

〈特集〉

万博と都市木造

腰原 幹雄

1. 万博と伝統木造

2025年、大阪関西万博が開催された。万国博覧会は、各国の技術を一堂に会して、交流しながら各国の技術を発信する場であった。

日本が初めて万博に参加したのは1867年に開催された「第2回パリ万博」に徳川幕府が出展した記録が残っており、1873年のウィーン万博に政府として公式に参加している。「大型出品物として1,300坪ほどの敷地に神社と日本庭園を造り、白木の鳥居、奥に神殿、神楽堂や反り橋を配置した。」^[1]、「高さ4メートルほどの東京谷中天王寺五重塔模型（中略）などが人目を引いた。」^[1]とある。近代工業が未発達であった日本では、西洋の模倣でない日本的で精巧な美術工芸品を出展したほうがよいというお雇い外国人ワグネルやシーボルトの勧めであった。

「喫園博覧會出品目録」^[2]によると、「錦帯橋々切組方精図巻物」「錦帯橋記」など山口県岩国市の木橋である錦帯橋についても出展されていたようである。1893年のシカゴ万博でも、1881年第2回内国勸業博覧会において、土木局が多くの木橋を出品し、それと同じものと思われる錦帯橋の模型が出品され、現在、東京国立博物館に収蔵されている。

東大寺大仏殿で大仏様の後方に廻ると多くの東大寺の建築模型の中に、1910年にロンドンで開催された日英博覧会に出展された、高さ98mあったとされる東大寺七重塔の模型をみることができる。また、大仏殿の隣には、1970年の大阪万博に古河パビリオンが出展した七重塔のレプリカのうち、相輪のレプリカが寄贈されて建っている。

伝統木造技術でつくられた建築や塔、橋などは日本文化、建築技術を海外に発信するときに自慢すべき技術だったのである。



写真1 錦帯橋

2. 木造建築

現在、世界では二酸化炭素(CO₂)などの温室効果ガスによる地球温暖化の環境問題により建築界での木材活用、木造建築が注目されている。特に、日本では第二次世界大戦後に植林した森林が建材として活用できるように十分に生長したこととあわせて、森林資源の有効活用としても木造建築が注目されている。

近年、木造建築といっても大きな木造建築は社寺などの伝統木造建築が多く、多くは2階建ての戸建の木造住宅が主流であった。これは、1950年代に森林資源の枯渇、風水害、大火などにより建築界で木材の使用を制限する動きがあったからである。また1919年の市街地建築物法、1950年の建築基準法の制定により都市部での大規模木造建築の建設が制限されていたためである。1990年代後半に、木造建築の建築制限の緩和と大断面集成材の整備によりドームや体育館、美術館、博物館といった平面的に大きな屋根の木造建築が郊外に建設されるようになった。大断面集成材は、木材を厚さ30mm程度の挽板を繊維方向をそろえながら接着して再構成した木質材料である。自然材料である木材に対して、接着剤への抵抗がなかなか普及しなかった。森林が豊かで大径材が入手可能な時代には無垢の大断面の製材で大規模な建築が建設可能であったが、戦後の植林した人工林では径の細い樹木から大きな断面の木材を製造する技術として大断面集成材は、重要な役割を果たすものである。また、無垢の製材としては使用しにくい少し曲がった木材（小曲材）の活用としても集成材は製材とともに共存していく必要がある。

2000年に建築基準法が改正されると構造、防耐火などの必要な性能を満足することにより木造建築の規模の制限は緩和され、平面的に大きな屋根の建築だけでなく、床が複数ある多層、高層の建築も木造で建設可能になる。人口減少による戸建住宅の需要減少も併せて都市部での木造建築の活用として、大規模、中高層の大規模な建築、「都市木造」への期待が高まることになる。地価の高い都市部では、土地の有効活用として高密度な建築が求められ、多層化、高層化されることになる。こうした建築はこれまで鉄筋コンクリート造(RC造)や鉄骨造で建設されてきた。

こうした大きな建築を俯瞰してみると、図1のようになる。現存する伝統木造建築では、東寺の五重塔（1644年/京都府）が高さ約55mで国内最高を誇り、現在の東大寺金堂（大仏殿）（1709年/奈良県）は、焼失再建を繰り返し現在三代目で、高さ約48mの平屋である。20世紀以降の大屋根の現代木造では、大館樹海ドーム（1997年/秋田県）が高さ52mである。

2000年の建築基準法改正以降、金沢で1階がRC造、2～5階が鋼材内蔵型木質材料を用いた教育施設、金沢エムビル（2005年/石川県）が建設されると2010年代にかけて複合施設の東部地域振興ふれあい拠点施設（2011年/埼玉県）、大規模商業施設のサウスウッド（2013年/神奈川県）、下馬の集合住宅（2013年/東京都）などが建設されるようになる。2016年以降には、津波対策として1階をRC造、免震層を挟んでRC造3階、木造3階を重ねた混構造の高知県自治会館（2016年/高知県）や1～3階を鉄骨造、4～7階を木造とした国分寺フレーザーライフ社本社ビル（2017年/東京都）が建設され、RC造、鉄骨造と同様の設計法による構造性能評価が可能になると都市木造での木造の適用範囲は大きく広がるようになった。

2000年から始まった都市木造の技術開発は、2010年ごろによりやく実現につながることを考えると建築分野では、10年間というのが技術開発の単位ということになる。

2022年に高さ44m、11階建てで、現在純木造で最高の高さを誇るPort Plus（2022年/神奈川県）が建設されると、技術開発は高さ、大きさだけでなく建築の質を上げる方向に進むようになる。木造技術の限界を補うためには、従来のRC造や鉄骨造を適材適所で使い分ける混構造の建物が模索される。木造の短所を、他の構造材料で補うのであれば、木造の長所を生かせる部分に木材を使用しようということになる。商業施設であれば、接客エリアが中心になりバックヤードは控えめでもよいだろう。地上階や通りに面した正面の外観などに木造を用いることができれば街の風景は変わるだろう。一方、火災に対しては、避難時間が考慮され下の階ほど要求性能が高くなる。火災に弱い木造は上層階での活用が望ましく、自重が軽い木造を高層階に用いることは建物が受ける地震力の軽減につながるができる。また、建物上層部は、眺望の良さなど付加価値をつけやすいことも考慮すると、ビルの高層部を木造にするのが素直な答えである。

HULIC & New GINZA8（2021年/東京都）では、大通りに面した正面側を木造にして、裏側に鉄骨造を配置して構造性能を満足するとともに魅力的な接客空間が配置されている。銀座高木ビル（2023年/東京都）では、12階建ての頂部4層を木造として鉄骨

造のオフィスビルの上にちょこんと木箱がのったような構成になっていて、12階にはサウナが設置されていて銀座の特等席を用意しているが、空を見上げて歩いていないとそのような木造の世界にはなかなか気づかないだろう。

東京駅を中心とした新橋から日本橋のエリアでは、現在、都市木造の計画が次々と進んでいる。第一生命京橋キノテラス（旧・京橋第一生命ビルディング）

（2025年/東京都）、地上18階建て・高さ84mの日本橋本町三井ビルディング&forest（2026年予定/東京都）、2028年には地上20階、高さ100mを超える東京海上グループ新・本社ビル（2028年予定/東京都）が着工している。これらの超高層木造ビルに共通するのは太い木造の柱である。自然の森と同じように都市に木の柱が建ち並ぶことになる。

少し郊外では、4～8階建て高さ30m以下の木造ビルが注目される。東中野では「まちの大家による都市木造普及計画」としてOS melia（2024年/東京都）が建設された。中小規模不動産事業者、中小規模設計事務所、中小規模工務店でも計画可能な小規模木造ビルは、都心商業地域の主たる建築物である2,000㎡未満の商業・事務所ビルの更新需要に対応することができ、都市の面的な木造化、都市に炭素貯蔵の第二の森林を生み出すことが期待される。

このように日本でも木造ビルのプロジェクトが進み始めたが、世界に目を向けると2022年にはアメリカで25階建て・高さ約87mのアセントタワー（2022年/USA）が現在最も高い木造ビルとなっている。それ以前にも、2019年にノルウェーで18階建て・高さ約85mのミョーストローネット（2019年/ノルウェー）、24階建て・高さ84mのHoHo（2019年/オーストリア）、18階建て・高さ58.5mのブロックコモンズ（2017年/カナダ）が建設されており、日本は木の文化といわれていたがこの分野では、10年近く後れをとっていることになる。現在、進行中のプロジェクトが呼び水となり都市木造の普及が期待される。

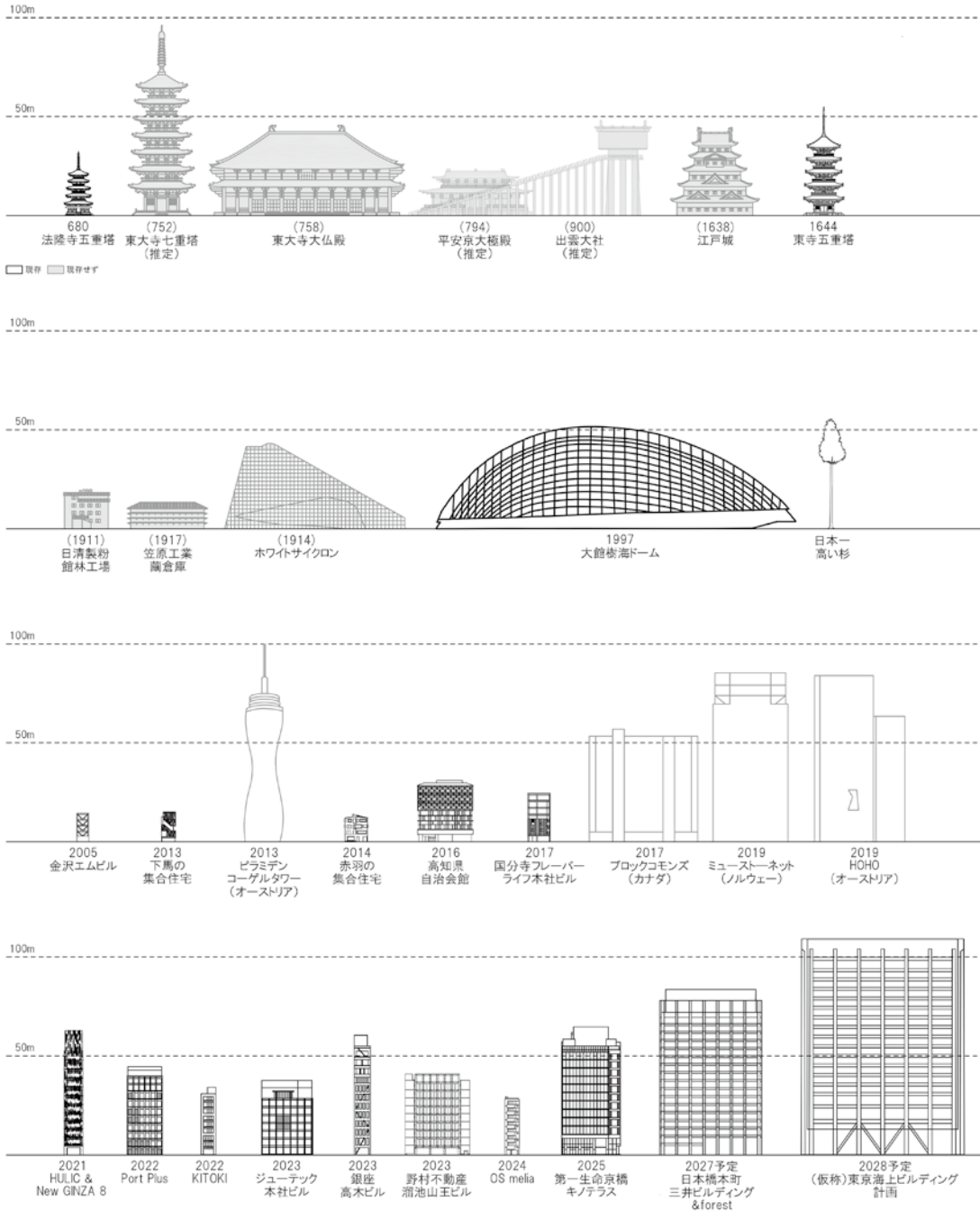


図1 木造建築の高さの変遷 (A4 1/3000)



写真2 都市木造

3. 万博と都市木造

新しい建築である都市木造の普及にあたっては、新技術の挑戦だけでなく汎用性のある標準的な技術も必要である。そこで登場するのが、大阪・関西万博の大屋根リング（2025年/大阪府）である。直径約700m、幅約30m、円周約2kmのこの建物は、ギネスブックで世界最大の木造建築物として認定されている。これだけ大きな建築物をつくるのは大変なことではあるが、仕組みをうまくつくれば各チームが自律分散的に活動して実現することも可能である。円形に見えるこの建築物は実は、109個のユニットで構成されている。各ユニットは直交座標系の四角い形状であり、それを平面的に角度をずらしながら並べることで円形に見えるようになっている。そういう意味では、正確には110角形ということになる。こうしたユニットの連結による構成は埋立地での軟弱地盤の不同沈下対策にも適している。各ユニットが少し沈下しても、あるいは傾いてもユニットをつなぐ梁が変形を吸収できれば主要構造には大きな影響を与えなくて済むことになる。つまり、実は鉛直方向には柔軟に対応できる柔らかい構造なのである。

各ユニットは、柱が420mm角、横架材（貫）が幅210mm×せい420mmになっている。柱は、基本的に3.6m間隔で配置され部分的に柱が抜かれて7.2m（3.6m×2）になっている。高さ方向も貫の間隔は約3.6mになっていて格子状になっている。こうした寸法体系は、日本では木割という考え方があり、建築では平面計画、部材寸法に比例的な規則があったのでこれの現代版と思えばよい。また、柱に穴をあけて横架材を差し込んで格子状の建物をつくる技術は、日本の伝統木造建築の貫構造から続く構造技術であり、清水寺の舞台の足元などでみることができる。

森林資源の豊かな時代に建設された伝統木造建築では、樹齢の高い大径材を入手することが可能で無垢の木材を用いることができたが、現在の豊富になった森林でも大径材を大量に使用することはできない。そこで、生まれたのが再構成材である集成材である。厚さ3cm幅10～20cm程度の挽板（ラミナ）を接着剤で一体化させることで大断面の木質材料を製造することができる。自然材料に接着剤というと嫌悪感をもつ人たちもいるが、こうした再構成材は、無垢の製材として使用できない小曲材の有効活用のひとつであり、森林資源の有効活用としては重要な役割をもっている。製材と再構成材は共存すべき木質材料なのである。

また、伝統木造の貫構造の技術は、木組接合で大きく変形することによって地震のエネルギーを吸収しながら抵抗するものであるため、地震時には大きく揺れることになってしまう。大屋根リングのように自立して屋根（床）を支える構造では、大きく揺れるのには限界があり、一定の剛性を確保して揺れ

にくくする必要がある。変形を抑えながら地震に抵抗するためには、柱貫接合部を固める必要があり、従来の木組接合では十分な性能を確保することができない。そこで、今回は同じ断面寸法の部材の接合に対して、基本設計者のアイデアを基に、3工区の実施設計・施工者がそれぞれ独自のアイデアを出し合い独特のディテールを生み出し実現した。純粋な木組みではなく、木材の性能を存分に発揮するために丸鋼やビスなどの金物、LVLなどの堅木などの現代の構造材料を適材適所に用いている。

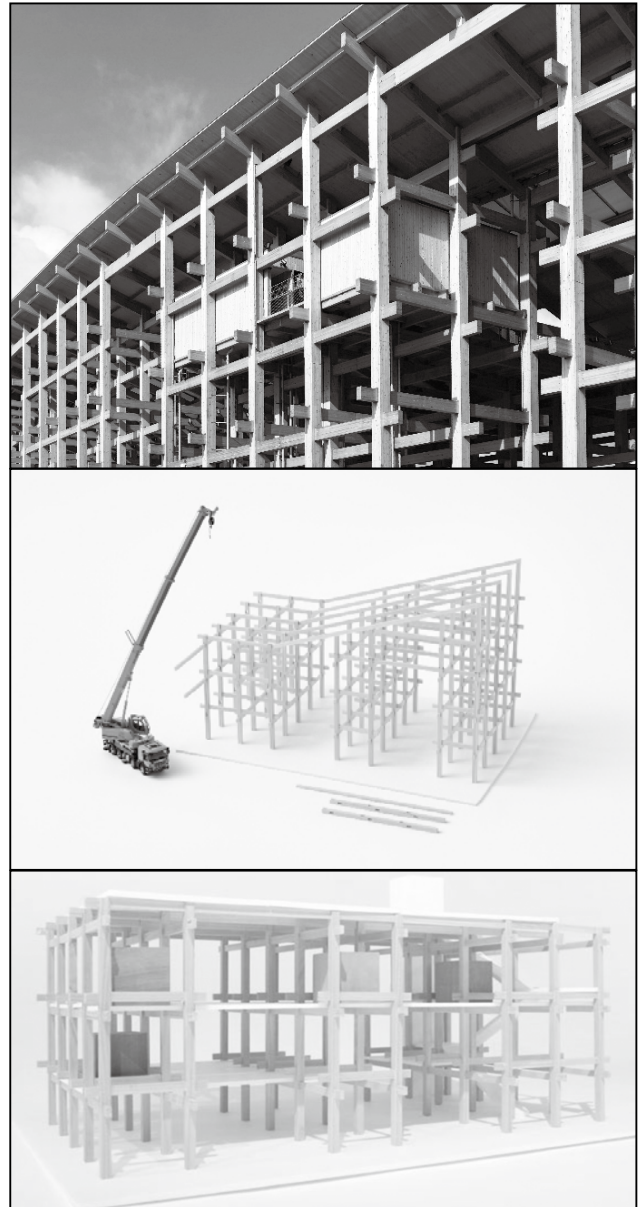


写真3 大屋根リング

（写真中段 photo by Shunta Inaguchi
写真提供：WHAT MUSEUM）

こうした伝統技術と現代技術の融合がこの大屋根リングで実現されている。万博が、新技術の提案の場であり、そこから世界が変わる、世界観が変わるといのであれば、この生産システムが都市木造へのひとつの提案である。平面 3.6m モジュールは木造住宅の畳幅 90 cm、部材断面 210mm、420mm は、木造住宅の柱 105mm の倍数である。

4. リユース

この原稿を書いている現在、大屋根リングのリユースが議論されている。存置、解体リユースが検討されているが、リユースをするのであれば、この仕組みをそのまま生かした都市木造へのリユースを期待したい。109 のユニット 1 つ 1 つが木造ビルの構造体になるのである。柱貫の骨組に床、屋根、階段、外壁を取り付ければそのまま 3 階建てあるいは 5 階建ての木造ビルになる寸法体系になっている。円周 2 km とすれば、直線にすれば 2 km 3 階建ての商店街がつかれることになる。都市木造のボリューム感、柱の太さ、梁、あるいは柱のピッチは大屋根リングの下で体験していただけたのではないだろうか。この万博をきっかけに都市木造の生産システムが集約され普及へとつながることを期待したい。

5. 木造建築を楽しむ

環境問題のために都市木造を普及させるというだけではおもしろくない。木造建築の空間自体が魅力的であることはもちろんであるが、木造建築の魅力は工夫がしやすいということ、自分たちで手を入れることができる、メンテナンスをすることができるということでもある。専門家でなくても自らが、建築にかかわることができることが大きな魅力のひとつでもある。施工の専門家の大工の技術は確かに素晴らしいが、メンテナンスであれば少し技術がたりなくても自分でやれば「あばたもえくぼ」として失敗も味わいとしてみることはできるのではないか。また、現在は電動工具や CNC（コンピュータ数値制御機械）、3D プリンタなどの普及によって技術不足を補うことができるようになっている。一度、ものづくりの喜びを知ってしまえば、自分の技術の向上の努力もすすむだろう。建物のメンテナンスは、建物への愛着にもつながり、スクラップアンドビルドの世界から、改修して活用する世界に変化することもできる。

時間に余裕ができたなら自ら自分の建築空間を快適にしてみようと思えるような世界になることを期待している。

参考文献

[1] 「1873 年ウィーン万博 【コラム】ウィーン万博とジャポニズム」、博覧会近代技術の展示場、国立国会図書館電子展示会

<https://www.ndl.go.jp/exposition/sl/1873-2.html> (2025. 12. 17 最終閲覧)

[2] 東京国立博物館所蔵「澳國博覽會出品目録」第 6 巻「山口県」

<https://webarchives.tnm.jp/dlib/detail/6497> (2025. 12. 17 最終閲覧)

こしはら・みきお

(東京大学 生産技術研究所 教授)