

稲山 正弘 氏

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物材料科学専攻 木質材料科学研究室 教授



(写真：石原 秀樹)

“身近な住宅用の木材でも 中大規模木造はつくれる”

2010年10月に公共建築物等木材利用促進法（公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律）が施行されて7年がたちました。以来、木造を巡る動きは活発化していますが、期待される中大規模木造の普及は、まだ十分ではありません。その要因として指摘されるのが、「コスト」、「防耐火」、「構造計算」、「納まり」の4つです。

実は、これらの課題を乗り越えることは現状でも可能です。地域の工務店などが中大規模木造をつくることができます。4つの課題をクリアする方法を順に見ていきましょう。

まず、コストです。中大規模木造は、鉄筋コンクリート（RC）造や鉄骨（S）造よりもコスト高だと言われます。しかし、戸建て住宅の場合、最も安い構造は木造です。一般流通材をプレカットして使う在来木造のシステムが確立しているからです。中高層は困難ですが、3階以下の低層建物ならば、住宅用の一般流通材を使って中大規模木造を安価につくることができます。

2つめの課題は、木造にとっては厳しい防耐火の規定です。しかし、低層の建物ならば、床面積1000㎡以下ごとに

分棟化、または防火区画を設ければ、準耐火構造や耐火構造にする必要はありません。実際、大規模建築よりも1000㎡以下の建物のほうが、市場の規模も大きいので、その辺りをターゲットに木造化していくとよいでしょう。

3つめは、構造計算です。中大規模木造の構造計算のできる設計事務所は限られます。しかし、耐力壁を用いる壁量計算ベースの在来木造で設計すれば、日本住宅・木材技術センターが発行している「木造軸組工法住宅の許容応力度計算」（通称、グレー本）という手引き書に基づく一般的な構造計算ソフトで設計でき、構造計算書をつくる手間を省けます。

納まりの標準図面を無料で公開 地域材に縛らない柔軟な発想も

そして4つめの課題が、納まりです。中大規模木造は納まりが標準化されていないため、非常に手間がかかったケースが少なくありません。これについては、私が代表理事を務める中大規模木造プレカット技術協会のウェブサイトで、標準図が公開されています。誰でも無料でダウンロードでき、その図面を確認

申請に使うこともできます。

中大規模木造の建物には、スパンの大きな空間があります。例えば、保育園の遊戯室のスパンは12m程度です。

住宅用の一般流通材は、長さが限られます。でも、そうした大空間をつくることは可能です。2015年に改正された日本工業規格「JIS A 3301」（木造校舎の構造設計標準）のなかで、一般流通材のプレカット材を用いる標準トラスの納まりが示されています。同じJISには、壁倍率15倍相当の耐力壁をつくる標準仕様も記載されています。

ここまでで紹介した工法や仕様を組み合わせて使えば、地域の工務店などが、住宅と同じようにつくることできる。そのことを知ってもらい、ぜひ取り組んでほしいと思います。

最近、地域材の利用を期待する声が強くなっています。しかし、多くの木材の供給が必要な中大規模木造で、構造材を地域材に限定すると、部材のコスト高を招く恐れがあります。むしろ、構造材は「国産材」というくらい広い範囲でとらえ、仕上げ材を地域材にするなど、柔軟な考え方があっていいのではないのでしょうか。

腰原 幹雄 氏

東京大学生産技術研究所
木質構造デザイン工学 教授



(写真：石原 秀樹)

“「地産都消」に不可欠な都市木造は市場規模の大きい中層をターゲットに”

中大規模木造の課題として、いろいろな点で「バランスが取れていない」ことが非常に気になります。

その1つが、木材の需給バランスです。森林資源が豊かな地域は、建築需要が少ない。地産地消と言って各地で木材活用に取り組んできましたが、すでにかなり木造の建物を建ててしまい、限界に近づいています。今後、需要を伸ばすには、本格的な「地産都消」が必要です。

では、地産都消でどんな木造を目指すのか。都市部で建築の市場規模が大きいのは、高さが30mまでの建物です。階数で言えば、3階から7階くらいまでです。このボリュームゾーンを狙えば、都市木造の普及につながると思います。ただし、耐火性能が必要な建物になると、4層までは1時間耐火、5層から14層までは2時間耐火が求められます。つまり、市場規模が大きい建物の木造化は、2時間耐火が求められるケースがかなり出てきます。

こうした耐火性能の分類に、私は中途半端な印象を持っています。例えば、5階から8階ならば、スプリンクラー設備を設けて1時間耐火で建てられるように

するなど、もう少し耐火要件が緩和されてもいいのではないかと思います。

ところで、地産都消と言っても、大消費地となるような都市圏は、それほどありません。遠くの都市まで運べば、輸送費がかかり、建設コストに影響します。

そこで、私が思うのが、全国のプロック分けによる地産都消です。原木の調達から加工、乾燥、製品化までを一貫してこなし、主要都市に供給する体制を、各ブロック内で整えるという考え方を。現状は、特定の木質建材をつくる工場が、近隣の自治体に複数集まっている一方で、全く工場がない地方があります。エリア的な供給バランスが取れていません。

木材の標準化・規格化でS造のようなモデル化を

中大規模木造は、誰がつくるのか。一般流通材を使う低層木造は、地域の工務店などでつくれます。一方、中高層で大型の都市木造は、組織設計事務所や建設会社（ゼネコン）の領域ですが、十分な担い手がないのが現状です。鉄筋コンクリート（RC）造や鉄骨（S）造を得意とし、都市型の建築技術

を持つ彼らに、広く木造をつくってもらうにはどうしたらいいのか。

カギの1つは、部材の「標準化」「規格化」です。標準品が分かっているれば、そこから設計に入り、構造や意匠などの必要に応じて部材を変えて設計を詰めていけるようになります。材料が規格化されれば、構造をモデル化でき、構造解析ソフトで計算できるようになります。

こうした設計は、ゼネコンなどがRC造やS造でいつもやっていることです。それと同じように標準化・規格化を図り、情報を整備すれば木造をつくりやすくなるでしょう。また、木造で難しいのは接合部のモデル化ですが、それについても、林野庁の補助事業として、私たちが整備している「設計支援情報データベース Ki」で提供しています。

都市木造は、伝統木造や在来工法の木造とは異なる新しい木造です。LVLやCLTなど、新しい木質建材もつくられています。地産都消を目指して都市木造を普及させるには、伝統などにこだわらない姿勢も必要ではないでしょうか。また、コスト最優先ではなく、魅力的な都市木造を社会に示していくことも、木造の普及には欠かせないと思います。

安井 昇 氏

桜設計集団代表、早稲田大学招聘研究員
NPO法人team Timberize副理事長



(写真：渡辺 慎一郎)

“燃えても毎分1mmのゆっくり 木造のコツは「燃え抜けない」設計”

製材や集成材、LVL(単板積層材)、CLT(直交集成板)など、最近は木材の種類も豊富になりました。そうした木材を使う箇所は、「構造体(木造化)」、「内外装(木質化)」、そして「家具類」の大きく3つに分類できます。これらのうち、建築基準法の規定がある構造(木造化)と内外装(木質化)についてお話したいと思います。

まず、知ってほしいのは、火災発生のメカニズムです。火災というのは、「可燃物」と「酸素」と「燃焼(熱)エネルギー」の3つがそろって発生し、その状態が続くと燃え広がります。

木造化・木質化のポイントは、可燃物である木材に火が着いたとしても、燃え続けられないように設計することにあります。建築基準法が求めているのは、火災時でも「燃え抜けないこと」、「建物が倒れないこと」であり、「燃えないこと」ではありません。

では、燃え抜けないためには、どうすればよいのか。参考になる1つの実験を紹介しましょう。30mmと24mmを重ねた総厚さ54mmのスギ板を隙間なく張った壁をつくり、その片面に火を付けて、燃焼の経過を観察した実験です。着火し

た面は勢よく燃え始め、10分後の表面温度は約700℃に達しました。ところが、その裏面は燃えないどころか、1℃も表面温度は上がりませんでした。

木は1分間に1mm程度の速さで、ゆっくりと燃えます。その間に、スギ板の表面が炭化して断熱材のようになります。さらに、木は熱伝導率が低いので、裏側まで熱が伝わってこないのです。

ここに、燃え抜けない木造のヒントがあります。一定の厚みがあり、火が通る穴が開いていなければ、木材は燃え抜けないのです。火災発生の要因の1つである熱エネルギーも伝わってきません。

実は、今も残る京都の町家に同じようなつくりが見られます。隣家と壁一枚でつながり、穴は開いていません。その壁は、熱伝導率の低い土壁です。たとえ1軒で火事が出ても、隣に燃え抜けていかなないようにしているのです。

中大規模木造の普及に向けて 法改正や技術開発が活発化

内外装の木質化に対しては、建築基準法に「内装制限」があります。居室の壁・天井には「難燃材料」が求められるので、床から高さ1.2mまでの壁でし

か木材を使えないと思う人が多いでしょう。しかし、そうした居室でも、天井を石膏ボードなどの「準不燃材料」にすれば、壁全面を板張りにできるようになっています。2000年建設省告示1439号の規定によるものです。

木造化・木質化に関わる法改正は続いています。2015年には建築基準法21条が改正され、延べ面積3000㎡超の大規模建築でも、従来の防火壁よりも高性能の壁などで3000㎡以内ごとに区画すれば木造でつくれるようになりました。法27条の改正では、それまで耐火建築物に限られた3階建ての学校などを、耐火もしくは1時間準耐火構造の木造で建てられるようになりました。

そして、まもなく耐火構造と準耐火構造の告示が追加され、耐火・準耐火の木造を、より設計しやすくなります。さらに、国土交通省により2017年度からの5カ年で、CLTや鉄筋コンクリート造、鉄骨造などの混構造で中高層建築を建てるための技術開発も始まっています。こうした法改正や、各種の木質材料を生かして、中大規模の木造・木質建築が建ち並ぶ楽しい街を、みなさんと一緒につくっていききたいと思います。



08 羽黒高等学校新校舎 準耐火木造3階建て校舎の第一号

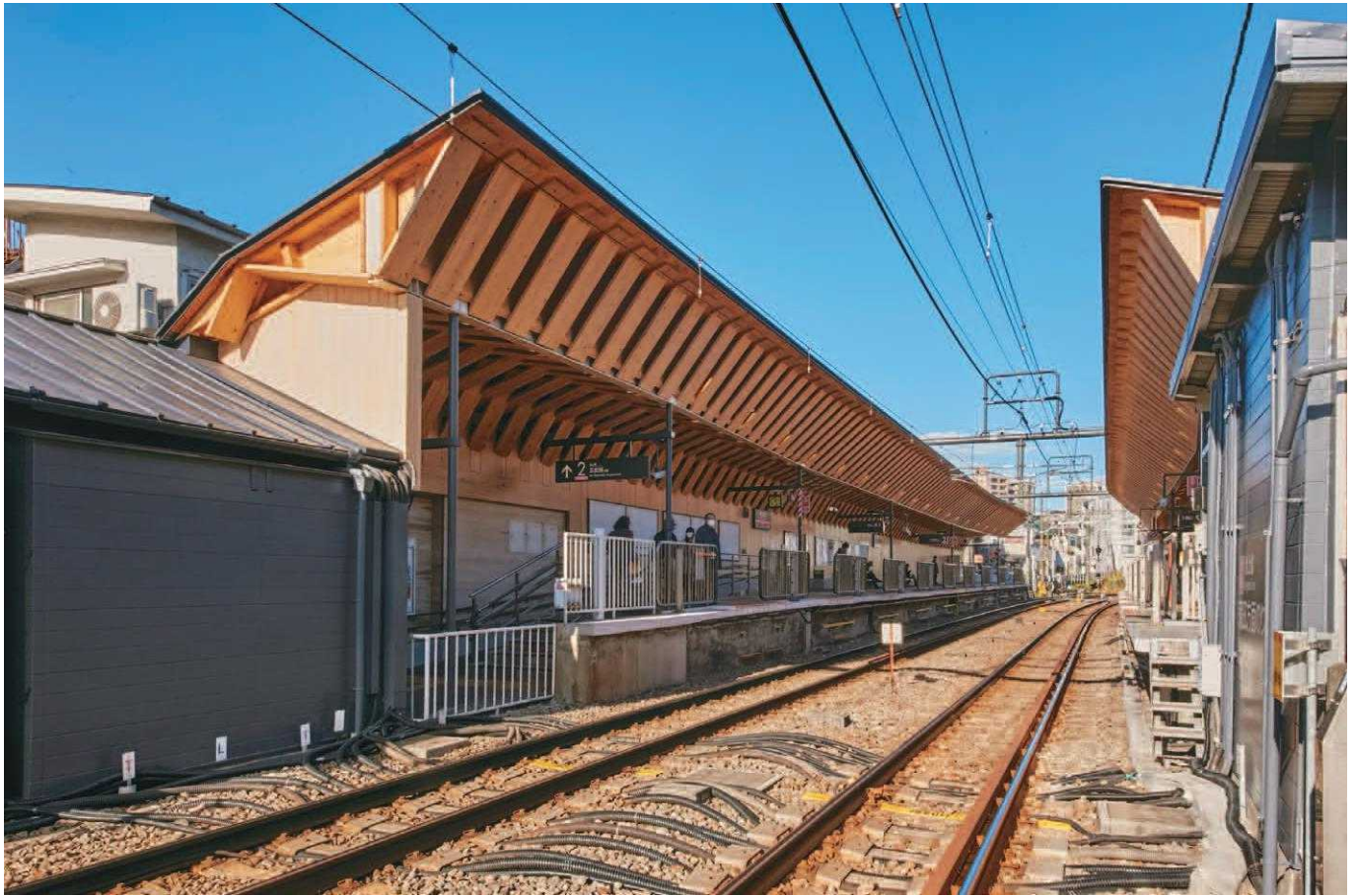


2015年6月の改正建築基準法施行で可能になった準耐火建築物の木造3階建ての第一号プロジェクト。階段室などからなる2カ所の鉄筋コンクリート造で、準耐火構造の木造部を3000㎡以内に区画。燃えしろ設計を取り入れて、大断面集成材による木質ラーメン構造の柱・梁や、一部の床で用いたCLTを現しとしている。木材には、約50年前の学校創立時の実習で植えたスギの学校林を、創設者の思いを受け継いで活用した。

■ 羽黒高等学校新校舎 所在地：山形県鶴岡市 主用途：学校 発注者：学校法人羽黒学園 設計者：日本設計 施工者：鶴岡建設 延べ面積：5479.25㎡ 構造：木造、鉄筋コンクリート造 階数：地上3階 主な構造用木材：集成材（スギ、カラマツ）、CLT（スギ） 耐火性能：準耐火建築物・特定避難時間倒壊等防止建築物 完成：2017年3月

(写真：上も興水 進)

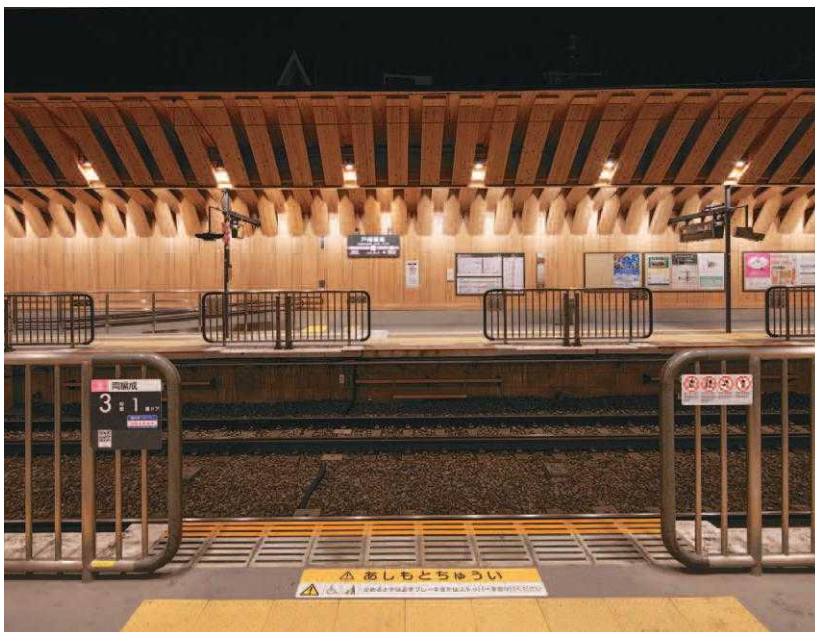




(写真：下も東京急行電鉄)

主な構造用木材 集成材 構造 混[S]

09 東急池上線戸越銀座駅 利用客の多い都心駅を木造にリニューアル



2016年末、東急池上線の戸越銀座駅が木造駅にリニューアルされた。長さ約60mのプラットホームに架かる屋根は、パネル状のスギ・ヒノキ集成材を噛み合わせてアーチ状に持ち出した構造。伝統的な木組みの技法を応用した木構造を、そのまま駅のデザインとした。ホーム屋根や駅舎に用いた木材は、約120㎡の東京・多摩産材のスギとヒノキ。利用者の多い都心の鉄道駅で、地域の木材活用や、温室効果ガスの排出削減に寄与した。

■ 東急池上線戸越銀座駅 所在地：東京都品川区 主用途：鉄道駅 発注者：東京急行電鉄 設計者：東京急行電鉄 + アトリエユニゾン 施工者：東急建設 構造：木造・一部鉄骨造 階数：地上1階(ホーム屋根) 主な構造用木材：集成材(スギ、ヒノキ) 完成：2016年12月

耐火性能

準耐

主な
構造用
木材

集成材

構造

混
[RC]

10 オガールプラザ ローコスト大規模・大空間木造の先駆け

(写真：左も吉田 誠)

公民連携でJR駅前のまちづくりに取り組んだ「オガールプロジェクト」の先行プロジェクトとして建てられた複合施設。2階建て、延べ面積6000㎡弱の木造をローコストで建設した。鉄筋コンクリート造による2棟のコアを挟み、木造部分を3区画に分けた準耐火構造。岩手県産カラマツの中断面集成材により、スパン28mの大空間を実現した。2階床や各室の壁などは在来工法で設けている。



■ **オガールプラザ** 所在地：岩手県紫波町 主用途：図書館、情報交流館、産地直売所、子育て支援センター、診療所など 発注者：オガール紫波 設計者：近代建築研究所・中居敬一都市建築設計JV 施工者：佐々木建設・橋建設JV 延べ面積：5826.02㎡ 構造：木造、鉄筋コンクリート造 主な構造用木材：集成材（カラマツ）、集成材（スギ） 耐火性能：準耐火建築物 完成：2012年6月

耐火性能

準耐

主な
構造用
木材

製材

構造

木造

11 西会津町こゆりこども園 燃えしろ設計の製材で準耐火の大空間



地元の製材所でつくるスギ製材を使うことを前提に建てられた子育て支援施設。延べ面積が1000㎡を超える施設だが、多雪地帯の冬季の使い勝手を踏まえて分棟化せず、準耐火構造の1棟にまとめた。燃えしろ設計による必要断面の確保と応力に応じて、120～195mm角の製材を適材適所で組み合わせ、大空間を実現した。強度上、より大きい断面が必要な柱には、地元のスギを丸太で使用している。

■ **西会津町こゆりこども園** 所在地：福島県西会津町 主用途：認定こども園、学童保育 発注者：西会津町 設計者：辺見美津男設計室 施工者：武田土建工業 延べ面積：1898.77㎡ 構造：木造 階数：地上1階 主な構造用木材：製材（スギ）、丸太（スギ） 耐火性能：準耐火建築物 完成：2017年3月



(写真：右も辺見美津男設計室)

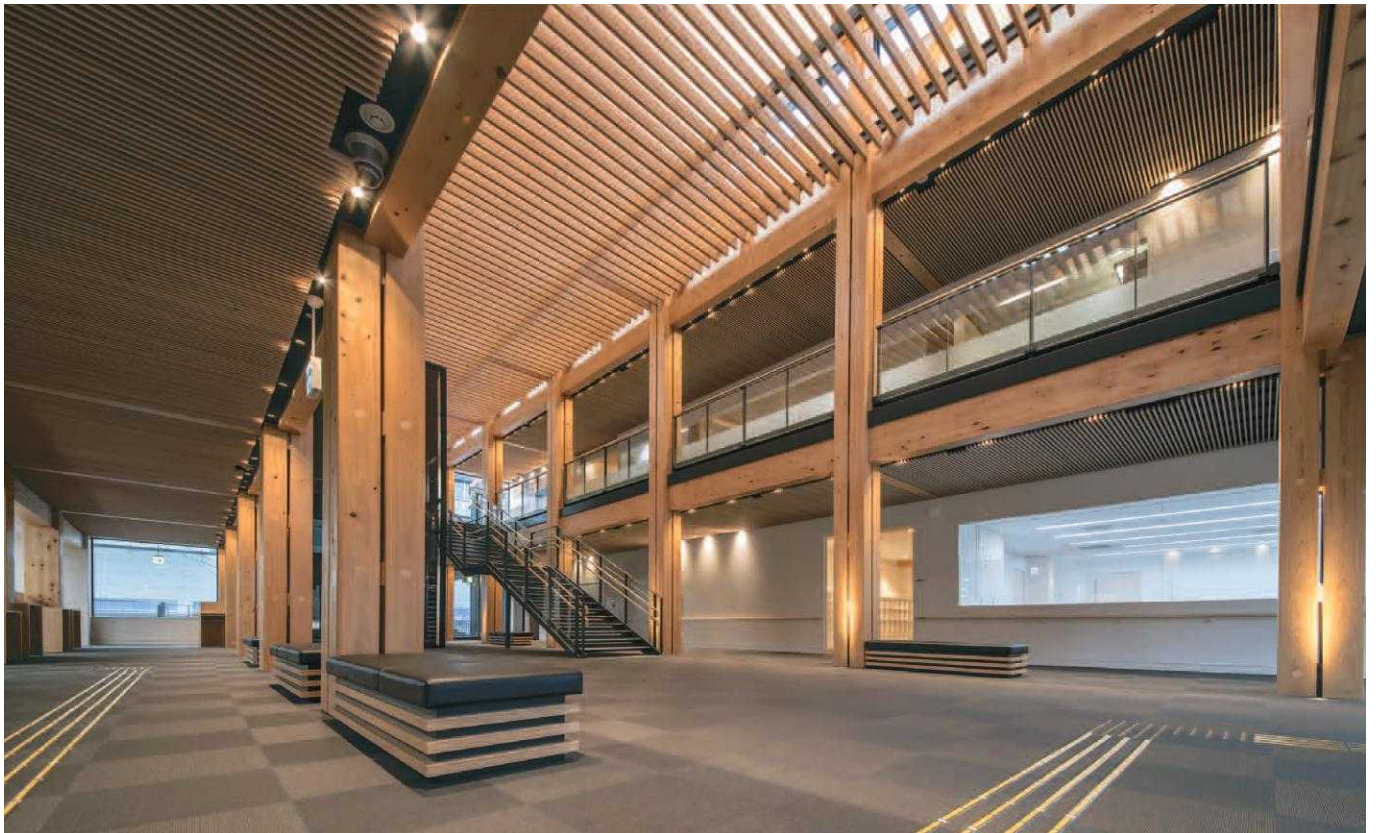


12 真庭市落合総合センター 製材を束ねた組み柱で支える大空間

既存体育館を生かしつつ、増築によって各種行政サービス機能を付加した複合公共施設。約4200㎡の増築部のうち、約2700㎡の木造2階建て部分は、燃えしろ設計により柱・梁が現しの準耐火構造とした。建物内の大空間や、ファサードの大庇を支える柱は、210mm角のヒノキ製材を4本束ねた組み柱。その他の柱や梁はヒノキ集成材を使用。構造、仕上げとも、すべて地域材を使っている。部材間に隙間を開ける組み柱は、各部材の外縁に燃えしろを確保することが基本となる。

■ 真庭市落合総合センター 所在地：岡山県真庭市 主用途：市役所支所、公民館、図書館、保険センター 発注者：真庭市 設計者：東畑建築事務所 施工者：梶岡建設・酒井工務店・森本組JV 延べ面積：4220.22㎡(木造部分2685.35㎡) 構造：木造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造・鉄骨造 階数：地上3階(木造部分2階) 主な構造用木材：製材(ヒノキ)、集成材(ヒノキ) 耐火性能：準耐火建築物 完成：2016年2月

(写真：上も時空アート)



耐火性能

準耐

主な構造用木材

集成材

CLT

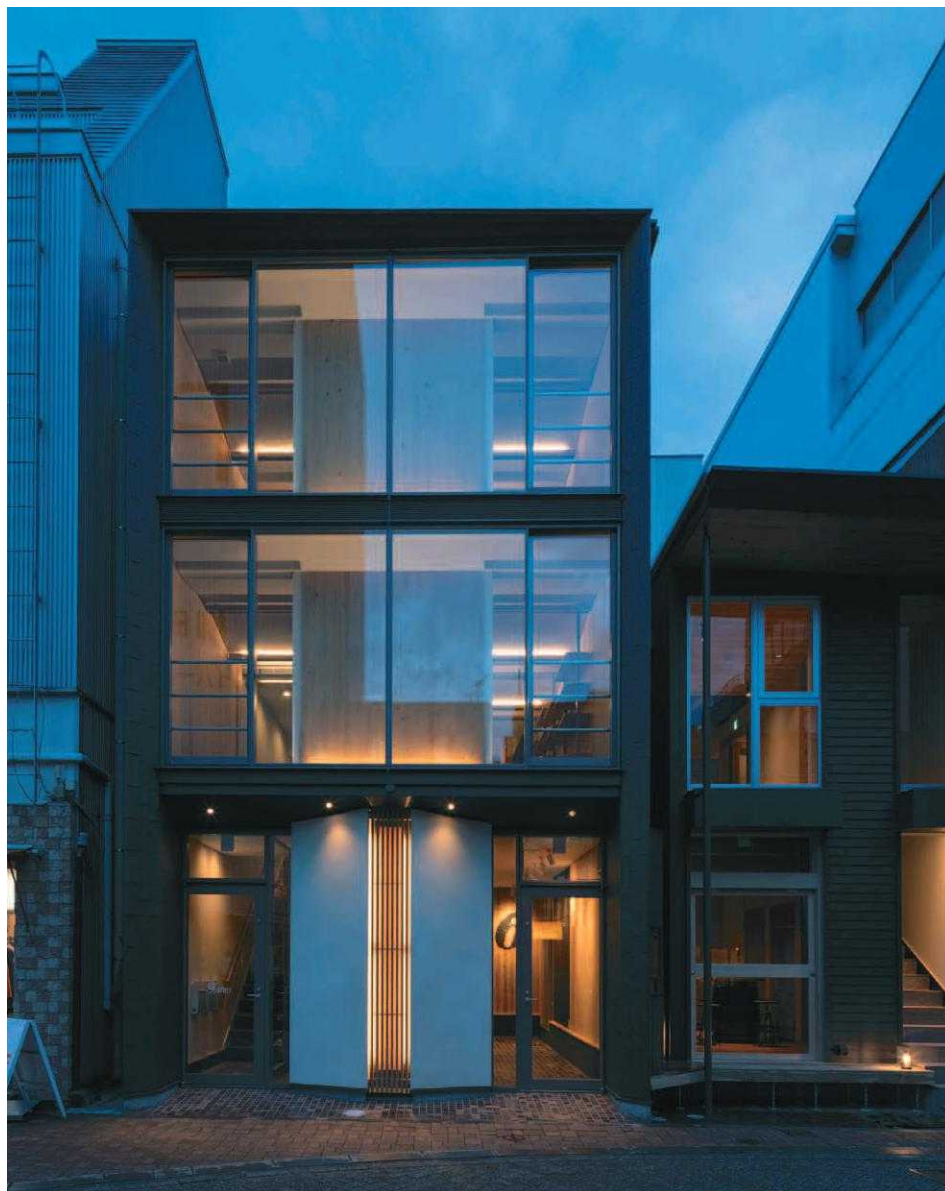
構造

木造

13 ST柳町 I 密集市街地で準耐火の木造テナントビル

高知市の密集市街地に位置する100㎡あまりの敷地に立つ準耐火木造3階建てのテナントビル。1階に飲食店、2階と3階にオフィスが入る。建物の最高高さを13m以下、かつ軒高を9m以下に抑えることで、45分準耐火構造とした。構造は、CLTと在来工法を組み合わせたもので、燃えしろ設計によってCLTは現しにしている。地盤が軟弱なエリアのため、基礎の負担が小さくて済む木造を、鉄骨造と同等の建設費で実現した。

■ ST柳町 I 所在地：高知県高知市 主用途：事務所、飲食店舗 発注者：エステイハウス 設計者：建築設計群 無垢 施工者：大旺新洋 延べ面積：243.91㎡ 構造：木造 階数：地上3階 主な構造用木材：CLT(スギ)、集成材(スギ) 耐火性能：準耐火建築物 完成：2017年6月



(写真：下左の2点も川辺 昭伸)



(写真：建築設計群 無垢)



(写真・資料：下の2点もナイス)

耐火性能 → 準耐 → 主な構造用木材 → 集成材 → 構造 → 木造

14 エイジフリーハウス横浜十日市場町 大スパンの準耐火を短工期で



■ **エイジフリーハウス横浜十日市場町** 所在地：横浜市緑区 主用途：サービス付き高齢者向け住宅、小規模多機能型居宅介護 発注者：個人 設計者：アル・パートナーズ建築設計 施工者：ナイス 延べ面積：987.48㎡ 構造：木造(テクノストラクチャー工法) 階数：地上2階 主な構造用木材：集成材 耐火性能：準耐火建築物 完成：2017年7月



木造2階建ての高齢者施設。サービス付き高齢者向け住宅20室と、小規模多機能型居宅介護宿泊室7室からなる。構造には、1時間準耐火構造の大臣認定を取得している鉄骨と木材を組み合わせた梁を採用。最大8m程度の大スパンを短工期で建てられる。梁せいを抑えられるうえ、鉄骨部分に配管類を貫通できるので、木材の梁を使う場合よりも天井高を確保できる。

耐火性能

準耐

主な
構造用
木材

CLT

構造

混
[RC]

15 下地島空港旅客ターミナル施設 リゾート感演出する施設にCLTの屋根

(資料：左も三菱地所)

2017年10月、沖縄県宮古島市の下地島で、新しい空港旅客ターミナルが着工した。平屋の建物に木造の屋根を架けて、緑や光、風といった自然を取り込み、リゾート感を演出する。出発ラウンジ棟はCLTのフラットスラブ、チェックイン棟はCLTの勾配屋根となる。空港ターミナルとして全国で初めてCLTを屋根材に用いるもので、さらにZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)にも取り組む。開業は2019年3月の予定。



■ 下地島空港旅客ターミナル施設 所在地：沖縄県宮古島市 主用途：空港旅客ターミナル施設 発注者：三菱地所 設計者：日建設計 施工者：國場組・大木建設JV 延べ面積：1万2700.12㎡ 構造：鉄筋コンクリート造、木造 階数：地上1階 主な構造用木材：CLT(スギ) 耐火性能：準耐火建築物 開業：2019年3月(予定)

耐火性能

その他

主な
構造用
木材

LVL

構造

木造

16 ミニストップ 国産の認証木材で木造店舗を標準化



コンビニエンスストアのミニストップは、2009年以来、FSC(森林管理協議会)認証木材を利用した店舗づくりを標準化している。2017年12月までに木造店舗は全国で延べ246店に達した。構造材には、国産カラマツのLVL(単板積層材)を使う。鉄骨造の店舗と比較した場合、木造の店舗には、温室効果ガスの排出抑制という環境面の寄与に加えて、国産材の価格安定性、工期短縮、減価償却費の軽減など複数のメリットがある。2018年1月には、閉店した店舗の木材を再利用した「リユース店舗」を、埼玉県深谷市にオープンさせた。国産FSC認証材によるリユース店舗は、国内外の商業施設として初めての試みとなる。

(写真：ミニストップ)