

全国木材組合連合会
第6回新たな「木材利用」事例発表会
～「木材利用」の意義と効果を見える化～

中・大規模建築物を木造化、木質化する 科学的根拠とその評価

2015・02・12
木材会館7階ホール
杉本洋文
建築家
東海大学教授
(株)計画・環境建築代表

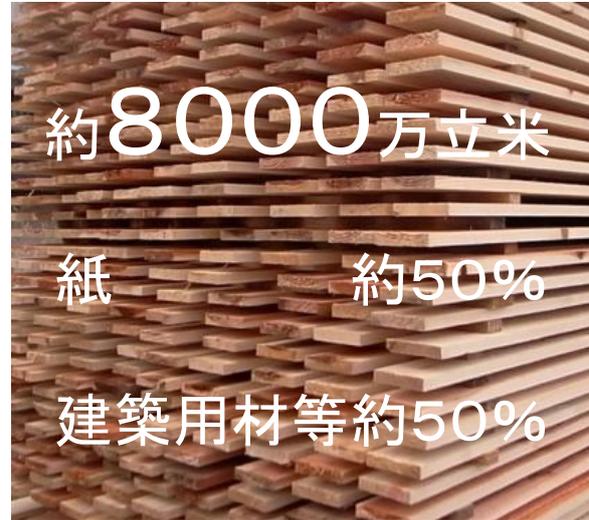


森で育つ木材量は使用量と同じ！

木材生育量（1年間）



木材使用量（1年間）

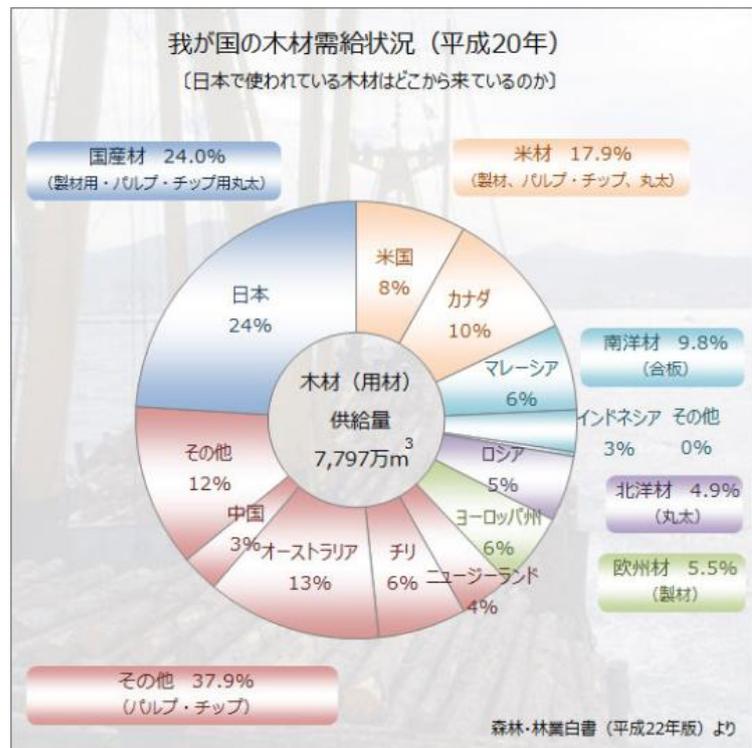


資料：森林・林業白書 平成23年

日本は木材の輸入大国です！

日本は、
世界から安価な
木材を、国内で
利用する

約76%
以上を輸入している。
国内の木材利用が少
ないために、林業が
衰退し、森の環境が
壊れている。



日本は世界に誇るべき 木造建築の国です！

法隆寺五重塔



世界最古の木造建築

写真：法隆寺HP

東大寺大仏殿



世界最大級の木造建築

写真：東大寺HP

木造建築は、 サステナブル（持続可能）な建築です！

資源循環型建築

* 伊勢神宮（木造建築）



写真：伊勢神宮公式HP

* 錦帯橋（木造橋）



写真：錦帯橋公式HP

木の文化の知恵

20年に1度の遷宮！
日本が誇る持続可能な永遠性を備えた知恵です。

1. 森を育て！

次世代の森を育てる

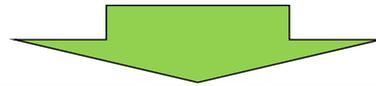
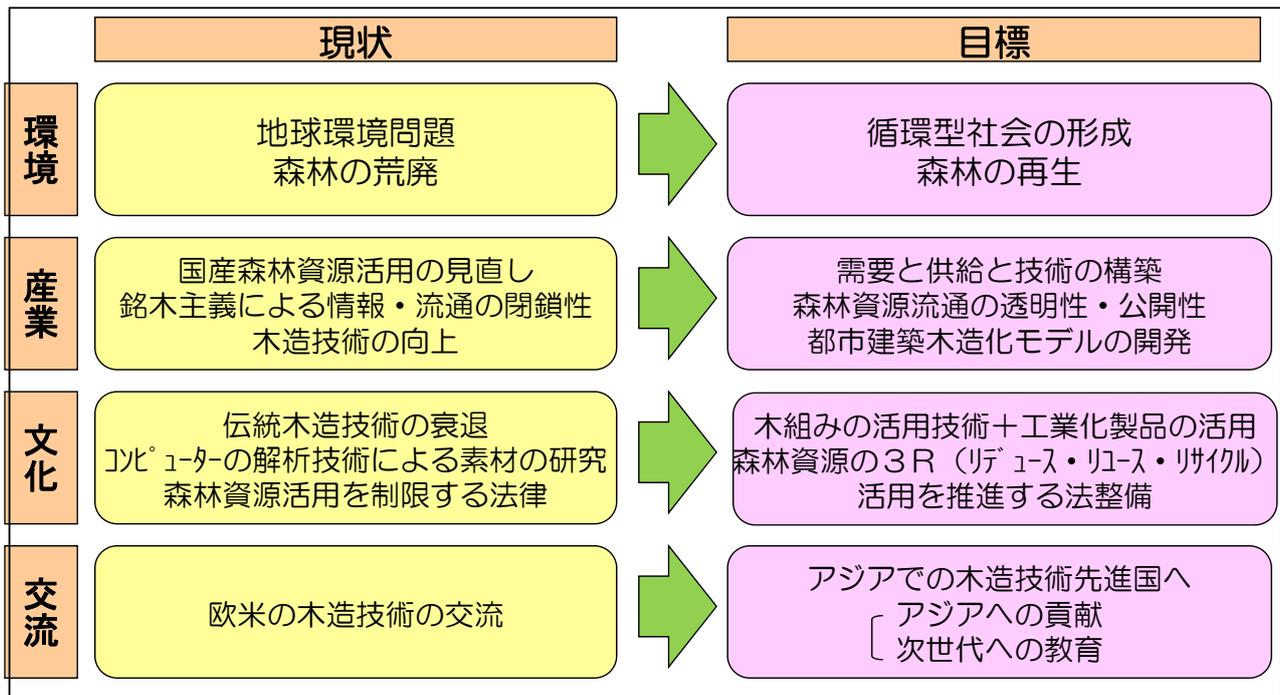
2. 技を伝え！

20年サイクルで大工の技術
を次世代へ伝える

3. 木の文化を引き継ぐ！

木の文化は、同じものを作り替
えられる技術によって、永遠に
文化を伝える。

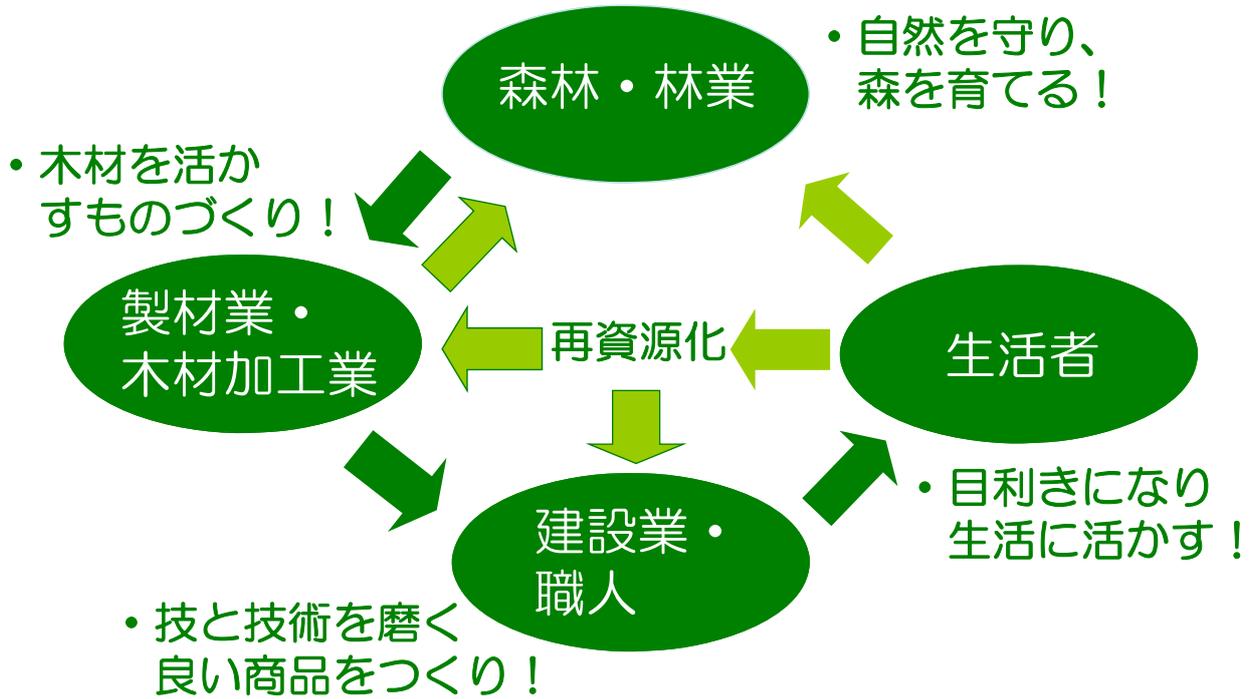
自然社会資本活用（森林資源）の現状と目標



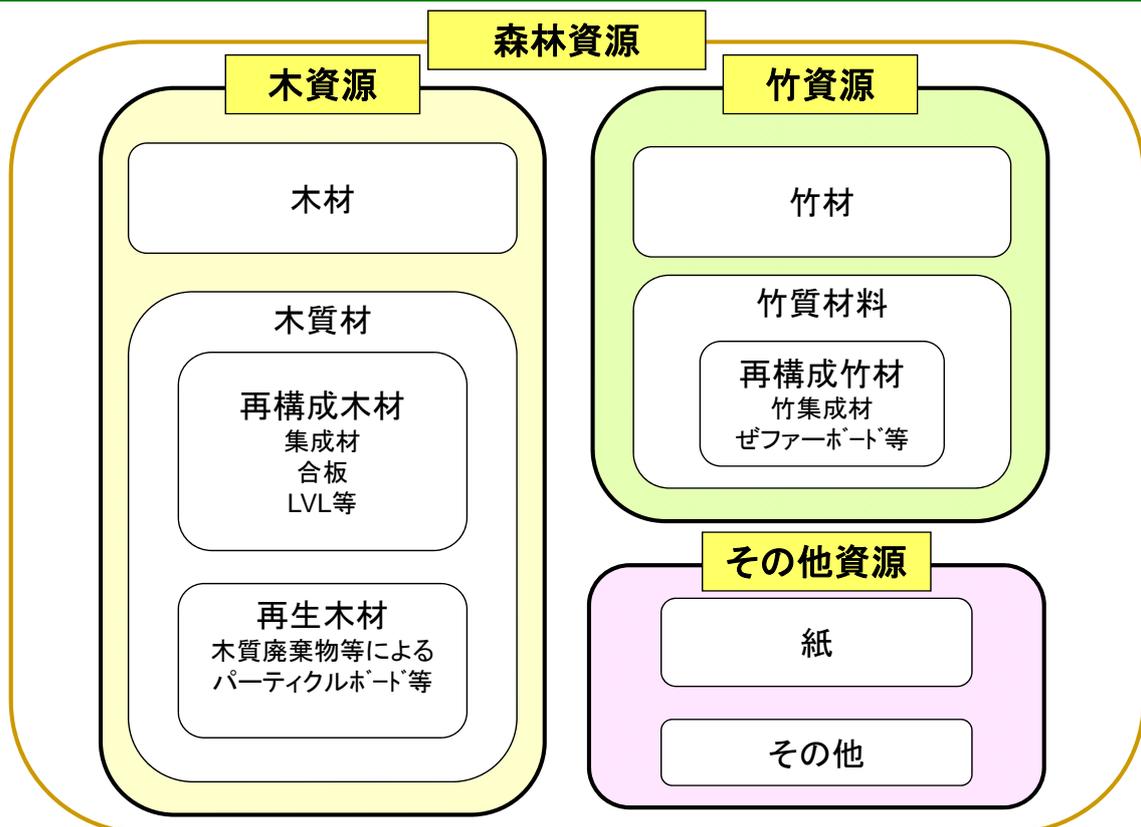
自然社会資本の活用が重要になる

川上から川下への展開

循環型社会の形成 木なりわい（生業）の循環



自然社会資本（森林資源）の種類



日本の木材供給量の現状

製材・集成材の流通状況と課題

1. 全国製材出荷量の建築用材出荷量の拡大
2. JAS認定工場の増設
3. JAS材・乾燥材の供給量の増加
4. 都道府県別格差の解消
5. JAS構造用製材および構造用集成材における
国産材の比率の上昇

愛媛県松山市
3D加工機
(株)サカワ工場
資料©株) サカワHP



木材流通と木造建築

大きな循環<グローバル

- 日本の森林資源情報の
透明性と公開性
- 木材の規格化・製品化
- 工業化工法の推進



都市建築
木造化モデル
の開発

資料：山辺構造事務所

小さな循環<ローカル

- 地域材の情報化と地域内
の活用
- 地域内の小規模木材産業
の技術力向上と連携
- 地域固有の
建築スタイルの創造



地域固有の
木造化モデル
の開発

木材資源の価値創造

■ 森の処方箋：事例（1）森の発電所

< 森の発電所（木質バイオマス発電＋熱利用による木材乾燥） >

- 林野庁の補助による最初のバイオマス発電施設。事業開始後、毎年赤字。
平成15年に稼働開始。毎年赤字で、昨年が赤字100万で一番収支がよい状況。
- 維持管理費が高い
数年毎の定期点検等の維持管理費が数千万単位なため、なかなか黒字にならない。
- 燃料調達が難しい＝木質バイオマスの共通の課題
完成してから2～3年は、周辺の製材工場や建設廃材などを利用して燃料の調達はできていたが、その後は、製紙チップの価格、古紙再生などの技術によって、木材廃棄物利用が増加、そのことによって燃料としての木材資源調達が厳しい状況になった。

写真：加子母森林組合HP



■森の処方箋：事例（2）いび森林資源活用センター

<いび森林資源活用センター（チップ及びペレット製造）>

- 森林の健全化を目的にバイオスタウン構想として政策的な事業展開を行っている。
林建協働による材料調達体制を行っているが、チップやペレットの販売は二次的。
- 家庭用ペレットストーブ普及のためにペレットストーブ設置に対し、20万を上限とし町が1/2を補助する制度を作った。
- 燃料の安定的な調達先の確保が課題**
バイオスタウン構想に基づき、ペレットボイラーを設置した施設には供給責任があるため、原木の安定的な調達が必要となる。昨年は試験的に、町が予算を付けて「木の駅プロジェクト」を実施したが、原木の安定的な調達が課題となっている。



■森の処方箋：事例（3）加子母森林組合①

<加子母木匠塾>

- 加子母地区は、「more trees」に指定された森を持ち、自然更新の針葉樹林のある村で、伊勢神宮等の寺社へも素材提供をしている木材産地である。
- 人口3,000人の村で1ターン300人で、様々な取組を行っており、特に次世代の木の使い手を育成するために、平成7年より加子母地域で行われている「加子母木匠塾」は、都市部の大学生を対象とした木造建築実習として、加子母地域の建築業者の方々の指導や林業・木材団体等の協力を得ながら活動を続けている。
- 木造建築の実践を通じて、加子母の歴史や文化にふれながら、地域の方たちとの交流も深めている。平成23年度は、認定NPO法人ふるさと回帰支援センターの支援を受け、5大学123名が参加し古民家の改修や明治座のベンチの製作などに取り組んだ。

写真：加子母森林組合HP



千葉大学
かしもひのきの家住宅展示場
東屋



東洋大学
加子母総合事務所
総合事務所木質化



滋賀県立大学
加子母総合事務所
公民館木質化

■森の処方箋：事例（3）加子母森林組合②

＜カスケード利用の見える化①＞



チップボイラーを使った花卉栽



農産物直売場

写真：加子母森林組合HP



DIY用の木材市場



農産物直売場に隣接する工芸品市場



農産物直売場に隣接する産直住宅ショールーム

■森の処方箋：事例（4） 変木・珍木マーケット開拓 奈良県野迫川村 徳田銘木



■森の処方箋：事例（5）

地域の地場産木材を積極的に集め直販する
奈良県桜井市



市場流通をやめ直接販売、奈良県および紀伊半島の良質な木材を集め、自然乾燥を基本として独自に販売する。生活者が直接見学することによって材料を先に手に入れ、設計や施工に活かす。

■森の処方箋：事例（6）

森林のくに・遠野（遠野地域木材総合供給基地）

遠野木材工業団地（木工団地）



資料：東野木材工業団地HP

岩手県の東南部に位置し、森林面積は約5万5千ha、カラマツの林分が多く、人工林のうち国有林が47%、民有林が23%を占め、地域の森林・木材加工産業の「総合システム化」の実現をめざしている。

- 1 遠野地方森林組合
- 2 (協)リッチヒル遠野
- 3 遠野木材工業 (協)
- 4 (協)遠野グルーラム
- 5 遠野木材加工事業 (協)
- 6 (協)ノッチ・アート
遠野
- 7 北上山地家具製作 (協)
- 8 森林総合センター
- 9 遠野高等職業訓練校

現代の木造建築の展開

木造建築の暗黒時代

木造建築の不遇時代を象徴する三つのできごと。

- 1 明治維新 > 千数百年に渡る江戸までの日本が培ってきた伝統の木造技術が、欧米の木造技術導入へと変わる。木造建築の一方向的な輸入時代。
- 2 関東大震災 > 首都東京の直下型地震で、都市の木造建築が壊滅的な状況となり、伝統木造の崩壊と欧米の木造建築の耐震性の違いが明らかになる。
- 3 太平洋戦争 > 戦災により発生した火災による木造建築の消失を目の当たりにして、都市から木造建築を排除する動きが強まる。

現代木造建築の展開

1 幕開け 1980年代

- *戦後の不遇時代から脱却・・・>木造は住宅が中心・建築基準の改正
- *日米貿易摩擦による木材輸入圧力・・・>木造建築への目覚め
- *新木造技術の導入・・・>欧米の技術導入「スーパーハウス」「小国ドーム」「空海ドーム」

2 発展 1990年代

- *国内林業の衰退・・・>森林の持続可能な仕組みの構築と木材活用
- *国産材の活用・・・>地方博覧会の実験的な試み・木材産地間の交流
木造建築・住宅の新工法

3 展開 2000年代

- *地球環境問題・・・>森林資源の育成と活用、二酸化酸素の削減、
高温高圧から常温常圧の産業へ
- *木質ハイブリッド構造・・・>木材を中心に多様な素材を自由に組み合わせる技術の開発

4 拡大 2010年以降

- *公共建築等における木材活用の促進・・・>森林・産業の育成・
自給率の向上

木造建築の推進のための法整備

木造建築の推進の法制化

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律

(法律第三六号) (農林水産省)

平成22年5月26日公布 官報 第5219号

●政令第2百2号

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律

施行期日 平成22年10月1日

●政令第2百3号

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律施行令

対象となる主要な建築用途

- 1 学校
- 2 老人ホーム 保育所 福祉ホーム 社会福祉施設等
- 3 病院 診療所
- 4 体育館 水泳場 運動施設等
- 5 図書館 青年の家 社会教育施設等
- 6 車両停車場船舶・航空機の発着場等
- 7 高速道路関係の休憩所

公共建築物等における木材利用の促進

農林水産大臣・国土交通大臣による基本方針
低層の公共建築物については原則として全ての木造化を図る



木材利用促進のための支援措置の整備

法律による措置

- 公共建築物に適した木材を供給するための施設整備等の計画を農林大臣が認定
- 認定を受けた計画に従って行う取組みに対して林業・木材産業改善金の特例等を措置

木造技術基準の整備

- 本法律の制定を受けて官公庁営繕基準について木造建築物に係る技術基準を整備
- 整備後の地方公共団体への積極的な周知・促進

予算による支援

- 品質・性能の確かな木材製品を供給するための木材加工施設等の整備への支援
- 展示効果やシンボル性の高い木造公共建築物の整備等の支援

木材利用の拡大を具体的・効果的に促進

直接的効果>公共建築物における木材利用の拡大
波及効果>一般建築物における木材利用の促進

公共建築物以外における木材利用も促進

住宅・公共施設に係る工作物における木材利用
木質バイオマスの製品・エネルギー利用



林業・木材産業の活性化
森林の適正な整備・保全の促進
木材自給率の向上

公共建築物の試算

公共建築の総量

床面積ベース1500万 m^2 /年間

低層

600万 m^2

中・高層

900万 m^2

既存木造化量

100万 m^2

今後木造化量

500万 m^2

木材料150万 m^3

今後

中層を木造化推進

官庁営繕における木造建築関連の 技術基準等の整備状況

1. 公共建築木造工事仕様書
(平成25年2月 全面改訂)
2. 官庁施設における木造耐火建築物の整備方針
(平成25年3月 策定)
3. 公共建築における木材利用の導入ガイドライン
(平成25年6月 公表)
4. 木材を利用した官庁施設の整備コスト抑制手法の検討
(平成25～平成26年度)

官庁施設における木造耐火建築物の整備方針 平成25年3月 国土交通省大臣官房官庁営繕部

ケースA：立面混構造3階
(S造+木造) メンブレン型



ケースB：平面混構造4階
(RC造+木造) 燃え止り型



ケースC：純木構造3階
(木造) メンブレン型



写真：国土交通省

<http://www.mlit.go.jp/common/000993924.pdf>

<http://www.mlit.go.jp/common/000994542.pdf>

公共建築の木材利用実績 平成23・24年度報告

- 平成25年11月7日
公共建築物における木材の利用の促進に向けた措置の実施状況
平成23・24年度について公表。

*木造低層建築物

(3階建て以下)の実績

	23年度	24年度
公共建築物の全体	584棟	515棟
延べ床面積	890,189㎡	544,041㎡
*木造建築 建設棟数	31棟 (5,3%)	42棟 (8,1%)
延べ床面積	6,554㎡ (0,9%)	7,744㎡ (1,4%)
*木質化 建設棟数	257棟 (44%)	258棟 (50%)
木材使用量	9,511㎡ (1,2%)	5,002㎡ (0,9%)

- 地方公共団体の取り組み (24年度3月現在)

*市町村木材利用方針の策定状況

総数	1,742件	405件	1,114件
----	--------	------	--------

- 木材資源活用は、法整備・予算などの効果がまだ低い
- 平成25年度は、増すために積極的な推進力が必要である
- 森林・林業 (農水省・林野庁)・木材・製材業 (通産省)・建設 (国土交通省) 3分野の特段の努力が無ければ、目標値は実現できない

(資料：平成25年度森林白書より)

中・大規模木造建築の工学的評価

木造建築の課題（構造）

2. 構造性能

- 1) 木材は、比強度（単位重量当たりの強度）が高い。すなわち、軽い割には高強度である。このことは、基礎が比較的簡素なもので済むことを意味する。
- 2) 木材は、繊維方向の強度は高いが、繊維直角の方向の強度は低い。
- 3) 木材は、粘り強さがなく、もろい破壊をおこす。そのため、粘り強さは、接合部（釘やボルトの変形、木材のめりこみなど）で確保しなければならない。

- *平成25年12月、「農林水産業・地域の活力プラン」では、CLT等の新たな取り組みによって国産材による「都市の木造化」を推進
- *耐火性の高い耐火集成材や新たな接合システムの開発
- *耐火木造建築や準耐火木造建築の設計基準や設計手法の確立

（林野庁・平成25年版森林・林業白書）

木造建築の課題（防火）

木造建築の普及・拡大には、火災の安全性と地震等の構造性能を確保することが求められる。

1. 火災性能

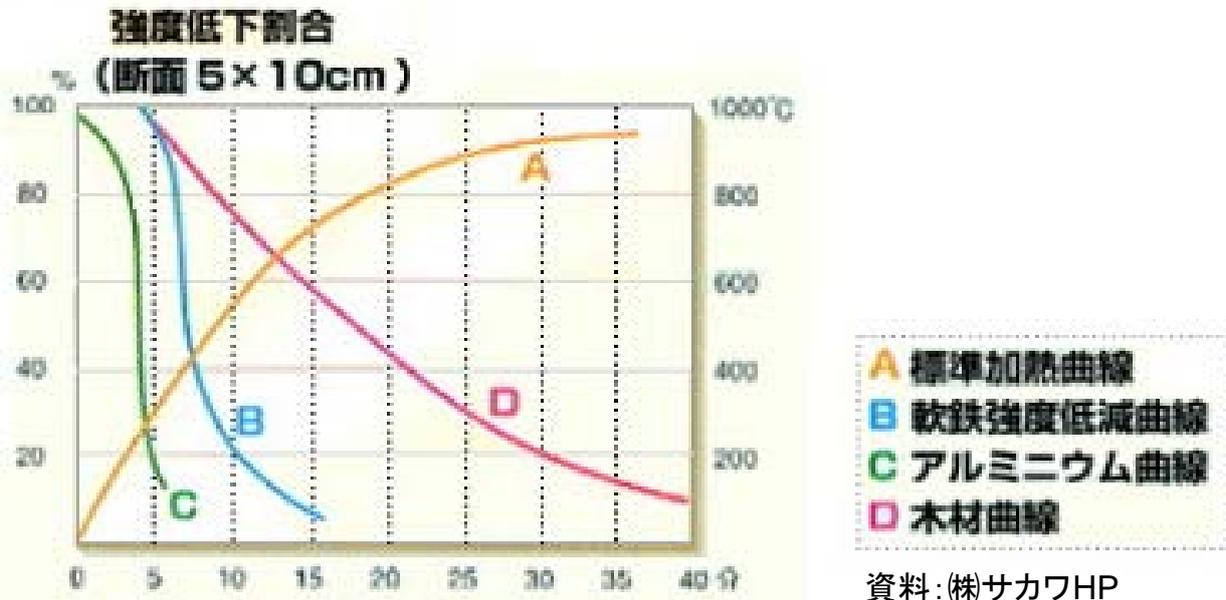
- 1) 出荷防止 > 着火原因の減少対策
- 2) 避難安全 > 避難検証法などによる安全の確保
- 3) 周囲への危険防止 > 離隔距離の確保、部材の耐火性能確保による倒壊防止、延焼しない防火性能確保
- 4) 市街地火災の抑制 > 飛び火やもらい火の削減、対応
- 5) 円滑な消防活動 > 防火区画、防火壁による円滑な消防活動の確保

- *CLTパネルの加熱実験、木造3階建て学校の実大実験等を経て、新たな防火基準の策定

（日本建築学会2012,9参照）

集成材の耐火性能

木材は着火しやすく耐火性が低いと考えられますが、集成材は、1000度になっても、他の鉄やアルミなどの素材と比べ、強度低下が少ない。



大規模木造建築の課題 (耐腐朽・耐蟻性)

- 1) 建物下部の地面を全面的に鉄筋コンクリートで覆い、地面からの湿気やシロアリの進入を防ぐ。べた基礎の採用が望ましいが、布基礎の場合でも防湿・防蟻のための鉄筋コンクリートを敷く。
- 2) 構造耐力上主要な部分の木材は、乾燥したものをを用いる (含水率25%以下が望ましい)。
- 3) 構造耐力上主要な部分の木材は、辺材より心材の方が望ましい。
- 4) 構造耐力上主要な部分の木材の樹種は、使用箇所に応じて、耐腐朽性・耐蟻性の大きいものを採用する。

* 木構造は、構造耐力上主要な部分にシロアリ、腐朽に弱い材料を使っているため、他構造に比べ耐久性が低くなりがちである。そのため、原則として地面から1m以内の木部には防腐・防蟻の措置をしなければならない。
(林野庁・平成25年版森林・林業白書)

木材利用の地球温暖化防止に貢献

住宅1戸あたりの炭素蓄積量と材料製造時の排出量

	木造住宅	鉄骨プレハブ住宅	RC造住宅
炭素蓄積量	6.0炭素トン	1.5炭素トン	1.6炭素トン
材料製造時 炭素排出量	5.1炭素トン	14.7炭素トン	21.8炭素トン

(資料：1998・木材工業 Vo153・No4：161-168)

*木材は、炭素の貯蔵、エネルギー集約的資材の代替、化石燃料の代替の3つの面で、地球温暖化の防止に貢献している。

(平成26年版・森林林業白書)

木の学校づくりの手引書 「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—」 心理・情緒・健康面への効果

- 学校施設における木材利用は、子どもたちのストレスを緩和させ、授業での集中力が増す効果がある。
- 内装が木質化された校舎では、非木質化校に比べ、子どもたちは教室を広々と感じ、校舎内での心地よさや自分の居場所などをより感じて生活していることが伺える。
- 木材を利用した教室では、インフルエンザの蔓延が抑制される傾向が見られる。
- 木質の床は、結露せず転んで怪我をする子どもが少ない。足にかかる負担も少ない。

(平成19年12月 文部科学省：研究者の分析、アンケート結果より)

土木に木材を活かす！

鉄塔・橋・駅・擁壁プロジェクト

奥多摩森林セラピーロード香りの道
「登計トレイル」 千葉大学

写真:ネルシスネット



フランス電力 木製送電塔 最大60mまで



写真:フランス電療



木を街に活かす！

小田原市 折五四商店店舗改装2005



研究室

地場産木材を活かす！

板倉の家
木組みの家

板倉の家 4寸柱3cm板材

筑波大学の安藤邦廣教授



写真: 木の建築フォーラム

木組みの家 地場産の木材を活かす



写真
 上段右 外観昼
 上段左上 外観夜
 上段左下 2階寝室
 下段右 古材の大黒柱と梁
 下段中 南側開口部
 下段右 吹抜と松丸太

(撮影: 奈良岡 忠、事務所員)

写真:
 木の建築フォーラム

検見川の家

古材の大黒柱とせがみ造りの日本の家

所在	千葉県千葉市美浜区
構造規模	木造2階建(新築工事)
敷地面積	220.27㎡ (66.6坪)
建築面積	98.91㎡ (29.9坪)
延床面積	139.21㎡ (42.1坪)
建築率	50%
容積率	100%
地域地区	第一種低層住居専用地域
設計監理	松井郁夫建築設計事務所
施工	持井工務店
木材	岩手、福島、天竜
断熱	フォレストボード
竣工	2006年9月

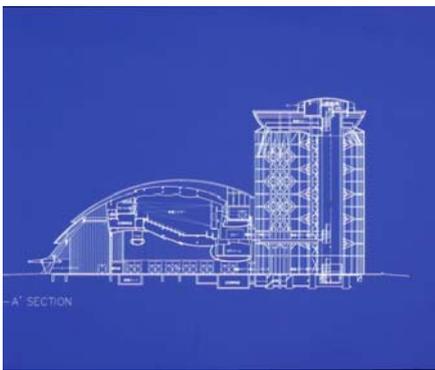
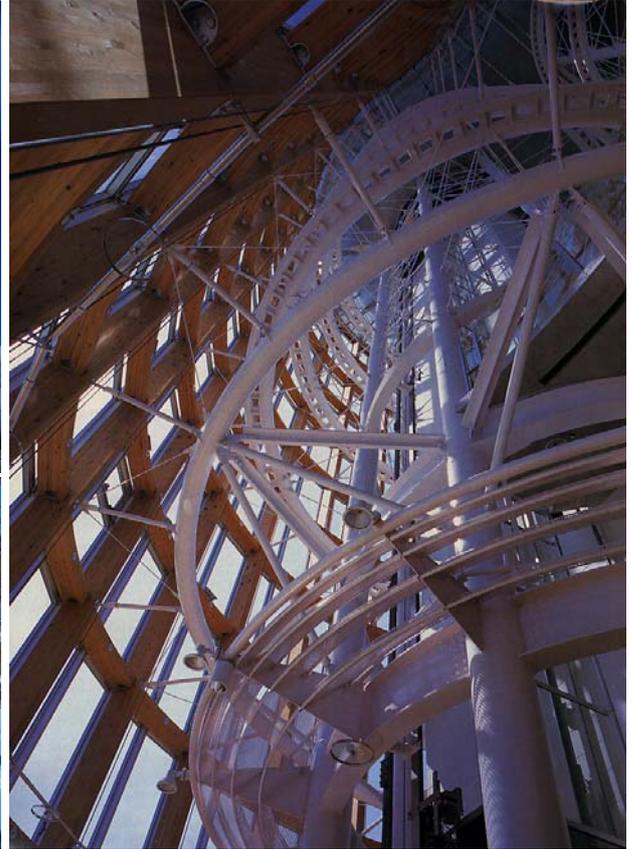


中・大規模木造建築の展開

塔の建築



夢みなとタワー 鳥取県境港市
Tottori "Yume-Minato Tower" 1997



大伽藍の建築



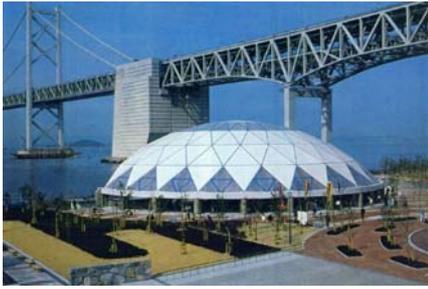
世界最大の木造建築
東大寺大仏殿
世界遺産

イベントプラザ「空海ドーム」

Seto Ohashi Bridge Event plaza "Kukai dome"

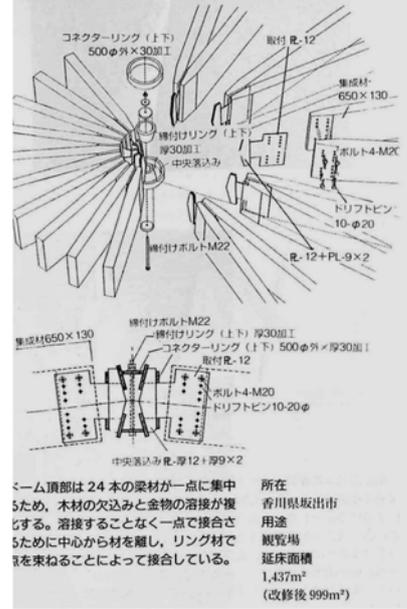
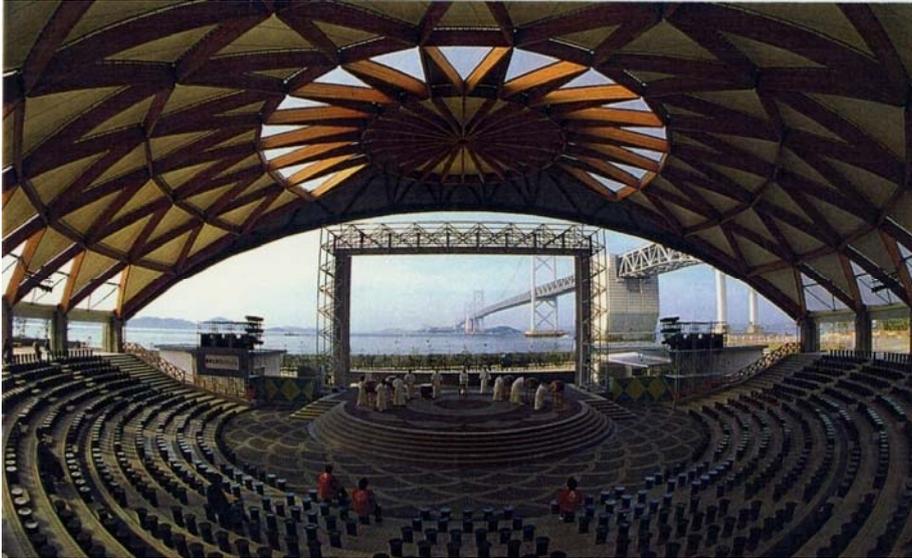
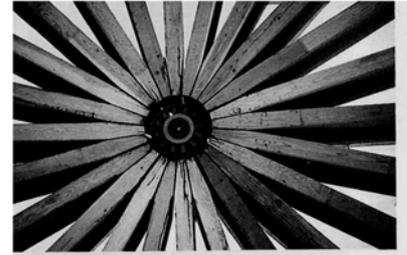
香川県坂出市

1988



シングルレイヤードーム
/Single Layered Dome

米松集成材
/ Glulam (Douglas fir)



小国町立 小国中学校体育館

熊本県小国町
Oguni chou
junior high school gym 1993



オホーツク・ウッドピア

北海道北見市留辺蘂町

Okhotuk woodpia 2001

米松集成材

現場接着

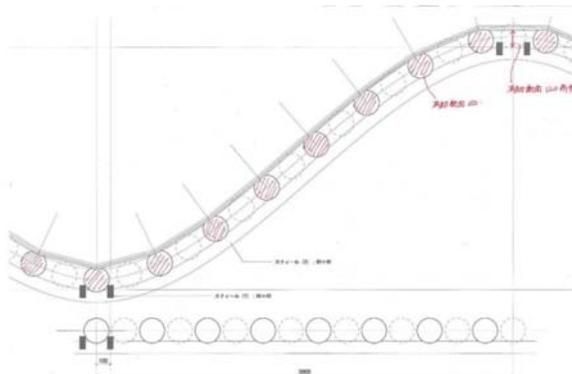
波型合板ボックス梁



丸太組み の建築



国見町道の駅2016 里まちステーション



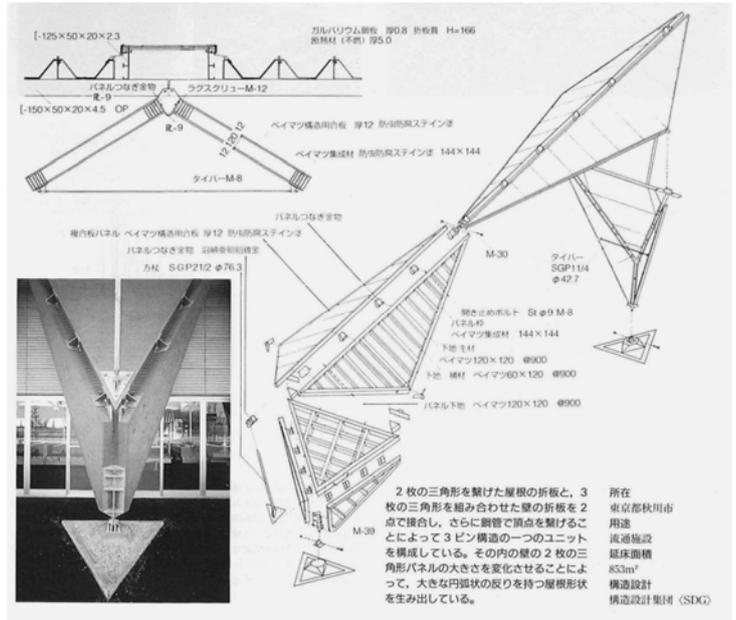
木造ハイブリッド構造 延べ床面積 約2950㎡ 2階建て

折版の建築



秋川ファーマーズセンター 東京都あきる野市 1993

複合折板構造



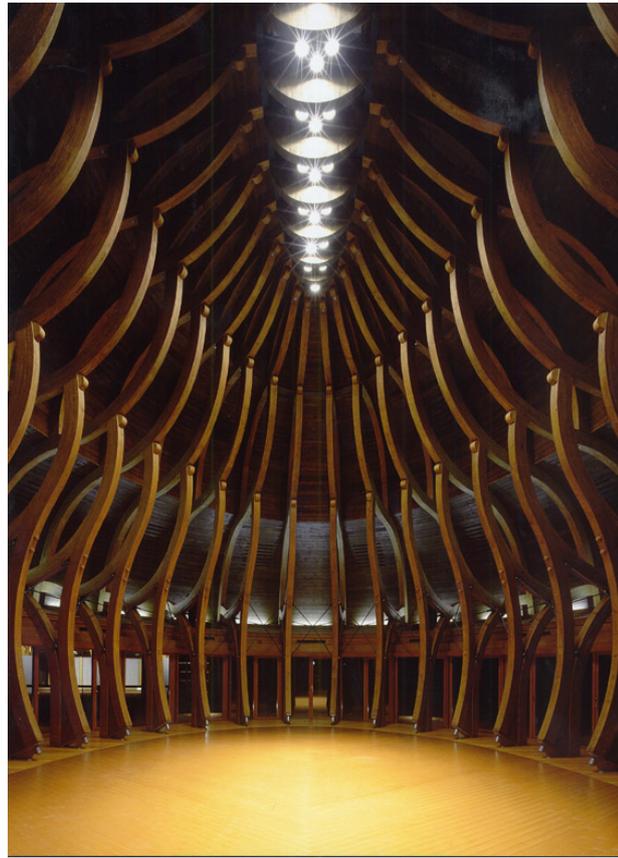
道の駅「みま」コスモス館 愛媛県宇和島市三間町

Roadside Station (Michino-Eki) "Mima" 2004



集成材フレーム+米松LVL折板トラス構造/Glulam Frame, LVL* Truss Structure
米松集成材/Douglas fir
LVL折板/LVL Panel 45mm (Douglas fir)
*LVL: 単板積層材/Laminated Veneer Lumber

音の建築



奥津温泉「花美人の里」

岡山県苫田郡鏡野町奥津川西 1999



花回廊



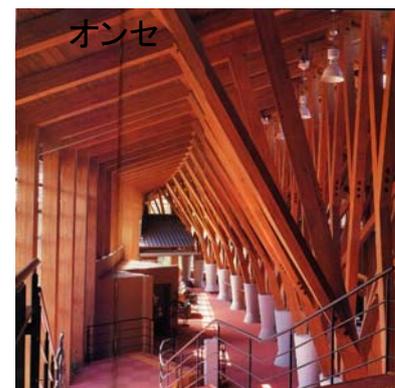
大浴場・温泉



花工房



多目的ホール



オンセ

ロビー

景の建築

ランドスケープ



湾曲集成材+RC造ハイブリッド構造
杉角材ブロック壁・米松集成材

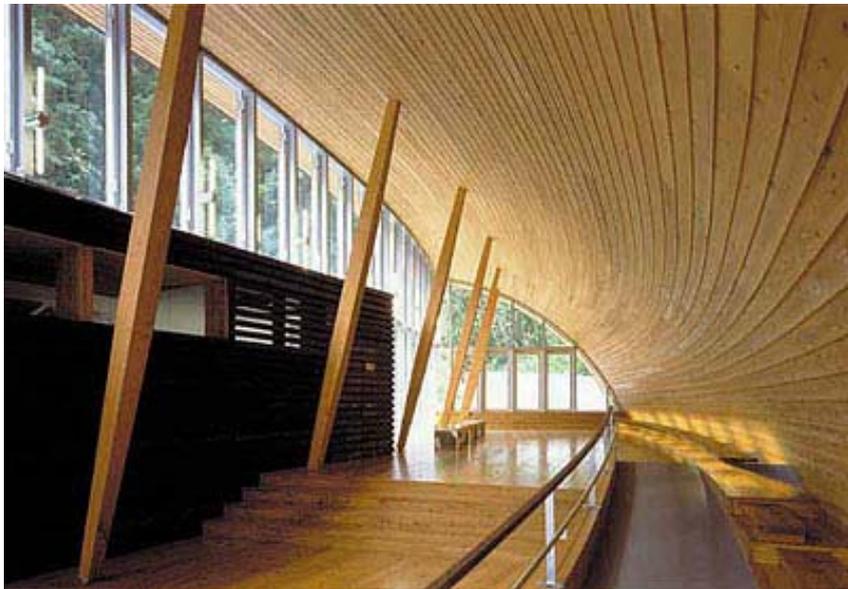


高尾 森林ふれあい館

東京都八王子市 2002



ボルト屋根構造
門型ラーメン構造
唐松集成材



塩原ものの語り館

栃木県那須塩原市塩原温泉2004



大断面集成材
ブリッジ構造
湾曲集成材+
RC造ハイブリッド構造

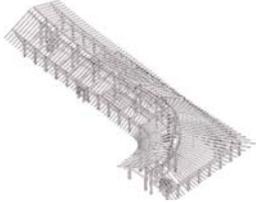
米松集成材

写真：新建築+計画・環境建築



藤岡町道の駅「みかも」

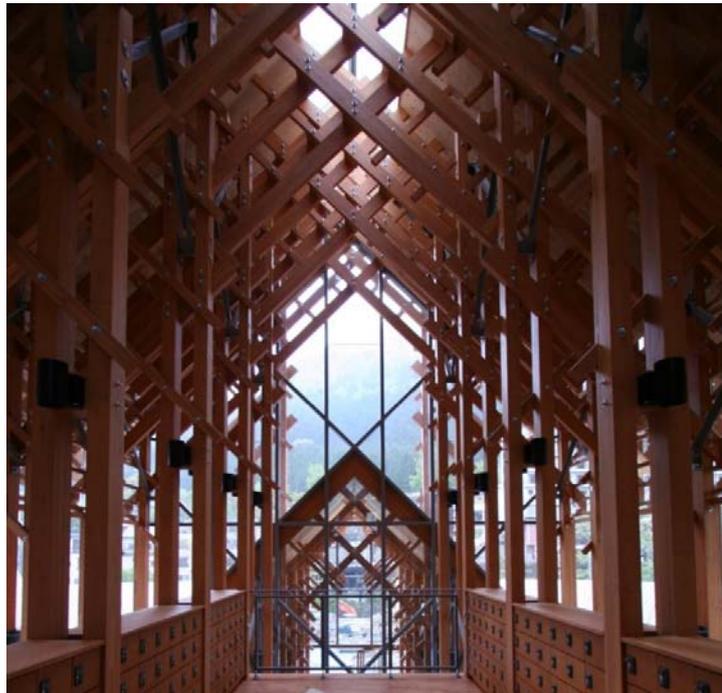
栃木県藤岡町 2006



3次元湾曲集成材
+門型ラーメン構造
米松+栃木杉の集成材



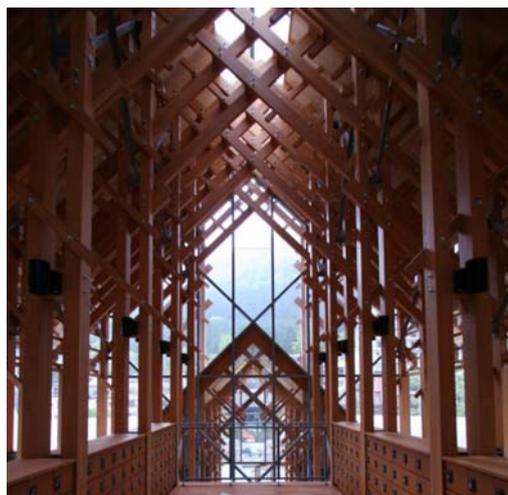
小径木の建築



塩原温泉湯っ歩の里

栃木県那須塩原市 2006

米松集成材垂直多重レイヤー構造



農産物直売場 JA印西 とれたて産直館



流星庵 Ryusei-an 2009

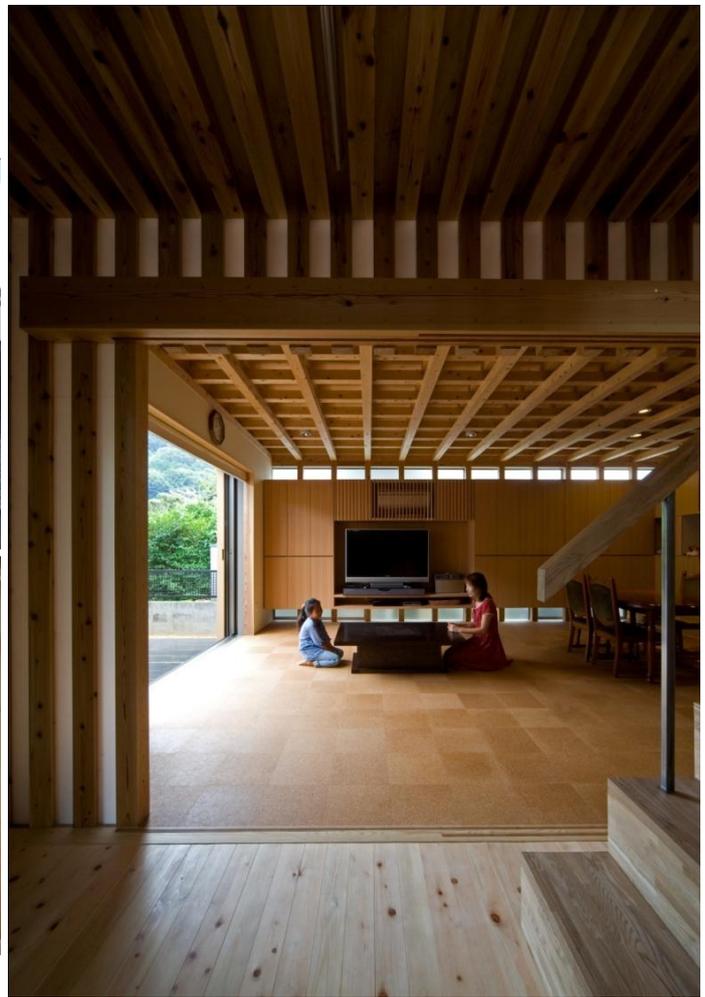
神奈川県湯河原理想郷



重ね透かし格子を
杉・檜材の90mm
角で構成する構造



写真：日経アーキテクチャ



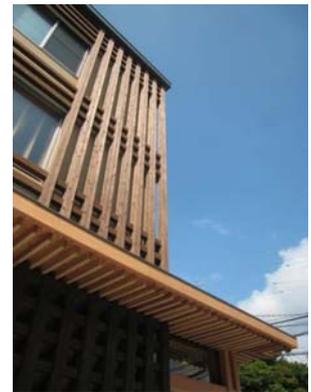
小田原ひもの 山安・鎌倉店 2011



写真：
計画環境建築



大断面集成材
3階建て
格子グリッドのファ
サード



湘南ベルマーレ 茅ヶ崎フットサル クラブハウス 2012



木造2階建て
金物工法
集成材（欧州アカマツ）＋
製材（ヒノキ・スギ）

写真：亀井工業＋計画環境建築

五條市体育館

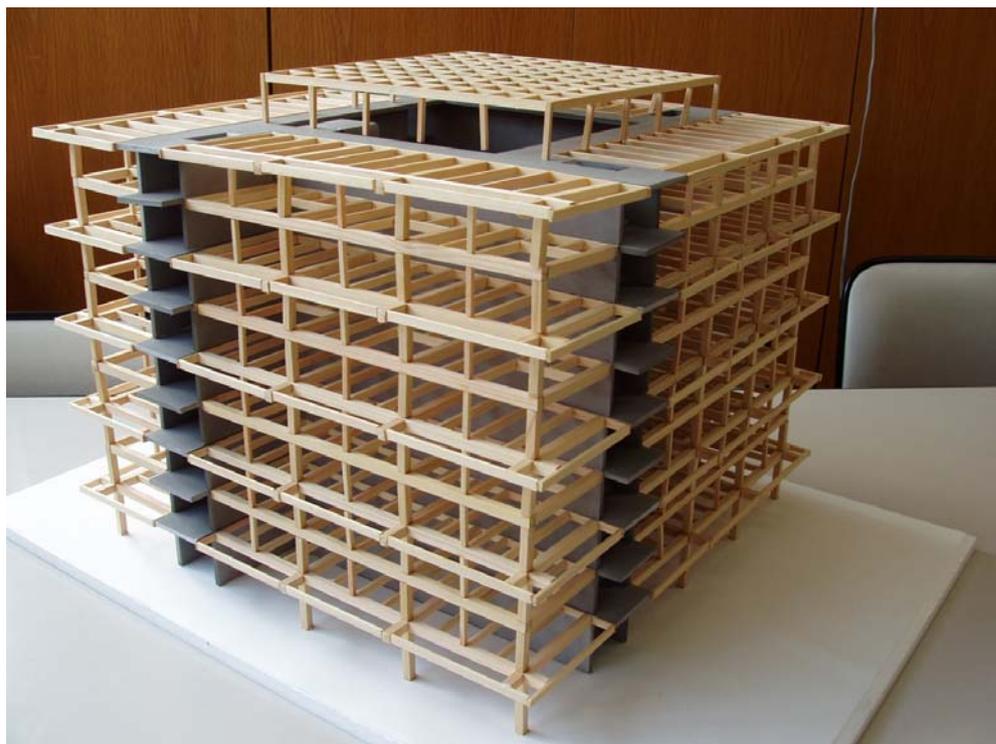
奈良県五條市 2015
住宅部材を組んで大スパントラス
（約50m）をつくる！



構造：WPGS
主要構造部材 スギ・ヒノキ
120×360・150×360



多層の建築



資料：山辺構造事務所

中層集合住宅 シアトル 2*4構造



事務所ビル
8階の木造ハイブリッド建築
オーストリア ブレゲンツ

写真: CREE・HP



スイス 2011
ローザンヌ

脳・脊髄損傷リハビリセンター

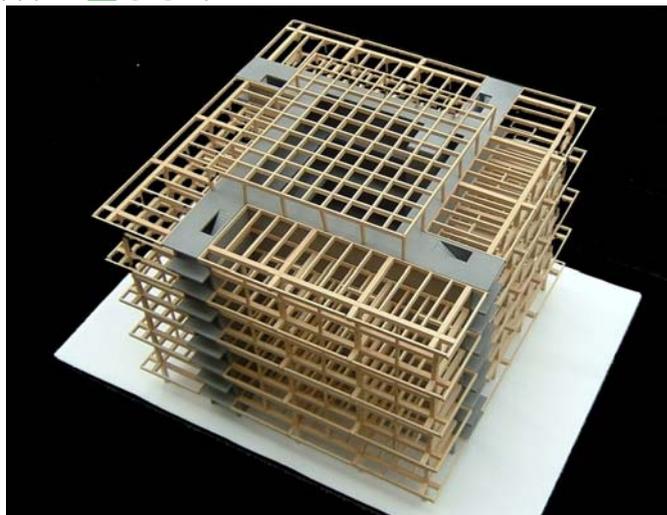


木造+
RC造
ハイブ
リッド構
造

クロスラ
ミナ
パネル

複合（多目的）多層木質骨組構造建築

Multi Composite Wood System 2004



多層階木造建築モデル



用途：住宅・事務所等
構造：ハイブリッド構造
木質骨組み構造
ハイブリッド部材
耐火構造

資料：山辺構造事務所

下馬の集合住宅

Team Timberize

都市木造の実践 店舗併用5階建て集合住宅

木造耐火建築 大臣認定取得部材開発



資料：Team Timberize HP

装の建築



建築の木質化

民間企業のOオフィス



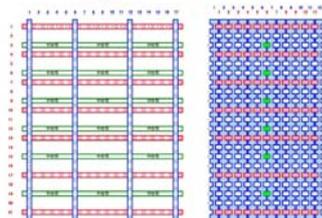
組手什 2011

名取市子ども・みんなの図書室

書架 A 台数: /12

本数: 縦= 白色 48本
横= 赤色 83本

※ 中仕切有
※ 縦板 No.1,17 は外向きに良材を使うこと



下駄箱プロジェクト2013

小田原林青会・相州こゆる木・よせぎの会



卒業生がプレゼントした
800人分の下駄箱、
スギ・ヒノキの間伐材を
活用した。



木づかいによる社会貢献活動



1997年阪神淡路大震災



2003年中越地震



2010年東北大震災

東日本大震災2010 仮設建築

東海大学チャレンジセンター
3.11生活復興支援プロジェクトのどんぐりハウスチームは、
応急仮設建築の「どんぐりハウス」を国産材の木造による支援
活動を行っています。

どんぐりハウス2011
石巻市



どんぐりハウス2011
大船渡市



東日本大震災2010 復興建築

東海大学チャレンジセンター
3.11生活復興支援プロジェクトの
どんぐりハウスチームは、
復興建築を木造による支援活動
を行っています。2015年は、
名取市の子供施設を計画中です。

泊公民館 2014
大船渡市



名取市子供施設2015
名取市



名取市図書館 どんぐり
子ども図書室 2012



名取市図書館 どんぐり・
アンみんなの図書室2013



南三陸ポータルセンター
アムウェイハウス2013



よせぎの家 プロジェクト 2014

小田原市

いこいの森

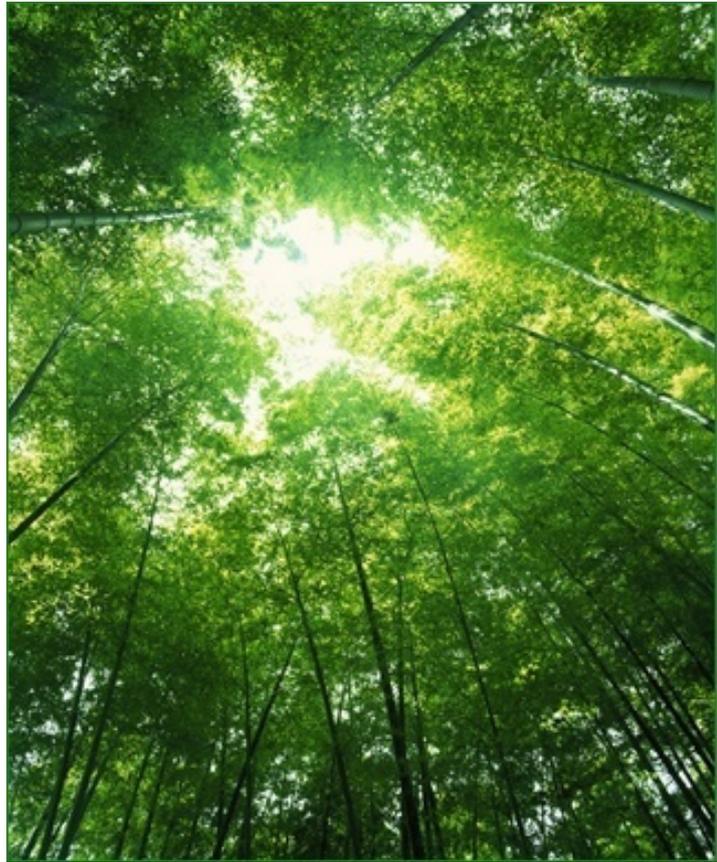
相州こゆる木

・よせぎの会

県西部の川上から川下まで
木材関係する産官学民
が連携する組織を立ち上げ、
地域材を地域で活用
する活動を継続させている。



竹の建築



愛・地球博

「地球市民村」

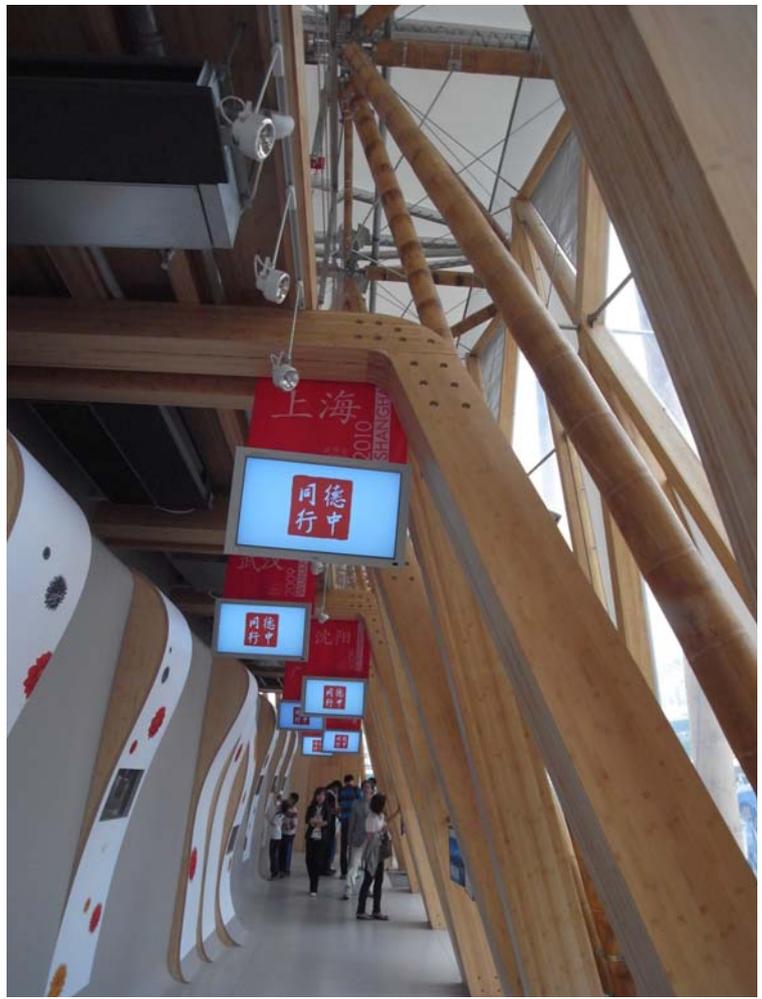
愛知県長久手町 2005

竹材ドーム+米松集成材ラーメン+
吊りテント構造



上海万博 2010

竹のパビリオン



中・大規模木造建築の未来

今後の課題

素材	・ 木材の性能把握と素材からの発想
部材	・ 製材・集成材・エンジニアウッド
システム	・ 木質構造と木造架構
施工	・ 施工法の開発と伝統木造技術の発展
接合	・ 素材特性の把握と接合方法の開発
空間	・ 多層階建築 中規模建築
デザイン	・ ハイブリッド
時間	・ 経年変化の魅力
コスト	・ 素材と施工のコスト調整



終了