

平成27年2月12日
於: 木材会館

第6回新たな木材利用事例発表会 第1部 「木材利用の意義とその効果の見える化」

木の街づくり事例とその効果

独立行政法人森林総合研究所
研究コーディネータ
木口 実

商業施設（サウスウッド）



竹中工務店「燃エンウッド」で作られた大型建築(2～4階に使用)



サウスウッド内のテナント(レストラン)内部

音の葉グリーンCafé (防耐火地域の木造店舗)





耐火集成材「FRウッド」を使った店舗の内部

ウッドデッキ（デックス東京お台場ビーチ）





デパート屋上



木製デッキとタケ製フローリング (福生市生涯教育センター)



JST(日本圧着端子製造)本社ビル



12cmのスギ角材をルーバー状に配置(境界から5mは難燃化処理)



公共施設（地下鉄エントランス）





日向市駅



高速道路サービスエリア(常磐道守谷SA)



木製看板

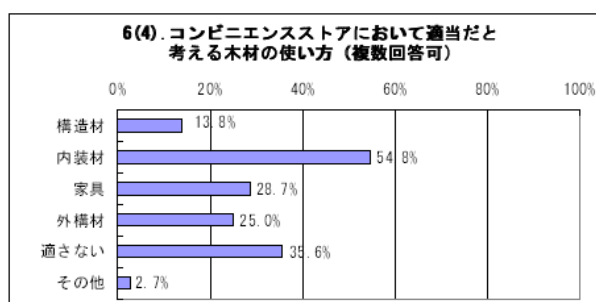
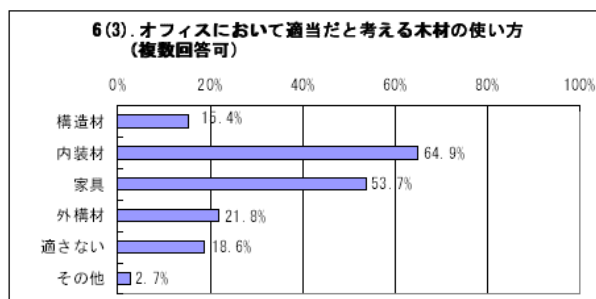
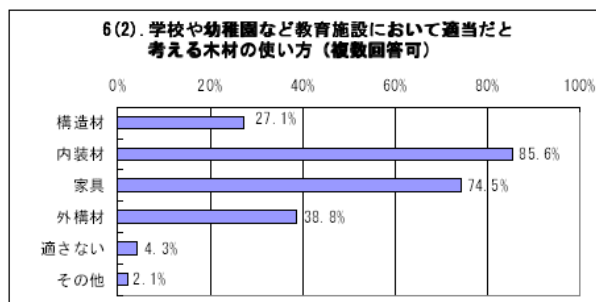
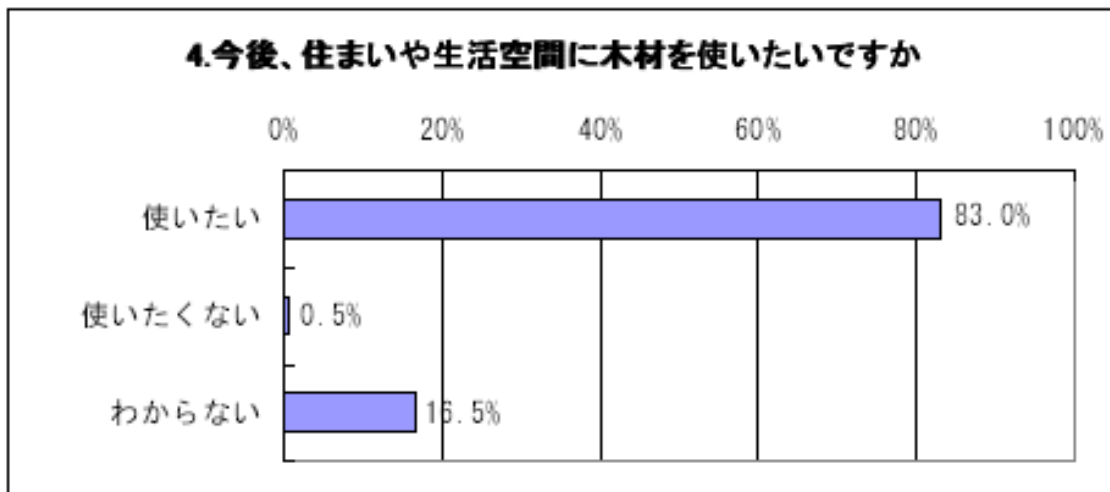


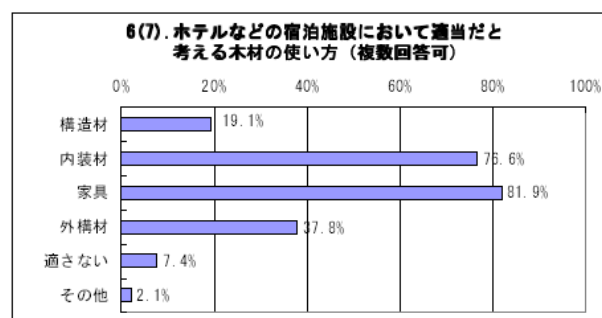
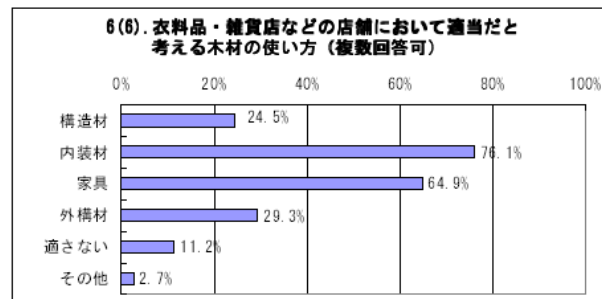
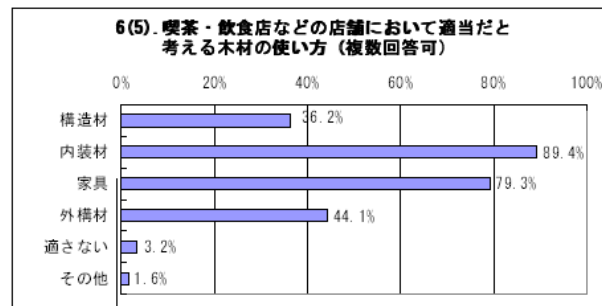
奈良県平成25年度「県民Webアンケート」

第10回 木材と県産材に関する意識調査

実施期間: 2013.11.14～2013.11.20

アンケート回収数: 188件





公共建築物における木材利用促進に関する研究 ～スタジアムを事例に～ (九州大学農学部 伊藤和教)

◎スタジアム所有者への聞き取り調査及びアンケート調査

- ・スタジアムを所有する6自治体
- ・木材利用方針有り: 3自治体
- ・木材利用によるコスト高を懸念
- ・利用促進法以降、学校建築での木材利用注文が急増
- ・スタジアムへの木材利用拡大の可能性有り
- ・若い世代に対する木材利用促進に有効



表－3. スタジアム所有者の考える木材利用の問題点

技術的な問題	維持・管理が難しい
	耐火、耐震。建設技術がない
費用的な問題	維持・管理費がかかる
	原材料費が高い。建設コストがかかる
意識的な問題	一般的に木材が利用されていない
	木材利用のメリットが感じられない

資料：スタジアムの所有者へのアンケート調査より作成

地域材を利用した公共建築物設計ガイドライン (北海道建設部;平成25年11月)

木材の良さ

①暖かみ

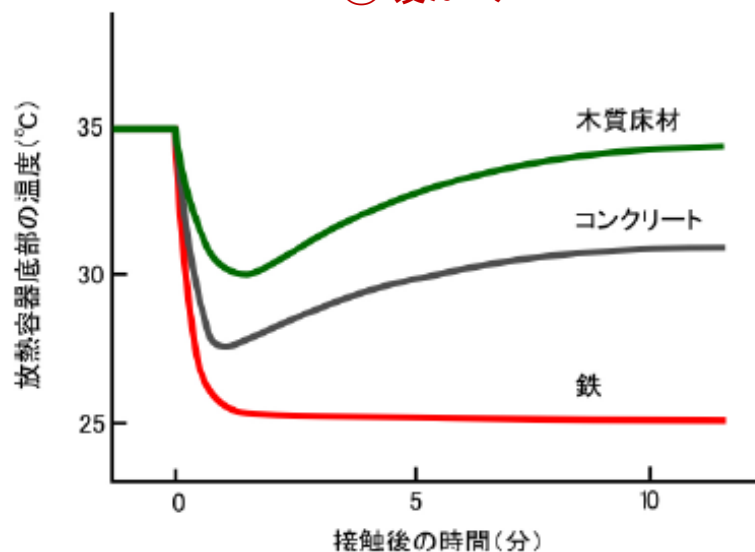


図 1.12 放熱容器と材料との接触面における温度の変化

参考:岡野建等編集「木材居住環境ハンドブック」1995

(財)日本木材総合情報センター(<http://www.jawic.or.jp/>)

②調湿性能

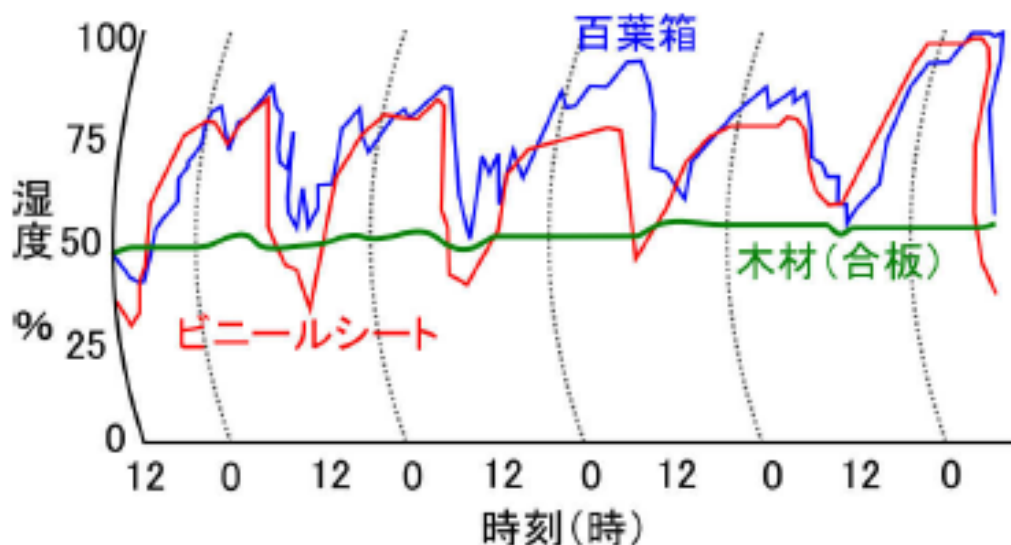


図 1.13 内装の違いによる住宅内の湿度変化

参考:則本 京 他「木材研究資料」No.11,1967

林野庁(<http://www.rinya.maff.go.jp/>)

③目への優しさ

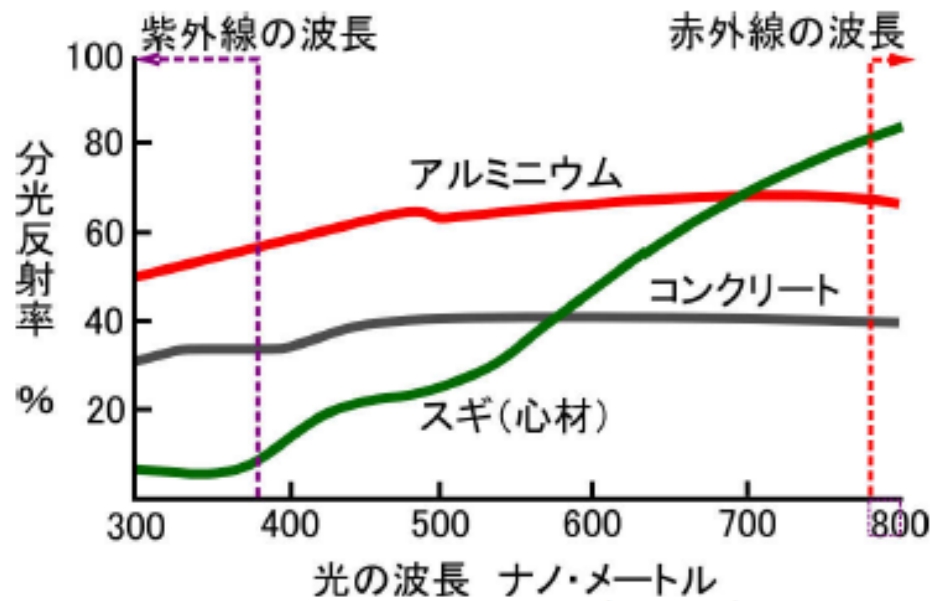


図 1.14 材料による光の反射率の違い
 参考:「木を生かす」(財)日本木材備蓄機構
 林野庁 (<http://www.rinya.maff.go.jp/>)

④耐衝撃性 (柔らかさ)

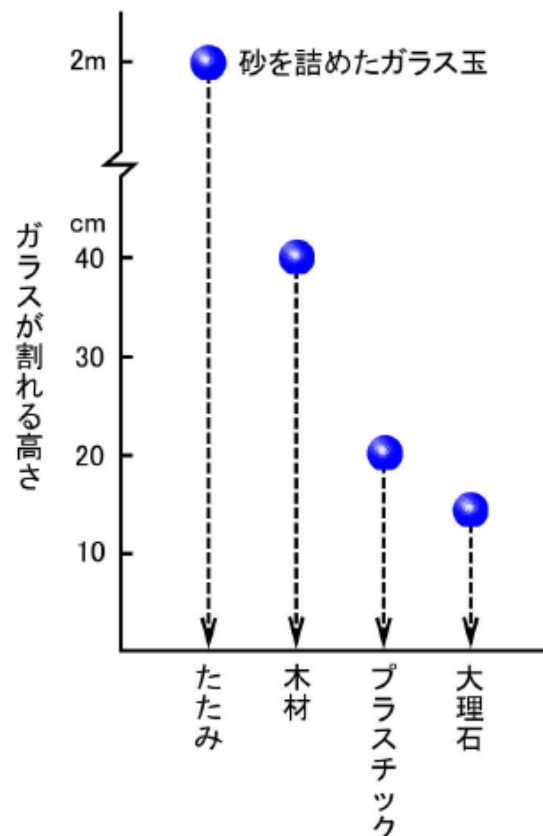


図 1.15 床の材質別のガラスが割れる高さ
 参考:宇野 英隆「建築アラカルト」鹿島出版会,1986
 林野庁 (<http://www.rinya.maff.go.jp/>)

⑤健康、快適性

表 1.1 特別養護老人ホームにおける木材使用度別の心身不調出現率の比較

入居者の心身不調の内容	対入所定員比(%)	
	木材使用の多い施設	木材使用の少ない施設
インフルエンザ罹患患者	16.2	21.4
ダニ等やかゆみを訴えた入所者	4.4	5.4
転倒により骨折等をした入所者	8.0	12.1
不眠を訴えている入所者	2.4	5.3

有意差(P<0.01)の認められたもの

資料:全国社会福祉協議会「高齢者・障害者の心身機能の向上と木材利用－福祉施設内装材効果検討委員会報告書」

*調査期間は平成9年12月から平成10年1月

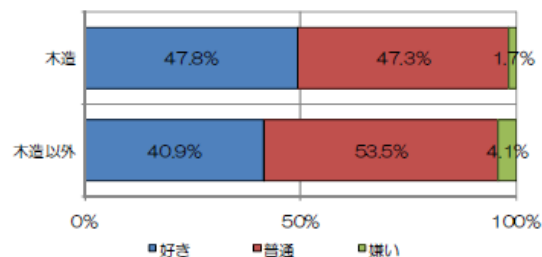


図 1.16 公共建築物の外観の好み

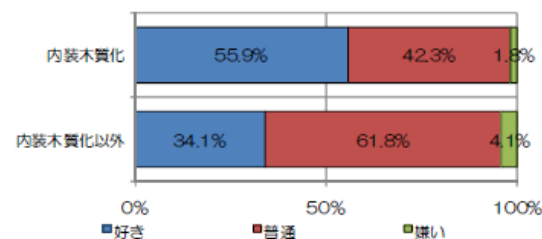


図 1.17 内装(床)仕上げの好み

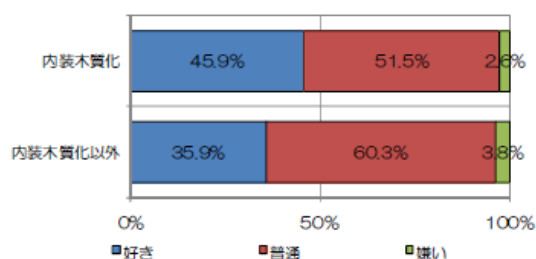


図 1.18 内装(壁)仕上げの好み

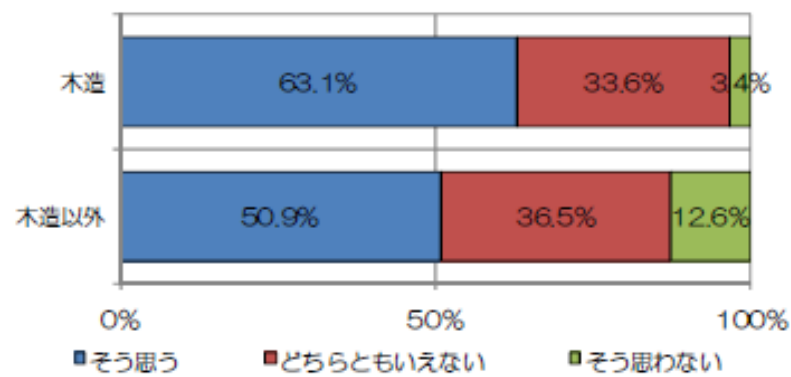


図 1.19 木造公共建築物が増えたらよいと思うか

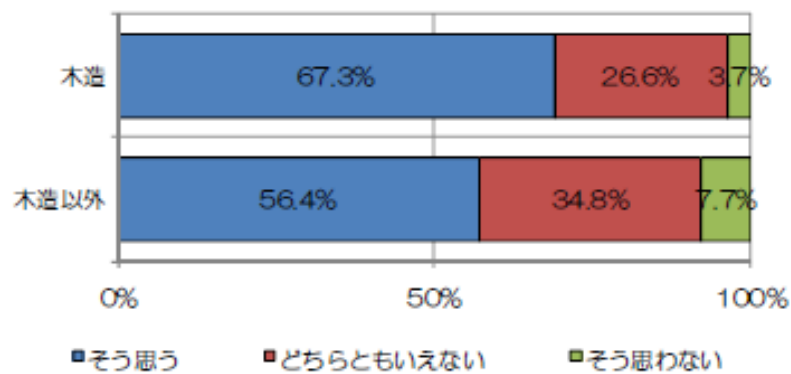


図 1.20 公共建築物が地域らしい街並みづくりに貢献していると思うか

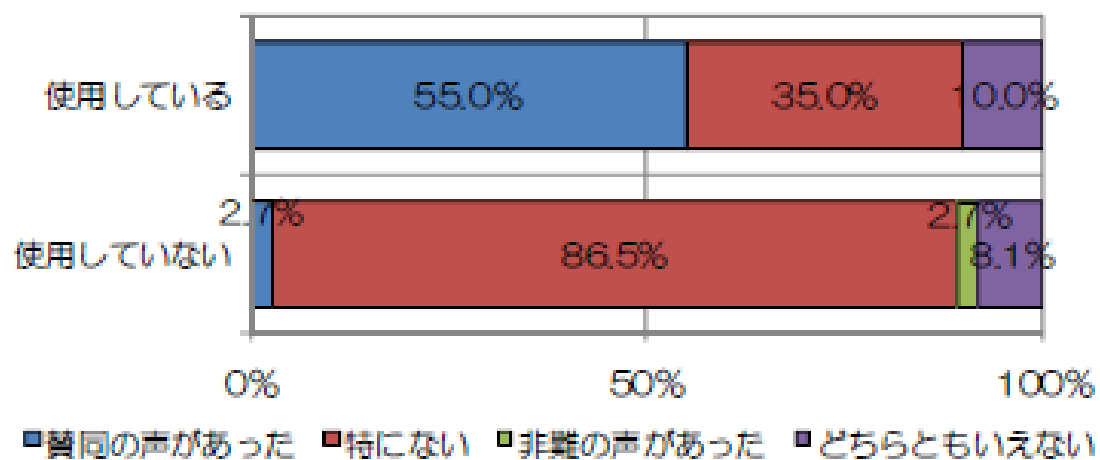


図 1.21 公共建築物整備後の周辺住民からの感想

滋賀県 県産材の利用拡大に関する意識調査」

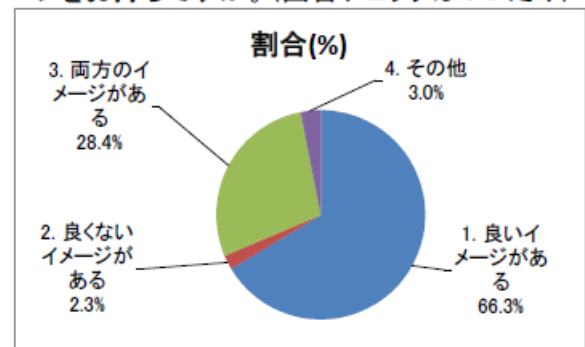
平成24年7月

回答者数:303人

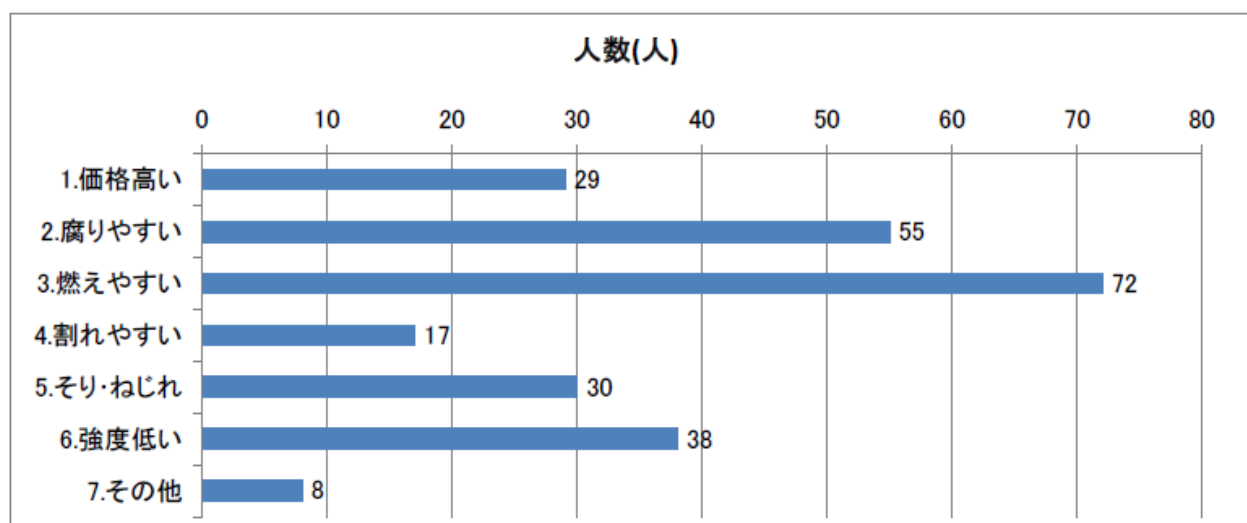
建築資材としての「木材」について、どの様な良くない点があるとお考えですか（複数回答）

問10: 建築資材としての「木材」について、どの様なイメージをお持ちですか。（回答チェックは1つだけ）

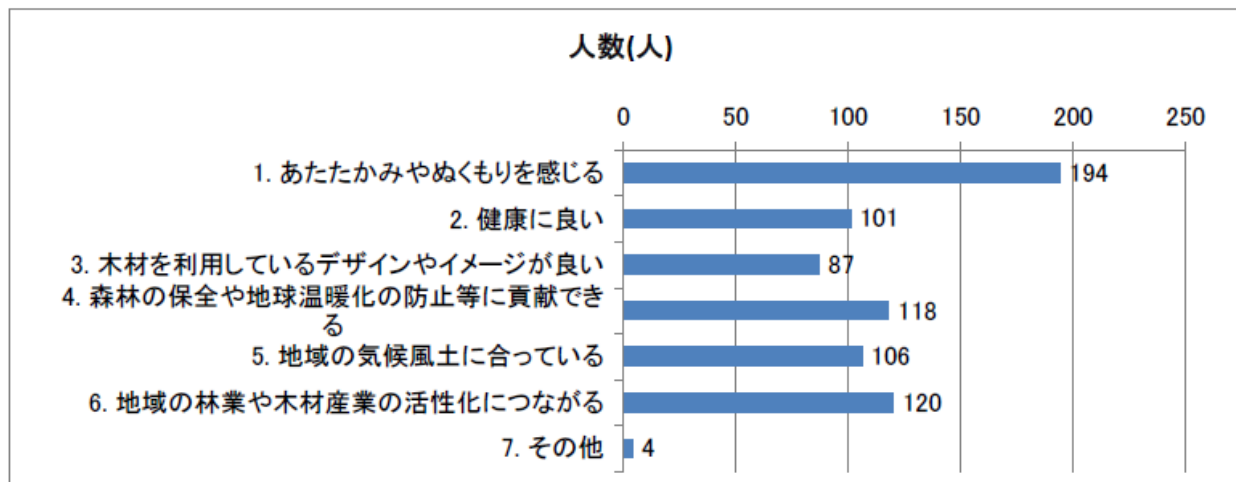
項目	人数(人)	割合(%)
1. 良いイメージがある	201	66.3%
2. 良くないイメージがある	7	2.3%
3. 両方のイメージがある	86	28.4%
4. その他	9	3.0%
計	303	



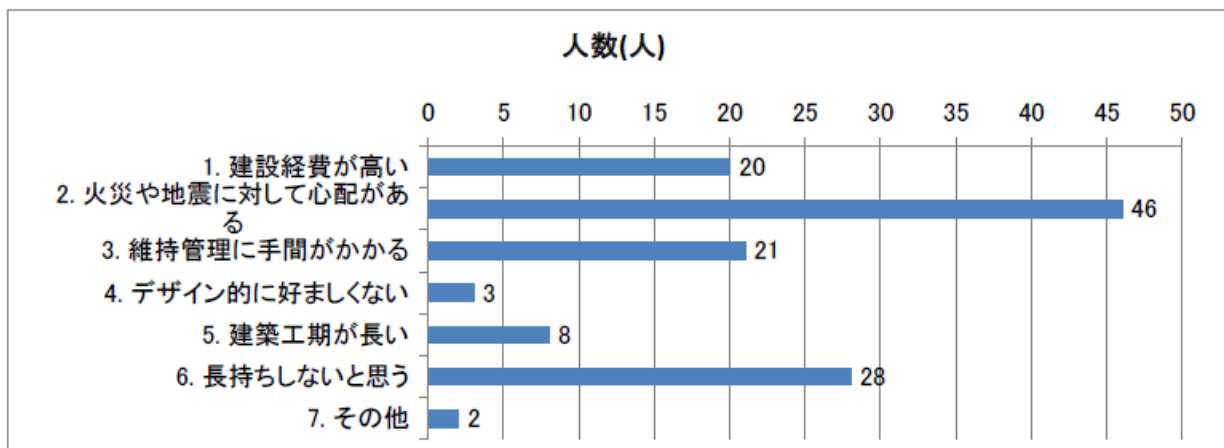
「木材」を公共建築物に使うことは良くない面があると回答した理由



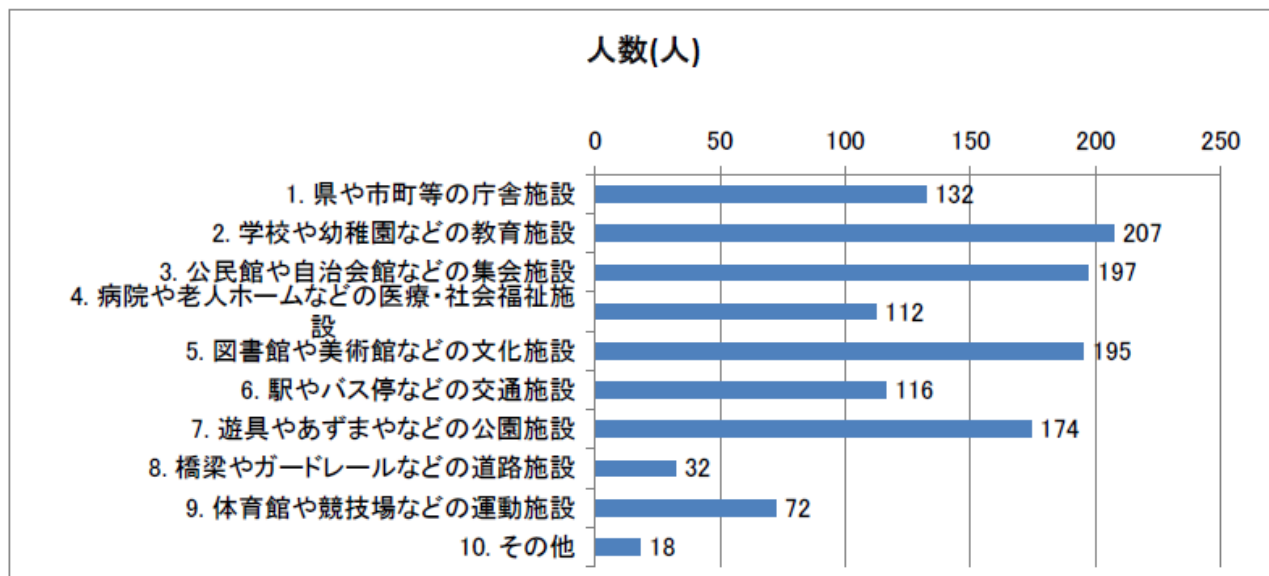
公共建築物を木造化する理由



公共建築物を木造化したくない理由



県産材をどのような施設や場所で利用したら良いと思いますか (複数回答)



木の街並みの優位性

- ・木材を使うことに良いイメージがある
- ・木に温もり、暖かみを感じる
- ・木を使うことは環境に良い、森林を守ることになる
- ・木は、内装材、家具、外構材に使うのが良い(特に床材)
- ・構造材に使うべきは少ない(見えるところ、触れるところに木材を使うべき)
- ・木造建築物は地域らしい街並みづくりに貢献している

木材を使うことの不安点

- ・災害(地震、火事等)に弱いのではないか
- ・耐久性が低い、維持コストが高いのではないか
- ・建築コストが高いのではないか

木材の耐久性等の性能向上が必要

新しい木質建材

- ・混練型WPC
- ・化学処理木材(アセチル化、樹脂含浸木材)
- ・熱処理木材

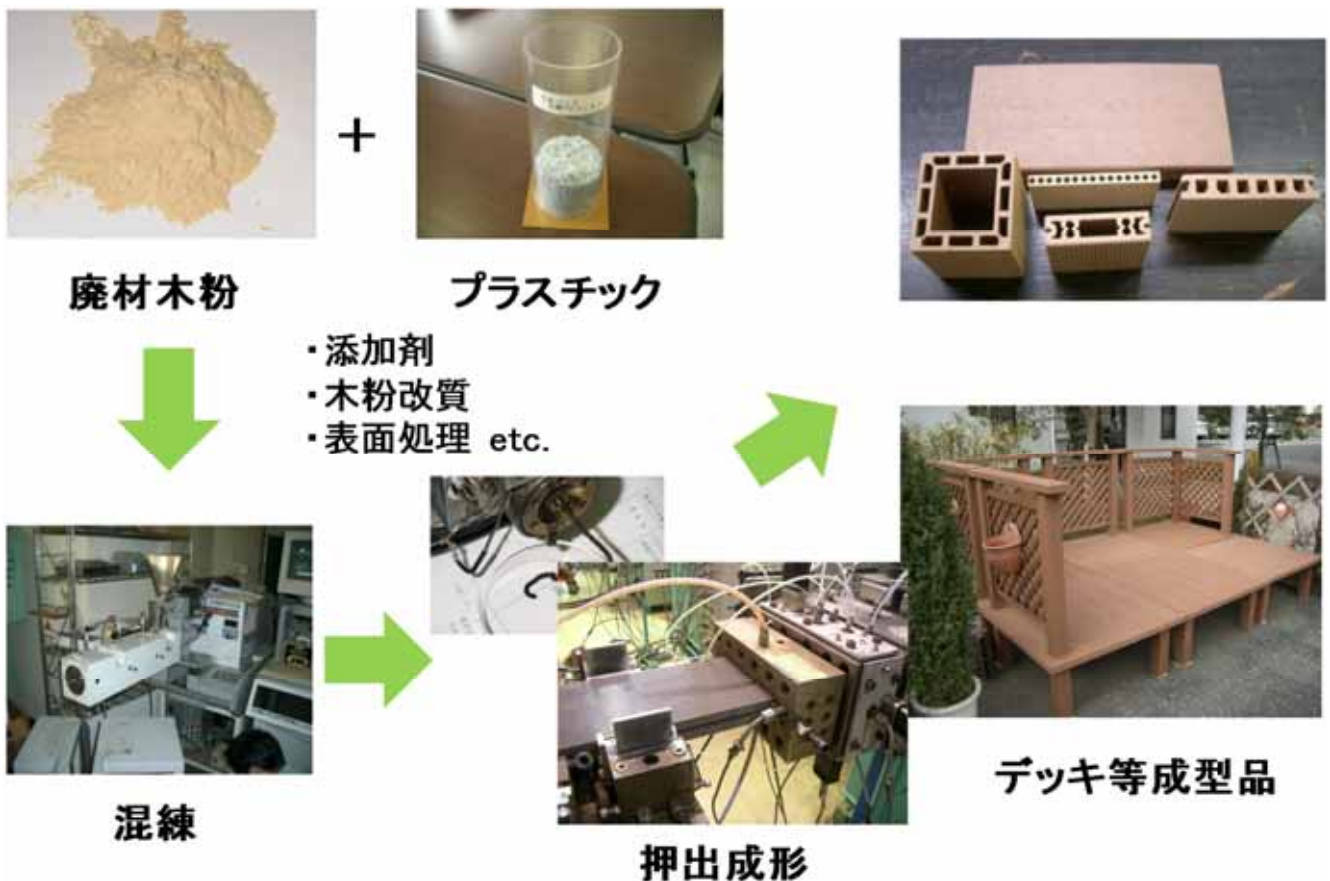
共通項

- ・高耐久性
- ・高寸法安定性
- ・非重金属系防腐処理
- ・高価
- ・強度的不安
- ・VOC(臭い)

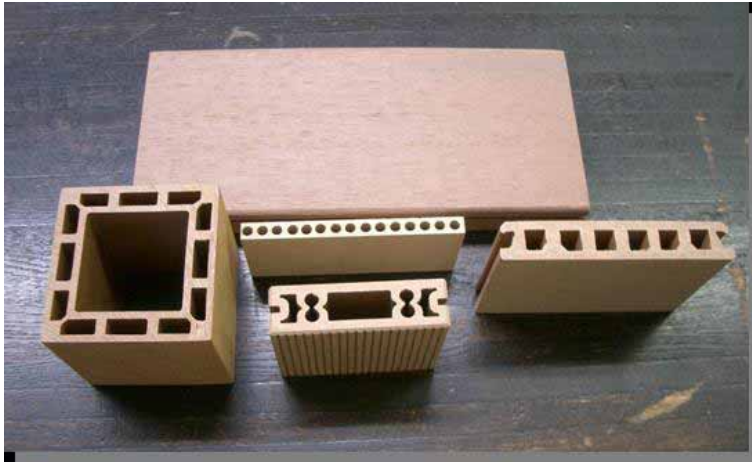
1. 混練型WPC

- ・木粉と熱可塑性プラスチック(オレフィン)とを混練し、押出や射出により成形した材料。英語では、Wood-Plastic Composites(**WPC**)が一般的
- ・わが国では、従来の木材素材に熱硬化性樹脂を注入する**WPC (Wood-Plastic Combination)**と**区別**するため、木材学会では「**混練型WPC**」を提唱
- ・プラスチックが木粉を包み込むカプセル効果により、**高い耐水性、耐久性**発現
- ・北米で開発され、世界中で100万トン以上生産
- ・わが国でも近年急速に市場拡大し、**木製エクステリア市場の50%以上を占める**

- ・熱帯産高耐朽性樹種やプラスチック、金属製品の代替可能
- ・わが国では市場が小さいため生産量は3万～5万トン程度
- ・プラスチックに比べ曲げ強度が向上するが耐衝撃強さが低下し、温度上昇により伸びる性質
- ・新しい材料のため、わが国の使用環境での長期耐久性能等は今後判明
- ・短期間の耐水性、耐朽性試験では高い性能発現
- ・今後、**長期耐久性評価が重要**



押出成型によるエクステリア用WPC



中空構造
(日本、欧州)

ソリッドタイプ
(Trex社製アメリカ)



39

混練型WPCの一般的な性能

- 1) 剛性、屈曲強さ——針葉樹より低くPBより良い
性能向上は可能
- 2) 硬さ、耐摩耗性——良好
- 3) 衝撃強さ——改良が必要
- 4) 圧縮及びせん断強度——木材より高い
- 5) クリープ——樹脂タイプ，樹脂割合，温度による
- 6) 耐水性——木材やMDFより良好
- 7) 燃焼性——様々，しばしば木材より良好，改良可能
樹脂と同様に木材の難燃化必要
- 8) 寸法安定性——良好，しかし木材比率による
- 9) 木ねじ・釘保持力——木材より良好

1) 建築用材

- ・WPCの耐水性を活かして、デッキ材、外壁、景観材料、港湾資材等に多い
- ・北米では建築用材がWPCの75%を占め、エクステリア用が75%
- ・欧州では、内装と外装が50%ずつ

1)－1 デッキ材

- ・北米では、40-60メッシュの木粉とPEとの複合材で、配合比は50:50
- ・北米ではソリッドが一般的だが、欧州、日本では中空構造が多い
- ・北米のデッキ市場規模; 430万件(2004年)、約3,600-6,000億円(2005年)
- ・WPCの60%以上がデッキ用材(北米では約1,200万m³)、
全デッキの約20%(2005年)
- ・2009年にはシェア25%の予測
- ・Trex社が約30%のシェア

- ・欧州では、自動車用と並んで最大の市場

1)－2 窓材、ドア材

- ・木材に取って代わるが、表面は木調
- ・北米では、80-200メッシュの木粉とPVCとの複合材が一般的
- ・北米におけるWPCの窓枠の市場規模は約10%(約135億円)
- ・北米におけるWPCのドア材の市場規模は約5%(約240億円)
- ・欧州市場では、WPCの上に単板や他の表面材を貼る場合が多い

1)－3 フェンス

- ・北米のフェンス市場: 約8,000億円、2009年には約1兆円へ
- ・PVCフェンスの伸びが年35-40%と大きい
- ・北米のPVCフェンス4,650億円(1999年)、木製フェンス2,700億円(1999年)
: WPCのターゲット
- ・デッキの次に期待されている; WPCの木材様の美観、木理が好まれる
- ・PVCより耐熱性高い

1)－4 屋根材、外壁

- ・WPCにおいてはまだニッチ市場だが、将来的には潜在的に大きな市場

2 公共資材

- ・高速道路資材(標識、ガードレール、支柱、フェンス等)
- ・スウェーデンでは押出成型による遮音壁を開発



熱帯産材デッキの代替

イペ材デッキ
(アマゾンの熱帯林から)

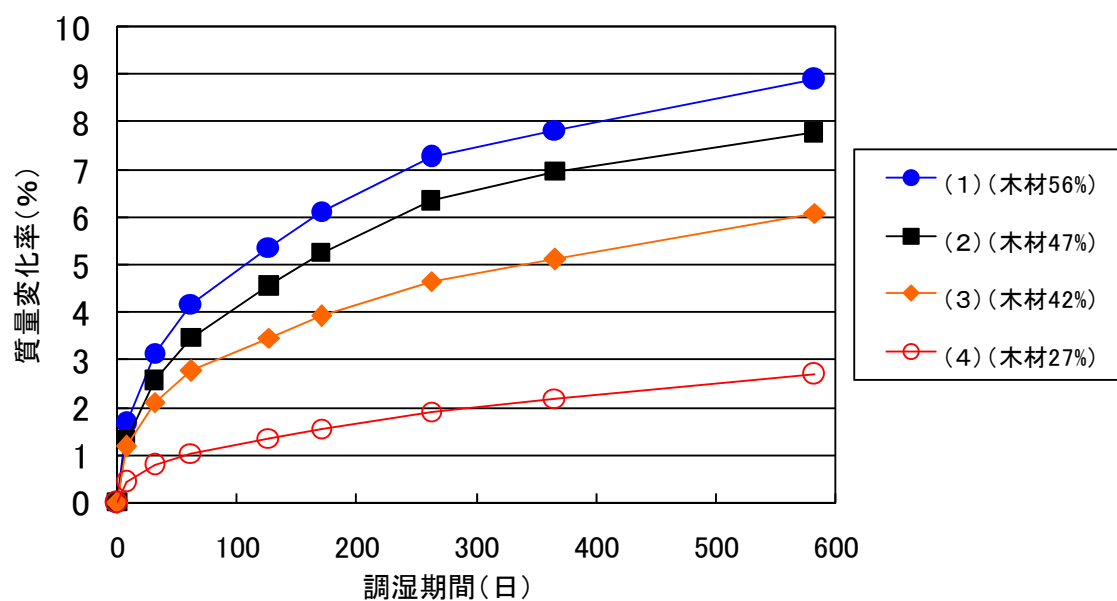
WPCデッキ
(木質廃材と
プラスチック廃材から)



43

20°C90%RH調湿試験による複合材の質量変化

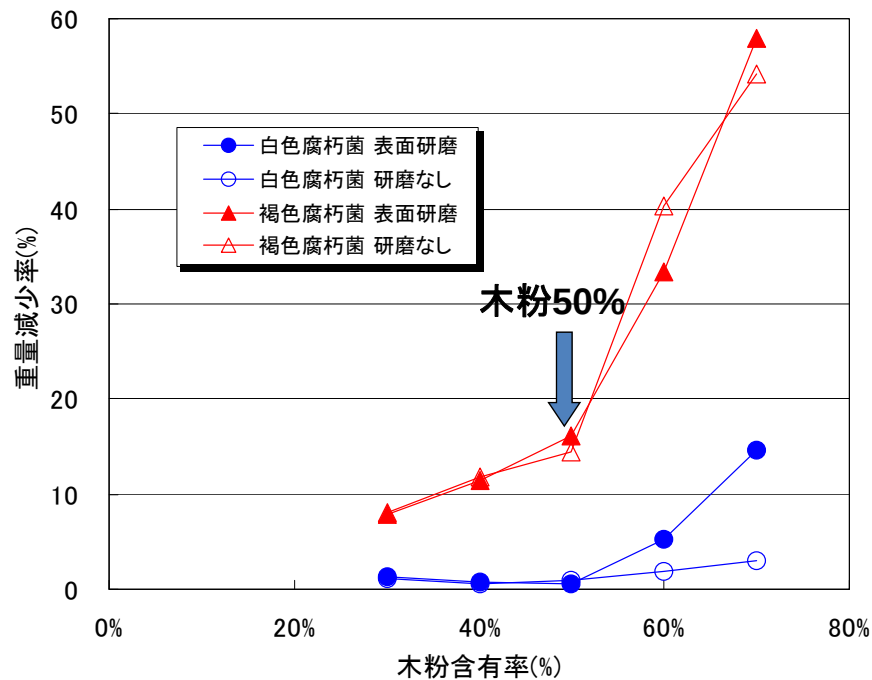
質量変化



- ・試験600日後でも質量増加継続
- ・質量増加は木粉含有率に比例

44

木質系複合材料の室内腐朽試験例 (Verheyら;2001)

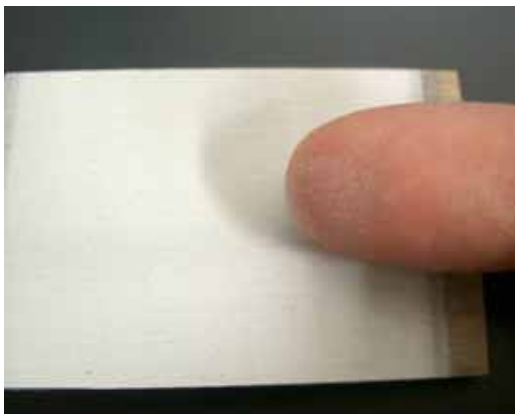


- ・木粉含有率50%以上で急激に腐朽
- ・褐色腐朽菌による質量減少大きく、表面研削の差あまりない

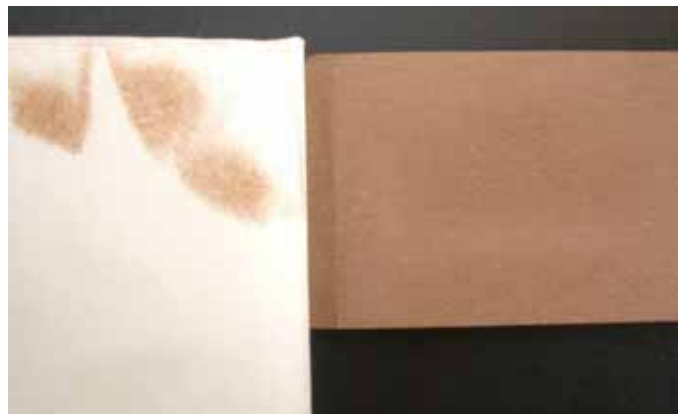
45

WPC表面の耐候試験後における チョーキング現象

Wood/PP(55/45)
顔料無添加



Wood/PP(55/45)
茶色系顔料添加



- ・顔料添加により変色抑制できるが、チョーキング(粉ふき現象)発生
- ・デッキを裸足で歩いたり、柵に布団などを干すわが国では問題

46

東急プラザ表参道

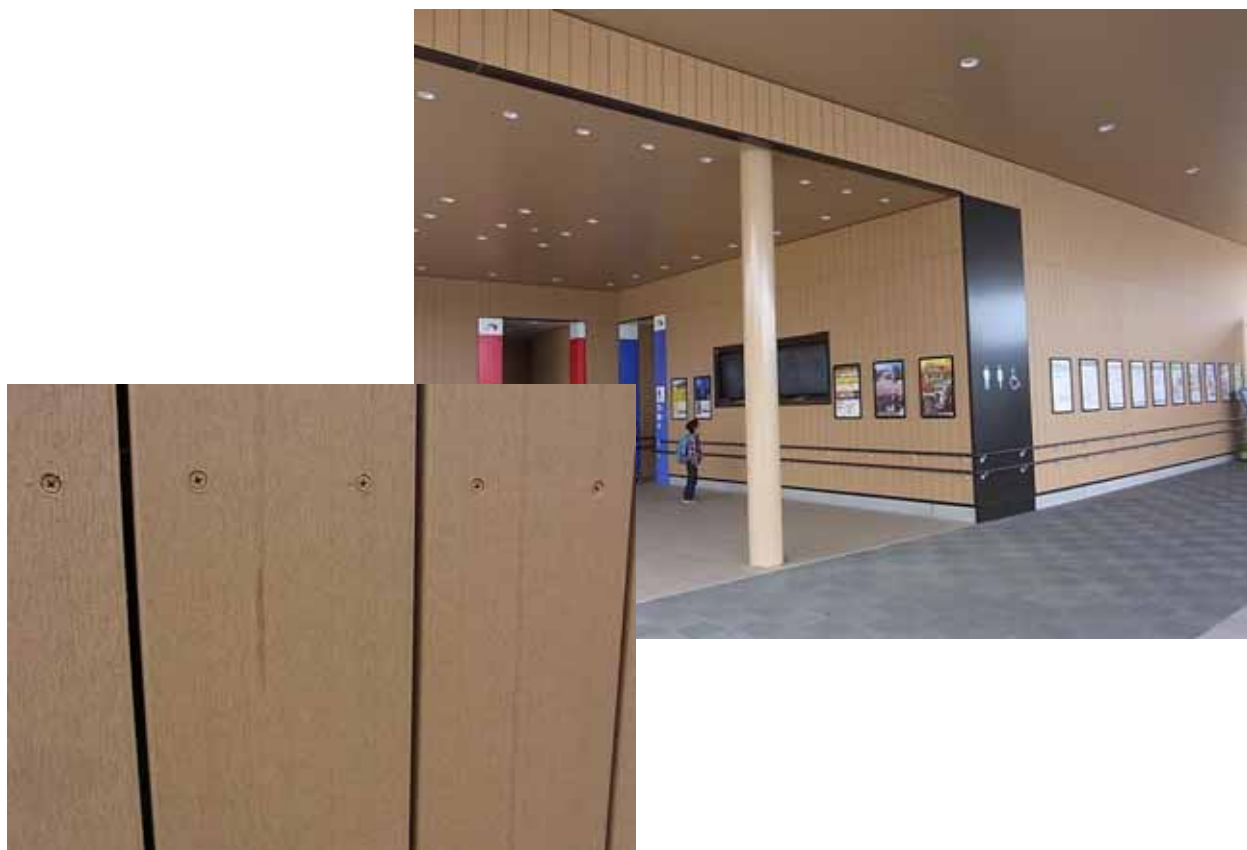


6階コーヒーショップ前の「おもはらの森」(WPCデッキ使用)

大手町フィナンシャルシティサウスタワー (大型オフィスビルのWPCデッキとベンチ、テーブル)



高速道路サービスエリア（常磐道 守谷SA）



2. 化学修飾木材

ーアセチル化木材を中心としてー

- ・木材の化学構造を変化させて性能を向上させる
- ・主に、木材の水酸基を疎水基に置換する方法が主
- ・無水酢酸によるアセチル化が一般的
- ・世界で初めてわが国で量産化されたが、現在はほとんど生産中止
- ・ヨーロッパで脱薬剤(特に重金属)の動きから最近注目
- ・2009年ヨーロッパよりアセチル化木材がわが国に輸入 (Accoya wood)
- ・耐久性だけでなく、新たな用途展開の可能性有り
- ・保存処理の脱重金属の傾向から、フェノール樹脂等の樹脂化技術がコスト的にも注目され始めている

アセチル化木材



無水酢酸

アセチル化木材

酢酸

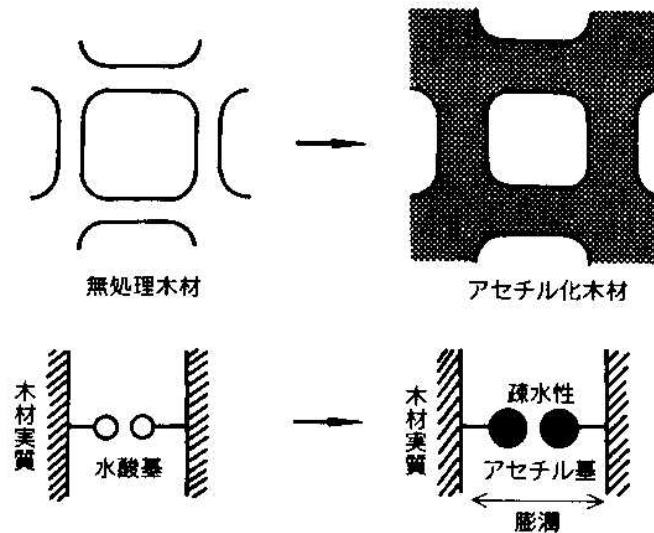


図18-4 アセチル木材の模式図

アセチル化木材の特徴

- ①寸法安定性: 質量増加率20～25%でASE70%以下
- ②耐朽性: 質量増加率17%で地中埋設試験で17.5以上の耐朽性例有り
- ③機械的性質: 反応処理法(液相か気相、触媒の種類等)により異なるが、強度低下は一般に小さい
- ④性能向上: 密度の増加、吸湿性の低下
曲げ強度、クリープ性能の低下
- ⑤耐候性: 表面に黒色のカビ発生
塗装耐久性の向上

その他の化学修飾木材

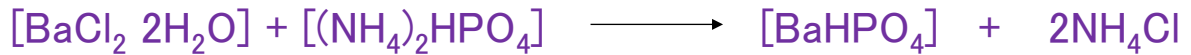
1)ホルマール化(ホルムアルデヒド処理)木材

ホルマール化によるセルロース鎖間の架橋



2)木材・無機物複合材(セラミックウッド)

木材中でのセラミックの生成



3)樹脂処理木材

①フェノール樹脂処理

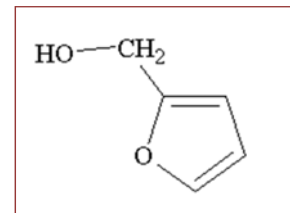
- ・エコアコールウッド(九州木材工業(株))
- ・マクセラム(越井木材工業(株))

②アクリル系樹脂?

- ・プレシャスウッド((株)ウッドレックス)

③フラン樹脂

- ・フルフリルアルコール樹脂処理(スウェーデン)



フルフリルアルコール

淀屋橋odonaのデッキ



2階外周部に設置されたデッキ(デッキから直接各店舗に入店可能)

中之島フェスティバルホール



フェスティバルホール13階のウッドデッキ

3. 熱処理木材

- ・加熱処理により腐朽菌に冒されやすい木材中のヘミセルロースを安定化させ、水酸基が減少することにより、耐朽性、耐水性、寸法安定性が向上
- ・薬剤を使用しない物理的处理として近年注目されている
- ・処理方法には、わが国では窒素ガス存在下で加熱処理する乾式法(エステックウッド)と過熱水蒸気下で処理する湿式法(サーモウッド)がある
- ・200℃以上に加熱しないと耐朽性や寸法安定性が向上しない
- ・加熱により材色が濃色化し、光による退色がある
- ・加熱により強度が若干低下する
- ・150℃前後の熱処理材はかえって耐蟻性が低下する
- ・熱処理の効果は樹種により異なる場合がある

エクステリアとして使用されている熱処理木材 (フィンランド マクドナルド本社ビル:ヘルシンキ)



- ・熱処理木材は、ヨーロッパで実用化
- ・フィンランドのサーモウッド、オランダのPLATO、フランスのRétifié木材
- ・わが国でも、エステックウッド、コシスーパースーモ等が製品化

57

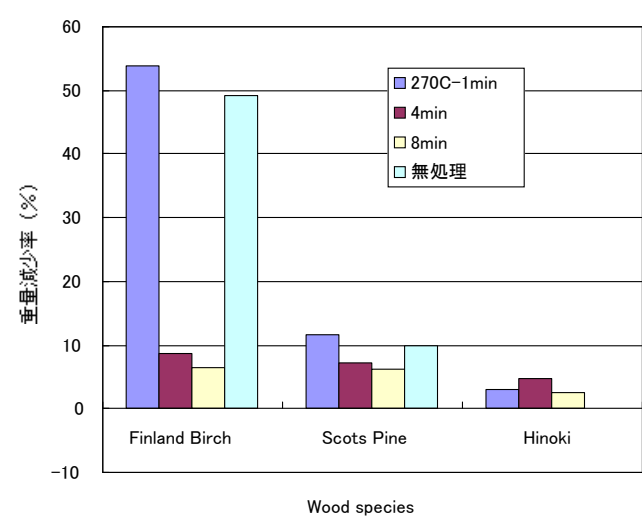
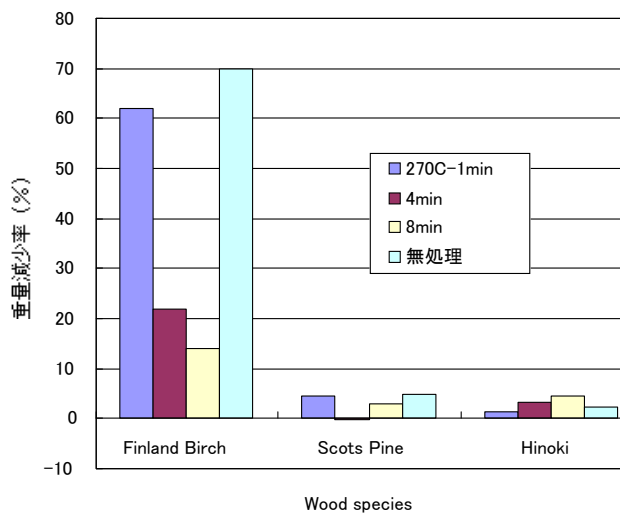
腐朽試験後(12週間後) フィンランドバーチ単板



加熱処理単板の腐朽試験後の重量減少率(12週間後)

(オオウズラタケ)

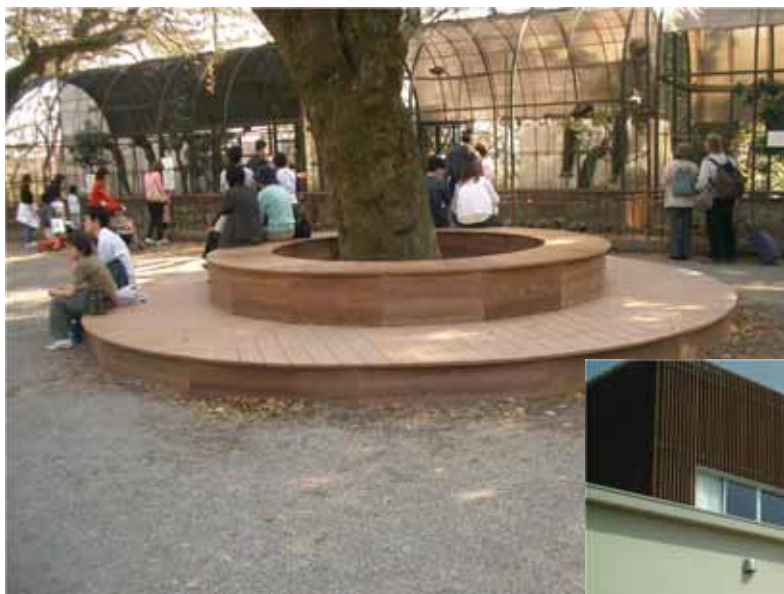
(カワラタケ)



- ・加熱処理により腐朽試験による質量減少率は大幅に低下
- ・白色腐朽菌に対して耐朽性高い傾向

59

湿式熱処理材の使用例



サークルベンチ
(小田原城公園)

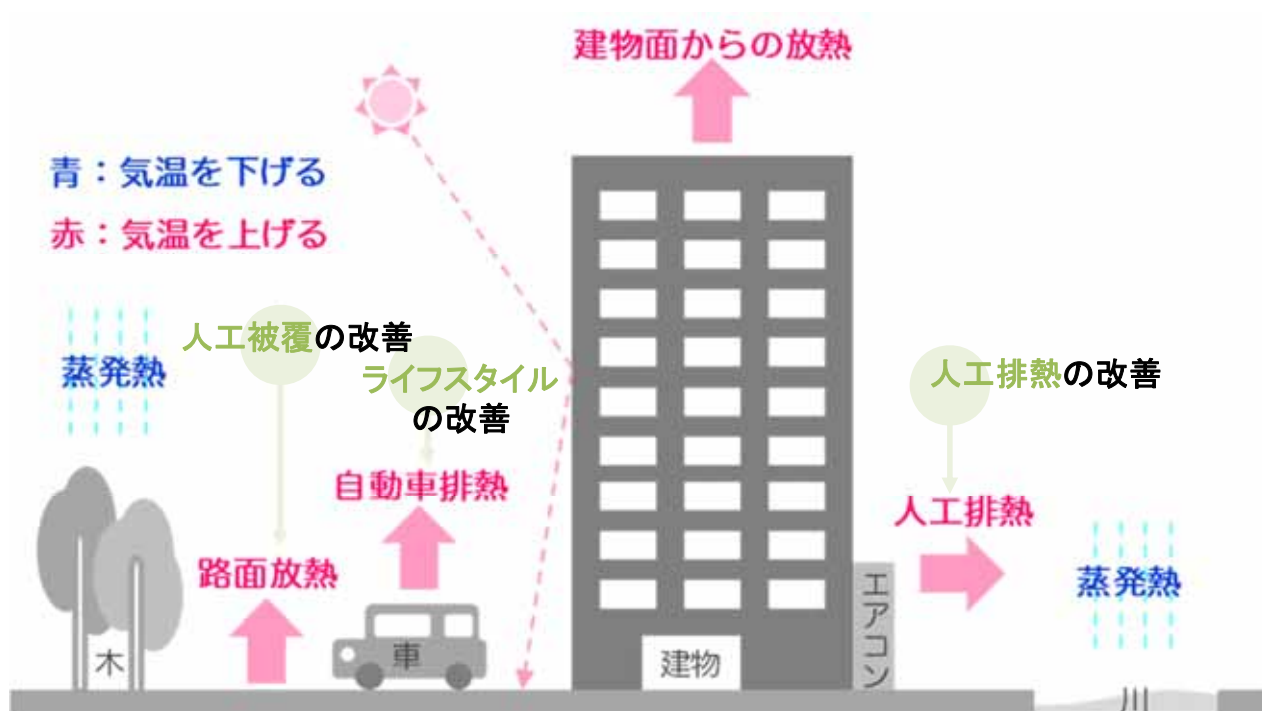


校舎外壁

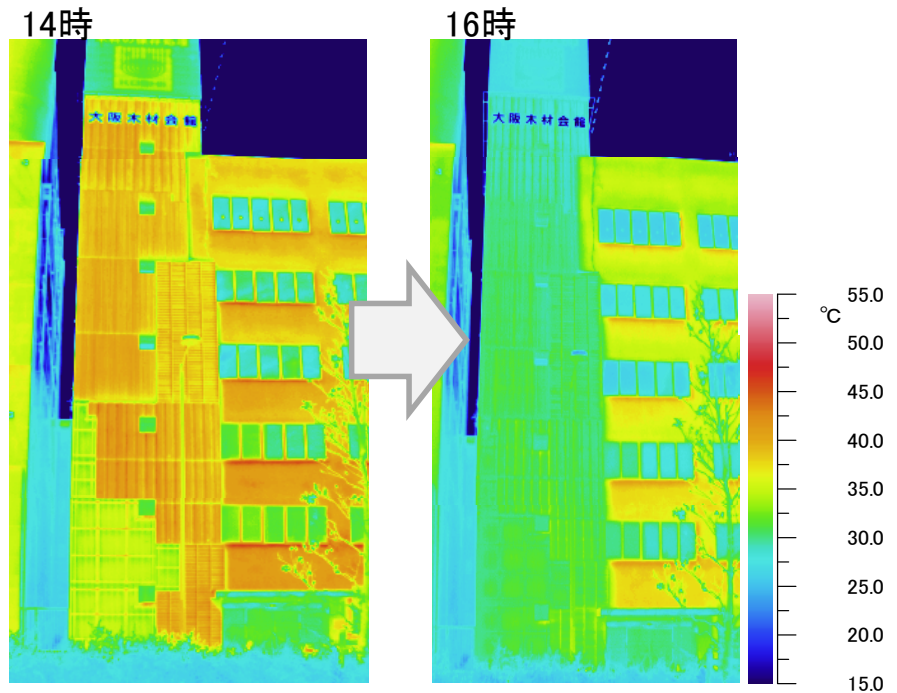
東京大学農学部弥生講堂アネックス



ヒートアイランドの原因と対策



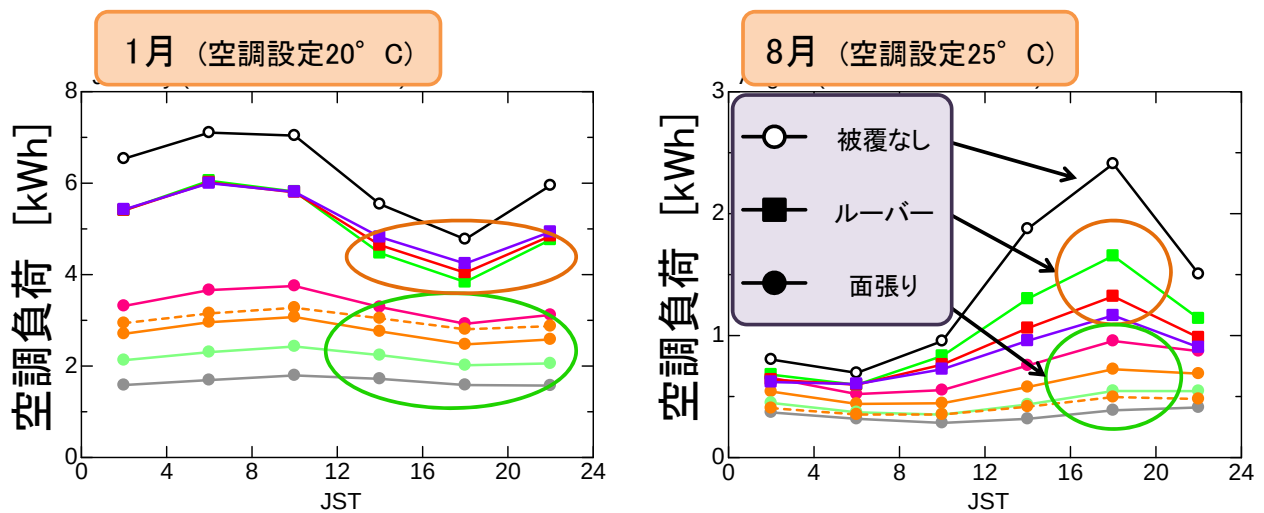
ヒートアイランド対策効果の検証



2010年9月26日撮影

モデル解析

長期的な予測(空調負荷)



木製外装材による空調負荷の減少

面張り形状の効果が最も高い

木製外装による省エネ効果

(独) 森林総合研究所 第2樹木園内

場所: 茨城県つくば市観音台

躯体: RC造 幅3×奥3×高3m

木製外装(板壁) 2010年9月4日～16日

屋上 サーモウッド・ヒノキ(120×30mm)

外壁 サーモウッド・スギ(140×22mm)



室内での空調負荷の測定



期間: 9月6日～12日

冷房: 25℃に設定

表. 冷房消費の比較

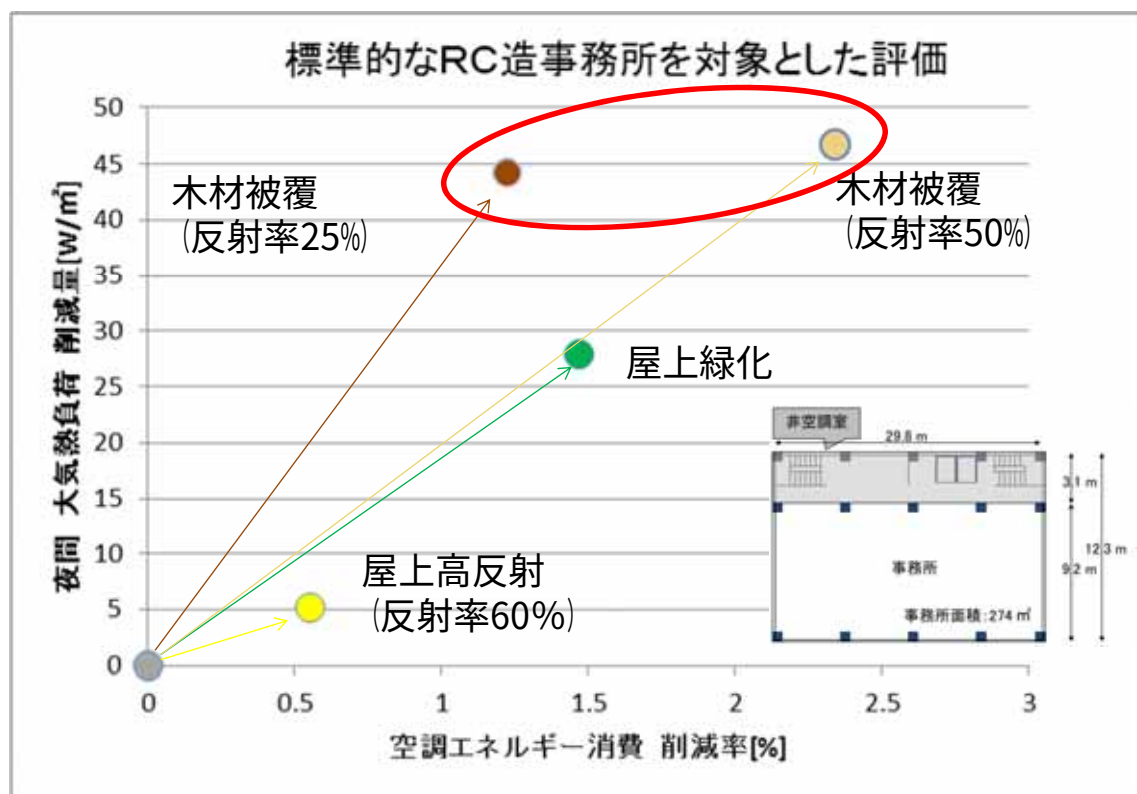
	消費電力 (kWh)	電気料金 (円)	CO2排出量 (kg)
被覆あり	10.4	209	3.82
被覆なし	12.7	254	4.66

18%の省電力化

今後、、、ビル、都市などを木化をシミュレーション

ヒートアイランド抑制効果・CO2削減量の見える化

空調エネルギー消費計算

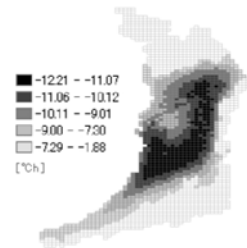


過去回帰に必要な普及率

街区面積(㎡)	288,795
建築面積(㎡)	169,675
延床面積(㎡)	1,177,845

1970年代の夜間外気温に回帰するために必要となる大気熱負荷削減量(夜間)は $12\text{W}/\text{m}^2$ ※

木材被覆による大気熱負荷削減量(夜間)は $44\text{W}/\text{m}^2$



10W/㎡削減時の気温
低減予測結果



大阪市中央区本町地区

業務街区(大阪市中央区本町地区)を対象として、1970年代への回帰を目標とすると、
47%の建物で木材被覆をすることが求められる。 ※屋上緑化では74%、屋上高反射では達成できず

※ 鳴海大典, 照井奈都, 羽原勝也, 水野稔: 都市熱環境緩和を目的とした大気熱負荷評価システムの開発 その3 大気熱負荷削減ポテンシャルと目標設定の関係, 空気調和・衛生工学論文集, 153, pp.1-12, (H21.12)

木材を使った街づくり 一まとめ

- ◎多くの人は木材を使った建築物に対して好感を持っている
- ◎まずは、目に見えるところ、人が触れるところに木材を使う
- ◎木材の良さを科学的に証明、説明することが必要
- ◎耐久性、維持管理、強度性能、防耐火性等についての負のイメージを改善する必要
- ◎高性能木質建材の開発、市場投入

ご清聴ありがとうございました



木造ショッピングプラザ(山形市)