CLT に対する課題意識の構造化

THE STRUCTURALIZATION OF AWARENESS OF THE ISSUE ON CLT

坂口大史 ——— *1 五十里一志 ——— *2

キーワード:

CLT, 課題, 意識, 構造化, 木材利用

Keywords:

CLT, Issue, Awareness, Structuralization, Wood utilization

Daishi SAKAGUCHI ——— *1 Kazushi IKARI ——— *2

Cross Laminated Timber (CLT) is an emerging global trend in the field of wood architecture. Particularly in Europe, various types of wood buildings have been built using CLT and the field of CLT construction is growing rapidly. However, in Japan, CLT is still considered to be a new material and there are many barriers that need to be overcome. This study investigates the technical and psychological barriers that different companies in the construction sector might have in order to find solutions to how to overcome them and increase of the use of CLT in Japan.

1. はじめに

現在, 日本の国土面積の約3分の2が森林であり豊富な森林資源が存在する。その中で,伐採適齢期を迎えた高齢樹が増加しており,炭素循環の観点からも持続可能な森林管理が必要である¹⁾。また,日本では建築用材の木材需要が多く,中でも製材用材での利用が最も多い²⁾。しかし,住宅向け建築用材の需要は,人口減少等の影響により将来的に減少すると予想される³⁾。そのため,新たな木材利用方法の一つとして,中大規模及び非住宅建築物の木造化や建築物の内外装の木質化等による新たな木材需要の創出の必要性が指摘される。

近年,新たな木材関連製品として注目されるのが,「直交集成板(以下,CLT=Cross Laminated Timber)」である。欧米諸国では,CLTを用いた商業建築や公共建築等の様々な中大規模建築物が実現しており,日本の非住宅分野においても木材需要拡大に向けた木材利用の推進や実用化に向けた法整備が進められている⁴⁾。しかし,日本ではCLTを活用した建設事例は依然として少なく,CLTに関する技術的な課題のみならず,心理面での課題の把握も十分な状況とはいえない。

本研究では,CLTに対する関連業種の認識や想定される課題を業種毎の個別インタビュー^{注1)}によって明らかにした上で,CLTに対する課題意識を構造化して考察する。それにより,建築分野における新たな木材需要創出や木材利用促進の一助とすることを目的とする。

2. 既往研究

関連する既往研究として,青木⁴⁾,小林⁵⁾による構造用材料としての木材,木質材料や木質構造で用いられる接合の現状や今後の課題について考察した研究が挙げられる。また,幅ら⁶⁾,田中ら⁷⁾,上川ら⁸⁾によるCLTを床や壁の部材として使用した際の遮音性や耐震性能の検証を行った研究等が挙げられる。これらの研究はCLTの接

合方法や性能等について考察している。また,中島⁹⁾やCLTに関わる各種報告書¹⁰⁾においてCLTに関する課題が報告されている。一方で,本研究では,CLTに関連する業種毎にCLTに対する詳細かつ体系的な課題を明らかにし,課題解決に関する方策を模索する点で,既往研究とは異なる立場をとっている。

3. 研究方法

3.1 研究対象

本研究の研究対象として,CLT関連業種において,ゼネコンや建築設計事務所等の建設に携わる企業(以下,川下)9社,加工や機械メーカー^{注2)}等の木材加工に携わる企業(以下,川中)10社,製材やCLTの製造,販売に携わる企業(以下,川上)11社を選定し,川下,川中,川上から各14名ずつ計42名を調査対象者とした。なお,本研究では,CLTに関するより直接的な課題の把握を目的とするため,実際にCLTの取り扱いがある企業をインタビューの対象^{注3)}とした。

3.2 研究の流れ

本研究における全体の流れと分析内容について以下に整理した。

- 1) 各業種においてCLTを扱う企業から,調査対象の選定を行う。
- 2) 選定した企業の実験参加者に対して個別インタビューを実施する。
質問項目^{注4)}は,共通して,1)CLTもしくはCLTの使用についてメリット/デメリットを感じるか,2)CLTを使用する際,どのような課題を感じるか,3)課題に対しての取り組みや解決策,4)その他とした。
- 3) インタビューに対する回答から各項目を「課題項目」として抽出し,意味内容の類似性によって大分類,小分類に分類してコレスポンデンス分析を行うことで各業種と課題意識の結びつきを分析する。
- 4) クラスタ分析の結果に基づき,業種毎に項目同士の繋がりを整理した上でCLTに対する課題意識の構造化図を作成して考察を行う。

¹⁾ 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・博士(学術)
(〒475-0012 愛知県半田市東生見町26-2)

²⁾ 日本福祉大学健康科学部福祉工学科バリアフリーデザイン専修 学生

¹⁾ Assoc. Prof., Architecture and Barrier-free Course, Faculty of Health Science, Nihon Fukushi Univ., Doctor of Philosophy

²⁾ Student, Barrier Free Design Course, Faculty of Health Science, Nihon Fukushi Univ.

4. CLT に対する課題意識の類型化

4.1 各業種における課題項目の分類と指摘回数

抽出した課題項目を意味内容や類似性によって分類^{注5)}した結果、大分類9種、小分類43種を得た(表1)。各属性において整理した指摘回数を基に、業種毎のCLTに対する課題意識について分析する。

表1 課題項目の分類と指摘回数

分類	大分類	小分類	発言例	業種別			計
				川下	川中	川上	
【生産】	【費用】	原木が安い、林道を作るお金がない		5	2	4	11
		【人材】木こりが少ない、高齢化している		1	5	3	9
		【規模】生産規模、供給に間に合うか		2	0	4	6
		【整備】森林整備が難しい、林道がない		1	1	1	3
【製造】	【認識】	木を切つてはいけないと思って いる人がある、木は高いイメージ		2	1	4	7
		【費用】集成材工場を流用すると割高になる		1	3	3	7
		【拠点】工場が少ない、地産地消になってない		7*	16	15	38
		【工程】生産効率が悪い、規格化されてない		3	5	6	14
【建材】	【経営】	設備投資が大きい、リスクが大きい		4	8*	2	14
		【材料】住宅の仕上がりは雑、歩留まりが悪い		2	4	3	9
		【費用】材積が多い、ラミナの歩掛		23	14	17	54
		【工程】効率が悪くなる、多段階すぎる		4*	0	1	5
【加工】	【用途】	何と対抗するか、どこで活かすか		4	3	2	9
		【性能】丸太の精度が低い、強度・剛性が低い		3	4	4	11
		【費用】加工費が高い、金具が高い		1	0	4*	5
		【人材】CADをできる人が少ない		0	2	1	3
【加工】	【拠点】	加工工場が少ない、競争する企業がない		2*	12**	4	18
		【工程】効率が悪い、時間がかかる		4	7	4	15
		【規模】加工範囲が大きい、面積と広さが倍いる		0	3	1	4
		【経営】リスクが大きい、仕事がこない		0*	6*	2	8
【運搬】	【設備】	既存機械やCADで加工できない		4**	44**	5**	53
		【手法】特殊な接合部、接合部が多い		2	6	2	10
		【費用】輸送コスト、人件費		35	27	33	95
		【規模】工場との距離、道路の幅・高さ制限		12	10	12	34
【設計】	【環境】	CO ₂ が出る、環境に対する意識が低い		3	0	1	4
		【人材】設計者が少ない、頼める人が限られる		8	5	14*	27
		【工程】効率が悪い、確認申請にも時間がかかる		3	3	2	8
		【方法】やり方が複雑、構造計算が難しい		7	9	1*	17
【施工】	【規制】	マニュアルがない、自由度が低い		37	19*	30	86
		【費用】狭いとコストがかかる		0	0	2*	2
		【人材】施工できる人が少ない、 建て方をできる人が少ない		5	5	11	21
		【工程】正確性が求められる、段取りが難しい		7	3	8	18
【建築物】	【規模】	施工現場が狭い大変、クレーンが必要		4	4	7	15
		【方法】基本がない、方法が確立されていない		4	4	3	11
		【費用】経済的ではない、他工法と比べ高い		7**	1	0*	8
		【経験】事例が少ない、見た目の品質に厳しい		20	13	9	42
【建築物】	【規制】	被覆などCLT以外の対策がある 遮音・耐火・耐久性能の問題		50**	3**	12**	65
		【管理】管理が難しい、リフォームしにくい		0	2	1	3
		【環境】環境配慮した見返りが ない環境配慮しても税制優遇がない		2	0	1	3
		【市場】マーケットがない、他工法との比較がない		14*	13*	35**	62
【普及】	【興味】	木材業界でも興味が ない人がいる		3	4	3	10
		【補助】販売促進の補助金がない		0	2	4	6
		【関係】取引先が変わる、パイプがない		1	4	5	10
		計		274	264	269	807

χ²値=250, 自由度=84, p<0.000<0.05 **・p<0.01, *・p<0.05

指摘回数における全体の傾向として、【運搬】の【費用】、【設計】の【規制】、【建築物】の【規制】、【普及】の【市場】等で多くの指摘がみられた。これより、CLTの運搬にかかるコストに加えて、CLTを採用した建築物の設計や建築物に関する規制や法律、CLTの市場や普及の面について課題を感じている。続いて、川下では、【建築物】の【費用】で有意差がみられた。これより、川下はCLTを建築物に用いる際のコストを課題として捉えている。また、川中の【加工】の【拠点】や【設備】において有意差がみられた。これより、川中は、CLTを加工する拠点の少なさと既存の加工機械や設備では対応できない等の課題を感じている。さらに、川中では、他の業種と比較して、【製造】の【経営】、【加工】の【経営】等でも有意差がみられた。これより、川中は、CLTの製造及び加工の両面における新たな設備投資に対するリスクを課題として捉えている。

川上では【普及】の【市場】で有意差がみられたことから、将来的な需要も含めたCLTの市場を課題と感じている。また、他の業種と比べて、川上では【加工】の【費用】、【設計】の【人材】等でも有意差がみられたことから、CLTの加工におけるコスト面や設計を行う人材の確保を課題と捉えている。

4.2 コレスポネンデンス分析による課題意識の傾向

業種毎の課題項目の指摘回数によるコレスポネンデンス分析^{注6)}を行うことにより、CLTに対する課題意識の傾向を把握する(図1)。

図1 各業種におけるCLTに対する課題意識の傾向

川下では、【建材】の【工程】、【運搬】の【環境】、【建築物】の【費用】、【規制】、【環境】が近い位置に布置された。これより、川下はCLTの製造、加工の各工程における課題やCLTを建築物に使用した際の性能や規制に着目している。また、鉄骨造やRC造等の既存の工法と比較した場合の費用の増加等のCLTを使用する際のコストに関する課題、工場から現場の間の環境負荷等の運搬環境を課題として着目している。

川中では、【生産】の【人材】、【製造】の【経営】、【加工】の【人材】、【拠点】、【規模】、【経営】、【設備】、【手法】、【設計】の【方法】、【建築物】の【管理】が近い位置に布置された。これより、川中は森林整備に関わる人材の高齢化や人手不足、CLTの製造の新たな設備や設備投資額の大きさ、設備導入後の需要に関するリスクの高さ等の課題に着目している。また、CLTの加工ラインにおいては、既存の加工機械やCADではデータ互換ができないことや工場における接合金物の取り付けに関わる接合部の多さ等の課題にも着目している。

川上では、【生産】の【認知】、【製造】の【費用】、【拠点】、【工程】、【設計】の【人材】、【施工】の【人材】、【規模】、【普及】の【市場】、【補助】、【関係】が近い位置に布置された。これより、川上は日本におけるCLTに対する認知度の低さやマーケットが確立されていない点、他の工法との総工費に関する比較がない等の課題に着目している。また、CLTの普及に対する補助金や取引先等のネットワーク構築、CLTを扱う建築物の設計者や施工者等にも経験者が少ない点も含めて、他の業種における課題も幅広く認識している。さらに、CLTを用いた建築物の施工における実務的な課題として、在来工法等の木造と比較して、CLTはサイズが大きく重いため、施工現場が狭いと扱いづらい点やクレーンが必要となる等の課題を認識している。

5. CLT に対する課題意識の構造化

各業種における CLT に対する課題意識を構造化するため、前章では、各業種の項目の指摘回数を用いてコレスポンデンス分析を行った。続いて、各項目におけるカテゴリースコアを用いてクラスター分析⁷⁾を実行し、分析により得られたデンドログラム（図2）を等しい類似度で区切ることで5つのクラスターを得た。

図2 クラスター分析によるデンドログラム

クラスター分析の結果、各業種と同じクラスターに含まれた課題項目は、より結びつきの強い課題項目である。次節では、各業種のクラスターにおける課題項目に基づいて、項目同士の繋がりも含めて課題

意識の構造図⁸⁾を作成しインタビュー結果も含めて考察することで、CLT に関する技術及び心理面の課題意識を明らかにする（図3～5）。

5.1 川下における課題意識の構造化

川下における課題意識を整理した結果、A～Gの7つの類型を導出した（図3）。川下では、「性能が不明確」という意識が、Aにおける「遮音性が低い」、「防音性が低い」やDにおける「耐火性」、「耐火構造」、「被覆が必要」やEにおける「耐震性」、「抵抗しない直交層がある」等に繋がる。これより、CLTを建築物に使用する際の性能に関する不安や技術面での課題がCLTに対する心理的な障壁になっていると考えられる。これらの課題に対して、既に様々な用途の建築物においてCLTを使用する欧米諸国と日本では、建設環境が異なるため、欧米の方法をそのまま日本に適用するのではなく、日本の基準や気候風土にあった形でCLTを取り入れていく必要がある。

また、Cにおける「被覆材も高い」、「他工法よりもコスト高」、「コストが合わない」、「様々な制約」、「良いイメージない」等の繋がりから、CLTは一般的に材積が多いためコストが高く、耐火及び防火性能を求められる際には、その基準をクリアするための被覆をすることで更なるコスト増となる。また、特に耐火や防火に関する様々な制約から、最終的な建築物に対しても良いイメージができない等の課題がある。これらの課題に対して、CLT単体のコストで考えるのではなく、RC造と比較した場合の軽量化による工期短縮や各作業の効率化、木材による炭素固定量の経済的及び環境的付加価値の算出等、全体費用における詳細も含めてコスト比較を行う必要がある。

さらに、Gにおける「CO₂が出る」、「CO₂削減にならない」、「環境配慮が少ない」等の繋がりから、CLTを使用して木材の使用量を増やすことで炭素固定量が増加する点で、CO₂削減等の環境的なメリットがある。しかし、現状では、CLTの製造・加工拠点が少ないことから、製造工場から建設現場間の運搬でCO₂が排出され、最終的なCO₂削減の面での効率化に関する環境面での課題も挙げられている。これらの課題に対して、CLTは依然として普及段階にあり、木材利用や森林整備への意識が高まりつつある日本¹⁰⁾においては、CLTの活用による炭素固定や森林循環等の環境的な効果や付加価値の見える化、CLTを活用する際の補助金や評価システム等のインセンティブに関する仕組みも整備していく必要がある。具体的には、欧州の環境政策でもみられるが、CLTを用いることによる環境負荷の低減に対する税制優遇やLife Cycle Assessmentと連動した環境影響評価手法等の整備が考えられる。さらに、都市と森林を繋ぐ適度な距離にCLTの製造・加工工場をネットワーク化して配置することや状況に応じた集約化によって、効率性と環境効果の両面を考慮する必要がある。

図3 川下における課題意識の構造図

5.2 川中における課題意識の構造化

川中における課題として、H～Rの11の類型を導出した(図4)。川中では、「加工設備がない」という意識が様々な課題意識へと展開している。Lにおける「設備が合わない」やIにおける「投資がある」、「設備が高い」、「将来が不安」、「参入し辛い」等から、既存設備では規格が合わない点や新規設備投資が高く、投資に対する不安等の課題を意識している。これらの課題に対して、CLTを問わず新しい技術や工法の導入初期段階では、将来需要や新規設備投資のコストに対する不安は共通するため、既存の在来工法、鉄骨造、RC造等との混構造も有効である。それによって、1棟あたりの木材使用量は減るものの、総合的な使用量を増やすことで、機械の稼働率の向上にも繋がる。

また、Jにおける「海外と考え方が違う」、「データがない」、「毎回入力が必要」やKにおける「国産機械がない」、Mにおける「CADが非対応」、「組み合わせ」、「従来ソフト非対応」、「できる人が少ない」等

の意識がみられた。これより、CLTの加工用のCADが既存のCADに対応していない点、CLT用のCADを扱える人材が少ない等の課題を意識している。また、現在、CLT関連設備の多くを輸入しているため、ソフトウェアの構造や考え方の違いにより、日本の接合部や加工用の刃物のデータが自動で選択できるものがない点、中高層建築物向けにCLTを使用する際のCADとBIMの連動が普及していない等の課題もみられる。さらに、Qにおける「データの非共有」、「複数社の協力が得られない」、Nにおける「独占のため高度化」、「方法が不統一」、「特定企業に限定」等の意識もみられた。これより、CADデータがオープンになっておらず、データの共有が自由でないことから、複数社の協力が難しいことや接合の方法、構造計算が規格化されていない等の課題もみられた。これらの課題に対して、CLT用のCADインターフェースの改善等も含めてCLTと既存工法の双方に対応できる加工機械や既存ソフトウェアの改良も必要である。

図4 川中における課題意識の構造図

図5 川上における課題意識の構造図

また、製品の規格化やCADのオープンソース化、最終的な市場拡大に向けた各業種間の協力体制の構築も必要である。

Hにおける「工場が少ない」、「競争がない」やOにおける「技術が未普及」、「構造計算が困難」、「接合部が多い」、「収まりが不明」、Pにおける「管理が難しい」等の意識がみられた。これより、各業種の拠点が少ないことに起因して競争企業がない点、CLTに関して確立している技術が少ないことによって構造計算が困難な点、メンテナンス上の課題等もみられた。これらの課題に対して、競争力を培うためには、地域毎にサプライチェーンを構築し、企業間のネットワーク化も必要である。また、設計や接合方法、技術的な発展を後押しすべく、技術の共同開発や可能な限りデータを共有する等の体制を確立していくことが重要であると考えられる。

5.3 川上における課題意識の構造化

川上における課題として、SーE'の13の類型を導出した(図5)。川上では、A'における「工法毎の総建築費が不明」、「適正価格が不明」、「他工法とコスト比較が不明」等がみられた。これより、工法毎の総工費が不明確であるため、材料の適正価格が不明な点や他工法を含めた全体のコストの比較がされていないこと等の課題を意識している。また、B'における「市場が小さい」、「フルで稼働できない」等の課題もみられた。これらの課題に対して、CLTの材料コストは安くはないが、材料単体の価格だけでなく、工期短縮等を含めた全体のコストで工法毎の詳細な比較を行うのが有効である。また、依然として市場が小さく、シェアがあっても製造工場を最大稼働率で運用し続けるのは容易ではない。よって、用途別にCLTの規格サイズを拡充し対応可能な範囲を広げていくのと合わせて、市場の拡大にも取り組んでいくことが重要であると考えられる。

C'では「低価格化」、「しわ寄せ」、「赤字にたくない」、「お金にならない」、「買い手市場」等の意識もみられた。これより、材木に対して買い手市場が続く現在のマーケットにおける要因と森林整備のサイクルが確立できていないことによる木材の低価格化等の課題を意識している。また、D'では「補助金が目的」、「補助金に頼りすぎ」、「補助金が限定的」等の意識もみられた。これより、現状として、補助金なしではCLTを使用するのは難しく、民間の需要に必ずしも応えられていない点や補助金の効果を実感できていない等の課題がみられる。これらの課題に対して、CLTに関わる製材から製造までのサイクルとして一つの企業が行うことでの効率化と川上におけるコスト削減に取り組み、木材を金融化することで、丸太の価格を安定化させる等の抜本的な流通構造を変える取り組みが必要である。また、補助金頼みの施策や販売促進のための補助金だけではなく、CLTを利用することで一定の利益が川上側に戻る仕組みや一過性ではなく持続的な仕組みを構築する必要がある。

さらに、E'における「材の住み分け」、「尺上サイズの余り」、「合板との住み分け」等の意識がみられた。これより、CLTと既存の木材の規格との住み分けが必要である点、大径木を想定した場合の歩留まりの悪さから、使用用途が少ない等の課題を意識している。これらの課題に対して、現在、柱や梁に使用されている材や合板をそのままCLTに置き換えるのではなく、柱や梁に適すではない木材等をCLTに適したラミナに加工する等の工夫が必要である。また、大径木をそのままの大きさで構造材として使う用途は限定的であるため、効率よくCLTのラミナに製材する方法を検討する方が効果的である。

6. 結論

本研究では、CLTに対する課題として、業種毎の課題意識の構造図を作成し、川下から川上における共通の課題とそれぞれの課題を考察し、各課題の解決に向けた取り組みについて考察した。

各業種における共通の課題として、CLTのコストや市場規模が小さいことから、各業種における拠点が少ない点、それに伴う運搬コストに関する課題が明らかとなった。また、CLTを使用した建築物の事例が少なく、認知度の低さ等に関する課題も明らかとなった。

川下では、CLTを建築物に使用した際の性能に関する課題や工程の細分化、CLT使用時における環境的効果の明確化や環境意識の向上等の課題が明らかとなった。川中では、既存設備との親和性、新規設備投資の費用、将来的な需要に対する不安、設備同士の互換性、CLT使用時のメンテナンス等に関する課題が明らかとなった。川上では、買い手市場による原材料の低価格化や森林整備のサイクル、CLTを使用した際の減税措置や補助金に関する課題が明らかとなった。

将来的な展望として、近年の欧州では、地球温暖化防止や環境保護等を背景とした「持続可能な開発目標(SDGs)」への対応や「環境や社会、企業統治を重視する(ESG投資)」の拡大等の動きが活発である。また、日本においても「森林環境税及び森林環境譲与税に関する法律」が施行され、森林整備及び木材利用を後押しする動きがみられる。これらの動きと連動して、環境負荷が少なく持続可能な材料としての木材利用を推進する上で、CLTをはじめとした木材関連製品は、建築分野においても重要な役割を担うと考えられる。さらに、林業全体の製造・流通ネットワークを再構築し、川下から川上の企業だけではなく、行政も含めた様々な分野が連携して、木材需要の創出に繋がる仕組みづくりに取り組んでいく必要がある。

謝辞

本研究の調査にあたり、インタビュー調査において各企業の方々には、多大なる調査協力を頂きました。また、本研究における論文作成にて、白井翼氏(日本福祉大学健康科学部4年)にも御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

注

- 注1) 本研究では、中大規模建築での利用を想定してインタビューを行った。ただし、JAS認定構造材としてのCLTの厚みは36mmとされるが、実験参加者の自発的な意識を把握するため、インタビュー時に120mm厚や5層5プライ以上等の具体的なサイズは指定しなかった。
- 注2) CLTに関する機械メーカーを川中に含める理由として、単にCLT加工の機械を設置するだけでなく、加工するためのCADの操作についての講習、加工に関する提案や知識の教授等も行っており、CLTの加工に関する全般的な業務にも携わっているためである。
- 注3) 本研究において企業の選定をする際、協力を得られる企業の中から、経営規模や従業員数を考慮して企業を選定することで、偏りがないように配慮した。また、CLTを扱う企業のみを対象とした理由として、CLTを使ったことのない企業は、CLTの存在自体を把握していないか興味がない可能性があるためである。なお、同一企業内にCLTに営業と設計、営業と加工等の複数の部署が関わっている場合は、異なる視点でCLTに対する課題を把握することが目的であるため、複数人にインタビューを行った。今後、CLTの需要創出に関するより詳細な検討を進める際は、CLTの存在は把握していて興味もあるが、実際に使用していない企業も対象に含めて研究を行う予定である。
- 注4) 個別のデプスインタビューでは、共通の質問項目を設定した上で、実験参加者による自由回答形式とした。これは、各実験参加者から共通事項について回答を得る一方で、CLTに対するより直接かつ重層的な繋がりも含めて実験参加者自身の考えや課題に対する認識等を抽出するためである。

- 注 5) 分類は、各業種が指摘した課題項目を 3 名によって意味内容の類似性をもとに各項目を統一し、分類作業を行った。続いて、項目を意味内容によってまとめることで小分類を、各小分類を包括するグループによってまとめることで大分類を得た。分類を行う上で判断が分かれる項目は、判断の根拠やインタビュー時の話の流れから議論を行い、全員の合意が得られた時点で決定した。各項目の最終的な分類は、大分類と小分類によって決定される。
- 注 6) コレスポンデンス分析は、クロス集計結果を使って、行の要素と列の要素を使い、それらの相関関係が最大になるように数量化して行の要素と列の要素を散布図に視覚化して表現する分析方法である。
- 注 7) クラスタ分析を実行する際、コレスポンデンス分析の際に得られたカテゴリースコアをもとに、ward 法、ユークリッド距離を採用して、クラスタ分析を行った。
- 注 8) 複雑にネットワーク化された各実験参加者の課題意識の構造を分析するため、クラスタ分析において、各業種と同じクラスターに分類された課題項目に着目して分析を行う。各業種と同じクラスターに分類された項目は、各業種と特に結びつきの強い項目であると考えられ、業種毎に項目同士の繋がりを含めて整理することで、課題意識の構造化を行った。

参考文献

- 1) Forestry Agency: Shinrin・Ringyo Hakusho, 2020.6 (in Japanese)
林野庁：令和元年度版 森林・林業白書，2020.6
- 2) NRI: Situation and Subject of Housing Market in 2030, <https://www.nri.com/jp/event/mediaforum/2018/pdf/forum266.pdf>, 2019.01 (in Japanese)(accessed 2020.3.26)
NRI: 2030 年の住宅市場と課題，<https://www.nri.com/jp/event/mediaforum/2018/pdf/forum266.pdf>, 2019 年 1 月 (accessed 2020.3.26)
- 3) Trump for Regional revitalization, CLT, New Architectural Material, Sohjusha, 2016.6 (in Japanese)
地方創生の切り札，新たな建築材料 CLT とは：創樹社ハウジング・トリビューン編集部，2016 年 6 月
- 4) Aoki, K. : Current state and future tasks for timber and wood-based materials for engineered wood products, J. Wood Sci., Vol.61, No.3, pp.169-173, 2015.5 (in Japanese)
青木謙治：構造用材料としての木材・木質材料の現状と今後の課題，木材学会誌，Vol.61, No.3, pp.169-173, 2015 年 5 月
- 5) Kobayashi, K., : Present and future tasks for screw joints in timber structures, J. Wood Sci., Vol.61, No.3, pp.162-168, 2015.5 (in Japanese)
小林研治：木質構造におけるビス接合の現状と今後の課題，木材学会誌，Vol.61, No.3, pp.162-168, 2015 年 5 月
- 6) Haba, R. et al. : Development of clt panels bond-in method for seismic retrofitting of RC frame structure, Journal of Structural and Construction Engineering, Vol.81, No.726 号, pp.1299-1308, 2016.8 (in Japanese)
幅亮太，北守顕久，森拓郎，福原武史，栗原嵩明，五十田博：CLT パネルを接着挿入した RC フレームの耐震補強効果に関する実験，日本建築学会構造系論文集，第 81 巻，第 726 号，pp.1299-1308, 2016 年 8 月
- 7) Tanaka, M. et al. : Experimental study on airborne sound insulation of cross laminated timber panel walls, Japan's Journal of Environmental Engineering, Vol.81, No.730, pp.1075-1084, 2016.12 (in Japanese)
田中学，笠井祐輔，村上剛士，川谷翔二：CLT パネル壁の空気音遮断性能に関する実験の検討，日本建築学会環境系論文集，第 81 巻，第 730 号，pp.1075-1084, 2016 年 12 月
- 8) Uekawa, D. et al. : Small furnace fire tests and actual-size fireproof tests for development of 2-hour fireproof clt structures, Mokuzai hozon, Vol.42(6), pp.294-302, 2016.8 (in Japanese)
上川大輔，原田寿郎，稲田達夫，倉富洋，塩崎征男，村田忠，矢埤和彦：被覆型 CLT 2 時間耐火構造開発に向けた小型炉実験と実大耐火試験，木材保存，Vol.42(6), pp.294-302, 2016 年 8 月
- 9) Nakashima, K. : Current status and future issues of CLT, https://www.kenkocho.co.jp/html/publication/173/173_pdf/173_07.pdf, 2017 (accessed on 2021.5.10)
中島浩一郎：CLT の現状と今後の課題，https://www.kenkocho.co.jp/html/publication/173/173_pdf/173_07.pdf, 2017 年
- 10) Japan Cross Laminated Timber Association: Full result of government-commissioned and subsidized project, <http://clta.jp/document/>, 2018.10 (accessed on 2021.5.10)
CLT 協会：国の委託・補助事業成果一覧，<http://clta.jp/document/>, 2018 年 10 月
- 11) Uchiyama, Y. and Kohsaka, R. : Utilization of Forest Environment Transfer Tax in Ordinance-Designated Cities: Trend of Urban Forest Policy and Its Diversity in Japan, Journal of Forest Research, Vol.102(3), pp.173-179, 2020.6 (in Japanese)
内山愉太，香坂：政令指定都市における森林環境譲与税の活用の実況：一都市部における森林政策の多様な展開の分析一，日本森林学会誌，Vol.102(3), pp.173-179, 2020 年 6 月

[2021 年 2 月 1 日原稿受理 2021 年 5 月 6 日採用決定]