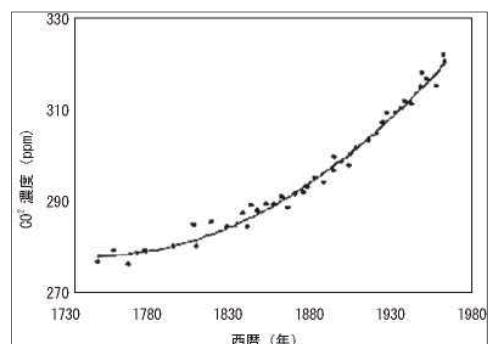


セミナー資料（北陸・富山）

木材利用の理想循環系 と 長期耐用型(地域型)住宅 その理念と取り組み

- ・木材利用の理想循環系とは
- ・長期に耐用できる仕組み
- ・安全であること
- ・富山型・地域型木造住宅とは



南極の二酸化炭素濃度の変化

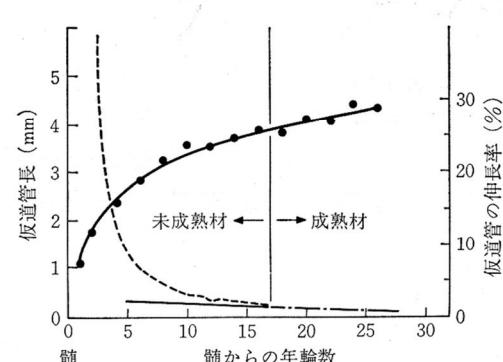
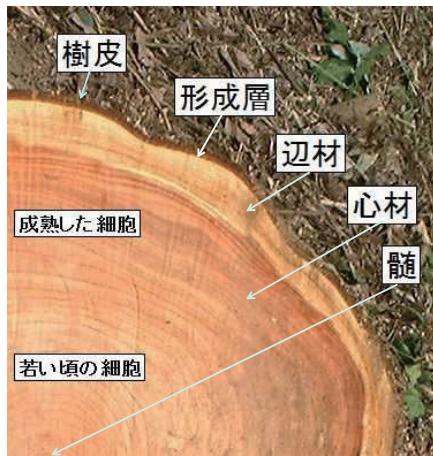
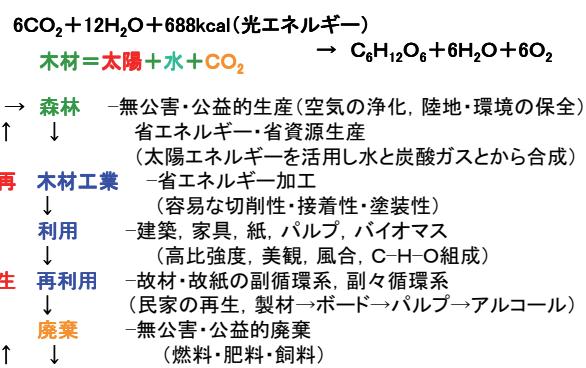
森林の公益性

全森林(国有林十民有林)の炭素固定量
炭素固定量 = 蓄積量 × 全乾比重 × 0.5 =
 $4,438 \times 0.5 \times 0.5 = 1109.5$ 万トン

成長量を年3.5%とすると、
富山県の森林は年々**38.8万トン**の炭素を固定
ガソリン1リッターに含まれる炭素量は600gr,
リッター10kmで年1万km走るとすると,
0.6トンの炭素が空気中に放出
富山県の自動車保有台数は約65万台であるから,
これらからあわせて約**39万トン**の炭素が放出



木材利用の理想循環系



成長に時間必要→長期耐用

木材の生物としての特性

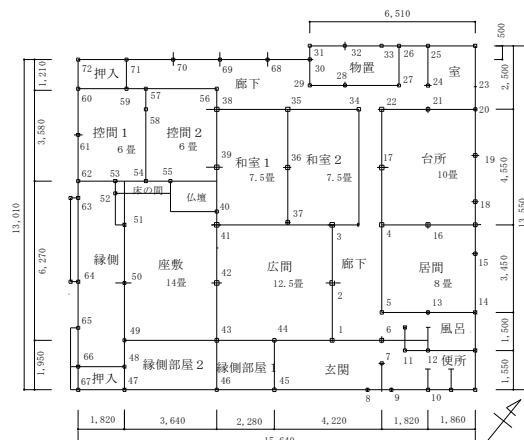
- ・炭素を固定し酸素を生成、公益的に成長
- ・樹齢15～20年程度までは未成熟材
- ・利用できるようになるまでに70～80年
- ・廃棄されると2酸化炭素と水となり、これをつぎの世代へ循環

↓
使用年数を延ばすことで炭素を固定し
利用の理想循環系をつくることが可能

地域型(103年耐用)構法の調査



明治31年(1898年)新築の民家型住宅（築103年）
昭和44年(1969年)一部改築（改築後32年）
居室は1階部であり、2階部は、物置、作業として利用 床面積207m²



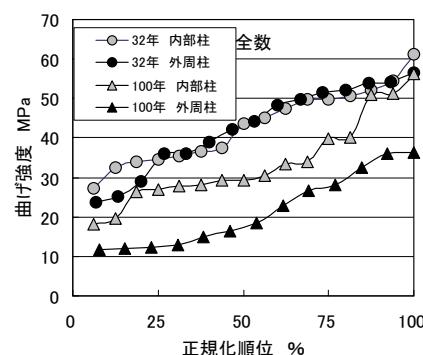
架構(103年耐用)の特徴



木材利用の知恵

柱脚や土台を取り替えるなど補修しつつ長期耐用している。和室1, 2の周りでは、柱脚と土台が腐朽したため、土台を取り去って独立基礎にしている。柱はもとより、横架材(注目すべきは登り梁)にも使うなど、すべての部材を持ち山のスギでまかなっている。

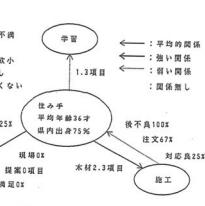
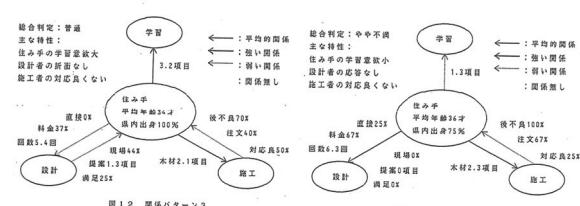
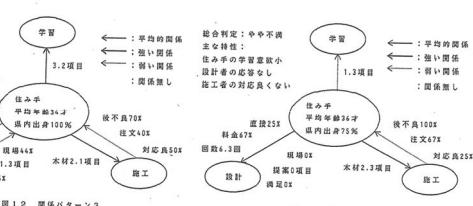
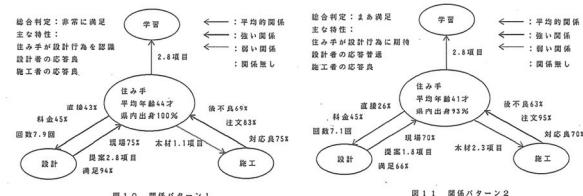
建築当初に持ち山のスギを伐採した後、補植している。築70年後の改築の際もこの山からスギを切り出した。今回の建て替えにも同じ山の樹齢100年から180年のスギを用いる。

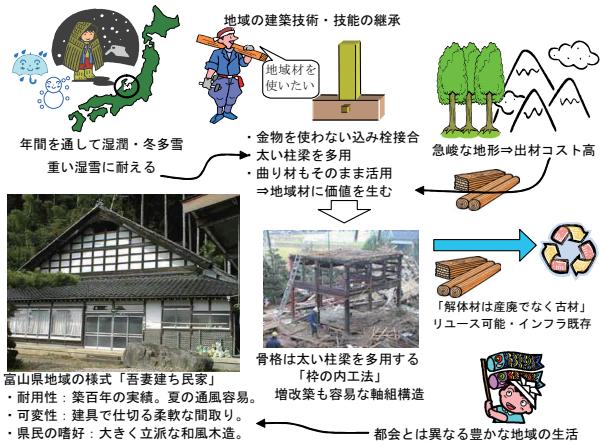


柱の曲げ強度の比較

長期耐用のポイント

- ・押角(丸太)による軸組み構築技術
→ 地場木材の有効活用
- ・現場あわせの巧みな技能
→ 保守、改築に不可欠
- ・保守の容易な構造
- ・地元の木材による建設(横架材にスギ)
- ・生活様式の変化に対応
→ 囲炉裏の撤去、給湯設備
- ・結婚時の増改築
- ・伐採時に補植

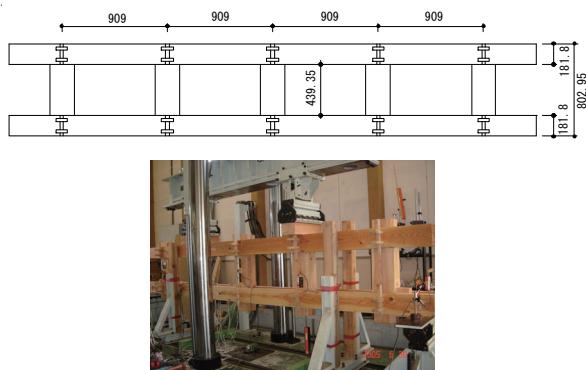




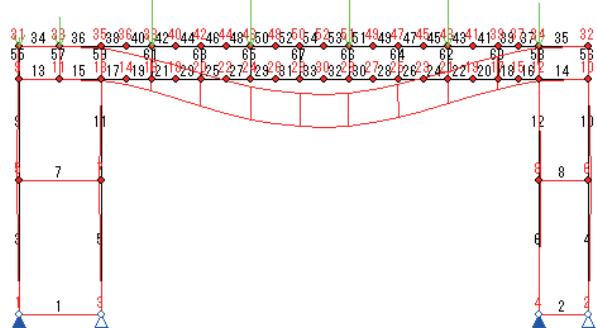
富山県の地域木造建築の基礎となる考え方

地元の材料と技術により
現代のニーズに応える。

これまでの伝統木造軸組技術スケールを
ほんの少し拡張する。
木材利用の理想循環系構築に寄与する。



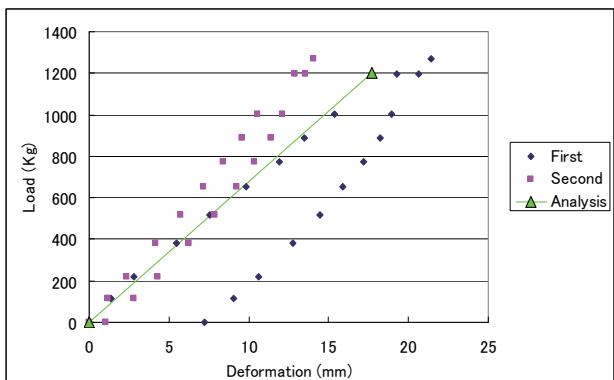
スタディーモデルの概要と荷重



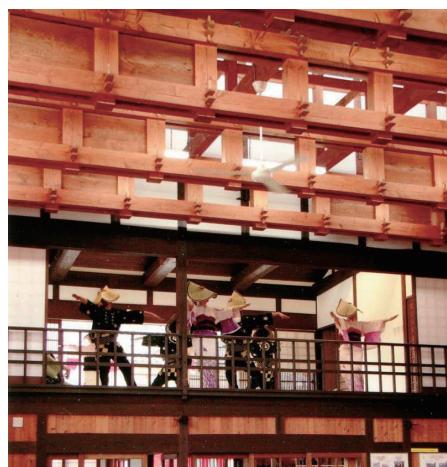
実施する架構の解析モデル



実大架構の加重試験の様子

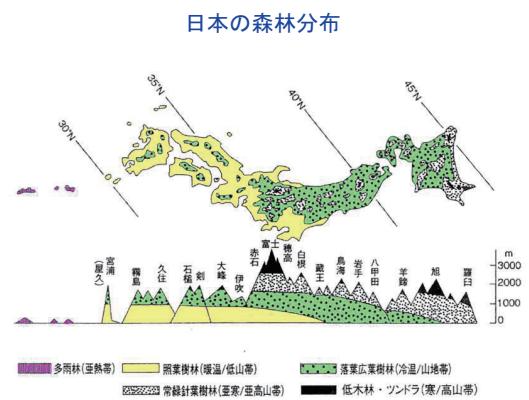


実大試験結果と解析結果



日本の林業の現況

富山大学 芸術文化学部 堀江 秀夫



(出典: 徳川林政史研究所編『森林の江戸学』東京堂出版 (2012年))

1

ヒノキとスギの天然分布

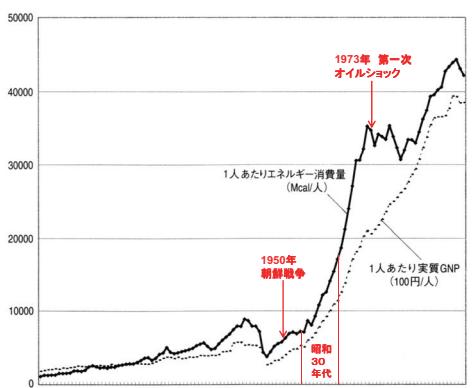


(出典:『森林の江戸学』東京堂出版 2012年)

3

1 戦後の造林バブル

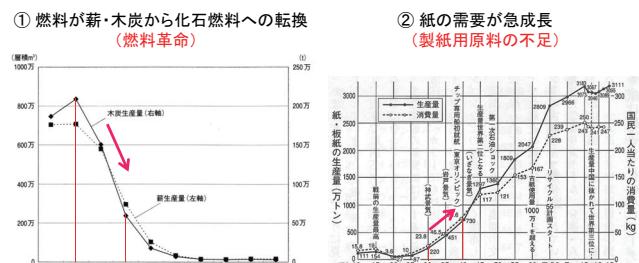
1人あたりの実質GNP・エネルギー消費量の推移



(出典: 竹内和彦・鶴谷いづみ・恒川萬史 編『里山の環境学』東京大学出版会 (2001年))

5

昭和30年代(1955年~1965年)



薪・木炭の生産量の推移

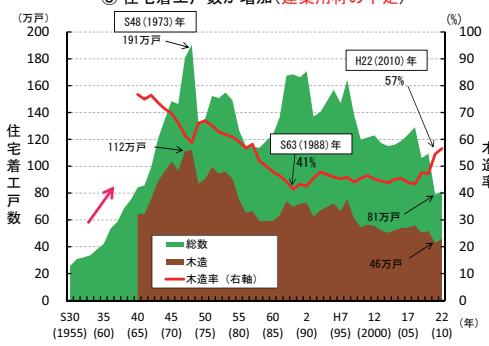
紙の生産量・消費量の推移

(出典:『里山の環境学』東京大学出版会 2001年, 『紙のなんでも小事典』講談社ブルーバックス 2007年)

6

- ① 燃料が薪・木炭から化石燃料への転換(燃料革命)
- ② 紙の需要が急成長(製紙用原料の不足)

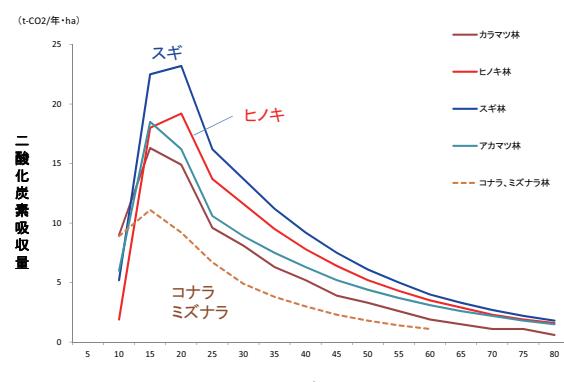
- ③ 住宅着工戸数が増加(建築用材の不足)



(出典:『森林・林業白書(平成24年版)』)

- 98 -

森林における二酸化炭素吸収量 (長野県内の地位級IIIの例)



(出典: 長野県「森林の里親促進事業」CO2吸収量算定基準)

7

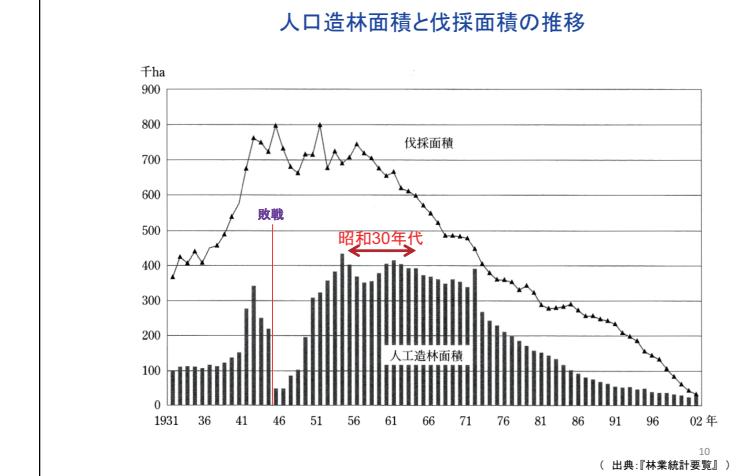
- ① 家庭燃料は、薪・木炭から、電気・ガス・石油へ転換
- ② 薪や木炭の生産林(里山の雑木林等)は、天然林の価値が薄れたため、皆伐されて製紙原料として売却
- ③ 皆伐跡地には、建築用材となり、成長の早い針葉樹 **スギ・ヒノキ** を植林
- すなわち、昭和30年代、日本の森林を針葉樹に置き換える**拡大造林が急速に進行**

急騰する木材価格のもと、木を植えることは銀行に貯金することより価値があるため
造林バブルが発生(国有林・私有林とも)

(出典:『日本の森はなぜ危機なのか』)



そして日本中がスギ・ヒノキの人工林に変わった

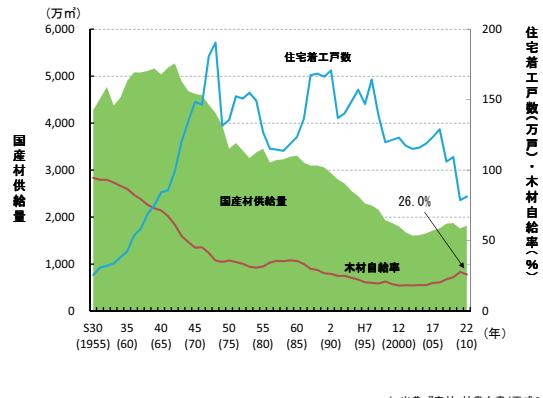


2 造林バブル後の木材需給

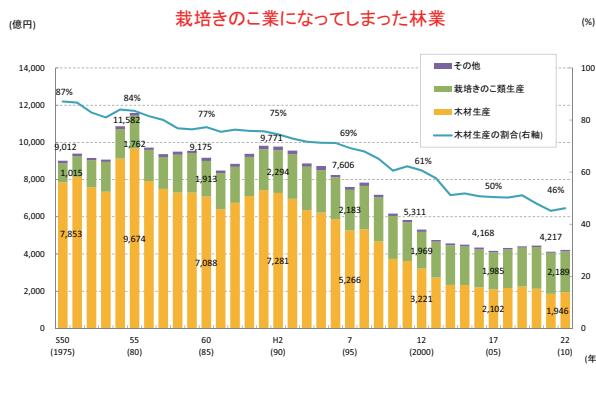
森林面積と人口林樹種別面積



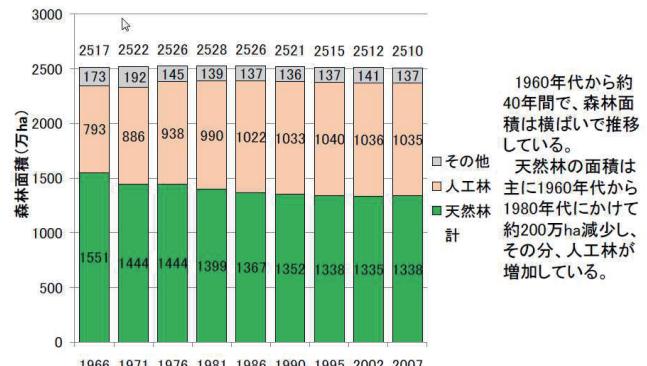
国産材供給量と木材自給率の推移



林業産出額の推移



森林面積(天然林・人工林)の推移



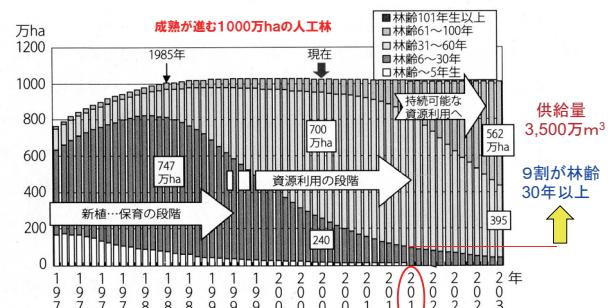
森林蓄積量(天然林・人工林)の推移



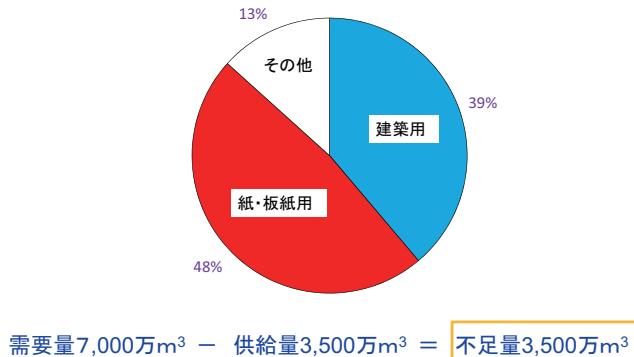
1960年代から約40年間で、森林蓄積量は約1.9億m³から約4.4億m³と2倍以上増加している。特に人工林における増加が著しい。

日本の木材資源の将来予測

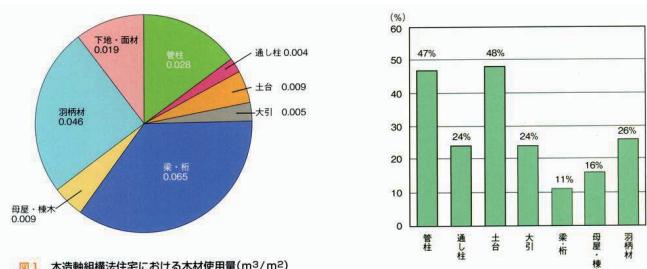
(人工林の林齢別面積の長期推移)



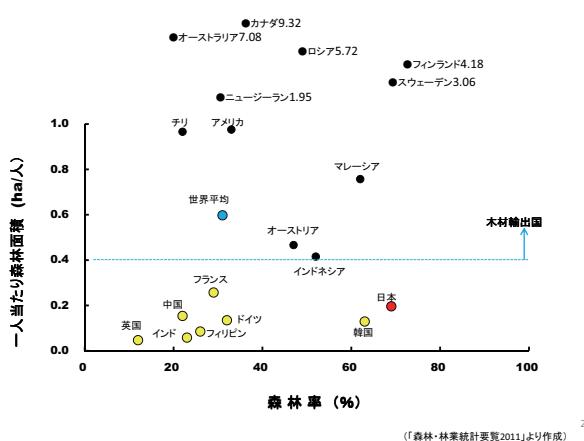
日本の木材需要量(用途別)



住宅部材の国産材比率



各国の森林率と国民一人当たり森林面積



3 針葉樹人工林材の

利用を促す最近の動向

(環境関連法規の推移)
2005年 京都議定書の発効(2012年までに1990年比6%CO₂削減)
2012年 再生可能エネルギー特別措置法

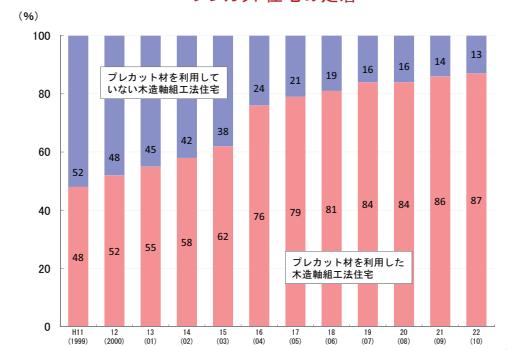
(建築関連法規の推移)
2000年 住宅品質確保促進法
改正建築基準法(性能規定化)
2001年 中古住宅保証制度(5年間保証)
2008年 改正建築士法
2009年 長期優良住宅促進法
2009年 特定住宅瑕疵担保履行法
2010年 公共建築物木材利用促進法

(地震の活動期)
1995年 兵庫県南部地震 (M7.3 震度7)
2000年 鳥取西部地震 (M7.3 震度6強)
2003年 宮城県北部地震 (M6.4 震度6強)
2004年 新潟県中越地震 (M6.8 震度7)
2007年 能登半島地震 (M6.9 震度6強)
新潟県中越沖地震 (M6.8 震度6強)
2008年 岩手・宮城内陸地震 (M7.2 震度6強)
2011年 東北地方太平洋沖地震 (M9.0 震度7)

物質循環型社会
少子高齢化社会
成熟社会
危機管理社会

プレカット材を利用した木造軸組工法住宅の割合の推移

プレカット住宅の定着



○住宅性能表示制度の耐震等級2の新設住宅の増加

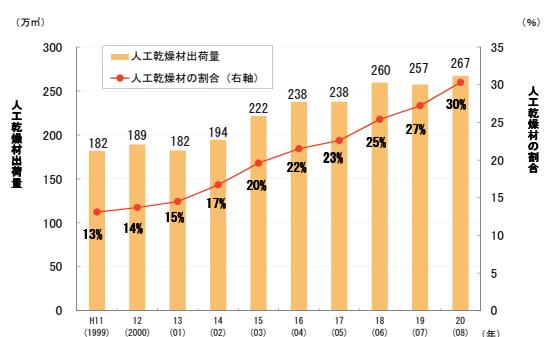
○品質と供給量の安定を求めるプレカット工場が主導

- 主要構造材の集成材化
(採用の異樹種構造用集成材の増加)
- 根太・垂木・間柱の国産KD材化
- 羽柄材のプレカット率上昇・国産KD材化
- ネダレス工法の普及
(スギB級原木からの厚物合板の増加)

25

建築用製品出荷量に占める人工乾燥材の割合

住宅部材への乾燥材の普及



(出典:『森林・林業白書(平成24年版)』)

製材工場における素材入荷量と国産材の割合

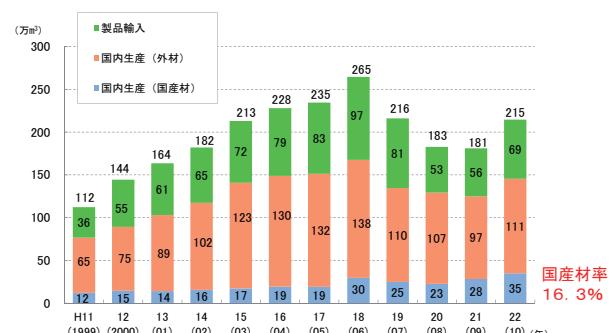
成長した針葉樹人工林から得られた国産材の割合が増加



(出典:『森林・林業白書(平成24年版)』)

集成材の供給量の推移

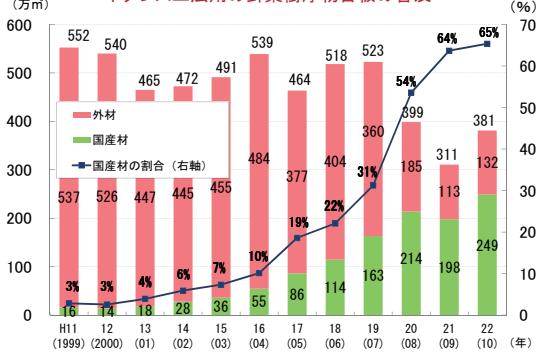
住宅部材としての構造用集成材の普及



(出典:『森林・林業白書(平成24年版)』)

合板用素材供給量と国産材の割合

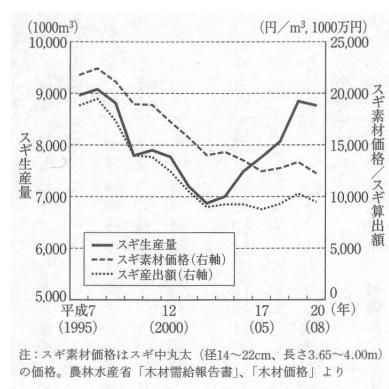
ネダレス工法用の針葉樹厚物合板の普及



(出典:『森林・林業白書(平成24年版)』)

スギの素材生産量・素材価格・算出額の推移

林業打ち止め伐採と官制伐採



(出典:田中淳夫『森林異変』平凡社新書 2011年)

持続可能な林業は

ご静聴ありがとうございました。

31

伝統木造は地震に弱いのか？？

太古の時代から培われてきた 木造の技術

塔の耐震性

- 過去に地震で倒壊した記録が無い

なぜ塔は地震に強いのか？ 心柱に着目して



羽咋市妙成寺五重塔

塔の由来と伝来経路

お墓
ストウバ
卒塔婆



インドの塔(卒塔婆)



南インド・ボージャナコンダのストゥーパ群

中国の塔



中国・興慶寺塔
軸部・縦部は砖造で、木造の軒が付く。塔身が細長く相輪重ね造。内部は空洞で、木造の床・は短いが、雲岡石窟（左上）の塔に似る。

中国・薈善寺塔
軸部・縦部は砖造で、木造の軒が付く。塔身が細長く相輪重ね造。内部は空洞で、木造の床・は短いが、雲岡石窟（左上）の塔に似る。

朝鮮の塔



平面四角形の五重塔で、上段の通高が大きい。この形が心建上に立ち、人が上れない点は日本の塔に似ている。



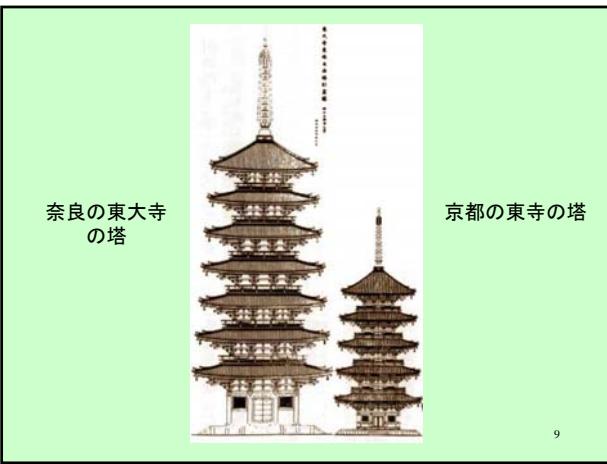
日本の塔

配置の変遷

新しい

古い





奈良の東大寺の塔

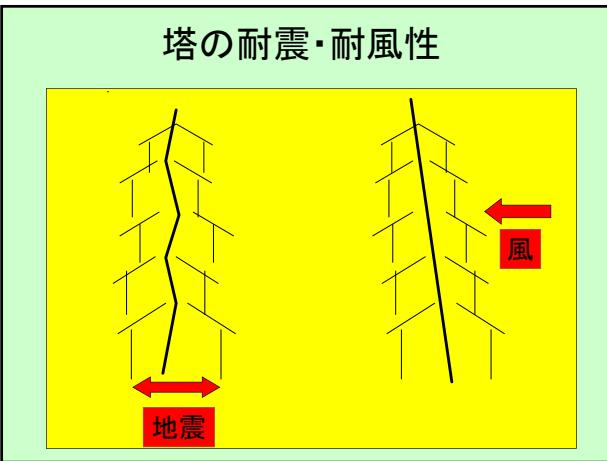
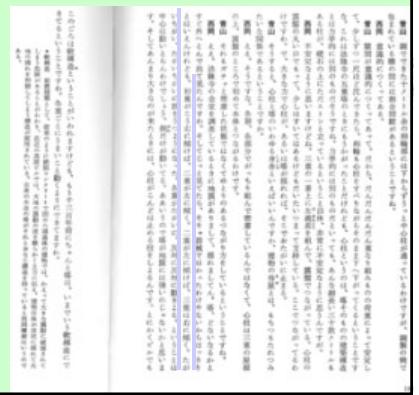
京都の東寺の塔

9

塔の耐震性

- 西岡棟領の体験

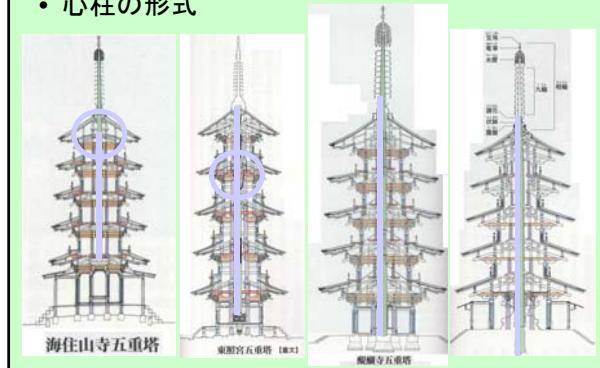
互い違いに
揺れて地震
のエネルギーを吸収

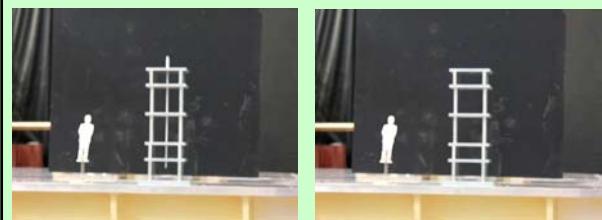


塔の耐震・耐風性

心柱の役割は？

- 心柱の形式





塔の耐震性

心柱の役割

制震性能

集中しようとするエネルギーの分散

ようやく、科学的な解釈が……

まだまだ未解の部分も多い…

今さら人には聞けない木のはなし

独立行政法人森林総合研究所
研究コーディネータ(木質資源利用研究担当) 林 知行

はじめに

日本人は太古の昔から木材を巧に使いこなし、世界に冠たる木造建築文化を築き上げてきました。これが「日本は木の文化の国」と呼ばれるゆえんです。

一方で、日本人は高度な科学技術を駆使し、世界でも有数の「科学技術立国」を創造してきました。この二つの事実を単純に重ね合わせると、日本は「世界に誇れる木の科学の国」であってもおかしくないはずです。

ところが現実は、世界に誇れるどころか、木に関する「非科学的知識」が一般常識として普通に通用しているようなあります。

例えば、ごく平均的な日本人が持っている木に関する常識

1) 木の年輪は南側が広い、2) 板目板が乾くと反るのは木表側の水分が多いから、3) 樹木の枝は南側に多い、4) 幹に耳を付けると樹液の流れる音が聞こえる、5) 年輪の色の濃い部分(冬目)は冬にできるなどはすべて間違います。

これらの間違い知識を一般人が信じ込んでいるだけなら、それは大きな問題にはなりません。深刻なのは、木材・木造のプロである業界人の多くが、このような基礎的な誤りに気がついていないことでしょう。

一般常識だけではなくて、より専門的な知識に関しても、不正確で、時代遅れの情報が関連業界に蔓延しています。信頼性の低いインターネット情報ばかりでなく、建築材料学の教科書のような書籍にも木に関する間違い解説が散見されるのです。

このように、日本が科学技術立国としていささか情けない状態になってしまったのは、「日本人があまりにも昔から木を使い続けてきたために、樹と木について分かったつもりになってしまっている」からだと思います。

木材は構造が精緻で、複雑で、合理的で、深くて、時には神秘的な一面さえ感じさせてくれる大変面白い生物材料です。そして何よりも、木材は私たちが今後目指さなければならない低炭素化・循環型社会にとって必要不可欠な材料です。

このような材料をうまく使いこなしていくためにも、私たちは樹と木に関する科学的で正確な知識を身につけておく必要があると思います。

本講演では科学の眼を通して、樹と木の面白さを解説します。ただ、難しい話は一切出できません。気楽に聞いていただければ幸いです。

1. 樹と木と木造に関するウソ常識

- ① 樹の年輪幅は南側が広い

図1

平坦な土地(つくば)での一例 実際の方角は、写真の左上が南、右下が北

★:木の成長を理解すれば、この話がデタラメであることがすぐに分かる。

- ② 樹液の流れる音が聞こえる

★:スギでせいぜい時速20cm程度

- ③ 板目板が反るのは木表側の水分が多いから

★:中学で間違いを教えていた

2. 樹と木に関する最大のガセネタ:

「木を伐って使うのは、環境破壊だ」

図2

- ① 空気中の CO₂ 増加が問題なら

- ② 二酸化炭素を減らせばいい

- ③ 光合成を利用するのがベスト

- ④ 木材の原料は何か

★:樹も、米やイモのような炭水化物も、原料は空気中の二酸化炭素

- ⑤ 樹を植えなければならない理由

- ⑥ 木を伐らなければならない理由

図3

- ⑦ 木材を上手に利用するには

炭素循環と木材利用の関係

木材利用の3つの効果:「炭素貯蔵効果」、「省エネ効果」、「化石燃料代替効果」。

- ⑧ なぜ国産材なのか

図4

国内の森林資源量

国産材供給量と自給率

(いずれも平成22年度森林・林業白書より)

- ⑨ なぜ国産材の自給率は低いのか

3. 樹はこうして生きている

- ① 植物のここがスゴイ

★:光合成が出来ること

- ② 木のここがスゴイ

★:精緻な構造、驚異の耐久性

図5

③ 生きている樹であっても、樹幹はほとんどが抜け殻

図6

★:生きているのは細胞分裂を行う形成層と柔細胞だけ

④柔細胞の多くは栄養の貯蔵庫

図7

★柔細胞は一仕事してから潔く死ぬ

⑤ あて材

図8

★茎は負の屈地性により天に向かって伸びる。屈光性が優先したり、土壤の状態により谷側に傾くこともある。傾斜地だからといって、根曲がりが出来るとは限らない。

⑥ 成熟材と未成熟材

図9

⑦ 様々な生存戦略

★明るいところに枝と葉を重点的に配置する

図10

★:枝の出方と方角とは無関係、「南側に枝や節が多い」はウソ常識

⑧ 木には脳がない、眼も神経もない

4. 木をこうして使っている

① 材料としての特異性(異方性)

図10

★:せん断、割裂強度が小さい。

② 割れの話

図11

★:連続していれば、割れの影響は小さい。

③ 様々な木質材料

図12

★:ポイントは造作用と構造用があること。これを理解していない実務者が多い。

④ 接着とは

⑤ 木材・木質材料の耐久性

★:木材利用の問題点

以上

木造と木質構造

大工と構造設計

経験学と工学

伝統木造と現代木造

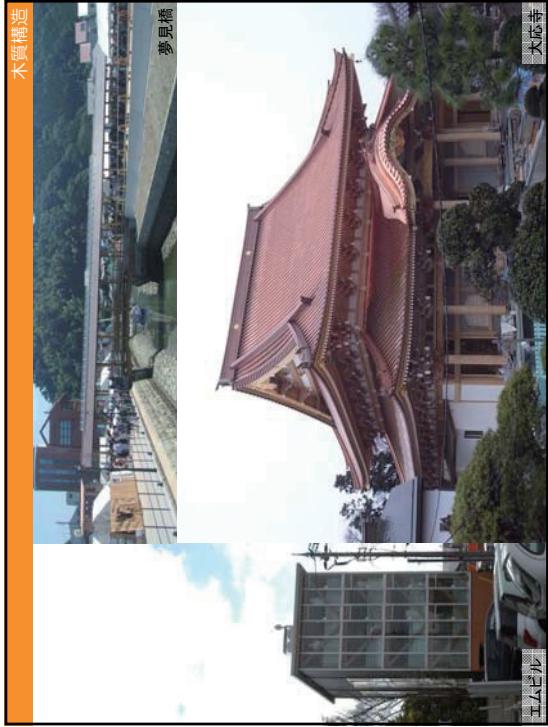


伝統木造と現代木造

東京大学生産技術研究所
脇原幹雄



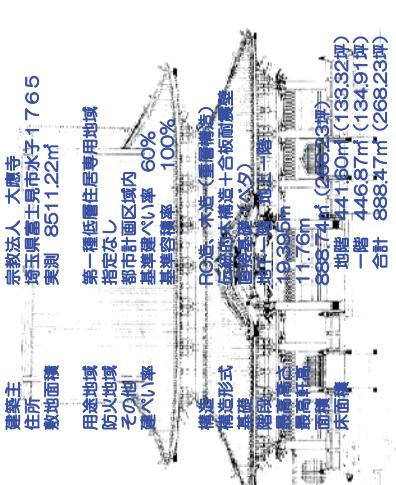
夢見櫛



大伝寺

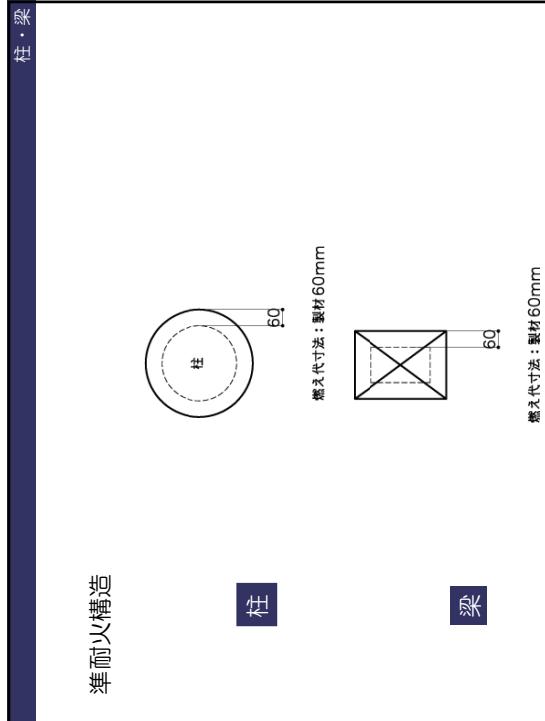
工芸ビル

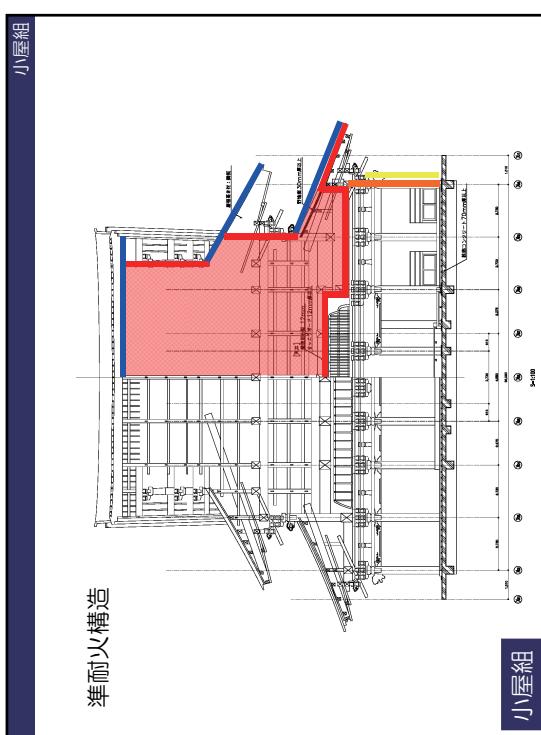
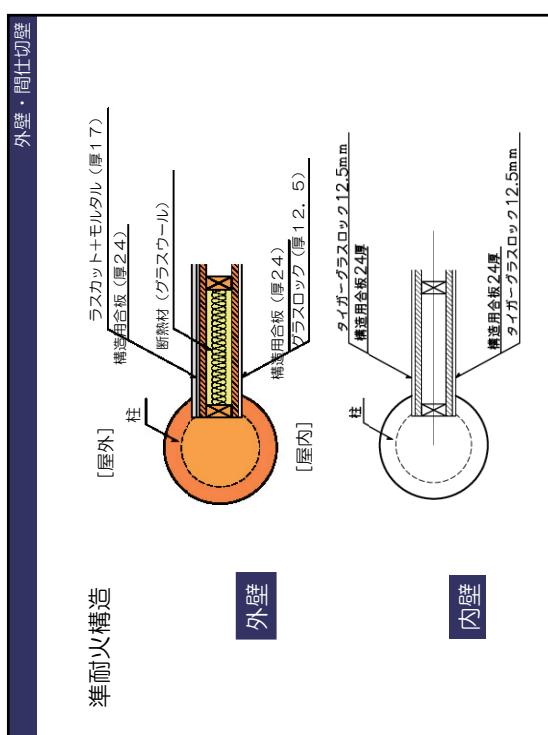
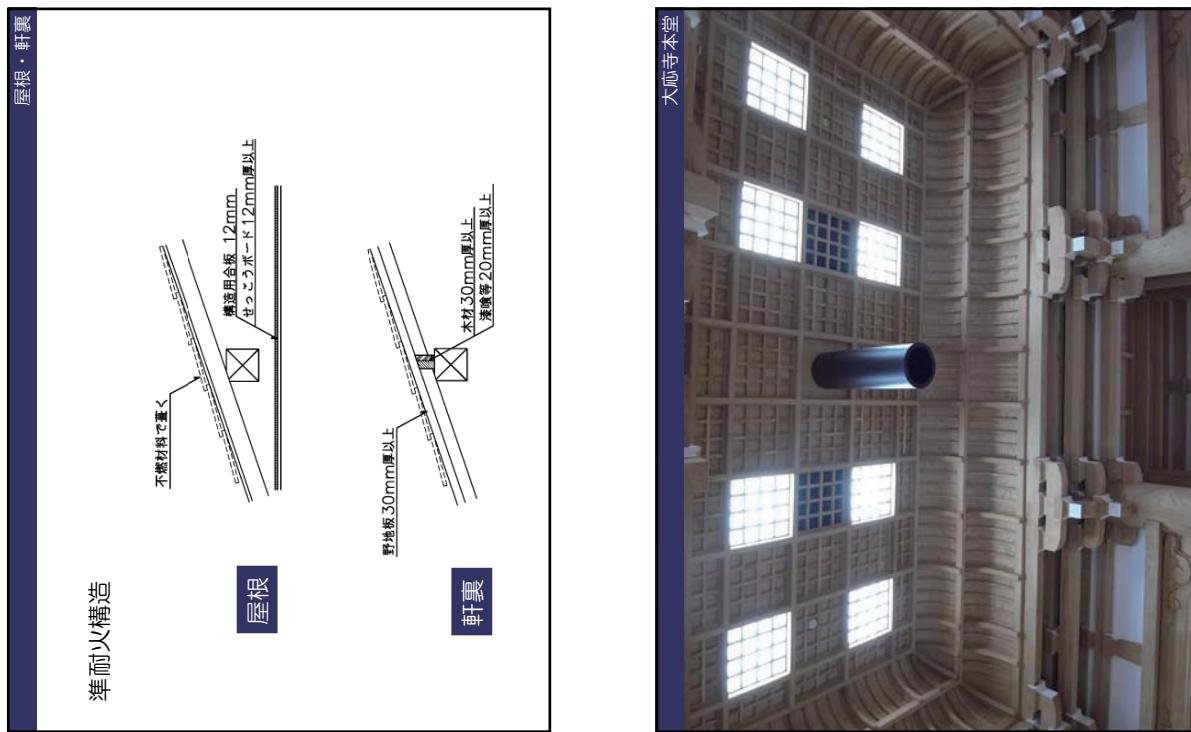
大應寺本堂

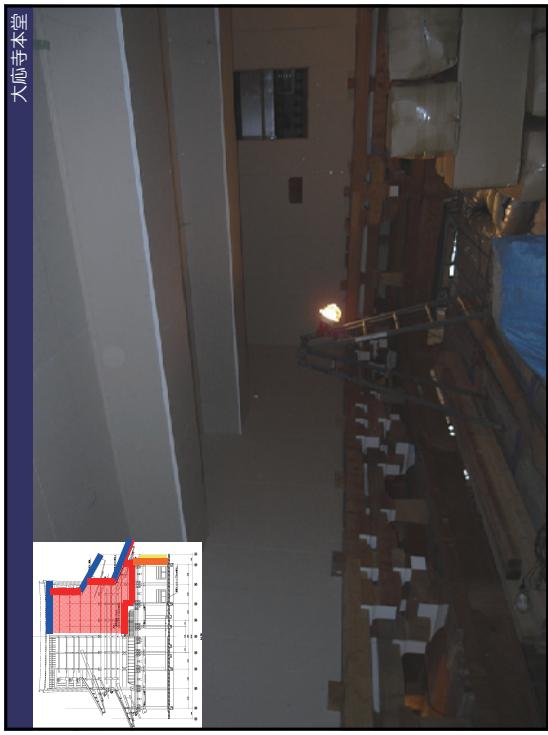
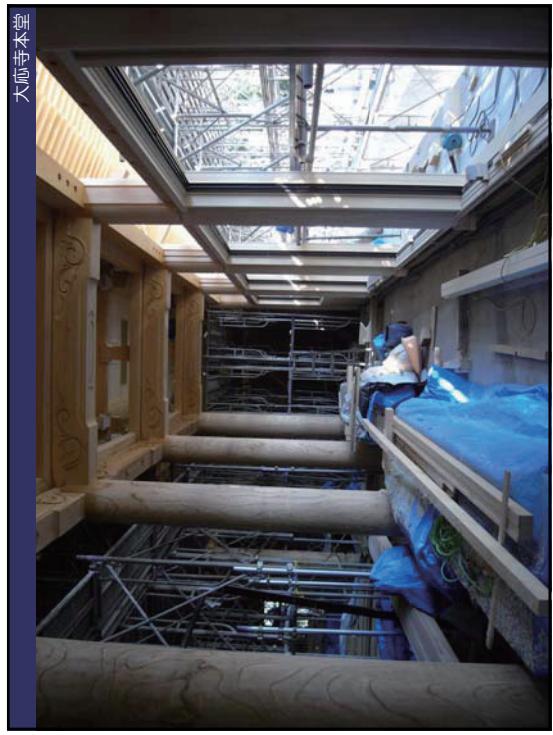
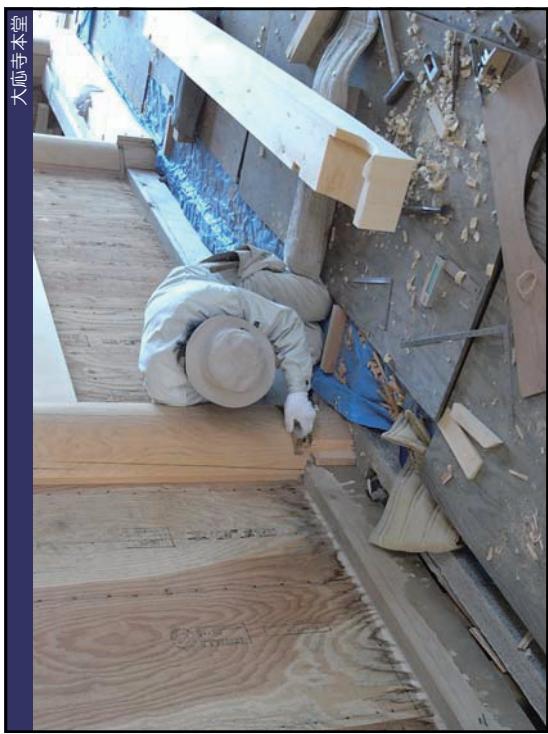
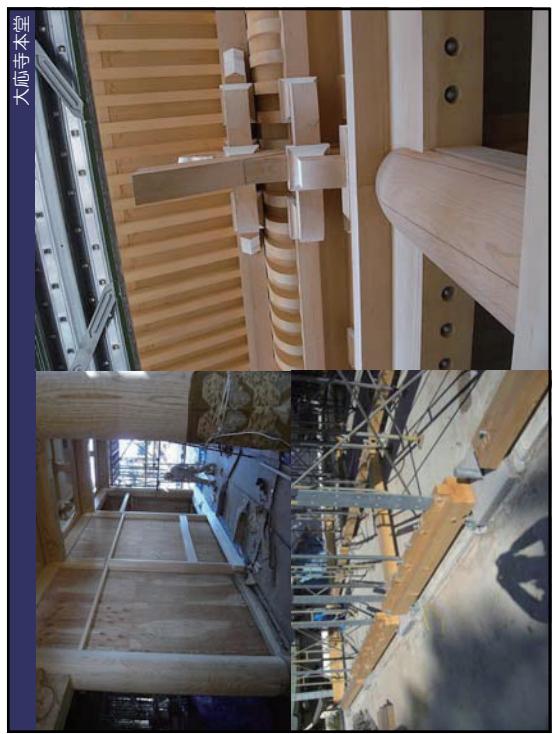


各部の仕様

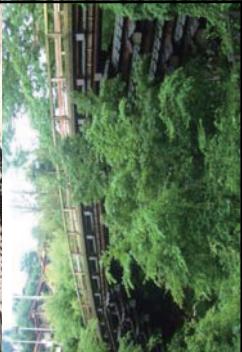
第129条の2の3		具体仕様
	第一号	
外壁	60分準耐火構造	土壁（準耐火はボード下地で防火性能確保、一部仕様なら土壁のみでも可能）、RC造
軒裏	60分準耐火構造	木現し軒裏（告示仕様）
屋根	30分準耐火構造	瓦、金属板
柱	60分準耐火構造（燃えしきろ設計）	大型面材（燃えしきろ設計）
梁	60分準耐火構造（燃えしきろ設計）	大型面材（燃えしきろ設計）
床	60分準耐火構造	RC造+木床
階段	30分準耐火構造	RC造または鉄骨造
その他	地上階数3以下 建物周囲に幅員3mの道路 (縦和要件: 200m以下ごとに準耐 火構造の壁・床で区画)	





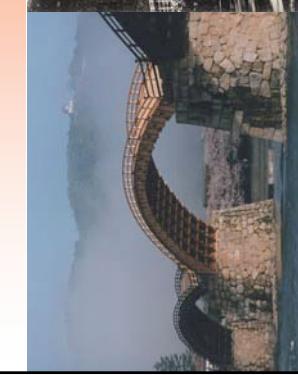


木橋

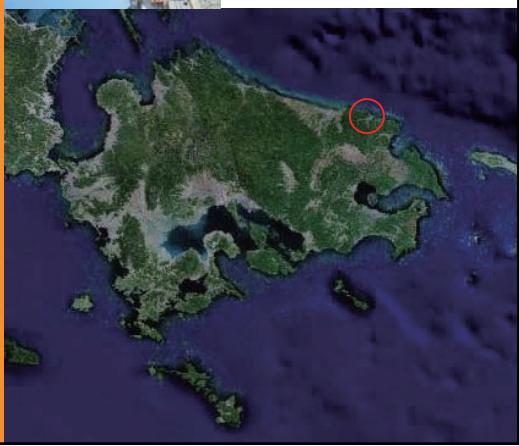


日本三奇橋

錦帶橋（山口）
愛本橋（富山）
猿橋（山梨）



夢見橋

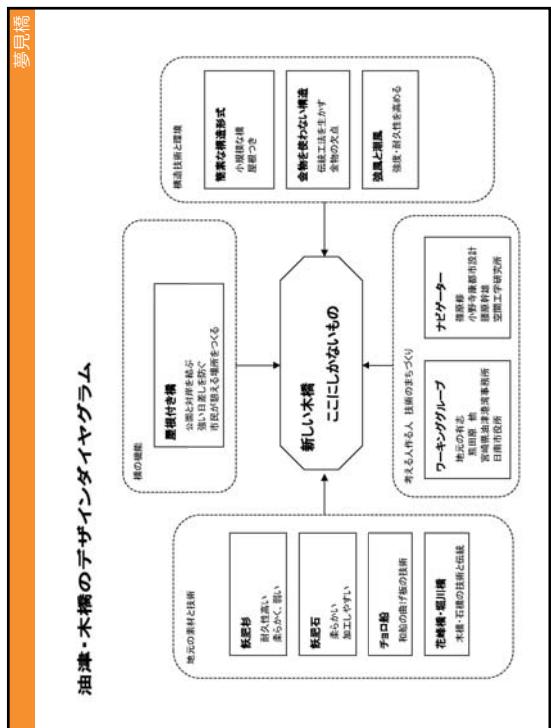
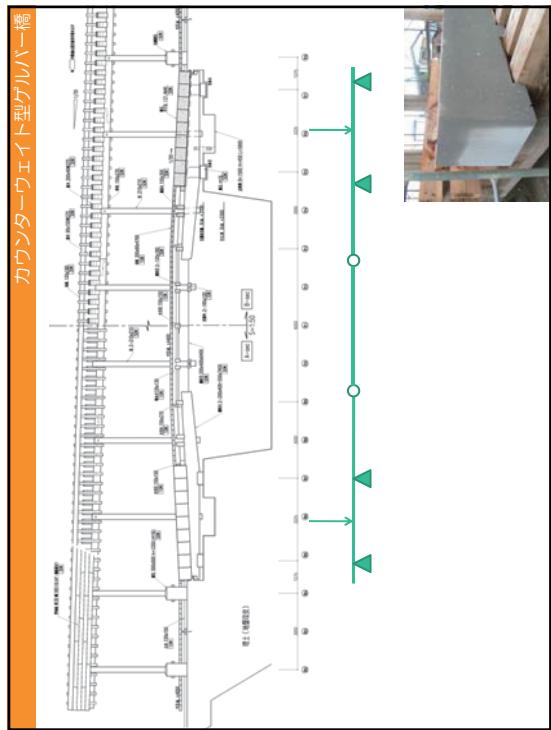
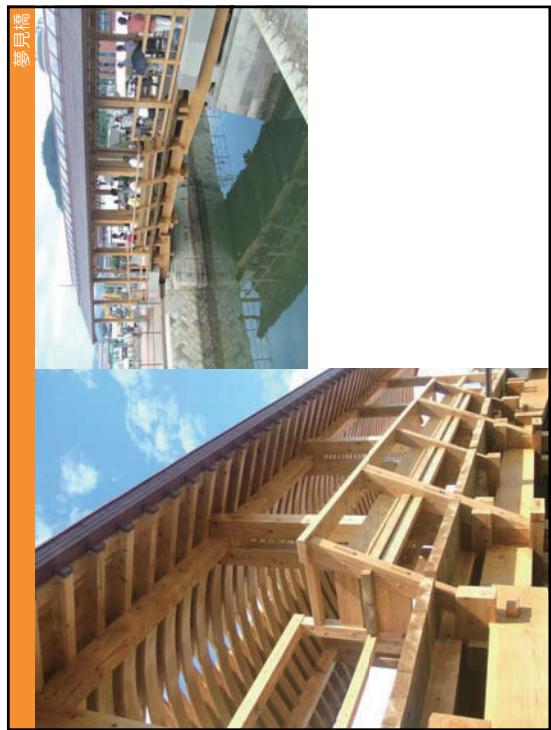


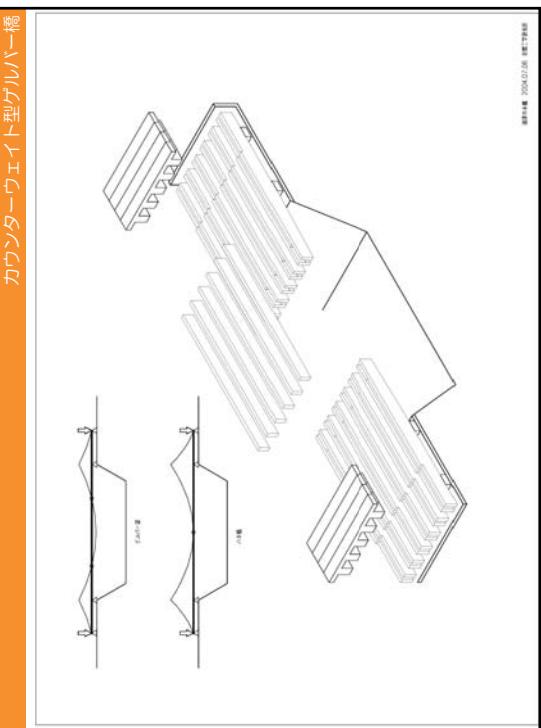
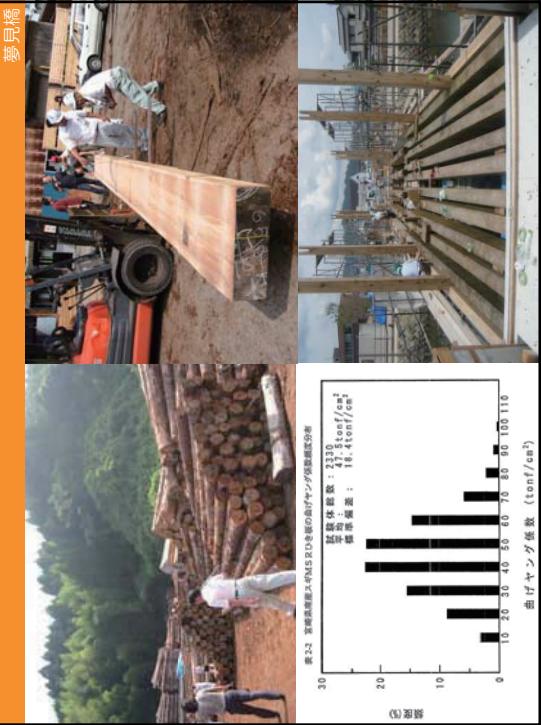
木橋

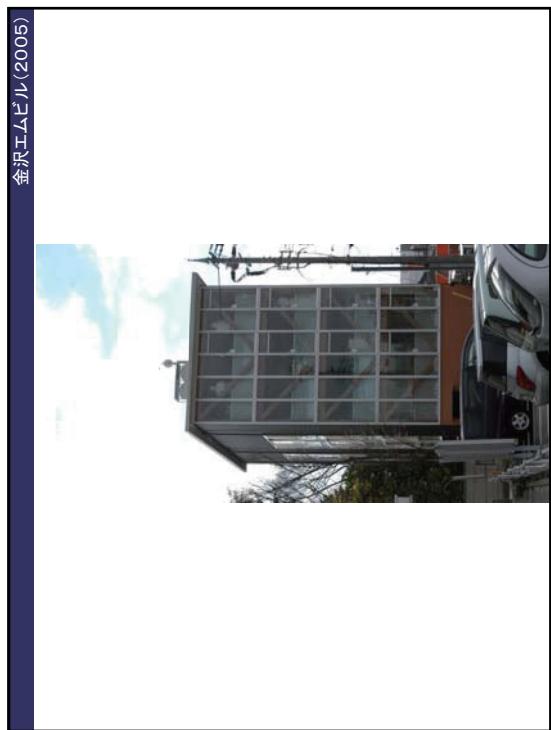
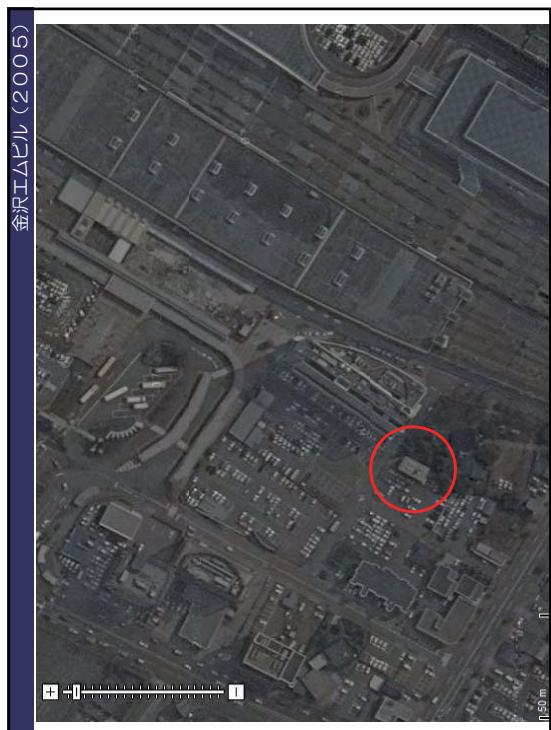


木橋









耐火建築物		耐火建築物			
階数		4~	4~	3	3
3	技術的 基準通 合建築	2	準耐火 建築物	2	その他 建築物
2	准耐火 建築物	1	その他 建築物	1	
1					

100m² 500m² 1500m² 3000m²

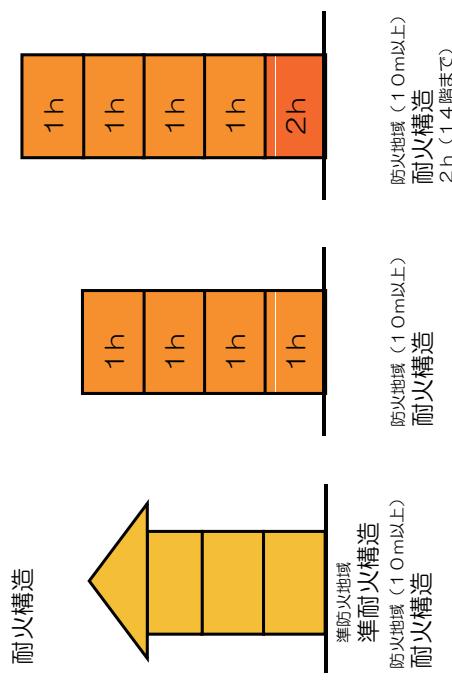
防火地域 準防火地域 法22条地域

建設地は金沢市の準防火地域

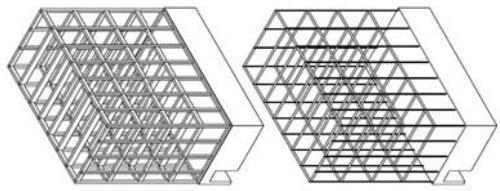
5階建てのため
1階で2時間耐火性能、2階から5階で1時間耐火性能

1階はRC造とすることで、2時間耐火性能を満足

柱 1時間耐火性能 = 1時間の非損傷性(令第107条)
 梁 1時間耐火性能 = 1時間の非損傷性
 床 1時間耐火性能 = 1時間の非損傷性、1時間の遮熱性
 屋根 30分耐火性能 = 30分の非損傷性、30分の遮炎性
 非耐力壁
 内壁 1時間耐火性能 = 1時間の遮熱性
 外壁 1時間耐火性能 = 1時間の遮熱性、1時間の遮炎性
 階段(内部階段) 30分耐火性能 = 30分の非損傷性



木質複合構造

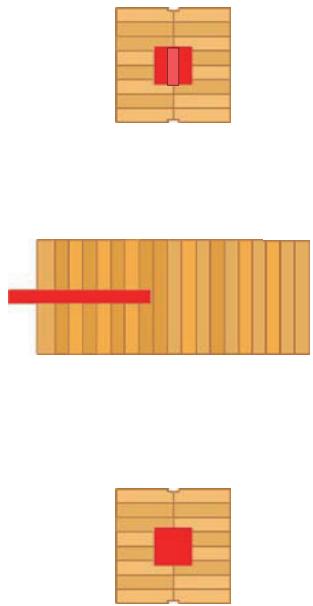


積載荷重、積雪荷重などの長期荷重
地震、台風などの短期荷重
居住性確保

に対して、木造が抵抗する。

万一火事で燃えても木材の中の鋼材
が建物の倒壊を防ぐ。

木質複合部材

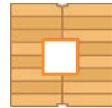
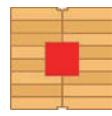


木質複合柱
木200×200
鋼65×65
木質複合梁
木200×480
鋼PL-22×300
木200×200
鋼2PL-22×65

耐火



柱（座屈耐力推定）



sFk=908kN

L=3000

$\lambda=0$

$f_y=215\text{N/mm}^2$

sFk=672kN

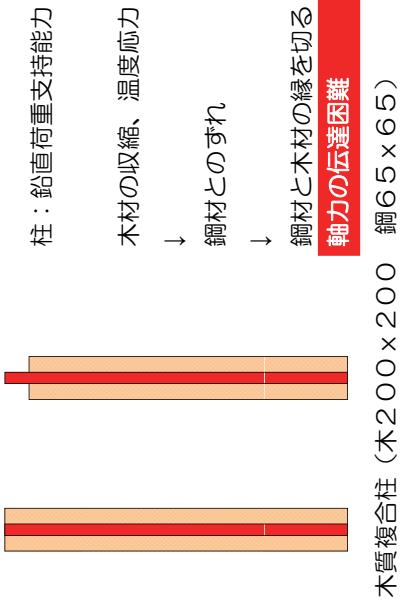
L=3000

$\lambda=0$

$f_y=215\text{N/mm}^2$

集成材の断面を考慮したオイラー座屈式
圧縮材の支点補号式 の妥当性
木質複合柱（木200×200 鋼65×65）

柱（集成材と鋼材）



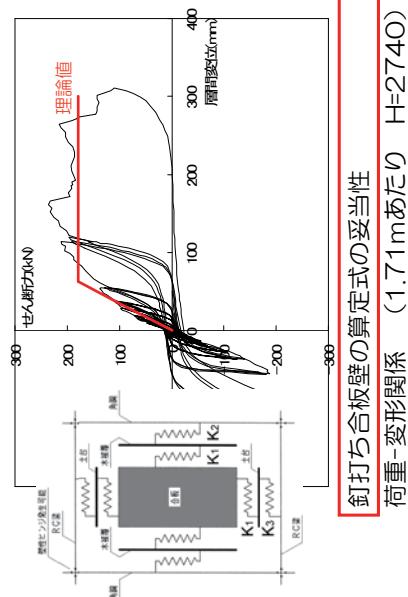
梁（耐火）

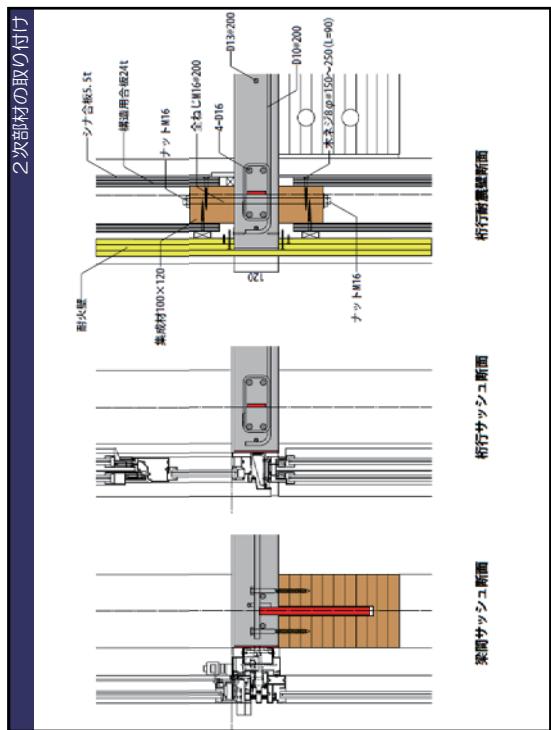
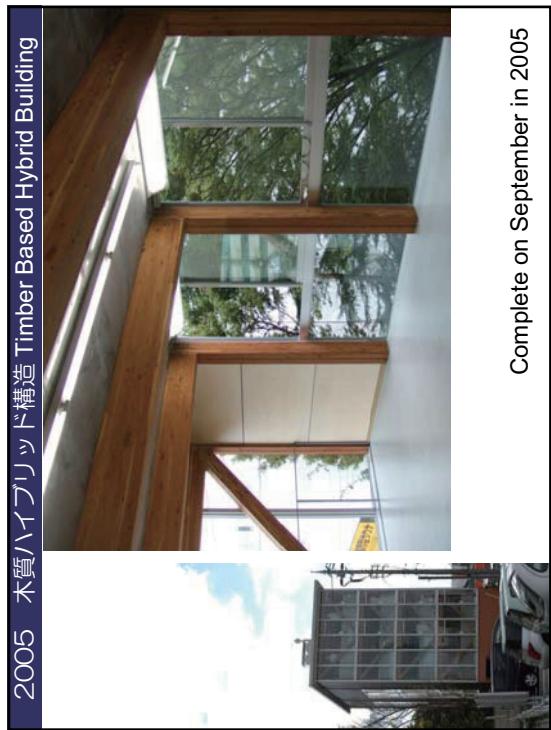
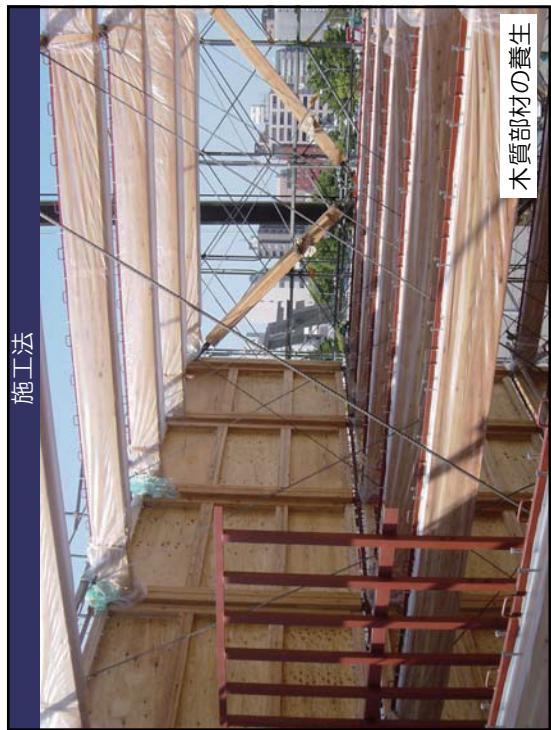


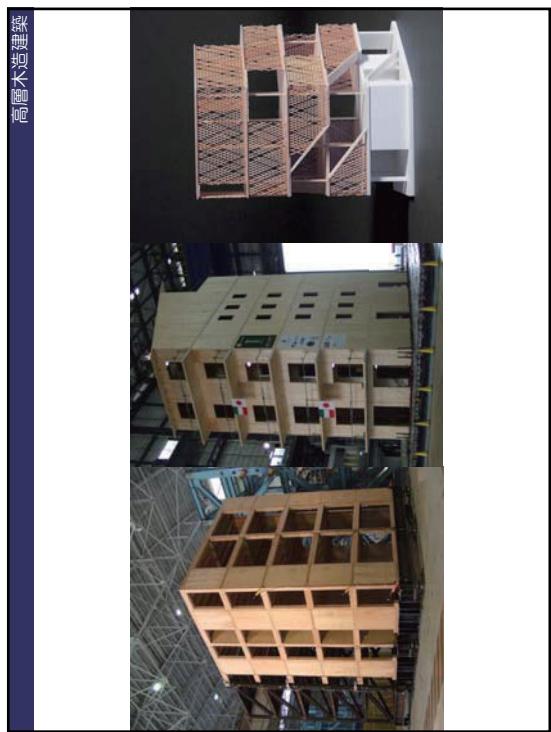
耐震壁



壁（モデル化）







木造と木質構造
どこにでもどんな建物でも木造で可能だとしたら？

経験学
工学
構造設計
最新技術
伝統
大工
伝承

経験学
工学
構造設計
最新技術
伝統
大工
伝承

工学
構造設計
最新技術
伝統
大工
伝承

