

外構部等の木質化対策支援事業 企画提案型実証事業

外構部等の木質化

実証事例集

令和4年度補正予算林野庁補助事業
外構部等の木質化対策支援事業 企画提案型実証事業
外構部等の木質化 実証事例集



全国木材協同組合連合会
公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

全国木材協同組合連合会
公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

はじめに

林野庁補助事業「外構部等の木質化対策支援事業」の企画提案型実証事業では、建築物の外構部及び外装に利用できる木材の普及や、耐久性を向上させる維持管理方法等、技術的な課題への対応や先進的な取組の効果の実証に取り組む事業者に対して助成し、得られた情報等を分析・評価して、さらなる普及に向けての対策につなげることをしています。

令和5年度は10件の応募があり、実証内容の実現可能性や妥当性、新規性や先駆性、実証成果の効果、木材の使い方、維持管理計画の妥当性等の観点から3件が選定されました。

具体的には、スギの黒心材を使った外構材について異なる環境での耐候性を比較検証するもの、中小木材事業者でも製造可能な木ダボ接合積層材を活用した木製デッキの開発、国産表層圧密材と大径木赤身材等による既存建築物の外構・外装木質化における工法及び耐候性等の検証がありました。

用途としては、パーゴラ、デッキ、階段カバー、ベンチ、壁面等で、検証内容は、木材の品質や処理方法及び設置環境に関する検証と木質外構施設が利用者にも与える影響の検討、低質材の意匠材としての活用及び歩留まりや価値の向上、スギ大径材の活用に向けた耐候性等向上のための処理方法・工法の検討及び経年変化観察や外装木質化に関する印象調査等、多岐にわたりました。

この冊子には、令和5年度の実証事業で得られた成果の概要が掲載されています。異なる観点から行った外構部及び外装に関する検証結果が示されており、品質・施工・維持管理等に加え、利用者の印象等、多角的な視点から検討されています。これらの成果を、外構部及び外装の木質化を検討する際の参考にして頂くことで、さらなる木材の外構・外装利用や新たな用途開発の推進、適切な維持管理方法の普及、ひいては木材の魅力発信と需要拡大による脱炭素社会の実現へとつながっていくことを期待します。

令和6年3月

外構部等の木質化対策支援事業 企画提案型実証事業 審査委員会
主査 石川 敦子

令和4年度補正林野庁補助事業 外構部等の木質化対策支援事業 委員名簿

企画運営委員会

(順不同・敬称略)

委員長	木口 実	日本大学 生物資源科学部 森林資源科学科 教授
委員	青井 秀樹	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業経営・政策研究領域 チーム長
	浅田 茂裕	国立大学法人 埼玉大学 教育学部 教授
	石川 敦子	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材研究部門 木材改質研究領域 領域長
	加藤 永	一般社団法人 日本木造住宅産業協会 専務理事
	関澤 外喜夫	日本木材防腐工業組合 専務理事
	藪崎 公一郎	静岡県木材協同組合連合会 専務理事
行政	五味 亮	林野庁 林政部 木材利用課 建築物木材利用促進官
	日向 潔美	林野庁 林政部 木材利用課 木造公共建築物促進班 課長補佐
	瀬戸 佑一郎	林野庁 林政部 木材利用課 木造公共建築物促進担当専門職
事務局	田口 護	全国木材協同組合連合会
	西 純一郎	全国木材協同組合連合会
	石垣 泰夫	全国木材協同組合連合会
	池田 亘	全国木材協同組合連合会
	金子 弘	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	飯島 敏夫	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	清水 俊二	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	増村 浩	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	佐野 敦子	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	太田原 統	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	石部 魁斗	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	渡部 有太	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

企画提案型実証事業 審査委員会

(順不同・敬称略)

主査	石川 敦子	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材研究部門 木材改質研究領域 領域長
委員	青井 秀樹	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 林業経営・政策研究領域 チーム長
	浅田 茂裕	国立大学法人 埼玉大学 教育学部 教授
	木口 実	日本大学 生物資源科学部 森林資源科学科 教授
	町田 初男	元 群馬県林業試験場 主任研究員
	山田 誠	一般社団法人 建築性能基準推進協会
行政	五味 亮	林野庁 林政部 木材利用課 建築物木材利用促進官
	日向 潔美	林野庁 林政部 木材利用課 木造公共建築物促進班 課長補佐
	瀬戸 佑一郎	林野庁 林政部 木材利用課 木造公共建築物促進担当専門職
事務局	金子 弘	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	飯島 敏夫	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	清水 俊二	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	増村 浩	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	佐野 敦子	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	太田原 統	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	石部 魁斗	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	渡部 有太	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

外構部等の木質化対策支援事業 企画提案型実証事業 実証事例集 目次

はじめに	01
委員名簿	02
目次	03
実証事業の実施	04

【第1部】

実証事業の成果	05
実証事業 01 ひむかブラックシダー プロジェクト (杉の黒心材を使った外構材の提案、異なる環境での耐候性の比較検討) (堀正製材・建設)	06
実証事業 02 中小木材事業者でも製造可能な DLT を活用した、木製デッキの開発、及び木堀、木製遊具による外構景観整備 (株式会社 長谷萬)	14
実証事業 03 国産表層圧密材 Gywood・大径木高耐久赤身材 ObiRED等による既存建築物の外構・外装木質化工法及び耐候性等の検証 (ナイスユニテック株式会社)	22

【第2部】

竣工後の経過観察	31
令和3年度実証事業	32
令和4年度実証事業	58

外構部等の木質化対策支援事業 企画提案型実証事業 実証事業の実施

1 事業の趣旨

この事業は、これまで木材利用が低位であった施設等の外構部及び外装の木質化により、木製外構及び木製外装の認知度の向上や木製外構及び木製外装に関連する知識の普及並びに情報の収集等の取組を支援することにより、木材の新たな需要を創出することを目的とするものであり、建築物の外構部等に利用できる木質部材の普及、耐久性を向上させる維持管理の方法など技術的な課題への対応等先進的な取組の効果を実証する事業を支援するものである。

2 対象事業

屋外に設置される外構施設又は外装（住宅の外構施設又は外装を除く。）であって、建築物の外構部及び外装の木質化に係る先進的な取組の効果、又は普及効果の実証を通じて課題解決に取り組む次の実証事業を対象とした。なお、(1)、(2)いずれの実証においても、整備する施設の維持管理計画、成果の普及活動及び成果の波及効果等について検討を行うものとした。

(1) 木材・製品・技術の性能等の検証に関するもの

外構部等における木材の新たな利用方法を企画し、性能等を確認するもの。

(2) 利用者や社会に及ぼす効果等の把握に関するもの

木質化した外構施設又は外装が利用者や社会に及ぼす効果等を把握するもの。

3 補助の内容

別に定める公募及び実施要領によりその経費の定額を助成した。

4 応募期間及び審査結果

令和5年4月26日から令和5年6月26日までの受付期間中に10事業の応募があり、審査の結果、うち3事業を採択した。

● 応募者 / 事業実施者の手続きの流れは次のとおり。



3 Demonstration projects



事業の概要

実証事業名	ひむかブラックシダー プロジェクト (杉の黒心材を使った外構材の提案、異なる環境での耐候性の比較検討)
実証事業者	堀正製材・建設
実証事業概要	<p>鉄肥杉を起源とする宮崎杉は心材色の黒い黒心材が多く大径化も進み利用が叫ばれている。黒心材は見た目が悪く、含水率が高く乾燥も難しい。また、金属成分の灰分を多く含み、空気に触れると酸化重合して黒くなる材質であり、市場では欠点材として敬遠され安価で取り引きされている。黒心材の利点は、赤心材と変わらない強度があること。テルペン類を多く含み、耐久性、耐蟻性が高いという特徴を持った材質である。</p> <p>本事業では、地元にて植えてられた耐久性の高い杉の黒心材(大径材)の特徴を細かく調査し、外構材の部材として開発し、黒心材を適正な価格で流通させる新たな利用開発を提案することとした。</p>



外構施設の種類	ひなたほいくえん：パーゴラ、デッキ、階段ウッドカバー 三名こども園：空中デッキ、サークルベンチ
設置場所の名称	社会福祉法人 花ヶ島福祉会 ひなたほいくえん 社会福祉法人 三名福祉会 幼保連携型 認定こども園 三名こども園
外構施設の場所	ひなたほいくえん：宮崎県宮崎市 三名こども園：宮崎県東諸県郡国富町

01 実証事業の目的

実証事業の目的	<p>鉄肥杉を起源とする宮崎杉は心材色の黒い黒心材が多い杉としても有名で、近年では資源量も多く大径化が進み利用が叫ばれている。</p> <p>黒心材は見た目が悪く乾燥も難しく、建築材には手間が掛かるため、市場では欠点材として敬遠され安価で取り引きされているが、強度は赤心材と変わらず、特徴として抗蟻性のテルペン類を多く含み、耐久性、耐蟻性の高い材質である。</p> <p>本事業では、市場で敬遠されている黒心材を外構材に利用することを提案し、建築材に多く利用される赤心材と使い比べ、劣化に対する影響を、材色別の品質や耐久性処理の種類・方法での違いと、設置環境の異なる状況下で比較観察する。</p> <p>方法としては、宮崎杉の黒心と赤心の芯去り割角を用意し、加圧防腐注入のK4相当に処理した材と、安定性と耐腐朽性を高める高温熱処理のサーモウッドに加工した材料を使い、環境の異なる2箇所の施設に設置し、設置後に、防腐塗料で仕上げた外構材の材色別の品質性能の違いや、劣化耐久性処理別の違い、また、設置環境の違いによる耐候性の調査を長年に渡り行って比較検証する。</p> <p>さらに、設置した木質外構施設が与える子供の感触の調査を関係者に依頼する。</p>
---------	--

02 実証事業で設定した課題

実証1	<p>敬遠されている杉の黒心材の特徴を生かし、耐久性の高い外構部材の製造と使用方法を検討。また、建築材に多く利用されている赤心材も混ぜて使用し、材色の違いによる耐久性の差を長期間調査する。</p> <p>劣化の原因となる初期現象を観察発見することも課題とする。</p>
実証2	<p>外構木材は長年の暴露環境にさらされ、腐朽劣化や虫害被害、気象劣化の割れや変形・変色が起こる。</p> <p>部材別や、材色別の品質性能に適する保存処理の種類・方法を調べ、外構木材の欠点となる生物劣化や気象劣化に対応できる手段を検討する。</p>
実証3	<p>海に近い日当たりの良い施設と、山の近くでピオトープを活用している木陰の多い施設の、環境の異なる2箇所に外構施設を設置し、それぞれの環境での木材の劣化の程度や様子を長期間調査する。</p> <p>また、異なる環境下での劣化原因の初期現象を観察発見する。</p>
実証4	<p>地元の杉材で造った外構材を使用する子供の行動や表情の観察、調査を行う。</p> <p>また、施設の職員や保護者に、部材別の薬剤加圧防腐処理や高温熱耐腐朽処理の違いを説明し、黒心材と赤心材の材色の印象や、劣化耐久性処理に対する印象の調査も行う。</p>

03 課題解決の方法

実証1	黒心と赤心の大径材を芯去り割角に製材した部材を準備し、材色別に色分け着色し使用箇所を図面に記載する。 また、黒心と赤心の芯去り割角の防腐液の含浸率の測定（浸潤度測定試験）を行い、耐久性の比較を行う。さらに、劣化原因の初期現象の観察発見に努める。
実証2	長年の暴露環境下での生物劣化や気象劣化に対する黒心と赤心の材色別の品質を小試験体強度試験で調べる。 耐久性処理別の木材腐朽測定試験も材色別と保存処理別に行い、材色別に行った耐久性処理が各部材の腐朽劣化に適する方法であるのかを検証する。
実証3	海の近くの日当たりの良い施設と、山に近い木陰の多い施設の、環境の異なる2箇所に実物の外構施設を設置し、2の課題の実証1・2の内容を、設置環境と使用状況の違いを考慮しながら、劣化の程度や様子の比較観察を長年に渡り実施する。
実証4	地元の杉材で造った外構施設を使用する子供たちの体感や表情を、施設の関係者にまとめてもらう。 また、黒心材、赤心材の異なる材色の印象、薬剤防腐処理や高温熱処理に対する感性の違いを施設の職員や関係者に説明し、理解してもらったうえでアンケートを行い、調査する。

04 実施工程・実施体制

施設の整備	令和5年 7月～8月：設計 9月：打合わせ、材料調達 10月：木材加工、基礎工事、土工事、木工事、塗装工事 11月：基礎工事、土工事、木工事、塗装工事 12月：塗装工事、完成
データ収集等	令和5年 9月：木材腐朽測定試験（開始） 10月：防腐液浸潤試験、浸潤度測定試験（注入前後測定） 11月：小試験体強度試験、動的ヤング係数測定試験、浸潤度測定試験 12月：引渡し 令和6年 1月：木材腐朽測定試験（終了）、説明会
実施体制	設計・施工、成果報告書作成：堀正製材・建設 木材供給：南九州木材市場 株式会社 木材以外の材料供給：虹アート外柵設備、聖天リース 有限会社、株式会社 アサヒ建材、株式会社 深港美装、有限会社 原田鉄工所 加圧防腐注入：ランバー宮崎 協同組合、株式会社 トーア 木材加工：ランバー宮崎 協同組合、サウスウッド宮崎 協同組合、堀正製材・建設 木材処理：越井木材工業 株式会社、サウスウッド宮崎 協同組合 木材腐朽測定試験・防腐液浸潤試験・小試験体強度試験・動的ヤング係数測定試験、成果報告書監修、助言・指導：宮崎県木材利用技術センター

05 得られた成果

芯去り割角の赤心材と黒心材の防腐液の含浸率の違いを調べるため、1m×150mm角を、K4相当で加圧防腐処理し、浸潤度測定試験を行った。
 結果、赤心材も黒心材も防腐液の浸潤度に大差はなく、薬剤浸潤度試験でも問題なかった。
 赤心材は黒心材より乾燥が早く、劣化原因となる干割れや収縮の初期現象が早く起こった。

表1 浸潤度測定試験

浸潤度 (各10本平均値)	
黒心材	96.9%
赤心材	99.5%

実証1



写真1 浸潤度測定試験 判定領域



写真2 干割れの起こった芯去り割角（赤心材に多く発生）

【小試験体強度試験、動的ヤング係数測定試験】
 赤心材と黒心材の加圧防腐処理材を小試験体強度試験、動的ヤング係数測定試験を行い、材色別の強度や品質を明らかにした。
 結果、赤心材と黒心材の強度差はほとんどなかった。

【木材腐朽測定試験】
 赤心材と黒心材の木材腐朽測定試験を行った。コントロール杉白太と赤心材、黒心材双方の無処理材と加圧防腐処理材、高温熱処理材の合計7種類を、「JIS K 1571:2010 木材保存剤-性能基準及びその試験方法」に準じ、オオズラダケに対する木材腐朽測定試験を行った。
 結果、無処理黒心材と保存処理を施した試験体の菌糸の量はともに少なく、黒心材は無処理であっても、耐腐朽性が高いことが分かった。
 また、保存処理を施した赤心材と黒心材の培養瓶内の菌糸の量に大きな差はなかった。

表2 小試験体強度試験、動的ヤング係数測定試験の結果

品名	動的ヤング係数 (kN/mm ²)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	備考
赤心材(45×115×1010)	5.6	5.3	41.4	40本の平均値
黒心材(45×115×1010)	5.6	5.3	37.5	40本の平均値

実証2



写真3 木材腐朽測定試験状況（無処理試験材）
 左から赤心材、黒心材、コントロール杉白太（辺材）



写真4 木材腐朽測定試験状況（保存処理材試験材）
 左からサーモウッド赤心材、サーモウッド黒心材、ACQ K4相当 赤心材、ACQ K4相当 黒心材

05 得られた成果

実証 2

表3 木材腐朽測定試験の結果詳細

試料名	重量減少率(%)
コントロール杉白太(辺材)	43.95
高温熱処理サーモウッド赤心材	1.65
高温熱処理サーモウッド黒心材	1.97
無処理グリーン材 赤心材	26.83
無処理グリーン材 黒心材	4.99
マイトレック ACQ K4 相当 赤心材	2.28
マイトレック ACQ K4 相当 黒心材	2.97

環境の異なる海側と山側に設置した外構施設の耐久性の違いを調べるにあたって、含水率や寸法収縮、干割れ、変形等を観察し、劣化の初期現象となる原因を調査した。結果、海側のパーゴラ柱に使用した赤心材と目荒な黒心材に加圧注入による落ち込みが多く見られた。山側の空中デッキの赤心材の柱に、干割れが設置後に早く発生した。

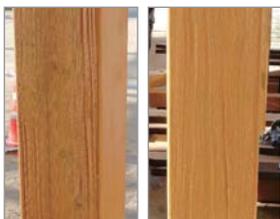


写真5 落ち込みが発生した柱 (海側のパーゴラ柱)



写真6 干割れが発生した柱 (山側の空中デッキ柱)

実証 3

杉材が与える影響については、短い調査期間だったが、施設の職員たちから、外構施設を使う子供たちは非常に明るく、楽しげで、また、柔らかく、温かい杉の質感により、疲れを感じさせず、真冬でありながら肌を触れさせて遊ぶことが報告された。

職員、保護者へアンケート調査を行い、結果、黒心材のマイナスイメージはなく、防腐処理も丈夫で安全な方法であれば良いとの意見が多く、全般的に、木材に愛着を持っている意見が多く得られた。



写真7 外構施設を使う子供たち

実証 4

05 得られた成果

実証 4

表4 アンケート結果

1) 施設の園庭に空中デッキとベンチを設置しているのをご存じでしたか？			
知らなかった 1件	知っている 35件	詳しく知っている 1件	
2) 設置中の空中デッキとベンチの材料は宮崎県産の杉を使っている事はご存じでしたか？			
知らなかった 25件	聞いたことはある 11件	知っている 3件	詳しく知っている 回答なし 1件
3) 宮崎県が杉丸太の生産量が日本一を連続32年続けている事はご存じでしたか？			
知らなかった 22件	聞いたことはある 12件	知っている 5件	詳しく知っている
4) 展示サンプルを見て、杉材には黒い色と赤い色の心材の色がある事をご存じでしたか？			
知らなかった 32件	聞いたことはある 6件	知っている 2件	詳しく知っている
5) 宮崎県産の杉材には黒い色の心材色が多いのはご存じでしたか？			
知らなかった 33件	聞いたことはある 1件	知っている 5件	詳しく知っている
6) 黒い色の心材は腐れやシロアリに強く耐久性が高いことを知っていましたか？			
知らなかった 30件	聞いたことはある 5件	知っている 4件	詳しく知っている
7) 展示しているカットサンプルを見て、黒い色の杉材の印象を教えてください。			
●黒い色は暗く、見た目が悪い。			
●黒い色は強く、丈夫なイメージがある。			23件
●杉の色は気にしない、さまざまな色を混ぜ合わせて使ったらよいと思う。			12件
●回答なし			3件
8) 建設している外材には安全な防腐処理(薬剤処理)を施していますが、ご存じでしたか？			
知らなかった 28件	聞いたことはある 3件	知っている 8件	詳しく知っている
9) 木材を腐れやシロアリから守るのに安全な防腐剤を使っていますが、印象や意見を聞かせてください。 なお、使用している防腐液は、住宅や外構材、木製玩具などに多く使われている、人や環境に優しい実績のある防腐剤で、また、防腐処理木材は自然塗料で仕上げました。			
●腐れやシロアリから木材を守るため安全な防腐処理方法であれば心配しない。			33件
●安全な処理法であっても防腐処理は避けてほしかった。			1件
●他の方法を検討し、他の方法で行ってほしかった。			
●回答なし			3件
9)の件で、その他のご意見をお聞かせください。			
●手足にトゲが刺さらないか心配です。			
●すてきな遊具とベンチをありがとうございます。子どもたちのお気に入りの場所となりそうです。			

06 施設・整備の特徴

施設の特徴

海近くの日当りの良い外構施設は、高さに高低差のあるパーゴラで、デザインは屋根部の垂木が波型にねじれる形で、日差しを和らげる木陰のできる意匠設計とした。また、パーゴラの下部に2種類のデッキや、屋外階段の床表面を木材で覆う施工も行った。もう1つの山近くでピオトープを活用した木陰の多い外構施設は、開放的で日当たりの良い空中デッキと、既設築山の周囲を囲むサークルベンチを設計、施工した。利用の乏しい40cm、50cmを超える杉大径丸太の中でも、欠点扱いされている黒心丸太から製材した芯去り割製の太角や太平角を構造材として使い、デッキ板などには厚みのある芯去り割板を使用した。

設計・施工の工夫

【ひなたほいくえん】

- 構造材は、すべて在来木造軸組工法のプレカット加工。
- パーゴラの柱は根巻コンクリートで太い通し柱を固定するラーメン構造で施工。
- 高さの低いベンチ類は、羽子板付き東石の上に太引や根太を這わせ、羽子板とボルトで木材を固定する東石工法。
- 屋外階段部の被覆や、デッキ板には高温熱処理材サーモウッドを使い、表面のカップ反りなどの形状安定と真夏の暑さ対策を行った。
- 設置後に、全面を自然防腐撥水塗料で塗布し耐候性を高めた。

06 施設・整備の特徴

設計・施工の工夫	<p>【三名こども園】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●構造材は、すべて在来木造軸組工法のプレカット加工。 ●空中デッキ、サークルベンチの柱は根巻コンクリートで太い通し柱や束柱を固定するラーメン構造で施工。 ●サークルベンチ板には高温熱処理材サーモウッドを使い、表面のカップ反りなどの形状安定と真夏の暑さ対策を行った。 ●設置後に、全面を自然防腐撥水塗料で塗布し耐候性を高めた。
木材の見せ方の工夫	<p>施設のデザインは2箇所とも意匠を凝らした設計で、外構材には地元で大量に生産される宮崎杉の中でも利用が乏しい大径材の黒心材を使用し、干割れ防止のできる芯去り割角とした。黒心大径丸太の心材（赤身）部分のみで芯去り割角の太角や太平角を調達するのは困難があり、芯去り割角を数多く採取できる方法として辺材と心材が混ざり合った源平の芯去り割角とすることで資源を効率よく利用した。</p> <p>また、製材採取した黒心の芯去り割角に加圧防腐注入 K4 相当や高温熱処理サーモウッド加工を施すことで、加工前の黒い材色が分からなくなり違和感なく使えるので、この取組みにより厄介者扱いされてきた木材が外構材に有効利用され、SDGsにも貢献できるようになる。</p>

07 今後の展開

期待される成果の波及効果	<p>黒心材の大径丸太は利用が乏しく、主に輸出材やバイオマス発電の燃料などに使用されている。この黒心材には高い耐久性と耐蟻性を持つ特徴があり、また、大径材からは干割れが防止でき、防腐液も含浸量を高められる芯去り割角の生産が可能で、暴露環境下に設置する最適な外構部材を供給できる。</p> <p>見た目が悪い黒い材色は、加圧防腐処理や高温熱処理を施すことや、塗装仕上げを行うことで解消され、欠点材扱いされている黒心大径材を外構材に有効利用することが提案でき、地元で加工することにより、地域経済への波及効果を高める結果につながる。</p>
成果の普及方法	<p>利用が叫ばれている杉の黒心大径丸太の利用方法は、宮崎県だけではなく全国の問題である。黒心の発生原因とその機構についての研究は多くあるが、利用の研究は少なく、材質も不明な点が多い。黒心大径材の有効利用において、芯去り割角に製材することで防腐液の含浸を高める処理方法や、変形を防止し安定性を高める処理方法を外構材に提案する。</p> <p>また、関係者に、杉の中でも非常に利用しづらい黒心の大径材を使用したことや、黒心材が元来持っている特性が外構材に適する寸法歩減り、変形の起こりにくい材質という特徴の可能性と期待を説明し、PRすることで利用拡大を図る。</p>
今後の取組み	<p>黒心材は生材含水率が高く、乾燥速度が遅い傾向にあるため、収縮、干割れなどの変形も遅く、耐久性、寿命を延ばせる可能性があることを、引き続き観察、調査を行っていく。</p> <p>また、大径材からは干割れを起こしづらい芯去りの割角が多く採取できる。このように利用しづらく敬遠され欠点材として取り扱われている大径材や黒心材を有効に利用していくことがSDGsに貢献することになり、環境を守り、森林を循環させながら資源を生産する「循環型林業」につながるということを伝えていく。</p>

08 整備した外構施設の維持管理計画

① 維持管理の方針

維持管理にあたっては、当該施設は主に子供が使用する施設であるため、施設の高さや隙間、形状等の安全基準が厳しい「都市公園における遊具の安全確保に関する指針」(国土交通省)の「維持管理段階」を参考に、以下に示す維持管理計画を立てた。

維持管理の計画

維持管理計画においては、

- 施設の種類ごとに、その構造部材、消耗部材別の維持管理に関する基本的な考え方
 - 施設利用での安全確保のための日常点検や定期点検等の安全点検の実施体制や、実施頻度、時期及び方法
 - 安全点検などにより発見された物的ハザードに対する措置の内容及び手順
 - 計画的な部材の交換、補修等に関する事項
 - 維持管理に係る年度ごとの事業計画の作成に関する事項
 - 点検記録書及び履歴書の整備等
 - 事故情報などへの対応に関する事項
- などを定めた。

- 維持管理計画の策定及び見直しについては、事故や苦情等の情報などを踏まえる必要がある。
- 施設の劣化については、設置後の経過年数や、施設の構造、利用状況、地域の気象状況、立地条件等で異なるため、管理者は製造者や、施工者が示す保守及び点検等に関する資料を踏まえ、適切な点検頻度を設定する。

② 点検内容

(1) 安全点検の種類

安全点検は、その内容と頻度により、以下のよう区分。

- 初期点検（引渡し後、速やかに行う）
設置後、社会福祉施設の管理者の立ち合いのもと、施設の製造・施工者が施設の点検を行う。
- 日常点検（ほぼ毎日行う）
木製外構施設の点検表に沿って行う。社会福祉法人の施設の管理者が、日常業務の中で、主として目視、触診、聴診等により、変形や異常の有無について、点検を行う。
- 定期点検（年に1回以上行う）
社会福祉法人の施設の管理者が、専門技術者と協力して、一定期間ごと、または必要に応じて行う日常点検より詳細な点検。
- 精密点検（日常点検や定期点検時にハザードと思われるものが発見され、精度の高い診断が必要なときに行う）
社会福祉法人の施設の管理者から委託された専門技術者が詳細に点検を行う。

(2) 点検の種類ごとの内容

初期点検	製造、施工業者の責任により行う。外構施設としての機能を確認するとともに、ボルトの増し締めなどを行う。
日常点検	ゆがみ、たわみ、金物のゆるみ、ひび、破損、錆、腐食等の異常、周囲の異常、衛生状態、有毒な害虫の駆除など。
定期点検	目視、触診、聴診やテストハンマー等による打診などで行う。
精密点検	ハザードと思われるものが発見された場合や、精度の高い診断が必要なときに専門技術者が行う。

(3) その他の点検や報告

その他の点検として、施工後に、全面に塗装した自然撥水防腐塗料の状態について点検し、次回の塗り直し塗装時期について、報告することとする。

事業の概要

実証事業名	中小木材事業者でも製造可能な DLT を活用した、 木製デッキの開発、及び木塀、木製遊具による外構景観整備
実証事業者	株式会社 長谷萬
実証事業概要	<p>【目的】 木ダボだけで積層する木質素材 DLT を活用した木製デッキを開発し、知見を得ることで中小木材事業者が製造できる DLT を使用し、都市などの木質化の促進を図る。</p> <p>【課題】 DLT による木製デッキユニットと、その施工方法の開発・検証、DLT 木製デッキ材の丸身材の活用を検証、DLT に用いる国産材木ダボの木材保存薬剤の浸潤度を検証する。 また、園児の保護者や施設訪問者に景観・美観アンケートを実施する。</p> <p>【実証結果】 DLT 木製デッキの設計、施工、丸身材活用の知見を深め、国産の木ダボの薬剤浸潤度を確認した。 DLT 活用した木製デッキ遊具を完工し、景観・美観アンケートを実施した。</p>



外構施設の種類	木塀、木製デッキ遊具
設置場所の名称	朝霞たちばな幼稚園
外構施設の場所	埼玉県朝霞市

01 実証事業の目的

実証事業の 目的	<p>【背景】 各種マスティンバーの技術開発が進められているが、その多くは製造に大規模な設備が必要であり、中小木材事業者には製造への参画が困難という課題がある。 一方、DLT (Dowel Laminated timber) は、木ダボだけで積層する木質素材であり、穴あけ・ダボ打ちというシンプルな加工工程のため、接着に要する加工設備が不要であり、中小木材事業者でも製造できる特徴を持つ。 また、木材の加工性を活かした多彩な表面意匠が可能。丸身や皮付き材など低質材を意匠材として活用でき、製材の価値向上や歩留まり向上につながるなど、さまざまな長所を持つ。</p> <p>【目的】 CLT のようにボリューム感を活かした材料を中小木材事業者が製造し、活用可能にすることを目的に、一昨年の実証事業でスギ材などを活用した屋外利用の DLT について、遊具に用いる屋外壁の開発を行い、事例実現とともに、薬剤の浸潤度などの知見を得た。 しかし、屋外で汎用される「木製デッキ」における DLT 活用に関する知見はこれまでにない。そこで、新たに DLT を活用した木製デッキを開発し、知見を得ることで、中小木材事業者が製造できる DLT を活用した都市などの木質化の促進を図る。</p>
-------------	--

02 実証事業で設定した課題

実証 1	【DLT を活用した木製デッキ床ユニットの開発・検証】 防腐防蟻処理がされた DLT による木製デッキの床ユニットの、仕様や製造方法の開発・検証を行う。
実証 2	【DLT 木製デッキ床ユニットによる、施工方法の開発・検証】 DLT 木製デッキ床ユニットを、施工現場で切断加工などせずに、効率的に取り付けられる施工方法の開発・検証を行う。
実証 3	【DLT に用いる、国産材木ダボの薬剤浸潤度の検証】 国産広葉樹材の活用を図るため、これまで知見のなかった国産広葉樹材から製造した木ダボについて薬剤浸潤度を検証する。
実証 4	【DLT 木製デッキ材の丸身材活用の検証】 木表に丸身があり、木裏には丸身がない、いわゆる B 材を活用することでの歩留まり向上の効果の検証をする。
実証 5	【保護者、訪問者の木塀、木製遊具への景観・美観の把握】 季節を問わず園児が有効に遊び学べる空間とし、木塀・木製遊具に対する景観・美観アンケートを、保護者や施設訪問者へ実施する。

03 課題解決の方法

実証1	【DLTを活用した木製デッキ床ユニットの開発・検証】 木製デッキ形状になっているDLTを設計、製造し、設計寸法を設定のうえ、DLT製造時寸法・含水率、薬剤注入後の寸法・含水率、施工後の寸法・含水率を測定し、効果を検証する。
実証2	【DLT木製デッキ床ユニットによる、施工方法の開発・検証】 DLT木製デッキ床ユニットを、施工する納まりを設定のうえ、実際に施工し、現場の施工プロセスや施工工数を検証する。
実証3	【DLTに用いる、国産材木ダボの薬剤浸潤度の検証】 国産材広葉樹の数種を用いた木ダボについて、今回のデッキ納まりと同様の試験体を作成し、薬剤注入のうえ、薬剤浸潤度を検証し、DLT化による薬剤浸潤度の向上効果を検証する。
実証4	【DLT木製デッキ材の丸身材活用の検証】 デッキの裏面に丸身材を許容する（木表に丸身）ことでの歩留まり向上の効果を検証。
実証5	【保護者、訪問者の木堀、木製遊具への景観・美観の把握】 季節を問わず園児が有効に遊び学べる空間とし、木堀・木製遊具に対する景観・美観アンケートを、保護者や施設訪問者へ実施する。

04 実施工程・実施体制

施設の整備	令和5年 7月～9月：設計 10月：木材供給・加工 11月～12月：基礎工事、木工事 12月21日：完成
データ収集等	令和5年 7月～令和6年1月：指導・助言 令和5年 9月～11月：DLTデッキ寸法変化測定・検証 10月～11月：薬剤浸潤度測定 11月～12月：施工工数検証
実施体制	設計・施工：株式会社 長谷萬 木材供給：小井土製材 株式会社 木材加工：株式会社 長谷川萬治商店 木材保護塗料：大阪ガスケミカル 株式会社 木材保存処理・浸潤度測定：兼松サステック 株式会社、株式会社 ザイエンス 基礎工事他：株式会社 ANKER&ZIMMER 技術応援・普及活動：一般社団法人 木のいえ一番協会、宮城 CLT 普及推進協議会 助言・指導：国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材保存研究室 研究専門員 桃原郁夫氏

05 得られた成果

実証1	DLTを活用した木製デッキ床ユニットの開発・検証を実施した。 安全性、耐久性を確保し、DLTデッキに薬剤注入実施後の寸法変化に問題はなかった。
実証2	【安全の確保（遊具）】 1) 幼稚園遊具として安全規準に基づき、指の挟み込み防止対策として、DLT木製デッキパネルの目地は6mmで設定し、DLTパネルを製造した（規準：8mm以下）。 ※（参照）遊具の安全に関する規準 JPFA-SP-S:2014 2) 手摺柵は安全規準に基づき、高さをH=800mmで設定し、板材を内側に付け、園児が越えられない設定とした。 【耐久性の確保】 1) DLT木製デッキユニットは、AZNをK4相当にて加圧注入処理（AZN・K4相当）後、木材保護塗料を塗布し、木材の耐久性を確保した。 【DLT木製デッキユニットの寸法変化について】 1) 製造時、薬剤注入後（AZN・K4相当）の寸法変化は幅方向で1mm程度と施工性に問題が生じる変化ではなかった。 2) 製造時、薬剤注入後（AZNをK4）の含水率は変化がなく一定、重量は0.9～1.57kgの増加が見られた。
実証2	1) DLT木製デッキ床ユニットによる施設の設計・施工を実施・検証した。 2) 従来のウッドデッキの施工方法（現場組立）をDLTデッキユニット化することで、施工工数を削減した。 3) 工場塗装にすることで現場塗装を省略し、施工工数を削減した。 1) 既存のシンボルトリーに干渉しないよう現況測量で根周り、幹周りを測量し、床ユニット位置を設定した。 2) DLTデッキをユニット化することで施工工数の削減及び耐久性向上を図った。従来方法12人工→今回3人工。9人工削減した。 3) 工場塗装として施工工数を削減した。従来の現場塗装10人工→今回6人工。4人工削減した。

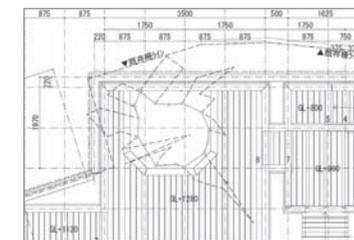


図1 デッキ平面図

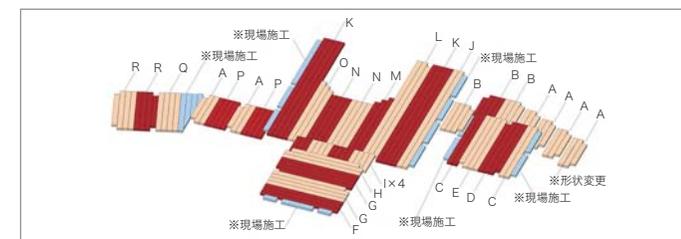


図2 デッキキープラン図

05 得られた成果

- 1) 木ダボの薬剤浸潤度を国産広葉樹4樹種に対してAZN乾式、AZNA湿式にて測定。AZN乾式・サクラ材にてK4相当の浸潤性を確認した。
- 2) 1)の試験結果に対して、起源の異なるサクラの木ダボをAZN乾式で薬剤浸潤度を測定し、いずれの個体もK4相当の浸潤性を確認した。
- 3) 国産広葉樹4樹種の木ダボを用いた今回のデッキ納まりと同様のDLT試験体にて薬剤浸潤度を測定した。AZN乾式・サクラ材にて基準をクリアした。

- 1) AZN乾式・サクラ材にてK4相当の浸潤性を確認した。

表1 国産広葉樹4樹種 木ダボへの薬剤浸潤度 (目標値80%)

浸潤度 (%)	サクラ	クリ	ナラ	ケヤキ
AZN乾式	100%	58.9%	6.1%	57.8%
AZNA湿式	29%	87%	21%	85%

- 2) 起源の異なるサクラ材、木ダボへのK4相当の浸潤性を確認した。

表2 国産広葉樹サクラ材 木ダボへの薬剤浸潤度 (目標値80%)

浸潤度 (%)	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
宮城県産	100%	100%	100%	97.2%	93.2%	100%
秋田県産	96.6%	100%	100%	97.1%	95.8%	100%

実証3

表3 注入後木ダボ試験体切断面写真

	サクラ	クリ	ナラ	ケヤキ
AZN乾式注入 (浸潤部赤色部)				

- 3) 試験体での木ダボへの浸潤度は、AZN注入の場合、サクラとケヤキへの浸潤度が80%を上回る。

表4 DLT試験体での木ダボへの薬剤浸潤度 (目標値80%)

注入方法 AZN	端部~200mm	端部~200-800mm	端部~800-1800mm
ダボ樹種サクラ	97.6%	100%	100%
ダボ樹種ケヤキ	87.7%	96.1%	94.8%

05 得られた成果

デッキの裏面に丸身材を許容する(木表に丸身)ことでの歩留まり向上が期待できる。

デッキ部材裏面に丸身材を許容した木取りは、一般的な製材方法での木取り(5部材)から(7部材)に増える。

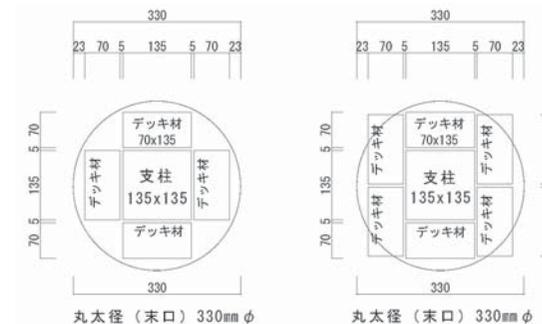


図3 通常材、丸身材許容 木取りイメージ図

実証4

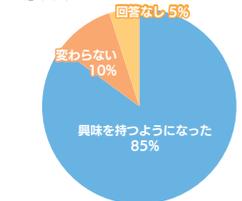
保護者や保育士(20名)に、木塀・木製遊具に対する景観・美観アンケートを実施した。65%の人が、子供が屋外で遊ぶ時間が増えた、との回答を得た。

表5 景観・美観アンケート

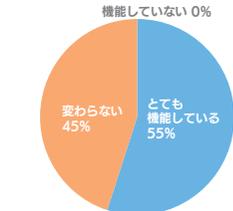
リニューアル前に比べて、お子供が屋外で遊ぶ時間が増えたと感じますか？



木製遊具や木塀を通して、お子供が自然と環境に興味を持つようになったと感じますか？



リニューアル後の遊び場が、地域社会や保護者の交流の場として機能していると感じますか？



リニューアル後の遊び場が、地域の木質化に貢献していると感じますか？



実証5

今後、google フォームを活用し、さまざまな人々からの意見を広く集める。

06 施設・整備の特徴

施設の特徴	同施設は園児数約 350 名の幼稚園である。多くの園児、保護者、園関係者、訪問者が施設を利用する。また、今回の設置位置は前面の道路からよく見える場所にあり、多くの近隣住民が本事業で整備した木製デッキ遊具と木塀の実物を目にするのが想定される。既存のシンボルツリーが園の入り口にあり、それに干渉しないよう現況測量で根周り、幹周りを測量し、床ユニット位置を設定した。
設計・施工の工夫	<p>【安全の確保（遊具）】</p> <p>1) 安全規準に基づき指の挟み込み防止対策として、DLT 木製デッキパネルの目地は 6mm で設定（規準：8mm 以下）。</p> <p>2) デッキ床を取り囲む手摺柵は安全規準に基づき高さを H = 800mm で設定。園児が手摺柵に登り、越えられない設定とした。</p> <p>【耐久性の確保】</p> <p>1) DLT 木製デッキユニットには、木材保存剤 AZN を K4 相当にて加圧注入処理、木材保護塗料を塗布し、木材の耐久性を確保した。</p>
木材の見せ方の工夫	設計寸法の設定は、既存のシンボルツリーに干渉しないよう現況測量で根周り、幹周りを測量し、床ユニット位置を設定した。

07 今後の展開

期待される成果の波及効果	<p>①本事業において DLT を活用した木製デッキユニットの設計の知見、効率が良い施工方法の開発並びに検証、DLT に用いる国産材の木ダボへの薬剤浸潤性の確認、丸身材活用による価値歩留まり向上の検証が実施できた。これらの手法を活用した、国産スギ材の木製デッキの普及が期待できる。</p> <p>②ウッドデッキ材や木塀材に、B グレード材、丸身材を活用する事例を増やすきっかけとなり、B グレード材・丸身材の活用価値向上につながる。B グレード材の活用価値向上は、それら材の販売価格を向上できる可能性がある。</p>
成果の普及方法	<p>①令和 6 年 1 月 15 日公開の実証事業者ホームページを通じて WEB で実施事業を公開する。今後、施主が実施するイベントや展示会等で屋外体験施設を紹介し、成果の普及を図る。</p> <p>②本事業の実施にあたり、DLT を製材所が定期的に生産する既製品断面とするとともに、丸身を含んだ部材の用途としても紹介し、林業の収益性の向上や、持続可能な林業・製材業の在り方の 1 つとして普及することが期待できる。DLT デッキユニットの商品化並びに PR 活動で普及を図る。</p>
今後の取組み	<p>①本事業の成果を踏まえ、木ダボ接合積層材 DLT などの技術を活用した国産スギ材を中心に、木材外構材や外装材を開発し、木材利用拡大を進める。</p> <p>②木ダボ接合積層材 DLT は、地域の実情に即した少量多品種での生産が可能であり、より多くの地域に拡げていく。</p> <p>③都市部における木材利用の促進に、本事業で実施したウッドデッキやベンチ、また、建築物の外装木質化などに、地域材による外構材を活用することにより、中小木材事業者が地域材を活用して地域で製造し、外構部の木質化を進めることにより、森林資源の循環利用が期待できる。</p>

08 整備した外構施設の維持管理計画

維持管理について、株式会社 長谷萬は施設管理者が実施する維持管理に協力する。

① 日常点検

施設管理者が日常業務の中で行う始業前点検。

目視や器具に触れ施設・器具の破損や変形など異常がないことを確認する。

異常を発見した場合には、直ちに施設・器具の一部、または全体の使用を中止するとともに、臨時の詳細点検を行う。

② 通常点検

施設管理者が時期を定期的に定め、全体の目視検査を主体に行う点検。

通常点検で異常が認められた場合は、臨時の詳細点検を行う。

異常を発見した場合には、直ちに施設・器具の一部、または全体の使用を中止するとともに、臨時の詳細点検を行う。

③ 定期点検

時期を定期的（表 1）に定め、全体の目視検査を主体に行う点検。

定期点検で異常が認められた場合は、臨時の目視、触診、打診など使用した詳細点検を行う。

表 1 定期点検のスケジュール

点検頻度	点検内容
1 年目点検	目視点検 ※
2 年目点検	目視点検 ※
3 年目点検	目視・器具を用いた点検 ※
4 年目点検	目視点検 ※
5 年目点検	目視・器具を用いた点検 ※
7 年目点検	目視・器具を用いた点検
9 年目点検	目視・器具を用いた点検
12 年目点検	目視・器具を用いた点検
15 年目点検	目視・器具を用いた点検

※株式会社 長谷萬が実施する

④ 臨時点検

地震、台風、火災等の災害発生時、または通常点検で異常が認められた場合など、必要に応じて行う点検。

施設管理者は美観保持と耐久性保持を兼ねて木部の表面塗装を毎年、実施する。

- ・木部：キシラデコール アクオステージ（水性・浸透タイプ）
- ・木塀板木口上端：キシラデコール コンゾラン（水性・造膜タイプ）
- ・劣化対策として、デッキ、笠木等の上端に割れ・欠けが生じた場合、表面処理用木材防腐防蟻剤（サンブレザー ORG）を塗布し、クラック幅が大きい場合は木部用パテにて補修を行う。

事業の概要

実証事業名	国産表層圧密材 Gywood・大径木高耐久赤身材 ObiRED 等による 既存建築物の外構・外装木質化工法及び耐候性等の検証
実証事業者	ナイスユニテック 株式会社
実証事業概要	<p>昨今、非住宅分野での木材利用が推進されているが、既存建築物の外装改修工事においては、工法が未確立であることや木材の耐久性への懸念から、国産スギによって木質化された事例が少ない。</p> <p>そこで、本事業では国産スギの表層圧密材 Gywood や高耐久赤身材 ObiRED を用いて、既存 SRC 造建築物の外装木質化改修を実施し、その中でパネル化や金物とのユニット化による工法の検証や外装木質化が建物や入居企業への印象に、どのように寄与するかを調査するアンケートを行った。</p> <p>結果、外装木質化のパネル化や金物を合わせたユニット化工法の可能性と課題を示すととも、木質化による既存建築物のバリューアップの可能性が実証された。</p>



外構施設の種類	外装仕上、ウッドデッキ
設置場所の名称	ナイスビル
外構施設の場所	神奈川県横浜市

01 実証事業の目的

実証事業の目的	<p>日本の森林資源は成熟期を迎えて充実しているが、一方でスギなどの人工林資源は日本の人口動態と同じく「少子高齢化」状態が進行している。</p> <p>スギは軟らかく傷つきやすいため用途が乏しく、合板用材やバイオマス用材、低価格での丸太輸出といった付加価値の低い用途が中心となっている。</p> <p>また、ストック型社会への転換と循環資源である木材利用が推奨されているものの、メンテナンス性や工法が未確立であることへの不安から、既存建築物の改修工事における外構・外装の木質化は事例が少ない。</p> <p>そこで、国産スギの大径材に表層圧密加工を施し、スギの軽量性を保持しつつ表面硬度を高めた Gywood や、胴肥杉大径材の赤身部分を使用することで防腐・防蟻性能を発揮する ObiRED など、高付加価値な国産スギ商品を用いて、既存 SRC 造建築物の改修工事における外構・外装木質化施工を実施。</p> <p>工法や耐候性の検証や経年変化観察、外装木質化に対する印象調査を行うことで、前述の不安要素解消への一助となる。</p> <p>そして、都心からアクセスが良好な横浜市鶴見において外装木質化施工事例を多くの人に提供いただくことで、外装木質化の普及によるさらなる木材利用促進への貢献を目指す。</p>
---------	--

02 実証事業で設定した課題

実証 1	既存非木造建築物の外壁改修工事において外装仕上材として木を利用する場合、どのような取り付け方法が最適か、施工例が少なく工法が未確立であることが懸念点となる。
実証 2	既存建築物の外装仕上材として木を利用する場合、防腐処理を施しても風雨にさらされることで、既存外壁と仕上材との隙間に雨水の侵入・滞留が発生し、腐朽につながるおそれがある。
実証 3	外装仕上材として木を利用する場合、紫外線や風雨の影響による変色（シルバークレー化）が発生することは避けられないが、具体的に単位時間あたりでどの程度の変色が発生するか、実物件でのエビデンスが少ない。
実証 4	既存建築物の外装木質化改修工事の前後で、来館者の建築物そのものに対する印象や入居企業に対する印象はどのように変化するか検証することで、外観木質化導入の動機づくりにつながる。
実証 5	外装木質化された建物の経年変化や変色（シルバークレー化）に対して、来館者はどのような印象を持つか検証することで、経年変化への対処方法、向き合い方を模索する。

03 課題解決の方法

実証 1	既存の SRC 造建築物の外壁に金物胴縁を取り付け、木材を上張りする工法（カバー工法）を採用し、その工法において施工性の向上、再現性に配慮したパネル化及び取付金物を含めたキット化を行う。
実証 2	雨水処理や通気性の向上に配慮した仕上材の実形状と取付金物形状を検討し、製作、施工を実施するとともに、万一、損傷などにより張り替えが必要となった場合に、それを容易にするパネル化を部分的に実施し検証する。
実証 3	外装木質化部分において定点観測を実施し、紫外線や風雨の影響による変色度合を色差として定量化する。 また、同一素材、同一塗装のサンプルを条件の異なる場所に設置し、比較検証を行う。
実証 4	木質化施工前後及び照明点灯前後の写真を用いて SD 法によるアンケート調査とクロス分析を実施し、外装木質化改修が建物の評価向上につながるか、入居する企業のイメージアップにつながるか検証する。
実証 5	実証 3 における定点観測と実証 4 におけるアンケート調査を継続的に実施することで、外装木質化した建物と入居企業に対する印象・評価が経年変化、変色によってどのように変わっていくか検証し、検証結果を維持管理計画へ活用するためのバックデータとして蓄積する。

04 実施工程・実施体制

施設の整備	令和 5 年 9 月：設計 10 月：着工、仮設工事、下地取付工事、外装材施工 11 月：完成（一部は正工事を翌年 1 月に実施）
データ収集等	令和 6 年 1 月：有識者検討会、アンケート調査、色差調査
実施体制	設計：ナイス 株式会社 施工：ナイスユニテック 株式会社 木材供給：ナイス 株式会社 木材以外の材料供給：ONE デザインズ 株式会社 木材保存処理：兼松サステック 株式会社、株式会社 ニッコー 木材塗装：TC ユニオン 株式会社 助言・指導：東京大学 名誉教授 有馬孝禮氏（木材物理）、 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 研究コーディネーター 片岡厚氏（木材保存学）

05 得られた成果

実証 1	<p>既存建築物のカバー工法における木仕上のパネル化及び取付金物を含めたキット化を実施した。 施工時に金物を用いて木仕上材をはめ込む手法をとったことにより、木質化工事に不慣れな作業員でも施工可能な工法となった。</p> <p>本事業で施工した ObiRED+凸凹 Gywood+AZN（以下、凸凹 Gywood と呼ぶ）には、事前に Z 型のステンレス金物を雄実となるように取り付けた（図 1）。 壁面に取り付ける際には、この Z 型のステンレス金物に、次に施工する凸凹 Gywood の雌実をはめ込んで施工していった。 これにより、長さ 3.9m の材の仮置きから留め付けまでを作業員 2 名で実施することができた。</p>   <p>図 1 Z 型ステンレス金物 図 2 メイン壁面 凸凹 Gywood</p> <p>また、雁行した壁面部分においては、Gywood フローリング+AZN（以下、Gywood フローリングと呼ぶ）をアルポリック板に接着したパネルを製作し、ステンレス製の引っ掛け金物を用いて下地に取り付けることで、取り付け時のビス打ちが不要となった。 加えて、出隅材を外して横から引き抜くことで、パネル交換が可能となった。</p>
実証 2	<p>木仕上材に特殊な切削加工を施して見切材を一体化し、通気性、意匠性の向上を図った。 また、パネル化した部分については、適宜張り替えを実施することが可能な納まりとなったが、木仕上材とパネルの接着方法については、今後、改善が必要である。</p> <p>凸凹 Gywood については、ステンレス製見切材を雄実となるよう取り付けただけで通気性を確保するとともに、壁面に適度な目透かしが生まれ、意匠性が向上した。 Gywood フローリングについては、事前に接着材でアルポリック板に貼り付け、裏面からビス打ちしパネル化を行った（図 3）。</p>

05 得られた成果

実証 2

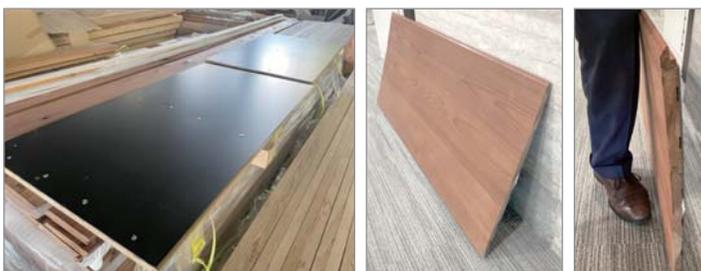


図3 アルポリリック板によるパネル化

ただし、11月の完成から2カ月後の1月時点でパネルの反りが部分的に発生している。フローリング材自体の反りが小さいことから、木材とアルポリリック板を面的に強固に接着したことや異素材同士の吸湿性や熱膨張係数の差異により、パネル全体の収縮が発生していると考えられる。今後、パネルの交換を実施するにあたり、下地板の素材の変更、接着剤の使用範囲の変更、下地板とGywoodフローリング間の通気部材取り付けなどを検討し、改善に取り組む。

完成から2カ月後の紫外線や風雨による変色度合について、色差を算出し定量化した。今後は当該事業のみならず、ほかの木質化物件も含めた維持管理計画立案の際のバックデータとして蓄積していく。AZN処理に種々の耐候性塗装を施したことで、経年変化において優位に働くかを、今後の検証課題とする。

表1の各施工部位・仕様ごとに、完工2カ月後の仕上材を撮影し、非暴露の仕上材サンプルとの色差により、完工2カ月後の紫外線や風雨の影響による変色度合を測定した(図4)。今後は、同一施工部位に高さ方向で差を出した複数のサンプルを継続的に設置し、同一の塗装仕様で軒の出がどの程度影響を及ぼすか、比較検証を進めていく。

表1 色差測定部位・材仕様

施工部位	材仕様 断面寸法	塗装仕様	設置高さ(GL)	軒の出*
①植栽帯立上部	ObiRED + Gywood + AZN (K4相当) 80mm*25mm	液体ガラス	880mm	0mm
②ウッドデッキ(水平面)	ObiRED + Gywood + AZN (K4相当) 130mm*25mm	無塗装	480mm	300mm
③メイン壁面	ObiRED + 凸凹 Gywood + AZN (K4相当) 180mm*20mm	ウッドエイド ナチュレ	1900mm	1330mm
④柱	ObiRED + Gywood + AZN (K4相当) 130mm*25mm	キシラデコール	1900mm	1560mm
⑤雁行部壁面(濃色)	Gywood フローリング + AZN (K3相当) 165mm*15mm	キシラデコール(濃色)	1900mm	2520mm
⑥雁行部壁面(中間色)	Gywood フローリング + AZN (K3相当) 165mm*15mm	キシラデコール(中間色)	1900mm	3700mm
⑦雁行部壁面(淡色)	Gywood フローリング + AZN (K3相当) 165mm*15mm	キシラデコール(淡色)	1900mm	4930mm

*軒高はすべてGL6860mm

実証 3

05 得られた成果

実証 3

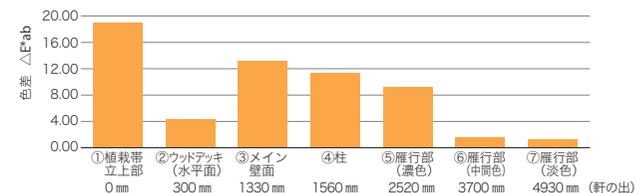


図4 色差測定結果

木質化施工前後及び外構照明点灯前後の写真を用いてSD法によるアンケート調査を実施した。外装木質化改修及び木質化部分のライトアップが建物の評価向上や入居する企業のイメージアップにつながる可能性が示唆された。

実証 4

SD法によるアンケート調査をインターネット上及び当該施設内で実施し、計293件の回答を得た。木質化により「飽きがない」や「楽しい」の評価が増え、「環境問題に取り組んでいると感じる」「地域に密着していると感じる」の設問についてあてはまるとの回答が増加した。

ライトアップ前後の評価については、「個性的な」「立体的な」に関して「かなりあてはまる」「非常にあてはまる」との回答が微増し、建物への印象が強まる可能性が示された。建物の印象が強まることは、例えば店舗の集客や企業認知度に影響が出ることが予想される。

アンケート調査によって、経年変化前の木質化において「あたらしい」「きれいな」という評価が高いことが確認された。経年変化による変色と木質化に対する評価の相関を測るための基準となるデータを得ることができた。

アンケート調査から、経年変化前の木質化に「あたらしい」「きれいな(図5)」という評価を得られた。

また、木質化前の比較的美観を保っている非木質仕上(御影石)と比較しても、節用材を多用した木質化が、「きれいな」という評価の高い結果となったことは特筆すべき点である。今回のアンケート調査によって、経年変化による変色と木質化に対する評価の相関を測るための基準となるデータを得ることができた。今後、継続して色差測定を実施することで、「あたらしい」「きれいな」の評価が変化する、「経年変化の閾値」を明らかにしていきたい。

実証 5

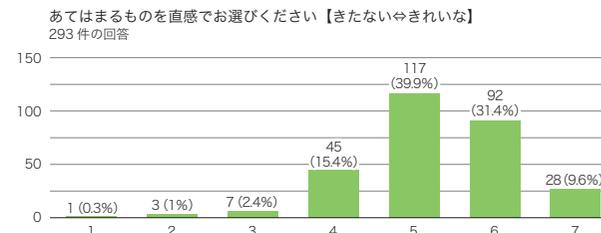


図5 竣工直後の木質化に対する「きたない⇄きれいな」の評価

06 施設・整備の特徴

施設の特徴	<p>昨今、非住宅空間における木材利用が利用者の五感を刺激し、生産性の向上や労働環境の改善につながる可能性が指摘されているが、当該施設においては上記の効果をねらうだけでなく、国産スギの大径材利用にこだわり、表層圧密材や高耐久赤身材など付加価値を高めた無垢材を用いることで、林業への還元と国産材循環利用のストーリーを意識した空間となっており、日々、「生きたショールーム」として活用されている。</p>
設計・施工の工夫	<ul style="list-style-type: none"> 既存壁面に与えるダメージを最小限にしつつコストダウンを図るため、既存タイルを残して胴縁を取り付け、パネル化及び金物と併せたキット化を施した木の外装材を上張りするカバー工法を採用。 表層圧密材を用いることで、クギ効きが向上し、材の脱落リスクを低減するとともに、表面の欠損から劣化が生じるリスクを低減。 すべての仕上材に K3～K4 相当の AZN 処理を施したうえで、ウッドデッキ以外の鉛直面には耐候性塗料を塗装している。
木材の見せ方の工夫	<p>一般的に用いられる平滑な仕上の木材に加え、無垢材特有の節や木目を強調した凸凹 Gywood を用いることで、自然光による陰影を生じさせ、特徴的な空間に仕上げる。</p> <p>また、デッキの施工には表層圧密材と斜め打ちビスを採用し、美観を向上させるとともに、ささくれを抑制し思わず触りたくなる「すべすべな感触」を実現。</p> <p>近年の都市生活において失われつつあった「木に触れる体験」を誘発することで、五感に訴えかける木材の価値を啓蒙する。</p>

07 今後の展開

期待される成果の波及効果	<p>現時点では事例が少ないものの、今後、需要拡大すると思われる既存建築物の外装木質化改修施工事例の1つとして、木質化を検討するプレイヤーに提案していきたい。</p> <p>また、当事業で用いた国産スギ大径材による外装材の活用を推進することで、丸太の価値歩留まりを向上させ、サプライチェーンの川上である林業に還元し、ひいては持続可能な木材資源の循環に貢献していきたい。</p> <p>パネル化・キット化した施工方法をパッケージングし、経年変化の実事例と併せて提案していくことで、外装木質化改修に対する懸念を解消し、いっそうの国産材利用拡大を目指していく。</p>
成果の普及方法	<ul style="list-style-type: none"> 施主であるナイス株式会社のウェブページ、プレスリリース及び展示会等を通じて当事業内容を発信し、外装木質化の提案につなげるとともに、完成物件を常時展示場として活用。 継続調査の結果も含め、ウェブページ上で適宜情報発信を行う。
今後の取組み	<p>本事業では外装仕上材として、従来から活用されてきた小節や無地上小材のほかに、従来は敬遠されがちであった凸凹加工を施した節有材を多用している。</p> <p>アンケート調査においても立体感や個性を感じるといった評価が多くあり、非住宅建築の木質化素材として可能性を感じる結果となった。</p> <p>節有材に付加価値がつくことは、丸太全体の価値歩留まりが向上し、山元に成果が還元され、ひいては林業の持続可能性を向上させることにつながる。</p>

08 整備した外構施設の維持管理計画

① 日常点検

施設管理者が日常的な施設管理業務の中で、次表の通り目視もしくは触診によって破損、変形等がないことを確認する。

点検部位	点検項目	点検方法	点検頻度
外壁・柱 仕上材	脱落	目視	日常的な施設管理業務の範囲で対応
	欠損、亀裂、ひび割れ	目視	
	ささくれ	目視	
	反り	目視	
ウッドデッキ	脱落	目視	日常的な施設管理業務の範囲で対応
	欠損、亀裂、ひび割れ	目視	
	ぐらつき	触診	
	ささくれ	目視	
共通	腐朽	目視	1年目は3カ月に1度、 2年目以降は半年に1度
	紫外線による変色	色差計測	

② 定期点検

年に1回の頻度で専門技術者による目視・触診による点検を行う。

点検部位	点検項目	点検方法	措置
外壁仕上	脱落	目視・触診	交換
	欠損、亀裂、ひび割れ	目視・触診	補修もしくは交換
	ささくれ	目視・触診	補修
	腐朽	目視・触診	交換
ウッドデッキ	金物のゆるみ	触診	増し締め
	脱落	目視・触診	交換
	欠損、亀裂、割れ	目視・触診	補修もしくは交換
	ぐらつき	触診	増し締めもしくは交換
	ささくれ	目視・触診	補修
	腐朽	目視・触診	交換
	金物のゆるみ	触診	増し締め

③ 修繕計画

日常/定期点検結果をふまえ、適宜見直しを行う。

施工内容として、5～7年ごとの再塗装を予定。

現時点で概算ではあるが、25年間で600万円程度（年換算24万）の維持管理費を見込んでおり、施主への説明を行っている（部位別に経年変化を観察しながら精査し、改めて提案予定）。