



# 新しい木質材料、 CLT実用化の今

(研) 森林総合研究所

構造利用研究領域 野田康信

# 講演内容

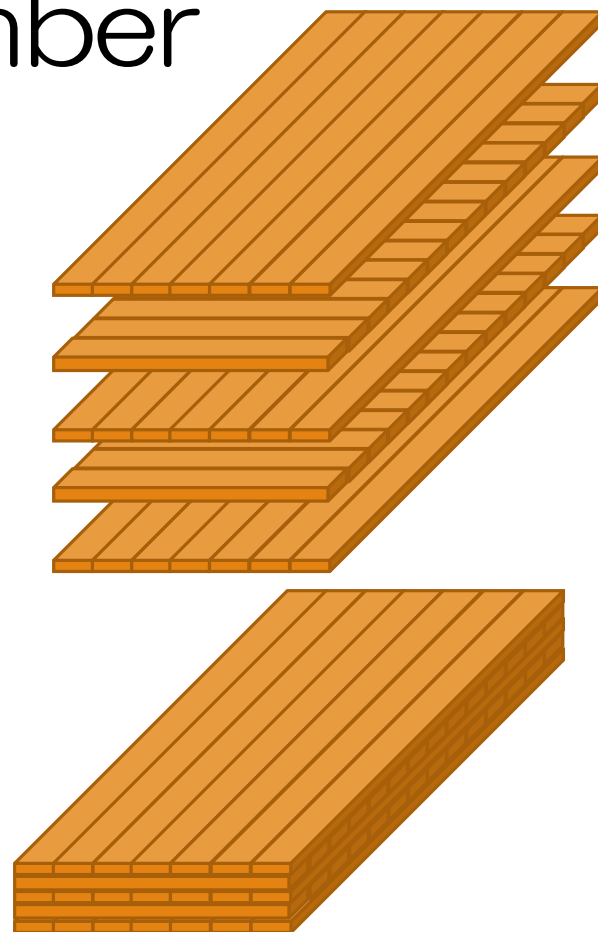
- ◆はじめに
- ◆国内の動向
- ◆海外の事例
- ◆おわりに

# CLTとは？

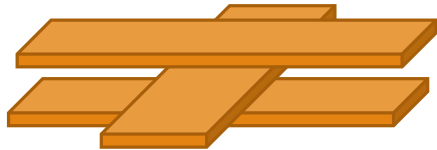
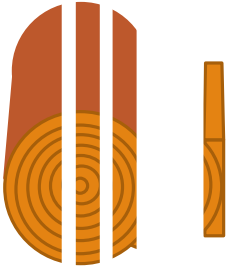
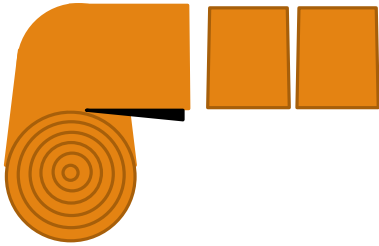
## Cross Laminated Timber

直交集成板

ラミナと呼ばれる「ひき板」  
を幅方向に並べたものを、互  
いに直交するように積層接着  
した3層以上の材

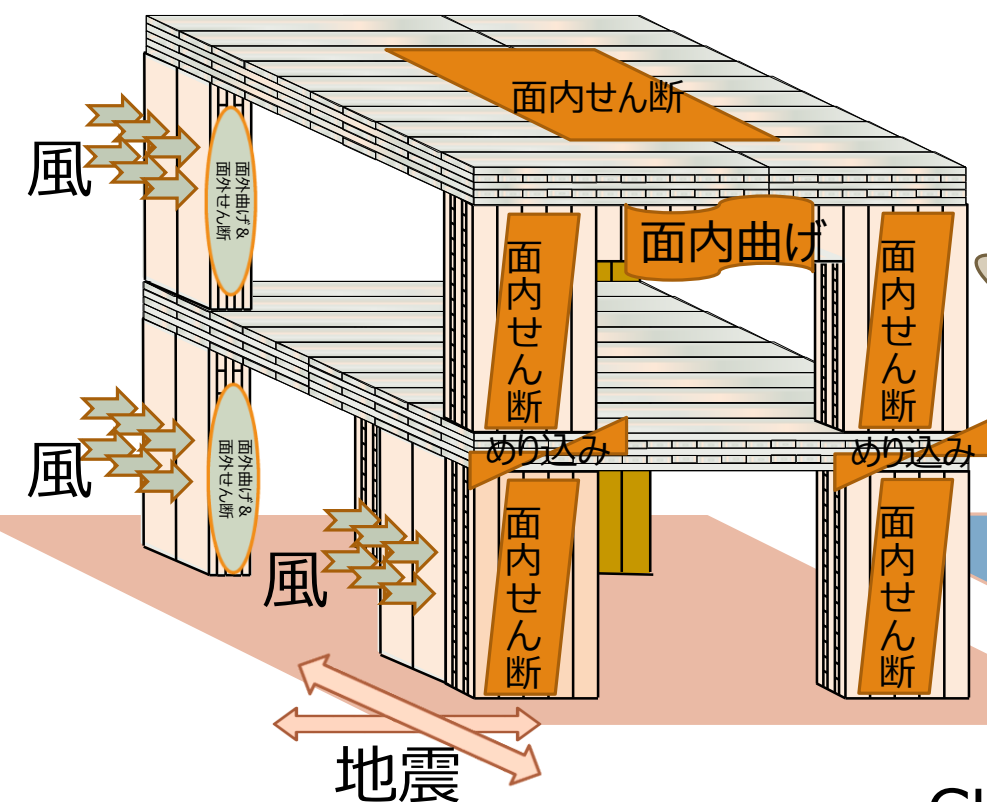


# 木質材料としての位置づけ

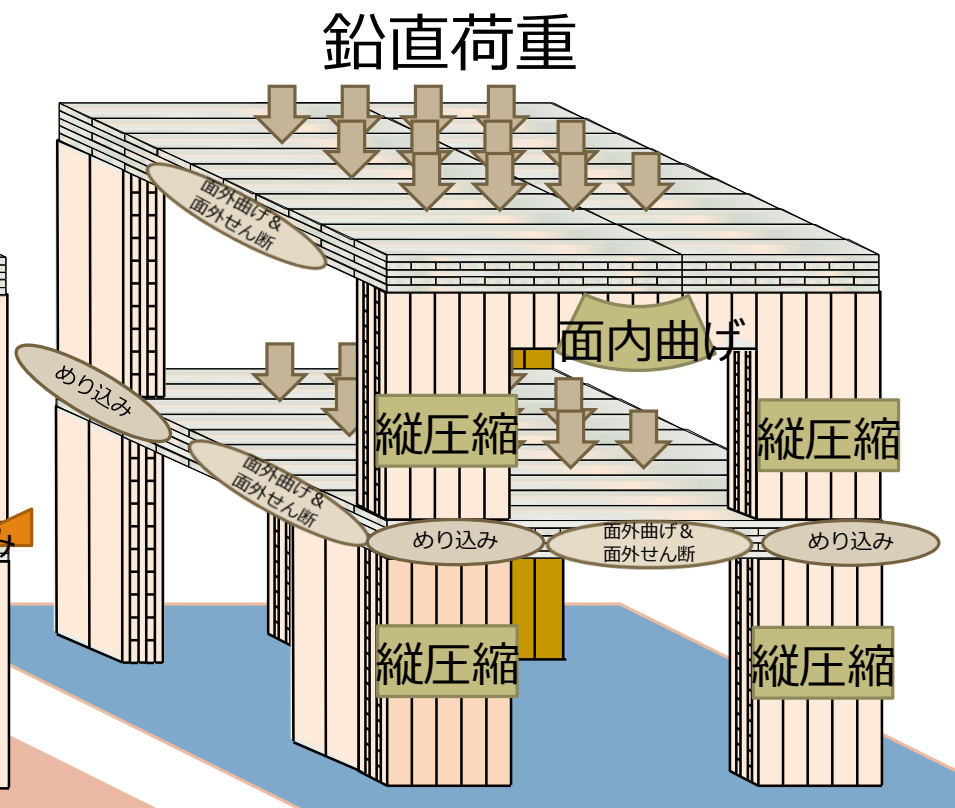
| 原料  | 繊維配向                                                                               | 平行                                                                                         | 直交                                                                                         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                    |          |         |
| ひき板 |   | 集成材<br>  | CLT<br> |
| 単板  |  | LVL<br> | 合板<br> |

# 材料に多様な要求性能

短期的な荷重に対して

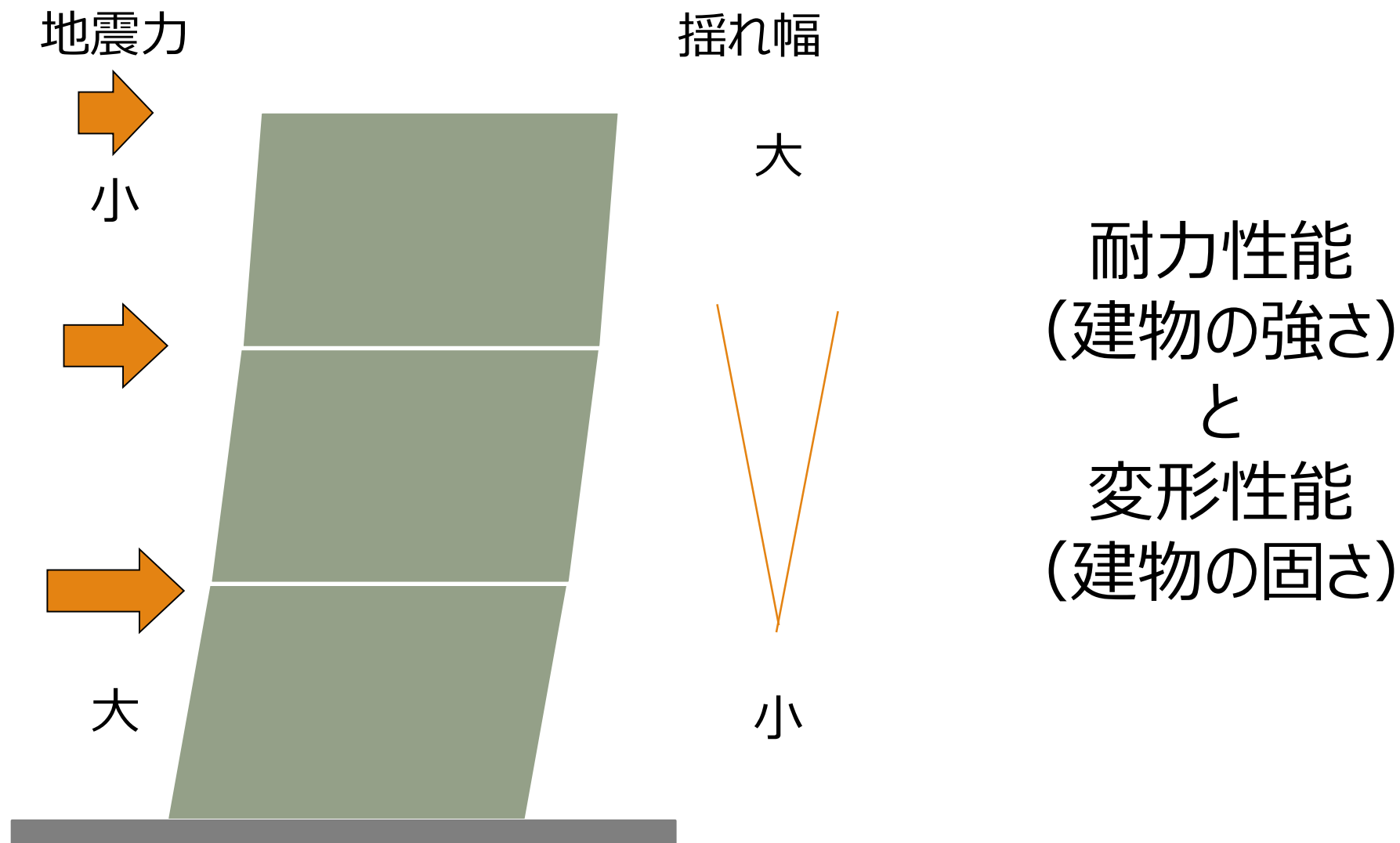


長期的な荷重に対して



CLTとCLTのつなぎ方(接合部)も重要

# 階数が高くなるということ。



# 講演内容

◆はじめに

◆国内の動向

◆海外の事例

◆おわりに



# 国内初のCLT建築

H25.11月 高知おおとよ製材・社員寮  
(3階建て スギCLT 115m<sup>3</sup>)



幅1m程度の「小幅」パネル  
引きボルト接合  
時刻歴応答解析による設計





# 各種強度性能評価



面内曲げ



引張り



短柱圧縮

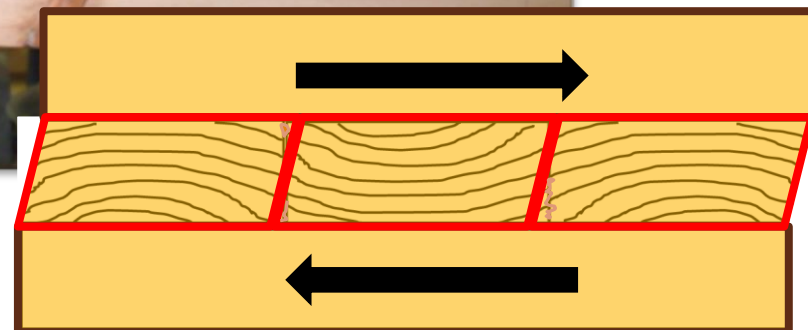


めり込み



面外せん断

# CLTの特徴的な壊れ方（せん断試験）



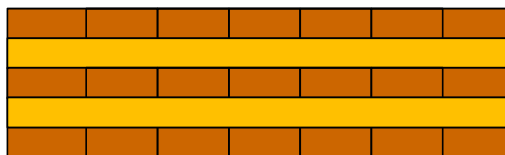
# 層構成と強度性能の関係解明

ひき板の強度からCLTの強度を算出することが可能になった。

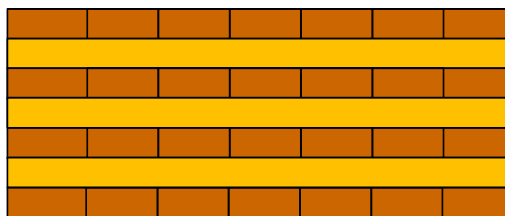
3層3プライ



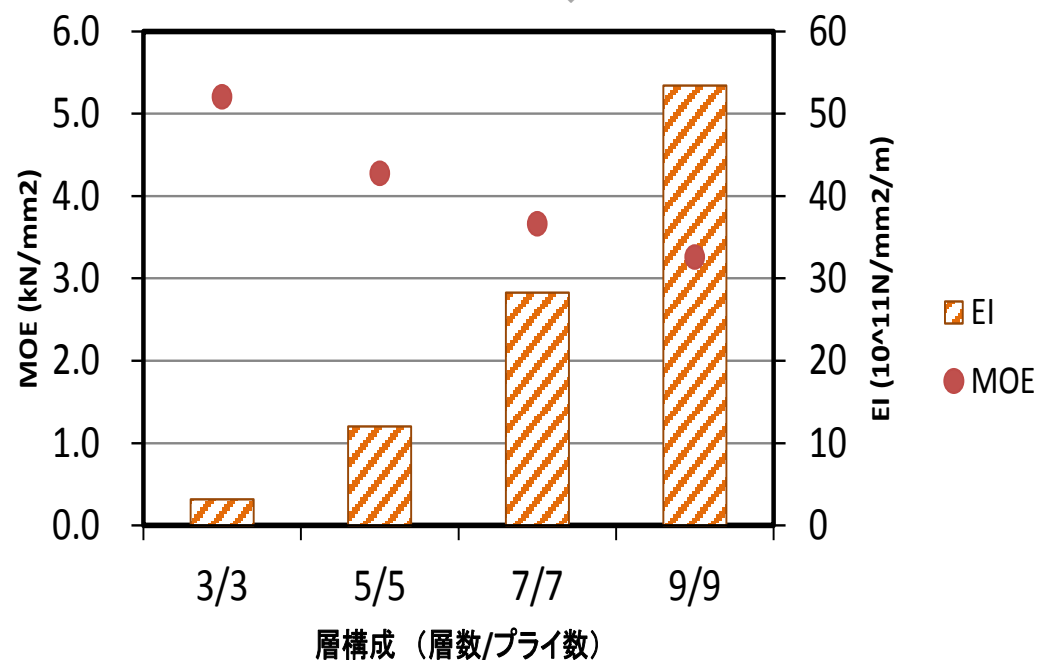
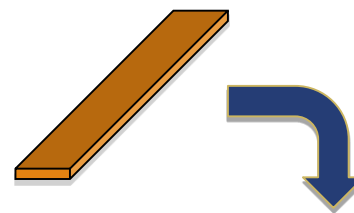
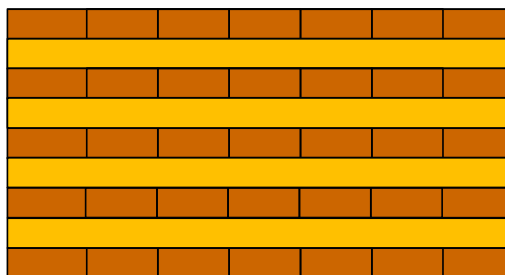
5層5プライ



7層7プライ



9層9プライ



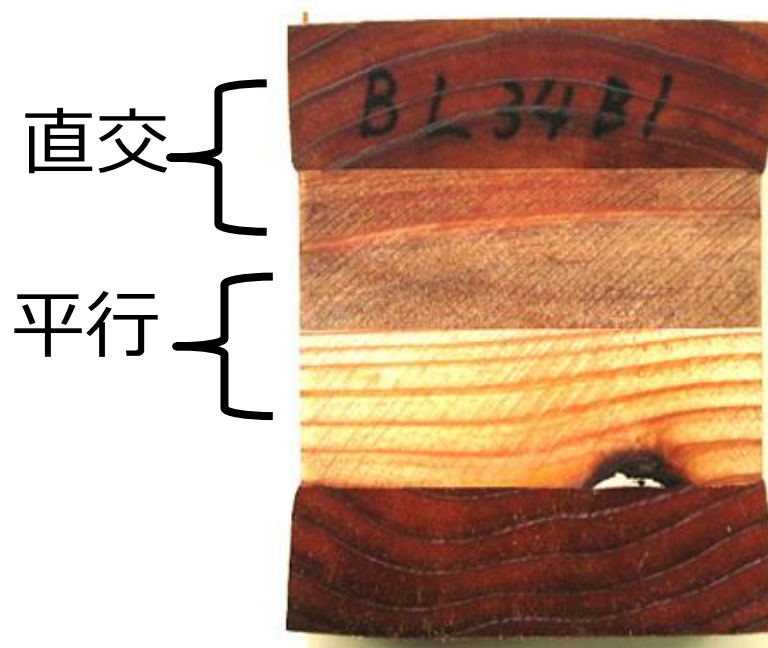


# 接着性能について



## 接着不良の判定

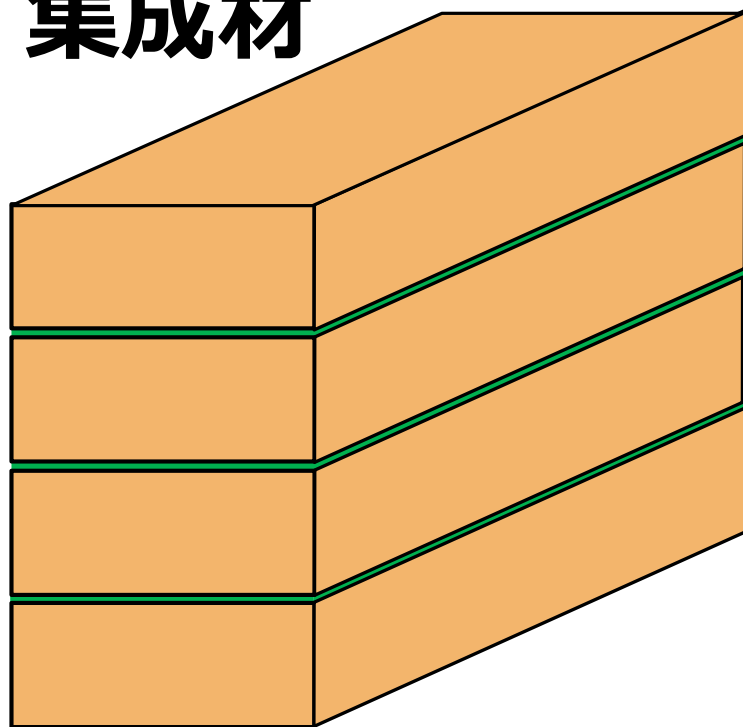
圧力をかけて強制的に注水。



変形を拘束する分、  
接着部分への負担  
「大」

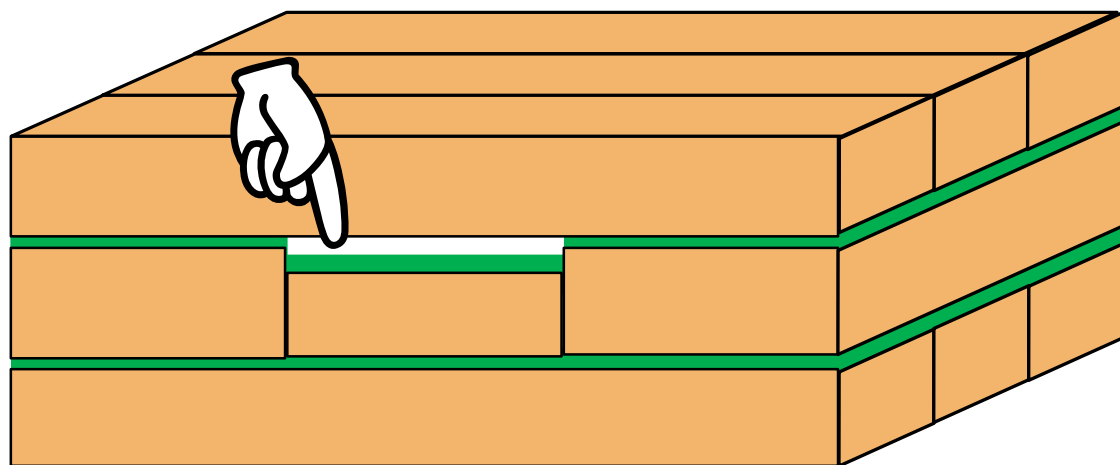
# 交差させて接着するということ

## 集成材



ひき板の厚さの  
ムラは影響しない。

## CLT



ひき板の厚さにムラがあると、  
**接着面が密着しにくい**

# 長期荷重に対する性能

おもりを載せた状態で、時間の経過とともに「たわみ」がどれだけ進行するか。



森林総研に新たに設置された  
恒温恒湿室での様子

# 直交集成板のJAS制定（平成25年12月）

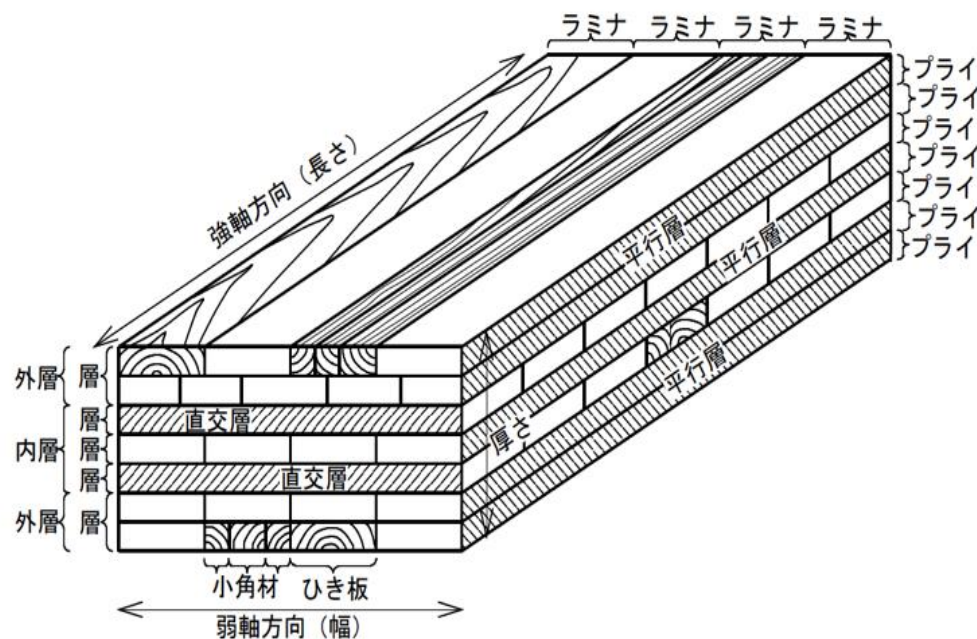


図1 各部の名称

- 製造条件
  - ラミナ品質
  - ラミナ構成
  - 接着剤
- 強度性能
- 接着の程度
- ホルムアルデヒド放散量

➡ J A S 改正に向けた取り組み

異等級、異樹種、異等厚などについて、研究継続中



# 接合部の強度試験

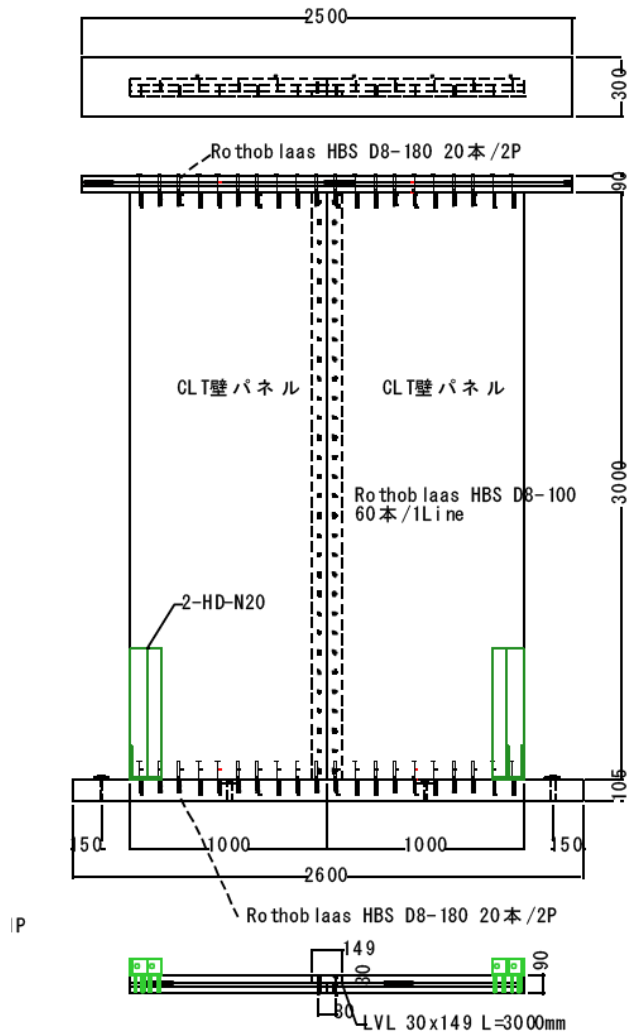
H24年度林野庁補助事業「CLTパネルを用いた中高層建築物の構造計画と接合部性能の検証事業報告書」より

表板繊維方向の違いで壊れ方が違う。



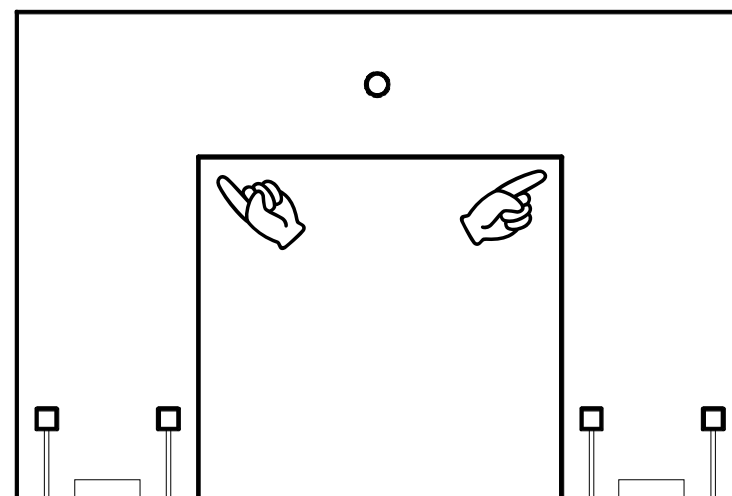
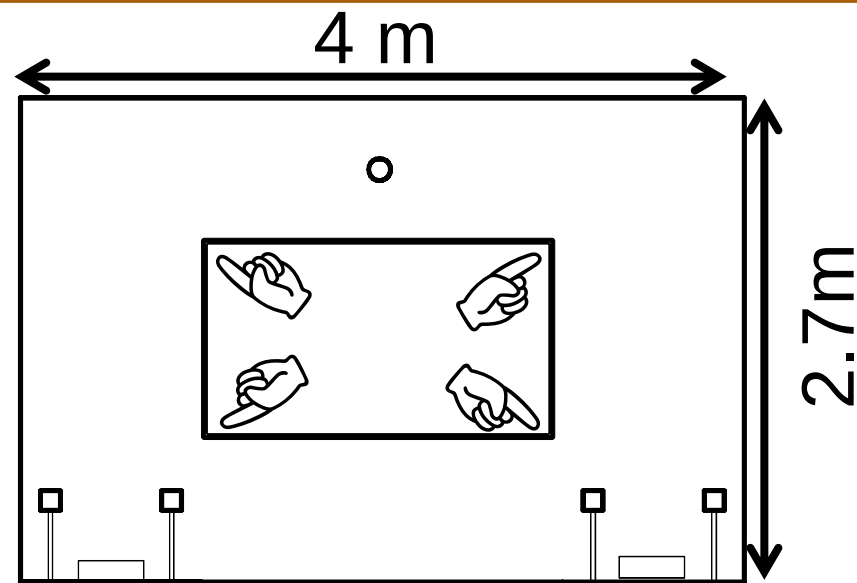
# 壁としてどのように機能するか？

H22国土交通省「木のまち・木のいえ整備促進事業補助金」  
銘建工業(株)報告書より



# 大型パネルとなるとどうなのか？

H24年度「クロス・ラミネイティド・  
ティンバー構法の損傷限界・安全  
限界に関する検討」報告書より





# 振動台実験による検証

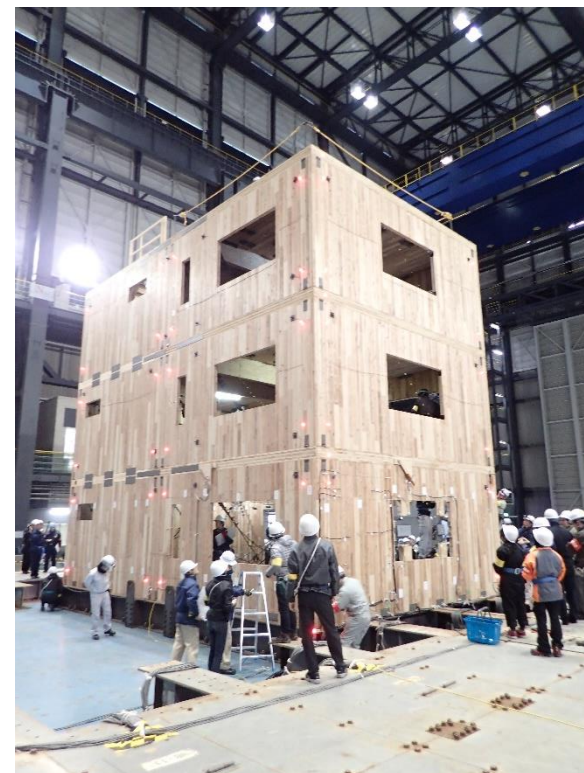
H23年度「クロス・ラミネイティド・ティンバー構法の損傷限界に関する検討」報告書、H26年度「CLTを用いた木造建築基準の高度化推進事業」公開実験より



5階建て相当  
2012



小幅パネル形式  
5階建て2015



大型パネル形式  
3階建て2015

# おおとよ製材社員寮をベースに 続々と。



真庭市春日 (2015.3) 写真提供：  
銘建工業(株)



CLT協会HPより

福島県湯川 (2015.2)



真庭市勝山 (2015.3) 写真提供：  
銘建工業(株)



写真提供：会津土建(株)



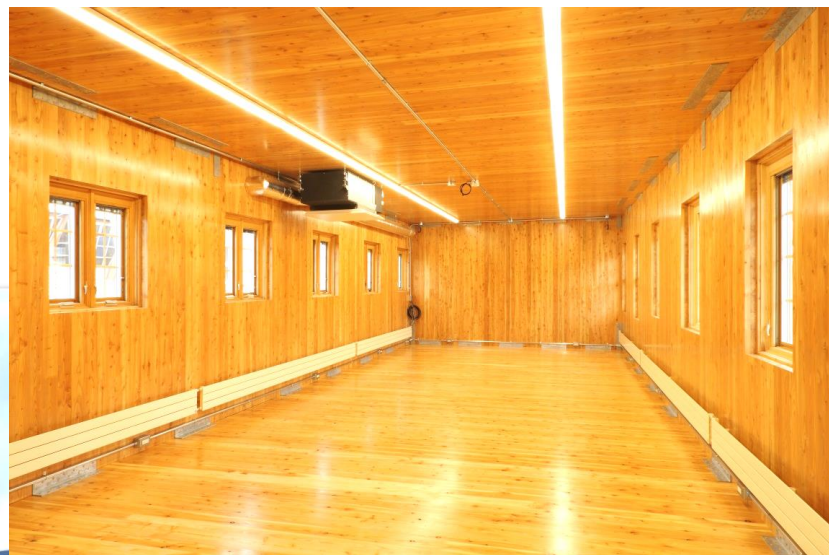
## ここまでの歩み

- **2010 : 「木の家づくりから林業再生を考える委員会」にて  
現日本CLT協会・中島会長から国内導入を提案**
- **2011 : 森林総研にてCLTの材料性能に関する研究開始  
建築研究所にて設計・評価法に関する研究開始**
- **2012 : 日本CLT協会が設立（銘建、山佐、レングス）  
CLTに関するJAS原案作成委員会がスタート  
国産スギCLTによる3階建て実大振動実験**
- **2013/11 : 高知にて国内初のCLT建築物が建設**
- **2014/1 : CLTに関するJASが施行**

# 大型パネルを使った国内事例

大型パネル  
鋼板添え板ビス留め接合  
時刻歴応答解析による設計

2014.3 北海道北見市  
オホーツクウッドピア工場敷地内  
(2階建て・カラマツCLT 70m<sup>3</sup>)



内装はあらかし



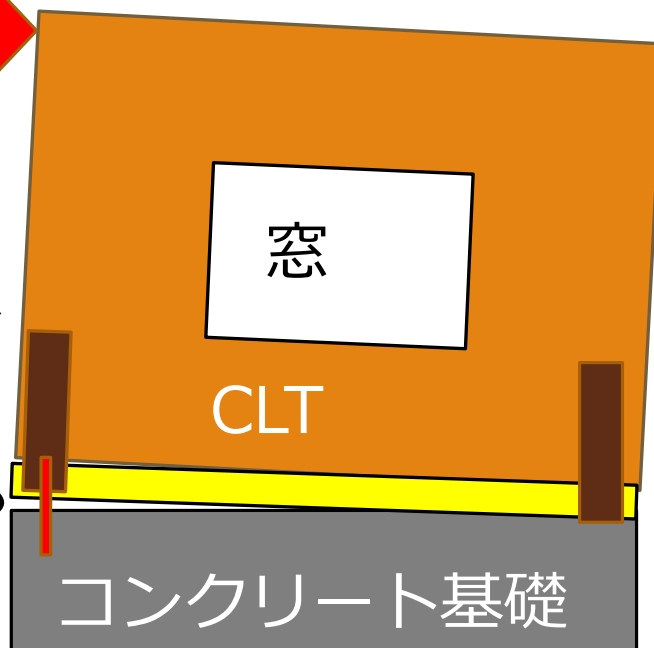
写真提供：物林(株)

# 設計の基本概念

地震力が  
作用すると

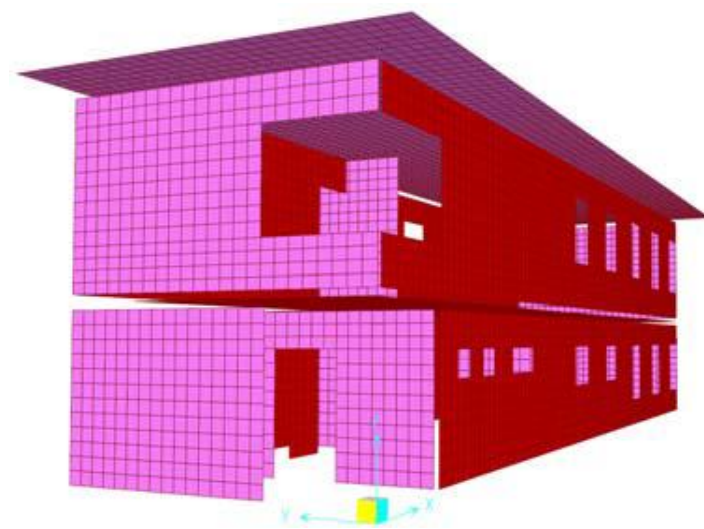


足元が浮き上がり、  
基礎とつないだボ  
ルトが伸びて倒壊  
しない。



【解析に必要なデータ】

- ・CLTの材料特性
- ・各接合部の構造特性



提供：物林(株)



# カラマツCLTの材料性能

地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構林産試験場

写真提供：北林産試



【面外曲げ試験】



【面内曲げ試験】



【面外せん断試験】



【面内せん断試験】



【圧縮座屈試験】

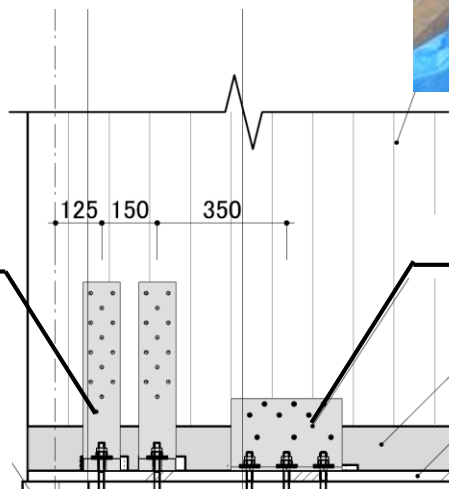


# 接合方法

Zマーク  
タッピンねじ  
(STS-C65)



U形引張金物  
CLT壁の浮き上がりを拘束



U形せん断金物  
CLT壁の水平移動を拘束

# 接合部の強度特性

地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構林産試験場

写真提供：北林産試



U形引張金物試験  
＜基礎と壁の接合＞



U形せん断金物試験  
＜基礎と壁の接合＞



L形せん断金物試験  
＜壁と床の接合＞



帯金物試験  
＜1階壁と2階壁の接合＞



スプライン接合試験  
＜床と床の接合＞

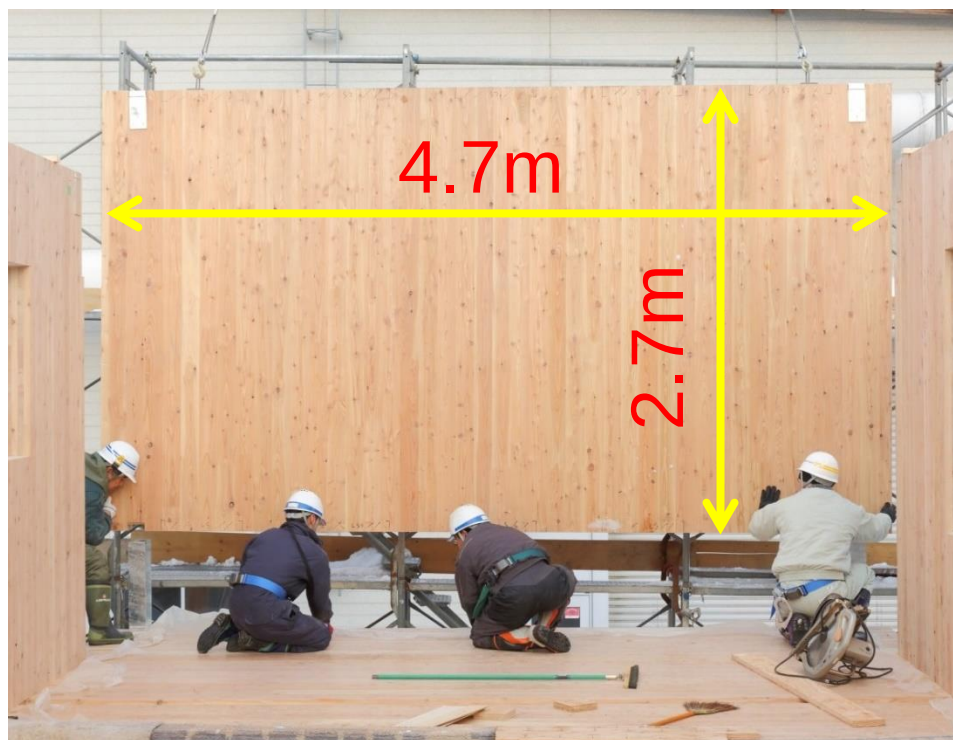


# パネル割りがコストに響く・・・歩留まり・輸送費

パネルの製造サイズ 6 m×2.7m



特殊低床トレーラー



写真提供：物林(株)

無駄のない木取に配慮

一般の大型トラックによる  
輸送コストの2倍

幅2.3m以内を目標に！

# ビス留め接合の良し悪し。

- ・ビス留めは何千本にもなる。上向きとなる場所は大変。
- ・ビス頭や金物が出っ張っている。



写真提供：物林(株)



(公財)住木センター・日本CLT協会、平成26年度林野庁委託事業（CLT普及戦略の作成）報告書より

幅木で調整してから  
石こうボードを貼る。



## 各地の建築計画

| 所在地 | 名称            | 竣工     | 階数 |          |
|-----|---------------|--------|----|----------|
| 奈良市 | 社会福祉法人 ぷろぼの   | 2016春  | 5  | 2-5階をCLT |
| 高知県 | 窪津漁協組合事務所     | 2016   | 2  | 軸組 + CLT |
| 高知県 | 高知県森連会館       | 2016   | 2  | 軸組 + CLT |
| 高知県 | 高知県自治会館       | 2016.3 | 7  | 4-7階の一部  |
| 長崎県 | ハウステンボス 変なホテル | 2016.3 | 2  |          |
| 大分県 | 木材会館          | -      | -  |          |
| 京都府 | 茶業研究所         | -      | -  |          |
| 宮崎県 | 宮崎県防災拠点庁舎     | 2019   | 10 |          |

# 国内製造拠点

現在、生産拠点は銘建工業、協同組合レングス、山佐木材の3工場  
で生産能力は年間1万m<sup>3</sup>

→4～5万m<sup>3</sup>規模の工場を各地に。10年後は50万m<sup>3</sup>/年に。

## 2016.3 銘建工業 5万m<sup>3</sup>/年の新工場

石川県：集成材メーカーがプレス導入予定 1.25x6.2m

宮崎県：集成材メーカーがJAS認定を目指している。1x4m

福島県：CLT工場の立ち上げに向けて調査開始

# 各地域の取り組み

(一社)日本CLT協会

2015年6月現在 **会員数226**

特別賛助会員 : 50会員

新潟県

## 「CLTで地方創生を実現する首長連合」

北海道、福島県、新潟県、兵庫県、鳥取県、岡山県、  
愛媛県、高知県、長崎県、大分県、北海道北見市、  
福島県湯河村、岡山県真庭市、高知県大豊町

超高層ビルに木材を使用する研究会

高知県  
CLT建築推進協議会 事務局

北海道  
北海道産CLTに関する勉強会

県協議会



資料提供：日本CLT協会

# 国内の動向 まとめ

設計には

- ・材料データが不可欠。 → H28の告示によって基準強度が定まる。
- ・接合部データが不可欠。 → 各種試験研究機関によって進行中。
- ・高度な設計法に依存しない、  
通常的设计士が使っている設計法できるように。→H28告示
- ・設計ノウハウの共有  
各地域に所属する意欲的な設計士同士の連携に期待



# 講演内容

◆はじめに

◆国内の動向

◆海外の事例

◆おわりに

# ショッピングモール



写真提供: 神谷文夫(森林総合研究所フェロー)

場 所 : ウィーン市街地から北に20km

敷地面積: 120,000m<sup>2</sup>

総投資額: 2億€

店舗面積: 70,000m<sup>2</sup>

オープン: 2012年秋

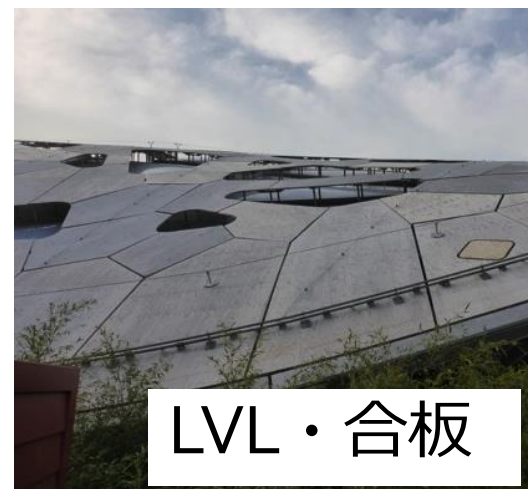
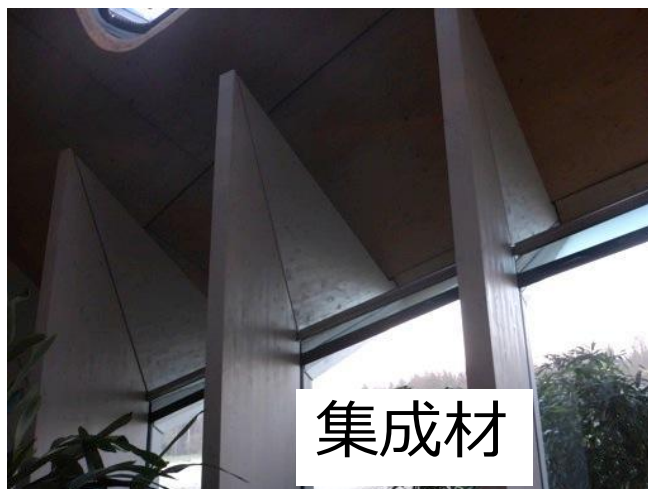
**木材利用合計: 11,500m<sup>3</sup>**

**(CLTパネル: 8,000m<sup>3</sup>、集成材: 3,500m<sup>3</sup>)**



# チューリッヒ動物園 ゾウ舎

床面積6,500m<sup>2</sup> 屋根面：厚さ80mm(3層)、幅3.3m、最長15mのCLTを方向を変えながら3枚を重ねて釘打ち一体化。1,200m<sup>3</sup>のCLTを使用。





# ホテル

BMWが経営するホテル「Alpenhotel Ammerwald」。各部屋は全面あらわしのCLT。



CLT協会HPより



# 鉄骨造との組み合わせ

# CLT床の施工実験



2時間の耐火  
性能も実証

山佐木材  
HPより

# まとめ

- CLTは木造中高層建築物を可能にする
- JASが制定され、生産拠点も拡充中
- CLTの告示(基準強度)が制定される平成28年はCLT普及元年
- 耐火性能の検証
- 鉄骨造との構造ハイブリッド化などにより用途拡大

# 「CLT普及で林業再生」

ご清聴ありがとうございました。

