

# 福島に森のエコシティを創出する CLTにかかる現状と課題

福島県CLT推進協議会 協力委員  
パナソニック株式会社  
エコソリューションズ社  
エネマネ推進センター  
西川 弘記

# 東北には豊富な森林資源がある

## 充実する森林資源

～我が国の森林資源は、戦後植林した人工林を中心に年々増加～

森林面積2500万ha

森林蓄積44億m<sup>3</sup>

森林蓄積は毎年約8千万m<sup>3</sup>増加



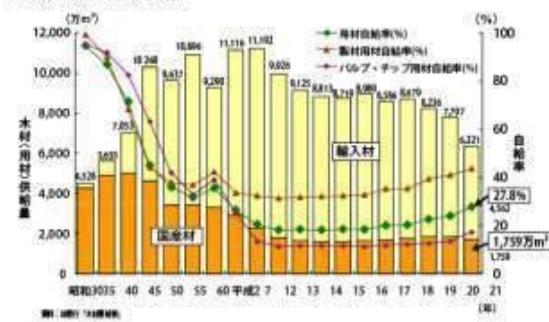
今後10年間で、人工林の6割が収穫期に到達

### ■人工林の林齢別面積



最近の国産材供給量は、2千万m<sup>3</sup>/年以下で推移

### ■木本材(用材)の供給量の推移



我が国の森林・林業には  
大きな潜在力

森林・林業再生プランによる  
地域の活性化

林業の生産性が低く  
活用できない状況

### ■東北地方の森林・林業

・東北地方の森林資源は、全国の2割を占める。

東北地方の森林面積470万ha、森林蓄積8億m<sup>3</sup>

森林蓄積は毎年約16百万m<sup>3</sup>増加している。

・東北地方の山では、

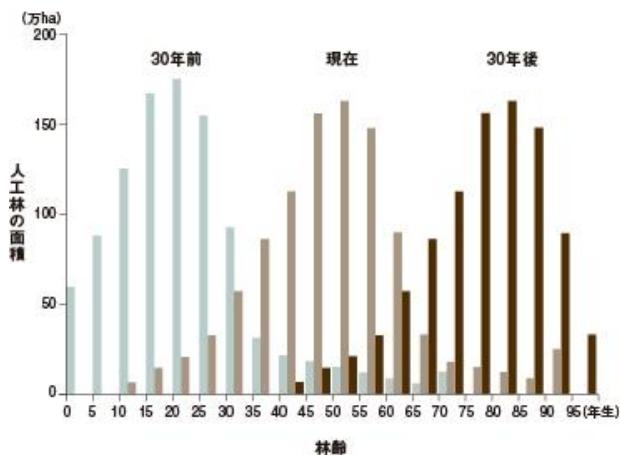
我が国の1/4の素材(丸太)が生産(430万m<sup>3</sup>) されており、  
資源状況から、今後さらに増加が見込まれる。

東北の森林資源を有効活用し、地方創生を。

# 日本のCLT産業

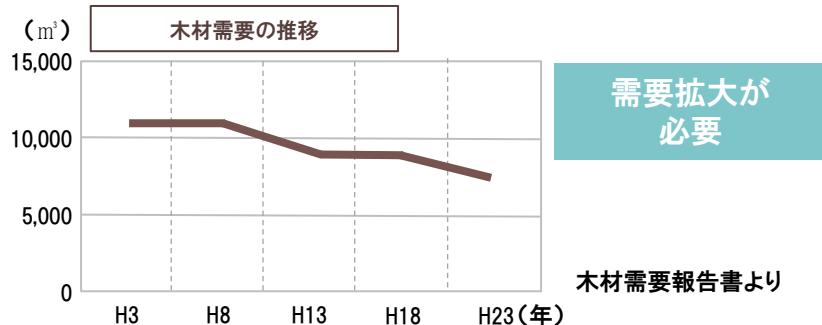
## ■日本における森林の現状

現在の日本では、戦後に植林した木が育ち、樹齢50年前後の使い頃の木が増え、活用する時代を迎えている



## ■木材需要は減少を続けている

住宅着工数の現象などにより、木材利用は減少を続けていく。森林再生や林業復興という意味からも、新たな開発による木材需要拡大が求められている



## ■CLTによる木材需要拡大を

欧米では、大規模建築や高層建築にもCLTを利用。木造建築も増加している。日本でも試験的なCLT建築が、各地で建設され始めている



河沼郡湯川村集合住宅

## ■CLT建築を推進し、森林再生と雇用拡大を

- ・CLTに関する関連法令の整備が課題
- 防耐火、接合などの課題をクリア
- ・CLT工法によるモデル木造施設の整備
- CLT生産体制確立とローコスト化の実現
- ・CLTに関する技術開発促進と施工方法の確立

建設により  
技術開発

## ・森林資源を余すことなく利用する産業振興を

林業、木材産業、木材設計

木材建築、研究開発

バイオマス発電

・オリンピックなどでの海外PR

・福島の林業を輸出産業に

・世界に福島産森の都市を創出

雇用拡大へ

地方創生

世界に福島の森を輸出

# 福島県におけるCLT推進事業

異なる建設手法による検証及びCLT建築環境計測などでは日本の最先端を走っている

## ■湯川村CLT共同住宅(引きボルト工法)

福島県CLT推進協議会が建設中の東日本初のCLT建築。

延床面積 387.15m<sup>2</sup>

断説手法も外断熱・内断熱と比較検証を実施



### 建築スケジュール

#### 2014年

性能評価機関へ認定の申請	5月12日(日本建築センター)
国土交通大臣の認定取得	10月1日
建築確認申請(県建築主事)	10月16日
建築確認承認	10月28日
着工(建築開始)	10月28日
見学会の開催	12月23/24日

#### 2015年

完成	2月16日
----	-------

## ■実証実験棟(日本建築工法応用)

会津若松市に移設した芝浦工業大学のエネマネハウスを実証

実験棟として用い、環境測定や設計手法、施工手法を開発。

国内で初めてユニットハウスによる輸送方式も検証



CLT材を屋根・床に用いた日本初のCLT建築  
(欧米建築手法)



アドリア北出丸カフェ



工期在来RCの1／2で建築、省エネ在来木造の25%冷暖房エネルギー削減、快適性空間温度バラツキ±1°C

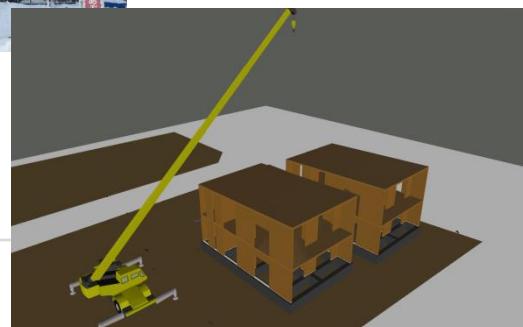
## ■湯川村CLT共同住宅(引きボルト工法)



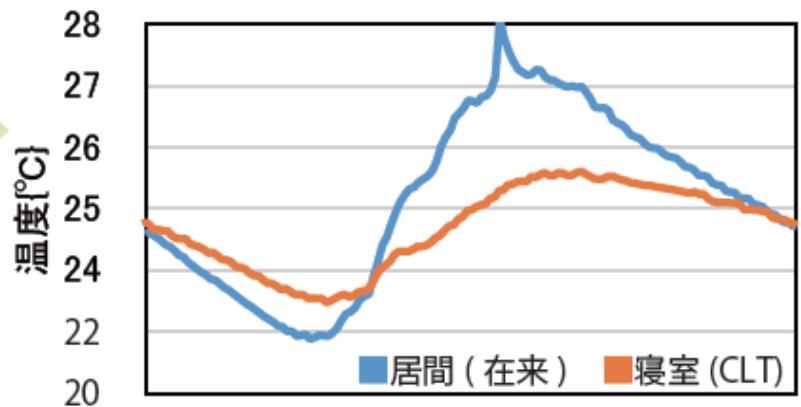
## ■実証実験棟(日本建築工法応用)



CLTの棟上  
1棟2日  
(吹雪)



BIMでの  
建設確認



0時 2時 4時 6時 8時 10時 12時 14時 16時 18時 20時 22時  
夏期実験結果:一日の温度変化もかなり小さい

# 参考-海外施工事例

欧米では、大規模建築物や高層建築にもCLTが利用されている  
鉄骨と組み合わせるなど多彩な工法を用いて普及が進んでいる。建設産業と一体となって検討する必要がある



引用:『木材工業の新しい動き—製材をベースにしたCLTを中心に—(銘建工業株式会社 中島 浩一郎氏)

想定として、40ha、3000人(県内1000人・県外2000人)規模の帰還事業の雇用先として、

①CLT工場を建設し帰還事業を推進 ②オリンピック選手村等を利用して更に加速 ③輸出産業として成長させる

項目	期間	~2016年	~2020年	2020年~
開発ステップ		復興の加速と産業整備 土地整備と工場設置	基盤としての整備 研究・周辺工場の整備	産業としての機能拡充 輸出産業への拡充
開発概要		<ul style="list-style-type: none"> <li>・CLT工場設置</li> <li>・CLT金物工場設置</li> </ul> <p>帰還ありきでなく、復興を促進させるための産業として研究開発や製造を含めた整備を行う</p> <p>また、研究はCLT製造研究のみでなく、建築業者を巻き込んだ建築技術開発も行い産業活性を行う</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製材工場の設置</li> <li>・バイオマス発電の設置</li> <li>・本格的なまち建設</li> </ul> <p>オフィスや関連工場などの建設も行い、別産業の研究施設(ロボット、廃炉除染技術等)の産業誘致も開始</p> <p>オリンピック選手村での10棟程度の建設を行い、海外PRをスタートさせる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東南アジア等の海外輸出に向けた施設整備</li> </ul> <p>複合商業施設など、シンボル的な営業が開始(大型CLT建設)</p> <p>海外輸出が可能な建築体験施設などの整備を行い、海外への積極的な販売を行う</p>
帰還事業との関係		<ul style="list-style-type: none"> <li>・復興公営住宅のCLTによる建設 (初期はCLT工場や復興支援事業者の住宅として利用)</li> <li>・また復興、復旧に必要なサービス業 (ガソリンスタンド、自動車整備等)の関連施設の建設 (認可の問題がある場合、WOOD-AICなどの手法も活用)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2017年まで出来るだけ早くに一次滞在向けサービス事業(宿泊・飲食等)を整備、それらに就業する町民も存在 (オリンピック選手村への応用検討として整備)</li> <li>・必要となる行政機能を集会所などと一緒に整備</li> <li>・帰還事業を開始し、復興住宅、集合住宅の建設を加速させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究関連事業に従事する住民も多数存在し、戸建て住宅などの販売も本格開始</li> <li>・複合商業施設などサービス関連業務に従事する町民も存在</li> </ul>

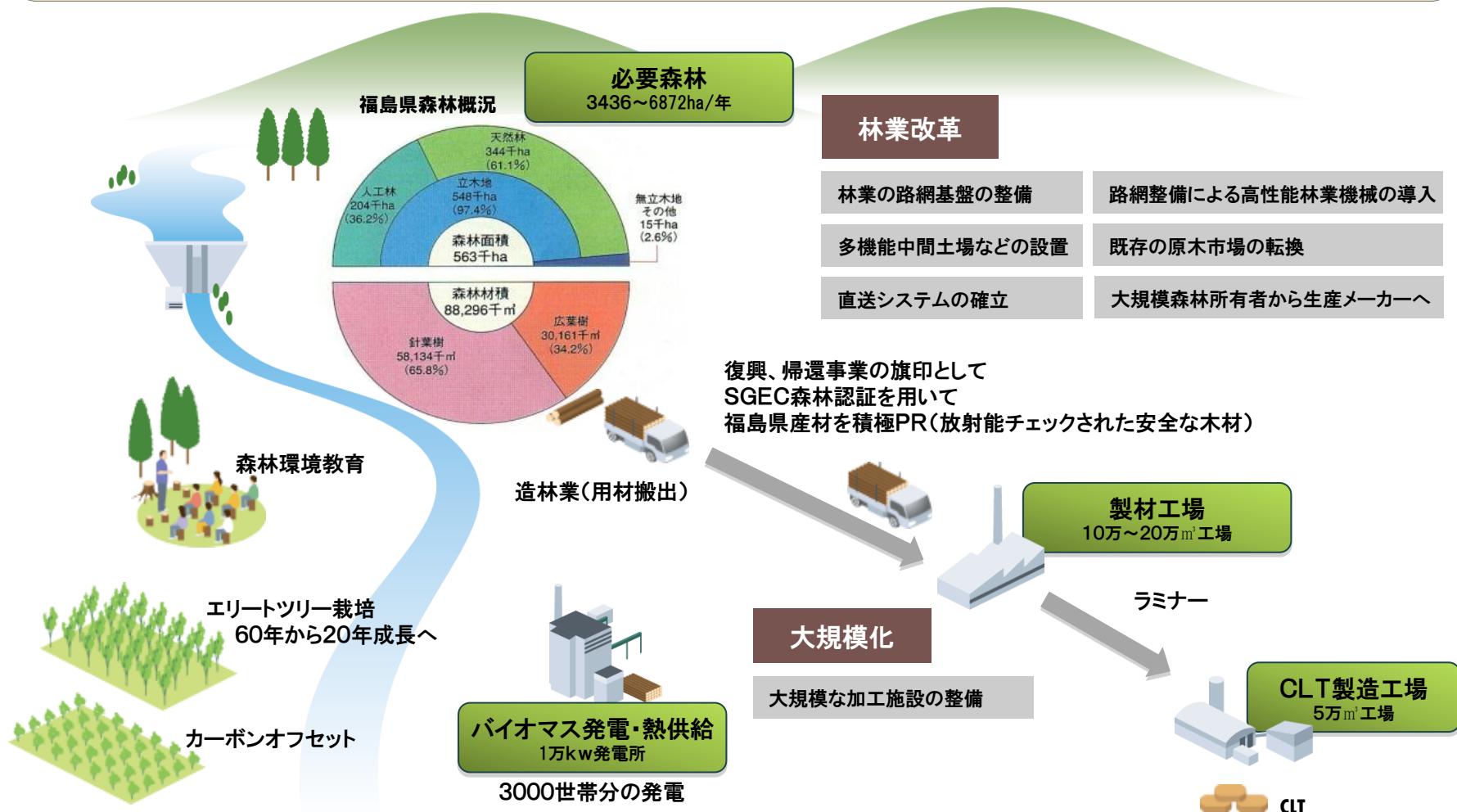
年間5万m<sup>3</sup>の生産工場を中心になると、CLT製造産業で約50億円／年、雇用(全体)約400人規模が見込まれる

	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
CLT製造能力(m <sup>3</sup> )	建設試験生産	10,000m <sup>3</sup>	20,000m <sup>3</sup>	30,000m <sup>3</sup>	40,000m <sup>3</sup>	50,000m <sup>3</sup>
CLT製造供給床面積換算(m <sup>2</sup> )		17,640m <sup>2</sup>	35,280m <sup>2</sup>	52,920m <sup>2</sup>	70,560m <sup>2</sup>	88,200m <sup>2</sup>
復興建設計画(タウン内消費面積)	1,050m <sup>2</sup>	14,700m <sup>2</sup>	15,250m <sup>2</sup>	18,250m <sup>2</sup>	18,750m <sup>2</sup>	18,250m <sup>2</sup>
集合住宅(アパートタイプ) 204m <sup>2</sup> 3階建て	5棟 (試験建設)	20棟	25棟	25棟	25棟	25棟
建設床面積	1,020m <sup>2</sup>	4,080m <sup>2</sup>	5,100m <sup>2</sup>	5,100m <sup>2</sup>	5,100m <sup>2</sup>	5,100m <sup>2</sup>
集合住宅(マンションタイプ) 73m <sup>2</sup> 10戸×5階建て	設計	2棟	2棟	2棟	2棟	2棟 1棟3,650m <sup>2</sup>
建設床面積		7,300m <sup>2</sup>				
集会場		1棟				1棟
建設床面積		288m <sup>2</sup>				288m <sup>2</sup>
オフィス他		1棟	1棟	2棟	2棟	2棟
建設床面積		2,688m <sup>2</sup>	2,688m <sup>2</sup>	5,376m <sup>2</sup>	5,376m <sup>2</sup>	5,376m <sup>2</sup>
外販必要数量床面積		2,940m <sup>2</sup>	20,030m <sup>2</sup>	34,670m <sup>2</sup>	51,810m <sup>2</sup>	69,950m <sup>2</sup>
参考:オリンピック選手村床面積(特需)					35,000m <sup>2</sup>	
建設コスト	100億円	69億円	107億円	151億円	123億円	111億円
CLT工場	40億円					
CLT建築物	50億円	69億円	97億円	111億円	113億円	111億円
CLT関連工場(製材・金物・バイオマス)	10億円(金物)		10億円(バイオマス)	40億円(製材)	10億円(バイオマス)	
雇用(全体)	40人	190人	215人	315人	395人	435人
CLT工場	30人	40人	50人	60人	100人	120人
CLT関連(製材・金物・バイオマス)	10人	10人	15人	45人	65人	75人
周辺雇用(林業・建設)	10	140人	150人	210人	230人	240人

※周辺雇用で街のサービス産業への雇用に関しては計算していない

# 雇用を生む新しい林業システム(県産材利用)

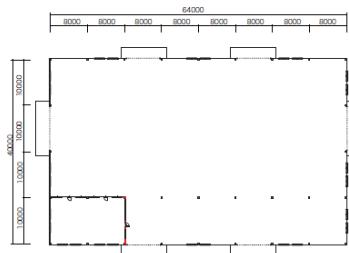
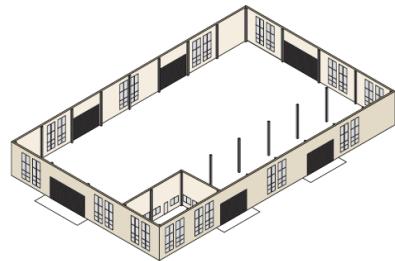
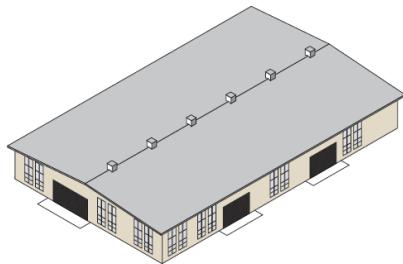
福島県森林面積:563,000ha、人工林:204,000ha CLT工場を整備すると人工林が60年で一回更新可能となる  
森林全量利用を中心とした、50km産業圏内の新しい自立循環型都市の新しいモデル  
避難指示解除地域などの森林から製材を開始し、森林認証、放射能チェックで安全性をPR



復興拠点におけるCLT工場整備推進 建物10億円 機械30億円 合計40億円の投資

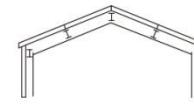
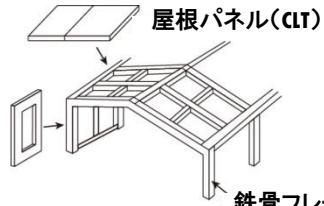
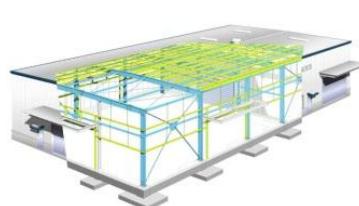
参考:オーストリア KLH社 3,000m<sup>2</sup>の工場規模 50,000m<sup>3</sup>の生産 120名雇用 売り上げ50億円

1階建て 2,560m<sup>2</sup>



## ■技術検証

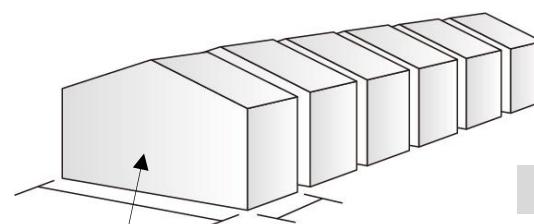
鉄骨フレームとCLTの組み合わせを検討する



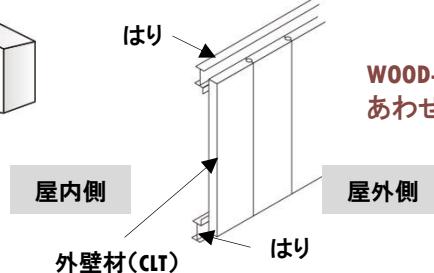
鉄骨フレーム  
パネルの組み合わせ  
(ALC風)

## ■応用展開

ユニット計画が可能な工法として立ち上げ、各種商業施設や工場へ応用展開を図る



1ユニット



屋内側



屋外側

WOOD-ALCなども  
あわせて検討

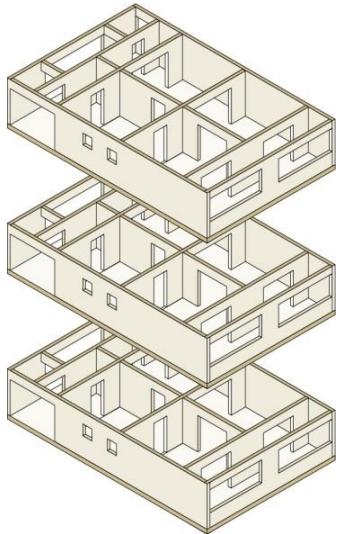
参考工場:オーストリア KLH社



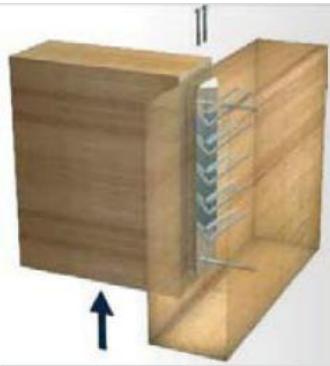
## ②復興公営住宅のCLT化

復興公営住宅のCLT化、既存アパートモデルを用いて、低コスト化検討モデル化検討、建築環境検討を実施  
金物工法の確立、外断熱工法の確立などの実施→低コスト対応を検討とゼネコン施工研修モデル

1階	1LDK	1室	70m <sup>2</sup>
2階	1K	2室	32m <sup>2</sup> 64m <sup>2</sup>
3階	1LDK	1室	70m <sup>2</sup>



### ■技術検証 金物工法の確立



- ・種類とサイズを豊富に揃えたCLT接続金物を開発（木材／木材、木材／鉄骨、木材／コンクリートなど多様な用途に用いられる）
- ・工場で取り付け、現場作業をスピードアップさせる（現状の引きボルト方式からの現場短縮）



- ・金物工法によりさまざまな建築デザイン応用を可能としてさらにCLT建築物の市場を拡大させる

### ■技術検証 外断熱工法の確立 → 環境性能向上

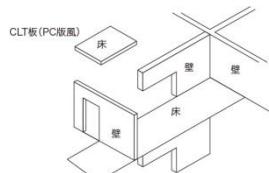
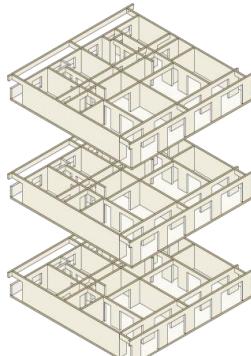


- ・CLT材料の蓄熱性を充分に生かせる外断熱手法を開発することで、夏は涼しく、冬は暖かい建築物を確立（予備検討では、CLT外断熱工法は在来木造工法と比較して、一日の温度変動が半分、冷暖房エネルギーが25%削減の可能性あり）
- ・日本で普及が少ない外断熱をしっかりと定着させて、環境性能向上をはかる

## さまざまな建築物によるCLT工法を復興拠点で検討

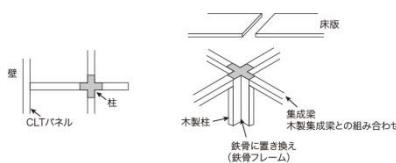
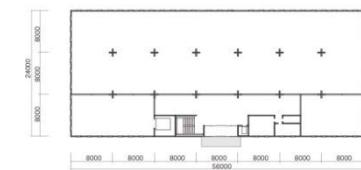
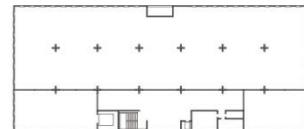
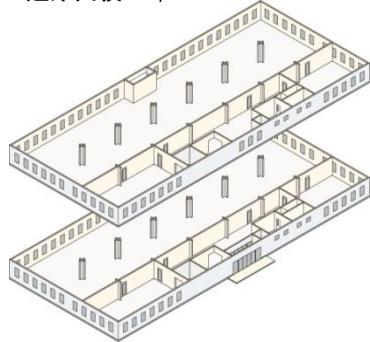
### ■集合住宅(マンションタイプ)

1階 3LDK 73m<sup>2</sup> 10室 730 m<sup>2</sup>  
5階建て 50室 3,650 m<sup>2</sup>



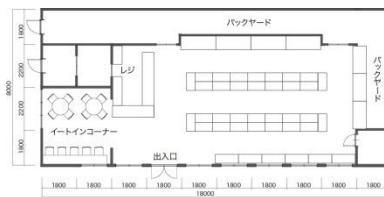
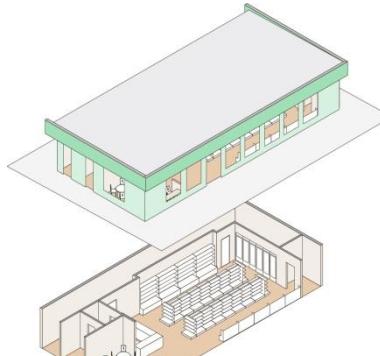
### ■オフィス

1階 1,344m<sup>2</sup>  
2階 1,344m<sup>2</sup>  
延床面積 2,688m<sup>2</sup>



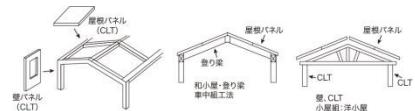
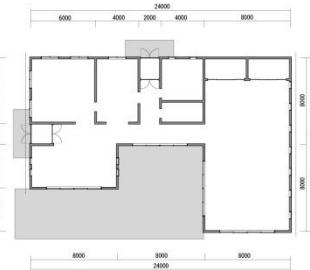
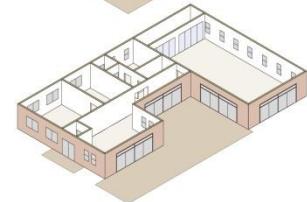
### ■生活便利施設(コンビニ)

1階 144m<sup>2</sup>  
調理・イトインコーナー併設



### ■集会所

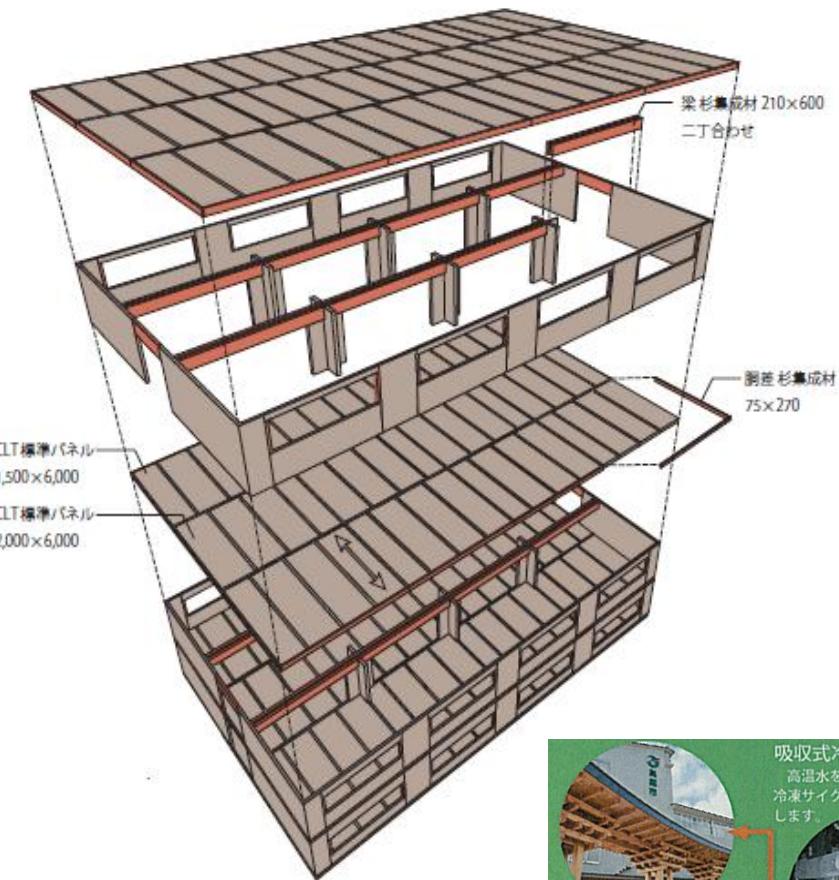
1階 288m<sup>2</sup>



### ③CLTイノベーションタウン建設(オフィス設計例)

13

CLTの標準パネル200mm幅、1500mm幅、270mm厚、3種類を床に使用し、 $6000 \times 7500$ グリッドを構成する。CLTの床を支えるのは杉集成材のみで支持することで窓側の執務空間に梁がないフラットな一室空間になるバイオマス空調などを使うことで、ゼロエネルギー・ビルになる可能性もある。



Interior Perspective



中国木材 バイオマス事業を参考にしながら、製材所、CLT工場あわせて発電、熱供給含めて検討を実施する



	郷原工場 汽力発電所	呉本社 バイオマス発電所	神之池 バイオマス発電所	伊万里工場 ボイラー
投資金額	2198百万円	2632百万円	4074百万円	410百万円
補助金額	363百万円	478百万円	1030百万円	333百万円
常用蒸発量	20トン/時	39トン/時	106トン/時	20トン/時
常用圧力	21.9kgf/cm <sup>2</sup>	32.0kgf/cm <sup>2</sup>	59.2kgf/cm <sup>2</sup>	18.0kgf/cm <sup>2</sup>
常用温度	265°C	315°C	460°C	265°C
発電出力	1,990kw	5,300kw	21,000kw	—
所内電力	400kw (20.1%)	800kw (15.1%)	2,800kw (13.3%)	230kw
送電端出力	1,590kw	4,500kw	18,200kw	—
投下資金/kw	466千円/kw	340千円/kw	224千円/kw	—
熱効率	蒸気利用量	15トン/時	5トン/時	35トン/時
	発電のみの熱効率 (送電端効率)	13%程度 (11%程度)	16% (14%)	28% (21%)
	蒸気利用を含む 熱効率	31%	29%	53%

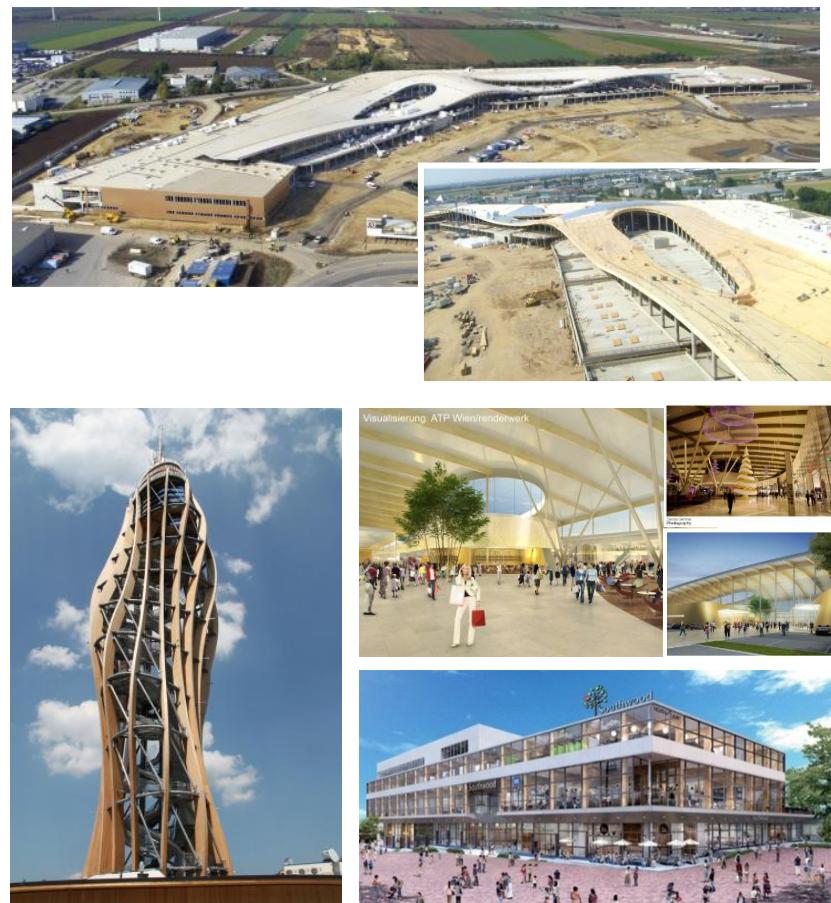
## ⑤オリンピック選手村への応用

2020年東京オリンピック選手村等で、新しいエネルギー・システム(水素)とあわせて、新しい建築手法として発信  
 CLTによる福島の森を海外に輸出する：経済性を確保しつつ、CO<sub>2</sub>削減とエネルギーの効率利用を実現  
 「カーボンニュートラル」の考え方や「HWP(ハーベストウッドプロダクト)」の考え方を世界へ発信

### ■新しいエネルギー・システム(水素): アクティブ



### ■新しい建築手法(CLT): パッシブ



パーク(樹皮)などの処理が進まない現状

- ①安全なものは通常処理を徹底 安全性をPR
- ②産業廃棄物としての専焼施設の整備



パーク  
5万m<sup>3</sup>CLT生産の発生量  
2000トン/年

滞留やその他を考慮すると、  
10万～100万tレベル/年の  
処理が可能とする考えが必要

## 安全なものは通常処理を徹底

モニタリングの徹底をして処理を行なう  
高含水バイオマスを乾燥、連続炭化させる技術  
小規模でも高効率な発電が可能な技術などの  
技術開発を行なう



## 産業廃棄物として専焼施設を整備

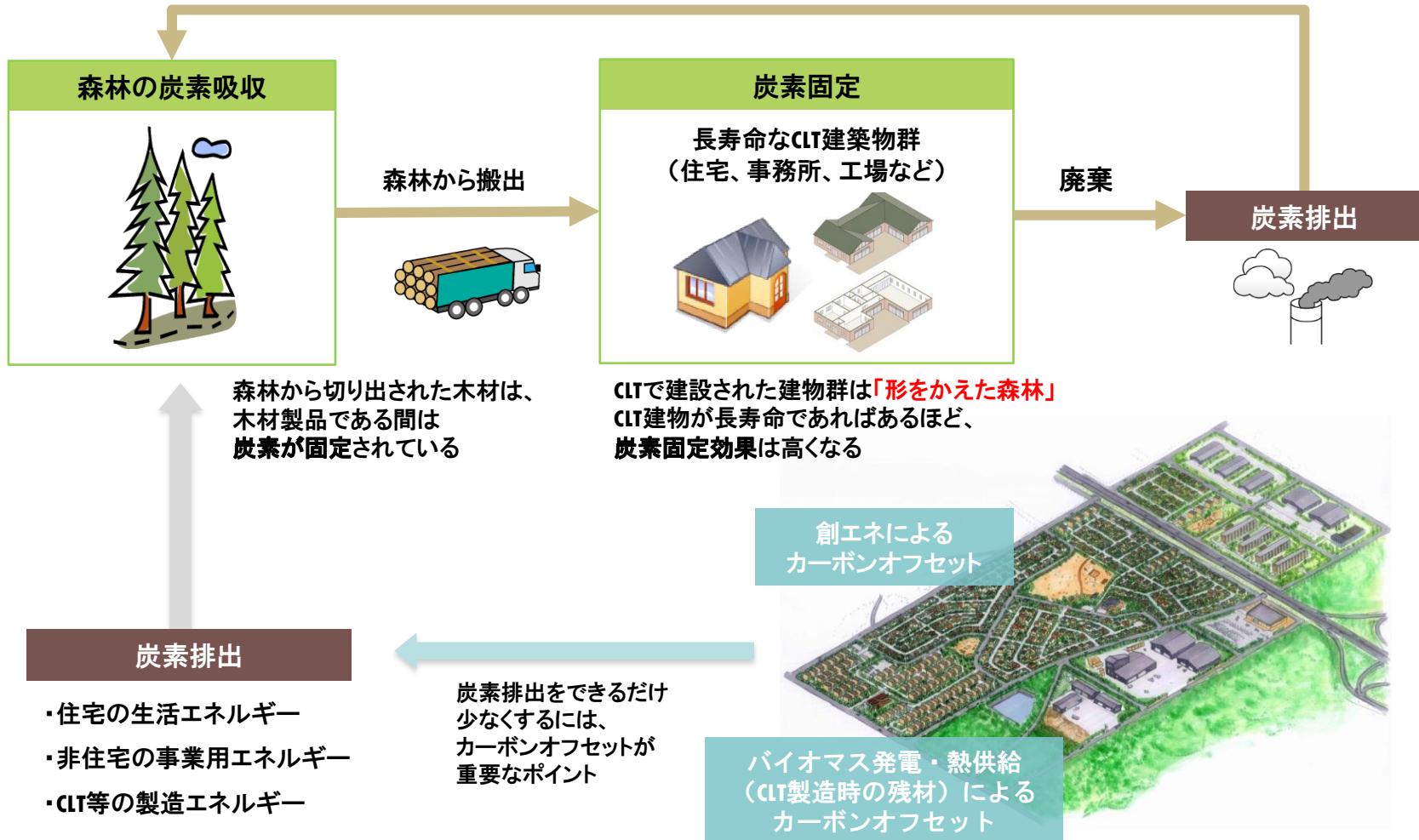
高濃度のものに関しては  
中間処理施設近くで、  
木質と廃棄物両方の専焼施設を整備



全体として、環境性の確認(モニタリング)を徹底して推進。

もっとも安全な手法として世界にPR

炭素固定と炭素排出量を長期にわたり正確に把握し、  
ライフサイクルコストの視点から、カーボンマイナスタウンの検証を行なう



# 経済効果: CLTを生かした産業創出

森林・林業分野は、間伐や林道などの路上整備などに加え、丸太を加工する木材産業、木材を運搬する運輸業など幅広い業種を必要とする。とくにCLTに関しては、木材加工やCLT生産にとどまらず、廃材を利用したバイオマス発電や地域熱電併給、新技術の教育・訓練施設や研究開発など、広範囲の雇用を創出すると期待されている

東北の森林を有効活用し  
CLT生産産業を定着させれば  
約10万人(年間)の雇用創出が  
可能。

