

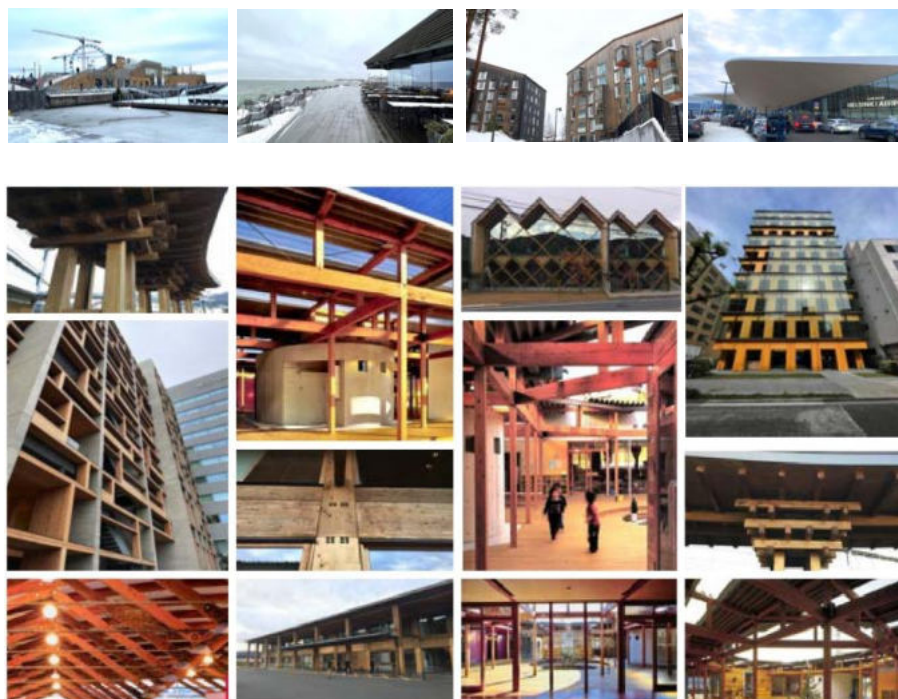
令和4年度 国土交通省

「住宅・建築生産性向上促進事業（うち、良質なストック形成、  
既存住宅流通・リフォーム市場の環境整備等に関する事業）」  
木造建築物における合理的な耐用年数の調査・研究

報告書

（本編）

令和5（2023）3月



一般社団法人リファイニング建築・都市再生協会

## 目次

### 著者リスト

序章	はじめに	
序-1	はじめに 木造建築の耐用年数調査について	…… 1
序-2	対談	…… 2
I 章	背景と目的、既往の研究	
I-1	背景・目的	…… 5
	参考資料：「木造建築の未来を考える会」	…… 6
I-2	1 既往の研究 技術面からみた評価	……15
	2 木造建築の物理的劣化	……24
	3 木材の色の变化	……37
	4 木材と他の材料との組み合わせによる印象の違い	……39
	5 既往研究リスト	……41
I-3	既往の研究 評価手法	
	既往研究リスト：評価に関わる項目と参考論文	……45
II 章	問題提起と本調査の方法	
II-1	調査項目、調査対象	……66
II-2	構法	
	1 建築物で使用される木質材料	……71
	2 SDGs社会から取りこぼされる木の世界と事例集	……75
	3 耐用性、部品の寿命、腐朽、錆、基礎コンクリート耐久性	……90
II-3	金融機関の融資に対する一般的な考え方	……91
III 章	国内事例分析 技術面から見た耐用性評価	
III-1	部材、部位の劣化対策と劣化外力、寿命の考え方	
III-2	調査対象建物一覧	……99
	国内（10～12事例）	……110
IV 章	海外事例とインタビュー調査	
IV-1	海外事例	……167
IV-2	国外のインタビュー調査	……228
V 章	考察	
V-1	鉄筋コンクリート・鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物の耐用年数評価について	……470
V-2	金物の耐久性と劣化対策	……476
VI 章	普及活動	
VI-1	本調査及びシンポジウムの開催の経緯	……477
VI-2	発表内容の要約と参考資料	……480
VI-3	パネルディスカッションの内容	……560
VII 章	資料編	
VII-1	委員会議事録、開催記録	

## 著者リスト (50音順)

**青木 茂** (Professor Shigeru Aoki, Dr. of Eng.) 一般社団法人リファイニング建築・都市再生協会代表理事、株式会社青木茂建築工房代表取締役。1948年大分生まれ。近畿大学九州工学部建築学科卒業。1977年アオキ建築設計事務所(現・青木茂建築工房)設立。2007年東京大学大学院にて博士号取得。現在、大連理工大学客員教授、日本文理大学客員教授、韓国モグオン大学特任教授、前橋工科大学客員教授。  
担当執筆箇所：序 1-1, III-2, VI-1, VI-3

**秋山 徹** (Toru Akiyama, First-class Architect, Dr. of Architecture.) 株式会社青木茂建築工房取締役東京事務所所長。1976年新潟生まれ。2000年東京都立大学工学部建築学科卒、2002年東京都立大学大学院工学研究科建築学修了、2002年株式会社青木茂建築工房入社。2014年より取締役、2022年東京都立大学都市環境科学研究科博士後期課程建築学域修了、博士(建築学)。  
担当執筆箇所：V-1, VI-2, VI-3

**石山央樹** (Hiroki Ishiyama, Dr. Eng.) 大阪公立大学 准教授。1975年静岡生まれ。1998年東京大学工学部建築学科卒、2000年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了、2009年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、住友林業株式会社住宅本部、同筑波研究所主任研究員、中部大学講師、准教授を経て2018年より現職。博士(工学)。技術士(建設部門)。構造設計一級建築士。共著書に「本質を理解しながら学ぶ建築数理」、「図説 建築構法」、「図説 建築施工」など。2021年第24回木材活用コンクール【未来の山創り賞】受賞(共同)。  
担当執筆箇所：I-2-2~2-5, II-1, II-2-3, III-1, III-2, V-2, VI-2, VI-3

**五十田博** (Profssor Hiroshi Isoda, Dr. of Eng.) 京都大学生存圏研究所生活圏木質構造科学分野

教授 博士(工学)。1965年新潟市生まれ。新潟大学工学部建築学科卒業、1990年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。信州大学工学部助手、准教授、教授、建設省建築研究所(現国立研究開発法人建築研究所)主任研究員を経て2013年京都大学生存圏研究所教授。カリフォルニア大学サンディエゴ校在外研究員、ニューヨーク州立大学バッファロー校客員研究員などを歴任。博士(工学)。研究分野は、木造建築の耐震安全性に関する研究、中層大規模木造建築の開発と性能評価、CLTなどの新材料や新たな構造システムの開発と構造性能評価など。2011年 Raymond C. Reese Research Prize ASCE American Society of Civil Engineering、2011年日本建築学会賞(論文)日本建築学会、2015年地球温暖化防止活動環境大臣表彰、2019年科学技術分野の文部科学大臣表彰、など。

**坂口大史** (Associate Professor Daishi Sakaguchi, Ph.D.) 日本福祉大学健康科学部福祉工学科建築バリアフリー専修 准教授。1985年名古屋生まれ。フィンランドアアルト大学大学院博士前期課程修了、名古屋工業大学大学院博士後期課程修了 博士(学術)、一級建築士。日本福祉大学建築バリアフリー専修助教を経て現在、日本福祉大学建築バリアフリー専修准教授、名古屋工業大学高度防災工学センター客員准教授。中大規模の木造建築設計計画を中心に、フィンランドの中高層木造建築、内装木質化による創造性や心理・生理的効果等について研究。森と都市の連関による持続可能な社会を構築するため、グローバルな教育・研究・設計活動に奮闘中。  
担当執筆箇所：IV-1, IV-2, VI-2, VI-3

**田野倉徹也**  
担当執筆箇所：II-2-2

**中島史郎**  
担当執筆箇所：I-2-1

## 平野陽子

担当執筆箇所：II-2-1

## 藤野戸孝史

担当執筆箇所：II-3, VI-2, VI-3

## 村上 心 (Professor Shin Murakami, Dr. of Eng. )

梶山女学園大学生活科学部/生活科学研究科 教授。1960年大阪生まれ。東京大学工学部建築学科卒、1992年東京大学大学院博士課程満了、梶山女学園大学講師、助教授・准教授を経て2007年教授。1997年TUDelft OBOM 研究所客員研究員。2011年より遼寧工程技術大学客員教授。建築学者。博士（工学）。著書に「貨幣・緑・壁」「The Grand Tour—世界の建築風景—」、「建築再生の進め方」、訳書に「サステイナブル集合住宅」など。毎月第二火曜日 2000-2100 ; MidFM 「Dr.M と EMU の HIPER SPACE CREATION」放送中。2022年 WBC2022 Best Paper Award、2022年国土交通省「まちづくりアワード」（共同）、2021年第24回木材活用コンクール【未来の山創り賞】、2021年 SDReview 入選（共同）、2016年国土交通大臣賞「手づくり郷土賞」（共同）、2013年公益社団法人日本港湾協会企画賞（共同）、2008年度都市住宅学会著作賞、2007年日本ディスプレイ大賞入選、2002・2004・2005年我が家のリフォームコンテスト入賞設計、など。

担当執筆箇所：序-2, I-1, I-3-1, III-2, VI-2, VI



## 序章 はじめに

### 序-1 木造建築の耐用年数調査について

鉄筋コンクリート造の耐震化は、地震への備えとして行うことになったのが始まりである。耐震診断を行い、耐震補強を行っている実際の現場を見ると、耐震化だけでは建築の長寿命化への備えは不十分であると思えた。そこで、意匠設計、構造設計ともに全てを進めることを1960年頃から始めていた。その頃対象となる建物のほとんどが公共建築であった。

大分県内で3棟ほどの公共建築を再生したことを手始めに、民間の建物の依頼へと徐々に移行していった。ちょうど姉齒事件のころである。

福岡県田川市で頼まれた仕事は、情報として平面図しかなく、役所の台帳記載には確認申請（計画通知）は提出されていたが、検査済証はなし、断面図などの建築図書もほとんど保管されていなかった。この建物は、旧国鉄の官舎であり、建物のオーナーは転売の末にこの建物を所得していた。再生の計画は1階には福祉施設を、上階は福祉用のアパートに改築してほしいとの要望があった。建物に関する情報もほとんどなく、大変だと思ったが、新たなことに取り組む面白さがあり、この依頼を受けることにした。

まず、役所に何が必要か問い合わせた。再度確認申請を提出したいので、どのようにしたらいいのかと聞いたら、まずその建物が作られたときの建築基準法に適合していることを証明してほしいと言われた。そこで、建物の実測を行うことにした。建物のすべての隅から隅まで測り、それらを3Dモデリングによって3Dデータ化して、具体的なプランを始めた。それと同時に鉄筋量や状態の把握、主筋はハツリ調査によって、帯筋はレーザーによって測定した。このことにより、コンクリートの躯体と鉄筋が3Dデータ化された立体として見えることになった。合わせて、コンクリートの中性化の測定もおこなった。基礎は3カ所を掘りかえし、実際に掘り返すことで得られた基礎の寸法をもとに図面を起こして、すべての図面が

揃った。この時点で耐震診断を行った。これらの結果をもって役所の協議に行ったら、こんなにちゃんとやってなるよろしいだろうと言うことで印鑑が押された。この実測で作られた図面をもとにして、耐震診断で耐震設計を行い、耐震工事を行うことをしていた。一方で、耐震補強は一般的に、水平力のための対応策であるので垂直力の対応をどうするかと言うことを次に考えていた。つまり長期荷重に対する対応をどうするかということである。

建物は長期間使用していると初期の工事ミス、クラックや欠損が出てくる。それらを補修して元々の断面を加工することが長期荷重に対する対応になるのではないかと考えた。そこで、全て欠損を洗い出し、不具合を一つずつ補修することを行い、それらを全て記録として残すこととした。上記の対応によって耐震の水平力の対応と垂直の力に対するすべてのことに対応ができた。結果として、この建物は本来所有している耐力を確保したまま新しい耐震基準により補強することになり、長期の利用が可能となる建築へ生まれ変わることになった。

その後、東京都内のマンションで賃貸住宅を遺産相続の関係で手放すことになったため、それを分譲マンションができないかと言う相談があった。そこで同じ手法により建物の調査を行い、すべての見える化を図った。その上で、耐震設計及び欠損等も含めて全て調査した後に、耐震補強と補修等を行い完成させた。

この時、融資先の銀行に確認申請書と検査済書、耐震や補修の記録を作っている家歴書をお見せした。この家歴書はどこをどのように補修補強を行ったかと言うことを全て記録している。銀行から言われた事は、このコンクリートがあと何年間、使えるのか耐用年数の調査を行ってほしいということであった。調査内容はコンクリートの中性化、圧縮強度、塩分濃度、水セメント比の4点であった。青木茂建築工房と融資先のりそな銀行、そしてERIソリューションとで耐用年数推定調査を行い、融資が決定された。その後、1社だけでなく、

同じような調査、耐震や補修の対応ができる会社をもう1社作ってほしいとの依頼を受け、日本建築センターに資料を提出し、建築センター独自の手法で耐用年数調査を行った。

ほとんどの建物は建築再生（リファイニング建築）が完了後、50年以上の耐用年数を確保している。築年数が50年以上の建物を耐用年数が短いもので50年、長いもので100年を超える耐用年数を設定することとなった。これらコンクリート構造の詳しい内容については、後の秋山徹氏の論文に記載しているので参照して欲しい。

以上のことにより、コンクリート構造の建物はこれまでの法定耐用年数という呪縛から解放されたと考えている。これにより、日本における建築は長寿命建築の時代を迎えることになる。

今回、中高層木造建築の耐用年数の調査にあたり、以下の7つの項目を行うことによってコンクリート同等の耐用年数調査ができるのではないかと考えた。

1. 木材の産地
2. 木材の材種
3. これらを束ねるための接着剤
4. 火災における対応時間
5. 腐食における経年数の設定
6. 接合部の金物
7. コンクリート

である。以上のことを総合的に調査し、まとめあげれば耐用年数調査の把握ができるのではないかと考えている。

ただし、日本にはまだ大型の木造建築の事例が少なく、欧米における事例の調査が必要ではないかと思われる。日本には伝統的建築、例えば寺社仏閣のような大断面の木材を使った建築物は一定量あるため、それらも調査対象とすることも必要ではないかと思う。これらのことを総合的に勘案することにより、日本における中高層木造建築の耐用年数調査の確立ができるのかと考えている。

## 序-2 対談

日本の再生マーケットの市場規模は、10～20年前で見ると、建設売上全体の15～20%と言われていました。

現在はそれが急速に伸び、およそ30～40%にまでに膨らんでいます。ヨーロッパでは50%を超え、多い国では60%というところもあるほどです。人口減少時代を迎えた日本においては、今後、学校の統廃合による廃校の増加や空き家問題などで既存物件は増える一方。再生市場は、ヨーロッパ並みの割合に到達しようとしています

——そもそも、それだけの市場規模がありながら、なぜ「再生建築」は浸透しにくいのでしょうか。

青木 建設業界では、まず、「新築ではない」ということに抵抗感があるからね。

村上 今までにやったことないことをやりたくないという心境があるんです。日本の建設業は新築中心でシステムができ、部品も技術も職人もそれでやるのが一番楽。教育もそうです。いまだに大学教育の現場でも新築しか教えない。教える側も「新築」しか知らないという問題があります。

青木 現場にいる人間であっても、教育に携わっている人間であっても、リフォームとリノベーションとリファイニングの違いについて、そもそも認識が足りてない。

簡単に言えば、リフォームというのは、お風呂をやり替えるとかトイレをやり替えるとか、カーペットを張り替える、壁紙を張り替えるという機能の回復。リノベーションは、部屋の一室改修することで、生活スタイルを変える改修。これらふたつは、建築基準法の法律行為に基づいてはいません。

一方で、僕がやっている「リファイニング建築」は、法律行為に基づいています。ライセンスを持った技術者が行わなければ、本物の長寿命建築にならない。そこに大きなハードルがあります。

村上 建物にはフェーズがあって、第1段階目の修繕、第2段階目の時代に合わせた性能の向上、第3段階目の用途変更、そして、第4段階目の建て替えがある。これらが連続的に行わなければなりません。

青木先生のリファイニング建築は建て替えないで建て替えと同じ効果を出すから、再生の中では最もレベルの高い、1、2、3を含めた第3.5段階と言えます。これを早く体系化し、教育の現場にも落とし込んでいかなければならない。

内藤 同感です。まして、環境共生や廃材の問題、建築資材の高騰が叫ばれる昨今は、「再生」にもっと重きが置かれてもいいと思いますが。

青木 「再生」という言葉を、第1段階、第2段階のリフォームブームで止めてしまっただめ。現行法に準法した建物に蘇らせることを本当の「再生建築」と呼ぶ文化を作らないといけない。「新築より優れている」ことを訴えない限りは、進んでいかないと考えています。

内藤 これから建設業界が直面する問題は、人口減少による新築受注数の減少です。人間の世界では子供が減って高齢者が増えるのと同様、建物の世界でも、古い建物がどんどん増えていきます。ですから、建設業界でこれから伸びていくマーケットというのは、年をとった建物に対するソリューションなんです。

確実に拡大するこの市場に対し、的確な治療と診断ができる建設ドクターの存在はますます求められていくと思っています。

**——そこまで分かっているのに、建設業界はいまだに新築中心の発想です。**

村上 先ほどから申し上げてきたように、これまで新築中心の生産システムできましたから、再生に対応する生産システムができていないことです。生産システムとは何かというと、例えば部品

供給だったり、建設技術だったり職人だったりがか全く整備されていないことが挙げられます。その上、バックボーンとなる教育もできてないという状況があります。

その中で、内藤建設はいち早く建設ドクターを養成し、市場拡大に備えようとしていますが、それはかなり先駆的な話であって、全体はまだまだ追いついていないのが現状です。

青木 結局古い建築物を再生するには何よりも最初の調査が大事なんだけど、その仕方がわからないという壁にまずはぶつかってしまう。

村上 ちゃんと調査すればいいし、調査が行き届かないところは、「予備費用を見てください」と前もってお施主さんに言うことも必要だけど、そういうノウハウ自体が新築ありきできた人たちにはわからない。理解ができない。だから再生建築には再生専用の人材が欠かせないし、現場にはマルチスキルを持った多能工の職人が必要なんです。

内藤 要するに後工程まで分かってやるか、後工程を分からずにただ作業するか。両者の動きは全く違いますね。

村上 そもそも話になりますが、設計者が描いた図面通りに部品を調達して組み合わせるといのは実は、割と近代的な概念なんです。

大昔は出入りの棟梁がいて、頻りに顔を出して、どうですか、こうですかってやっていた時代が日本にもあった訳です。それがなぜか請け負いになって、図面どおりに造るという西洋的な建設業に変化していった。けれど、再びやっぱりものをつくるってところから、場をつくって、環境をつくっていくというふうに建設業は変わっていかなければならない。

足りないから造る、ないから造る、ではなくて、あるけど造るというふうに思考を変えていかないといけないと思います。

そのときの前提として、再生建築がなぜいいのか、という理由がもう一つあります。それは、例えば100年後の未来は誰にもわからないでしょう。今年できた最新鋭の建物でも100年後は時代に合わなくなってきているはずです。もしかすると100年後邪魔者になってしまっているかもしれない。

だから、時代時代に合わせて変化していく作業を建築ゴールとして取り入れようというのが再生建築です。

内藤 例えば大手ゼネコンとかは、新築でロボットの活用を奨励しようとしていますね。けれど、地方で再生建築ができる多能工の職人をしっかり育てることができたら、それはもしかすると大手に対抗できることになるのではないのでしょうか。

青木 そう思いますよ。大手は効率化が最優先だから、多分そういう時間がかかる職人の育成はできないと思う。向いている方向性が違うんだよね。

内藤 効率化のほうにばかりいくと面白くない仕事ばかりになっていくと思うんですよ。

私自身生産性を高めて業績を上げたい気持ちは大いにありますが、それ以上に、面白いこと、クリエイティブなことをやりたいという気持ちが強いんです。ですから、そういう意味でのDXとかデジタル化とかはやりますが、それはあくまでもツール。めんどくさい、人間にしかできないような仕事にこそ、面白さを感じられる集団でありたいと思います。

村上 それはロボットにはできないですからね。最後の人間の役割だと思います。

内藤 人間しかできないことに舵を切っていきたい。そしてそれが建設ドクターの仕事だと伝えたいですね。

——本日ここには、再生建築の権威と言える3名が集っている訳ですが、岐阜発信で、全国に「再生建築」を広めていくことはできないものでしょうか。

青木 それは面白いと思いますね。岐阜や名古屋は、地域に製造業があるでしょう。これは「地の利」以外の何物でもない。つまり、何かやろうと思った時、すぐ隣にそういうできる人材がいるという恵まれた立地だということです。僕はどこで建築を覚えたかというと、大学じゃない、田舎の仲間に習ったんですよ。田舎に帰ったら、小学校とか中学校の同級生が大工になっていた。僕は彼らから建築を学んだんです。そのときに、日本の建築技術ってすごいなと思ったの。大工で、修業が明けて大工道具一式もらおうと、もうすぐに家でも造りきりますよ。多分こういう環境は東京では無理なんです。

村上 そうですね、岐阜、ちょうどいいじゃないですか。青木先生が提唱してきた、リファイニング建築も実績が100件を超えたあたりから体系ができてきて、では次に何が必要かということ、伝えるメディアだったでしょう。だから青木先生は首都大学東京で学生達に再生建築を教えて来られました。体系化されただけではダメで、それを教育する、職人も設計者も育てていく手段だったりメディアが必要です。

内藤 そういう意味では、今、岐阜にある4つの大学には建築学科さえないのが実情です。私たちは採用するとき名古屋まで行って説明会をして人を引っ張ってきている。本当に苦労しています。内藤建設として再生建築に力を入れていこうと思った時、やっぱり地元で学ぶ環境があるかないかは大きく違います。これから建築ドクターを育成していく時、その前段階として学ぶ場、再生建築学部をなんとでも岐阜に作らないといけない、遅くとも5年以内には作りたい、そう思っています。

## I 章 背景と目的、既往の研究

### I-1 背景と目的

森林に恵まれた我が国においては、古来より、建築材料として木が用いられてきた。それに伴い、木造建築の独自技術が発達し、加えて、大陸より伝来した技術と融合して、江戸時代には世界最高峰の木造技術を有するに至ったとも言われている。

明治時代以降は、欧米の石造やレンガ造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の技術移入が行われたが、依然として木造は建築の中心に位置付けられた。しかしながら、1923年の関東大震災が転機となった。10万人を超える死者・行方不明者を出した大災害の建物被害の内訳は、全壊10万9千棟、全焼21万2千棟であり、圧死者に比して圧倒的多数の焼死者が出た。

これをきっかけとして、官民学が連携した都市の不燃化が促進され、木造建築、特に、大型木造建築、3階建以上の木造建築は制限され、木造建築は不遇の時代を迎えた。

この状況が徐々に変化したのは、昭和末期の米国の圧力による木材輸入の緩和であった。更に、平成10年、12年の建築基準法令の性能規定化、平成22年の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」らを契機に、現在、大型木造建築の普及が促進されている。

また、地球環境、持続可能な開発の視点からも、木造建築の普及促進は、喫緊の課題であることは言うまでもない。

木造建築が有する優位性として、上述した地球環境への貢献、心理的魅力、軽量、部品交換の容易性、森林を有する日本の資源としての価値、等が挙げられる。一方で、耐火性能、防音性能、耐久性、コスト、等の技術的課題や、木造建築の寿命の設定、維持管理費用の予測の難しさ等が、融資、資金調達、不動産売買等を阻害しており、大型木造建築の促進を阻害している(資料「木造建築の未来を考える会」2022/9/15版 参照)。

本調査では、木造建築物の合理的耐用年数を示

すために、1 既往の関連研究を概観した上で、2 耐用年数に関わる項目を抽出し、3 国内の大型木造建築事例及びフィンランドの大型木造建築事例を収集・整理し、4 フィンランドの木造建築関係者とのインタビュー・ディスカッションを行い、5 普及啓蒙及び調査のまとめと今後の課題を示す為のシンポジウムを開催するものである。

〇〇〇 御中

# 「木造建築の未来を考える会」

森林資源を守り、育む「サーキュラーエコノミー」を実現する社会へ  
第1回会合（キックオフMtg）のご案内

日時：2022年9月15日(木) 9時半開始  
場所：三井住友銀行本店会議室

2022年9月  
株式会社三井住友銀行  
法人戦略部



Copyright © 2022 Sumitomo Mitsui Banking Corporation. All Rights Reserved.

## はじめに

このたび、木造建築物普及推進のための検討会「木造建築の未来を考える会」立ち上げに関するディスカッション資料を作成致しました。本書は貴社とのディスカッションを目的として作成したものであり、以下の点につき予めご理解願います。

本書は一般に信頼出来ると思われる資料に基づき作成致しておりますが、その信憑性・正確性につき、弊社独自に確認したものではありません。本書記載の内容は、その時々金融環境・制度改正等に応じて変更になる可能性がございます。また金利や株価等について将来の動向や数値等を保証したり、断定するものではありません。

本書記載の数値等は、市場実勢から推定される調達可能な金額等を表したものではありません。また当該数値等をもって、本書記載のスキーム・取引・サービス等（以下、「スキーム等」）を勧誘するものではありません。本書記載のスキーム等の詳細については、貴社ご要望により別途提案させていただきます。

本書記載のスキーム等の中には弊社で取扱いできない場合もございます。また弊社として同スキーム等の提供をお約束するものではありません（例えば、ご融資の際には弊社所定の審査がございます。審査の結果ご希望にそえない場合がございます）。

本書記載のスキーム等の取り組みを検討される際には、その内容及び税務・会計上の処理、貴社が負うこととなる各種リスク等について、税理士・公認会計士・弁護士等の専門家にご相談の上、必ず貴社自身にてご判断下さい。

本書は、あくまで本書記載のスキーム等について貴社が検討する目的のみご利用頂き、本書または本書の複製等を貴社及び上記専門家等以外の法人・個人には開示しないようお願い致します。

弊行は、貴社の自由かつ自主的なご判断により、お取引いただくことを前提としております。このため、弊行が本書にもとづき将来行う提案等を受諾いただくことを融資取引等の取組や継続の条件とし、将来行う提案等をお受けいただかないことを理由に、弊行との融資取引等の取組や継続に関して、不利なお取扱いをしたりすることは一切ありません。この点に関しまして、万が一、ご懸念等ございましたら、以下の「お客さま相談窓口」までご相談下さい。なお、ご相談・ご照会をいただいたことや、その内容により、貴社が不利益を被ることは一切ございません。

「お客さま相談窓口」

フリーダイヤル

0120-702-061

弊行は、お客さまとの間に生じた苦情・紛争の取扱いに関しまして、銀行法上の「指定紛争解決機関」として金融庁長官から指定を受けた一般社団法人全国銀行協会と契約を締結しております。本書に関しまして、何等かご不満な点がございましたら、弊行に直接お申出を頂くほか、同協会が運営する全国銀行協会相談室にご相談・ご照会いただくことも可能です。

一般社団法人全国銀行協会 全国銀行協会相談室

0570-017109

または

03-5252-3772

また上記以外で本書に関するご質問については、以下の先までご連絡下さい。

法人戦略部

杉山 ひろみ

03-4333-4939

# 「木造建築の未来を考える会」

森林資源を守り、育む「サーキュラーエコノミー」を実現する社会へ／第1回会合（キックオフMtg）

**日時** 2022年9月15日(木) 9:30~11:30 (9:00開場)

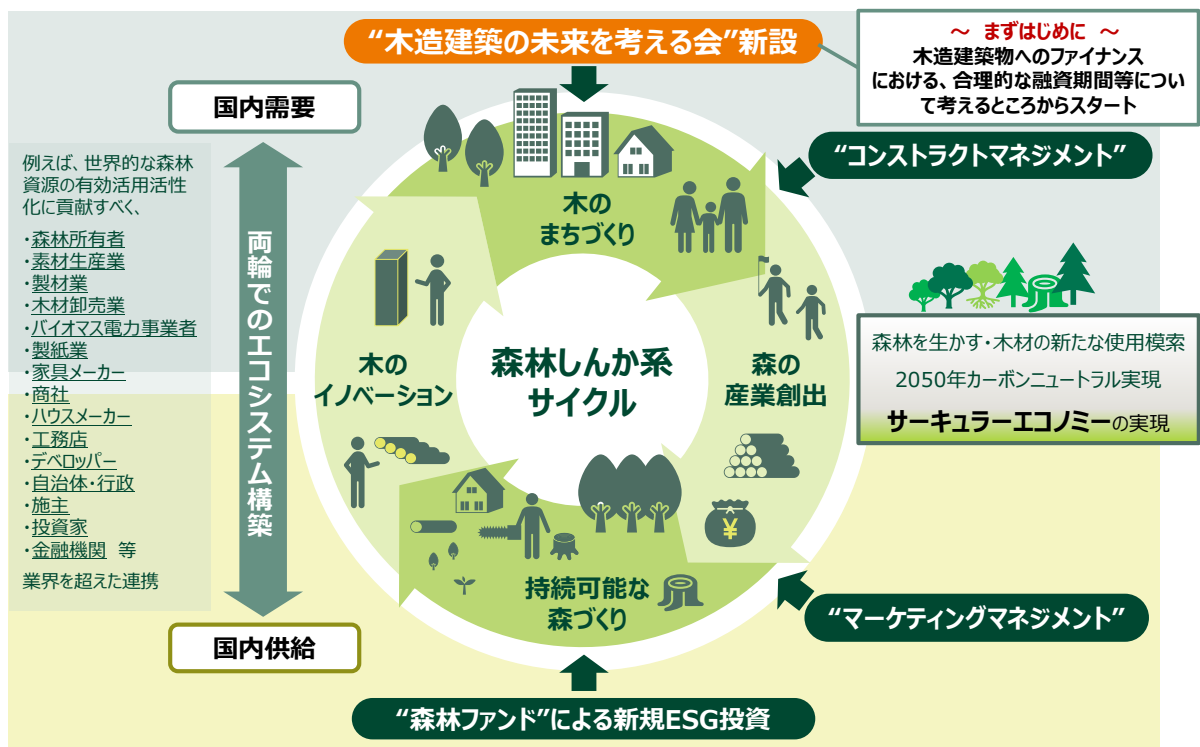
**場所** 三井住友銀行本店511会議室

## 本日のスケジュール

- 9:00 会場
- 9:30 開会
- 9:35 ご挨拶 三井住友銀行 専務執行役員 沢田 渉
- 9:40 ご挨拶 国土交通省 木造住宅振興室 室長 石井 秀明さま
- 9:45 「木造建築の未来を考える会」立ち上げの経緯及び趣旨等についてのご説明  
(三井住友銀行／木造建築物普及推進プロジェクトリーダー 藤野戸 孝史)
- 10:05 分科会①／第1回検討テーマについてのご説明  
(一般社団法人リファイニング建築・都市再生協会理事長 青木 茂さま)
- 10:30 参加者皆さまのご紹介 ※ 代表者の方より、ひと言お願い申し上げます。
- 10:50 意見交換
- 11:00 ご挨拶 三井住友銀行 取締役兼専務執行役員 工藤 禎子
- 11:05 ネットワーキングやお名刺交換のお時間として頂ければと存じます。
- 11:30 閉会 ※会場は12時迄

## サーキュラーエコノミー実現のために（施策イメージ図）

収穫期を迎えた森林を伐採、再度苗を植え、育て、伐採するサイクルが必要不可欠



出所：林野庁HP、株式会社竹中工務店さま作成資料（竹中工務店の木造建築への取組み）を基に弊行にてアレンジを加え作成



# サーキュラーエコノミー実現のため（“木造建築の未来を考える会”新設）

“木造建築の未来を考える会”の立ち上げの目的及びその検討内容（案）は以下の通り。

## 目的

- **木造建築物普及・促進に向け、ファイナンスの実務面の課題を解決し、カーボンニュートラルの実現に向けた動きを加速させることが目的。**
- 住居系の木造建築物の法定耐用年数は22年。その普及に不可欠な金融機関のファイナンス判断において、重要な物差し。従来は、上掲の通り、相対的に短期間であり、木造建築物宛ファイナンス採り上げにおけるハードルの一つ。
- 一方、木造建築技術の進展につれて、耐震性・耐火性・耐久性等の改善が図られてきており、木造建築物の実質的な寿命（経済的な耐用年数）は伸びているものと考えられる。
- **木造建築物の二次流通促進も、普及の必須条件**だが、法定耐用年数の短さがネックの一つとなり、**REITによる木造建築物の取得・ポートフォリオ編入が進展しにくい状況。**
- 上記の課題解消のため、「木造建築物でもSRCやRCと経済的な耐震・耐火・耐久性等に照らし、経済的耐用年数は同等」といった、一定程度の客観性・合理性を有するロジックを組み立てると共に、ファイナンス判断に**必要不可欠な経済耐用年数に係る意見書、エンジニアリングレポートの業界スタンダード策定を検討**するもの。
- 本件は、実務界（金融機関等）単独での解決は困難なため、学識経験者を含めたメンバーに参画頂き、“**木造建築の未来を考える会**”を設置するもの。

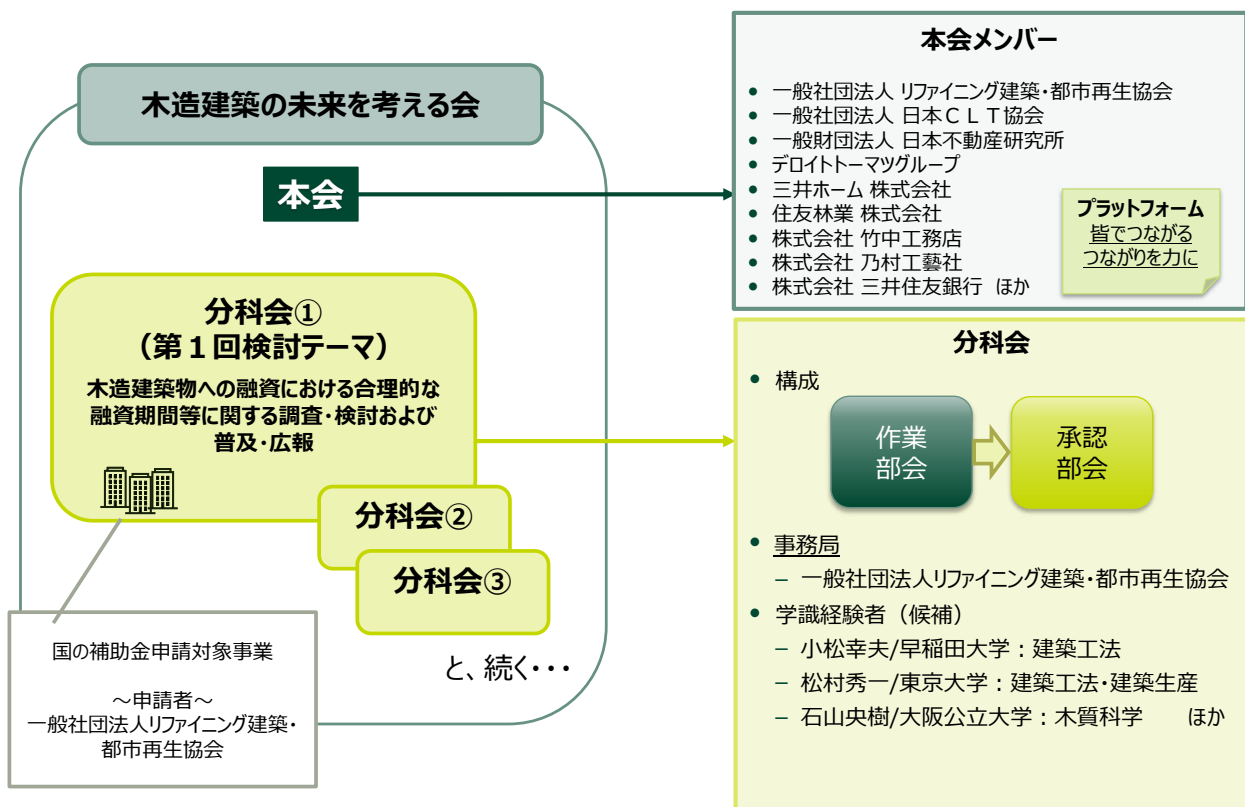
## 検討内容（案）

- 建築物の融資審査に必要になると想定される建築物の調査書（エンジニアリング・レポート）等の情報収集し、運用実態や課題を整理。
- 建築物への融資に対する対応実態や要望等について、建設関連事業者等から情報を収集。
- 建築物の融資審査に必要な要件（エンジニアリング・レポートの活用等を含む）について、金融機関等から意見を聴取。
- 木造建築物の耐用性等の判断方法について、既往評価方法（※）を参考にしつつ、建築物の初期性能や維持管理の観点に留意して、検討を実施。
- 金融機関等の融資審査に資するエンジニアリング・レポート等の木造建築の耐用年限の証左となりうる雛形素案を作成し、金融機関等の融資を可能とする枠組みを整理。

（※）建築物の耐用性等に関する評価方法の例

- ✓ 木造建築物の耐久設計評価支援ツール（国立研究開発法人建築研究所）
- ✓ 鉄筋コンクリート造建築物の耐用年数評価（一般財団法人日本建築センター）

# 「木造建築の未来を考える会」について





## 分科会① 第1回検討テーマ

### 「木造建築物への融資における合理的な融資期間等に関する調査・検討および普及・広報」

まず、「木造建築の未来を考える会」ではじめの検討テーマは、上記のとおりです。

#### ～ 端的には、「非住宅含め木造建築物のER作成のための基盤作り」をする～

「木造建築物でもSRCやRCと経済的な耐震・耐火・耐久性等に照らし、経済的耐用年数は同等」といった、一定程度の客観性・合理性を有するロジックを組み立てると共に、ファイナンス判断に**必要不可欠な経済耐用年数に係る意見書、エンジニアリングレポートの業界スタンダード策定を検討**

木造建築物等、森林資源に係る需要を創出

- (効果①) 木造建築物に対する長期のファイナンス支援
- (効果②) 二次流通・中古市場の整備・確立（不動産としての流動性向上に寄与）
- (効果③) REITやファンド等による木造建築物の取得※REITマーケットの規模は後記ご参照



木造建築物普及・促進に向け、ファイナンスの実務面の課題を解決し、サーキュラーエコノミーを促進



森林を生かす・木材の新たな使用模索  
2050年カーボンニュートラル実現



## 今後のスケジュール

### 木造建築の未来を考える会（本会）

月1回程度の開催（ウェブ開催併用）  
毎月第●週の●曜日

分科会の活動状況を共有、ディスカッション

事務局／株式会社三井住友銀行

情報共有

### 分科会① 第1回検討テーマ

木造建築物への融資における合理的な  
融資期間等に関する調査・検討および普及・広報

事務局／  
一般社団法人リファイニング建築・都市再生協会

作業  
部会

2022年10月～2022年3月までの活動 ※国の補助金申請対象事業  
2022年4月以降も継続予定

承認  
部会

作業部会の状況に応じて、適宜、必要に応じて開催

「木造建築の未来を考える会」の目的は、木造建築物の普及・促進、それらを通じて、カーボンニュートラル実現に向けた動きを加速させること

今後さらに、大きなムーブメントになるように…

本会での検討内容を適宜、広く公表することも思案中でございます。  
実施につきましては、本会にてご相談させて頂きたく存じます。

1. 報告会実施
2. プレス発表
3. 勉強会の実施
4. イベントの実施 など



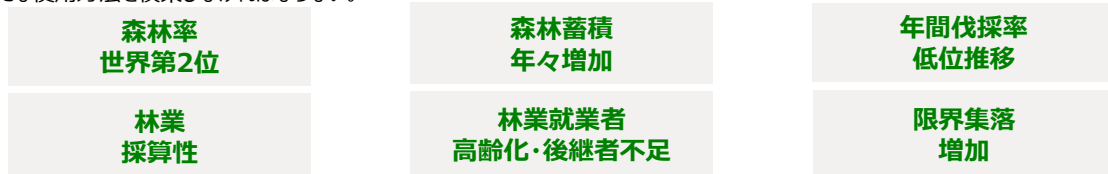
## 参考資料

## SMBCグループとしての課題認識

SDGsの達成に向け各企業の取組みが進む中、国際的な持続可能な経済成長と社会的な課題解決の両輪を求められ、循環型社会の形成等が重視されている。特に、森林資源の循環利用を通じて社会課題解決に貢献する観点から、木造化の取組が検討はじめ、欧米での木材利用やその技術は、注目すべき観点。私たちSMBCグループとしてそのライフサイクルの中で課題解決のため、『木造建築に対するファイナンス』を検討開始したもの。

### 課題認識

- ✓ 日本の国土面積の略7割は森林で覆われており、日本の森林率は世界第2位の水準。世界でも有数の森林国。日本の森林蓄積は増加年々増加傾向。特に、人工林の蓄積増加が目立つ。
- ✓ 日本の年間伐採率は森林率上位国に比べて低位。安価で大量に入手可能な輸入材の利用が増加基調であり、日本の森林資源は利用されず置き去りに。
- ✓ 間伐をはじめとする森林の整備、主伐を行うも採算が取れず赤字が続く見込み。さらに、林業就業者の高齢化及び後継者不足による林業の衰退。
- ✓ 収穫期を迎えた森林を伐採し、再度苗を植え、育て、伐採するという循環サイクルのため、積極的に国産材の活用をすべき。木材の新たな使用方法を模索しなければならない。



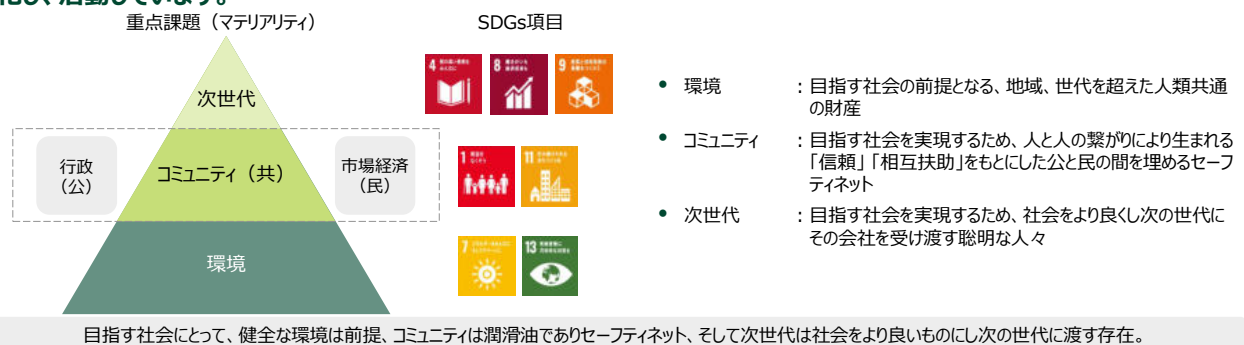
収穫期を迎えた森林を伐採、再度苗を植え、育て、伐採するサイクルが必要不可欠

森林を生かす・木材の新たな使用模索・2050年カーボンニュートラル実現

サーキュラーエコノミーの実現

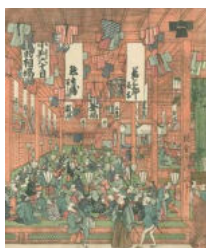
## SMBCグループとして取り組むべき重点課題（マテリアリティ）

SMBCグループは、ステークホルダーからの要請に応え、社会課題の解決に貢献していくために、「環境」「コミュニティ」「次世代」を重点課題に設定しています。また、SDGsが目標とする2030年を見据え、取り組むべき項目・課題を明確化し、活動しています。



緑の地球を守る企業市民として「環境」  
社会の一員として「コミュニティ」、「次世代」

### 三井の先達



浮絵駿河町呉服屋図  
三井文庫所蔵

呉服商として、当時の商習慣にイノベーションをもたらし、新たなビジネスモデルを確立しました。また、江戸時代には両替商として、明治以降は銀行として、日本そして世界の経済活動の基礎となる金融インフラの重要な担い手となってきました。



### 住友の先達



現在の別子山  
住友林業株式会社所蔵



明治14年の別子山（旧製錬吹処之図）  
住友史料館所蔵

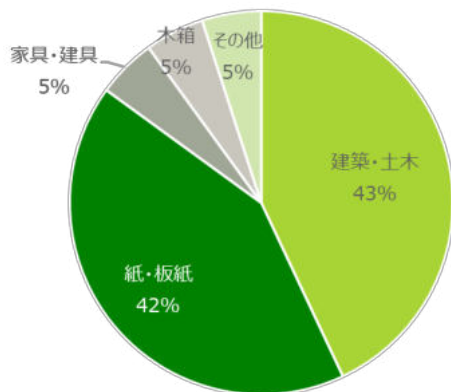
銅製錬の技術革新により、日本を世界有数の銅産出国にしました。一方で、自社の荒れた銅山を憂い、植林により、将来の世代に山の豊かな緑を、地域コミュニティに安心・安全な生活をもたらしました。

## 木材の利用用途と特性

日本の木材用途をみると、日本古来から変わらず建築や家具、建具等に利用され、全体の半数以上。また、現在は紙や板紙の需要も増えてきている状況が続いているが、働き方改革等により紙自体の利用が減少傾向。尚、木材によるストレス軽減等、生理的・身体的・精神的な効果が視られる特性がある研究成果もあり。

### 木材の利用用途

- 日本の木材用途をみると、建築・土木や家具・建具、木箱等、いわゆる木材としての利用を合計すると53%となり、半分以上を占めています。これらは、日本古来からの木材の用途として、ほとんど不変。
- 従来は略47%を薪炭材に使用していましたが、現在は、紙・板紙の原材料としての利用が略42%に推移。
- 特に、インターネットの普及により紙の利用も減少し、段ボールの利用が急激に増加し板紙としての利用は普及するも全体的に減少傾向。



### 木材の特性

- 木材には、調湿性、芳香、感触の良さ、温かさ、衝撃吸収（安全性）等があり、室内に採用すると快適性を高める効果もあり。
- 最近の研究によると、ストレス軽減等、生理的・身体的・精神的な効果も明らかになり、快適で健康的な住空間を創出する優れた素材。
- 森林浴の癒し効果は、経験的によく知られているが、その癒しの正体は木の香り成分「フィトンチッド」。血圧が下がり、脈拍も落ち着き、身体的ストレスや精神的ストレスを感じた際に分泌されるコルチゾールの濃度も低下。

出所：（財）日本木材総合情報センター「企業セミナー・木づかいのススメ」を基に当行にて作成

Copyright © 2022 Sumitomo Mitsui Banking Corporation. All Rights Reserved.

12

## 建築着工統計における木造建築と新しい建築材

建築着工統計において、木造建築の略9割以上が住宅用途にも関わらず、非木造建築の略5割弱で住宅用途。特に、非住宅は、略9割以上が非木造建築、中高層建築はほとんど非木造建築。高層階での木造建築を増加させ、国産材を普及させるため、欧米を中心に採用されている「CLT」が最近注目されています。

### 建築着工統計における木造・非木造区分

- 国土交通省発表の平成27年建築着工統計によると、木造建築の略9割以上が住宅、非木造建築の略5割弱が住宅。
- 特に非住宅は、略9割以上が非木造建築であり、中高層建築（4階建て以上）はほとんど非木造建築。

区分	木造	非木造
棟数	39万棟	10万棟
床面積	5,003ha	5,923ha
	内 住宅 4,702ha	内 住宅 2,758ha
	非住宅 301ha	非住宅 3,165ha

(単位) ha

階層	住宅		非住宅	
	木造	非木造	木造	非木造
10階以上	-	788	-	333
4~9階	0	697	0	935
3階	352	428	7	386
2階	4,042	795	130	785
1階	308	50	164	725

### 木の新しい使い道

- 最近、木材を家の柱や床、家具等だけではなく、今まで利用されていなかった部分（間伐材、木の枝や樹皮、切り株等）も捨てずに無駄なく利用することを考え始めている。
- 例えば、エネルギーを生み出す燃料（木質バイオマス）として、火力発電所の燃料の一部として利用したり、ボイラーやストーブで利用する取り組みが始められている。このような木を余すことなく利用することで、そこから得た収益を森の手入れに利用することで、日本国内の林業の活性化、そして環境問題を考えていく上で重要。

### CLT (Cross Laminated Timber)

- 木質大判パネルCLT（直交集成板）とは、ひき板を並べた層を、板の繊維方向が層ごとに直交するように重ねて接着した大判のパネル。1990年代からオーストリアを中心に発展してきた新しい木質構造用材料。
- ヨーロッパや北米では、10階建て以上の高層建築や大型商業施設の施工事例があり、日本でも2013年にJAS（日本農林規格）が制定、CLTの建築基準関連告示が2016年に施行。
- 中高層建築（4階建て以上）のほとんどは非木造建築であり、今後は中高層建築においても木造建築を施工することを視野に。

Copyright © 2022 Sumitomo Mitsui Banking Corporation. All Rights Reserved.

13

出所：国土交通省 平成27年「建築着工統計」を基に当行にて作成



## 木造建築物の耐火性

木造建築物において、耐火構造とする部材が開発・実用化され、鉄筋コンクリート造や鉄骨造と同様の火災安全性が担保されてきている。また、ゆっくり燃える木の特性を生かした木造の準耐火構造技術の開発、普及が木造建築の実現拡大に寄与。

### 木造耐火構造の開発・実用化（4階建以上）

- 木造の耐火構造は、被覆型、鉄骨内蔵型、燃え止まり型の3手法が開発済（右図）。

- 主要構造部について、1時間耐火構造の部材が開発済であり、最上階から数えて4層迄を木造にて建築可能。

手法	被覆型 (ノンリソシ型)	鉄骨内蔵型 (木筋コンクリート型)	燃え止まり型
概要	耐火被覆材を被覆	耐火被覆材を被覆	耐火被覆材を被覆
特徴	耐火被覆材を被覆し、その裏面に耐火被覆材の断熱性を活用して木材の燃焼を抑制する。	耐火被覆材を被覆し、その裏面に耐火被覆材の断熱性を活用して木材の燃焼を抑制する。	耐火被覆材を被覆し、その裏面に耐火被覆材の断熱性を活用して木材の燃焼を抑制する。
適用部位	外壁、廊下壁、柱、床、床下、階段、屋根	柱、梁	柱、梁

- 1時間耐火構造の木造部材を用い、下層階を2時間耐火構造の鉄筋コンクリート造等で施工することで4階建以上の建物の建築可能。
- 尚、被覆型による2時間耐火構造部材が開発され、大臣認定取得済。耐火性能上、14階建ての木造建築物が実現可能。

### 木造準耐火構造の技術開発普及（3階建て以下）

- 木造は熱伝導率が低く、燃えると表面に空洞をもった炭化層を形成し、炭化層は断熱性が高く、熱の侵入を抑制する。その特性を生かし、木材の表面から一定深さの燃え代を設けて残りの断面積で構造計算を行い、火災の際にその構造が倒壊しないようにするのが、「燃え代設計」。

### 建築火災の家庭と対応方法

- 建築火災は、出火源→収納可燃物→内装→構造躯体の順に燃焼。火災初期→火災成長期→火災最盛期という過程を経るが、その過程における対策、対応は以下の通り。

火災過程	火災初期	火災成長期	火災最盛期	
対策すべき項目	出火防止	内装の燃え広がり	隣室への延焼	
	早期発見	収納可燃物の燃え広がり	隣棟への燃焼	
	初期消火		躯体の燃焼	
対応方法	避難	○	○	○
	消火・通報	○	-	-
	消火	-	○	○
木造とRC造での耐火性能の差	差はなし	差はなし	差が出やすい	

### 建築基準法の防火規制（内装制限・構造制限）

- 内装制限** 内装仕上げ材の不燃性能を制限。火災の燃焼拡大を抑制するため、燃焼経路となりやすい壁、天井の不燃化が必須。建物の用途、防耐火構造、規模に応じて制限の箇所と仕上げ材の種類を規定。
- 構造制限** 構造躯体の延焼防止性能とそれによる構造性能の低下を制限。準耐火・耐火建築物は、一定時間火災に晒されてもその時間内に建物が崩壊せずに立ち続ける構造。

出所：林野庁「科学的データによる木材・木造建築物のQ&A」を基に当行にて作成  
Copyright © 2022 Sumitomo Mitsui Banking Corporation. All Rights Reserved.

## 木造建築物の耐震性

法的に定められている耐震性能レベルは構造種別に関わらず同様であり、基準に従って建てられた建築物は、木造でも鉄筋コンクリート造でも鉄骨造でも同程度の耐震性能を有している。

### 耐震性能レベルと耐震性能の効率化

<b>1 建築基準法で定めている耐震性能レベル</b>	法的に建築基準法で定めている耐震性能レベルは構造種別に関わらず同様。建物に作用する地震力は建物の重量に比例。建物重量は、用途や規模によって変わるものの、各々の床単位面積当たりの重量比は、木造：鉄骨造：鉄筋コンクリート造 = 1:2:4。木造は鉄筋コンクリート造の1/4程度の重量を支えればよく耐力の低い木造の構造壁であっても耐震性とプランニングを両立可能。
<b>2 木造建築の全壊率</b>	阪神淡路大震災及び熊本地震において、新耐震基準を満たしている木造建築物の全壊率は、他の構造物と顕著に劣っていない。
<b>3 耐震性能の効率化</b>	建築基準法の要求レベルを超えた性能、例えば官庁施設の総合耐震計画基準におけるⅠ・Ⅱ類、住宅品確法における耐震等級2、3を目標性能とした設計を行う場合、構造種別によって性能を効率化する方法がある。木造は、建物重量に占める構造体の割合が小さいため、効率よく耐震性能をあげやすいことに加え、耐震性能向上を実現可能。
<b>4 耐震性能向上のための施工が容易</b>	木造における耐震性能の高めやすさは既存建物の改修、増築における木造の有効性につながる。木造は、既存建物の劣化部分の補修や交換が比較的容易であり、さらに多様な方法により地震に耐える力を高くすることが可能。

### 住宅品確法の耐震性能レベル

- 建築基準法よりも高い耐震性能指標となる基準の住宅品確法の「住宅性能表示」における基準（耐震性能レベルは下表参照）。
- 木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造等、構造種別に関係なく3段階の耐震等級が定められている。

	耐震等級 (構造躯体の防止)	耐震等級 (構造躯体の損傷防止)
等級1	建築基準法レベル 極めて稀に（数100年に1度程度）発生する地震 （※1）による力に対して、倒壊、崩壊等しない程度  （※1）震度6強～7相当	建築基準法レベル 極めて稀に（数10年に1度程度）発生する地震（※2）による力に対して、損傷を生じない程度  （※2）震度6強～7相当
等級2	等級1の1.25倍に対して、倒壊、崩壊等しない相当	等級1の1.25倍に対して、損傷を生じない
等級3	等級1の1.5倍に対して、倒壊、崩壊等しない相当	等級1の1.5倍に対して、倒壊、崩壊等しない相当

# 木造建築物の耐久性

木造建築物の躯体を構成する木材は、腐朽、シロアリ等の生物劣化と雨水、太陽光による気象劣化の大きく分けて2つから木材を守ることができれば木造建築物が長持ちする。そのことは法隆寺等、歴史的建造物により立証されている。現代の木造住宅においては、住環境を担保しつつも100年以上の耐久性が担保されている技術が確立しはじめた。

## 木材の腐朽対策

### 1 栄養分の制御

木材が腐朽菌の栄養分とならないよう、木材を防腐薬剤で処理することが効果的。木材の含水率が高くなりやすい土台等の地際付近、風呂場や台所の水回り、窓やドアの閉口部周辺に使われる木材部材は、防腐薬剤の注入処理や表面処理が必須。

### 2 水分の制御

腐朽対策として水分を制御するため、木材を常に乾燥状態に保つため建築物中に水が浸入しないようにすること。浸入した場合、建物内に滞留しないように排出することが必要。

- ① 建築物に雨がつかないように十分な長さの軒等にて確保
- ② 地面からの水分を防ぐために基礎を高くしたりベタ基礎の構造
- ③ 壁体内に浸入した水分を排出するように通期工法の壁体

### 3 シロアリ対策

イエシロアリやヤマトシロアリは地下から侵入するため、防蟻のためベタ基礎にて対応。床下土壌と地表面近くの木製部材に防蟻薬剤を塗布するのが効果的。

## 腐朽の4条件

水分 (木造含水率25%以上)	温度 (5~45℃)
酸素	栄養分 (木材)

出所：林野庁「科学的データによる木材・木造建築物のQ&A」を基に当行にて作成



## 構造躯体100年程度

等級	概要	基準
等級2	構造躯体が2世代（50年～60年）もつ程度の対策	外壁の軸組等、防腐・防蟻処理
		土台の防腐防蟻処理
		浴室・脱衣室の防水
		地盤の防蟻
		基礎の高さ
		廊下の防湿・換気
等級3	構造躯体が3世代もつ程度の対策	等級2の条件が厳しくなる
長期優良住宅	構造躯体の使用継続期間が少なくとも100年程度となる	床下及び小屋裏の点検口を設置すること 点検のため、床下空間の一定の高さを確保すること

- 木造住宅の耐久性を高めるため、躯体の劣化対策技術「住宅性能表示」を明示。最高等級である劣化等級3とすることで3世代以上も構造躯体を維持が可能。
- 定期的な点検を実施し、劣化の早期発見とともに劣化部位の補修を行うことで、さらに長期間使用することが可能。
- 長期優良住宅の認定基準は、この点検を容易に行える対策が求められ、構造躯体の使用継続期間が少なくとも100年程度とすることが可能。

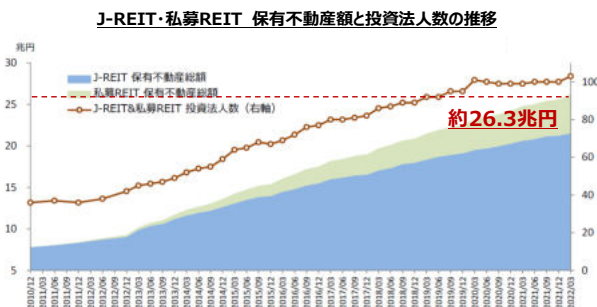
Copyright © 2022 Sumitomo Mitsui Banking Corporation. All Rights Reserved.

# REITにおけるESG投資の取り組み

人々の社会生活は不動産と密接に結びついており、住居や職場環境などの面で安全で快適な空間を作ることや、地球環境に優しい建物仕様としていくことは、社会課題の解決に繋がっていく。外部環境リスクを適切にマネジメントし、それを新たな収益機会としていくことが、REITの持続可能な価値創造に繋がっていくと考えられる。そして、それがREITの中長期的なリターン向上に寄与していくことが期待される。

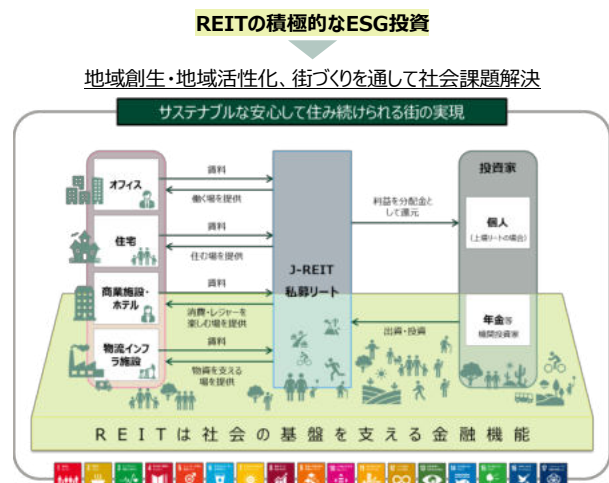
## REIT市場の概要

2022年3月末現在、J-REIT・私募REITの保有不動産は5,721物件、約26.3兆円。J-REIT及び私募REITの保有不動産額と投資法人数の推移は年々増加傾向。REIT全体で年間1.5兆円取得。



※ 保有不動産額は取得価格ベース (2022年3月末時点)  
出所：J-REIT / 公開情報を元にARES作成、 私募REIT / ARES調べ (以下同じ)

## REITの社会的機能



特にJ-REIT（上場リート）は、中長期的な資産運用を行う観点から環境不動産に対する意識が高く、早い段階から運用資産の省エネ化やGHG（温室効果ガス）排出量削減に取り組んできた。投資家のESG意識が高まりつつある昨今、J-REITのESGへの取組は加速的に進み、環境不動産市場形成のトップランナーとして投資家からの期待も高い。多くの投資法人がTCFD（気候関連財務情報開示タスクフォーム）に賛同。

Copyright © 2022 Sumitomo Mitsui Banking Corporation. All Rights Reserved.



## I-2-1 既往の研究 技術面からみた評価

### (1) 概要

木造建築物の劣化は、木質系の構造材の劣化、コンクリート系の構造材（主に基礎）の劣化、鋼材系の構造材（主に接合金物）の劣化、仕上げ材（外装材や屋根葺き材など）の劣化、造作材（建具や外構材など）の劣化、設備機器（衛生設備、給湯設備、空調設備など）の劣化など多岐にわたる。

木造建築物の劣化対策に関する基本的な考え方は、建設省総合技術開発プロジェクト「建築物の耐久性向上技術の開発」（通称、耐久性総プロ：昭和55年度～昭和59年度に実施）において構築された。耐久性総プロにおいて得られた知見は、その後の新たな技術や知見を反映しつつ、建築物の耐久性に係る制度を検討する際や、住宅の高耐久仕様を検討する際などに活用されている。

耐久性総プロの成果は、以下に記す7分冊からなる「建築物の耐久性向上技術シリーズ」1)として出版されている。

- 1) 建築構造編I（鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術の開発）
- 2) 建築構造編II（鉄骨造建築物の耐久性向上技術の開発）
- 3) 建築構造編III（木造建築物の耐久性向上技術の開発）
- 4) 建築仕上げ編I（外装仕上げの耐久性向上技術の開発）
- 5) 建築仕上げ編II（建築防水の耐久性向上技術の開発）
- 6) 建築設備編
- 7) 建築経済編

本節は、前述の木造建築物の劣化のうち、木質系の構造材と鋼材系の構造材の劣化を対象として、劣化対策に関する現在の知見等について記述する。

### (2) 木造建築物の耐久性向上技術

耐久性総プロの成果のうち木造に関する部分

は、前述の図書「木造建築物の耐久性向上技術」（図1-1参照）として取りまとめられ、昭和61年9月に出版されている。同図書は5章から構成されており、章立ては以下の通りである。

第1章 木造建築物の劣化診断指針・同解説

第2章 木造建築物の補修・交換指針・同解説

第3章 木造建築物の施工管理指針・同解説

第4章 木造建築物の維持保全指針・同解説

第5章 木造建築物の耐久設計指針・同解説

第1章は、劣化診断に関するものであり、軸組等の構造躯体、基礎、床組、外壁、小屋組、木材・木質材料（主に生物劣化）、接合金物について、その劣化の程度を3段階からなる診断法を用いて診断しようとするものである。3段階の診断法は診断方法が簡易なものから順に1次、2次、3次診断法となっている。1次診断法は目視観察によって劣化程度を判定する手法であり、2次診断法は簡単な工具・測定器具によって劣化程度を判定する手法、3次診断法は専用の測定器を用いて判定する手法である。

第2章は、補修・交換に関するものであり、軸組のうち腐朽した部分を交換する方法や、劣化したモルタル外壁の補修方法などが記載されている。

第3章は、施工管理に関するものであり、耐久性について配慮して設計された木造建築物を施工段階で着実に実現する上で必要な施工管理上の留意点が示されている。土工事から雑工事・外構工事までの全施工工程において行うべき施工検査項目と内容が記述されている。

第4章は、維持保全に関するものであり、建物各部の点検方法が記述されている。

第5章は、耐久設計に関する部分となっており、建物の工法や仕様、維持管理方法などをもとに建物の耐用年数を推計する手法が示されている。言い換えれば、目標とする耐用年数を実現するために必要な工法や仕様、維持管理方法など、建物の耐久設計に関わる具体的な内容を検討するため

の手法が示されている。同章では、建物の立地条件、建物のプラン、建物に使用する材料の耐久性能、建物の工法上の対策、建物の施工管理水準、建物の維持管理水準などをもとに、建物の部位と建物全体の耐用年数を算定するための手法が示されている。

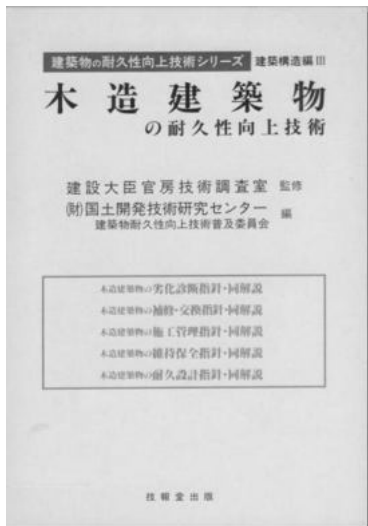


図 1-1 木造建築物の耐久性向上技術の開発 (ISBN4-7655-2377-2 C3052)

### (3) ファクターメソッド

耐久性総プロにおいて開発された建物の耐用年数を、耐久性を決定する因子を数値化して、数値の剰加算等によって計算する方法は一般にファクターメソッドと呼ばれる。

ファクターメソッドは、耐久性総プロにおいてその実用的な手法が開発され、現在、建築物の耐用年数の推定方法に関する国際規格 ISO Standard 15686-1: Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 2, Service life prediction procedures (ISO, 2008)<sup>8)</sup>に採用されている。また、同方法は日本建築学会においても採用されている<sup>9)</sup>。

### (4) 木造建築物の耐久設計

#### 1) 概要

前述のように木造建築物の耐久設計の方法は、「木造建築物の耐久性向上技術」の「第5章 木造建築物の耐久設計指針・同解説」に示されている。同方法はファクターメソッドにより建物の耐

用年数を推定し、推定した耐用年数が目標とする耐用年数よりも高くなるよう、建物を設計するというものである。

耐用年数には、維持保全が行われないう前提で求める1次推定耐用年数と、維持保全が行われるという前提で求める2次推定耐用年数の2つの耐用年数が定められている。

建築物の耐用年数は、建物に対する維持保全の方法によって大きく左右されるので、1次推定耐用年数は建物の元々の耐用年数を示し、2次推定耐用年数は維持保全による延命効果も含めた建物の耐用年数を示すことになる。

各推定耐用年数を求めるにあたっては、式1と式2によって表される1次推定耐久性能値と2次推定耐久性能値を求めることとしている。

$$1 \text{ 次推定耐久性能値} = (D_1 \times D_2) \times P \times B \times C \quad \dots \text{式 1}$$

$$2 \text{ 次推定耐久性能値} = (D_1 \times D_2) \times P \times B \times C + M \quad \dots \text{式 2}$$

ここで、

$D_1$ : シロアリ分布・腐朽菌の分布を考慮した係数

$D_2$ : 部位別の劣化外力を考慮した係数

$P$ : 木材・木質材料の耐久性能を考慮した係数

$B$ : 工法上の対策を考慮した係数

$C$ : 施工検査の水準を考慮した係数

$M$ : 維持管理の水準を考慮した係数

式1と式2によって求まる推定耐久性能値に応じて、表1-1に示すように推定耐用年数が定められている。

表 1-1 推定耐久性能値の推定耐用年数への換算

推定耐久性能値	推定耐用年数
0.3~0.7	10年~20年
0.8~1.2	25年~35年
1.3~1.7	40年~50年
1.8~2.2	55年~65年
2.3~2.7	70年~80年
2.8~3.2	85年~95年



3.3～	約100年～
------	--------

なお、耐久性総プロで提案している耐久設計法では、建物を構成する個々の構造部材について目標耐用年数を設定し、個々の構造部材に対して設定された目標耐用年数を実現することができるように材料や工法を設計者が選択するという方法を採用している。前述の推定耐用年数は、選択した材料や工法が妥当であるかどうかを確認するための指標となる。

## 2) 耐用年数に影響を及ぼす因子

### 2-1) 影響因子

「木造建築物の耐久設計指針・同解説」では、木造建築物を構成する構造部材の推定耐用年数を推定するにあたって表2-2に示す各項目について考慮することとしている。

表1-2 耐用年数に影響を及ぼす因子

① 劣化外力の程度
1)シロアリの生息の有無
2)腐朽菌の生育の程度
3)建物の部位に及ぼす水分の作用と影響
② 使用材料の耐久性の程度
1)製材・木質材料の耐久性
2)製材・木質材料の断面寸法
3)保存薬剤処理の程度
③ 構法上の対策
1)水分・湿分の侵入を低減する対策
2)水分・湿分を屋外に排出する対策
3)侵入した水分・湿分の作用を低減する対策
④ 施工検査の程度
⑤ 維持保全の程度
1)点検箇所数
2)点検周期
3)保存薬剤処理の間隔

### 2-2) 劣化外力の程度

劣化外力の程度は、劣化外力係数  $D$  によって示

されている。また、劣化外力係数  $D$  は式3によることとされている。

$$D = D_1 \times D_2 \quad \dots \text{式 3}$$

ここで、

$$D_1 = (D_{11} + D_{12}) / 2$$

$D_{11}$  : シロアリの分布・地域区分係数

$D_{12}$  : 腐朽菌の生育係数

$D_2$  : 部位劣化外力係数

$D_{11}$  のシロアリの分布・地域区分係数については、ヤマトシロアリのみが分布する地域の係数値を1.0、イエシロアリも分布する地域の係数を0.8として、係数に0.2の差異を設けている。一方、 $D_{12}$  の腐朽菌の生育係数については、気温が15°C以上となる累積時間に応じて0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2の5つの係数値が示されている。係数値0.8は累積時間が7050時間をこえる地域としており、係数値1.2は累積時間が3520時間未満の地域としている。暖かい地域ほど腐朽菌が生育しやすいという考えに基づく係数の設定となっている。

$D_2$  の部位劣化外力係数については、耐用年数を求めようとしている建物の部位に作用する劣化外力を以下の視点から係数化している。

- ① 壁、床、屋根のいずれの部位か
- ② 壁の場合、外壁か内壁か
- ③ 外壁の場合、北面の壁かそれ以外の壁か
- ④ 外壁の場合、室内の水まわりがあるか
- ⑤ 外壁の場合、雨樋が90cm以内にあるか
- ⑥ 内壁の場合、水まわりに面しているか
- ⑦ 床の場合、下面が地面に面しているか
- ⑧ 床の場合、下面が水まわりに面しているか
- ⑨ 床の場合、上面が水まわりに面しているか
- ⑩ 屋根の場合、下に水まわり室があるか

係数値は0.4から2.0の範囲にあり、最も低い係数値0.4は室内側に水まわりがあり、かつ90cm以内に雨樋がある外壁に対して与えられている。また、最も高い係数値2.0は水まわりに面さない内壁に対して与えられている。部位劣化外力係数は実建物の劣化調査の結果をもとに求めた部位

別の劣化発生倍率を勘案して定めたものである。

### 2-3) 使用材料の耐久性の程度

使用材料の耐久性の程度は、耐久性能値  $P$  によって示されている。また、耐久性能値  $P$  は式 4 によることとされている。

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad \dots \text{式 4}$$

ここで、

$P_1$  : 製材品および木質製品の耐久性能値

$P_2$  : 断面寸法別の割増係数

$P_3$  : 保存薬剤処理による割増係数

表 1-3 に製材品および木質製品の耐久性能値  $P_1$  を示す。製材品および木質製品の耐久性能値は、製材と木質面材の耐腐朽性を示したものとなっており、製材についてはスギ辺材を標準として、その係数を 1.0 としている。スギ辺材よりも耐腐朽性の高いと当時考えられていた樹種については係数が最大 1.4 まで高く設定しており、例えばスギ心材やヒノキ辺材は 1.2、ヒノキ心材は 1.3、ヒバは 1.4 としている。また、スギ辺材よりも耐腐朽性の低いと当時考えられていた樹種については、係数を 0.7 としている。製材の耐久性能の区分は現在、一般的に知られているもの<sup>10)</sup>とは異なる。

表 1-3 製材品および木質製品の耐久性能値

耐久性能値	製材品および木質製品の名称
1.4	ヒバ, ベイヒバ, コウヤマキ, クリ, ケヤキ
1.3	ヒノキ心材, 台湾ヒノキ心材
1.2	ヒノキ辺材, スギ心材, ベイマツ, アカマツ, クロマツ, カラマツ, ベイヒノキ, ソ連カラマツ
1.0	スギ辺材
0.7	ベイツガ, スプルース, ラワン
0.8	硬質木片セメント板 (凍害を除く)
0.7	構造用合板 (JAS 特類)
0.5	構造用合板 (JAS1 類), ハードボー

ド, インシュレーションボード (外装用シーリング), パーティクルボード
--

一方、木質ボード類については、種類や規格によって耐腐朽性が異なると判断し、種類に応じて 0.8~0.5 の係数が与えられている。当時の日本農林規格に定める構造用合板 (特類) の係数は 0.7 と定められており、製材に対して与えられている最も低い係数と同じ値となっている。

なお、表 1-3 に示すように、現在木造住宅の柱材や梁材に使用されている集成材に対する耐久性能値は与えられていない。

保存薬剤処理を行っている場合については、処理方法によって加算値が定められている。表 1-4 に保存薬剤処理に対する割増係数を示す。加算値は、現場塗布と加圧処理 (製材の日本農林規格による防腐・防蟻第 3 種) が 0.3、加圧処理 (製材の日本農林規格による防腐・防蟻第 2 種) が 0.7、加圧処理 (製材の日本農林規格による防腐・防蟻第 1 種) が 1.5 となっている。なお、第 1 種については実績が少ないため加算値は括弧書きとなっている。

式 4 に示すように耐久性能値  $P$  は、上述の製材品および木質製品の耐久性能値  $P_1$  に使用材料の断面寸法と保存薬剤処理を考慮した割増を行うこととしている。

断面寸法については、柱の断面が大きいほど木造建築物の耐用年数が長くなるという知見に基づき、105mm 角を標準として、柱に 120mm 角を用いている場合 0.15、135mm 角の場合 0.30、150mm 角の場合 0.45、151mm 角以上場合 0.60 の加算を行うこととしている。

表 1-4 保存薬剤処理に対する割増係数

割増係数 (加算値)	保存薬剤処理の種別
0.3	現場処理 (クレオソート 2 回塗布)
0.3	加圧処理 JAS 第 3 種

0.7	加圧処理 JAS 第2種
(1.5)	加圧処理 JAS 第1種

(注) 保存処理に対する規格は、現在の製材の日本農林規格とは異なる。

#### 2-4) 構法上の対策

構法上の対策は、構法級別係数  $B$  によって表されている。同係数は建物に用いられる構造材（製材や木質材料）に対する劣化外力が、構造材の位置や周囲の構法によって大きく異なることを勘案して定められたものである。基本的には、①構造材の地上からの距離が十分か、②構造材が仮に濡れた場合すぐに乾燥する状況にあるか、③構造材に水分が作用しない対策が取られているか、の3つの視点から係数が定められている。

構造材の地上からの距離については、例えば構造材の地上からの距離などに応じて係数が定められている。また、構造材の乾燥の可能性については、外壁の通気構法の有無や床下や小屋の換気の程度などに応じて係数が定められている。さらに、構造材の水分作用回避の可能性については、屋根の勾配、軒の出の大きさ、防水材の種類に応じて係数が定められている。

構法級別係数に対しては 1.5 から 0.6 の係数が与えられている。

#### 2-5) 施工検査の程度

施工検査の程度は、施工検査級別係数  $C$  によって表されている。施工検査級別係数は施工の良否を係数化したものである。施工不良には、例えば防水紙の重ねや水切り端部の取り付けミスなどがあるが、このような施工ミスは雨水浸入の原因となり、竣工後比較的初期の段階で構造材を劣化させる要因となる。施工検査級別係数に対しては、検査項目の数と検査対象の数に応じて、0.6 から 1.2 の係数が与えられている。

#### 2-6) 維持保全の程度

維持保全の程度は、維持保全係数  $M$  によって表されている。維持保全については、①点検が十

分に行われているか、②保存薬剤の再処理が適切な間隔で行われているか、③保存薬剤の再処理が行いやすい構法になっているか、の3つの視点から係数が定められている。したがって、維持保全係数  $M$  は3つの係数、保守点検係数 ( $M_{11}$ )、再処理係数 ( $M_{21}$ )、維持難易係数 ( $M_{22}$ ) を用いて式 5 によって求めることとしている。

$$M = M_1 + M_2 \quad \dots \text{式 5}$$

ここで、

$$M_1 : \{(1 \text{ 次推定耐久性能値}) - 0.3\} \times M_{11}$$

$$M_2 : P_3 \times M_{21} \times M_{22}$$

$P_3$  : 保存薬剤処理による割増係数

$M_{11}$  : 保守点検係数

$M_{21}$  : 再処理係数

$M_{22}$  : 維持難易係数

保守点検に係る係数  $M_1$  は、竣工後 10 年くらいまでは維持保全の良否の影響を受けないという考えに基づいて、1 次推定耐久性能値から 10 年に相当する 0.3 を減じた値に維持保全の良否を考慮した -0.5 から +0.3 の係数を乗じた値としている。

一方、再処理係数と維持難易係数では、保存薬剤の再処理の頻度と再処理のしやすさを係数化している。前者については現場塗布薬剤の有効期間を 8 年として、標準係数値 1.0 を与え、8 年よりも再処理間隔が長い場合、係数を低減する措置がとられている。また、後者については、壁、床、小屋を構成する構造材の露出面が何面あるかによって係数が定められており、4 面の場合 1.0、3 面の場合 0.9、2 面の場合 0.8、1 面の場合 0.7 の係数が各々与えられている。

### (5) 木質系構造材の劣化対策

#### 1) 基本的な考え方

木造建築物を構成する木質系構造材の主たる劣化は生物劣化である。また、生物劣化を誘発する主な要因は水分（湿分）である。このため、構造材の生物劣化を防ぐためには、構造材に対する

水分作用を極力軽減するための工法上の対策が重要となる。水分作用を極力軽減するための工法上の対策は大きく分けて、「構造躯体に水分(湿分)を浸入させない工法上の対策」と「仮に構造躯体に水分(湿分)が浸入しても浸入した水分(湿分)を排出させる工法上の対策」の2つの対策がある。前者については、

- a) 基礎・床組を高くする
  - b) 十分な軒の出を確保する
  - c) 外壁及び屋根に適切な防水材を用いる
  - d) 金物等において結露を生じさせない
  - e) 浴室にユニットバスを用いる
  - f) 現しとなる木材に保護塗料を塗るなどの対策があり、後者については、
  - g) 外壁通気工法を採用する
  - h) 十分な床下・小屋裏換気を確保する
  - i) 真壁造とする
- などの対策がある。

このような工法上の対策は木造建築物の耐久性を確保するための第一の防衛線であり、木造建築物の劣化対策において最も重要である。第一の防衛線が破られたとき、すなわち構造躯体に水分が浸入し排出されなかったときに、第二の防衛線として、構造材が生物劣化しないように耐腐朽性の高い樹種の使用や防腐処理木材の使用が重要となる。一方、水分の浸入と滞留を早期に発見するための点検も重要である。施工時の対策に加えて、運用時(建物を使いはじめてから)の対策も重要であり、運用時の対策が第三の防衛線となる。

## 2) 第一、第二、第三の防衛線

第一の防衛線については、過去に行われた木造住宅に対する調査などを通じて多くの知見が得られている。このような知見に基づいて、木造住宅の耐久性の評価に関する制度が既に幾つか運用されている。その一つが、住宅性能表示2)の中の劣化対策等級である。住宅性能表示制度は、「住

宅の品質確保の促進等に関する法律(平成11年6月23日 法律第81号)」(以下、「品確法」と呼ぶ)において定められている制度である。品確法は住宅の品質を確保するために定められた法律であり、大きく3つの柱から構成されている。3つの柱は以下に示す通りである。

- a) 新築住宅の請負契約・売買契約における瑕疵担保責任について特例を設けることによって、住宅の品質確保を促進し、住宅購入者等の利益を保護し、住宅紛争の迅速・適正な解決を図る
- b) 住宅紛争の処理体制を整備する
- c) 住宅の性能に関する表示基準・評価制度を設ける

上記の3つの柱のうちの3番目を実現するために、住宅性能表示制度が設けられている。

住宅性能表示制度では、新築住宅の性能を評価するための基準が設けられており、「評価方法基準」(平成13年国土交通省告示第1347号)として定められている。木造住宅の劣化の軽減に関する基準もこの基準の中に定められており、劣化対策等級(構造躯体等)に関する評価方法基準として整備されている。劣化対策等級において評価する中身は、「住宅の構造躯体等を構成する部材の劣化のしにくさ」であり、通常想定される自然条件及び維持管理条件下において、構造躯体等について見た場合に、住宅が限界状態に至るまでの期間が3世代以上となるために必要な対策が講じられている場合を「等級3」、2世代以上となるために必要な対策が講じられている場合を「等級2」、建築基準法に定める対策が講じられている場合を「等級1」と定めている。ここで、「世代」は「一般に一つの世帯主が一つの住宅を所有する期間」と定義されており、1世代は概ね25年から30年と定められている。

劣化対策等級において評価する項目は、等級3と等級2が「外壁の軸組等」「土台」「浴室及び脱衣室」「地盤」「基礎」「床下」「小屋裏」「構造部材

等」であり、等級1が「構造部材等」となっている。例えば、等級3となるためには、「外壁の軸組等」は以下のいずれかの基準を満たさなければならない。

- ① 「通気層を設けた構造」又は「軒の出が90cm以上ある真壁構造」とした上で、「軸組材等に有効な防腐・防蟻処理を施す」、「軸組等の小径を13.5cm以上とする」、「軸組に構造用製材の日本農林規格3)等に規定する耐久性区分D1の樹種を用いる」のいずれかの耐久性を高めるための措置が施されていること。
- ② 構造用製材の日本農林規格等に規定する保存処理の性能区分のうちK3以上の保存処理及び防蟻処理が施されていること。
- ③ 上記①又は②と同等の劣化の軽減に有効な措置が講じられていること。

上記の基準①の中の「通気層を設けた構造」や「軒の出が90cm以上ある真壁構造」、「軸組等の小径を13.5cm以上」は、第一の防衛線に関するものであり、①の中の「軸組材等に有効な防腐・防蟻処理」、「軸組に構造用製材の日本農林規格等に規定する耐久性区分D1の樹種」、②の中の「構造用製材の日本農林規格等に規定する保存処理の性能区分のうちK3以上の保存処理及び防蟻処理」は第二の防衛線に関わるものである。

一方、「長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の基準」(平成21年国土交通省告示第209号)の中の第3「長期使用構造等とするための措置」の中で、新築住宅を対象として「構造躯体等の劣化対策」に関する基準が示されている。木造については、劣化対策等級3を満たした上で、①床下及び小屋裏に点検口を設置することと、②点検のために床下空間の一定の高さを確保することが基準として定められている。点検口を設けることや、床下空間を確保するなど、建物の生じている傷みを早期に発見するための対策を講じることが第三の防衛線となる。

### 3) 防水対策

木造建築物の防水対策については、多くの実績と調査などにより得られた知見を基に、建物の外壁、屋根、開口部まわりなどにおける防水を確実にするための防水納まりが明確になってきている。木造建築物の防水納まりの仕様については、各種基準<sup>4)</sup>、仕様書<sup>5)</sup>等に記載されている。

前述の品格法の3つの柱の中の1番目の柱である「新築住宅の請負契約・売買契約における瑕疵担保責任について特例を設けることによって、住宅の品質確保を促進し、住宅購入者等の利益を保護し、住宅紛争の迅速・適正な解決を図る」には住宅の防水対策と関わる部分が多い。品格法では、住宅に対する瑕疵担保期間を10年(通常は1年)と定めた上で、構造耐力上主要な部分(柱・梁・耐力壁、地盤・基礎・土台などの構造躯体)と雨水の浸入を防止する部分(外壁・屋根・開口部の下地・仕上げ・雨仕舞いなど)を対象として、瑕疵があった場合に、施主や住宅取得者が工務店や不動産業者に対して修補に関する請求や契約の解除、損害賠償などを求めることができることとしている。

この瑕疵担保責任の着実な履行をはかるために、「特定住宅瑕疵担保責任の履行の確保等に関する法律(平成21年10月1日 法律第66号)」(以下、「住宅瑕疵担保履行法」と呼ぶ)が施行された。住宅瑕疵担保履行法では、新築住宅の請負者(工務店など)や売り主(不動産会社など)が、いかなる場合でも瑕疵担保責任の履行を行くことができるように、資金を確保するための対策を義務化した。その具体的な方法として、以下の2つの方法を定め、いずれかの方法を取ることが義務づけられている。

- ① 保険への加入……保険に加入して、倒産したときは保険会社が支払う
- ② 保証金の供託……保証金を予め預けておいて、倒産したときは預けておいた保証金から支払う

住宅瑕疵担保履行法が制定された背景には、瑕疵担保責任を負えないまま、会社が倒産するなどして、住宅取得者が修補や賠償を請求する相手がいなくなるケースが増大したということがある。

上記の2つの方法のうち1番目の保険への加入を行う際には、前述の構造耐力上主要な部分と雨水の浸入を防止する部分について保険法人が定めた基準を守る必要があり、中でも住宅保証機構が定めた「まもりすまい保険 設計施工基準・同解説」は広く知られている<sup>4)</sup>。同基準には、勾配屋根の防水、バルコニーと陸屋根の防水、外壁の防水、サイディングなどの乾式仕上げの施工方法、モルタル仕上げなどの湿式仕上げの施工方法に関する詳細な記述が示されている。同基準に示されている施工が適切に行われていれば、雨水浸入は基本的に生じないと考えて良い。

## (6) 金属系構造材の劣化対策

木造建築物に使用される主な金属系の構造材は、釘やビスなどの接合具と柱や梁などを接合するための接合金物である。金属系構造材の劣化対策も木質系構造材の劣化対策と同様、水分の浸入と滞留を防止する第一の防衛線を確保し、第一の防衛線が破られたときに備えて、金物等に防錆処理を施して金属が劣化しないようにする第二の防衛線を設ける。また、第三の防衛線である点検も欠かすことができない。

第二の防衛線、すなわち金物等の防錆処理方法

については、例えば、日本住宅・木材技術センターが定める「軸組工法用接合金物規格 (Z マーク表示金物の規格)」、「枠組壁工法用金物規格 (C マーク表示金物の規格)」、「丸太組構法用金物規格 (M マーク表示金物の規格)」、「CLT パネル工法用金物規格<sup>6)</sup> (X(クロス)マーク表示金物の規格)」に詳細が示されている。一例として、X マーク表示金物の防錆処理の基準を表 1-5 に示す。使用環境に応じて防錆処理の方法が定められている。

一方、釘については、JISA 5508 : 2005 くぎが、2009 年に改正<sup>7)</sup>され鉄丸くぎ (N 釘) にめっき鉄丸くぎ (NZ 釘)、太め鉄丸くぎ (CN 釘) にめっき太め鉄丸くぎ (CNZ 釘) が定められ、釘を使用する環境を考慮して、劣化しにくい釘を選択することができるようになった。

## (7) まとめ

耐久性総プロの実施以降、約 30 年の歳月が経ち、木造建築物の耐久性に関する技術は当時に比べて著しく発展している。例えば、建物の劣化状態を調査する方法は、現在ではホームインスペクションなどの普及により合理的かつ実用的な方法が採用されている。また、劣化した部位の補修方法に対しても新しい技術や手法が開発されている。さらに、建物に使用する材料、建物の工法上の対策などはこの 30 年間で大きく異なっている。また、建物の設計・施工管理<sup>8)</sup>や維持管理に対する考え方も格段に進歩している。また、

表 1-5 接合金物に対する使用環境と防せい防食処理

種類	使用環境 1	使用環境 2	使用環境 3
	室内のような乾燥した環境での使用	直接雨に暴露されない屋外環境又は多湿な屋内環境での使用	直接雨に曝される屋外環境での使用
L 形金物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS H 8610 (電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn5/CM2</li> <li>・その他、同等以上の処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS G 3302(溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯)Z27 NC</li> <li>・その他、同等以上の処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS H 8641 (溶融亜鉛めっき) 2 種 HDZ 35</li> <li>・JIS G 3302 (溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯)Z35 NC</li> <li>・JIS H 8610 (電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn25/CM2</li> <li>・その他、同等以上の処理</li> </ul>
引張金物 せん断金物 帯金物 丸座金、角座金 四角穴付き タッピンねじ		<ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS H 8610 (電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn20/CM1</li> <li>・その他、同等以上の処理</li> </ul>	
両ねじボルト 六角ナット		<ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS H 8610 (電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn8/CM2</li> <li>・その他、同等以上の処理</li> </ul>	

技術的な知見も蓄積されてきている。そのような中で、木造建築物の構造材を接合する金物についても、研究<sup>11)12)</sup>が蓄積されてきており、防錆処理に対する新しい規格<sup>7,13)</sup>などが整備されてきている。このように木造建築物の耐久性に関する状況は、耐久性総プロ当時と大きく異なっており、耐久性総プロによって得られた成果の見直しを行うべき時期にあると言える。

#### (参考文献)

- 1) 国土開発技術研究センター建築物耐久性向上技術普及委員会編：“建築物の耐久性向上技術シリーズ 建築構造編Ⅲ 木造建築物の耐久性向上技術”、技法堂出版、1986.
- 2) 日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説（新築住宅）編集委員会編：“日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説（新築住宅）2015”、工学図書、2015.
- 3) 「製材の日本農林規格」、平成 19 年農林水産省告示第 1083 号、最終改正：平成 25 年農林水産省告示第 1920 号.
- 4) 例えば、住宅瑕疵担保責任保険法人 住宅保証機構：まもりすまい保険 設計施工基準・同解説、2012.
- 5) 例えば、独立行政法人 住宅金融支援機構：木造住宅工事仕様書 平成 28 年版、2016.
- 6) CLT パネル工法用金物規格（X マーク表示金物）、HW-金物 002(4)-2016、日本住宅・木材技術センター、2016.
- 7) 日本工業規格 A5508:2009、くぎ.
- 8) ISO Standard 15686-1: Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 2, Service life prediction procedures (ISO, 2008).
- 9) 日本建築学会編：“建築物の耐久計画に関する考え方”、丸善、1988.
- 10) 「製材の日本農林規格」、平成 19 年農林水産省告示第 1083 号.
- 11) 石山央樹，腰原幹雄：釘接合部の劣化時せん断性能に関する実験的研究 木造住宅の劣化時構造性能に関する研究（その 1），日本建築

学会構造系論文集, 74 (646), 2281-2289 (2009).

- 12) Nakajima S, Tsujimura Y, Murakami T, Matsumoto H, Seino A and Nakajima M : Durability of Materials used in the Two-by-Four Residential Buildings , Proceedings of 12th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Porto, Portugal, 2011.
- 13) 接合金物規格（Z マーク表示金物）、HW 金物 002(1)-2015、日本住宅・木材技術センター、2015.

## I-2-2 木造建築の物理的劣化

### 材料、部品の物理的耐久性

木造建築の耐久性は、木材の耐久性、接合部の耐久性、二次部材や非構造部材の耐久性の問題に分類できる。このうち、木材の耐久性に対して大きな影響をおよぼす雨水対策については、古来よりさまざまな構法上の工夫が知られている。しかしながら、現代の木造建築における木材の耐久性に影響をおよぼす水分は外部からの雨水だけではなく、内部から発生する生活に関連する水分や建材から発生する水分などもある。

木造建築の部材の劣化現象は、熱劣化、紫外線劣化、凍結融解、風化などの物理劣化とシロアリ食害や腐朽、虫害などの生物劣化に大別することができる。このうち、生物劣化は木造建築に対して特に大きな経済被害を生じさせることが知られており、木造建築の主な劣化対策は生物劣化対策である。生物劣化現象は、適切な温度、生物にとっての栄養、水分、酸素の4条件がそろって起こる。逆に言えば、この4条件のうち1つでもなくすことができれば、生物劣化を防止することが可能となる。このうち、適切な温度や酸素をなくすことは建築物の中で人間が生活する以上難しいし、シロアリや腐朽菌にとっての栄養分である木材をなくすことは木造をやめることであり、ここでは検討除外とする。すなわち、木造建築の劣化対策としては水分の浸入をできるだけ阻止し、浸入した水分を速やかに排出することが肝要である。さらに、万が一水分が滞留した時のバリアとして、薬剤をはじめとする防腐防蟻処理や劣化診断技術、補修技術などが劣化対策の主な骨格をなす。近年では乾いた木材を食害するカンザイシロアリや、イエシロアリが比較的乾いた木材を食害することも知られており、木材の防腐防蟻処理はこれらの対策としても有効である。

### 長期優良住宅の総合的検証事業

現代建築構法における耐久性に関しては、「建築物の耐久性向上技術の開発」（以下耐久性総プ

ロ、建築研究所、1980～1984年）がよく知られているが、当時に比べると既に新たな構法が数多く出現しており、成果の見直しも様々な場面で行われている。この中では、2010年から行われた木造長期優良住宅の総合的検証事業が網羅的である。ここでは、長期優良住宅の総合的検証事業のうち耐久性分科会での取り組みと得られた成果<sup>1)</sup>について概観する。以下は「木造長期優良住宅の総合的検証委員会耐久性分科会 平成24年度成果報告集」（平成26年3月）<sup>1)</sup>および「木造長期優良住宅の総合的検証委員会耐久性分科会 平成24年度成果報告集」（平成25年3月）<sup>2)</sup>から、大規模木造建築に共通すると考えられる報告を抜粋（一部本文に合わせて改変）したものである。

2009年6月に長期優良住宅の普及の促進に関する法律が施行されたが、この認定基準は耐久性総プロの技術的成果をベースとしており、現代の木造住宅構法に適用することは難しい。たとえば、気象の変動や新しい外来シロアリの出現などによる生物劣化外力を再評価する必要があること、当時なかった新しい木造構法が出現していること、社会的要求の変化、などである。また、木質材料や接合金物等に要求される耐久性能はこの時点では定量的にはあまり明らかにはなっていなかった。そこで、木造長期優良住宅の技術基準策定のため、下記のような取り組みが行われた。

- ・劣化外力の再評価（各種シロアリ種の野外分布と気象因子に関する検討、腐朽危険度に関する検証）
- ・保存処理の耐久性と耐久性能に関する検討
- ・耐久性向上措置としての新構（工）法の健全度実態調査
- ・接合部の強度劣化評価に関する検討
- ・構造躯体が許容しうる湿潤状態の検討
- ・小屋裏開口面積と暴露措置に関する検討
- ・接合金物の耐久性に関する検討
- ・長期優良住宅における維持管理に関する検討



## 劣化外力の再評価（各種シロアリ種の野外分布と気象因子に関する検討）

現行基準の基礎となった腐朽危険度、シロアリの被害分布は現状の被害実態とは合わない部分が多い。そこで改めて劣化外力評価を行うことにより、実態に即した防腐防蟻処理範囲の検討を行った。この目的のために、

- ① シロアリ被害の実態を詳細に調べ、各種シロアリの被害ベース、生息ベースでの分布状況を明らかにして、シロアリ分布マップの作成を行った。
- ② 遺伝子解析法などをもとに木造建築加害菌を特定するとともに、その結果を踏まえて木造住宅の加害菌の生育適正温度を基礎とした腐朽危険度マップを作成した。

このため、北海道北部（帯広市、広尾郡広尾、浦河町）におけるヤマトシロアリ野外分布調査を実施するとともに、シロアリ生息に関連する情報収集を行った。また、野外分布調査、文献調査ならびにヒアリングから総合的に判断した最新の分布マップを作成（図 1-1）し、過去のシロアリ分布と比較した。次に、今回過去の気象台帳(1900-1903 年、1934-1936 年)ならびにアメダスデータ

(1978 年以降)をもとに、シロアリの野外分布と関連がある 1 月平均気温および 1 月の日最低気温平均値の年推移を追跡し、白地図上でのマップ化を行った。

これまでの文献の記述では、1 月の平均気温-4°Cのラインがヤマトシロアリの野外分布北限とほぼ一致すると言われていた<sup>たとえば 2)、3)、4)</sup>などが、その後の調査・報告<sup>たとえば 5)、6)、7)、8)</sup>などによって北海道におけるヤマトシロアリの野外生息や被害が報じられた。

図に本事業で収集した情報を元に各シロアリ種の最新分布を示す。

ヤマトシロアリの野外分布に関しては、今回の調査結果ならびに森ら(2002)<sup>5)</sup>、森(2003)<sup>6)</sup>、青山・村上(2003; 2005)<sup>7),8)</sup>による報告を反映して作成した。イエシロアリに関しては、現在公表されている分布北限は茨城県潮来市内の家屋被害箇所であり、これは 2002 年に実施された（社）日本しろあり対策協会によるシロアリ被害実態調査の回答が情報源であるため、営巣箇所や生きた個体に関する情報は公開されていない。また、2010 年に茨城県結城市の一般家屋でイエシロアリ被害が報告されたが、本件に関しても営巣箇所が不明

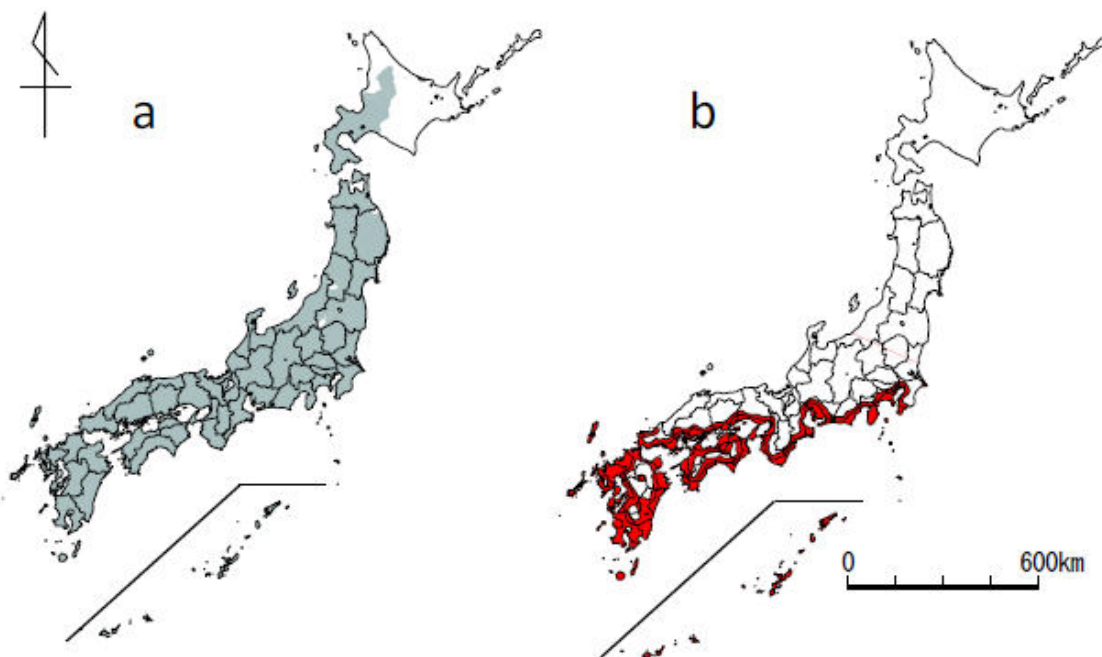


図 1-2 日本産シロアリ分布（2013 年） a：ヤマトシロアリ、 b：イエシロアリ

である<sup>9)</sup>。イエシロアリはヤマトシロアリと異なり固定巣を構築することから、当該地において巣もしくは複数年に亘り群飛や生体の生存が確認されなければ、厳密な意味で‘定着’と判断できない。さらに関東地域におけるイエシロアリの生息調査報告は針木(2002)以降なされていない<sup>10)</sup>。以上のことから、現在の野外分布北限は東京湾南部沿岸地域の神奈川県川崎市と判断し、その結果を反映してマップ化した。

実際のイエシロアリ野外分布のめやすとしては1月の平均気温4℃以上の地域(下図1-3a)、イエシロアリのハザードマップとしては、過去のイエシロアリ発生情報を加味して福島(1972)の提唱した1月の平均気温0℃以上の地域(下図1-3b)が妥当と考える<sup>11)</sup>。イエシロアリは地中部に塊状の大きな巣を作り、冬場、最低気温が0℃に落ち込む日であっても、例えばマツ伐根に営巣された巣内の温度は11~12℃に保たれていたという報告がある<sup>12)</sup>。したがってある程度の大きさに成長した巣であれば一時的に気温が0℃以下になっても巣温、つまりシロアリの生息に影響せず越冬が可能と推測される。

ヤマトシロアリのハザードマップとしては、従

来言われているような1月平均気温-4℃以上の地域ではなく、積雪がある状態での土壤凍結深が10cm以下であることを提案する。

### 保存処理の耐久性と耐久性能に関する検討

この品確法の「防腐及び防蟻に有効な薬剤」については、日本農林規格や日本工業規格をはじめとする諸規格によって規定されているが、それらの薬剤で処理された保存処理木材の効力の持続性については、一部の注入処理用木材保存剤について屋外暴露20年以上の長期試験の実績があるものの、その他多くの木材保存剤では注入処理用木材保存剤で10-15年、表面処理用木材保存剤では2年程度の試験実績しかないものがほとんどである。また、屋外暴露の劣化環境は通常の住宅内の劣化環境よりもはるかに厳しいことから、屋外暴露で求められた耐用年数をそのまま保存処理木材を住宅部材として使用した際の耐用年数とすることは適切ではない。

そこで、保存処理木材を適切に管理された住宅の構造用部材として長期間使用した際の耐久性の予測を目的に、木材に添加された状態で高温条件下に暴露する促進劣化試験を実施した。

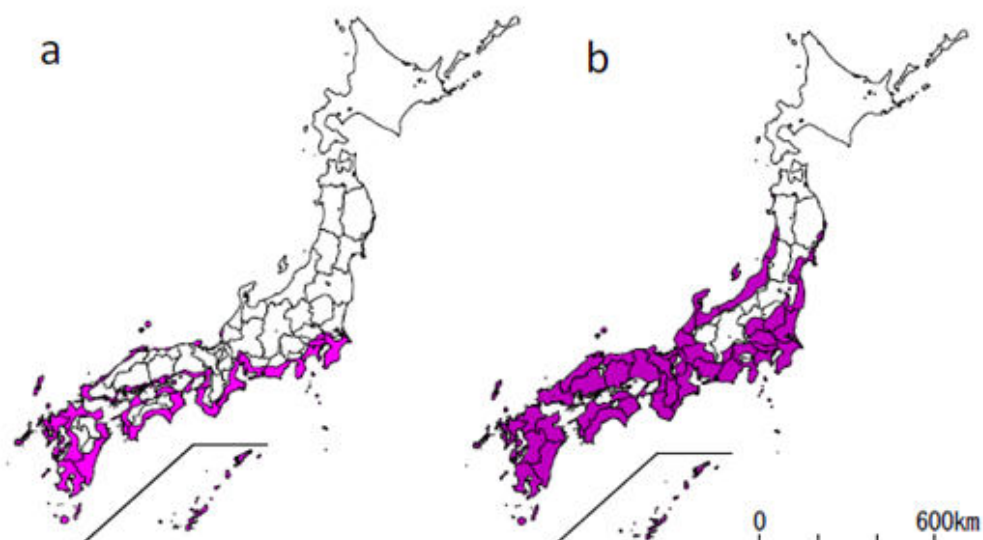


図1-3 2009-2013年1月の平均気温

a: 4℃、イエシロアリ野外生息分布域のめやす

b: 0℃、過去の家屋におけるイエシロアリ被害発生事例を考慮した、人為的導入によりイエシロアリが定着する危険性のある地域を含んだハザードマップ

その結果、有効成分であるシプロコナゾール残存率が暴露温度によって異なり、温度が高いほど消失速度が速いことが明らかになった。

最終的な結論を得るためにはより長い暴露時間を経た後の結果を観察する必要があるが、ここまでの結果は、シプロコナゾールの長期耐久性についても、この実験を継続することにより短期間で予測できることを示唆した。

### 耐久性向上措置としての新構（工）法の健全度に関する検討

住宅性能表示制度の導入等により耐久性向上措置として採用されている新たな構（工）法（外断熱、高气密・高断熱、ベタ基礎、床下・小屋裏換気、壁体通気、金物等）に関する実態調査結果等を収集・整理することにより、これら構（工）法等の耐久性に関する健全度を検証し、長期優良住宅に要求される耐久性能を向上させるための措置等について検討した。

事件事例調査等の結果から、設計よりも施工上の問題点が散見され、特に建築防水に関連する項目の多いことが看取された。そこで、新構（工）法を変更するというよりは、対象とする新構（工）法の施工及び施工監理上の注意点等を含めてポイントをまとめることで事件事例を減少させることが可能であり、長期優良住宅認定基準等で示

されている耐久性を確保するための新構（工）法等を変更する必要はないものと考えられた。

納まりの変化による直張り下地の雨水侵入リスクの増大については下記のようなであった。旧来の在来軸組構法住宅（下図 1-4a）は根太を使っており、その相互間の隙間が生じると共に断熱材も薄かったため、床下の空気が壁体内へ導入される「簡略型の壁体内通気構法」であったため、雨漏り跡が存在しても広範囲の著しい劣化は少なかった。しかし、現在の住宅（下図 1-4b）は根太を省略して大引きに直接的に厚板合板を張る事例が多くなり、また壁内は断熱材が隙間無く充填され、気密性も確保されるようになった。これまで雨水が浸入しても乾燥しやすい納まりと異なり直張り下地で雨水浸入した場合、モルタル外壁の直張り工法では、壁内が透湿抵抗の高いアスファルトフェルトと室内側の防湿フィルムで挟まれるため、雨水が滞留し、乾燥しにくい状態となる。このため、雨水浸入により短期間に著しく広範囲に劣化する事例があった。

通気構法であれば、外装材から通気層へ雨水が浸入した場合であっても、雨水は通気層内を流下し、通気層の吸気口から屋外へ排出される。さらに、透湿防水シートより室内側へ雨水が浸入した場合においても、透湿防水シートが保有する透湿性により、直張り工法と比べ壁内が乾燥しやすい

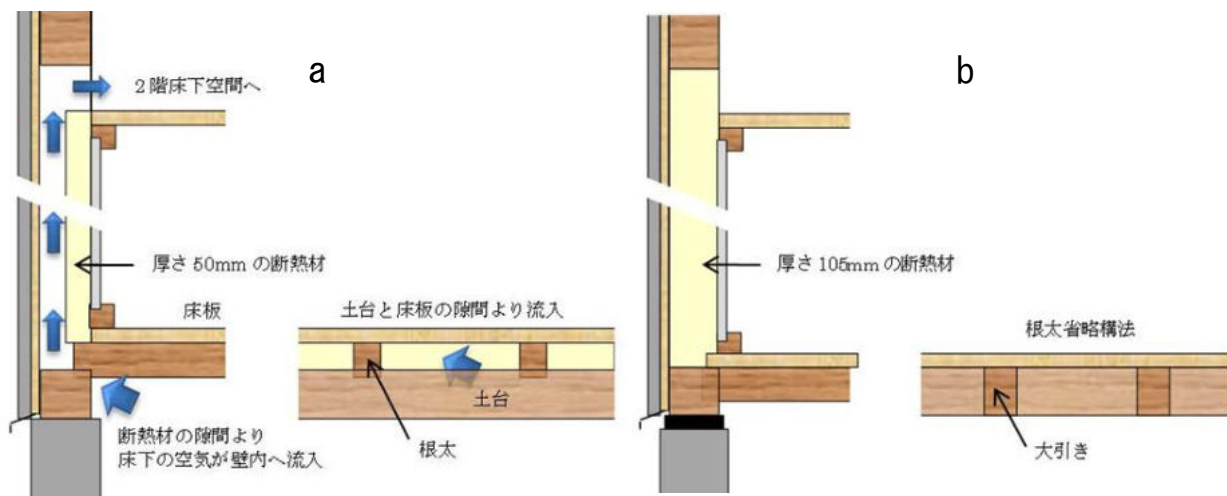


図 1-4 a：旧来の在来軸組構法の納まり例、 b：最近の在来軸組構法の納まり例



状況となり得る。木造住宅の検査機関によると、雨水浸入事故のほとんどが直張り工法によるものと指摘されている。従って、高気密住宅において、直張り工法を採用する際は、特に十分な雨水浸入対策や結露対策が必要と思われる

また、防水紙の現状と問題点については以下のものであった。防水紙自体の防水性能は高いが、防水紙を下地へ留め付ける際、必ずステープルや釘等の接合具が貫通し、その釘孔から雨水浸入することが考えられる。建設中の降雨及び建設後の雨水浸入を想定し、アスファルトフェルト 8kg/巻品や透湿防水シートへ撒水（下図 1-5a 参照、風速 5m/s、4 分間）した結果、ステープルの留め付け孔から防水紙の裏面へ漏水することが判明した。また、寸法安定性の低いアスファルトフェルト 8kg/巻品は、降雨や日射により膨張及び収縮し、短時間で釘孔が拡大することが判った。なお、JIS A 6111 透湿防水シート及び JIS A 6005 アスファルトルーフィングフェルトには、釘穴シール性に関する規定はない。

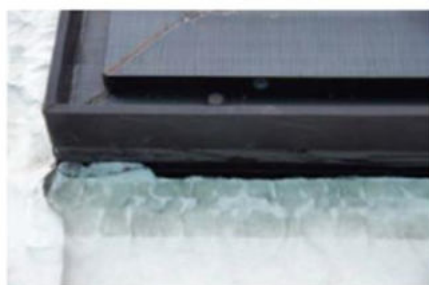
窓まわりの現状と問題点については以下のものであった。住宅内において、窓まわりは雨水浸入事故が多い代表的な部位として、検査機関より

指摘されている。図 1-5-b は、各種の仕様書の通り、構造用合板の外側からサッシを納めた後、サッシ釘打ちフィンへ両面防水テープを張り、その外側へ透湿防水シートを張ったものである。透湿防水シートの窓周辺部は、シワが著しく生じており、両面防水テープと透湿防水シートとの間に隙間が生じて、雨水が浸入する可能性がある。防水テープや透湿防水シートをローラーで伸ばした状態においても、防水テープと透湿防水シートの相性が良くない場合は、加熱によりシワが生じることが促進試験でも確認されている。

通気層の現状と問題点については以下のものであった。一般仕様として、土台水切りの外側へ透湿防水シートを被せるが、透湿防水シートの種類により、下端が捲れる。この捲れにより通気層の通気量が減るだけでなく、土台水切りと透湿防水シートとの間に隙間が生じる。暴風雨時には、この隙間から雨水は浸入することが考えられる。透湿防水シートと土台水切りとの間にテープを施さない試験体による撒水試験では、風速 15m/s よりその隙間から霧状の水が壁内へ浸入した。さらに透湿防水シートの隙間を防水シートで塞いだ場合においても、風速 15m/s より透湿防水シ



図 1-5 a : 釘孔と漏水



b : 透湿防水シートに生じたシワ

トの一段目と二段目の重ね部より漏水が生じた。  
下記に各部位の設計上、施工上の留意点をまとめる。

- ① ベタ基礎＋外壁通気仕様における1階床組、床板
- 設計上の留意点
- ・ベタ基礎からの水分蒸発があることを認識すること。
  - ・水分が十分に蒸発する期間を工程計画に盛り込むこと。
  - ・工程計画で対応できない場合は、床板をはった後でも水分が逃げられるよう設計上の工夫をすること。
  - ・ベタ基礎換気口の位置不良・容量不足に注意すること。
- 施工上の留意点
- ・未乾燥材は検品ではねること。
  - ・備配管類の接合部からの水もれに注意すること。
- ② ベタ基礎外周（シロアリ侵入及び木部シロアリ被害）
- 設計上の留意点
- ・ベタ基礎の適切な配筋、コンクリート品質の確保、打設作業のしやすい基礎形状の設計などに注意すること。
  - ・基礎底版が地盤面より上に来るように設計すること。
  - ・基礎貫通孔まわりの防蟻措置を取り入れること。
  - ・ベタ基礎貫通孔が地盤面より上に来るように設計すること。
- 施工上、工事管理上の留意点
- ・ベタ基礎の適切な配筋、コンクリート品質の確保、打設作業のしやすい基礎形状の施工および管理に注意すること。
  - ・基礎底版が地盤面より上に来るように施工および管理すること。
  - ・基礎貫通孔まわりの防蟻処理を適切に施工および管理すること。

・ベタ基礎貫通孔が地盤面より上に来るように施工および管理すること

- ③ 外壁通気構法（カビ、腐朽）
- 設計上の留意点
- ・未乾燥材を使用しないように検品に注意すること。
  - ・水密生の低い、あるいは吸水率の高い外壁材を選定しないよう注意すること。
  - ・外壁の防露設計を適切に行うこと。
- 施工上、工事管理上の留意点
- ・外壁目地シールなどの施工、工事管理を慎重に行うこと。
  - ・開口部まわりの防水テープ施工は丁寧に行うこと。また、その結果をチェックすること。
  - ・通気胴縁が通気層を塞がないように施工し、その適正さを管理すること。
  - ・通気層の上部（排気口）と下部（吸気口）を設計どおりの寸法で確保するように注意すること。
  - ・室内側防湿シートは、隙間、破れなどの内容に丁寧に施工すること。また、その結果を管理すること。
- ④ 高気密住宅の間仕切り壁内部（蟻害、腐朽）
- 設計上の留意点
- ・未乾燥材を使用しないように検品に注意すること。
  - ・防水性の低い防水材を選定しないよう注意すること。
  - ・屋根の雨仕舞い設計に注意すること。
  - ・ボルト頭が外気に冷やされるなどの場合は、断熱するなどヒートブリッジの形成がないように注意すること。
  - ・気流止めを入れることを指示し忘れないこと。
- 施工上、工事管理上の留意点
- ・屋根の雨仕舞いを保つ施工、管理に心がけること。
  - ・屋根まわりの防水施工が適切であることを

管理者が確認すること。

- ・開口部まわりの防水施工が適切であることを管理者が確認すること。
- ・気流止めの適切な施工およびその管理を行うこと。
- ・ヒートブリッジが形成される部分の断熱の工事およびその管理を怠らないこと。

#### ⑤ 基礎外張断熱工法（生物劣化）

設計上の留意点

- ・未乾燥材を使用しないように検品に注意すること。
- ・防腐防蟻効果の低い木質材料を選定しないよう注意すること。
- ・省エネ性能とともに、蟻害、腐朽をいかに防ぐかなど耐久性能の確保について意を用いること。
- ・地下水位を把握し、必要に応じて防水措置をとること。

施工上、工事管理上の留意点

- ・防腐防蟻処理を適切に行うこと。また、その工事について、薬剤種類や処理量、処理箇所などの管理を怠らなく行うこと。
- ・断熱材と基礎立ち上がり部の隙間がないように施工すること。できれば一体施工を行うこと。
- ・コンクリート工事におけるワーカビリティのほか養生などに配慮し、コンクリートの密実さを確保すること。
- ・レベリング材などを用いて、基礎天端の水平を確保する施工を行うこと。

#### ⑥ バリアフリー住宅における玄関框、床組材（生物劣化）

設計上の留意点

- ・未乾燥材を使用しないように検品に注意すること。
- ・玄関框などには、防蟻処理を必ず行う仕様とすること。
- ・玄関土間部分は盛り土ではなく、鉄筋で一

体となった土間コンクリートを打設する仕様とすること。

- ・土壌処理をするなど基礎内側からのシロアリ侵入に備える仕様とすること。

施工上、工事管理上の留意点

- ・玄関框まわりの防蟻施工を確実にを行うこと。
- ・基礎内側の土壌処理を確実にを行うこと。
- ・框材と土台などの隙間を確実に埋める施工とすること。また、そのチェックを確実にを行うこと。

使用上の留意点

- ・玄関床清掃時に框など木部に水をかけ続けないこと。
- ・24時間換気による床下部の負圧発生に注意すること。

#### ⑦ 通気工法によるルーフバルコニー（生物劣化）

設計上の留意点

- ・特記仕様書などでバルコニーと外壁との取り合い部における防水紙の重ね方を適切に指示すること。
- ・防水紙の重ね寸法は特記として指示すること。
- ・笠木取り付け金具は防水紙を貫通することのないものとする。
- ・バルコニー床裏には換気措置を施す設計とすること。

施工上、工事管理上の留意点

- ・防水紙の重ね、納まりを確実に施工すること。また、そのチェックを忘れずに管理者が行うこと。
- ・防水テープの張りまわしを仕様書などにもとづき確実にを行うこと。
- ・防水テープなどによりバルコニー通気層を塞がないようにテープの施工、管理に配慮すること。
- ・バルコニー床裏換気口を設計どおりに確保すること、またそのチェックを確実にを行うこと。

## 接合部の強度劣化評価に関する検討

木部構造体の維持管理の基礎資料を得るため、まず生物劣化による接合部強度低下への影響を実験的に明らかにするための接合部強度試験について検討した。次に、その結果に基づいた非破壊評価技術を検討するとともに、既存建物の維持管理における補修判断基準を検討することを全体の計画としている。

接合部強度試験では、接合金物を使用した接合部モデル試験体を強制的に生物劣化させ、接合部耐力と劣化程度との関係を明らかにすることを目的とした。そのため、まず生物劣化を強制的に発生させる方法（以下、強制劣化方法と称する）を新たに考案することとし、これまでにイエシロアリおよび菌床培養した腐朽菌による強制劣化方法の基本方法を明らかにした。しかし、腐朽菌による強制劣化方法の場合、接合部を評価する上で必要な試験体数の確保や劣化程度の再現性に問題があり、これを解決する必要があった。そこで、ファンガスセラーによる強制劣化方法を新た

に検討することにした。そして、ファンガスセラーによる強制劣化操作が完了した試験体について接合部強度試験を実施し、接合部の特性値を算出するとともに、劣化程度との関係を検討した。また、これまでに接合部強度試験が終了した部材による縦圧縮試験を実施し、縦圧縮強度と劣化程度との関係を検討した。更に、既存木造住宅の接合部の劣化による耐力低下に与える影響の検証を目的としたシミュレーションについても検討した。

ファンガスセラーで強制劣化させた試験体で作製したベイツガ接合部の荷重変形曲線を図 1-6a に示す。荷重変形曲線は、最大荷重に達した後の荷重減少は、緩やかだった。また、各荷重ステップにおける繰り返しの影響は、繰り返し回数が増えるに従って同一荷重時の変位が若干増加する傾向が示唆された。

生物劣化の発生状況は、どちらも柱よりも土台の方が顕著だった。生物劣化は、材表面から約 10mm の深さまで達している（図 1-6b）こと、ほ

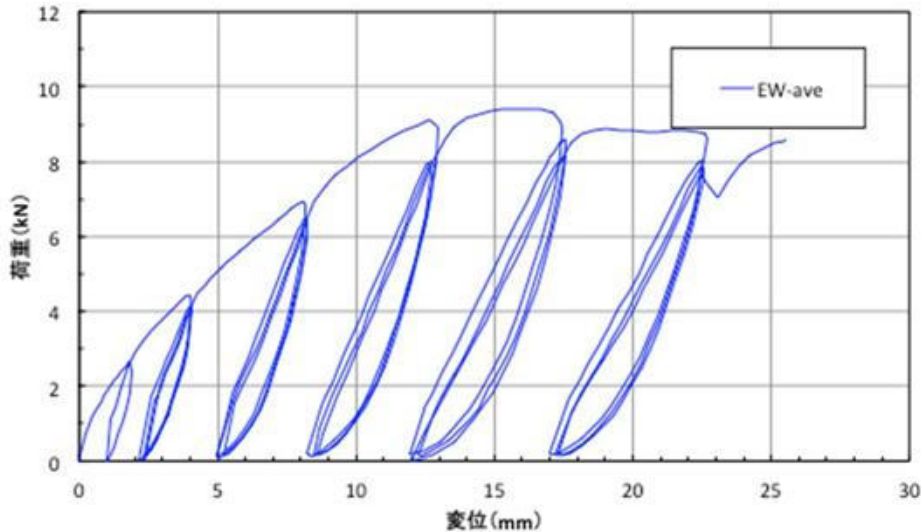


図 1-6 a : 荷重変形曲線



b : 接合部の状況（左：試験前、右：試験後）

ぞ穴部分周辺が他の部分と比べて含水率が高いことが断面観察により確認できた。

縦圧縮強さを処理条件別に比較した結果を図 1-7a に示す。なお、これまでに得られているイエシロアリによって強制劣化した接合部の試験結果も比較のために図にプロットした。腐朽菌により劣化したグループおよびイエシロアリにより劣化したグループは、コントロールと比べて縦圧縮強さが小さくなる傾向だった。

密度と縦圧縮強さとの関係を図 1-7b に示す。密度と縦圧縮強さとの関係には、正の相関が認められたことから、部材の縦圧縮強さを推定するパラメータとしては、密度が有効と考えられる。また、これまでに得られた結果では、ピロディンに

よるピン打ち込み深さと密度との間に相関が認められていることから、ピロディンによるピン打ち込み深さが部材の縦圧縮強さを推定するのに有効である可能性がある」と推察される。

### 構造躯体が許容しうる湿潤状態の検討

本研究では、有害な結露に関する判断根拠を得る観点から室内腐朽試験を行い、雰囲気湿度を指標として菌糸定着時間を整理してきた。しかし、木材の湿気容量を考慮すると乾湿繰返しの状況下では、材表面の相対湿度（含水率）は雰囲気と平衡に達しないことが予想される。そこで、境界条件を実験で求めたうえで数値計算によって材表面の水分性状を確認し、これまでの知見に対す

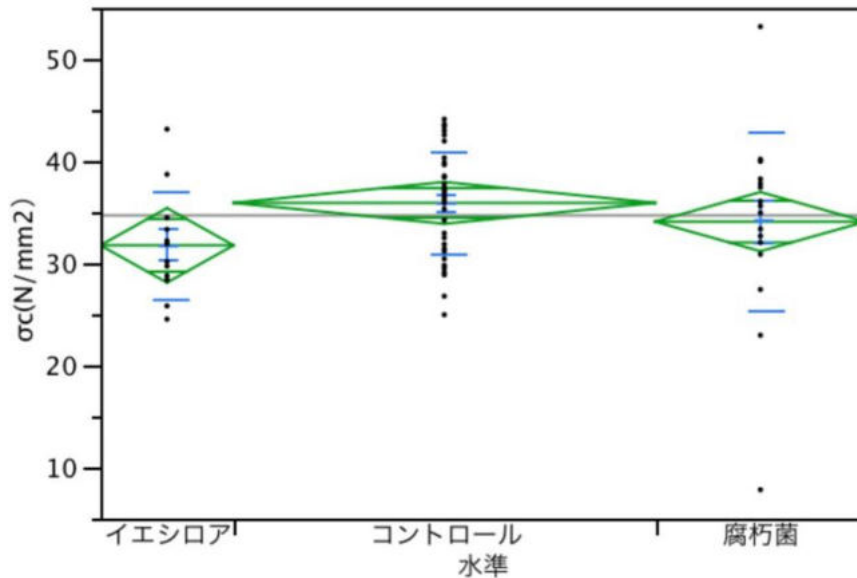
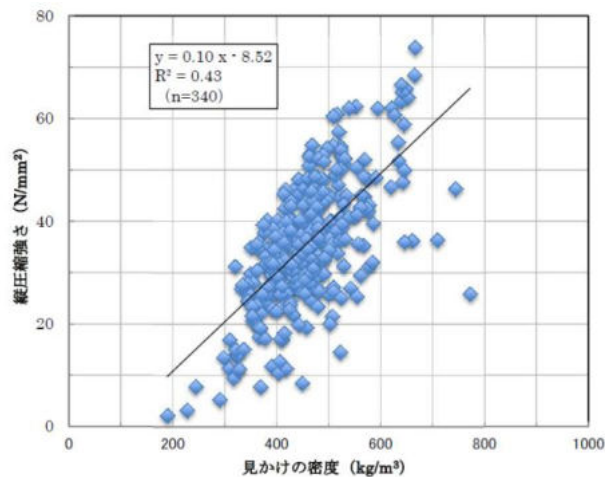


図 1-7 a : 縦圧縮強さの比較 (スギ)



b : 密度と縦圧縮強さとの関係 (全樹種)



る信頼性の向上を図った。

本研究では、有害な結露に関する判断根拠を得る観点から室内腐朽試験を行い、菌糸接種から質量減少が確認しうる期間について検討を行ってきた。室内腐朽試験では試料中央にφ8mmのオオズラタケの菌糸を寒天培地と共に接種し、カルチャーボトル等を用いる一般の腐朽試験と比べ、構造躯体が曝される状況に近い環境下を模擬した。これまでの実験結果によると、菌糸接種後、質量減少3%程度が確認されるまで湿潤状態では約2ヵ月程度、湿潤と乾燥を繰り返す条件下では乾燥湿度90%で4ヵ月以上の期間を要する知見が得られている。また、乾燥湿度75%では質量減少率が微増に留まり、8ヵ月の暴露によっても木材内部への菌糸の侵入は確認できなかった。

現時点の知見から、材表面の湿潤による木材腐朽菌定着までの期間を整理すると以下となる。

① 連続した湿潤

相対湿度98%以上 → 1ヵ月程度

② 乾燥湿潤（周期的に繊維飽和点を越える場合）

平均相対湿度95%以上 → 2～3ヵ月程度

平均相対湿度85%以下 → 6～7ヵ月程度

上記の数値は内部結露を想定しており、雨水に直接暴露される環境や屋外の土木構造物については更なる検討が必要である。また、初期含水率の高い木材や地盤近傍では、木材腐朽菌が材内部や地盤内の水分を利用し腐朽に至る可能性があり、適用条件について慎重に整理する必要がある。一方、上記の結果は温度23℃の実験によって得られた値であるため、腐朽現象の温度依存性を考慮すると、冬期については若干長めの期間が許容できるであろう。

なお、本検討で求める成果は、生物学的な木材腐朽菌の定着の有無を意味するものではなく、建築工学の観点から構造上有害な劣化を防止するための目安である。試料厚さ6mmの結果から得られたものであるため、適用しうる材料厚さなどを含め、今後更なる検証が不可欠である。

## 小屋裏開口面積と防露措置に関する検討

全国一律であった小屋裏開口面積の要求性能を、気象条件、気密性、外壁通気層の有無等の各種条件を勘案し整備することにより、柔軟性が高く地域の実情に適応しうる評価指針作成の根拠を提示した。

本検討では、小屋裏換気口の要求性能を明示するため、熱水分移動と換気回路網に関する計算プログラムを用いたシミュレーション計算を行い、屋根形状、換気方式、気密性能、地域等、様々な条件を勘案した換気量と小屋裏開口面積の関係を求めた。これと並行し、実験住宅において小屋裏温湿度の実測を行い、得られたデータより計算プログラムを検証した。実験では、換気方式や天井気密性等による影響が、シミュレーション計算と同じように再現することが確認できた。

次に、小屋裏湿度に及ぼす影響が大きい天井面の気密性能の実態を把握するため、実際の戸建住宅において天井と小屋裏間の隙間量を測定した。近年の住宅では、天井面を石膏ボードとクロスで仕上げたうえ廻縁も施工されているため、一般部や取合からの漏気は僅かであることが示された。しかし、天井面に気流止めが設置されていない物件では、室内空気が情報コンセントや分電盤から間仕切壁を経由し、小屋裏内に到達する可能性のあることが分かった。

通気経路が確保されていない片側開口に関する検討では、換気不備の程度の把握を目的とした実験を行った。トレーサーガスをを用いた実験により、下屋や大屋根でも特殊な屋根形状で流出口が確保されないケースでは換気量が大幅に低下するため、評価の際には通気経路の確認が必要であることが分かった。

## 接合金物の耐久性に関する検討

近年の木造住宅では、2000年の建築基準法改正で柱頭柱脚および筋かいの端部の接合金物仕様が明確に規定されるなど、接合金物類の重要性が高まってきている。しかしながら、耐久性総プロ当時はこれら金物類の構造上の位置づけが曖昧

であったこともあり、金物類の表面処理については明確な基準化がなされてこなかった。

そこで本取組では、長期優良住宅の接合金物耐久性基準やJIS 基準に反映することを目的として、木造住宅における接合金物および接合具の劣化特性を明らかにするための取組みを行った。

接合金物の耐久性を論じるには、「どのような環境でどの程度腐食が進行するのか」という腐食速度に関する情報と、「どの程度の腐食でどの程度の構造性能を有するか」という腐食時構造性能に関する情報が必要である（図 1-8a）。

本取組では、主として下記の取組を行った。

・既往研究の文献調査による、接合金物類の腐食実態の整理

- ・ 現在流通している防錆処理と防錆基準の整理
  - ・ 海外における防錆基準の整理
  - ・ 保存処理木材との接触安全性検証実験 屋外暴露実験（図 1-8a）
  - ・ 保存処理木材との接触安全性検証実験 湿潤実験（図 1-8b）
  - ・ 保存処理木材との接触安全性検証実験 高湿実験（図 1-8c）
  - ・ 保存処理木材との接触安全性検証実験 屋内暴露実験（図 1-8d）
  - ・ 画像解析による腐食量評価
  - ・ 飛来海塩粒子量の測定
- これらの取組から明らかになったことを概観すると以下のものである。



図 1-8 a : 保存処理木材との接触安全性検証実験  
屋外暴露実験



b : 保存処理木材との接触安全性検証実験  
湿潤実験



c : 保存処理木材との接触安全性検証実験  
高湿実験



d : 保存処理木材との接触安全性検証実験  
室内暴露実験

・ 一般的に、腐食の著しい個所は、部材境界面、含水率 18%超の木材内<sup>14)</sup>、含水率の高い他材料との接触部<sup>15)</sup>、ホウ酸等を含む防火処理木材との接触部<sup>16)</sup>、銅を含む防腐防蟻処理木材との接触部<sup>17)</sup>、床下等<sup>18)</sup>である。

・ 屋外と屋内の腐食速度の比率は 1/8 とされている<sup>19)</sup>。

・ 亜鉛めっきの限界状態はめっき付着量の 90%が消失した時点とされている<sup>19)</sup>。

・ 釘の一面せん断耐力は発錆初期にいったん増加し、さらに錆が進行すると減少していく<sup>20)</sup>。

・ 合板耐力壁釘接合部の劣化時性能実験<sup>20)</sup>に基いて限界残存重量を設定し、高温高湿暴露による促進試験と木造住宅試験棟躯体内の環境測定結果をアイリングモデルに適用して寿命予測を行った結果、寿命は約 230 年と推定された<sup>21)</sup>。

・ 平成 21 年国土交通省告示第 209 号では、長期使用構造等とするための措置として、例えば、一般部に使用される厚さ 2.3mm 以上の鋼材の表面処理は、Z45 もしくは Z60 の溶融亜鉛めっきが必要とされている。

・ 現在流通している木造住宅接合金物の表面処理の中で最も高い同等性評価を受けているものは、プレめっき鋼板では Zn+Mg 合金めっき (HDZ55 同等) Ep-Fe/Zn8/CM2C である。

・ Eurocode5 では、接合金物類の形態および寸法ごと、使用環境ごとに防錆処理基準を定めている。

・ Eurocode5 における接合金物類の使用環境はサービスクラス 1~3 に分類されている<sup>22)</sup>。サービスクラス 1 は「屋内のような乾燥した環境」、サービスクラス 2 は「直接雨に曝されない屋外環境あるいは多湿な屋内環境」、サービスクラス 3 は「直接雨に曝される屋外環境」である。

特に保存処理木材との接触安全性検証実験では以下の知見が得られた。

・ ACQ、CUAZ-2、CUAZ-3 の腐食性が高い傾向が見られた。

・ その他加圧注入材、ベイマツ未処理材の腐食性も高い傾向が見られた。

・ 屋外暴露実験において、表面処理薬剤の腐食性は低い傾向であった。

・ 湿潤実験、高湿実験においては、鋼板表面処理の種類によっては、表面処理薬剤に対してもある程度腐食が進行した。屋外暴露実験においては、表面処理薬剤が溶脱している可能性がある

・ 電気亜鉛めっき+有機皮膜、Z27+カチオン電着塗装の防錆性が高い傾向が見られた。

・ 横浜、つくば、宇治はほぼ同じ傾向であった。旭川は現在のところ腐食性が低い傾向であった。

また、画像解析による腐食量評価では、以下の成果と課題を得た。

・ 目視評価は一定の精度を有することが確認できたが、目視評価 4 は赤錆面積を過小評価しがちである

・ 今回実施した画像解析方法では、赤みがかかった色に変色した部分、鋼板に付着した木材片、鋼板の孔の影、黒色に近い赤錆等の判別が困難である。

## 参考文献

- 1) 木造長期優良住宅の総合的検証委員会耐久性分科会 平成 24 年度成果報告集,  
<http://www.nittem.co.jp/blank-2> (2023/2/4 アクセス)
- 2) 木造長期優良住宅の総合的検証委員会耐久性分科会 平成 25 年度成果報告集,  
[http://www.mokuzaihozon.org/info/chousa/H25\\_report.pdf](http://www.mokuzaihozon.org/info/chousa/H25_report.pdf) (2023/2/4 アクセス)
- 3) 木材保存学入門(1997) (社) 日本木材保存協会
- 4) 森本桂 (1993) シロアリの生態, しろあり防除ダイジェスト, (社) 日本しろあり対策協会
- 5) 木材保存学入門改訂版(2001) (社) 日本木材保存協会
- 6) 森満範, 竹松葉子, 吉村剛(2002) 北海道北部におけるしろあり事情と生息環境に関する一考察, しろあり, 127, 12-19.
- 7) 森満範 (2003) 道北地域におけるシロアリの生息状況—シロアリの生態と生息環境—, 林産試だより, 1-4.

- 8) 青山修三, 村上竜彦 (2003) 北海道旭川市内で発見したシロアリ被害家屋 北海道における新シロアリ生息分布の考察, しろあり, 133, pp.9-15.
- 9) 青山修三, 村上竜彦 (2005) 北海道留萌市で発見したシロアリ被害家屋 北海道における新シロアリ生息分布の考察 第二報, しろあり, 141, pp.10-15.
- 10) 田中勇史 (2011) 北限(?)のイエシロアリ被害, agreeable, 19,8-10
- 11) 針木聡一 (2002) イエシロアリの関東地方における分布, しろあり, 130,35-43.
- 12) 福島正人(1972) しろありと住居, pp.150, 理工図書.
- 13) 中島茂, 森八郎(1961) しろありの知識, グリーン・エージ.
- 14) Kubler,H. : Corrosion of Nails in Wood Construction Interfaces, Forest Products Journal,42,pp.47-49,1992.1
- 15) 石本徳三郎、宮下優：鉄骨住宅部材の解体による腐食性状の調査と考察-軽量鉄骨系工業化住宅の耐久性に関する研究 -その 1-,日本建築学会構造系論文集 第 415 号,pp.13-20,1990
- 16) Baker,A.J. : Corrosion of Metal in Wood Products, Durability of Building Materials and Components. ASTM STP 691,pp.981-993,1980
- 17) 山田知明：木造住宅用接合金物の腐食に関する実験的研究,関東学院大学 2008 年度修士論文
- 18) 神山幸弘、古野秀二郎：木造住宅における釘の腐食調査報告,日本建築学会大会学術講演梗概集(東海),pp.243-244,1976.1
- 19) 建設大臣監房技術調査室：建築物の耐久性向上技術シリーズ 建築構造編Ⅱ 鉄骨造建築物の耐久性向上技術,技報堂出版,1986.9
- 20) 石山央樹、腰原幹雄：釘接合部の劣化時せん断性能に関する実験的研究,日本建築学会構造系論文集,第 646 号,pp.2281-2289,2009.12
- 21) 石山央樹、腰原幹雄、中野一郎、関真理子：アイリングモデルを利用した木造住宅における鉄釘の寿命予測,日本建築学会技術報告集, 第 33 号,pp.453-456,2010.6
- 22) 中島正夫：木造住宅用接合金物類の耐久品質をめぐる現状と課題,住宅と木材 Vol.34, No.397, pp.21-25, 2011.1

### I-2-3 木材の色変化

木材の構造性能に大きな影響をおよぼすのは生物劣化であり、これが大きな経済被害となること、したがって、木造建築の劣化対策は主として生物劣化対策が行われてきたことは既に述べた。

しかしながら、木造建築物は隠蔽された部分の構造躯体を木造とするだけではなく、見えがかりとなる部分にも木材を使用することが期待されている（これを木質化という）。雨がかりのない室内部分の木質化においては、耐久性が問題になることはあまりないが、外装木材は雨がかりや紫外線、風化等によって色や光沢、質感等が変化するため、問題となることがある。

ここでは、外装木材の色変化についての実験的研究（図 1-9a-d）を紹介する。

#### 外装木材の色変化に関する研究概要

外壁木材の色変化を実験的に確認した。外装木材は雨と紫外線の影響を受けて色が変化していくが、これまでの研究により、屋外暴露を開始する月の影響を大きく受けると考えられた。そこで、

スギ試験片の暴露開始月を1か月ずつずらしながら屋外暴露し、1か月おきにスキャニングして画像データを保存し、色彩計で色度を測定して定量化した。その結果、下記が明らかとなった。

- ・試験片表面色は赤→黄→白→黒の順に変化する
- ・秋～冬（10～12月）に暴露開始したものは白っぽい期間が長い
- ・春～夏（6～9月）に暴露開始したものは白っぽい期間がほとんど見られない
- ・約半年～1年でいずれの試験体も黒っぽくなる

#### 外装木材の色変化に関する実験

試験体寸法は180×90×5mm、樹種はスギ、板目面を暴露した。一定期間暴露後に表面をスキャニングおよび色度を測定した。暴露架台および試験体を下図に示す。暴露地は愛知県春日井市の中部大学18号館屋上とした。暴露は南向き都市、上向きに60°傾斜させた。下図（図1-10）にスキャニング画像および図1-11に $\Delta L^*$ 値の変化（明るさを示すL値の初期値との差）を示す。スキャニング画像の縦軸は暴露開始月を示し、横軸にそれら

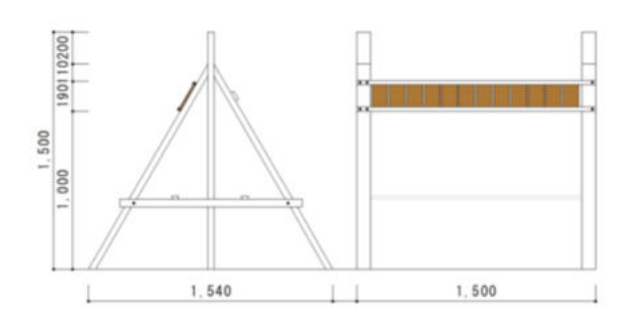


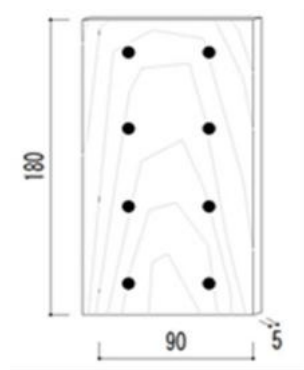
図 1-9 a : 暴露試験架台



b : 試験片設置のようす



c : 試験片（スギ）



d : 色度測定位置



の1か月ごとのスキャニング画像を並べた。上部横軸の数値はスキャニングした月を示す。 $\Delta L^*$ 値の変化は、縦軸に $\Delta L^*$ 値、横軸に経過日数を示す。すなわち、プロットが上にいくほど初期値より明るくなり、下に行くほど暗くなったことを示す。暴露開始月いずれの試験体も半年～1年程度で黒っぽく変色する。また、いずれの試験体も初期は赤っぽく、次いで黄色っぽく変化し、最終的に黒っぽく変色する。秋～冬（10～12月）に暴露開始したものは黄色と黒の間の白っぽい期間が長い。春～夏（6～9月）に暴露開始したものは白っぽい期間がほとんど見られない。これはおそらく気象条件によるものと推察され、暴露開始直後は

タンニンによってカビや藻類などの付着繁殖が抑えられている。暴露後一定期間後に降雨等によって水溶性のタンニンが洗い流され、木材は赤から黄色、次いで白っぽく変色する。この時点で高温多湿の時期を迎えると直ちにカビや藻類の付着繁殖によって黒く変色するが、この時点で低温低湿の時期を迎えた場合はカビや藻類の付着繁殖が抑えられ、白い状態が持続する。

#### 参考文献

- 23) Kana USAMI, Hiroki ISHIYAMA: COLOR CHANGE OF TIMBER EXPOSED OUTDOORS, Proceedings IRG Annual Meeting, 2019

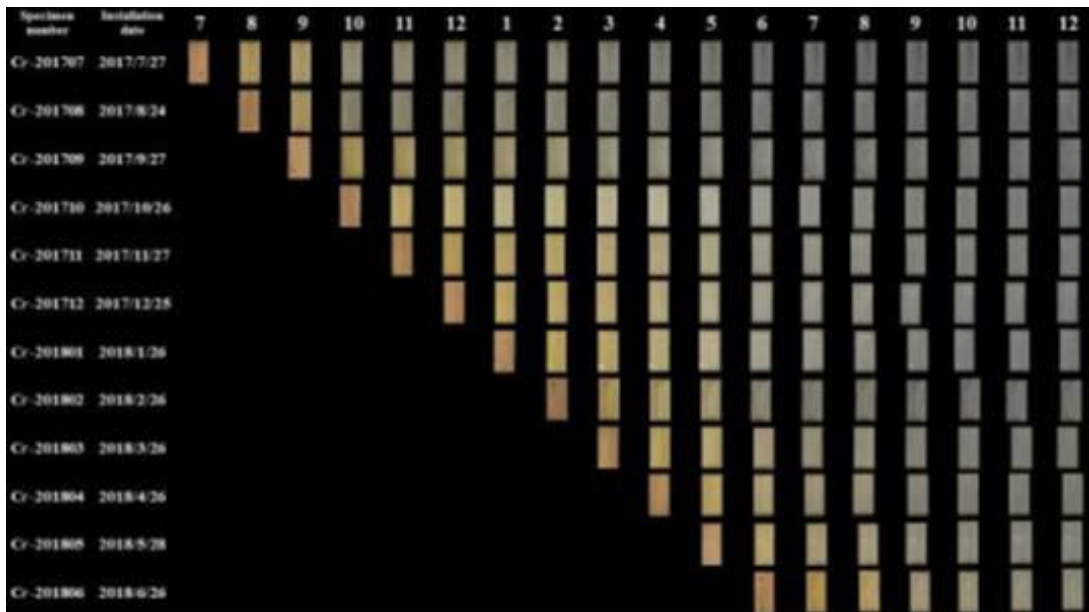


図 1-10 スキャニング画像

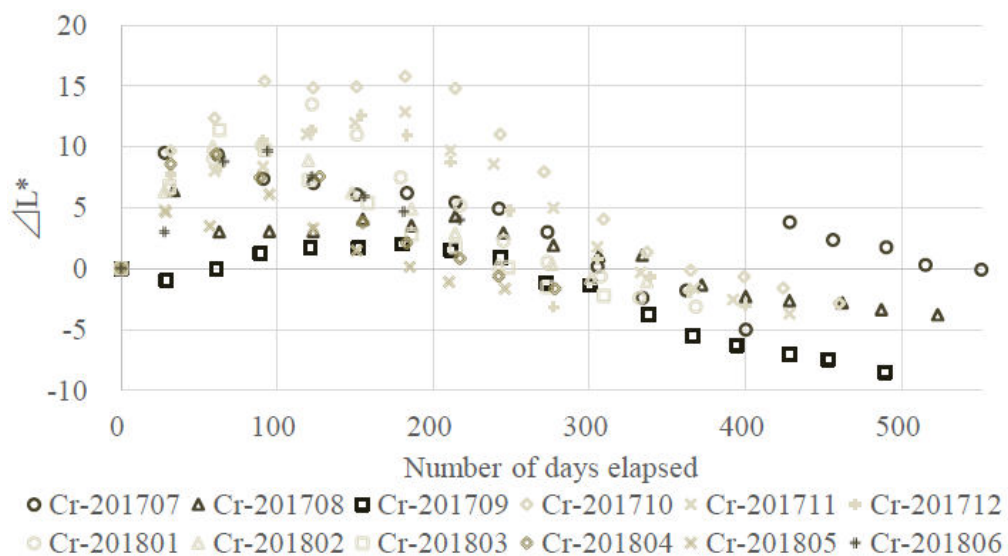


図 1-11  $z\Delta L^*$ 値の変化

## I-2-4 木材と他の材料との組み合わせによる印象の違い

### はじめに

近年、「公共建築物等における木材の利用促進に関する法律（平成 22 年法律第 36 号）」の施行や技術の進歩により木材が建物の外装に積極的に使用される機会が増えている。木材の色や質感は建物の印象を決めるのに非常に重要であるが、風雨等の作用により、変色や割れ、反り等の経年変化を起こす。これらは欠陥とみなされることが多いが、魅力となることもある<sup>1) 2)</sup>。

このように経年変化は建築の美観上重要な要素であるにも関わらず、経年変化を考慮していないと思われる建物が多く存在する。そこで本研究では、外装木材の経年変化を考慮した設計に資するため、外装木材とその他の材料の組み合わせが観察者の心理整理応答に与える影響を評価した。

### 実験概要

#### 試料と被験者について

対象とした外装は中部大学内にある洞雲亭の東面とした。

Photoshop を用いて外壁の木材の色のみを変えた。木材の色は「外装木材の経年変化の DB の構築<sup>3)</sup>」のデータからスギの心材部分の 4 段階の色を抽出した（図 1-12）。画像の範囲は①木材、②木

部+漆喰、③木材+漆喰+瓦、④全体とした。以上、木材の色 4 段階×画像の範囲 4 段階の、合計 16 種類の画像を試料とした。被験者は被験者募集の呼びかけに応じた中部大学建築学科の学生、男 8、女 5 名とした。

### 実験方法

色を変化させた外装木材の画像を被験者に見せ、その後アンケートに回答させた。画像は薄暗い室内の長手面にスクリーンを設置し、プロジェクタで約 2500×2000mm の大きさで投影した。被験者とスクリーンとの距離は 1500 mm とした。それぞれの画像について、30 秒間画像の注視、その後 1 分でアンケートに回答させた。アンケート項目を表 1-6 に示す。画像の表示順序は被験者ごとにランダムとした。アンケート回答後、10 秒程度暗転して次の画像に進み、これを繰り返した。

実験中は心拍計センサー（POLAR V800 と H10）で RRI（R-R Interval）を測定した。

### 実験結果

#### アンケート結果の平均と背景の分析

アンケート結果の背景を分析するために因子分析を行った（図 1-13a）。因子分析は HAD を用いて行った。抽出方法は最尤法、回転方法斜交回転とした。図 1-11 に結果を示す。因子 I を審美的評価、因子 II を感情的評価とした。

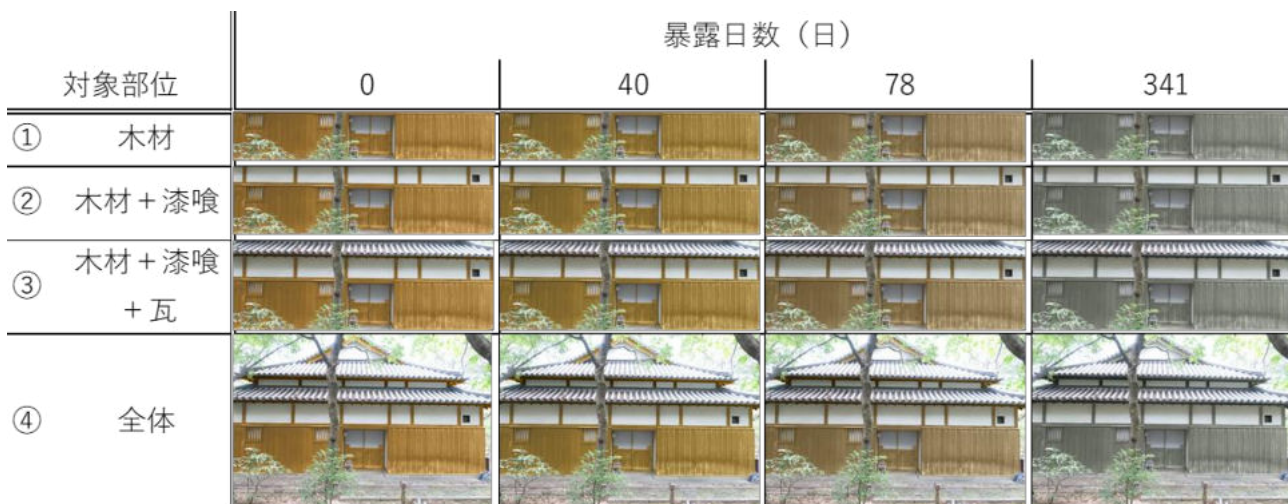


図 1-12 試料画像

暴露日数 0 日、40 日の結果は第 4 象限を中心に、暴露日数 78 日、341 日の結果は第 2 象限を中心に分布した。また、暴露日数が増加するにしたがって、審美的評価がネガティブ寄りに、感情的評価はポジティブ寄りに移行した。同一暴露日数の中では、暴露 0 日では対象範囲が広がるほど感情的評価がネガティブ寄りに移行したのに対し、暴露 341 日では対象範囲が全体になると感情的評価が大きくポジティブ寄りに移行した。

### RRI 分析結果

心拍変動から RRI (図 1-13b) を抽出し、さらに LF/HF を算出した。LF/HF はストレス指標 (交感神経の活性度) を表している。LF/HF と感情的評価の 2 軸グラフにそれぞれの試料の評価値をプロットした (図 2)。本研究の範囲では、試料ごとの LF/HF に大きな差は見られなかった。

### 考察

全体的な傾向に着目すると、暴露日数が増加するにしたがって、審美的評価はネガティブ寄りに、感情的評価はポジティブ寄りに移行した。すなわち、経年変化が進んでいても、それらが観察者に与える影響は不快なものではなく、むしろ早く感じられるものであると言える。

同一暴露日数の中では、暴露 0 日では対象範囲が広がるほど感情的評価がネガティブ寄りに移

表 1-6 アンケート項目のまとめ

		アンケート 9 項目							
		ポジティブな評価			ネガティブな評価				
I 審美的評価	明るい	6	5	4	3	2	1	暗い	
	現代風な	6	5	4	3	2	1	古風な	
	軽やか	6	5	4	3	2	1	重苦しい	
	新しい	6	5	4	3	2	1	古い	
	華やか	6	5	4	3	2	1	地味な	
II 感情的評価	あたたかい	6	5	4	3	2	1	つめたい	
	自然な	6	5	4	3	2	1	不自然な	
	美しい	6	5	4	3	2	1	醜い	
	好き	6	5	4	3	2	1	嫌い	

行したのに対し、暴露 341 日では対象範囲が全体になると感情的評価が大きくポジティブ寄りに移行した。部位に着目すると、瓦が加わると暴露日数 0 日と 40 日は審美的評価項目がポジティブよりも、感情的評価がネガティブ寄りに移行した。暴露日数 78 日と 341 日は審美的評価項目があまり変わらなかったが、感情的評価がポジティブ寄りに移行した。すなわち、同じ劣化程度の木材であっても、その他の部材との組み合わせ方や見える範囲で印象が変わると言える。さらに、劣化した (色褪せた) 木材ほど他の部材との組み合わせによって早く感じられると言える。

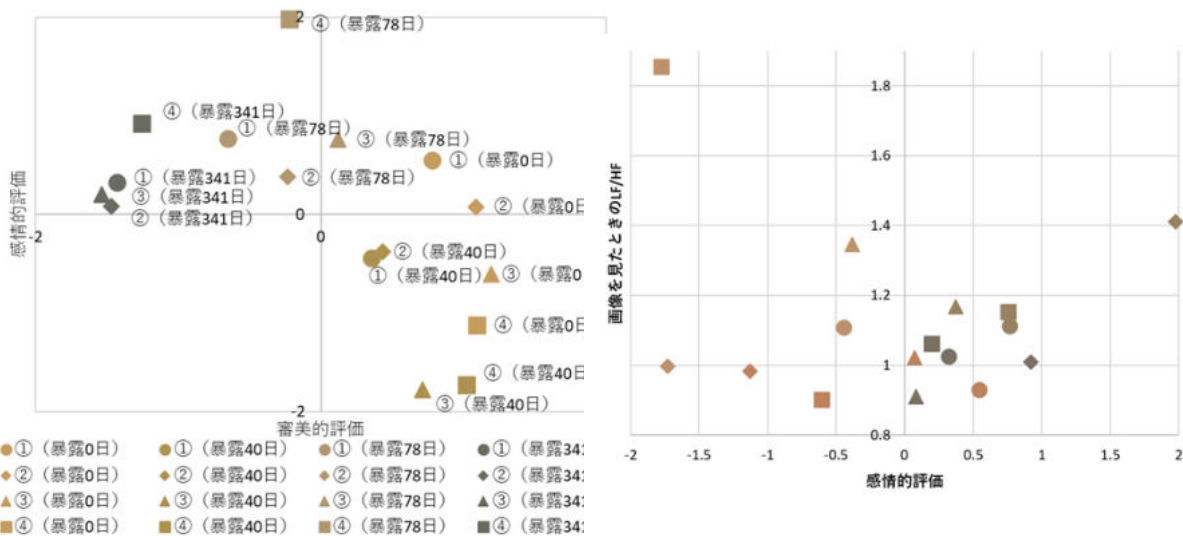


図 1-13 a 因子分析結果

b RRI 結果



RRI から LF/HF を算出したが、本研究の範囲では、資料ごとの差はあまりみられなかった。今回は視覚情報のみで評価を行ったが、嗅覚や触覚、聴覚なども組み合わせ、人体に対する総合的な刺激を増価させれば、LF/HF で心の揺らぎを評価できる可能性がある。

#### 参考文献

- 24) 森谷友昭ほか：屋外暴露した木材表面色経年変化のビジュアルシュミレーション法,木材保存,Vol.43-2,pp69-79,2017
- 25) 鈴木絵美ほか：劣化外壁面の印象に及ぼす色彩分布及び集中度の影響,日本建築学会大会学術講演梗概集(関東),pp903-904,1997
- 26) 宇佐美佳那ほか：外装木材の経年変化の DB の構築, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北),pp1315-1316,2018
- 27) 小宮あすかほか：Excel で今すぐはじめる心理統計 簡単ツール HAD で基本をみにつける,pp161-179 (2018)
- 28) ストレスと自律神経の科学, URL : [http://hclab.sakura.ne.jp/stress\\_nervous.html](http://hclab.sakura.ne.jp/stress_nervous.html), アクセス日：2019.6.14
- 29) 高橋徹ほか：木材科学講座 5 環境,海青社,pp56-58, (1995)
- 30) 市原茂ほか：視覚実験研究ガイドブック,朝倉書店,pp194-203

#### I-2-5 その他の既往研究リスト

上記で紹介した既往の研究のほか、日本建築学会既存木造建築物調査診断小委員会で編集した文献抄録が有用と思われるので、文献リストを紹介する。既存木造建築物調査診断小委員会では、木造住宅を中心とした比較的小規模な木造建築を対象として、劣化をどのように診断するか、劣化箇所がどのように構造性能に反映するかを取りまとめている。

# 1. 分類済み文献抄録一覧

番号	分類		資料名	著者	発行、著者等	発行年	担当	年度	委員会	資料番号
1	耐久性予測		建築物の耐久性向上技術シリーズ 建築構造編Ⅲ 木造建築物の耐久性向上技術	建設大臣官房技術調査室 監修	(財) 国土開発技術研究センター	1986/9/30	石山	2015	7	21
			Guideline for Structural Condition Assessment of Existing Buildings		SEL/ASCE 11-99	1999	山口	3	14	
	基本事項 (原則、考 え方)	全構造	建築物の調査・診断指針(案)・同解説	耐久保全運営委員会、調査診断指針作成委員会	日本建築学会 ()	2008/3/5	興石	2015	4	5
			ISO 13822:2010(E) Second edition, Bases for design of structures - Assessment of existing structures		International Standard ISO13822	2010/8/1	山口	3	13	
			EN1995-1-1:2004 Eurocode5 Design of timber structures		EN	2004	石山	7	22	
2	維持保全		Guidelines for Selecting the Proper Materials and Coatings	Simpson Strong-Tie Company Inc	Simpson Strong-Tie Company Inc		石山	2015	7	23
			平成21年国土交通省告示第209号 長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の基準		国土交通省	2009/2/24	石山	7	20	
	構造体の 診断	木造	Standards on the Assessment of existing Timber Structures - SIA 269/5, Draft Standard	Swiss Society of Engineers and Architects	Swiss Society of Engineers and Architects	2009	山口	2015	3	15
			木造住宅の耐久設計と維持管理・劣化診断		日本住宅・木材技術センター	2002年8月	戸田	5	6	
			鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説	鉄筋コンクリート工事運営委員会 鉄筋コンクリート造補修工法研究小委員会	日本建築学会	1997/1/25	興石	4	3	
3	内外装の 診断(防水 性能の診 断・補修の 要否)		内外装改修工事指針(案)・同解説	内外装工事運営委員会、内外装改修工事小委員会	日本建築学会 ()	2014/9/25	興石	2015	4	7

4	木材劣化	腐朽	木材保存学入門【改訂 3版】 キチリメンタケによる腐朽がアカマツ偏在の強度的性質 におよぼす影響 空中浮遊木材腐朽菌の腐朽リスクに対する評価Ⅱ：単離 腐朽菌と腐朽リスクとの関係 構造要素を対象とした強制腐朽手法の提案 腐朽進行に伴う木材強度の変化	水本晋 KURO MOMBOTARA, TUKU UETA, Kozue Sotome, Takeshi Miyabara 野田康信、森 満範、戸田正 彦、森 拓郎	日本木材保存協会 日本林学会誌48(1) Journal of Wood Science 日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.605-606、 木材工業 木材学会誌 第54巻 第4号 pp.165-173 (公社)日本しそあり対策協 会 ISBN 978-4-9903730-0-9 日本木材保存協会	2012年4月 1966 2012年 2012年 2015 2015 2015 2015	戸田 澤田 原田 森 澤田 原田 中島 戸田	5 6 8 9 6 8 2 5 7
			木材の劣化とその深さ分析(総説) 蟻害及び腐朽の検査診断手法 木材・木質構造の維持管理－劣化診断マニュアル－ 非破壊試験法による木造住宅の老朽度診断技術開発 (第1報～4報) 非破壊試験法による木橋の劣化診断(その1)－超音波 伝播法の試み－ 穿孔抵抗による材内密度分布の推定の試み 腐朽したスギ材に打込まれた釘の一面せん断耐力の推 定	神山幸弘、脇黒三中島正夫ほ か 加藤英雄、鈴木憲太郎、長尾 博文、井道裕史 山下香菜、長尾博文、加藤英 雄、井道裕史 森 拓郎、田中 圭、河野孝 太郎、中畑拓巳、築瀬佳之、 栗藤 宏、築瀬佳之、田中 圭、河野孝太郎、野田康信、 森 満範、栗崎 宏、小松幸 平、森 拓郎、戸田正彦、満 範、野田康信、井上正文 加藤英雄、大村和香子、桃原 郁夫、土居修一、森 拓郎、 梶本敬大、中川貴文 芝尾真紀、西野 進、毛利悠 平、森 拓郎、田中 圭、高 梨隆也、戸田正彦、森 満 範、野田康信、井上正文 大村和香子、原田真樹、神原 広平	日本木材保存協会 日本林学会、Vol.59、 No.4、pp.297-302 日本木材保存協会第29回年次 大会研究発表論文集、pp.104- 105 日本木材保存協会	2014年8月 1983198319831 1983年度～ 1985198519851 985年度 2005年 2006年 2014年 2013年 2013年 2016年 2015年1月 2010年 2013年 2014年9月	戸田 中島 戸田 中島 原田 原田 森 森 森 森 原田 森 原田 森 原田 森 原田 森 原田 戸田	6 2 5 7 6 8 8 9 19 19 19 19 8 9 19 4 19 19 8 5
5	木材の診 断	強度性能	チョークアタケによる腐朽を強制的に発生させた接合 部の耐力評価 壁脚部に強制腐朽処理を施した耐力壁の水平せん断性 能(その1)腐朽箇所の違いが耐震性能に及ぼす影響 シロアリ食害検出における非接触式AE検出装置の室内 試験における有効性検証 シロアリ食害材の強度特性と密度および超音波伝搬速 度の関係 イエシロアリによる食害を強制的に発生させた接合部の 耐力評価 その2 ピロティンによる評価	加藤英雄、大村和香子、桃原 郁夫、土居修一、森 拓郎、 梶本敬大、中川貴文 芝尾真紀、西野 進、毛利悠 平、森 拓郎、田中 圭、高 梨隆也、戸田正彦、森 満 範、野田康信、井上正文 大村和香子、原田真樹、神原 広平 森 拓郎、香東章博、築瀬佳 之、小松幸平 森 拓郎、加藤英雄、大村和 香子、梶本敬大、中川貴文	日本木材保存協会第29回年次 大会研究発表論文集、pp.54- 57、 日本建築学会九州支部研究報 告、第55号、pp.653-656、 環動昆 第26巻 第1号 日本材料学会、Vol.59、 No.4、pp.297-302 日本木材保存協会第29回年次 大会研究発表論文集、pp.104- 105 日本木材保存協会	2013年 2013年 2016年 2015年1月 2010年 2013年 2014年9月	森 森 森 原田 森 原田 森 原田 森 原田 森 原田 戸田	9 9 19 4 19 19 8 5
			維持管理	木材・木質構造の維持管理－補修技術マニュアル－	日本木材保存協会	2014年9月	戸田	5



6	接合部	強度性能	生物劣化を受けた柱-土台接合部の残存強度性能(その1)シロアリ食害の場合	河野孝太郎、温水章吾、森拓郎、田中圭、梁瀬佳之、小松幸平、井上正文	日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.619-620、	2012年	森	2015	9	19
			生物劣化を受けた柱-土台接合部の残存強度性能(その2)腐朽による劣化の場合	温水章吾、河野孝太郎、森拓郎、田中圭、梁瀬佳之、栗崎宏、林康裕、小松幸平、井上正文	日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.621-622	2012年	森	2015	9	19
			釘接合部の劣化時せん断性能に関する実験的研究(その1)木造住宅の劣化時構造性能に関する研究(その1)	石山 央樹、腰原 幹雄	日本建築学会構造系論文集 第74巻 第646号	2009年12月	石山	2015	7	24
			釘の接合部性能に与える木材の含水率の影響 スギとカラマツを用いた一面せん断及び引抜き抵抗試験	中畑拓巳、毛利悠平、河野孝太郎、森拓郎、田中圭、井上正文	日本建築学会九州支部研究報告、第53号、pp.689-692、	2014年	森	2015	9	19
			木材の含水率が釘の接合性能に及ぼす影響 その3縦維直交方向の一面せん断及び柱-土台接合部の引張性能評価	中畑拓巳、毛利悠平、清水秀丸、森拓郎、田中圭、井上正文	日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.95-96	2015年	森	2015	9	19
			強制腐朽処理を施した木材にあと施工した木ねじ接合部の一面せん断性能評価	野田康信、森 満範、戸田正彦、森 拓郎	日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.277-278、	2011年	森	2015	9	19
			強制腐朽処理を施した木ねじ接合部の一面せん断性能評価	森 拓郎、野田康信、東 智則、森 満範、戸田正彦	構造工学論文集、日本建築学会、60B、pp.371-375、	2014年	森	2015	9	19
			強制腐朽処理を施した木材にあと施工した木ねじ接合部の一面せん断性能評価	森 拓郎、野田康信、東 智則、森 満範、戸田正彦、五十田博	構造工学論文集、日本建築学会、61B、pp.237-242	2015年	森	2015	9	19
			シロアリによる食害を受けた木ねじ接合部の残存強度性能 その2トドマツ材における一面せん断耐力の推定	毛利悠平、中畑拓巳、森拓郎、田中圭、井上正文	日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.81-82、	2015年	森	2015	9	19
			腐朽した柱土台に接合金物を留めつけた場合の引張性能	野田康信、森 満範、戸田正彦、小椋健二、中島裕貴、森拓郎	日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.385-386、	2014年	森	2015	9	19
7	文化財	内部劣化 耐久設計	カシマ線および穿孔抵抗を用いた木製柱の内部劣化の診断	藤井義久、藤原裕子、木川りか、永石慈道、中嶋啓二	保存科学、No.51、pp.227-233、2012	2012年	津和	2016	1	9
			「木材建築物の耐久設計を考える」古代木造建築物の耐久設計と課題	高品正行	日本木材学会生物劣化研究会、日本木材学会木材強度・木質構造研究会 2002年度秋	2002年	津和	2016	1	7
			「木材建築物の耐久設計を考える」古代木造建築物の耐久設計と課題	高品正行	輪王寺本堂 主任技術者研修会	?	津和	2016	1	8

## I-3-1 評価に関わる項目の既往研究リスト

### A.耐震に関する研究

A-1 中村 優太, 小川 宏樹, 金井 純子 : 22313  
伝統工法木造住宅における耐震診断の評価手法  
に関する研究 , 構造 III , 2020

本研究は、伝統工法木造住宅に適した耐震診断の評価手法の検討を行うことで、耐震性能を正確に測ることを目的としている。

検討の結果、壁量計算における耐震診断を伝統工法に用いると地震力用係数は、階高や床面積に応じて適切な値があることが明らかとなった。また、耐力計算における耐震診断では、偏心率法を用いた精算法が建物の内壁や部分二階を考慮して診断するため伝統工法をより正確に評価することができることが明らかとなった。

A-2 中村 優太, 小川 宏樹, 金井 純子 : 伝統工法木造住宅における耐震診断の評価手法に関する研究, 日本建築学会四国支部研究報告集, 2020

A-1 と同様

A-3 小林 有里沙, 北原 昭男, 上濱 優貴 : 格子を用いた伝統木造軸組の耐震性能に関する研究 : その 6 格子パネルを配置した軸組に適用可能な耐力評価手法の提案, 日本建築学会研究報告. 九州支部. 1, 構造系, 2016

前報を踏まえ本報では、格子パネルを配置した軸組について個々の仕口、耐力要素の計算耐力から軸組架構全体の耐力を算出する性能評価方法の提示を目的としている。

本研究では、試験体に水平力が加わった際、仕口等の耐力要素を、回転剛性を持つバネとみなすことにより、軸組全体を連結バネユニットとしてモデル化して耐力を算出する評価法を用いた。その結果、ほぼ全ての試験体において非

常に高い精度で耐力の評価を行うことができ、格子パネルを軸組の小壁部分にのみ適用させた場合などにも実験値と計算値は一致しており、今回提示した評価方法の有用性が確認された。

A-4 田村 純太郎, 山田 俊亮, 新谷 真人, 松野 浩一 : 22284 上梁を有する木質厚板耐力壁の水平荷重時の性能評価手法に関する研究(大規模木造(2), 構造 III, 2014 年度日本建築学会大会(近畿)学術講演会・建築デザイン発表会), 構造 III , 2014

集成材や CLT パネルを壁柱材として鉛直力と水平力を同時に負担する厚板耐力壁構造について、本研究では性能評価のモデル化について 2 つのアプローチを提案する。結果、簡易推定法と実験値を比較し、初期剛性と曲げモーメントは一致していた。提案した推定法と実験値とは、およそ 10% 程度の誤差であった。

A-5 辻川 誠, 稲山 正弘 : 木造幼稚園の耐震診断・耐震改修計画への改良評価手法の実践, 日本建築学会技術報告集, 2013

本研究の幼稚園のように特殊な補強があり階高が大きい木造建築では、これらの特徴を考慮した耐震補強が重要である。本研究では、N 値計算法の逆算により柱頭柱脚接合部低減係数の算定を行い、耐震診断及び耐震改修計画案の策定を行った。

接合部の引き抜き金物の耐力を直接的に評価の対象として考慮することが可能であり、また、柱軸力と N 値計算の逆算より求めた引き抜き力を考慮しているため、上下階の耐力壁位置や平面的な耐力壁の位置の違いに応じた診断結果が算出できた。

A-6 辻川 誠, 稲山 正弘, 相馬 智明 : 既存木造軸組構法建物における耐震診断法の改良評価手法の提案, 構造工学論文集, 2013

既存木造住宅において多用されているラスボード壁及び既存建物建設当時の面材取り付け釘を使用した石膏ボード壁について水平加力実験を行った。壁耐力を算出するため、N 値計算法の逆算による接合部低減係数の算定法を提案した。

開口付き壁の耐力を各階各方向別に集計することにより、全建物耐力に対する非耐力要素の耐力の割合を計算した。その結果、開口付き壁の多い方向については、非耐力要素の耐力が必要耐力の 19~20%の値となった。建物の解析方向によって非耐力要素の耐力に大きな違いが出ることが分かった。

## B.熱環境改善に関する研究

B-3 内田 和音, 林 健太郎, 田中 貴宏, 稲地 秀介 : 431 沿岸部の木造密集市街地における夏季熱環境に関する研究 : その 3 GIS を活用した風通し評価手法の検討 , 日本建築学会中国支部研究報告集(37) p.377-380, 2014

本報では、風通し改善の必要性が指摘されている木造密集市街地（神戸市長田区真陽地区）を対象として、建物遮蔽率と CFD 数値計算結果との関連を分析し、建物遮蔽率の簡易風通し評価手法としての有効性を検討している。結果、整列配置街区モデルでは一定の関連が見られたが、実街区では有意な関連は見られなかった。実街区は建物群の形態が複雑であり、高層建物やオープンスペース等の影響要因を考慮する必要性が示唆された。

## C.地震時にリスクに関する研究

C-1 斉藤 茂樹, 深尾 精一 : 戸建住宅の外壁に関する地震時損傷リスク評価手法の提案とその適用結果 , 日本建築学会計画系論文集 74 (641) p.1539-1546, 2009

本研究では、構造体の地震時損傷リスク、外壁の層間変位追従性能を評価することにより、外壁地震時損傷リスクを求める。

結果は次の通り、構造体損傷リスク F は、構造種別では木造が高く、建設年代別では 1971~1980 年に建設された建物が高くなった。ラスモルタルの層間変位追従性能は、どの試験体でもほぼ同程度の性能を示しているが、施工方法が不適切な場合はその性能が大きく低下することが示唆されている。外壁構法ごとの層間変位追従性能 L は、ラスモルタルが L2、サイディングと ALC パネルが L4 となり、乾式の外壁構法が高い性能を有していると分かる。

C-2 更谷 安紀子, 森井 雄史, 林 康裕 : 21164 経年劣化を考慮した木造住宅の地震リスク評価 : (その 1)地震リスク評価手法の構築(地震被害予測(4),構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2007

本論文では、木造住宅の耐震性能と地震の発生確率の経年変化を考慮した 2 種類の地震リスク評価手法の構築を行っている。

C-3 大井 昌弘, 諏訪 仁, 水谷 守, 野畑 有秀, 藤原 広行 : 21528 木造建物群の地震損傷度評価手法に関する検討 : その 4:条件付き被害率を用いた評価(リスク評価,構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2004

本報告では、条件付き被害率を用いた被災度相互の被害率関係を定式化し、通常用いられている条件なし被害率との比較を行うことによって、条件付き被害率の優位性を検討する。被害率関係の回帰結果は次の通り。半壊以上の被害率では、対数正規分布を用いて回帰した場合の方が正規分布を用いて回帰した場合より対数尤度の値は大きくなった。また、全壊の被害率の場合も同様に、対数正規分布を用いて回帰した場合の方が対数尤度は大きくなった。



C-4 諏訪 仁, 大井 昌弘, 水谷 守, 萩原 由訓, 藤原 広行 : 21529 木造建物群の地震損傷度評価手法に関する検討 : その 5:被害率関係の安定性に関する検討(リスク評価,構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2004

C-3 は兵庫県南部地震の結果であるため、他の地震被害に対しても被害率関係が適用できることを検証する必要がある。よって本報告では、鳥取県西部地震・芸予地震・宮城県北部地震に対して被害率関係をそれぞれ求め、これらの結果と C-3 の兵庫県南部地震における被害率関係との比較を行う。

結果、C-3 の兵庫県南部地震の被害率関係は、他の地震被害結果にも適用可能であることが分かった。また、被災度相互の被害率関係は、地震動推定に伴う不確定性が作用しないため、より精度の高い地震被害予告を行う上で情報となり得ることも分かった。

C-5 諏訪 仁, 大井 昌弘, 水谷 守, 野畑 有秀, 山田 守, 藤原 広行 : 21025 木造建物群の地震損傷度評価手法に関する検討 : その 1:統計的評価(地震被害(1),構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2003

防災対策を行う上で重要となる木造建物の被害率曲線に関して、兵庫県南部地震における神戸市の地震被害データに基づいて評価を行う。この時、推定地震動の不確定性を極力排除した上で木造建物の被害率曲線を作成する。結果、この手法によって得られた回帰式は、低層戸建建物と木造建築の被害率との関係を精度良く表現していることを定量的に示した。

C-6 吉田 伸一, 大井 昌弘, 水谷 守, 田内 建次, 今塚 善勝, 藤原 広行 : 21026 木造建物群の地震損傷度評価手法に関する検討 : その 2:モンテカルロ解析による検討(地震被害(1),構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2003

地震防災の観点から建物群の被害予測を行うためには、対象とする建物群の応答と耐力を評価する必要がある。木造建物群を対象として、モンテカルロ解析により建物群の応答の評価を行い、最適な地震動指標及び応答の分布に関する検討を行った。また、被害データにより評価した被害率曲線から、木造建物群の損傷モードに対応した耐力に関する検討を行った。

C-7 大井 昌弘, 水谷 守, 藤原 広行 : 21027 木造建物群の地震損傷度評価手法に関する検討 : その 3:不確定性に関する考察(地震被害(1),構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2003

本検討では、地震被害推定に用いる木造建物群の被害率曲線を建物群に対する地震損傷度曲線(SFC)として評価を行う。建物群を対象とした SFC 評価に関わる不確定要素を整理し、C-6 で行った統計的方法と解析的方法による SFC 評価を不確定性の観点から考察し、今後評価手法の改善に検討すべき方向について論議する。

建物群を対象とする SFC の評価手法について検討を行った結果、統計的方法、解析的方法ともに不確定性が作用し、精度の高い SFC の評価は困難であった。よって、両者の利点を取り入れて評価することが最良だと分かった。解析的手法の利点を生かすため、より精度の高い数値解析的手法の開発が望まれる。また、地震被害推定に用いる被害率曲線は、地震動評価手法に依存する点を認識することも必要である。

#### D.免震・制震に関する研究

D-1 平野 茂, 三宅 辰哉, 深堀 美英, 花井 勉, 坂本 功 : 実大振動実験に基づく木造免震住宅の地震応答評価手法に関する研究 : その 1 実験結果ならびに 1 質点振動モデルを用いた解析的考察,日本建築学会構造系論文集,2000

本論では積層ゴム支承・滑り支承併用の木造免震住宅を試験体とした実大振動実験の結果に基づいて基本的な免震性能の評価を行うとともに、滑り系免震建物特有の地震応答性状に関して考察した。

結果は次の5つである。①本試験体は免震建物としての必要性能に満足している。②免震層の水平方向応答変形に対する上下動の影響は無視できる。③応答主軸と木力連摩の主軸の方向は一致し、水平2方向入力による免震層の最大応答変形は入力主軸方向の水平1方向入力による値にほぼ一致。④実験値はモード解析値および応答解析値に対して大きくなる場合があり、今後検討を要する。⑤層せん断力と捩じれ応答の影響についてはやや過小評価となる。

D-2 伊藤 洋介, 石丸 辰治, 石垣 秀典 他：  
21391 摩擦型亀壁制震装置に関する研究：その  
2 性能評価手法, 学術講演梗概集. 構造系 (2), 2002

本報では、実大加力実験結果から解析用モデルを作成し、亀壁制震壁を設置した建物の性能評価手法について提案を行う。  
亀壁制震壁を設置した建物の応答値について性能設計図表を用いることにより、難度の高い解析をすることなく、予測可能であることが示された。

E. そのほか地震に関する研究

E-1 高岩 裕也, 松野 浩一：土塗り壁を有する伝統木造住宅における地震最大応答変位の簡易評価手法の提案，日本建築学会技術報告集 24，2018

本論文では、実験住宅の常時微動測定を用いて地震最大応答を推定する手法を提案する。実験住宅内に設置した強震計により観測された、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震の観測波を対象とする。各階床レベルの観測波

を分析して算出した最大応答変形角および、等価線形化法に基づく検討結果と比較することで、本手法の精度について確認する。また、地震後の土塗り壁の損傷状況について面内せん断実験と比較することで検討を加えた。

その結果、本提案手法により求めた地震最大応答変形角は、各階床レベルの観測波を分析した最大層間変形角および等価線形化法に基づく一質点系縮約モデルによる検討結果と概ね一致した。また、地震後の実験住宅における土塗り壁の損傷状況と、同仕様の土塗り壁の静的面内せん断実験の損傷状況を比較することで、解の妥当性について確認した。

E-2 田村 純太朗, 山田 俊亮, 新谷 真人, 松野 浩一：22284 上梁を有する木質厚板耐力壁の水平荷重時の性能評価手法に関する研究(大規模木造(2), 構造 III, 2014 年度日本建築学会大会(近畿)学術講演会・建築デザイン発表会), 構造 III, 2014

A-4 と同様。

E-3 森井 雄史, 林 康裕：表層地盤の地震動増幅特性と入射地震動特性が木造建物応答に及ぼす影響，日本建築学会構造系論文集 68, 2003

表層地盤への入射地震動特性、表層地盤の地震動増幅特性が、木造建物の応答・被害に及ぼす影響と、建物の耐震性能による被害の違いについて検討する。

得られた結果は次の通り。①非線形時の表層地盤の1次固有周期は、解放基盤面露頭波の最大速度から推定できる。②表層地盤の地震動増幅特性による木造建物応答や被害の差は、木造建物の場合に、より顕著に表われる場合がある。③解放基盤面露頭波が、荷重指針に示されているようなスペクトル形状の場合には、解放基盤面露頭波の最大速度レベルが、木造建物応答や被害に対して大きく影響する。④鳥取県西部地震における日野町の被害率の差違は、表層

地盤への入射地震動特性の最大速度レベルの違いによって生じたものと推測される。⑤木造建物被害を分析する上では、建物耐力よりも変形性能の評価が重要であると推察され、被害の定量的解釈を行うためには、変形性能に関する実証データの蓄積が必要。⑥表層地盤への入射地震動特性の最大速度レベルが比較的小さい場合には、微妙な条件の差によって、被害発生の有無や被害要因に差が生じる可能性がある。

E-4 森井 雄史, 林 康裕 : 21034 鳥取県西部地震における日野町の木造建物被害の分析 : (その1)強震動特性の分析(地震被害(3),構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2003

本研究では、鳥取県西部地震で被害が最も顕著であった日野町の強振動特性について、表層地盤の地震動増幅特性や木造建物応答・被害との対応関係も含めて分析を行う。

結論は次の通り。①表層地盤の卓越周期と木造建物応答や被害の関係は、建物の耐力によっても変化し、明瞭な相関は見られなかった。②日野町内における木造建物の全壊率の差は、震源より伝播してきた地震動レベル（最大速度）自体に差があり、生じたものと考えられる。

#### F.木造外皮の耐久性に関する研究

F-1 齋藤 宏昭, 福田 清春, 澤地 孝男 : 水分収支を考慮した木造外皮の耐久性評価のための木材腐朽予測モデル--建築外皮の湿害に対する評価手法の開発(その1),日本建築学会環境系論文集,2008

F-2 と同様。

F-2 齋藤 宏昭, 福田 清春, 澤地 孝男, 大島 明 : 水分収支を考慮した木造外皮の耐久性評価のための木材腐朽予測モデル,日本建築学会環境系論文集,2008

本報では、木材分解による水分生成に着目し、水分収支を考慮した木造腐朽予測モデルを提示したうえで、腐朽の進行速度と水分生成に関する係数を実験により把握する。本研究の最終的な目的は、設計段階において湿害発生のリスクを評価できる手法の開発と、内部結露に対する許容条件の範囲を明確にすることである。

実験結果より、質量減少率と木材分解による水分生成量が比例関係にあることを明らかにした。繊維飽和点以上の水分と酸素があれば、木材含有率の高低は腐朽速度にあまり影響しないことが分かった。また、内部結露による腐朽は最寒期より春季にかけて進行することも分かった。

F-3 齋藤 宏昭 : 水分収支を考慮した木造外皮の耐久性評価のための木材腐朽予測モデル : 建築外皮の湿害に対する評価手法の開発 その1(2010年日本建築学会奨励賞),建築雑誌,2010

F-2 と同様。

#### G.木造密集市街地における火災延焼に関する研究

G-1 齋藤 正俊, 熊谷 良雄, 糸井川 栄一 : 簡易的火災延焼リスク算定のための基本モデルの構築と市街地集計データを用いたリスク概算の試み : 木造密集市街地における火災延焼リスクの簡易的評価手法に関する研究(その1),日本建築学会計画系論文集,2006

修復型まちづくりの評価を考えた場合、既存の手法には多くの課題があると指摘できる。

「修復型まちづくり」の事業評価に適した評価手法を構築することが求められる。本研究では、このような課題を解決するために、密集市街地の火災延焼リスク算定のための簡易的な手法の開発を目指す。本稿では、事業評価のスキームの定義と基本モデルの構築を行った。こ

の基本モデルは、「みかけ可燃物量」、「みかけ延焼確率」の2つのサブモデルから構成されている。また、比較的容易に入手が可能であると考えられる市街地の集計データを用いて、火災延焼リスク指標の概算を行い、基本モデルが妥当性のあるものかどうか検討を行った。その結果、最終的なモデルでは良好な結果が得られた。

G-2 齋藤 正俊, 熊谷 良雄, 糸井川 栄一: 火災延焼からみた木造密集市街地改善プログラムの評価手法とその適用性に関する研究, 地域安全学会論文集, 1999

本研究では、木造密集市街地の改善のために市街地の延焼性状を評価する新たな指標の提案を行い、その妥当性と適用性を検証することを目的とする。計画を策定するレベルにおいては、比較的簡便に利用できるものを目指すこととする。

改善計画を評価するための2つの指標、「不燃化指数： $\alpha$ 」および「構造別補正済平均隣棟間隔： $\beta$ 」を導入し、シミュレーションによってその妥当性を検討した。また、その2指標を用いて市街地の「出火1時間後平均延焼面積」に対する重回帰モデル式を構築した。結果、「市街地の延焼性状を評価する簡便な指標の開発」という当初の目標は概ね達成できたが、様々な課題は残った。

## H. 防災に関する研究

H-1 安井 昇: 木造建築の新しいあり方とその防火性能評価手法(防火部門, 研究協議会, 2001年度日本建築学会大会(関東)), 建築雑誌, 2002

この研究討議会では、どのようにすれば木造建築物を性能規定化できるかを主題に議論を進め、今後木造建築物の技術開発をしていくための道筋をつける契機とする。21世紀建築像とし

ての木造建築の可能性や、木造建築の構造設計・防火性能・火災時の対応方法など今後の課題に関する討論が行われた。

H-2 長谷見 雄二: 木造建築の新しいあり方とその防火性能評価手法: 防火部門研究協議会, 建築雑誌, 2001

討論を行った背景しか書かれていない資料だったため、概要は割愛する。

H-3 新階 寛恭, 家田 仁, 長瀬 龍彦, 篠 恭彦, 近藤 慶太: 都市内地区施設等の震災時における防災効果のマクロな評価手法, 土木計画学研究・論文集, 2001

過去の地震発生時に多くの課題があったことから、地震発生直後の木造密集市街地を対象に、地区内の人々等によって行われる諸活動に地区施設等がどのような影響を及ぼすかという観点から、(1)被災直後における地区住民や関係機関の「避難」「消火」「救出・救護」の3つのアクティビティにおいて地区施設等の果たす役割・効果の把握。(2)その防災性を総合的に評価することによる個々の施設の効果や地区全体としての危険度を表現するための手法の検討が必要であると考えられる。

評価システムとしては、操作性と精度確保の観点から目的の異なる2段階の構造が妥当であろうと考える。本稿では、このうち簡便な評価を目的とするマクロレベルの評価手法について詳述している。

## I. その他

I-1 大林 幹生, 川口 誠史, 甲斐 芳郎: 17 樹木倒伏確率評価手法の提案とハザードへの活用, 日本建築学会四国支部研究報告集 (15), 2015

本研究では、津波による海岸樹木の被害リスク評価式を提案することを目的としている。また、津波による木造住宅の被害リスク評価への応用についても考察している。本研究で提案した倒伏耐力評価式、体積、表面積の概算式を用いることで、胸高直径、立木本数から津波による海岸林の減災効果と被害状況を簡便かつ、定量的に予測することが可能となった。また、被害リスク評価式を木造住宅に使用することで、これまでの浸水深のみを考慮したハザードマップよりも浸水深と流量の2つを考慮した、より実際に近いハザードマップを提案することが可能となった。

I-2 藤田 譲, 村上 淳史, 高田 恵介, 岡部 光, 蟹澤 宏剛 : 22299 プレカットを用いた木造軸組住宅(四号建築物)に関する研究 その 14 : 構造ブロックにもとづく架構設計(小屋伏図)評価手法(実態調査, 構造 III, 2014 年度日本建築学会大会(近畿)学術講演会・建築デザイン発表会), 構造 III, 2014

本研究では、プレカット加工された九州の住宅 40 件の伏図調査を行い、架構設計評価手法と小屋組架構設計の デザインレビュー手法を提案することを目的としている。調査結果にもとづき、藤田は文献文 I-2 で、小屋組設計のチェックとデザインレビューを手順化した。(①意匠図に対してチェック図作成。②2 階床伏図チェック図、2 階小屋伏図チェック図作成。③2 階小屋伏図で構造ブロックを設定し、チェックを行う。④2 階小屋組チェックが×な場合は、以下の手順で小屋組 デザインレビューを行う。⑤構造ブロックに従い、ブロック梁と火打ちを配置。⑥青○柱、黄○柱を優先して小屋梁を配置。⑦間仕切り桁を配置 ⑧振れ止めを配置 ⑨継手位置を決定 ⑩桁、梁の断面寸法を決定。)

I-3 中村 優香, 武 綾佳, 三田 彰 : 21347 出力誤差の動特性に着目した木造住宅の損傷評価手法に関する研究(損傷検出, 構造 II), 学術講演梗概集. B-2, 2009

中村らは文献文 I-3 で、出力誤差の動特性に着目した木造住宅の損傷評価手法を提案している。出力誤差の大小から、建物の損傷検知を行おうという試みは行われてきたが、本研究ではこれまで検討されなかった誤差の動特性に着目し、新しい簡便な損傷指標を提案した。この手法は、入出力派のみから評価可能なこと、正常モデルを構築すればその後はモデル構築の必要性がないこと、誤差の評価に重心位置という単純な指標を用いた簡便で安定的な手法であることを明らかにした。また、固有振動数に着目した従来法よりも安定して損傷評価が可能であることが示され、今後 SHM において本手法の実用化を目指したいと述べている。

I-4 中村 聡太, 西川 英佑, 西澤 英和 : 9165 現地調査に基づく歴史的建造物の評価手法に関する研究 : 鳥羽市旧広野家住宅を事例に(保存(3), 建築歴史・意匠), 学術講演梗概集. F-2, 2009

中村らは文献文 I-4 で実測・振動観測などによる現地調査や文献調査などにより建物の損傷状況や被害履歴を明らかにし、耐震性検討のための資料を作成した。この事例を通じて歴史的な建築物の耐震性の評価手法を提案することを本研究の目的としている。結果として、広野家は建物の損傷が多く見られ(特に主屋)復旧工事が必要ではあるが、構造計算により想定できる災害には十分に耐えうる体力を持っていることがわかった。また、過去に大規模な津波の被害を経験した歴史を持つ貴重な文化財であることがわかった。

I-5 中島 正夫, 神山 幸弘: 木造住宅構法開発のための生産特性分析ならびにその評価手法に関する研究(その1): 軸組構法における下地・造作材取付け工程の作業時間の分析および推定手法, 日本建築学会構造系論文報告集 351 (0), 1985

本研究は、木造住宅構法の改良、開発にあたって、その構法を生産面から客観的に評価するために必要な生産特性に関する基礎資料を得る方法ならびにその資料に基づいた構法の評価方法を確立することを目的としている。得られた結果は以下の通り。「(1) 軸組構法住宅における下地・造作材取付け工程の工程分析を行い、木造住宅建設工事の作業研究方法を示した。(2) メモモーション法を木造住宅の作業研究に応用する時の測定間隔と測定誤差との関係を統計的に明らかにした。(3) 軸組構法住宅4棟の作業研究を実施し、その結果に基づき40種の下地・造作材がその作業内容特性によって4つの部材群に層別が可能であることを示した。(4) さらに、各部材群別に相関分析を行い、要素作業時間と作業量要因との相関の度合いを定量化した。(5) この結果を用いて要素作業別、単位作業別(部材別)作業時間と作業量要因の重回帰分析を行い、作業量要因による作業時間の推定式を提案し得た。(6) 以上より、軸組構法木造住宅の作業時間を対象とした推定手法を(i) データの収集方法(ii) 作業量との関係における作業時間の推定方法の2点より明らかにし得た。また、本手法は単に構法の実績を生産特性評価につながるのみでなく、労務量の見積り、標準時間の設定等へ発展させていくことも可能であることを明らかにした。」

#### J.木造建築の不動産価値に関する研究

J-1 堀江 隆一: ESG投資と木造建築: 木材利用の効果の「見える化」により不動産価値向上へ, レジャー産業資料, 2022

#### K.木造建築の価値に関する研究

K-1 森井 拓哉, 長坂 健司, 井上 雅文: 多摩産材の利用による経済波及効果の推計, 林業経済研究, 2020

本研究は、消費地と加工地が異なる場合の木材利用における経済波及効果の推計を目的としている。

本研究結果で周辺地域も含め全体として経済波及効果が大きくなったことから、複数地域が連携して木材利用施策を展開することの重要性を示唆している。今後のさらなる木材利用の拡大と、それを目的とした施策の検討にあたっては、サプライチェーンに基づいた地域間表の作成によって分析枠組みを拡張した上で、地域材利用の評価を行う必要がある。また、推計誤差を小さくするためには、移出入額に関する資料の整備が重要であると述べている。

K-2 久保, 奈緒子: 三階蔵に関する基礎的研究, 甲第108号, 2019

本研究では、これまであまり着手されてこなかった現存する三階蔵の調査を通して、三階蔵の構造や意匠、使用目的などを比較考察し、その特徴や傾向を明らかにすることで、民家建築の一種である土蔵の歴史的価値を見直すきっかけとすることを目的としている。すべての三階蔵に共通するような特徴は無いものの、一定の基準で特性と言える構造が見つかった。また、積雪の多い地域特有の構造であったり、比較的古い建築年代のものに見られる一定の傾向であったりと土蔵の傾向の一端を見出すことができた。

K-3 ウッドソリューション・ネットワーク: 時流をつかめ! 企業価値を高める木造建築: 持続可能な木材利用を経営戦略に取り込もう, 日経BP社, 2019



K-4 瀧上 佑樹：地域における木材流通を再構築するための新たなシステムの検証と付加価値の創出,三重大学 2018-04-01 - 2022-03-31 (科研費)

瀧上は、文献文 K-4 で、地域産業の重要な構成要素である中小規模の製材工場とそこに原木を供給する生産者の中で構築される地域レベルでの流通を再構築するための合理的なシステムの検討と新たな付加価値の創出を行った。木材の流通構造の調査では、林業・木材産業の関係事業者から収集したデータをもとにした分析により、林業事業者の収益構造および主に三重県、京都府を対象とした地域材の流通構造を解明した。また、地域材利用の新たな付加価値として、温室効果ガス排出量の削減効果、地域への経済波及効果に関する分析を行い、それぞれ定量的な評価を行うことで優位性を明らかにした。

K-5 中島 浩一郎：トップ企業に聞く CLT がもたらす「新しい価値」とは一体何か? CLT 普及の鍵となるプレカット工場,木造建築・住宅をつくる人のための新媒体,2016

K-6 今、この人に訊きたい 家づくりの心 モノづくりの精神と職人の人間力が生み出す美しい「木の家」たち 伝統工法による木造建築の魅力や価値を継承し、次代へ繋げる工務店 芦葉工藝舎(株式会社芦葉建設) 代表取締役・一級建築士 芦葉武尊氏,Biglife,2016

K-7 大橋 義徳：道産材を活用した高性能な建築材：乾燥技術と加工技術,日本森林学会大会発表データベース,2015

#### L.木造都市再生計画に関する研究

L-1 小林 正美：木造文化財の災害リスクマネージメントを核にした木造都市再生計画に関する研究, 京都大学 2004 - 2005

小林は文献文 L-1 で、木造都市再生計画に関する研究を行っている。本研究で、防災対策事業が進められている重要文化財建造物 22 事例を分析し、重文クラスの防災設計は、潤沢な資金を背景に、防火対策を中心とする高価な設備機器に依存しており、市井の木造建築群に対し、同設計手法が適用困難であることを明らかとなった。また、大地震における木造建築の倒壊と火災被害程度を分析し、木造耐震化が重要であることが明らかとなった。これらの知見に基づき、既存木造建築の耐震化の促進を目指している。木造建築保全政策に関して先進的なサンフランシスコ市の事例調査にて、仕口ダンパーや耐震リブフレームが木造都市再生計画に有効であることを確認した。

#### M.木造建築の耐久性に関する研究

M-17 山崎 真理子：力学的エネルギー解析に基づく古材および生物劣化材の木材耐久性評価,名古屋大学 2020-04-01 - 2025-03-31 (科研費)

山崎は文献文 M-17 で、木材の力学的耐久性とそのメカニズムを古材化と生物劣化の両目から検討することを目的とし、木材耐久性評価を行っている。本研究では (A) 力学的耐久性評価と (B) 劣化機構の解明の 2 種類の研究を行い、(A) 古材の力学的エネルギー吸収能は、静的試験で新材無処理の 0.64 倍、衝撃試験で 0.62 倍あること及び、質量減少率 ML で表すと、静的曲げでは 2.27%相当、衝撃曲げでは 2.88%相当となることがわかった。また、(B) 古材のバルクとセルロース鎖の力学挙動は必ずしも一致せず、荷重下の変形挙動にズレを生じることがわかった。

M-29 勝又 英明, 広瀬 鎌二：塔の = の後補材比率と部位の関係について：木造建築の耐久性に関する研究,日本建築学会計画系論文報告集,1993

本研究は、檼（地檼、飛檼）の修理状況について調査を行い、この調査から檼の後補材比率と塔の部位の関係を確かめることにより、檼の後補材比率の高い部位、つまり腐朽しやすい部位を明らかにすることで、今後の木造文化財建築の修理工事計画への基礎資料とすることを目的としている。結果、本研究で明らかになったことは以下の通りである。①三重塔は最上層である三重の後補材比率が高くなる傾向がある。しかし多宝塔は合算後補材比率では上層の方が後補材比率が高いという傾向があるが他の結果では上層と下層の差は少ない。②上部層の地檼、飛檼は下層部の地檼と比べて後補材比率が高くなる傾向がある。③飛檼の方が地檼よりも後補材比率が高い。しかしこの傾向は最上層では地層と比べてやや現れにくい。④方位による後補材比率については不確定要素が大きく、今回の調査では規則性は現れなかった。⑤方位5分割のパターンの形状は中央部を中心とした対称型になる。また中央部、両端部の後補材比率が高い。これは風雨の影響と屋根勾配に関係している。

M-30 勝又 英明, 広瀬 鎌二：木造文化財建造物における修理工事の周期性について：木造建築の耐久性に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集,1992

本研究は、日本の現存する木造文化財建築物の中で国宝・重要文化財を対象として木造建築の耐久性について調査を行ったもの。過去の修理工事時期の傾向、修理工事間隔の分布、屋根葺材の修理工事等への影響について調査し、今後の木造文化財建築物の修理工事計画策定への基礎資料を得ることを目的としている。

結果、次のことが分かった。①修理工事の間隔は6～40年に集中している。②解体・半解体修理工事の周期性は明らかでない。③屋根葺替工事は30年間隔前後で発生する。④修理工事の6割が屋根葺替工事である。⑤修理工事間隔は

江戸時代より明治時代以降の方が短期化・集中化している。⑥屋根葺替頻度は植物系葺材が最も高く、金属材葺材、瓦の順に低くなる。

M-1 中島 正夫：超入門 木造建築物の耐久性(1) 連載開始にあたって：耐久性の観点から見た木造建築物の現況,住宅と木材,2021

M-2 中島 正夫：超入門 木造建築物の耐久性(2) 木造建築物の耐久性とそれを決める要素,住宅と木材,2021

M-3 中島 正夫：超入門 木造建築物の耐久性(3) 木造建築物の耐久性確保の考え方(1),住宅と木材,2021

M-4 中島 正夫：超入門 木造建築物の耐久性(4) 木造建築物の耐久性確保の考え方(2),住宅と木材,2021

M-5 中島 正夫：超入門 木造建築物の耐久性(5) 木造建築物の耐久設計の手順と課題,住宅と木材,2021

M-6 大村 和香子：超入門 木造建築物の耐久性(6)劣化因子(シロアリ)による被害とその兆候,住宅と木材,2021

M-7 桃原 郁夫：超入門 木造建築物の耐久性(7) 劣化因子(木材腐朽菌),住宅と木材,2021

M-8 大村 和香子：超入門 木造建築物の耐久性(8)劣化因子(乾材害虫)による被害とその兆候,住宅と木材,2022

M-9 石川 敦子：超入門 木造建築物の耐久性(9) 気象因子(気象因子の種類、気象劣化の機構),住宅と木材,2022

M-10 栗崎 宏：超入門 木造建築物の耐久性(10) 木材の乾燥と耐久性,住宅と木材,2022

M-11 荒武 志朗：超入門 木造建築物の耐久性(11)干割れのメカニズム及び力学的性質との関係,住宅と木材,2022

M-12 大村 和香子：超入門 木造建築物の耐久性(12)木材(製材品)の耐久性(耐蟻性、耐朽性)評価法、性能区分,住宅と木材,2022

M-13 宮武 敦：超入門 木造建築物の耐久性(13) 集成材等の接着耐久性,住宅と木材,2022

- M-14 渋沢 龍也：超入門 木造建築物の耐久性(14)それでも我々は住宅を煮ないか?：木質系面材の耐久性について,住宅と木材,2022
- M-15 塔村 真一郎：超入門 木造建築物の耐久性(15)接着剤の耐久性とその評価法,住宅と木材,2022
- M-16 樋口 祥一：中大規模木造建築物における耐久性確保の考え方,住宅と木材,2020
- M-18 一般社団法人木を活かす建築推進協議会：読者の窓 知っておきたい木造建築物の耐久性向上のポイント【設計編】の紹介,住宅と木材,2015
- M-19 中島 正夫：特集 公共施設を中心とした木造建築物の耐久性調査,住宅と木材,2015
- M-20 片岡 厚：月刊建築技術 2015年5月号 (特集：中大規模木造建築物を建てるための木質系材料 Q&A・決定版、V.耐久性・経年変化・収縮・塗装：Q.7 木材を屋外・半屋外で使用するときの保護塗装の特徴とその耐用年数とは), (株) 建築技術 2015
- M-21 片岡 厚：知っておきたい 木造建築物の耐久性向上のポイント, (一社)木を活かす建築推進協議会 2015
- M-22 中島 史郎：木造建築物の耐久性評価技術の開発--耐久性総プロから四半世紀が経過して,木材工業,2011
- M-23 中島 正夫：木造建築物の耐久性について,公共建築,2011
- M-24 相馬 智明：木造建築物の耐久性能,木材工業,2008
- M-25 坂本 功：伝統的木造建築と現在の木造住宅の耐久性,しろあり,1999
- M-26 肱黒 弘三：耐久性能：化学による対応、構法による対応(木造建築の性能)(<特集>木構造から木質構造へ),建築雑誌,1994
- M-27 勝又 英明：木造文化財建造物の腐朽と部位・環境条件の関係に関する研究：木造建築の耐久性に関する研究(建築計画)(学位論文要旨),建築雑誌,1993
- M-28 勝又, 英明：木造文化財建造物の腐朽と部位・環境条件の関係に関する研究：木造建築の耐久性に関する研究,甲第 30号,1993
- M-31 国土開発技術研究センター建築物耐久性向上技術普及委員会：木造建築物の耐久性向上技術,技報堂出版,1986
- M-32 佐藤 雅俊：木造建築物の耐久性向上技術,木材保存,1986
- M-33 肱黒 弘三：木造建築物の耐久性,建築雑誌,1985
- M-34 日本住宅・木材技術センター：耐久性向上の手引き,丸善,1982
- M-35 今泉 勝吉：木造建築の耐久性をどう考えるか (昭和 54 年度日本建築学会秋季大会(関東)), 建築雑誌,1979-08
- M-36 森本 博：木造建築物の耐久性と建築基準法施行令,木材工業, 1974-11
- M-37 村上 心他：中古住宅ストックの評価手法に関する研究—東海地区の住宅市場を対象として—,住総研報告書No.0731, 2008
- 本研究は、近い将来における中古住宅ストックの評価基準の確立を目指し、次のように基礎的事項に関する整理・検証を行ったものであり、対象は住宅であるが、特に木造戸建てに対する評価フロー、評価項目の抽出としての基礎研究と位置付けられることから、内容を記述掲載する。①日本における既存の住宅(建物)評価基準などの文献調査、及び、専門家へのインタビュー調査により、包括的な中古住宅ストックの建物評価項目案を提示した。②各建物評価項目について、評価のための定量化に関する検討を行った。③設計者・不動産業者・居住者らの主体による評価項目への重視度合いの相違を抽出・比較した。④国内住宅メーカー各社、及び、韓国、米国において、中古住宅の評価に関してどのような取組みがなされているのかを整理し、専門家による各項目の重視度をインタビュー調査により詳細に抽出した。
- キーワード：1) 中古住宅ストック, 2) 評価項目, 3) 空間性能, 4) 居住性能

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景

第二次世界大戦直後の日本の住宅政策は、世帯数に対応した住宅戸数の確保、即ち、量的対応に終始してきた。1970年前後に全国レベルで住宅戸数が世帯数を上回った後には、量から質への転換が図られた。しかし、急激な都市化に伴う人口の集中や地価の高騰などにより、必ずしも良質な住宅が供給されてきたとは言い難い状況にある。また、戦後の「量」充足政策時のストックは、必ずしも良質ではないことや、新築住宅を生産する方が中古住宅を売買するよりもGNP（国民総生産）の上昇への寄与が大きいことから、専らスクラップアンドビルドを前提とした政策が維持された。その結果、我が国においては、新築・建替え中心の住宅市場が形成され、中古住宅を有効に活用するための中古住宅市場・賃貸住宅市場・リフォーム市場が、欧米の再生先進国に比べて未発達である。

21世紀の始まりを境に、環境問題の深刻化や、「持続可能な都市」への転換の必要性などから、スクラップアンドビルドに関する批判も生じ、ストック活用への政策転換も図られている。建築廃材が環境にかける負担は大きく、維持管理費や廃棄処分費を考慮したライフサイクルコストの概念が、我が国においても重視されてきている。さらに、先進国の中では空家率が13%と最も高く、2003年の住宅・土地統計調査でも、一貫して空家率が年々上昇傾向であることが確認され、これらの有効活用が課題となっている。

### 1.2 研究の目的と視点

#### 1)研究の目的

以上のような状況下で、新築市場を前提とした建築業界が、新築と再生が共存する市場の中で生産システムの転換を図る必要がある。

様々な住宅問題に対応し、良質な中古住宅ストックを形成するためには、住宅の質の評価手法を確立することが必要であるという前提の下

に、以下の5点を実施することで、中古住宅ストックの評価基準を提案することを本研究の最終目的とする。尚、本研究報告では、このうち①～③を行った。

①日本市場における不動産、及び、建物価値評価の根拠となる項目(うち建物に関するものを、以後「建物評価項目」とする)を抽出し、整理する。

②既存の基準を参考に、評価項目の定量化の検討を行う。

③主体・業種・形態(新築・中古、戸建・集合など)の違いに着目し、それぞれの建物評価項目の重視度を示す。

④建物評価項目間の重み付けを行う。

⑤主体の違い等に着目した、評価基準の提案、及び、検証を行う。

#### 2)研究の視点

不動産の評価基準や、法律における項目においては、大半を土地に関する項目が占め、上物としての住宅、すなわち、建物自身の項目(建物評価項目)が圧倒的に少ない。建物評価項目としては、構造や設備等の資産価値に関する物理的な項目に重点が置かれていると考えられる。本研究では、不動産評価項目の中でも特に建物評価項目に着目し、現在評価基準が設定されていない天井高や眺望等の空間性能に関連する項目や、住宅の快適さ等の居住性能に関連する項目も今後の不動産評価に必要な要因であると考え、研究を行うに到った。

#### 2. 研究の方法

本研究のフローを図2-1に示した。研究フロー中の塗り潰し部分が、本研究報告の範囲を示している。表2-1には、インタビュー調査1, 2, 及び、アンケート調査の項目をまとめた。

①不動産、及び、建物価値評価項目の抽出方法(図2-1 研究のフロー※1): 文献調査として、「日本住宅性能表示基準」、「不動産鑑定評価基準」、「固定資産税・都市計画税・不動産取

得税」, 「住宅情報雑誌(住宅情報タウンズ)」, 「工業化住宅認定制度」, 「CASBEE」, 「東京R不動産」により, 建物評価項目の抽出を行った。注1)

さらに, インタビュー調査1(平成19年11~12月 企業10社)により, 建物評価項目を追加した。②①で抽出した建物評価項目の主体・業種・形態毎の重視度の調査方法(図2-1 研究のフロー※3, ※4): 東海地区を対象として, 以下のとおり, インタビュー調査2, 及び, アンケート調査(表2-2 参照)を行った。

・インタビュー調査2(平成20年6~9月 企業計10社): ハウスメーカー(7社), 不動産(1社), 管理組合協議会(1社), リフォーム業(1社)\*海外-韓国(1社), アメリカ(1社)

・アンケート調査(平成19年9月~11月): 企業700票配布152票回収, 居住者275票配布86票回収

③建物評価項目の定量化(図2-1 研究のフロー※2, ※3): ②インタビュー調査2, 及び, 文献調査として「日本住宅性能表示基準」, 「CASBEE」を基に定量化を行った。

3. 日本の不動産価値評価の方法の抽出と整理  
現在の不動産価値評価は, 主に「日本住宅性能表示基準」, 「不動産鑑定評価基準」, 「固定資産税・都市計画税・不動産取得税」の3つの評価手法により確認することができる。これら3つの評価手法の整理により判明した問題点や現況をまとめると, 不動産価値評価における建物評価項目が不足している点と, 建物評価における中古住宅価値が劣位である点に要約できる。つまり, 現在の不動産価値評価における建物評価項目は全体のわずかであり, 「不動産価値評価≒土地価値評価」であるという現況が認められた。

以上のことから, 現在の不動産価値評価で不足していると考えられる建物評価項目を検討するため, 前出の3つの評価手法に加えて, 「住宅

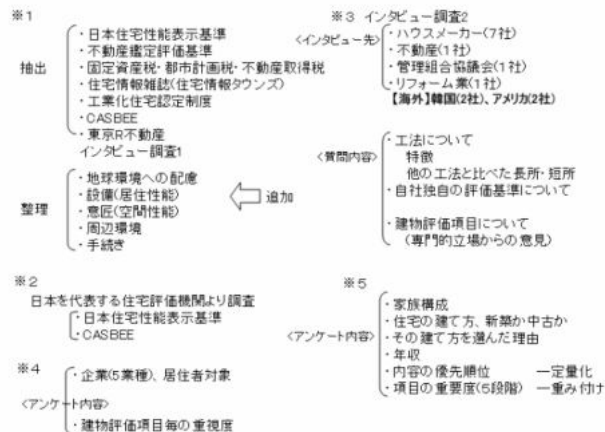
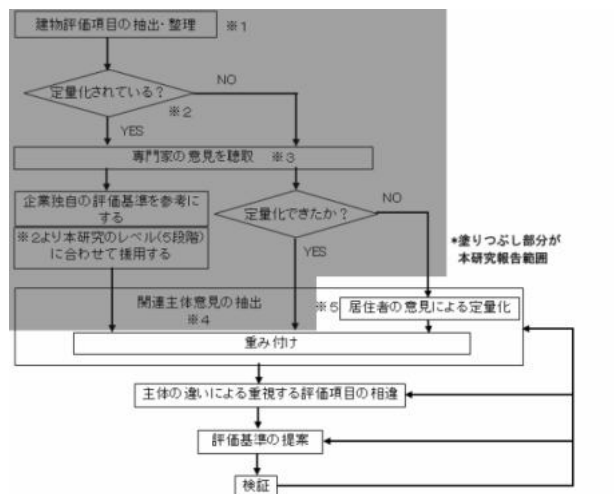


図2-1 研究のフロー

表2-1 インタビュー・アンケート調査項目

インタビュー調査1	インタビュー調査2
<ul style="list-style-type: none"> <li>建物評価項目として必要だと考えるもの</li> <li>各建物評価項目の重視程度について</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自社の扱う工法について (一番の特徴(長所))</li> <li>他の工法と比べての長所・短所</li> <li>自社独自の評価基準はどのようなものか (独自の項目・定量化方法について)</li> <li>項目表について (分類、項目、内容の修正・追加)</li> <li>特に空間性能・居住性能評価項目の追加の有無 (顧客の要求で多いもの、人気なもの)</li> <li>空間性能・居住性能を評価することで (中古住宅の流通に変化が生じるか否か)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>アンケート調査</li> <li>各建物評価項目の重視程度(居住者・企業共通)</li> <li>居住者: 居住住宅(戸建/共同、築年数)</li> <li>居住者: その他の項目で、入居時に重視したこと</li> <li>企業: 業種</li> <li>企業: その他の項目で、重視していること また、今後重視すべきと考えること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>家族構成</li> <li>住宅の建て方、新築か中古か</li> <li>その建て方を選んだ理由</li> <li>年収</li> <li>内容の優先順位</li> <li>項目の重要度(5段階)</li> </ul>

表2-2 アンケート調査概要

主体	対象	配布方法	回収方法	配布数	回収数	回収率%
企業	設計業	設計事務所名簿	会報誌へ同封	240	22	9.2
		(社)日本ツーバイフォー建築協会	会報誌へ同封	80	22	27.5
	施工業	(社)愛知県建築業協会	直接郵送	173	47	27.2
		(社)愛知県不動産鑑定士協会	直接郵送	154	27	17.5
不動産	流通	(社)中部不動産協会	直接郵送	53	34	64.2
	一戸建・共同住宅	リフォーム業 A社社員	社内配布	135	50	37.0
居住者	共同住宅	マンションB	ポストイン	54	7	13.0
		マンションC	ポストイン	46	26	56.5
		マンションD	ポストイン	40	3	7.5

情報雑誌(住宅情報タウンズ)」, 「工業化住宅認定制度」, 「CASBEE」, 「東京R不動産」により, 建物評価項目の抽出と整理を行った。項目の整理にあたっては, 日本住宅性能表示基準



のキーワードを参考にして、「構造の安定」，「火災時の安全」，「劣化の軽減」，「維持管理・更新への配慮」，「温熱環境」，「空気環境」，「光・視環境」，「音環境」，「高齢者等への配慮」，「防犯」の10項目に分類し，それぞれを居住者水準で言い換えた。

さらに，日本住宅性能表示基準以外のソース，及び，①のインタビュー1により追加された分類である，「地球環境への配慮」，「設備」，「意匠」，「周辺環境」，「手続き」を加え，項目の整理を行った（表3-1※次頁）。

#### 4. 建物評価項目の定量化

ここでは，3.でまとめた建物評価項目の各々の項目がどのように定量化できるかについて検証した。具体的には，各項目の状況によってレベル1～5までを設定し，その建物の状況によってレベルを選定する。まず，「住宅性能表示基準」および「CASBEE」において定量化されている項目については，その定量化手法をそのまま活用し定量化をおこなう。定量化されている項目は，「B.火災時の安全」（表3-2），「C.劣化の軽減」，「E.温熱環境」，「F.空気環境」（表3-2），「G.光・視環境」（表3-2），「H.音環境」，「I.高齢者等への配慮」の項目であった（表3-1 参照）。

既存の評価基準で定量化されていない項目については，それぞれの項目の特性を考慮し，専門企業/専門家へのインタビューから検討する項目と居住者へのアンケート/インタビューから検討する項目とに大別した（表3-1 参照）。

専門企業/専門家へのインタビューから検討する項目は「K.地球環境への配慮」とし，「A.構造の安定」，「D.維持管理・変更の配慮」，「J.防犯」の項目については，既存の評価基準と合わせて専門企業/専門家へのインタビューから検討することとした。居住者へのアンケート/インタビューから検討する項目としては，「L.設備」，「O.手続き」とした。「N.周辺環境」については，既存の評価基準と合わせて居住者へのアン

表3-2 定量化されている建物評価項目の例

#### A 火災時の安全

##### B-2感知警報装置が設置されている

重み係数(既定) = 0.00	
レベル 5	評価対象住戸において発生した火災のうち、すべての台所及び居室で発生した火災を早期に感知し、住戸全域にわたり警報を発生するための装置が設置されている
レベル 4	評価対象住戸において発生した火災のうち、すべての台所及び居室で発生した火災を早期に感知し、当該室付近に警報を発生するための装置が設置されている
■レベル 3	評価対象住戸において発生した火災のうち、すべての台所及び寝室等で発生した火災を感知し、当該室付近に警報を発生するための装置が設置されている
レベル 2	評価対象住戸において発生した火災のうち、すべての寝室等で発生した火災を感知し、当該室付近に警報を発生するための装置が設置されている
レベル 1	その他

#### F 空気環境

##### F-1ホルムアルデヒド対策がされている

重み係数(既定) = 0.00	
レベル 5	ホルムアルデヒドの発散が極めて少ない(日本工業規格又は日本農林規格のF☆☆☆☆等級相当以上)
レベル 4	
■レベル 3	ホルムアルデヒドの発散が少ない(日本工業規格又は日本農林規格のF☆☆☆☆等級相当以上)
レベル 2	
レベル 1	その他

#### G 光・視環境

##### G-4照明器具のグレア

重み係数(既定) = 0.00	
住居・宿泊部分	
病・ホ・住	
レベル 3.0	
レベル 5	反射板形状の工夫、ルーバー・透光性カバーなどにより十分にグレアを制限している器具。G1、G0、V分類の器具。
レベル 4	(該当するレベルなし)
■レベル 3	水平方向から見て光源が露出せずグレアを制限している器具。G2分類の器具。
レベル 2	(該当するレベルなし)
レベル 1	水平方向から見て光源が露出しグレアを制限していない器具。G3分類の器具。

ケート/インタビューから検討することとした。また，「M.意匠」については，専門企業/専門家へのインタビューと合わせて居住者へのアンケート/インタビューから検討することとした。

定量化されていない項目については，他にも，既往研究により立証できる項目や心理評価実験によって検証できる項目もあると考えられることから，建物評価項目全体の定量化については，今後の課題となる。本研究においては，建物評価項目全体の定量化に向けた初期調査として，専門企業への初期インタビュー（5.2 参照）を行った。

5. 各主体の建物評価項目の重視度合い，及び，中古住宅評価に関する取組み



表3-1 建物価値評価項目の抽出と整理

階級・業種	分類	項目	住宅性能評価基準	GA/RRE	専門企業・専門業者へのアンケートの対応	居住者へのアンケートの対応
用	A 構造の安全	A-1 建築物に耐震性・地震・耐風などがあ	○(評価)	○		
		A-2 構造の種類・木造・鉄骨造・鉄骨コンクリート造	○(評価)		●	
用	B 火災時の安全	B-1 防火区画が設けられている	○(評価)			
		B-2 防火設備が設置されている	○(評価)			
		B-3 避難の安全性が確保されている	○(評価)			
用	C 劣化の軽減	C-1 構造部材・基礎・壁・柱・梁などに劣化現象がある	○(評価)	○		
		C-2 劣化防止対策がとられている	○(評価)	○		
用	D 維持管理・更新の配慮	D-1 維持管理・修繕費・コストが維持管理しやす	○(評価)	○		
		D-2 重要共同住宅の場合は修繕費の負担が軽減しやす	○(評価)		●	
用	E 高齢者等への配慮	E-1 建築物のバリアフリー			●	●
		E-2 建築物に高齢者配慮がある	○(評価)			
用	F 空気環境	F-1 換気システムが設置されている	○(評価)			
		F-2 換気設備が設置されている	○(評価)			
		F-3 アースト対策がされている	○(評価)			
		F-4 防湿・防霉対策がされている	○(評価)			
		F-5 防音対策がされている	○(評価)			
		F-6 換気・湿度管理がよい	○(評価)			
用	G 光・視環境	G-1 採光をとるための窓の量・方向	○(評価)			
		G-2 採光の自然採光がよい	○(評価)			
		G-3 採光設備が設置されている	○(評価)			
		G-4 照明器具のグレード	○(評価)			
		G-5 採光設備がある	○(評価)			
		G-6 採光設備が設置されている	○(評価)			
用	H 音環境	H-1 防音・遮音に配慮がある	○(評価)	○		
		H-2 防音設備が設置されている	○(評価)			
		H-3 防音設備が設置されている	○(評価)			
		H-4 防音設備が設置されている	○(評価)			
		H-5 防音設備が設置されている	○(評価)			
		H-6 防音設備が設置されている	○(評価)			
		H-7 防音設備が設置されている	○(評価)			
用	I 高齢者等への配慮	I-1 バリアフリーがされている	○(評価)			
		I-2 高齢者等にとっての配慮がされている	○(評価)			
用	J 防犯	J-1 防犯設備が設置されている	○(評価)			
		J-2 防犯設備が設置されている	○(評価)			
用	K 維持管理・更新の配慮	K-1 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
		K-2 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
		K-3 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
		K-4 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
		K-5 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
		K-6 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
		K-7 維持管理・更新の配慮がされている			●	●
用	M 健康	M-1 トイレの広さ			●	●
		M-2 洗面所の広さ			●	●
		M-3 浴室の広さ			●	●
		M-4 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-5 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-6 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-7 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-8 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-9 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-10 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-11 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-12 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-13 キッチン・広さの広さ			●	●
		M-14 キッチン・広さの広さ			●	●
用	N 防音設備	N-1 防音設備が設置されている		○		
		N-2 防音設備が設置されている				
用	O 防音	O-1 防音設備が設置されている			●	●
		O-2 防音設備が設置されている			●	●
		O-3 防音設備が設置されている			●	●
		O-4 防音設備が設置されている			●	●
		O-5 防音設備が設置されている			●	●
		O-6 防音設備が設置されている			●	●
		O-7 防音設備が設置されている			●	●

○ 調査・実施されている  
● 調査・実施されていない

5.1 各主体の建物評価項目の重視度合い

1) アンケート調査の方法

主体（住宅に関連する企業5業種・居住者）、住宅の建て方（一戸建・共同住宅）、住宅の築年数（新築住宅・中古住宅）の違いによる建物評価項目の重視度を考察することを目的とし、表2-2 に示す対象者および配布・回収方法でアンケート調査を行った。

アンケート中の建物評価項目の分類は、日本住宅性能表示基準のキーワードによる10分類(3章参照)と、それ以外の分類のうち表-1 で多数を占めている「設備」、「意匠」を「その他」の分類としてまとめて扱った。

2) 主体・業種・建て方・築年数による意識の比較注2)

主体（住宅に関連する企業6業種・居住者）別にみると(図5-1)、企業の傾向として、「光・視環境」や「空気環境」は4.36程度と重視度が高く、「維持管理・更新への配慮」や「高齢者等への配慮」は3.77程度と重視度が低い。つま

り、現在の生活に直接影響する項目は意識が高く、将来的には不可欠だが現在は直接影響しない項目は意識が低いと考えられる。居住者の傾向として、「光・視環境」は4.27と重視度が高く、「高齢者等への配慮」は2.75と重視度が低い。企業全体の結果と類似しているが、第2位との差が際立つ結果となった。企業と居住者を比較した結果、全体的に企業の方が、重視度は高いが、「光・視環境」や「音環境」は差が少ない。居住者は、これらの項目を重視して住宅を選択していると考えられる。

さらに、5業種による比較を行った結果(図5-2)、最も重視度に差が現れた項目は、「温熱環境」(差=1.04程度)と「火災時の安全」(0.89程度)、「防犯」(0.56程度)であった。特に、不動産流通業と不動産鑑定業は重視度が低い。

住宅の建て方（一戸建・共同住宅）別にみると(図5-3)、一戸建の傾向として、「光・視環境」は4.38と重視度が高く、「防犯」は3.29と重視度が低い。「防犯」は住宅を選択した後に、個人で対応することが一般的であるため、意識が低いと考えられる。共同住宅の傾向として、やはり「光・視環境」は4.42と重視度が高く、「高齢者等への配慮」は3.08と重視度が低い。一戸建と共同住宅を比較した結果、「高齢者等への配慮」(差=0.44)に意識の差がある。一戸建は、高齢者にとって階段等の負担になる要素が多いため、意識が高くなると考えられる。

新築と中古を比較すると(図5-4)、新築住宅の傾向として、「光・視環境」は4.48と重視度が高く、「防犯」は3.42と重視度が低い。中古住宅の傾向として、やはり「光・視環境」は4.21と重視度が高く、「高齢者等への配慮」は2.93と重視度が低い。中古住宅と新築住宅を比較した結果、中古住宅は、全体的に意識は低いですが、「維持管理・更新への配慮」を除いて、類似した傾向であった。

5.2 日本の専門企業の取組み、及び、建物評価項目に関する意見収集

ここでは、4.で挙げた建物評価項目全体の定量化に向けた初期調査として、専門企業への初期インタビューとして、専門企業（住宅メーカー7社、不動産1社、管理組合協議会1社、リフォーム業1社）に対して、建物評価項目の定量化の可能性、各社の中古住宅評価事業への取り組み、建物評価項目に対する重視度についてインタビュー調査を行った（表5-1）。

建物評価項目の定量化の可能性については、ほとんどの専門企業が、すでに定量化されている「B.火災時の安全」、「C.劣化の軽減」、「E.温熱環境」、「F.空気環境」、「G.光・視環境」、「H.音環境」の項目に対しては、「住宅性能表示基準」や「CASBEE」などの評価基準を重視して対応している傾向が見られた。また、近年の傾向として、「J.防犯」に対する顧客のニーズや「K.地球環境への配慮」への各社の取り組みが多くなってきている傾向も明らかとなった。各社の中古住宅評価事業への取り組みについては、中古マンション価格査定表（住宅メーカー：E社）や現場調査チェックリスト（リフォーム業：I社）といった各社独自の評価基準を作って対応していることが明らかになった。各社様々な試みをおこなっているが、多くがコストとの関係性が重要であることが挙げられた。

また、住宅メーカーでは、耐震および重要部位に対する保障の必要性から、詳細な項目と保障内容、保障・点検期間が設定された診断・点検システムが整備されつつある（表5-2）。

建物評価項目に対する重視度については、表5-3に示す住宅メーカー4社、不動産1社、管理組合協議会1社、リフォーム業1社に対して、表3-1の建物評価項目の重視度を、5：重視している、4：やや重視している、3：どちらともいえない、2：やや重視していない、1：重視していないとして、アンケート方式で調査を行った。全体的な傾向として重視度が高い分類は、「A.構造の安定」（4.50）、「B.火災時の安全」（4.52）、「C.劣化の軽減」（4.83）、「D.維持管理・変更の配慮」（4.82）、「E.温熱環境」

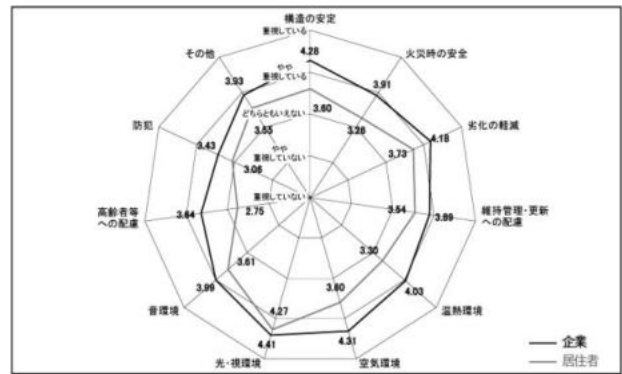


図5-1 主体別(企業と居住者)の建物評価項目の重視度比較

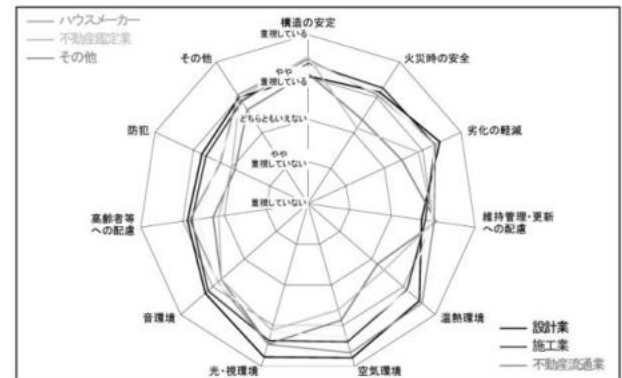


図5-2 業種別の建物評価項目の重視度比較

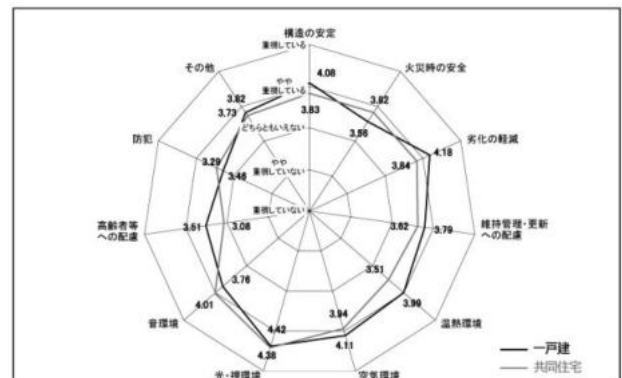


図5-3 建て方別の建物評価項目の重視度比較

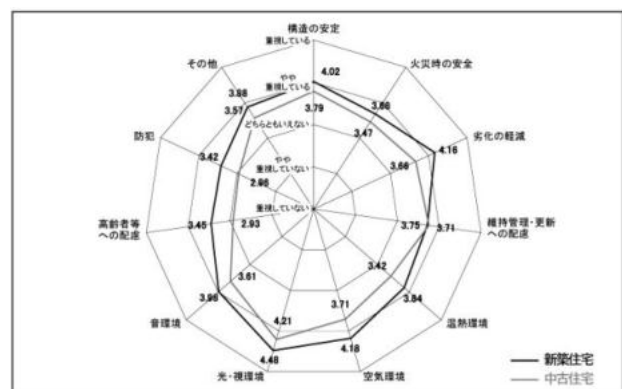


図5-4 築年数(新築・中古)別の建物評価項目の重視度比較 (4.71)、「I.高齢者等への配慮」(4.50)、「O.手続き」(4.72)であり、一方、重視度が低い分類は、「G.光・視環境」(3.78)、「M.意





いる。しかしながら、都市の密度と容積率に対する法的方向性が明確でないこと、構造の安全性の保証の曖昧さ、維持管理の不足、資産保証の不確かさなど再生を取り巻く課題は多いのが現状である。

1) 主要な価値評価・認証制度の概要

こうした背景の中、韓国で策定されている主要な価値評価・認証制度を表5-4 に示した。このうち、未施行の⑤を除く4つの制度の概要は以下のとおりである。

①住宅性能等級認証制度は、構造、環境、生活環境、火災、消防等について、5部門・20項目(騒音4項目、構造部門4項目、環境部門6項目、生活環境部門3項目、火災・消防部門3項目)に区分している。それぞれの性能評価項目に対して等級が表示され、性能等級評価の指標は、それぞれ3ないし4等級で構成されている。

②環境(省エネルギー)建築物認証制度は、最優秀と優秀で区分して表示される。100点基準で85点以上なら最優秀、65点以上の場合は優秀となる。4部門・38項目と、追加の項目6項目からなる。基本38項目の配点は100点、追加6項目の配点は20点である。

③建物エネルギー効率認証制度では、エネルギーの効率等級は1～3等級で表示される。項目別数値算出を通して総エネルギー削減率を算定

表5-4 韓国の主要認証制度の概要注4)

認証制度	認証の対象	認証の等級表示方法
①住宅性能等級認証制度	2000世帯以上新築共同住宅	1～4等級
②環境(省エネルギー)建築物認証制度	完工した共同住宅	優秀、最優秀
③建物エネルギー効率認証制度	18世帯以上新築共同住宅	1～3等級
④超高速情報通信建物の認証制度	50世帯以上共同住宅	特級、1～3等級
⑤知能型建築物認証制度(施行予定)	公共及び一般の業務用建築物(今後拡大)	1～3等級

表5-5 評価項目に応じた評価の項目区分

評価項目	物理的性能評価	評価の目的			
		売買	維持管理	都市計画	税制規定
機能性の評価	◎	◎	◎		
経済性の評価	◎	◎	◎	◎	◎
社会的(環境)性能評価	◎			◎	

し、削減率によって等級が決定する。項目の内

訳は、暖房空間 7項目、非暖房空間 7項目、その他4項目である。1等級の総エネルギー削減率は33.5%以上、2等級は23.5%以上33.5%未満、3等級は13.5%以上23.5%未満とされている。算出式は以下のとおりである。総エネルギー節約率 = {Σ(単位共同住宅のエネルギー削減率 × 単位共同住宅の総専用面積)} / 申請住宅の総専用面積

④超高速情報通信建物の認証制度の認証等級は、特等級、1等級、2等級、3等級で区分される。申請物に対して、個々の項目に対する審査を実施した後、合否判定を通して等級が付与される。

2) 既存共同住宅評価体系の構築の必要性

韓国においては、次のような理由から建物評価基準の構築が課題となっている。まず、建物評価基準の構築されることにより、総合的な評価情報を消費者に示すことが可能となり住宅取引の透明性が確保され、不動産市場の安定に寄与することが挙げられる。また、共同住宅ストックの適切な維持管理の為に、評価体系の構築が必要である。現在の評価基準では新築に重点が置かれていること、韓国には高層大規模集合住宅が多いという特殊性があり韓国独自の基準が必要であること等、何を基準にして評価体系を構築すべきかが課題として挙げられる。

このような中で韓国の既往研究においては、評価目的に応じた評価項目が必要であると指摘しており、評価の分類と項目との関係が表5-5 のように整理されている。すべての目的にあてはまる項目が「経済性の評価」であることに、不動産投資への過熱がみられる韓国の実情が反映されていると考えられる。また、目的の中の「税制規定」については、今後詳細に情報収集し、我が国の評価基準作成の際に参考にする可能性があり得る。

3) 建物評価項目に対する重視度合い

大韓住宅公社建設技術研究室の元研究委員に対して、表\_3-1 の各項目の重視度合いを尋ねた。調査票、及び、重視度平均値の算出方法は、5.2

で用いたものと同様である(表5-6)。最も重視しているのは、「B.火災時の安全」「E.温熱環境」で、これらは日本の専門家と一致した傾向であるが、日本では2番目に重視されている「D.維持管理・変更の配慮」が、韓国では15分類中11番目と重視度が低い(表5-3)。韓国で、次いで重視度が高いのは「H.音環境」「O.手続き」「F.空気環境」で、これらは「O.手続き」を除いて、i)の認証制度でも取り上げられている項目である。i)に含まれている項目で、重視度が低いと回答された項目は、「A.構造の安定」であった。日本と同様に、「意匠」に関する評価制度は存在しないため、韓国では「意匠」も評価が低い項目となっている。認証されることにより、売買価格への影響がある場合は重視されるが、価格への影響が明らかでない項目は重視されにくいということが推察される。

## 2)アメリカにおける建物価値評価

ア)アメリカにおける不動産価値評価の全体的傾向  
 アメリカ合衆国・NY州の設計事務所1社へのインタビュー調査を平成20年9月18日に行った。NY州での全般的傾向として、①不動産の価値評価は主として立地で決定される。②土地価格の要因を除く「建物価値」評価の確立は、重要且つ必要だと考えるが、米国においてもまだ取り組みは不十分である、という状況であるとのコメントが得られた。

表5-6 韓国専門家の建物評価項目重視度度合い

	number of items	average
A structure stability	2	2.50
B fire safety	3	5.00
C alleviation of deterioration	2	3.50
D maintenance/consideration for change	4	2.75
E warmer environment	1	5.00
F air environment	6	4.17
G light and visual environment	8	2.25
H noise environment	8	4.29
I caring for elderly and disabled persons	2	2.50
J security	2	3.00
K earth-conscious	2	2.00
L equipments	8	3.13
M design	15	2.93
N ambient surrounding	2	3.00
O building law/terms etc	5	4.50

all "important"  
 "important" or "a bit more important"

表5-7 アメリカ専門家の建物評価項目重視度度合い

	number of items	average
A structure stability	2	4.50
B fire safety	3	5.00
C alleviation of deterioration	2	4.75
D maintenance/consideration for change	4	3.63
E warmer environment	1	5.00
F air environment	6	5.00
G light and visual environment	8	4.00
H noise environment	8	4.29
I caring for elderly and disabled persons	2	3.50
J security	2	3.50
K earth-conscious	2	4.00
L equipments	8	4.63
M design	15	4.93
N ambient surrounding	2	4.00
O building law/terms etc	5	4.70

all "important"  
 "important" or "a bit more important"

## イ)建物評価項目に対する重視度度合い

表3-1の各項目に対して、どの程度重視しているのかを、ア)のインタビュー先に所属する2名の建築家に対するアンケート調査によって抽出した(表5-7)。結果、2名ともすべての項目に対して「important」と回答した分類は、「B.火災時の安全」、「E.温熱環境」、「F.空気環境」であった。このうち、「B.火災時の安全」、「E.温熱環境」は、日本、及び、韓国の専門家も重視している項目である。次に、2名とも「important」か「a bit more important」のいずれかを選択した分類は、ポイント順に「M.意匠」(4.93)、「C.劣化の軽減」(4.75)、「O.手続き」(4.70)、「L.設備」(4.63)、「H.音環境」(4.29)であった。このうち、「M.意匠」は、日本や韓国では重視度が低い項目であった。

一方、「neither」より重視度の低い回答が含まれた分類のうち、平均が4ポイント未満と低かった項目は、「D.維持管理・変更の配慮」、「I.高齢者等への配慮」、「J.防犯」であった。「D.維持管理・変更の配慮」、「I.高齢者等への配慮」は、日本の専門家は重視度が比較的高い項目であり、価値観の相違がみられた。また、表3-1に抽出されていないが重視する項目として、維持管理費用と州の税金が挙げられている。

## 7.おわりに

本研究は、近い将来における、中古住宅ストッ

クの評価基準の確立を目指し、以下の基礎的事項に関する整理・検証を行った。

①日本における既存の住宅(建物)評価基準などの文献調査により建物評価項目を抽出・整理し、各評価基準が対象とする範囲を明らかにした上で、「既存項目には存在しないが、今後の評価に必要と思われる項目」を専門家へのインタビュー調査により追加した。即ち、包括的な中古住宅ストックの建物の評価の基準項目案となる「建物評価項目」(15 分類70 項目)を提示したものである。

②次に、各建物評価項目について、評価のための定量化(数値化)に関する検討を行った。既存の評価基準で定量化されている項目に関しては、基本的にその数値化手法を採用することとした。それ以外の項目については、定量化手法の方向性を検討した。③設計者・施工者・不動産業者・居住者(戸建/共同住宅)らの主体による、「評価項目への重視度合い」を抽出・比較した。専門家と住み手の間に存在する情報の非対称性、および、各主体の効用/非効用要因の違いから生じていると考えられる「重視度」の差がみられた。

④国内住宅メーカーでは、重要部位に対する保障の必要性から、診断・点検システムが整備されつつある。また、住宅(主として集合住宅)不動産市場が充足し、マーケット要因から中古住宅価格が比較的高く設定される事例もみられる韓国と、維持管理・再生行為によって中古住宅価値を高める住み手が存在する米国での中古住宅評価の方向を調査した。さらに、国内住宅メーカー各社、及び、韓国、米国において、中古住宅に関してどのような取組みがなされているのかを整理し、専門家による各項目の重視度を、インタビュー調査により詳細に抽出した。

今後の課題としては、以下が挙げられる。

①建物評価項目中の定量化されていない項目の定量化(数値化)手法の提示。

②総合的評価方法(「評価得点計算方式」)の提示と、そのための建物評価項目の「重み付け」。

③各々異なる特性と効用/非効用を有する主体毎の、また、価値観が異なる住み手毎の「評価得点計算方式」の提示。

④以上の実効性の検証。  
である。

<注>

1) 評価項目の抽出を行った文献は以下のとおりである。

・住宅品質確保の促進等に関する法律 第5条第1項に基づく 設計住宅性能評価書(一戸建ての住宅(新築住宅)) 平成13年8月14日 国土交通省告示第1347号(最終改定 平成19年6月20日 国土交通省告示第834号)

・鑑定評価理論研究会：要説 不動産鑑定評価基準，住宅新報社，2003

・固定資産税務研究会：要説 固定資産税〈平成19年度版〉，ぎょうせい，2007

・住宅情報タウンズ 名古屋市内・知多版 RECRUIT 平成20年5月21日発行，平成20年6月4日発行，平成20年6月21日発行

・住宅情報タウンズ 東尾張・東濃版 RECRUIT 平成20年5月14日発行，平成20年5月28日発行，平成20年6月11日発行，平成20年8月27日発行

・住宅情報タウンズ 西三河版 RECRUIT 平成20年5月28日発行

・東京R 不動産：「real Tokyo estate」，株式会社アスペクト，2006

・建設省：「工業化住宅認定制度工業化住宅性能認定制度」，1973 施行（現在は（財）日本建築センター「工業化住宅性能評定事業」に移行）

2) 図5-1 の重視度算出にあたっては、表3-1 分類毎の項目平均値による。表5-6、表5-7 も同様である。詳しい算出方法は、表5-3 下部に記している。また、5.1 調査当時は、表3-1 より39 項目少ない建物評価項目表であった。

3) G 社へのインタビューは行っていない。表中記載内容は、G 社パンフレットからの引用である。



4) 表5-4, 及び, 表5-5 は,

「기존공동주택평가체계구축방안」(「既存共同住宅評価体系構築方針」),

주택도시연구원연구성과발표회(住宅都市研究員研究成果発表会), 2006 より, 翻訳して引用した。

<参考文献>

- 1) 国交省：「中古住宅の省エネ評価手法確立へ--国交省「性能表示制度」への組み込み検討」地方行政 (9898), 時事通信社, 2007.6
- 2) 三橋博巳(資産評価政策学会編集委員会 編/資産評価政策学会)：「中古住宅の耐震性評価と資産評価」(特集:不動産評価の最新トピックス), 資産評価政策学 8(1)(通号12), pp.15~19, 2005.12
- 3) 山崎古都子, 陣内雄次：「住宅の寿命観と中古住宅需要に関する日米比較研究 住宅管理の社会的支援に関する研究(第3報)」日本建築学会計画系論文集 (562), pp.245-252, 日本建築学会, 2002.12
- 4) 菅澤光裕：「米国既存住宅検査・評価調査の報告と既存住宅研究会の活動 (特集 中古住宅市場の活性化に向けて)」, 住宅 50(8)(通号587), pp.34~38, 日本住宅協会, 2001.8
- 5) 山崎古都子, 陣内,雄次, 一棟,宏子：「中古住宅の資産評価と住宅ストック観の日米比較研究」, 日本建築学会学術講演梗概集F-1, 日本建築学会, pp.1043-1044, 2001
- 6) 川名三喜男：「中古住宅の評価 (Special issue 定期借地権付き住宅の取引と評価)」, 不動産鑑定 38(5)(通号464), 不動産鑑定実務研究会 編/住宅新報社, pp.35-41, 2001.5
- 7) 「特集 ストック時代, 変わる中古住宅評価」, 月刊不動産流通 19(4)(通号 221), 不動産流通研究所, 2000.10
- 8) 日経BP社 [編]：「ビジネスアイ 中古住宅の評価会社が相次ぎ設立 優良物件には瑕疵保

証やローンの優遇も」, 日経アーキテクチュア (672), pp.20~22, 日経BP社, 2000.8

9) 性能保証住宅登録機構：「米国における中古住宅の評価制度について」, 住宅 46(3), pp.30-38, 日本住宅協会, 1997.3

10) 橋本雅好・村上心・川野紀江：「中古住宅ストックの評価基準に関する研究」, 日本建築学会大会オーガナイズドセッション, F-1 pp.1369-1372, 2008.9

11) 川野紀江・村上心・前田幸栄：「韓国・マレーシア・シンガポールにおける住宅ストックの更新状況ーアジア諸国ニュータウンの固有文化を踏まえた再生手法 その2ー」, 相山女学園大学研究論集第39号(自然科学篇), pp.44-52, 2008.3

12) 「기존공동주택평가체계 구축방안」(「既存共同住宅評価体系構築方針」),

주택도시연구원연구성과발표회(住宅都市研究員研究成果発表会), 2006

13) 「체계적 인 아파트 관리가 주거 공간

가치 향상시켜」TheKorea Apartment News, 2007.2.7\_

## II 章 問題提起と本調査の方法

### II-1 調査項目、調査対象

#### 調査項目

本調査では、近年建築された大規模木造建築の物理的耐久性、耐用性、アセットマネジメントを概観するために、次表のようなヒヤリングシートを作成した。

- ① ヒヤリング先情報  
氏名、所属、肩書
- ② 物件情報  
建物名称、建物写真、所在地、建築年、階数、延べ床面積、構造形式、その他、図面
- ③ 技術的事項  
木材産地、樹種、接着剤の種類、耐震性能（準拠基準）、耐風性能（準拠基準）、接合金物類の劣化対策、基礎コンクリートの耐久性、その他部品の寿命
- ④ 経済的事項  
投資額、収支シミュレーション（家賃、収益、中長期修繕計画）、LCC、リスクインシュアランス、資金調達（融資、投資、補助金）周辺の不動産情報（木造に限らず）、金融機関の融資審査基準（エンジニアリングレポート）、経済耐用年数の意見書、その他

#### 調査対象

調査対象は、日本国内および木造先進国であるフィンランドの近年建築された木造建築物とした。調査期間が限られていたため、各委員が個別に調査対象をピックアップし、他の委員の都合がつけばそれに同行する形式とした。下記に調査対象を示す。

#### 国内調査（順不同）

- ・銘建工業本社
- ・Flats Woods 木場
- ・HULIC & New GINZA 8
- ・アネシス茶屋ヶ坂

- ・ささしま高架下オフィス
- ・Port Plus
- ・サウスウッド
- ・松尾建設新本店
- ・東海木材大口市場
- ・木材会館
- ・リニモテラス公益施設
- ・港区伝統文化交流館
- ・真庭市役所
- ・落合総合センター
- ・武雄図書館・歴史資料館

#### 海外調査（順不同）

- ・ヘルシンキ観光案内所パビリオン
- ・アラッスシープール
- ・カンピチャペル
- ・ヘルシンキ中央図書館
- ・ウッドシティ
- ・ロウリュ
- ・ホンカスオ木造集合住宅群
- ・ヘルシンキ空港
- ・プークオッカ集合住宅
- ・ヴィール
- ・ユバスキュラ大学学生寮

調査日 年 月 日  
調査者

ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	
所属/Affiliation	
肩書/Position	

■物件情報

建物名称/Building name	
建物写真/Building photo	
所在地/Location	
建築年/Year	
階数/No. of floors	
延べ床面積/ Floor area	
構造形式/ Structure type	
その他/ Others	

調査日 年 月 日  
調査者

図面/Drawing	
------------	--

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	
樹種/Species	
接着剤の種類/Glue type	
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	

■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画 (capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	
LCC	
リスクインシュアランス/Risk insurance	
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial	

調査日 年 月 日  
調査者

institution	
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	
その他/Others	



## II-2 構法

### II-2-1 建築物で使用される木質材料

本事業で取り組む中高層木造建築の耐用年数は、既存物件の改修・耐震補強を行う際や、それらの再販を行う場合に銀行が行う融資の妥当性を判断するためのものとしている。その目的から、対象となる木造建築物は戸建住宅や店舗付き住宅、アパートなどを除く用途・規模のものが対象となると考えられる。なぜなら、ここで挙げた用途・規模のものは改修・耐震補強を行って使用を継続するか、除却して建て替えるかは、現状でも個々の所有者の判断で運用され、銀行の融資についても問題なく行われているからだ。そう考えると、ここでは比較的規模の大きな事務所建築物や集合住宅、特殊建築物が対象となると考えられる。

この対象となる比較的規模の大きな木造建築物＝中高層木造建築物の耐用年数を評価する上で必要となる木質材料に関する情報としては、以下のようなものが想定される。

1. 建設当時の構造設計内容と使用されている木質材料の品質
2. 構造躯体に用いられている木質材料の経年劣化についての一般的な情報
3. 当該建物においての木質躯体としての経年による性能低下の状況とその評価方法
4. 経年劣化が生じている木質材料や性能低下が生じている木質躯体の補修方法

以下では、主として 1. と 2. に関する木質材料の現状について述べる。3. と 4. については、I-3 既往の研究 評価手法、III 章にて示されているものが参考となろう。

#### 建設当時の構造設計内容と使用されている木質材料の品質の確認方法

築年数が古くなった中高層木造建築物の構造性能の確認を行う際に必要な情報には、まずは建設当時の構造設計内容と、躯体に用いられている木質材料の品質がある。

2023 年 1 月現在、階数が 3 以上または述べ面積

が 500 m<sup>2</sup>を超える木造建築物は許容応力度計算（ルート 1）以上の構造計算が求められる。ここで対象としている建築物は全てルート 1 以上の構造計算が求められるので、構造図・構造計算書が保管されていると考えられ、構造性能については、それを確認することになる。

構造図・構造計算書には、構造上主要な部分に用いられた木質材料についてはその種類、等級、樹種、寸法が明記されており、部材の品質・性能の確認は可能である。

万が一、構造計算書が紛失している場合や、設計図書と現状が一致しない場合には、現地調査を行った上で、あらためて構造計算を行う必要が生じる。その場合、内装材などの撤去は必要になるものの、現物を確認すれば部材に JAS の格付けの表示があり、それらで確認が可能である。JAS 格付けの印字がない部材については「無等級材」とあると判断されるが、それらについても建築基準法で基準強度が示されているのでそれをいれれば問題はない。また無等級材であっても、真壁の建築物を除き、樹種や慣習的な木材等級（二等・一等・特一等 等）の印字があるものがある。

参考に、JAS で定められている構造用集成材の表示事項を以下に示す。

次の事項を一括表示してあること

- (1) 品名
- (2) 強度等級
- (3) 材面の品質
- (4) 接着性能
- (5) 樹種名
- (6) 寸法
- (7) ラミナの積層数（薄板を貼り付けたものに限る。）
- (8) 検査方法（別記の 3 の(7)のアの曲げ A 試験を行うものに限る。）
- (9) 製造業者又は販売業者（輸入品にあつては、輸入業者）の氏名又は名称及び所在地

## 構造躯体に用いられている木質材料の経年劣化

木材そのものの物理的特性については、腐朽や蟻害などの生物劣化、光の作用や風雨による摩耗による風化が生じない場合には大きく変化しないといえる。広く知られる小原<sup>1)</sup>の研究では、ヒノキでは圧縮強度・弾性係数、曲げ強度・弾性係数、硬度は経年で徐々に向上し、衝撃曲げ、せん断、割裂などは徐々に低下していくとされているが、ケヤキではすべての物性で経年低下が続くことが示されている。ただし、これらの期間は数百年のレンジで生じることであり、本事業で対象としている評価ではそれらの変化はほとんど問題にはならない。

しかし、接着剤を用いた木質材料については、接着剤の経年劣化が強度特性に直結することから、その品質については開発当初から常に課題と

なってきた。そこで、構造用集成材を例に、接着材についての現状と変遷を以降に示す。

## 構造用集成材に用いられる接着剤の現状

現在の構造用集成材の JAS では、集成材が利用される使用環境を設定し（表 2-1）、それに応じた接着剤を用いることが規定されている（表 2-2）。

構造用集成材の接着剤に求められる性能としては、長期的には、

- ① 耐候性
- ② 耐熱性
- ③ 耐水性

短期的には、

- ④ 耐火性

となる。それぞれの性能の具体的なイメージを表 2-3 に示す。④耐火性については、建築基準法において、燃えしろ設計（準耐火構造）を行う際には

表 2-1 構造用集成材の JAS に規定される使用環境

使用環境A	構造用集成材の含水率が長期間継続的に又は断続的に19%を超える環境、直接外気にさらされる環境、太陽熱等により長期間断続的に高温になる環境、構造物の火災時でも高度の接着性能を要求される環境その他の構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について高度な性能が要求される使用環境をいう。
使用環境B	構造用集成材の含水率が時々19%を超える環境、太陽熱等により時々高温になる環境、構造物の火災時でも高度の接着性能を要求される環境その他の構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される使用環境をいう。
使用環境C	構造用集成材の含水率が時々19%を超える環境、太陽熱等により時々高温になる環境その他の構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される使用環境をいう。

表 2-2 構造用集成材の JAS に規定される使用環境ごとに求められる接着剤の種類

注意：JAS においては「第 2 条に定義する要求性能を満たした次に掲げる樹脂又はこれらと同等以上の性能を有するものであること」との規定があり、別途、性能確認試験によって使用環境 B となる水性高分子イソシアネート系樹脂も存在する。

接着剤の種類	使用環境A		使用環境B		使用環境C	
	積層方向	長さ方向	積層方向	長さ方向	積層方向	長さ方向
	幅方向 二次接着		幅方向 二次接着		幅方向 二次接着	
レゾシノール樹脂	○	○	○	○	○	○
レゾシノール樹脂・フェノール樹脂	○	○	○	○	○	○
メラミン樹脂		○		○	○	○
水性高分子イソシアネート系樹脂 JISK6806に定める1種1号の性能を満足するもの						○
メラミンユリア共縮合樹脂						○

表 2-3 集成材の JAS 規格に規定する使用環境と性能等の整理表（第 3 回原案作成委員会 H27. 7. 30）

			使用環境A	使用環境B	使用環境C
長期	①耐候性	接着性能	高度	通常	
		想定される環境	概要	直射日光、風雨等の影響を受ける環境	直射日光、風雨等の影響を受けない環境
			具体例	屋外	屋内
	②耐熱性（日射）	接着性能	高度	通常	
		想定される環境	概要	太陽熱等により長時間断続的に高温となる環境	太陽熱等により時々高温となる環境
			具体例	直射日光又はその他の熱源により長期間断続的に80°C程度の高温にさらされる環境	直射日光は当たらないものの、太陽熱又はその他の熱源により時々50°C程度となる環境
	③耐水性	接着性能	高度	通常	
		想定される環境	概要	集成材の含水率が長期間断続的または継続的に19%を超える環境	集成材の含水率が時々19%を超える環境
			具体例	屋外又は屋内で、常時湿度が高い環境等	屋内で、時々湿度が高くなる環境等
短期	④耐火性	接着性能	高度	-	
		想定される環境	概要	火災による火熱が加えられる環境	-
			具体例	火災時（燃えしる設計が要求される環境）	-

使用環境 A または B の材を用いることが規定されている。表 2-3 によると、屋外に位置する集成材や温泉施設や室内プールなどの躯体となる集成材については、使用環境 A が求められる。

#### 接着剤の変遷と要求性能の変遷に伴う課題等

日本の集成材工業は 1950 年代に誕生し、最初の集成材を用いた建築物は 1951 年に建てられた森林記念館（現存せず）で<sup>2)</sup>、集成材の歴史は 70 年以上となる。集成材の JAS が制定されたのは 1966 年であるが、集成材工業が誕生して以来、接着剤の研究は継続的に行われており、使用される種類も変遷してきた。

現在は、表 2-2 に示した接着剤が使用されるが、そのうち水性高分子イソシアネート系樹脂は比較的新しい接着剤である。この接着剤は扱いやすさと美観の良さから主に住宅に用いられる中小断面集成材で用いられていた。ただし、従来は使用環境 C に限定されていたため、準耐火構造とするための燃えしる設計には用いることができなかった。しかし、国産材の利用を拡大するためには、現段階で量産が可能な中小断面集成材の既存

設備を活用した製品を開発することが求められ、既存の設備で使用するこのできる水性高分子イソシアネート系樹脂の簡易な接着性能試験（品質管理のための試験）の開発を行い、同等性を確認することで使用環境 B への格上げを可能とした。

ただし、レゾシノール樹脂と比較して性能が劣ることは確実で、現状の 60 分間の準耐火構造では問題は無いが、新しく告示化されている 60 分間を超える準耐火構造（燃えしる設計）等についてはどこまで対応できるか今後の法改正・技術基準の改正を注視する必要がある。また、石こうボードやケイ酸カルシウム板などの被覆を行って耐火構造とする仕様においても 90 分間以上の長時間の加熱となるとどの接着剤までが OK となるかは現在検討中であり、こちらも注視していく必要がある。

この様に、新しい要求性能が示されるとそれに対応した材料規格が必要となるが、現状の木造建築物に係る技術基準の変化は急であることもあり、現在は過渡期であるともいえる。この視点に立つとき、冒頭の（1）で示した状況を確保する

ためには、設計時点の技術基準および製品品質については注意深く記録を残す必要がある。

また、本検討を進めるに当たり、海外の事例の調査なども行うこととなるが、その際には同じ木質材料であっても国によって接着剤も異なることには注意を要する。例えば、近年、欧米では1液ポリウレタン接着剤も使われ始めている。

### 既往の研究から学ぶ集成材建築物の耐久性

集成材には70年以上の歴史があると述べたが、その耐久性については、既往の研究・調査がある。ここでは、それらを確認することで、集成材建築物の耐用年数のヒントとすることとしたい。

築後かなりの年数が経った建物の集成材の調査としては、新藤等が行った「築後25～51年経過した建築物における集成材柱の耐久性調査」等<sup>3)、4)、5)、6)、7)、8)</sup>がある(2007～2009年に実施)。この調査では現在でも使用されているレゾシノール樹脂接着剤以外に、JAS制定以前に使用されていたユリア(尿素)樹脂接着剤を用いた集成材も対象となっている。この調査での評価方法は藤井<sup>2)、9)</sup>が示したものをベースとした目視のものであり、サンプルを取得し強度実験などを行うものではないが、正しく製造された集成材であれば、風雨や日射にさらされたり生物劣化が生じたりする環境以外では、レゾシノール樹種、ユリア樹脂ともに建築物の廃棄・取り壊しの主たる要因になるような接着性能の低下は発生していないことが示されている。

以上のように集成材等の接着性能については、屋内で特段の大きな劣化外力にさらされない使用方法であれば、建築物の使用期間の範囲で問題が生じることはないとされている。接着性能が問題となるのは、集成材等の製造過程の初期不良、木材保存剤などの影響による接着不良、生物劣化が生じた場合の影響である。既往の研究では、これらを課題として、模擬的に接着不良を起こした材や、促進劣化試験や屋外暴露試験を行った材の接着性能の評価を行ったものが多い。

本事業で取り扱う耐用年数の評価においても

これらを踏襲し、劣化外力の評価や、生物劣化の評価を行い、問題があると判定された場合に木質材料の評価を行うといった手順を踏襲するのが現実的であろう。

また、火災などの履歴がある場合や、火災後の継続利用の判断の際には、接着剤の性能低下が生じている可能性はあるので、火災の規模や継続時間などからどの程度の熱にどれくらいの時間さらされたのかを推定し、劣化の程度を判断するといったことも必要となるかもしれない。ただし、これは鉄骨造や鉄筋コンクリート造でも同様であろう。

火災後の継続利用の判断や改修を前提とした判断を行う際には、木質材料をサンプリングして各種の物性試験を実施することが可能となる場合もある。その際には、JASで規定されている試験方法が参考になるが、各国の接着性能に関する規格とその評価方法については、塔村が総説<sup>10)</sup>をとりまとめているので参考になる。

### 中層大規模木造建築物の補修方法について

従来、木造建築物は補修や改修が容易な構造とされてきた。それはそもそも木造建築物が戸建て住宅程度の規模のものを想定していたこと、構造が比較的軽量であること、部材の取り外しや切断・加工が容易であることなどが要因として挙げられる。

従来の木造であれば、経年劣化や生物劣化が生じている木質材料や性能低下が生じている木質躯体部分(接合部など)について、取り換えればよく、鉄筋コンクリートの建物の場合とは異なる考え方で長期耐用性を考える必要があろう。

とは言え、近年建てられ始めた中高層木造建築物は従来の木造建築物とは構造システムが大きく異なるものも増えてきており、それぞれ経年で劣化の生じる恐れの部分や、その場合の補修の容易性や補修方法は異なってくると考えられる。これらについては、構・工法によって異なると考えられるので、本事業で対象となる構・工法を明確にしたうえで、それらの劣化の可能性や補修方法

等について考えていく必要がある。現段階の中  
高層木造建築物の構・工法については「中大規模  
木造建築物・先導事業のまとめ～令和2年4月竣  
工分まで～」<sup>11)</sup>が参考になる。

## 参考文献

- 1)小原二郎：木材の老化（建築古材について），材料試験，第10巻第98号，pp.894-899，1961
- 2) 藤井毅：集成材建築の耐久性調査（Ⅰ）－既存集成材建築の劣化状況－，木材工業，Vol.35-10 pp.443-449，1980
- 3)新藤健太，他3名：築後25～51年経過した建築物における集成材の耐久性調査，木材保存，Vol.36-6，pp.254-259，2010
- 4)軽部正彦，他5名：築後25年以上経過した集成材建築物の劣化実態調査 その1.調査の概要，日本建築学会大会学術講演概要集（中国），2008年9月
- 5)新藤健太，他4名：築後25年以上経過した集成材建築物の劣化実態調査 その2.集成材の接着耐久性，日本建築学会大会学術講演概要集（中国），2008年9月
- 6)中島正夫，他4名：築後25年以上経過した集成材建築物の劣化実態調査 その3.集成材の含水率と生物劣化，日本建築学会大会学術講演概要集（中国），2008年9月
- 7)新藤健太，他4名：実使用環境下における集成材の耐久性その2.アメリカ合衆国に現存する建物の調査，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），2009年8月
- 8)宮武敦，他3名：築後25～74年経過した建築における集成柱の劣化実態調査その2.アメリカ合衆国に現存する建築物の調査，日本木材学会大会研究発表要旨，124，2009
- 9)藤井毅：集成材建築の耐久性調査（Ⅱ）－耐久性評価方法－，木材工業，Vol.35-11 pp.499-501，1980
- 10)塔村真一郎：構造用木質材料に使用される接着剤の性能とその評価法，木材学会誌，Vol.62-02 pp.27-41，2016
- 11)中大規模木造建築物・先導事業のまとめ～令和2年4月分竣工まで～ サステイナブル建築物先導事業（木造先導型）過去採択建築物類型調査報告書，木を活かす建築推進協議会，2022年3月

## Ⅱ-2-2 SDGs 社会から取りこぼされる木の 世界と事例集

### 既に持続可能な伝統木造業界

SDGs（Sustainable Development Goals）は、「持続可能な開発目標」の意図で、合言葉のように一般にも普及した。世界を変えるための17の目標として、建設業界、特に木造業界において重要なものでは、⑦エネルギーをみんなにそしてクリーンに、⑪住み続けられるまちづくりを、⑫つくる責任つかう責任、⑬気候変動に具体的な対策を、⑮陸の豊かさを守ろう、などが挙げられる。

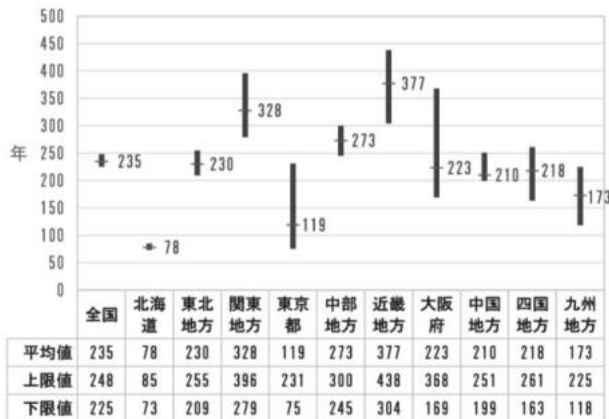
ESG投資、環境（Environment）・社会（Social）・企業統治（Governance）の観点に配慮している企業に価値を置き、投資を行う機運も高まっている。こうした世情が連動して、脱炭素社会に向けて、コンクリート造から木造への動きも叫ばれるようになった。例えば、神奈川県横浜市に建てられた日本初の高層純木造耐火建築物木造ビル「Port Plus」（設計施工：大林組、2022年）では、使われた2000立米の木材うち、化粧材として用いられているのは15%という。構造体として各種ビルに木材を用いることは、木材需要の大幅な増加が見込めるだろう。

言うまでもなく、伝統木造業界は、林業家から大工職人、左官や建具職人などの下職に至るまで、持続可能な状態で1000年以上続いてきた産業構造を持つ。伊勢神宮の式年遷宮の際に行われる一連の祭り（山口祭、鎮地祭、立柱祭、上棟祭、御戸祭、御鎮祭、など）は、材を山から伐って、内装を仕上げ、引っ越しを行うところまでがサイクルしていることを物語っている。こうした伝統木造業界の産業構造を抜きに木材利用を考えることは、大量需要により持続可能なバランスを逆に崩してしまうことを懸念している。今回、そうした視点に基づいて報告書を作成する。

### 木造本堂の寿命

東京都市大学建築学科の研究チームは、一連の研究では木造本堂の寿命についての統計を得た。

全国 74584 寺院のうち、無作為抽出法により文化財指定を受けていない 17574 寺院にアンケートを郵送し、1079 件の返送を得た（表 2-4、表 2-5）。



「文化財指定を受けていない」本堂の建築的特徴として補足すると、比較的築年数の浅い近代寺院は、以下の特徴を共通して持つ。

- 寛文 8 年の寺社建築規制により、社寺建築は「梁行京間三間を限へし」との規制が敷かれている。そのため宗派により、内陣（本尊を含む僧侶の空間）や外陣（檀家や門徒が集う空間）の名称や配置の違いはあるものの、近代寺院の木造本堂の構成は、規模においても形式においても、類似した平面形状を持っている。

- 木割を基本に設計が行われる本堂の柱は、構造力学的には過剰な太さを持ち、耐力的には余力がある。頭貫や床梁による断面欠損が少ないことから、柱の細い住宅建築に比べて腐朽が少ない。

アンケートの分析により様々な統計が得られたが、特筆すべき内容としては以下の 2 点が挙げられる。

- ① 木造本堂の全国平均寿命は 235 年。
- ② 木造本堂の建替え理由は、長寿命でも短寿命でも「老朽化」が一番。

平均寿命については、近畿地方の寺院が 377 年と長く、東京都の寺院が 119 年と短い。ここには、東京大空襲など、戦争や都市化など、木造の耐力以上に外因が大きかったことが想像される。

建替え理由について補足すると、江戸時代前期

建前 工本 年堂	江戸期 以前	戦後に 本堂竣工								
		老朽化	自然災害	戦災	機能更新	用途変更	都市計画	移転	その他	わからない
	36 (100%)	26 (72%)	10 (28%)	2 (6%)	3 (8%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)	0 (0%)	0 (0%)
	119 (100%)	65 (55%)	19 (16%)	18 (15%)	41 (34%)	2 (2%)	3 (3%)	1 (1%)	6 (5%)	4 (3%)

以前に建てられ戦後解体された本堂と、戦後建てられ戦後解体された本堂とは、平均使用年数の差が 378 年あるにも関わらず、使用者からすれば同じ「老朽化」という理由になってしまう。つまり、メンテナンスを加えていないと、築年数が浅くても、維持が困難なほどの「老朽化」を感じてしまうのが木造の特質ともいえる。

表 2-4 江戸前期以前と戦後に建替えた前本堂の建替え理由

佐々木健・勝又英明「国指定文化財を除く全国の寺院本堂の建替えの実態」（日本建築学会計画系論文集、2014 年）より

表 2-5 地方別の寺院本堂の使用年数の推計結果（平均値及び上下限值）

佐々木健・小見康夫・勝又英明「寺院本堂の平均使用年数の推定とその地域性に関する考察」（日本建築学会計画系論文集、2017 年）より

### 木造本堂の改修履歴について

筆者が関わった近代木造本堂の事例を挙げる。曹洞宗 H 寺（横浜市鶴見区）の本堂は、大正年間に火災に遭い大規模な補修を行っているが、それよりも前の築年数の寺院本堂である。

2013 年に耐震補強工事を行い、耐震補強工事を行っている。

耐震補強といえば耐震壁の増設をイメージだろうが、木造本堂の場合、床下の改修と小屋組の改修に労力が割かれる。前者は、本堂そのものを揚屋し、沈下した礎石、腐朽した柱脚を補修した上で、コンクリート基礎を打つことになる。後者も同様に、野地板を剥がし、腐朽した小屋組みと枯木を補修し、再度、屋根の反りを整えて瓦を葺く（図 2-1、図 2-2）。

お寺の寿命は 300 年と、筆者を育ててくれた棟梁が言っていた。100 年ごとに、基礎部分、小屋裏部分の劣化（老朽化）を更新することで、長寿命が実現できる。これから先を考えたとき、石場建にかわり打設された、コンクリート基礎を作り直すという改修工事が 100 年後に行われると予想される。





図 2-1 小屋裏の補修（小屋組みと枯木を補修する）



図 2-2 床下の補強（揚屋で建物ごと持ち上げる）

### 廃れ行く銘木業界

林野庁が、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推進している。木を用いることは非常に望ましい傾向であるが、注視しておかないと逆に衰退してしまう業界があることを意識しておきたい。

全国に銘木業界は存在するが、東京の場合、「東京銘木共同組合」（東京都江東区新木場 2-1-6）と呼ばれる市場がある。基本的に、毎月 1 回、2 日間にわたって市が開かれ、国内外から集められた銘木（床柱・天井板・磨き丸太など）がセリで市売りされる。

東京銘木共同組合は戦後、東京の銘木業者 80 名で発足し「東京銘木事業協同組合」として 1949 年に登記されて以降、最盛期は 260 軒ほどが名を連ねた。2023 年 1 月 1 日現在、66 軒の銘木屋が名

簿に名を連ねているが、実際に市売りに参加しているのは 30 軒ほどらしい。この 5 年で 11 軒が廃業しており、今後の銘木市場の衰退が予想される。

銘木屋には、磨き丸太類を扱う「丸太屋」、唐木・天井板など床廻り材を扱う「唐木屋」、板物を扱う「猫屋」などの業種がある。そもそも「銘木」という言葉の端緒は諸説ある。明治時代の終わり、唐木店が銘木店を名乗ったことが最初とされるが、銘木が用いられた事例はもっと古い。桂離宮の新書院（1662 年築）の違い棚に 18 種にのぼる銘木（黒檀・紫檀・紅花欄などの外国産樹種）が用いられている。銘木を珍重する歴史は深く、日本建築の魅力のひとつとされてきた（図 2-3）。

明治末期に編纂された、木材を取り扱う 500 を超える商社や会社、職人などの聞書集である「木材ノ工芸的利用」（農商務省山林局編纂）という名著がある。その中に、銘木は「唐木以外の外国産木材及本邦産木材中貴重なるものを総称す」と記されている。希少価値により、同じ樹種でも、その価値は上下するが、現在ではおおよそ、以下のようなものが銘木と呼ばれる。

- 国産針葉樹の中で、木目が美しいもの。目の詰まったもの、希少な木目を出したもの。特に樹齢の多い幅広板が珍重される。
- 国産広葉樹の中で、木目が美しいもの。地域性が強く、古くから産地となり、樹齢の長い幅広板が珍重される。
- 外国産の樹木で珍しいもの。
- 磨き丸太など、材に加工が加えられたもの。



図 2-3 青梅松

松の甘皮を残してストライプ状にしたもので、青梅で生産された。現在は生産する職人もいなくなっている。

これ以外にも、様々な分類がなされる。通常の材木に比べて高値で取引されるため、材に加工を施し、在庫で貯蔵する「銘木屋」が増えてきた経緯がある。銘木は広葉樹が多いため、植林によって生産することができず、山を伐り開いたり、保護林から天災などで倒木したことなどから得られる。茶室や料理店の建築に賞用され、数寄屋造りに欠かせない要素となっている。

数寄屋造りに必ずと言っていいほど用いられる、北山丸太状況を見てみる。磨き丸太の生産量は、明治初期に1000~2000本だったものが、大正後期には30000本に膨れ上がった。昭和初期には50000本の需要があったブランド杉も、バブル期を境に減少の一途を辿っている(図2-4)。銘木が使われなくなっている状況は、和室の減少とも呼応しており、全国的なものと考えられる。木材利用の推進で何万立米という製材に目が行き過ぎることで、少量でも大きな文化的価値を生み出してきた銘木業界の衰退を促してしまうことを筆者は懸念している。

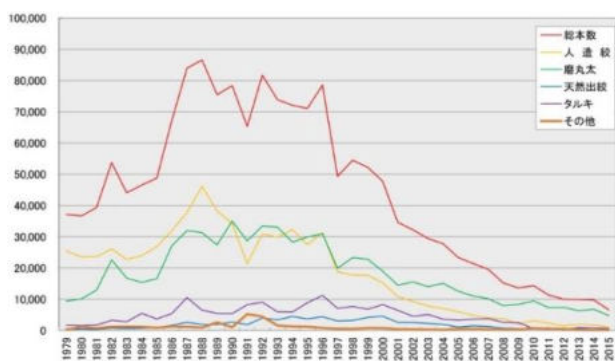


図2-4 北山杉の売上本数の推移(北山丸太生産協同組合)

### 木のつかい方について

京都の大徳寺は、茶湯の本山とも言われている。その塔頭のひとつ、玉林院内にある南明庵(茶室さあんが併設されている)の棟札には、2人の大工棟梁の名前が記されている。「本堂工匠 林 重右衛門宗友」と「数寄屋・鎖之間工匠 遠藤庄右衛門隆明」、寛保2年4月22日に落成した江戸時代

より、堂宮の技術と茶室の技術とは明確に分かれていたことが知られている(図2-5)。

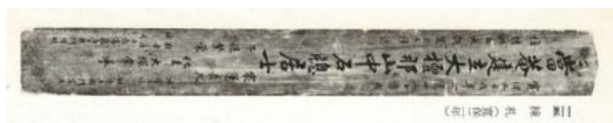


図2-5 棟札

重要文化財玉林院南明庵及び茶室修理工事報告書(京都府教育委員会)

堂宮の技術と言え、軒先を支える桔木が知られており、数寄屋の技術と言え、変形した材同士を接合させる丸太普請が知られている。両者ともに同じ木を扱うため、それぞれが木のクセを読んで仕事を行う。

能舞台の床板は、口伝では「木裏を表に使う」とされてきた。材は木表側に新しい細胞が多く、木表側に反るため、木裏を表に用いた方が足拍子の音が良いとされる。また、能面で視界が閉ざされた能楽師にとって、足袋の裏から伝わる刺激が木裏の方が強い。更に、かつては屋外にあった能舞台は、木裏側を表に用いた方が、雨仕舞が良いのだ。同様に、寺院の濡れ縁や、外壁の下見板なども木裏を表に用いた方が良いとされる。



図2-6 三蔵稲荷能舞台(1857年築を1944年に移築。広島県福山市)

フローリングを中心とした室内仕上げ材は木表を表にして張るのが一般的である。木目が逆立たないし、綺麗な面となるからである。能楽堂をはじめ、ホール内に設置された能舞台の床板も、



最近では木表を表に張られる傾向にある。



図 2-7 十四世喜多六平太記念能楽堂（東京都品川区）

CLT（Cross Laminated Timber）等が構造かつ仕上げに用いられる場合、工場加工だったり、無垢の木を扱ってない職人による施工だったりするため、木のクセを読むといった技術が無くても施工がなされるケースがある。木目を意識して用いる大工職人による管理フロー、あるいは、木目まで気を配る設計士による監理フローを介在させることが今後の課題といえる。コスト削減や品質管理のため、工事現場が湿式から乾式に移行していく中、現場での施工が当たり前の大工工事は、フローリングを張る程度で、こうした木材利用促進の流れからは除かれていく方向にある。

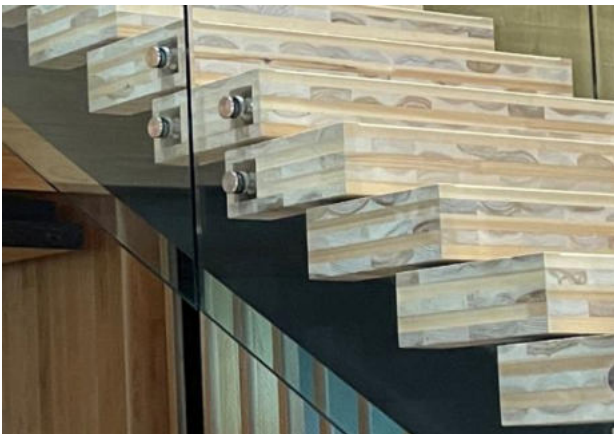


図 2-8 CLT を用いた階段の例（神奈川県横浜市）

### 建築家・吉田五十八について考える

建築界で伊藤忠太に続く 2 人目の文化勲章を受章した建築家・吉田五十八（1894 年～1974）は、数寄屋の近代化に業績を持つ。戦前は、純粋な数寄

屋造りをつくっていたが、戦後は新しい数寄屋造りを生み出した。建築史家・鈴木博之が「吉田五十八が以後の建築に与えた影響は、ひとりの建築家としては明治以降、最大であるかもしれない」と評価するほど、吉田は、材料や職人を上手に操り、その近代化を果たした。伊藤ていじによると、吉田建築の特徴は、

- ① 大壁—柱による架構を整理すること
- ② 建具—空間を流動化すること
- ③ 和洋折衷—椅子の数寄屋への道
- ④ テクスチャ—材質の均質化

と分類される。①については木造に対して生じた防火規制への対応、④については枯渇する材木事情が大きな影響を及ぼしている。

SGDs に絡む内容として、④について説明する。吉田は、和室の中の線を減らすことで、シンプルな意匠を心掛けた。吉田自身、「床柱に銘木をつかうのをやめた」「床柱に変わり柱を使わなければ部屋が引き締らぬのは、最初から設計が悪いため」と遺しており、旧来より床柱に銘木が使われてきた風習を捨て去っている。但し、「これ（北山丸太）は銘木のうちに入らない」として、丸太普請の和室は多くつくっている。予算がそれなりにある場合でも、集成材の丸太を用いて、狂いの少ない和室をつくった。

竿縁天井を敷目板張り天井としたことも特徴のひとつである。

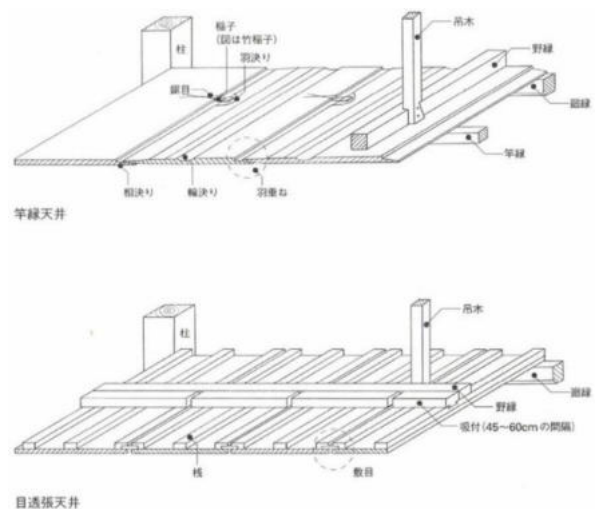


図 2-9 竿縁天井と目透張天井（無垢板）の仕事の違い  
藤森照信・筆者、共著「五十八さんの数寄屋」より

竿縁天井よりも手間のかかる目透張天井が多  
用された背景には、突板の発達という時代背景が  
あった。手間がかかるというのは、無垢板を用い  
た場合である。合板の表面に化粧の薄板を貼った  
突板は、安価な天井として流行した。無垢の天井  
板であれば、一般的に 7mm～12mm の厚さの板が  
用いられる。突板であれば、当時は 1mm、0.7mm、  
0.3mm とスライスされたものが用いられていたが、  
昨今では 0.2mm にも満たなくなった。「鉋屑みた  
いなのがじゃ困る」と吉田は言っていたが、その鉋  
屑のようなものでも、良い木目の盤を入手するこ  
とが困難な時代になっている。

## 事例 1 柳生小山田邸茶室（奈良県奈良市）



写真1 小山田邸長屋門

用途 : 長屋門

工事規模 : 木造平屋建、28.66 m<sup>2</sup>

築年数 : 144 年（建設～竣工時）

### 1. 概要

旧柳生藩家老屋敷（奈良県指定文化財）に隣接し  
て、同規模の屋敷が建っている。分家・小山田氏の  
所有で、主屋は江戸期、長屋門は明治初（1868）  
年の竣工である。長屋門は押せば建物が揺れるほ  
ど老朽化しており、2012 年、長屋門の片側の部屋  
を茶室・水屋として整備したいと依頼があった。

### 2. 既存建物の評価

対象となる六畳広間は、依頼時、天井が張られて  
いた。小屋裏の梁の仕様から、当初は化粧屋根裏  
の土間空間であったと想像された。建築金物はな  
し。突板等の接着剤による工事もなし。全体的に、  
杉材は桧材に比べて腐食が大きかったが、長屋門  
に関して状態は良かった。

### 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。既存の縁側  
には耐震要素が無かったため、縁側の床板を撤去  
し、内路地形式にした。4 枚建の建具だった通り  
には中潜りを設け、木摺りを耐震壁状にして壁量  
を増やした。構造用合板や筋交など、厳密な意味  
での耐力ではないが、伝統建築に慣れた数寄屋大  
工の技量に任せた。既存造作材は、水洗いの上、  
抜けた油分を足して色付けした。新規に造作した

床脇や枠材の新材も、古色色付けをすることで、風情を損なわない改修とした。既存の土壁は、近隣の田圃の土と思われる荒木田土を塗ったものだったため、糊を入れて塗り直した。

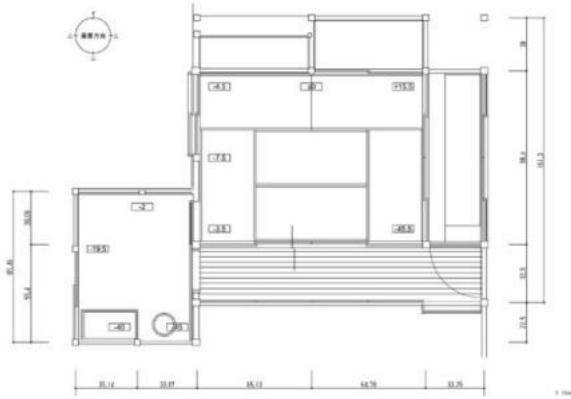


図1 平面図（改修前。床の間後ろが長屋門入口）



図2 平面図（改修後。矩折に内露地を回す。）



写真2 内露地（施工中）



写真3 広間（改修前）



写真4 広間（改修後）



写真5 縁側（改修前）



写真6 縁側（改修後）



## 事例2 出雲手銭記念館茶室移築(東京都三鷹市)



写真7 出雲手銭記念館 大土地庵(移築前)

用途 : 茶室

工事規模 : 木造平屋建、6.98 m<sup>2</sup>

築年数 : 72年(建設～竣工時)

### 1. 概要

出雲大社のすぐそばにある手銭記念館(現・手銭美術館)は、江戸時代より酒蔵と御用宿を営む名家で、敷地内には江戸時代に建てられた米蔵と酒蔵が並んでいる。松平不昧流の茶人だった10代手銭白三郎が、昭和15(1940)年、敷地内に建てさせた茶室が大土地庵である。大工棟梁・湯本信雄(京都住人)の棟札がある。2016年、東京に移築する依頼を受けた。

### 2. 既存建物の評価

茶室は普段使われておらず、軒が下がり建物が傾くなど老朽化が進んでいた。取り壊しも検討していたが、東京の住宅内に移転することとなった。軒が深いためか、巾木や杢石廻りの腐朽は少なかった。建築金物はなし。突板等の接着剤による材(床板や天井板など)もなく、新たに材を加える必要はなかった。

### 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。柱梁に番付を振り、丁寧に解体を行った。土壁・竹材・下地窓・畳などは新規材とし、下地窓の編み方等は、既存の意匠を踏襲した。移転後は、建物の歪みを矯正し、コンクリート床の上に組み立てた。敷地条件

から、これまであった貴人口は塞いで壁とした。土壁の下地も竹小舞からラスボード下地にするなど、現代的な仕様への変更は随所で行った。



写真8 出雲で解体した部材



写真9 移築中の大土地庵



写真10 三鷹M邸 玄関



### 事例3 曹洞宗 日寺（神奈川県横浜市）

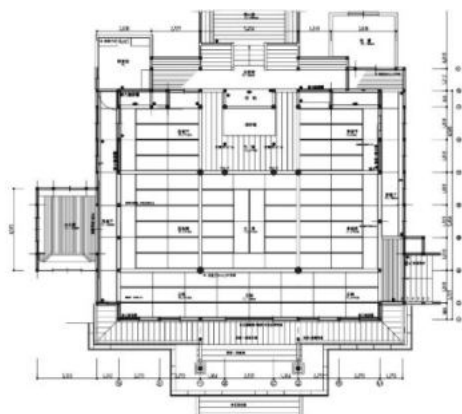


図3 平面図（改修後）

用途 : 寺院（本堂）

工事規模：木造平屋建、297.41 m<sup>2</sup>

築年数 : 100年以上（建設～竣工時）

#### 1. 概要

本堂は、大正年間に火災に遭い大規模な補修を行っているが、それよりも前の築年数である。大正期の補修は、かなり場当たりの工事であったとされ、2013年に耐震補強工事を行っている。

#### 2. 既存建物の評価

本堂中央の丸柱の下には元々、コンクリートの独立基礎が配されており、それ以外は石場建ての束石の構造であった。小屋裏の調査の結果、屋根裏の桔木などがきちんと配されていなかった。建築金物はなし。突板等の接着剤による材もなく、建物の歪みを矯正し、小屋組みと床下とを補強する典型的な寺院改修工事となった。

#### 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。調査段階では、全柱の傾きを測定し、柱等が沈下する前の寸法を割り出す。床板を剥がし、大引き根太を撤去した後、揚屋を行う。揚屋は、太柱に鉄骨レールを動線で固定して、枕木を挟みながら上げていく鳶職による仕事である。コンクリート打設後、コンクリート独立基礎も更新し、本堂を下す。本堂に上屋を架けるのも鳶の仕事である。既存の瓦（土葺きの場合が多い）を撤去し、野地板を剥

がし小屋組みの状態を見る。棟木から軒先まで糸を垂らし、腐朽した母屋を補修する。また、軒先にも糸を垂らして、軒反りの状態に応じて桔木を設置したり交換したりする。再度、野垂木を掛け、野地板から先はシート防水と、瓦棧による瓦葺を行う。

平面計画上、外陣と縁側との間の壁量が少ないため、両側に新たに耐震壁を設置することが多い。これまで宮大工は、構造用合板に頼らず、木摺を斜めに打ち付ける独自の耐震壁を設置している事例が多い。昨今は役所による検査等の充実により、告示通りの合板による施工が多いが、それにより宮大工の知見が容易に失われてしまうことも留意せねばならない。



写真11 既存畳・床板・根太・大引きを撤去した後の床下



写真12 揚屋の様子 鉄骨レールで固定された上屋を枕木で上げていく。



写真 13 軒の反りの調査

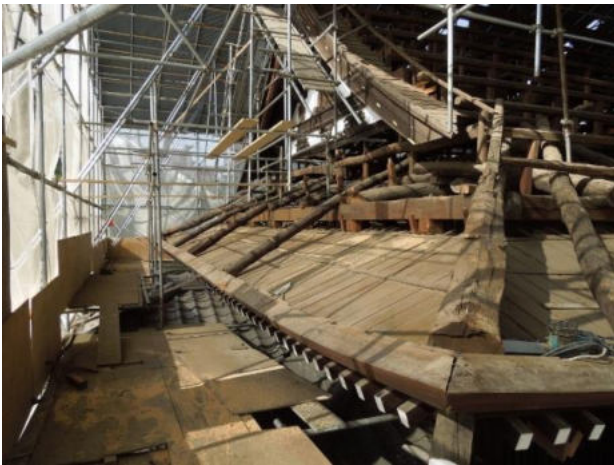


写真 14 桔木の状況の確認



写真 15 補修後の小屋組

#### 事例 4 旧尾崎邸（東京都世田谷区）

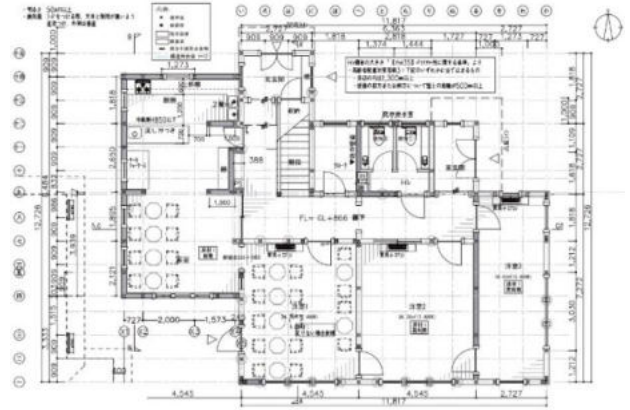


図 4 平面図（改修後）



写真 16 外観

用途 : 戸建ての住宅

工事規模 : 木造 2 階建、283.48 m<sup>2</sup> (1F : 156.71 m<sup>2</sup>、  
2F : 126.77 m<sup>2</sup>)

築年数 : 135 年以上（建設～竣工時）

##### 1. 概要

これまで明治 40 年頃に建てられた尾崎行雄の邸宅と伝わっていたが、明治 21 (1888) 年、尾崎三良男爵が麻布区六本木に建てたという説が有力となった。昭和 8 (1933) 年、英文学者が譲り受けて、世田谷区豪徳寺に移築され、代々その子孫が居住した。2019 年、ハウスメーカーに買い取られ取り壊しの危機となるも、近隣住民の呼びかけによる保存運動の末、買取りが実現した。2023 年、耐震補強工事が着工した。一連の経緯は、山下和美「世田谷イチ古い洋館の家主になる」(集英社) に実録されている。



## 2. 既存建物の評価

外壁は下見板、内壁は木摺り漆喰仕上で、構造体は全て大壁となっている。5～7寸角の大きな柱が通し柱で多用されている。世田谷に移築された時期に設置されたか、随所に筋交いが見られる。土台と梁とを結ぶものではなく、トラスのようにギザギザに配置されており、耐震要素として効いていると判断された。外周部は、洋館らしい石基礎の上に土台が敷かれているが、その土台の腐朽が激しかった。通し柱を挟む梁材に、短冊金物が用いられている。突板等の接着剤による材は用いられていない。

解体調査工事の結果、以下のことが判った。

- ・木摺り漆喰の壁が梁まで達していないため、雑壁の扱となっていること。
- ・床材と梁材との間に、パッキン材で床構面を構成していないこと。
- ・2階床レベル外周部に梁が一部抜けている部分などがあること。
- ・8寸程度の幅広の中木が一枚板で、各部屋の足元を腰長押のように固定していること。

## 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。構造計画を作成し、見積図をつけた段階で、解体調査工事を実施した。1・2Fの床板、耐震壁にしようとしている壁下地を全て剥がして、想定する構造体が、実際のもので適合しているか確認した。

耐震補強工事の方針は、

- ・耐震壁をバランスよく配置して壁量を確保する。(構造用合板による)
- ・水平構面を確保する。(床下地に構造用合板)
- ・耐震壁下の基礎の引き抜き力に対抗する基礎を打つ(既存石基礎は、耐力として評価不可)

築130年を超える物件であるが、かつての所有者の要望などから、文化財申請は行われなかった。民間による所有・維持のため、活用を見越した増改築を行うことは、建築確認申請を伴い、新たな規制が発生してしまうことが予想された。法整備は今後の課題である。

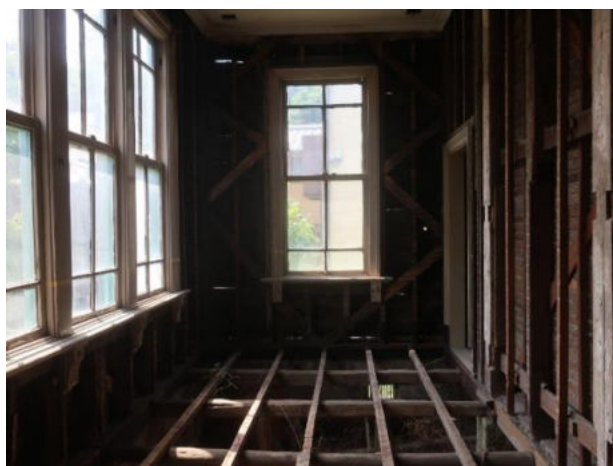


写真 17 1階洋室 移築時に設置されたか筋交いが見られる。



写真 18 2階床下 水平構面を確保するべく調査



写真 19 小屋裏の調査

## 事例 5 岩惣洗心亭（広島県廿日市市）



写真 20 外観

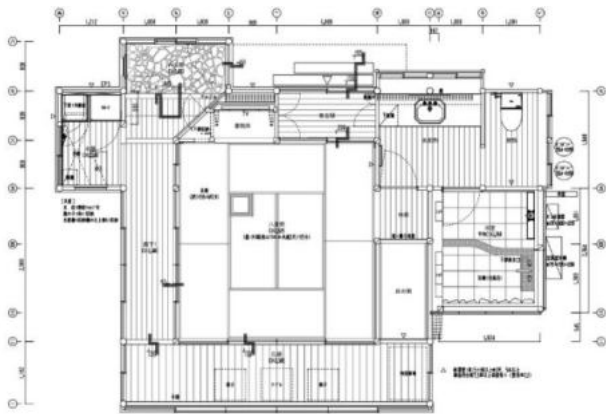


図 5 平面図（改修後）

用途 : 旅館

工事規模 : 木造平屋建、47.48 m<sup>2</sup>

築年数 : 72 年（建設～竣工時）

### 1. 概要

「みやじまの宿 岩惣」は、巖島神社のすぐ横に位置する、169 年の旅館である。はなれの洗心亭は、昭和 15（1940）年頃の築で、かつて吉川英治が「新平家物語」を執筆するために逗留した部屋としても知られていた。長いこと倉庫として、客室としては使われておらず、老朽化が進んでいた。巖島神社で行われる献茶祭などから、茶湯施設の整備の必要を感じ、2018 年に改修工事の依頼を受けた。

### 2. 既存建物の評価

宮島の溪谷の上に立つ懸造のような構造をして

いるが、構造体についてはかねがね状態が良かった。元々浴室だった部分は、コンクリート基礎も含めて腐朽が激しかった。建築金物は用いられておらず、突板など、接着剤を用いた材も使われていない。

### 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。茶室として整備するため、席入りから床の間・押入の動線、勝手口からの水屋と亭主の動線、炉をどの位置に切るか、どこの流派に合わせるか、などに設計のポイントが置かれた。耐震補強については、現状より悪くならないように、という意識であった。普段は旅館の客室として使えないといけないうため、それらの用途を全て叶えるために、玄関を新たに設けた。

三方が障子という開放的な間取りで、川遊びをするための東屋であったことが想像されるが、廊下一面に床の間を設け、耐震要素とした。

既存造作材は、水洗いの上、抜けた油分を足して色付けした。天井板は、床の間の向きが変わるために 90 度回転させて設置した。新規に造作した面皮長押も古色色付けをすることで、風情を損なわない改修とした。



写真 21 外観（改修後）新たに設けられた玄関





写真 22 広間 (改修前)



写真 23 広間 (改修後)



写真 24 浴室 (改修後)



写真 25 洗面所 (改修後)

## 事例 6 上野寛永寺泉龍院 (東京都台東区)



写真 26 外観



写真 27 広間床の間 (改修前)

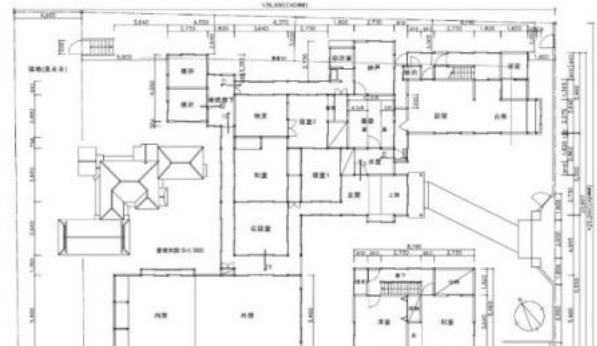


図 6 平面図 (既存図)

用途 : 寺院 (客殿)

工事規模 : 木造平屋建、165.0 m<sup>2</sup>

築年数 : 77年 (建設～竣工時) ※確認申請台帳上の記録

### 1. 概要

寛永寺の塔頭泉龍院の改修工事である。上野停車場 (現・上野駅) ができる際、寛永寺の塔頭は現材のエリアに移転したとされる。もともと、新潟の方にあった民家を移築したものが客殿として

使われていた。雨漏りや漏電など、建物全体の老朽化が進んでいたため、2023年、改修工事に至った。

## 2. 既存建物の評価

110 角程度の柱、和瓦土葺き、石場建の一構である。耐震診断を行ったところ、南側・東側に壁が足りないことが判明した。

確認申請上は、昭和 26 (1946) 年に 217.25 m<sup>2</sup>新築と役所に記録が残っていたが、建物自体は、明らかにそれよりも前のものである。お寺としては、増改築を望んでいたが、既存訴求が大工事になってしまうため、建築確認申請を出すことは現実的ではなかった。近年、「ガイドライン調査」(国交省による「検査済証のない建築物に係る指定確認検査機関等を活用した建築基準法適合状況調査のためのガイドライン」に基づく建築基準法適合状況調査)の仕組みが整備され、民間の検査機関で検査済証と同等の状態にすることが可能になった。但し、役所の窓口でも未だ通った事例がなく、破壊調査を伴うため、調査を進めるのは困難であることが実情である。

## 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。耐震補強工事を行う場合、基礎工事が大事であるが、予算が足りず、改修工事のみの計画となった。耐震補強を行った場合、耐震壁の下に基礎を打設するが、今計画では、根がらみ補強と小屋裏補強のみに留めた。

構造設計の所見では、闇雲に壁を作っても基礎が無ければ壁が効かず、むしろ、弱点となってしまうということであった。

工事としては、以下の内容に留まった。

- ・2間続きの広間(8畳+8畳)を拡張し、3間続きの大広間(6畳+8畳+8畳)とすること。
- ・トイレの整備。
- ・バリアフリー化
- ・白蟻で腐朽した部分の改修(大規模な改修にならない範囲)

解体調査の結果、劣化だけでなく、かつての工事で材が不十分だったり、雑に取り付けられていた造作部分などが散見された。そうした部分を再度作り直すかどうかで工事の手間が大きく変わる。改修工事の見積には注意を要する。



写真 28 客殿・部分解体後 2 梁の加工を確認する。



写真 29 トイレ棟 (解体後) 梁の加工を確認する。



写真 30 トイレ棟 (竣工時)



## 事例 7 京都 K 邸町家改修（京都市北区）



写真 31 外観

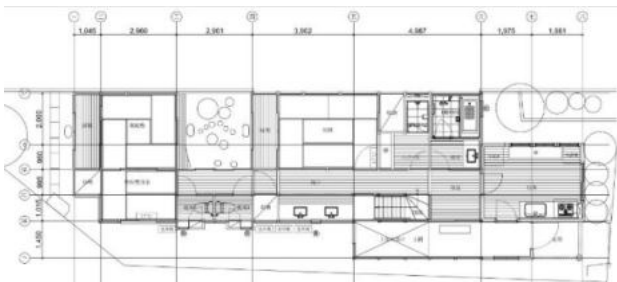


図 7 平面図（改修後）

用途 : 戸建ての住宅

工事面積 : 木造 2 階建、154.1 m<sup>2</sup> (1F : 91.1 m<sup>2</sup>、  
2F : 53.2 m<sup>2</sup>、B1F あり)

築年数 : 83 年（建設～竣工時）

### 1. 概要

空き家になっている京町家を改修して、ゲストハウスにしたいという依頼であった。当時は未だ、民泊等に関する法整備が整っておらず、インターネットの Airbnb を用いた民泊として活用する方針で、2013 年、改修工事を行った。運営が軌道に乗った頃、役所から指導を受け、現在は企業の保養所として限られた使われ方をしている。

### 2. 既存建物の評価

昭和 5 (1930) 年に上棟した棟札がある。その後、何度も増改築が行われ、道路側からの外観では、いわゆる京町家であるかは判別しにくい。一部、柱の沈下が見られたものの、設備以外の再利用ができないほどの劣化は少なく、基本的には性能面のみの改修であった。

### 3. 工事内容

実測図面を作成して、計画を進めた。

主には、以下の工事であった。

- ・土間部分を台所からエントランス・アプローチに整備する。
- ・階段ホールの壁を撤去し、開放的な空間とする。
- ・トイレ・洗面所・浴室・キッチン機能を整備する。
- ・瓦葺き工事
- ・土壁の塗り直し、建具の経師貼り替え

既存造作材は、水洗いの上、抜けた油分を足して色付けした。新規に造作した面皮長押も古色色付けをすることで、風情を損なわない改修とした。



写真 32 解体後、棟札を発見



写真 33 階段まわり（改修前）



写真 34 階段ホール（竣工後）



写真 35 土間の吹抜（改修前）



写真 36 中庭（竣工後）

## II-2-3 耐用性、部品の寿命、腐朽、錆、基礎コンクリート耐久性

### 耐用性

近年の我が国における建築物の除却年数は、建築物やそれを構成する部品の物理的な寿命ではなく、建築計画、設備、構造等に対する要求性能や要求水準とのミスマッチによるものが多いと言われている。大規模建築や中高層建築においては、躯体は超長期の寿命が要求される一方、設備、内装（場合によっては外装）、平面計画等は更新できるようにすることが要求される。

鉄筋コンクリート建築物の法定耐用年数は事務所用であれば 50 年、住宅用であれば 47 年であり、木造の場合、事務所用であれば 24 年、住宅用であれば 22 年と定められている。これらは建物の物理的な耐用年数ではなく、調査によれば、鉄筋コンクリート建築物の寿命は事務所で約 57 年、住宅で約 68 年、木造住宅で 50 年であったり。また、用途の違いはあまりなく、仮に中大規模木造が多かったとすると、その寿命は約 60 年と予想される。しかし、中大規模木造の耐用年数に影響する因子が低層木造住宅と同じなのか、また、それらの因子に対する部品の耐用年数が同程度なのか、合理的な説明ができる根拠はあまりない。

### 部品の寿命

建築物の寿命に大きく影響するのは当然のことながら部品の寿命である。鉄筋コンクリート構造物であれば、かぶり厚さが中性化した時点が寿命とされ、中性化速度にはコンクリートの圧縮強度や水セメント比、塩化物量が影響する。一方、木造建築は躯体だけに着目しても、木材あるいは木質構造部材と接合金物、接着剤など様々な種類の材料が使用されており、寿命を想定することは難しい。ひとくちに木質材料といっても、集成材、LVL、合板、OSB、MDF、PSL、CLT、NLT など様々な種類があり、これらの想定寿命は厳密には異なる。さらに、木材は樹種によって耐朽性が異なり、当然、部品の寿命に大きな影響をおよぼす。接合

金物の寿命についても知見があまりなく、接合方法は金物によるものだけでなく、GIRなどの接合方法も存在する。部品の寿命は外力によっても大きく左右され、木材の腐朽は酸素、適度な温度、水分がある条件下で起こり、躯体の木材にどれくらいの水分が作用するかが寿命に大きく影響することは想像に難くない。

どの程度の水分が作用するとどの程度の速度で腐朽するのかわかっていない。また、躯体に作用する水分はその周囲の温湿度、浸入する雨水などによって左右されるが、事故的な水がかりなどは予想しづらい。これらのリスクについて、低層住宅と中高層住宅、住宅と事務所で異なるのかは今後の事例からのデータ収集が必要になる。

金物の錆も木材の腐朽と同様に周囲の温湿度が影響する。鉄は酸性環境下で腐食速度が増大し、湿度の影響で含水率が増加すれば木材の導電率も増加して腐食電流が流れやすくなり、錆が増加する。しかし、異なる温湿度環境下でどの程度錆びるかについては、木材の腐朽と同様にデータ収集が必要になる。基礎コンクリートの耐久性は鉄筋コンクリート建築物の耐久性と同様の考え方が適用可能であり、圧縮強度、水セメント比、塩化物量が影響する。ただし、既存建物の中性化深さを調査するためには、特別な措置が必要になる。

## 防耐火、防音、変色

建築物の耐用性には、防耐火や変色も考慮する必要がある。また、木造建築物は鉄筋コンクリートに比べ、防音性能が低いことが知られており、どのような対策をとるかが重要である。木造建築物は内外装に木材を使用することが期待されることが一般的であるが、特に外装木材は雨水等による変色が起こる。低層住宅に比べて中高層木造建築物の外装木材の変色に関与する劣化因子について今後の調査研究が必要になる。

## 参考文献

- 1) 小松幸夫：建物の寿命と耐用年数,鑑定おおさか, No.46,pp2-7,2016

## II-3 金融機関の融資に対する一般的な考え方

### 融資の基本姿勢

融資とは、顧客に「資金を融通する」こと、つまりお金を貸すことである。お金を貸すという行為には当然ながら貸したお金が返ってこないというリスクが存在する。

我々金融機関の課題はまず、そのリスクを的確に把握することから始まる。顧客の信用力によってリスクは当然変わる。例えば、同じ種類の融資を行う場合でも、信用力の高い顧客に実行する方が、よりリスクは小さいといえ、担保や保証が得られれば、リスクを軽減することが可能となる。こうしてリスクを把握した後、それに見合ったリターンを得るということが、融資業務を行う上での大前提となる。

金融機関には、信用秩序の維持、預金者の保護、金融の円滑という社会的・公共的使命を果たすことが求められている。一方で、業務の運営にあたっては私企業として利潤を追求し、ステークホルダー（株主、預金者、従業員等の利害関係者）に利益を還元していくことも重要な位置づけとなる。与信業務において、公共性と私企業性を同時に達成するための調和が常に求められる。

### 融資基本方針（クレジットポリシー）

金融機関は、経営理念、行動規範を踏まえ与信業務の普遍的かつ基本的な理念・指針・規範等を明示した融資基本方針（クレジットポリシー）を制定している。

全て役職員が法令等の社会的規範の遵守を心掛け、広く社会の評価と信頼を得るとともに、特に都市銀行であれば国際的な活動する銀行としてグローバルスタンダードに基づいた信用リスク管理を確立し、公正で規律正しい与信運営を実践するために各金融機関各々で制定されている。

### 債務者評価

融資業務のメインテーマは「与信判断」である。

与信判断とは、最終的に「その融資を採り上げるべきかどうか」判断することである、結論に至るまでにはいくつものステップが存在する。

一般的にそのステップは、債務者評価と案件評価に分けて検討、判断していくことになる。まず債務者評価であるが、一言で言うと、企業実態把握とそれを踏まえた与信方針の決定ということになる。金融機関は企業に対して融資を検討する際、「ヒト（経営）」、「モノ（営業）」、「カネ（財務）」の観点から分析し、当該企業の真の姿を把握することに尽力する。これが企業実態把握となる。

与信方針の決定とは、企業実態把握の結果、当該企業がそもそも与信取引を検討することができる企業なのか、与信取引が可能としても無担保長期まで検討できるのか、逆に信用与信を増やすことは難しい先なのかといったことを決める必要がある。債務者評価にあたっては、まず債務者の実態把握が出発点である。企業実態把握は通常、「ヒト」、「モノ」、「カネ」の観点から分析する。

## 案件評価

案件評価とは、具体的に増加運転資金や増産設備資金といった個別の案件の申し出があった際、その内容を吟味し、採り上げの可否を決めることを意味する。例えば運転資金であれば運転資金の算定、設備資金であれば設備資金の算定というように、資金用途に応じた情報をベースに、案件を検討しなければならない。

いうまでもないことであるが、案件評価に際しては、債務者評価の結果である与信方針に則った内容であることが大前提となる。与信方針としては認められない与信を個別の案件が上がってきたところで採り上げるといった判断は原則としてあり得ない。

この意味で債務者評価という「1次試験」をクリアして初めて案件評価という「2次試験」があるといっても過言ではない。勿論、企業実態把握においてヒト・モノ・カネの面から十分な評価の与えられる企業であったとしても、案件評価の段

階で不合格となれば、融資の実行をすることができない。例えば、優良企業であっても、投機的な資金の貸出については検討すら難しいという回答となってしまふ等が挙げられる。

## ① 資金用途

資金用途の把握は、案件評価の基本である。資金用途を把握することによって、所要額及び見合いとなる返済原資をつかむことができる。逆に資金用途が把握することができなければ、所要額や返済原資も把握することができず、その融資を検討すること自体不可能となる。

資金用途については、申出内容を検討、そして精査し、顧客の説明に疑問が残るときは、納得できるまで十分なヒアリングが重要となる。実際は赤字資金であるにもかかわらず、増加運転資金と称して顧客から申出のあるケース等、注意が必要な場合も多々散見される。

- ・運転資金
- ・季節資金
- ・決算・賞与資金
- ・設備資金
- ・赤字資金

## ② 返済資源・返済能力

融資は、間違いなく返済されることが大前提で私たち金融機関は考えており、回収の見込みの無い融資は採り上げてはならない、採り上げすることもできない。そのためには、運転資金には営業収入、設備資金には営業収益というように資金用途に応じて返済原資を明確にした上で、適切な返済条件の下での借入金返済が可能であることの検証を行うことが必要となる。ここでいう適切な返済条件とは次の通りである。

・資金用途に応じた返済条件とすること  
例えば設備資金等、営業収益で分割返済とすべき融資に対して、安易に期限一括返済やバローン返済を許容することは厳に慎まなければならない。

- ・超長期の返済期間を許容しないこと

返済に極めて長期間を必要とする案件は、仮に採り上げ時点で借入金返済が可能であるとしても、将来問題となる懸念が高く、当該債務者にとって過大な投資といえ、結果として債務者の利益に繋がらない可能性が高くなる。

### ③ 担保・保証

適切な債務者評価に基づき、資金用途及び返済原資・返済能力の検証を十分に行って与信を採り上げたとしても、不測の事態により、与信が回収困難に陥ることが全く無いとは言えない。

債務者の信用が十分でない（つまり将来の返済に不安がある）場合、何らかの方法で信用を補完する必要がある。その補完方法として、担保の提供を受ける方法と保証を受ける方法がある。

1	担保	債務者が返済できない際、担保物件を売却して、その売却代金の中から優先的に返済を受けることが可能
2	保証	債務者が返済できない際、代わりに保証人から返済を受けることが可能

従って、返済が確実に見込める債務者に対する与信を除いて、担保付での採り上げを検討すべき、ということを考えなければならない。特に長期の貸金は、経済環境の変化等のリスクに晒される可能性が高く、担保の差入の交渉も含め十分に検証しなければならない。

ただし、担保はあくまでも二次的回収原資であることに留意し、返済原資による返済が見込めないにもかかわらず、担保のみに依存した与信を採り上げることは回避しなければならない。

担保と保証のメリット・デメリットをまとめると次のようになる。

	メリット	デメリット
担保	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 担保物件について優先弁済権を有する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 登記手続等、保証に比べて事務手続きが煩雑</li> <li>✓ 担保物件の価格変動リスクが内在</li> <li>✓ 担保設定に費用がかかることがある</li> </ul>
保証	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 事務手続きが簡単で費用がかかるとはならない</li> <li>✓ 保証人の全財産が引当の対象となる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 優先弁済権がない</li> <li>✓ 債務者が債務不履行となった際、保証人の信用状態も悪化する懸念がある (代表取締役等の場合)</li> </ul>

特に金融機関として担保として考えることができるのは、理論的にはどんなものでも担保として検討することができる。主には以下のようなものとなる。

預金	—
有価証券	手形、株式、公社債、信託受益証券、抵当証券等
債権	売掛金、工事請負代金、入居保証金/敷金、給与/退職金/年金等、生命保険金、損害保険金、ゴルフクラブ会員権、貸付金債権、リース債権
動産	機械、原料/仕掛品/製品/商品、自動車、船舶、航空機、建設機械、金、美術品、耐久消費財
不動産	土地、建物、工場（抵当）、財団（抵当）、工場財団、鉱業財団、借地権



特に理論上は上述のような多種多様なものを担保として検討することができる。然し、実務上担保については、金融機関として適格・不適格を個別に判断しなければならない。金融機関としての担保の適格は、以下の4点で個別に判断しているのが現状となる。

- (1) 処分が容易であること。
- (2) 評価が容易であること。
- (3) 価格変動が少ないこと。
- (4) 変質・損傷の心配がなく、管理が容易なこと。

つまり、金融機関としての担保の適格性の判断は、客観的にその価値が把握でき、その価格変動が少なく、市場性があり、管理コスト、管理手間がかからないものが好ましいという事ができる。

一方、書画骨董や宝石、動植物等、上述の要件にかけるものもあり、どんなに高価であっても担保としての適格要件にはかけるものも多種多様であると認識する必要がある。

したがって、実務的に適格性との兼ね合いで金融機関が実際に担保として扱うのは、以下の3点である。

- (1) 預金
- (2) 市場性のある有価証券（株式・債券）
- (3) 不動産（土地・建物）

今まで担保の適格性に関して、述べてきたがそれに伴い担保の評価も考えなければならない。担保の評価は、その担保でどれだけ与信がカバーされるか、すなわちその担保を処分することでいくら回収が期待できるかという観点で考えられている。この担保の評価を担保価格と呼んでいる。担保価格を算出するには、担保物件の評価と掛目について理解する必要がある。

担保物件の評価は、基本的に時価にて算出を行います。前述させていただいた通り時価が分からないものは担保の適格性を満たしていない

ため、担保としては不適格となる。担保物件の評価方法は以下の通りとなる。

- (1) 預金：額面にて評価
- (2) 市場性のある有価証券（株式・債券）：市場価格にて評価
- (3) 不動産（土地・建物）：原則として不動産調査会社に評価依頼

ゆえに、担保価格は、担保の時価及び評価額にある一定の担保掛目を乗じた金額にて算出される。

## 案件評価（設備資金）

### ① 設備資金の返済原資

一般的に設備資金の返済原資は、一義的には投資設備が生み出す償却前の利益（キャッシュフロー）であるが、一般的には「留保利益+減価償却費」である。

### ② 設備資金案件評価のポイント

返済原資として見込まれる営業収益（キャッシュフロー）が本当に達成可能か検証しなければならない。そのために、売上高、売上原価、販売費及び一般管理費等、業績計画各項目の数値の妥当性検証をしなければならない。また、不動産投資案件では、当該物件の近隣の賃料相場比較、管理費、空室率、賃料相場の将来予測、そして修繕費や修繕積立金（CAPEX）等も考慮し、将来キャッシュフローの予測を計画、検証しなければならない。

## 木造建築物の融資に対する考え方と課題

一般的に金融機関として木造建築物への融資を検討する際、債務者評価は、RC造、木造等の構造により融資に対する考え方は不変であるものの、案件評価は、課題山積であると考えられている。大きく分けて以下の2つになる。

一つ目に不動産担保評価の妥当性検証、二つ目に法定耐用年数を超えた融資期間において物理



的経済耐用年数評価の妥当性検証である。

一つ目の不動産担保評価の妥当性検証について考察する。不動産の価格評価手法は、費用性に着目した「原価法」、市場性に着目した「取引事例比較法」、収益性に着目した「収益還元法」の3つの手法があり、その手法で算出された価格を「積算価格」、「比準価格」、「収益価格」と呼ばれている。

現段階では、木造建築物の建築費のマーケット価格は確立されておらず再調達原価の算出が困難な状況であり、また木造建築物の取引事例がほとんどされていない状況であり、現段階では不動産価格の評価は「収益価格」にて算出する方法が検討されると思うが、検証するには至っていないのではないかと考えられる。

不動産投資案件において、木造建築物の賃料マーケットが確立されていない足許収支シミュレーションを検証することが困難であると考えられる。

特に、「収益価格」の不動産価格を算出するにあたり構成要素である収入（賃料収入、共益費収入、水道光熱費収入、駐車場収入等）、コスト（維持管理費、水道光熱費、修繕費、プロパティマネジメント費用、公租公課、損害保険料等）、資本的支出、キャップレート等、マーケットが成熟していない中での不動産担保物件の評価を精緻に算出、検証することが課題である。また、融資案件を検討する木造建築物の賃料マーケットが確立されていない現状その賃料の確からしさを検証することができなくなる。

特に、建築物に対する木材の炭素固定効果や内装の木質化等の不動産の環境性能評価と不動産の経済価値には相関関係があると国内外において、一定の研究結果がではじめている。

木造建築物が、不動産市場における取引事例が少ないため、他の構造対比木造建築物の経済的な優位性の確からしさを証明するには時間を要する。ただ、海外の研究結果において、LEEDの環境認証取得により2~17%程度の賃料増加するという研究結果が発表されている。国内では、2019

年にザイマックス不動産総合研究所によると「2017年1月から2018年12月にかけて環境認証制度（CASBEE、CASBEE不動産、DBLグリーンビルディング認証）取得、未取得のオフィスビルについての賃料比較においては、賃料比+2.0%増加した結果となっている。同様の研究は、足許も行われており木造建築物の賃料マーケットは時間が解決されるのではないかと思われる。

一方で三井ホーム株式会社、住友林業株式会社等の大手ハウスメーカーが施工、管理されはじめた木造建築物であれば数十年の一括保証プログラムにて管理費、修繕費、修繕積立金（CAPEX）等も考慮された木造建築物のメンテナンスプログラムが提供され、ある程度収支シミュレーションの将来予測をすることが可能になりはじめた。

ただ、世間一般的には大手ハウスメーカーが施工、管理する木造建築物ばかりではなく、町の工務店施工である木造建築物はじめ、住居系アセットに限らずホテルや商業施設、医療系施設等の収支シミュレーション予測には現状難しく、融資採り上げにあたっては試行錯誤しなければならない状況は続くのではないかと考えられる。

二つ目に法定耐用年数を超えた融資期間において物理的経済耐用年数評価の妥当性検証ですが、金融庁が金融検査マニュアルにて当該物件の法定耐用年数を超える融資期間は異例という貌で明記、明言されていない。ただ、「金融検査マニュアル別冊（中小企業融資編）」の金融庁の解説である「法定耐用年数内での期限延長を行った場合の貸出条件緩和債権の取扱いについて」にて、「法定耐用年数の範囲内」が大前提である記載となっている。また、2019年5月24日、西武信用金庫に対する関東財務局による行政処分理由として、以下の内容が一つの問題としてあげられている。「投資用不動産向けの融資にあたり、形式的な審査にとどまり、不適切な信用リスク管理態勢となっている。

(1) 融資実行を優先するあまり、融資審査にあたり、投資目的の賃貸用不動産向け融資案件を持ち込む業者による融資関係資料の偽装、改

ざんを金庫職員が看過している事例が多数認められる

- (2) 投資目的の賃貸用不動産向け融資について、融資期間に法定耐用年数を超える経済的耐用年数を適用する場合には適切な見積りが不可欠である中、経済的耐用年数等を証する書面を作成する外部専門家に対し、金庫職員が耐用年数や修繕費用等を提示・示唆するなどの不適切な行為が認められる

上述から当局の姿勢としては明確であり、各金融機関とも原則、融資期間としては法定耐用年数の範囲内にすべきということが大前提として考えなければならないと考えることができる。ただし、原則を超え個別に判断をし、法定耐用年数を超えて融資をする金融機関が存在するのも事実である。その融資した建物の構造は、現段階では木造建築物以外となる。具体的に、第三者機関による建物の評価（経済耐用年数に関する評価書）、建築確認申請及びその建物の検査済証の再取得等を行い、融資を実行している事例がある。

## 本調査の目指すところ

一般的に木造建築の寿命は、鉄筋コンクリート造よりも短いと考えられている。ただ、法隆寺の五重塔や薬師寺の東塔の寺社仏閣は、建立してから1300年以上経過しているが、ある程度メンテナンスを施しながら現存している。それ以外にも、日本各地には建てられてから数百年経過された歴史的な木造建築物も少なくなく現存している。

また、昨今は古民家と言われる戦前に建てられた木造建築物をリノベーションやコンバージョンを行い、再生された建築物を見ることができている。

私たち金融機関は、建物の耐用年数という言葉を用いますが、一般的に税法上の耐用年数とは、固定資産の減価償却のために定められたものを指している。大正7年、法人の所得税の徴収にあたり大蔵省の内規として導入され、昭和17年に改正されるまで耐久年数と呼ばれていた。建物の法定耐用年数は以下の表の通り時代背景を勘案して、適宜改正が行われている。

表 2-7 建築物の耐用年数

(単位：年)

構造	細目	大正7年	昭和12年	昭和17年	昭和22年	昭和26年	昭和41年	平成10年
SRC造	事務所	100	80	60	80	75	65	50
	住宅						60	47
れんが造	事務所	100	80	50	60	65	50	41
	住宅						45	38
石造	事務所	100	80	60	80	50	45	38
	住宅						40	34
鉄骨造①	事務所	—	—	—	—	—	—	30
	住宅							27
鉄骨造②	事務所	—	—	—	—	—	—	22
	住宅							19
鉄骨造③	事務所	50	50	25	40	35	—	—
	住宅						—	—
土蔵造	事務所	35	30	25	30(※)	30	26	26
	住宅						24	22
木造	事務所	—	—	—	—	—	—	22
	住宅							20
木造モルタル造	事務所	—	—	—	—	—	—	22
	住宅							20

(※昭和20年以後の建築は15年)

前項にて記載したが、その建物の耐用年数の範囲内での融資期間を原則としている。木造建築物の住宅であれば、法定耐用年数は22年と国税庁の耐用年数（建物／建物付属設備）は、表2-7に記載の通り、木造建築物の住宅であれば融資期間は22年以内にて検討する必要がある。ただし、あくまで税制上の耐用年数であり、建物の寿命とは大きくかけ離れていると考えられている。特に、寺社仏閣、古民家等の木造建物の寿命に関する調査事例や古民家等の建物の寿命に関する統計的な資料は国内にはほとんどないのが実情である。

現早稲田大学名誉教授である小松幸夫氏が固定資産台帳に基づいて、建物の滅失データ（規模等が均一である木造戸建住宅）から建物の寿命を推計する調査を実施した結果があり、その結果は38年程度という結果が得られている。さらに、1990年を境に日本の高度経済成長に大きな転機であり、調査対象の建物を広げて1999年と2006年に同種の調査を実施し、その平均寿命の推計は以下のような結果（表2-8）が得られている。

表2-8 建物寿命の推計調査

構造・用途		1997年		2005年
		全国	東京23区	全国
RC造	専用住宅	49.9	41.0	56.8
	共同住宅	45.3	43.2	45.2
	事務所	45.6	45.6	51.4
鉄骨造	専用住宅	40.6	35.0	51.9
	共同住宅	41.0	35.3	50.0
	事務所	33.0	29.7	41.7
	工場	—	—	45.8
	倉庫	—	—	45.2
木造	専用住宅	43.5	33.8	54.0
	共同住宅	37.7	33.1	43.7
専用住宅		43.8	34.3	53.9

上述のことから、得られることは以下の2つであると考えられる。

一つ目に木造建築の技術革新により耐震性・耐火性・耐久性等の性能が改善されていることから建物の寿命が長くなっている傾向にあること、二つ目に建物の構造材料（用途や構造等）の違いは平均寿命にあまり影響しないということがいえる。

また、住居系というアセットタイプは、国の法制度も徐々に確立されはじめてきている。特に、一般消費者に対して、良質な住宅を安心して選び、取得後も安心して住めることを目的として、2000年4月「住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）」を施行された。その法律の3本柱である「新築住宅の瑕疵担保責任」、「住宅性能表示制度」、「住宅専門の紛争処理体制」が一般消費者に対してわかりやすく明確化されている。新築住宅の基礎部分や構造部分の最低10年間の瑕疵担保責任の義務付け、また新たに性能の表示基準を設定し、客観的に性能を評価できる第三者機関の設置、さらに住宅に関わるトラブルに対して指定住宅紛争処理機関にて対応する体制整備を行い、住宅の品質確保を図るといった法制度が整いつつあるというのが現状ではないかと考えられる。

特に、住宅性能表示制度において、建物評価を行う上での項目の一つとして「劣化対策等級」という建物の劣化対策がどの程度施されているかという評価をすることができる。劣化対策等級のランクは3等級で示されており、等級3はある条件下において3世代まで大規模修繕工事をしない前提で建物を利用することが可能という制度が確立されている。

建物の施工側の評価だけではなく、ある一定の評価手法に基づき竣工した建物を第三者機関が評価する制度の確立は、建物所有者はもちろんそれ以外に私たち金融機関、投資家にとっては大変体制整備であると考えられる。

さらに、安心して既存住宅を購入できる世の中にすることを目的とし、大切な住まいの資産価値を適正な基準をもとに査定、評価し、良質な既存

住宅の流通の促進を行っている「一般社団法人優良ストック住宅推進協議会」の設立により、住宅の長寿命化を目指し既存住宅の流動性を担保、補完する「スムストック制度」という制度も確立されはじめている。

このように住居系のアセットにおいては、徐々に法制度が確立しはじめており、木造建築の住居系アセットの流動性が担保されるまでには時間が解決するのではないかと考えられる。

しかしながら、不動産のアセットタイプは、住居系だけではなく商業系、ホテル、オフィス、医療系等、様々なアセットタイプが存在するため、他のアセットタイプにおいても同様の法整備が必要不可欠であると考えられる。また、不動産の流通を促すには金融機関からのサポートは必要不可欠であり、融資の制度も同時に整備しなければならないと考えられる。

前述したように法定耐用年数を超えた融資期間を考えなければならない案件は、木造建築物が竣工し築年数が経過することで年々増加すると予想される。ついては、木造建築物に関しての専門家や建築士等、様々の方々のサポートを仰ぎながら、物理的経済耐用年数評価の意見書やエンジニアリングレポート（ER）等において、第三者機関が発行した長期運用に耐える建物であることの客観的根拠資料を得ることが今後は必要であろうと考えられる。

具体的には物理的耐用年数だけではなく、遵法性、環境リスク、地震による予想最大損失率（PML）、修繕積立金（CAPEX）等の精査、検証する金融機関としての物差しが必要であると考えられる。その物差しは、私たち金融機関だけでは作成することができない。さらに、現在は、「住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）」や「スムストック制度」においては住居系のアセットに限られる法制度となっている。他のアセットタイプに対しても、同種の制度設計が国として確立され、第三者機関からの各々の物件に関する意見書として明文化されることは、木造建築物普及に際し必要不可欠ではないかと考えられる。

現状、私たち金融機関において、木造建築物に対して事業性評価方法の知見は皆無でありその仕組みやインフラ作りが必要不可欠であるとともに、今まで述べた内容の制度構築ができなければ木造建築物の法定耐用年数を超えた融資案件を検討することは困難な現状となりうる。ついては、わたし金融機関だけでは本問題を解決するのは困難であり、木造建築に関しての専門家や建築士、税制に関する専門家である会計士や税理士、ESG投資を検討している投資家、そして国の協力が必要不可欠であると考えられる。

## 参考文献

- (1) 三井ホーム株式会社ホームページ  
<https://www.mitsuihome.co.jp/withwood/>
- (2) 金融庁ホームページ（金融検査マニュアル）  
<https://www.fsa.go.jp/manual/manualj/yokin.html>
- (3) 金融庁ホームページ（金融検査マニュアル別冊（中小企業融資編））  
[https://www.fsa.go.jp/manual/manualj/manual\\_yokin/bessatu/kensa01.html](https://www.fsa.go.jp/manual/manualj/manual_yokin/bessatu/kensa01.html)
- (4) 関東財務局ホームページ  
<https://lfb.mof.go.jp/kantou/rizai/pagekthp027000005.html>
- (5) 小松幸夫/加藤裕久 木造専用住宅の寿命に関する調査研究
- (6) 国土交通省不動産・建設経済局  
不動産鑑定評価における ESG 配慮に係る評価に関する検討業務
- (7) 一般財団法人日本不動産研究所  
木造建築物等の経済性に関する状況調査
- (8) 小松幸夫 1997 年 2005 年における家屋の寿命推計
- (9) 一般社団法人木を活かす建築推進協議会「木造建築の耐用年数（木造建築の寿命は短くない）」
- (10) 一般社団法人優良ストック住宅推進協議会「スムストック」  
<https://sumstock.jp/>

### Ⅲ章 国内事例分析 技術面から見た耐久性評価

#### Ⅲ-1 部材、部位の劣化対策と劣化外力、寿命の考え方

##### 部材、部位の劣化外力

先に述べた通り、木造建築の部材の劣化現象は、熱劣化、紫外線劣化、凍結融解、風化などの物理劣化とシロアリ食害や腐朽、虫害などの生物劣化に大別することができる。

木材の構造性能に大きな影響をおよぼすのはこのうち生物劣化であり、木造建築の劣化対策は主として生物劣化対策が行われてきた。生物劣化は適切な温度、生物にとっての栄養、水分、酸素の4条件がそろって起こることが知られており、木造建築における劣化対策の主たるものは水分対策であることは既に述べた。

一方で、木造建築では外部や内部に表しで木材を使用することを要求されることが多く、特に外壁では腐朽や蟻害などの生物劣化だけではなく、色変化をはじめとする物理劣化も問題となる。ここでは、大型木造建築の劣化対策を概観する。

構造躯体に関しては特別な措置をとっている物件は見られなかった。在来木造軸組構法と同様、地面から1m部分は防腐防蟻処理をした上で、通気層を確保するなどである。一方で、外装木材についてはさまざまな対策が見られた。Flats Woods木場では外装木材に熱処理木材（テルモリ（エストニア）、ニュージーランド産ラジアータパインをエストニアにて熱処理、糖を分解することにより耐久性を向上させるとのこと）を利用していた。HULIC & New GINZA8では、外装木材にアセチル化処理を用いていた。東海木材大口市場では軒を深くして雨がかりを抑えて劣化抑制をねらうほか、外装材は焼杉として5年ごとに再塗装する計画であるとのことであった。木材会館では耐候塗料を6年ごとに再塗装する計画であるとのことであった。Flats Woods木場のエントランス周りには上記木材が張っており、外側に面する下部は白く変色していた。これは跳ね返り雨水によるタンニ

ンの溶脱と思われる。同じエントランスでも内部に入り込んだ部分は変色が見られなかった。一方で、1階西側の木製外装材も下部が変色していたが、こちらは黒っぽくなっていた。おそらくカビ藻類によるものと思われる。この事例からは、変色させないためには雨がかりをさけること・変色してもよいが、黒っぽくすることを避けて白っぽくするためには雨によって濡れた後、ただちに乾燥する環境とすること、が考えられる。しかしながら、まだ竣工後3年しか経過しておらず、先に紹介した既往の研究から類推すると、白っぽく変色した部分もタンニンの溶脱によって防カビ性が減少していると考えられ、今後黒っぽく変色する可能性も棄てられない。引き続き注視したい。

海外事例では塗装を行っていると思われるものと、全く塗装をせずに色の変化をなりゆきとしている例が見られた。外装木材の退色を”Silver Gray”と表現しているのが印象的であった。過去にオーストリアで外装木材についてヒヤリングした際も”Silver”と表現していた。また、アアルト自邸では外装木材の下端形状を工夫（外側を鋭角にカット）することで、水切り効果をねらっているようであった。同様の事例は過去にオーストリア、ドイツでも見られた。

#### 大規模木造建築特有の劣化対策

大規模木造建築の場合、在来軸組構法のように、部材を取り換えることは極めて難しいことが予想される。また、柱や梁の配置、断面寸法、強度などは計算によって任意の設計をとるため、余裕度が小さいことが予想される（逆に余裕度を定量評価できることはメリットともいえる）。すなわち、構造耐力上主要な部分の劣化は直ちに構造性能に影響する可能性が極めて高い。したがって、構造躯体に対する劣化対策は、在来軸組構法よりも高い水準を確保することとした上で、防水対策、水分浸入時の排出対策、劣化外力が作用する部位の点検手段の確保等を行うことが望ましいと思われる。これらの基準化のためには、大規模木造建築の各部位の劣化外力や劣化リスクを評価す

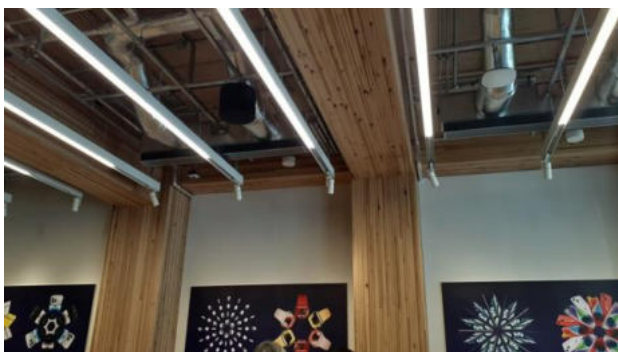
るための研究を推進することが喫緊の課題であろう。

また、外装木材についても、点検修繕時の足場コスト、万が一外装材が劣化して落下した時の周囲への影響を考えると、在来軸組構法の外装よりも高い水準の安全性を確保することが望ましいと思われる。

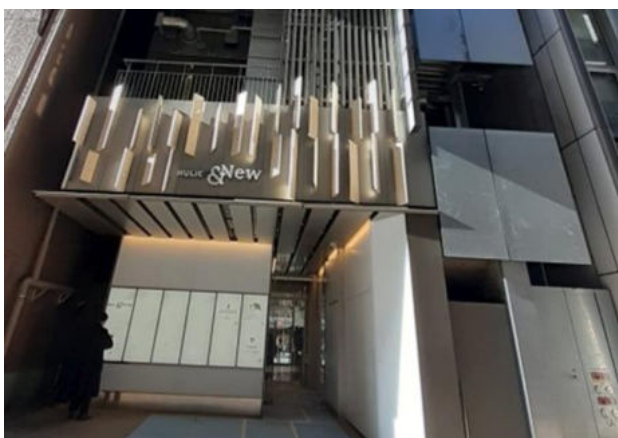
木材表し部分には不燃処理剤を含浸させることがあるが、これらは一定の年数経過後、白化現象が生じることがある。より耐久性の高い不燃処理剤の開発が待たれるが、スプリンクラーやドレンチャーなどによって、防耐火性能に一定の緩和を行うことも有効であると思われる。



## HULIC & New GINZA 8



内部+水平力は鉄骨造、外周部の鉛直荷重を木造で負担する。鉄骨部分は木材でカバーしている。天井は張らず、梁を表してとしている。



外部木製ルーバーは金物で支持し、木部はアセチル化木材を使用している。

## Supercell



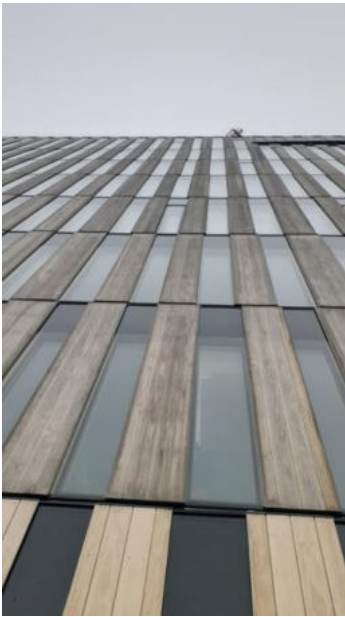
全景。港に面しているなので、比較的風の影響を受けやすいと思われる。



全景。



スチールで枠をつくり、そこに縦張り板をはめ込む仕様。



変色したまま放置している箇所と、おそらく新しく張り替えたであろう箇所が混在している。どういったルールで張り替え箇所を選択したかは不明。



同上。変色状況が一様ではないが、今後どれくらいで一様になるのか注視したい。

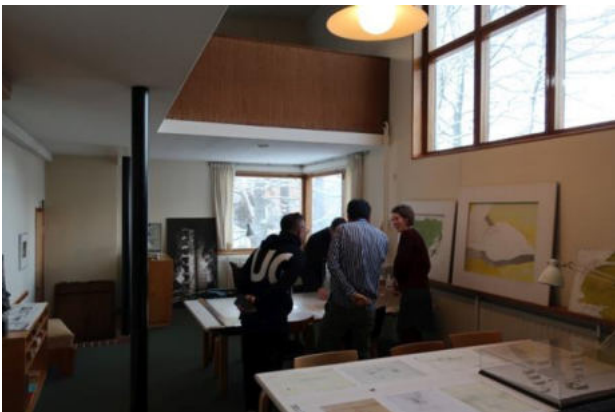
## アアルト自邸



アアルト自邸全景。一部外壁に木材を使用している。



模型全景。表に面した2階部分に縦張り木材を張ってある。



調査風景。

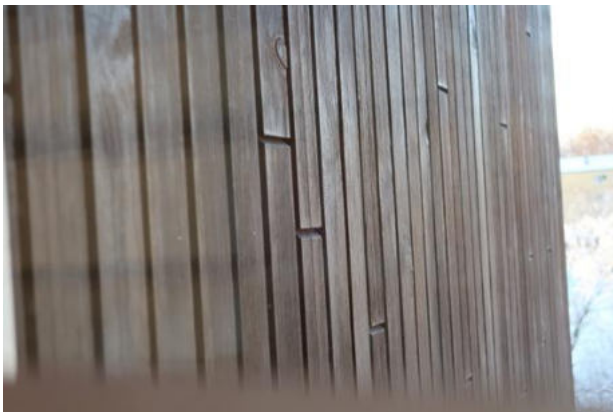


リビング。構造は木造、RC造、鉄骨造のハイブリッド。内部木材の劣化は見られない。

## アアルト自邸



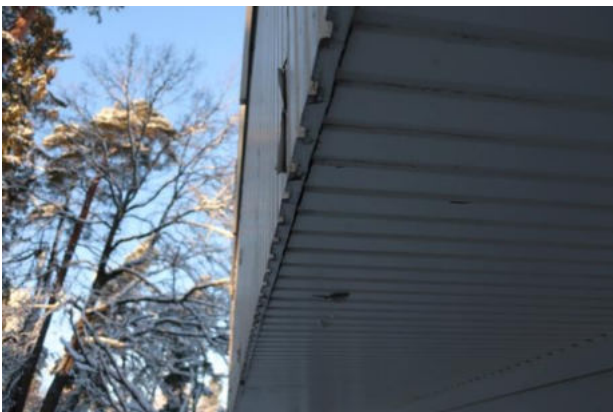
外壁は縦張り、継ぎ手位置は乱である。



継ぎ手断面下部は外側が鋭角となっており、上部からの伝わり雨水が内部に浸入するのを防ぎ、外部にスムーズに排出しやすくなっている。



外部木材の塗装は数年で劣化し剥離する。これらは剥がして塗り直す。一度にすべて行うのではなく、劣化した個所を年ごとに順次塗装すること。



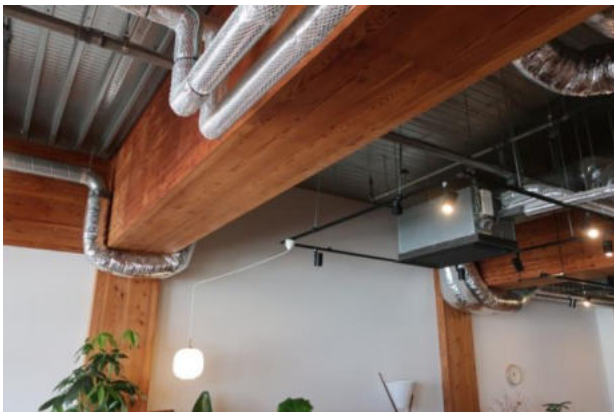
軒天も同様に塗装している。外壁木部下端はきちんと水切りを構成している。



## サウスウッド



サウスウッド全景。内部+水平力は RC 造、外周部の鉛直荷重を木造で負担する。



木造の場合、梁表しが要求されることが多い。貫通孔を開ける場合、孔内部にも耐火被覆が必要となるため、実質上、あらかじめ開けた貫通孔以外の孔を設けることは難しい。配管計画は鉄骨造や RC に比べると難しく、梁下を迂回させる必要があるため、美観的にも問題となることである。



配管は施工業者が慣れてしまえば、うまく取り廻してきれいに見せることも可能とのこと。これらのノウハウを共有することが必要であろう。



RC 部分と木造部分の取り合い

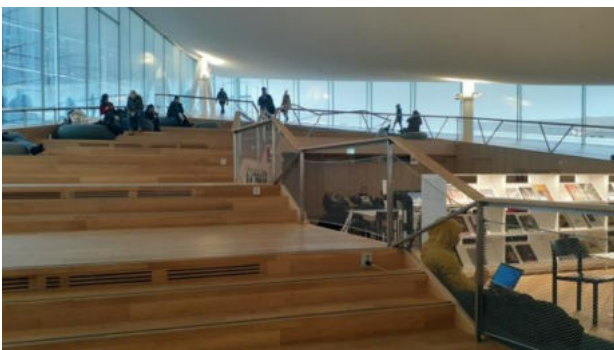
## ヘルシンキ中央図書館



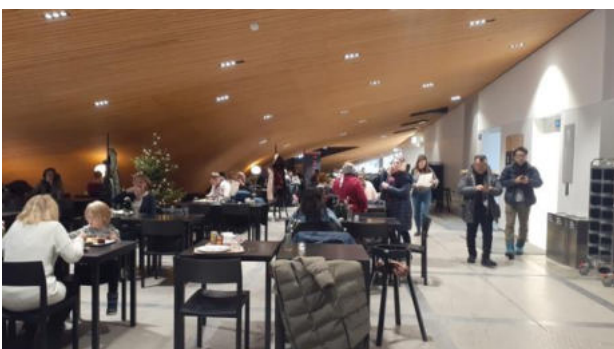
ヘルシンキ中央図書館全景。鉄骨造+外部、内部木質化。特に外壁に劣化は見られない。



天井はファブリック様の仕上げで湾曲している。湾曲天井は小屋組みとは独立しており、トップライトからの光は直射日光ではなく、屋根と天井との間の空間を介した間接光である。

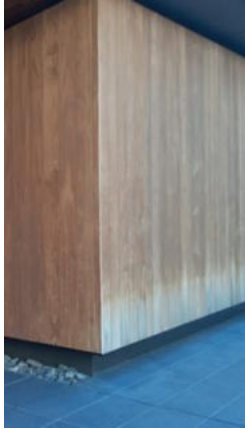


一部木製の大階段があり、利用者は思い思いの場所でくつろぐことができる。大階段はスラブとは別構造である。



1階カフェ部分は木製の湾曲天井である。

## 都内某建物



エントランス（東面）周りは熱処理木材縦張り。外に面した側は下部に変色が見られる。一方、内側は変色が見られない。

※本建物では実験のためにあえてメンテナンスしていないことに注意されたい



外部の変色は跳ね返り雨水によるものと思われる。また、外装木材は縦張りか横張りかによっても水分の浸透度合いが異なり、変色に違いがみられる。

※本建物では実験のためにあえてメンテナンスしていないことに注意されたい



西面は黒く変色している。西側に同程度の規模の建物が近接しているので、おそらく日影時間が長い影響と思われる。

※本建物では実験のためにあえてメンテナンスしていないことに注意されたい



屋上部分。風が強いせいか、軒の出が大きく確保されている外壁も変色が見られる。

※本建物では実験のためにあえてメンテナンスしていないことに注意されたい



屋上の別の面の変色はそれほど著しくない。卓越風向の影響か。



不燃処理木材。一部、成分が析出し、白華現象や剥離が起きている。

### Ⅲ-2 調査対象建物一覧

今回調査した建物一覧をした表に示す。建物は構造形式（木造、ハイブリッド）と規模（中高層＝4階建て以上、低層中大規模＝3階建て以下）とに区分した（表 3-1）。

表 3-1 国内の建物一覧リスト

		中高層（4階建て以上）	低層中大規模（3階建て以下）
木造	ラーメン	PortPlus	松尾建設新本店ビル会議室棟
	その他		笹島高架下オフィス （木造軸組構法） 東海木材相互市場大口市場 （大断面＋ブレース） リニモテラス公益施設 （ラチスフレーム）
ハイブリッド	木造+S	HULIC&New GINZA8 松尾建設新本店ビル	銘建工業本社
	木造+RC	アネシス茶屋ヶ坂	サウスウッド 落合総合センター 港区立伝統文化交流館 武雄図書館・歴史資料館
	木造+S+RC	Flats Woods木場（CLT耐力壁）	
	その他	木材会館（SRC造+S造+木造） 真庭市役所（RC造+S造+木造）	



調査日 2023年 1月 25日  
調査者 村上・石山（文責・石山）

ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	辻 靖彦
所属/Affiliation	大林組 本社 設計本部本部長室
肩書/Position	

■物件情報

建物名称/Building name	PortPlus 大林組横浜研修所
建物写真/Building photo	
所在地/Location	〒231-0007 神奈川県横浜市中区弁天通2丁目22
建築年/Year	2022年
階数/No. of floors	地下1階、地上11階
延べ床面積/ Floor area	3620m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	間口方向：木造ラーメン（LVL）、奥行方向：中間梁（LVL）、耐力壁（CLT）付き木造ラーメン（LVL） 床：木造（CLT）
その他/ Others	3時間耐火（オメガウッド）
図面/Drawing	なし

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	柱梁 LVL：山梨、長野、ロシア 燃え代 LVL：鳥取 燃え代羽目板：埼玉 床壁 CLT：四国 小梁集成材：岩手 外部羽目板：九州 造作 CLT：岡山 天井ルーバー：岐阜 フローリング：ブラジル、ロシア
樹種/Species	柱梁 LVL、小梁集成材：カラマツ 燃え代 LVL、燃え代羽目板、床壁 CLT、外部羽目板、造作 CLT、 天井ルーバー：スギ フローリング：スクピラ、パイン
接着剤の種類/Glue type	CLT：水性高分子-イソシアネート系接着剤（使用環境 B） LVL：レゾルシノール。 超厚合板（木質仕口パネル）：フェノール樹脂
耐震性能（準拠基準）/Seismic level	建築基準法
耐風性能（準拠基準）/Wind performance	建築基準法
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	防腐防蟻剤塗布、通気層確保
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	溶融亜鉛めっき
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	設計基準強度 36~42N/mm <sup>2</sup> （超長期設定）
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に言及なし

調査日 2022年 11月 10日  
 調査者 青木茂、東佑二郎、伊藤高基  
 ヒアリング相手 松尾建設 工事原価本部  
 田中英明 氏、西村耕一郎 氏、佛坂奈美 氏

ヒヤリングシート（項目）

■物件情報

建物名称	松尾建設株式会社 新本店ビル
建物写真	
所在地	佐賀市多布施1丁目4-27
建築年	2018年3月竣工
階数	事務所棟：地上6階／会議室棟：地上2階
延べ床面積	事務所棟：3,657.70 m <sup>2</sup> ／会議室棟：987.00 m <sup>2</sup>
構造形式	事務所棟：鉄骨造（構造床材 CLT 採用） 会議室棟：木造

■技術的事項

木材産地	佐賀県産ほか
樹種	スギ・ベイマツ・カラマツ
接着剤の種類	水性高分子イソシアネート系接着剤・エポキシ樹脂
耐震性能（準拠基準）	耐震等級3。 CLT 床上面、下面をそれぞれ耐火被覆する事で大臣認定（2時間耐火）を取得。耐火被覆の重量を考慮してもデッキコンクリートスラブより固定荷重が1～1.5程度削減し、地震荷重の点で構造上有利な状態としている。
耐風性能（準拠基準）	基準風速 V0=34 (m/sec) 粗度区分 3
木部の劣化対策	（本館）CLT 床 CLT 床材の表面は、あまり吸水性はなく、乾燥も早い。 しかし、小口面は吸水性があり、乾燥も遅い。CLT 木材や接着剤に悪影響を与える恐れがあるため、小口面に木材保護用の撥水剤を塗布している。
接合金物類の劣化対策	（本館） CLT 後打ちスタッド工法

調査日 2022年 11月 10日  
 調査者 青木茂、東佑二郎、伊藤高基  
 ヒアリング相手 松尾建設 工事原価本部  
 田中英明 氏、西村耕一郎 氏、佛坂奈美 氏

	(別館) 木造軸組 GIR 工法 接合金物はエポキシ樹脂を介して木部と接続され、木材の内部にあるため、結露が生じにくい。接着剤も紫外線に曝(さら)されないため劣化しにくく、耐久性に優れていると思われる。
基礎コンクリートの耐久性	健全
その他部品の寿命	健全

■経済的事項

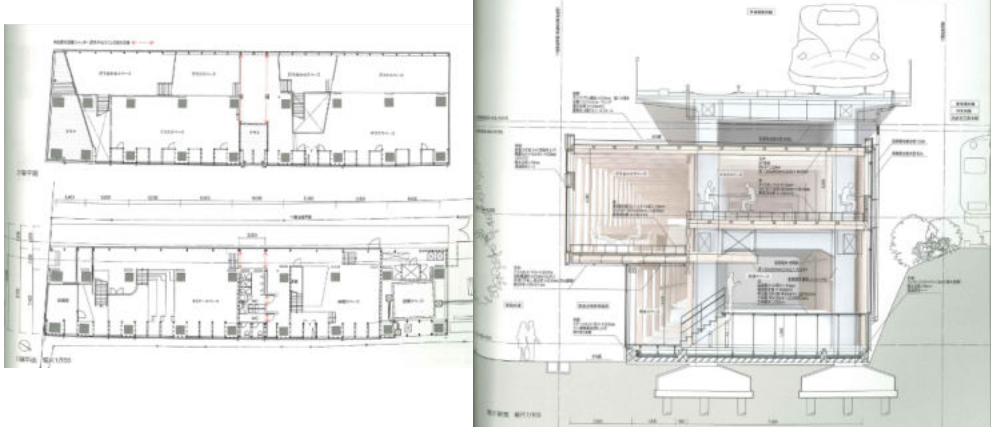
投資額	981,900,000 円 (補助対象事業費)
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex))	木造建物の減価償却期間は 24 年(用途が事務所の場合)と重量鉄骨造の 38 年や鉄筋コンクリート造の 50 年と比較すると大幅に短く、建設費用の融資を受けた場合の返済計画を鑑みると非常に有利に働く可能性があります。
LCC	木材は他の素材に比べ軽量でありながら、適切な管理を行えば鉄骨や鉄筋コンクリートと比較しても遜色ない耐久性を有しています。また、加工もしやすく将来的な増改築も比較的容易に可能ですし、解体の際のリサイクル率も他の素材よりも高くなっています。木造建築物は環境への配慮も非常に長けており、当該建物の床をコンクリートから木造化(CLT)にすることにより 203t、会議室棟を木造化することで鉄骨造を比較すると 176t、合計 380t の CO2 排出量を削減できたこととなります。このように木造建築物は LCC 的にも優れていると考えられます。
リスクインシュアランス	企業に質疑したが不明。
資金調達(融資、投資、補助金)	自己資金・融資・補助金

調査日 2022年 11月 10日  
調査者 青木茂、東佑二郎、伊藤高基  
ヒアリング相手 松尾建設 工事原価本部  
田中英明 氏、西村耕一郎 氏、佛坂奈美 氏

周辺の不動産情報(木造に限らず)	なし
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)	企業に質疑したが不明。
経済耐用年数の意見書	2018年に建設。建設後4年しか経過していないこともあり、目立った経年劣化は見られなかった。事務所棟のCLTスラブや会議室棟のハイブリッドビームは内部に含まれているため、今後も長期的な利用は可能と考える。また、ある一定の基準が必要なものの、経済耐用年数(法定耐用年数)を実際の耐用年数と混同する傾向にあり、名称の変更および別の基準も必要である。





図面/Drawing	 <p>(新建築 2022 年 5 月号 91P、93P より引用)</p>
------------	--

### ■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	国産 (LIVELY WOOD は三河産)
樹種/Species	檜：土台 米松集成材：柱 梁 (LIVELY WOOD) 杉：床 一部柱
接着剤の種類/Glue type	特になし
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	特になし
耐風性能 (準拠基準) /Wind performance	特になし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	ほとんどが屋内使用のため特になし
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特になし
基礎コンクリートの耐久性 /Durability of concrete foundation	特になし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特になし

## ■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	非公表
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	<p>総工費がテナント料に反映される前提で、要望を盛り込んだので、家賃額は納得している。</p> <p>事業主とは、少なくとも 10 年はテナント契約をする想定で設計内容や家賃を協議した。</p> <p>木のメンテナンスはいずれ必要になるが、現在は予定なし。</p> <p>ガラス清掃費は JR とテナント両者が支払う。(JR が想定するガラス清掃頻度よりも頻繁に清掃を行いたいため。)</p>
LCC	特になし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特になし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特になし
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	周辺の同規模オフィスのテナント料と比較すると安く抑えられたので、本物件に入居した。
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特になし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特になし

その他/Others	<p>2022 年 3 月に入居 (JR のテナントとして入居)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・移転の理由 人数の増加。オフィスビルより安く済む。出張することが多いため、アクセスが良い場所を拠点とした。</li><li>・段差で空間を区切る (プランづくりからスタメンらしさ出す要望) 集まれる場所が多く、利便性が良い。1 フロアで見渡せるため、社員の所在や作業の様子が分かりやすい。</li><li>・温熱、採光 空調は夜切っている。光が強すぎる。(西側窓から直射日光、東側窓はビルからの反射) 夏は暑く、冬は寒いため追加工事を行った。</li><li>・C 工事⇒A 工事部分に直接飾り梁を取り付けている テナント工事 (C 工事) の範囲内だが、A 工事に絡む工事内容が一部含まれている。現時点では、退去時の現況復旧条件は未定。</li><li>・木の効果 木の香り、温かさやぬくもりを感じることができる。既存のコンクリートの冷たさと対比。</li><li>・騒音 入居していると徐々に気にならなくなってくる。1 階は在来線の音が大きい。2 階は 1 階と比べて静か。</li></ul>
------------	---

## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	小森 淳史 氏 / 加藤 哲朗 氏
所属/Affiliation	(株)東海木材相互市場 大口市場 / (株)東海プレカット
肩書/Position	執行役員 市場長 / 営業設計課 課長

## ■物件情報

建物名称/Building name	東海木材相互市場 大口市場		
建物写真/Building photo			
	(外観)	(2階会議室)	(2階食堂)
所在地/Location	〒480-0121 愛知県丹羽郡大口町河北2丁目2		
建築年/Year	2019年7月		
階数/No. of floors	地上2階		
延べ床面積/ Floor area	1,656.92 m <sup>2</sup> (501.22 坪)		
構造形式/ Structure type	木造（ルート1） （金物が露出しない工法の採用：拡張樹脂アンカー工法，ウッドファスナー工法）		
			
	←拡張樹脂アンカー工法	←ウッドファスナー工法	
その他/ Others	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設費：約4億円</li> <li>・総木材使用量：400 m<sup>3</sup></li> <li>・拡張樹脂アンカー工法の課題：建方期間が長い（本物件では約3か月）</li> <li>・国産無垢材にこだわり、集成材を一切使用しない計画とした</li> <li>・分棟式を採用（1000 m<sup>2</sup>以下を2棟。渡り廊下で連結）</li> </ul>		





(パンフレットより引用)

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	国産材
樹種/Species	<p>檜：土台 柱 梁（愛知県産） 丸太梁（静岡県天竜産） 耐力壁</p> <p>杉 CLT（山佐木材）：屋根水平構面、2階床 杉：腰板パネル ナラ：床 サクラ：床 ケヤキ：階段踏板 焼杉（静岡県産）：外装</p>
接着剤の種類/Glue type	特になし
耐震性能（準拠基準）/Seismic level	特になし
耐風性能（準拠基準）/Wind performance	特になし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軒を深くして外壁の劣化抑制</li> <li>・外装材（焼杉）は5年に一度を目安に再塗装予定</li> <li>・柱下部1m程度は防蟻処理済み</li> </ul>
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特になし
基礎コンクリートの耐久性	・一般的なベタ基礎としているため、特に検討していない。

/Durability of concrete foundation	
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特になし

■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	建設費は約 4 億円 ・プレカット、建方、材木調達は施主側で対応
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画 (capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特になし
LCC	特別なことを考えておらず、一般的な年数 (50-60 年) 程度を想定している。
リスクインシュアランス/Risk insurance	特になし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自己資金 (借入はしていない)</li> <li>・CLT (屋根) は、CLT 等木材利用に関する補助金を活用</li> <li>・JAS 構造材利用に関する補助金を活用 (100 万円/棟) ⇒本物件で 200 万円獲得</li> </ul>

周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	不明
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特になし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	・50-60年程度の耐用年数で考えている。
その他/Others	特になし

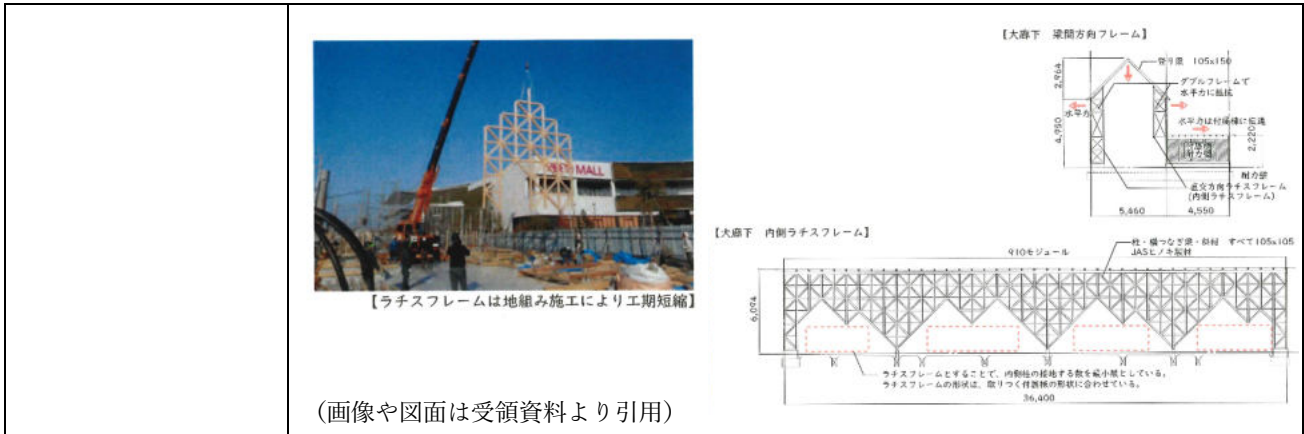
## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	久保 久志 氏
所属/Affiliation	株式会社 東畑建築事務所
肩書/Position	設計室 主管

## ■物件情報

建物名称/Building name	リリモテラス公益施設
建物写真/Building photo	   <p>(外観) (大廊下) (接合部)</p>
所在地/Location	〒480-1128 愛知県長久手市勝入塚 121
建築年/Year	2021 年 6 月
階数/No. of floors	地上 1 階
延べ床面積/ Floor area	383.40 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	木造
その他/ Others	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 躯体部分の木材使用量：92.73 m<sup>2</sup></li> <li>・ プロポーザルでは、建築計画よりも完成までのプロセスが重視された。</li> <li>・ 地域活性に取り組む既存の市民組織や、観光交流協会等を巻き込みながら、計画を進めることで、広く市民の意見を取り入れた計画となった。</li> <li>・ 計画段階から施工時まで市民と一緒に作り上げた。</li> <li>・ 現状は企業で組閣された指定管理者が管理しているが、将来的には市民に担ってほしいと市は考えている。</li> <li>・ 105 角の住宅用流通製材の活用、住宅用の一般的な金物、910mm モジュール等で計画することで経済性に考慮した。</li> <li>・ 構造現し部分は県産材を使用。見えない箇所は国産材にすることでコストを抑えた。</li> </ul>



■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	愛知県産材 国産材
樹種/Species	ヒノキ (愛知県産) : 柱※現し部分 3.87 m <sup>3</sup> 梁※現し部分 1.24 m <sup>3</sup> ヒノキ (国産材) : 柱 9.3 m <sup>3</sup> 梁 33.41 m <sup>3</sup>



	土台 2.44 m <sup>3</sup> 筋交 35.03 m <sup>3</sup> 垂木 5.48 m <sup>3</sup> 鼻隠し、破風 0.96 m <sup>3</sup> 杉（国産材）：軒天井 1.36 m <sup>3</sup> 外壁（羽目板 t15） 0.37 m <sup>3</sup> 杉集成材（国産材）：カーテンボックス 0.27 m <sup>3</sup> シナ合板：内壁一部 1.19 m <sup>3</sup> カバ：フローリング 3.67 m <sup>3</sup>
接着剤の種類/Glue type	特になし
耐震性能（準拠基準）/Seismic level	公共規格に準拠
耐風性能（準拠基準）/Wind performance	公共規格に準拠
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	公設民営の施設のため、外部に木を現しで使うことを極力少なくし、使用する範囲は管理者の手が届く範囲とした。
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特になし（一般的な住宅用流通金物を使用）
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特になし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特になし

#### ■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	建設費 1 億 4700 万円（税抜） 約 38 万円/m <sup>2</sup>
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画 (capex)/ Balance simulation (Rent, profit, middle-long term repair plan)	公共事業のため、m <sup>2</sup> 単価や標準仕様が決められていたが、本物件は、気積の大きな平屋なので、規定の単価に収めるのが難しかった。そのため、床暖房無し、構造の工夫（流通材、住宅用金物、モジュール化等）によって規定の m <sup>2</sup> 単価内に収めた。

LCC	特になし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特になし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特になし
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	不明
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特になし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特になし
その他/Others	特になし

調査日 2023年 1月 25日  
調査者 村上、石山、川村

ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	藤田 保夫氏 石川 修治氏
所属/Affiliation	株式会社 竹中工務店
肩書/Position	役員補佐：藤田氏 木造・木質建築推進本部長：石川氏

■物件情報

建物名称/Building name	HULIC & NewGINZA8
建物写真/Building photo	
所在地/Location	東京都中央区銀座8丁目9-7
建築年/Year	2021年10月
階数/No. of floors	地上12階、地下1階
延べ床面積/ Floor area	2,459.55 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	木造、鉄骨造
その他/ Others	・2時間耐火木造（燃エンウッド） ・木材使用量約302 m <sup>2</sup> ・外装木材：アセチル化木材

図面/Drawing	
------------	--

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	多摩、北海道、長野、三重、白河
樹種/Species	スギ、カラマツ
接着剤の種類/Glue type	特に記載なし
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	特に記載なし
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	特に記載なし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	特に記載なし
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし

■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	特に記載なし
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特に記載なし
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	商業ビル、事務所ビル
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan	特に記載なし



調査日 2023年 1月 25日

調査者 村上、石山、川村

screening criteria of financial institution	
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特に記載なし
その他/Others	特に記載なし

## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	三嶋 幸三
所属/Affiliation	銘建工業株式会社
肩書/Position	木質構造事業部 営業部長

## ■物件情報

建物名称/Building name	銘建工業本社
建物写真/Building photo	 
所在地/Location	岡山県真庭市勝山1209
建築年/Year	2019年12月完成
階数/No. of floors	2階
延べ床面積/ Floor area	991.91 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	CLT造+木造（一部鉄骨造）
その他/ Others	

図面/Drawing	—
------------	---

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	岡山・高知・熊本・鳥取・奈良
樹種/Species	アカマツ集成材(t150) スギ CLT(t150、t120) ヒノキ CLT(t150)
接着剤の種類/Glue type	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤(使用環境 B)
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	現行法。架構のシステムは、「菱組」と名付けられた集成材の斜め格子を並行に配置し、CLT を用いた V 型の梁と折板構造の屋根を渡す構造。菱組は耐震要素であるため、CLT 耐震壁は菱組に直行する方向だけで良い。また、CLT は大判を活かして最小枚数で構成し、鉄骨を溶接したラチスを接合金物として用いている。
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	現行法
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	CLT 躯体は表しにせずに板貼りとしている。「菱組」の接合部は金物でジョイントされ、将来的な部材の取り替えにも対応している。
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	建物コンセプトは 100 年持つ木造であり、部材交換を行いやすい設計としている。 部材交換をしやすい設計としている。

--	--

## ■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	工事費：375,660,000 円(税抜)
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画 (capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	融資 + 助成金：15,000,000 円 (JAS 構造材個別実証支援事業助成金)
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	特に記載なし

金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特に記載なし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	現在、木造建物の法定耐用年数が22年なのでCLT建造物においても民間開発の際に融資が見つからないことが問題である。
その他/Others	自社でCLTの経年劣化状況等の調査研究も行なっている。



## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

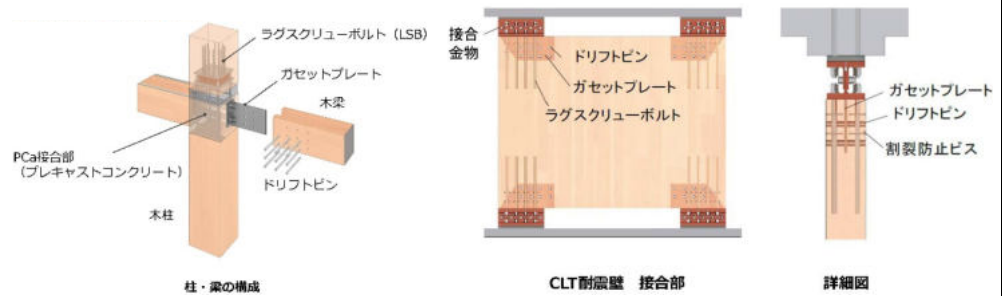
氏名/Name	戸澤 友希 氏
所属/Affiliation	清水建設 株式会社
肩書/Position	名古屋支店 建築営業第三部

## ■物件情報

建物名称/Building name	アネシス茶屋ヶ坂
建物写真/Building photo	 <p>(外観 1)</p>  <p>(外観 2)</p>  <p>(テレワークルーム)</p>  <p>(住戸内内観)</p> <p>※写真は受領資料より引用</p>
所在地/Location	〒464-0094 愛知県名古屋市千種区赤坂町1丁目29-2
建築年/Year	2020 年 7 月
階数/No. of floors	地上 4 階, 地下 1 階
延べ床面積/ Floor area	3211.42 m <sup>2</sup> (2LDK(約 68 m <sup>2</sup> )の住戸が 26 戸)
構造形式/ Structure type	木造及び RC 造 (耐火建築物) ※木造部分: 燃え止まり型の耐火建築物

その他/ Others

- ・ 木材使用量：220.2m<sup>3</sup>（全て国産材）
- ・ 清水建設の社宅として活用。
- ・ 性能評価機関の耐火試験によって、木質柱の 1 時間性能を確認、大臣認定を取得。
- ・ 災害時の BCP 拠点として利用できるようにした。
- ・ 木造の柱・梁は高い剛性確保のために、PCa 接合部により自由度の高い木質空間を実現。
- ・ CLT を耐震壁に活用。ドリフトピンとラグスクリューボルトを併用し、強度を向上させた。



図\_柱・梁の構成

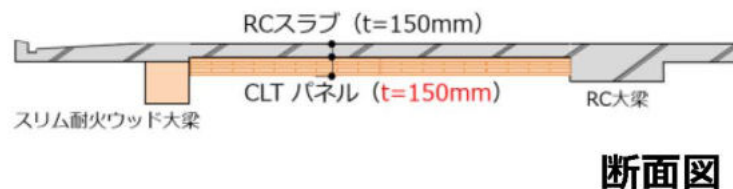
図\_CLT 耐力壁の接合部

(図は受領資料より引用)

**【意匠性を兼ねた木質空間の構成】**

- ・ CLT パネルを型枠として利用。
- ・ 床下吹出空調を採用し、天井面に空調機器を露出させない計画とした。

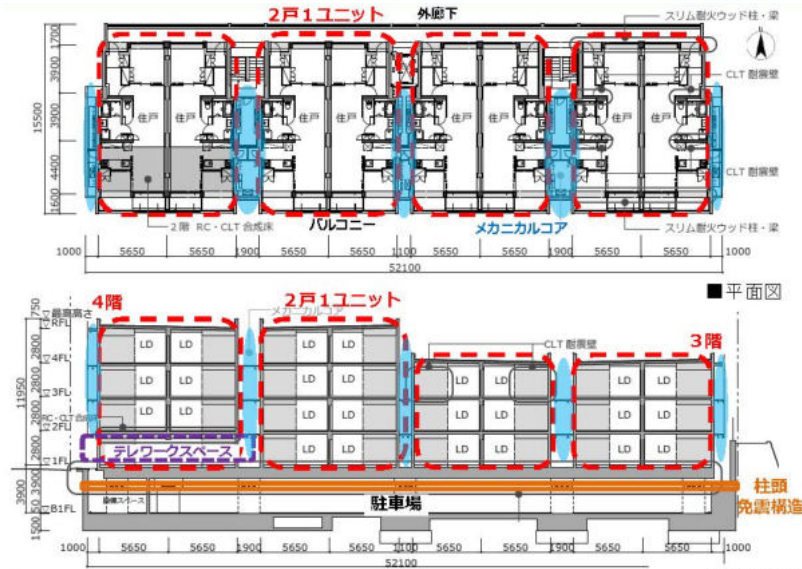
**— RC・CLT合成床版の採用**



図\_CLT 合成床の断面図 (図は受領資料より引用)

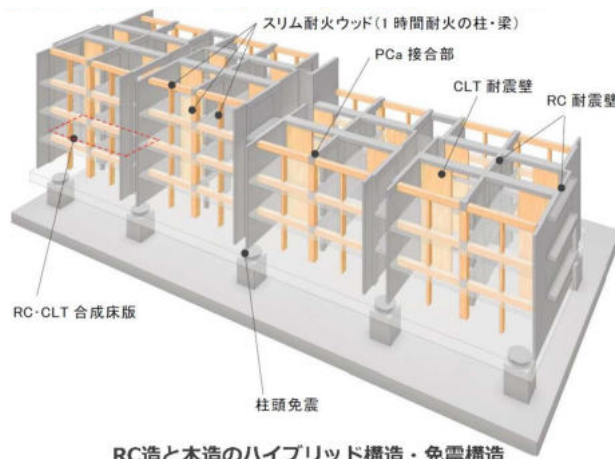
- ・ アースチューブの採用で、空調による年間電気使用量を削減。
- ・ 太陽集熱給湯システムの採用で、年間を通じてガス使用量を削減。

図面/Drawing



図\_平面図及び断面図

(平面図、断面図ともに受領資料より引用)

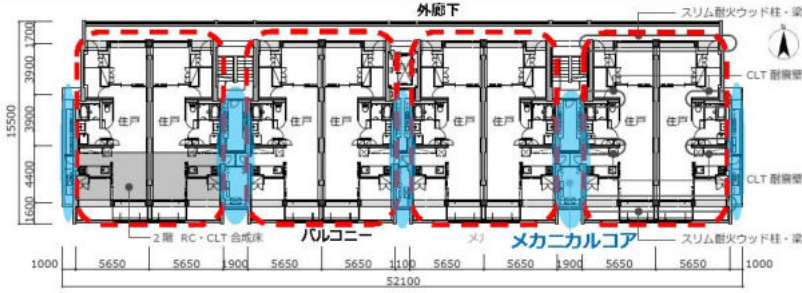
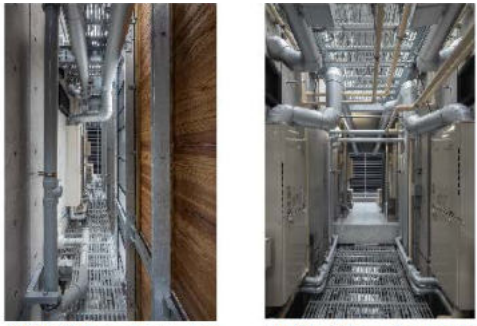


RC造と木造のハイブリッド構造・免震構造

図\_構造概要図 (受領資料より引用)

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	国産材
樹種/Species	<p>カラマツ (長野県産) : 柱 (スリム耐火ウッド芯材)                  梁 (スリム耐火ウッド芯材)</p> <p>杉 (三重県産) : 柱 (スリム耐火ウッド化粧材)                  梁 (スリム耐火ウッド化粧材)                  軒天・バルコニー隔て板                  住戸内戸境化粧羽目板                  妻外壁化粧羽目板                  エントランスルーバー</p> <p>杉 (熊本産) : CLT耐震壁、一部 RC-CLT合成床</p>

接着剤の種類/Glue type	特になし
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	柱頭免震構造
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	特になし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	特になし
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特になし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特になし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	<p>・給湯機、空調室外機、給排水配管、ガス配管、アースチューブ配管等の設備スペースを集約配置(メカニカルコア)し、設備の交換対応が容易な計画とした。</p>  <p>図_メカニカルコアの配置平面図(受領資料より引用)</p>  <p>写真_メカニカルコア(受領資料より引用)</p>

## ■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	非公開
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	非公開
LCC	特になし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特になし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	優良木造事業補助制度を活用(補助限度額 102,150 千円) ※金額はサステナブル建築物等先導事業(木造先導型)評価事務局 HP より引用
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	住宅街(戸建て、集合住宅など混在)
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特になし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特になし
その他/Others	RC 造よりも木質ハイブリッド構造にしたことで、10-15%のコスト増となったが、今後改善の余地があると考えている。





調査日 2023年 1月 25日  
調査者 村上・石山（文責・石山）

ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	藤田保夫、石川修次
所属/Affiliation	竹中工務店
肩書/Position	役員補佐、木造・木質建築推進本部長

■物件情報

建物名称/Building name	サウスウッド
建物写真/Building photo	 
所在地/Location	〒224-0032 神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎中央6-1
建築年/Year	2013年
階数/No. of floors	地下1階、地上4階
延べ床面積/ Floor area	10874m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	木造+RC造
その他/ Others	9m スパン耐火燃エンウッド
図面/Drawing	なし

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	信州
---------------------------	----

調査日 2023年 1月 25日  
調査者 村上・石山 (文責・石山)

樹種/Species	カラマツ
接着剤の種類/Glue type	レゾルシノール
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	建築基準法
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	建築基準法
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	内部なので特に対策なし
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	非開示
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	非開示
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に言及なし

調査日 2022年 12月 1日  
調査者 青木 茂

ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	川端 次男
所属/Affiliation	真庭市役所建設部建築営繕課
肩書/Position	課長

■物件情報

建物名称/Building name	落合総合センター
建物写真/Building photo	
所在地/Location	岡山県真庭市落合垂水 618
建築年/Year	平成 28 年 2 月竣工
階数/No. of floors	鉄筋コンクリート造部：3 階建 木造部：2 階建
延べ床面積/ Floor area	6,483.04 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	鉄筋コンクリート造+木造
その他/ Others	特に記載なし

図面/Drawing	—
------------	---

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	岡山県真庭市
樹種/Species	ヒノキ
接着剤の種類/Glue type	特に記載なし
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 日本農林規格 木質構造設計基準・同解説(2006) 大断面木造建築物設計施工マニュアル(1988) 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008) 木質構造接合部設計マニュアル(2009) 鋼構造接合部設計指針(2012) 各種合成構造設計指針・同解説(2010) ラグスクリューボルト接合設計マニュアル(ver.1.0)
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	特に記載なし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	外壁内部の防腐処置として、構造体力上主要な部分である柱及び筋交いのうち地面から1m以内の部分には有効な防腐処理、防蟻処理を講じた。 基礎土台用製材は防腐・防蟻注入材とした。
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	錆止め塗装の仕様を亜鉛メッキとした。
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし

--	--

■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	特に記載なし
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特に記載なし

周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	特に記載なし
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特に記載なし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特に記載なし
その他/Others	特に記載なし



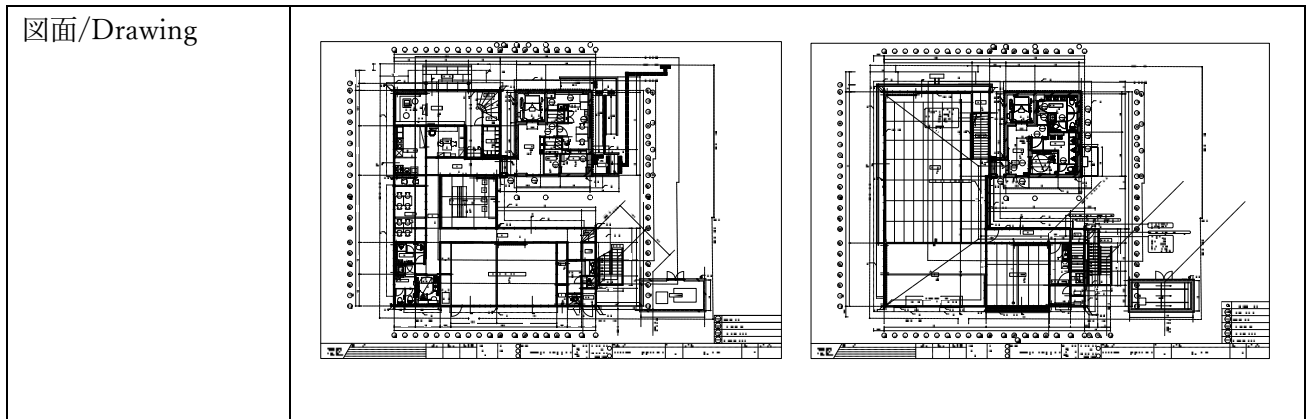
## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	—
所属/Affiliation	株式会社青木茂建築工房
肩書/Position	—

## ■物件情報

建物名称/Building name	港区立伝統文化交流館
建物写真/Building photo	 
所在地/Location	東京都港区芝浦1丁目11-15
建築年/Year	1936年（リファイニング工事：2019年12月）
階数/No. of floors	2階
延べ床面積/ Floor area	537.35 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	既存：木造 増築：RC造
その他/ Others	築80年の港区指定有形文化財「旧協働会館」を公共施設として保存及び利活用するため、曳家を伴う保存整備を行ったプロジェクトである。「旧協働会館」は、昭和11年、現在の東京都港区芝浦の地に、「置屋」「料亭」「待合」の「三業」を取りまとめて芸者の取次や遊興費の清算などをする芝浦花柳界の「見番」として建てられた現存する都内唯一の木造の見番である。利活用のための施設整備として、1)文化財としての保存と安全・安心の確保、2)地域の歴史の継承や地域活動拠点の整備、3)各種法令への対応の3点を行った。



■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	多摩産材（フローリング、ルーバー等）
樹種/Species	特に記載なし
接着剤の種類/Glue type	特に記載なし
耐震性能（準拠基準）/Seismic level	<p>築80年が経過し、東日本大震災でも大きな被害は無かったものの、一度も大規模改修をしておらず耐震診断は限界耐力計算と、稀な風荷重・極稀な風荷重の2段階の外力に対して検証した。地震荷重は中地震時にクライテリを満足するが、大地震時に満足しなかった。改修により最も弱いY方向1階は、既存1/26→補強1/46 とクライテリア1/30rad を満足する。</p>
耐風性能（準拠基準）/Wind performance	<p>同様に極めて稀な風荷重Y方向1階は、既存耐力159.8→補強耐力287.1 と風荷重272.8kNを満足する。防災計画・避難計画等の検討を行い、港区建築審査会の同意を得た上で、法3条第1項第3号の規定に基づく同法の適用除外指定を受けた。</p>
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	特に記載なし
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	基礎やりかえ（曳家で建物移動）
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし

--	--

## ■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	特に記載なし
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	助成金制度活用(みなとモデル二酸化炭素固定認証制度)
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	特に記載なし



金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特に記載なし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特に記載なし
その他/Others	・基本的には既存木材を活用しつつ、劣化が激しい部分のみ交換。

## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	溝上 正勝
所属/Affiliation	武雄図書館・歴史資料館
肩書/Position	館長

## ■物件情報

建物名称/Building name	武雄図書館・歴史資料館
建物写真/Building photo	 
所在地/Location	佐賀県武雄市武雄町大字武雄 5304-1
建築年/Year	2000年竣工
階数/No. of floors	2階
延べ床面積/ Floor area	3,807 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造・木造）
その他/ Others	特に記載なし

図面/Drawing	—
------------	---

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	特に記載なし
樹種/Species	特に記載なし
接着剤の種類/Glue type	特に記載なし
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	改修時に一般開架バルコニーを新設。既存躯体に応力がかからないように、独立基礎と鉄骨柱による単独構造とし、既存躯体とはEXPJで接続。壁面書架は床に荷重がかからないように壁面にて支持。
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	特に記載なし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	空間を構成する大梁に、経年劣化による割れが見られる。梁の中央部に若干のたわみが見られる。屋外の軒天に木材保護塗料を塗っており、雨がかりだったが、健全な状態だった。
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし



## ■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	建設時：建設工事費 1,695,541,050 円 改修時：武雄市予算 4.5 億円(建設工事費 188,787,900 円) CCC による投資額 3.5 億円
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特に記載なし
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	特に記載なし

金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution	特に記載なし
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特に記載なし
その他/Others	2000年に建てられたが、2013年に改修している。館長にヒアリングしたが、外周回りは建設当時のままであるが、床及び内装に関しては、2013年に大規模なリニューアルの工事を行なっている。軒以外の部材は内部に包まれているため、今後20年の利用は問題ないと考える。このようなメンテナンスを行ってれば、長期的な利用は可能と考える。

ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	藤田 保夫氏 石川 修治氏
所属/Affiliation	株式会社 竹中工務店
肩書/Position	役員補佐：藤田氏 木造・木質建築推進本部長：石川氏

■物件情報

建物名称/Building name	Flats Woods 木場
建物写真/Building photo	 
所在地/Location	東京都江東区東陽 3-25-12
建築年/Year	2020年2月
階数/No. of floors	地上12階
延べ床面積/ Floor area	約9150㎡
構造形式/ Structure type	RC造、木造、鉄骨造 基礎免震
その他/ Others	・5～8階：燃エンウッド2時間耐火 9～11階：燃エンウッド1時間耐火 ・外装：熱処理木材（ニュージーランド産→エストニア加工） ・木材使用量：約157.2m <sup>3</sup>

図面/Drawing	-
------------	---

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	高知、岡山、秋田、長野、北海道、鹿児島、和歌山、愛媛
樹種/Species	カラマツ、ヒノキ、スギ、トドマツ
接着剤の種類/Glue type	エポキシ系接着剤（耐震壁）
耐震性能（準拠基準）/Seismic level	特に記載なし
耐風性能（準拠基準）/Wind performance	特に記載なし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	特に記載なし
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし

■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	特に記載なし
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特に記載なし
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	住宅街
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial	特に記載なし

institution	
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特に記載なし
その他/Others	・自社物件ということもあり外壁劣化観察等の検証実験を行なっている。




調査日 2022年 11月 30日  
調査者 青木、村上、川村

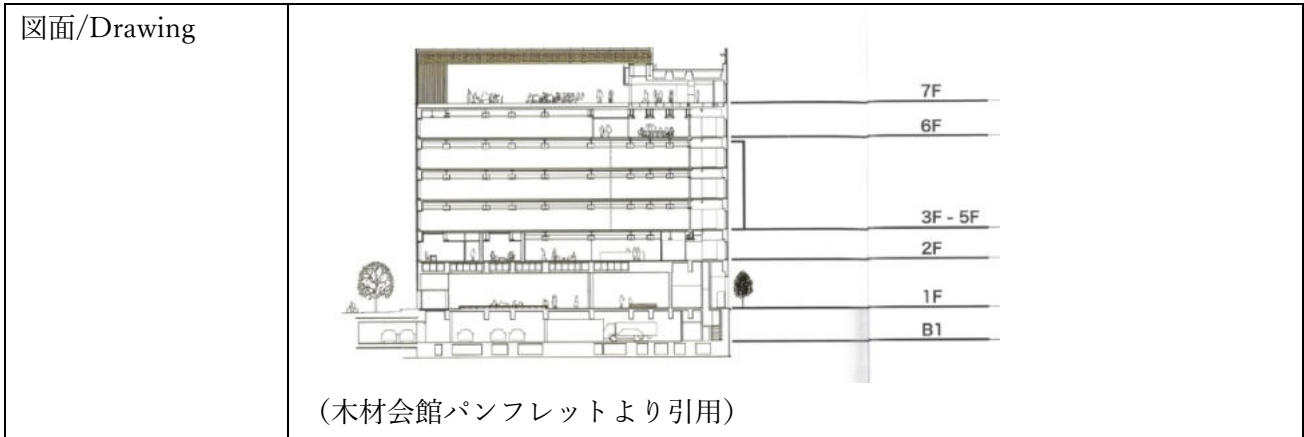
ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	岩崎 慶一氏
所属/Affiliation	東京不動産管理株式会社
肩書/Position	木材会館 管理所長

■物件情報

建物名称/Building name	木材会館
建物写真/Building photo	 (外観)  (7F 大ホール)
所在地/Location	〒136-0082 東京都江東区新木場 1 丁目 18-8
建築年/Year	2009 年 7 月 5 日
階数/No. of floors	地上 7 階地下 1 階
延べ床面積/ Floor area	7,582.09 m <sup>2</sup> (2,293.58 坪)
構造形式/ Structure type	鉄骨鉄筋コンクリート造、一部鉄骨、一部木造
その他/ Others	・建設費約 35 億円 ・総木材使用量 1,000 m <sup>3</sup> 以上



■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	国産材（全国各地）
樹種/Species	<p>                     檜：外装パネル、各階テラス天井、木壁、床                      7階 ホール梁、壁柱、壁パネル                      6階 カウンター                      1階 ギャラリー木壁、舞台床 etc                      杉：各階事務室木ダクト、各階ルーバー天井                      1階 和室・茶室造作、コンクリート型枠用本実板                      6階 スクリーン                      7階 ホワイエオブジェ                      タモ：各階自動ドア・木製建具、カウンター、階段EV手摺                      ナラ：各階廊下・EVホールフローリング                      カシ：7階 ホール梁柱                      ブナ：7階 ホールフローリング                      かえで：6階 小ホールフローリング                      鋼製建具取手                      くるみ：2階 会議室木壁                      さくら：2階 役員会議室木壁、机                 </p>
接着剤の種類/Glue type	使用なし
耐震性能（準拠基準）/Seismic level	上部を木造とし軽量化することで耐震性能向上
耐風性能（準拠基準）/Typhoon level	特に記載なし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外装材（檜）は6年に一度、キシラデコールを塗布し表面研磨（修繕費：数千万円）</li> <li>・外装材の交換時期は不明</li> <li>・屋上テラスデッキは竣工後18年で交換予定</li> </ul>

接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし

■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	・建設費約 35 億円
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	・外装材のメンテナンス費用が数千万円（6年に一度）
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし


<p>資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)</p>	<p>特に記載なし</p>
<p>周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings</p>	<p>特に記載なし</p>
<p>金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan screening criteria of financial institution</p>	<p>特に記載なし</p>
<p>経済耐用年数の意見書/Report of economic life</p>	<p>特に記載なし</p>
<p>その他/Others</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外壁の階途中に不燃処理をした木材を使用することで火災の拡大を防ぐ。(90cmの層間区画)</li> <li>・2～6階と7階では階高の違いにより耐火の考え方が異なる。 →耐火検証法により、5.4mの梁下で梁は燃えない</li> <li>・ビル解体後に木材の2次利用を想定(建物レベルでなく材料レベルの2次利用)</li> </ul>

## ヒヤリングシート（項目）/Research sheet

## ■ヒヤリング先情報/Target info

氏名/Name	川端 次男
所属/Affiliation	真庭市役所建設部建築営繕課
肩書/Position	課長

## ■物件情報

建物名称/Building name	真庭市役所
建物写真/Building photo	
所在地/Location	岡山県真庭市久世 2927 番地 2
建築年/Year	平成 23 年 3 月竣工
階数/No. of floors	本庁舎棟：4 階建 エネルギー棟：2 階建
延べ床面積/ Floor area	本庁舎棟：7,353.41 m <sup>2</sup> エネルギー棟：605.62 m <sup>2</sup>
構造形式/ Structure type	本庁舎棟：鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造） エネルギー棟：鉄筋コンクリート造
その他/ Others	特に記載なし

図面/Drawing	
------------	--

■技術的事項/ Technical info

木材産地/Wood production area	岡山県真庭市
樹種/Species	ヒノキ
接着剤の種類/Glue type	特に記載なし
耐震性能(準拠基準)/Seismic level	官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説(平成8年版)
耐風性能(準拠基準)/Wind performance	特に記載なし
木部の劣化対策/Measure for wood deterioration	木材保護塗料塗り
接合金物類の劣化対策/Measure for metal joint deterioration	特に記載なし
基礎コンクリートの耐久性/Durability of concrete foundation	特に記載なし
その他部品の寿命/Lifespan of other parts	特に記載なし



■経済的事項/ Economical info

投資額/Investment amount	特に記載なし
収支シミュレーション(家賃、収益、中長期修繕計画(capex)/ Balance simulation(Rent, profit, middle-long term repair plan)	特に記載なし
LCC	特に記載なし
リスクインシュアランス/Risk insurance	特に記載なし
資金調達(融資、投資、補助金)/Fundraising(Loan, Investment, subsidy)	特に記載なし
周辺の不動産情報(木造に限らず)/ Real estate information of surroundings	特に記載なし
金融機関の融資審査基準(エンジニアリングレポート)/Loan	特に記載なし

screening criteria of financial institution	
経済耐用年数の意見書/Report of economic life	特に記載なし
その他/Others	特に記載なし