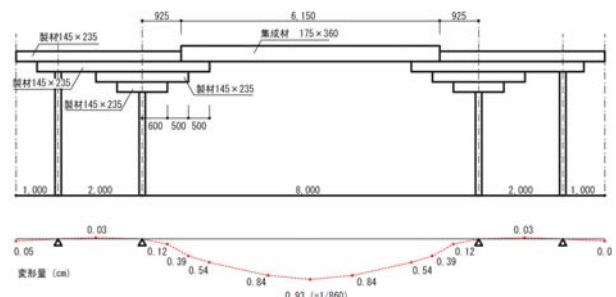
教室棟 持送り重ね梁と落込み板壁

## ○ディテールの統一によるフレーム構成

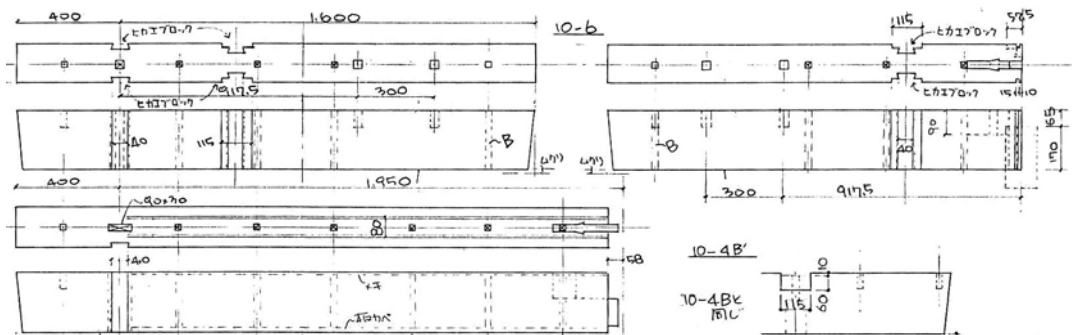
この持送り重ね梁は、2mピッチで教室の8mスパンの中に繰り返される。東小学校では、グラウンドとの親和性に配慮した低い軒高による変形の切り妻屋根を採用していることにより、この持送り重ね梁が高さの違いを持ち現れることで、単調になりがちなフレーム構成に空間にリズムを与えている。



架構構成のアクソメ図



持送り重ね梁の変形量の解析



持出し梁 同じ形状の部材が教室棟各棟で使われる。端部は複雑な加工を必要とする金物の使用がないため、小根ほぞ差し、やとい車知栓締めなど形状を絞った加工を行っている。建具や板が入る場所は、5寸×8寸材を欠く。むくり(凸になる方向)の支持やメチなど経年変化による収縮に対応している。

### ○持ち送り重ね梁の大スパンへの対応

体育館では 20m を超える大スパンを構成する架構方式として、教室の持ち送り重ね梁を一步進め、集成材と PC 鋼棒のタイバーを組み合わせたハイブリッド形式の架構を採用している。

持ち送り重ね梁とハイブリット梁は、ダボによりズレが防止され、PC 鋼棒による通しボルトで鉄筋コンクリート造の躯体に接合されている。

体育館は大スパンであるため、平屋部に載る木造架構にも大きな力が掛かる。これに対応するために、木造柱の柱脚を固定とする鉄筋コンクリート部に柱を埋め込む掘建て柱の形式を採用している。

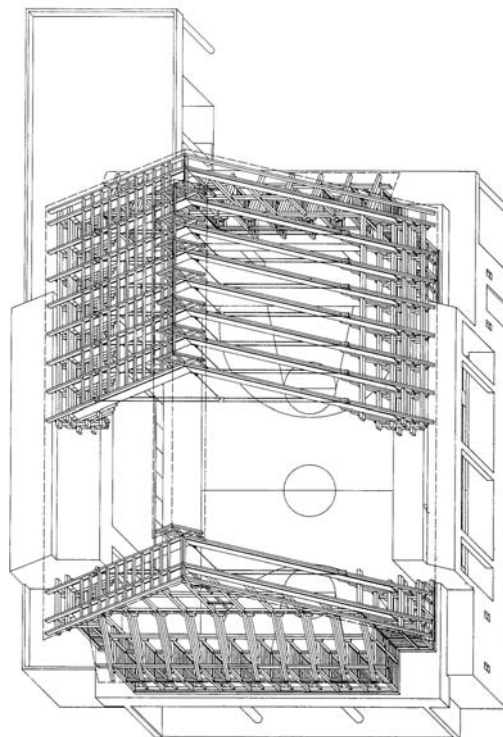
また、妻面では耐風処理を行うために、落とし込み板壁と持ち送り重ね梁を組み合わせた腰屋根形式を採用している。



体育館の持ち送り重ね梁部分

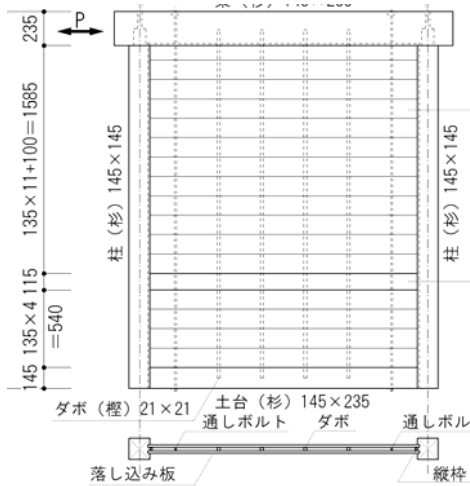


体育館内観



### ○木造部における耐力要素

混合構造の採用にあっても、木造部はそれ自身に作用する地震力に対してその部分として耐力を持たねばならない。木造部の耐力壁として厚さ 60mm のスギ板の落とし込み板壁を腰壁（開口付きの耐力壁）及びフル耐力壁として採用している。落とし込み板は 2 枚の本実加工に 7 分のダボ（カシ）を 300 mm 間隔で打込み、両端部は通しボルトに固定している。予め人が持つことができる大きさとして加工場で 3 枚組に加工して現場へ搬入した。また、屋根面は、水平梁としての効果を期待できるよう、厚さ 25 mm のスギ材の野地板を斜め 45 度張りとしている。



落とし込み板の耐力壁と屋根面の斜め板張り

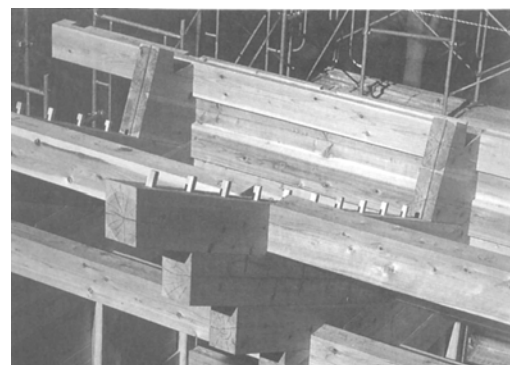
### ○部品のプレカット化

東小学校でいうプレカット化とは、全自動のプレカット機械による加工ではない。現代の社寺建築に見られる造作までを見通した徹底した下小屋での加工で、造作の小穴からボルト穴まで、全て加工しきって現場では組み立てるだけとしている。

下小屋での伝統的な仕口・継ぎ手や部品化の加工には、ハンドルーターやホゾ取機などの軽機械や傾斜盤、4 軸ルーター、超仕上げなどありとあらゆる機械を組み合わせ対応している。無論、全自動のプレカットも目の届きにくい体育館の垂木では使用している。



体育館 全自動プレカット加工された垂木



体育館 ダボ穴はどの棟でも同じ加工をしている。ダボ栓はナラ、カシ同等材。

## ～歩留まりの向上・木を使い切る、適材適所の木材使用～

木材を使い分け、端材を効率的に活用（福島県会津美里町立宮川小学校）【改築（混合構造）】

### ○供給できる材料をよく把握する

- ① どのような樹種（材種）のものが供給できるのか確認する。  
⇒ 樹種を把握することにより、使用する箇所を検討し、決定する。
- ② 伐採する樹齢（強度の面で確認できる）、供給できる太さ、長さを確認する。  
⇒ 供給できる材料を把握することにより、使用する箇所を検討し、決定する。

### ○意匠的・機能的に使い分け、歩留まりを上げる

- ① 意匠的：比較的きれいな材料は、内外部の板貼りに使用する。
- ② 機能的：丸太材の外周部（切り口に丸みがあるもの）の端材は意匠的に見えない下地材として使用する。また、端材として断面の小さくなった材料は胴縁等に使用する。

### ○端材を下地材（床・天井の下地）や胴縁等にも使用した

- ⇒ ただし、下地材は小幅板のため、施工手間はかかった。  
また、反りが発生し床があげられないように、板を止めるビスのピッチ、厚さ、張り方等十分に検討し施工した。

### ○強度の違う材料（1・2等級、無等級）を使い分けた

- ① 1本の丸太から強度の取れる部分を柱、梁、集成材のラミナ材に使用する。  
その他の部分は、強度を必要としない板材、下地材等として使用する。



校舎外観



ホール

## ～適材適所の木材使用～

### 使用部位に応じた木材選択によりコストを抑えて木質化（埼玉県ときがわ町）【改修（RC造）】

埼玉県ときがわ町は、面積の7割が森林の林産地である。町内の3校の小学校及び2校の中学校の合計5校全校において、校舎を木造で整備したり、内装を木質化する等、積極的な木材活用を実施している。内装は可能な限り県産材の利用を原則としている。無垢材だけにこだわることなく節のある材を活用したり、目の届かない天井の高い部分には合板を活用するなど、コストを抑えて木質化を実施している。体育館の床材には、ある程度の硬さが必要なため、町外から調達したサクラ材を使用している。

- ・木を利用するに当たって、ときがわ町の木材を町の人が切り出し製材して使用。
- ・環境とコスト削減に配慮し間伐材を利用（但し、大きい木から伐採）。
- ・内装木質化は、新築に比べ事業費が少なく実施でき、また、本体が鉄筋コンクリート造のため、本来の構造物の耐久性が確保できる。
- ・内装工事を校舎全体に施すためには、夏休みの1月半で工事を実施する必要がある、工期的には非常に厳しい。今回は、床のモルタル仕上げ面にラバー付きの床材を使用し、従来の下地合板張りを省くことにより工期の短縮が図られている。



体育館  
(天井の高い部分は合板を使用)



普通教室



廊下



工期短縮のため、モルタル仕上げ面にラバー付きの床材を直接施工（都幾川中学校）



通常の施工 モルタル仕上げ面に下地合板を張り、床材を施工（玉川中学校）

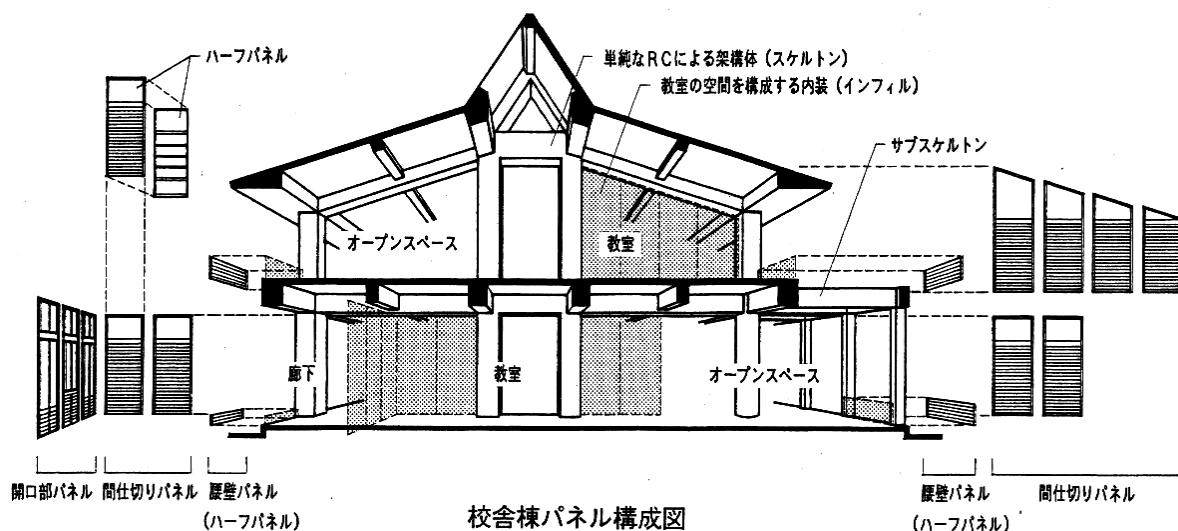
## ～同じ材の繰り返し使用～

RC造スケルトンと部品化された部材による木製インフィル  
(東京都八王子市立みなみ野小学校)【新築(RC造)】

### ○これからの学校としてのスケルトン・インフィル構成

今後の少子・高齢化社会を迎えるにあたり、新設校となるみなみ野小学校も、将来的には高齢者施設などへの用途変更も十分に考えられる。また、教育制度の変更による教室構成の変化などもあり得る。これらに対応可能なスケルトン(架構体)とインフィル(内装)として提案されている。

鉄筋コンクリート造のスケルトンは、必要以上の構造壁を持たない純ラーメン構造に近いカタチとなっており、腰壁はサッシと一体となったアルミパネルで構成されている。



### ○木製インフィルシステムの特徴

学校用の間仕切りには、スチール製や木質系の既製品があるが、子どもたちの健康や地場の産業に配慮された製品が無かったため、開発を行うこととなった。

#### ①子どもたちの健康への配慮

みなみ野小学校では、地場のヒノキ(人工林)を使用して、無垢材の持つ吸放湿性能による室内気候調整を期待すると同時に、鉄筋コンクリート造だけでは得られない質感と、身体寸法と応答する小さなスケールを生みだしている。塗装も、浸透性をもつ自然系のもので、安全性と防汚性に配慮している。



教室と廊下を仕切る木製インフィル



教室間とオープンスペースにしつらえられた木製インフィル

## ②コストに配慮したパネル工法

木製間仕切りについては、既製品のものも多く開発されている。しかし、既製のものは材工一式となり地場の材料や大工を前提とした構成となっていない。また、既製品では統一した品質の確保のために多くのコストが掛けられ割高となっている。この既製品のコストをより低減することを求められたため、この木製インフィルシステムでは、3種類の基本部材による構成を基本として、かつ工場でパネル化（ハーフパネル）を行い現場での工数の低減を図っている。この工場生産されたハーフ（片面）パネルは、現場で2枚合わさることで間仕切り用のフル（両面）パネルとなる。



ハーフパネルの施工

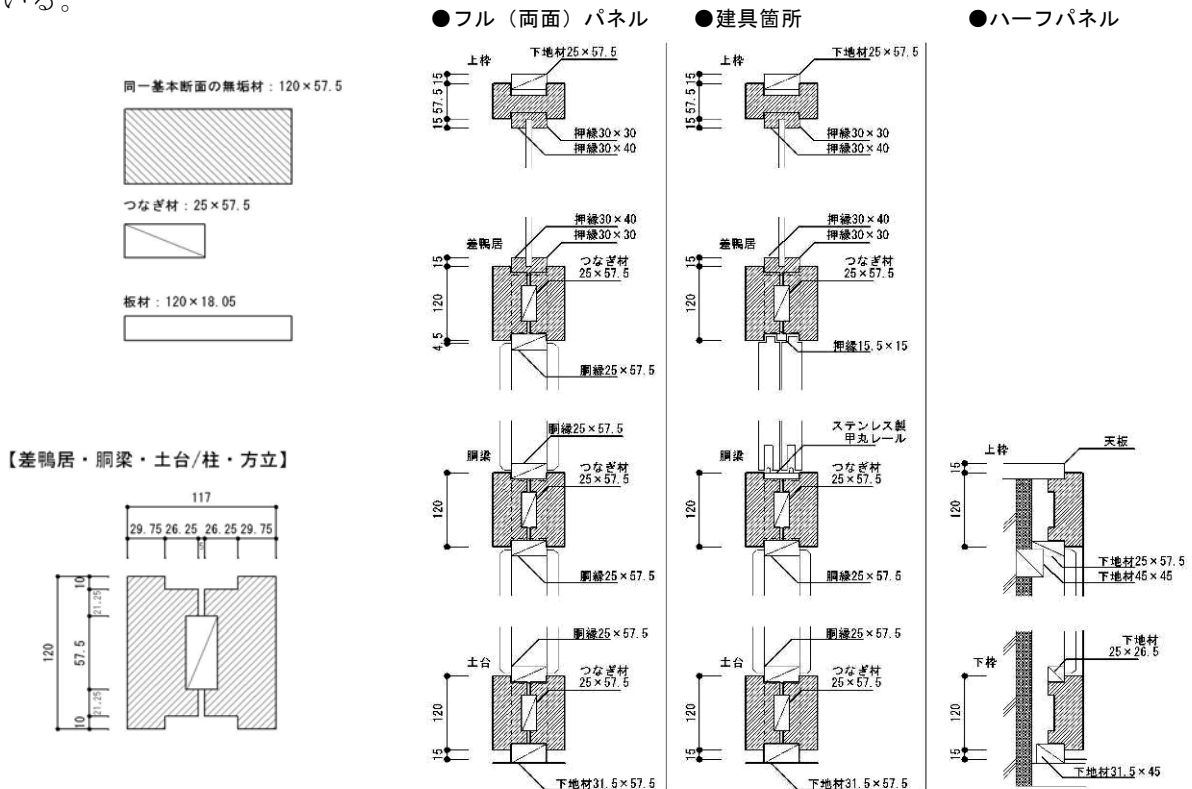


フル（両面）パネル

## ③パネルの構成部材

全てのパネルは、上枠、差鴨居、柱、土台が同一基本断面（120×57.5）を持ち、あとは、つなぎ材（25×57.5）と板材（120×18.05）の合計3種類により構成されている。この基本断面部材には同一寸法のしゃくりが施され、ガラス用の押縁、板壁用の胴縁、建具用のレールに対応している。

ハーフパネルを2枚合わせにする結合には、解体可能な伝統的な仕口である契りを用いている。





## ～維持管理に配慮した設計～

### メンテナンスフリーの屋根・外壁仕上げ、継手金物のボルトを露出 (栃木県茂木町立茂木中学校)【改築(木造)】

茂木中学校では、設計段階から他の木造校舎の事例等を調査し、耐用年数を鉄筋コンクリート以上に対応できるよう、外部の木材使用を極力抑え、木材をできるだけ風雨や紫外線にさらさないよう軒先を深くし、北面採光を活用すると共に、南面のテラスの丸太柱、手すり、デッキ以外は外部に木材を利用しない仕上げとしている。さらに、手すりとデッキのヒノキ板は全て1枚ずつ市販の木材寸法の部材で取り替え可能となっている。

なお、木造構造である以上、建物重量を如何に軽くできるかについても検討した結果、屋根や外壁にガルバリウム鋼板を採用することにより、メンテナンスフリーの建物となっている。

また、木造の構造上、継手部にはどうしても

金属金物を使用しなければならないことから、将来的にボルトの締め付け状況の確認が必要となり、経費を抑えるため継手金物のボルトは全て現しとした。

内部仕上げについては、床、壁、天井共に全て町で調達した天然乾燥の木材を使用することから、無垢材の狂いにも対応できるよう板材の厚さを仕上げ箇所によって区分し、床材のヒノキ材は18mm、壁材のスギ・ヒノキは12mm、天井材のヒノキは9mmとしている。

さらに、建物管理上最も苦慮するのは将来の雨樋の清掃であるが、神社仏閣の建物と同様に軒先の樋は設置せず、雨落ち対応の玉石側溝と軒先を深くしたため、現在のところ雨の跳ね返りや吹き込みもなく、今後の清掃費も生じることはない。



普通教室棟北面と特別教室棟北面の外観



普通教室棟南面の軒先



内部の木材継手状況

### 軒を張り出し、外壁にスギ厚板を使用(秋田県能代市立浅内小学校)【改築(木造)】

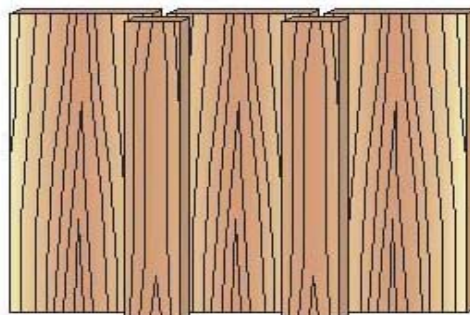
浅内小学校では、完成後の維持管理が簡単に行えるよう、設計段階からさまざまな配慮がなされている。

外壁は、耐久性を考慮し、カンナをかけていない秋田スギ厚板が使用されている。この外壁は風雨にさらされるため、高耐久性の天然塗料

で塗装している。カンナをかけていない板を用いることによって、塗料の吸収性が増すと考えられる。また、雨がかりや紫外線の影響をなるべく避けるため、2階のルーフバルコニーは、軒を大きく張り出した設計となっている。



全面秋田スギ厚板張りの外壁



耐久性の高い赤身を表面に出した張り方

**厚い床材を使用し、研磨して長く使う。外壁に木材を使用しない。  
(佐賀県佐賀市立小中一貫校北山校)【新築(混合構造)】**

小中一貫校北山校では、耐用年数を鉄筋コンクリート造に近づけるため、建物内部には木材を豊富に使いながら、外壁には木材を使用していない。床材には厚さが4cmあるスギ板を使用しているが、これは、無垢材を使用した際に起こる板の反りや曲りを防ぎ、汚れた場合や、傷

がついた場合も、研磨して長く使い続けられるよう配慮してのことである。

また、校舎についてはシックハウスの観点から、木材に塗装を施していないが、ランチルームについては食べこぼしが染みこんでしまうため、塗装を施している。



外観



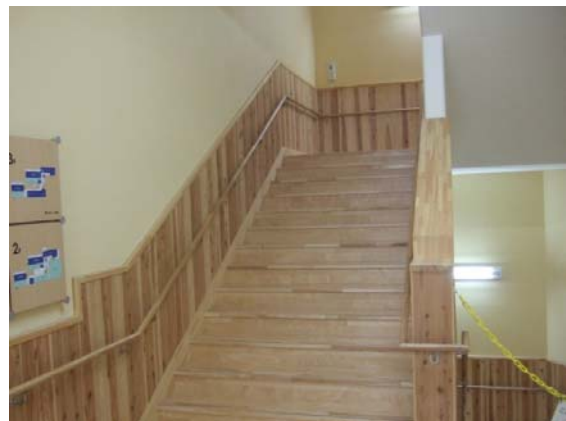
教室前の廊下

**水廻りの木材利用を避けたり、防腐処理を実施(東京都杉並区)【改築(RC造)】**

東京都杉並区では、区の方針で、改築時に合わせて内装の木質化を実施している。

木質化に当たっては、完成後の維持管理に配慮し、水廻りは腐りやすいため、木材の利用を避けたり、木材を利用する場合には、防腐処理を行う等の配慮をしている。

また、手垢等の対策で透明の塗装を行っている。このほか耐衝撃性を高めるため裏に合板を張る場合もある。



荻窪小学校

(右) 防腐処理をして水廻りに木材を利用、(左) 手垢対策として透明の塗装を施した階段の様子

### ○子どもの目線に立ったスケールと素材としての木質系仕上げ

本小学校は区画整理事業の核となるリーディングプロジェクトとして建設された。地域の景観形成に資するため、地域の谷戸の原風景を継承する緑空間を周囲と連続するよう配し、勾配屋根、アースカラーの外壁、建物の分節化など景観と調和するよう配慮されている。

休み時間に上足で利用できる木製デッキによる約 860 m<sup>2</sup>の中庭は「校舎のへそ」となり、囲み型の校舎を構成し、同時に自然採光や自然通風などの基本的な性能を満たし、学校および地域の活動・交流の場となるように計画された。

子どもの目線に立ち、スケールと素材への配慮を行っている。例えば、天井高を 2.75mに抑えながらも、高学年の3階教室は、勾配屋根を生かしてスギ材を貼った天井の高い空間としている。

床は全面北海道産のナラ材によるフローリングとし、また、木質インフィルとして壁や間仕切りなどに千葉県香取市産や茨城県常陸太田市産などの地場の木材を可能な限り採用している。

### ○メンテナンスへの配慮

この学校の目玉となる中庭と教室南テラスの木製デッキについて、国内の高耐久処理の木材と高耐久性を備えた外材との比較で、設計時点では双方同等の価格帯であったが、結果として施工では、今回の発注形態では残念ながら国産材が高くなり外材を利用している。

直接的に木材利用とは関係しないが、メンテナンスコストを削減するディテールとして、軒樋を設置せず垂れ流しとする形状や軒を深く出し外壁を保護する形状、外部塗装のフッ素の採用、ガラス面への自浄作用のある酸化チタンによる塗装などが用いられている。

内部への木材利用では、スギ材がかなりの源平で節も多かったため、濃い目の木材保護塗料を採用している。

木材保護塗料は、新築時は木材にプレナーやカンナ仕上げが施されているため、今までの経験ではなかなか所定量の木材の表面に塗料が乗らない。したがって、メンテナンスサイクルが短くなる恐れがあるため、半造膜系の木材保護塗料を採用している。竣工後のメンテナンスに当たっては安価な浸透系の木材保護塗料とすることで、メンテナンスサイクルとメンテナンスコストの軽減が見込まれる。

体育館の壁面にも木材を利用しているが、2階に観覧席を持ち 1,000 m<sup>2</sup>区画が確保できないため、不燃木材を採用している。

この不燃木材は、塗装が乗りにくく、これもかなり今回は苦勞するところとなった。



景観に配慮した外観



中庭のウッドデッキテラス



3階普通教室の板張り天井



アリーナの板壁

木部の再塗装や日常の清掃により、木造校舎を長く大切に使い続ける(岩手県遠野市)【改築(木造)】

土淵中学校は、周囲の風景に馴染み溶け込むようにという配慮のもと、地場の黒瓦と漆喰の白壁を基調とする周囲の民家と共通の意匠で整備された木造校舎である。木造校舎では、風雨や紫外線の影響で色あせなどが発生し、景観を損ねることがある。また、経年により塗装が剥げると、雨水の浸入により木部の腐朽も起こり得る。校舎の美観を保ち施設を長く使い続けるため、市内小中学校では、改築後10年から15年程度の間木部への再塗装を実施している。鋼材においても、経年変化による錆の発生に対応するための定期的な維持管理が必要であることを考えると、木部の再塗装は、木造であるがためのコスト増とはなっていないと言えることができる。

上郷中学校では、日常の木造校舎の維持管理として、ワックスや洗剤などの化学薬品の使用を控え、EM発酵液(有用微生物群)を使用した、子どもたちによる清掃活動が行われている。毎週金曜日、子どもたちは床にEM発酵液をスプレーし、乾いた雑巾で床を拭きとる。これにより木造の床に艶が出る。EM発酵液の利用は、上郷中学校以外の市内小中学校でも取組が進められている。

また、遠野市では、日常の維持管理に加え、夏季・冬季の長期休みに、傷みが目立つ学校に市内各校の用務員が集まり、1～2日でワックス剥離後、再ワックス掛けをする維持管理活動を行っている。

そのほか、平成21年度から、木造校舎の改築や内装を木質化する事業にあわせて、森林学習会の開催や地域材の馬搬の見学、集成材製作工場の見学などを実施して、森林の持つ機能、地域材の活用方法、環境の大切さを学習する教育活動にも取り組んでいる。



土淵中学校  
(いわて景観賞を受賞した木造校舎)



土淵中学校 校舎外観  
(上) 塗装前、(下) 塗装後



上郷中学校  
EM発酵液を使用した子どもたちの清掃活動



青笹小学校  
用務員の共同作業によるワックス掛け



## (5) 既存木造学校施設の耐震補強・改修の意義とその方法

木造学校施設は、戦前から昭和30年代に建設された施設も多く、地域の象徴であったり、文化的価値のある施設もある。しかし、それらの施設は、耐震性に問題があったり、老朽化しているため、安全安心で豊かな教育環境にする必要がある。まず、耐震診断の実施による耐震性の検討が課題であり、その上で、耐震補強や老朽施設の質的改修による再生整備、あるいは改築整備の実施を検討することとなる。どちらを行うかは、老朽化の状況、コストはもちろんのこと、施設の有効活用、現在の教育内容への対応、長寿命化によるCO<sub>2</sub>排出量抑制の環境対策面等について総合的に検討を行った上で判断することとなるが、地域の文化や景観継承の観点を考慮することも大事である。

以下では、木造学校施設について長く使うことの意義を紹介するとともに、耐震補強や改修のポイントを事例とともに紹介する。

### 木造学校施設の有効活用、保存の意義

- 木造学校施設は、戦前～昭和30年代に建設された古いものも多く、地域に密着して象徴となり、文化的価値のある施設もある。
- 改修や耐震補強により長く使用することは、施設の有効活用、CO<sub>2</sub>排出抑制の環境対策面に加え、地域の文化や景観を継承する意義もある。

木造学校施設は、適宜耐震補強や補修を実施することにより耐力を保ち、長く使用することが可能である。世代を超えて大切に使い続けられる木造学校施設は、建築物として木造文化を継承するとともに、地域の人々の心をつなぎ、児童生徒も含めた「もの」を大切にするという心を育む教育的な側面からも有効である。

#### 文化的価値のある木造校舎の耐震補強（愛媛県八幡浜市立日土小学校）

日土小学校は、昭和30年代前半に建築された木造校舎の学校である。当時八幡浜市の職員であった建築家の松村正恒氏の設計によるもので、建築的評価も高く、1999年にはDOCOMOMO JAPANにより日本のモダニズム建築20選の一つに選定されている。校舎全体に児童の活動の場所としての細やかな配慮がなされ、細部までそのデザインが洗練された空間である。平成21年には、旧校舎の耐震補強工事と新しい校舎棟の建設が行われた。耐震補強は、校舎の歴史を継承するように、意匠面、構

造面で既存校舎の形を踏襲するものとなっている。旧耐震基準で建てられた校舎棟は、現基準で求められる水準に対して、耐力が大きく不足していたが、既存の耐震要素の性能の向上を中心とした耐震補強により、耐震性は大幅に向上している。歴史的、文化的価値のある木造校舎を継承し、その安全性を確保しながら、学校施設として豊かな教育環境を提供し続ける日土小学校のように、活動の場としても使い続けられる文化的価値ある木造校舎の保存の意義は極めて大きい。（P26参照）



日土小学校 既存校舎棟



川に張り出したテラス（図書室に隣接）



## 木造学校施設の耐震診断・耐震補強の方法

- 木造学校施設の耐震診断や補強計画・設計について、実施できる建築士事務所や、判定が可能な耐震診断判定委員会を確保することは、(財)日本建築防災協会や文部科学省の提供する情報を活用することにより、十分に可能である。
- 木造校舎の耐震診断は、木造住宅用のマニュアルを用いて行うことが可能である。その際、木造住宅とは異なる木造校舎に特有な耐震性能形状を考慮する必要がある。
- 木造の講堂、体育館については、木造住宅との構造性能の違いがより大きくなるため、木質構造の専門家に耐震診断を依頼することが望ましい。
- 耐震診断を実施する際は、図面だけで判断するのではなく、実際の建物を現地調査し、適切に評価することが重要である。
- 木造施設は、耐震診断の結果、耐震要素の量、強度が不足していても十分に耐震補強が可能である。

学校施設は、児童生徒が一日の大半を過ごす活動の場であるとともに、非常災害時には地域住民の応急避難所としての役割も果たすため、その安全性の確保は極めて重要であり、耐震化が急務となっている。

木造学校施設の耐震診断や補強計画・設計については、これまでの実績が多くないことなどから、実施できる建築士事務所や、判定が可能な耐震診断判定委員会を確保することが困難であるとの声も聞かれるが、十分に可能である。(財)日本建築防災協会や文部科学省が提供している、実施可能な建築士事務所、耐震診断判定委員会等の情報を参考にすることができる。

※「耐震診断、耐震改修を実施する建築士事務所」一覧

(財団法人日本建築防災協会) <http://www.kenchiku-bosai.or.jp/seismic/jimusyo.html>

※「全国の耐震判定委員会」一覧

(財団法人日本建築防災協会)

<http://www.kenchiku-bosai.or.jp/Jimukyoku/NetWork/nwindex/nwindex61.htm>

木造学校施設の耐震診断や補強計画・設計の発注に当たり、建築士事務所を域内(市区町村内)で確保することが困難と見込まれる場合には、地域要件を域外まで拡大するとともに、ホームページや日刊業界紙へ発注情報を広く公表することなどによって、確保することが十分に可能であると考えられる。

木造学校施設の判定が可能である耐震診断判定委員会については、その混雑状況等を含め、文部科学省から文書により情報を提供しているほか、(財)日本建築防災協会のホームページにおいても掲載されているので、これらを活用して、あらかじめ連絡調整を行い、判定業務の実施について依頼することが重要である。

また、木造校舎等の耐震診断について、大規模木造施設の耐震診断の詳細な方法が示されたマ

マニュアルはないが、「木造住宅の耐震診断と補強方法」((財)日本建築防災協会)(以下、木造住宅の耐震診断法という)で示されている精密診断法を用いて診断が可能である。ただし、木造住宅と木造校舎の構造的特性の違いをしっかりと認識した上で、診断を行うことが重要である。

※戦前に建設された木造校舎等でも、筋交いなど西洋から入ってきた近代構法を用いているものは、木造住宅の耐震診断法を用いて診断を行うことができる。

(財)日本建築防災協会のホームページにおいて、木造住宅の耐震診断法で木造校舎等の耐震診断を行う場合に考慮すべき主な注意点が示されている。

(主な注意点)

- 1) 地震時荷重は住宅とは異なるので木造校舎等として地震時荷重を算定する必要がある。
- 2) 木造住宅と比較して木造住宅等の階高は高いので耐力算定時に階高補正が必要となる。併せて接合部による低減係数についても、(本来は)階高を考慮した修正が必要となる。
- 3) 校舎は教室など比較的大きな空間を構成しているため水平構面剛性に対する検討が必要となる。

※木造校舎等の耐震診断に「木造住宅の耐震診断と補強方法」を用いる場合の注意点

(財団法人日本建築防災協会 平成21年9月11日) <http://www.kenchiku-bosai.or.jp/topics/090914.pdf>

こうした点をしっかり理解する必要がある。

なお、水平構面(床、屋根)の剛性の検討にあたっては、以下の点に注意する必要がある。

水平構面の剛性が十分ある場合には、一部の領域に耐震性の問題があっても、他の領域に耐震性の余裕があれば、余裕のある領域が問題のある領域を助ける、いわゆる協働効果が期待できる。そのような場合には、建物を一体として耐震性の検討を行えばよい。しかし、木造校舎等のような大規模な木造施設では、水平構面の剛性を確保することが難しいことがある。したがって、まずは水平構面の剛性が確保されているかの確認を行う必要があるが、もし水平構面の剛性が不十分な場合には、一体で揺れることが想定される領域ごとに、耐震性の検討を行い、どの領域も耐震性があることを確認する必要がある。

昔の図面が残っていたとしても、その後、補修等がなされていることがあるので、実際の建物を現地調査し、適切に評価することが非常に重要である。

木造の講堂、体育館については、木造住宅との構造性能の違いがより大きくなるため、木造住宅の耐震診断法を活用して耐震診断を行うのではなく、木質構造の専門家に耐震診断を依頼することが望ましい。

木造施設は、耐震診断の結果、耐震要素の量、強度が不足していても十分に耐震補強が可能である。





## 木造学校施設の耐震診断・耐震補強の取組事例

### 文化的価値のある木造校舎の耐震補強（愛媛県八幡浜市立日土小学校）

建物概要 建物区分：校舎（中校舎、東校舎、西校舎）

構造・階数：木造2階建

延床面積：2,020 m<sup>2</sup>（中校舎 676 m<sup>2</sup>、東校舎 723 m<sup>2</sup>、西校舎 621 m<sup>2</sup>）

建築年：中校舎 昭和31年、東校舎 昭和33年、西校舎 平成21年

工事概要 工事期間：平成20年9月～平成21年6月

工事内容：（中校舎、東校舎：耐震補強）

必要な耐力壁を設置するとともに、既存間仕切り壁の土壁・筋かい・モルタル壁の補修・補強する等の工事を実施した。また、併せて既存建築の仕様を尊重しつつ内外装改修工事を実施した。

（西校舎：新增築）

地元で採れる樹木を集成材にして使用し、既存校舎のイメージを汲み取る形で新增改築工事を実施した。

#### ○耐震補強により使用することとした理由

日土小学校校舎は「日本独特の木構造によってモダニズム建築を実現していること」、「新しい教育のあり方を想定した近代的で計画的な空間構成が実現していること」によって、高く評価されている。

また、本建物は、日本の近代建築20選に選定（近代建築の保存と調査のための国際組織 DOCOMOMO（ドコモモ）の日本支部）されており、八幡浜市としても、将来的には、本建物を国の重要文化財としたいと考えている。このことから、改築とせず、耐震補強による整備を行うこととしたものである。

#### ○耐震診断、耐震補強計画、耐震診断判定の実施者

現地調査等、耐震診断、耐震補強計画：（社）日本建築学会四国支部日土小学校保存再生特別委員会

耐震診断判定：（財）日本建築防災協会

詳細設計：和田建築設計工房 和田耕一

設計の監理：（社）日本建築学会四国支部日土小学校保存再生特別委員会

工事の監理：（社）日本建築学会四国支部日土小学校保存再生特別委員会

#### ○建築士事務所等の選定方法

##### ・現地調査等、耐震診断、耐震補強計画

随意契約方式（一般建築技術に加え歴史的、文化的技法に対する高度な知識と経験が必要であり、文化的価値の高い建物等の調査、保存、改修に携わった実績が多いことから選定した。なお当該受注者は、本事業実施以前の日土小学校再生計画を検討する際に、立ち上げられた組織である。）

##### ・耐震診断判定

教育委員会において、文部科学省で作成された木造学校施設の判定ができる耐震診断判定委員会一覧をもとに選定（複数の耐震診断判定委員会に電話で問い合わせを行い、伝統文化財としての価値を残しながら行う耐震診断判定について、判定可能と回答があったことから決定。）

##### ・詳細設計

指名競争入札方式（指名業者は、市内及び県内から選定し、（社）日本建築学会四国支部日土小学校保存再生特別委員会の監修、指導を受けて設計等することを要件として選定した。）

##### ・詳細設計の監理

随意契約方式（現地調査等を実施した者であることから選定した。）

##### ・工事の監理

随意契約方式（現地調査等を実施した者であることから選定した。）

## ○耐震診断から耐震補強計画までの完了期間

12 ヶ月（うち、耐震診断判定期間5 ヶ月）

## ○現地調査、耐震診断結果と耐震補強方法

### ・現地調査

本建物は、これまでも様々な調査が実施されていたが、現況との不整合部分があるため、建物全体について調査を行った。特に、構造性能調査は、建物の現況を把握するとともに、今後の活用に向けての改修設計・耐震補強設計を行う際の基本資料とすることとした。

なお、調査項目は、建物全体の図面との照合を中心に、部材寸法、材料調査、損傷部位など構造性能に影響を及ぼす要因から仕上げの仕様までできる限り調査した。

### ・耐震診断

構造性能調査をもとに、木造住宅の耐震診断法である「木造住宅の耐震診断と補強方法」（財団法人建築防災協会）に準拠して耐震診断を実施した。なお、耐震診断は、次の条件により実施した。

- ①筋かいを90×90相当と考える
- ②Y方向の土壁を無視し、化粧合板を大壁として評価する。（実際は、合板は天井まで）
- ③X方向の丸鋼ブレースは、丸鋼端部の柱へのめり込み、柱の曲げ耐力、丸鋼の降伏で決定される耐力で評価する。
- ④X方向の腰壁、垂れ壁つき独立柱の耐力は考慮しない。
- ⑤柱頭・柱脚の接合は、ネイルプレートの性能を無視する。
- ⑥地震地域係数Zを1.0とする。（八幡浜市は0.9）
- ⑦偏心・床剛性の低減は考慮しない。
- ⑧劣化部材はなく全て健全とする。

### ・耐震診断結果

耐震診断結果は、次のとおりであり、耐震性がない（倒壊する可能性が高い）ことが判明した。特にX方向の耐震要素が極端に少なくなっていることが読み取れる。

表 校舎の耐震診断結果（現況）

校舎	階	必要耐力 [kN]	Y方向（短辺）		X方向（長辺）	
			保有する耐力 [kN]	評点 I <sub>w</sub> 値	保有する耐力 [kN]	評点 I <sub>w</sub> 値
中校舎	2階	179.63	94.05	0.52	22.79	<b>0.14</b>
	1階	364.88	192.37	0.53	65.63	0.18
東校舎	2階	193.85	107.83	0.56	40.88	<b>0.21</b>
	1階	400.96	184.40	0.46	90.87	0.23

### ・耐震診断基準

耐震性の有無は、「建築物の耐震診断及び耐震改修の促進を図るための基本的な方針」（国土交通省告示第184号）別添の別表第一に基づき、次の判定値により判断した。

$$\text{構造耐震指標 } I_w \text{ 値} \geq 1.0$$

### ・全体の改修方針

日土小学校の改修にとって最大の課題は、①「中・東校舎がもつ文化財としての大きな価値を守ること」と、②「現役の小学校として使い続けるために、現代的な学習環境としてふさわしい機能性や建築基準法による規制を満たすこと」を両立させることであり、次に留意して設計等を行った。

- (1) 文化財としての価値を尊重し、基本的に当初の状態に戻す。
- (2) 構造補強を行い、重要度係数1.25以上の耐震性能を確保する。

- (3) 東校舎の6つの普通教室の意匠は当初の状態に戻すが、実験台や調理台などを設置して特別教室に変える。
- (4) 中校舎の職員室まわりは改修し、運動場への見通しを確保する。
- (5) 中校舎の特別教室を改修して2つの普通教室とする。
- (6) 床の遮音性の向上、建具の改良、便所の更新など、各所の機能性を高める。



普通教室（改修後）



東校舎2階廊下（改修後）

#### ・耐震補強方法

本建物の各部材は経年の割に健全であり、なおかつ、基本となる構造要素は次のとおり取り揃えられていたが、その量が十分でなく、必要耐力に対して保有耐力が大幅に不足していた。

（耐震要素）

耐震壁としての丸鋼ブレースとその端部ディテール、屋根面の水平構面を構成する水平ブレース、教室の長いスパンを架け渡す鉄骨トラス、柱頭・柱脚、柱・梁接合部の金物補強等があった。さらに、本建物は、当初から、構造部材である木材の耐久性をあげるための工夫がなされていた。

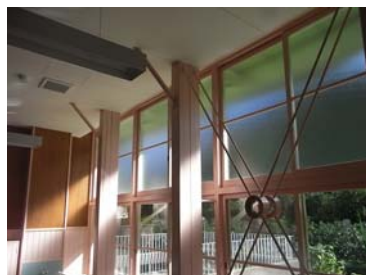
（構造部材である木材の耐久性をあげるための工夫）

柱脚木口の保護と水対策のための柱脚ディテール、柱を外部に露出しないカーテンウォール形式の採用、鋼製床束等、これらは、現在では当たり前のように用いられている構法であるが、当時としては画期的なものであった（建築当時、ここまで着実に実現している事例は少ない）。

耐震補強に当たっては、文化的価値の保存に配慮した。具体的には、耐震要素として活用可能な多くの要素を補修・補強・増設すること、また、壁面の増設や性能向上による補強を行うこととした。

（耐震補強の具体的内容）

耐力壁：建物長手方向は、丸鋼ブレースの増設や径の見直しにより現在の開放性を確保しながら必要な耐力壁を設置した。建物短手方向は、教室間の間仕切り壁の土壁・筋かい・モルタル壁の補修・補強を行い、耐震性を確保した。また、耐力壁の配置については、偏心が大きくなるようなバランスのよい配置となるようにし、柱・梁接合部、柱・土台接合を補修・補強し、耐力壁が十分に性能を発揮できるようにした。



二重に配した丸鋼ブレース

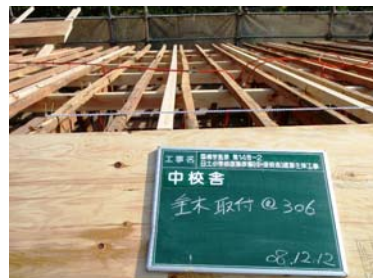


耐力壁補強の施工状況

床組・屋根：床組については、床振動、遮音などを考慮して剛性を見直しを行い、既存の火打ち、ブレースなどを見直し、水平構面としての機能を十分に発揮させるように必要に応じて補修・補強した。屋根については、不陸を調整し、鉛直荷重支持能力を向上させるとともに、水平構面としての機能を十分に発揮させるようにした。



ブレースによる屋根補強

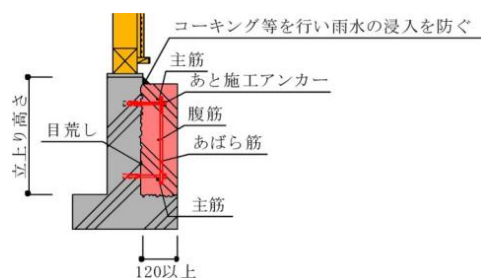


床の垂木・構造用合板による補強の施工状況

基礎：基礎については、コア抜き検査などの調査を行ったが、無筋の可能性が高いことから、必要に応じて、鉄筋コンクリート造の基礎を併設し、上部構造の耐力壁（壁・丸鋼ブレース）が十分に性能を発揮できるようにした。



鉄筋コンクリート造の基礎の併設



#### ・耐震補強結果

これらの耐震補強を実施したことにより、次のとおり耐震性が確保された。

中校舎 Iw 値：1.57  $\geq$  1.0      東校舎 Iw 値：1.32  $\geq$  1.0

#### ○耐震補強事業を実施した際の留意点

施工に当たっては、本校が重要な文化財であるとの位置づけから、八幡浜市教育委員会と（社）日本建築学会四国支部日土小学校保存再生特別委員会の連携のもと、設計及び工事全体を緻密に監理しつつ、継続的に対応した。また、設計変更に関する事項、現場で生じる種々の重要事項についての判断は、全て（社）日本建築学会四国支部日土小学校保存再生特別委員会と協議して、慎重に対応した。その他、文化庁調査官の助言指導を得て進化した。

## 筋交い等を設置する居ながら施工の耐震補強（三重県大台町立協和中学校）

- 建物概要 建物区分：校舎（南棟、北棟）  
構造・階数：木造1階建  
延床面積：1,350㎡（南棟811㎡、北棟539㎡）  
建築年：南棟 昭和24年、北棟 昭和25年、昭和26年
- 工事概要 工事期間：平成19年4月27日～平成20年2月29日  
工事内容：内外部については、筋交い及び耐震壁の設置による補強を行った。基礎については、打ち直し又は打ち増しによる補強を行った。

### ○耐震補強により使用することとした理由

本校は、近隣の中学校との統合を計画しているが、現時点ではその時期等が未定である。そこで、統合までの間、生徒が安心して学べる学校環境を確保するために耐震補強工事を実施することとした。

### ○耐震診断、耐震補強計画、耐震診断判定の実施者

- 耐震診断、耐震補強計画：株式会社アスカ総合設計  
耐震診断判定：松阪耐震診断判定審査委員会

### ○建築士事務所等の選定方法

#### ・耐震診断、耐震補強計画

特命随意契約（平成7年度に同校校舎の耐力度調査に従事し、また、過去の改修工事において多数、設計業務の実績があることから、同校校舎の構造等に精通していると判断し選定した）

#### ・耐震診断判定

教育委員会において、文部科学省で作成された木造学校施設の判定ができる耐震診断判定委員会一覧をもとに選定（当該耐震診断判定委員会に電話で木造学校施設の判定を実施できることを確認し、株式会社アスカ総合設計と打合せした上で選定した。）

### ○耐震診断から耐震補強計画までの完了期間

8ヵ月（うち、耐震診断判定期間 3ヵ月）

### ○耐震診断結果と耐震補強方法

#### ・耐震診断

木造住宅の耐震診断法である「木造住宅の耐震診断と補強方法」（（財）日本建築防災協会）に準拠して耐震診断を実施した。

#### ・耐震診断結果

耐震診断結果は、次のとおりであり、耐震性がないことが判明した。

構造耐震指標  $I_w$  値

南棟 X方向 0.24 Y方向 0.48

北棟 X方向 0.24 Y方向 0.50

#### ・耐震診断基準

耐震性の有無は、「建築物の耐震診断及び耐震改修の促進を図るための基本的な方針」（国土交通省告示第184号）別添の別表第一に基づき、次の判定値により判断した。

構造耐震指標  $I_w$  値  $\geq 1.0$

## ・耐震補強方法

耐震補強工事は、建設工事費、補強工事期間、仮設敷地及び授業、学校行事への影響等を検討した結果、「居ながら施工」によることとし、生徒への影響が少ない工法として、工期が短く騒音等の少ない、筋交い（壁）の設置による工法とした。



南棟東側外観



南棟西側外観

具体的な補強内容として、内部は各教室の既設間仕切り壁及び既設壁を撤去した上で、筋交いを使用した耐震壁を設置し、また、外部の補強は既設壁を撤去した上で筋交いを使用した耐震壁を設置もしくは既設壁の外面に筋交いを設置することとした。

基礎については、既設壁及び新設壁部分の基礎の打ち直し並びに教室間仕切り壁部分の打ち増し補強を行うこととした。

また、筋交いによる補強は、教室を使用するに当たって支障の少ない箇所に行うとともに、平面上バランス良く配置することとした。さらに、効果的に耐震性を確保するために、既設では1本の斜材で設置されていた筋交いを、たすき掛けとするとともに、筋交い設置箇所を極力少なくした。

X方向	既設筋交い撤去の上、筋交い（壁）設置	南棟 20 箇所	北棟 10 箇所
	新設壁設置	南棟 17 箇所	北棟 6 箇所
Y方向	既設筋交い撤去の上、筋交い（壁）設置	南棟 32 箇所	北棟 18 箇所
	新設壁設置	南棟 2 箇所	

## ・耐震補強結果

これらの耐震補強を実施したことにより、次のとおり耐震性が確保された。

構造耐震指標 I <sub>w</sub> 値	南棟 X方向	1. 2 8	Y方向	1. 1 0
	北棟 X方向	1. 2 1	Y方向	1. 1 4

## ○耐震補強事業を実施した際の留意点

### ・居ながら施工

施工に当たっては、工事範囲が校舎全体であったことから、施工区域を3工区に分割して順次施工を行うこととした。これにより、仮設校舎等を使用せずに工事を実施することができたため、当初予定よりも費用負担が軽減された。

第1工区(5月～9月) … 校舎南棟玄関から西側及び技術棟

第2工区(10月～12月) … 校舎南棟玄関から東側、校舎北棟の調理室及び理科室

第3工区(12月～2月) … 校舎北棟西側の保健室ほか特別教室

### ・その他

現地調査の際、土台や根太が腐朽していたことが判明し、設計に反映していたが、施工時に、想定していた以上に腐朽している土台や根太が見つかったため、当初予定よりも費用負担が大きなものとなった。

	[足助小学校]	[追分小学校]
建物概要	建物区分： 屋内運動場	校舎
	構造・階数： 木造1階建	木造2階建
	延床面積： 644 m <sup>2</sup>	836 m <sup>2</sup>
	建築年： 昭和13年	昭和35年
工事概要	工事期間： 平成18年6月22日～ 平成18年10月10日	平成18年6月15日～ 平成18年9月29日
	工事内容： <u>水平強度を増加するために構造用合板及び筋交いを設ける補強を実施</u>	<u>水平強度を増加するために構造用合板及び筋交いを設ける補強を実施</u>



外観（足助小学校）



外観（追分小学校）

### ○耐震補強により使用することとした理由

既存学校施設を長く利用する市の方針から、耐震補強により長く利用できる施設については、改築ではなく、耐震補強により施設を有効利用することとしている。

### ○耐震診断、耐震補強計画、耐震診断判定の実施者

耐震診断、耐震補強計画：株式会社 トクオ

耐震診断判定：社団法人 建築・設備維持保全推進協会 中部地区耐震診断評価委員会

※足助小学校、追分小学校の耐震補強事業は、それぞれに発注・契約したものである。

### ○建築士事務所等の選定方法

#### ・耐震診断、耐震補強計画

指名競争入札方式（県内本支店業者で過去に耐震診断実績（木造、非木造問わず）があること等を要件とした）

#### ・耐震診断判定

教育委員会から示した、文部科学省作成の木造学校施設の判定ができる耐震診断判定委員会一覧をもとに、建築士事務所が選定した。

### ○耐震診断から耐震補強計画までの完了期間

8ヵ月（うち、耐震診断判定期間3ヵ月）

### ○耐震診断結果と耐震補強方法

#### ・耐震診断

耐震診断対象施設が伝統的な軸組構法を主体としていることから、限界耐力計算法に基づく層間変形角による耐震診断を行うこととし、「伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル」（2004年発行 著者：木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会 出版社：学芸出版社）を基準として利用した。

この診断方法の特徴は、地表面の最大加速度（地震力）と建物の応答変形（傾き）の関係から耐震性能を評価する応答スペクトル法を行えることであり、例えば継手・仕口部に金物をほとんど使用しない伝統的な軸組構法の木造建物に多く用いられる方法である。

※現在では「木造住宅の耐震診断と補強方法」（財）日本建築防災協会を用いて、耐震診断をすることも可能である。

#### ・耐震診断結果

耐震診断結果は、次のとおりであり、耐震性がないことが判明した。

[足助小学校]

	耐震診断結果	基準値
損傷限界稀地震時 層間変形角	1/67 (耐震性無し)	rad ≤ 1/120
安全限界極稀地震時 層間変形角	— (耐震性無し(※))	rad ≤ 1/15

[追分小学校]

	耐震診断結果	基準値
損傷限界稀地震時 層間変形角	1/101 (耐震性無し)	rad ≤ 1/120
安全限界極稀地震時 層間変形角	— (耐震性無し(※))	rad ≤ 1/15

※ 「—」は、安全限界極稀地震時の応答層間変形角が1/15 (rad) を満足しない（倒壊する）ことを示している。

#### ・耐震診断基準

耐震性の有無は、次の判定値により判断した。この判定値は、(社)日本構造技術者協会の示す定量的評価に応じたもので、本判定値を用いるに当たっては、あらかじめ、判定予定の耐震診断判定委員会へ、その妥当性を確認した。

損傷限界稀地震（震度5強程度） rad ≤ 1/120

安全限界極稀地震（震度7程度） rad ≤ 1/15

なお、現在は「建築物の構造関係技術基準解説書」に木造の安全限界変位として、通常の構法であれば1/30を下回ることはないなどの考え方が示されている。

#### ・耐震補強方法

耐震補強については、水平強度を増加するため、筋交い、構造用合板及び合板小壁を用いた耐震補強方法とした。この筋交い及び構造用合板の設置位置については、①著しく内観、外観を大きく変えない、②可能な限り現状の雰囲気を壊さずに補強する、③利用を妨げない等を踏まえた上で、平面上バランス良く設置することとし、構造上主要な部分（小屋裏部分等）については金物等による補強を実施した。



筋交いによる壁補強（足助小学校）



筋交いによる壁補強（追分小学校）



なお、足助小学校の場合には、屋内運動場という性質上、内部の空間を確保する必要があり、内部へは壁を設置することが出来なかった。そのため、屋根面の剛床を確保するため鉄筋ブレースや金物等による補強を行うとともに、既存の外部筋交いバットレス（控壁）を有効活用し、内壁内側1.8mの位置にある柱に対し筋交いを新設することによって、全体の耐震性を確保することとした。



内壁内側柱に対する筋交い（足助小学校）

外部筋交いバットレス（足助小学校）

〔足助小学校〕

X方向 構造用合板 17箇所設置、筋交い 20箇所設置  
 Y方向 構造用合板 26箇所設置、筋交い 12箇所設置  
 屋根ブレース 32箇所設置

〔追分小学校〕

2階 X方向 構造用合板を 12箇所設置、筋交い 8箇所設置  
 1階 X方向 構造用合板を 20箇所設置、筋交い 18箇所設置、  
 合板小壁を 35箇所設置  
 Y方向 構造用合板を 20箇所設置

・耐震補強結果

これらの耐震補強を実施したことにより、次のとおり耐震性が確保された。

〔足助小学校〕

	耐震診断結果	基準値
損傷限界稀地震時 層間変形角	1/212 (耐震性有り)	rad ≤ 1/120
安全限界極稀地震時 層間変形角	1/30 (耐震性有り)	rad ≤ 1/15

〔追分小学校〕

	耐震診断結果	基準値
損傷限界稀地震時 層間変形角	1/186 (耐震性有り)	rad ≤ 1/120
安全限界極稀地震時 層間変形角	1/31 (耐震性有り)	rad ≤ 1/15

○耐震補強事業を実施した際の留意点

・設計上の注意点

耐震補強工事を実施した際に、筋交いを設置するために、既存仕上げ材を撤去したところ、床や壁が木材の腐朽等が予想より傷んでいる部分もあったり、土台や基礎が図面通りでないなど、耐震診断や耐震補強設計を行う際には、現地調査を詳細に行うことが重要であると痛感した。

・施工監理の際に注意した点

筋交いを設置する際に、既存部材と金物を用いて接合するが、接合状況等の確認を多く実施した。床や小屋組を定期的に点検して、部材の確認を行う必要があった。

### (参考)「木造住宅の耐震診断と補強方法」の見直し

現在、「木造住宅の耐震診断と補強方法 木造住宅の耐震精密診断と補強方法(改訂版)」(2004年発行 財団法人日本建築防災協会)については、2010年度内の改訂発行を目標に、運用実態に合わせた診断法の修正、解説や補強技術データの充実などを目的に検討作業が行われている。この検討作業では、診断対象を住宅だけでなく、学校建築などの非住宅へも広げることも課題の1つとなっている。学校建築等の非住宅の耐震性を考える上では、P136で紹介した“注意点”にもあるように、1)地震荷重算定時に想定すべき固定荷重、積載荷重、2)階高、3)構面間の距離などが住宅とは異なることに配慮する必要がある。検討作業では、これらを踏まえて非住宅向けの評価方法が検討されている。以下に、それらの検討の要点を簡単に紹介する。

地震力は、固定荷重、積載荷重等の和に、建物の揺れの加速度を乗じて与えられる。住宅と学校建築では使用材料が同じ木材でも、断面寸法などが異なる可能性がある。また、家具などの什器が異なる。想定すべき人の数も異なる。そこで、固定荷重、積載荷重を学校建築用に見直す必要がある。

階高が異なると例えば、主な耐震要素である筋交いでは傾斜角が異なってくる。傾斜角が変れば、その耐力も剛性も変わってくる可能性がある。耐震要素の耐力や剛性を学校建築用に見直す必要がある。

学校建築では、構面間の距離が住宅に比べ、大きいことが予想される。住宅では、地震時に建物全体がある程度一体として挙動すると考えられる。しかし、学校建築ではそうとは言い切れない。そこで、そのような挙動を想定した耐震性の評価が必要となる。梁などの横架材の長さも異なる。端部の接合部には住宅以上の強度が必要となる可能性がある。



## 改修による温熱環境等の向上

- 既存木造学校施設は改修することにより、建物の環境性能を向上させ、教育環境を改善することができる。
- 古い木造施設でも改修して断熱性や気密性を向上させることにより、温熱環境を向上させることができる。
- 環境を考慮して改修することは、改修プロセスや改修後の施設について、児童生徒や地域住民の環境・エネルギー教育の教材として活用することができる（エコスクールの整備）。

既存学校施設を改修や耐震補強により長く使用することは、P134にあるように、施設の有効活用、CO<sub>2</sub>排出量抑制の環境対策面に加え、地域の文化や景観を継承する意義がある。さらに、古い木造校舎であっても、改修により、建物の環境性能を向上させることができる。

### 文化財として登録した学校を竣工当時のものを再現しつつ、耐震補強、環境を考慮した改修を実施（愛媛県伊予市立翠小学校）

築77年（1933年竣工）の赤い屋根の小学校は、愛媛県内の現役最古の木造校舎で、改修工事着工前に伊予市の指定有形文化財に登録された。環境省の学校エコ改修事業の補助を受け、最新の技術で改修中、文化財の良さを残すという難しい取組であったが、多くの方の協力を得て完成した。



東側外観：県内産のスギ板の下見板張りの外壁



昭和の改修でアルミサッシになっていたものを、機密性の高い木製サッシに改修

### ○文化財としての価値を残しつつ改修

外壁は古い卒業アルバムのセピア色の写真と周辺に住んでいる高齢者への聞き取り調査などをもとに、竣工当時のものを再現したかたちで、県内産のスギ板下見板張りに木材保護塗料仕上げとした。

内壁の腰板には県産材のスギ板を張り、77年の経年変化の色を意識したが、協議の上、無塗装とし、木の香りと経年変化を待つことにした。また、スギ板と思われた天井板も昭和の改修でスギ桎合板に替えていたが、竿縁を撤去復旧した後に、当初のスギ板張りに戻すこととした。



内部のスギ板の腰板とスギ板竿縁天井



職員室からグランドへの視認性をよくするためのポリカーボネード製の耐震壁

## ○耐震補強

耐震補強は、東京大学の調査と耐震診断をもとに、耐震改修設計を行い、日本建築防災協会の耐震評定を受けた。平面計画は、新しい教育環境を意識し広い廊下との関係性、大きな教室のゆとりを考慮して、学習スペース、ワークスペース、教師スペースの空間配分をした。



構造検討のための既存構造スタディ模型

## ○環境を考慮した改修（新エネルギーの導入）

指定有形文化財の保全計画の範囲内で、教室から外の緑のゾーンへのデッキを木造で作り、屋根に太陽熱温水パネルを載せて「エコデッキ」と呼びエコ改修の対象とした。小型風力発電機の設置と屋根材一体型太陽光発電パネルで葺いた校務員棟と渡り廊下も木造で計画した。



エコデッキ外観、手前にレンガ造りの既存焼却炉



エコデッキの俯瞰、手前は環境教育のためのビオトープ



屋根材一体型太陽発電パネルの屋根と小型風力発電機

## ○環境を考慮した改修（温熱環境の向上）

温熱光風環境の改善に当たっては、2007年に慶応大学で温湿度、日照時間の年間記録を採取し、使用電力量、暖房時の灯油使用量もあわせて改修予測を立てて、設計目標の裏付けとすることができた。

断熱材には、古紙を利用したセルロースファイバーを使用し、天井160mm、壁90mm、床下130mmに吹き込んだ。開口部は気密性の高い木製サッシに復元、一般部のガラスはペアガラス、西日を受ける窓にはLow-Eペアガラスと木製ブラインドを採用し、夏の西日対策に落葉樹の中高木を植えた。1階の階段室前には中空ポリカーボネード製の可動間仕切りを採用し、冬季の児童の移動も暖房領域から寒い外気に触れることなく移動できる経路を確保した。また、暖房器具には以前使っていた石油ストーブから、木質ペレットストーブに変更してCO<sub>2</sub>の削減にも考慮した。なお、木質ペレットは県内産木材の製材時の辺材で作られたものを使用している。



セルロースファイバー断熱材



気密性の高い木製サッシ



西日対策の中高木



冬季の暖房として木質ペレットストーブの採用



開放廊下の冬季対策としての開放階段室前の可動間仕切

## 4 木材を利用した様々な空間

木材は、材種により風合いや色目などが異なるため、使用する木材により異なる雰囲気空間を演出することができる。また、床、壁、天井の全てを木材仕上げとする場合や、木材をアクセントとして用いる場合など、木材の使い方によっても様々な印象の空間を創り出すことができる。本章では、木材を利用した様々な雰囲気を持つ空間の事例を写真とともに紹介する。

### 自然や町並みに溶け込む木の学校



川上村産のカラマツをふんだんに使用。主構造は村産のカラマツの集成材。カラマツの原生林「美林」をイメージした形態の柱を形成している。(左)管理棟外観、(中央)グラウンド側からの外観、(右)中庭の様子

長野県川上村立川上中学校



校舎全体は、川側に寄せられており、川に向かって開放的な空間となっている。  
(上)グラウンド側校舎外観  
(左)川側の校舎外観

愛媛県八幡浜市立日土小学校



旧今庄町は、北陸への玄関口にある宿場町として栄え、昔ながらの町並みが今なお残っている。校舎の外観や仕上げにその要素を取り入れ、今庄の気候風土にあった町並みに溶け込むデザインを採用。

(上) グラウンド側外観、(左) 正面外観

福井県南越前町立今庄小学校



愛媛県内で現在最古の木造校舎。改修時に外壁は、セピア色の古い卒業アルバムの写真と周辺に住んでいる高齢者への聞き取り調査などをもとに、竣工当時のものを再現したかたちで、県内産のスギ板下見板張りに木材保護塗料仕上げとされた。(左) 東側外観、(右) 木製のサッシ

愛媛県伊予市立翠小学校



城下町の中心に位置する木造校舎であり、学校を含んだ周辺地域が三重県都市景観大賞を受賞している。  
(左) 正面外観、(中) 普通教室棟中庭、(右) 校舎外観

三重県伊賀市立上野西小学校

## 木の教室空間



スギ丸太の登り梁を採用し、そのまま見せる仕上げとなっている。子どもたちも、どのような構造でできているのかが一目瞭然に確認できる。

栃木県茂木町立茂木中学校



普通教室は、外周を全面開口としたオープン形式。普通教室の奥には、2教室で共用の多目的コーナーが設けられている。

### 【施設利用者の声】

- ・白木が利用されているため雨の日でも明るい。
- ・光が差し込み明るく心地よい。

愛媛県八幡浜市立日土小学校



集成材や内装材に、ふんだんに今庄産のスギを使用。  
 (左) 普通教室の様子  
 (右) 子どもたちのデザインによるサイン

福井県南越前町立今庄小学校



普通教室の天井には、吸音スギ樹皮ボードを使用。

秋田県能代市立浅内小学校



【施設利用者の声】

- ・木部が無塗装であるため、湿度が高い時も結露しにくく、廊下がすべらないので安全。また、シックハウスなどの心配が少ない。
- ・木のぬくもり、柔らかさが感じられ落ち着く。
- ・木材の断熱効果で、コンクリート剥き出しの学校に比べると、底冷えしにくい。
- ・木の香りがしてよい。

佐賀県佐賀市立小中一貫校北山校



普通教室は、両面採光が確保されている。天井は、格子天井が採用されている。

東京都稲城市立若葉台小学校



## 木の音楽室



長野県川上村立川上中学校



三重県熊野市立有馬中学校

### 【施設利用者の声】

- ・音楽室は音響効果も考えられていて、素晴らしい雰囲気と音の中で学習できる。
- ・柔らかみのある温かい感じと木の香りがよい。
- ・机、椅子までカラマツで出来ており視覚的にもやさしく感じる。

## 木のランチルーム



長野県川上村立川上中学校

### 【改修の事例】

内装を木質化することで、あたたかみのあるランチルームにリニューアル。



福島県北塩原村立さくら小学校（RC造）

## 木の図書室



図書室とベランダ。ベランダの先端は、校舎沿いの川の上に突き出しており、ベランダを支える木の柱は敷地内から斜めに伸びている。

### 【施設利用者の声】

- ・図書室は、明るくてとても気持ちがよく、川を眺めてリラックスできる。
- ・ベランダは風が通って心地よい。

愛媛県八幡浜市立日土小学校



埼玉県ときがわ町立萩ヶ丘小学校



子どもたちのくつろぎの場として、床、壁、天井の全面を木質化。

埼玉県ときがわ町立都幾川中学校 (RC 造)

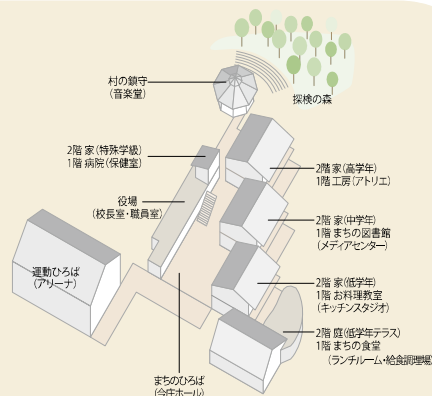


東京都杉並区立高井戸小学校 (RC 造)



内装が木質化された図書室。家具も木製のものが使用されている。

## 木のホール



校舎の中心に設けられた、地域の人も集う今庄ホール。子どもたちと地域住民の交流を育み、地域の目で子どもたちを見守る。

福井県南越前町立今庄小学校



### 【施設利用者の声】

- ・全体が穏やかで居心地がよい。
- ・エントランスホールは、カラマツ林の中で生活している感覚になる。(上) 玄関外観、(右) エントランスホール

長野県川上村立川上中学校



玄関ホールに、町木であるケヤキの柱を設置。伝統技術を表現するため、幹の形をそのまま利用した「手斧（ちょうな）削り」で仕上げている。

(上) 玄関付近のポーチ

(左) 吹抜けのエントランスホール (左奥が手斧ケヤキ柱)

栃木県茂木町立茂木中学校

## 木の廊下



木質化された廊下。普通教室と廊下との間仕切りをすべて可動にして、廊下拡張型のワークスペースと一体で活用することで、多様な学習形態に対応できるようになっている。

愛知県名古屋市立植田東小学校 (RC 造)



### 【施設利用者の声】

- ・廊下は、晴れた日に日なたぼっこができるのでお気に入り。

愛媛県伊予市立翠小学校



教室の両面採光を確保するため、廊下の天井を低く抑え、左手にある光庭に、光が入りやすいよう工夫されている。  
天井には剛性を高めるため、鉄骨ブレースが設置されている。

### 【施設利用者の声】

- ・廊下は、歩いていた気持ちよくなる。

愛媛県八幡浜市立日土小学校

## 木の階段



旧校舎の改修にあたり、使える材料は再利用している。

埼玉県ときがわ町立萩ヶ丘小学校



愛知県名古屋市長植田東小学校 (RC 造)

愛媛県八幡浜市立日土小学校

## 木を使った教室まわりの空間



富山県滑川市立西部小



間伐材を利用して内装を木質化し、あたたかみのある空間にリニューアル。



## 木のラウンジ



昇降口前に設けられた、木質化されたスクールラウンジ。

【子どもたちの声】

- ・木のおいがして清潔感がある。
- ・あたたかみがあっていい。

愛知県名古屋市立植田東小学校 (RC 造)



幅の広い廊下状の空間で校舎間をつなぎ、ラウンジにもなり、子どもたちの居場所となっている。

愛媛県八幡浜市立日土小学校



内装を木質化し、生徒達のラウンジを整備。地域材を活用した木製家具を備えている。

埼玉県ときがわ町立都幾川中学校 (RC 造)

## 木と畳の空間



埼玉県ときがわ町立玉川保育園



【保護者の声】木の香りがして落ち着いた感じが素敵である。ここで学べる子どもたちは幸せ。

愛知県名古屋市立植田東小学校 (RC 造)

## 丸太の空間



樹齢 65～95 年のスギ丸太 500 本を通し柱や登り梁に活用。2～4 m おきに連立しているスギ丸太により、特徴的な空間が構成されている。

栃木県茂木町立茂木中学校



学校を支える柱として、町有林のスギが活用されている。2 層吹抜のホールには直径 50cm、長さ 10～12m の磨き丸太 11 本が使用されている。

福井県南越前町立今庄小学校

## 掲示しやすい木の空間



東京都杉並区立荻窪小学校 (RC 造)

埼玉県ときがわ町立萩ヶ丘小学校

内装が木材であると、画鋏でどこでも簡単に掲示が可能で掲示の自由度が高まる。吊して掲示することもできる。

## 伝統工法を採用した木の空間



宮城県栗原市立一迫小学校

伝統的な木組みをアレンジした木の昇降口。  
学校にとってモニュメンタルな空間となっている。



高知県立中芸高等学校

伝統的な木組みを生かした武道場。



日本古来の井桁組を題材にした井桁工法を採用し、長スパンを実現。

(左) 多目的スペースで合唱の練習

(上) 図書室と井桁天井

栃木県茂木町立茂木中学校

## 木を使った外部空間



愛媛県八幡浜市立日土小学校

(左) ウッドデッキの中庭  
(右) 川に張り出した木製のテラス



山梨県昭和町立押原小学校

教室に連続したウッドデッキと日照調整の役も果たす木製パーゴラ。

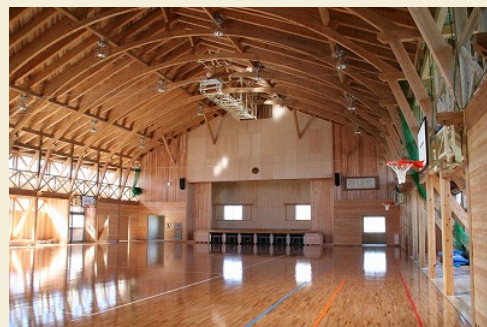


## 木の体育館



秋田県能代市立浅内小学校（トラス架構）

梁は通直集成材を組み合わせ強度を確保。壁にはスギ材の難燃性合板を使用。



大分県中津市立鶴居小学校（アーチ架構）

土台から屋根部分にいたるまで地元産のスギ、ヒノキを使用し、金具の使用を抑えた伝統的な工法で建設。



栃木県茂木町立茂木中学校（トラス架構）

スギの本実加工の無垢板材の横羽目仕上げの上に、スギ板リブ材を貼ることで、均一した強度をもった壁の仕上げを確保。



福井県南越前町立今庄小学校（アーチ架構）

2mピッチで連続するアーチはベイマツとし、つなぎ梁や越屋根のトラスに町有林のスギを使用。



佐賀県佐賀市小中一貫校北山校（RS造・トラス架構）

体育館の床は、強度を上げるため、スギ材の圧縮材を使用。



岐阜県高山市立中山中学校（アーチ架構）

集成材を見せる仕上げとしている。

## 生徒や地域住民が参加した木の学校



ワークショップの様子



サインの絵を描く子ども



放送室サイン



ランチルームのサイン

地域住民も自分たちの町の学校として積極的に利用できるよう、先生、PTA、地域住民の参加するワークショップにより設計を進め、その結果、参加者の思いが詰まった今庄ならではの学校となっている。また、施工期間中には子どもたちが学校のサインづくりに参加し、子どもたちが描いた元気いっぱいのサインで学校中が彩られ、親しみのある建物となっている。

福井県南越前町立今庄小学校



地元のスギ材を活用して、子どもたち、保護者及び学校関係者が協力して校舎の内装木質化を行った。内装工事の際、内装材の裏面に子どもがメッセージを書くことで、校舎に対する思い入れが強くなる。

長野県山ノ内町立北小学校、西小学校

## 5 木材を利用した学校づくりに関する今後の課題

木の学校づくりを着実に進めていく上で、学校関係者のみならず、自治体、森林組合、民間業者等が地域一体となった連携が不可欠である。木材調達から建設までの体制づくりにおける今後の課題として、以下のようなことが考えられる。

### ～木材利用が進む社会システムづくり～

大規模な木造建築物は、一時期に大量の木材を調達する必要があるため、小手先の対応は困難であり、川上から川下まで、生産者から発注者、設計者、施工者まで、木を使うことについての共通理解をもち、木の建築づくりのための地域のネットワーク、社会システムを再構築することが必要である。

このためには、一般の住宅に比べて、長尺や断面の大きい木材が一時期に大量に必要なという公共建築物の整備に対応した、品質・性能の確かな木材製品を安定的に供給できる加工体制の整備、木造設計の担い手の育成、耐火性能の高い木材製品の技術開発・実用化が不可欠である。さらに、都道府県、市町村における木材利用推進体制の構築、地域の関係者による自主的な研究、課題解決などの取組も重要である。

学校建築は、このように地域の関係者のつながりが不可欠なものであり、木材利用が進む社会システムづくりの大きなきっかけになり得るものである。このことが、地場産業の活性化、雇用の確保に加え、健全な森林の育成を通じた地球温暖化の防止や循環型社会の形成にも貢献するものである。

### ～コンサルティング的役割を担う組織～

学校施設は大規模であることから、設計、施工、材料供給など、一般の住宅とは異なった対応が必要になる。このため、国、都道府県等が学校施設における木材利用を進めるための体制の整備、情報の提供、支援を行っていく必要があるが、木材利用を進める場合、整備計画の検討から木材の調達、設計、施工にいたるまで、通常の鉄筋コンクリート造以上に地域の関係者の連携が求められる。

今後は、各地域において、学校施設での木材利用の実績を積み重ね、ノウハウを蓄積し、それを活かして、取組を進める必要があるが、将来的には、設計—施工—行政（建設・教育）—材料供給（森林・木材）—地域住民など、関係者の連携を総合的に支援するため、コンサルティング的役割を担う組織の形成も期待される。

### ～規格材の流通促進による価格情報の提供と効率的な積算手法の確立～

学校をはじめとする公共施設は、戦後、多くは鉄筋コンクリート造や鉄骨造によって建築され

てきた時期があったことから、地方公共団体や建築の現場では、鉄筋コンクリート造や鉄骨造に慣れている。建設資材については、生コンクリートや鉄筋などの価格は、地域ごとに建設物価等の資料から容易に入手でき、品質についても J I S で規定されているため、全国的に同等の品質の資材を入手することが可能である。また、積算についても、「歩掛り」等の簡便な計算方法によって計算することができる。

一方、木造では、構造用合板や中断面集成材などの規格品や、3～4 m の正角材等では全国的に見てほとんど同じ価格であるが、公共建築物に必要な大きな断面や特別な品質の部材では、地域によって価格が異なるか、あるいは製品自体が常に市場に出回っていないものもある。そのため、建設物価等の資料に価格が掲載されておらず、そもそも参考となる過去の売買実績がない場合もあることから、発注する職員にとって適正な資材価格を判断することが困難であると考えられる。

こうしたことから、公共施設に必要な大きな断面、長さの部材についても規格化し、より流通させることによって、部材がコストダウンするだけでなく、幅広い種類の部材の価格が建設物価の資料に反映され、信頼性の高い価格情報が提供されるとともに、これらを活用した積算手法が確立されることが望まれる。



## 參考資料

---



# 「学校の木造設計等を考える研究会」実施要領・委員名簿

## 学校の木造設計等を考える研究会 実施要領

平成21年7月2日

林野庁長官決定

文部科学省大臣官房文教施設企画部長決定

### 1 趣旨

木材は、再生可能でカーボンニュートラルな資源であるとともに加工等に必要なエネルギーも低い「環境にやさしい」資材であり、その利用を通じて「低炭素社会」の構築に大きく貢献することが可能である。また、感触のやわらかさ、あたたかさ、高い吸湿性など、人にやさしい天然素材でもある。

このような木材の利用を学校施設の整備において推進することは、豊かな教育環境づくりを進める上で大きな効果が期待できる。

このため、地方公共団体や設計者等が、学校施設の木造化に取り組みやすくするための方策について検討を行う。

### 2 検討事項

- ・木材の利用の意義と効果について
- ・木造化に取り組みやすくするための方策について
- ・その他

### 3 実施方法

別紙の学識経験者等の協力を得て、2に掲げる事項について検討を行う。なお、必要に応じて、他の関係者の協力を求めることができる。

### 4 その他

この研究会に関する庶務は、林野庁林政部木材利用課と文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課において処理する。

別紙

## 学校の木造設計等を考える研究会 委員名簿

座長	委員	長澤 悟	東洋大学 理工学部建築学科 教授
	委員	山辺 豊彦	有限会社山辺構造設計事務所 代表取締役
	委員	加来 照彦	株式会社現代計画研究所 取締役
	委員	飯島 泰男	秋田県立大学 木材高度加工研究所 教授
	委員	小林 大介	横浜国立大学 教育人間科学部技術教育講座 講師
	委員	岡田 恒	財団法人日本住宅・木材技術センター試験研究所長
	委員	青井 秀樹	独立行政法人森林総合研究所 主任研究員
	委員	小崎 正浩	栃木県茂木町教育委員会 生涯学習課課長補佐
	オブザーバー	国土交通省	



## 木材を活用した学校施設の紹介事例の工事費等

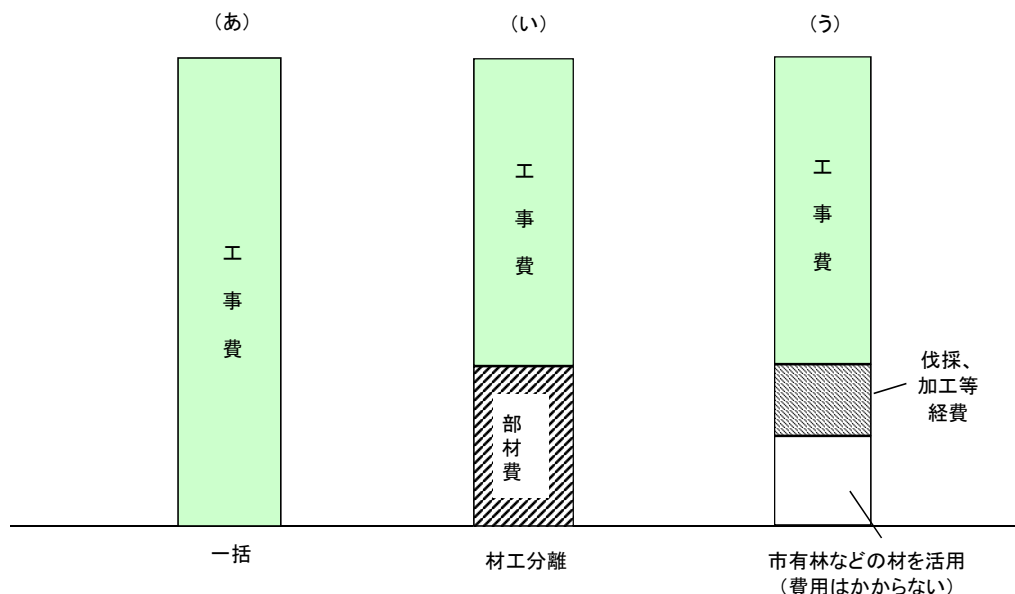
事例として取り上げた学校のうち幾つかについて、工事費、木材調達の形式等を紹介する。

設置者名	学校名	建物区分	工事区分	工事期間	構造階数	延床面積 (㎡)	工事費一式 (千円)	伐採、加工等経費 (千円)	部材費 (千円)	伐採、加工等経費 (千円)	単価 (千円)	木材使用量 (m <sup>3</sup> )	木材調達の形式	掲載ページ
<b>(木造施設)</b>														
<b>3-1(1) 木材利用の目的の明確化と共通理解</b>														
◆関係者が連携した学校づくりの体制の構築														
大分県中津市	鶴居小学校	屋体	改築	H20.9~H22.2	W2	975	167,291	167,291	-	-	172	313.2	(あ)	29, 116
<b>3-1(3) 木材を利用する学校づくりの進め方</b>														
◆主に市町村有林を伐採して利用する場合														
栃木県茂木町	茂木中学校	校舎・屋体	改築	H19.6~H20.12	校舎:RC1 屋体:W2(一部RC)	6,883	1,582,868	1,534,439	-	48,429	230	1,580.0	(う)	13,16.23, 30,58.93, 115.129
長野県川上村	川上中学校	校舎・屋体	改築	H19.6~H21.3	W2(一部RC) 準耐火建築物	6,503	1,795,500	1,795,500	-	-	276	1,625.0	(あ)	17, 61
佐賀県佐賀市	小中一貫校 北山校	校舎	改築	H19.7~H20.2	教室棟:W2 管理棟:RC2	3,425	659,886	600,386	-	59,500	193	545.0	(う)	63, 130
福井県南越前町	今庄小学校	校舎・屋体	改築	H17.8~H19.3	RW2 準耐火建築物	5,474	1,515,926	1,495,032	-	20,894	277	683.0	(う)	28, 65
◆主に地元の森林を伐採して利用する場合														
新潟県妙高市	新井小学校	校舎	改築	H21.6~H22.11	RC2(屋根W)	7,330	1,767,947	1,767,947	-	-	241	1,558.0	(あ)	15, 67
岐阜県高山市	中山中学校	校舎・屋体	改築	H18.6~H21.3	校舎:W2 屋体:RC1 管理棟:RC2	7,736	2,222,190	2,185,965	36,225	-	287	1,171.1	(い)	48, 69
福島県 会津美里町	宮川小学校	校舎	新築	H17.9~H18.10	W2(一部RC)	3,953	1,388,000	1,388,000	-	-	351	271.0	(あ)	71, 125
◆主に流通材を利用する場合														
秋田県能代市	浅内小学校	校舎	改築	H17.3~H18.3	W2	3,743	728,466	728,466	-	-	195	891.0	(あ)	25, 47, 49 72, 117, 129
		屋体	改築	H17.3~H18.3	W1(一部RC)	1,370	340,657	340,657	-	-	249	339.0	(あ)	
岩手県遠野市	上郷小学校	校舎・屋体	改築	H17.8~H19.2	校舎:W2(一部RC) 屋体:W1(一部RC)	3,931	849,150	849,150	-	-	216	534.0	(あ)	73, 129
兵庫県猪名川町	大島小学校	校舎	改築	H18.6~H19.3	W2	986	388,731	388,731	-	-	394	246.0	(あ)	75
東京都稲城市	若葉台小学校	校舎・屋体	新築	H9.8~H11.3	管理・特別教室棟:RC2 普通教室棟:W2 屋体:RC1(屋根W) 準耐火建築物	6,340	2,110,505	2,110,505	-	-	333	598.0	(あ)	76
学校法人幕張インターナショナルスクール	幕張インターナショナルスクール	校舎	新築	H20.6~H21.3	W1	3,644	952,200	952,200	-	-	261	391.4	(あ)	77
<b>3-1(4) コストを抑えるための設計上の工夫</b>														
三重県	四日市南高等学校	格技場	改築	H16.11~H17.3	W1	344	86,625	86,625	-	-	252	-	(あ)	107
三重県	菟野高等学校	格技場	改築	H19.6~H20.1	W1	344	99,285	99,285	-	-	289	84.0	(あ)	107
高知県	中芸高等学校	格技場	改築	H6.12~H7.8	W1	540	105,829	105,829	-	-	196	-	(あ)	108
福井県	大野東高等学校	格技場	改築	H14.1~H14.12	W1	449	107,493	107,493	-	-	239	-	(あ)	109
福井県	羽水高等学校	格技場	改築	H14.3~H15.1	W1	450	147,214	147,214	-	-	327	-	(あ)	109
茨城県つくば市	東小学校	校舎・屋体	新築	H6.7~H7.3	W2(一部RC)	6,450	1,607,042	1,460,782	146,260	-	249	-	(い)	110, 121
学校法人内田学園	七沢希望の丘小学校	校舎	新築	H19.11~H20.11	W2(一部RC)	1,230	323,000	323,000	-	-	263	160.0	(あ)	112
長野県	稲荷山養護学校	校舎	改築	H16.4~H19.3	W2(一部RC)	14,461	4,025,425	4,025,425	-	-	278	3,761.4	(あ)	31, 47, 50 103, 118
滋賀県高島市	朽木東小中学校	屋体	改築	H21.9~H23.2	RC1(屋根W)	1,483	546,479	479,693	-	66,786	368	363.0	(う)	119

設置者名	学校名	建物区分	工事区分	工事期間	構造階数	延床面積 (㎡)	工事費一式 (千円)	工事費 (千円)	部材費 (千円)	伐採、加工等経費 (千円)	単価 (千円)	木材使用量 (m³)	木材調達の形式	掲載ページ
<b>3- (5) 既存木造学校施設の耐震補強・改修の意義とその方法</b>														
愛媛県八幡浜市	日土小学校	校舎	改修	H20.9~H21.6	W2	2,020	442,577	442,577	-	-	219	573.2	(あ)	25, 134, 137
三重県大台町	協和中学校	校舎	改修	H19.4~H20.2	W1	1,350	56,472	56,472	-	-	42	23.2	(あ)	141
愛知県豊田市	足助小学校	屋体	改修	H18.6~H18.10	W1	644	20,415	20,415	-	-	32	-	(あ)	143
	追分小学校	校舎	改修	H18.6~H18.9	W2	836	35,067	35,067	-	-	42	-	(あ)	143
愛媛県伊予市	翠小学校	校舎・校務員棟	改修	H21.3~H22.2	W2	2,129	332,000	332,000	-	-	156	129.1	(あ)	147
<b>(内装木質化施設)</b>														
<b>3- (3) 木材を利用する学校づくりの進め方</b>														
◆内装を木質化する場合														
埼玉県ときがわ町	都幾川中学校	校舎	改修	H21.7~H21.8	RC3	2,995	99,435	99,435	-	-	33	61.0	(あ)	10, 79, 126
島根県海士町	海士中学校	校舎・屋体	改修	H20.6~H21.3	校舎:RC3 屋体:S1	4,370	147,676	147,676	-	-	34	57.0	(あ)	81
埼玉県	浦和高等学校	校舎	改修	H20.6~H20.11	RC4	3,455	282,289	282,289	-	-	82	15.5	(あ)	83
兵庫県神戸市	多聞東中学校	校舎	改修	H19.3~H20.3	RC4	6,540	550,000	550,000	-	-	84	0.5	(あ)	85
長野県高森町	高森南小学校	校舎	改修	H19.7~H20.3	RC3	6,232	330,603	330,603	-	-	53	7,996.0	(あ)	86
愛知県名古屋	植田東小学校	校舎・屋体	新築	H19.12~H21.3	校舎:RC2(一部3階) 屋体:S1	8,370	1,948,239	1,948,239	-	-	233	271.0	(あ)	87
東京都杉並区	高井戸小学校	校舎	改築(一部改修)	H18.7~H20.3	RC4	8,314	1,913,730	1,913,730	-	-	230	2,238.4	(あ)	9, 89
東京都港区	白金台幼稚園	園舎	改築	H19.5~H20.12	RC2(屋外倉庫W)	1,011	389,839	389,839	-	-	386	53.0	(あ)	91
<b>3- (4) コストを抑えるための設計上の工夫</b>														
東京都八王子市	みなみ野小学校	校舎	新築	H8.2~H9.3	RC2(一部地下1階)	3,371	-	-	-	-	-	-	-	127
千葉県八千代市	みどりが丘小学校	校舎	新築	H21.6~H22.3	RC3	9,300	2,297,939	2,297,939	-	-	247	274.1	(あ)	131

※屋体:屋内体育館  
 ※W造であって準耐火建築物の場合、「構造階数」に記載  
 ※工事費は契約額ベース  
 ※木材使用量について、不明なものは「-」と表記

### 木材調達の形式







## 学校施設の木材利用に関して、これまでに作成された事例集、手引書等

### あたたかみとうるおいのある木の学校選集（平成10年4月 文部省）

平成9年度に文部科学省が行った調査研究をまとめたものです。「木の学校」の魅力について解説する解説編、国内外の特長のある木を活用した学校施設を、写真、図版により紹介する事例編、文部科学省や林野庁の木材に関する施策等を掲載する資料編から構成されています。

（出版の問い合わせ先：ポイックス株式会社 03（3769）5321）

### 木の学校づくり その構想からメンテナンスまで（平成11年2月 文部省）

建築計画や構造設計、資材調達方法、メンテナンス等、木材を活用した学校づくりに必要な知識が総合的にまとめられています。また、全国の優秀な事例を豊富にとりあげ、写真、図版により具体的に紹介しています。

（発行所：丸善株式会社 03（6367）6031）

※品切れ中であり、増刷予定なし。入手する際は、インターネット等で探していただくことになります。

### あたたかみとうるおいのある木の学校（平成16年4月 文部科学省）

平成10年4月に刊行された「あたたかみとうるおいのある木の学校選集」の続編として、その後各地で建設された木造学校施設の事例を、計画の意図・プロセス・評価等とあわせ紹介しています。

（出版の問い合わせ先：ポイックス株式会社 03（3769）5321）

### あたたかみとうるおいのある木の学校 早わかり木の学校（平成19年12月 文部科学省）

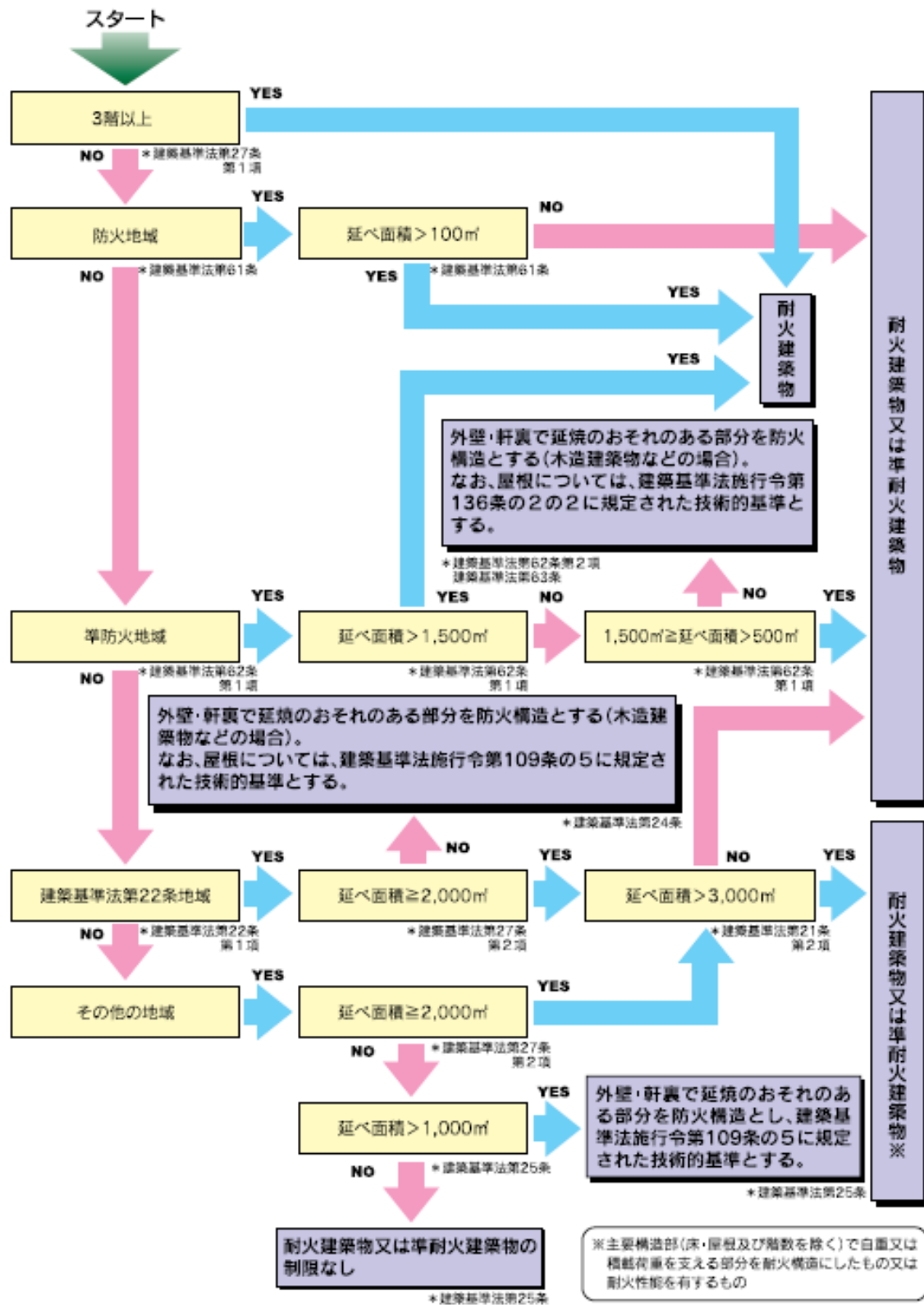
学校施設の整備における木の活用に関する課題解決の留意点などを解説する手引書です。学校施設における木の活用に関する効果と意義について解説する第1章、木の活用における課題についてQ&A形式で解説する第2章、文部科学省や林野庁の木材に関する施策等を掲載する資料編から構成されています。

（出版の問い合わせ先：ポイックス株式会社 03（3769）5321）

※文部科学省のホームページに掲載。



## 防火上の法規制（面積・階数などによる防火上の制限に関するフロー）



※「あたたかみとうるおいのある木の学校 早わかり木の学校」(平成19年12月文部科学省)より抜粋