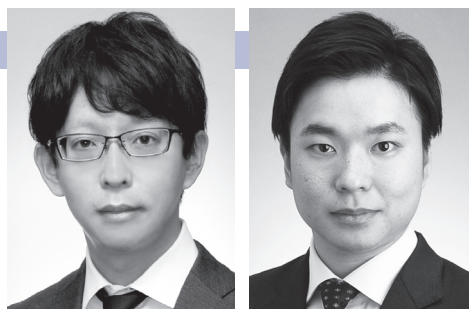


建築物の木材利用の現状と木材再利用によるさらなる脱炭素化の可能性

株式会社 野村総合研究所 アーバンイノベーションコンサルティング部
プリンシパル 溝口 卓弥

株式会社 野村総合研究所 アーバンイノベーションコンサルティング部
シニアコンサルタント 青木 笙悟



1 建築物の木材利用推進の背景、現状

建築物の木造化はエンボディドカーボン（製造時のCO₂排出量）の削減や、建築物への炭素貯蔵といった効果があり、脱炭素化の有効な手法である。また、国産材の利用は森林資源の保全や地域産業の育成といった観点からも推進されている。本稿では、わが国における建築物の木造化の現状や課題、さらにその先の木材の再利用の可能性について論じる。

1) わが国の建築物への木材利用の現状

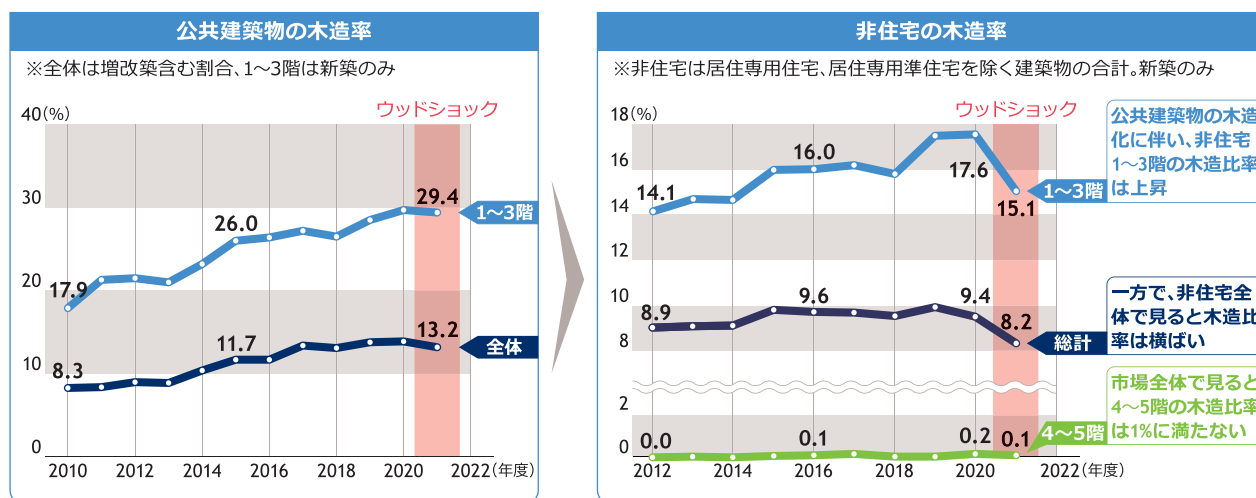
(1) 建築物の木造化の現状

建築物はその用途から住宅（戸建て、集合住宅など）と非住宅（事務所、倉庫など）に分けられるが、木造建築物は3階までの戸建て・集合住宅（アパート）が多い。2022年度の木造率（着工床面積ベー

ス）を見ると、3階以下の住宅は80%以上であるが、4階以上は住宅・非住宅ともに0.1%に満たない。一方、3階以下の非住宅は木造率20%弱であり、低層住宅に比べると小さいものの、2013年度に14.1%であったものが、ウッドショック前までは増加トレンドにある（図表1）。この木造率の上昇は公共建築物の木造化の影響が大きい。詳細は2節にて詳述するが、2010年に公共建築物木材利用促進法が成立して以降、公共建築物の木造率は上昇している。

非住宅分野でも低層においては木造化が進んでいるが、中高層はほとんど進んでいない。これは4階以上の建築物となると適用される防・耐火規制が3階以下と比べて厳しいといった背景がある。しかし、わが国の新設住宅着工戸数が減少していく中、建築

図表1 公共建築物と非住宅における木造率（着工床面積ベース）



出所) 林野庁「令和3年度の公共建築物の木造率」、国土交通省「建築着工統計調査」

図表 2 中高層建築物における木造化事例

#	PJT/物件名	建築主/施主	設計・施工	主な用途	構造	階層	竣工(しゅんこう)年
1	MOCXION INAGI	三井ホーム	三井ホーム	共同住宅	木造、RC造	地上5階	2021年
2	Port Plus	大林組	大林組	研修施設	木造	地上11階 地下1階	2022年
3	日本橋本町一丁目3番計画	三井不動産	竹中工務店	事務所	ハイブリッド木造	地上18階 地下1階	2026年予定
4	渋谷マルイ建て替え	丸井	Foster+Partners など	店舗	ハイブリッド木造	地上9階 地下2階	2026年予定
5	東京海上日動ビル建て替え	東京海上HD、東京海上日動火災保険	共同企業体	事務所	木造、S造、SRC造	地上20階 地下3階	2028年予定

出所) 各社ニュースリリース等より NRI 作成

物への木材利用を拡大していくには、木造化が十分に進んでいない、民間の非住宅分野や中高層分野の木造化により、新たな木材需要を創出することが重要である。

(2) 中高層建築物で広がる木造化

そのような中、近年では脱炭素化の流れを受け、防・耐火規制の合理化や技術開発による材の性能向上等により、民間の非住宅分野や中高層分野でも象徴的な木造建築物が登場している(図表2)。

どれも5階以上の中高層建築物であり、用途も幅広い。このような木造の中高層建築物が登場している理由の一つに材の性能向上がある。木材は、丸太から使用する形状に切り出す「無垢(むく)材」と、丸太から切り出した板状の木材(ラミナ)を複数枚重ね合わせ接着する「エンジニアリングウッド」に分けられる。無垢材は反り・変形が出やすく、品質にばらつきが大きいという欠点を持つが、エンジニアリングウッドは品質のばらつきが少なく、かつ強度が高いという特徴を持ち、鉄やコンクリートと遜色ない強度を持つ材も存在する。これらの製造技術の向上により、中高層建築物の構造材として十分な寸法・強度を持つCLT(直交集成板)^{※1}や大断面

集成材^{※2}が製造可能になったことを受け、中高層でも木造化事例が増えつつある。

ただし、現状では主要構造材のほとんどに木材を用いる純木造でないものも多い。大林組のPort Plusは純木造であるが、その他はコスト抑制の観点からS造(鉄骨)やRC造(鉄筋コンクリート)と木造を組み合わせたハイブリッド構造が中心である。

2) 木造化推進の背景

(1) 政策的背景

わが国では、2010年に「公共建築物木材利用促進法」が成立し、国や自治体が率先して公共建築物における木材利用に取り組んできている。同法の成

※1 Cross Laminated Timberは、木材をその繊維方向が直交するように積み重ね、接着剤で接合して作られるパネル型の建築材料。無垢材に比べ、強度、耐荷重性、断熱性等が優れており、主に壁や床に使用される

※2 複数の木材をその繊維方向と平行に積み重ね、接着剤で接合して作られる集成材の中でも、その断面の短辺が150mm以上で断面積が300cm²以上のものを大断面集成材と呼ぶ。強度、耐荷重性に優れており、中高層木造施設の柱や梁として使用される

図表3 S造、RC造と比較した木造建築物の製造（資材製造および施工）時CO₂排出量

対象	建物概要	製造時CO ₂ 排出量	木造化による省CO ₂ 効果	
			対S造	対RC造
学校	CLTパネル工法 2階建て、407㎡	168 t-CO ₂ eq	約19% (206t-CO ₂ eq)	約31% (242t-CO ₂ eq)
低層オフィス	木造、3階建て	15.15kg-CO ₂ /年㎡	約19% (18.81kg-CO ₂ /年㎡)	約39% (24.49kg-CO ₂ /年㎡)
集合住宅	CLTパネル工法 3階建て、540㎡	330 t-CO ₂ eq	-	約16% (394t-CO ₂ eq)

出所) 学校：一般社団法人日本木材学会「CLT工法を用いた木造学校建築物の建設におけるGHG排出量の定量化」(木材学会誌、2020年66巻2号p.101-111)
 低層オフィス：林野庁「平成27年度木材利用推進・省エネ省CO₂実証業務報告書」2016年3月
 集合住宅：一般社団法人日本CLT協会「CLT建築物の環境性能の評価とエンドユーザーへの周知」2022年2月

立以降、公共建築物の木造化率は8.3%（2010年度）から13.2%（2021年度）、特に木造化が相対的に容易な低層（3階以下）の公共建築物の木造化率は17.9%（2010年度）から29.4%（2021年度）へと大幅に増加した。当時の法制定の主目的は、森林資源の活用による地域経済の活性化や、林業の振興といったものであった。同法の成立以外にも建築基準法の改正による防・耐火規制の合理化^{※3}が進展したことにより、非住宅建築物にも木造を採用しやすい環境が整備されてきた。

2021年には「公共建築物木材利用促進法」は「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」へと改正された。改正後は通称、都市（まち）の木造化推進法と呼ばれ、木造化の対象が公共建築物だけではなく民間の建築物にも拡大されている。また、名称から分かる通り、法の目的として「脱炭素社会の実現に資する」意図が込められている。

(2) 建築物の木造化による脱炭素効果

では、建築物の木造化による脱炭素社会の実現への効果とは具体的にどのようなものであるだろう

か。まず、木造建築物はS造やRC造に比べて、製造時のCO₂排出量が小さく、エンボディドカーボンの削減につながる。建築物の製造工程は、原材料の調達やその輸送、加工、組み立て時（重機使用等）から構成され、各工程においてCO₂が排出される。木材は鉄やRCと比べて軽く、また、加工が容易なため建築資材の製造や輸送に必要なエネルギーが少なく、CO₂削減に寄与する。また、建物が軽く、基礎工事が不要になり、その分のCO₂の排出量が少なくなるケースもある。木造とS造、RC造の建築物の製造時CO₂の排出量の比較事例を見ると、図表3に示す通り、おおむね2～3割程度の削減が可能となっている。

また、木材を建築資材として使うことで、その木

※3 建築物は火災延焼を防ぐための規定が設けられているが、近年では、建築物への木材利用を促進するために、木造建築物の耐火性を確保しながら、より効率的、経済的な設計や施工が可能とする法改正が実現している。例えば、2023年4月には、階数に応じて要求される耐火性能基準（火災時の倒壊防止のために壁、柱等が耐えるべき時間）が、60分刻みから30分刻みへと精緻化された

材に含まれる炭素が固定される炭素貯蔵効果もメリットである。建築物が存在する数十年にわたり炭素が貯蔵されることで、その期間は大気中へのCO₂放出を防ぐことができる。

さらに、建築物に利用するために樹木を伐採した後、再植林を施すことで、CO₂吸収量の拡大にもつながる。一般に樹木は植林後10～20年経過を境にCO₂吸収量が低下していく。そのため、利用の適齢期を迎えた樹木を伐採し、樹齢の若い木を植林することで、より効率的にCO₂を吸収することが可能である。特に日本は、植林後に数十年以上が経過し、CO₂吸収量が大きく落ち込んだ樹木が多いことから、これらを建築資材として活用し、若い木に置き換えていくことで、森林全体のCO₂吸収量を増やすことができる。このように、建築物の木造化は二重三重の脱炭素効果を有しているといえる。

2 建築物（特に非住宅）の木造化にあたっての課題と対策に向けた取り組み状況

このような背景から中高層、非住宅分野の木造化は徐々に広がっていくと考えられるが、課題も存在する。本章では木造化にあたっての問題点とその解決に向けた取り組みを整理する。

1) コストが高い

一般に、住宅はS造やRC造よりも木造の方がコストは低いが、非住宅の場合は住宅で使われている一般流通材^{※4}が利用できない等の理由により、むしろ木造の方が高い。特に中高層建築物では防・耐火性の確保等の理由からコストが高くなることが多く、中高層非住宅の工事費は一般的なS造やRC造に比べ1.5～2倍程度といわれている^{※5}。そのため、建設する事業者は行政の補助金^{※6}を活用しコスト

増加を抑制するケースが多いが、補助金を活用したとしても1.2～1.3倍程度のコスト増は免れない。1章1節で紹介した近年の中高層木造化事例は木造化による企業のブランディング効果も見込んでコスト高を許容しているケースが多い。

コスト削減に向けては、1章2節で紹介した防・耐火規制の合理化の他に、中高層建築物で用いるエンジニアリングウッド（CLT、大断面集成材）の安定供給の実現およびプレカット加工の推進などが取り組まれている。さらに、将来的に構法の標準化やモジュール化が進展し、低層住宅のように“誰でも扱える”状態となれば、コストは大幅に削減される可能性がある。

※4 主に住宅用に生産・流通しているサイズと長さや樹種の製材品。木材市場では、一般的に住宅系が主流といえ、住宅によく用いられるサイズを機械化されたシステムにより大量に生産し、流通させている

※5 一般財団法人日本不動産研究所「木造化建築物等の経済性に関する状況調査」2022年3月

※6 建築物（特に非住宅）の木造化においては、国や日本政策金融公庫等が補助事業等を実施している。代表的なものに国土交通省のサステナブル建築物等先導事業（木造先導型）がある。木造化に係る先導的な設計・施工技術が導入される建築物の整備に対し、施工工事費における木造化による掛かり増し分の2分の1以内を補助する等を行っている。その他の建築物の木造化・木質化に活用可能な補助事業・制度等は林野庁が右記HPにてまとめている（林野庁「建築物の木造化・木質化に活用可能な補助事業・制度等一覧」<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/kidukai/mokuzozigyoku.html>）

2) エンボディドカーボンの算定が難しい

木材利用による代表的な環境貢献価値としてはエンボディドカーボンの削減効果があるが、こと中層分野の木造化においてはエンジニアリングウッドのような特殊な材を利用するため、その算出には一定の手間が発生する。一般にエンボディドカーボンは資材量や輸送距離などに「IDEA^{※7}」などの原単位データベースから得られるCO₂排出量原単位を乗じて算定される。しかし、国内で公開されている原単位データベースには大断面集成材やCLTに関する製品区分の原単位データは存在しない。そのため、正確な算定にはこれらの材の製造元から製造時のエネルギー消費量などを別途取得するなど、多くの工数がかかる。

このようにわが国では特殊な材の原単位データの取得が難しいが、欧州ではEPD (Environmental Product Declaration、環境製品宣言) が普及しており、より広範な製品の原単位データが参照でき、エンボディドカーボンの算定が容易である。EPDとは製品の環境への定量的な影響がまとめられた文書であり、製造元が製品の環境情報を定量化し、第三者機関が検証し、認証することで公開される。そのため、EPD認証を取得している製品であればCO₂排出量原単位のデータが簡易に取得できる。

わが国でも簡便で正確なエンボディドカーボンの算定の実現に向けてさまざまな取り組みが進められている。国土交通省の「環境・ストック活用推進事業」補助金により運営されているゼロカーボンビル推進会議はエンボディドカーボンについての評価手法を2023年度中に明確にすることを目標としている。また、住友林業はOne Click LCAという算定ツールの普及およびEPDの取得サポート等の取り組みを行うなど、官民ともにこの1～2年で取り組みが活発化している。

3) エンボディドカーボン削減効果等を含んだ投資判定基準が存在していない

現状コストの高い中高層、非住宅の木造化を民間企業が進めるためには、何かしらの事業メリットが必要である。木造化はエンボディドカーボン削減効果、炭素貯蔵効果があるとされているため、本来的にはその環境貢献価値からESG投資などを誘引し、不動産価格が向上するような循環を生むことが望ましい。しかし現状では、前節で述べたようにエンボディドカーボン削減効果の正確な算定が難しいために、木造化は投資市場から価値のある行為として認められておらず、建築事業者などが投資家・金融機関に木造化の効果を訴求し、投資家が正しく評価できるような環境整備が求められる。

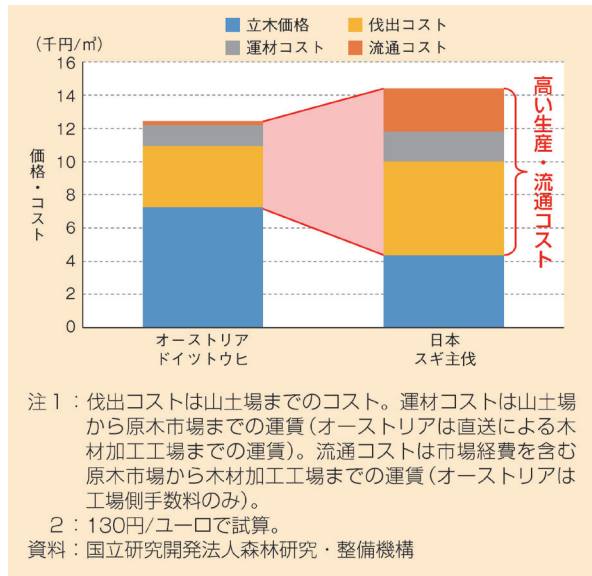
特にESG投資を誘引するためには、CDP^{※8}やTCFD^{※9}のような情報開示・評価の国際的な取り組み・枠組みの中で建築物木造化の効果が評価されることが求められるが、直近では徐々に建築物の省

※7 IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) は、国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人サステナブル経営推進機構が作成している積み上げ法に基づいたCO₂排出量原単位データベース

※8 2001年に設立されたESG投資のための、企業の環境情報開示を進める英国本部の国際NGO。世界中の企業に毎年質問書を送付し、各企業の回答に対するA～D-の8段階の評価結果を公表している。質問書にはTCFDに準拠した「気候変動」に加え「水セキュリティ」「フォレスト(森林減少リスク・コモディティ)」がある

※9 G20からの要請で、2015年に金融安定理事会(FSB)が設置した民間主導のタスクフォース。賛同機関は、気候関連のリスク・機会に関する情報開示フレームワークに基づき、財務報告等において情報を開示している

図表4 丸太価格にかかるコスト比較



出所) 林野庁「令和2年度 森林・林業白書」(P24 資料 特 1-20)

CO₂ 性を評価するような動きが見られる。2023年にCDPが企業宛てに送付した質問書の中には建築物の「ライフサイクル排出量評価」や「エンボディドカーボン算定」に関する項目が新たに組み込まれており、建築物木造化によるエンボディドカーボン削減効果が投資家から評価される土台ができつつある。

三井住友信託銀行の調査によれば、立地等の条件が同一のビルでも、環境認証取得ビルはそうでないビルに対して、約5%の賃料押し上げ効果が見込まれるとされている。上記のように木造化によるエンボディドカーボン削減効果が国際的ルールの中で評価されれば、環境認証取得同様に木造建築物においても賃料押し上げ効果が生まれる可能性もある。実際に、第一生命保険は、すでに不動産運用における投資基準にESG要素を組み込み、木造建築への投資基準を他構造の建築物よりも引き下げている。今後、中高層建築物の木造化の実績が蓄積され、木造化によるエンボディドカーボン削減効果の見える化が進めば、広く市場から評価を受ける可能性はある。

4) 国産材の活用が難しい

1章2節で述べた通り、わが国で建築物での木材利用が推進されてきた背景は、森林資源の活用による地域経済の活性化、林業の振興、木材自給率の向上およびエンボディドカーボンの削減を主とする脱炭素化であり、この狙いを達成する上では国産材を利用することが望ましい。

しかし、中高層建築物で利用される木材のほとんどは外国産材となっている。その理由としては、1)で紹介したコストの問題が大きい。現状、国産材は外国産材よりも高いために、ただでさえコストがかさむ中高層建築物の木造化においては外国産材が選択されてしまう。

国産材が高くなる理由としては、搬出まで含めた伐採コストが高いこと、および、担い手の規模・数とともに不足していること、があげられる。まず伐採コストの高さに関して、その主要因は大型の林業機械を用いた生産性の高い作業システムが導入されていないことである。一般に、わが国の森林は急峻（きゅうしゅん）な地形にあることが多く、大型の林業機械を活用しにくいといわれているが、これだけが原因ではない。現に日本と同様に山岳地域の多くが急峻な地形であるオーストリアと日本の伐採コストを比較しても、日本の方が高いことが分かる（図表4）。オーストリアは、急峻な地形は多いものの、運材・流通ルートを整備することで高い路網密度を達成し、大型の林業機械を用いた生産性の高い作業システムを実現している。一方、日本は森林の区画が細かく分かれており、かつ所有者の分からない森林も多いために、伐採後にそのような森林を避けたルートで運搬しなければならず、結果大型の林業機械が通れるようなルートを組めず、生産性の低い伐採・搬出となっている。

続いて、担い手の数・規模の不足であるが、わが

図表 5 建築物（特に非住宅）の木造化にあたっての課題と対策に向けた取り組み状況

課題	現状	対策
① コストが高い	<ul style="list-style-type: none"> 中高層非住宅での木造化コストは一般的なS造やRC造に比べて1.5~2倍程度 補助金を活用したとしても1.2~1.3倍程度 	<ul style="list-style-type: none"> 防・耐火規制の合理化 エンジニアリングウッドの安定供給の実現 プレカット加工の推進 構法の標準化
② エンボディドカーボンの算定が難しい	<ul style="list-style-type: none"> エンジニアリングウッドのCO₂排出量原単位データが整備されていないために、算定には一定の手間がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> エンボディドカーボンの評価手法確立 EPDの普及 簡便な算定ツールの普及
③ エンボディドカーボン削減効果等を含んだ投資判定基準が存在していない	<ul style="list-style-type: none"> 省CO₂効果、炭素貯蔵効果の正確な算定が難しいために、木造化は投資市場から価値のある行為として認められていない 	<ul style="list-style-type: none"> 上記のエンボディドカーボンの見える化 国際的な情報開示・評価の枠組みへのエンボディドカーボン削減効果の組み込み(例:CDPIにおける質問項目追加)
④ 国産材の活用が難しい	<ul style="list-style-type: none"> 大型の林業機械を用いた生産性の高い作業システムが導入されていないことにより、国産材は外国産材よりも割高 森林区画が細かく、一定の規模を確保しての高効率な林業経営が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> 森林経営管理制度、樹木採取権制度による林業プレーヤーの管理規模拡大 機械化やICT活用による労働環境改善、職の魅力度向上

出所) NRI 作成

国において人口減少や高齢化が急速に進展する中で、林業従事者も例外ではなく減少の一途をたどっている。加えて、先述の通りわが国の森林所有区画は細かく分かれているために、一定の伐採規模を確保しての林業経営が難しいという特徴がある。そのため、大規模な林業プレーヤーが少なく、小規模プレーヤーばかりとなるために従事者の確保が困難となり、結果、人材供給不足による材価格の上昇につながっている。

上記の対策として、林業プレーヤーが伐採・管理できる森林規模を拡大することで、生産性を向上させるような取り組みが進められている。その代表例が森林経営管理制度と樹木採取権制度である。まず森林経営管理制度とは、経営管理が不十分な民有林を市町村がその森林所有者の委託を受け経営管理する、もしくは民間事業者に再委託するという制度である。これまでは森林所有者が自ら民間事業者に委託するなどして森林管理を行わなければならなかったが、この制度により森林管理を市町村に任せることが可能となり、管理の行き届いていない民有林の削減が期待される。加えて、市町村が林業プレーヤーに再委託する際には、林業経営に適した森林のみを

選定することで、林業プレーヤー側は事業性の高い森林を取得することができる。この森林経営管理制度は2019年4月に始まったが、2020年4月にはさらに樹木採取権制度が追加的に実施されるようになった。樹木採取権制度とは国有林の一定の区域において、その立木を基本的には10年間、安定的に採取する権利を民間事業者に設定できる制度である。これにより林業プレーヤーは森林経営管理制度で伐採に適した民有林を、樹木採取権制度で国有林を伐採することが可能となり、安定的な事業規模を確保しやすい状況が整備されている。

このような、事業規模の大規模化は、林業プレーヤーの大規模化につながるだけでなく、一定範囲の区画をまとめて管理するために路網密度の向上につながり、大型の林業機械の導入による生産性の向上が期待できる。また、機械化やICT活用は労働環境改善にもつながり、従事者の確保にも貢献する。

さらに2022年8月にJ-クレジット制度の森林管理プロジェクトに係る制度が見直され、脱炭素に取り組む企業が森林整備によって創出されたクレジットを購入することで、林業プレーヤーの収益となるような制度設計となった。これにより、収益を

得た林業プレーヤーがその資金をもとにさらに森林整備を進めるといふ好循環が期待されている。このJ-クレジット制度の森林管理プロジェクトについては、本号の江添・向井論文にて詳述しているため、そちらを参照されたい。

上記のような取り組みにより、林業の大規模化が進めば、将来的に国産材と外国産材の価格差は縮まる（ないしは逆転する）可能性もあると考える。実際に、2021年のウッドショックの際は外国産材価格の急騰により、国産材との価格差が小さくなり、国産材需要が拡大した。

3 木材の繰り返し利用によるさらなる建築物のカーボンニュートラル化

前章で言及した通り、建築物の木造化にはさまざまな課題はあるものの、各種の対策も進展しており、今後の普及が期待される。本章では、多くの建築物が木造化される世界が到来したその先に期待される、木材の再利用等より実現される、建築物のより一層の脱炭素化について論じる。

1) 木材再利用はさらなる脱炭素に貢献する

建築物はその寿命が来れば解体、廃棄される。木造建築物では、解体工事によって建設廃棄物である「建設発生木材」が発生する。これらの多くはチップ化工場に送られて、木質バイオマス燃料であるチップ・ペレットとして熱回収（サーマルリサイクル）されている。木材は燃料として燃やされた場合にも、もともと大気中の炭素が固定されたものが放出されるため、化石燃料のようにCO₂の総量の増加にはつながらない。しかし、これらの建設発生木材を、形を保ったまま再利用（マテリアルリサイクル）することができれば、炭素は大気中に放出され

ることなく、固体として貯蔵され続ける。

現在でも、一部の建設発生木材はチップ化されたのちにパーティクルボード（木片と接着剤を混合し成型した木質ボード）として再利用されている。他に、古民家に使われている寸法の大きな梁（はり）や柱は、古材として取引されることもあるが、その量は限定的である。今後、木造建築物が増加していく中で、建築物として利用された木材を、再利用木材として、再度建築物に、あるいは家具等に利用できれば、その分の建築資材の新規製造抑制、ひいてはCO₂排出量の減少、炭素貯蔵量の増加が実現できる。

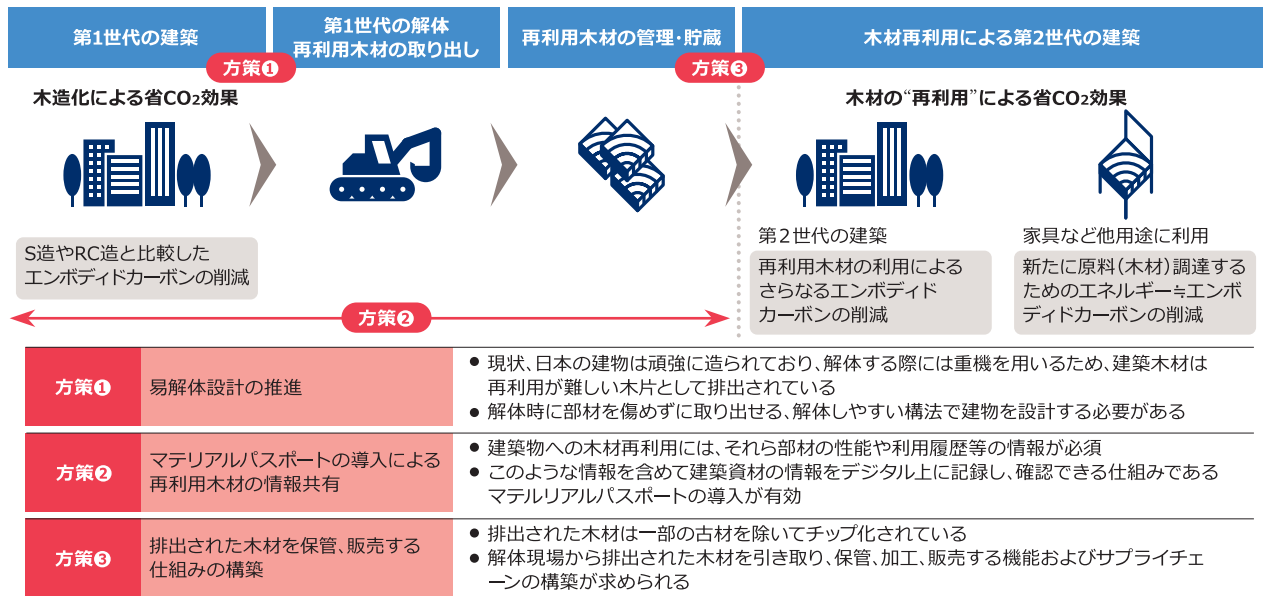
具体的には、まず、第1世代の建築物を木造化することで、エンボディドカーボンが減少する。建物の解体時に再利用可能な木材を取り出し、第2世代の建築物に利用することで、その際のエンボディドカーボンも減少させられる。あるいは、再利用に至らなかった寸法の小さい材は家具やその他の用途に利用することで、それらの商品を生み出す際の原料調達や加工のエネルギーを節約することができる。木材の耐久力の劣化状況にもよるが、これを第3世代、第4世代と繰り返していくことで、その都度、エンボディドカーボンの減少が可能である。

2) 建築木材の繰り返し利用実現に向けた方策

このようなメリットのある建築木材の再利用であるが、現状ではごく一部の事例を除いて一般的ではない^{*10}。しかし、建築物の脱炭素化への寄与、さ

※10 日本においては、沖縄サミット（2000年）や北海道洞爺湖サミット（2008年）、愛知万博（2005年）において仮設建築物として整備されたメディアセンターやパビリオンを、イベント終了後に解体し、建物に利用されていた木材を他用途に転用した事例がある

図表 6 建築木材の繰り返し利用による脱炭素化とその実現に向けた方策



出所) NRI 作成

らには循環型経済の実現という点での意義は大きいと思われる。以下に実現に向けて推進すべき三つの方策を記す（図表 6）。

(1) 易解体設計の推進

わが国の建築物は耐震性確保の観点から頑強に造られており、再利用木材を傷めずに取り出せるよう、丁寧に解体するにはコストがかかる。そのため、現在の建物解体は、重機を用いて建物を破壊しながら解体する形式がほとんどであり、再利用に向けて一定の寸法を確保できる梁や柱も、再利用不可能な細かな木片として排出されてしまう。また、接合部に釘が使われていることや、パネルに断熱材が貼り付けられているなど、仮に傷めずに木材を取り出したとしても、そのままでは利用できない形態となっていることが多い。

そのため、解体時に各部材を傷めずに解体しやすい構法の開発やその標準化が求められる。具体的には釘や接着剤を使わず、ボルトやビスを用いる、あるいは部材同士の接合部に金属をコネクターとして

利用し、解体時に木材を傷めないような形式とする、といったものである。現在でも、一部の仮設構造物では再利用を前提にこのような対策が取られているが、これらを一般の住宅や非住宅建築に広げていくことが望ましい。例えば、自動車業界や家電業界では、自動車、家電製品の設計段階から回収、解体、資源の取り出しが行われることを前提とした易解体設計を、業界を挙げて実施している。住宅業界においても同様の取り組みが期待される。

(2) マテリアルパスポートの導入による再利用木材の情報共有

再利用木材を傷めずに、再利用が可能な形態で取り出せたとしても、実際に建物にそれらの木材を利用する場合は、それらの建築木材のもともとの性能や利用履歴といった情報が求められる。原理的には建築時の設計図書を解体時まで保管していればそれらの情報は得られるものの、数十年間にわたり保管する手間や、再利用木材の利用を検討する主体（設計者、施工者など）がそれらの情報にアクセスでき

図表7 トリオドス銀行（オランダ）の木造オフィス



出所) トリオドス銀行ホームページ <https://www.triodos.nl/reehorst>

る環境構築などを踏まえると現実的ではない。

このような建築物の再利用を目的とした実証実験として、EUのHorizon2020という研究補助プログラムを利用した「Buildings as Material Banks」^{※11}が注目される。研究の概要は、建築物の解体後の再利用が可能となる易解体設計を検討し、建築資材の情報をデジタル上で記録することで、木材性能や利用履歴が確認できる仕組みを整備するというものである。この仕組みは“マテリアルパスポート”と呼ばれ、BIM情報（建築物の設計情報のデジタルデータ）から、利用されている建築資材の原料や利用歴、カーボンフットプリントといった情報を読み取り、整理、保管するものである。建築・不動産分野の循環型経済の実現を目的に設立されたMadaster財団（オランダ）は、このような機能を有するシステムであるMadaster Platform^{※12}を実際に運営している。オランダのトリオドス銀行は本プラットフォームを利用し、建築資材を再利用可能な木造オフィスを建設した。建築木材はビス接合されており、解体時ビスを取り外すことで再利用が可能な設計となっている^{※13}他、利用されている材の情報はMadaster

Platformに登録されており、将来的には再利用されることを目指している（図表7）。

(3) 排出された木材を保管、販売する仕組みの構築

再利用木材を取り出すことができ、その利用履歴などの情報があっても、実際にその木材を次世代の建築物に利用してもらうためには、それらを解体現場から持ち出し、保管、販売する機能・仕組みが必要となる。

現在は、施主などから依頼を受けた解体事業者が解体工事を行い、発生した建設発生木材の多くはリサイクル工場に持ち込まれ、チップ化、そしてサーマルリサイクルに利用されている。また、一部の古

※11 <https://www.bamb2020.eu/>

※12 <https://madaster.com/platform/>

※13 Dezeen, “Triodos Bank is a reversible timber-framed office nestled in Dutch woodland” <https://www.dezeen.com/2021/02/21/triodos-bank-remountable-office-rau-architects-ex-interiors/>

民家については、家の持ち主と解体工事を担当する地域の工務店の協議により、解体した古材を古材業者に引き取ってもらい、古材事業者がそれら古材を保管、加工、販売している。これは、古材という特殊な材ゆえに成立している状況であるが、将来的に、建設発生木材を再利用することが、省CO₂効果の面、あるいは資材の調達コストの面から有利となる場合は、同様の引き取り、保管、加工、販売の機能を誰かが担うことで、再利用市場が成立すると思われる。

関連事例として、アムステルダム市の取り組みがあげられる。アムステルダム市では循環型経済の実現に向けたビジョンの中で、先に記載したマテリアルパスポートのようなプラットフォームや、回収のための物流システム、廃棄物を一時的にストックする場所の確保を行っていくとしている^{※14}。この構想はまだ検討の途上ではあるものの、具体的な事例も見られる。アムステルダム市内で2021年に改装された屋内自転車競技場では、解体時に排出された木材を市民が1平方メートルあたり5ユーロで引き取り、家具などの材料として利用した^{※15}。この取り組みは循環型社会の推進を目的とする財団がリードすることで実現したものである。対象となった自転車競技場自体が歴史的なものであり、それが木材引き取りのインセンティブになった面もあるようだが、有償で再利用木材が取引された例として注目に値する。前述したようにアムステルダム市では、このような再利用木材の活用を推進していくとしており、わが国においても、建築資材メーカー、設計・施工事業者、自治体を含む木造建築物の所有者の協力によって同様の取り組みが可能ではないかと思われる。

4 おわりに

本号の早川・大江論文にも示された通り、わが国の建築物の脱炭素化に向けては、エンボディドカーボンの削減が重要となり、そのために建築物の木造化は有効な手法である。本格的な普及に向けては課題もあるものの、本稿でも整理した各種の活動により、その進展が期待される。そして、この建築物の木造化の世界観からさらに一歩進んで、木材再利用による、さらなる建築物の脱炭素化の可能性について言及した。現時点では実現に向けてステップを踏んでいく必要はあるものの、脱炭素化のみならず、循環型経済の実現に向けても有効な手段ではないだろうか。また、これらは伝統的に、建築物に木材を利用してきたわが国でこそ、世界に先駆けて実施していくべき取り組みだと考えられる。

※14 「Circular Amsterdam. A vision and action agenda for the city and metropolitan area」(2016)

※15 <https://www.nieuwamsterdamsklimaat.nl/initiatieven/wielerbaan-velodrome-duurzaam-verbeterd-en-oude-vloerhergebruikt>

●…… 筆者

溝口 卓弥 (みぞぐち たくや)

株式会社 野村総合研究所

アーバンイノベーションコンサルティング部

プリンシパル

専門は、住宅・不動産・都市分野の事業戦略

策定、政策形成支援など

E-mail: t2-mizoguchi@nri.co.jp

●…… 筆者

青木 笙悟 (あおき しょうご)

株式会社 野村総合研究所

アーバンイノベーションコンサルティング部

シニアコンサルタント

専門は、住宅・不動産分野の事業戦略策定

など

E-mail: s3-aoki@nri.co.jp