



---

高知の木で  
都市木造  
ハンドブック

---

2022

## 高知の木で建てる都市木造

戦後まもなく植林された高知のヒノキやスギは強く、大きく、美しく成長し今まさに使いごろを迎えています。そんな高知の木の特徴を最大限活かした都市木造『高知モデル』を開発しました。

### 高知のまちに都市木造が建ったら

見慣れたコンクリートと鉄とガラスの街並が都市木造の木の質感により生まれ変わります。かつての日本で普通にあった木の街の風景が戻ってくるのは遠い未来ではありません。



## 都市木造とは

まちなかに建つ中層・高層のビルを総称して「都市木造」と呼びます。日本では戦後、都市部の木造建築に厳しい制限が加えられてきましたが、2000年の建築基準法改正により、必要な性能を満たせば木造建築が実現可能となりました。その後、研究・開発・法整備が進み、地震にも火事にも強い都市木造が、日本各地で徐々に広がりつつあります。

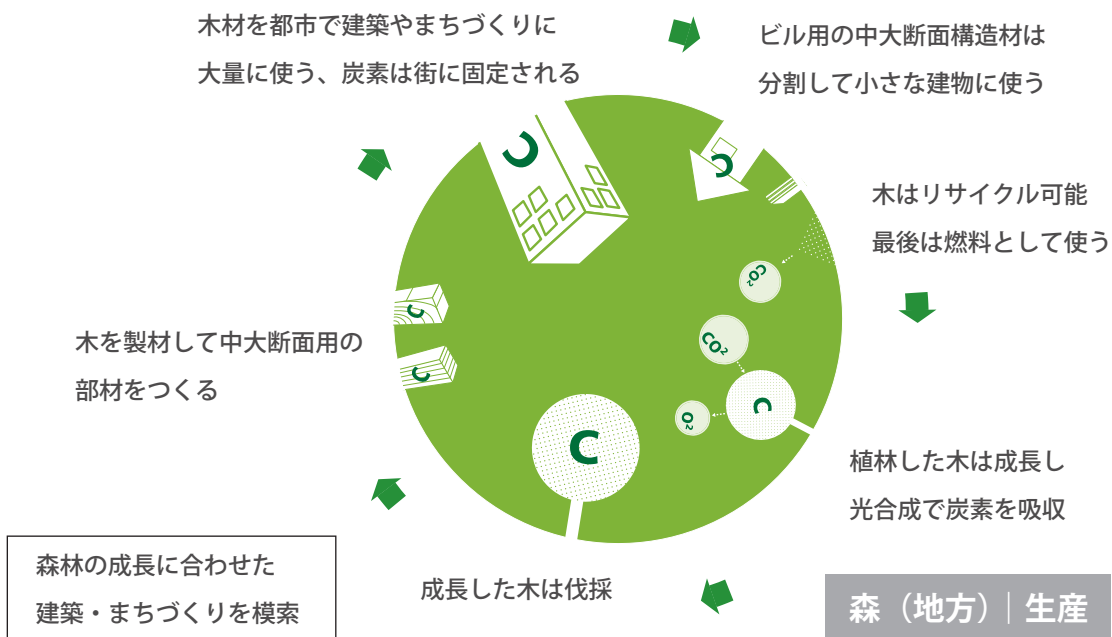


## 持続可能な社会をつくる 地産都消／森と都市の循環

日本には豊かな森林がありますが、その資源は有効に活用されず山の荒廃を招いています。一方、都市部では、SDGsやESG投資の観点から建築やオフィス空間に木材を使うことへの関心が高まりつつあります。このような状況を改善するため、地方で生産される木材を都市で建築やまちづくりに利用する

「地産都消」を提唱します。都市木造の建設で木材が大量に使用され、都市に蓄えられる一方、山では森林が更新され育っていき、林業・木材産業が再生可能な産業として再構築されます。昔の日本ではごく当たり前に存在した「森と都市の循環」が現代によみがえるでしょう。

### 都市 | 消費



## 高知の木をたくさん使う 高知の山の環境を守る

都市木造『高知モデル』の開発が進むと、高知の木が日本全国でたくさん使われるようになります。

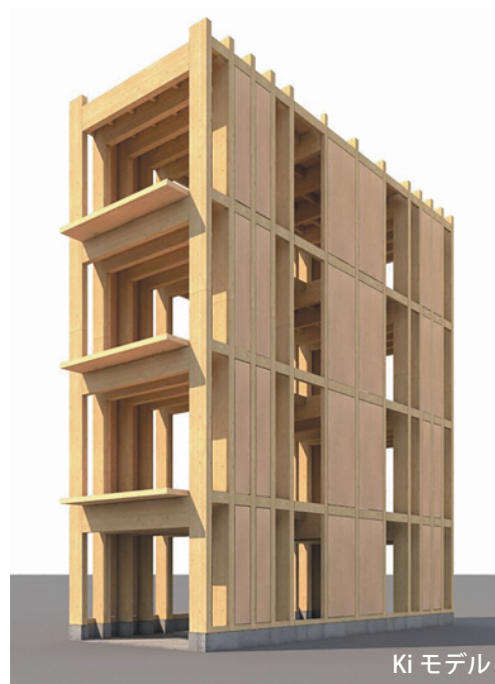
伐採と植林により森林が更新されれば、高知の山の環境は守られ、持続可能なサイクルを作り出すことができます。



## 高知のヒノキ・スギの特徴を活かした都市木造『高知モデル』を日本全国に

高強度・大径木といった高知のヒノキやスギの特徴を活かした都市木造『高知モデル』を開発しています。そのベースとなっているのは中大規模木造の規格化を目指して作られたKiモデル（中大規模木造研究会設計支援データベース）です。

開発した都市木造『高知モデル』は、高知産材の部材とセットで、誰でも簡単に建てられるパッケージとして日本全国に売り出していきます。高知の木が、日本の未来のまちづくりに貢献していくことになるでしょう。



## 木を使った都市木造の部材開発

都市木造では、柱・梁・床・屋根といった構造材はもちろんのこと、外装材、内装材、サッシ、造り付け家具など様々な部位に木が使われており、こうしたパーツについても高知の木を使った開発を目指します。



構造材  
(柱・梁・床)

サッシ

外装材

内装材



造り付け家具



ひとつのビルの様々な部位に、いろいろな種類の木材が大量に使用されます。ビルが建ち続けている間は炭素が固定されることとなるため、都市は「第二の森林」と呼ばれます。

## 都市木造の最適解を探す

まず最初に、都市木造の最適解を探すために、法的な背景、高知県内に想定される建物種類や求められる空間の想定を行いました。

### 建築基準法改正によるこれからの都市木造

- ・敷地内通路が3m必要。(法21条)
- ・準防火地域では、外壁開口部の開口率に大きな制限がある。(法61条)
- ・4階建の75分準耐火構造は、法整備が整っておらず、実質上5年後以降にならないと建てるができない。

#### ①火災時倒壊防止建築物(法第21条)

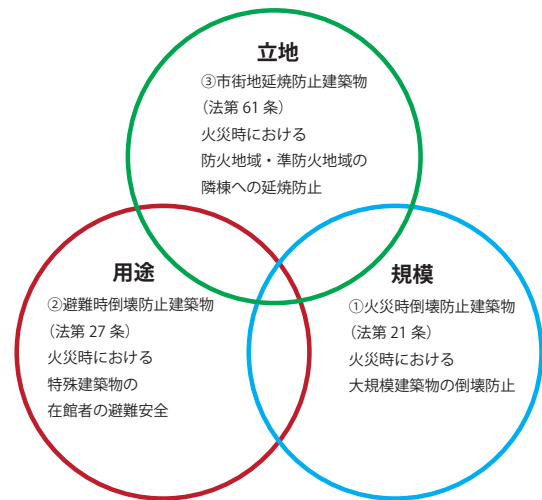
火災時における大規模建築物の倒壊防止

#### ②避難時倒壊防止建築物(法第27条)

火災時における特殊建築物の在館者の避難安全

#### ③市街地延焼防止建築物(法第61条)

火災時における防火地域・準防火地域の隣棟への延焼防止



### 求められる建物の種類

まちづくりマップ内の準防火地域で建てられる、A. 4階建耐火建築物、B. 3階建準耐火建築物の2種類をターゲットとして設定します。

### 求められる空間

1 Kiモデルでは、間口が5.46m、内法は4.86mとなり、少し内法が不足して感じられます。高知モデルではヒノキ集成材の強度を活かして、内法6mくらいを目指します。

2 Kiモデルでは、柱の桁行方向ピッチは1.82mと0.91mとなっています。桁行方向が隣地の場合はいいですが、道に面する場合は出入口などの開口部を設けにくいことから、ピッチを大きくします。

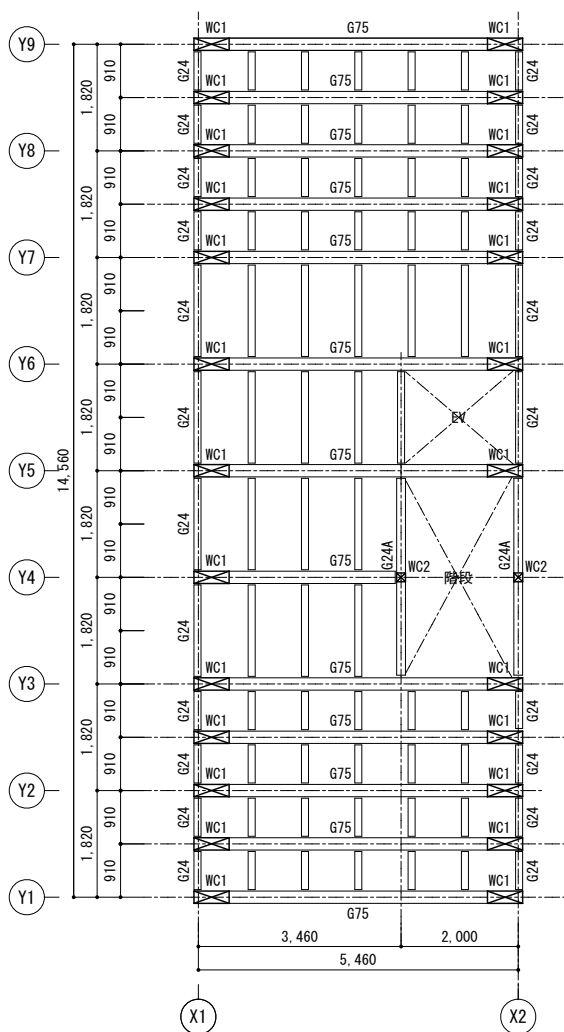
## 都市木造『高知モデル』試設計

以上のような条件設定と想定のもと、“誰もが建てやすい”中高層の都市木造モデルを目指して、試設計を行っています。事業者のみならず、意匠設計者、構造設計者、地元のビルダー、小中規模のデベロッパーなどの建設に携わる方々が、『中層木造の経験がなく実現は難しい!』と考えることなく、中層木造の計画を推進できるモデルです。

## 部材目標

Kiモデルの部材の樹種と寸法をベースに、仕様を高知の特徴に合ったものに置き換えています。高強度のヒノキ材が豊富にあること、そして、幅広のラミナを挽ける大きさに森林が育っていることを活かして、幅広のヒノキ集成材をメインフレームとしています。強度目標は、E95-F270を目指します。

注) E95-F270とは、強度の等級です。曲げヤング係数(たわみにくさの指標を表すE)と曲げ強さを表すFの組み合わせの等級区分により表示されます。E-Fの等級は樹種やラミナの構成等により何種類もあります。数値が大きいものは強度が高くなります。



Kiモデルの3階平面図

(単位 mm)

Kiモデルの部材設定

WC1 600 × 210 ガマツ E95-F270

WC2 150 × 150 スギ E65-F225

G60 210 × 600 スギ E65-F225

G75 210 × 750 スギ E65-F225

G24 120 × 240 スギ E65-F225

G15 120 × 150 スギ E65-F225

G24A 150 × 240 スギ E65-F225



高知モデルの部材目標

**WC1** ヒノキ集成材 E95-F270

**WC2** ヒノキ集成材 E95-F270

**G60** ヒノキ集成材 E95-F270

**G75** ヒノキ集成材 E95-F270

## 部材設計（メインフレーム）

Kiモデルとの共通性や普及を考慮して、210幅の柱・梁をベースとした設計です。150以上の幅広集成材の場合、150以下のラミナでまず2本の集成材を製作し、その後集成材を幅方向に接着する「二次接着」が必要となりコストが格段にアップします。

一方、高知県にはヒノキの幅広材を挽ける大きさの森林が豊富にあり、県内の製材所が連携してラミナを供給することができますので、210の幅広集成材を二次接着なく製作でき、コストメリットがあります。

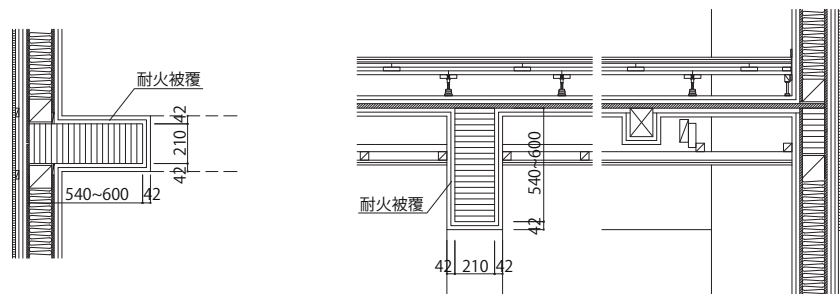
## 建物規模の目標

高知市中心部は準防火地域となっており、その地域内で4階建を建てる場合には「耐火建築物」となります。耐火建築物を告示に定められた方法で計画する場合には、部材を被覆するモデルになります。

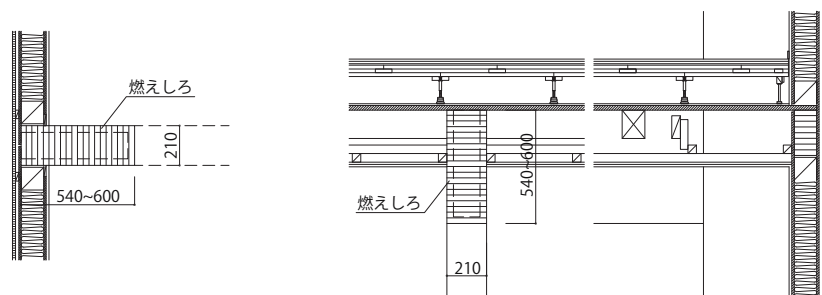
中心部を少し外れれば法22条地域が広がり、そうした地域では4階建の事務所ビルを準耐火構造で建てることができます。今回の試設計では、需要の多い3階建タイプを、燃えしろあらし型準耐火構造で設計しました。

### メインフレーム部材：ヒノキ集成材 E95-F270

A 耐火被覆型  
防火・準防火地域  
耐火建築物  
4階建



B 燃えしろあらし型  
法22条地域  
準耐火建築物  
3階建

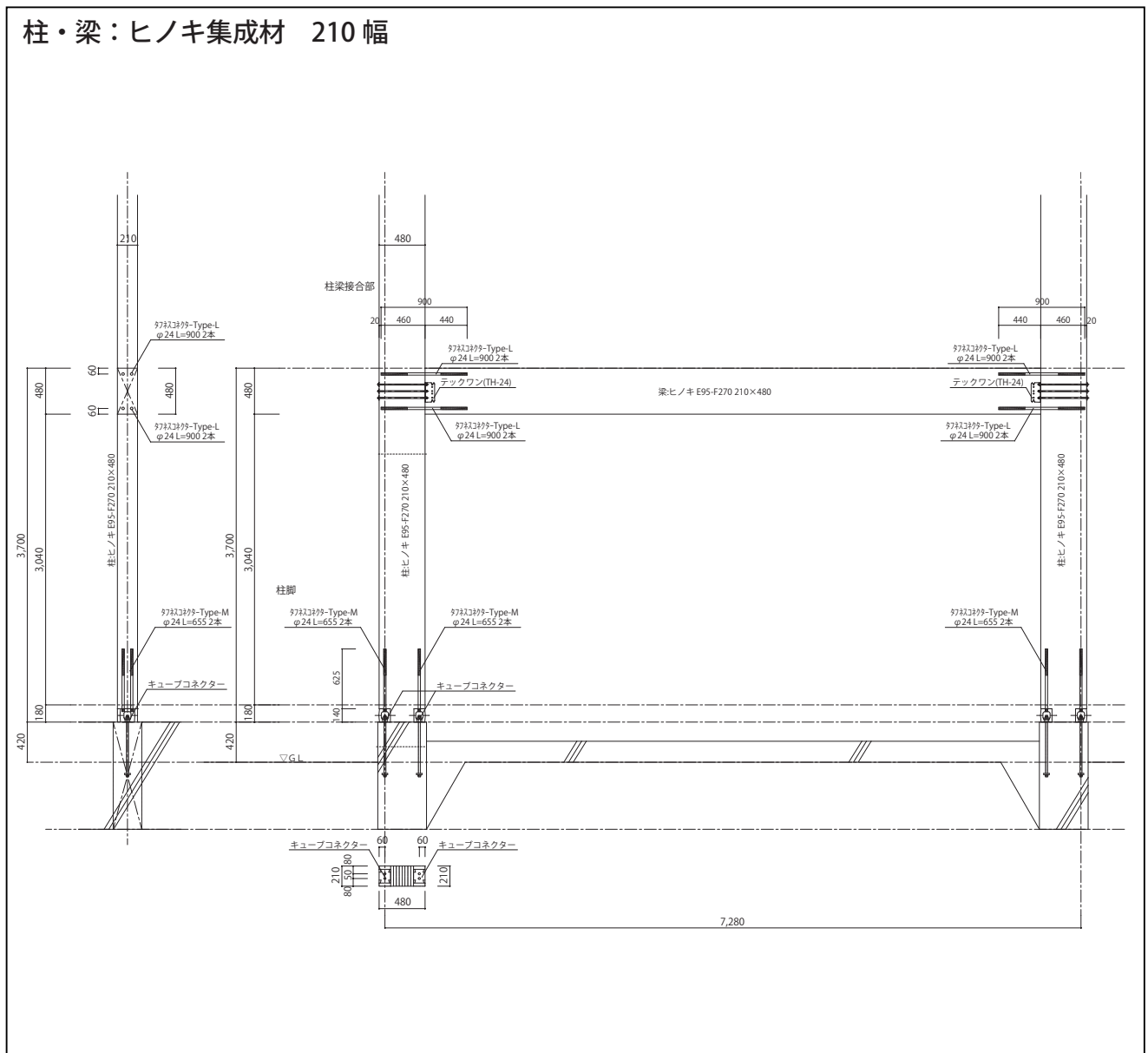




高知モデル（3階建）門型ラーメンの開発

高知の特色の一つとして、幅の広いラミナ が入手可能なことが挙げられます。その特徴を活かし、二次接着を不要とした 210 幅の柱を基本としたラーメンフレームです。

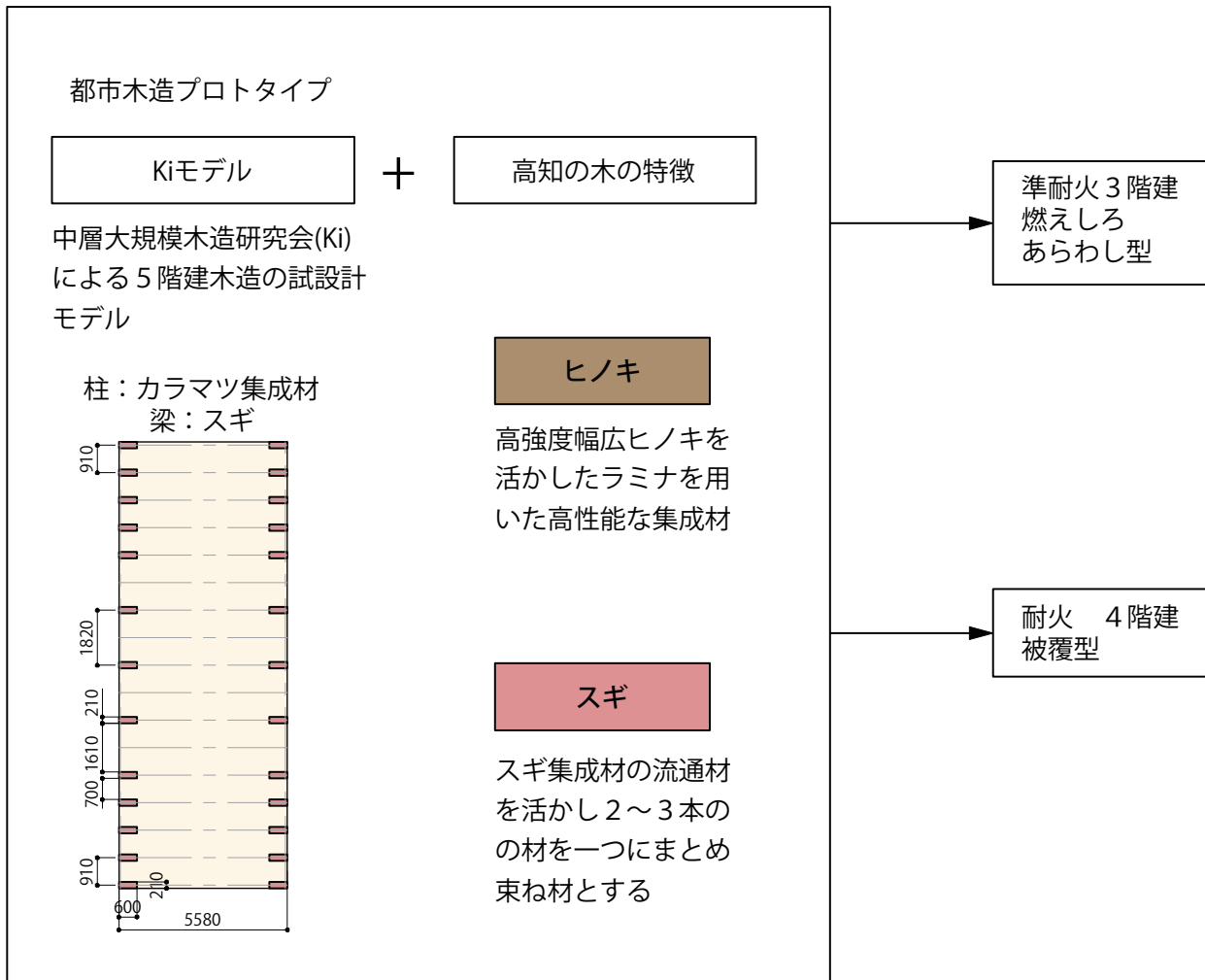
長手方向の耐力壁は高倍率耐力壁（約 10 倍）が基本となり、合板の歩留りを意識したモジュールとして 1,240 を採用しています。柱ピッチと断面の標準化をはかり、開発に取り組んでいます。



# 都市木造『高知モデル』・試設計 メインフレーム計画

中層大規模木造研究会による5階建木造の試設計モデル『Kiモデル』をベースモデルとして、そこに高知の木の特色を加えて「高知モデル」を考案しました。豊富な森林から生み出される、強度の高いスギ・ヒノキを活かした計画です。

法に則った仕様を備え、フレーム設計の自由度も担保した構造体を設計できる仕組みです。



## 高知モデル

### ヒノキ集成材+スギ集成材

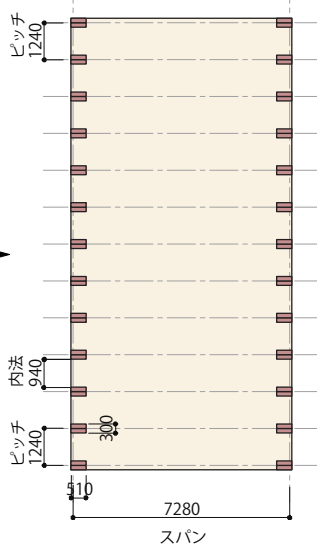
ヒノキ	スギ
-----	----

樹種とピッチを自由に組み合わせることができる。  
ヒノキ、スギの2種類の部材を使用することでデザインと設計の自由度を高める。

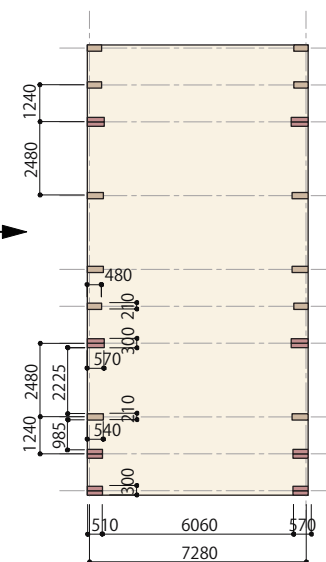
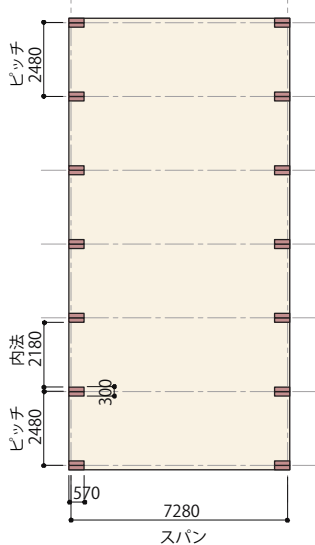
メインフレームを構成する柱・梁のサイズは樹種と、フレームのピッチ及びスパンによって決まります。

スギ

スギ集成材@1,240  
150×510-2丁合わせ



スギ集成材@2,480  
150×570-2丁合わせ

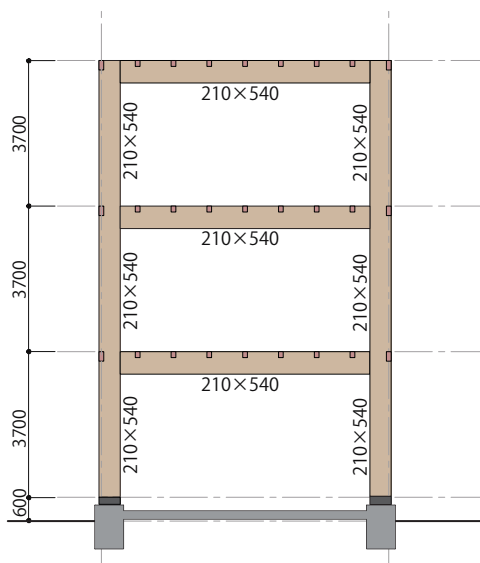
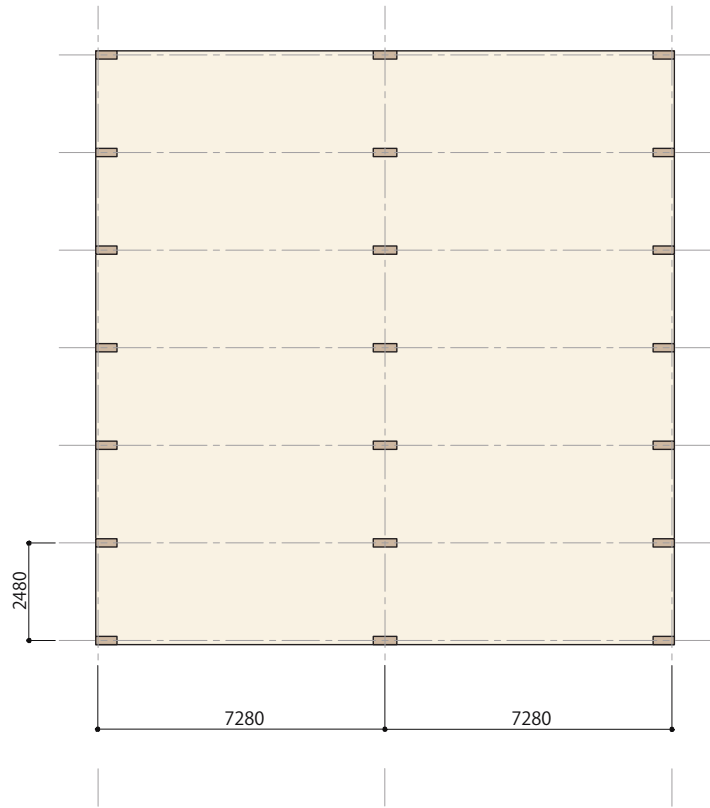
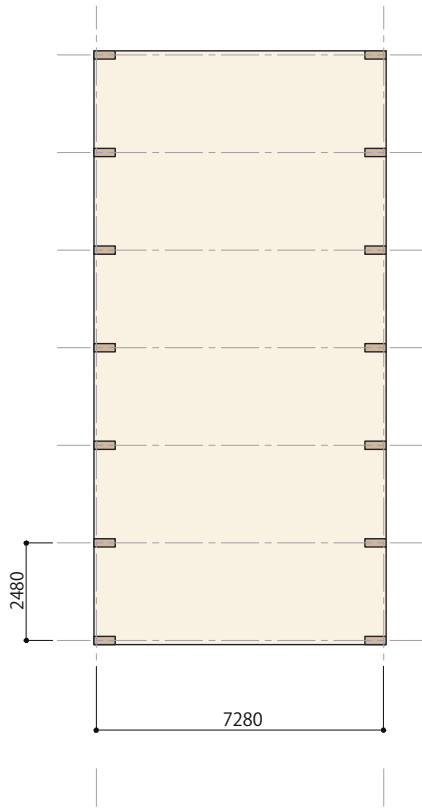


## 柱列を拡張する

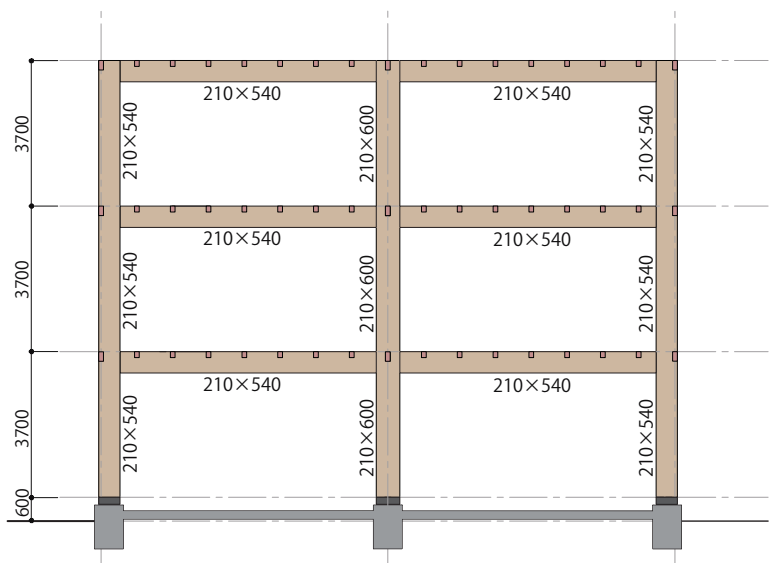
メインフレームは1スパンと2スパンが用意されています。

スパンの最大幅は7.28mなので、建物幅は最大で14.56m、奥行には制限はありません。

プロジェクトの規模に合わせたフレーム設計が可能です。



1スパン



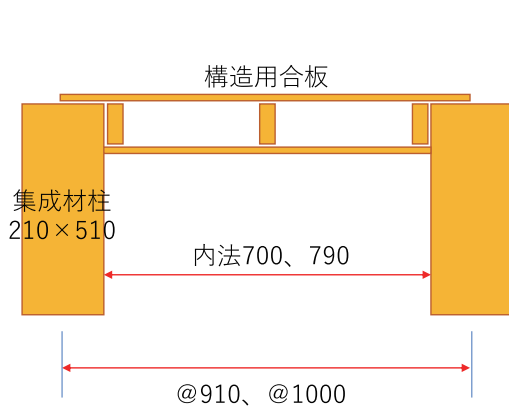
2スパン

例：ヒノキ集成材@2,480の場合

## モジュール設計

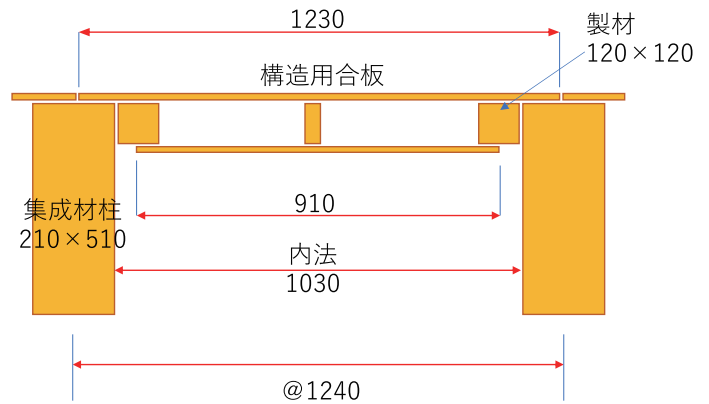
(単位 mm)

柱間のモジュールについては、従来の木造で用いられる 910 を使用していくと内法で 790 となり、この面出入口などの開口部を取ろうとする場合、不十分と考えられます。「高知モデル」は中層の「都市木造」を目指したものであり、より広い 1,240 モジュールを採用することによって、非住宅用途に対応できるモデルとしています。



【柱間モジュール 910、1,000】

- ・ 柱の断面寸法に対して内法寸法がかなり窮屈
- ・ 耐力壁の合板サイズも中途半端

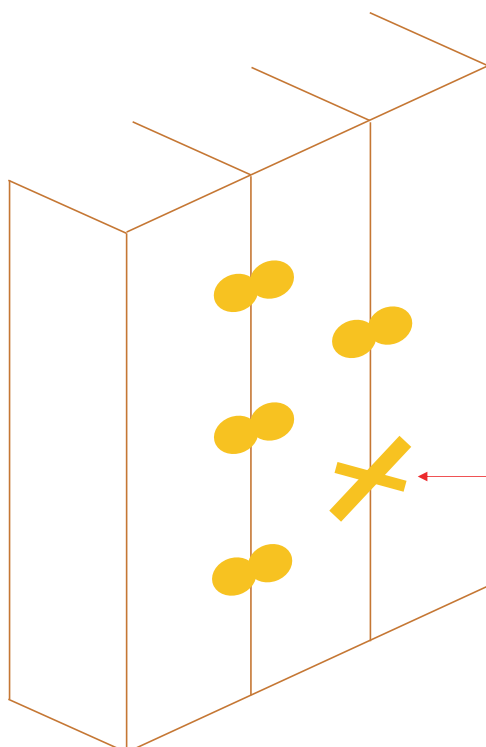


【柱間モジュール 1,240】

- ・ 十分な内法寸法が確保され、開口部となる場合もスムーズな通行が可能
- ・ 耐力壁の合板も流通サイズにフィット

## スギ集成材束ね材の製作の工夫

スギ集成材フレームでは束ね材を計画していますが、耐火性能的には部材同士は火が入らない接合になっていればよく、接着の必要はありません。「高知モデル」では、家具の製作などで見られる「ちぎり」のようなものを用いて接合するアイデアを提案しています。形状としては、高知城の欄間に見られる「うちわけ波」を模したするなど、高知ならではのデザインを開発したいと考えています。



開き留めの<ちぎり>に土佐・高知の意匠を取り入れる

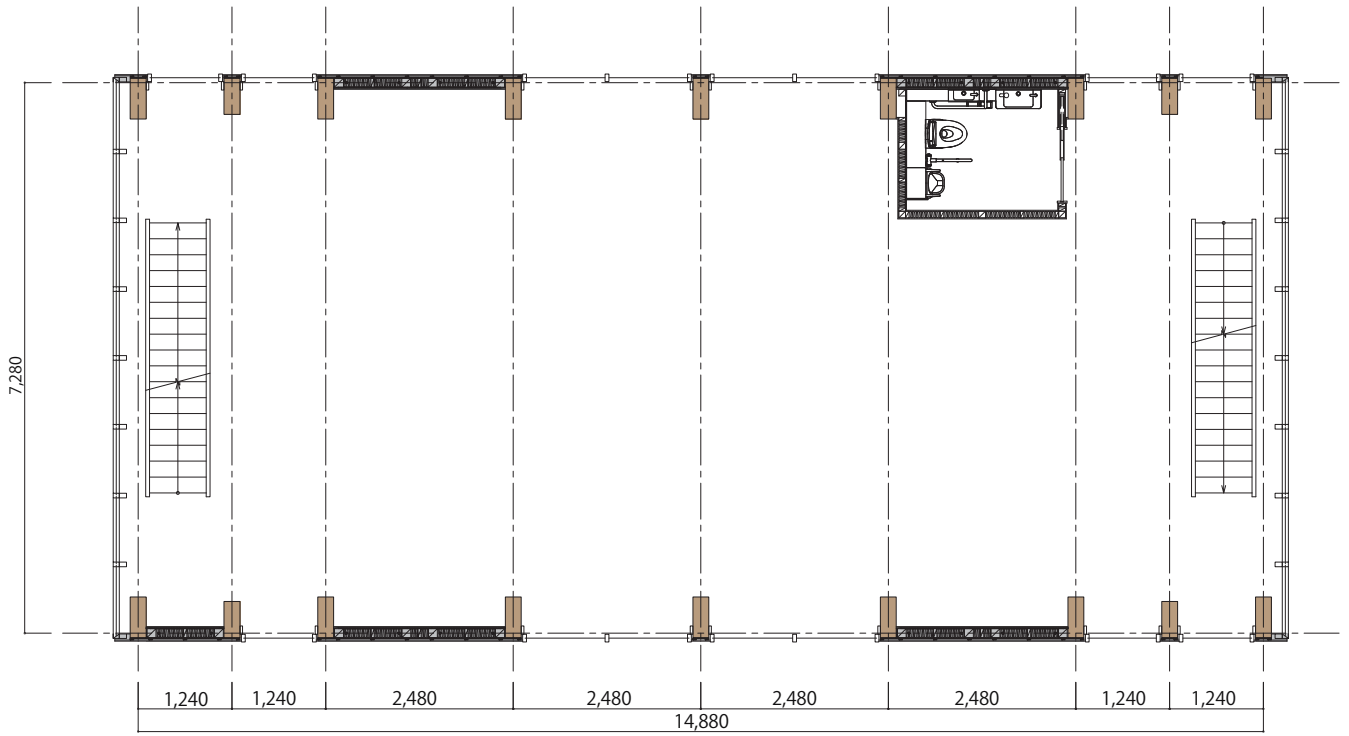


例えば高知城の欄間の「うちわけ波」

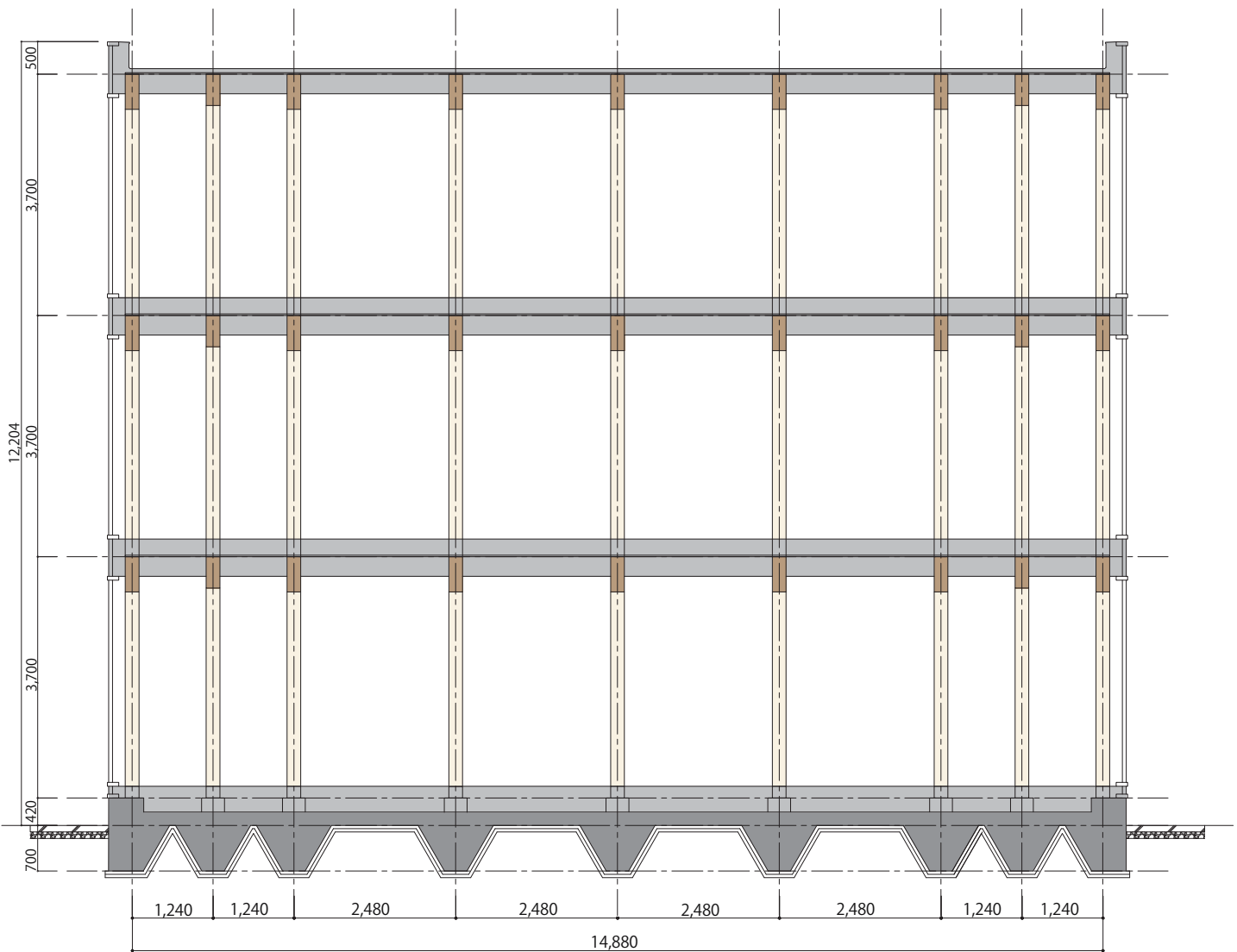


新しいデザインの開発 (形・素材)

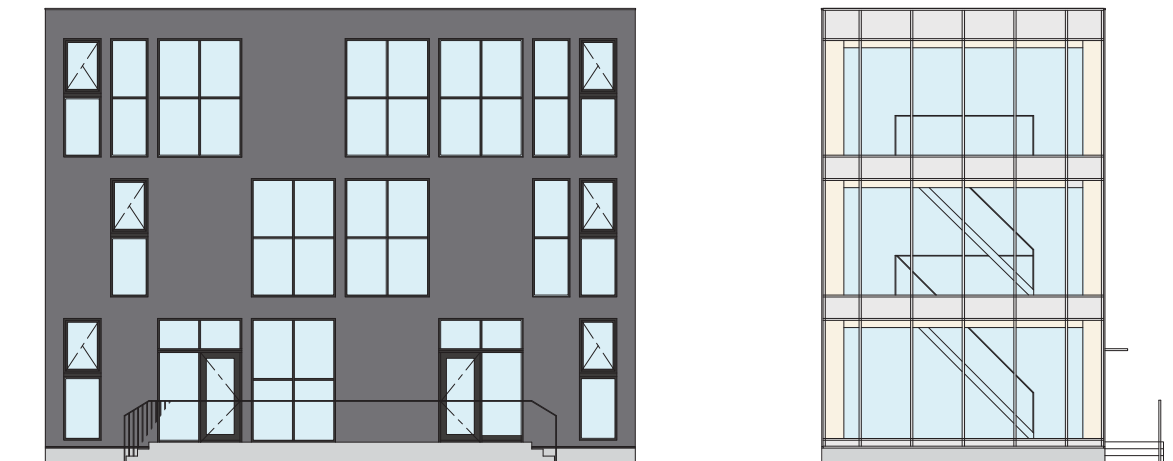
# 平面計画・断面計画



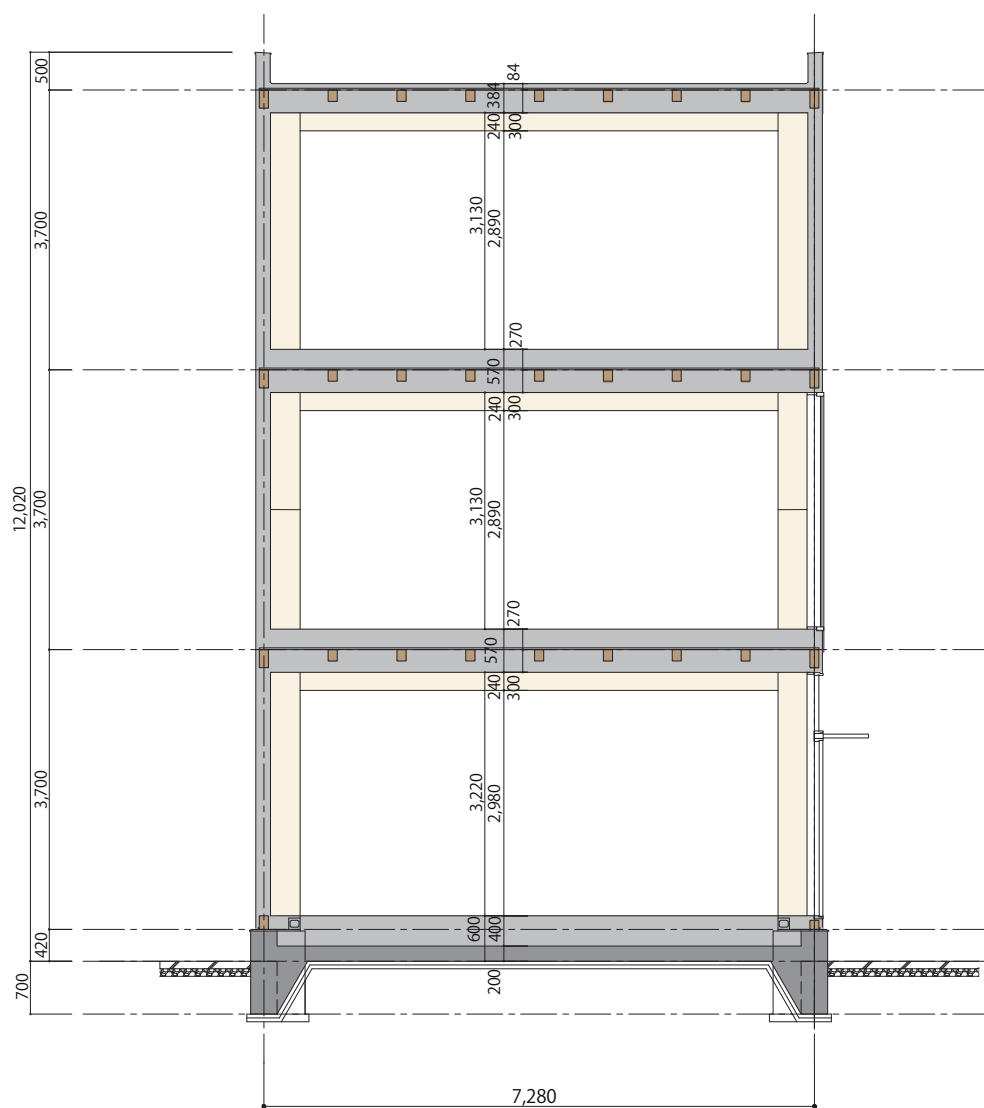
平面図 1 : 100



断面図 1 : 100



立面图 1 : 200

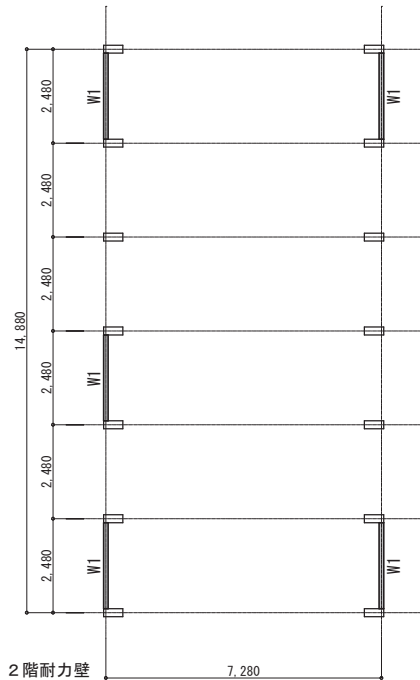


断面图 1 : 100

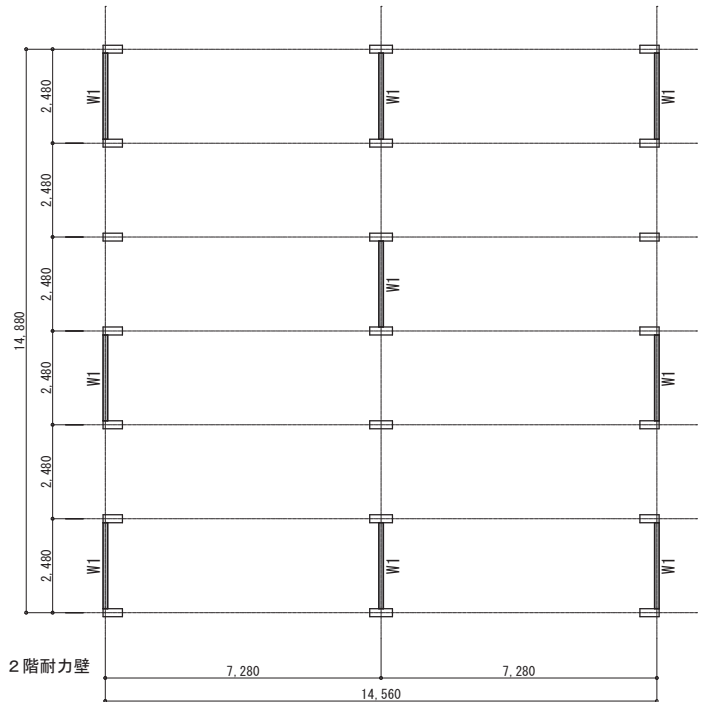
# 都市木造『高知モデル』 メインフレーム サイズと耐力壁配置

『高知モデル』では、基本計画を速やかに進められるように、メインフレームのサイズと耐力壁の長さが即座に算定できる早見表を用意しています。計画に合わせて建物の階数・メインフレームの樹種とピッチ・スパンを決めるだけで、簡単に設計することができるようになっています。

## 1スパンの場合



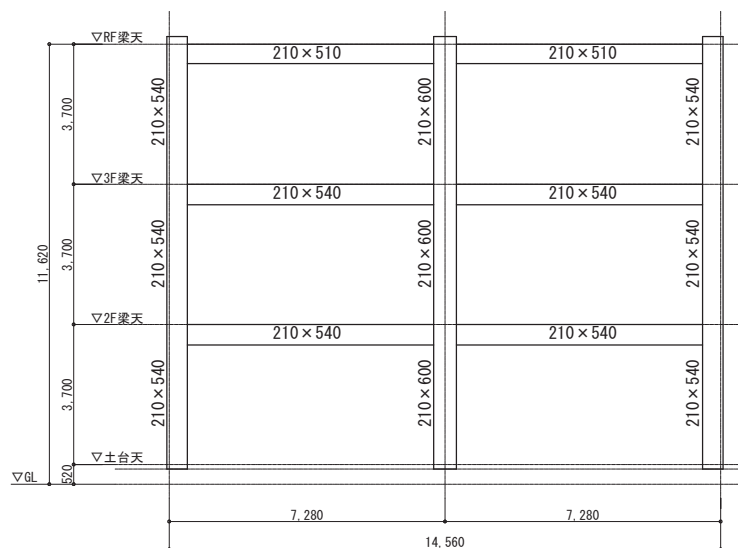
- ・壁倍率1.0倍の場合  
 $213.8\text{kN} / 19.6\text{kN/m} = 10.91\text{m}$ 以上必要  
 $10.91\text{m} / 2.48\text{m} = 4.40$  5箇所以上配置
- ・壁倍率7倍の場合  
 $213.8\text{kN} / 13.72\text{kN/m} = 15.58\text{m}$ 以上必要  
 $15.58\text{m} / 2.48\text{m} = 6.28$  7箇所以上配置



- ・壁倍率1.0倍の場合  
 $427.5\text{kN} / 19.6\text{kN/m} = 21.81\text{m}$ 以上必要  
 $21.81\text{m} / 2.48\text{m} = 8.79$  9箇所以上配置
- ・壁倍率7倍の場合  
 $427.5\text{kN} / 13.72\text{kN/m} = 31.16\text{m}$ 以上必要  
 $31.16\text{m} / 2.48\text{m} = 12.56$  13箇所以上配置

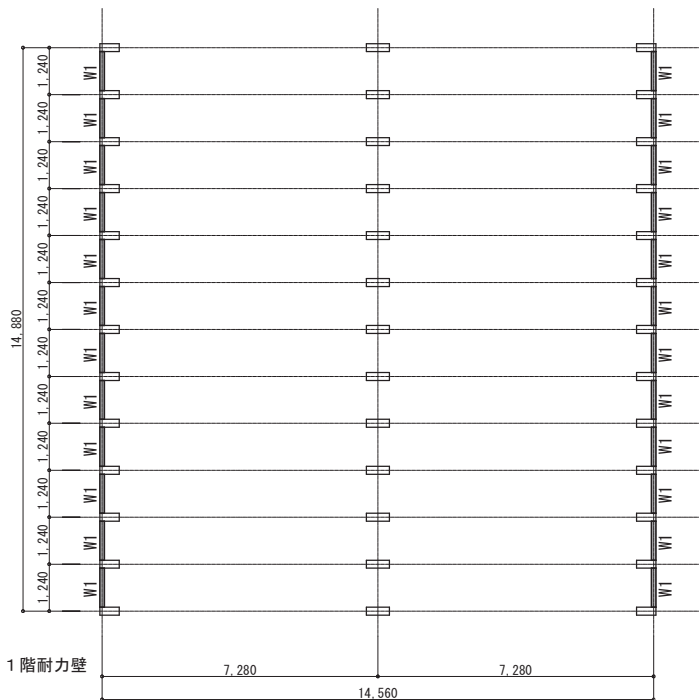
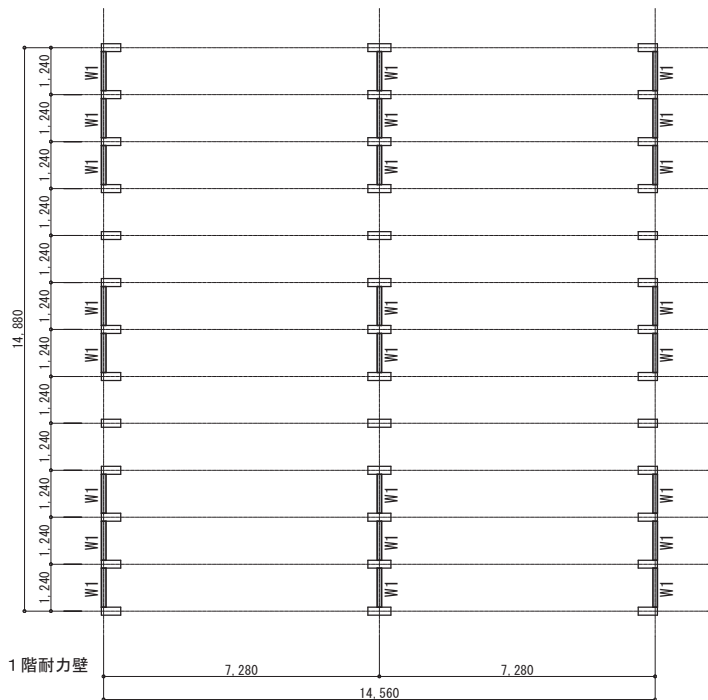
## 3階建・ヒノキフレーム・ピッチ2,480のメインフレーム概念図（抜粋）

耐力壁はバランスよく配置する  
 必要な耐力壁長さは壁倍率によって変わるため、平面計画に合わせて壁倍率を設定すると良い





## 2スパンの場合

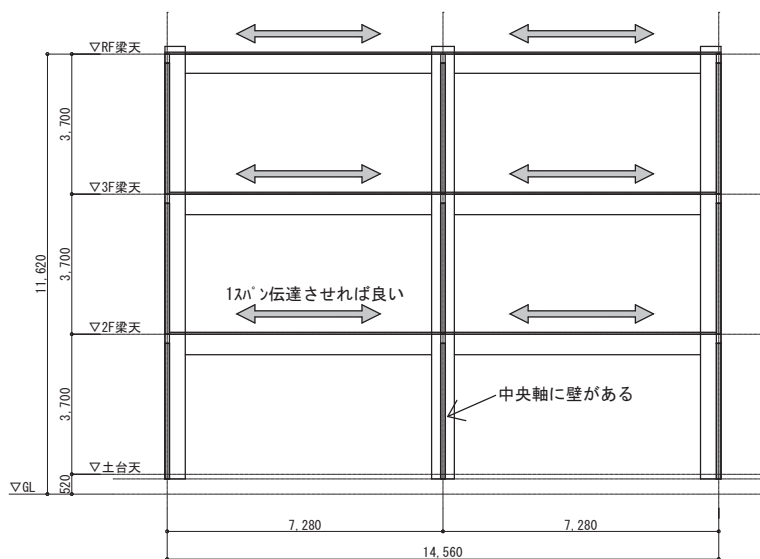


中央軸に耐力壁を配置する場合

・壁倍率1.0倍の場合

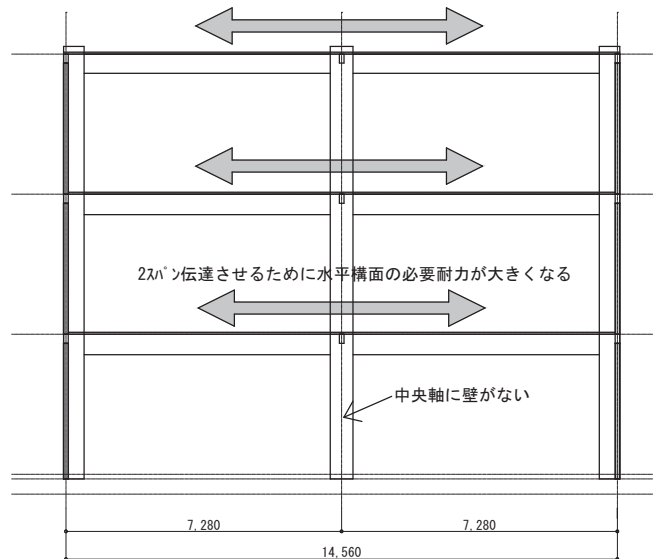
559.9kN / 19.6kN/m = 28.57m以上必要  
28.57m / 1.24m = 23.04 24箇所以上配置

中央軸に耐力壁を配置しない場合



中央軸に耐力壁を配置する場合

208.3kN × 0.3 / 0.2 = 312.45kN → 320kN 建物全長を有効として  
320kN / 3 = 106.67kN  
106.67kN / 14.88m = 7.17kN/m  
7.17kN/m / 1.96kN/m = 3.66倍程度



中央軸に耐力壁を配置しない場合

208.3kN × 0.3 / 0.2 = 312.45kN → 320kN 建物全長を有効として  
320kN / 2 = 160kN  
160kN / 14.88m = 10.75kN/m  
10.75kN/m / 1.96kN/m = 5.48倍程度

# 都市木造『高知モデル』 メインフレーム サイズと樹種

## ヒノキフレームの早見表

ヒノキ集成材 E95-F270

平面形：7,280×14,800（1スパン）／14,560×14,800（2スパン）

階数	ピッチ	スパン	部位	1F		2F		3F		4F		
				サイズ 長さ	壁率	サイズ 長さ	壁率	サイズ 長さ	壁率	サイズ 長さ	壁率	
3階建	1240	1	柱	210×480		210×480		210×480				
			梁	210×480		210×480		210×450				
			耐力壁	倍率10	14.28	0.48	10.91	0.37	5.80			0.20
				倍率7	20.40	0.69	15.58	0.53	8.28			0.28
				倍率5	28.56	0.96	21.82	0.74	11.60			0.39
			2	柱	210×480		210×480		210×480			
		中間柱		210×540		210×540		210×540				
		梁		210×480		210×480		210×450				
		耐力壁	倍率10	28.57	0.64	21.81	0.49	11.59	0.26			
	倍率7		40.81	0.92	31.16	0.70	16.56	0.37				
	倍率5		-	-	43.62	0.98	23.18	0.52				
	2480	1	柱	210×540		210×540		210×540				
			梁	210×540		210×540		210×510				
			耐力壁	倍率10	14.28	0.48	10.91	0.37	5.80			0.20
				倍率7	20.40	0.69	15.58	0.53	8.28			0.28
				倍率5	28.56	0.96	21.82	0.74	11.60			0.39
			2	柱	210×540		210×540		210×540			
		中間柱		210×600		210×600		210×600				
梁		210×540			210×540		210×510					
耐力壁		倍率10	28.57	0.64	21.81	0.49	11.59	0.26				
	倍率7	40.81	0.92	31.16	0.70	16.56	0.37					
	倍率5	-	-	43.62	0.98	23.18	0.52					
4階建	1240	1	柱	210×510		210×510		210×510		210×510		
			梁	210×480		210×480		210×480		210×450		
			耐力壁	倍率10	22.09	0.75	18.86	0.64	14.12	0.48	7.55	0.26
				倍率7	-	-	26.94	0.91	20.17	0.68	10.79	0.36
				倍率5	-	-	-	-	28.24	0.95	15.10	0.51
			2	柱	210×510		210×510		210×510		210×510	
		中間柱		210×570		210×570		210×570		210×570		
		梁		210×480		210×480		210×480		210×450		
		耐力壁	倍率10	44.17	0.99	37.71	0.85	28.23	0.64	15.10	0.34	
	倍率7		-	-	-	-	40.33	0.91	21.57	0.49		
	倍率5		-	-	-	-	-	-	30.20	0.68		
	2480	1	柱	210×570		210×570		210×570		210×570		
			梁	210×510		210×510		210×510		210×480		
			耐力壁	倍率10	22.09	0.75	18.86	0.64	14.12	0.48	7.55	0.26
				倍率7	-	-	26.94	0.91	20.17	0.68	10.79	0.36
				倍率5	-	-	-	-	28.24	0.95	15.10	0.51
			2	柱	210×570		210×570		210×570		210×570	
		中間柱		210×630		210×630		210×630		210×630		
梁		210×510			210×510		210×510		210×480			
耐力壁		倍率10	44.17	0.99	37.71	0.85	28.23	0.64	15.10	0.34		
	倍率7	-	-	-	-	40.33	0.91	21.57	0.49			
	倍率5	-	-	-	-	-	-	30.20	0.68			

## スギフレームの早見表

スギ集成材 E65-F225 (2丁合わせ)

平面形：7,280×14,800 (1スパン) / 14,560×14,800 (2スパン)

階数	ピッチ	スパン	部位	1F		2F		3F		4F							
				サイズ 長さ	壁率	サイズ 長さ	壁率	サイズ 長さ	壁率	サイズ 長さ	壁率						
3階建	1240	1	柱	300×510		300×510		300×510		/							
			梁	300×510		300×510		300×480									
			耐力壁	倍率10	14.28	0.48	10.91	0.37	5.80			0.20					
				倍率7	20.40	0.69	15.58	0.53	8.28			0.28					
		倍率5		28.56	0.96	21.82	0.74	11.60	0.39								
		2	柱	300×510		300×510		300×510				/					
			中間柱	300×570		300×570		300×570									
			梁	300×510		300×510		300×480									
			耐力壁	倍率10	28.57	0.64	21.81	0.49	11.59					0.26			
	倍率7			40.81	0.92	31.16	0.70	16.56	0.37								
	倍率5	-		-	43.62	0.98	23.18	0.52									
	2480	1	柱	300×570		300×570		300×570						/			
			梁	300×570		300×570		300×540									
			耐力壁	倍率10	14.28	0.48	10.91	0.37	5.80							0.20	
				倍率7	20.40	0.69	15.58	0.53	8.28							0.28	
		倍率5		28.56	0.96	21.82	0.74	11.60	0.39								
		2	柱	300×570		300×570		300×570								/	
			中間柱	300×630		300×630		300×630									
梁			300×570		300×570		300×540										
耐力壁			倍率10	28.57	0.64	21.81	0.49	11.59	0.26								
	倍率7		40.81	0.92	31.16	0.70	16.56	0.37									
	倍率5	-	-	43.62	0.98	23.18	0.52										
4階建	1240	1	柱	300×540		300×540		300×540		300×540							
			梁	300×510		300×510		300×510		300×480							
			耐力壁	倍率10	22.09	0.75	18.86	0.64	14.12	0.48	7.55	0.26					
				倍率7	-	-	26.94	0.91	20.17	0.68	10.79	0.36					
		倍率5		-	-	-	-	28.24	0.95	15.10	0.51						
		2	柱	300×540		300×540		300×540		300×540							
			中間柱	300×600		300×600		300×600		300×600							
			梁	300×510		300×510		300×510		300×480							
			耐力壁	倍率10	44.17	0.99	37.71	0.85	28.23	0.64	15.10	0.34					
	倍率7			-	-	-	-	40.33	0.91	21.57	0.49						
	倍率5	-		-	-	-	-	-	30.20	0.68							
	2480	1	柱	300×600		300×600		300×600		300×600							
			梁	300×540		300×540		300×540		300×510							
			耐力壁	倍率10	22.09	0.75	18.86	0.64	14.12	0.48	7.55	0.26					
				倍率7	-	-	26.94	0.91	20.17	0.68	10.79	0.36					
		倍率5		-	-	-	-	28.24	0.95	15.10	0.51						
		2	柱	300×600		300×600		300×600		300×600							
			中間柱	300×630		300×630		300×630		300×630							
梁			300×540		300×540		300×540		300×510								
耐力壁			倍率10	44.17	0.99	37.71	0.85	28.23	0.64	15.10	0.34						
	倍率7		-	-	-	-	40.33	0.91	21.57	0.49							
	倍率5	-	-	-	-	-	-	30.20	0.68								

## 都市木造『高知モデル』 外観イメージ

妻側に開放的な外観です。間口を7m近く確保することによって、多用途に使用できるよう計画されています。フレームのピッチは1,240mmと2,480mmとなっており、側面開口部の内法も約1m確保できますので、出入口として機能します。



外観 CG  
3階建 準耐火建築物  
燃えしろあらし型  
間口 7.2m



ガラスファサード部分に、意匠性のある格子を用いることで、外観に特徴を持たせることができます。



## 都市木造『高知モデル』 内観イメージ

集成材フレームの材種はヒノキとスギ、ピッチは 1,240mm と 2,480mm をミックスさせることによって、変化のある木質内装になっています。



## 内観 CG

ヒノキ集成材 + スギ集成材によるメインフレーム  
1,240mm と 2,480mm ピッチ



アクセントに組子の意匠を加えることもできます。

三ツ組子壁

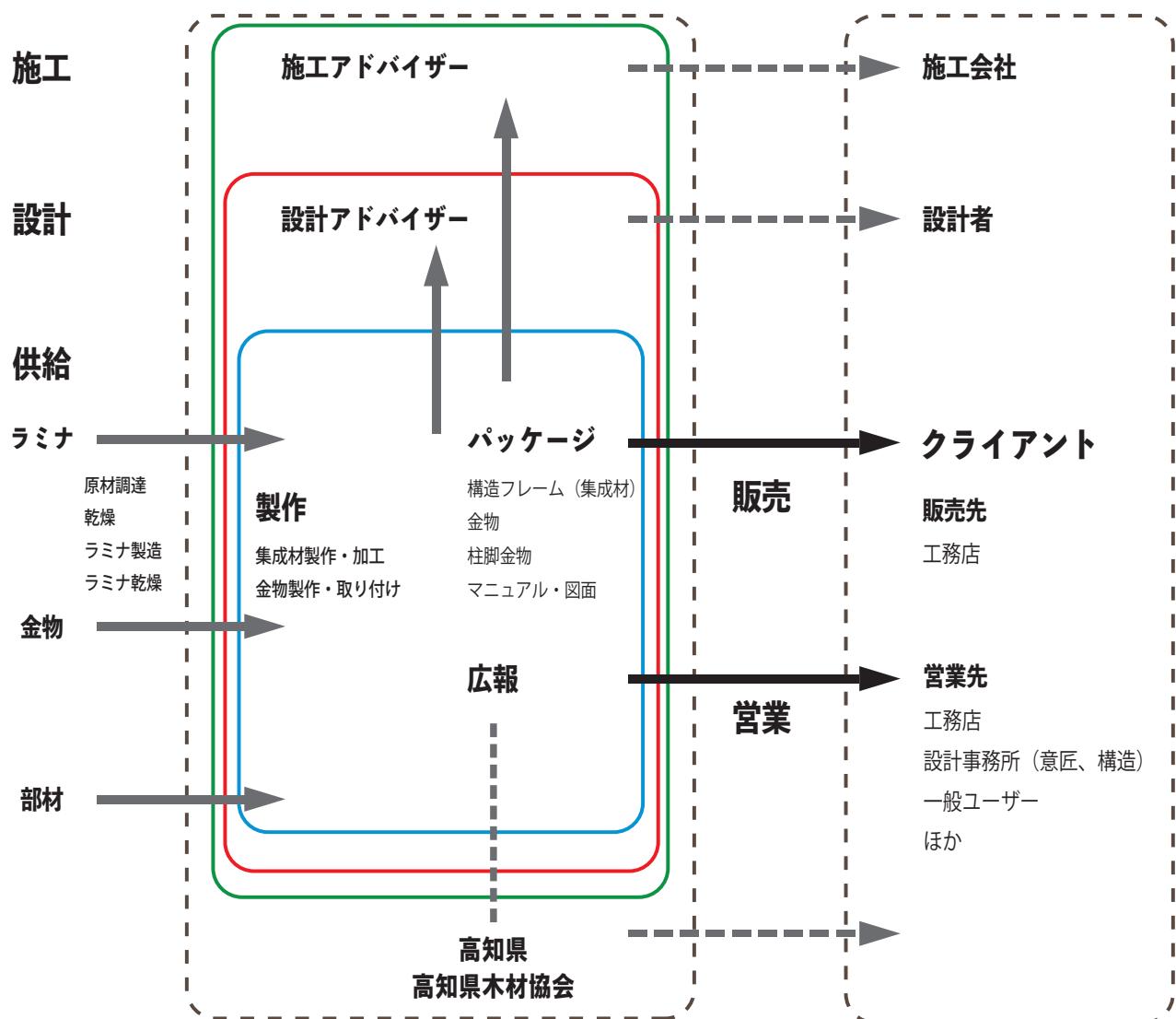


組子壁



## 事業モデルイメージ

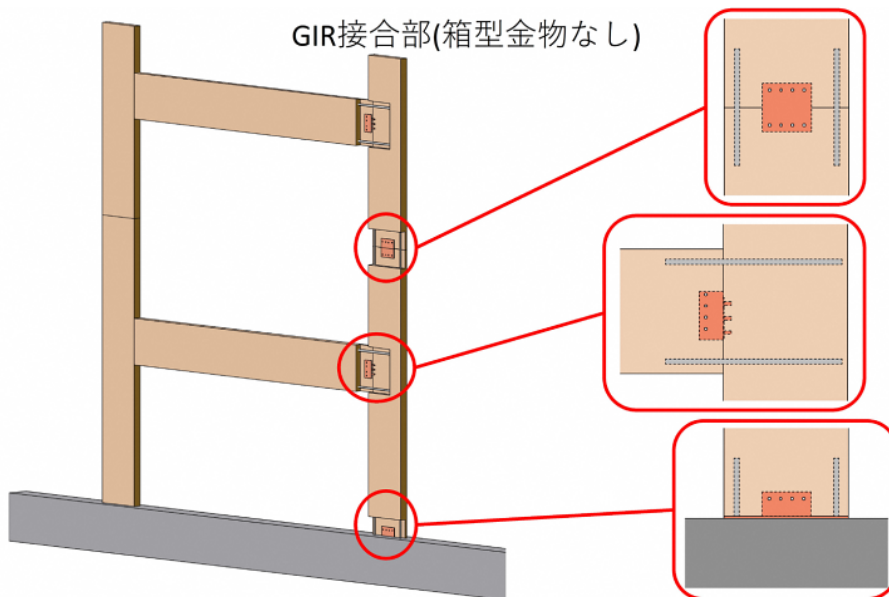
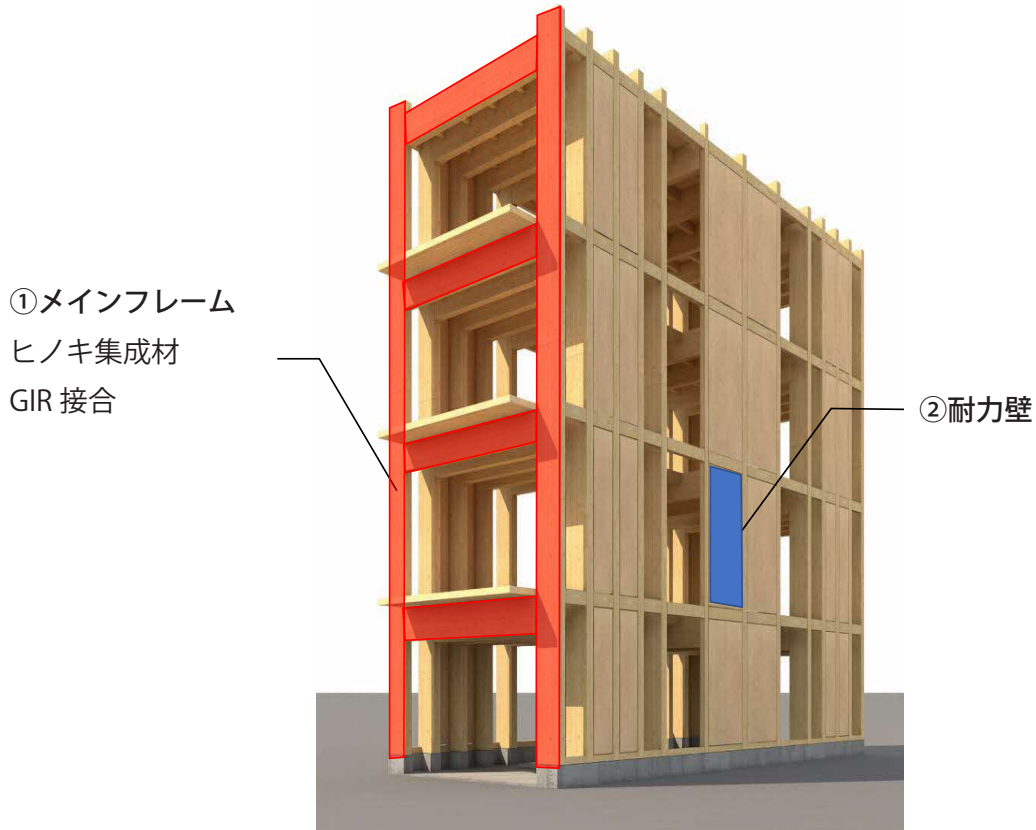
都市木造モデルの設計から部材供給の流れづくり、そして販売の仕方や運営まで、県と県内企業、team Timberize が協力し合いながら、東京や大阪の都市圏、高知県内のみならず日本全国で使ってもらえる仕組みづくりを進めています。



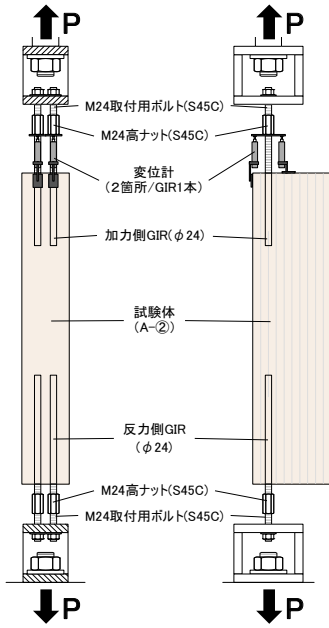


## 『高知モデル』のための要素試験

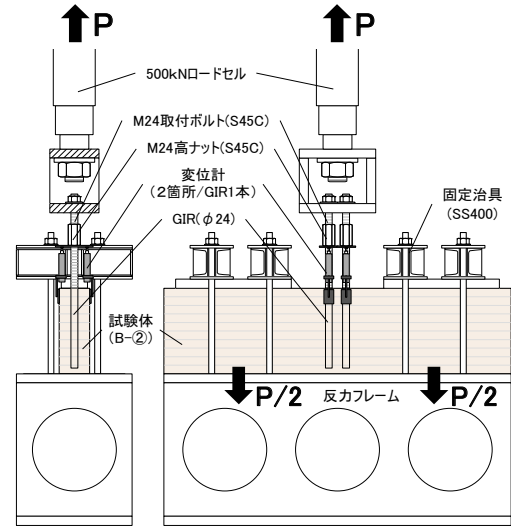
ラーメンフレームの柱梁・柱脚・柱継部の接合に用いる GIR（グールドインロッド）と、高知モデルの特徴であるヒノキ集成材との強度性能を把握するために、R02 年と R03 年度に要素試験を行っています。



# 1 GIR 引張試験 1 (R02)



試験図 (繊維平行方向)



試験図 (繊維直交方向)

## ● 破壊性状

変位 (mm)

A-① No.1 : GIR周囲の木部せん断破壊 + 木材端部からの割裂



No.2 : GIR周囲の木部せん断破壊 + 木材端部からの割裂



No.3 : GIR周囲の木部せん断破壊 + 木材端部からの割裂



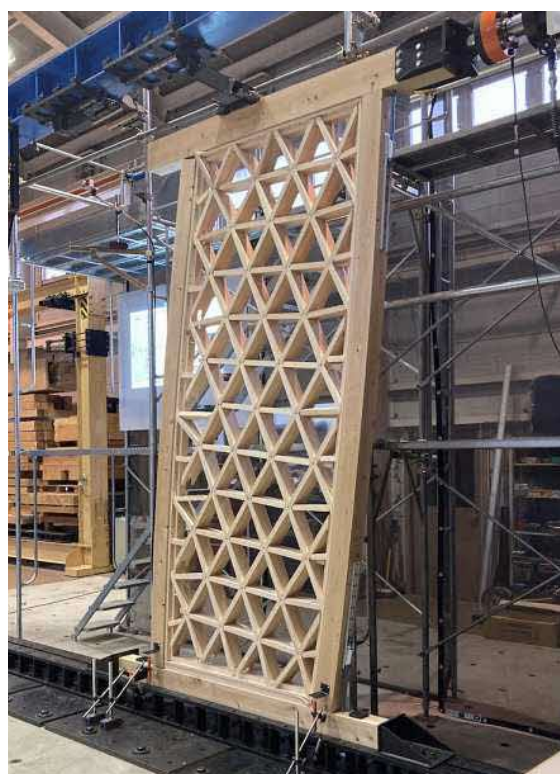
## 2 GIR 引張試験 2 (R03)

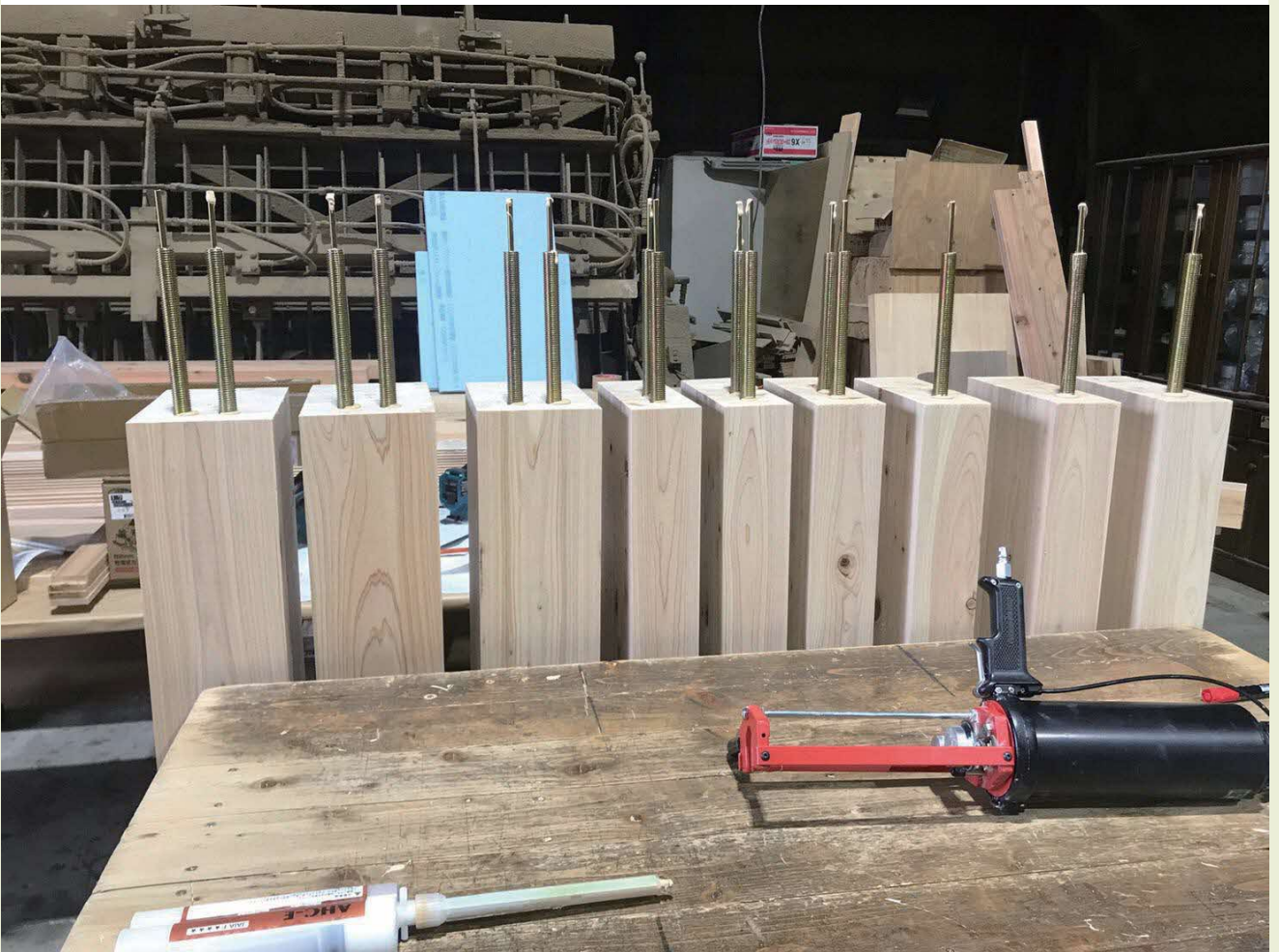
試験を通して得たデータを本開発の設計に活かしていきます。



## 3 耐力壁試験 (R03)

組子や格子の耐力壁の試験を随時行っています。







## 高知都市木造チーム 木いやきい

高知県産材をはじめとした  
国産木材の特徴と魅力によ  
って、日本のまちと建築を  
素敵なものに変えていくデ  
ザイン開発を進めています。

高知の木で都市木造ハンドブック 2022

発行日：2022年3月

製作：TOSA ZAIセンター

協力：NPO法人 team Timberize

発行：TOSA ZAIセンター（高知都市木造チーム キーヤキー）

問合せ：TOSA ZAIセンター（高知都市木造チーム キーヤキー）

〒781-0801 高知県高知市小倉町2番8号

一般社団法人 高知県木材協会 内

TEL / 088-883-6721

mail / info@k-kenmoku.com