

公共建築物 木造化のメリットとは？



茨城県産材普及促進協議会
Live Haus 建築設計所 主宰 藤田克則（農学博士）

木造化のメリット ー目次ー

- 0 自己紹介
- I 木を使おうという近年の流れ
- II 森の現状・サステナビリティ
- III 木育面・室内環境面のメリット
- IV 地球環境面のメリット
- V 地域循環のメリット
- VI コスト面のメリット
- VII 木材や木造の特徴を知る
- VIII 建築に向けての課題と対策

設計

称名寺庫裡（石川県小松市 2000年）

地元の森林組合の協力を得て地場産の製材を利用
RCで区画した延べ1,095㎡、準防火地域の木造建築
設計：安藤邦廣＋設計工房禺



遊学舎（秋田市）2002年

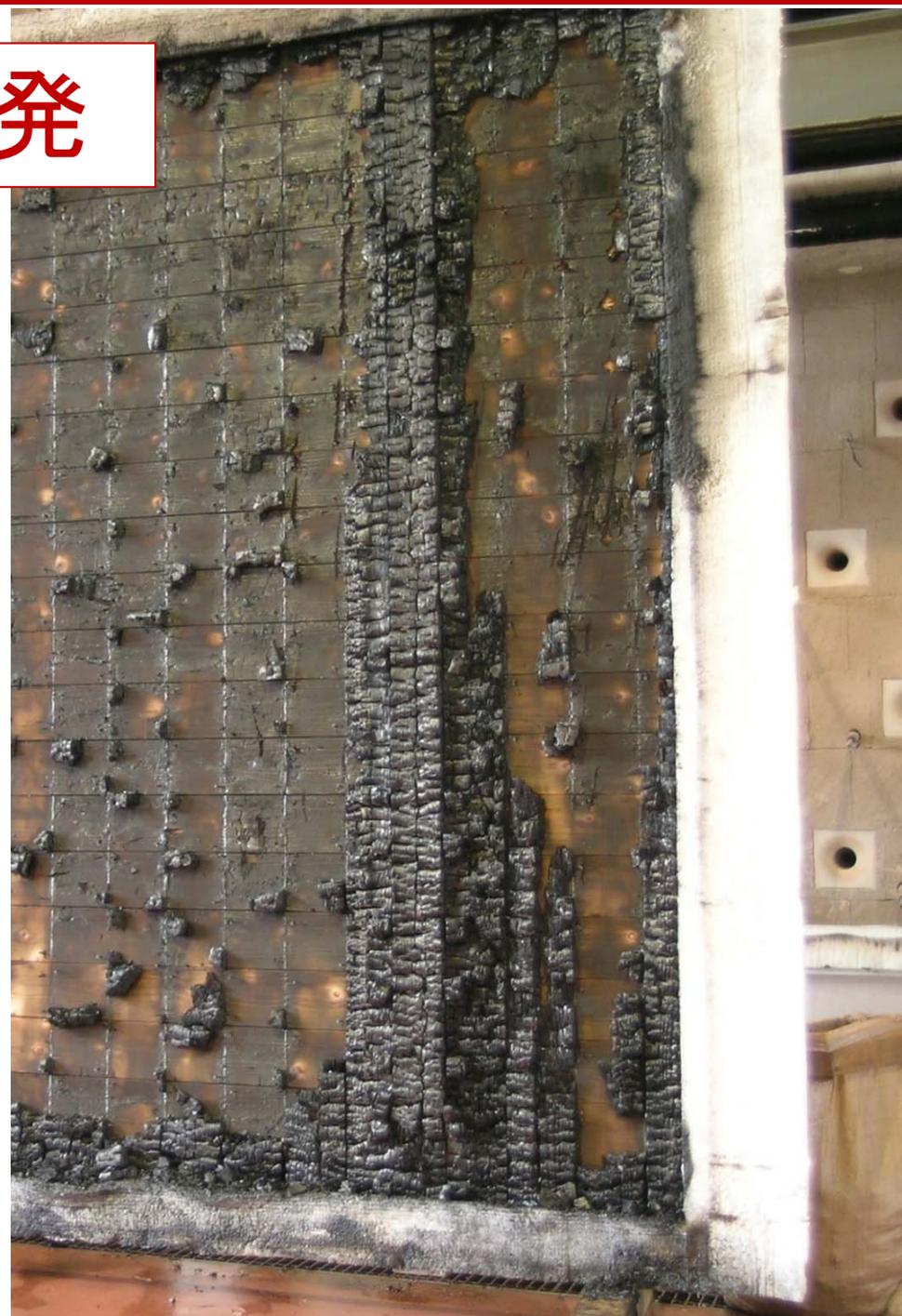
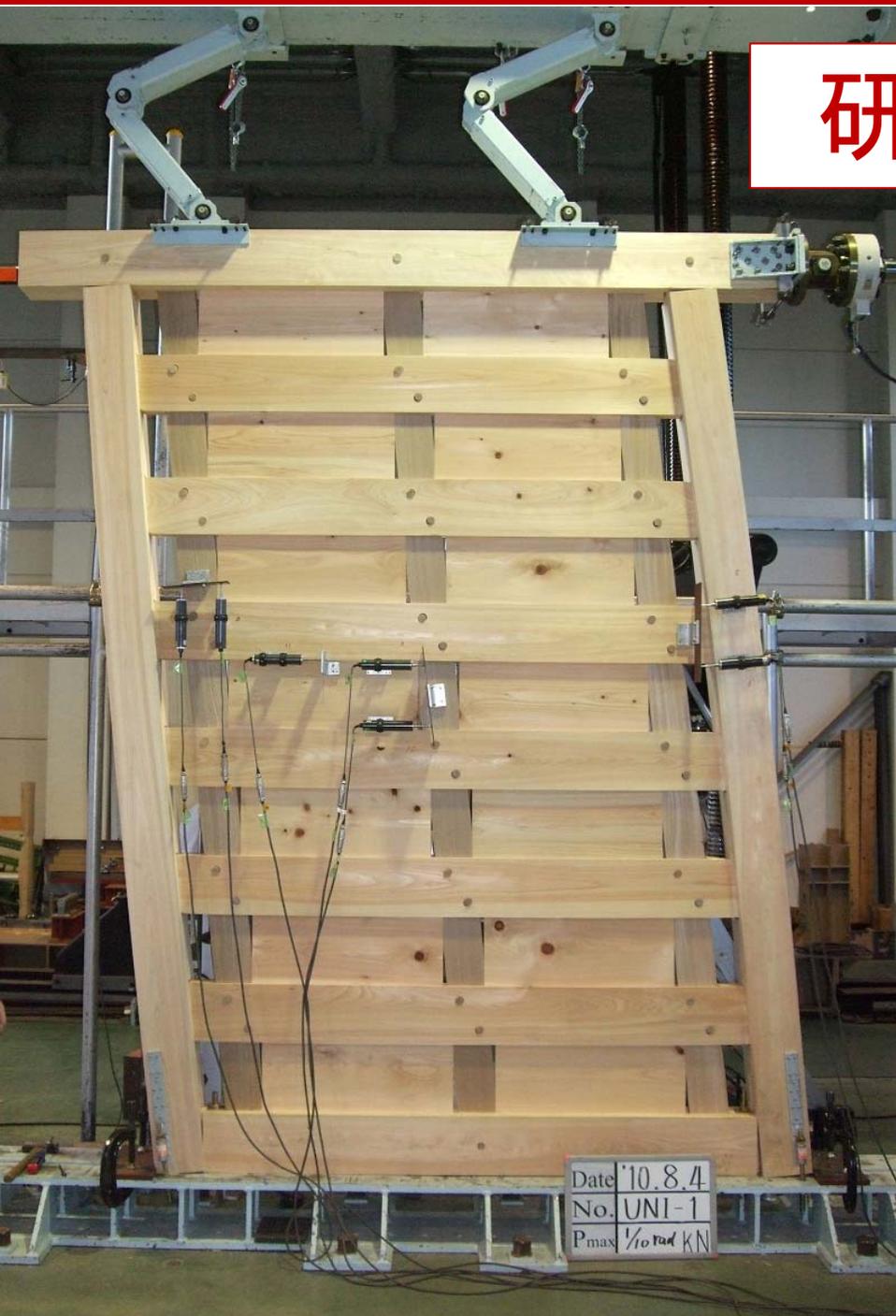
地場産の製材と集成材を利用した
公共施設 延べ4,018㎡
基本設計：安藤邦廣＋設計工房禺
実施設計：小畑勇設計



木造耐力壁の開発

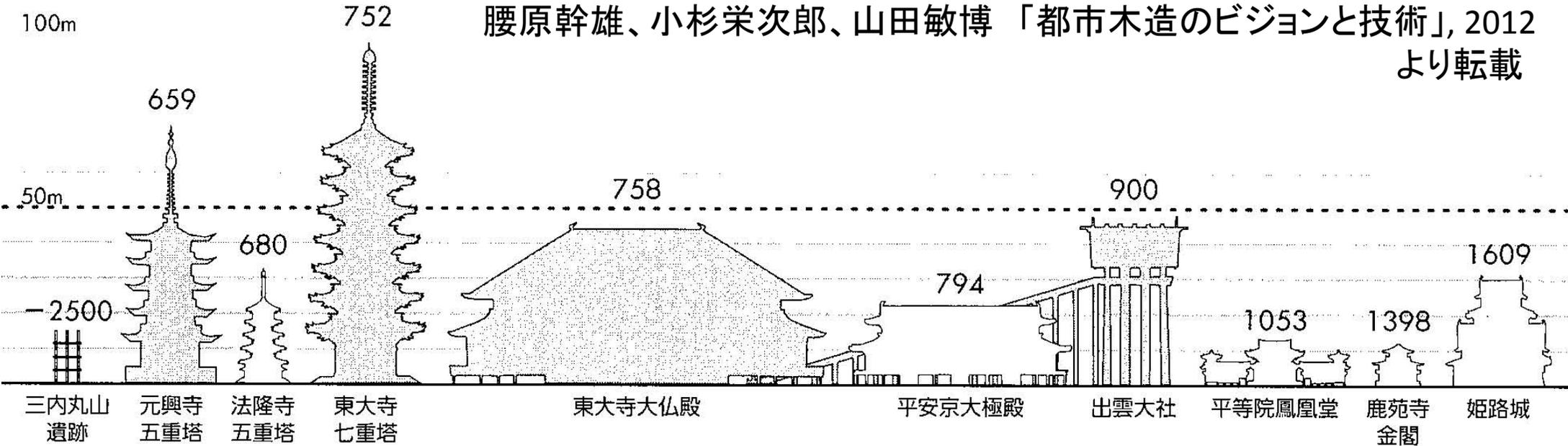
杉板壁の防火試験

研究・開発

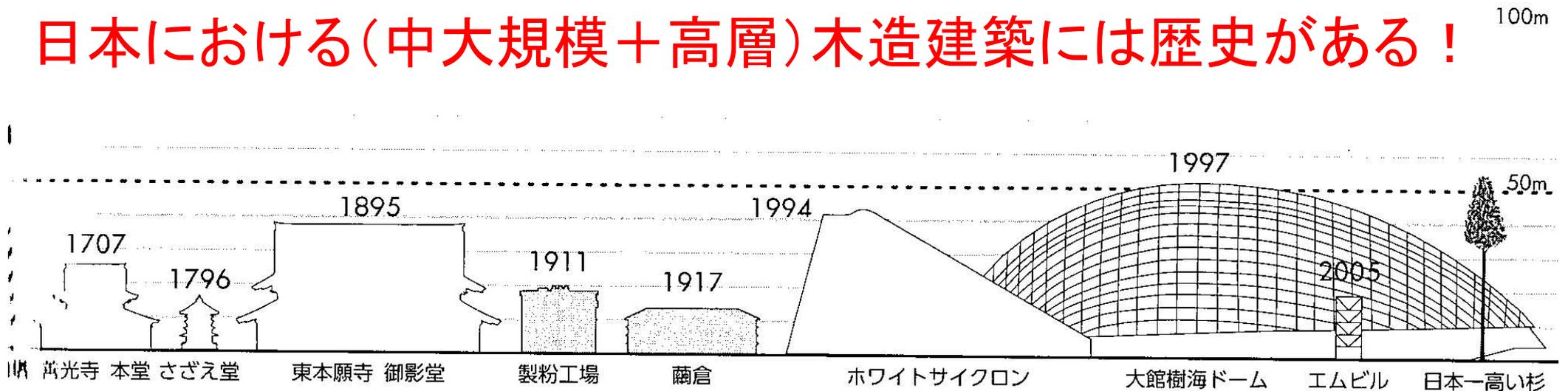


I. 木を使おうという近年の流れ

腰原幹雄、小杉栄次郎、山田敏博 「都市木造のビジョンと技術」, 2012
より転載



日本における(中大規模+高層)木造建築には歴史がある！



□ 現存 □ 現存せず

新建築

SHINKENCHIKU 2015

11

創刊90周年

建築の詳細
ディテール
209
2016-JULY

特集
木造建築
の
新潮流
矩計で読み解く

建築技術

5

建築知識

June
2013
No.703

6

Kenchiku-chishiki for Professional Architects and Builders

特集 [中・大規模木造]計画・設計マニュアル

公共建築物等木材利用促進法の施行(2010年)以降、近年の建築専門雑誌では、中大規模を始め、木造特集が多数。国をあげての木造化推進の方向性は 明らか！



木のイメージが変化？
心地よい、新しい、
都会的...

上：オフィスデザイン例（無印良品有楽町）

<http://www.uchida.co.jp/company/news/press/160407.html> より転載

下2点：ららぽーと海老名 「ウッドエッグ」

<http://suumo.jp/journal/2015/10/29/99897/> より転載



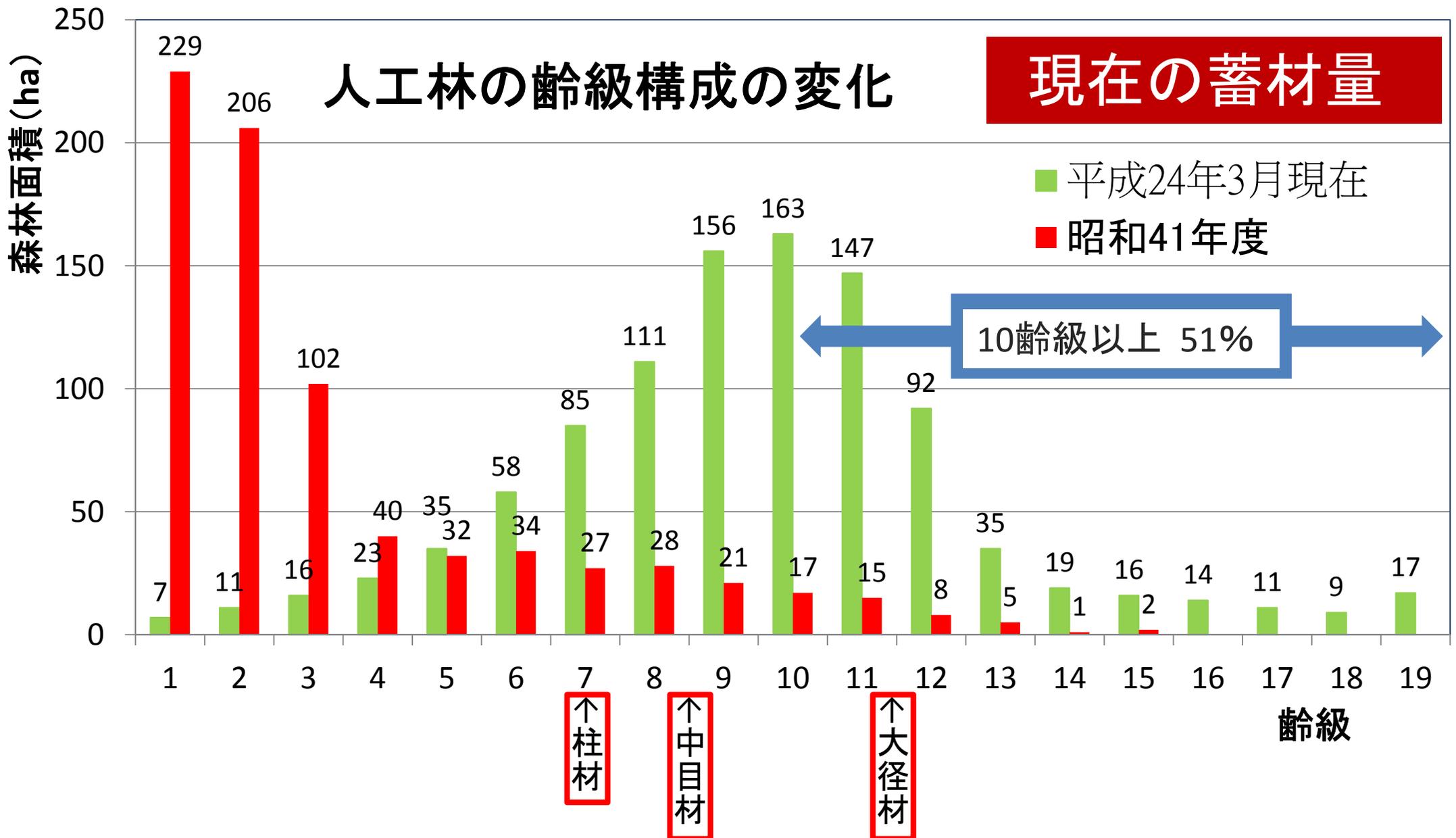
Ⅱ. 森の現状・サステナビリティ

森林資源の循環利用(イメージ)

平成26年度 森林林業白書より



上のような「循環」ができれば、木は無限の材料となり得る



林野庁「森林資源の現況」(平成24年3月31日現在)、「日本の森林資源」(昭和43年3月)のデータより作図

この50年で、10齢級(50年生)以上の人工林面積は47万haから523万haに増加。現在は、蓄積された資源を積極的に利用する時期にあたる

茨城県の素材(木材)生産量と、森林資源蓄積量・成長量

林野庁 森林林業白書 より

	木材需要				森林資源の蓄積量・成長量	
	総数	県内素材生産量 (千m ³)	他県材 (千m ³)	外国産材 (千m ³)	蓄積量 (千m ³) 国+民	森林資源の成長量 (m ³ /年)
茨城県 H26年度	1,500 (100%)	341 (≒34万m ³) (22.73%)	77 (5.13%)	1,082 (72.13%)	36,201	114万m ³ 程度 ※nedoによる推定 値をもとに算出
茨城県 H18年度	435 (100%)	273 (62.76%)	75 (17.24%)	87 (20%)		
全国 H26年度		19,646		6,383	490億 m ³ 程度	7億～8億m ³ 程度

茨城県の森林面積は、国有林と民有林合わせて188(千ha)、うち国有林は45.377(千ha)

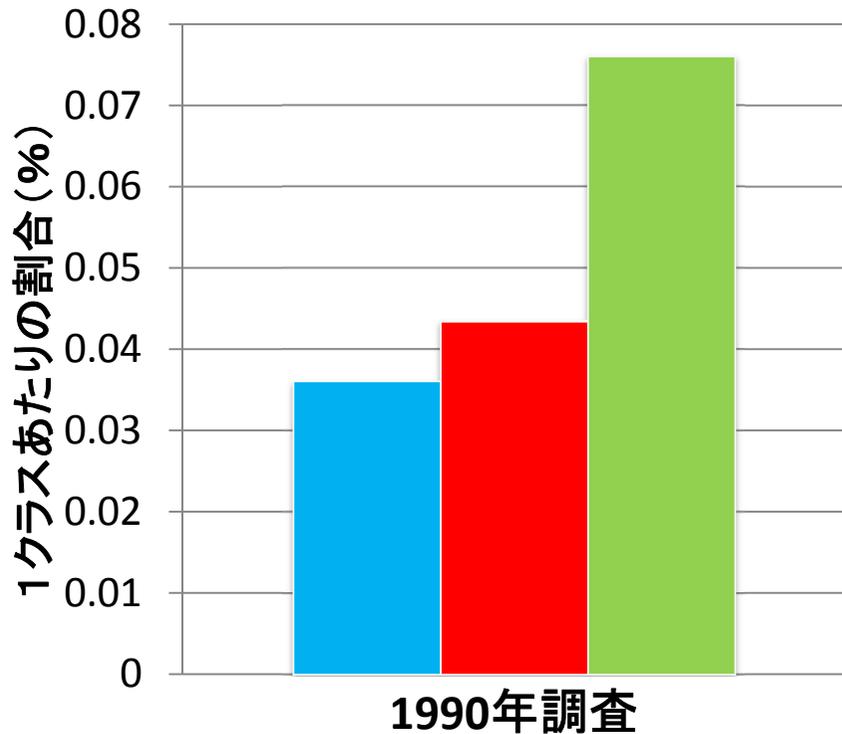
**茨城の場合、森林ストックの量に比べ素材生産量には余裕がある
⇒ 県産材で、中大規模木造に対応できる余地アリ**

Ⅲ. 木育面 ・ 室内環境面 のメリット(≒自然素材)

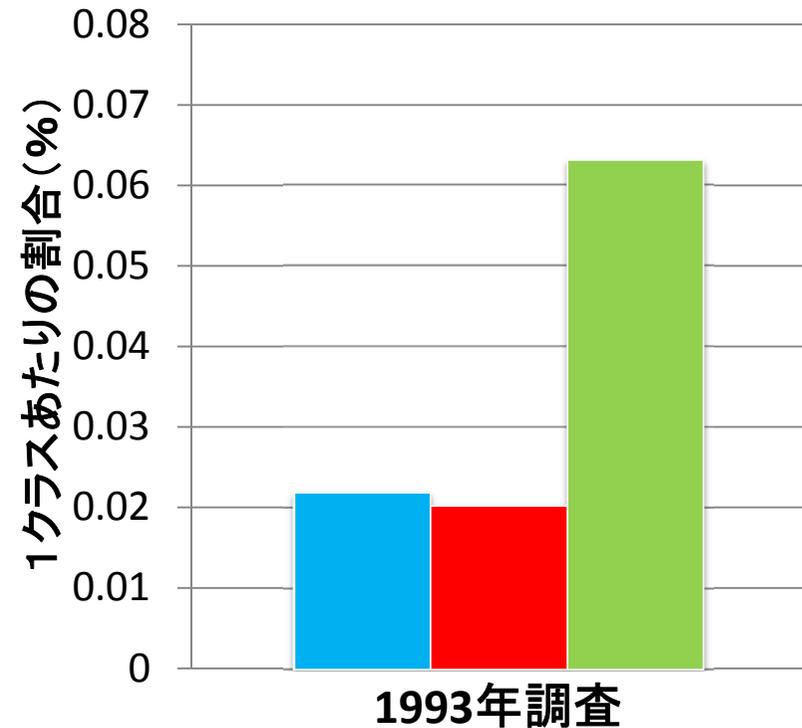
- ①木目の1/fゆらぎ効果
自然な模様、色合いによるいやし効果
- ②木の細かな凹凸による光の散乱
目に優しく疲れにくい
- ③木の吸放湿性能
夏の高湿、冬の過乾燥を抑制
- ④木の香り
フィトンチッドによるリラックス効果(アロマセラピー)
- ⑤木の温もり
空気を多く含む針葉樹の床材は冬暖かい
- ⑥木の耐衝撃性
適度な柔らかさがあり、ケガをしにくい
- ⑦木の吸音効果
音が反響しすぎることがなく聞き取りやすい

学校建築における木造建築のデータ

- 木造校舎
- 鉄筋コンクリート造高木質内装校舎
- 鉄筋コンクリート造低木質内装校舎



インフルエンザによる学級閉鎖割合

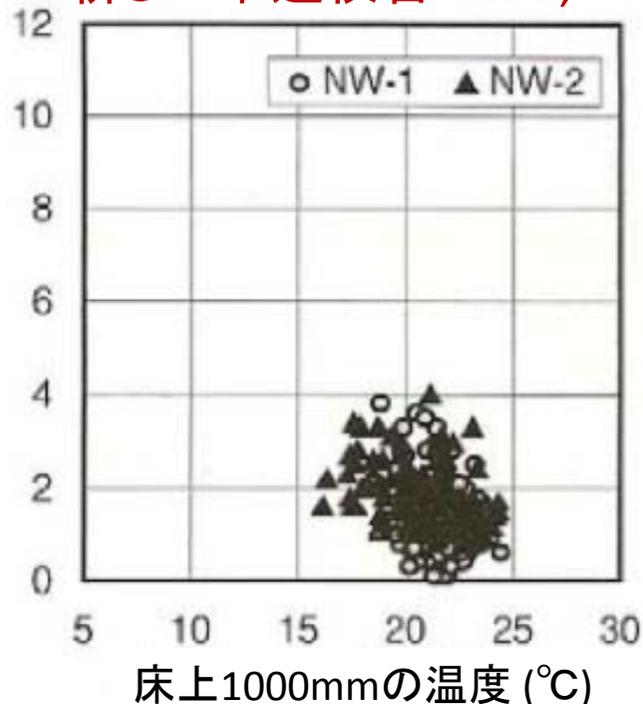


橋田 鉦洋: 木造校舎の教育環境 (P.68), (財)日本住宅・木材技術センター, 2004

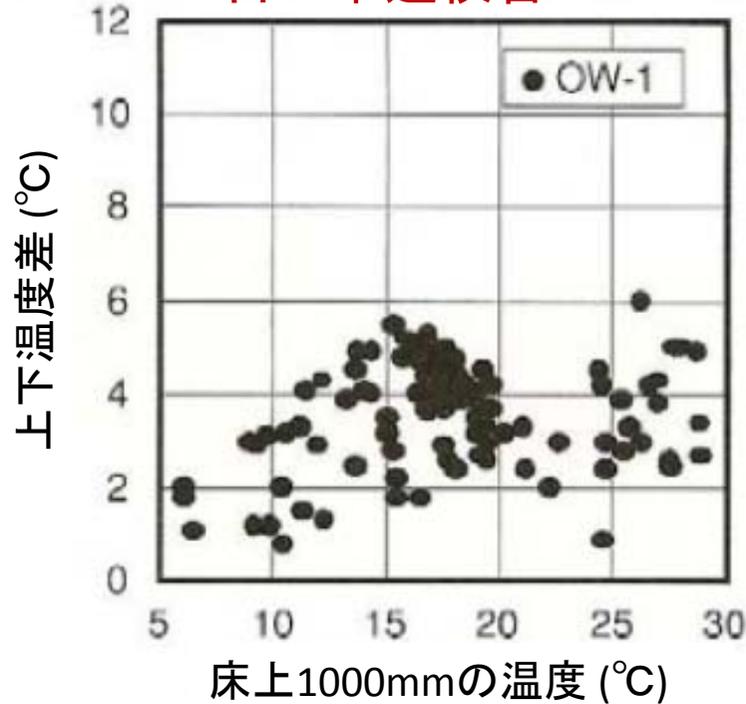
校舎の木造化・高木質内装化により、インフルエンザの流行を抑制

校舎の構造別の教室内の温度と上下温度差の分布

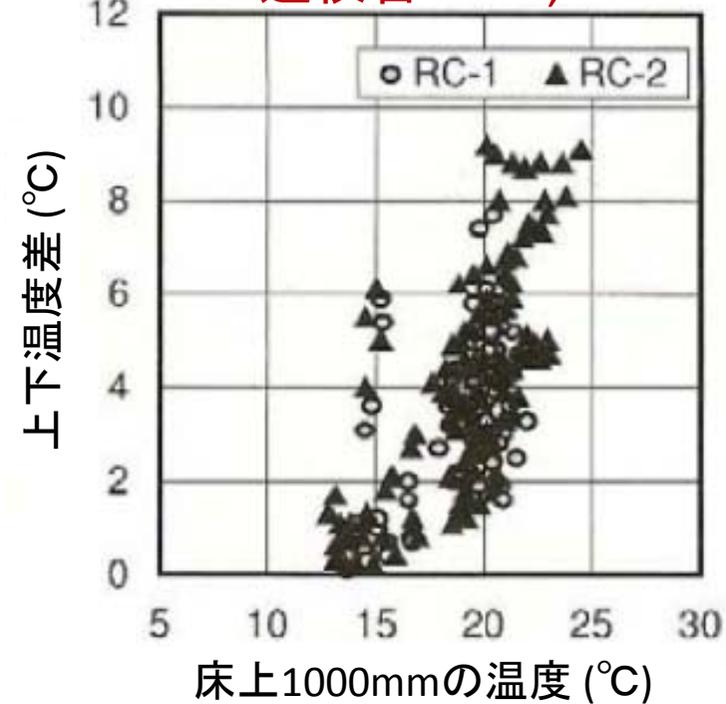
新しい木造校舎 1995, 2003



古い木造校舎 1957



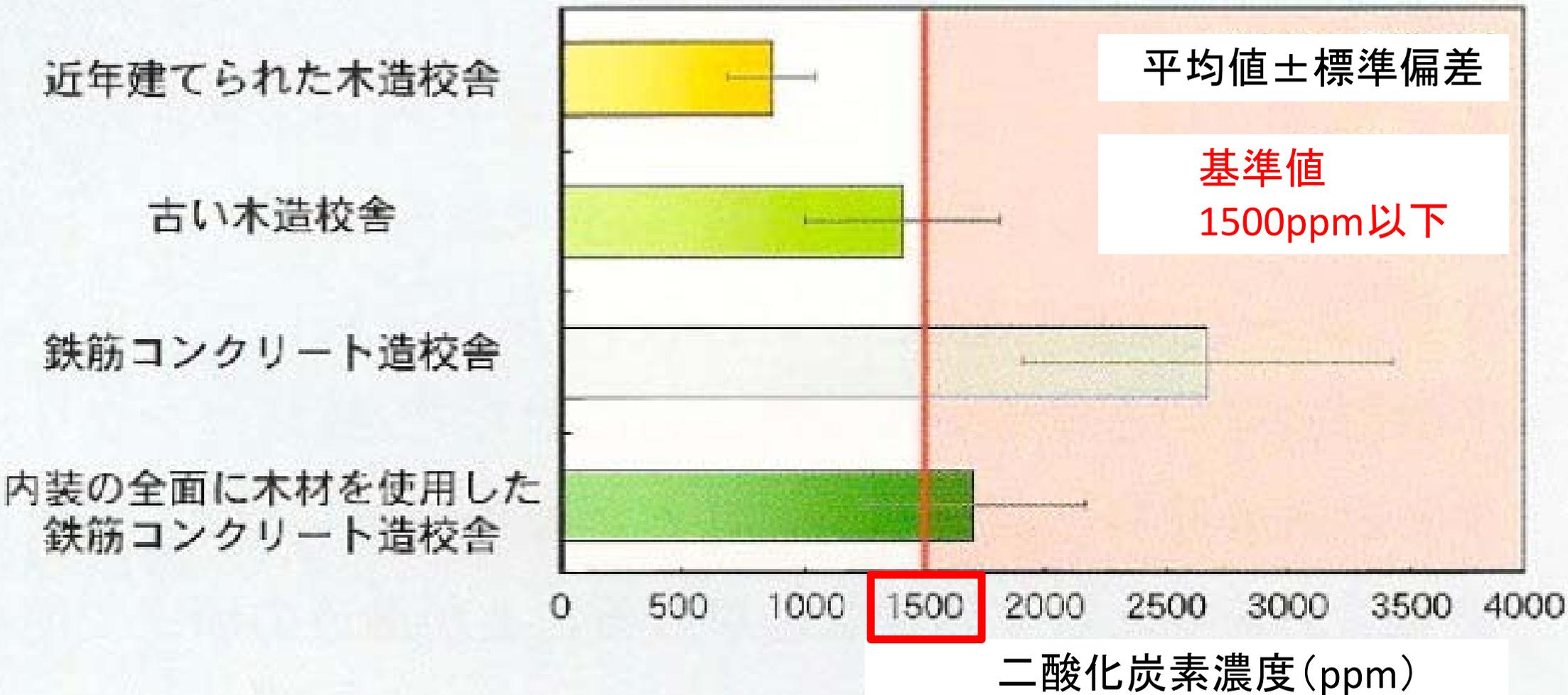
RC造校舎 1970, 1981



木村彰孝, 小林大介, 飯島泰男: 教室内の環境が子どもにもたらす影響に関する研究 その2
能代市内小学校における冬季の温熱環境と子どもの評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 2009

**RC造校舎より、木造校舎の方が、教室上下の温度差が少ない
古い木造校舎に比べ、新しい木造校舎は教室内部温度が安定**

冬季の教室内の平均二酸化炭素濃度



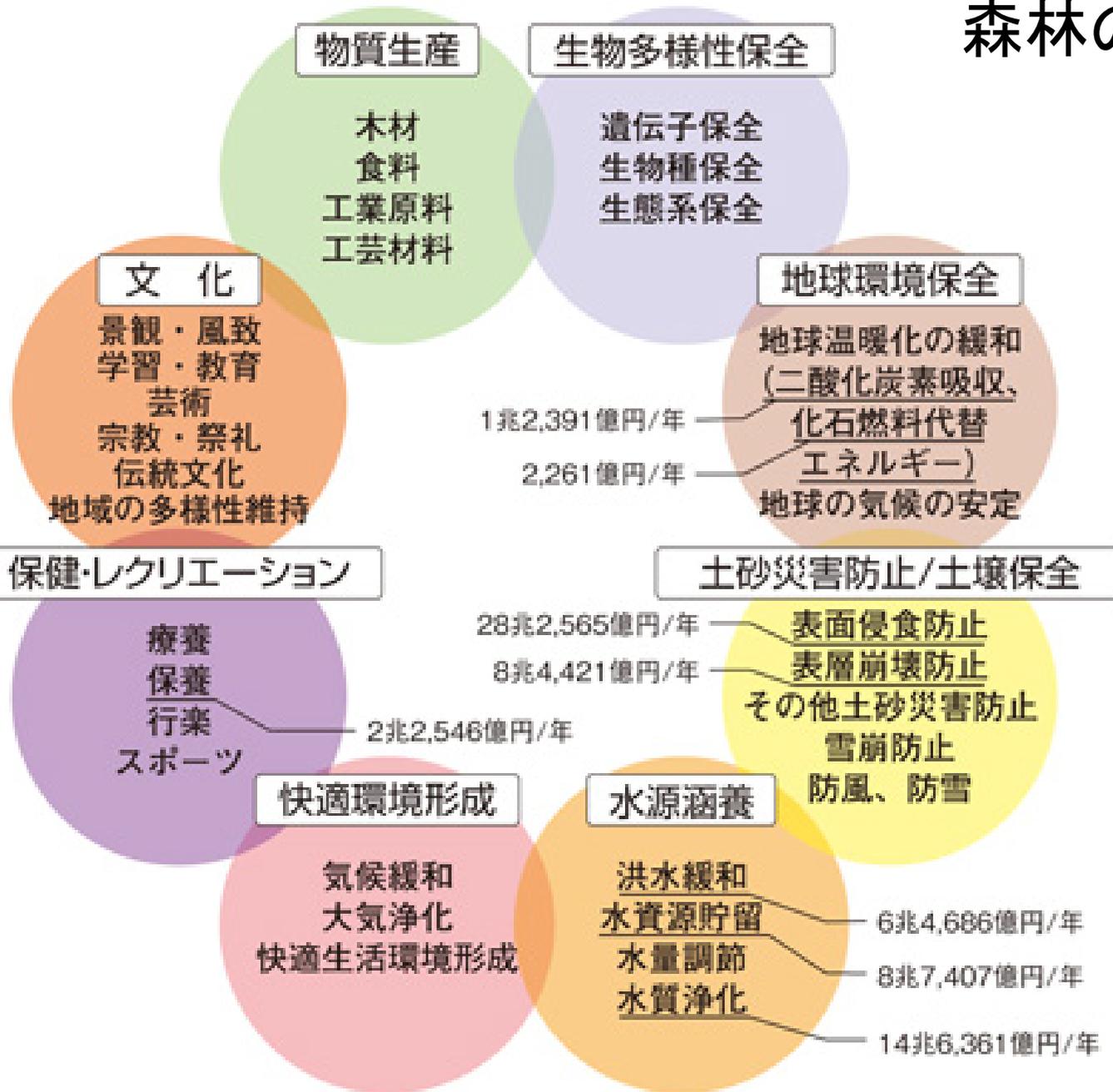
木質内装で快適な生活を・文部科学省 都市エリア産学官連携促進事業(米代川流域エリア), 2009

新しい木造校舎は、強制換気をしなくても、教室内の平均二酸化炭素濃度が学校衛生環境の基準値(1500ppm)を十分に満たしている

IV. 地球環境面のメリット

森林の有する多面的機能

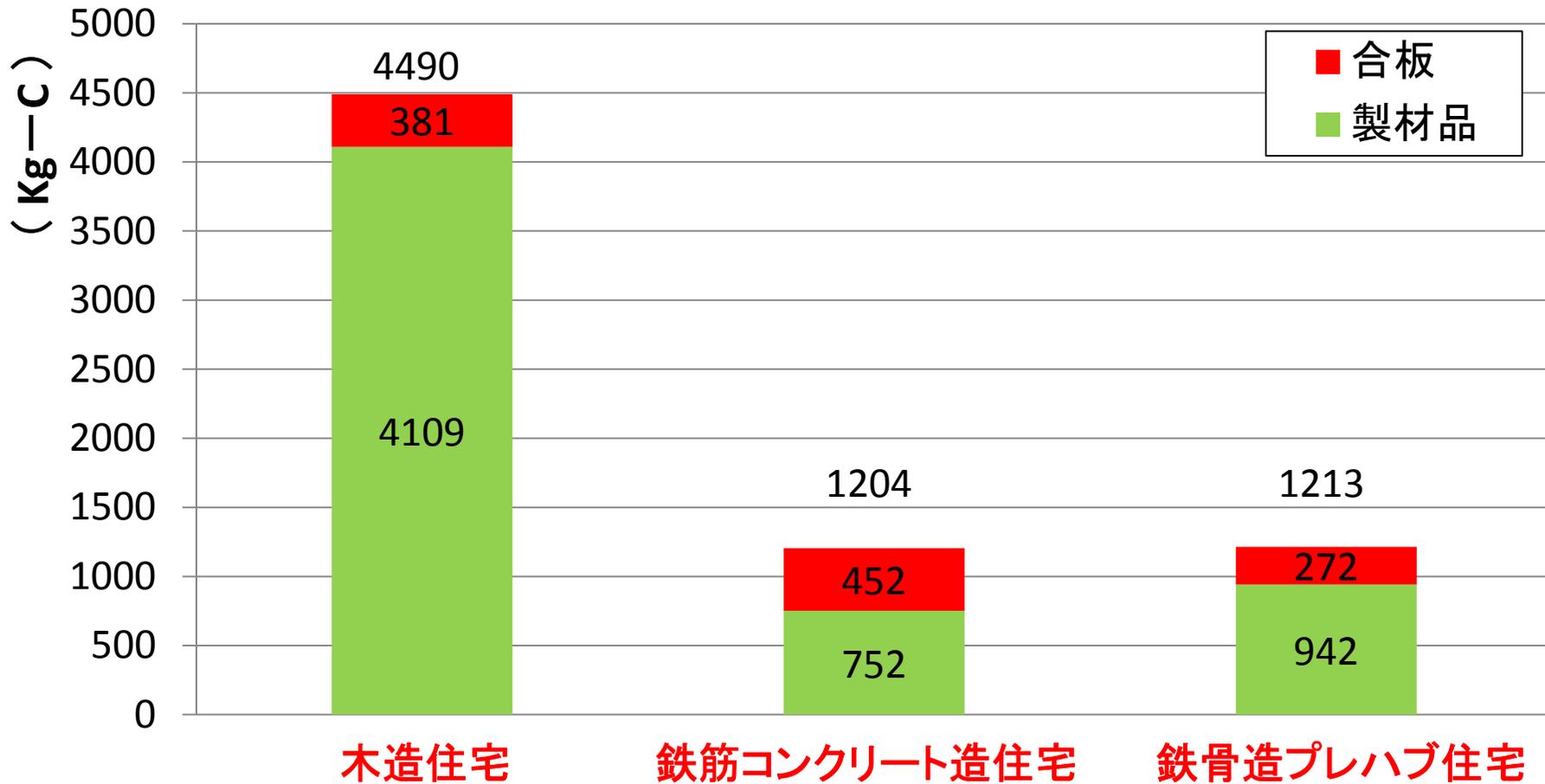
平成26年度
森林林業白書より



⇔ 木を使うことがその多面的な機能の保全に結びつく。その恩恵は、まず地元に戻元されるべき！

日本は国土の7割が森林。森を守るのは当たり前！

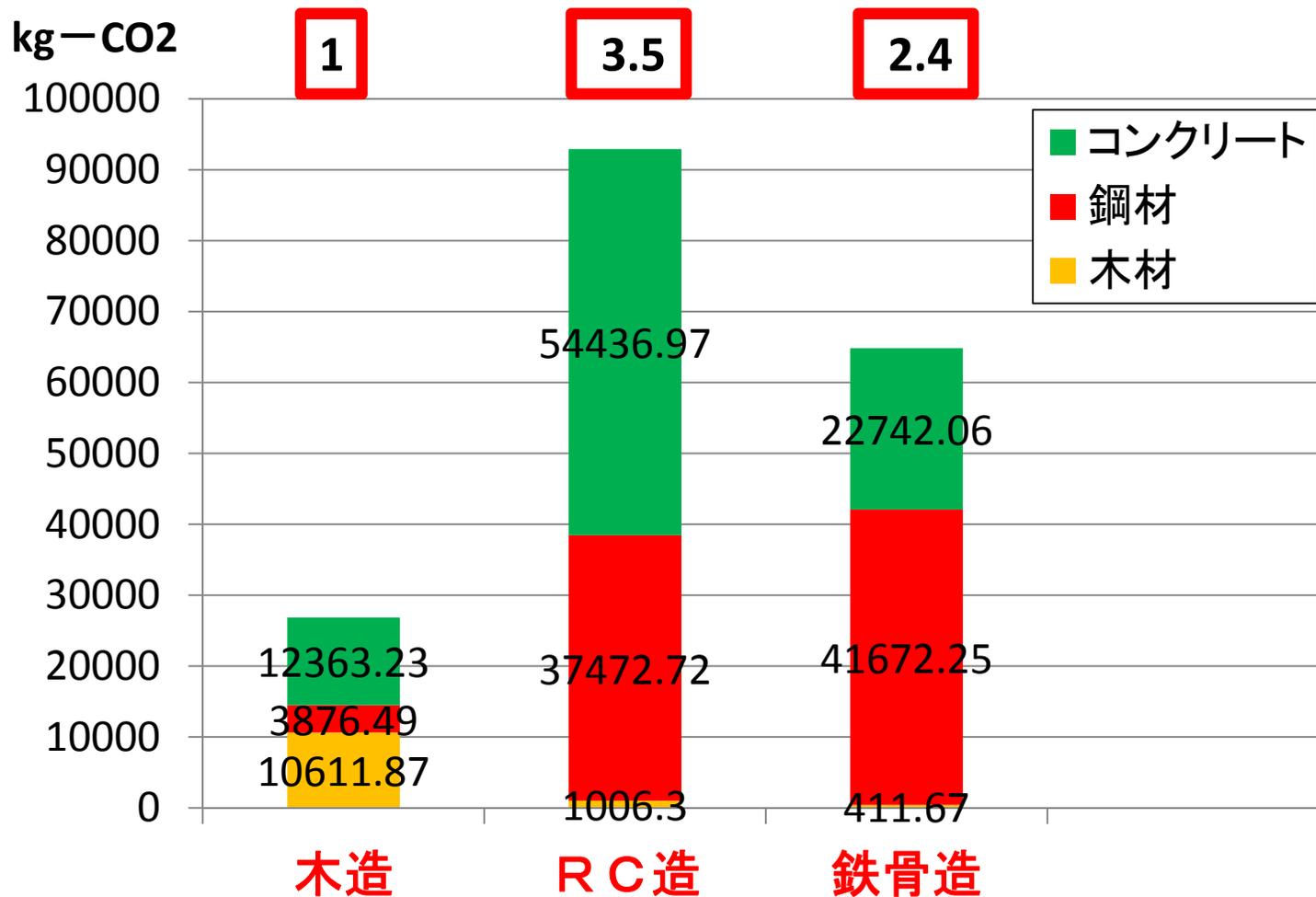
住宅1棟あたり(約38坪)の炭素 **固定量**



大熊幹章 「地球環境保全と木材利用」,2003 をもとに作成

建物の木造化によって、固定できるCO2の量は何倍にも増える

38坪の住宅1棟を建設する際の工法別二酸化炭素排出量



「ウッドマイルズ研究会 2008/3/1のデータを使用」

木造住宅をつくるためのエネルギーは、RC造や鉄骨造と比べてかなり少ない！

V. 地域循環 のメリット

木造化による、安心・安全で豊かな室内環境の獲得や、温暖化対策など地球環境への貢献は、環境の時代である現在、当たり前のことなのかもしれません。

地域材を利用した木造化の一番のメリットは、その地域を元気にすること、そして元気にできることなのではないでしょうか？
地方の活力が日本の元気につながると思うからです。

地域にやさしい

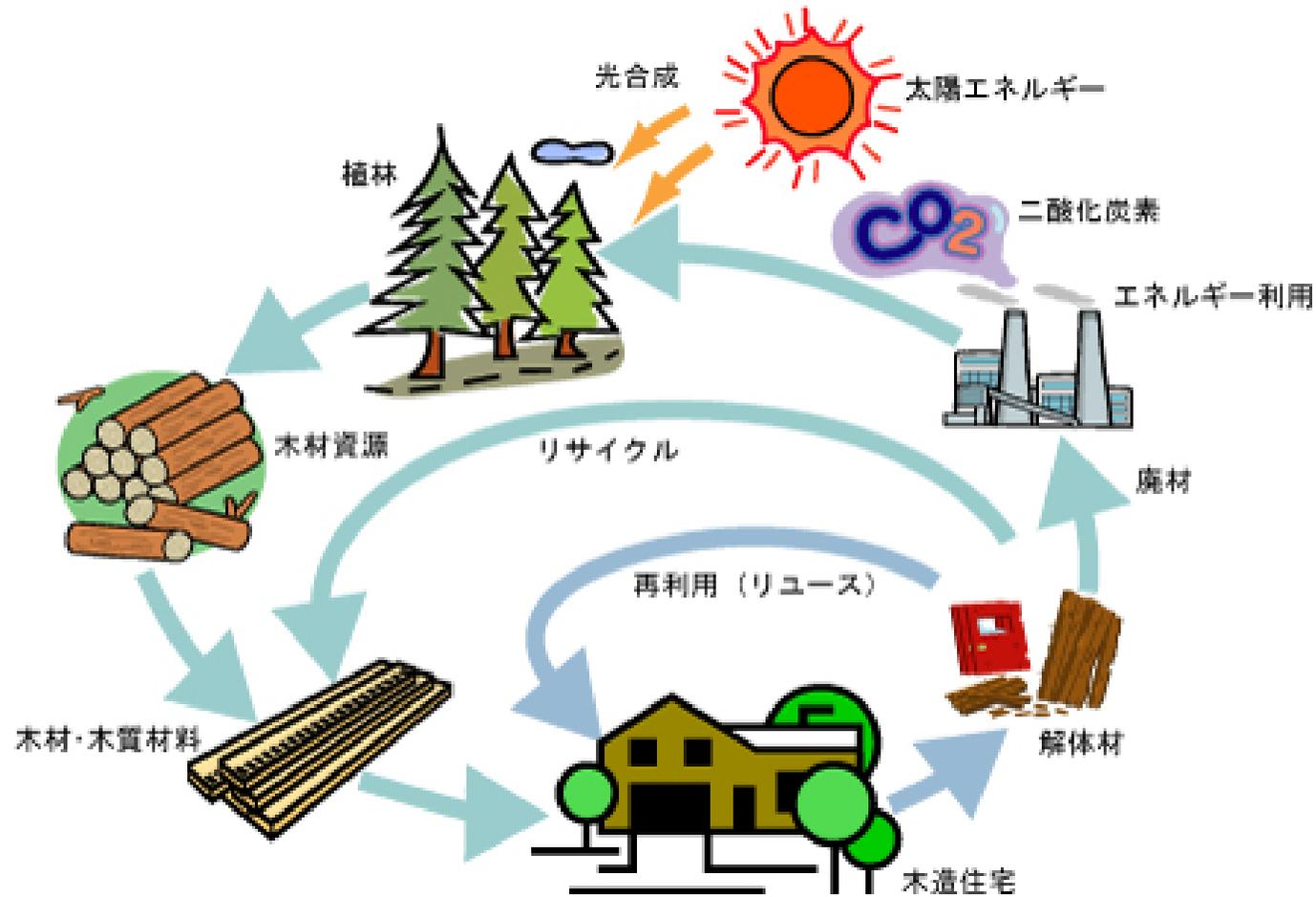
← つくり手, 風景, 地域経済 にやさしい「循環」をつくる



「技術や知恵の循環」



「地域らしさの循環」



「二酸化炭素や経済の地域循環」

「林産試だより」より

県産材で公共建築物を建てることの良さ ＝ 地域循環のメリット

- エネルギー消費が少なく、地域内での経済循環が図れる
- 独自の文化や(伝統)技術が継承できる
- 地域らしい風景が作りやすい
- 地元の施工者ならばメンテナンスも容易
- 川上の存在が身近になり、山を守り育てるという意識を涵養できる
- 生きた理科の教材になる

VI. コスト面 のメリット

現代の公共建築物における、RC造やS造の経験値と（中大規模）木造の経験値には差があるのが実情です。

経験の少ない初期段階では試行錯誤があったり、割高感につながる場合があるかもしれませんが、木造の経験を重ねる中で、コスト面でのメリットが増大してくるはずです。

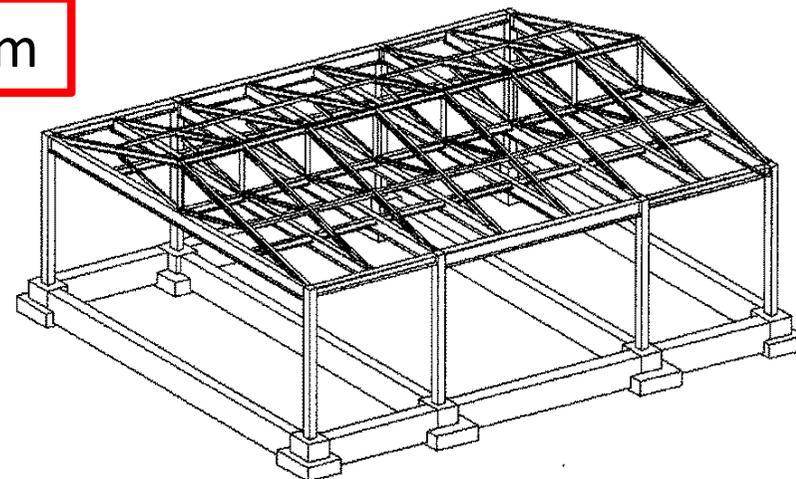
S造との比較 = モデルプランによるコスト比較(岐阜県の事例)

「大規模木造公共施設の建築にかかる低コストマニュアル・事例集」,
5. ケーススタディによるコスト比較, 岐阜県林政部県産材流通課, 2012.03

パターン②(中) / 保育園遊戯室 / 1層 / 9.0m × 14m

※一般地域(積雪40cm)も場合を掲載

S造



◎一般地域 / S造

地盤、地業：砂質土、支持層 GL.-4.4m、柱状改良

基礎：独立基礎

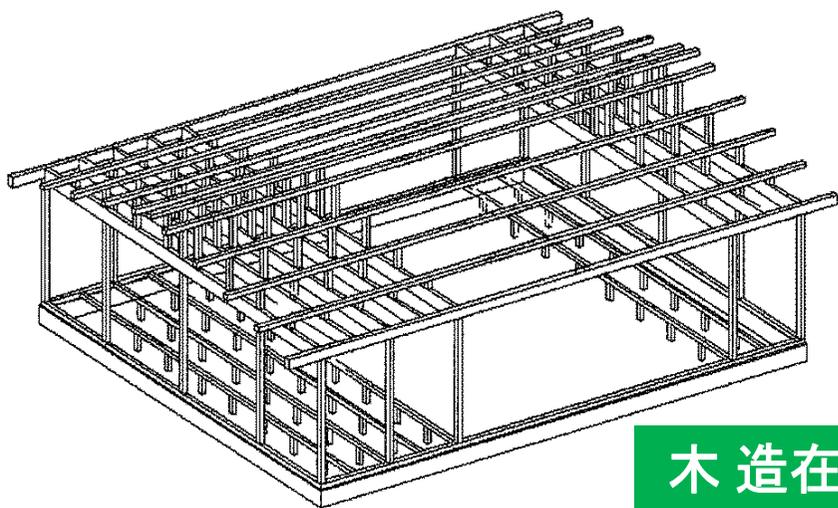
構造：ラーメン構造、主要構造材 SN400 H形鋼、角形鋼管

◎一般地域 / 木造 / 純在来軸組構法

地盤、地業：砂質土、支持層 GL.-4.4m、柱状改良

基礎：布基礎

構造：在来軸組構法、主要構造材 県産材スギ製材、接合 仕口、継手



木造在来

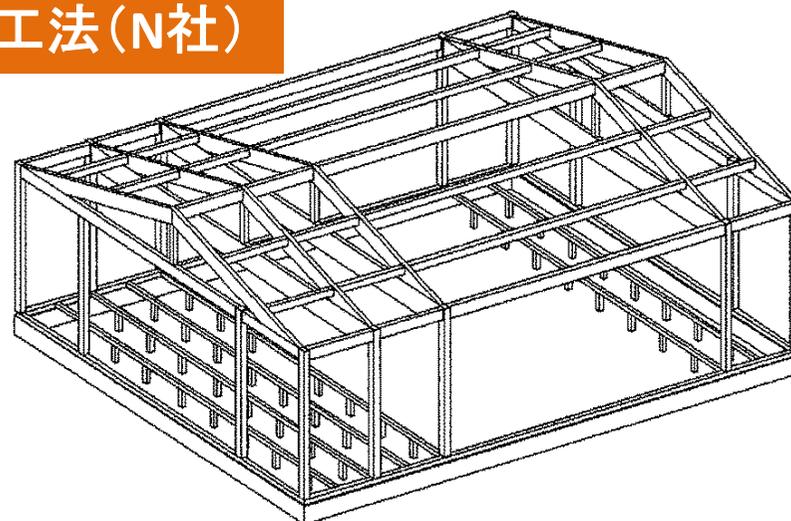
◎一般地域 / 木造 / 金物工法 (N社)

地盤、地業：砂質土、支持層 GL.-4.4m、柱状改良

基礎：布基礎

構造：金物工法、主要構造材 集成材 (小屋表し部分に県産材使用)
接合 金物接合

木造金物工法(N社)



S造との比較 = モデルプランによるコスト比較 (つづき)

<各パターンのS造に対するコスト比較 (※パターン②, 一般地域のみを抜粋) >

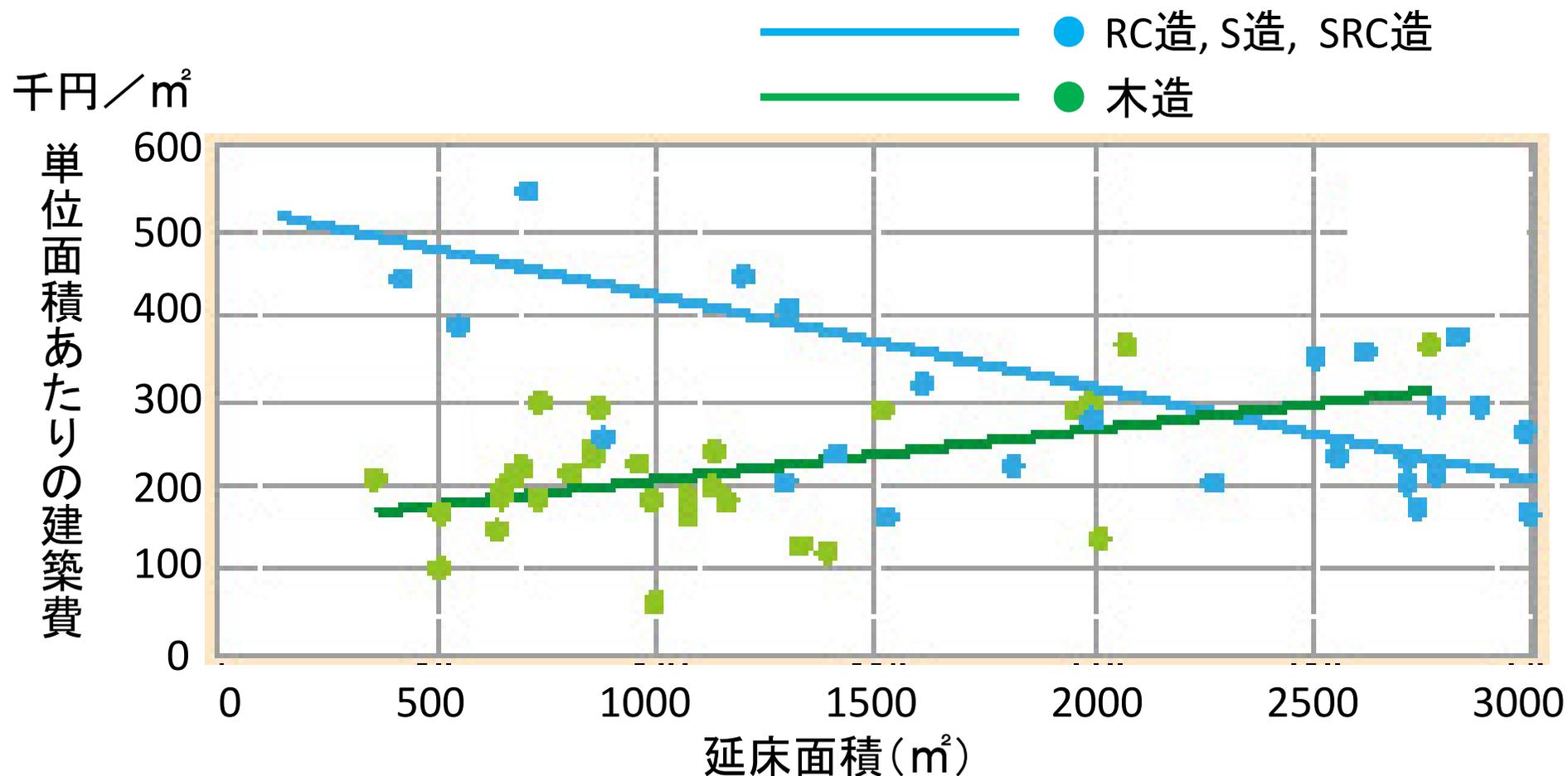
	①土、地業、 基礎工事費	②躯体工事費 (S造は内装木質化費を含む)	③合計工事費 ①+②
S造	100%	100%	100%
純在来軸組構法	55%	96%	82%
金物工法(N社)	55%	92%	83%

<材料費と、建て方及び加工費の比較 (※パターン②, 一般地域のみを抜粋) >

	主要な構造材材料費 (梁、柱、土台等)	建て方 及び 加工費
S造	100%	100%
純在来軸組構法	183%	60%
金物工法(N社)		52%

一般地域では、S造に比べ木造の方が安くなる傾向
スパンが大きくなる程、S造に対し木造が不利になっていく傾向アリ

延床面積(3000㎡以下)一単位面積あたり建築費



和歌山県農林水産部林業振興課「和歌山県木質材料設計マニュアル(本編)」, 1999

延床面積が1,000㎡前後までは木造の方が単価が安く、2,000㎡を超えると他の構造の方が割安になる傾向がある

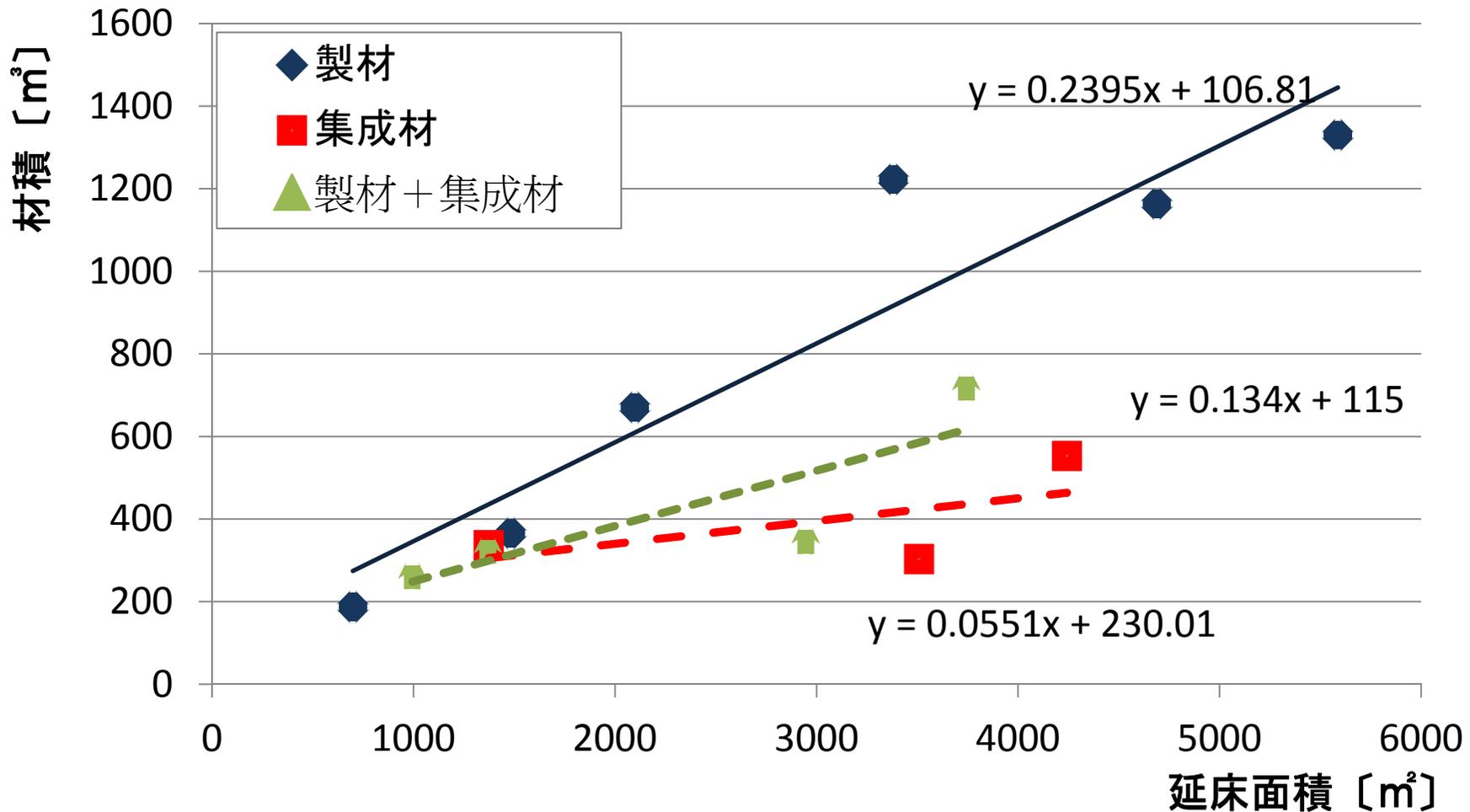
木造建築物の面積(m²)あたりの建築費と材積(m³)

		延べ面積 (m ²)	建設費(千円) (千円)	材積 (m ³)	面積当たりの建設費 (千円/m ²)	面積当たりの材積 (m ³ /m ²)
1	稲荷山養護学校	14461.00	4,025,425	3761.43	278.364	0.2601
2	特養 洋寿荘	5587.17	1,018,500	1330	182.293	0.2380
3	茂木中学校	4688.63	1,142,000	1163	243.568	0.2480
4	ケアセン明治清流苑	4469.23	642,480	866	143.756	0.1938
5	宮代町役場	4242.5	1,350,000	553	318.209	0.1303
6	能代市浅内小(校舎)	3743.26	728,466	724	194.607	0.1934
7	足寄町役場	3508.44	1,030,050	303	293.592	0.0864
8	三川町立東郷小学校	3381	853,965	1222	252.578	0.3614
9	特養 竜爪園	2946.2	748,650	352.6	254.107	0.1197
10	ケアハ あじさいの里	2098.65	450,450	670	214.638	0.3193
11	朽木小中屋内運動場	1483.28	545,404	365	367.701	0.2461
12	中津川保育園	1373.31	452,400	336.363	329.423	0.2449
13	能代市浅内小(体育館)	1369.74	340,660	329	248.704	0.2402
14	おおぞら保育園	994.45	295,345	267.51	296.993	0.2690
15	赤水保育園	699.62	131,278	187	187.642	0.2673
16	農産物直売所	688.44	134,194		194.925	
17	老福セン なごみの里	541.93	200,924		370.756	
18	北信森林管理署	494.19	121,401	109.65	245.657	0.2219
19	水鳥・湿地センター	328.5	95,241		289.927	
	平均	3005.24	752,99	783.72	258.29	0.2275

※木のまち木のいえ推進フォーラム 平成22年度報告書より転載

一般に、必要な丸太の量は納材される材積の「3倍程度」

製材と集成材の使い方と建築費



※木のまち木のいえ推進フォーラム 平成22年度報告書
木造建築物の面積(m²)あたりの建築費と材積(m³)の表中のデータ(=前スライド)より作図

規模が大きくなる程、集成材を利用した方が材積を減らせ、コストを抑えられる傾向がある ⇔ 小規模の場合には製材が有利

構造別 解体工事費用の相場 (下記のネット情報を参照)



解体工事の 匠 HPより

— 60坪台の住宅の構造別、解体費用の相場 —

木造住宅	2.7万円／坪 ※坪数が増える程、単価安の傾向
鉄骨造住宅	3.0万円／坪
RC造住宅	5.5万円／坪

木造は、解体工事費に関しても優位性がある

減価償却費

木造店舗とS造店舗の減価償却費

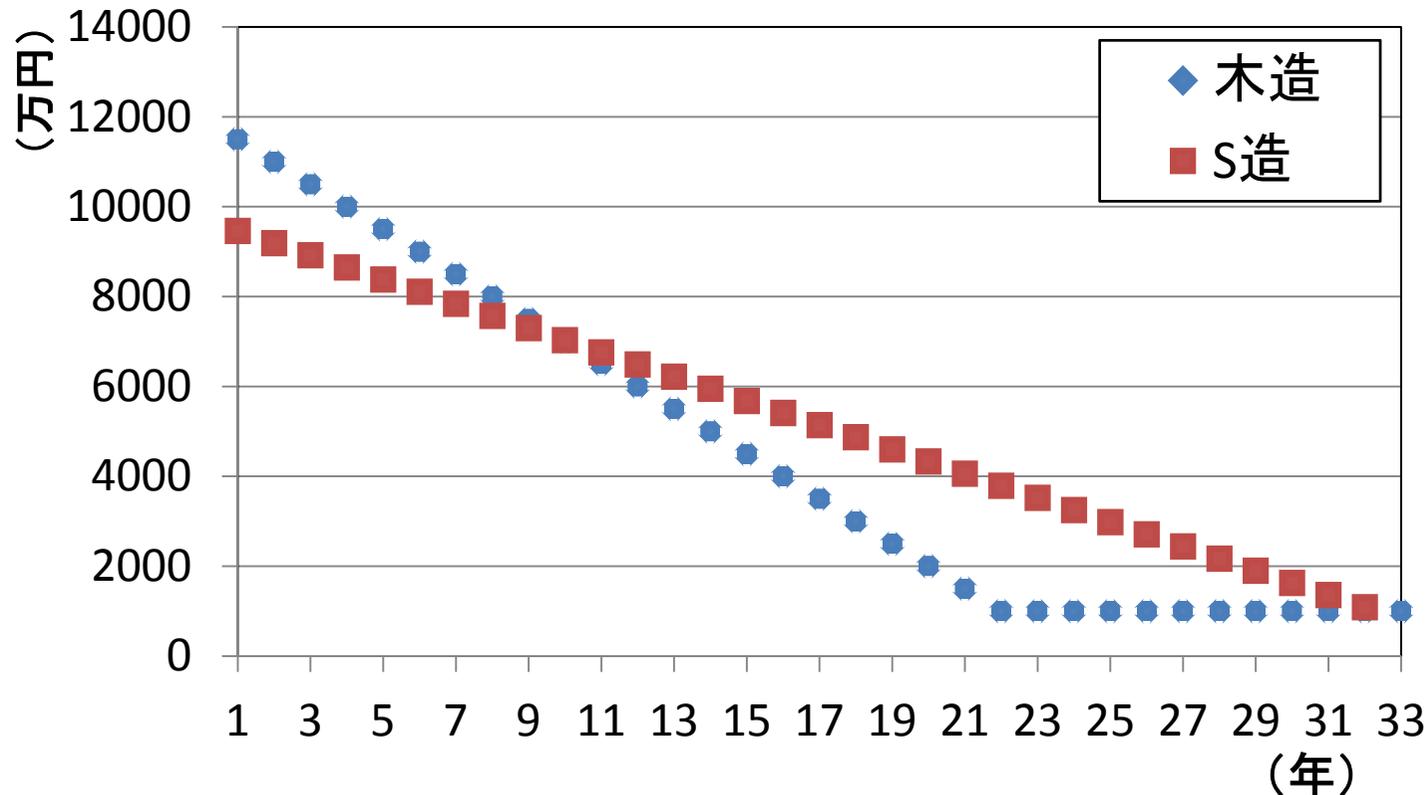
	木造店舗	S造店舗
イニシャルコスト	1億2千万円	1億円
償却期間	22年	34年
減価償却費	約500万円／年	約270万円／年

⇒償却金額の差は230万円／年

⇒22年で約5000万円の差

⇒仮に法人税を50%とすると約2500万円の節税

木造は耐用年数が
少なく設定されている分
償却期間が短いので、
節税につながる
メリットがある



福島県大規模木造建築の手引き
2015年2月版
の内容はそのままに再作図

VII. 木材や木造の特徴を知る

< 建物の構造別特徴の概要 >

特徴 \ 構造	鉄筋コンクリート造	鉄骨造	木造
法定耐用年数(税務上)	47年 解体困難	34年	25年 ※手入れすれば持つ
建設コスト(※規模等による)	—	—	—
耐火性	○	△	△
断熱性	△	×	○
気密性・蓄熱性	○	△	△
増改築のしやすさ	×	×	○
材料のばらつき	△	○	△
材料の耐朽性	○	△	×
地球温暖化対策	△	×	○
湿度調整能力	△	×	○
建物重量(自重)	×:重い	△	○:軽い

※○×△は相対的な評価であり、個人的な見解が含まれています

「木材の弱点を意識し、カバーする」

○腐朽や劣化(経年変化)

- ⇒ 適材適所 雨掛かり部への使用を避ける
- 乾燥材の使用 ※経年変化は味わいともいえる

○メンテナンス性

- ⇒ 事前のメンテナンス計画 メンテナンスを考慮した設計
- ライフサイクルコストの意識

○防火・耐火性

- ⇒ 避難時間の確保, 延焼防止, など、関連法規の「その心」を理解する 表面が炭化すると燃え進みにくい性質も利用

○乾燥 ⇔ 腐朽, ねじれ・狂い等, 構造性能の確保

- ⇒ 乾燥機の特徴と性能・処理能力の把握

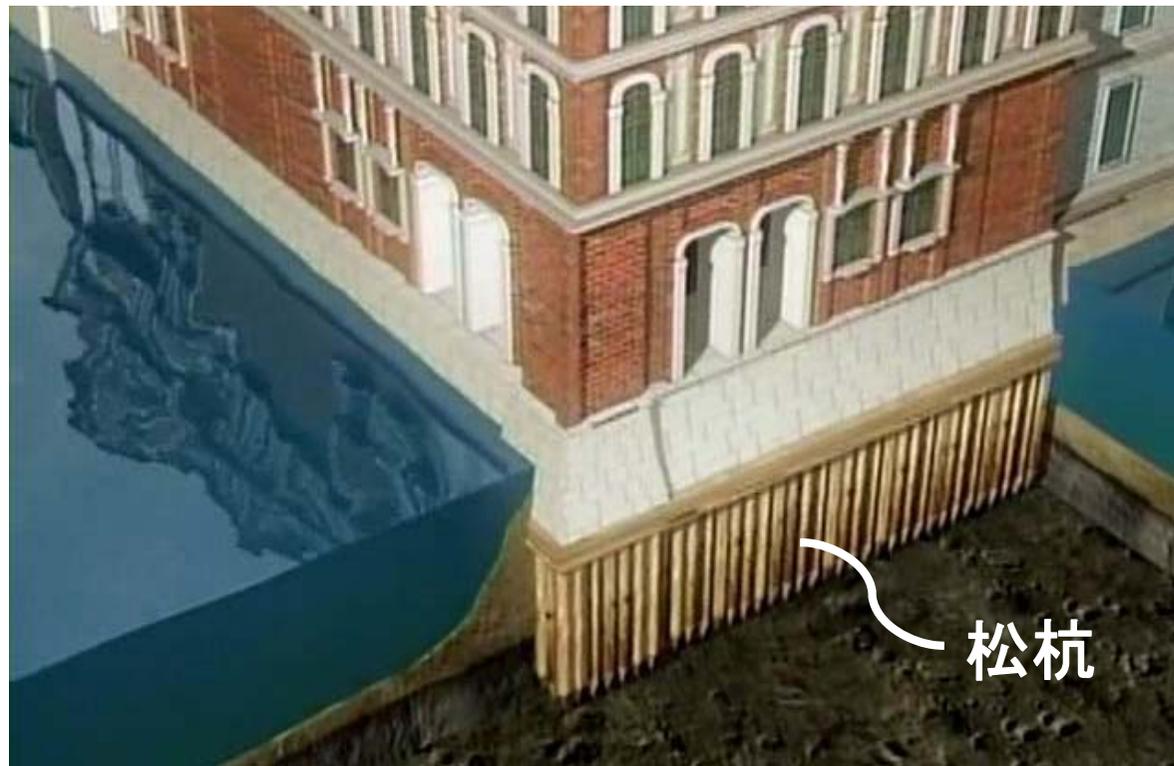
「ヴェネチアを逆さにすると森ができる」

＝水の都を水面下で支えているのは大量の松杭であり、
条件を整えれば、木とは長持ちするものだという好例

木の腐る条件

①水分 ②養分(木の主成分) ③酸素 ④温度(3～45℃)

⇔ ひとつでも欠ければ腐朽菌は繁殖しない



木の耐久性・耐朽性を
あげるためには？
木材を、「適材適所」に
使うことが重要！

「建物の構造的な寿命には差がない」

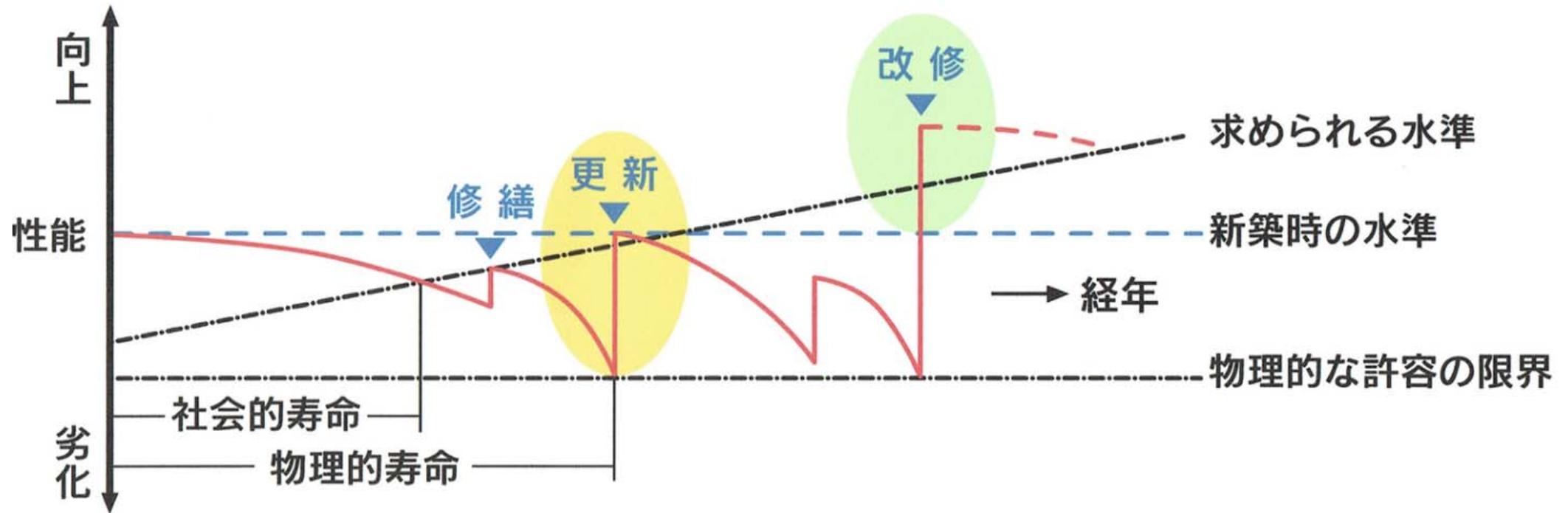
建物は何年もつか～建物の構造種別による平均寿命の推計(単位：年)

構造・用途	1997		2005
	全国(除東京)	東京特別区	全国
RC造専用住宅	49.94	41.00	56.76
RC造共同住宅	45.26	43.23	45.17
RC造事務所	45.63	45.61	51.39
鉄骨造専用住宅	40.56	35.04	51.85
鉄骨造共同住宅	41.00	35.25	49.94
鉄骨造事務所	32.95	29.70	41.70
木造専用住宅	43.53	33.75	54.00
木造共同住宅	37.73	33.10	43.74
専用住宅	43.82	34.31	53.89

小松幸夫(早稲田大学教授)「第2回財務省PRE(H22.10.21)」における有識者ヒアリング資料より
※鉄骨造倉庫 鉄骨造工場の欄は割愛した

構造種別による寿命にはほぼ差はない。建物の寿命は耐久性の問題ではなく、使用者や所有者の都合で決まることが圧倒的に多い。
⇒ メンテナンスのコストは、構造ではなく仕上げで決まるともいえる

「部位別のライフサイクルを踏まえ、適切な修繕計画を立てる」



建築物の生涯における性能と要求水準の変化

建築物を長く有効に使うために ー 建築物の維持保全計画のすすめー
公益社団法人ロングライフビル推進協議会 パンフレットより転載

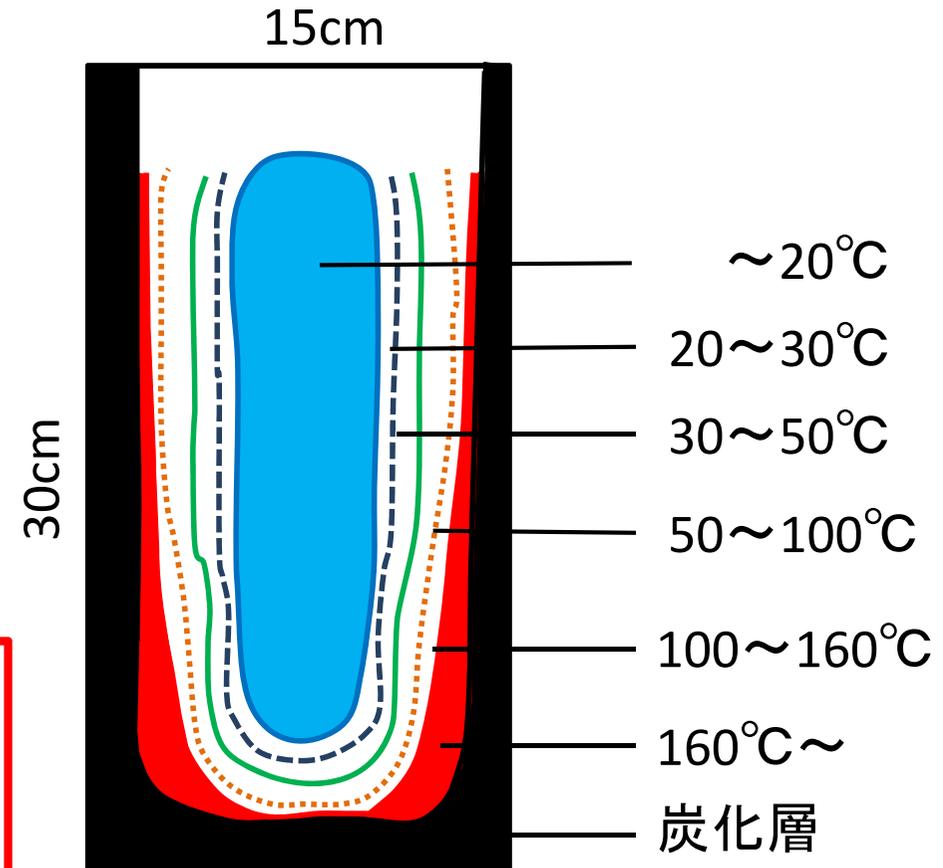
近年の耐震改修のように、法改正等により求められる水準は高くなるので、木造、RC造等に関わらず、性能に余裕を持った計画ができれば望ましい。
例えば塗装は3～5年、設備機器は10年等、部位別のライフサイクルは異なる

「木は意外と火に強い?!」

「板倉構法の防火試験」



「加熱時間30分における集成材内部の温度分布」



木材は表面が炭になると
燃えるのが遅くなる
=0.6~0.8mm/分

原田寿郎「木材の燃焼性および耐火性能に関する研究」
1997 を参考に作図

しかし、木が燃えることには変わりはないので
法律に適合させるだけではなく、状況に応じた防火対策は必要

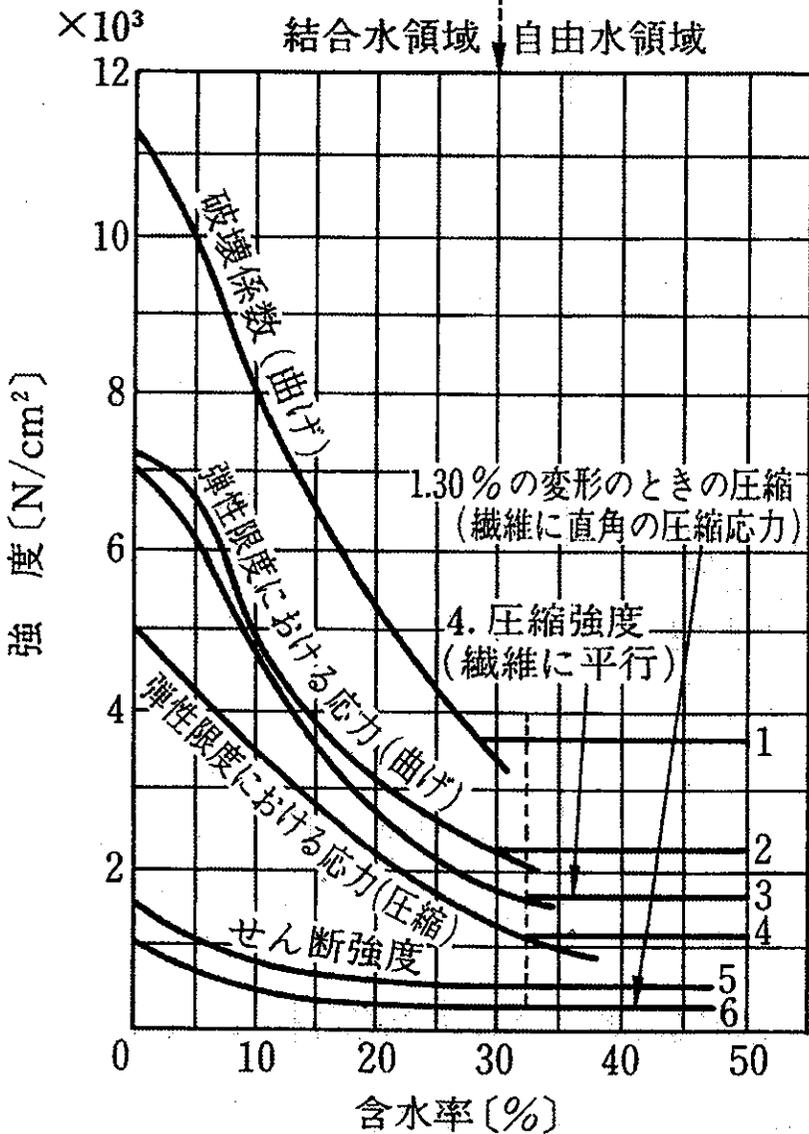
「乾燥の重要性」 = 強度が増し、狂いにくく、腐朽しにくくなる

(木材の)含水率と強度

「建築材料用教材」日本建築学会より転載

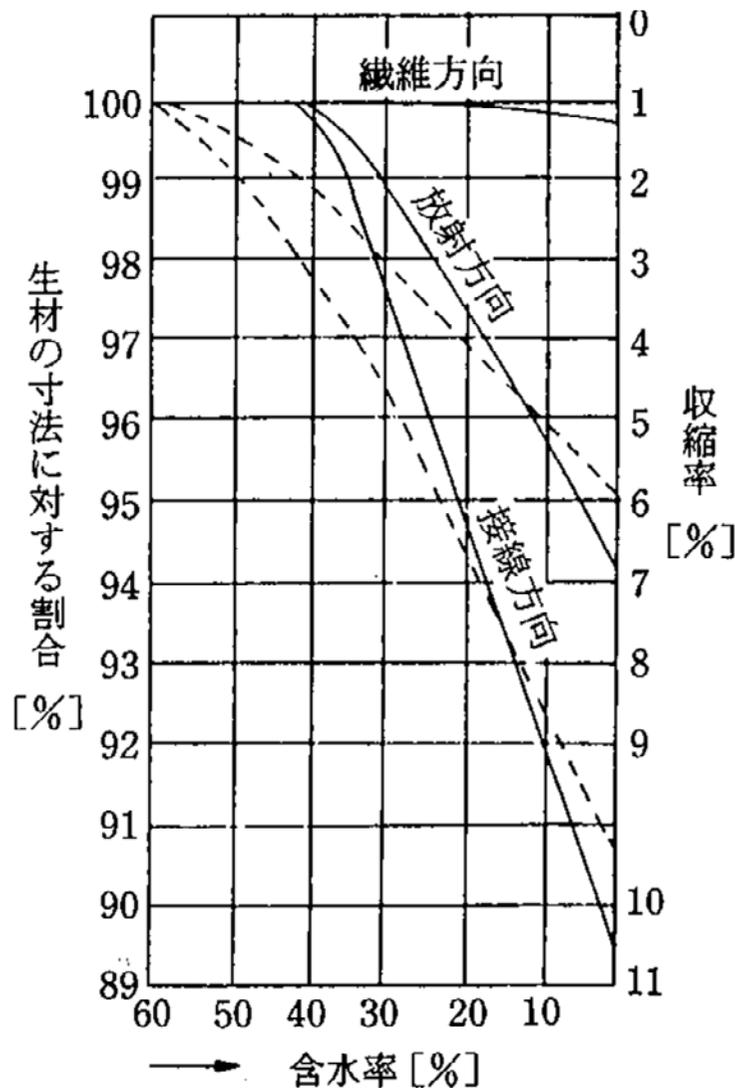
繊維飽和点

結合水領域 自由水領域



3方向の収縮の仕方

上村 武 「棟梁も学ぶ木材のはなし」,丸善 より転載

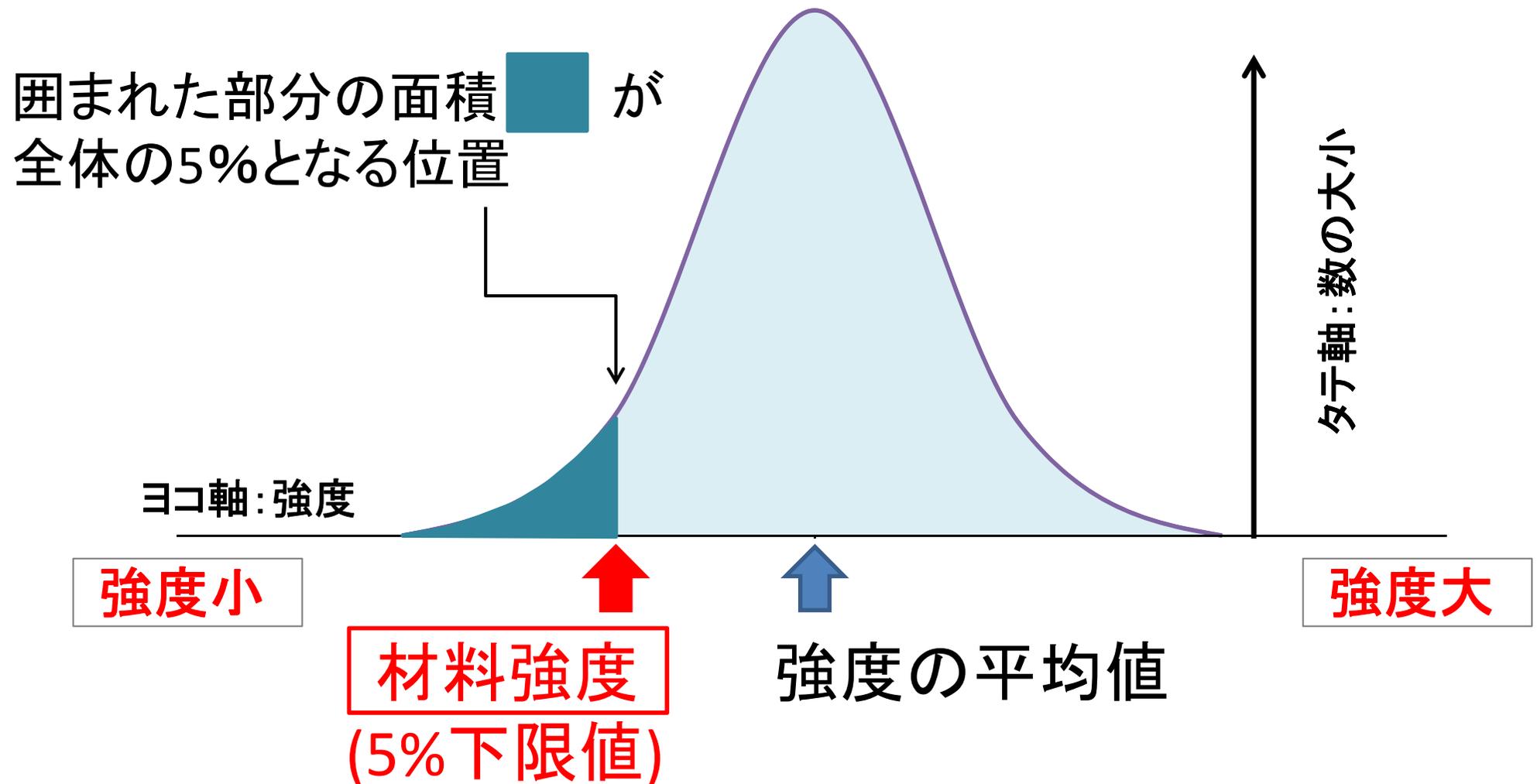


木は乾燥するほど強くなる

含水率を下げて使えばクレームになりにくい

腐朽菌も繁殖しにくい

木材の材料強度 = 「5%下限値」

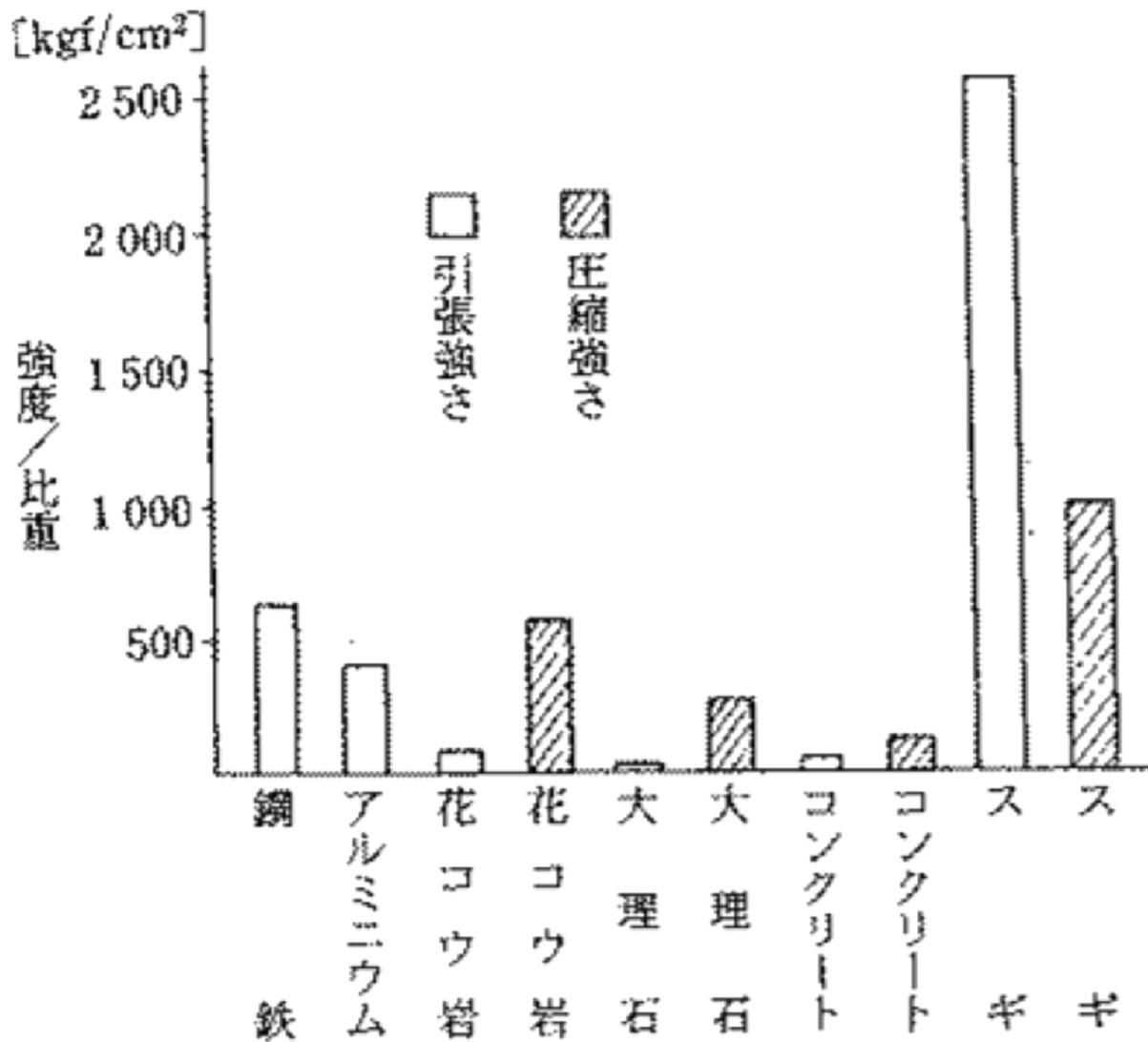


木によってばらつきが大きいのでかなり低い値になる

「自分が地球だとしたら、自分の上に乗る建物はより軽い方がうれしい」

各種材料の重さあたりの強度比較

上村 武「棟梁も学ぶ木材のはなし」,丸善 より転載



同一断面では木材の強度はRCや鉄には及ばないが、単位重さあたりの強度(比強度)は、コンクリートや鉄を大きく上回る

必要な強度あたりの重さは木材が最も少ない⇒軽い

VIII. 建設(実現)に向けての課題と対策

○材料供給者

木材のストック、乾燥、JAS等級……

○施工者

裾野の拡大: 施工者育成、小規模な会社でも入札可能な仕組み(JV)づくり
とにかく経験値を上げる……

○設計者

設計者の育成、
学校JIS等の標準設計を参照、 とにかく経験値を上げる……

○発注者

体制とルールづくり、 とにかく経験値を上げる……

○関係者間

物流・商流・情報等の円滑化、情報の共有・更新……

現在、普及促進協議会では
関係者間で対策を図るべく、課題の整理等の検討を行っています

まずは、住宅レベルの延長として、
構造や防火面のハードルの低い規模から、

木造化に踏み出してみませんか