



**とちぎ材を活かした  
木造建築を進める工夫**  
 ～ "材工分離発注" の手引き ～

## 目次

はじめに	1
I 材工一式発注と材工分離発注	2
II 材工分離発注フローチャート	3
III 木材コーディネーターとは	4
IV 木造建築における長期計画の重要性	8
V 木造建築に込める“ストーリー”に応じた工法と“適材適所”	12
VI いろいろな木材製品	16
1 主な軸材料	16
2 主な面材料	16
3 新たな材料	17
VII 材料を調達する	18
VIII 木取りのいろいろ 素材丸太→製品へ	20
1 丸太径と製品の規格について	20
2 板材生産のためのラフ挽きの注意点	20
3 材長について	20
4 木取りの違いによる製品	20
IX 用途に適したさまざまな乾燥方法	22
X 求められる強度性能とその評価方法	24
1 部材	24
【参考資料】県内JAS工場一覧	25
2 接合部	25
3 構造体	25
【topic】参考書籍	27

## はじめに

「木材利用促進法」の施行や建築基準法等の改正、技術革新により、木造建築の可能性が広がる中、特に木材の利用が期待される規模の大きな建築物において、S造・RC造からの構造転換を促進し、木材の用途拡大を図ることが重要です。

しかしながら、専門職の少ない市町や木造建築に不慣れな設計業、建築会社等の方々にとっては、構造に適した木材料の選択・準備、発注方法、業種間のコーディネートなど多くの課題があります。

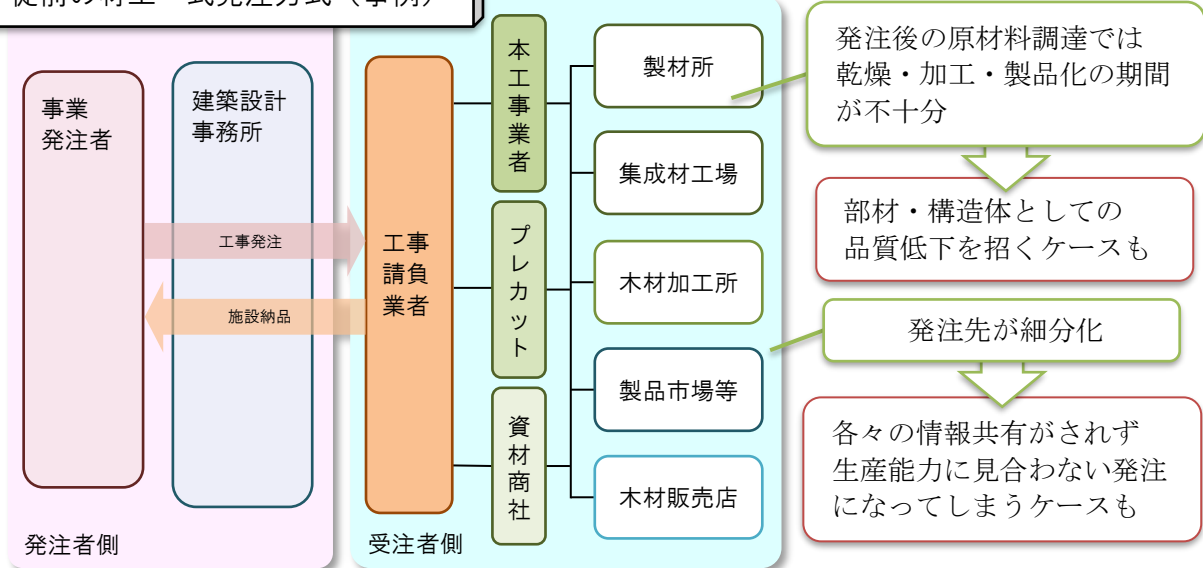
そこで、木造建築物の普及促進を図るため、高精度・高品質な材料調達、長期に渡るスムーズな執行に資する具体的な方策として「材工分離」に着眼した資料を作成しました。

本書は、木造建築推進のカギを握る建築士の方々をはじめ、関係各位に活用されることで、少しでも木造建築物への再認識が進み、とちぎ材を用いた公共並びに民間建築物の木造・木質化が積極的に図られることを期待するものであります。

# I 材工一式発注と材工分離発注

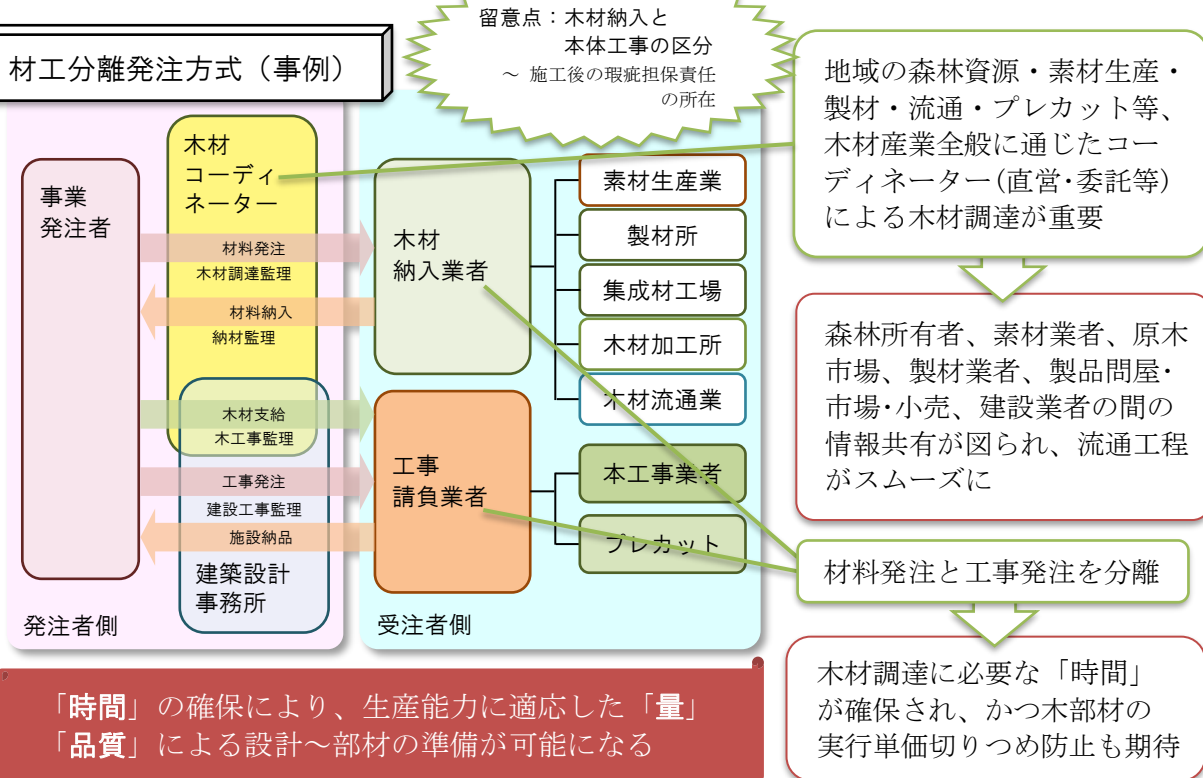
発注方式を問わず大前提として、木材の生産現場となる**森林に関する基本データ(材積・規格)**は把握しておきましょう。発注元(市町等)が伐採予定地を視察する際、農林関連部署の職員が同行することで、事業進行がスムーズになります。さらに、材料を加工する相手方(製材業者等)とも事前打ち合わせを経た上で現場へ同行してもらいと、資源に合わせた造材など施業への提案が得られ、併せてその森林から得られる製品規格やボリューム等を確認できます。

## 従前の材工一式発注方式(事例)



材料調達において、求められる「量」・「品質」を確保するために必要な「時間」を確保することが出来ない

## 材工分離発注方式(事例)



「時間」の確保により、生産能力に適応した「量」「品質」による設計～部材の準備が可能になる

参考資料「ここまでの木造建築の計画」(一財)木を活かす建築推進協議会

## II 材工分離発注フローチャート

### i 調達方法のいろいろ

まず地元の山を知ることが大切！

**タイプ1**  
地元の森林資源を活かしたい！

**タイプ2**  
信頼できる製品を活用したい！

**タイプ3**  
森林資源の有効利用  
製品の信頼性  
両方の長所を  
組み合わせたい！

#### 素材丸太（伐採）から製品化

設計規格に応じた製材をスムーズに行うためには、原木丸太の規格(太さ・長さ)に対応できる製材工場を事前に把握しておくことが必要

～ 例えば、径80cm・長さ10mのスギ原木丸太を挽ける工場は全国的にも皆無に等しいため～



#### 製品購入

住宅等に用いられる一般流通材を用いる場合、短期的調達が可能(ただし“量”の大小には留意) 一方、一般材以外の特殊な断面・長さが主要材料となる場合、伐採・造材工程を経た上での調達となるので長期の準備期間が必要



**タイプ1**  
+  
**タイプ2**  
の併用



### ii 発注方式

#### ① 原料生産・加工型

発注者が町有林等の原木丸太を事前に確保し、伐採・造材・製材・乾燥・製品化(製材品・集成材等)を先に済ませる方式

#### ② 製品購入型

実施設計により事前に決定した材料種類(無垢・集成等)及び規格を満たす製品の確保を先に済ませる方式

① 原料生産・加工型  
+  
② 製品購入型  
の併用

### iii 発注先

① 栃木県  
木材業協同  
組合連合会  
+  
栃木県森林  
組合連合会  
団体として受  
注し、各会員  
を調整し納材

② 栃木県  
木材業協同  
組合連合会  
製材・乾燥を  
担い、製品を納  
める

③ 森林組合  
(栃木県森林  
組合連合会)  
原木調達を担  
い、原木丸太を  
納める

④ 企業  
グループ  
川上から川下  
に至る一連の企  
業が受注

⑤ 単独 or  
複数企業  
1社が全部、若  
しくは複数社が  
分散する形で受  
注

どの発注形態でも  
木材コーディネーターの存在がカギに！

木材  
コーディネーター

木部材の供給を受注条件に設定し、落札後受注者に引渡し

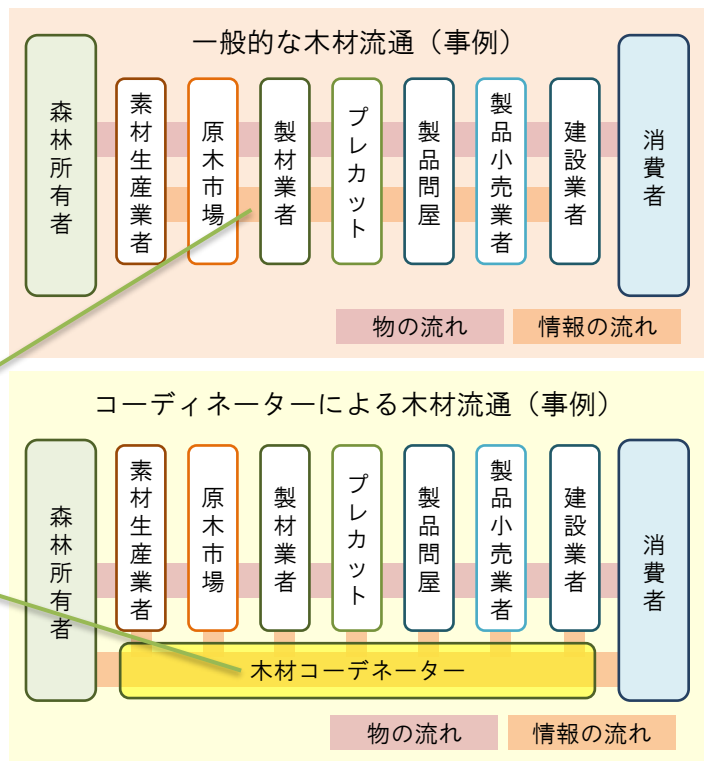
### Ⅲ 木材コーディネーターとは

#### 木材コーディネーターの重要性

川上（伐採・造材）、川中（木取り・製品生産）、川下（プレカット・大工加工・設計建築）に至る全般をコントロールできるコーディネーターの存在の有無がスムーズな執行のカギとなります。

各専門分野ごとに情報が分断され、ミスマッチが生じている

素材生産能力(伐採時期・造材・量・時間)、製材能力(歩留・乾燥・規格・強度)、流通の実態、プレカット能力など木材産業全般に精通し、森林所有者から消費者まで一気通貫した情報共有を図る



参考資料「ここまでできる木造建築の計画」（一財）木を活かす建築推進協議会

#### 木材コーディネーターに求められる資質

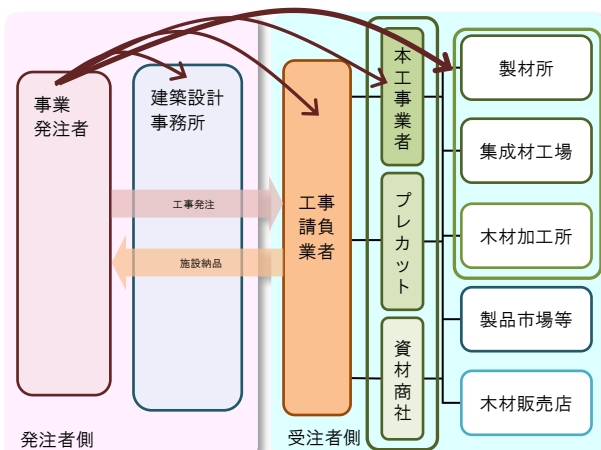
伐採時… 山林を見て、そこから生産できる製品の規格・数量を予測した上で、生産性・品質を考慮した伐採時期・造材などの施業方法を提案

製品化… 素材丸太(太さ・長さ)に応じた木取り・製品生産を提案

公共工事等に不可欠な書類作成・写真管理について、そのノウハウを持たない製材業者などへの助言・支援・とりまとめ

建築時… 木質構造の接合部や収まり等を熟知した上で、実施設計の「施工図」作成時に、生産可能な製品の規格・数量を設計とすり合わせるよう設計側に助言し、設計と製品がすり合わない際には、別方策を提案

素材丸太(伐採)から製品化する場合(タイプ1)、従前の材工一式発注方式であっても…



発注方式を問わず、発注者は事前に木材を準備する業者へ連絡し、森林簿など森林の基礎データや伐採予定地の現場を先に見てもらふことで、施業方法・経費などについて相談しておくことが理想的です。

併せて、設計・施工側とも調整し、木材業者からの情報を構造・工法・意匠に反映できるようにしましょう。

逆に、これらの調整をせずに木材の準備と設計・施工図がリンクせずに進んでしまうと、事後のすり合わせが出来ず、材料不足・規格不足等のトラブルを招きます！

## 【実務者の経験談】鹿沼市立栗野第一小学校建設事業

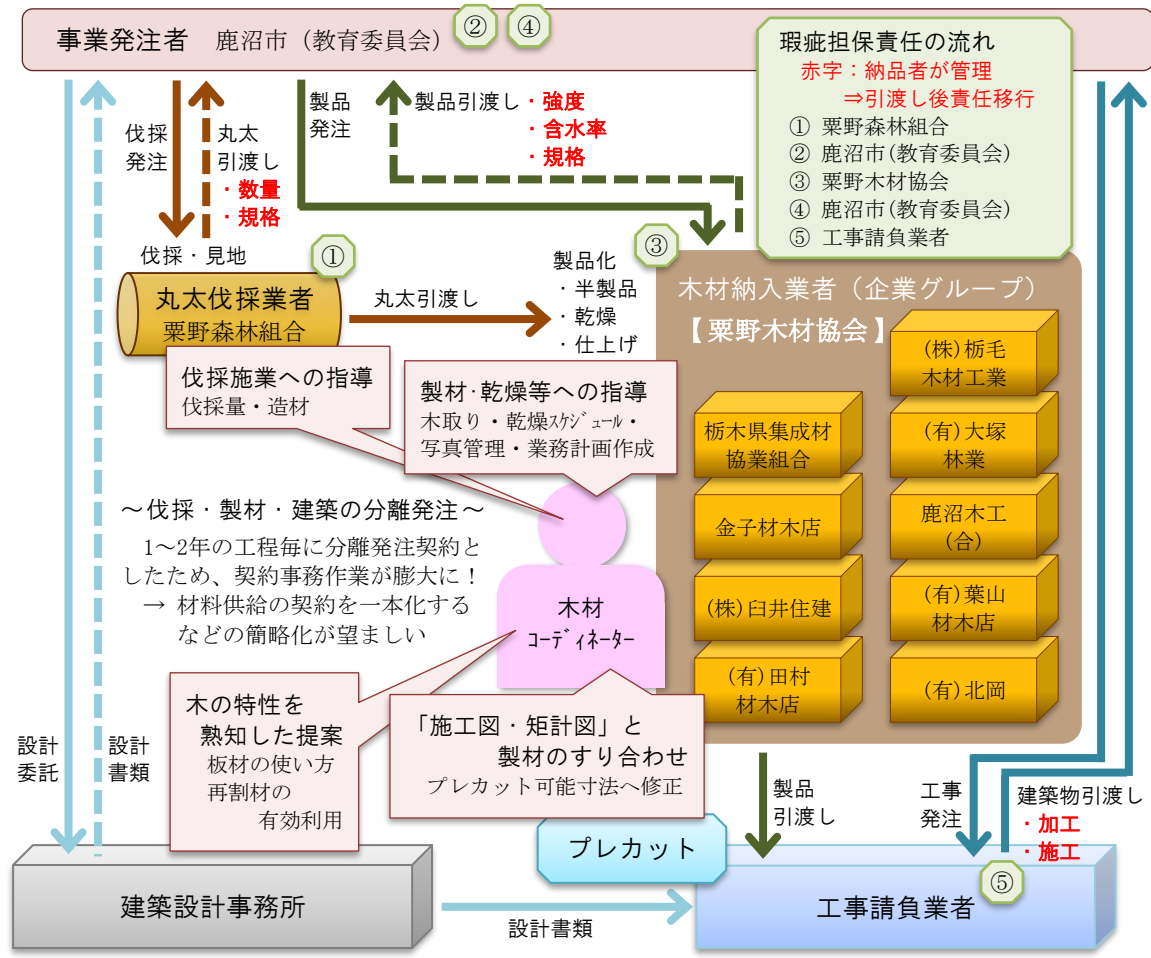
森林施業・製材・建築まで精通するコーディネーターの存在

- ・実施設計前の第1次伐採では、製材規格・量が定まっていなかったため、伐採予定地10haを一度に伐らずに、一般材規格に対応した造材で一部伐採にとどめるよう助言し、設計完了後に必要となるであろう特殊規格材に対応する体制を整えました。第2次伐採では、長尺材など設計に柔軟に対応できるよう7m造材とするよう指導し、製材段階で長さを調整(5+2mなど)しました。
- ・「施工図・矩計図」作製時に設計側へ助言・支援することで、製材・プレカットの実情を踏まえられるよう導きました。
- ・材料供給について受注した企業グループは、地域の製材工場がほとんどで、工程管理や業務計画書作製・写真管理などのノウハウがなかったため、工程会議を毎週開催して助言・支援を行うことで情報共有とスムーズな施工管理を実現しました。この経験から、グループ各社にもノウハウが蓄積され、今後の中大規模木造建築物の材料受注への自信を深めました。
- ・材料加工においては、構造材加工に加え造作材・下地材に流用できることを設計側に提案し、再割して納材することで、材料を無駄なく有効に活用するよう工夫しました。
- ・外壁を全面板張りとした場合、供給丸太では必要数量を満たせないこと、建築後の雨掛り部分のメンテナンスを考慮し、建物下部はコンクリートを用いる方がベターであるといった、木の特性を熟知した観点からの提案を行いました。



栗野第一小学校建設事業における事業者相関図

※ 破線矢印は書類上の流れ  
... 実際の物流は鹿沼市立会の元直接次期受注者へ



# 【参考資料】業務の段取り

※ 発注・受注側互いの  
管理業務の適切化・  
軽減に資する計画的  
な段取りが重要です！

## 業務計画

### 目次

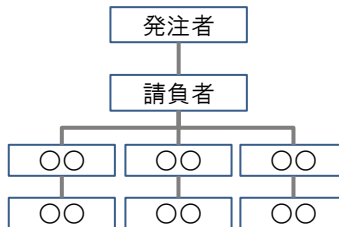
- 1 総則
- 2 業務概要
- 3 業務体系図
- 4 業務工程
- ...
- ...
- ...

- 1 総則
  - (1) 適用範囲
  - (2) 適用図書（設計書等）
  - (3) 変更疑義
  - (4) 業務計画書

## 2 業務概要

- 委託名
- 委託場所
- 発注者
- 監督職員
- 工期
- 業務委託料
- 製材加工量
- 半製品搬送量
- 人工乾燥材量
- 倉庫保管

## 3 業務体系図



## 4 業務工程

- (1) 全体工期
- (2) 工程管理
- (3) 工程確保
- (4) 作業時間・休業日

## 5 工程表

作業内容	〇月	〇月	〇月	〇月
準備工	■			
伐採・造材		■		
製材加工		■	■	
半製品搬送		■	■	■
人工乾燥		■	■	■
倉庫保管		■	■	■
車両		■	■	■
天乾準備		■	■	■
後片付け				■
検査				■

## 6 製材加工

- (1) 伐採造材（方法・管理）
- (2) 製材加工（方法・精度）
- (3) 棧積み（方法・管理）
- (4) 半製品搬送

## 7 天然乾燥

- (1) はい積み方法
- (2) 天然乾燥材の管理
- (3) 取扱車両
- (4) 警備方法
- (5) 保険

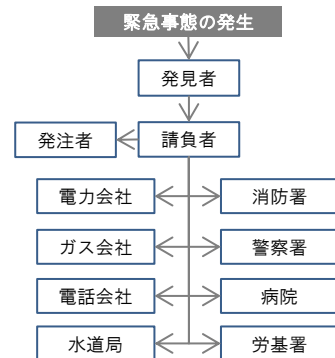
## 8 人工乾燥

- (1) 芯持ち材
  - 1) 乾燥工程・含水率の設定
  - 2) 保管方法
- (2) 板材
  - 1) 乾燥工程・含水率の設定
  - 2) 保管方法

## 9 写真管理

- (1) 使用機械
- (2) 使用製材機械
- (3) 作業状況

## 10 緊急時の連絡体制

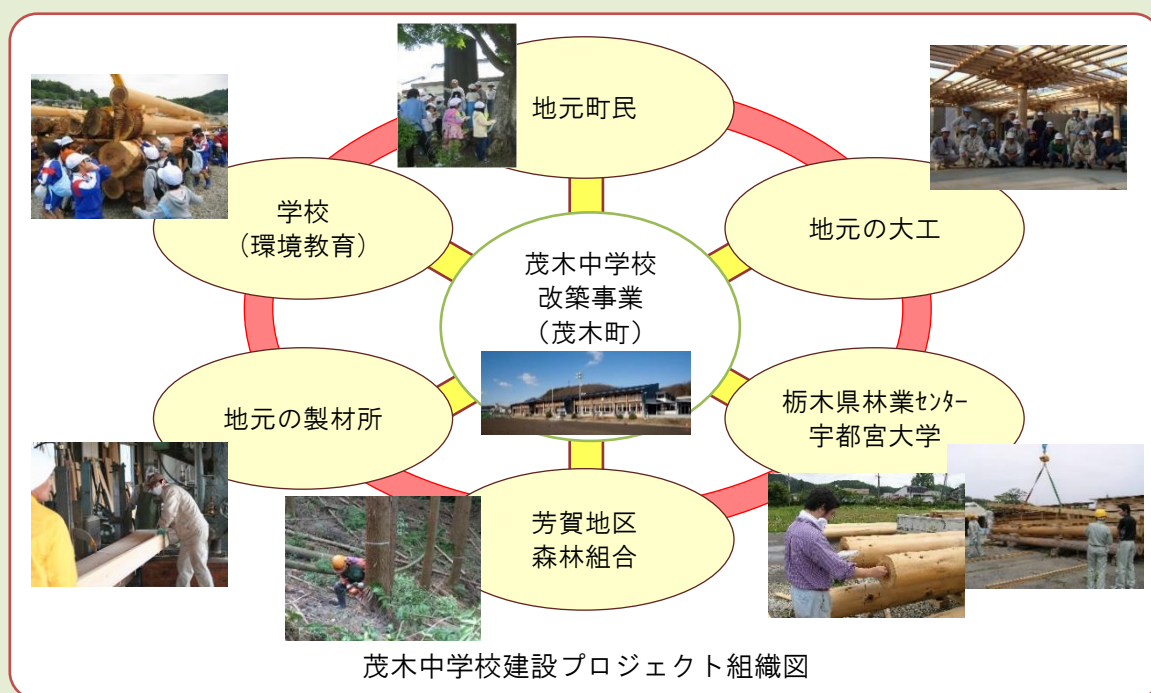


## 【事例紹介】さまざまな木材コーディネートのかたち

### ケース1 茂木町立茂木中学校

プロジェクトチームの組織化と町有林アドバイザーによる課題解決  
～ コーディネーターの役割を個人ではなくチームで担う ～

- ・木材を調達するには、それぞれの分野で知識のある方々の協力が不可欠であり、教育委員会を中心に農林担当課職員や木材に詳しい町民、地元森林組合の職員、学校の教員を含めたプロジェクトチームを組織し連携を図りました。
- ・栃木県林業センターや宇都宮大学農学部森林科学科、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、木材調達方法の課題等を順次解決していく方法により協力体制を築いていきました。



### ケース2 地域振興拠点施設

材料の必要数量（材積）の事前把握と連動した森林施業

- ・伐採～集成材納材までを分離発注された企業グループがコーディネーターも担い、事前に木材料の必要材積を把握し、逆算して必要な間伐量・森林経営計画を作成することで、適正な施業が実施され、施設の完成とともに町有林もキレイになりました。

### ケース3 市町庁舎

製材側の視点を森林施業現場へ  
フィードバックした上で伐採のみ分離発注

- ・受注ゼネコンから製材を請け負った企業が伐採現場を事前に調査し、採材可能な材を見極めた上で、伐採を分離発注された森林組合に対して造材規格を指定することで、採材歩留りの最大化を図るようコーディネートしました。

### ケース4 小学校校舎

材工一式発注でも  
事前に施工計画書を作成

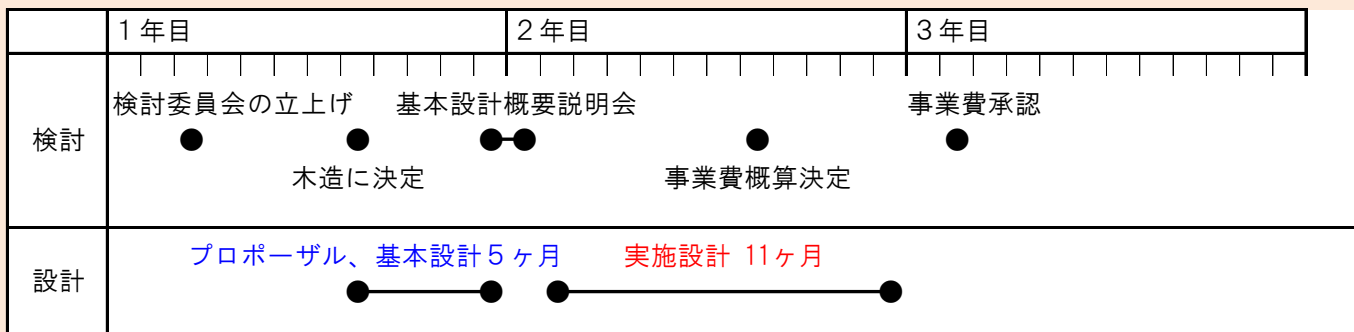
- ・発注者が製材企業に相談・打合せをし、その企業がコーディネーターとして、伐採～製材～集成化について段取りをすすめ、工事請負業者が作成する施工計画書へ山・製材側の視点が反映されるよう助言・指導しました。



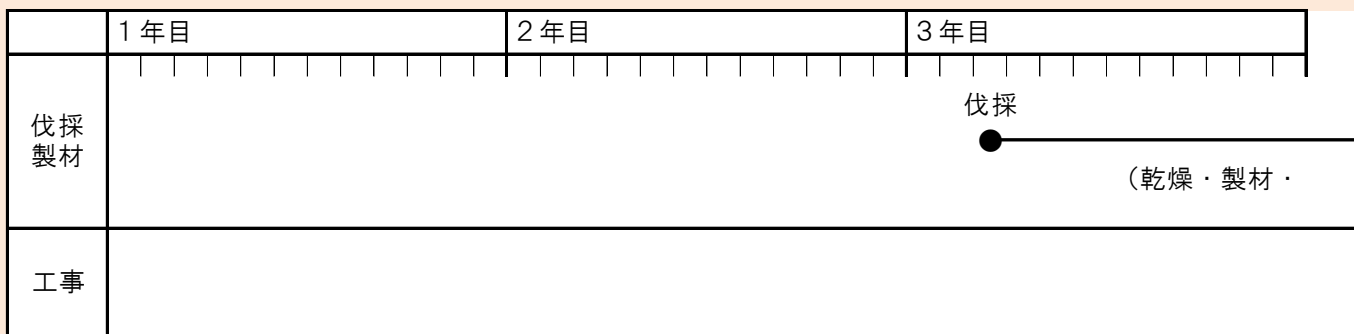
## IV 木造建築における長期計画の重要性

建築物の構造・架構に応じ、使用木材の規格・乾燥・性能などが変動するため、時間的に無理な材料調達や施工は、木部材及び構造体の品質低下を招くことから、複数年に及ぶ長期計画が必要です。

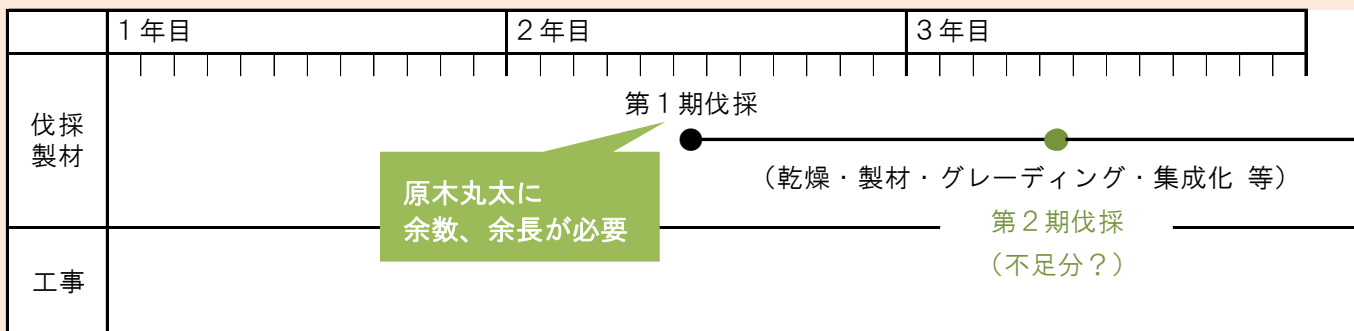
下記に、検討～基本設計・実施設計等に約2年を要すると仮定した上で、「材料調達時期・期間の相違」による様々なケース(1～3)を表しました。



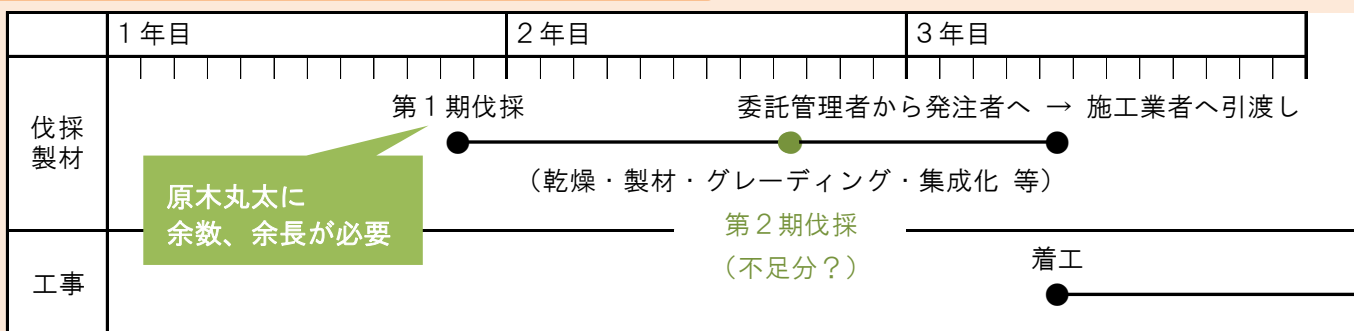
ケース1：実施設計の終了後に伐採に着手：5年半



ケース2：実施設計中に伐採に着手：4年半



ケース3：基本設計中に伐採に着手：4年



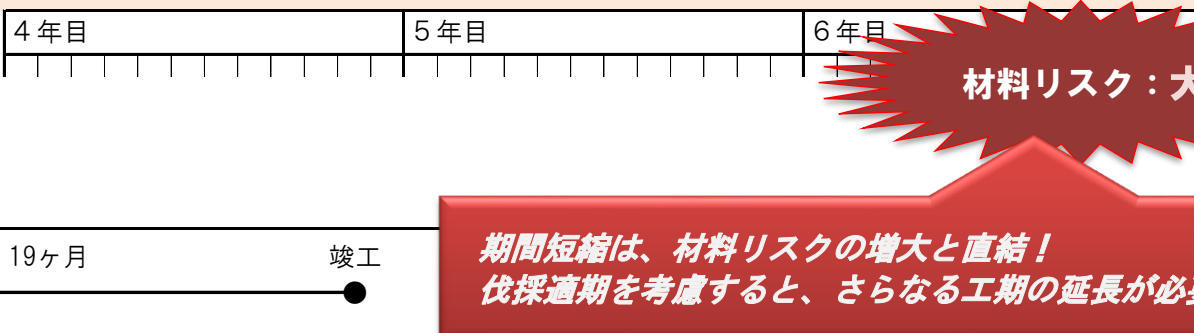
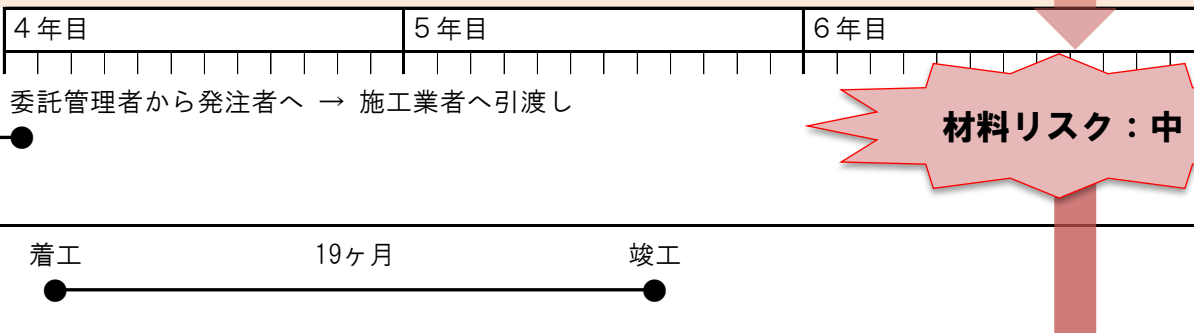
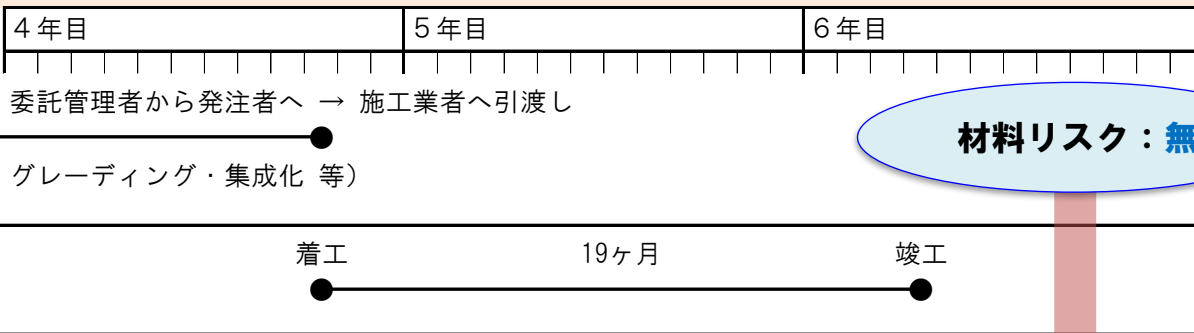
【参考】伐採適期・期間について

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
伐採不適期 (4月～8月中旬)					伐採適期 (寒伐り：11月～2月)						
<p>発注：伐採適期・不適期を考慮すると、 4月発注では伐採に入れない</p>					<p>○ 建築規模にもよるが、中大規模 物件となると伐採搬出期間を 5～6ヶ月みておくことがベター</p>						

虫害等の発生 → 対策：伐採後短期間(数日)で搬出  
(丸太を山に残す場合、造材せず枝葉がついていれば虫が入りづらい)  
ただし、最盛期(4月中旬・7月中旬：約1週間)は、伐採後直ちに搬出が必須！

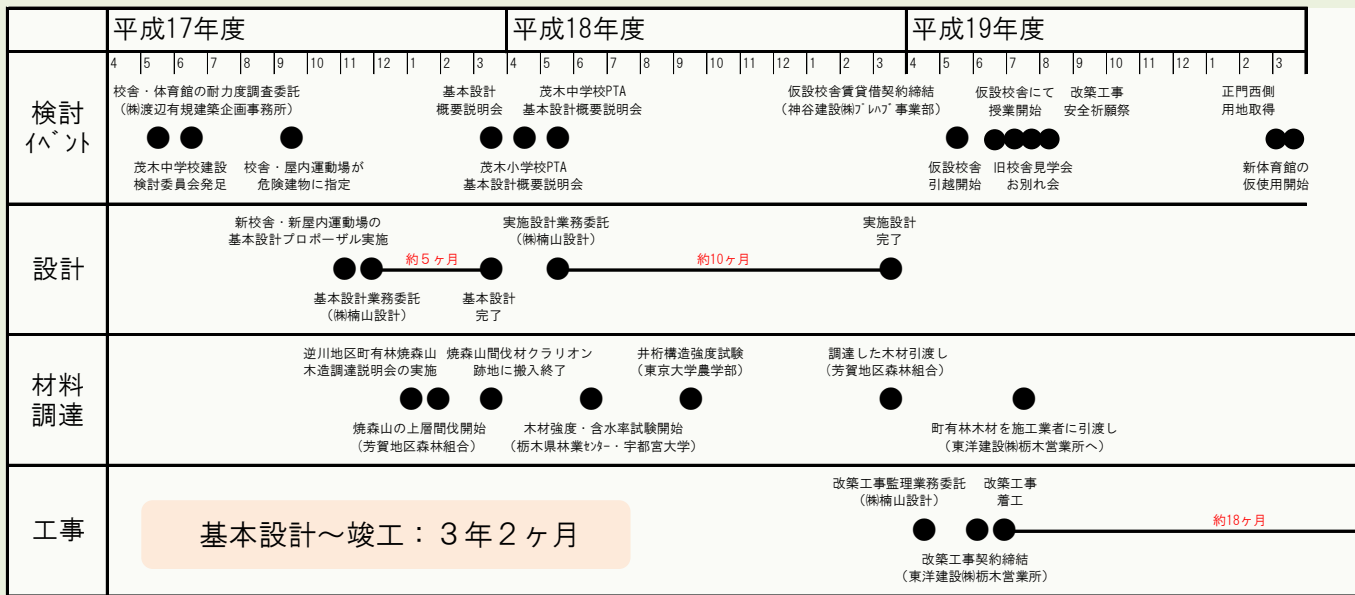
～伐採時期と製材の関係性～

- ・ 寒伐り材は、夏まで置いても製材可能である
- ・ 春～夏伐り材は、できる限り早く製材すること（虫害、辺材部の変色等）

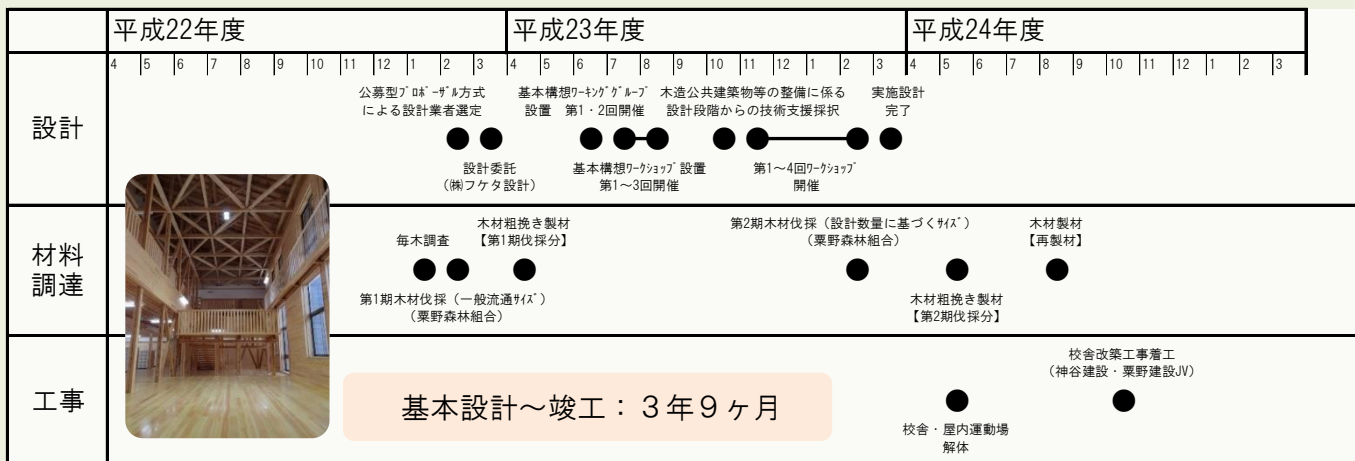


# 【事例紹介】中大規模木造建築における長期計画・施工の実例

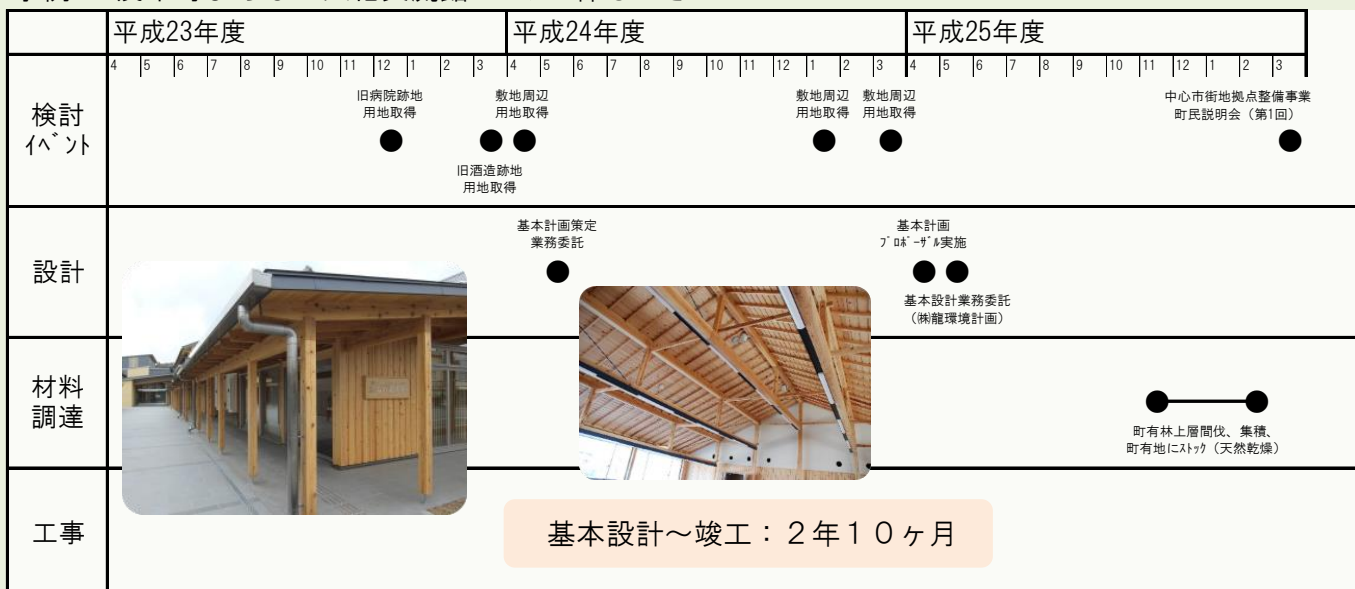
## 事例1 茂木町立茂木中学校



## 事例2 鹿沼市立栗野第一小学校



## 事例3 茂木町まちなか文化交流館 ふみの森もてぎ



どの事例も、基本設計から竣工までに概ね3年～それ以上かかっている

平成20年度

4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3

新校舎  
上構式

落成式



新校舎・新体育館  
竣工・引渡し

新校舎工事  
見学会



平成25年度

4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3



屋内運動場  
改築工事着工



平成26年度

4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3



外構・グランド  
整備工事



新校舎へ引越し  
事業完了



平成26年度

4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3

中心市街地拠点整備事業  
町民説明会（第2回）



中心市街地拠点施設  
新築工事安全祈願祭



平成27年度

4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3

棟札設置



建設課より  
教育委員会事務局へ引渡し



平成28年度

4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3

内覧会  
開催



旧まちかど図書館から  
本の引渡し大作戦（町民350人参加）



実施設計業務委託  
（㈱龍環境計画）



町有林原木  
引渡し開始



木材強度乾燥試験実施  
（第2回）



木材強度乾燥試験実施  
（第1回）



木材強度乾燥試験実施  
（第3回）



木材強度乾燥試験実施  
（第4回）



既存建築物解体工事契約（旧病院等）  
（㈱まさる建設・㈱高松建設）



既存建築物解体工事契約  
（旧鳥山信用金庫）（㈱南半田造園土木）



外構工事契約  
（渡辺建設㈱）



施設完成



中心市街地拠点施設新築工事  
契約議会承認（渡辺建設㈱）



監理業務委託  
（㈱龍環境計画）



太陽光発電設備設置工事契約  
（渡辺建設㈱）



外構完成  
（施設全体引渡し）



## V 木造建築に込める“ストーリー”に応じた工法と“適材適所”

中大規模木造建築物を施設整備するに当たり、ただの建築物とならぬよう、どのような“コンセプト”“ストーリー”を描くかが重要となります。

意匠性を優先するなら天然乾燥による無垢材を活かした構造、斬新性を求めるなら最新の材料であるCLT、短工期で完成させるなら集成材やLVL等による既存工法など、求める方向性によって、工法・構造、使用材料に求められる性能・性質が異なってきます。

それぞれの工法・構造に応じた“適材適所”な木材料の選択が重要となり、材料によって発注～納品までにかかる時間も大きく変わってきます。

乾燥方法ごとのコスト・工期・意匠性

人工乾燥	ハイブリッド乾燥 (人工+天然)	天然乾燥
<p>低 ← <b>トータルコスト</b> → 高</p>		
<p>短 ← <b>時間</b> → 長</p>		
<p>低 ← <b>意匠性</b> → 高</p>		

トータルコスト(費用, 保管施設・場所)・時間・意匠性のバランスを考えて乾燥方法を選択しましょう!

～求める方向性によって  
変わる工法・材料等(事例)～

CLT  
パネル工法

CLT



斬新性

[コストを抑える手法]  
一般流通材・住宅用  
プレカットを活用  
した構造設計

低コスト

トラス工法・  
在来軸組工法など



一般材・住宅用  
プレカットの活用



大断面集成材

意匠性

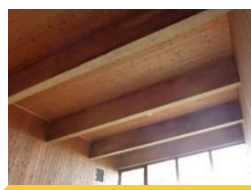
井桁工法など特殊な構造



大規格無垢丸太・  
特殊規格材など

短工期

ラーメン工法など  
(一方向ラーメン・二方向ラーメン)

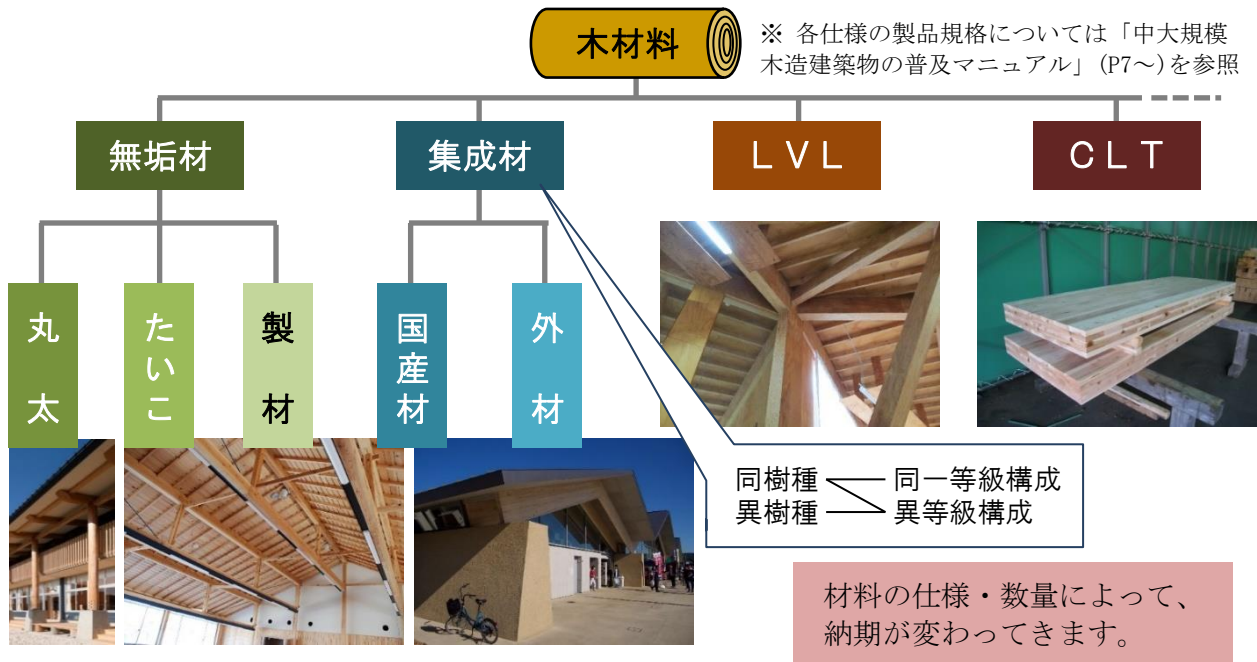


LVL・LVB等

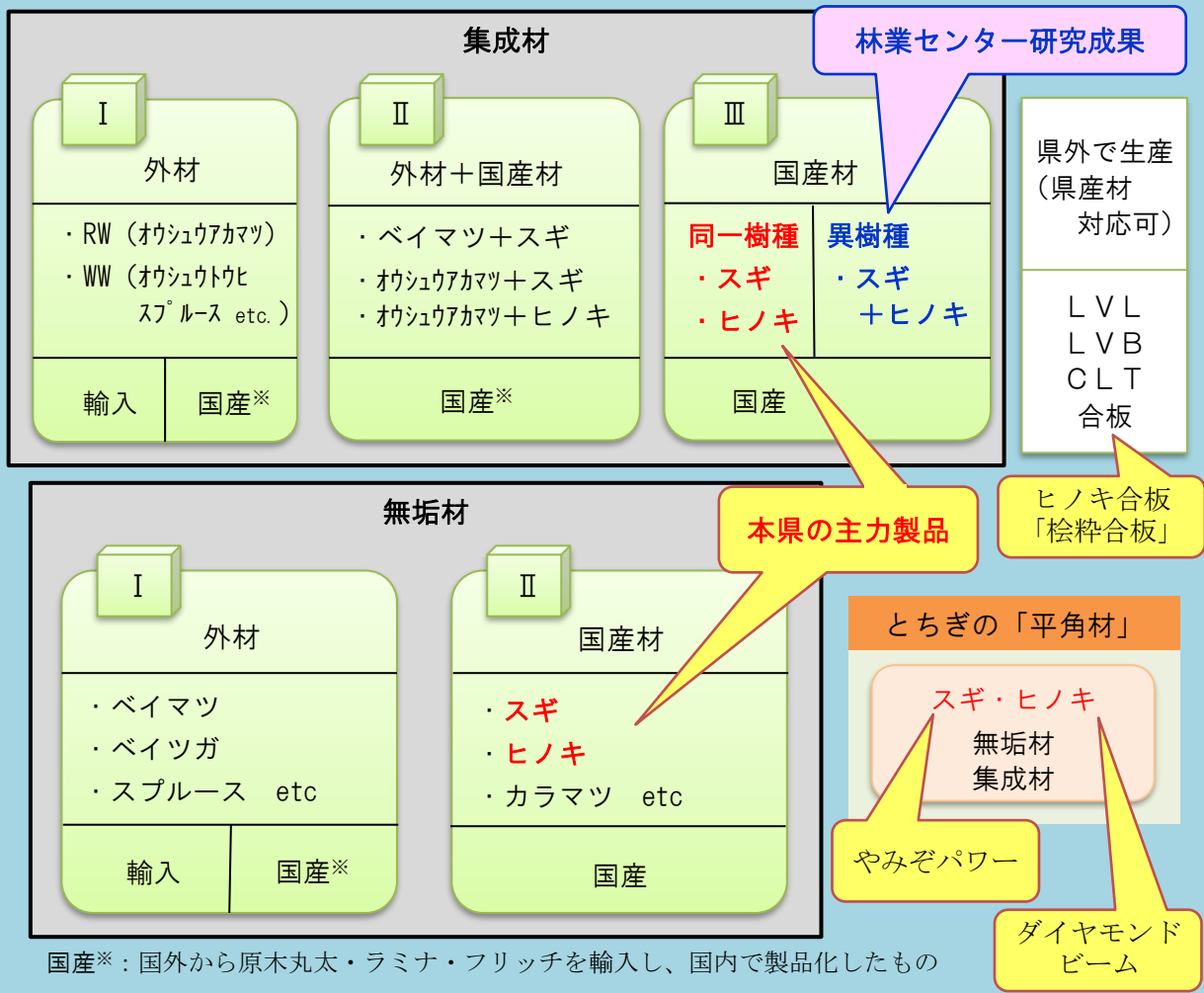
CLT・LVL等  
⇒ 県産材を県外工場  
へ輸送・加工

## 建物の主な材別仕様

木材料には、工法・構造に応じた“適材適所”な木材料の選択するための様々なバリエーションがあります。下図にそのバリエーションを示しました。



### 【参考】無垢材と集成材 ～本県における製品の位置づけと特徴～



## 【事例紹介】 茂木中学校改築事業と地元小中学生への教育活動の連動

ただの木造校舎建築とならぬよう、伐る(伐採)～加工する(乾燥・製材)～建てる(建築現場)～植える(植林)～育てる(育林)までのストーリー性を持たせ、完成までに多くの町民が建築に関われるよう配慮しました。また、林業・建築業等の育成や環境保全の取組みとするため、過程を町内全ての小中学校の情操教育に役立てることとしました。

伐  
る

### ① 児童生徒の校外学習

- ・町内4小学校の3・4年生および4中学校の全生徒の校外学習として、伐採した町有林、恵澤洽著の碑、木材ストックの現場を見学しました。



木材ストック場での見学会



伐採現場での課外授業

加  
工  
す  
る

### ② 伐採現場での課外授業の様子

- ・茂木中の生徒は、古来の儀式であり古式に則った「地鎮祭」や「上棟式」等の行事に全員参加しました。
- ・各工事工程の度に大工さんなどの職人さんたちが働いている工事現場を見学することにより、木造建築への理解を深めました。

建  
て  
る



茂木中生徒の工事現場見学会



茂木中生徒全員参加による上棟式

植  
え  
る

### ③ 未来への財産として（記念植樹）

- ・伐採した町有林約29haのうち、皆伐をした焼森山の2.7haにヒノキの苗木の植樹を行い、大切に守り未来へ引き継いでいくこととしました。



茂木中生徒の苗木植樹



知事も一緒に植樹して記念撮影

育  
て  
る

## 【事例紹介】規格や用途に応じた“適材適所”

中大規模木造建築物の低コスト化を図るためには、従来、木造住宅を対象としているとちぎ材の一般的な規格を知ることが重要です。例えば製材品においては、梁背300mm、長さ4,000mm、厚さ120mmのいずれかを超えると特別な規格となり、非生産的な「断面・長さ」の設計は、高コスト化と調達の高難性を生じさせます。最も悪いケースでは、丸太1本から一つの製材品しかとれないといった事態を招くこともあります。

特に、製材においては長さの自由度が限られていることから、間取りや架構により、どうしても規格が満たせない場合、集成材などを利用することが有効となります。

すなわち、構造材・造作材ともに、一般的に流通する製材で可能な部分と集成材(小中大断面)が適する部分により、材料のハイブリッド利用等の工夫が有効です。このように、適材適所な木質材料の併用を視野に入れることで、木造建築の幅が広がります。

### 鹿沼市立栗野第一小学校

#### ① 無垢材と集成材の“適材適所”～校舎



無垢材と集成材のハイブリッド仕様  
梁背 270 mmまでが無垢材  
梁背 300 mm以上を集成材

#### <長さ>

無垢材：実施設計未完成段階での伐採のため、製材能力に合わせて7mに造材  
⇒ その後、設計寸法に応じ7mを再カット  
(例：5m+2mなど)

集成材：10m超

ラミナ用なので、  
造材がシンプル(2m)

#### ② 木材と鉄の“適材適所”～体育館



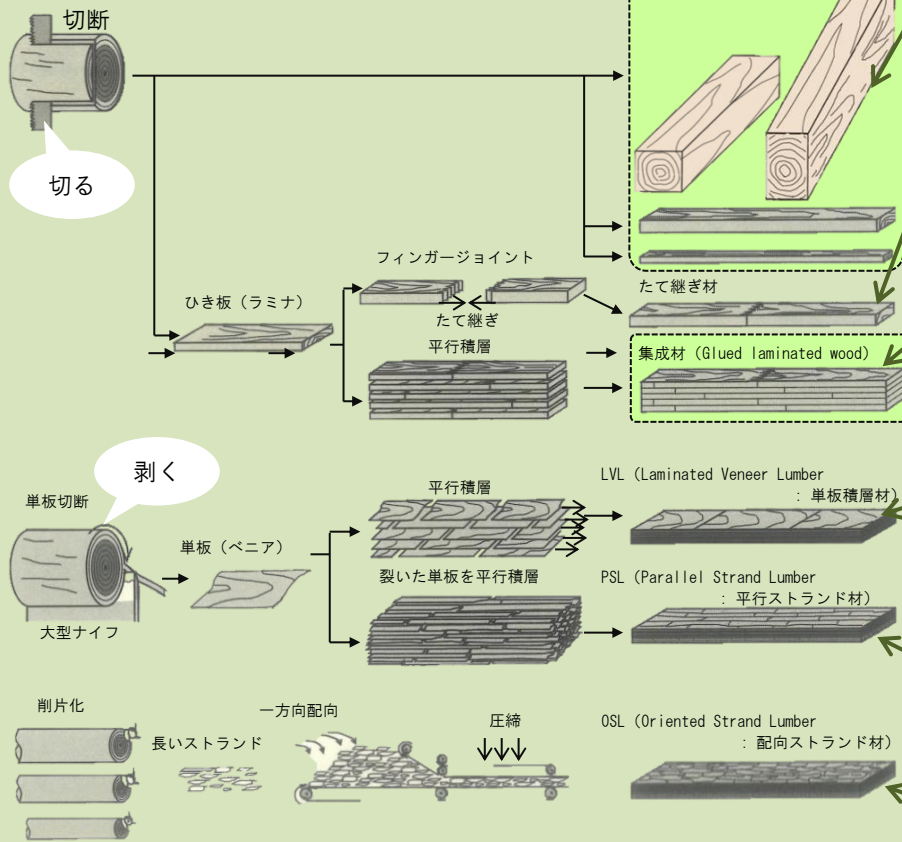
木と鉄のハイブリッド構造  
トラス上弦材：木材  
トラス下弦材：鋼材



# VI いろいろな木材製品

：栃木県の主たる製品

## 1 主な軸材料 (細長くて骨組みのような部材に使われるもの)



素材丸太を帯鋸や丸鋸などで切断して形を整えたもの、いわゆる「無垢材」  
正角・平角 etc.

製材したひき板や角材をフィンガージョイント (FJ) とよばれる継手によって縦方向に接着接合したもの

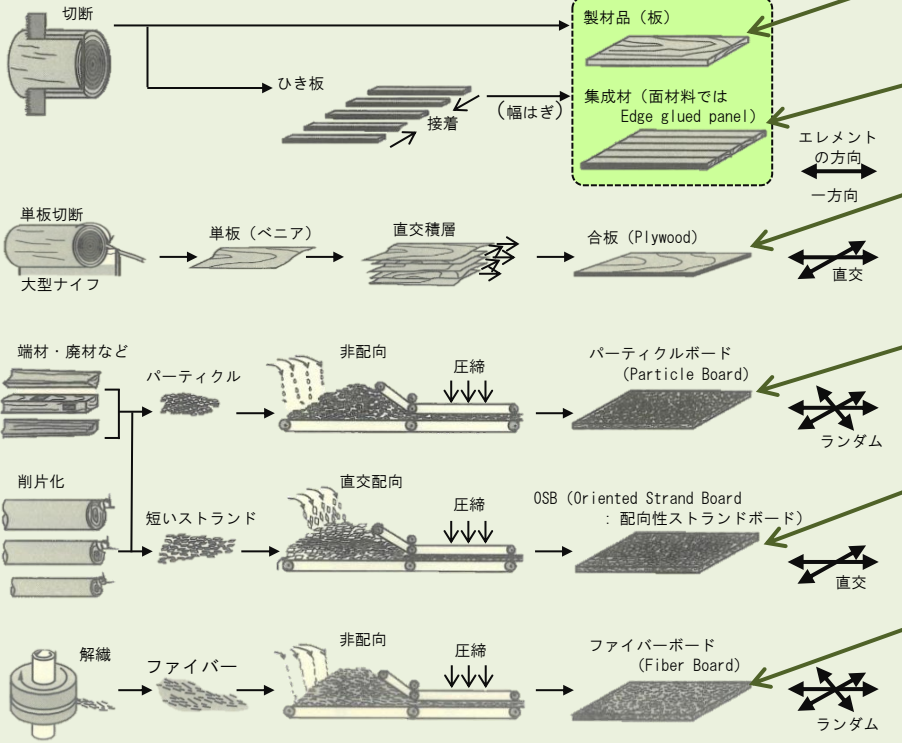
ひき板を何枚も軸と平行方向に積層接着したもの  
～ 小中大断面 ～  
～ 直材型・湾曲型 ～

丸太からローリースで大根のかつら剥きのように薄い単板 (ベニア) を作り、それを軸と平行方向に何枚も積層接着したもの

単板を縦に裂いて短冊状にしたもの (ストランド) を平行に積層接着したもの

小径丸太から直接ストランドをとり、一方に並べて積層接着したもの

## 2 主な面材料 (平面的で板のような用途に使われるもの)



原木を帯鋸や丸鋸などで切断して形を整えたもの、いわゆる「無垢材」

幅の狭い板や角材を幅方向に接着したもの (幅はぎ)

丸太をかつら剥きして作った単板 (ベニア) を、各層ごとに90° ずつ方向を変えながら奇数枚を直交積層接着したもの

小径材や端材などを碎いて小片 (パーティクル) にし、圧縮接着したもの

小径丸太等から短いストランドをとり、表層では長さ方向に、中心層では軸方向に並べて (直交配向) 積層接着したもの

パーティクルよりもさらに木片を小さくして、繊維 (ファイバー) にし、これを板状に固めたもの (密度によって、IB・MDF・HB に分類)

### (3) 新たな材料 (木材料同士のハイブリッド、異種材料のハイブリッド)

#### 「I」ビーム (I-beam)

梁の上下 (フランジ) に軸材料の構造用 LVL等を配置し、ウェブに面材のOSBや構造用合板等で結合したもの



#### 「ボックスビーム」

Iビームと同様な構成で断面が箱形になっている製品



#### 「ストレススキンパネル」

軸材料である梁部材 (構造用集成材等) で枠組みしたウェブの上下面に、フラッシュ材として面材 (合板等) を留めつけて一体化した梁



#### 「LVB (Laminated Veneer Board)」

LVLに直交単板を入れることで面材利用を可能としたもの

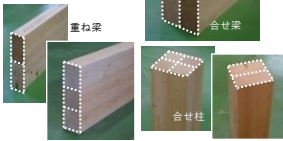


「3層クロスパネル」  
幅はぎしたラミナを3層直交積層したもの



#### 「重ね・合わせ材」

～接着・金物接合タイプ～  
正角や平角を複数本重ねたり、合わせたりしたもの



#### 「平行弦トラス」

安定構造となる三角体構造の原理に基づき、2本の平行な梁 (構造用集成材等) を異種材料 (鉄等) の斜材でつないだハイブリッド製品



#### 「繊維強化集成材」

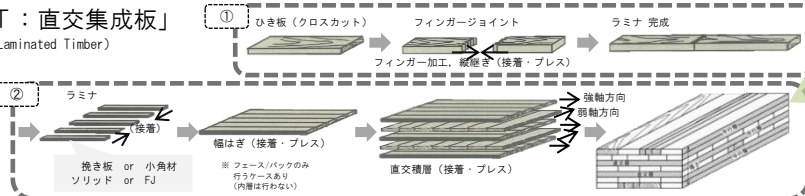
炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維等で強化された構造用集成材



#### 「CLT : 直交集成板」

(Cross Laminated Timber)

軸材 + 面材を兼ねる



ラミナ (FJ, リッド等) を幅はぎし、それを積層 (直交) した大型の集成板  
※ 壁・床・天井等へ使用



参考文献等) 「最新 木材工業辞典」日本木材加工技術協会  
「キーテック製品ガイド」株式会社キーテック

「プロでも意外に知らない木の知識」学芸出版社  
協同組合レングス ホームページ

### 【参考】スギ製材品 (乾燥材) の生産システム事例

① 養材丸太 (ストリート)

② 皮剥ぎ

ワダボネ  
おろし

皮剥後、径及び長さによって、選別される。  
※より効率化を図るため皮剥削工程に、径及び長さによる選別機の導入がベスト!

③ 製材 (粗挽き)

ワダボネ

径、長さ及び品質によって、製材段階とその寸法の幅時に決定される (未取りの数量)。  
送材受け等のご注意

④ テーパー調整機

搬送ラインで自動的にチップ屑の投入 (背板=異材丸太の外側の部位)。  
調整されたチップの完成 (製材用・外割に用いる乾燥機サイ、フィンダ等の集塵機にチップ)

⑤ 乾燥前処理

重量・品質選別

必要に応じ散水

⑥ 乾燥工程

人工乾燥=KD \* 蒸気式主流

- いろいろな乾燥法
  - 高温蒸気式乾燥
  - 高中温蒸気式乾燥
  - 中温蒸気式乾燥
  - 高温・天然複合乾燥
  - 天然乾燥
- 表面 (材面) 割れ防止をはじめ、内外層部の水分傾斜の低減化、内部割れ防止、材色に配慮した乾燥スケジュールを採用!

天然乾燥=A/D

特種/設備

⑦ 製品完成

平角材 (梁桁)

⑧ インジェクト (含水率・ヤング係数)

ヤング係数 (E 表示)

含水率 (D ドライ表示)

S : 4 材面調整済 (=表面仕上げ)

⑨ グレーディングマシン (ヤング係数の測定)

静的

動的

⑩ 含水率測定 (マイクロ波)

⑪ 含水率測定 (マイクロ波)

\* 木質焚きボイラー (人工乾燥機の熱源: 蒸気利用)

○エコ循環型工場の先駆的モデル  
モルダー・プレーナー・修正機の残材や樹皮 (パーク)、木片等を木質バイオマス燃料として、有効に利用する

⑫ 断面寸法及び材面仕上げ

自動カンナ (モルダー等)

修正機

※⑦、⑧、⑨の設備を有する工場  
トーセン、二宮木材、凌波製材所、ヤマサンワタナベ、マルハチ、栃木県集成材協業組合、東北木材協同組合

## Ⅶ 材料を調達する

原料（素材丸太）と製品（製材・集成材等）との量的指標・時間的指標

中大規模木造建築物では、大量かつ特殊な規格の木材が必要となるため、使用する木材製品量（設計数量）に要する原料（丸太）の量（＝歩留り）、加工に要する時間を理解しておくことが重要です。

＜事例＞  
使用する木材製品量  
100m<sup>3</sup>

原料となる丸太の量  
200～300m<sup>3</sup>

使う製品の量に対して  
2～3倍の原料が必要！

	製材	集成材・CLT類	LVL・合板類
通常の歩留り(%)	丸太100 → 製材50	丸太100 → ラミナ45 → 集成等35	丸太100 → LVL等50～60
中大規模建築物の歩留り(%) <sup>※</sup>	丸太100 → 製材40～45	丸太100 → 集成等25～30	丸太100 → LVL等50～60
※ 断面・長さをオーバーサイズ(安全側)とするため、通常よりも歩留り低下を見込む			
最終製品1000m <sup>3</sup> に 対しての必要丸太量	2,200～2,500m <sup>3</sup>	3,300～4,000m <sup>3</sup>	1,700～2,000m <sup>3</sup>
発注～納品までの 時間 <sup>※</sup>	KD：2週間～ AD：6ヶ月～2年	1～3ヶ月	1～3ヶ月
※ 丸太伐採からの発注は、これに適期を見極めた上での伐採期間を上乗せする			
調達できる工場等	県内各製材工場	集成材：県内集成材工場 CLT：岡山県等	LVL：千葉県 合板：宮城県等

製材に要する原木量を見誤ると、追加の2次伐採(時期によっては2シーズンにわたる)や製品加工、製品の購入を余儀なくされることとなります。

### 【参考】原料（素材丸太）の調達から加工までの流れ

～ 長尺丸太利用のケース ～



～ 製材・プレカットのケース



刻み

「中大規模物件」の場合、プレカットと大工の併用は考えておく必要がある

特に「中大規模物件」では、接合部が特殊になりがちであるから、熟練した大工を準備する

刻みもハイブリッド  
：熟練した人(技術)  
+ 進化した機械



## 【参考資料】とちぎ材の認証

### 栃木県産出材証明制度

管理主体：栃木県森林組合連合会  
 栃木県木材業協同組合連合会

素材生産業者から原木市場・製材工場・流通業者へと順次経由する証明体制（＝木材のトレーサビリティ）であり、需要者に安心・適正な産地証明された県産出材が届くシステム

県の「県有施設の木造化に関する基準」と併せ、県木協連と県森連が主体となって、同時期に栃木県産出材証明制度（素材生産業者から原木市場・製材工場・流通業者へと順次経由する証明体制）がスタートし、木材流通に関連する業界全体として、栃木県産出材の流通促進に取り組んでいます

### 森林認証

森林認証は、独立した第三者の審査機関が、  
 1 森林経営の持続性や環境保全への配慮等に関する一定の基準に基づいて管理が行われている森林を認証するとともに、  
 2 認証された森林から産出される木材及び木材製品を分別し、表示管理することにより、消費者の選択的な購入を促すとともに、生物多様性の保全や持続可能な森林経営を支援する仕組み

○ 日本で展開されている  
 主な森林認証制度

- ・ FSC（森林管理協議会）
- ・ PEFC（PEFC森林認証プログラム）
- ・ SGEC（「緑の循環」認証会議）

#### ○ 森林認証のシステム

森林認証は、すべての認証機関に共通して、FM認証とCoC認証がある

- ・ FM認証（森林の管理・経営についての認証）  
 持続性や環境保全への配慮等に関する一定の基準に基づいて、責任ある管理がなされている森林を認証すること
- ・ CoC認証（加工・流通についての認証）  
 FM認証を受けた森林から産出された木材や木材製品を、適切に分別しつつ、管理・加工していること  
 なお、すべての行程において認証を取得していなければ、最終製品は認証材とはならない

### 県内森林認証(SGEC等)取得状況一覧

種別	認証機関	認定番号	名称	所在地	面積(ha)	認定年月	種別	認証機関	認定番号	名称	所在地	認定年月		
FM	SGEC	JAFTA-006	(有)高見林業	鹿沼市	500	27.07.21	CoC	SGEC	JAFTA-W015	(株)コトブキ 栃木工場	塩谷郡塩谷町 田所1601-12	28.06.28		
	SGEC	JAFTA-012	王子グループ 東北・関東・中部地区社有林	日光市	1,983	25.12.25		SGEC	JAFTA-W069	イカクツ'ラクス(株)	鹿沼市さつき町16-1	28.06.30		
	SGEC	JAFTA-047	宇都宮大学農学部付 属演習林	塩谷郡 塩谷町	538	26.11.22		SGEC	JAFTA-W071	(有)佐々木設計企画	日光市文挾299-1	25.12.20		
	SGEC	JAFTA-070	鹿沼市森林認証協議会	7者計	8,507	28.06.28		SGEC	JAFTA-W142	二宮木材(株)	那須塩原市 四区町741-5	28.04.28		
	SGEC	JIA-015	栃木県高原県有林	矢板市 塩谷町	1,572	28.10.21		FSC	CU-CoC-815300	江間忠5477(株)	那須塩原市 下厚崎5-391	27.07.15		
	SGEC	取得予定	日光市森林組合	日光市	7,659	29.4月		SGEC	取得予定	青木製材(株)	日光市明神1414	29.4月		
CoC	SGEC	JAFTA-W012	(有)田村材木店	日光市 豊田381-4		28.06.28				(株)大和木材	日光市小代348	29.4月		
	SGEC	JAFTA-W013	(有)西村材木店	鹿沼市村井町190-1		28.06.28				(有)手塚材木店	日光市瀬川1163-2	29.4月		
	SGEC	JAFTA-W016	(有)響屋	宇都宮市 中戸祭町2899-25		28.06.28				(有)生井材木店	日光市小倉818	29.4月		
	SGEC	JAFTA-W070	鹿沼市森林認証協議会				28.06.30					日光木材工業(合)	日光市本町9-29	29.4月
			栃木県集成材協業組合				鹿沼市磯町東川原123					(有)丸久木工所	日光市平ヶ崎654-1	29.4月
			(株)堀毛木材工業				鹿沼市下永野777					(有)丸ちゃん木材	日光市 倉ヶ崎新田21-5	29.4月
			星野工業(株)				鹿沼市五田町692-8					(株)ヤギサワ	日光市瀬尾252	29.4月
			鹿沼木工(合)				鹿沼市口栗野1115					(有)山勝商店	日光市板橋2947	29.4月
			(株)岩本				鹿沼市流通センター2					(有)347'ワォレスト	日光市今市97-11	29.4月
			(株)渡辺材木店				鹿沼市板荷255							
			(有)高見林業				鹿沼市上粕尾670-2							
			栃木県森林組合連合会				宇都宮市西一の沢町8-22							

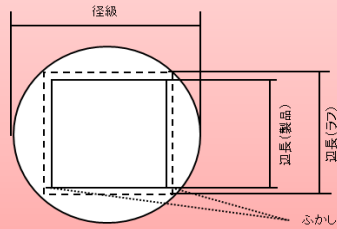
## VIII 木取りのいろいろ 素材丸太→製品へ

～ 乾燥（KD・AD）材生産のために必要な丸太規格とラフ挽き等の関係性 ～

### 1 丸太径と製品の規格について

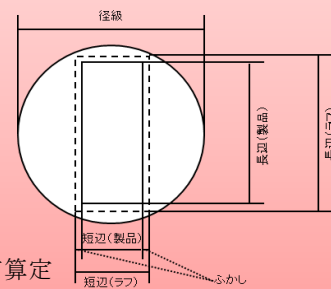
丸太からKD柱材を生産する際には、乾燥収縮・モルダー仕上げで断面が減少するため、厚みをふかして(13～15mm)、製材（ラフ挽き）しておく必要があります。

正角材



製材規格		丸太末口径 (cm)
寸	cm	
3.5	11	17～18
4	12	19～20
5	15	24
6	18	28

平角材※



梁背		丸太末口径 (cm)
寸	cm	
5	51	24
6	18	26
7	21	28
8	24	30
9	27	34
10	30	36
11	33	40
12	36	42

※ 平角は幅12cm、のこ刃厚(4mm)を考慮して算定

### 2 板材生産のためのラフ挽きの注意点

一般的な幅の板材：幅4寸 仕上り厚さ12～15mmなど ⇒ ふかし厚3mm程度を見込む  
 幅広・厚めの板材：幅8寸 仕上り厚さ24mmなど ⇒ ふかし厚6mm程度を見込む  
 → このように、幅・厚さによってふかし厚が変動します。(特に幅に注意)

### 3 材長について

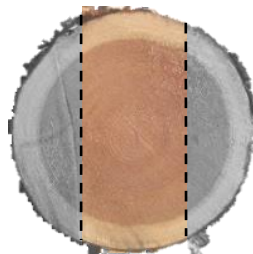
- ① 通常横架材では、規定の長さに対して5～10cmと余長(のび)は小さい。
- ② 中大規模建築物で、伐採と設計(基本・実施)が並行するようなタイトなスケジュールの場合は30～40cm程度 オーバーサイズとしておくことが肝要！(造材時の余長が必要)

### 4 木取りの違いによる製品

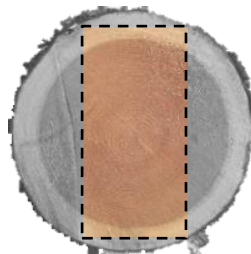
丸太



たいこ挽材



角材



強度性能	丸太	たいこ挽材	角材
MOE	125	125	100
MOR	133	125	100

⇒ 丸太>たいこ挽材>製材の順に、強度性能に優れる成熟材※の占有率が下がり未成熟材※の割合が高くなるため

※ 針葉樹の随から15～20年輪位までの部分が未成熟材、それ以降の部分は成熟材と呼ばれ、特性が少し異なる

強度性能

設計の容易さ

意匠性

加工・施工性

木組み

## 【参考資料】木取りの事例

用途に応じた多種多様な木取りがあります

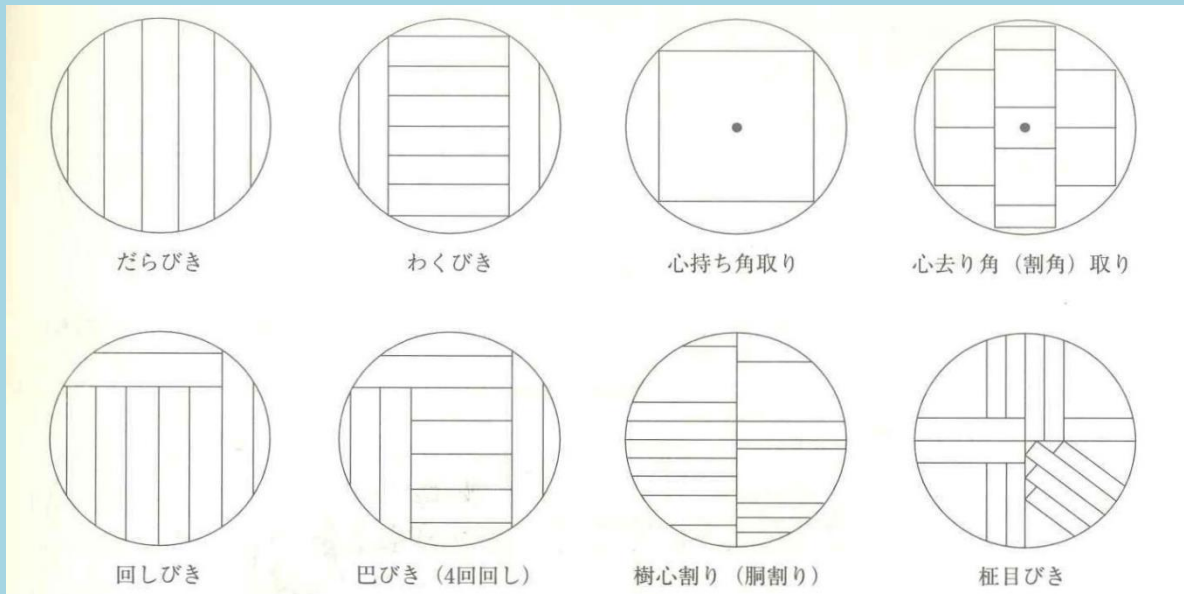
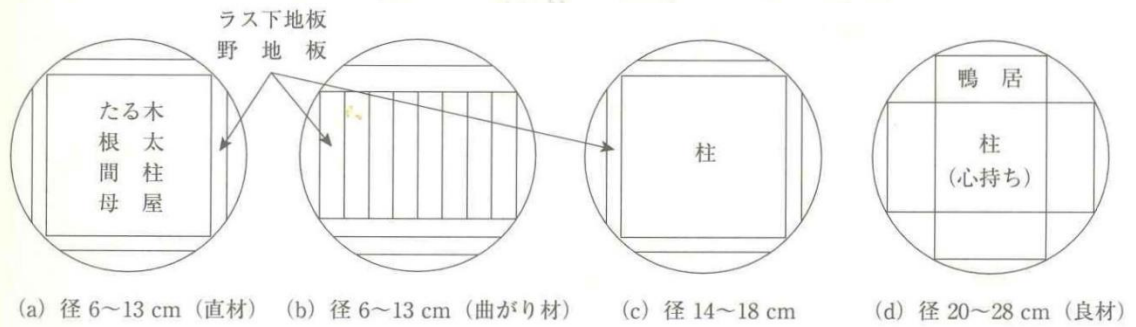
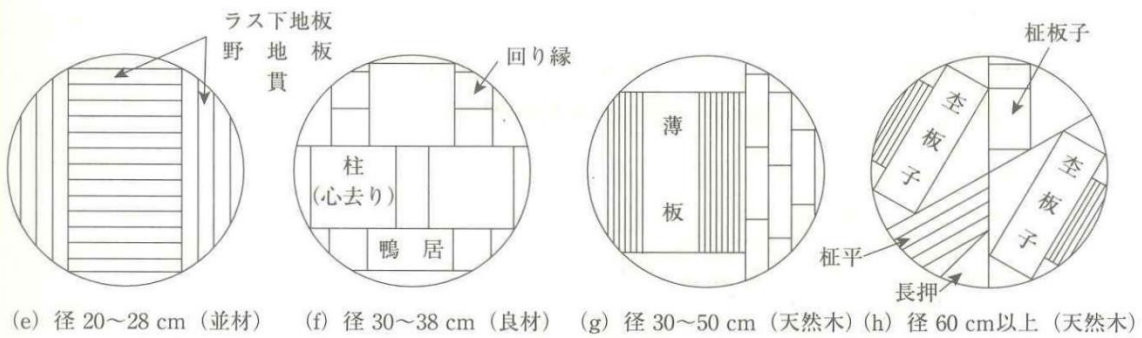


図 3.51 基本的木取り<sup>58)</sup>

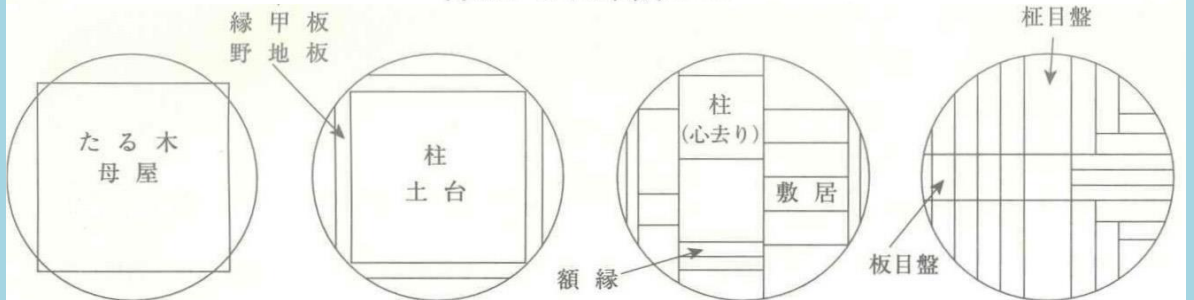


(a) 径 6~13 cm (直材) (b) 径 6~13 cm (曲がり材) (c) 径 14~18 cm (d) 径 20~28 cm (良材)



(e) 径 20~28 cm (並材) (f) 径 30~38 cm (良材) (g) 径 30~50 cm (天然木) (h) 径 60 cm以上 (天然木)

図 3.52 スギの木取り<sup>59, 60)</sup>



(a) 径 6~13 cm (b) 径 14~18 cm (c) 径 30~38 cm (d) 径 40 cm以上 (天然木)

図 3.53 ヒノキの木取り<sup>61, 62)</sup>

出典) 「木材工業ハンドブック」丸善

## Ⅸ 用途に適したさまざまな乾燥方法

木材乾燥をする目的として主に①寸法安定性の向上②強度性能の向上が挙げられます。乾燥方法は以下の2つに大別され、構造材(規格・接合)、羽柄材、造作材といったモノに応じた乾燥方法の選択が必要です。

**人工乾燥(KD)**：人工乾燥機によって、人為的に温湿度等の管理を行う

**天然乾燥(AD)**：一定期間棧積みを行って自然に乾燥させる

製材の日本農林規格(JAS)においては、人工乾燥処理された構造材の仕上材の含水率基準は20%以下です。木材は水分が減少していく際(放湿過程)と水分を吸収していく際(吸湿過程)では平衡する含水率が吸湿過程のほうが低い(ヒステリシス)ため、含水率を目標の平衡含水率以下まで落とすことが大切です。特に、内装材については冬の暖房の効いた室内の条件(例：温度20℃、湿度40%時)を想定すると、含水率は1桁近くまで下げることが望めます。

人工乾燥機には主に蒸気式、高周波式、減圧式等がありますが、栃木県内の製材業者は、設備費用やランニングコストの面から、ほとんどが蒸気式の人工乾燥機を所有しているため、ここでは使用部材に適した蒸気式・天然乾燥の組合せについて紹介します。

	A 高中温蒸気式	B 中温蒸気式		C 複合乾燥			D 天然乾燥
				① 中温 + 天乾	② 高温 + 天乾	③ 天乾 + 中温	
材料	平角・柱角 (3.5~5寸角)	柱角(背割) (5~7寸)	板材	平角 柱角	平角 柱角	板材	板材 柱角(背割)
乾燥温度	高温:120℃ + 中温:80~90℃	60~90℃ + 外気温	70~80℃ + 外気温	60~75℃ + 外気温	120℃ + 外気温	外気温 + 70~80℃	外気温
乾燥期間	平角:2~3週間 柱角:7~10日	約2週間	約5日間	人乾:2週間 天乾:6ヶ月	人乾:2日間 天乾:6ヶ月	天乾:1ヶ月 人乾:約1日	板材:2ヶ月 柱角:1年半以上
特徴	表面割れを抑制 乾燥期間が短い 大断面では割れ抑制効果が薄れる	材色変化を抑制	材色変化を抑制	表面割れ・材色変化を抑制	表面割れを抑制 ①の人乾を短縮	材色変化を抑制 表面割れリスクの無い板材に対し人工乾燥日数最小となり効率性が高い	材色変化を抑制 乾燥期間が長い 芯持ち無背割材では表面割れを防ぐのはほぼ不可能

※乾燥温度・期間は目安。実務では、断面・長さ等を考慮した乾燥スケジュール(乾球・湿球・時間・風速)の設定が重要!

⇒ 乾燥スケジュールについては、「中大規模木造建築物の普及マニュアル」を参照



## 天然乾燥における留意点

天然乾燥工程を含む場合、乾燥期間が1年を超すなど長期に渡る上、施工時の材料管理としても長期管理が必須となることから、**広いストックヤードの用地確保**と風雨対策として**建屋の仮設と管理費用**の計上が必須となります。



## 【事例紹介】乾燥への取組例

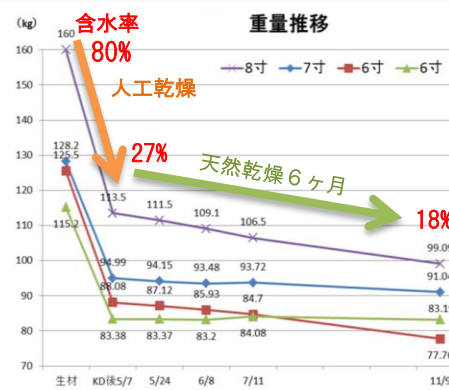
### C 複合乾燥 ～ 栗野第一小学校（鹿沼市）

#### ① 人工（中温）→ 天然乾燥（平角・柱角）

表層の乾燥を抑えるため、あえて高湿度下で人工乾燥を行い、含水率傾斜を均一化しながら、一般的な人工乾燥よりも遅いスピードで徐々に乾燥した後、天然乾燥を行いました。そのため、乾燥終了まで半年程度と長い期間を要しました。

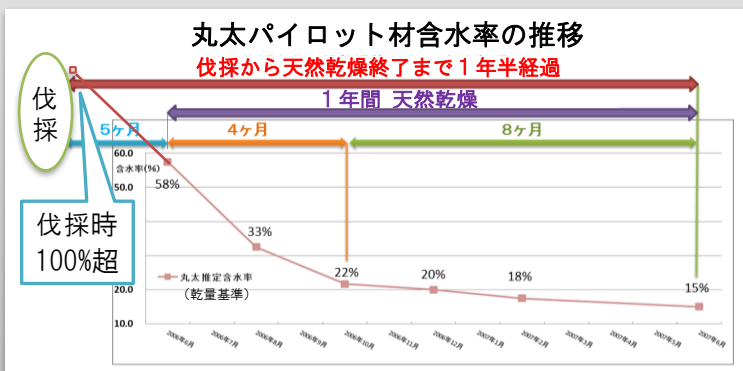


スギ平角人工&天然複合乾燥スケジュール  
荒挽寸法 140×170～350mm



### D 天然乾燥 ～ 茂木中学校（茂木町）

町有林を活用し、最大12mの丸太材約630本、構造用角材約5,000本、床板材約10,000枚、腰板材等約30,000枚伐採、合計約1,580㎡の材料を広大な土場に仮設屋根を設置して、約1年半をかけて天然乾燥を実施しました。



丸太径25～45cm×長さ5～12m



ストックヤード (土場)





## X 求められる強度性能とその評価方法

工法・材料が決定すると、設計に当たって、部材・接合部・構造体の強度性能が求められます。栃木県林業センターでは、必要に応じた評価試験を行えるよう、複合型実大製材品強度試験機・面内せん断試験機・接合部試験機・グレーディングマシン等が導入されています。

### 1 部材

木造の公共建築物の設計指針である「木造計画・設計基準」における材料基準は原則JAS材ですが、全国的な傾向と同様に県内においてもJAS工場が少なく、格付け方法や設備・ランニング費等といったコスト面の問題から、JAS工場が急激に増えることは難しいのが現実です。そこで、当面の対応として「とちぎ木材利用方針」では、構造耐力上主要な部分に用いる木材は「**原則JAS材又はJAS相当材**」としています。ここではJAS相当材を確保するための方法を記載し、次ページに県内のJAS工場一覧を掲載しています。



※ グレーディングマシン等の設備を有する県内工場

トーセン、二宮木材、渡辺製材所、ヤマサンワタナベ、マルハチ、栃木県集成材協業組合、県北木材協同組合

## 【参考資料】 県内JAS工場一覧

平成28年3月現在  
※平成29年度に認定見込

区分	製造業者			認定の区分											
	名称	所在地	TEL FAX	構造用製材	造作用製材	人工乾燥用構造用製材	枠組壁工法構造用	機械等級区分製材	集成材						
製材	1	株式会社トーセン	栃木県矢板市山田67	0287-43-8379 0287-43-2626			○	○ ヒノキ							
	2	二宮木材株式会社	栃木県那須塩原市四区町741-5	0287-36-0056 0287-36-1129			○	○							
	3	株式会社渡辺製材所	栃木県塩谷郡塩谷町芦場新田242	0287-45-0117 0287-45-1521			○								
	4	株式会社ヤマサンワタナベ	栃木県矢板市東町1178	0287-43-0755 0287-43-0762			○								
	5	宇都宮木材株式会社	栃木県宇都宮市平出工業団地7-4	028-662-7879 028-662-7429			○								
	6	藤田木材株式会社	栃木県鹿沼市御成橋1-2388	0289-62-8105 0289-62-8109				○ SPF							
	7	那須土木株式会社	栃木県大田原市中央1-13-10	0287-23-5678 0287-23-2543	○										
	8	プライムトラス株式会社 関東工場	栃木県栃木市藤岡町都賀2308	0282-62-3591 0282-62-3592				○							
	取得見込	株式会社栃毛木材工業	栃木県鹿沼市下永野777	0289-84-0036 0289-84-0731			○		○						
	取得見込	有限会社マルハチ	栃木県矢板市沢22	0287-43-0641 0287-43-4888			○ ヒノキ		○ ヒノキ						
集成材	1	栃木県集成材協業組合	栃木県鹿沼市磯町東川原123	0289-75-3961 0289-75-2016					○ 造作・低中小中大断面						
	2	県北木材協同組合	栃木県那須塩原市二区町354-3	0287-39-1414 0287-39-1415					○ 低中小断面						
	3	鹿沼木工合資会社	栃木県鹿沼市口栗野1115	0289-85-3111 0289-85-3113					○ 化粧張り造作						
	4	ファーストウッド株式会社 真岡工場	栃木県真岡市松山町26-1	0285-80-1515 0285-80-1525					○ 低中小断面						
	5	江間忠ラムテック株式会社	栃木県那須塩原市下厚崎5-391	0287-63-9877 0287-62-6158					○ 低中小中大断面						
	6	ナムテック株式会社 仙波工場	栃木県佐野市仙波町161	0283-86-3281					○ 造作・低中小断面						
計(見込含む) 16 社										1 社	0 社	7 社	3 社	3 社	6 社

## 2 接合部

「木造軸組み工法住宅の許容応力度設計」(公財)日本住宅・木材技術センター、「木造校舎の構造設計標準(JIS A 3301)」に記載されている各種試験に対応可能な接合部試験機を林業センターに整備しています。

### 試験事例



柱・梁 せん断試験



柱・土台 めり込み試験



## 3 構造体

面内せん断試験機による  
鉛直・水平構面の許容せん断耐力の測定  
→ 実用化へ



### 【事例】 構造体の実大試験 ～茂木町立茂木中学校

- ・木造構造に加え、無垢材だけで柱を少なくした大空間をつくるための検討を行い、日本で初めてとなる木造による「井桁工法」を採用することに決めました。
- ・独自の構造計算を行ったため、実物大の構造体による試験が必要となり、東京大学農学部(稲山研究室)の協力を得て、安全性の検証を行いました。



## 【事例紹介】中大規模木造建築時の含水率・強度管理 ～林業センターとの協働～

林業センターに整備されている高周波木材水分計、機械等級区分装置(FFTアナライザー)等を活用し、試験データを共有する共同研究という形で、含水率・強度(動的ヤング係数)について測定・管理しました。

### 茂木町立茂木中学校

パイロット試験材による含水率・動的ヤング係数測定

- 丸太57本の全数調査で重量・動的ヤング係数・規格寸法を測定した後、乾燥方法・管理方法等の指導を仰ぎつつ、天然乾燥に併せ2ヶ年(計6回)に渡って、重量・含水率(パイロット材から採った輪切りサンプルによる全乾法)・動的ヤング係数・規格寸法の変化について継続調査を行いました。



### 鹿沼市立栗野第一小学校

含水率・動的ヤング係数の全数測定

- スギ6,726本、ヒノキ400本の製材品について、全数、含水率・動的ヤング係数の測定し、スギ・ヒノキ計7,126本という膨大なとちぎ材のデータを得ることができました。



### 茂木町まちなか文化交流館 ふみの森もてぎ

パイロット材の断面内含水率から乾燥状態を把握

- 含水率・動的ヤング係数を測定したパイロット材からサンプルを採取し、小さく分割して含水率測定を行うことで断面内含水率を推定し、内部の含水率分布まで推測しました。



## 《topic》 参考資料・書籍など

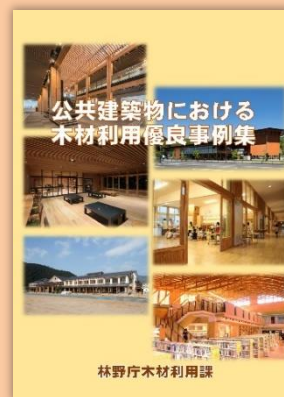
国・団体等から大規模木造建築へ向けた様々な書籍・資料類が発行されています



「こんなに使えるとちぎの木材」  
栃木県木材協同組合連合会



「中大規模木造建築物構造設計の手引き」  
東京大学大学院教授 稲山正弘 著 彰国社



「公共建築物における木材利用優良事例集」林野庁木材利用課



「JIS A 3310を用いた木造校舎に関する技術資料」  
文部科学省

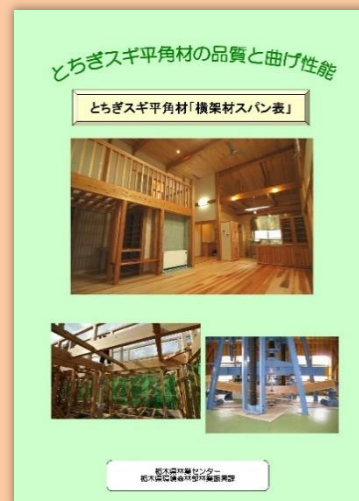
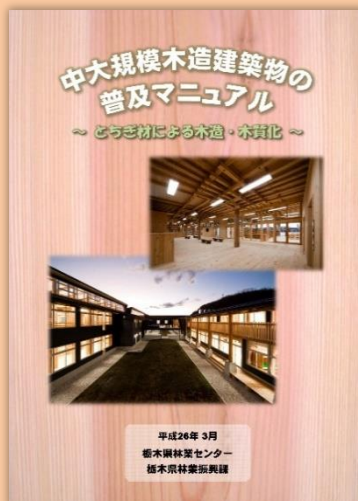
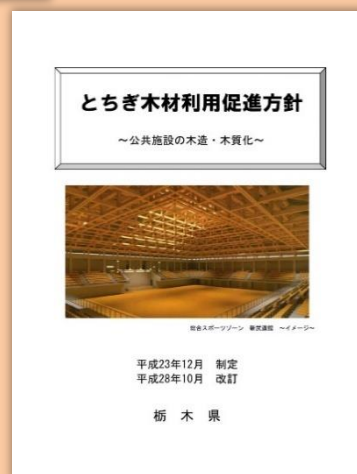


「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル」  
日本合板工業組合連合会

### ＜栃木県による資料＞

本県では、平成23年に中大規模木造建築物をはじめとした木材利用の推進を目指した「とちぎ木材利用促進方針」を制定し、平成28年に最新の情勢を踏まえて改訂しました。

また、林業センターにおける実際の試験データや文献に基づいた木材の入門書「とちぎ材のすすめ」、県内に流通するの木材の種類・規格や木構造、東京大学 稲山先生による設計・施工事例などをまとめた「中大規模木造建築物の普及マニュアル」、数百本もの試験データを基に作成した「とちぎスギ平角材スパン表」を発行しており、県産材普及の資料として活用されています。





平成29年 3月

栃木県林業振興課 栃木県林業センター

