

## 3 木材利用を進めやすくするための方策

### (1) 木材利用の目的の明確化と共通理解

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

#### 木材利用の目的の明確化

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

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

## 木材利用の目的 8つのポイント

豊かな教育環境の実現

環境負荷の低減、環境教育への活用

地域の森林資源の有効活用

地場産業の振興

地域の大工技術を活かした学校づくり（建築技術の普及、継承）

木材調達に関する地域間の連携

地域の風土、文化との調和、継承

地域住民参加型の学校づくり、地域住民との交流による地域のシンボルとなる学校づくり



## 関係者による検討組織で共通理解を図る

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

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

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

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

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

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

期や保管、費用等についても木造部会で検討された。

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

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

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



伐採の様子を見学し、年輪を数える子どもたち



建方中の現場の見学会

## 地域の研究会による木材利用のポイントの整理、体育館建設への活用（大分県中津市立鶴居小学校）

大分県中津市は、平成17年3月に旧下毛郡3町1村と合併し、その結果、市の面積は約9倍の491k㎡となり、合併前、市域の3.2%にすぎなかった山林面積は実に77.5%を占める381km<sup>2</sup>となった。

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

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

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

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



### 中津市木造校舎等研究会で整理されたポイント

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

#### ①無理のない材の選択

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

#### ②木材調達のタイミング

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

#### ③在来の技術の活用

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

#### ④耐久性、メンテナンス計画への配慮

建設コストだけでなく、ライフサイクルコストを低く抑えることが求められる。



## 関係者間の合意形成

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

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

### 栃木県、宇都宮大学と連携した木材の品質確認（栃木県茂木町立茂木中学校）

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

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

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

栃木県と宇都宮大学の協力がなければ品質の証明ができなかったと考えている。



栃木県林業センターと宇都宮大学の協力により実施した木材の強度試験の様子

## 「信州の木」を活用しやすくするため、特記仕様書の作成（長野県）

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

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

### ○「信州の木」特記仕様書作成の契機と目的

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

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

### ○「信州の木」特記仕様書の特徴

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

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

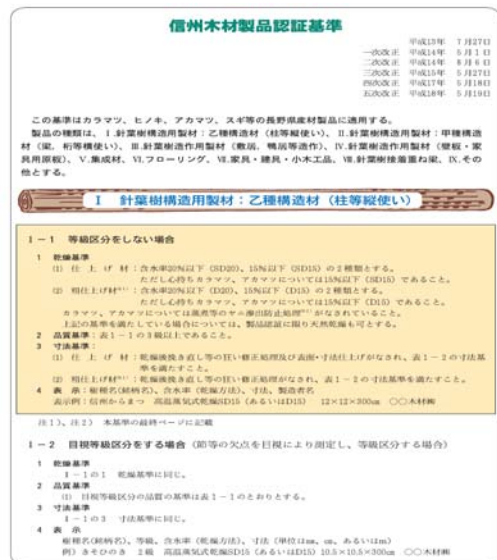


表1 県産材生産可能製品寸法 2007.5.20

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

「信州の木」木質構造建築特記仕様書の解説より抜粋

「信州の木」木質構造建築工事特記仕様書の解説

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

信州木材認証製品センターホームページ「信州木楽ネット」

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

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

## (2) 地方公共団体としての木材利用推進体制の構築

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

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

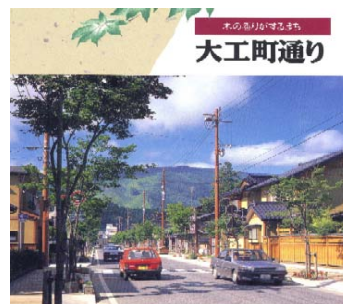
#### ○遠野市HOPE計画

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

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

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

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



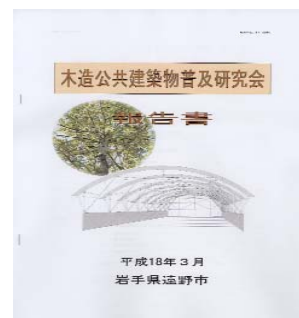
#### ○遠野地域木材総合供給モデル基地

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

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



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



## 県産木材利用推進プロジェクト（佐賀県）

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



県産木材利用推進プロジェクトの推進体制



高性能林業機械の利用による生産コストの縮減



乾燥施設の共同利用による乾燥木材の生産



木づかい講演会



県産木材を使用した家づくりの推進

### ○推進体制

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

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

### ○取組内容

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

### ○今後の課題

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

## 県産材利用推進方針、木造化及び内装木質化の基準（秋田県）

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

### ○県産材利用推進方針

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

### ○県産材利用推進計画

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

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

### ○公共建築物の木造化及び内装木質化の推進に関する基準

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

主な基準例

庁舎：3階建て以下のものは木造、もしくは可能な限り木造

学校：2階建て以下のものは木造（校舎、セミナーハウス）

体育館：平屋建てのものは木造

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

### ○県産材利用推進会議の成果

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



公立大学法人国際教養大学 図書館



講義棟（教室）



## 公共施設等木材利用推進方針、木造化率97%（愛媛県）

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

### ○公共施設等木材利用推進方針

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

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

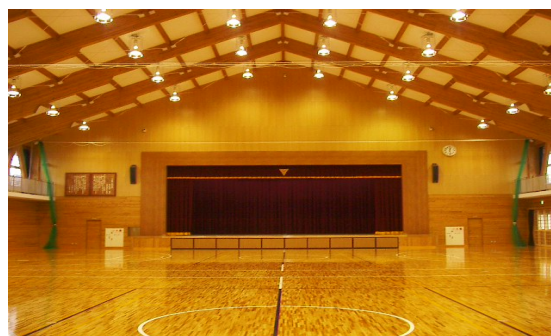
これにより、建築基準法等の規制により木造化が困難な施設を除き、公共施設は原則木造とする方針が全庁的に周知されてきており、平成13年度から平成22年度までの累積の木造化率は、97%となっている。

$$\text{木造可能431施設のうち木造416施設} \quad 416 \div 431 = 0.97$$

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

### 公共施設木材利用推進事業実績(H11～21)

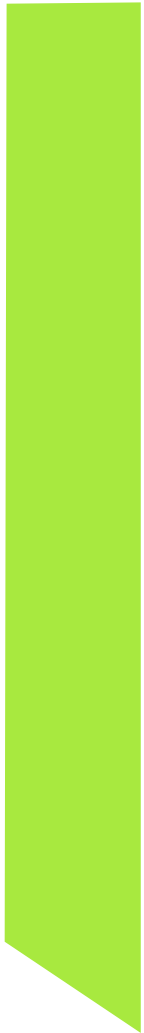
小中学校校舎	18施設	17,789㎡
小中学校屋内運動場	14施設	17,794㎡
幼稚園・保育園	15施設	10,344㎡
その他（公民館等）	16施設	13,838㎡
計	63施設	59,765㎡



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

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





### (3) 木材を利用する学校づくりの進め方

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

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

#### 木材利用を行うための条件の検討

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

以下の条件を検討することにより、木材利用を行えると判断することができる。

#### 木造施設を建設するための条件

##### ・敷地の広さ等の確認

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

##### ・防火のための地域区分を確認し、必要となる防火性能の確認

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

※防火地域に建設する場合：耐火建築物にする必要がある。

##### ・大量の木材の確保が可能か

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

※必要な木材の量 目安：約0.25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>（木造 床材や副材を除く）

##### ・コストの検討

コストが予算の範囲内に納められそうか、大まかに検討する。

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

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

## 内装木質化するための条件

### ・一定量の木材の確保が可能か

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

※必要な木材の量 目安：約0.03 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (RC造の木質内装分)

### ・コストの検討

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

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

#### ■床

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

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



福井県越前市立白山小学校・床、壁の木質化

#### ■壁

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

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

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

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

#### ■天井

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



東京都稲城市立若葉台小学校・木質格子天井

#### ■建具

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

## 防火上の法規制（耐火建築物、準耐火建築物等）

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

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

([http://www.kiwoikasu.or.jp/gi\\_jyutsu/susume.pdf](http://www.kiwoikasu.or.jp/gi_jyutsu/susume.pdf))

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

### ①建築物の防火上の要件

#### 【学校の場合（幼稚園を除く）】

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

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

延べ面積が 3,000 m<sup>2</sup>を超える場合は主要構造部を耐火構造とするなどの措置が必要だが、「部分により構造を異にする建築物の棟の解釈について（住防発第 14 号昭和 26 年 3 月 6 日）」に合致するよう分棟することで、主要構造部を木造とすることができる。

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

#### ■建築物の防火上の要件

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

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

※防火地域・準防火地域に建てる場合は、上表の他に、P41を参照のこと。

※複合用途の建築物とする場合は、上表だけとは限らない。

#### ■内装制限

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

## 【幼稚園の場合】

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

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

## ■建築物の耐火上の要件

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

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

※「その他建築物」とは、耐火建築物、準耐火建築物以外の建築物のことをいう。

※複合用途の建築物とする場合は、上表だけでは限らない。

※防火地域・準防火地域に建てる場合は、上表の他に、P41を参照のこと。

※「避難施設」とは、例えば、バルコニー、避難用滑り台など。

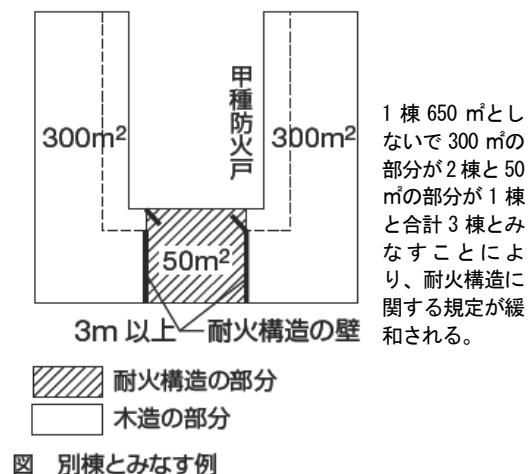
## ■内装制限

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

## ②建築物の規模による防火のための制限

### ■別棟解釈により面積制限を回避

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



### ③防火のための地域区分と制限

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

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



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

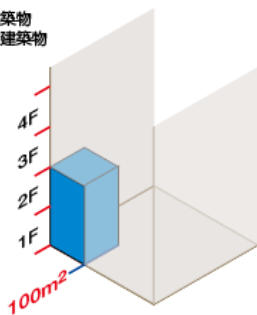
**準防火地域** 防火地域の周辺の商業地域や業務地区および居住地区など

**22条区域** 防火・準防火地域以外の市街地の区域など

#### ■防火地域内の制限(法61条)

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

■耐火建築物  
■準耐火建築物



#### ■準防火地域内の制限(法62条)

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

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

木造準耐火建築物であれば、3階建以下で、延べ面積が1,500m<sup>2</sup>以下のものが建てられます。

#### ■22条区域の制限(法22条)

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

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

### ①部材断面による対応（燃え代設計の例）

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

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

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

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

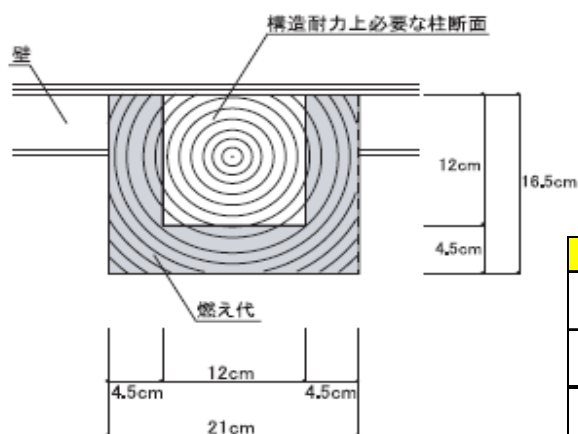


図1 燃え代設計の例（山辺豊彦）

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

表1 燃え代一覧表（山辺豊彦）

### ②防火区画による対応

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

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

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

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





## 事業を進める上での留意点

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

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

### <事業の各段階における留意点>

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

#### 検討の初期段階

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

#### プロポーザル

#### 基本設計・実施設計段階

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

広げるとともに、コストの抑制、事業期間の短縮につなげることができる。

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

## 伐採、乾燥、製材、加工等

## 工事

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

## 補助のスケジュール

### ～文部科学省の補助制度～

#### <木造で計画する際の補助制度>

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

#### <内装に木材を活用する際の補助制度>

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

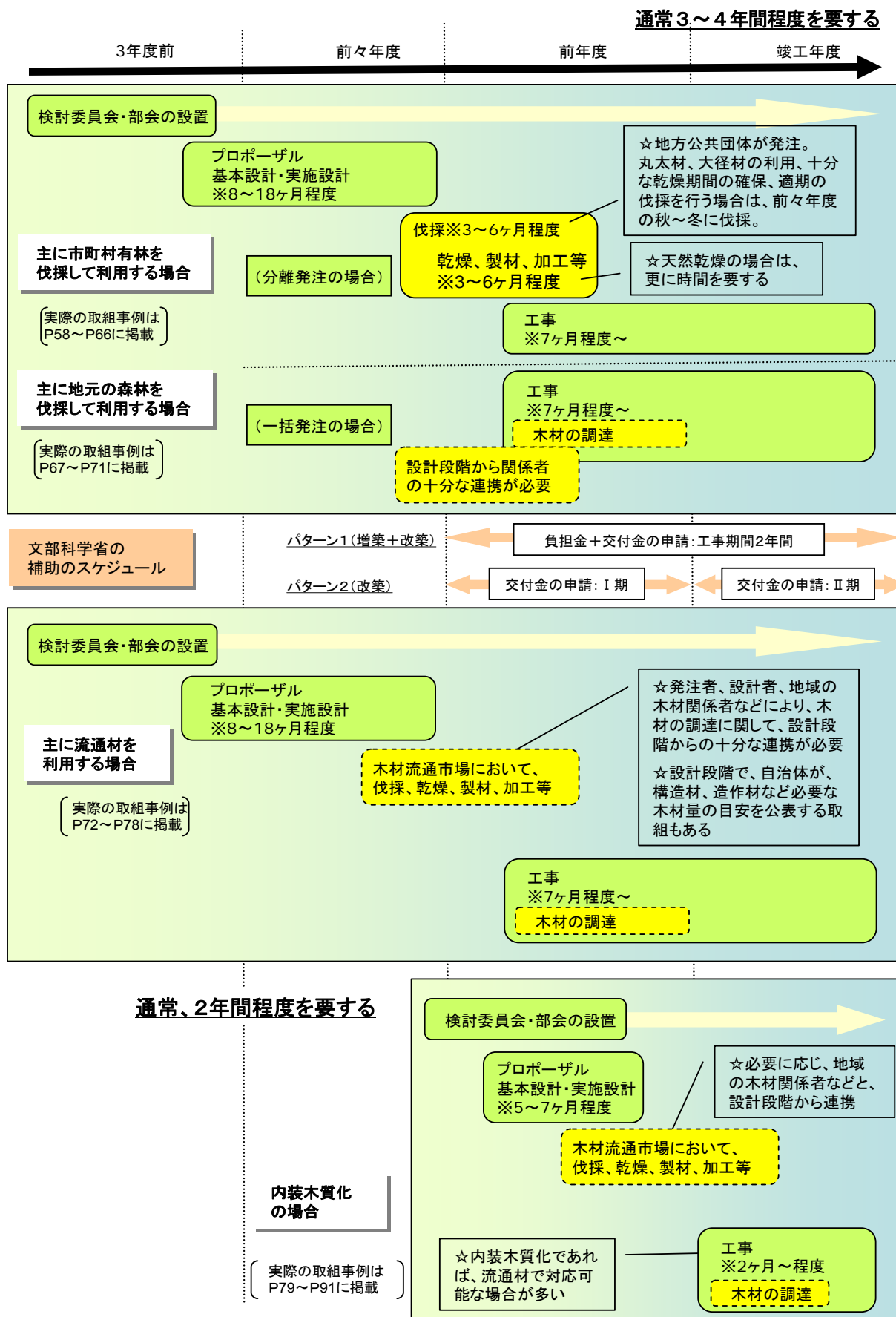
### ～林野庁の補助制度～

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

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

## <事業スケジュールの目安>

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



## <主な木質材料>

製材、集成材、合板等の主な特徴を紹介する。

名称	概要／主な用途	
製材品、無垢材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材(丸太・原木)を鋸挽きした木材製品、「挽き材」</li> <li>・土台、柱、梁、桁等の建築用、家具・建具、土木、輸送・梱包</li> </ul>	
集成材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひき板又は小角材等をその繊維方向を互いに平行にして厚さ、幅、長さの方向に集成接着したもの、自由な断面寸法や形状をつくることのできる</li> <li>・大断面のものをつくることのできるから、大空間を必要とする場合に採用されることが多い</li> <li>・土台、柱、梁、桁等</li> </ul>	
合板	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原則として単板を3枚以上繊維方向が直行するように接着したもの</li> <li>・構造用(床、屋根、壁等の下地材)、コンクリート型枠用、化粧用、家具用</li> </ul>	
LVL (単板積層材)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単板をその繊維方向が平行になるようにを積層接着したもの</li> <li>・構造用(土台、柱、梁、桁等)、造作用(家具の枠材、ドアの枠・芯材、窓枠等)</li> </ul>	
OSB (配向性ストランドボード)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ストランドとよばれる繊維方向に細長い木材の削片を原料とし、表裏層の削片の繊維方向が概ね一定方向になるよう配置し樹脂接着剤を用いて熱圧成型したもの</li> <li>・構造用(床、屋根、壁等の下地材)、家具用、掲示板</li> </ul>	

## <構造・架構形式の選択>

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

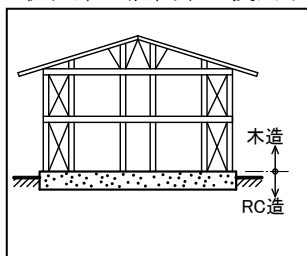
### 【校舎棟】

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

#### ■純木造

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

- ・秋田県 能代市立浅内小学校

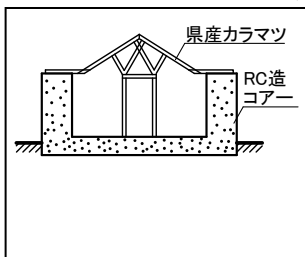


能代市は木材の町で、7校の木造校舎の実績がある。地域材による集成材と製材品の組合せで、接合部には金物を使用している。そのほか工事を設計内容や工事内容に応じて可能な限り分離発注することで、地元企業の技術者の育成にも配慮されている。

#### ■平面的な混合構造

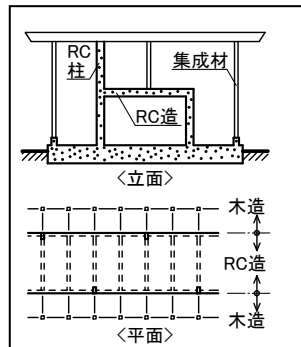
原則として木造部分は鉛直荷重のみを負担し、鉄筋コンクリート造部分に全水平力を負担させる構造である。この構造の場合は、木造部分の床および屋根面の水平剛性と、木造と鉄筋コンクリート造との接合強度が重要になる。

- ・RC サイドコア形式の混合構造 長野県 稲荷山養護学校



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

- ・RC インサイドコア形式の混合構造 奈良県 宇陀市立菟田野小学校

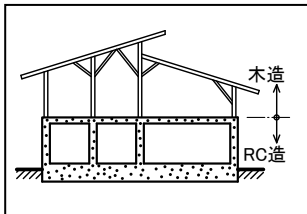


集成材を鉛直荷重の支持材、RCを水平力に対する抵抗部材として構造計画がなされている。この例は、RC造コアを集成材架構で覆う形になっている点特徴的である。RC造は遮音性への配慮も兼ねている。また、地場産の丸太材を柱に使用したり、内装材にも地場の木材を多用している。

## ■立面的な混合構造

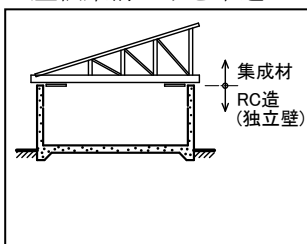
学校建築に最も多用されているのが、立上り部分までを鉄筋コンクリート造とした立面的な混合構造である。外周部を鉄筋コンクリート造とすれば、木造部は一般的な納まりとすることができる。平面的な混合構造と同様に、屋根面の水平剛性と、木造部と鉄筋コンクリート造の接合強度が重要になる。

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



最深積雪量が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階床までをRC造とすることで、上下階の遮音性に配慮している。

- ・ 屋根架構のみを木造とした混合構造 千葉県 南房総市立七浦小学校



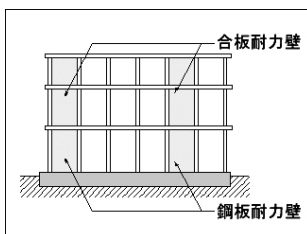
外周架構をRC造として自立させ、内部支柱と屋根架構を木造とする計画で、最も多く見られる混合構造の形式である。この例の場合は台風対策やシロアリなどに対する維持管理の面から採用されている。

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

## ■部材レベルの混合構造

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

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



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

## 【体育館】

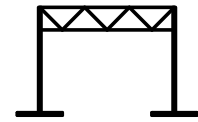
体育館は校舎よりも大空間のため、木材の寸法や強度の特性と合わせ、これに適した架構形式をとる必要がある。様々な形式があり、工夫により新鮮で印象的な空間を生み出すことができる。

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

### ■トラス架構

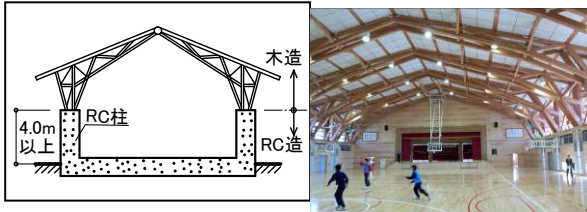
三角形の骨組みを構成すると安定した剛強な構造となる原理を利用したもので、平行な2本の梁を斜材でつないだ平行弦トラス（右図）と、水平梁と登り梁（合掌梁）を束や斜材でつないだ山形トラスがある。

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



シングルワーレントラス

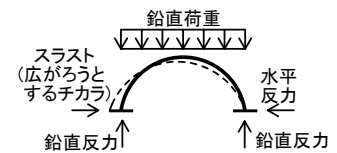
・秋田県 能代市立浅内小学校・体育館



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

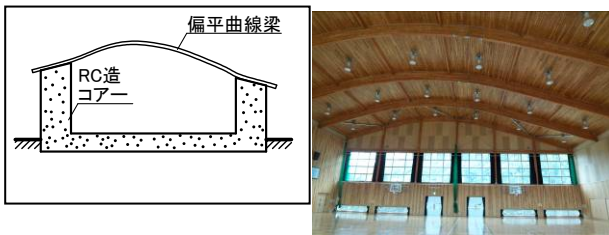
### ■アーチ架構

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



アーチ構造の原理

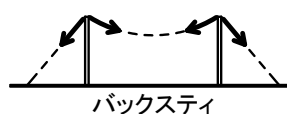
・佐賀県 佐賀市立富士南小学校・体育館



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

### ■吊架構

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



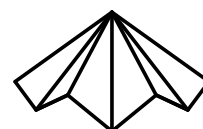
一方向吊屋根の例



### ■折板架構

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

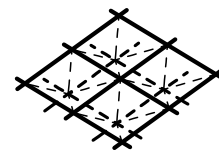
折板架構は折目が広がらないように押えることが重要になる。



八角形折板

### ■スペースフレーム架構

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

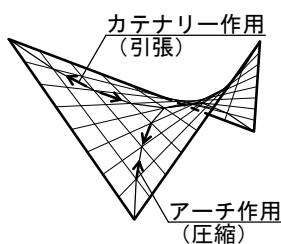


2方向グリッド

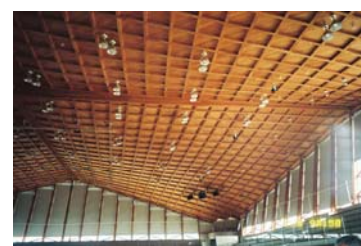
### ■シェル架構

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

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

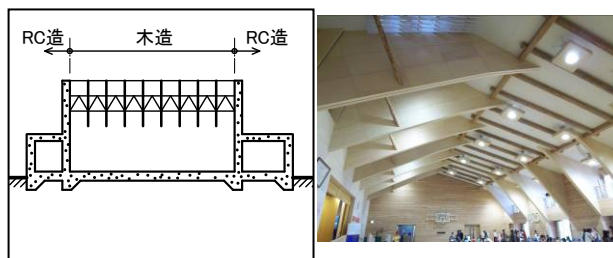


HP シェル



### ■トラス架構と重ね柱・重ね梁を用いた混合架構

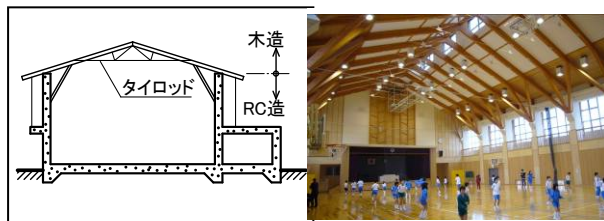
・長野県 稲荷山養護学校・体育館



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

### ■端部に方杖を用いた架構

・石川県 羽咋市立瑞穂小学校・体育館



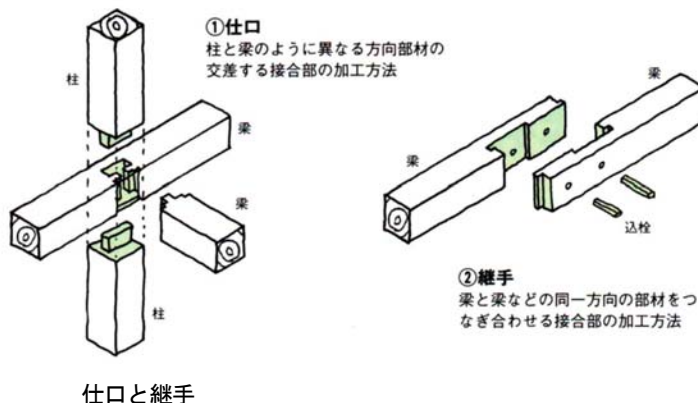
ステージ、玄関、更衣室などをRC架構として両端部に配置し、長手方向に扁平な曲線の梁を架けている。曲線梁の端部に生じるスラストは全てRC架構で処理される。



## <接合部の役割と種類>

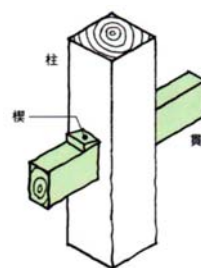
接合部には柱と梁のように、異方向部材の交点となる「仕口」と、梁と梁のように同一方向部材をつなぎ合わせる「継手」がある。

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



### ■嵌合接合

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



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

嵌合接合の例

### ■金物接合

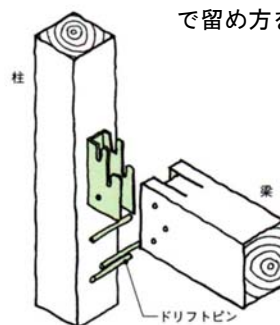
木材同士を突き付けて、金物のみで力を伝達する接合方法と、ホゾや蟻などの伝統的な接合に引きボルトを併用する接合方法の2種類に分けられる。

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

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

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

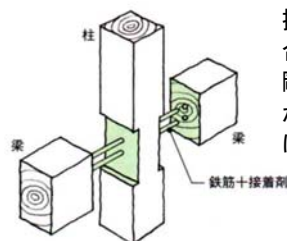
接合金物を用いて接合する方法。強度・剛性・粘り強さが得られるように、金物の形状で留め方を工夫している。



金物接合の例

## ■接着接合

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



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

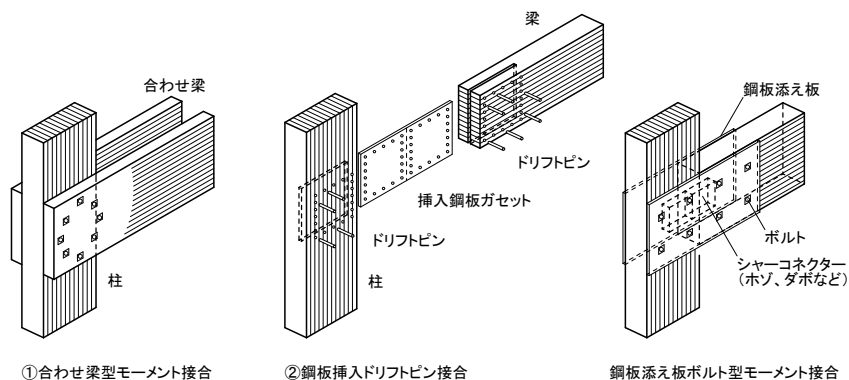
接着接合の例

## ■ラーメン架構に用いられる接合

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

現在使用されている接合方法を分類すると以下の4タイプがある。

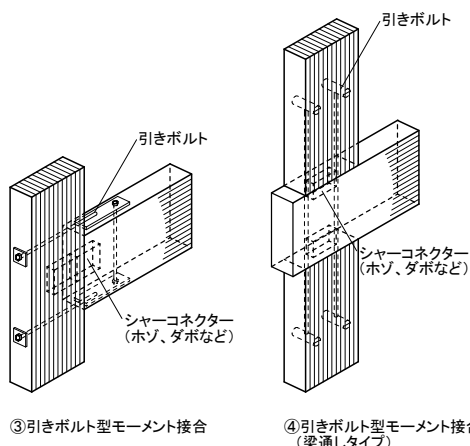
- ①材を重ねてボルトで縫い合わせ曲げ抵抗させる、合わせ梁型モーメント抵抗接合。
- ②材に挿入した鋼板を挿入または側面に添えてドリフトピン及びボルトで接合し、鋼板が曲げ抵抗する、鋼板挿入ドリフトピン接合。また、これを中・大規模ラーメン架構用に改良した鋼板添え板ボルト型モーメント抵抗接合。鋼板が曲げ抵抗する。
- ③引張力に対してはボルトが、圧縮力に対しては柱・梁のめり込みが、せん断力に対しては堅木ダボなどのシャーコネクターがそれぞれ抵抗する、引きボルト型モーメント抵抗接合。
- ④梁通しの場合の引きボルト型モーメント接合で、上下の柱に設置した引きボルトが柱に生じる曲げと軸力に抵抗し、せん断力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



①合わせ梁型モーメント接合

②鋼板挿入ドリフトピン接合

鋼板添え板ボルト型モーメント接合



③引きボルト型モーメント接合

④引きボルト型モーメント接合 (梁通しタイプ)

ラーメン架構の接合形式

## < JASによる寸法規格 >

### ■ JAS（日本農林規格）

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

### ■ 製材の寸法と表現方法

JASでは構造用製材の標準寸法を表のように規定している。

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

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

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

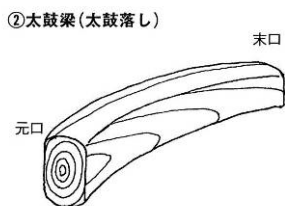
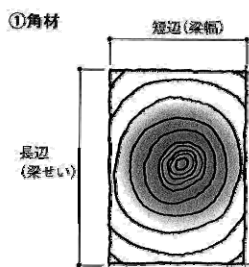
### ■ 丸太の寸法と表現方法

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

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

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

JASによる構造用製材の標準寸法 | 図



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

構造用製材の標準寸法(仕上材にあっては規定寸法) | 表

木口の短辺	木口の長辺															
	90	105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	390			
15																
18																
21																
24																
27																
30																
36	36															
39		39														
45			45													
60				60												
75					75											
90						90										
105							105									
120								120								
135									135							
150										150						
180											180					
200												200				
210													210			
240														240		
270															270	
300																300

木口寸法	辺長<75mm	辺長≥75mm
仕上材	-0~+1.0	-0~+1.5
未仕上材	(SD15: -0.5~+1.0)	(SD15: -0.5~+1.5)
未乾燥材	-0~+2.0	-0~+3.0

材長は-0以上とする(+制限はない)

## < J A Sによる等級区分 >

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

### ■目視等級区分

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

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

### ■機械等級区分

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

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

### ■ J A S 規格品の選択について

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

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

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

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

# JASによる「目視等級区分構造用製材」の規格 | 表

乙種構造材(柱対応)の材面の品質基準

区 分	基 準			備 考
	1 級	2 級	3 級	
節	径比が 30%以下 (円柱類は 26%以下)	径比が 40%以下 (円柱類は 35%以下)	径比が 70%以下 (円柱類は 62%以下)	$\text{節の径比}(\%) = \frac{d}{W} \times 100$
集中節	径比が 45%以下 (円柱類は 39%以下)	径比が 60%以下 (円柱類は 53%以下)	径比が 90%以下 (円柱類は 79%以下)	$\text{Aの集中節径比} = \frac{d_1+d_2}{W} \times 100$ $\text{Bの集中節径比} = \frac{d_3+d_4+d_5}{W} \times 100$ <p>15cm 15cm</p> <p>Aの集中節径比とBの集中節径比の大きいほうを集中径比とする</p>
丸身	10%以下	20%以下	30%以下	$\frac{AB+CD}{W_1} > \frac{AE}{W_2}$ $\text{丸身}(\%) = \frac{(AB)+(CD)}{W_1} \times 100$
貫通割れ	木口	木口の長辺寸法以下	木口の長辺寸法の1.5倍以下	<p>A、B = 割れの長さ 割れの長さ = <math>\frac{A+B}{W}</math></p> <p>両木口にあるものについては、両木口の最長のものの長さとする</p>
	材面	ないこと	材長の1/6以下	<p>A、B = 割れの長さ 割れの長さ = <math>\frac{A+B}{W}</math></p> <p>同一材面に2個以上の貫通割れがある場合には、最も長いものの長さを測定する</p>
目まわり	木口の短辺寸法の1/2以下	同左	—	<p>A=目まわりの長さ B&lt;A A=目まわりの長さ</p> <p>基準では、1級、2級に限り木口面における短辺の長さの1/2以下の深さとし、3級は制限しない。ただし、両端に存する場合は各端における合計とする</p>
繊維方向の傾斜比	1:12以下	1:8以下	1:6以下	<p>繊維方向</p> <p>M 1m</p> <p>材長方向に対する繊維走向傾斜の高さの比とする</p>
腐朽	程度の軽い腐れの面積	ないこと	存する材面の10%以下	—
	程度の重い腐れの面積	ないこと	存する材面の10%以下	
曲がり	0.2%以下 (仕上材は 0.1%以下)	0.5%以下 (仕上材は 0.2%以下)	同左	$\text{曲がり}(\%) = \frac{CD}{AB} \times 100$ <p>CD: 最大矢高</p>
狂いおよびその他の欠点	軽微なこと	顕著でないこと	利用上支障のないこと	—

上記のほかに、平均年輪幅の規定もある

目視等級区分構造用製材の等級は★印で表記し、最も品質の高い1級は★★★となる

## <学校施設への木材利用に関する補助制度>

### ～文部科学省の補助制度～

#### 《木造校舎等を建設する場合》

##### ○不足する学校建物を新しく建設、学校統合のための新設 ※

- **新增築事業** : 国庫負担率 1/2(原則)  
5.5/10(離島地域、過疎地域(学校統合事業のみ))  
交付税措置により、実質的な地方負担は事業費の20%(離島地域は18%)

##### ○老朽化に対応した建直しや、耐震化のための建直し

- **改築事業** : 交付金の算定割合 1/3(原則)  
1/2(Is0.3未満またはIw0.7未満のうち、やむを得ない理由により補強が困難なものの改築※)  
5.5/10(離島、過疎地域等)  
交付税措置により、実質的な地方負担は事業費の26.7%(やむを得ない改築の場合は20%、離島、過疎地域は18%)  
※地震防災対策特別措置法 第4条の規定による補助率の嵩上げ措置

##### ○学校行事や地域住民の活動拠点として、専用講堂を整備

- **木の教育環境施設の整備事業** : 交付金の算定割合 1/3(原則)

#### 《内装を木質化等する場合》

##### ○建物の模様替え等を行う際、内装を木質化

- **大規模改造事業** : 交付金の算定割合 1/3(原則)

##### ○既存の施設を改造し、木のふれあいの場(和室等)、心の教室を整備

- **木の教育環境施設の整備事業** : 交付金の算定割合 1/3(原則)

★①木造建物の建設、内装の木質化を行う場合、  
環境を考慮した学校施設(エコスクール)として認定し、補助単価の加算措置を行う。

②地域材を活用して、木造建物を建設する場合、  
①に加え、さらに補助単価の加算措置を行う。

※新增築事業は「公立学校施設整備費国庫負担金」、それ以外は「安全・安心な学校づくり交付金」

### ～林野庁の補助制度～

○地域材を用いた学校関連施設の整備として、環境を考慮した学校施設(エコスクール)のパイロット・モデルとして行う木質内装の整備、余裕教室を転用する際  
の木質内装、部室・武道場等の木造施設の整備を支援





## 主に市町村有林を伐採して利用する場合

歴史ある町有林の活用、先人達への敬意を表する無垢材へのこだわり (栃木県茂木町立茂木中学校)

### ○学校整備のコンセプト

コンセプト 森の国の学び舎 (町有林を活用した町の歴史と町民の心に残る学び舎づくり)

子孫の繁栄を願う先人達の偉業を受け継ぎ、大切に守り続けてきた素晴らしい歴史のある町有林の樹木を活用することとし、それにより、多くの町民が事業に関わり林業を活性化することや、木材調達から学校建設に至るまでの経緯を児童・生徒の校外学習などの情操教育に役立てることを目的とした。



茂木中学校校舎全景 (南面)

### ○防火地域等の指定

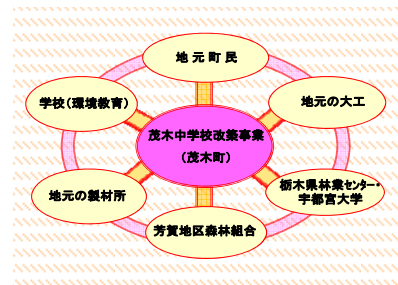
建築基準法 22条指定地域

校舎は3棟に分けて計画しており、全て木造 (一部鉄筋コンクリート造) 2階建ての準耐火建築物およびその他建築物、延床面積合計が4,669㎡となっている (P115参照)。体育館は鉄筋コンクリート平屋建て、延床面積1,173㎡の耐火建築物である。詳細を以下に示す。

番号	名称	構造・規模	床面積
1	管理棟	木造一部鉄筋コンクリート造、2階建て	1,782 m <sup>2</sup>
2	普通教室棟	木造一部鉄筋コンクリート造、2階建て	1,577 m <sup>2</sup>
3	特別教室棟	木造一部鉄筋コンクリート造、2階建て	1,268 m <sup>2</sup>
4	渡り廊下 A・B	鉄筋コンクリート造、2階建て	42 m <sup>2</sup>
5	渡り廊下 C	鉄骨造、2階建て	208 m <sup>2</sup>
6	渡り廊下 D~I	鉄骨造、平屋建て	425 m <sup>2</sup>
7	屋内運動場	鉄筋コンクリート造一部鉄骨造、平屋建て	1,173 m <sup>2</sup>
8	自転車置場	木造平屋建て	267 m <sup>2</sup>
9	屋外倉庫1・2	木造平屋建て 2棟	174 m <sup>2</sup>

### ○「茂木中学校建設プロジェクトチーム」の組織、町有林アドバイザーによる課題解決

木材を調達するには、それぞれの分野で知識のある方達の協力が不可欠であり、教育委員会を中心に農林担当職員や木材に詳しい町民、地元森林組合の職員のほか、学校の教員を含めた「茂木中学校建設プロジェクトチーム」を組織し連携を図った。また、栃木県林業センターや宇都宮大学農学部、さらには町有林アドバイザーとして、町内の木材有識者2名のアドバイスを受けながら、木材調達の課題を順次解決していく方法により協力体制を築いた。



茂木中学校建設プロジェクト組織図

### ○実績ある設計者の選定、伐採期間を十分に確保した事業スケジュール

今回の事業を実施するにあたり、大規模木造建築に係わる設計技術者が全国的にも不足している現状を把握したうえで、できるだけ実績のある設計業者を選定することとし、指名によるプロポーザルを実施した。特に、大規模木造建築は、木の特性を十分に把握でき、メンテナンスまで考慮できる設計者でないと難しいと考えた。

平成17年12月の基本設計当初に、町有林を活用した木造校舎で建設することを決定した。木材調達に時間を要することから、12月補正により木材調達の予算を自治体内で確保し、平成18年1月より伐採作業を開始した。最終的には、平成19年3月に地元森林組合より材の引き渡しを受けた。

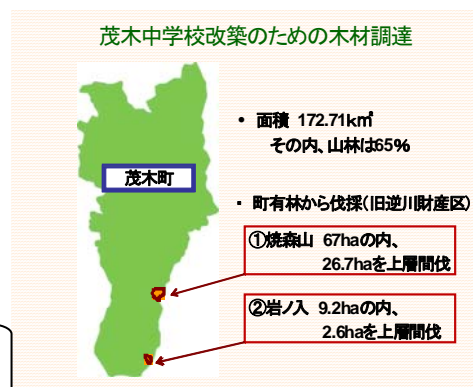


	H17	H18	H19	H20
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	検討委員会の立上げ 木造に決定	基本設計概要説明会	事業費概算決定	事業費承認
設計	プロポーザル、基本設計5ヶ月	実施設計 11ヶ月		
製材	伐採3ヶ月	乾燥、製材、木材強度試験11ヶ月	森林組合から町へ引渡	施工業者へ引渡
工事			改築工事 19ヶ月	上棟式 竣工

### ○町有林を構造材から天井・壁・床の板材まで全て無垢材のまま利用

事業実施に当たっては、大正2年から町有林の育成に関わった多くの人たちに敬意を表し、歴史ある木材をできるだけ素材のまま活用するため、構造材の丸太材や梁・桁材の構造材と天井・壁・床の板材も全て無垢材のまま利用することとした。

木材調達量 (伐採面積 29.3ha)	
丸太材	580m <sup>3</sup>
製材 (角材・板材)	1,000m <sup>3</sup> 合計 1,580m <sup>3</sup>
販売量 (雑木)	415m <sup>3</sup>
有機堆肥の原料	約1,500m <sup>3</sup>
伐採材積	約4,000m <sup>3</sup> (約4,800本を上層間伐)



地域材を活用するうえで重要なことは、いかにして購入材より経費を安くできるかである。今回の木材調達においての経費の内訳は以下のとおりであり、想定していたより安価で調達することができた。

伐採、集積、搬出、皮むき、製材、自然乾燥用ストック小屋建設等経費	1,580m <sup>3</sup>	50,526,000円
不要雑木販売費 (運搬、販売手数料を差し引く)	415m <sup>3</sup>	▲ 2,096,672円
オガ粉、バタ材、加工時の破材等の処分費	約1,500m <sup>3</sup>	0円
最終的な調達経費		48,429,328円

※1,580m<sup>3</sup>の木材(無節のヒノキ材等も含む)のm<sup>3</sup>当たり単価は、約32,000円となった。

加工時に発生した、オガ粉や、製材時に発生し通常焼却処分してしまうバタ材も全てを回収し、通常は処分費を要するところ、町営の「有機物リサイクルセンター美土里館」の有機肥料の原材料として活用することにより、無料で処分することができた。

余った木材を多目的ホールの丸太ベンチや、生徒用の机、椅子として利用したり、質の悪い木材はあまり目立たない体育館アリーナ上部の内装材として利用するなど、調達した木材を無駄なく利用した。

なお、伐採面積29.3haのうち2.7haは、皆伐したため、小中学生とともに記念植樹をしたほか、将来への財産として、ヒノキを中心として約6,300本の植栽を行った(経費は苗木代を含め約300万円)。また、それ以外の森林は、上層間伐による伐採であることから、樹齢65~95年生のスギ・ヒノキが残っている。



壁板材(スギ材)の乾燥状況



丸太材(スギ材)の乾燥状況



床板材(ヒノキ)の乾燥状況

### ○町内の多くの関係者が木材調達に携わり、町の木材・林業づくりの場とした取組

茂木町は、約400haの町有林を有する。その内の150haの町有林は、昭和29年の合併前の旧逆川村の村有林であり、当時の村長が自ら先頭に立ち、将来の財政への寄与を目的に大正2年より植林を続け、手入れを行ってきたものである。地域住民が受け継いできた歴史を、このまま放置しておく、樹木と共に朽ち果て埋もれてしまうため、この樹木を活用することから茂木中学校改築事業を開始した。



上層間伐の伐採状況

今回調達した木材は、樹齢65～95年生のスギ・ヒノキであり、調達する山林は保安林指定の成熟した人工林であることから、上層間伐（最大材積30%以内）によって約29haから約4,800本を伐採し調達した。

木材調達をする上では、全ての作業において最も技術や知識を有している地元森林組合と連携を図り、伐採から集積、搬出、ストック、製材、管理までの全てを地元の芳賀地区森林組合に作業委託をした。

一つ一つの作業において、それぞれの技術を要した町内の多くの関係者が携わることができ、町の木材・林業づくりの場ともなった。（P23参照）

### ○栃木県林業センター、宇都宮大学農学部との連携による木材の強度試験等の実施

町で調達した材料にはJAS規格等の証明がないため、工事請負業者に構造材の丸太材や角材（梁・桁）を引き渡すために、栃木県林業センター、宇都宮大学農学部との連携により、強度試験、乾燥検査を実施してもらい、JAS以上の品質を確認した官学連名の証明を得ることができた。（P30参照）

これらの試験に要する費用は、全ての試験データを研究材料に使用してよいという条件で、無料で実施してもらうことができた。

### ○木材調達と工事を分離発注（伐採時期、乾燥期間等への配慮）

木材の原材料と工事を分離発注とした。これは伐採時期の関係から、建設工事に先立って木材を確保し乾燥するためである。特に、伐採時期が秋から冬季に限定されてしまうほか、10mを超す丸太材は自然乾燥に限定されてしまうため、一括発注方式を採用することは不可能であったことによる。

また、一括発注とした場合、工期が長くなるほか、伐採から保管状況、木工事までの全ての木材管理は不可能であり、最悪の場合、調達した木材が他に流用されてしまう可能性もある。

### ○町内全ての小中学校の環境教育等に活用

町内の全ての小学校で、伐採した町有林や木材ストック場の見学をしたり、町内の全ての中学校で、校外学習として町内の林業や木材産業の状況について学ぶなど、本改築事業は、単に校舎建設に留めることなく、児童生徒の校外学習の場として活用された。また、古来の儀式に則った「地鎮祭」や「上棟式」には、茂木中の生徒全員が参加し、木造建築への理解を深める場としても活用された。（P16参照）

### ○その他、課題、反省点

町有林を活用する場合、いかに最小限の経費で木材を調達するか、そして無駄を少なくできるかに成否がかかっていると思われる。茂木中学校の場合は、計画から工事完了まで4年間を要しているが、できるだけ早期に計画し、設計の中で木材必要数量を把握できるかが事業成功のカギであった。また、自然乾燥の無垢材にこだわったことにより、想定以上の割れや狂いが生じることもあり、使用箇所と施工方法については、他の事例の検証や木材の特性を十分に把握する必要がある。

歴史ある村有林カラマツを集成材として活用  
 県内3村の交流「村有林交換プロジェクト」(長野県川上村立川上中学校)

○中学校整備のコンセプト

川上村は、山林から多くの恩恵を受け育んできた村であり、村材でもあるカラマツは、植林により村の森林の約64%を占め、50年ほどの歳月を経て伐採期を迎える状況にあった。森林の再生と自然環境の循環を目的に、地元のカラマツをふんだんに使用したカラマツの原生林「美林」をイメージした木造校舎とした。

そして、ここでは愛・地球博の「人類と自然の共生」の精神を受け継ぎ、万博で展示・利用されたアート作品とカナダ館の階段に使用された樹齢300年の木材をリユースしている。また、樹齢100年の天然カラマツや植林によるカラマツの使用は、「祖父が植え、親が育てた木を子どもが使う」という林業の文化を子供たちに身近に伝え、その精神を更にその次世代に伝えていくことで、持続的な可能性を示唆している。

また、校舎、屋内体育館は可能な限り様々な架構による木造とした。



交流広場からの外観。手前は、さとうりさ氏による「プレイヤー・エイリアン」

○規模が大きいため準耐火建築物により建設

避難上や構造上の検討を行い、1棟の延床面積が2,000㎡以上であることから、木造（一部RC造）の準耐火建築物とした。（延床面積（校舎、屋内体育館） 6,503㎡）

○関係者の連携

関係部局との協力については、教育関係者、林務担当、学校関係者などにより「建設検討委員会」、「改築検討委員会」、「プロポーザル審査委員会」、「建設検討委員会」の4つの委員会で合計54回に及ぶ会議、打合せ、検討協議を重ねたほか、村有林伐採に当たっては地元森林組合の協力も得た。

改築建設委員、中学校生徒、保護者、教職員の4百数十人にどんな学校を望むかという内容のアンケート調査、先進地視察などを行い木造校舎（一部RC造）に決定された。

○事業のスケジュール

工程表の検討に当たっては、学校の授業が行われている最中の工事となるので、学校側、業者、施工管理者で十分な打合せを重ね、学校行事との兼ね合いや、部活動対策、工事期間中の生徒への安全対策について配慮した。

	H18	H19	H20
	4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
検討	木造に決定 事業費概算決定	事業費承認	
設計	プロポーザル、基本設計	実施設計 6ヶ月	
製材		伐採 6ヶ月 乾燥、製材	加工 7ヶ月
工事		改築工事 13ヶ月	竣工 既存校舎解体 外溝工事

○設計者の選定等

中学校建設委員会で選任された「プロポーザル審査委員会」の10人の審査委員が県内外の設計業者からの提案をうけ、機能、デザイン、コスト等を総合的に検討し採用された。

## ○木材の使用量

製品集成材570m<sup>3</sup>（使用ラミナ量970m<sup>3</sup>、使用丸太量1,850m<sup>3</sup>）

製品製材95m<sup>3</sup>（丸太190m<sup>3</sup>）、その他丸太960m<sup>3</sup>

## ○県内3村の交流「村有林交換プロジェクト」

川上村で生まれたカラマツの苗木生産の技術により、昭和30～40年代に植林され伐採期を迎えた川上産カラマツや、樹齢100年の天然カラマツを村より切り出し調達した。また、川上村のカラマツ、根羽村のスギ、大桑村のヒノキという長野県内3村の村有林を互いに無償で貸し合い交流する「村有林交換プロジェクト」をスタートさせた。



「村有林交換プロジェクト」の3本の柱

## ○木材調達、性能の確保

地元森林組合が川上産カラマツの伐採を行い、地元認定工場にて製材・乾燥・ラミナ加工を行った。

また、構造材として利用する部材は、カラマツでは強度が不足するため、集成材加工することとし、直材とR材に分け県外業者にて加工を行った。

また、性能確保として、川上産材とその他の材が混合しないようにマーキングをするなどの製品の管理を徹底した。



「美林」のモックアップ制作風景

## ○環境教育等への活用

木材の伐採や植樹には生徒たちも参加し、木を生かした学習が行われた。また、新校舎完成時には、全ての村民が学校見学をするなど、地域住民も参加した学校づくりが行われている。また、リユースされた木材を校舎に使用することで生きた環境教育の場としている。（P17参照）



カラマツの伐採風景

## ○その他

設計工程と木材伐採時期の調整ができずに重なってしまったことから、集成材加工に間に合わせるために地元森林組合が入って、設計段階で必要木材量の調整を行った。

集成材加工において、強度のバラツキを検討し、高強度のラミナを外周部に用いる方式とした。また、確保できる木のサイズを調査し、梁の大きさを検討するなど、全ての木材を適材適所に使えるように配慮した。

## ○課題、反省点

校舎を使い始めて1年半が経過するが、目立った問題点は出ていない。木造建築なので、湿気や水分等で多少の収縮、変形等はあるが、それも問題ではない。

これからの課題としては、いつまでも木の特性、ぬくもりなどを維持していく定期的なメンテナンスが必要であると考えられる。

### ○学校整備のコンセプト

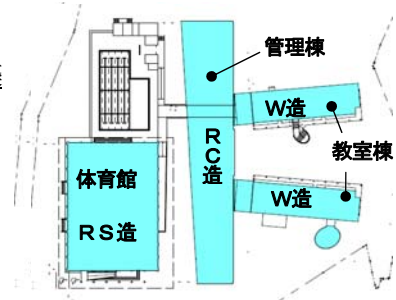
地域の産業振興にもつながるよう、市有林を活用した校舎整備を目的とした。直接的に市有林を活用するため、木材については市が調達（製材・乾燥）し、施工業者に支給する方式とした。また、外部への木材の使用を抑えることにより、耐久性も考慮した。（P130参照）



全景

### ○棟の規模に応じて木造棟、RC造棟の併用

- ・防火地域等の指定はなし。
- ・管理棟は、1,000㎡を超えるが、防火壁を設置しないために耐火建築物としている（RC造）。
- ・教室棟は、管理棟と構造を切り離し、1,000㎡未満に面積を抑えているため、耐火、準耐火建築物ではない木造で建築している。（延床面積（管理棟・教室棟 3,425㎡、屋内体育館 1,294㎡））



### ○教育委員会、営繕部局、林務部局、森林組合が連携

設計業務（基本設計、実施設計）は教育委員会で発注（指名競争入札による外部委託）した。教育委員会が基本コンセプト、教育施設として必要な要件を示し、営繕部局（建設部 建築住宅課）が技術的意見を出しながら設計を完成した。木材の支給（スケジュール、市有林の切り出し、製材、乾燥等）については、市有林に関する業務を管轄する林務部局（農林水産部 森林整備課）及び地元森林組合と協議を行った。基本構想段階から九州大学教授に参画してもらい、市有林材をできるだけ多く活用する施設づくりを検討した（構造、意匠）。設計段階においても監修を依頼した。



教室棟 普通教室

設計の際、動線（敷地内、建物内）、教室の配置、設備の使い勝手等について、教職員の意見をできるだけ取り入れた。また、設計の進捗に併せて、主要な段階（設計コンセプト、配置案、平面案の決定）で地元、PTA説明会を行い、主に外構（正門の位置、記念碑等地域特有の事情）や地域連携等について意見を取り入れた。



### ○事業のスケジュール

国のダム事業に伴い、既存中学校敷地を引き渡さなければならなかったため、その期限に間にあうよう、逆算方式で工程を決定した。（既存中学校の解体～施設建設～必要な木材の調達（乾燥・製材～切り出し）という流れ）

	H18										H19																													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3																
設計	基本設計 1ヶ月										実施設計 8ヶ月										市へ引渡																			
製材	立木調査、強度試験 1ヶ月										伐採 8ヶ月										乾燥、製材 4ヶ月										施工業者へ随時引渡									
工事																					改築工事 7ヶ月																			

### ○地元設計事務所を選定

地元設計事務所を選定し、貴重な市有林材を無駄なく使用する、基本構想（九州大学教授監修）に基づき設計を進めるなど、通常よりも設計事務所へのオーダーが多かったため、発注者側の意図を正確に伝えることに重点を置いた。

### ○木材の産地等

佐賀市（建設地である富士町）内の市有林から直接切り出して調達した。 木材使用量545m<sup>3</sup>

### ○市有林の調達、工事等の分離発注

木材調達関係は工事と分離して発注した。

立木調査（木材の量を確認）～強度試験（構造計算に必要なデータ採取）～伐採～玉切（無駄な部分の切り落とし、搬出に適当な長さに調整）～搬出～一次製材～人工乾燥～二次製材～市に納品（製材所保管）～施工業者に支給（保管所にて引渡し）という手順で進めた。

立木調査、強度試験は教育委員会発注で地元森林組合が実施した。伐採から搬出は当該業務に詳しい森林整備課発注で地元森林組合が実施した。また、製材・乾燥・仕上は教育委員会発注で地元森林組合が実施した。

直接切り出しを行うに当たっての問題点は、①品質が安定しない（必ずしも必要な材が揃わない可能性がある）、②スケジュール管理が難しい（工事発注時期との調整が難しい）、③割高になってしまう、④行政の事務が非常に繁雑となる等が挙げられる。プレカット等の木材加工は工事に含まれる。

### ○木材の性能確保

市有林材を使用するため、伐採に先立ち、立木調査（木材の太さ、量）及び無作為の材料強度確認（JIS認定試験方法）を行った。（材寸不足等により、適合材の確保を一部流通材で行っている）

### ○その他、工夫した点

- ・事業スケジュールが非常にタイトであったため、木材の支給が間に合うかが問題であったが、木材を人工乾燥することで納期を短縮してクリアした。
- ・床板を4cmの厚さ（教室棟1階、管理棟）とすることにより、反りや曲りが出ないようにしている。万一変形があった場合でも、研磨等の対応が容易である。また、厚さがあるため、ある程度の断熱効果も期待でき、シート張りの床等に比べ、底冷えしにくい。
- ・木の質感を損なわない、シックハウスのリスクが低く、結露しにくいなどのため、木面には基本的に表面塗装を行っていない。

### ○課題、反省点

- ・教室棟2階の床に10.5cmの角材を使用しているが、芯持ち材であったため、曲りが出ている。
- ・壁面にシナベニヤを使用しているが、木の質感が思ったほど得られなかった。
- ・地元材の活用、市有林の活性化、地域の産業振興の効果はあったものの、木材の分離発注方式に伴う業務量、経費の増加など課題もみられた。

### ○学校整備のコンセプト

「学校づくりはまちづくり」

子どもたちと地域住民との交流を育み、地域  
の目で子どもたちを見守る、子どもたちの「ま  
ち」のような学校を目指した。子どもたちや地  
元の人々も学校づくりに積極的に参加してもら  
い、参加した人々が愛着を持って大事に学校を  
使い、思い入れを持ってもらえるように考えた。



グラウンド側外観

### ○規模が大きいため準耐火建築物により建設

防火地域等の指定は無いが、1棟の延床面積が2,000㎡以上であることから準耐火建築物とした。

（延床面積（校舎、屋内体育館）5,474㎡）

### ○関係者の連携

町、設計者、地元林業家、大工、森林組合が参加する「木造部会」を開催し、設計から発注までの流れを決めた。町有林を使用するために、地元製材所の善意により丸太の天然乾燥のための保管場所を提供してもらい、およそ1年半もの間、天然乾燥にふさわしい環境で保管することで、立派な丸太として利用することができた。（P28参照）

### ○天然乾燥期間を確保するため、木材調達と工事を分離発注

町有林を使用するに当たって、工事が始まってから伐採するのでは、天然乾燥期間を確保できないため、工事発注前の設計作業の段階から、分離発注により伐採～乾燥の委託を行った。

	H16	H17	H18
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	ワークショップ		子どもワークショップ
設計	プロポーザル 基本設計 4ヶ月 実施設計 3ヶ月 検収期間 3ヶ月		
製材	伐採、葉枯らし 4ヶ月 運搬板引き、乾燥 9ヶ月 施工業者へ引渡		
工事 校舎 屋体			改築工事 19ヶ月

### ○設計者の選定等

設計者特定のために、公募型プロポーザル方式を採用することとし、大学教授等学識経験者を含め5名の審査委員会を設置した。全国から26者の参加申込があり、一次審査により6者を選定した。二次審査では提案書の審査及びヒアリングを実施した。

### ○町有林・県産材等の活用

無垢材では必要な強度を確保することが困難であったため、集成材として加工した。強度が高い材を使用すると、柱と梁の断面を小さくできるため、その分スペースを大きく確保できる。また、集成材であれば、大きくない木や曲がった木なども使うことができるので、大切な木を有効に利用することができる。

町有林：丸太、集成材 県産材：製材

柱 集成材（スギ）：123㎡、製材（丸太含む）：84㎡

梁 集成材（バイマツ）：476㎡

### ○設計段階から木材調達の準備を実施

まず、町有林の毎木調査を行い、使用できる量を把握した。工事が始まってから伐採するのでは、天然乾燥が間に合わないので、設計の段階で森林組合に委託し、伐採、運搬、ラミナ引き（集成材で使う薄い板に切ること）、乾燥を行った。

また、木の品質を最も高く保てる 11 月末に伐採し、枝葉をつけたまま一冬山に寝かす「葉枯らし」をして乾燥を進めた。

### ○環境教育等への活用

子どもたちが自分たちの学校づくりに参加することで、学校に愛着を持つ、大事に使う、卒業後も訪れたいという思いを持ってもらうことを期待し、町有林の伐採の見学、上棟式、サイン作り、竣工式などを企画、実施した。

### ○その他

施工者が受注してから伐採するのでは町有林を自然乾燥させる期間が取れないため、自然乾燥をあらかじめ見込んでおく必要がある。

通常の工事のスケジュールでは難しく、今回の工事では町有林の伐採を分離発注し、町から施工者へ支給することにした。設計の途中で、最終的な木の立木数が決まっていない段階での伐採となりリスクがあるため、あらかじめ工事に木の材料費を見込んでおき、支給した分を減額することで対応した。





## 主に地元の森林を伐採して利用する場合

### 市産のカラマツとスギを使用した集成材の活用（新潟県妙高市立新井小学校）

#### ○学校整備のコンセプト

妙高市は、新潟県の南西部に位置し人口およそ3万7千人。平成17年4月1日、日本百名山の「妙高山」のすそ野に広がる、新井市、妙高高原町、妙高村が合併し、「妙高市」が誕生した。

新井小学校は、明治7年創設で130年以上の歴史を誇る学校であり、創設以来、旧新井市の市街地に位置する中心校として、大きな役割を果たしてきた。学校施設は、昭和30年代から40年代にかけて改築されており、老朽化が著しく、安全・安心な校舎の改築が急務となっていた。

新校舎は、「子どもたちが楽しく生き生き学べる学校」や「風土と伝統を活かし、風格を持った妙高市の中核校」を目指して、地域との連携や環境への配慮など5つの基本方針に基づき設計した。平成22年12月に竣工予定である。

子どもの目線にあった圧迫感のない2階建とし、普通教室は隣接するワークスペースと一体的に利用する。図書館とパソコン教室、多目的スペースを一体化した学習メディアセンターを施設の核として中心に位置づけ、同校の特色である読書活動につなげる工夫をした。ステージ付き音楽室とランチルームを兼ねる多目的ホールは、音楽発表会のほか会議や講演会など地域の人も利用できる。また、放課後児童クラブが一体的に整備される。

校舎の構造は、鉄筋コンクリート造を基本に、屋根は地場産のスギ等による木造となり開放的で温かみのある空間を作り出すほか、雨水や融雪水の再利用や太陽光発電など環境への配慮を行った。



外観イメージ 屋根：W造



断面イメージ  
建物の真ん中が吹き抜けの学習メディアセンター



木造の屋根が温かみを感じさせる  
学習メディアセンター

#### ○防火地域等の指定

建築基準法第22条指定区域 延床面積（校舎） 7,330 m<sup>2</sup>

#### ○市教育委員会、市農林課、教職員が連携

市教育委員会が中心となって、設計競技、設計委託契約、工事請負契約等を進める中で、市農林課が国・県・森林組合と連携しながら、地元産の間伐材等の確保を行うとともに、教職員との連携のもと、みどりの学習に取組み、現地での伐採、植林等に児童が参加した。（P15参照）

#### ○地元設計業者、実績豊富な設計業者に対する設計競技方式により設計者を選定

設計者の選定は、設計競技方式をとり、複数の提案の中から市が意図する施設内容の設計案を選択することができた。

### 1) 設計競技業者の指名

庁内指名審査委員会で設計競技業者の指名を決定した。地元設計業者5社、実績豊富な設計業者5社を指名。指名業者に関係書類を送付し、期日までに参加確認書の提出があった3社を決定した。

### 2) 設計競技審査委員会の組織化

専門家2名、行政5名、教育1名、技術2名の計10名で審査委員会を組織化した。

### 3) 設計審査

設計競技業者からヒアリングを行い最終審査。審査委員会の報告を踏まえて、設計業者を決定した。

## 〇市産の木材等の確保と工事を一括発注（専門の木材業者が下請け）

	H19	H20	H21	H22
検討	競技設計仕様書の決定 概算事業費決定			
設計	設計競技、設計者決定	基本設計・実施設計		
製材			森林組合が伐採 森林組合から製材会社へ 製材後、施工業者へ	
工事			改築工事 17ヶ月	竣工

- ・改築工事は平成21年度から2カ年かけ現グラウンドに建設し、23年度に現校舎の取り壊しとグラウンド等の整備を行う。完成までの総事業費は概算で約22億円を予定している。
- ・地場産の木材は、工事発注の前に確保できることが理想だが、予算要求、議会の議決などの問題から現実的には不可能となった。
- ・発注は、時間的余裕がないことと、事前に木材を買い取りすることができなかったことから、一括発注とした。
- ・当初、建築工事を請け負った共同企業体が木材を調達する予定であったが、森林組合及び地権者との単価交渉に時間がかかり、専門の木材業者が下請けに入った。

## 〇妙高市産のカラマツ・スギを使用

地元産材を活用したいという希望があり、国有林、公団造林地、民地から木材を調達しようとしたが、木材単価が高かったため、地元の森林組合が調達する安価な妙高市産のカラマツ・スギ（間伐材）を、仕様書に明記することで使用した。

丸太材	カラマツ	2,739本	680m <sup>3</sup>
	スギ	2,719本	878m <sup>3</sup>
	計	5,458本	1,558m <sup>3</sup>

## 〇カラマツが堅すぎるため、集成材にして適度な強度・品質を確保

カラマツをそのまま使用すると、固すぎて組み上げ時に狂いが出てしまう。適度な強度・品質の木材を確保するために、長野県内の集成材メーカーにより製材、集成材加工などを実施した。

## 〇木材調達に関する反省点

森林組合の人的能力が不足しているなか、地元産材にこだわり、伐採作業に時間と費用をかけすぎてしまった。この場合、県産材、他県産材の利用も検討したほうが現実的であった。

### ○学校整備のコンセプト

- ・乗鞍岳や郷土の「まち」を望み、心が豊かになる校舎
- ・小高い緑の山並みの景観に調和する2階建ての低層校舎
- ・中庭を囲み落ち着いたきのある、クラスター型（櫛型）校舎
- ・全ての普通教室が木の小屋組と豊かな空間をもつ校舎
- ・自ら学ぶ力を養い、多様な教育方法が展開できる校舎
- ・風・光・雨などの「自然の恵み」を巧みに活かす校舎
- ・環境にやさしいLCC・LCCO<sub>2</sub>削減型のモデル校舎
- ・木の国飛騨高山にふさわしく、木をふんだんに用いた温もりのある校舎であり、この校舎から巣立つ生徒たちの心に残る「風景」となる校舎を建築する。
- ・正門、昇降口や玄関等に目が行き届く位置に職員室を配置する等安全に配慮する。
- ・オープンライブラリーを設置し、憩いとふれあいの場となる展望デッキを設置する。
- ・災害時に避難所と学校機能を両立することができるよう、2階に普通教室を配置する。
- ・改築にあたり、仮設校舎を設置せず既存校舎を利用しながら建設する。



学習棟南側外観

### ○防火地域等の指定

防火準防火地域 指定なし（建築基準法第22条該当地域）  
延床面積（校舎、屋内体育館） 7,736 m<sup>2</sup>

### ○関係者の連携

建設に係る説明会を実施し、市が提案する計画に対して意見の集約をもとめた。

また、校舎建設の財源として、県林政部所管の補助金※も活用するとともに、設計者、施工業者、地元産材等部材供給業者間の工事に関する情報の共有と連携を図り、さらに生徒及び保護者への連絡を密に行った。



普通教室内観

※県産材需要拡大施設等整備事業（公共施設等木造化支援タイプ）

木造施設（木造化）の整備に対して、17,000円/m<sup>2</sup>を補助（上限3,000万円）

### ○事業のスケジュール

	H17	H18	H19
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	← 改築基本構想の策		
設計	← プロポーザル	← 基本設計、実施設計	
製材		← 構造材購入契約	
工事		← 校舎改築開始	← 校舎竣工

### ○地域材を活用した構造用合板、集成材等を利用

- ・ 学習棟（北校舎、中央校舎、南校舎）について、当初、経済性、遮音性等から1階はRC、2階は木造として設計されたが、地元産材の活用の観点から木造2階とした。
- ・ 木造建築部分は耐力壁構造とし、地域材を活用した構造用合板、集成材等を積極的に利用した。

### ○県産材の活用

森林組合、素材生産業者等と連携して、地元産の通直材を確保するとともに、集成材、合板等についても地域材を活用した製品の確保に努めた。（構造材のみ分離発注）

構造材	802.21m <sup>3</sup>	（内県産材	802.21m <sup>3</sup> ）
造作材	313.76m <sup>3</sup>	（内県産材	113.66m <sup>3</sup> ）
下地材	55.17m <sup>3</sup>	（内県産材	55.17m <sup>3</sup> ）
計	1,171.14m <sup>3</sup>		

### ○木材の性能確保

必要とされる部位についてはJAS製品等を使用した。木造の耐力壁構造とする上で、1階部分は鋼板耐力壁が必要と考え、京都大学生存圏研究所において、強度実験を行い耐力確保の確認をした。

### ○自然の恵みを活かすエコスクールとしての整備

自然採光、自然通風、雨水利用に積極的に取り組み、校舎自体を「環境を学ぶ」教材と考えた。

- 「光」 高天井の教室 ライトシェルフを設け、間接光を教室の北側に導く。
- 「風」 教室の南北に窓を設け風の通り道をつくり、また、高窓・腰窓を設け、浮力換気を行う。
- 「雨」 教室棟の屋根、屋内運動場の屋根に降った雨を貯水槽に導き、トイレの洗浄水や花壇の散水に利用する。
- 「熱」 外壁の断熱効果を高め、冬は躯体に熱を蓄え、夏は日照熱を防ぐ。

### ○その他

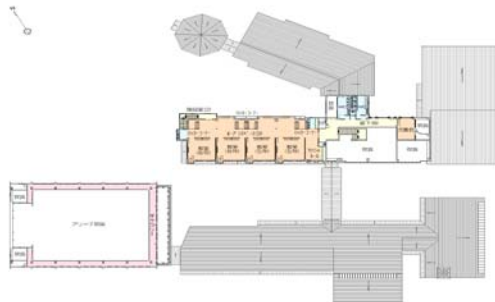
製材→乾燥→加工の工程を工事現場の工程に対応させることに苦労した。



校舎全景



1階平面図



2階平面図

### ○学校整備のコンセプト

宮川小学校は、旧高田第二中学校の広大な用地を活用し、本町初めての4校統合の小学校建築である。地域の方々からの“地元産材の木材の活用”の要望により「木のぬくもりを活かす校舎造り」をコンセプトに建設計画が立てられた。外観は周辺景観と豊かな自然との調和に配慮し、板張りとし壁風の吹付材とし、傾斜屋根としている。

平面計画はグラウンド全体を見渡せる中央の位置に校務センター等の管理ブロックを配置し、低学年、中学年、高学年、特別教室ブロックをそれぞれ配置した。また、東側に全児童と一緒に給食を食べられる多目的ホール兼ランチルームを設け全学年の交流の場としている。



多目的ホール兼ランチルーム

内外部に地元産材のスギを多用し、地元の山林所有者、伐採業者、製材業者に工事を発注し、地域の活性化を図った。また、床高を地盤面から2m高くすることによって、雪対策に考慮した。

（延床面積（校舎） 3,953 m<sup>2</sup>）

### ○事業スケジュール

	H14	H15	H16	H17	H18
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	検討委員会の立ち上げ	木のぬくもりが感じられる校舎を決定	基本設計概要説明	事業費概算決定	事業費承認
設計		プロポーザル、基本設計 5ヶ月		実施設計 11ヶ月	
製材				伐採 3ヶ月	乾燥、製材、木材強度試験
工事					新築工事 13ヶ月
					竣工



## 主に流通材を利用する場合

地域における木材供給体制の構築、それを踏まえた設計による木材の活用（秋田県能代市立浅内小学校）

### ○学校整備のコンセプト

学校施設の整備に当たっては、第四次能代市総合計画後期基本計画や浅内小学校の学校経営の基盤をふまえ、心豊かに、思いやりをもって、楽しく学校生活を送ることができるようにすると共に、安全かつ魅力的で快適な教育環境を提供し、次代を担う子どもたちの未来を拓く学校整備となるよう、また、地域の風が自由に行き交うような開かれた学校施設となるよう考えた。（P23、P25参照）

### ○防火地域等の指定 建築基準法第22条指定区域

### ○関係者の連携

浅内小学校校舎改築期成同盟会（卒業生等）が設計に対しての要望事項を作成し、それを参考にした提案課題を設けて設計プロポーザル競技を行い、設計者を選定した。また、基本設計・実施設計の作成に当たっては、学校、教育委員会、工事主管課、設計者等で打ち合わせを行い、様々な角度から意見を取り入れながら作成した。

（延床面積：校舎 3,743㎡、屋内体育館 1,370㎡）

### ○事業のスケジュール

	H15												H16												H17											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
検討	地質調査 縦横断測量												事業認定																							
設計	設計プロポーザル												基本設計 3ヶ月												実施設計 5ヶ月											
製材																									材料準備（乾燥、製材等） 施工業者へ引渡											
工事													普工												建設工事 12ヶ月 竣工											



校舎外観



多目的ホール

### ○地元木材産業の製材、乾燥能力等を十分把握した木材調達

- ・工事発注に際しては、特記事項で市内の事業所を優先的に活用するよう、工業者に協力を依頼した。能代木材産業連合会が窓口となり、地元の製材業者による供給体制を構築し、施工業者に納入した。
- ・施工期間が決まっている中、手配・集荷が発注後となるため、納期に間に合うよう製材・乾燥方法について、製材業者と十分協議を行った。（木材使用量 校舎棟891㎡、体育館棟339㎡）

### ○木材の性能確保

公共建築工事標準仕様書を原則採用。木質工事特記仕様書「主要構造部には目視等級区分製材、背割りなし、含水率D20以下、曲がり目視等級1級相当」とした。

### ○工事と材料は一括発注

建設工事費に材料費を含めて発注した。（補助事業上の関係や木材のストック方法、木材の納入時期と工事工程との整合性などの検討が必要となる。）

### ○その他

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。スパンの大きい梁は、たわみ及び振動等を抑えるため集成材とした。方杖や斜材を有効に活用し、架構の剛性を高め、天井材を屋根なりとし、木架構を表し豊かな空間とした。

### ○課題、反省点

- ・柱は、構造・材積においては5寸角が最も適しているが、施工性、加工性において苦労した。
- ・乾燥エネルギーを抑えるため、木材の準備期間の確保が必要である。
- ・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。

### ○学校整備のコンセプト

昭和60年、遠野市地域住宅計画（通称「HOPE計画」）の策定を機に、公共施設の木造化を推進している。（P32参照）

学校施設についても、3,000㎡以下と小規模なことから木造化を促進している。特に、大断面構造用集成材に注目し、大架構造とし、当初ベイマツの集成材から、実験検証を踏まえ、地場カラマツを集成材に使うなど、これまで建築用材には疎遠であった地場産のカラマツの利用拡大を図った。また、平成9年からは木工団地内に集成材工場を立ち上げ、本格的にカラマツ集成材の利用拡大を図っている。（P24参照）

上郷小学校については、森林資源の有効活用、大量の木材利用による炭素の固定、木材利用による温もりの空間創出など、環境をテーマに木造での建築を行った。新エネルギーの活用として、暖房にはペレットボイラーを採用している。



校舎外観



多目的ホール

### ○関係者の連携

設計者の選定に当たっては、基本計画の段階で地元建築士事務所指名コンペ方式を採用し、その審査に当たり、教育長、市職員のほか、校長、教諭、PTA代表、地域住民の代表も参加し、以後基本設計、実施設計においても協議を重ね、住民の意見を設計に反映した。

#### 【基本コンセプト】

- ① あたかみとうるおいのある学習環境
- ② 機能的で分かりやすい動線計画
- ③ 人の目が行き届く「安全・安心」の学校
- ④ 上郷小学校らしい「風格」を表現
- ⑤ 地域に開放的で、親しみの持てる学校（延床面積：校舎 3,031㎡、屋内体育館 900㎡）

### ○事業のスケジュール

- ・同規模の小・中学校を既に6校建築しており、木材の調達については問題なかった。
- ・直接受注による地場産業の育成と責任施工を期待して、建築、電気設備、機械設備を分離発注した。

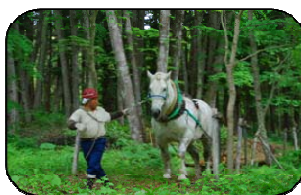
	H15	H16	H17	H18
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	選考委員会立上げ 設計者決定	新工種導入への検討	事業費概算決定	事業費承認（校舎） 事業費承認（屋体）
設計	設計参加者 への説明会	コンパ	基本設計	実施設計 4ヶ月
工事 校舎			単価入替作業	改築工事 18ヶ月
工事 屋体			集成材施工業者へ引渡	上棟 1期工事完成 竣工
				改築工事 8ヶ月 竣工

### ○木材の産地、使用量等

- ・建築仕様書の記載は国産材の使用を義務付け、現場の工程会議で地元産使用について協議を行った。
- ・構造材：カラマツ集成材 校舎 約200㎡ 屋内運動場 約118㎡
- ・主要な構造部材は、大断面構造用集成材であるため、カラマツの原板の在庫の状態を事前に把握した。
- ・一般木材構造材はJAS製品を採用し、乾燥含水率20%以下、造作材を18%以下としている。

## ○環境教育等への活用

- ・上郷小学校は、環境に配慮した学校づくりを実践した。暖房用熱源にペレットボイラーの採用、環境教育として小型発電照明装置を設置（太陽光と風力）、また、バイオ生ゴミ処理機を設置した。
- ・現在建設中の綾織小学校では、児童が地場産材を活用した校舎完成までの過程に直接携わる生きた教育を実践しながら環境問題、地産地消、郷土歴史への理解を深めている。  
平成21年度は、森林学習会、伐採、馬搬、木工団地の見学を行った。



綾部小学校での馬搬、伐採の様子

## ○その他

- ・一般材の活用した木造校舎と集成材を活用した木造校舎とは、耐用年数に大きな差が生じると思われる。現に、昭和30年代後半にベイマツによる構造用集成材で建築された講堂（体育館）が、今でも（別用途に使用）健在である。
- ・当該集成材を活用した木造建築の耐用年数を35～40年と考え、超長期的な建築物として集成材による木造を推進している。しかしながら、集成材の活用には加工費が若干高く、その分他の工種にしわ寄せがいくため、設計調整が難航した。
- ・木材（製材品）の市場での流通は、一般的に住宅系が主流である。学校建築の主要な構造柱は最低135cm角であり、桁・梁材も断面が大きく、長い材となる。これらの材を市場から注文調達するとコスト高となる。また、大径木は、木材乾燥においても技術を要する。これらの問題の大部分を解決してくれるのが集成材であり、製造工程段階で欠点を除去することで、品質が保たれ、木材の有効活用も図ることができる。
- ・今回、当該校の改築では、集成材によるラーメン工法（ブレース（筋交い）のない）を採用し、開口部を大きくすることに心がけた。

<特徴的な建築形態>

- ① 昇降口・玄関ホールを中心にシンメトリック（左右対称）な平面構成のデザイン
- ② 大部分の教室が南に面し、低・中・高学年教室をセットで配置
- ③ 1階低学年教室には多目的ホールを接続した開放的な空間
- ④ スキー学習に対応するため、スキー乾燥室を設置
- ⑤ 音楽室と屋内運動場が連絡できるように配置



多目的ホールでの全校集会



ゆったりとした階段

## ○課題、反省点

基本計画のコンペにおいて、構造計画の提案を求めた。提案はメーカーの独特の工法であり、その採用が、実施設計でのコストの調整に難航した。集成材の工法の採用においては、限定せず、広く選択肢を持つことが肝要と感じた。



## 県産の流通材を活用（兵庫県猪名川町立大島小学校）

既設校舎が耐力不足の判定を受け、改築したものであり、不足する特別教室分（図書、パソコン、音楽、図工室等）を、また、地域利用を促すため1階にホールと多目的に利用できる学習室を整備。整備面積・階数・コスト等から木造での整備を決定した。



エントランスホール

### ○関係者の連携

補助事業等については林務課・学事課と協議した。また、木材は県木連県産木材供給部委員と協議した。

### ○事業のスケジュール

木材の調達を工事との一括発注した。工事時期から材の供給時期を検討するものの、施工業者決定前であり慎重を期した。（改築面積 986 m<sup>2</sup>）



図書室の読書コーナー

	H16			H17			H18																	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
設計	基本設計 6ヶ月						実施設計 6ヶ月																	
工事													改築工事 10ヶ月 上棟式 竣工											

### ○設計者の選定、木材の調達等

- ・設計者は指名競争入札により、町に指名登録している業者の中から選定した。
- ・木材について、『産地証明付き兵庫県産木（認定品）とする』を特記として記載、県内木材市場（和田山）や協同組合（丹波）を使用した。（木材使用量264m<sup>3</sup>（うち県内産244m<sup>3</sup>））
- ・木材の調達について、元請施工者をはじめとして下請施工者、材供給者、市場との調整を行い、JAS認定工場による管理および現場管理を行った。

### ○環境教育等への活用

高学年を対象にした木材についての説明と体験（皮むき）学習を実施した。

### ○その他、課題、反省点

- ・原木を扱う市場からの材の供給により、製材、加工まで実施可能であり端材まで無駄なく利用できる。
- ・既設校舎が耐力不足である判定を受けたことにより、急を要したことから設計段階での構想・知識等不足により十分な準備ができなかった。また、補助上から整備可能面積と整備内容（特別教室だけとなった）に制限があり規模的にこじんまりとしたものになった。
- ・町内学校施設では近年に類のない『木造』であるがゆえに工法や材の選択に十分な検討ができていない。特に外観について、木造であることが十分に表現できていないと感じるし、内部仕上げ（天井）材の選択にも木の強調が欠けてしまった。床についても、既設校舎との連絡通路部からの水への対応が不足しており、雨天時等には児童の利用に支障がでる。
- ・県外産を利用している部位は、照明器具用のBOXであるが、取り付け方法を検討しておけば県外産を利用しないでも良かったのではないかと考える。
- ・木造での整備の難しさを痛感した。

### ○学校整備のコンセプト

多摩ニュータウン3住区の基本理念を踏まえ、子どもの視点に立ち、明るく親しみがあり、将来に印象の残る学校づくりをコンセプトとした。周辺は公益施設用地等に接し、安全性も高く、緑の量も多い地域であり、ともすると冷たい印象になりがちなコンクリートの建物に加え、木材等自然の素材を適材適所に使用することにより、子どもと大人が一緒に学び楽しむ環境形成が可能になると考えた。



校舎外観

### ○防火地域等の指定

- ・ 建築基準法上の準防火地域（用途地域：第一種中高層住居専用地域）
- ・ 主体構造はRC造であるが、体育館アリーナの屋根架構とウイング状に配置された教室部分が準耐火構造の木造となっております、全体としては準耐火建築物である（燃え代設計）。建築基準法が要求する耐火建築物ではないが、防災上支障ないとの（財）日本建築センターの評定を受けている。

（延床面積（校舎、屋内体育館）6,340㎡）



普通教室

### ○事業のスケジュール

	H7	H8	H9	H10
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	検討会の立ち上げ ● 基本計画策定 ●			
設計	基本設計		実施設計	
工事			改築工事19ヶ月	竣工

### ○木材の使用量（木造躯体部分 598㎡）

教室部分

構造材 463㎡（SYP集成材、ベイマツ）

構造用合板 62㎡

体育館（屋根）

構造材 73㎡（SYP集成材、ベイマツ）

※その他、教室・廊下・体育館の床フローリング、階段、巾木、手すり、カーテンボックス等に木材を使用

※SYPとは、サザンイエローパイン（みやびマツ）の略



教室と教室の間に配置された天井の高いオープンスペース

### ○学校整備のコンセプト

本校は、日本に駐在する外国人の児童や、帰国児童を対象としたインターナショナルスクールである。日本で初めて文部科学省の学習指導要領に即した「学校」で、敷地は千葉県幕張新都心に位置する。幼稚園から小学校までの一貫教育を行う学校であり、木の持つあたたかみを生かした木造平屋建てとした。

「ハウスとネイバーフッド」という発育段階ごとのまとまりを重視して、幼稚園、小学校低学年（1～3年生）、高学年（4～6年生）という独立性の高い3つの校舎と管理棟で構成されている。この学校の特長は大きく二つある。ひとつは運動場のあり方であり、小さな子どもたちが安心して遊んだり、高学年の子供たちがのびのびスポーツできる複数のプレイコートや中庭の集合を運動場と捉えている。

もうひとつは、床座の場所を加えたゆとりある普通教室と、メディアセンター、メディアコーナー（図書、コンピューターがおかれた多目的スペース）を近接させた空間構成である。

この空間構成が、子どもたちの移動時間が少ない学習環境を確保している。また昇降口はあるが、上下足の履き替えがないので気軽に内外の往来ができる。縁側のような回廊や複数の外部空間をオープンスペースと読み替え、敷地全体が学習・生活の場となり、子どもたちや先生方が、自由に様々な場所の使い方を発見・創造しているような楽しい学校づくりが図られた。



全景



普通教室

### ○防火地域等の指定

第2種住居地域、第1種高度地区、法22条地域 延床面積（校舎）3,644㎡

### ○関係者の意見を設計に反映

設計者は木造校舎の実績を踏まえて選定した。

木材の選定において、製造業者から意見を聞き、材種、強度等級、コストなどに反映させる事が出来た。教職員の方々には、大きな建築模型やCGによる建築イメージを提示して、空間のイメージや家具の使い方などの共有を図り、その場での意見を建築に反映させた。例えば、高学年のメディアセンターは少人数学習のできる小さなブースを用意していたが、教職員の要望により、大きなワンルームを家具で仕切るような変更を加えた。また、工事現場に足を運んでいただき、外部、内部のほぼ全ての仕上げに関して、素材のサンプルを提示しながらメンテナンスの問題等も協議して選定した。

### ○事業のスケジュール

	H18	H19	H20
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討			
設計	構造改革 特区申請	学校法人推進組織の設立 および活動開始	プロポーザル、基本設計5ヶ月 実施設計3ヶ月
製材			集成材の製作 加工 建方
工事			新築工事 8ヶ月 竣工

### ○木材の産地、調達取組

- ・ 工事との一括発注とし、主にベイマツ集成材を使用した（コストと構造強度に優れたものを選定）。
- ・ 仕様書は材種、強度等級、使用環境などJAS規格に基づいて記載した。
- ・ 集成材の調達時間を短縮するために、アメリカからの輸入と、国内工場での製作の二本立てで、取組んだ。
- ・ ベイマツ集成材：327m<sup>3</sup>、製材：16m<sup>3</sup>、構造用合板：48m<sup>3</sup> 計 391m<sup>3</sup>

### ○環境教育への活用

新設校のため、子供たちとのワークショップは開催できなかったが、新任で決まった先生方と大きな建築模型を囲みながら話し合いを重ねて、子供たちが木に囲まれた温かみのある空間がどのようにつくられているか理解でき、親近感をもって学習環境に接することができるような環境づくりに配慮した。具体的には、内壁の多くを構造壁として用いた構造用合板をそのまま現して、掲示用の壁として利用できるようにした。また、施工段階で打ち合わせ用に作成した建築模型や架構模型をメディアセンターに展示して、学習教材として活用している。

さらに、従来の学校と異なり、複数の小さなグラウンドや緑地帯を校舎周辺に配置したり、日本の気候風土に適した伝統的な庇下の回廊で各棟を連結することにより、内部空間と外部空間の連続性を高め、敷地全体が環境教育の場として活性化されていくような工夫をした。

### ○短い工期で実施するため検討したポイント

工期が非常に短い事業であったため、合理的で経済的な工事を行うことが設計初期からの課題であり、そのため、まずスケジュールの多くを占める法規上の手続きをできる限りの合理化する必要があった。また、埋立地という立地条件から地盤沈下および液状化現象への対策も考慮し、なるべく軽い建物にする必要があった。それらを解決する案として、集成材を用いた在来軸組工法による分棟形式の平屋を構造のシステムとして採用した。

材料精度のバラツキを抑えるため集成材を用い、施工者、特に大工の能力差に影響されないように在来軸組工法とすることで、工期の短縮が可能となった。また、木造平屋の分棟形式にすることで地盤への積載荷重を減少することができ、法規的にも複雑な構造計算書および適合判定の手間と時間を省くことができた。

集成材の精度が工期に大きな影響をおよぼすため、大規模集成材を製材できる工場の選定、製材期間および工場から現地までの搬入についてスケジュール管理と品質管理を十分に検討した上で対応した。

基礎間の土間採用、基礎接地面の念入な防水処理、床下を用いた空調システム等を採用し、埋立地の湿気を含んだ地盤から木材への影響を少なくする工夫をしている。また、分棟により生じる工区ごとの工程を管理するために、各工区の材の調達、加工、現場施工などの情報を、担当毎の打ち合せをなるべく密にして共有することを徹底し、無駄のない工程により事業が円滑に進行するように、全体スケジュールをコントロールした。

### ○木材を無駄なく使うための取組、その他課題等

- ・ 無垢材よりも、集成材を使用することにより、強度等級と品質の確保を図り、また、歩留まりも集成材の方が良いと思われ、木材を無駄なく使用できたと思われる。また、モジュールを合板寸法に合わせることで、なるべく板材をカットせずそのまま用いることができるようにしている。
- ・ 設計初期段階に県産材などの使用を視野に入れていたが、コスト面から採用を見送った。県産材であれば、児童生徒への教材としてより良い物になっていたかも知れない。今後、県産材の調達方法等の制度的な工夫とその活用が必要と思われる。



## 内装を木質化する場合

町産の木材による内装木質化+耐震改修による教育環境の整備（埼玉県ときがわ町立都幾川中学校）

### ○学校整備のコンセプト

内装木質化による教育環境の整備（ときがわ方式）

埼玉県ときがわ町では、老朽化した公共施設について、建て替えではなく、「耐震改修+内装木質化」のときがわ方式により、改修を実施している。新築した場合は、莫大な経費がかかり財政負担も大きくなるので、内装木質化し、耐震補強を施し、外装を塗り替えて、屋上に防水加工することにより、経費、工期を抑えながら、快適な教育環境を整備している。平成12年度から町内各学校の内装木質化を進め、21年度の都幾川中学校の内装木質化により、全ての学校が木質化された。木材は町土の約7割を占める森林から調達している。



校舎外観

### ○関係者の連携及び事業スケジュール

事業のスケジュールは、平成20年度に町（教育委員会）から設計会社に設計業務委託が行われ、設計に当たっては、過去の内装木質化の状況を把握し、これを基に学校の意見を集約し設計されている。また、ときがわ町には、木材乾燥施設をもつ「協同組合彩の森とき川」があり、地場産材確保から木材提供を受けるなど関係機関との連携が図られている。平成20年度の実施設計後、平成21年度の夏休みに内装木質化工事が行われた。設計があがった平成20年度の冬場から「協同組合彩の森とき川」により木の切り出しを行い、使用する木材の準備が行われた。



伐採風景（ときがわ産材）

（P126 参照）（延床面積（校舎） 2,995 m<sup>2</sup>）

	H19			H20			H21																
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
検討				事業についての検討						事業費概算決定						事業費承認							
設計							実施設計 7ヶ月																
製材										伐採、乾燥、製材			施工現場へ										
工事										契約			着工			竣工							

### ○設計者の選定等

設計者の選定等は、県内の建築設計業者の中から実績のある業者が選定された。ただし、内装木質化の実績があるものが少なかったため、学校建築の実績がある業者の選定となっている。

### ○木材の使用量、木材の産地等、木材調達の取組、木材の性能確保

工事に使用した木材は、ヒノキが、床（集成材）27.1㎡、壁（無垢材）14.6㎡、天井等7.9㎡、スギが、天井1.0㎡、造作材に10.2㎡で、合計60.8㎡となっており、主要な木材はときがわ産材を使用し、事前に「協同組合彩の森とき川」が材料を確保し提供されている。仕様書への記載は、各部材ごとに「ときがわ産材を使用」と明記し、地場産材の活用が図られている。「彩の森とき川」により品質の高い木材が確保されている。工事の発注方法は、一括での発注となっている。

### ○環境教育等への活用

環境面では、環境教育への取組を行う中で、内装木質化による温度・湿度の変化等の調査結果を活用した環境教育の推進に取り組んでいる。

### ○その他

事業を進める中で、苦勞した点として、夏休み中の短期間の工事であったため工程的に厳しい状況であったが、順調な工事管理により工期内の竣工となっている。その他に、集成材の利用により材木の先端部分を利用するなど有効利用に努めるとともに、床材を直張りすることにより下地合板を省く工夫がされている。



木の階段



美術室

### ○学校整備のコンセプト

海士中学校は、築23年で、クラックや雨漏りなどの老朽化に悩まされていた。平成18年度環境省の「学校エコ改修と環境教育事業」に採択され、平成19、20年度でエコ改修工事を行った。これはハードづくりだけでなく、ソフトづくり（使用者の環境意識の向上、エコ建築設計者の育成、学校を環境学習の拠点にするなど）も目的としている。そこで、「計画や設計、工事のプロセスにできるだけ多くの関係者が参加すること」に重点を置き、取組んだ。

（延床面積（校舎、屋内体育館） 4,370 m<sup>2</sup>）



校舎北側・外断熱（スギ）

### ○関係者の連携

生徒、教職員、地域の方（PTAも含む）、行政、専門家、設計者、森林組合、小学生が連携して取組んだ。

「計画」・検討会（全4回）・・・学習、改修のテーマを決定

- 参加：生徒、教職員、地域の人、行政、専門家、設計者
- ・設計提案発表会・・・中学3年生が改修案を提案
- 発表者：中学3年生 聴講者：全校生徒、教職員、地域の人、行政、設計者

・基本設計ワークショップ（全3回）

参加：教職員、地域の人、行政

「工事」・工事ワークショップ・・・学校入り口のウッドデッキの塗装に参加

参加：全校生徒、教職員

・工事見学

参加：全校生徒、教職員、地域の方、行政、議員

※地元の木を使うため、地元の森林組合と連携した。

※検討会やワークショップに参加できなかった生徒、教職員、保護者全員に、校舎に対する不満や改修の希望などアンケートを行った。



学校入り口ウッドデッキ（スギ、アスナロ）



教室、廊下の床、腰壁（クロマツ）

### ○事業スケジュール

	H19												H20												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
検討			●	●		●	●		●	●	●														
設計	プロポーザル（設計者選定）												基本設計・実施設計 7ヶ月												
製材									●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
工事													改築工事 9ヶ月												●

### ○設計者の選定等

事前の検討会に参加した設計者を対象に設計プロポーザルを公募し、審査により決定した。

## ○木材の調達等

- ・可能な限り、地元に近い木を使用した。(木材使用量57m<sup>3</sup>)  
北側外壁(スギ)⇒海士町産、隠岐の島町産  
学校入りウッドデッキ(間伐したスギ、アスナロ)⇒海士町産  
教室、廊下の床、腰壁(クロマツ)⇒隠岐の島町産
- ・地元ですぐに使える木材ストックはほとんどないため、発注、乾燥、製材のスケジュールが厳しかったが、設計段階で地元産材を活用することを決め、森林組合と連携して準備を進めておいたため、調達することができた。

## ○環境教育等への活用

学校入り口のウッドデッキづくりに環境学習として生徒が関わった。これら全て地元(海士町)で行った。

- ・伐採の見学、製材の見学、植林(中学3年生)
- ・塗装(全校生徒)



## ○その他、工夫した点

- ・一部、地元の間伐材を使用した。
- ・予算の関係上、優先順位をつけて木質化した。  
(外装) 外断熱のため、寒い北側のみ  
(内装) 使用頻度の高い1、2階部分の教室、廊下のみ
- ・夏休みに集中して工事を行い、早期完成を目指した。

## ○課題、反省点

木質化に当てる予算が十分ではなく、一部の木質化だったことで生徒、先生から「床を全て木にしてほしかった」という声を多く聞く。それは、木になったことによって、温かい雰囲気になった、足元が冷えなくなった、結露しなくなったなどの効果を体感しているからだと考える。実際に、断熱、木質化だけの効果ではないだろうが、冬の灯油の使用量が減り、CO<sub>2</sub>を約14%削減することができた。

学校の校舎は、鉄筋コンクリート造で気候など関係なく全国一律だった。建物の性能としてはあまりよくない。快適さによるCO<sub>2</sub>削減、環境教育、地元の森林業の活性化の点からもぜひ校舎(特に内装)に木を**使えるよう支援していただけたらありがたい。**



### ○学校整備のコンセプト

「エコスクールパイロット・モデル事業」として、生徒に快適な学習環境を整備するとともに、ヒートアイランド現象の抑制や地球温暖化対策に対応した施設づくりを行った。

#### 【事業の目的】

- ・ 学校を地域のシンボルとして環境に配慮した施設とする。
- ・ 改修内容や改修後の建物を活用し生徒や保護者を含めた学校と地域が協力した環境教育の推進。
- ・ 環境建築技術の地域への普及。

#### 【エコ改修の内容】

- ・ 自然エネルギーを活用するための太陽光発電の導入（屋上、庇部分）。
- ・ 夏季の猛暑や冬季の酷寒の熱環境の改善、暖房負荷を低減するための外断熱改修、内部断熱改修、サッシのペアガラス化、断熱材入り間仕切り壁改修。
- ・ 自然換気システムの導入。
- ・ 屋上緑化など

※エコ改修に併せ、次の整備を行った。

- ・ 環境教育に関する資料展示や環境活動の拠点となる「環境教育室」、校内の使用電力、太陽光発電電力量などが表示・管理できるシステムを整備した「エコステーション」を設置した。
- ・ 廊下・教室、環境教育室、エコステーションの腰壁等に県産木材（スギ、ヒノキ）による木質化を行った。

#### 【木質化にあたっての特徴】

- ・ 県産木材（スギ、ヒノキ）により暖かみやぬくもりのある空間を創出した。
- ・ 埼玉県では「県立学校における内装木質化工事の基本方針」を定めており、内装木質化の対象は、普通教室、廊下及び階段の腰壁のみとなる。



校舎外観



エコステーション



環境教育室



### ○防火地域等の指定

耐火建築物（RC造 4階建て）

延床面積（校舎） 3,455 m<sup>2</sup>

## ○設計者は、エコ改修検討会参加者の中からプロポーザルで選定

### ・エコ改修検討会

生徒、保護者、教員、建築関係技術者の参加により、「熱の基礎」や「学校におけるエネルギーの消費の実態と省エネルギーの法則」などのテーマを取り上げ、環境に関する知識や技術を学び、その知識や技術を活用し、エコ改修の基本構想を検討した。

### ・環境教育検討会

生徒、保護者、教員の参加により、環境をテーマとした講演の開催、活動内容の提案や意見交換を行った。

## ○エコ改修の一環としての内装木質化

	H19												H20														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
検討	エコ改修検討会(全7回)							事業費概算決定					事業費承認														
	環境教育検討会(全4回)																										
設計	プロポーザル1.5ヶ月												実施設計3ヶ月														
工事													改修工事 5ヶ月					竣工									

県産材を活用することとし、木材業者から流通材を調達した。(一括発注)

スギ11.0㎡、ヒノキ4.5㎡

## ○環境教育等への活用

エコ改修を環境教育の教材とし活用を図りながら、各教室の電気消費量、灯油消費量などを競い合うエコグランプリの開催などにより、環境教育を継続している。

## ○その他

非常に短い期間で、エコ改修検討会、環境教育検討会の運営が難しかった。



施工の状況

既存壁に木下地組みの上、羽目板仕上げとしている。材質は、羽目板にスギ材、巾木・膳板にヒノキ材を基本としている。



校舎外観

### ○学校整備のコンセプト

耐震補強工事にあわせて、環境省の「学校エコ改修と環境教育事業」のモデル校として、エコ改修工事を実施した。身近にある素材や自然の力を活用した伝統的な日本建築の技術を学び活かし発展させ次世代に継承する「生きる知恵」の継承を改修全体のテーマとした。エコ改修のなかで、校舎の一室（視聴覚室）について、地域産材による内装の木質化を図り、あたたかみと潤いのある教室環境を実現するとともに、地域材を利用することで、森林の保全などを考えるきっかけづくりを目指した。

○防火地域等の指定 耐火建築物 延床面積（校舎） 6,540 m<sup>2</sup>

### ○環境建築研究会での検討、プロポーザルによる設計者の選定

- ・エコ改修事業における環境建築研究会の中で、外部講師による「兵庫県地場木材の活用」についての講義を実施した。
- ・研究会参加者を対象として、プロポーザル方式でエコ改修事業の提案を募集し、審査の上、設計者を選定した。

### ○事業のスケジュール

	H17	H18	H19
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	環境建築研究会		
設計	プロポーザル 実施設計 4ヶ月		
製材			
工事	改修工事 12ヶ月 竣工		

### ○県産材の使用

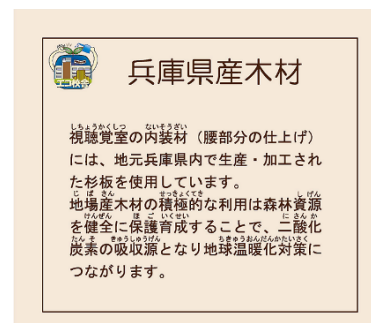
- ・兵庫県産スギ材の使用を、仕様書に記載した。（木材使用量0.5m<sup>3</sup>）
- ・兵庫県木連県産木材供給部会（兵庫県木材業協同組合連合会が、兵庫県産木材の円滑な供給を図るため設置）の会員による木材製品を使用した。
- ・一般の流通材を使用する予定であったことから、工事と一括発注とした。

### ○環境教育等への活用

本取組みを説明するサインを、本教室に設置し、生徒などが環境配慮の心を育む仕掛けづくりとした。

### ○その他

内装の木質化は、出入口建具や黒板の高さを考慮し、壁面のうち高さ1.9mの部分について実施した。



サイン

### ○学校整備のコンセプト

平成17年度から始まった環境省の学校エコ改修と環境教育事業により、校舎の熱的性能を向上させることでCO<sub>2</sub>を削減する「エコ改修」を行い、子供たちの学習環境の確保を行いながら、環境教育の教材となる教育の実践を行い、生活をしながら建物のあり方や住まい方を学習しているところである。

エコ改修では、主に「外断熱」・「ペアガラス」による熱的性能の向上を行ったが、増改築を行った昇降口やプレイルーム、一部の教室等には地元の森林組合より地域の「根羽スギ」を使用し、温かみのある空間を作り出している。

### ○関係者の検討を踏まえた地元材の活用

設計に入る前に、地域の代表者やPTA、学校の先生方にエコ改修検討委員会に参加していただき、改修の方向性やあり方の研究を行った結果、地元産の根羽スギの利用が決まった。

（延床面積（校舎） 6,232 m<sup>2</sup>）

### ○事業スケジュール

	H17	H18	H19
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討		検討委員会の立ち上げ・検討	事業費概算決定 設計概要説明会 事業費承認
設計		プロポーザル実施設計3ヶ月	実施設計3ヶ月
製材			伐採 乾燥、製材、木材強度試験 引渡・施工
工事			改築工事 9ヶ月 竣工

### ○地元材利用の設計への反映

当該地域は、地元産の木材が豊富にあるため、町から設計者に根羽スギの利用を設計に取り入れるように依頼し、設計者は設計段階で、コスト面等も考慮しながら、目立つ部分の内装へ利用するように設計した。

### ○地元根羽スギの利用

- ・設計段階より、地元の木材として、この地域ではブランドとなっている根羽スギの使用を指定し、根羽森林組合より調達した。（工事は一括発注）木材の使用量 8 m<sup>3</sup>
- ・木材は、信州木材認証製品センターによる認証製品を使用した。（根羽村森林組合は当センターの工場認証を受けているため、出荷製品は全て認証品として扱われている。）

### ○環境教育等への活用

- ・環境教育として、木や森林の大切さや、木材を利用することによる価値を児童に学習する場を提供した。また、町の林務係と協力して、植樹作業等を小学生対象に体験学習した。
- ・森林による、CO<sub>2</sub>の削減を中心に学習の中から、森林を整備することの大切さを学ぶために、植樹の体験学習や、地元業者の木の乾燥作業、製材作業の見学などを総合的な学習の時間で行った。
- ・高森の小中学校には、木による環境学習の一環として、ペレットストーブを導入しており、ペレット工場の見学等も実施して、地域の木材の価値や大切さを学習している。

### ○その他

- ・改修だったので、施工時期が長期休業等に限られ、それに向けて製品の納品への配慮に苦慮した。
- ・木の扱いを理解している設計士との契約が大切。元請の事業者は大手企業だったが、下請けに地元の大工をお願いしてくれたため、無難に施工ができた。
- ・地元産のスギを利用しているので、木材そのものの調達に苦慮することはなかったが、どうしても費用が割高になるため、補助金を充当したとしても、建築資材全てに利用することは出来なかった。

### ○学校整備のコンセプト

名古屋市では、市域周辺部での宅地開発により急速に人口が増え、過大規模校となる学校が相次いでいる。そのような中、学校規模の適正化のため、19年度から3年連続で新設校を3校開校する必要がある、これを機に新設校のコンセプト（7項目）を整理し、実施設計を進めてきた。

コンセプトの1項目に、「木のぬくもりのある学校」を掲げており、植田東小学校は、このコンセプトに基づく設計の3校目の事例として、最も木質化に取り組んだ学校として整備することができた。



校舎外観

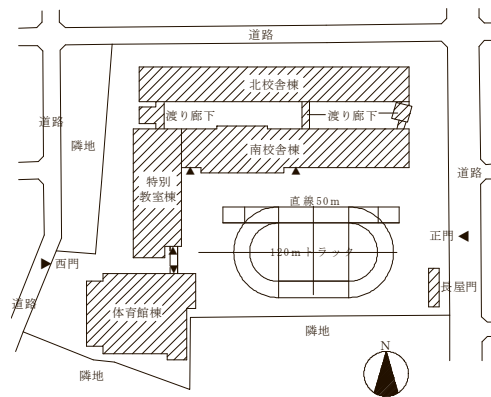
### ○防火地域等の指定 準防火地域、耐火建築物

延床面積（校舎、屋内体育館） 8,370 m<sup>2</sup>

### ○建設準備委員会への地域住民の参加

これまで名古屋市での新設校の設計では、教育委員会、市住宅都市局、学校（母体校）が具体的に検討したものを、地域役員と教育委員会等で構成する「新設校建設準備委員会」の意見をいただきながらまとめ上げるというスタイルで行った。これに加え、植田東小学校の設計では、地域住民も参加したワークショップを開き、建物や教室の配置、町に調和した外観、学校の安全性などについて検討を重ね、地域の想いを尊重した。

配置図



### ○事業スケジュール

	H17	H18	H19	H20	
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	
機	建設準備委員会発足			建設準備委員会での検討	事業費決定
設	プロポーザル		基本設計 2ヶ月	実施設計 6ヶ月	議決・本契約
工	造成工事 5ヶ月			入札・契約	新築工事 16ヶ月
					竣工

### ○設計者の選定等

プロポーザル方式により基本設計の設計者を選定しており、「木のぬくもりのある学校」といったテーマで募集したため、木の扱いにある程度慣れた設計者を選定することができた。また、基本設計に引き続き実施設計も、同設計者と随意契約した。



スクールラウンジ

## ○工事との一括発注により、流通材を調達、補充用部材の確保

- ・今回の木材調達では、工事との一括発注で木材調達も含めており、市場流通の乾燥材での調達を行った。発注仕様書で特定の産地指定をすることで、木材の入手に不具合が生じるおそれを考慮し、仕様書で国産材を使用することとした。実際には、岐阜県産のスギ材を多用している。(木材使用量 271 m<sup>3</sup>)
- ・施工段階での割れ、破損による補充部材の供給が必要であり、それらの部材のストックは欠かせなかった。どの程度の割れや破損が生じるかは、見込みが立ちにくく、工事完了後には大量のストック材が残ってしまった。

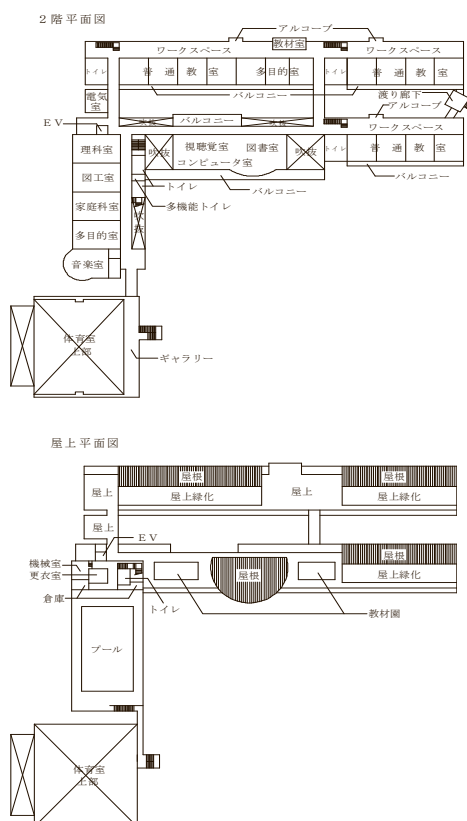


中央ホール

## ○環境教育等への活用

名古屋市は、木曽川から水道水を取水しており、その上流域である「木曽」の恵みを受けている地域である。木曽地方の代表的な木材である木曽五木（ヒノキ、サワラ、アスナロ、コウヤマキ、ネズコ）を、普通教室近くに配置したアルコーブ（隠れ家的スペース）の仕上げ材や廊下に配置したベンチ（家具工事）に使用し、子どもたちが身近にその材質の違い（手触り・匂いなど）を学ぶことができるようにしている。

また、木材の種類を表示するパネルなどを設置し、より一層の理解が進むように工夫している。



## ○その他

この学校は、過大規模校の解消のための新設校建設だったので、平成21年4月の開校に間に合わせる必要があり、工事の大幅な遅れは許されない状況にあった。また、これほどまでに木材を多用する仕様は、名古屋市の近年の学校づくりでは無かったため、部材の選定・確認では、教育委員会職員も工事現場事務所でサンプル材を確認することもあった。そのような中、吹き抜け部分の構造部材として考えていたスギの無垢材が、規格外の長さであるため、入手が難しくなっていることが判明し、代替部材を探すこととなった。

しかしながら、構造部材としての強度、細部の収まり、予算等の点を考えると、無垢材で代替となる部材は見つからず、最終的には、H鋼にスギ板を貼る工法を採用することで、工事の遅れを防ぐことができた。



### ○学校整備のコンセプト

改築の基本方針として、9項目にわたる柱を立てたが、とりわけ「エコスクールの推進」を重点に置き、徹底した省エネルギー設計とするとともに、自然環境共生の様々な手段を用いる計画とした。

### ○防火地域等の指定

準防火地域一部防火地域 耐火建築物  
延床面積（校舎） 7,656 m<sup>2</sup>



校舎外観

### ○関係者の連携

改築計画にあたっては建築系の学識経験者、保護者、教員、地域関係者からなる改築検討協議会を設けて全7回協議した。その検討のなかで「コンクリートの巨大な建物が建つことになるが、環境と共生することが大切であり、子供の環境なので、インテリアは柔らかく生活的なものにしてほしい」旨の意見が出された。このような意見を参考にエコスクールの観点から内装木質化を検討した。



改築検討協議会の様子

おりから、東京都では国産材の需要低迷により、森林が荒廃したため木の循環が滞り、これによるスギ花粉の影響が大きく、多摩産材の利用促進が課題であった。

こうした背景のなか、都内西多摩郡桧原村で校舎の内装木質化工事中であった現地を調査し、あわせて現地の供給体制についても調査し、多摩地域全体で十分に供給できることを確認した。

### ○事業スケジュール

	H16	H17	H18	H19
	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3
検討	基本計画			
設計	基本設計	実施設計		
工事			改築工事	竣工

### ○設計者の選定等

指名競争入札 指名にあたっては、学校設計の過去の実績、組織体制等を考慮した。

### ○木材の産地等

- ・木材の調達は工事と一括発注した。（木質化工事を分離発注する場合、経費増となり全体工事費が割高になる点と、区内に森林や木材業者は存在せず、地元事業者保護の視点は薄いため）
- ・前述の理由から「多摩産材」と仕様書に明記している。なお、東京都においても「東京都建築工事特記仕様書」に明記している。設計図書に材質、等級、板厚等仕様を明記し、現場で材料承諾を行っている。
- ・木材使用量 34 m<sup>3</sup> （2,238 m<sup>2</sup> スギフローリング加工板厚 15 mm）

### ○木材調達の取組

- ・多摩産材として認証を受けた木材は、流通業者ないしは直接工事業者の手によって現場に搬入される。認証材とは、多摩地域で生育し、適正に管理された森林、公的に伐採される森林から供給され、生産から販売までの全ての流通工程で多摩産材認証登録事業者が扱う木材及び製材品をいう。販売に際し、規定する証明書類とシールが添付される。
- ・多摩産材の供給体制としては、原木市場 1 箇所、素材生産業者 17 業者、製材業者 31 業者が登録されている。桧原村での調査では、村の製材所 4 箇所ですべて供給しているが、林道に面した森林からの伐り出ししかできないため、供給に一定の限界があり、多量に供給する場合は他の地域からの応援で賄うとのことであった。

### ○環境教育等への活用

本工事ではなく同様に内装木質化を行っている別の学校改築の現場において、5年生 105 人を対象とした現場見学会を開催し、スギ材のサンプルや産地の説明などを行い理解を深めた。当該校の実施内容は「荻窪小学校エコスクールの推進」学習プログラム開発・実施報告書（2008 年度 社団法人日本建築学会）にまとめられている。

高井戸小においては、通常の授業で、4年生の社会科「桧原村の人々の暮らし」（1月）の学習で、スギ板を関連的に扱っている。さらに、5、6年生の総合的な学習「高井戸小のエコスクールの秘密」では、スギ板のことを子どもたちは必ず取り上げており、子どもたちの木に対する関心の高さが伺える。



オープン形式の普通教室

### ○その他

（コスト比較）都単価において、スギ一等板材と比較すると、多摩産材は内地産材より 1.6 倍も高い。環境対策の面や児童に与える室内環境向上という目的があり、やむを得ないところであるが活用が拡大されなければコストの低減は難しい。



### ○区民の森の整備、そこから発生する間伐材を学校の内装材として利用

港区では平成19年4月、地球温暖化対策の一環として、区とあきる野市の交流事業「みなと区民の森づくり」をスタートさせた。港区があきる野市から20ヘクタールの市有林を借り受け、長く手つかずのままだった森を、区民とともに整備する計画を実行した。森を整備し、森を元気にすることにより、約200トンのCO<sub>2</sub>を吸収することができる地球温暖化防止に貢献する森となった。

森を整備する過程で発生した間伐材は、区有施設の内装材や環境学習の材料、区立エコプラザの事業など様々な形で活用されている。平成21年度竣工の学校施設では、区立三田中学校と区立高陵中学校及び区立港南小学校の内装材等として活用した。

平成20年12月に竣工した港区立白金台幼稚園の新築園舎の内外装材には、「みなと区民の森」の間伐材をふんだんに取り入れ、木のぬくもりや温かみを感じることができる園舎とした。

幼稚園が位置する白金台は、町名が表すとおり、起伏にとんだ台地となっている。周辺は古くから武家屋敷として栄え、現在も閑静な住宅街で、大きな木々に囲まれた都会のオアシスとも言える恵まれた自然環境となっている。

### ○関係者が連携した「森の幼稚園」としての整備

改築計画では、地域住民やPTAが参加するワークショップを開催し、「森の幼稚園」をキーワードとして計画、設計を進めた。「家庭的で温かみのある居場所づくり」、「職員の目の行き届く安全な環境づくり」、「健康的で安心な環境づくり」の3点を主眼に、子どもたちが心身ともに健やかに育ち、地域に根ざす幼稚園となることを目標として設計した。

さらに、白金台幼稚園では、屋上に設置した菜園を活用して、子どもたちが保護者と一緒になり野菜づくりやフルーツの栽培を行っている。子どもたちが、土に触れ合いながら、生命を育む大切さや収穫の楽しさを学べる環境も整い、「都会の森の幼稚園」として、地域住民から永く愛される幼稚園となった。

（延床面積（校舎） 1,011 m<sup>2</sup>）



地域に愛される「森の幼稚園」



間伐材を使用したバルコニー手すり



木の温もりを感じる明るい遊戯室



野菜を育てている屋上菜園





## 木材の有効活用

- 伐採・製材する木材は、樹皮や端材を、集成材や製紙、有機肥料の原材料、固形燃料に使用するなど、全て有効に活用することもできる。

自然環境を保全し持続的発展を図るためには、建設工事における環境への負荷を小さくすることが重要である。木材の伐採・製材に当たっては、丸太の樹皮を肥料や飼料としたり、小径木や端材等により集成材、固形燃料をつくること、製紙に使用することなどにより、木材を有効に活用することが出来る。

### 伐採した木材全ての有効活用（栃木県茂木町立茂木中学校）

茂木町立茂木中学校の改築事業においては、伐採した木材の全ての有効活用が図られている。不要な雑木は販売し、町内の製材所や木材加工場において発生したオガ粉や、製材時に発生し通常であれば焼却処分するバタ材についても全て回収し、町営の「有機物リサイクルセンター」の原材料として活用することにより、有機肥料としている。また、山で皮むき作業をした丸太材の樹皮は、今後植林する苗木の肥料となるよう山にストックし利用した。



木材加工場より回収した端材



製材所より回収したオガ粉



バタ材やオガ粉を活用した有機肥料

さらに、全ての生徒用の机・椅子や多目的ホールなどの丸太ベンチやテーブル等は、全て今回、町が用意した町有林のヒノキ材（建設で利用した材）を利用し木製で整備した。併せて、生徒用の木製の机・椅子は、茂木中学校だけでなく町内すべての中学校に整備した。

特に、生徒用の机・椅子の製作に当たっては、学校と協議し実際に生徒の意見を調査したほか、地元建具組合の意見も集約し、使いやすく長持ちさせるため4回の改良を重ね、教員・生徒に好評を得た茂木独自の仕様として制作し、現在、意匠登録を進めている。



試作品による生徒の意見集約



普通教室の生徒用の机・椅子



多目的スペースの丸太ベンチ

## 樹皮や端材等による木材ペレット製造（埼玉県飯能市西川地域木質資材活用センター）

埼玉県飯能市の協同組合西川地域木質資源活用センター（愛称：もくねん工房）では、組合員である地域の製材業、木材卸売業、素材生産者、森林組合で発生する樹皮や端材等の未利用木質資源を熱源として有効利用するために、木質ペレットの製造を行っている。

製造したペレットは県内の温泉施設やペレットストーブを設置する一般家庭等に供給・販売されており、地域の木材産業の経営の安定化を図るだけでなく、環境の保全と循環型社会の構築に大きく貢献しているところである。



西川地域木質資源活用センター  
（もくねん工房）



木質ペレット製造風景



原料の樹皮と木質ペレット

## (4) コストを抑えるための設計上の工夫

木材を利用した学校施設の整備は、心理・情緒・健康面への効果、環境負荷の低減、地域経済の活性化など、幅広い意義や効果があるため、総合的に費用対効果を考えて検討する必要がある。

木材を利用する場合の建設コストは、木造による整備事例が他の構造（鉄筋コンクリート造等）と比べて少ないことや、木造とするために建築計画的に特殊な構造となることが多いこと等により、現状では、一般に高くなる傾向があるが、木材調達や設計を工夫して行うことにより、建設・維持管理のコストを抑えることが可能となる。

本節では、まず、木材を利用する場合の、費用対効果などコストの捉え方について整理する。その上で、コストを抑えるための工夫のポイントとその解説を示すとともに、それらに実際に取り組んだ事例を紹介する。

### 木材利用のコストの捉え方

- 木材を利用する場合のコストは、絶対的な評価（資材費や労務費等）だけでなく、総合的な評価（費用対効果）を検討することも有効である。

#### ■コストの総合的な評価と絶対的な評価

コストの評価に当たっては、総合的な評価と絶対的な評価とがあり、どちらか片方だけの評価では木材を利用することの意味を十分に捉えたとは言い難い。

#### ■コストの総合的な評価

総合的な評価とは、木材を利用することによる総合的な費用対効果で、ライフサイクルコストのように維持管理を含めた長期間でコストを見た場合や、お金の換算することは難しいが、心理・情緒・健康面への効果、山林の保全や地域経済の活性化、街づくりへの寄与、伝統的な大工技術や文化の継承など様々な視点がある。

ライフサイクルコストの算出における維持管理コストは、往々にして木造が高いとの批判を受ける場合がある。これは、適切な維持管理が行われていない既存の鉄筋コンクリート造等による学校施設と比して高いとされていることがあり、同等の基準で維持管理を実施した場合のコストを比較することに注意すべきである。また、維持管理コストは、木造あるいは鉄筋コンクリート造という構造形式よりも、内外装に使われる維持管理に関わる仕上げ材に左右されることの方が多い。

## ■コストの絶対的な評価

絶対的な評価とは、木材一本当たりの単価や $m^3$ 当たりの単価、一日当たりの大工手間賃などがある。全国レベルでの木造に関する絶対的な評価にあたるコストの指標は少ないが、(財)建設物価調査会の発行する建設物価などが参考になる。また、事業の計画地域における木造住宅建設のコストも大いに指標となるため、地元住宅産業関係者へのヒヤリングは欠かせない。

ただし、コストの絶対的な評価には、時間差（建設時期や年代あるいは需給により価格変動が大きい）や地域差があり必ずしも横並びに比較できない。例えば、ある年月の建設物価で杉材のコストを、 $4.0m \times 12.0 \times 12.0$  特1等材の $m^3$ 当たりの単価で比べてみると、最も安いのが九州地域の33,000円、最も高いのが東北地域の47,000円であり、1.4倍以上の開きが地域差によって生じている。また、乾燥材（KD材）では、上記の生材（グリーン材）と15,000円前後の差を生じる。この価格差が乾燥に掛かるコストであるが、これもその計画する地域における乾燥釜の有無や、乾燥釜の種類、天然乾燥にするかどうかなどによって違ってくる。

事例に見られるように、乾燥釜がなくても天然乾燥で十分な期間をとりコストを抑える取組を行ったものもあり、その地域の実情に合わせ計画を行うことが必要である。



## コストを抑えて整備するための設計上の工夫

以下に、建設・維持管理のコストを抑えるための設計上の工夫の例を示す。地域の実情等に応じて、これらの工夫の例の中から活用できるものを組み合わせて採用することができる。

	事項	ポイントと解説	取組事例
全 体	各構造関連工事コストの総合的な検討 ・木材コストを知るための基礎知識	P98	—
構造・架構 計画	混合構造の活用による効率的な課題解決 ・平面的な混合構造 ・立面的な混合構造 ・平面的にも立面的にも混合構造	P99～100	P110～115
	地域の大工技術の採用	P99	P116
	(コラム:木造で整備しやすい施設規模～武道場～)	P107～109	—
部材計画	一般流通材の活用 ・規格材を利用した梁について	P101～103	P117～120
	定尺材の活用	P104	P118～124
	ディテールの統一化	P104	P112～114 P121～124
	プレカット工法の採用	P104	P118 P121～124
	歩留まりの向上・木を使い切る	P105	P125
	適材適所の木材使用	P105	P117 P125～126
	同じ材の繰り返し使用	P105	P121～124 P127～128
維持管理	維持管理に配慮した設計	P106	P129～132

木造で整備する場合は全ての項目を、内装を木質化する場合は「混合構造の活用による効率的な課題解決」以外の項目を活用することができる。

なお、設計に当たっては、木を活用した学校施設の整備に関する手引書「あたたかみとうるおいのある木の学校 早わかり木の学校」(平成19年12月 文部科学省)が参考になるので、あわせて参照されたい。

## <全体>

### ～各構造関連工事コストの総合的な検討～

- 木造では構造形式のコスト評価だけではなく土工事、地業（杭工事）、基礎工事、躯体工事等を全体として評価する必要がある。

例えば、体育館や武道場の構造を鉄骨造と木造で比較する場合、鉄骨の梁と集成材の梁を比較して木造が高いとの判断が下されるなど、木造と他の構造とをコスト比較する場合、構造に関わる部分的な比較がなされる場合が多い。しかし、実際には木造として計画される場合、自重が軽くなり地業に係るコストが軽減される、あるいは木工事を多くして他の工種を減らすなどのことで割安になることが多く、総合的な木造としての積算を行うことが必要である。

木造を採用するか否かの構造関連のコストは、単に構造形式だけでなく、土工事、地業（杭工事）、基礎形式、躯体工事等が各々関連して決まるものであり、それぞれコストがばらつく要因を抱えている。土工事では、建物の基礎形態や残土処分、湧水の有無、地業では、地盤の善し悪し、支持層の深さや杭工法の種別、躯体工事では、構造形式の種別でコストが決定される。また、同じ構造形式でも階高やスパンに大きく影響を受ける。

したがって、構造関連のコストは、これらを総合して評価する必要がある。

#### 木材コストを知るための基礎知識

- ・ **正角材とは**、通常柱に使われる真四角な木材。建設物価等のコスト情報ではスギ、ヒノキについて掲載されている。平角材とは、通常梁に使われる長方形断面を持つ木材。建設物価等のコスト情報ではベイマツしか掲載されていない。この正角材、平角材は心持ち材であることが多く、その定尺寸法の規格材について建設物価等でコストの情報が掲載されている。
- ・ **国産材の梁については**、通常注文があってから製材される特殊製材品と呼ばれ、通常の製材品と区別される。特殊製材品という理由で製材価格を高く見積もる傾向があるが、学校等で用いる場合、実際には、同じ断面のものを多量に必要とするので、こうした意味での特殊製材となる理由はあまりなく、通常の製材単価と歩留まりとの関係から製材後の木材単価が定められるべきものである。
- ・ **定尺材とは**、柱材の場合 3 m材及び 6 m材で、3 mの柱は木造住宅の管柱（くだばしら）に、6 m材は通し柱に使われる。梁材の定尺は、3 m、4 m、6 mで、主に 4 m材が主流となる。4 m材が主流となる理由は、二間（けん）の寸法が 3,640mm となることが多くそのスパンに使われるためである。なお、東北地方では定尺が 4 mでなく 3.65mの地域があり、建物のスパンによっては 4 m材でなく 3.65m材を使うことにより、用材の歩留まりの関係によりトータルの  $m^3$  単価は下がる。
- ・ **柱や梁の規格材とは**、通常、柱の 10.5×10.5（3.5 寸角）、12.0×12.0（4 寸角）を基準として、梁の場合はその柱の基準幅×梁成（はりせい）で 10.5×18.0（3.5 寸×6 寸）、12.0×24.0（4 寸×8 寸）のように表記される。梁成については、3 cm刻みで 15.0 cm（5 寸）、18.0 cm（6 寸）、21.0 cm（7 寸）・・・30.0 cm（尺梁）・・・36 cm（尺 2 寸）のように表記され、16.0 cmのように 3 cm刻みから外れるものはほとんど見られない。
- ・ **特 1 等材とは**、1 等材（古い JAS の規格からきている呼び名）は節有りのごく一般的な材料であり、特とはその中でも木材の全長に渡って丸味がない（角がある）ものを指している。
- ・ **KD材とは**、人工乾燥材（Kiln Dry Wood の略）で D25（含水率 25%以下）、D20（含水率 20%以下）、D15（含水率 15%以下）のように表記され、一般的に KD材と言われているものは D25 を指して取引される場合が多い。



## <構造・架構計画>

### ～混合構造の活用による効率的な課題解決～

- 学校施設のような大規模な建築物を木造で建てる場合、耐火・防火に関する建築基準法の規制への適合や遮音性・開放性の確保、水平力に対する抵抗、接合部の構成など、計画上考慮すべき点が多くある。部分的に鉄筋コンクリート造を導入するなど、混合構造とすることにより、より平易に課題を解決でき、設計の幅を広げることができる。
- 混合構造を採用する場合は、異種構造間の接合強度を十分に確保することが重要である。

学校施設のような大規模な建築物は、構造をはじめ、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る。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混合構造とすることで、技術的にはより容易に解決でき、設計の幅を広げることが可能である。木造での計画が難しい地域においても、混合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る。ただし現在は、平成19年6月の建築基準法等の改正により、延床面積が500㎡以上の混合構造については審査が厳格化されており、平面的な混合構造、立面的な混合構造共に、様々な制約を受けるとの声が聞かれている。このため、国土交通省において、こうした混合構造の課題について検討されているところである。

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る。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る。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であり、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言える。

### ～地域の大工技術の採用～

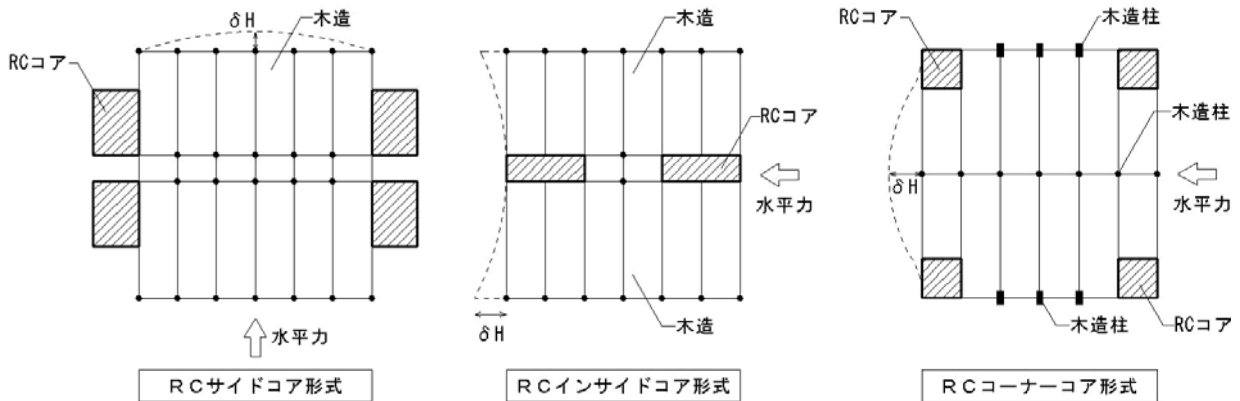
- 地域の大工技術を採用することにより、特別なコストをかけずに整備することができる。

地域の大工技術を採用することにより、特別なコストをかけずに整備することができる。また、学校づくりに地域の大工が総力をあげて取組むことで、地域への経済効果が期待でき、大工技術や技能の伝承にもつながる。

伝統的町並みが残されている町や村では、その景観との調和を図る上でも、地域の大工技術を採用することは有効である。

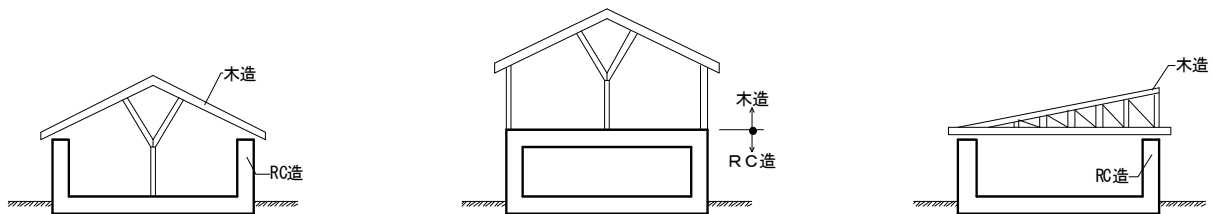
### 平面的な混合構造

原則として木造部分は鉛直荷重のみを負担するか、もしくは負担荷重分の水平力まで併せて負担できるように設計し、鉄筋コンクリート造部分に全水平力を負担させる構造である。この構造の場合、木造部分の床および屋根面の水平剛性と木造と鉄筋コンクリート造との接合強度が重要になる。



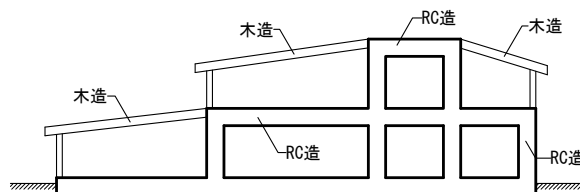
### 立面的な混合構造

学校建築に最も多用されているのが、立ち上がり部分までを鉄筋コンクリート造とした立面的な混合構造である。外周部を鉄筋コンクリート造とすれば、木造部は一般的な納まりとすることができる。また、1層分、すなわち2階床スラブまでを鉄筋コンクリート造とし、2階部分は木造とする学校も多い。いずれの場合でも、木造部と鉄筋コンクリート造の異種構造間の接合強度が重要になる。なお、小屋組のみが木造でその他の部分が鉄筋コンクリート造等の場合、鉄筋コンクリート造等の部分は小屋組の重量を考慮して通常の方法で設計すれば良いことになる。



### 平面的にも立面的にも混合構造

図のように平面的にも立面的にも混合構造となっている校舎もある。この場合、鉄筋コンクリート造部分に全水平力を負担させ、その後に木造部の設計を行うことになるが、木造部の床面、壁面の剛性評価が建物のモデル化を行う上で最も重要となる。また、水平面においても鉛直面においても同時に異種構造を持つことになるが、異種構造間の接合は設計上、施工上の面で重要な役割を持つ。



※「3 - (3) 木材を利用する学校づくりの進め方」(P47) に事例を掲載している。

## <部材計画>

### ～一般流通材の活用～

- 一般に安価で調達できる流通材を活用できるように設計する。
- 流通している小断面の規格材を工夫することにより、大型の組立て部材を製作し、大空間の構成を可能にする。

市場に流通している木材は、特別に調達する木材と比較して、安価で調達することができ、調達にかかる期間も短くすることが可能である。このため、地域の市場で一般に流通している材種や材寸を把握し、これを設計に反映させることが、ローコスト化のひとつの方法となる。

大空間を構成する場合は、大断面の部材が必要となるが、流通量の多い小断面の規格材を組み合わせて、重ね梁や複合梁とすることで、大断面の梁と同様に、長いスパンを構成することができる。

### 規格材を利用した梁について

#### ・重ね梁、複合梁

比較的大きな空間を必要とする場合は図1のような梁の採用が考えられる。大断面の梁材が容易に手に入れば問題ないが、乾燥の難しさや運搬・ストックなどを考えると、多少の工夫が必要になる。また、近年は環境面からも間伐材を有効利用する重要性が増しているため、規格化された小径材を組み合わせた架構を考える意義は大きい。

#### (重ね梁はずれを防止する)

重ね梁は2～3本の梁を上下に重ねたものだが、重ねただけでは鉛直荷重がかかるとずれが生じ(図2)、構造的には個々の部材を横に並べただけの効果しか発揮できない。表1は断面の強度の検討に用いる断面係数<sup>※1</sup>  $Z$ と、たわみの検討に用いる断面二次モーメント<sup>※2</sup>  $I$ を比較したもののだが、これを見てもその違いは明瞭である。

したがって、無垢材と同等の耐力を発揮させるには重ね梁の上下の梁を接着して、ずれがまったく生じないように一体化する必要がある。束でつないだり、ずれ止めのダボを入れる程度では、無垢材と同等の断面性能を得られないことは実験結果などからも分かっているが、表の中の断面係数・断面二次モーメントの値がほぼ中間の値を示すことがある。

※1 断面係数：部材の曲げに対する強さを示す。※2 断面二次モーメント：部材の変形のしにくさを示す。

#### ・トラス、複合梁、合成梁

そのほか、長スパンを構成する方法としては、上下の梁の間を斜材でつなぐトラスや、鋼棒などの引張材を組み合わせた複合梁、構造用合板を両面に打ち付けて上下梁をつなぐ合成梁などが考えられる(図1)。

トラスは斜材の傾きを水平面から45°～60°とすると構造的な効果が期待できる。また、木造のトラスはできる限り部材に圧縮力が働くように斜材を配置するとよい。引張材となる場合はその接合方法に注意する。

複合梁を採用するときも同様で、引張材の接合方法が重要になる。構造用合板でつなぐ合成梁は、釘の径と本数が耐力に影響する。

## 大スパンを構成する梁の種類

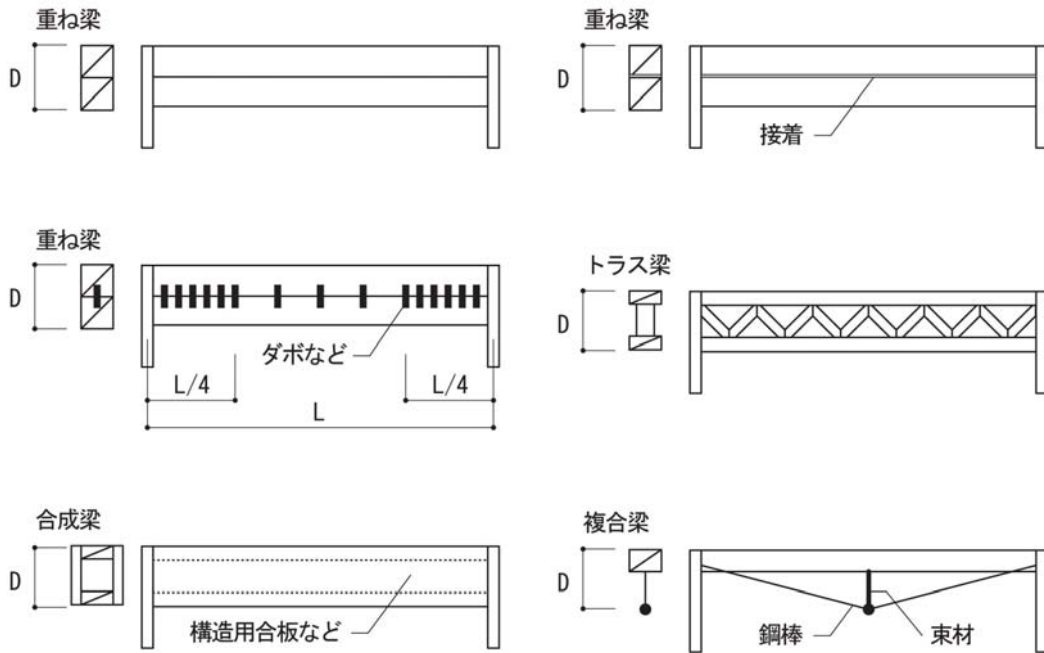
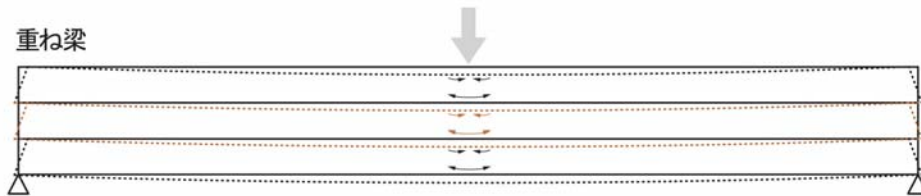



図 1


## 断面係数と断面二次モーメント



単材を重ねただけでは重ね合わせた面がずれてしまう。

図 2

断面係数  $Z = \frac{1}{6}bh^2$  

断面二次モーメント  $I = \frac{1}{12}bh^3$  

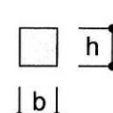
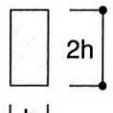
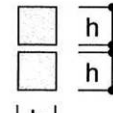
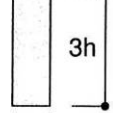
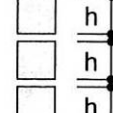
断面形					
曲げ強度 (断面係数)	1	4	2	9	3
曲げ剛性 (断面二次 モーメント)	1	8	2	27	3

表 1

## 長野県における取組～信州木材認証製品～

### ・長野県林業総合センターにおいて開発されたカラマツ接着重ね梁について

長野県林業総合センターでは、平成18年度から20年度にかけて、農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」を活用して、接着重ね梁に関する製造技術開発や性能評価を行った。

開発された接着重ね梁は、信州木材認証製品として認証されており、今後の利用拡大が期待される。



接着重ね梁

(左からツインビーム、テトラポール、トリプルビーム)

### ・規格材の製作の目的、内容、効果

長野県を代表する樹種であるカラマツ等の間伐材を利用した接着重ね梁等の技術により、大型木造施設で使用できる無垢材の技術の確立を図るとともに、無垢材の強さ、美しさ、利用方法を全国へ発信する目的で製作・使用した。接着重ね梁は、間伐材から断面の大きい構造材ができ、無垢材に近い質感を味わえるなどの特徴があり、間伐材の有効利用に資することができる。

## 住宅用中断面流通材を活用した設計

戸建て住宅は、一般的に鉄骨造や鉄筋コンクリート造よりも木造の方が工事費が安いと言われている。この理由は、在来軸組工法用の中断面材、汎用プレカット機械加工、量産接合金物という価格競争力の高い流通生産システムを利用していることが大きく影響していると考えられる。

学校校舎のような中規模木造建築においても、これらの流通生産システムを利用して、住宅用中断面流通材を活用して重ね梁を用いている取組み(稲荷山養護学校(P118))が行われている。また、住宅用中断面集成材を活用した設計方法の研究も行われており、コスト抑制の1つの手法として考えられる。

## ～定尺材の活用～

- 流通材の中でも、伐採時の伐り無駄が少なく生産コストが抑えられている定尺材の使用を原則とし、定尺材の使用を前提とした架構形式を採用する。

定尺材とは、各部材の基準寸法により製作された材料のことで、流通量が多いため、一定の規模までは比較的調達しやすく、品質や価格も安定している。柱の場合、定尺は3 m、6 m、梁や桁では、4 mの定尺材が一般的に使われている（P98参照）。建物の階高や木材の継手の位置を検討する際には、一般に流通する定尺材の使用を前提として設計（架構計画）することで、木材の調達を進めやすくなり、コストも抑えることができる。

## ～ディテールの統一化～

- 接合のための仕口のディテール（加工形状等）の統一化を図ることで、施工性がよくなり、工期の短縮につながる。

木造の建物にとって架構体の形状の決定は、その建物の用途、空間、デザイン等に直接関係する重要な意味をもつことになる。このため、建物の計画の比較的早い時期から意匠設計と構造設計の密な打ち合わせにより、構造計画や架構計画を立案し、設計方針を決定し確認することが必要となる。

架構計画の提案により形状が決まった後は、接合のための仕口のディテールとその接合効率が設計上の要となり、施工上はディテールの統一化が施工効率、工期の短縮を図る要因の1つとなる。

施工効率や工期の短縮にあっては、このディテールの統一化により、さらに部品化やパネル化、地組などの工法を取り入れることも必要である。

## ～プレカット工法の採用～

- あらかじめ工場で加工するプレカット工法を採用すると、工期が短縮される、加工精度が高まるなど、生産性の向上につながる。

プレカット工法は、施工現場で実施している作業をあらかじめ工場で実施することにより、工期を短縮することができる。また、加工精度が高まり、安定した品質を確保できるようになる。ただし、材端の加工形状の同一化は、個々の部材の条件（荷重負担の大小など）を見極めて、必ずしも一律に適材適所に配置することはできなくなる側面もある。

### ～歩留まりの向上・木を使い切る～

- 木材の使用箇所を工夫したり、端材を有効に活用することにより、歩留まりを向上させる。

木は工業材料と違って品質にばらつきがある。節が多かったり、色味の違いにより、実際の施工段階で使用できない木材が出てくる可能性がある。見た目のきれいな材は仕上げに活用し、端材は下地材に活用するなど、木材を上手く使い分けることにより、歩留まりを向上させることが可能となる。

### ～適材適所の木材使用～

- 地元産の木材の活用を基本として計画する場合でも、木材の調達方法は適材適所を考慮しつつ柔軟に考える。
- 内装を木質化する場合は、部位に応じて材のグレード等を選択するなど、合理的に行う。

地元産の木材の活用を基本として計画する場合でも、部材により確保が難しい場合は、別途調達することも柔軟に検討する。内装を木質化する場合は、目の届かない部分には安い材を活用したり、節のある材の活用を工夫することで、コストを抑えることができる。

### ～同じ材の繰り返し使用～

- 施設の架構計画上適切な独自の規格材を製作し、同じ材を繰り返し使用する設計とすることで、必要な木材の安定した確保が可能となる。

木材の乾燥期間は、人工乾燥で3～6ヶ月程度、天然乾燥ではその断面により、更に6ヶ月～1年以上の時間を要する。このため、必要な寸法の木材を、その都度製材してすぐに使用するというわけにはいかない。同じ寸法の規格材を設定し、同じ材を繰り返し使用する設計とすれば、木材の早期発注ができ、必要な木材の安定した確保が可能となる。

## <維持管理>

### ～維持管理に配慮した設計～

- 維持管理に配慮して設計することは、建物の長寿命化やライフサイクルコストの低減につながる。
- 部材を部分的に取り替えられるように設計することが有効である。
- 外部の木材利用を抑えたり、軒先を深くするなど、風雨や紫外線の影響をできるだけ避けることが有効である。

木材を用いた施設を長持ちさせるためには、乾燥収縮による狂いや割れ、紫外線による劣化、湿気による耐久性の低下など、木の特性により想定されうる問題点について、設計段階から配慮することが必要である。また、完成後は、定期的・組織的な点検を実施し、適切な維持管理に努めることが長寿命化やライフサイクルコストの低減につながる。

### 維持管理に配慮した設計等の考え方

維持管理のしやすい設計として求められるのは、構造部材あるいは設備類の点検のしやすさと、それら部材・部品の補修・交換のしやすさである。このため、構造部材を露出させる構法や、隠ぺいされる場合には、構造部材とその接合部の状態を確認できる点検口を適切に設けることが有効である。

維持管理の対象となる木材の変質現象には、変形や破損によるものと、劣化による現象とがある。前者には、木材の乾燥に伴う反り、曲がりなどの狂い、割れなどがある。これらは多くの場合、建物そのものの構造安全性に影響するものではないが、防水性や使い勝手の面で不都合が生じる場合がある。特に外部開口部や外壁などの風雨にさらされる部分でこのような現象が生じた場合は、接合部や材断面に隙間を生じ雨水が浸入しやすくなるため、変形・破損部分の補修や生じた隙間の充填などの維持管理が必要となる。また、構造上の確認として、梁のたわみについて、定期的に許容範囲内にあるか確認が必要であるが、通常、あらかじめ梁の断面設計で長期的なたわみを考慮し、問題がないようにしておく。

一方、劣化現象としては、風化、摩耗、虫害、腐朽などがある。このうち風化は、紫外線や雨

水などにより部材の表面から組織が浸食されていく現象であり、短期間で深刻な事態に至ることはない。風化を避けるためには、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ある。また、雨水が残らず水切りが出来るような納まりとしておくことも重要である。摩耗は、建物を使用する際に、床板や建具などの仕上げ、造作部材に摩擦力が作用することで生じる現象であり、建物全体の構造耐力とは直接関係しないため、直ちに維持管理の対象と考える必要はない。虫害や腐朽については、建物の深刻な安全性の低下につながりやすいため、日常的、定期的な点検による早期発見が大切である。

塗装は、木材のデザインや仕上げなどの美観に関係するばかりでなく、劣化や汚れなどから木材を保護する働きがある。外装を堅木塗装仕上げとした場合は、定期的な塗装が必要となるが、最初の塗装をグレードの高いもので行い、木材に浸透させておけば、後年度の塗装はグレードを抑えたもので行うことができる場合が多い。内装木仕上げの場合は、床も壁も、子どもたちと一緒に日常の清掃活動の中で行うことができ、特に費用はかからない。



## 木造で整備しやすい施設規模 ～武道場～

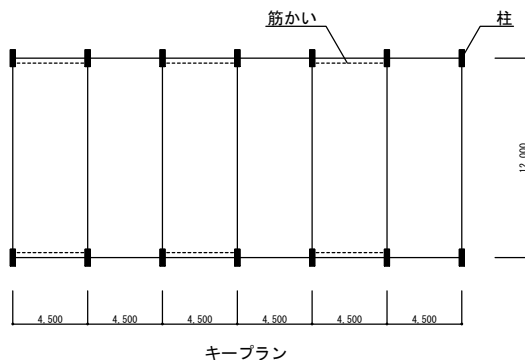
準防火地域では、2階建以下で延べ面積が500㎡以下の場合、耐火・準耐火建築物にしないで木造を整備することができる。武道場は、平屋で、梁間方向は10～15m程度の1スパン、桁行方向は約5m程度の複数スパンの規模で整備されることが多い。建築基準法によるその用途や規模要件から、木造で整備しやすい施設規模といえる。

このように武道場は、地域における設計条件を考慮し、積極的に木造化を図るのに適している。ここでは、各県の実例を紹介する。

### <三重県における取組>

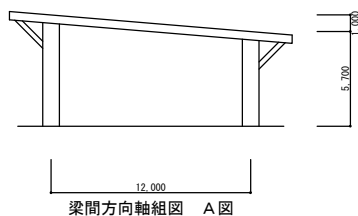
武道場の多くは、平屋で平面形状は梁間方向10～12m 1スパン、桁行方向は約4.5mの6スパンの長方形建物である。この規模の建物であれば木造で建設するのは最適であると言える。

使用材料は、地場産のスギ材の集成材が圧倒的に多く、E65～75、F225～240の材が多い。

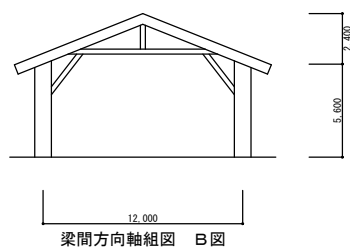


梁間方向はラーメン構造であり、図のように梁・柱仕口部に方杖※を設置して仕口部を固めている建物（A、B図）もあるが、仕口部に鋼板を挿入してボルトで仕口部を固めている建物（C図）もある。桁行方向は、殆どの建物が6枚程度の筋交いを設置したブレース構造となっている。

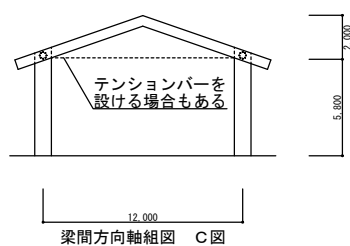
※：ほうづえ。柱と梁下の隅部を斜材で固める補強材のことをいう。



A図 四日市南高等学校

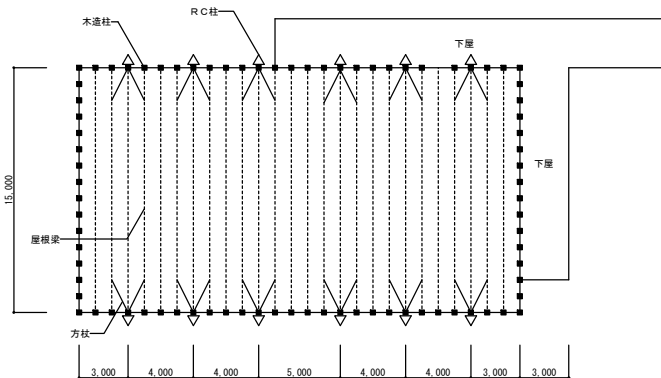


B図 菰野高等学校



### <高知県立中芸高等学校格技場における取組>

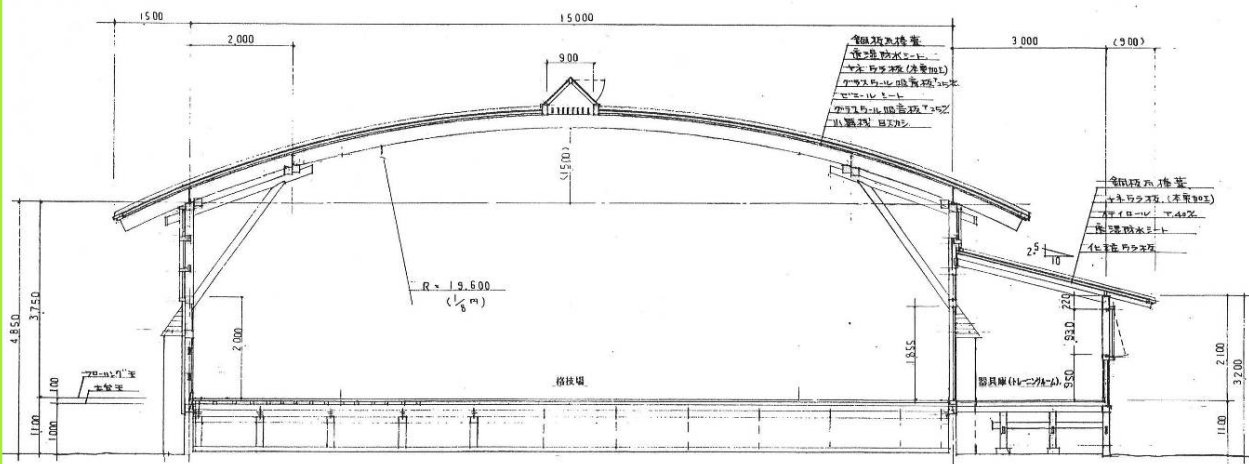
この格技場は、地場産材の土佐ヒノキを用いている。ゆるやかに湾曲した重ね梁の架構は品格があり、それを支える方杖の配置も効果的である。設計者と地域の人達による共同の取組みの成果であると言える。何よりも考えられているのは、方杖の根元を支持している変断面の鉄筋コンクリート造の片持ち柱である。片側6本の片持ち柱は構造上、重要な役割を担っており、上部構造の木造部分に生じる応力の全てをこの片持ち柱で確実に支持していることになる。木造建物の実施例として、好例である。



キープラン



外観（方杖を支持しているRC造の片持ち柱が見える）



断面図



内観



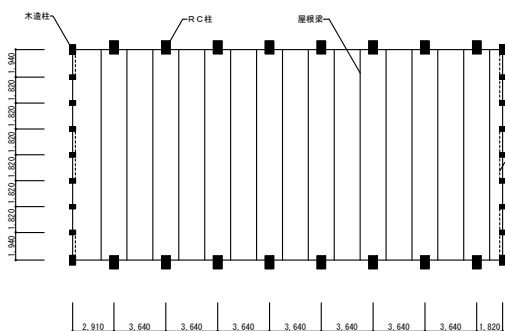
方杖部分

## <福井県における取組>

福井県では、平成 11 年、平成 14 年に木造平屋で 450 m<sup>2</sup>程度の高校武道場を建設している。使用材料は集成材を使用している。ここで紹介する 2 校は、GL+2,600 と GL+1,950 までをそれぞれ鉄筋コンクリート造の片持柱を設けて、最終的に建物の大部分の重量をその柱で支持している構造となっている。

### 福井県立大野東高等学校

架構は、集成材の湾曲梁を端部で方杖により支持し、方杖の脚部はRC柱頭に集合させている計画である。



キープラン

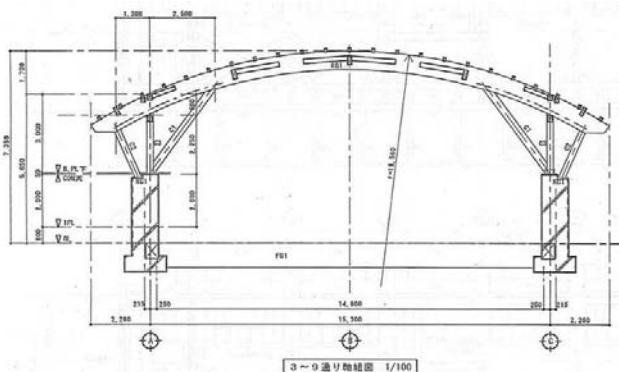
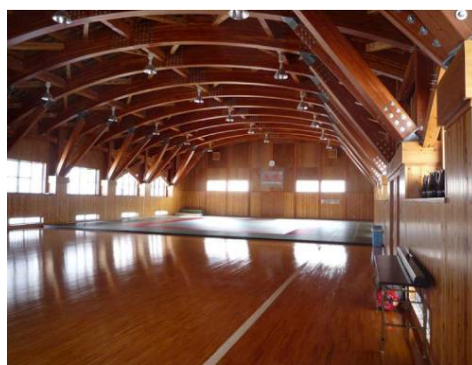


図 1



外観（RC造の片持ち柱が見える）



内観

### 福井県立羽水高等学校

架構は、山型骨組に各仕口を拘束する目的で各節点をトラス形状で固めている計画となっている。

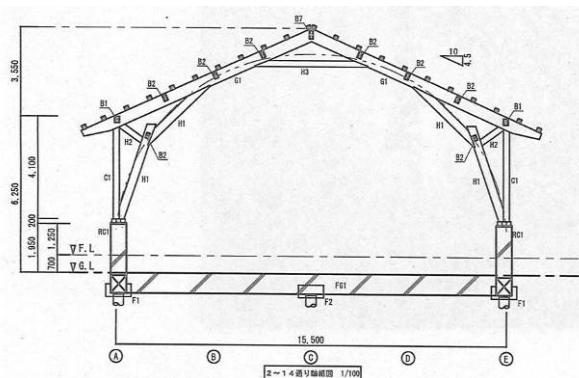


図 2



内観



## 実際の取組事例

### ～混合構造の活用による効率的な課題解決～

#### 平面的及び立面的な混合構造の採用（茨城県つくば市立東小学校）【新築】

東小学校の整備に当たって、まず、設計者を選定するプロポーザルが実施された。次に、計画を進めるに当たり、P T A・教育委員会・校長会・有識者からなる「つくば市学校建設検討委員会」が組織され、基本計画提案を協議する中で、「安全で安心な学習・生活空間の整備」「伸びやかな子供達を育む教育空間の整備」という基本的な課題に加えて、もともと長屋門のある豪農の民家が数多く残る文化を持つつくば市においても、中心地域のほとんどが鉄筋コンクリート造集合住宅となり、子供達が触れることの少なくなった木の空間づくりによる「木材を最大限に活かした学校づくり」という方針が立てられた。



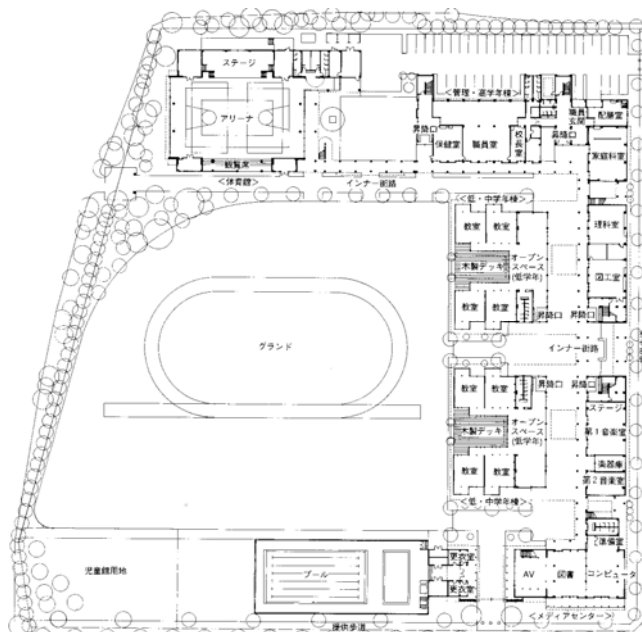
校舎外観

「木材を最大限に活かす」との方針を受け、設計側から以下の5つの提案がなされた。

- ① 子供達が長時間過ごす普通教室をRC造より細かな寸法体系をもつ木造の空間とする。
- ② 2階の遮音のため1階をRC造とし、その部分に音や火の心配がある特別教室等を配置する。
- ③ RC部を利用し1,000㎡以内ごとの防火壁による区画を行い、木造部の横力を負担させ、開放的な空間づくりを行う。
- ④ 多量の木材利用に当たり地場の無垢材を定尺で活用し、かつ伝統的な大工技術を生かす架構形式の採用。
- ⑤ 入手が困難な長大材部分には集成材を利用し、無垢材を含め大工下小屋での機械を利用する徹底したプレカットによる合理的な生産システムを構築する。

木材調達取組として、基本設計時に構造材に使用する木材断面とその概数を提示し、県内を中心とした関東近県の木材関係者に、調達可能な数量やコスト等をヒヤリングした。

これが木材供給側への情報提供となり、ヒヤリングを元に、県内の製材業者によって自主的に原木の先行取得が行われた。また、建築工事に先立ち、製材工事が先行発注され、その納材時に施工者による品質確認が義務づけられ、製材業者と共にその品質に施工業者も責任を持つ体制が組み立てられた。



構造：木造、一部鉄筋コンクリート造  
階数：2階建て  
敷地面積：21,979㎡、  
建築面積：5,541㎡  
延べ面積：6,450㎡  
教室数：18教室  
工事期間：1994年7月～95年3月

#### RC造部分について

2階建ての1階部分で、2階床の遮音を必要としている部分に採用。

管理棟1階：職員スペース、校長室、放送室、保健室、主配膳室、特別教室（火を使う理科室、家庭科室、遮音の必要な図工室、音楽室）

#### インナー街路

RC造部分を貫く安全な避難路として屋外空間と連絡したメイン動線となるインナー街路を配している。

これに沿って、学年クラスターや管理棟・特別教室群を立体的に配置し、列柱やピロティにより、学校と周囲が一体になった街並みをつくりだすことを意図している。

木材の産地は、茨城県内の高萩及び大子の営林署で60%をまかない、残りの40%については周辺の栃木・群馬・千葉の営林署より80年生以上の原木を入手した。

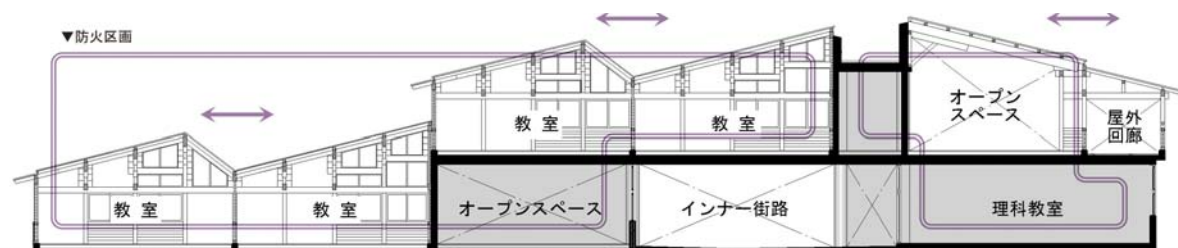
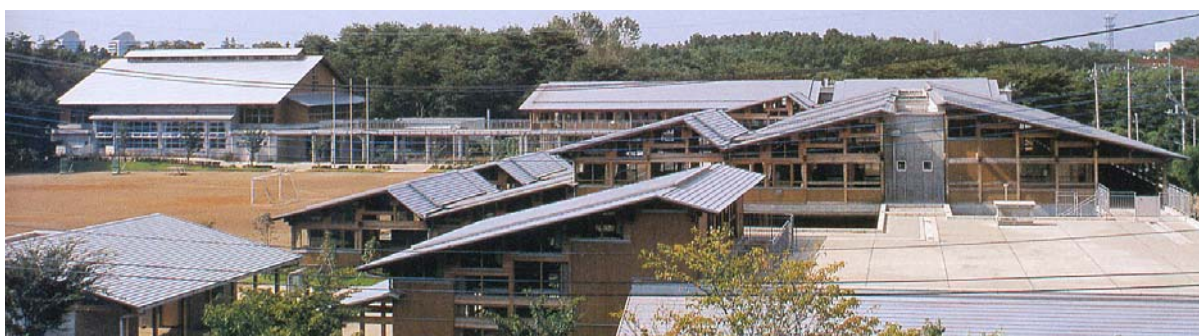
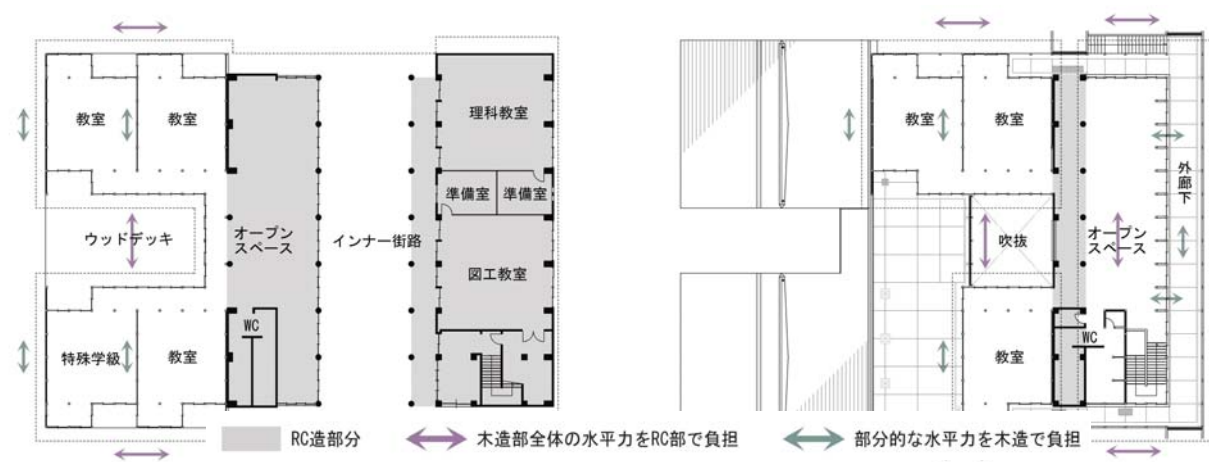
木材の使用量は、製材でヒノキ26.3m<sup>3</sup>（土台）、スギ943.6m<sup>3</sup>（柱・梁・構造壁・野地板等板材）、集成材（ベイマツ）63.7m<sup>3</sup>（梁）となっている。

木材の性能確保のために、本工事における独自の仕様書を作成し、それにより製材工事及び建築工事を発注し、また、発注者、設計者、施工者による製品検査体制を整備し、JASによらない無等級材としての性能を確保した。

### ○混構造計画（平面的・立面的な混合構造）

首都圏では珍しく防火無指定の地域で、2階建大規模木造の規準を満たせば木造による建設が可能であることから、鉄筋コンクリート造の防火壁により1,000㎡毎に区画することと、1,500㎡ごとに別棟形式とすることにより2階建て木造が実現した。

また、遮音性や構造上の問題、防災避難等々の面でも、鉄筋コンクリート造の導入は有効である。そこで2階床を全て人工地盤のように鉄筋コンクリート造のフラットスラブ構造とし、その鉄筋コンクリート床と2階上部の防火上必要な防火壁（鉄筋コンクリート壁）が木造架構体の水平力を全て負担する構造計画としている。具体的には、剛性の低い木造の部分の地震力もすべて剛性の高い鉄筋コンクリート造が負担し、さらに剛性の低い木造部分はそれ自身に作用する地震力に対して設計を行っている。



## ～混合構造の活用による効率的な課題解決、ディテールの統一化～

地下階と基礎をRC造とした立体的な混合構造、仕口の仕様の統一化による施工性の向上  
（神奈川県厚木市七沢希望の丘初等学校）【新築（混合構造）】

### ○建物概要

豊かな自然環境に囲まれた里山。そこに計画された、新しいタイプの小学校に対する建築とはどのようなものか検討が求められていた。学校の規模は、各学年20人で、6学年120人が予定されている。全体がひとつの家庭のような小規模校の設定である。

豊かな自然と歴史ある生活環境の中で、そこから学ぶ体験学習を重視し、具体的なテーマの内に複数の教科がリンクする。

創造性、共同性を重視する教育コンセプトに対し、それを空間的に実現することが課題となった。敷地は、田園地帯に囲まれた、西に大山を望み、南に相模湾を遠望する小さい丘のほぼ全体となる。雑木林も遊び場として残された斜面と平地の端部に、木々を縫うように左右に折れ曲がる配置が決定された。そこに、断面が連続的に変化しながら、学校全体をひとつの空間として覆う、木造の屋根架構が構想された。



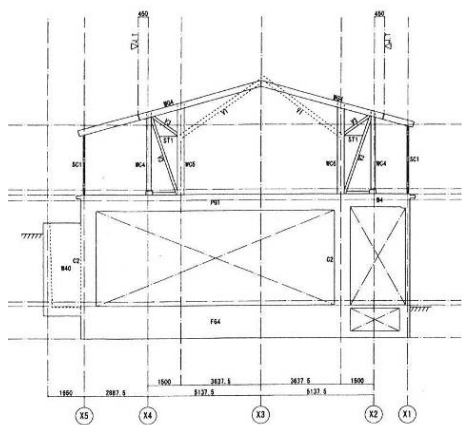
1階2階部分を1つの屋根で覆うため屋根面が起伏している



校舎の内観

### ○構造計画

なだらかな起伏を持つ里山に建てるため、地下にある多目的ホールと基礎部分は鉄筋コンクリート造とした人工地盤を造り、その上に木造1階～2階建ての学校校舎を建てた計画であり、つまり立体的な混合構造と言える。地域材を活用し、学校という比較的スパンの大きい建物なので、在来軸組工法を採用し、部材も比較的大きい断面を使用している。



軸組図



鉄筋コンクリート造の基礎部分

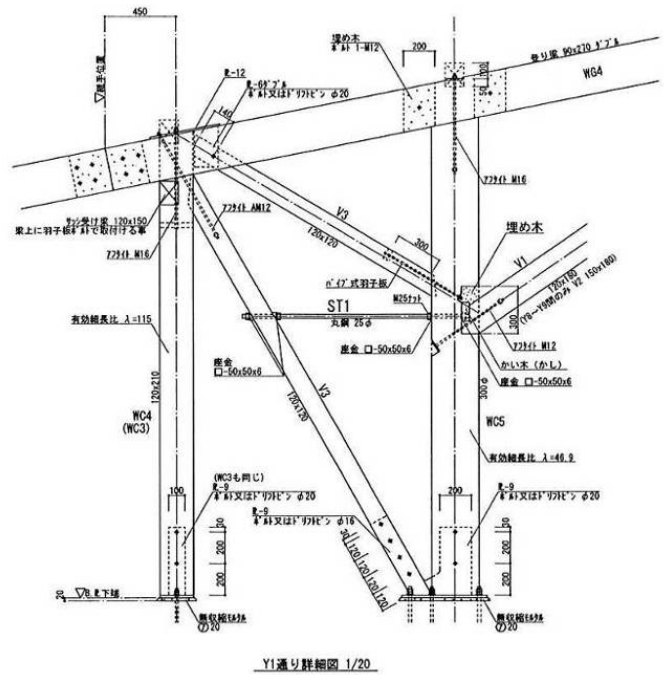
建物の平面形は約 13.0m×51.0m と細長く、平面的にも立面的にも大きく波打つ形状を示している。短辺方向の架構骨組は図のような軸組となっている。平屋部分と2階建て部分の架構形式も原則は同じ形式となっている。この架構が長手方向に3m間隔で並び、この建物の主要構造を構成している。

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。

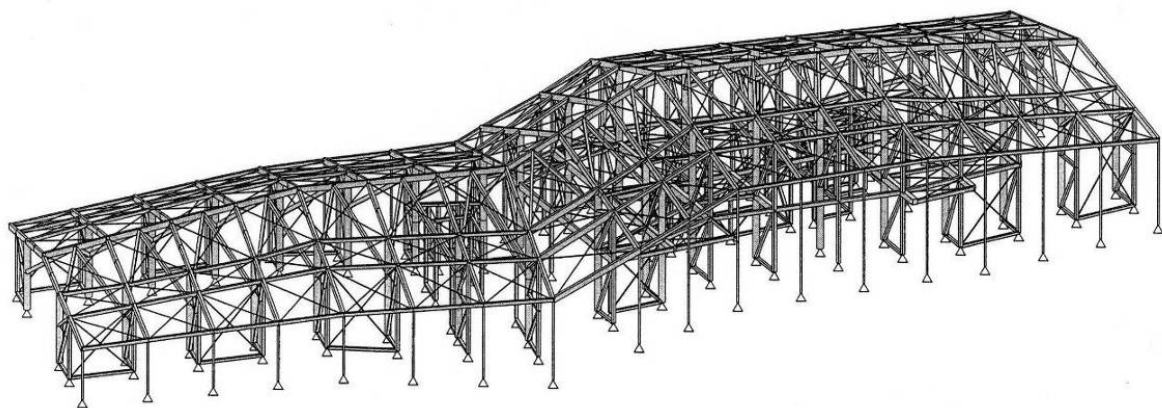
また、平屋と2階建てを一つの屋根で覆うため、屋根面の棟の位置の変化によって屋根勾配が変わってくることになる。全ての接合仕口のディテールを詳細図のように同じ仕様で対応すれば、勾配の違いによる手間は多少かかることが予想されるが、接合部のディテールの統一化は建物を施工するにあたり、メリットが大きいことがわかる。このように、架構の繰り返しとディテールの統一化について設計上留意することは、施工に当たって木材加工の作業性に影響を与え、建物の施工期間の短縮につながり、強いてはコストに影響を及ぼす大事な配慮だと思われる。

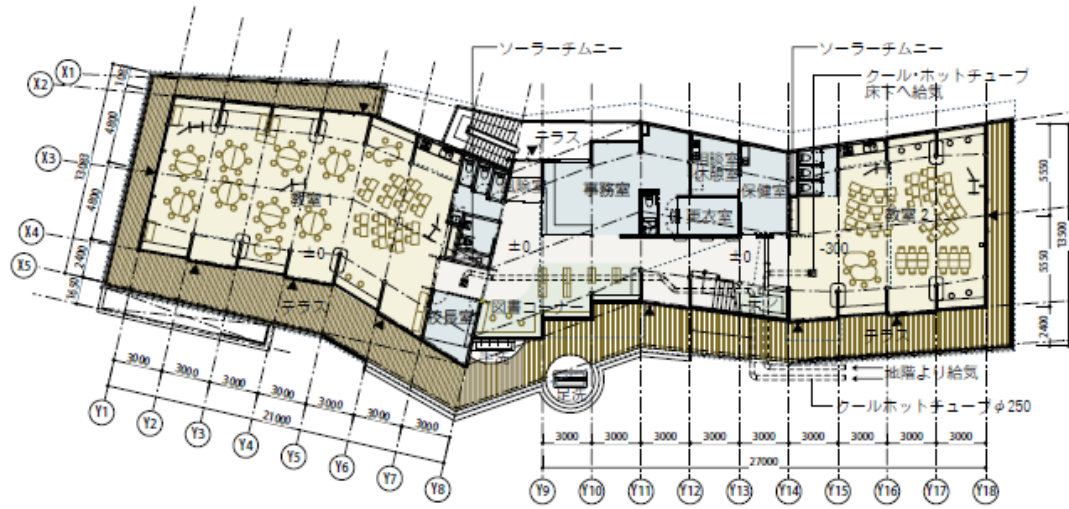
建物全体については、平面的にも立面的にも大きくうねっていることにより建物にねじれが生じるため、その解決策として天井面に大きく方杖を設け、建物の水平剛性を高めるよう配慮している。

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)

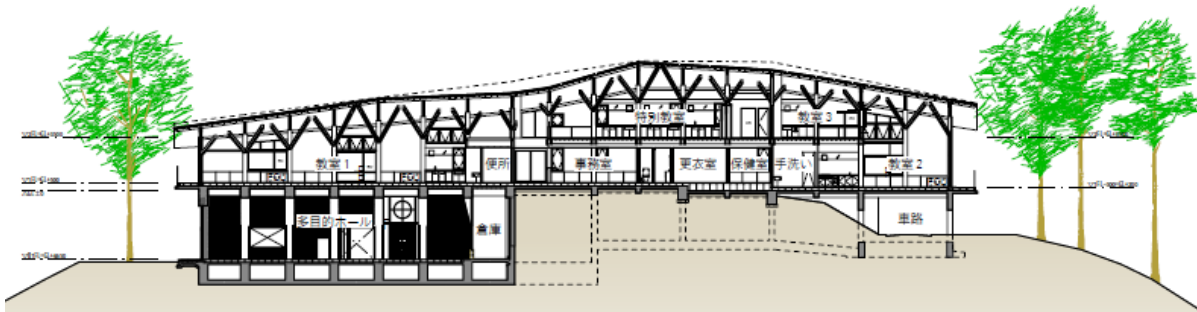




1階平面図



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



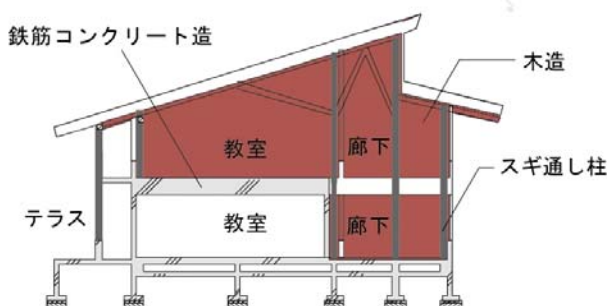
## ～混合構造の活用による効率的な課題解決～

### 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】

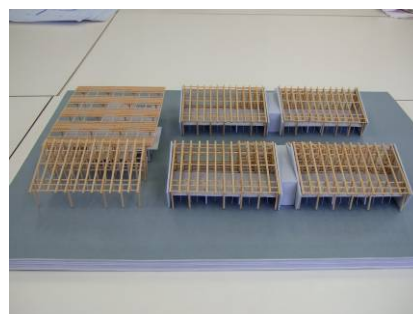
茂木中学校の建物は全てが木造構造ではなく、建築基準法や消防法等の関係法令を順守するため、校舎棟、管理棟は木造と鉄筋コンクリートの混合構造となっている。特に、教室部分については、2階の床面の1階への音の課題、防火等の設備的な課題、無垢材では不可能な構造的課題により、1階教室部分と管理棟1階は、鉄筋コンクリート構造となっており、その他の廊下やトイレ、更衣室等は防音シート貼りの木造構造とした。

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)

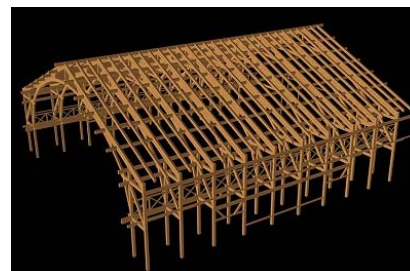
## ～地域の大工技術の採用～

### 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】

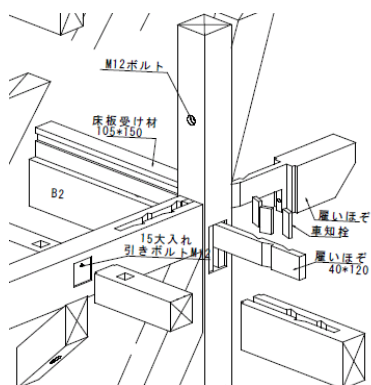
中津市の豊かな資源である木を、学校などの建築物に活用していくためには、木材を使った設計ができる設計士や木材の取扱技術に長けた大工を育てていく必要があるとの考えから、鶴居小学校では、地域の大工技術を採用した体育館の建設が実施されている。体育館は土台から屋根部分に至るまで地元産のスギやヒノキが使用されており、地域の大工技術により、継ぎ手や仕口における金具の使用が最小限に抑えられている。特別なコストをかけることなく建設されており、大工技術や技能の伝承にも貢献している。



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



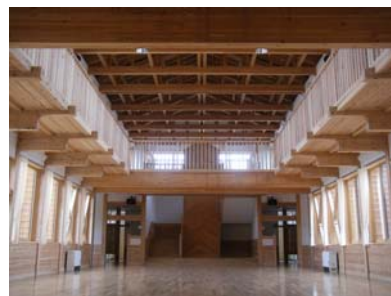
浅内小学校 校舎外観



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～

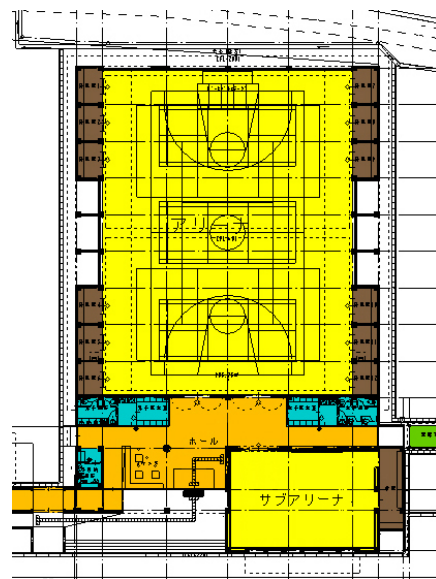
### 多雪地域において製材品を用いた体育館の架構 (滋賀県高島市立朽木東小学校・朽木中学校)【改築(混合構造)】

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

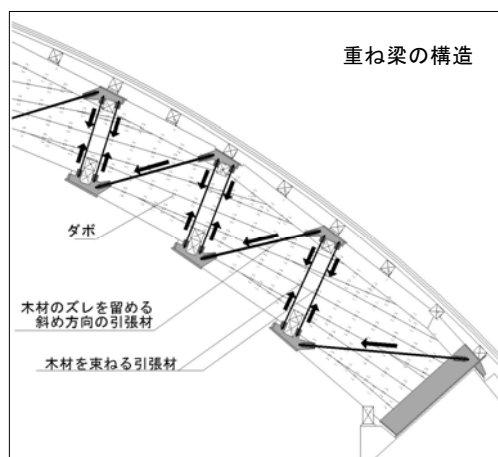
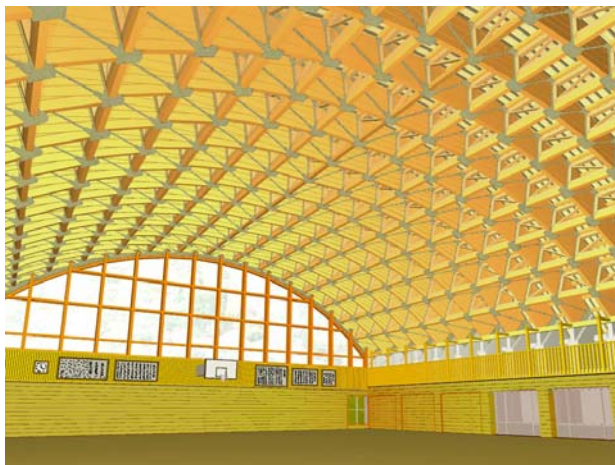
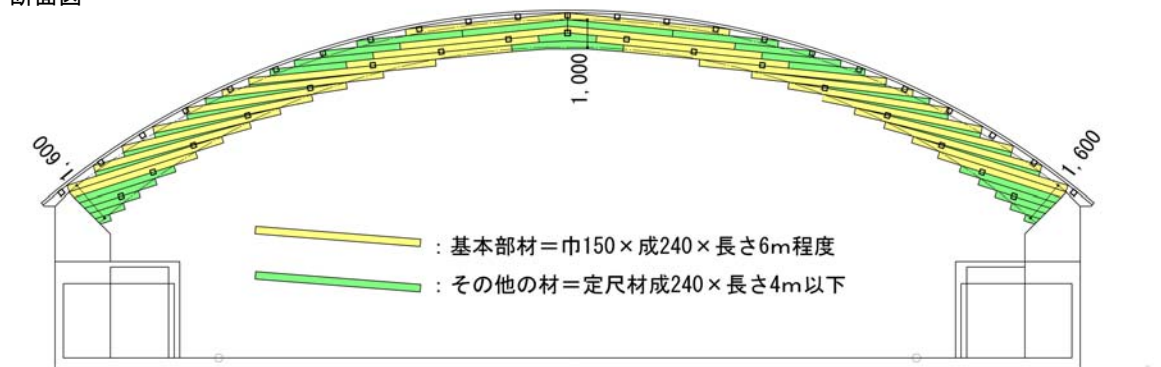
体育館の構造は大きく見ると、下部建物構造が鉄筋コンクリート造で、上部のアリーナ屋根は「持ち送り重ね梁」方式の木造アーチ梁となっている。地域の大工や職人達が建設に参加できるように、集成材等は使用せず、地場の生産・加工技術による製材品同士をダボでつなぐ重ね梁とした。重ね梁は、岩国の錦帯橋に倣った、持送りながら角材を積み重ねる方式とした。

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

### [DETAIL]

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】。

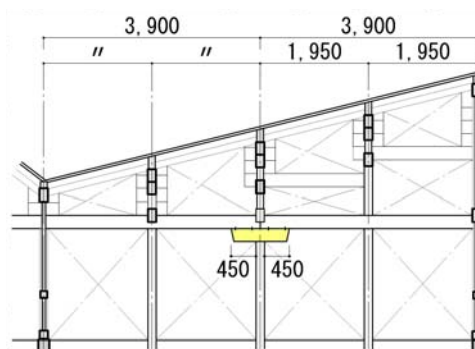


図1 芯継ぎ

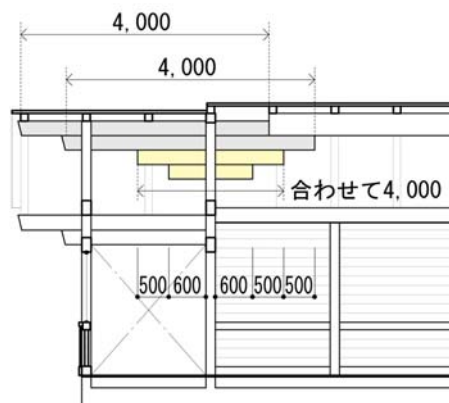


図2 定尺材の有効利用となる持ち送り重ね梁

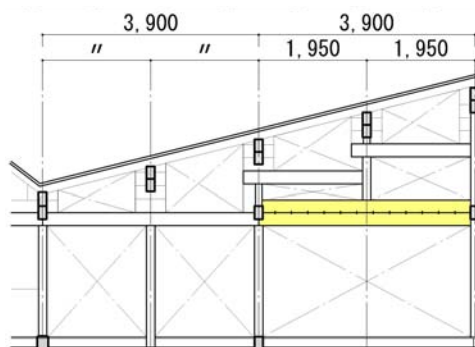


図3 重ね梁

## ○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。

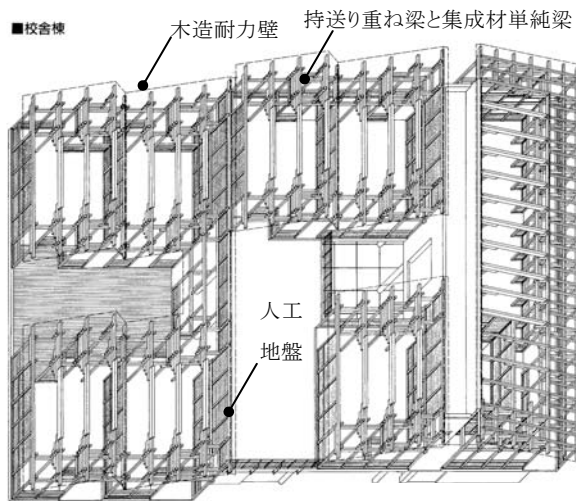
教室の4周を固める差鴨居の上部に肘木を応用した「持送り重ね梁」を梁間方向に持送り(1.6mの迫り出し)、その上に長さ6mの「集成材単純梁」を乗せた架構構成である。持送り重ね梁と集成材単純梁はダボと通しボルトで接合している。



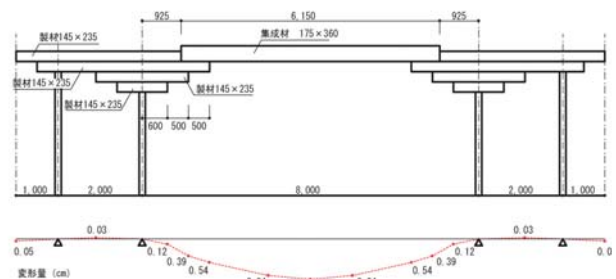
教室棟 持送り重ね梁と落込み板壁

## ○ディテールの統一によるフレーム構成

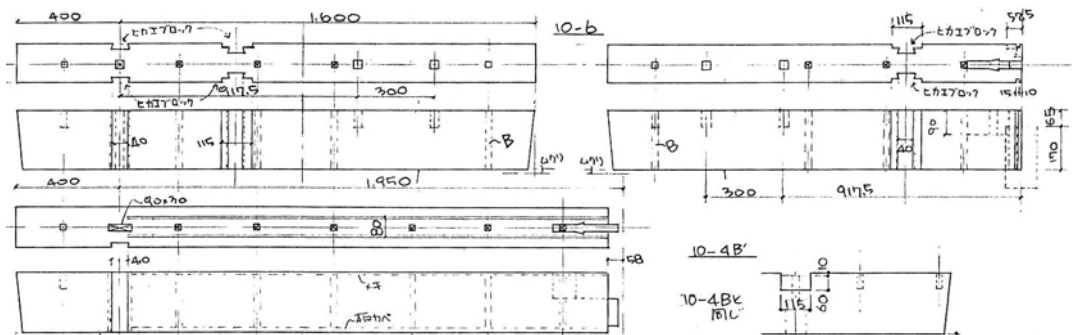
この持送り重ね梁は、2mピッチで教室の8mスパンの中に繰り返される。東小学校では、グラウンドとの親和性に配慮した低い軒高による変形の切り妻屋根を採用していることにより、この持送り重ね梁が高さの違いを持ち現れることで、単調になりがちなフレーム構成に空間にリズムを与えている。



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歩進め、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。

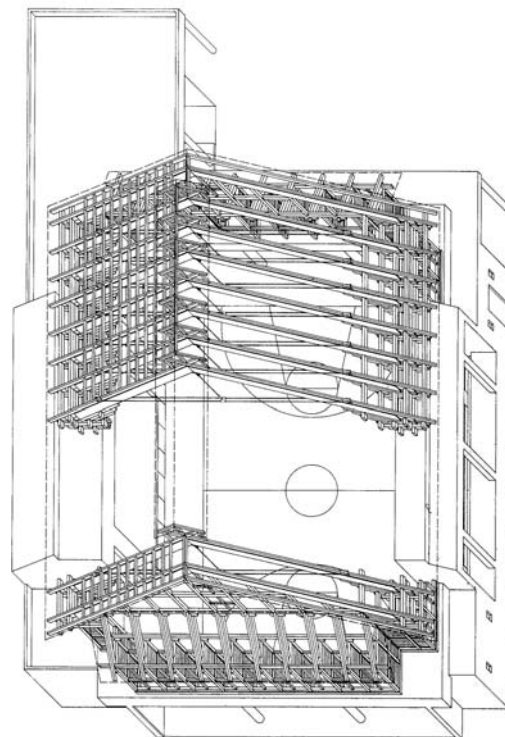
また、妻面では耐風処理を行うために、落とし込み板壁と持ち送り重ね梁を組み合わせた腰屋根形式を採用している。



体育館の持ち送り重ね梁部分

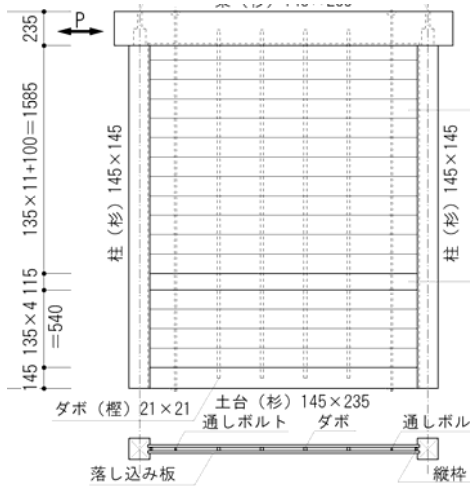


体育館内観



### ○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に、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

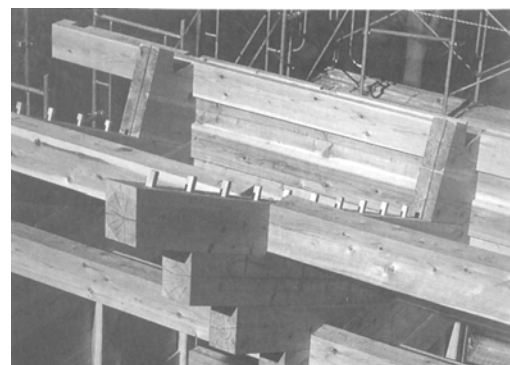
### ○部品のプレカット化

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）

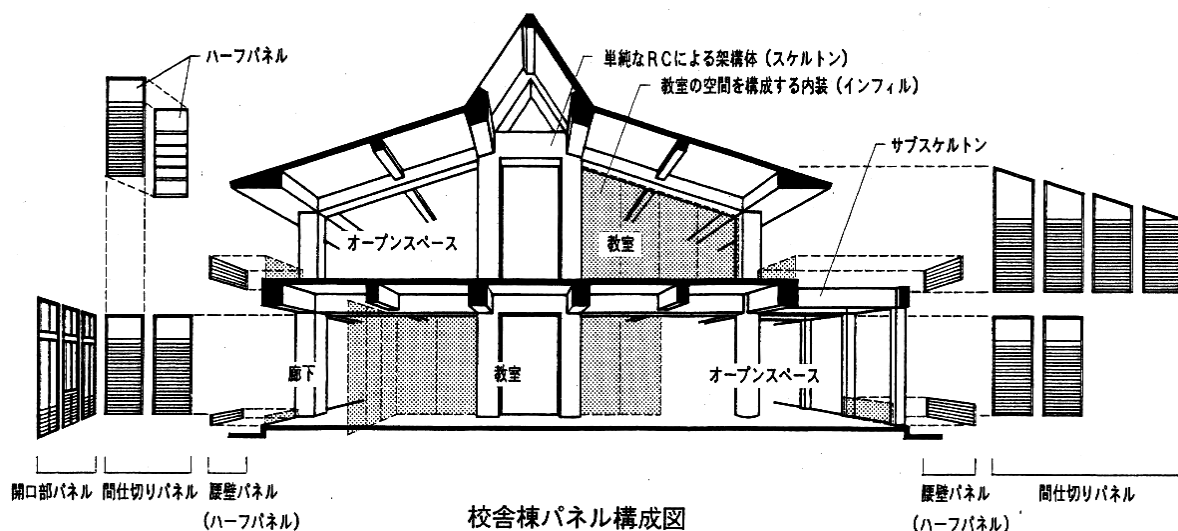
## ～同じ材の繰り返し使用～

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

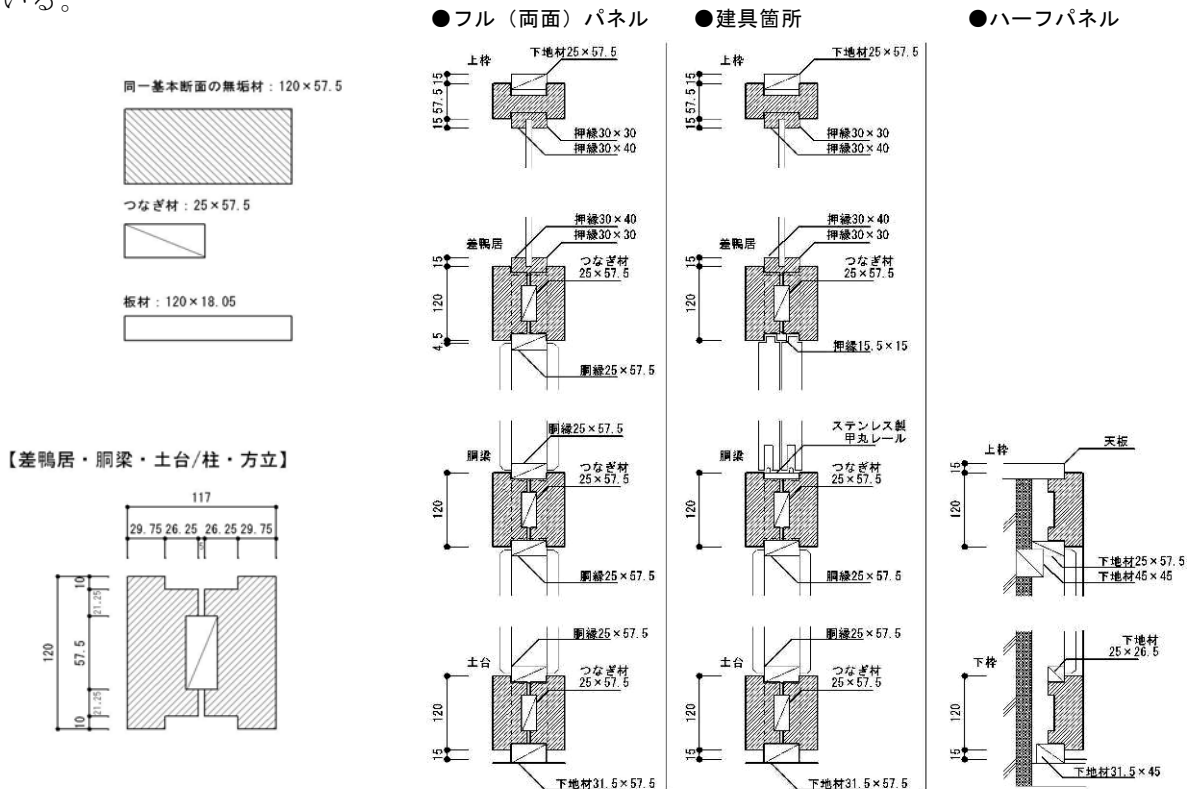


フル（両面）パネル

## 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（ $120 \times 57.5$ ）を持ち、あとは、つなぎ材（ $25 \times 57.5$ ）と板材（ $120 \times 18.05$ ）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)】

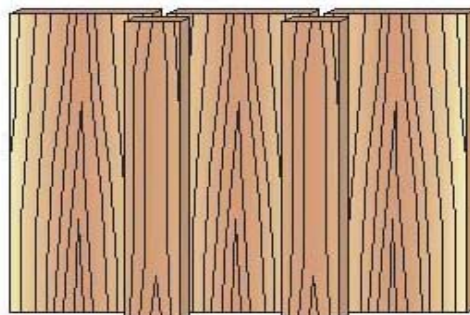
浅内小学校では、完成後の維持管理が簡単に行えるよう、設計段階からさまざまな配慮がなされている。

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



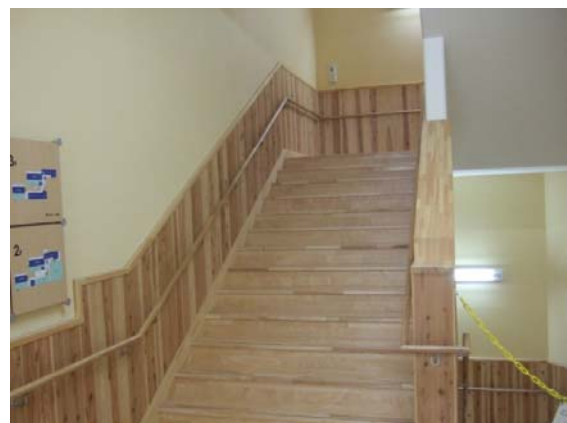
教室前の廊下

**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）日本建築防災協会）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 Iw 値	保有する耐力 [kN]	評点 Iw 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「現役の小中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。

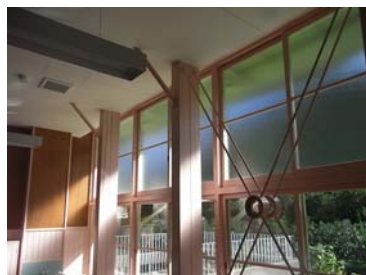
（構造部材である木材の耐久性をあげるための工夫）

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

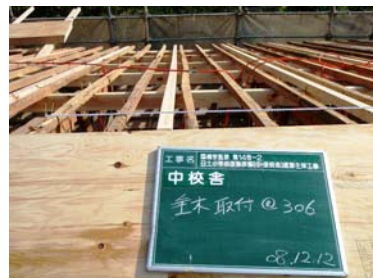


耐力壁補強の施工状況

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

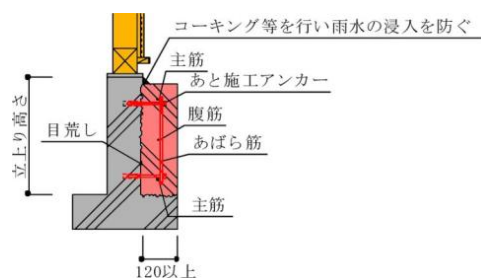


床の垂木・構造用合板による補強の施工状況

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 Iw 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、最新の技術で改修する中、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