

# 木と建築展

[木造建築テクノフェア]

展示パネル集

(財) 日本住宅・木材技術センター

# 目次

①会場風景	-----	1
②会場案内図	-----	5
③模型展示	-----	6
④展示パネル紹介		
1.木と建築のふれあいコーナー	-----	9
2.建築作品紹介コーナー	-----	24
3.技術展示コーナー [架構・耐震技術]	-----	36
4.技術展示コーナー [材料技術]	-----	60
5.技術展示コーナー [耐久性技術]	-----	70
6.技術展示コーナー [防耐火技術]	-----	76
7.関連情報コーナー	-----	82

この展示パネル集は、(財)日本住宅・木材技術センターと(財)日本建築センターの共催で開催した、木と建築展 [木造建築テクノフェア]  
(会期：平成7年2月24日～3月21日 会場：HARUMIドーム21)  
の内容にもとづいて編集したものです。

## 木と建築展・展示パネル集によせて

「木と建築展」企画運営委員会委員長  
明治大学工学部教授 内田祥哉

先般、私たちの念願であった、木造建築を主題とするテクノフェア、「木と建築展」が開催されました。ここに、主催者である両センターの努力と関係者の手厚いご支援に対し心から敬意を表したいと思います。

我が国の木造建築技術は、豊富な森林資源を背景に、日本人の生活や文化に密接に関わりながら独自の発展を遂げてきました。しかし、戦後の資源の枯渇や都市の不燃化、さらに人口の都市集中とともに、多くの技術者や研究者の関心は鉄骨造や鉄筋コンクリート造に向けられ、残念ながら木造建築に対する関心も次第に薄れてきました。

このように、我が国が木造建築から離れている間に、欧米では、比較的早い時期から木造を近代的力学に基づいた構造としてとらえた研究・技術開発が進み、大規模の木造建築が数多く建築されるようになってきており、我が国はこの分野ではすっかり立ち遅れてしまったというのが実状です。

幸いなことは、遅れ馳せながらも、最近になって我が国でも木造建築への関心が高まりつつあります。それは、木構造がRC構造や鉄骨造とは違った未開発な構造であることと、木材の持つ独特のテクスチャーが相俟って、新しい工夫の可能性を秘めているからです。また、木材が居住環境の構成材料として人に優しいこと、木材の利用が、伐ったら植えるという条件は付きながら、地球環境維持に積極的意味合いを持っているという考え方が認識されるようになってきたことも大きな要因です。

行政的にも、ここ数年木構造に対し様々な積極的施策が講じられるようになってきました。建設省による木構造に関する大型プロジェクト研究や、林野庁の助成によるモデル木造建築物の展開は記憶に新しいところです。そして、こうした研究、経験の積み上げを踏まえて建築基準法令の見直しも行われ、木造建築の可能性が広まってきています。

とは言いながらも我が国の木造建築の発展は、実に戦後長く途絶えていましたので、今ようやくその緒についたばかりとも言えると思います。この「木と建築展」は、こうした背景を踏まえ、木造建築の新しい動きや、それを支える最新の技術を広く紹介することを狙いとして開催されたものですが、関係者の努力で非常に立派なものできたと思います。

一般に、こうした展示物は、会期が終わると廃棄処分されるのが普通ですが、貴重な資料であり是非なんらかの形で保存し広く活用できるようにして欲しいと考えていたところです。今回、このような「パネル集」として記録が保存されたことは大変適切な処置だと思いますので、是非各方面で活用していただきたいと思います。また、これを契機に、色々なアイデアを生かした様々な建築が、全国津々浦々に、それぞれの地域特性を生かした形で発見できることを期待しております。



# 1 会場風景



木とのふれあいコーナー



関連技術コーナー



建築作品紹介コーナー



技術展示コーナー [架構技術]



技術展示コーナー 【材料技術】



技術展示コーナー 【防耐火技術】



技術展示コーナー 【耐久性技術】



ビデオコーナー



CADコーナー



クイズスポット

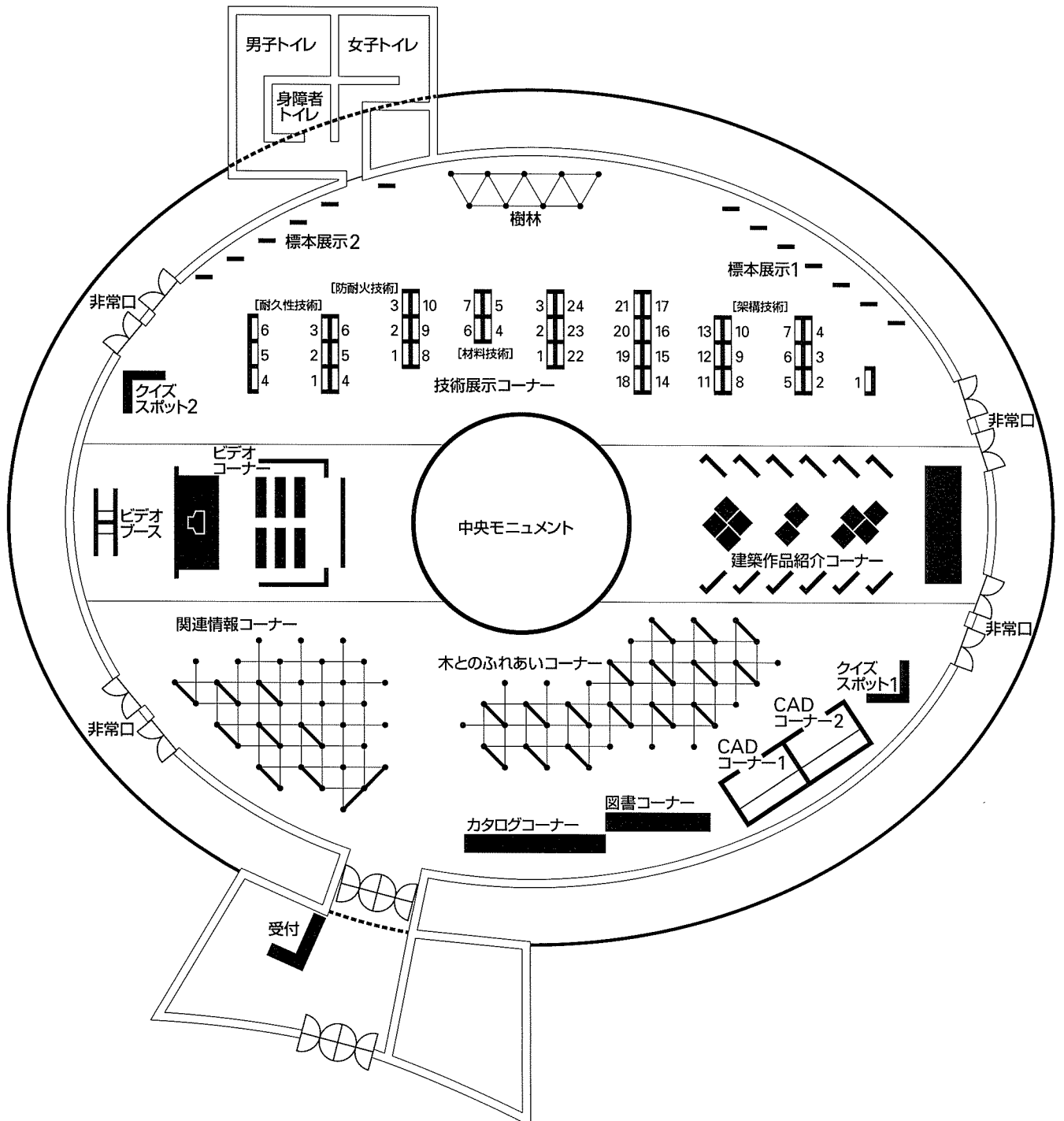


樹林



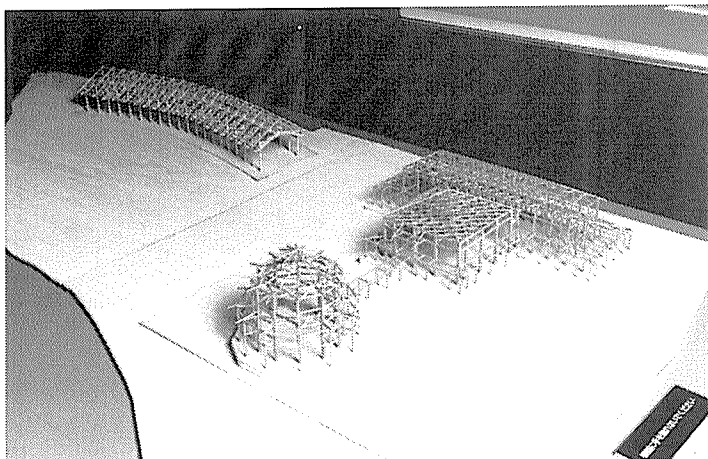


## 2 会場案内図

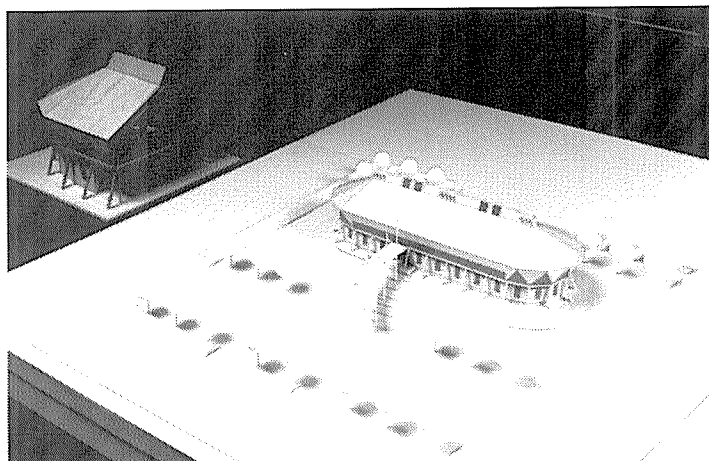


### 3 模型展示

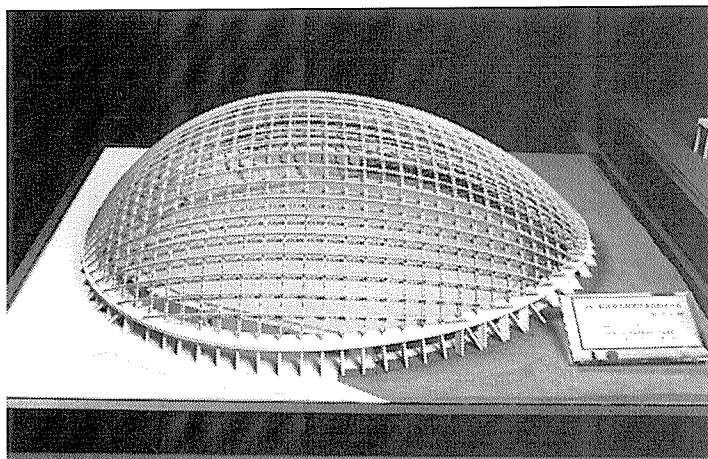
#### 建築作品



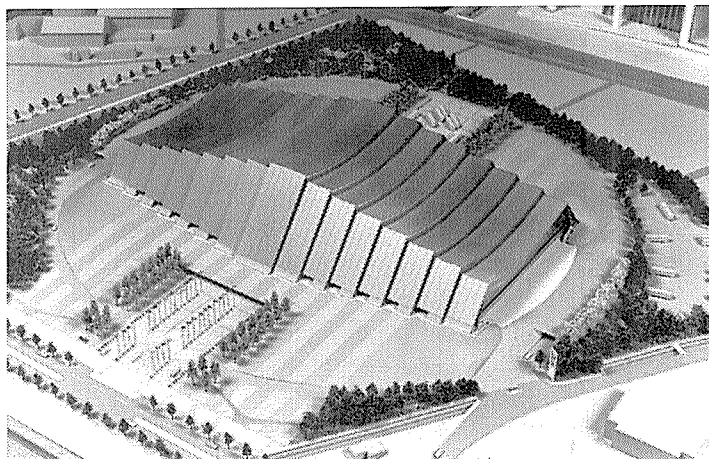
清和文楽館  
石井和紘建築研究所



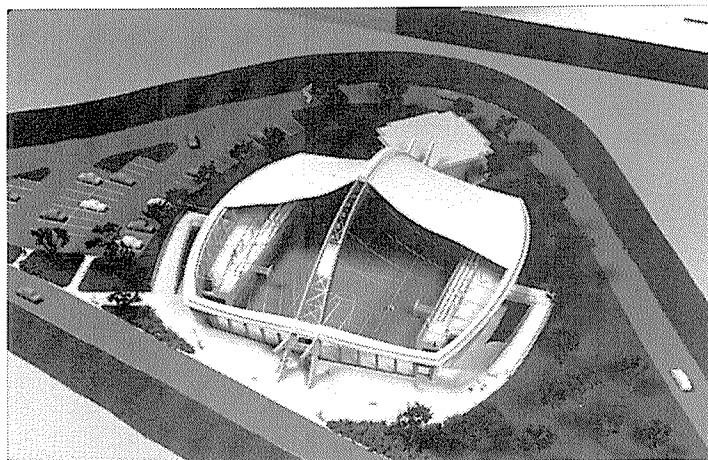
置戸宮林署庁舎  
黒川哲郎+デザインリーグ



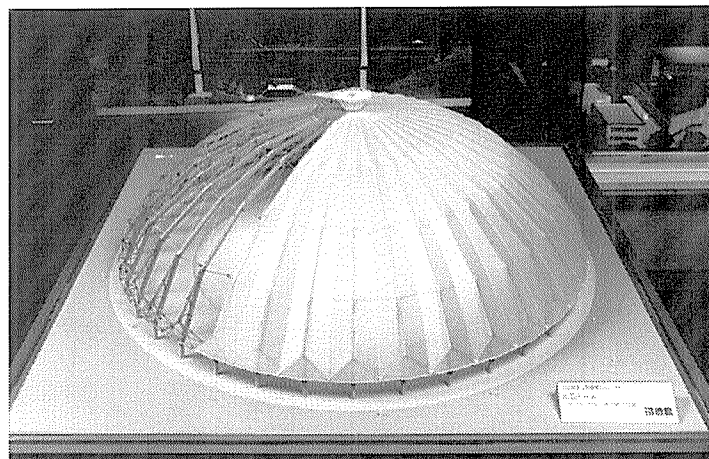
秋田県大館地区多目的ドーム（仮称）  
伊東豊雄建築設計事務所・竹中工務店



長野スピードスケート会場  
久米・鹿島・奥村・日産・飯島・高木設計共同企業体

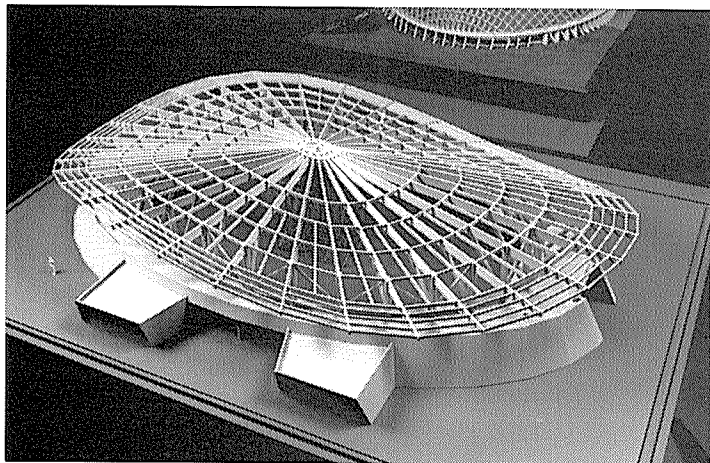


白竜ドーム  
竹中工務店

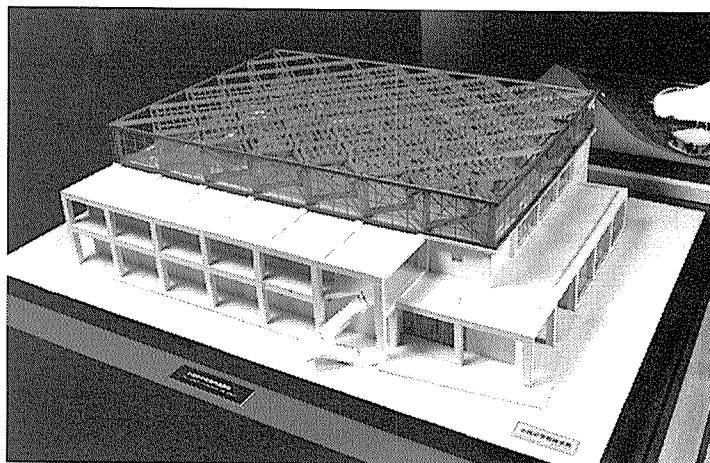


出雲ドーム  
鹿島建設

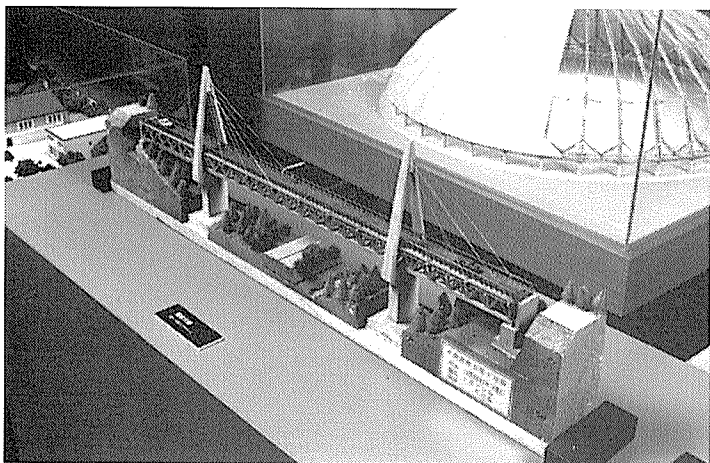
建築作品



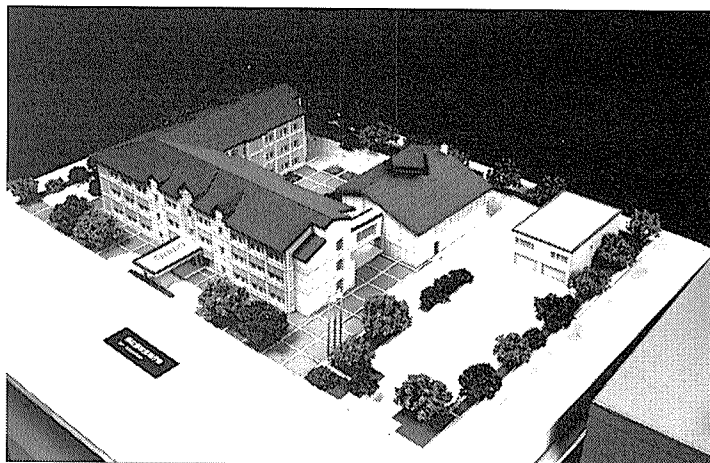
森林総合活性化センター  
藤居設計事務所



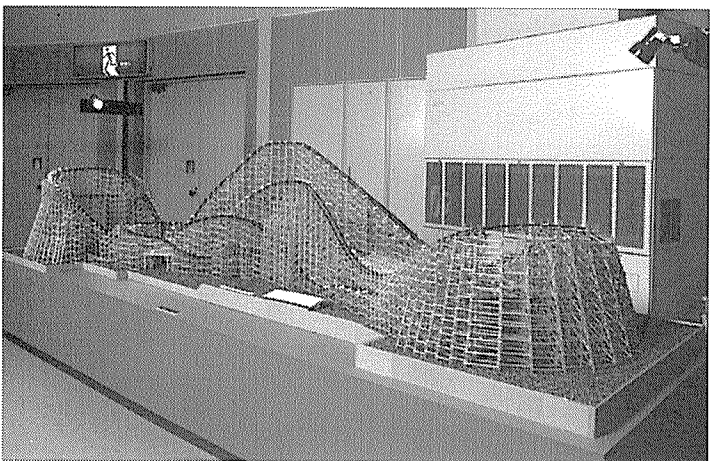
小国中学校屋内運動場  
木島安史+YAS都市研究所/計画・環境建築



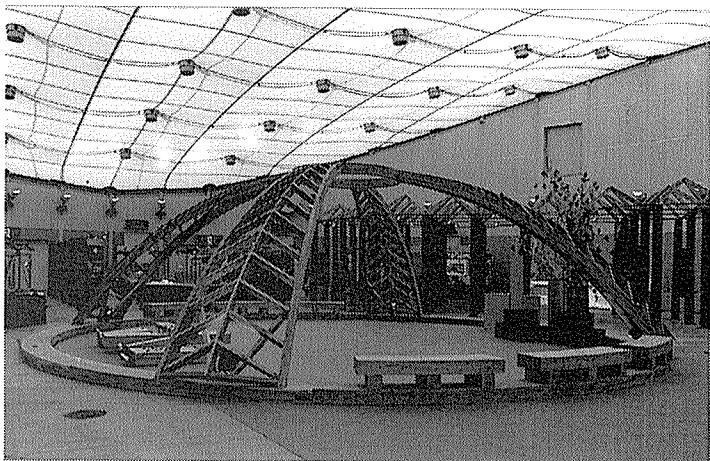
用倉大橋  
広建コンサルタンツ



帯広営林支局庁舎  
石本建築事務所

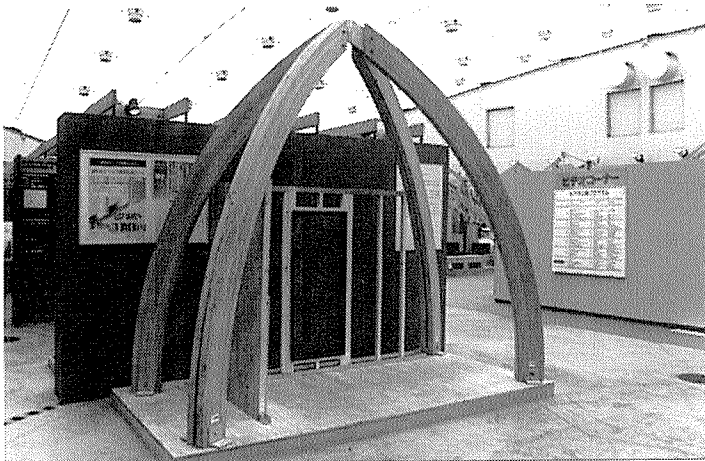


よみうりランド・ホワイトキャニオン  
清瀬建築設計事務所 他

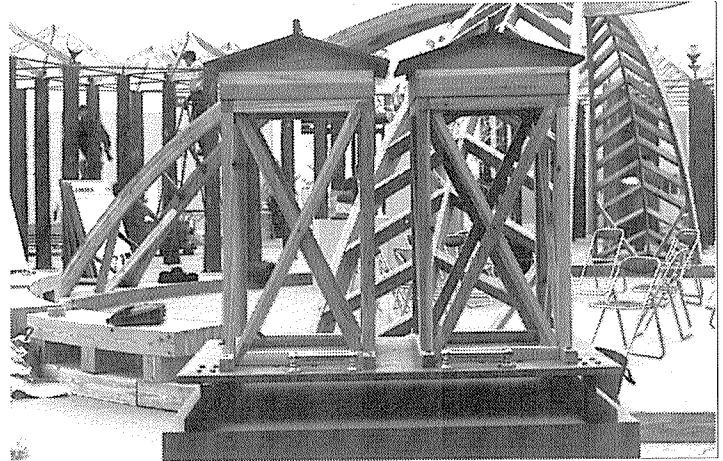


やまびこドーム  
斎藤木材工業・KAJIMA DESIGN JV

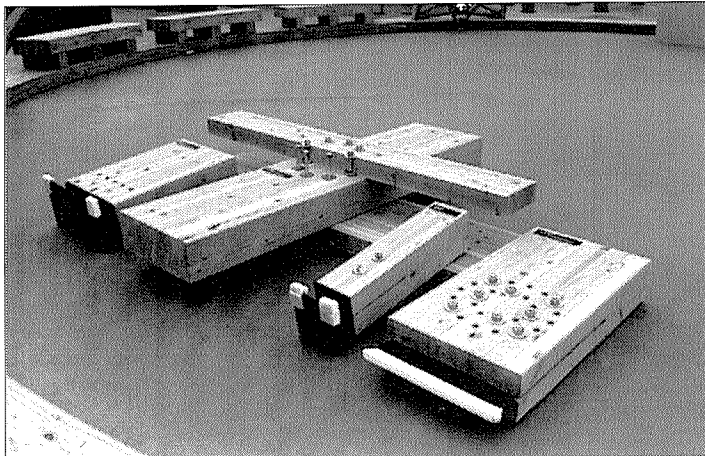
実大模型・実験模型・標本展示



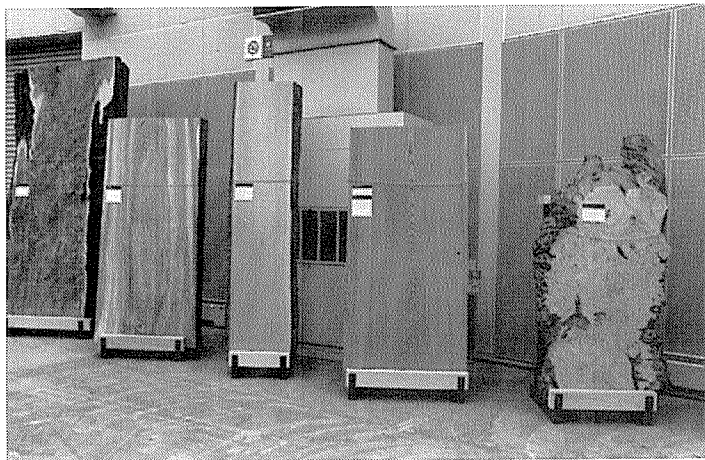
LVLアーチ



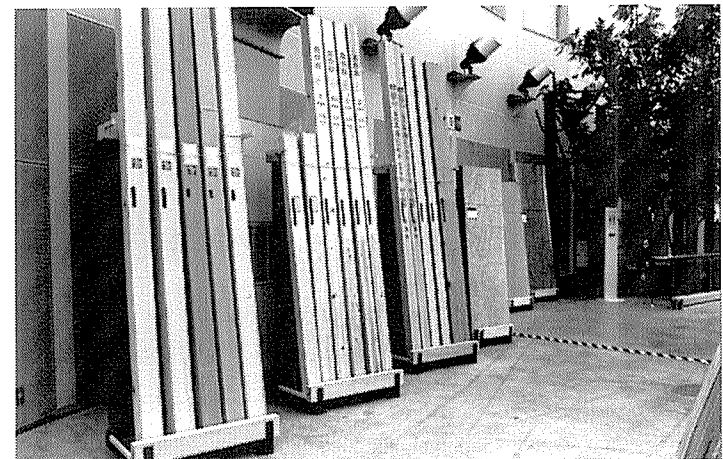
筋かいの耐震効果体験模型



柱-梁接合部、柱脚接合部の実大模型



標本展示



標本展示

# 4 パネル紹介

## 1. 木と建築のふれあいコーナー

森

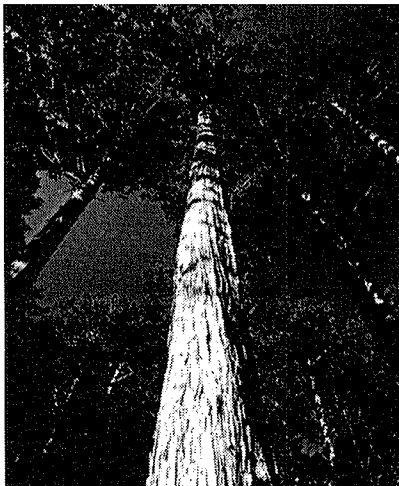
# 日本の森は育っている

日本は、温暖な気候に恵まれ雨量も多いことから、樹木の成育に適しており、しかも南北に長いことと、比較的高い山が連なっていることで、亜熱帯林から亜寒帯林まで多種多様な森林が分布しています。また、森林面積は約2,500万ヘクタールで、国土の3分の2にあたります。この割合は世界各国の中でトップクラスであり、日本は「森林国」といえます。

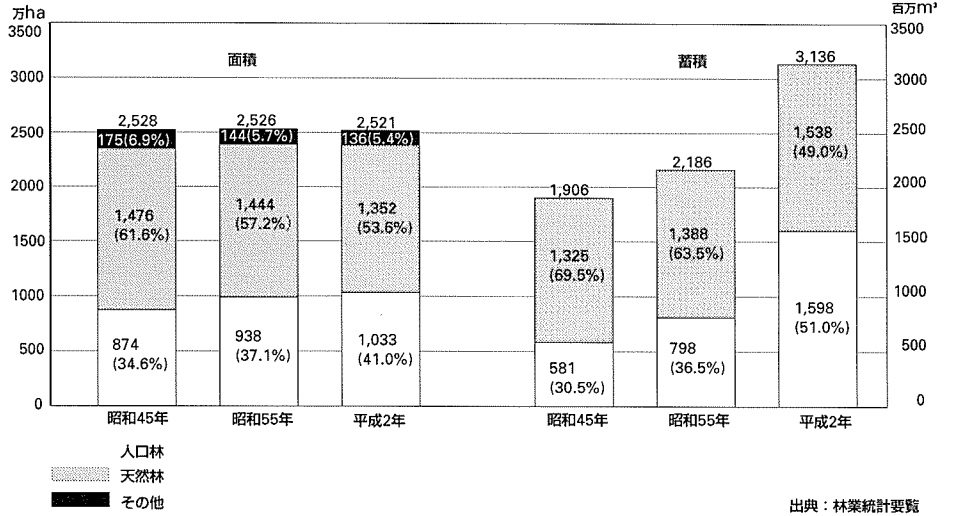
日本の森林は、第二次世界大戦と戦後の復興期に大量に伐採され、有効な資源がかなり枯渇した時期もありますが、一方で、すばやい緑化政策が採られ植林が進められたのです。そうした人工林が現在約1000万ヘクタールあります。

一方、廉価な外材の輸入が進むにしたがって、伐採量が減少し、人口林はもとより天然林においても、木材の蓄積増加量は日本での建築用木材の消費量をまかなうに十分な量となっています。

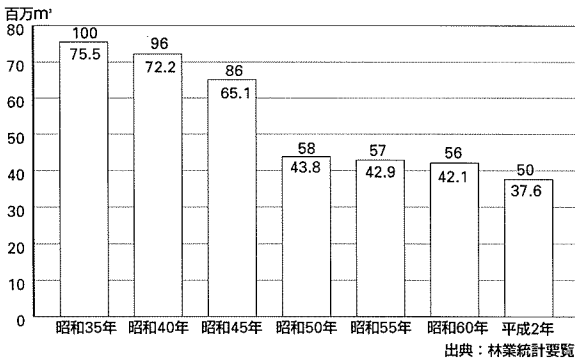
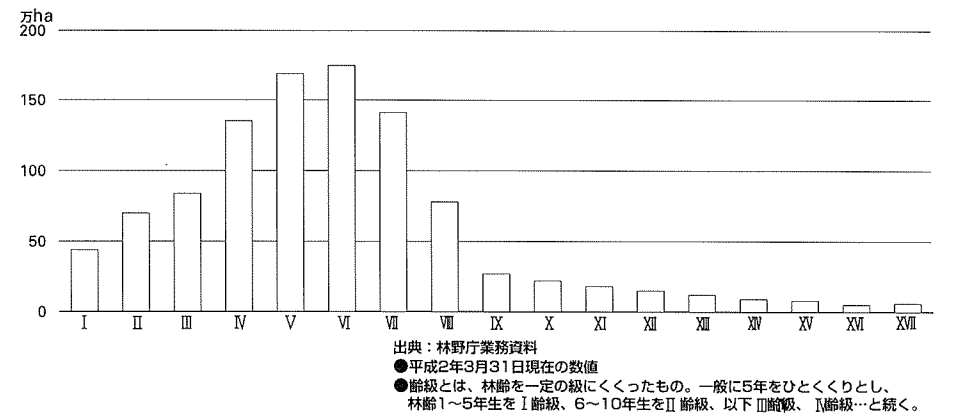
それは、成長量に比して伐採量が低いことによりですが、言い換えれば、わが国では、蓄積された森林資源を十分に活用していないと言っているのです。今後、自国にあるこの森林資源を有効に活用することが、関係者全体の重要な課題となるのです。



■わが国の森林資源の推移



■育ちつつある人工林



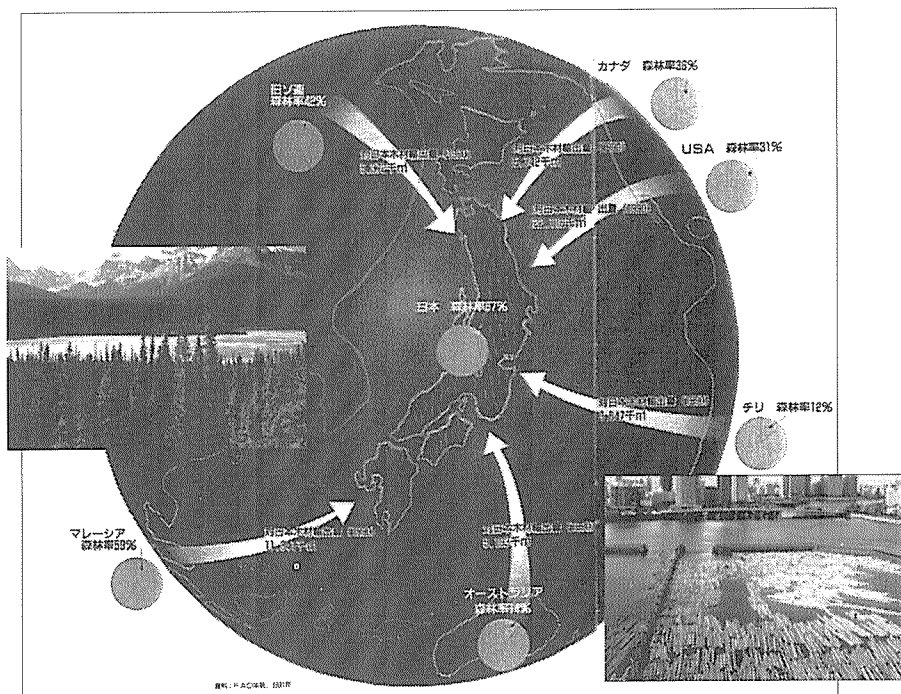
# 木材輸入と日本の森林利用の調和

■各国の森林率と対日本木材輸出量

日本は戦後の復興のために、大量に木を伐って使用しました。そしていち早く植林を押し進めたのですが、木は急には育ちません。

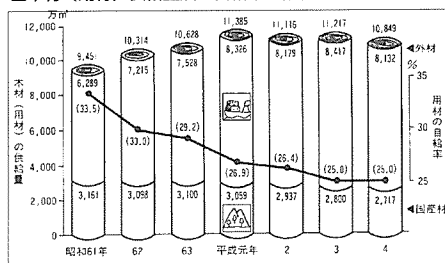
わが国が、木材の多くを外国に依存せざるを得なくなったのは、こうした理由もありますが、いちばん大きいのは、第二次世界大戦後の急激な社会構造の変化と、早い時期に高度成長期を迎え、木材需要が急激に増加したことだと考えられます。実際のところ、高度成長期に木材の自給率は急激に低下し、現在は、木材需要の4分の3を輸入する世界最大の木材輸入国になっています。

一方、地球環境問題がクローズアップされる中で、世界的に持続可能な森林経営を目指そうという動きが高まってきており、わが国としても国内の森林資源を有効に利用することが、ますます重要となっています。森林国であるわが国が、自給率を回復するのに、大きな障害となっているのは国産材に比べて、輸入材の方が安定供給と価格の面で需要家にとって便利だという現実ですが、近い将来この点を乗り越え、1,000万ヘクタールの宝の山を活かしたいものです。



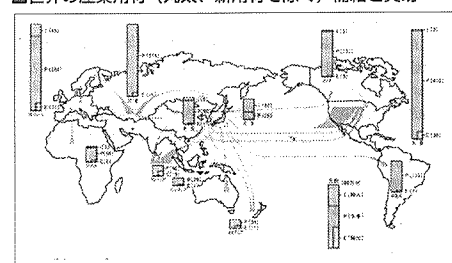
出典：地球環境問題と日本の森林・林業

■木材(用材)供給量及び自給率の推移



出典：平成5年度版図説林業白書

■世界の産業用材(丸太、新用材を除く)需給と貿易



出典：平成5年度版図説林業白書

■産業用材の主な輸入国

産業用材	単位: 千m <sup>3</sup>
主な生産国	輸入量
日本	49,500
中国	9,480
韓国	9,006
イタリア	6,684
オーストラリア	6,441

資料：平成5年度版図説林業白書

# 熱帯林は減少している

## ■年々減少する熱帯林

世界の森林面積は40億ヘクタール、総陸地面積の約3分の1に当たります。しかし、そしてその約4割が熱帯林です。

日本を始め先進地域での森林面積はわずかにですが増加しています。また、蓄積も増えています。しかし開発途上地域では大きく減少しており、地球全体でも減少傾向にあります。特に熱帯林は、毎年1,540万ヘクタールのペースで減少しています。

その主な原因は、無秩序な伐採が契機になったものもありますが、粗放な焼畑、移動耕作や農用地造成などによるものとみられています。森林は地球規模でみると二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を吸収固定する機能を持ち、熱帯林についても、その急速な減少は地球の温暖化につながると推定されています。試算によれば、毎年の熱帯林の伐採の結果として、約16億トンもの炭素が大気中に放出されたままになるそうです。

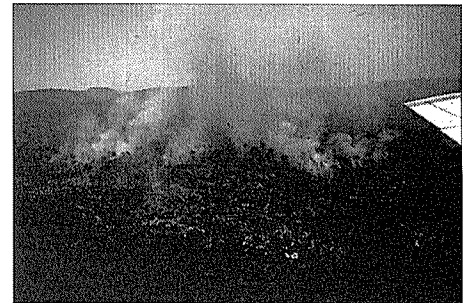
熱帯林を始め全ての森林資源は、地球全体の財産でもあります。

## ■持続的経営をめざす熱帯林

熱帯林に関する国際機関として、国際熱帯木材機関(ITTO:International Tropical Timber Organization)本部横浜市があります。ITTOは、生産国・消費国が協力し、熱帯林の保全と持続的経営・利用を目的として「西暦2000年までに熱帯木材貿易の対象を持続的経営に基づき生産された木材のみとする」としており、わが国でもその活動を積極的に支援しています。

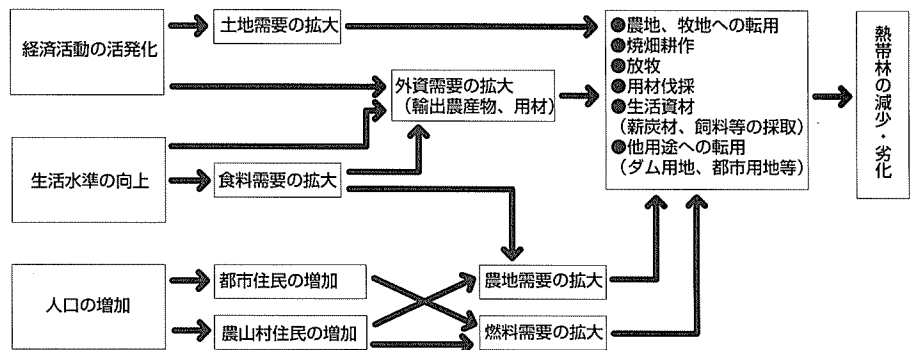


択伐による伐採後  
(適切に管理され森林が再生している熱帯林)



不適切な焼畑移動耕作

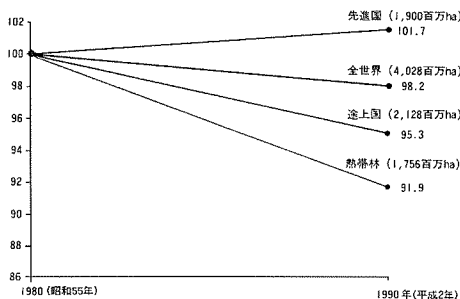
## ■熱帯林減少・劣化の背景と要因



出典：日本の森林と林業そここが知りたい

## ■世界の森林と熱帯林の推移

(1980年を100としたときの1990年の指数)



出典：平成5年度版図説林業白書

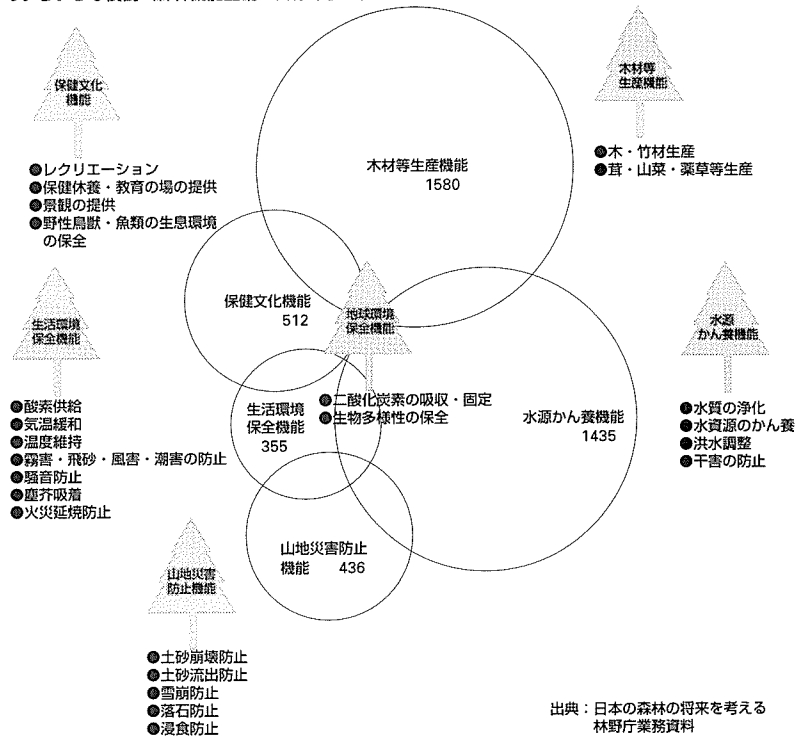
## 森林の保護と利用

地球環境の保護・保全に対して世界中の関心が高まる中で、わが国においても森林の保護と利用の問題が、国及び各地方自治体のレベルでも政策的に取り上げられてきています。現存する森林資源に対して、開発の規制とともにそれらをレクリエーション施設としての利用や、生産林としての利用、水資源に対する配慮や貴重な自然林の保護など多方面の検討を踏まえて森林の利用計画が立案されています。

元来、森林に全く手を加えないで放置した場合、木は建築材料としての利用価値も損なわれてしまうし、場合によっては枯れてしまう結果にもなります。また生育が進むに連れて、森林に期待する環境改善の効果のひとつである炭素の固定能力も減少することがわかっています。

森林との共生を考えるにあたって、私達は、積極的に木材を利用しながら木を育てるという能動的な関係を持たなければならないのです。

■森林のいろいろな役割（森林機能整備の目標（万ha））



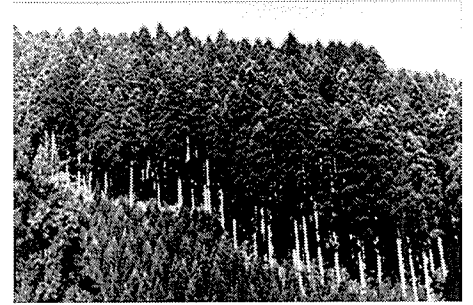
手入れされた林は災害に強い



放置された林は災害に弱い



豊かな日本の森林





## 木との生活には長い歴史がある

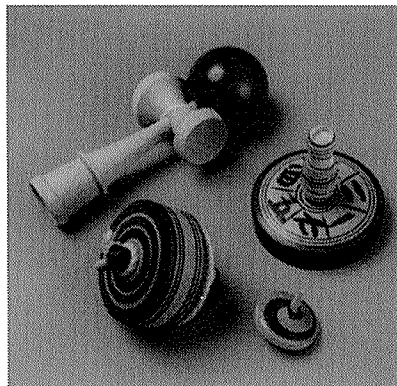
人類が木を生活の用に取り入れたのは、ほぼ発生と同時期であろうと推察されます。燃料として、什器備品の用材として、建築用材として、武器として、楽器として、そして紙の原料として、長い間森林と共存・共生し、木に活かされてきたのです。そして、私達は木を手にし、触れることで豊かな発想と創造の能力を向上させてきたのです。

こうした長いつきあいの中で、木に新たな別の命を吹き込み、木としての寿命より遥かに長い歴史を刻ませたのも人間です。それらは、工芸品として、建築として、芸術品となり、文化財となり人類の共通の宝物として大切にされ続けるでしょう。

私たち日本人は、木の文化、木造の文化を誇りにしてきました。木と建築の新たな関係もこうした歴史的評価にかなうようにしたいものです。

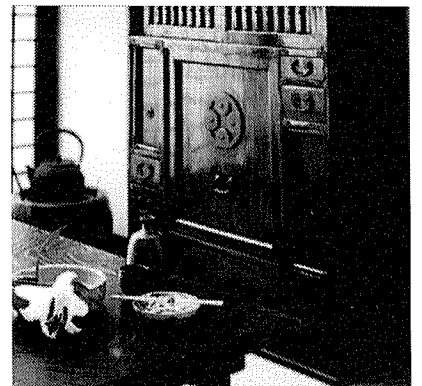
### 玩具

幼児期の玩具として、木を素材としたものを、最初と与えるのが、一番いいと言われています。私たちの精神的やすらぎと木とは、かなり深い結びつきがあることを示唆していると考えられます。



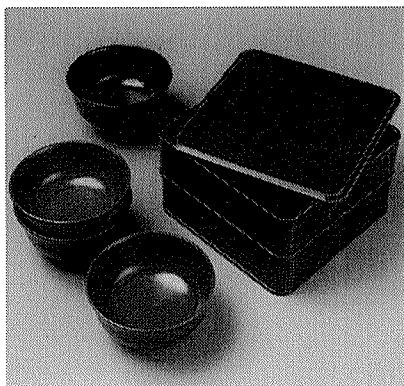
### 家具

日本で昔ながらの家具と言われると、車輪や箱階段などでしょう。飛鳥時代には中国大陸から椅子が伝わっていたものの、その導入は定着しませんでした。畳の上に直に座り、出書院で物を書き、床の間や、違い棚に、折々の物を並べる。使わないときは、折り畳んでしまわれ、隠されました。日本家屋にふさわしい独特の家具を創り出していたのです。



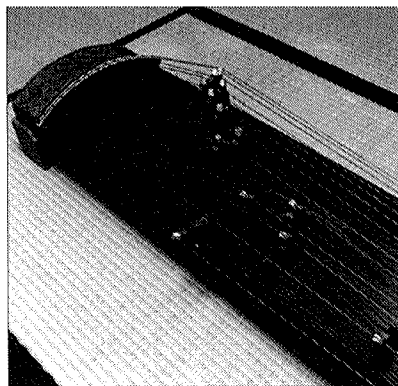
### 什器

食生活が変化して、毎日使わなくなってしまったにもかかわらず、どの家庭にも必ずある木の什器。使いやすさ、心地よい感触、木目の美しさなど、木の什器には、形態が単純で無駄が無く、素朴で洗練された魅力があります。気の遠くなるような時間をかけて作られた漆器など、使う毎に確実に価値を増してゆきます。



### 楽器

木は今日でも楽器の主要な音響材料であり、これに代わる素材を見つけるのはむずかしいことです。これは感覚的評価を受ける楽器というものの特質によるのかも知れませんが、また、木がいかに完成された材料であるかを物語るものでもあります。



### 建具

日本人の発明の中でも、遣り戸(やりど)は実に優れた発想です。番戸(しとみど)から遣り戸への変革は、日本の木造文化に決定的なインパクトをもたらしたと言っても過言ではないでしょう。また明り障子、雨戸と私たちの先祖は、建具について次々と傑作を生み出しています。



# 木は人にやさしい ぬくもりのある材料 -1

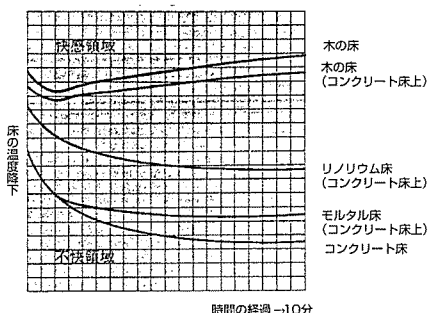
# 木と生活

## 床材と疲労

### ■暖かく疲れにくい木の床

名古屋大学の研究グループは、床材の心地よさを人間の身体の動きで調べようと、おもしろい実験をしました。コンクリートの床の上に椅子を置き、読書してもらおうのですが、落ち着かなくて少しでも動くといひずみ計が1万分の1ミリまで、その動きをとらえるのです。30分もすると足の状態が変わり、落ち着かなく動かしたりします。ところが、同じ床に足のつく位置にだけ木の板を敷いて実験してみると、読書に没頭しはじめ、コンクリートの時より足の動きがずっと少なくなりました。椅子に腰かけていながら、絶えず足の位置を変えるのは、床の居心地が悪いからです。また、紡績工場で床に木を貼ったら生産が上がリ、欠勤が少なくなったという報告もあります。一部の医者の間では、コンクリートでつくった病室と木造の病室とでは、どうやら患者の安静や回復に差があるらしいとさえ言われています。

### ■床材の違いによる足の冷え方



出典：「木の時代」木造住宅の居住性を科学する

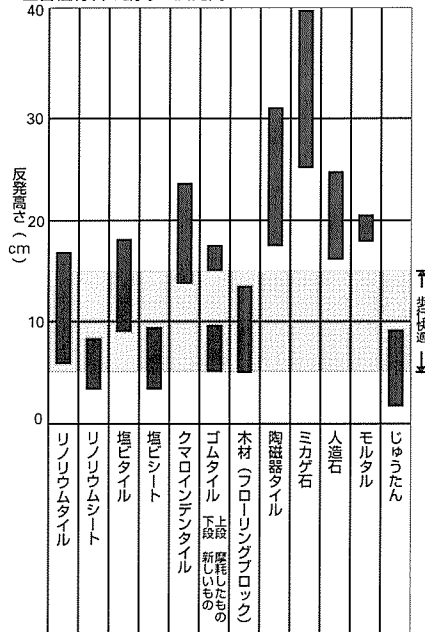
前記の実験の続編に、ナラ材、コンクリート、ビニールタイルの3種の床を用意し、机に向かって腰をかけ、読書している状態で、足の温度の変化と目の疲労度を、四季を通じ2年に亘って調べたものがあります。その結果、疲労が少なかったのは、やはり木の床でした。また、木の床は足の皮膚温を奪いませんでしたが、一方、疲れ方の激しいコンクリートやビニールタイルに共通していたのは、足の温度を著しく下げたことでした。

### ■衝撃が少なく歩きやすい木の床

私達は歩く時、その床が硬いか軟らかいかを敏感に感じますが、床の硬さというのはどんな影響があるのでしょうか。同じ高さのところから、材質の違う床の上に銅球を落とす実験の結果では、石の床が最も反撥が高く、塩ビ系や木の床は低くなっています。反撥が高いことは、床が衝撃を吸収しないからで、こうした床は歩く時の衝撃力をすべて足で受けなければなりません。そこで硬い床は歩き難く感じるのです。また、歩いている時、私達は体重の2~3割強の力を脚の関節にかけていると言われており、関節の負担も大きいのです。従って、あまり床が軟らかすぎると、床が力を吸収してしまい、いっそう足に力を入れなければならず、これもまた歩き難さを感じるのです。木の床はさまざまな種類がありますが、それでも軟らかすぎず、硬すぎず、ちょうど歩きやすい硬さだと言われています。当然のことながら、床の硬さは安全性にも影響します。硬い床は衝撃を吸収しないので、ころんだりした場合、怪我をしやすくなります。



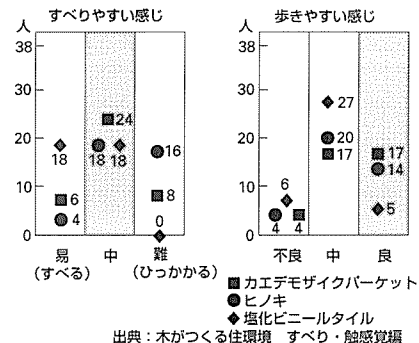
### ■各種材料の銅球の反発高さ



出典：「木の時代」木造住宅の居住性を科学する

床仕上げ材の違いによる感覚評価の試験結果です。被験者が床材の上を歩き、その歩行感を三段階に評価したものです。個人差はありますが、木の床はすべったり、ひっかかったりせず歩きやすいと評価されています。

### ■床材の歩行感



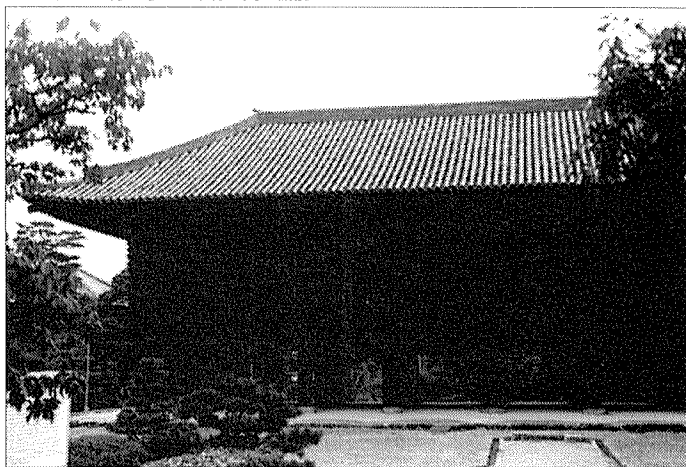
出典：木がつくる住環境 すべり・触覚編

# 木は人にやさしい ぬくもりのある材料 - 2

# 木と生活

## 木は息をする

■正倉院の宝物を守った木材の調湿機能

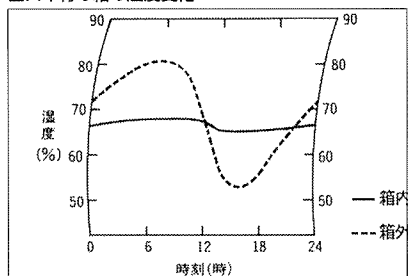


正倉院

木には吸湿機能があります。桐の下駄をはくと気持ちがいいのは、足の裏の汗や脂を吸い取ってくれるからです。また不快感をもたらす湿度を調節してくれます。それは、吸湿性があるだけではなく、周囲が乾燥してくると水分を放出して、湿度を調整する働きもあるからです。着物をしまうには、桐箆が一番というのはこのためです。

このような木材の調湿機能は、正倉院の宝物が非常に良好な状態で、長年保存されてきたことから、一般によく知られています。正倉院の宝物は、からびつという厚さ2cmのスギ材の箱に収納されています。スギ材でからびつと同様の箱を作り内外の湿度を観測したところ、図のように、箱外の湿度が50~80%まで変化しても、箱内は65%前後に保たれていました。からびつ内の湿度も、ほとんど変動せず一定に保たれていたのでしょう。

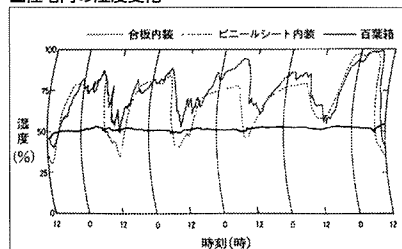
■スギ材の箱の湿度変化



出典：木材工業 No.29 (1974)

内装材の違いによる住宅内の湿度の変化を測ってみると、図のような結果になりました。ビニール内装の住宅と百葉箱内は、一日周期で著しい湿度変化を示していますが、合板内装の住宅は湿度が50%前後に一定しています。住宅の中で人間が健康で快適な生活を送るには、乾燥のし過ぎやじめじめ感はいずれも問題があります。木は私達に優しく、健康で、快適な住空間を提供してくれるのです。

■住宅内の湿度変化



出典：木材研究資料 則本京 山田正 No.11 (1977)

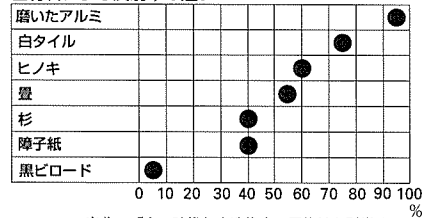
## 目にやさしい光とは

■紫外線を吸収する木材

キラキラした金属光沢やチカチカした白タイルの反射光など、強く反射するものは目を射るようで疲れるものです。反対にぼんやりした光はどうかというと、あまりに鈍い光も気持ちのよいものではありません。人間の目には反射率40~60%の光が最も心地よいとされています。

“材料による反射率の違い”を見ると、建材のうちで、人間に最も適した反射率をもっているのは、ヒノキ材や畳であることがお分かりいただけるでしょう。

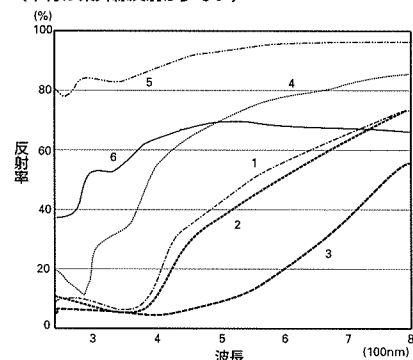
■材料による反射率の違い



出典：「木の時代」木造住宅の居住性を科学する

紫外線が目には悪いことは、眼鏡など、紫外線カットのものがよく売れているのを見ると分かります。わたしたちは、紫外線を、直射日光とあらゆる方向からの反射光によってあびています。しかし、木は紫外線を吸収していることが実験によって分かりました。

■各種材料の分光反射曲線  
(木材は紫外線反射が少ない)



- 1: ヒノキ板目突板塗装無
- 2: ヒノキ板目突板塗装有
- 3: チーク突板塗装無
- 4: 絹
- 5: 石膏
- 6: 大理石

硫酸バリウムの反射を100とした相対値

出典：木材利用啓発推進調査報告書 増田稔

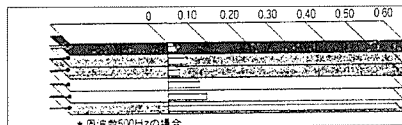
# 木は人にやさしい ぬくもりのある材料-3

# 木と生活

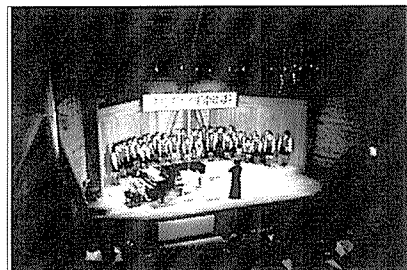
## 木の家は耳に心地よい

石やコンクリートのような固い材料でできた建物は、音をはね返しやすく、一度出た音が壁や天井にぶつかってはね返り、また別の壁にぶつかってはね返り…を繰り返すこととなります。音がいつまでも残ることを残響時間が長いと言いますが、一般に残響時間が長いほど、小さな音も響かせてしまい、うるさいものです。また、反対に残響の全くない部屋にいるのも、自分の影を吸い取られるようで奇妙なものです。木材には適度の吸音性があり、適度の残響があります。劇場やコンサートホールなど、音の響きに気を使う場所に木が多く用いられるのもそのためです。ちなみに、ここに掲げた図で、木材の吸音率を他の建材と比べてみてください。人の話し声の中音域にあたる周波数(500ヘルツ)で調べたものですが、ガラスやコンクリートに比べ、木や畳が吸音率がいいことがお分かりいただけるでしょう。

■材料の違いと吸音率



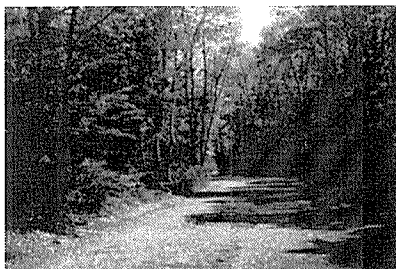
出典：「木の時代」木造住宅の可能性を科学する



木の音楽ホール

## 木の殺菌作用

森の中に入ると、すがすがしいにおいに包まれます。このにおいが樹木の発散する芳香、フィトンチットです。フィトンチットは、植物が耐えず侵してくる微生物から、身を守るために作りあげたものといわれます。森林には動物の死骸や種々の堆積物がありますが、悪臭を感じさせないのは、フィトンチットが抗菌性や消臭効果を持ち環境を浄化する能力があるためです。また、フィトンチットは体によいことも科学的に明らかになってきています。森林の中でフィトンチットを胸一杯吸い込み心身をきたえようという森林浴も盛んです。



森林浴

■植物の抗菌・殺菌作用

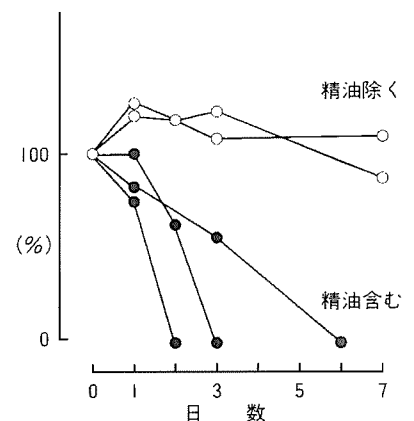
植物名	作用の内容
ユーカリ	ブドウ球菌・流感ウイルス・創傷治癒・呼吸器系の治癒・防虫(蚊等)
カシ	循環器系の治療
ヒバ	防虫(蚊等)
イチョウ	高血圧治療
ポプラ	痔治療・流感ウイルス
マツノシ	ジフテリア菌
ツツジ	黄色ブドウ球菌
モミ	黄色ブドウ球菌・百日咳
ササ	防腐効果
シラカバ オレンジ カシ	カゼ・バクテリア

出典：「木の時代」木造住宅の可能性を科学する

木は大地から伐られた後、建材などとして使われても、フィトンチットの効果はやはりあります。「ヒバで造った家には、蚊が来ない」「トドマツを使うと、結核菌やジフテリア菌を寄せつけない」「ヒノキには消炎、鎮静、鎮咳作用がある」「ダニの繁殖抑制効果」「スギには大脳を刺激して、脳の働きを活発にする作用がある」など、建材として使っている木材にも、思いがけないほど多くの効力がひそんでいるのです。

■ヒノキ精油のダニ繁殖抑制効果

ヤケヒョウヒダニ



出典：住宅と木材No.112 高岡正敏

# 日本の木造文化は木との対話から始まっている

## 木と建築

木材は人類が手にした最初の建築材料です。人類は、それによって、まず一つの構築法を創造し、他の様々な手法を導く先駆けとしました。それゆえに、木材は、人類の歴史に、密接に結びついています。木というものが、手に入れ易く、どのようなものにも形を変えることが出来たからです。それ故に、建物だけではなく、あらゆる目的に対応してきました。

特にわが国では、大工という優れた技術・技能集団に支えられ、また優れた刃物を手にすることで、外国人からも大いに評価される、繊細で優美な、それでいて実に理にかなった木造建築を実現していたのです。ここでは、山に生えていた木の状態を活かして使うという配慮があり、また少しも無駄にしない木取りの巧みさを生みだし、優れた寸法のシステムを創り出しました。また住み手の方でも長い木との生活の中から、自分達の地域にふさわしい住まいとすまい方を大切に知る知恵を身につけてきたのです。

こうした豊かなわが国の伝統的な木造構法は、明治時代を転機として、住宅を中心にその長い成果が受け継がれてきたのですが、それも戦後の復興、高度成長のさなかに大きく変化してしまったのです。

昨今、近代の建築技術の進歩にはめざましいものがあり、他材料を使っでの冒険に押され、木材の利用は減少しています。しかし人間らしい生活を取り戻すためにも、木との対話をもう一度してみるのも楽しいことではないでしょうか。



散居村



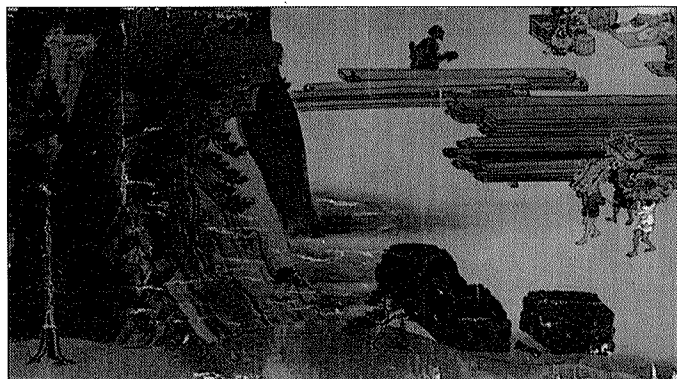
仙人



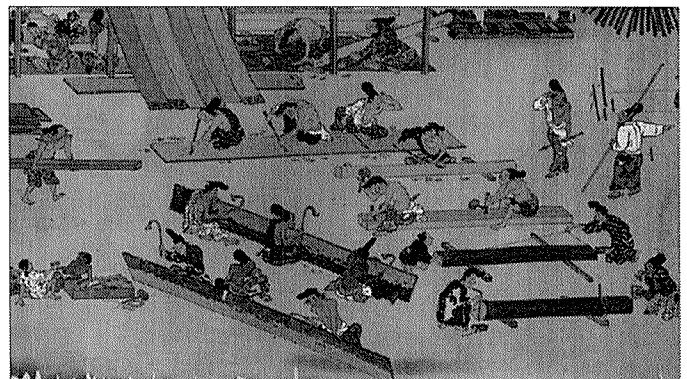
筏師



富岳三十六景 遡江山中 / 葛飾北斎



春日権現験記絵 卷一の第三段 / 東京国立博物館蔵



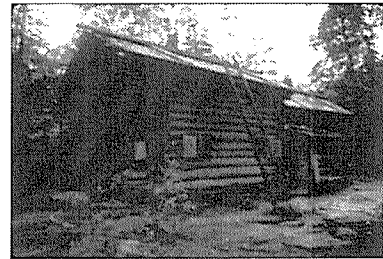
## 木の建築の豊かな広がり-1

木と人間のかかわりは、地球のほぼ全域に広がっていました。したがって、一部の高度な文明の結果として、また厳しい自然条件の結果として、早くから砂漠化が進行したところや、木の生育条件のなかったところを除いて、木の建築もそれぞれの発展をしてきています。構法としては、軸組の系統と校倉の系統に大別できますが、地域文化との結びつきの中で、独特のスタイルを生み出しています。

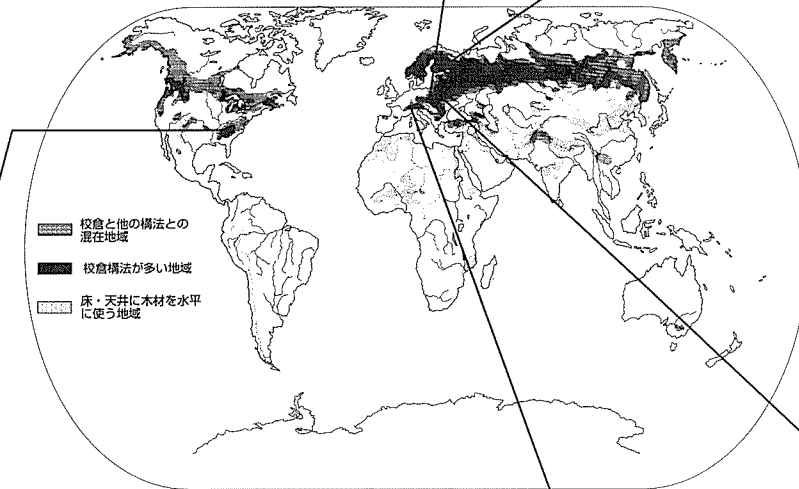
いま、我々にとって大事なことは、それらを素直に認め、適切に評価し、学びとるべきを受け入れる心構えを持つことでしょう。自らの意思でこの違いを埋めて、木の文化、木造の文化は人類共通のテーマという認識のもとに、新たな試みとしての技術の共通化と、地域としての独自性の追求が求められているのです。



チェコ・ボヘミア北部の民家  
ヤプロネツ・ナド・イゼロウ



フィンランド・ヘルシンキ



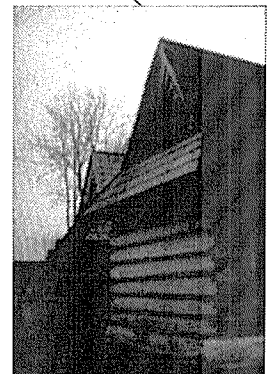
■世界の校倉構法分布図（太田邦夫）



アメリカ・ノースカロライナ州



スイス・ティッシーノ州ブロンタルロ



ポーランド・ザユハネ地方ホクソク村

写真提供：太田邦夫・八木幸二

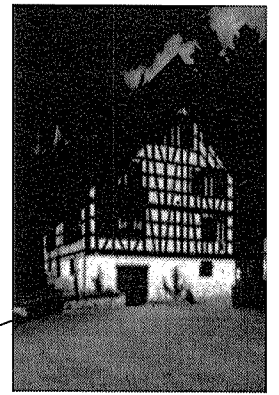
## 木の建築の豊かな広がり-2



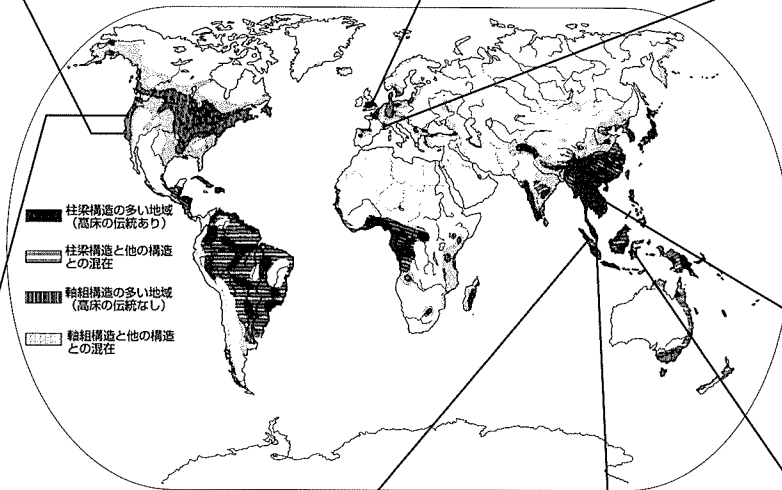
アメリカ・ニューポートビーチ



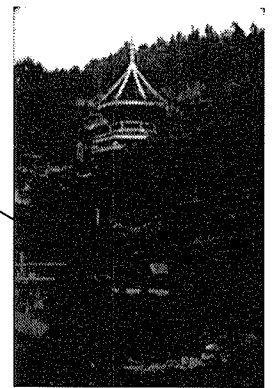
イギリス・ストラットフォード・アポン・エイボン



スイス・チューリッヒ州



■ 柱梁構造と軸組構造分布図 (太田邦夫)



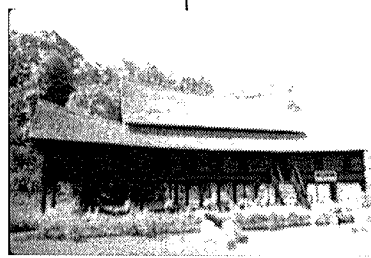
中国・貴州省平泉堡興・民家



アメリカ・サンフランシスコ



インドネシア・スマトラ島・トバ湖・サモシル島・シマニンド・アダットハウス (王家の家) 現在は博物館



マレーシア・セレンバン近郊・伝統的高床住居



インドネシア・スラウェシ島・トラジャ地方・バラク村

写真提供：太田邦夫・八木幸二

# 木造文化を支えていた 生産システムの衰退

# 木と建築

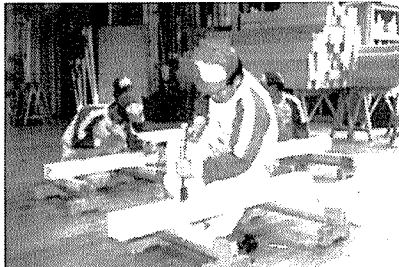
長い間、世界中のどの国でも、私達は自然材料を中心とした建築構法を持ち、そのための生産システム（職人集団）を築き上げてきました。日本では、それが木造文化として実を結んだのです。長い歴史的時間の経過の中で、川上（森林）から川下（地域、都市）までを見事に織り込んだ面的な広がりを表現しつつ、そこには、技能の練達と創造を目指す職人としての夢が存在していたのです。

しかし、産業革命以降の工業材料や、特に最近重要な位置を占めつつある建築部品群は、職人からそうした夢や、新しい発想・創造の能力を奪いつつあります。また、俗に3Kと称せられる労働環境は若者の参入を極端に少なくしていますし、職人の高齢化はますます進んでいます。これは、林業の世界でも同じことが言え、さらには国産材と輸入材の価格競争の状況が追い打ちをかけているのです。すなわち、わが国が誇っていた木造文化を支える生産システムとしての林・住リネージュは完全に崩壊しつつあるのです。

古くて新しい建築法として、木質構法にいま一度、我々の叡知の結集が必要とされる時、こうしたバックグラウンドの衰退は、たいへん憂慮すべき事態です。今後木造を中心とした建築文化を再構築するにあたって、技術の革新と同じくらいに生産システムの再構築が、大きな課題として現実のものにならなければなりません。



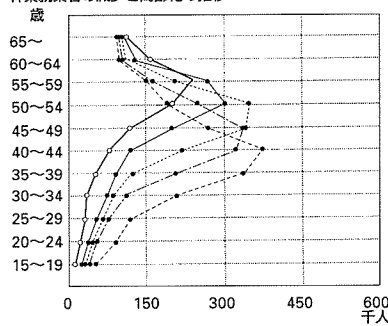
地域で取り組む担い手育成



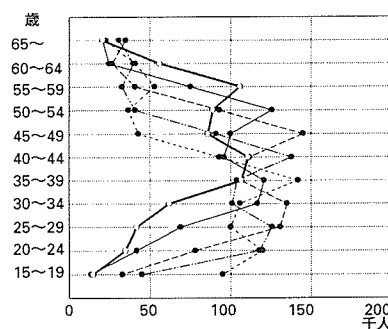
企業も取り組む担い手育成

## ■減少する林業労働力

林業就業者の減少と高齢化の推移

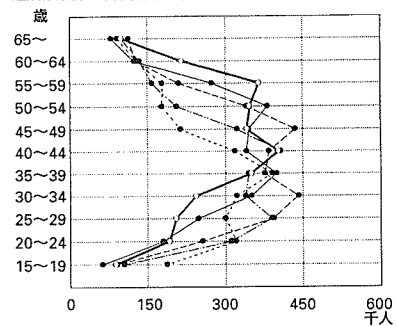


大工・年齢別就業者数の推移



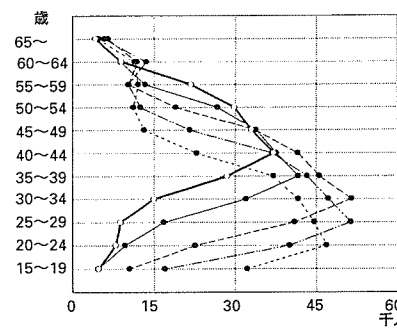
## ■若年層の職人の減少

建設作業員・年齢別就業者数の推移



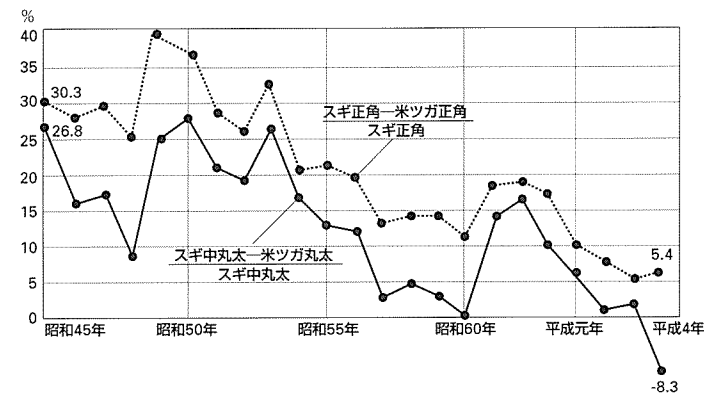
調査年  
 — 1990 平成2  
 — 1985 昭和60  
 - - - 1980 昭和55  
 - - - 1975 昭和50  
 - - - 1970 昭和45

左官・年齢別就業者数の推移



出典：建設職種別の年齢別人口構成 藤澤好一

## ■木材価格の低迷（再生産をはばむ丸太価格の低迷） スギとミツガの価格差の推移



出典：平成5年度図説林業白書



## エコマテリアルとしての木

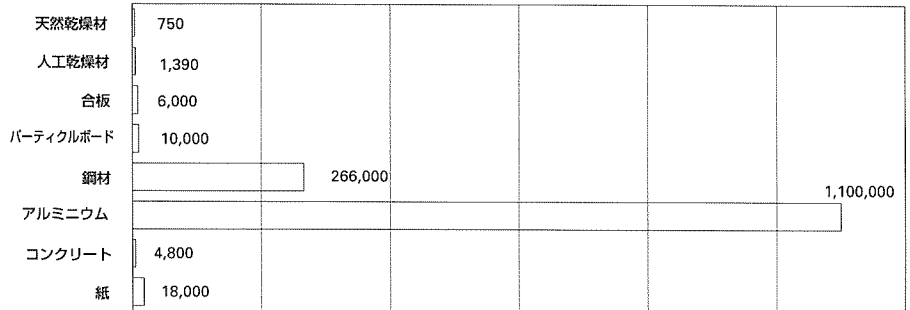
地球の温暖化に大きな影響を与えているのは大気中の二酸化炭素濃度の増加です。人工的に大気中の二酸化炭素を減少させることは、現実的に不可能と言えます。大気中の二酸化炭素を吸収するには、植物の光合成能力に頼るしかありません。

森林は二酸化炭素を吸収して成長していきます。しかし、成長期を終えた森林は、もうそれ以上二酸化炭素を蓄える能力はありません。さらに大気中の二酸化炭素を吸収させるには、その木を伐って利用し、新しい木を植える必要があります。そうすることで、木はその吸収した二酸化炭素を、再び大気中に戻すことなく炭素として固定化しておきます。即ち木は、木材となっても二酸化炭素のタンクであり続けるのです。

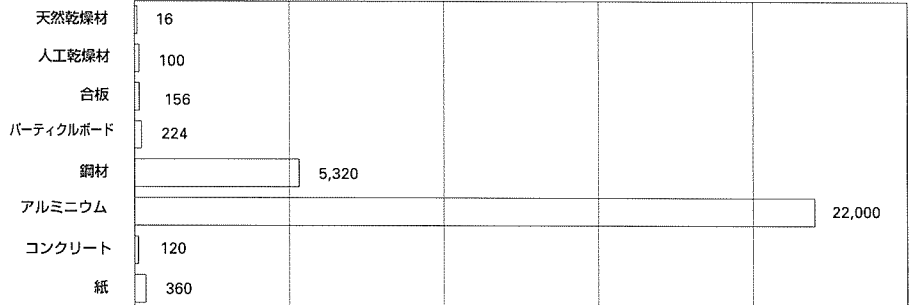
木材は、二酸化炭素を保持しておくことのほか、他の素材に比べて加工のためのエネルギー消費が少なく、済むという特徴があります。右表を見ても分かる通り、木材は鋼材やアルミニウムに比べて、製造時の消費エネルギーと炭素放出量がけた違いに少ないのです。また、試算によれば、木製サッシをつくるのに要するエネルギーは、アルミサッシをつくるのに要するエネルギーのわずか30分の1です。同様に、木製フラッシュドアは鉄製ドアの127分の1、足場丸太は鋼管足場の8分の1です。また、構造別に建物を建てるのに要するエネルギーから、炭素の放出量を計算すると、木造は他の構造の半分から4分の3になります。木材をエコマテリアルと言うようになったのは、このふたつの特徴に注目しているからです。環境に優しく、人間に優しい建築材料として、木材の上手な使い方を考えることは、私達にとって大きな課題なのです。

■各種材料の製造時の消費エネルギーおよび炭素放出量

各種材料を製造する際の消費エネルギー（単位：MJ/m<sup>2</sup>）

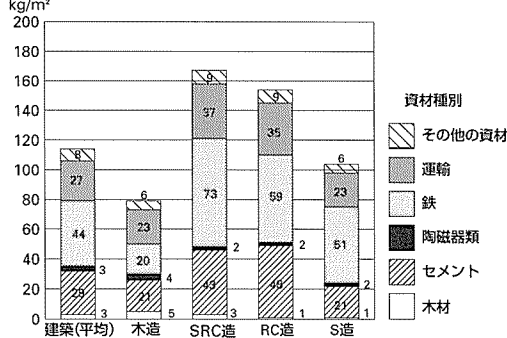


製造時の炭素放出量（単位：kg/m<sup>2</sup>）



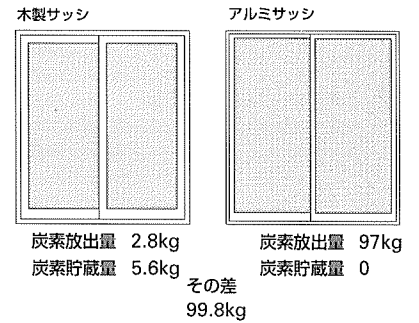
出典：地球温暖化防止行動としての木材利用の促進

■床面積1m<sup>2</sup>あたりの炭素放出量（炭素固定量を0とした場合）



出典：エコマテリアルとしての木材

■木製サッシはアルミサッシより環境を汚染しない



## 都市はもう一つの森林

### ■木造住宅の炭素ストック量

われわれは生活の中で、年間どのくらいの炭素を出しているでしょうか。

炭素量で計算して、日本全体では、大体3億トと考えられます。その中の民生部分が1億ト弱、産業部門で1億5千万トほどです。日本の国土の3分の2の森林が吸ってくれている炭素が約5400万ト。しかしこれでは全然追いつきません。それほどわれわれはエネルギーを使用し、二酸化炭素を放出しているのです。木を伐らなければならないということではなく、いかに産業部門や生活上で消費しているエネルギーを節約していくかが問題なのです。

日本の都市には、木造住宅が連なっています。これを私は森林と見ています。森林を都市に移してきているものが見ることが出来るのです。

もちろん家屋の材料となっている木材は炭素を吸ってはくれませんが、しかし、燃やしてしまわない限り、炭素を貯えているわけです。

生きている森林でも、炭素をあまり固定しないものがあります。いわゆる極相状態にある天然林がそれです。材として太ってこないのですから、夜に二酸化炭素を出し、昼に太陽に当たって酸素を出すという収支決算はゼロです。都市の家並みの木材は、この極相林と同じ状態にあるということです。プラスマイナスはゼロだけれど、炭素を貯えている。つまりそれ自体で環境保全の意味があるのです。(有馬孝禮「エコマテリアルとしての木」より)

### ■カスケード利用の促進

言い換えれば、森林資源を保護しつつ活用し、木材として都市にもうひとつの森林を形成し、維持することによって、炭素の保存庫として生き永らえさせることが重要です。木造住宅は設計、施工、特に維持管理を配慮することで、人工林の成長に見合うように耐用年数をもたせることは十分可能です。

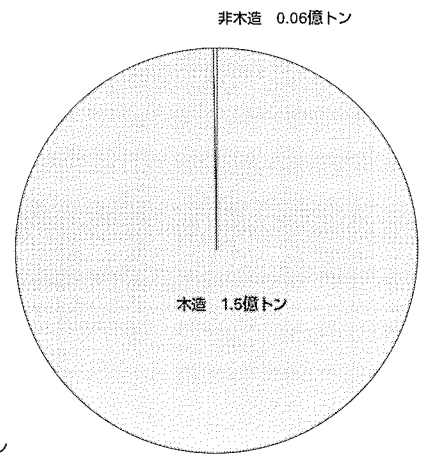
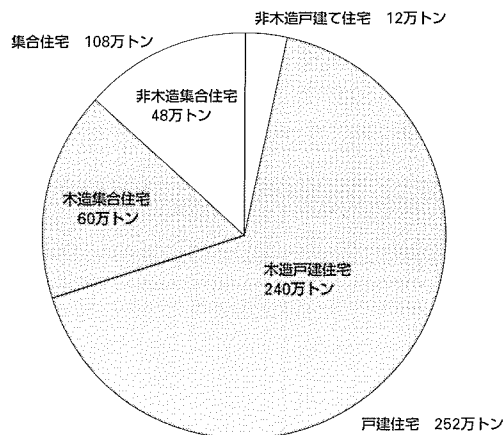
また木材は、比較的リサイクルの容易な資源です。すなわち、木質系ボードとなって再び建築物や家具に戻るものや、紙やパルプ、セルロース資源として、そして燃料、飼料となり、最後は二酸化炭素として大気に戻るといったカスケード型の利用が可能な資材・資源です。私達は、この木の恵みを十分に活用する責務を負っているのです。



### ■木造住宅の炭素ストック量

年間炭素ストック量 360万トン

現在住宅に木材でストックされている 炭素量 約1.5億トン



条件：年間新設住宅着工数 150万戸/年

●戸建住宅	40%	うち 木造 80% (48万戸)
		非木造 20% (12万戸)
●集合住宅	60%	うち 木造 20% (18万戸)
		非木造 80% (72万戸)
●平均床面積	戸建住宅 100m <sup>2</sup>	
	集合住宅 67m <sup>2</sup>	
●木材使用量	木造 0.2m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
	非木造 0.04m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
●木材比重	0.5	
●木材中の炭素比率	0.5	

条件：現在の住宅戸数 3800万戸

●うち 木造	75%
●非木造	25%
●平均床面積	木造 100m <sup>2</sup>
	非木造 67m <sup>2</sup>
●木材使用量	木造 0.2m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
	非木造 0.04m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
●木材比重	0.5
●木材中の炭素比率	0.5

出典：エコマテリアルとしての木材 有馬

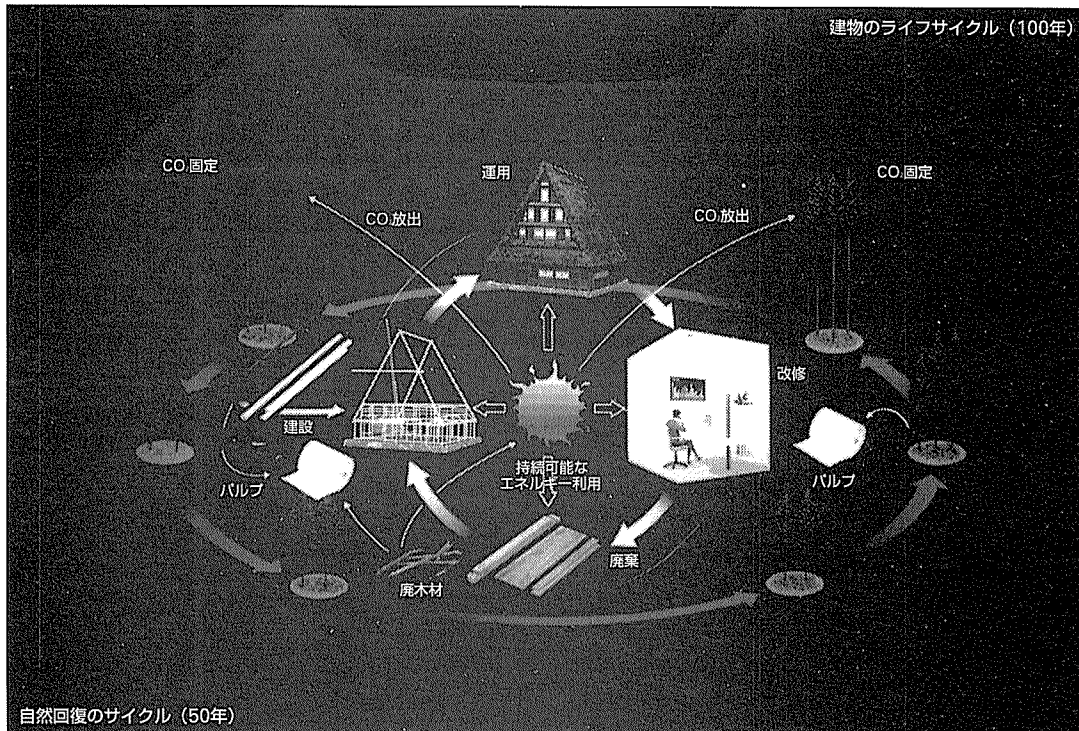
# 木の建築の復活による 共創の時代

# 木と建築

かつて、わが国では木と共に生活してきた共存の時代から、近代文明を押し進める中で、人間の存在を全面に押し出さず反省を含めて、最近「共存」に変わって「共生」と言う言葉を使うようになってきました。しかし、「共生」のもつニュアンスは、人間と他の生物ができるだけあそばさず生きる、環境に対して人間が大きな負荷を与えないようにすると言った、やや消極的な感じがしないでもありません。もちろんこのことは大切なのですが、現在から未来にかけては、木や自然環境と人間との関係はもとより、それ以上にさまざまなシステムがつながり合い、支え合う、さらに上位のシステムを創り出す発想が必要だと思われまます。

とくに今回のテーマである木と建築のテクノロジーを考えると、木にかかわる人々、建築にかかわる者、そして建物を使う者、さまざまな立場の関与者が、こうしたルールを共に構築していくと言った心構えが大切になります。そしてその原点に「木の建築の復活」が位置付くのです。森林の再構築と経営、木造建築の合理的展開、資源のリサイクルによる有効活用、そして地球環境の保全と人間性の回復、一連のシステムを創り出すという考えには「共創」がふさわしいキーワードのように思えます。

■100、50年サイクルの提案



資料提供：(株)日建設計  
伊香賀俊治ほか「1993年米国家建築家協会主催アイデアコンペ応募作品の一部」  
イラストレーター 黒木博

## 2.建築作品紹介コーナー

# 清和文楽館

設計／石井和紘建築研究所

## 作品展示

### 木同士の重り合いによる空間

斗供に代表される奈良の社寺の木構造の仕組を暗示させる、特徴ある架構によって三つの棟が構成されている。木の重ね合いによる架構は、木の持つ生命力とも相まって、他の架構にはないダイナミックな小宇宙をつくり出している。

所在地——熊本県上益城郡清和村大字大平原口 152

竣工——1992年

施主——清和村

設計——石井和紘建築研究所

構造設計——浜守津構造設計室

施工——日動工務店

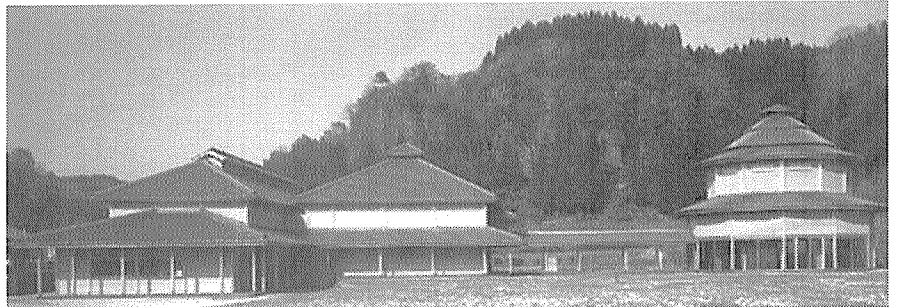
構造——木造 2階建て

建築面積——856m<sup>2</sup>

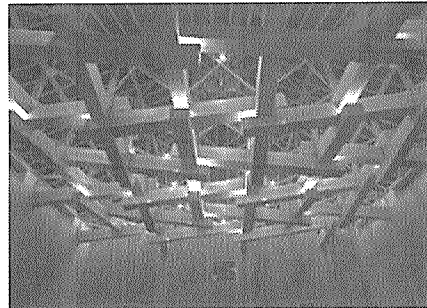
延床面積——781m<sup>2</sup>

主な使用木材

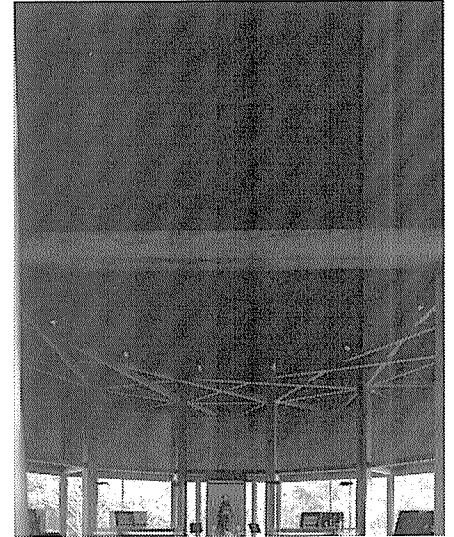
樹種——スギ マツ他



西側全景



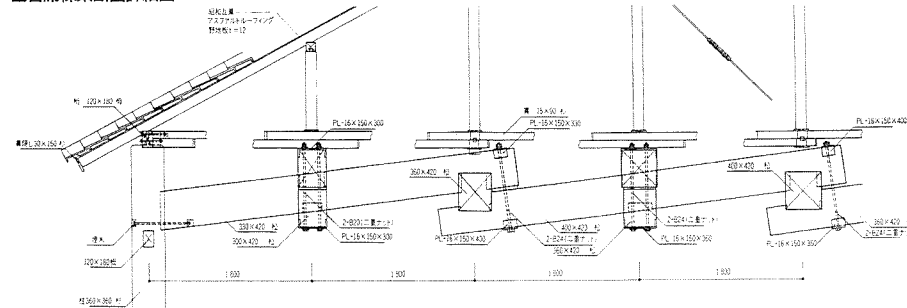
客席棟天井



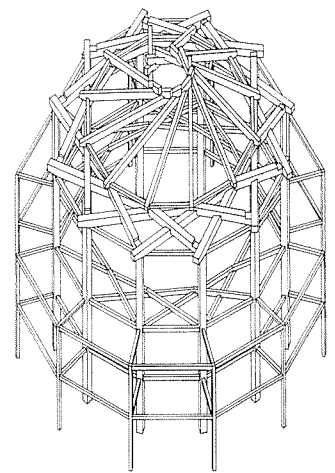
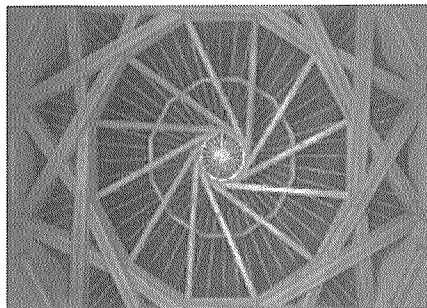
展示室内観

■架構システム

■客席棟梁断面詳細図



展示室天井



# 置戸営林署庁舎

作品展示

設計／黒川哲郎+デザインリーグ

## 無機質に覆われた有機体の の架構

北海道の代表的針葉樹であるエゾマツとトドマツの逞しさと、おおらかさを大切に、自然の精気と現代技術の生気を受けた構造体は、それを包みこむ硬質な外皮と相まって、自然に囲まれた街の子供達に、夢のある未来を予感させる。

所在地——北海道常呂郡置戸町398-1

竣工——1993年

施主——北見営林支局

設計——黒川哲郎+デザインリーグ

構造設計——浜宇津構造設計室

施工——箱崎

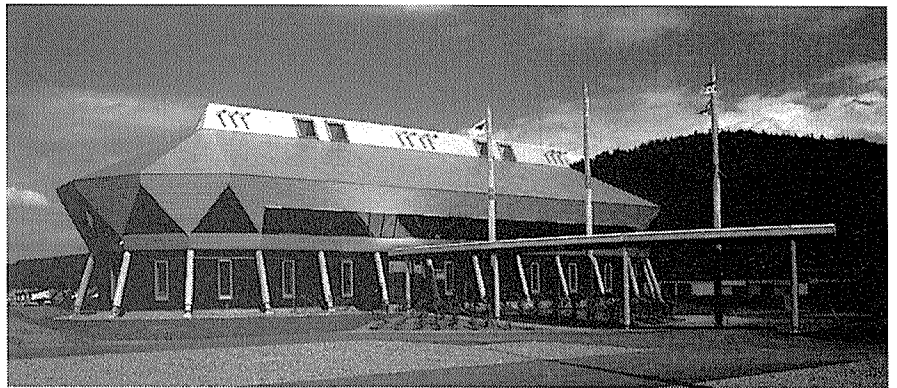
構造——集成材ジョイントを用いた丸太立体トラス構造

建築面積——369m<sup>2</sup>

延床面積——599m<sup>2</sup>

主な使用木材

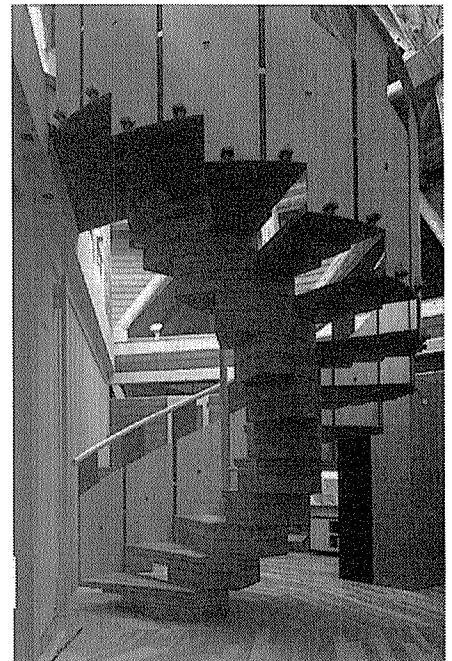
樹種——トドマツ エゾマツ



西側全景

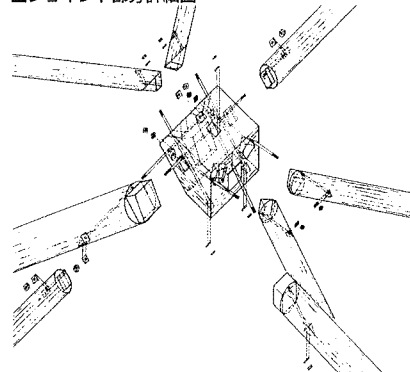


内観

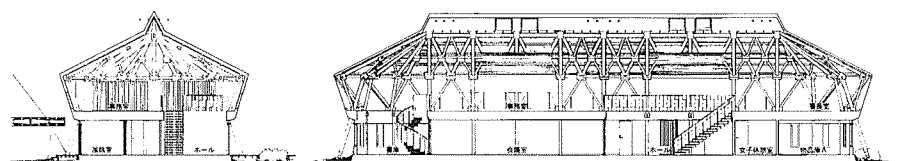


廻り階段

■ジョイント部分詳細図



■断面図



# 秋田県大館地区多目的ドーム〈仮称〉

作品展示

設計／伊東豊雄建築設計事務所・竹中工務店

## 周辺の自然に溶け合う 柔らかいシルエット

秋田の厳しい自然が生み出したスギの屋根架構と、透光性の高い膜材を用いた柔らかいシルエットを持つこのドームは、周辺を取り巻く恵まれた自然環境に溶け合う外観と透明感のある内部空間を有するものである。

所在地 — 秋田県大館市上代野

竣工予定 — 1997年

施主 — 秋田県

設計 — 伊東豊雄建築設計事務所

竹中工務店

構造 — 屋根 大断面集成材による2方向アーチトラス

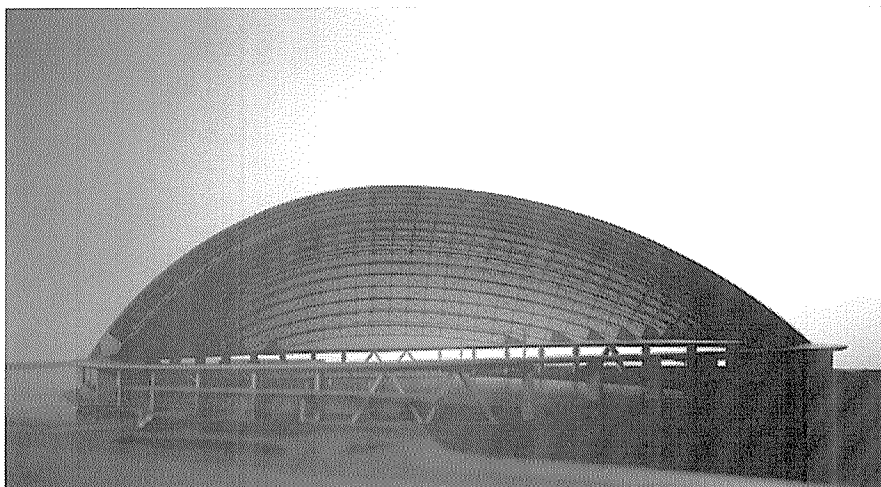
下部 RC造

建築面積 — 22,000m<sup>2</sup>

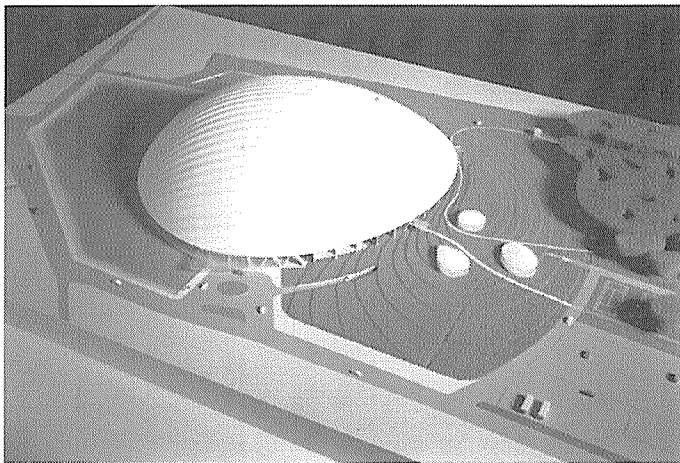
延床面積 — 24,400m<sup>2</sup>

主な使用木材

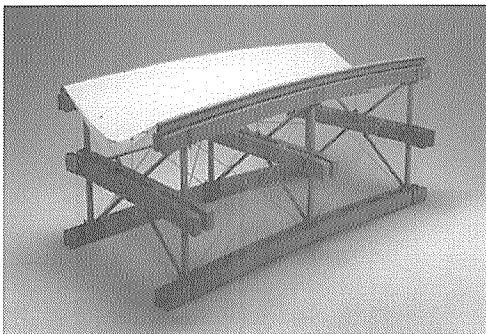
樹種 — スギ



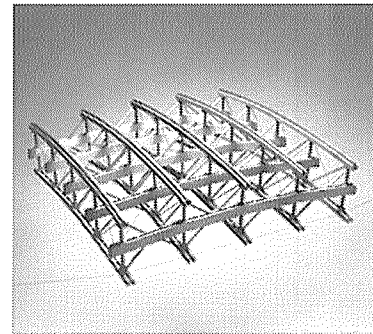
断面模型



全景（模型）



屋根トラス（模型）



屋根トラス（模型）

# 長野スピードスケート会場

作品展示

設計／久米・鹿島・奥村・日産・飯島・高木設計共同企業体

## 従来のドームイメージから 脱却した画期的な木造吊り 屋根オーバル

1998年長野オリンピックに向けて、世界最大規模の屋内スピードスケートリンクの設計競技が行われ、アルプスの山並みをイメージした構造用大断面集成材による木造吊り屋根が採用されました。

地域に根差しながら世界にアピールしようとする、国際的イベント会場にふさわしいモニュメント性と長野を印象づけるユニークな形態、市民に親しまれる健康スポーツ公園としての景観の創出、木造の美しさと自在さを活かした着想等が高く評価されました。同時に、信州の自然環境にふさわしい庭園づくり、冬季利用を考慮した半地下の駐車場、フレキシブルな可動スタンド、空間容積を抑えた省エネルギー計画、クリーンな自然エネルギーの活用とランニングコストの低減、オリンピック開催後はコミュニティの核施設となるよう総合的なきめ細かい配慮が評価されています。

所在地 — 長野県長野市朝陽・大豆島

竣工予定 — 1996年11月

施工 — 長野市

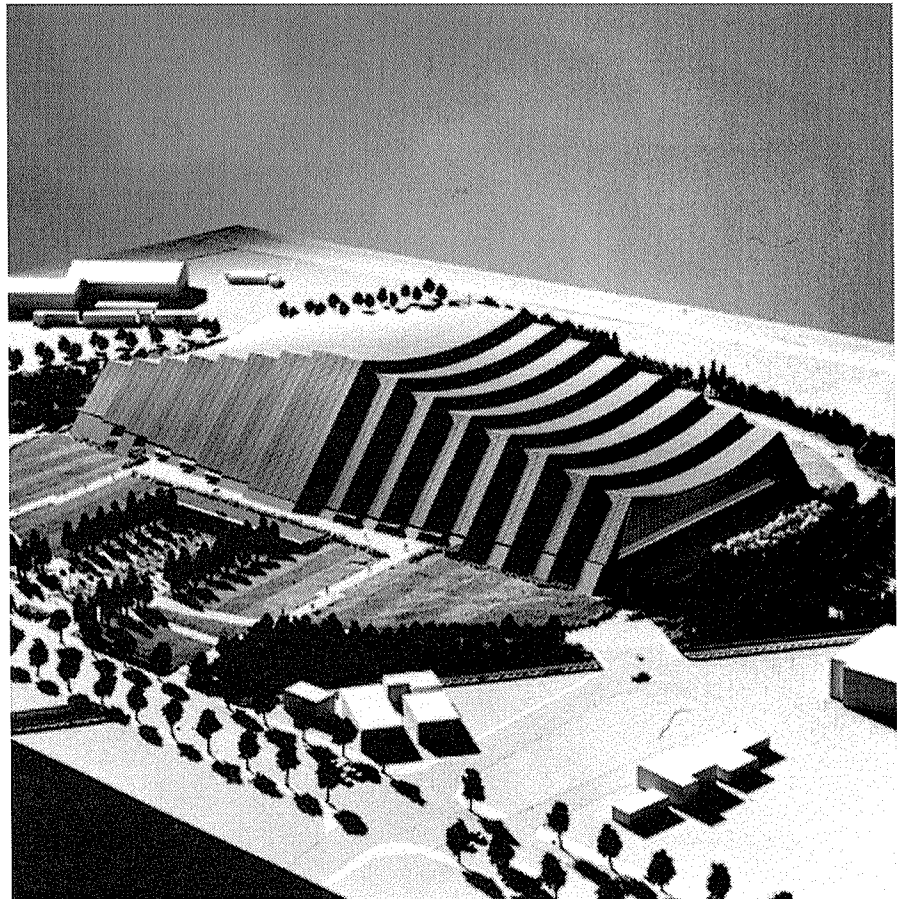
設計 — 久米・鹿島・奥村・日産・飯島・高木JV

構造 — 下部：RC造

屋根：大断面構造用集成材による半剛性吊り構造

建築面積 — 31,368m<sup>2</sup>

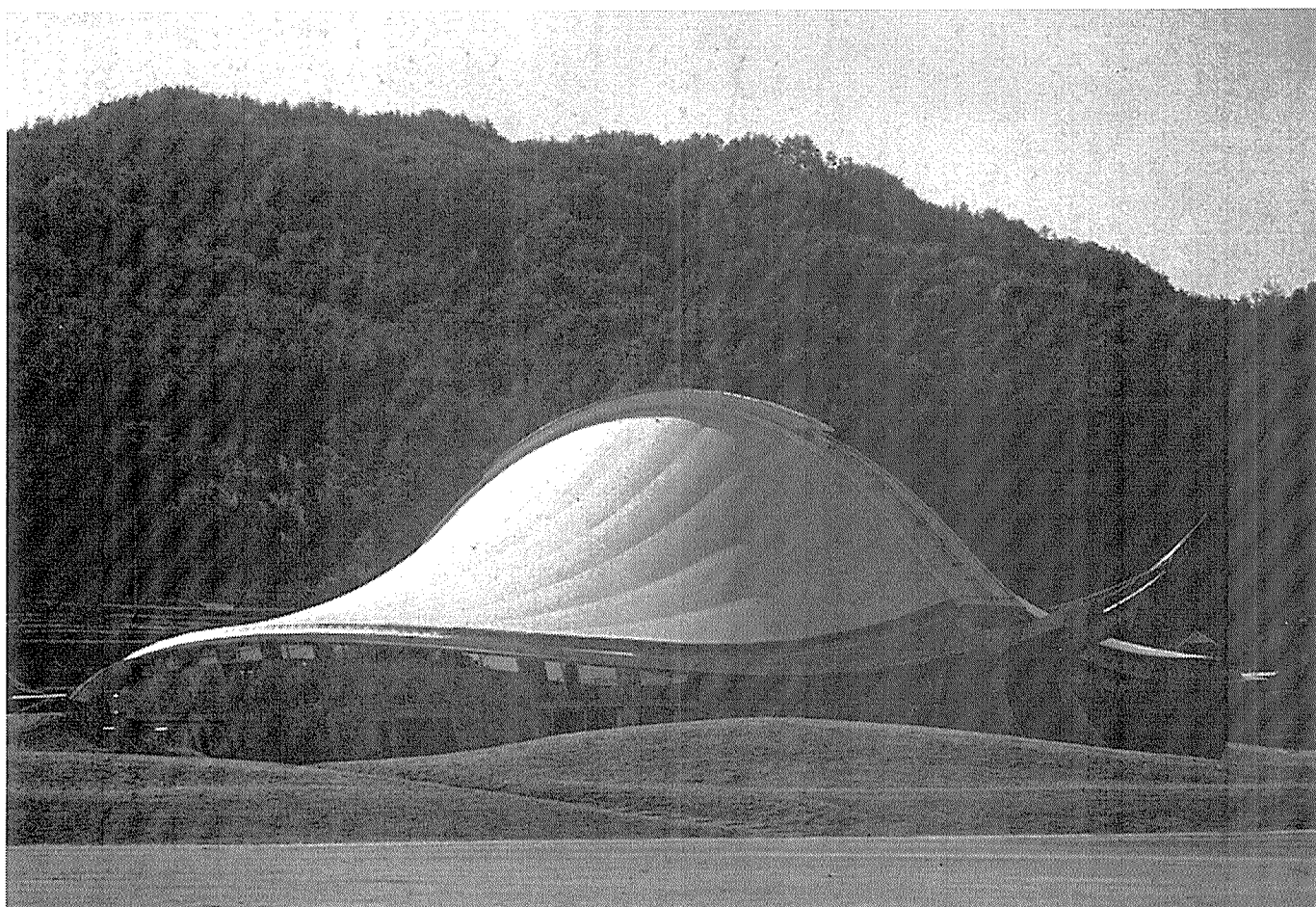
延床面積 — 69,300m<sup>2</sup>



# 白竜ドーム

設計/竹中工務店

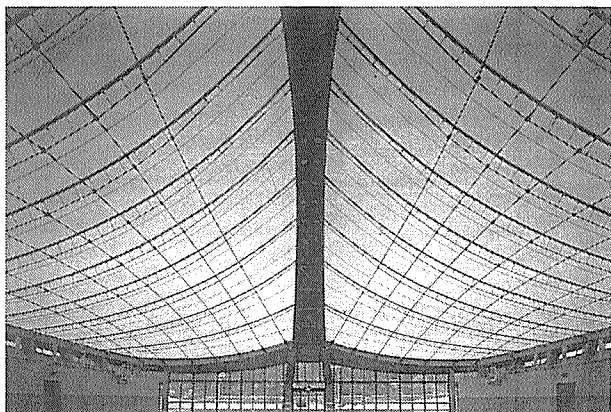
作品展示



北東側外観

自然に恵まれた地域性を生かしたさわやかなアリーナを創り出すために、やわらかな光を注ぐ膜屋根と、暖かい質感の集成材アーチ3次曲面を軽やかに描くケーブルネットによる「集成材ケーブル膜構造」を考え出した。膜の接合は、吊りケーブル上部で膜を室内に挟み込み、膜の表面は止水目的のあて布を溶着することにより、なめらかな曲線を一枚の膜で覆っているように表現した。集成材のジョイントはその質感をそこなわれないように、金物を用いない「ビックフィンガージョイント」構法を日本ではじめて採用した。この構法はノコギリ刃状の加工面を現場で接合するもので、接合効率に優れ、金物の錆・結露対策が不要となった。白竜湖畔の緑の中で、天に昇る白竜のイメージそのままに飛躍する姿と、自然に開放された躍動感あふれるスポーツ空間を、技術とデザインの融合によってつくり出せたと考えている。

設計・施工/竹中工務店  
用途/体育館  
構造/RC造、木造  
規模/地上2階  
建築面積/2,620m<sup>2</sup>  
延床面積/2,911m<sup>2</sup>  
所在/広島県賀茂郡大和町



アリーナ内部



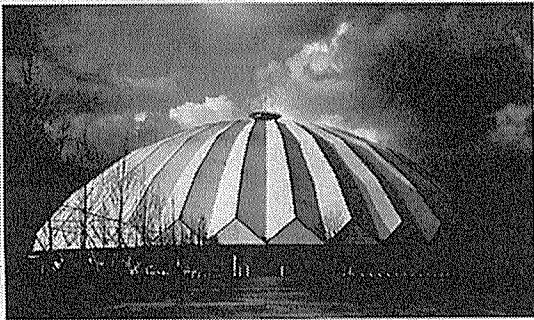
# 出雲ドーム

## 作品展示

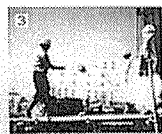
設計 / 鹿島建設

### 出雲ドームができるまで

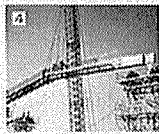
How IZUMO DOME was built



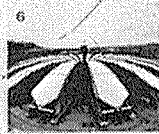
**1** 1990年10月19日 着工  
**1991年10月29日 基礎材加工**  
 ドームとなる基礎材は、ドームの中心を軸とした、放射状の放射状の基礎材を、既設の土壌の強度を十分に考慮して、掘削・コンクリート打設を繰り返して、1700トン程度の重量を有する大規模な基礎材を完成させた。



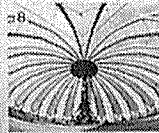
**2** 1991年11月24日 1階基礎の完成  
 基礎材の完成後、1階基礎の完成。安全にも配慮して、作業を進めました。



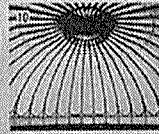
**3** 1991年11月24日 2階基礎の完成  
 2階基礎の完成後、2階基礎の完成。安全にも配慮して、作業を進めました。



**4** 1991年11月24日 3階基礎の完成  
 3階基礎の完成後、3階基礎の完成。安全にも配慮して、作業を進めました。



**5** 1991年11月24日 4階基礎の完成  
 4階基礎の完成後、4階基礎の完成。安全にも配慮して、作業を進めました。

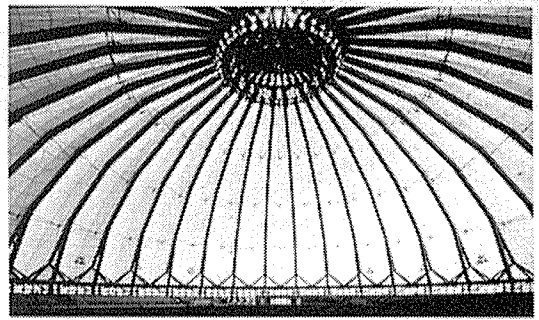


**6** 1991年11月24日 5階基礎の完成  
 5階基礎の完成後、5階基礎の完成。安全にも配慮して、作業を進めました。



### 出雲ドームの特徴について

Characteristics of IZUMO DOME



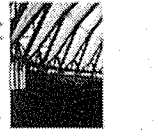
**日本人の目に映りかける、木造りの情緒と文化。**  
 ドームの構造は、木造りの情緒と文化を表現しています。放射状の放射状の構造は、木造りの情緒と文化を表現しています。

**一層層が明るさ、開放感を演出する構造。**  
 ドームの構造は、一層層が明るさ、開放感を演出する構造です。放射状の放射状の構造は、一層層が明るさ、開放感を演出する構造です。



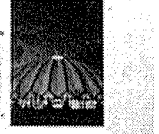
**風と嵐からドームを守る「パンチ力」。**  
 ドームの構造は、風と嵐からドームを守る「パンチ力」を持っています。放射状の放射状の構造は、風と嵐からドームを守る「パンチ力」を持っています。

**揺れみやすく、瞬間の急激な移動を抑制する構造。**  
 ドームの構造は、揺れみやすく、瞬間の急激な移動を抑制する構造です。放射状の放射状の構造は、揺れみやすく、瞬間の急激な移動を抑制する構造です。



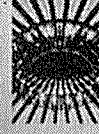
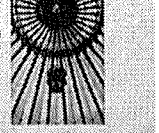
**空間の開放感を与える大型ジャロジー。**  
 ドームの構造は、空間の開放感を与える大型ジャロジーを持っています。放射状の放射状の構造は、空間の開放感を与える大型ジャロジーを持っています。

**快適性を確保する換気システム。**  
 ドームの構造は、快適性を確保する換気システムを持っています。放射状の放射状の構造は、快適性を確保する換気システムを持っています。



**音響明瞭度を向上させる放射状スピーカー。**  
 ドームの構造は、音響明瞭度を向上させる放射状スピーカーを持っています。放射状の放射状の構造は、音響明瞭度を向上させる放射状スピーカーを持っています。

**遮音性を確保する天井式スピーカー。**  
 ドームの構造は、遮音性を確保する天井式スピーカーを持っています。放射状の放射状の構造は、遮音性を確保する天井式スピーカーを持っています。



**スポーツ機能も備えた、照明システム。**  
 ドームの構造は、スポーツ機能も備えた、照明システムを持っています。放射状の放射状の構造は、スポーツ機能も備えた、照明システムを持っています。

**万全な安全性を確保する独自の防災システム。**  
 ドームの構造は、万全な安全性を確保する独自の防災システムを持っています。放射状の放射状の構造は、万全な安全性を確保する独自の防災システムを持っています。



# やまびこドーム

作品展示

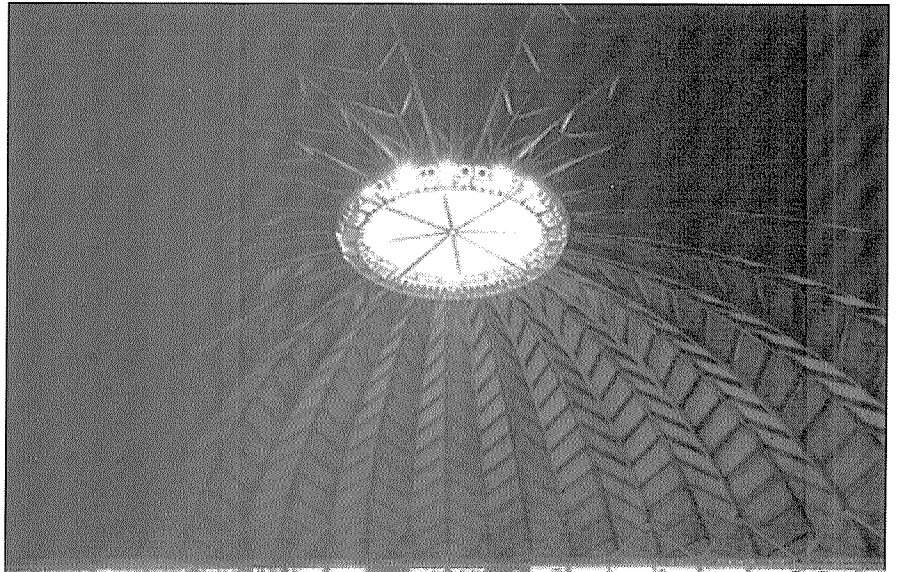
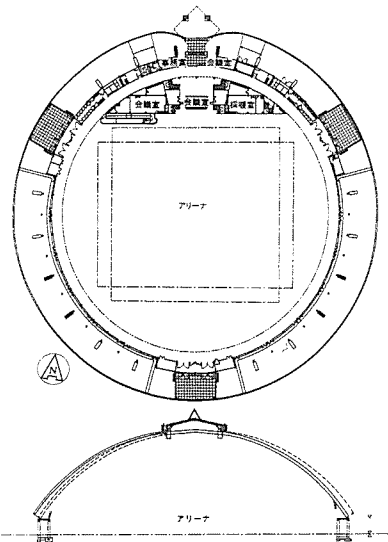
設計/斎藤木材工業・KAJIMA DESIGN JV

## アルプスの山並に浮かぶ 軽快なドーム

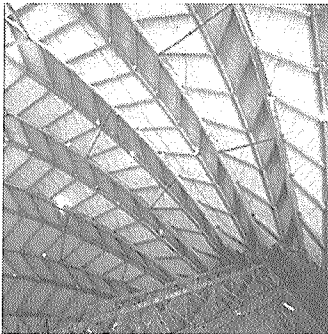
ステンレスの外皮に覆われたドームが、アルプスの山並と松本盆地の景観に映える軽快なデザイン。内部は、中央リングの大きなトップライトと、木の葉や松本手鞠を連想させる杉綾状に配された小梁が印象的。

所在地——長野県松本市大字今井松本平広域公園緑地  
竣工——1993年  
施主——長野県  
設計——斎藤木材工業・KAJIMA DESIGN JV  
施工——鹿島建設・斎藤木材工業 JV  
構造——大断面構造用集成材によるドーム構造  
建築面積——9881m<sup>2</sup>  
延床面積——10081m<sup>2</sup>  
主な使用木材  
樹種——カラマツ

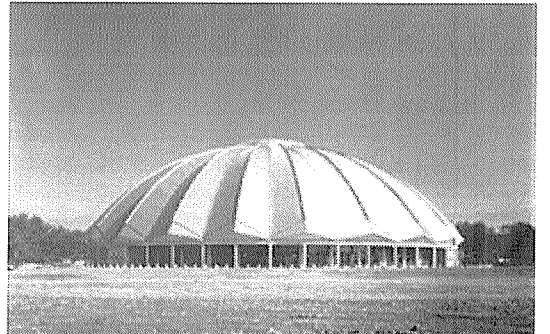
■1F平面図・断面図



内観

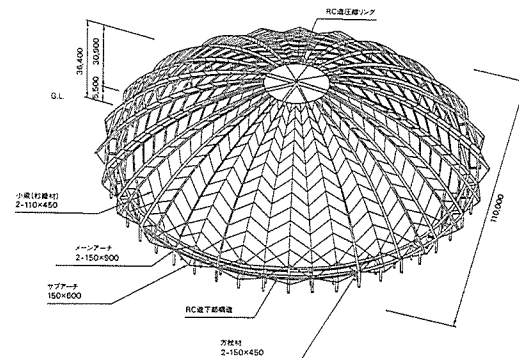


内観



外観

■構造概要図



# 森林総合活性化センター

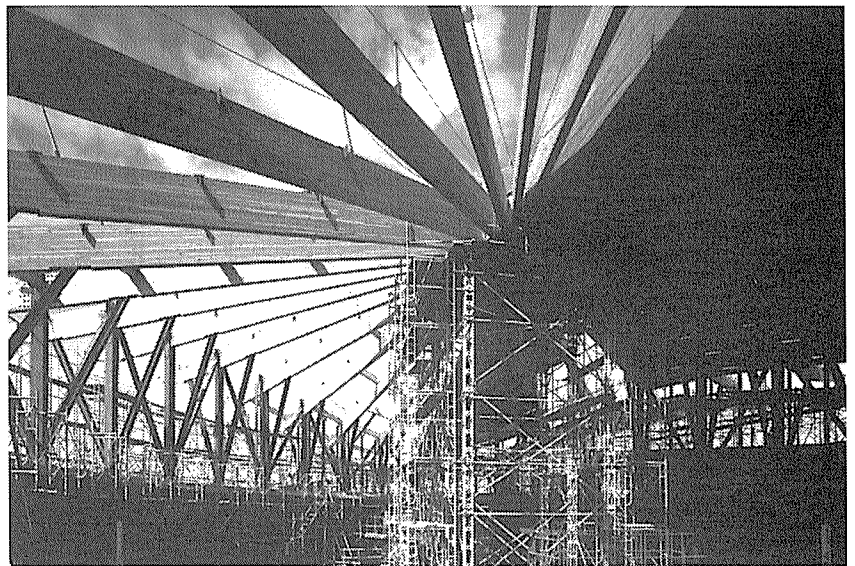
作品展示

設計 / 藤居設計事務所

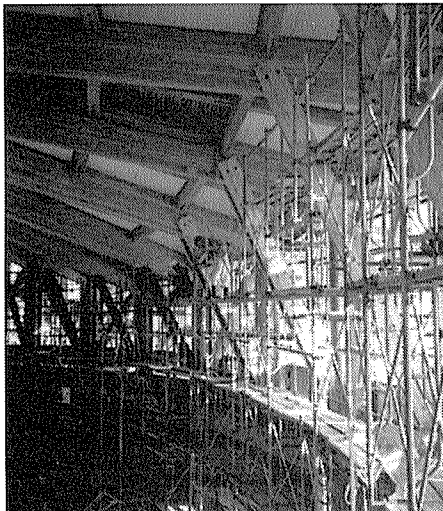
## 山林と都市とのふれあいを活性化する多目的施設

九州最南端の佐多町に、木材への理解を拡大し、山村と都市の交流を深める拠点として計画された施設である。多目的アリーナとして利用されるホールは、大断面集成材による、波のうねりを連想させるダイナミックな架構で覆われ、変化に富んだ内観と高質の音響空間をつくり出している。

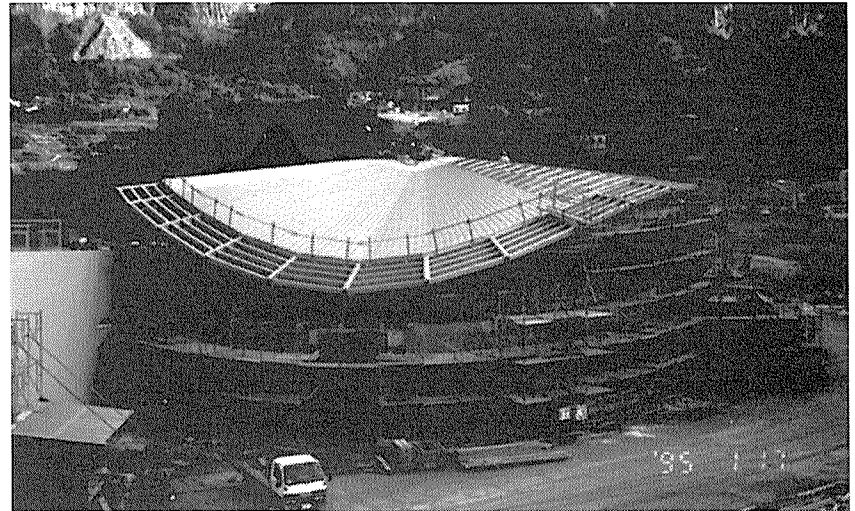
所在地 — 鹿児島県肝属郡佐多町伊座敷3445  
 竣工 — 1995年  
 施主 — 佐多町  
 設計 — 藤居設計事務所  
 原案 — 東京大学坂本研究室 (網野禎昭)  
 施工 — 東急・山佐 特定建設工事共同企業体  
 構造 — 管理棟 RC造一部木造地上2階  
 アリーナ棟 1階/RC造 2階/木構造  
 建築面積 — 2,548㎡  
 延床面積 — 2,697.86㎡  
 主な使用木材  
 樹種 — ペイマツ大断面集成材



建方中の内観

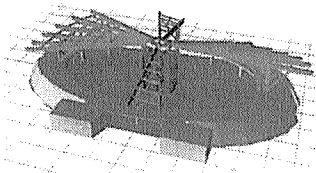


内観

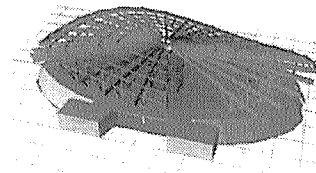


工事中の外観

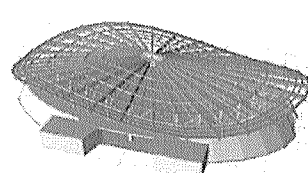
### ■屋根架構の建方プロセス



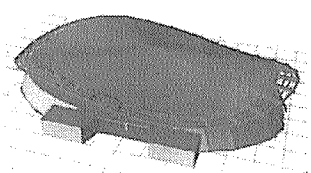
- 1) 柱および方杖 (鉄骨) の地組
- 2) 大梁 (集成材) の地組
- 3) 柱・大梁架設 (軸方向)



- 4) 柱・大梁架設
- 5) 縦ぎ梁・小梁架設
- 6) ルーバー取り付け



- 7) 接合部本締め
- 8) ジャッキダウン
- 9) 仮設支柱撤去



- 10) 屋根コンクリート打設
- 11) ステンレス・シート防水

# 小国中学校屋内運動場

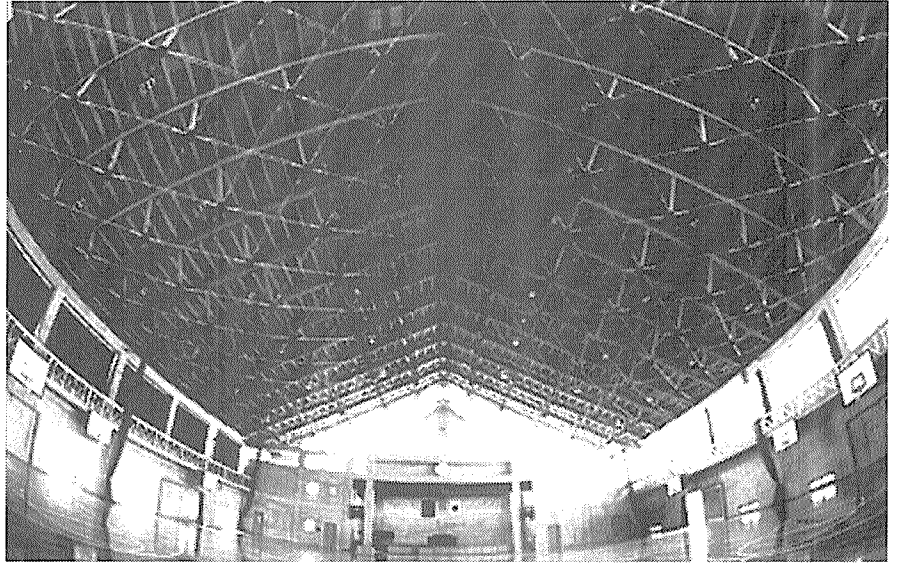
木島安史+YAS都市研究所/計画・環境建築

## 木による平行弦立体トラス

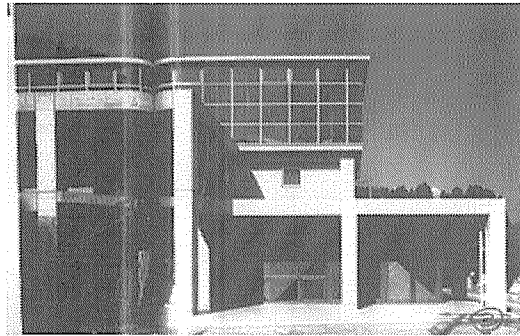
伝統的なはさみ梁の手法を基本に構造応力度の合理性とドームを内包する空間性を融合させた、フィレンディール風の木構造。

上下弦材と束材で組み合わせた立体トラスを45度に振り、鉄筋棒の斜材を挿入し、下弦材を中央に向かって階段状に迫り上げた、平行弦立体トラス。

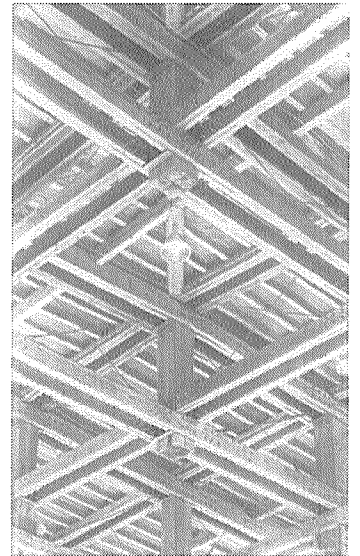
- 所在地 —— 熊本県阿蘇郡小国町大字宮原 200
- 竣工 —— 1993年
- 施主 —— 小国町
- 設計 —— 木島安史+YAS都市研究所/計画・環境建築
- 構造設計 —— 中田捷夫研究室 草場建築構造計画
- 施工 —— 橋本建設
- 構造 —— 木質平行弦立体トラス
- 建築面積 —— 1,358m<sup>2</sup>
- 延床面積 —— 1,605m<sup>2</sup>
- 主な使用木材
- 樹種 —— スギ



体育館内観

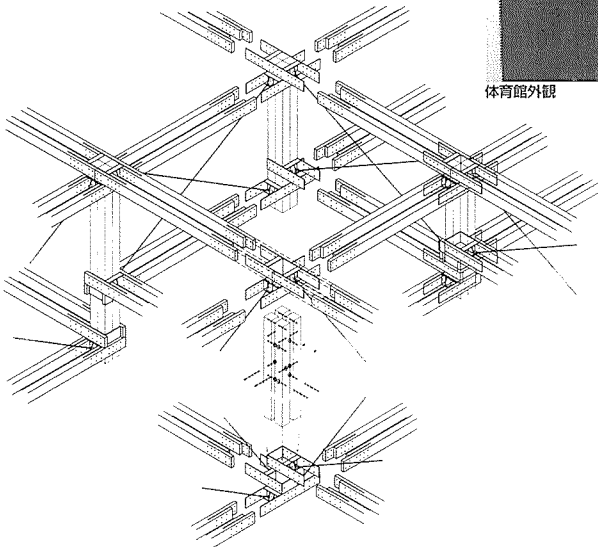


体育館外観

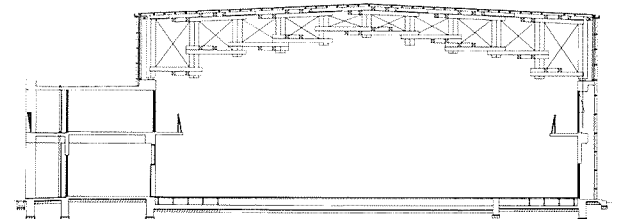


天井架構

■ 架構成図



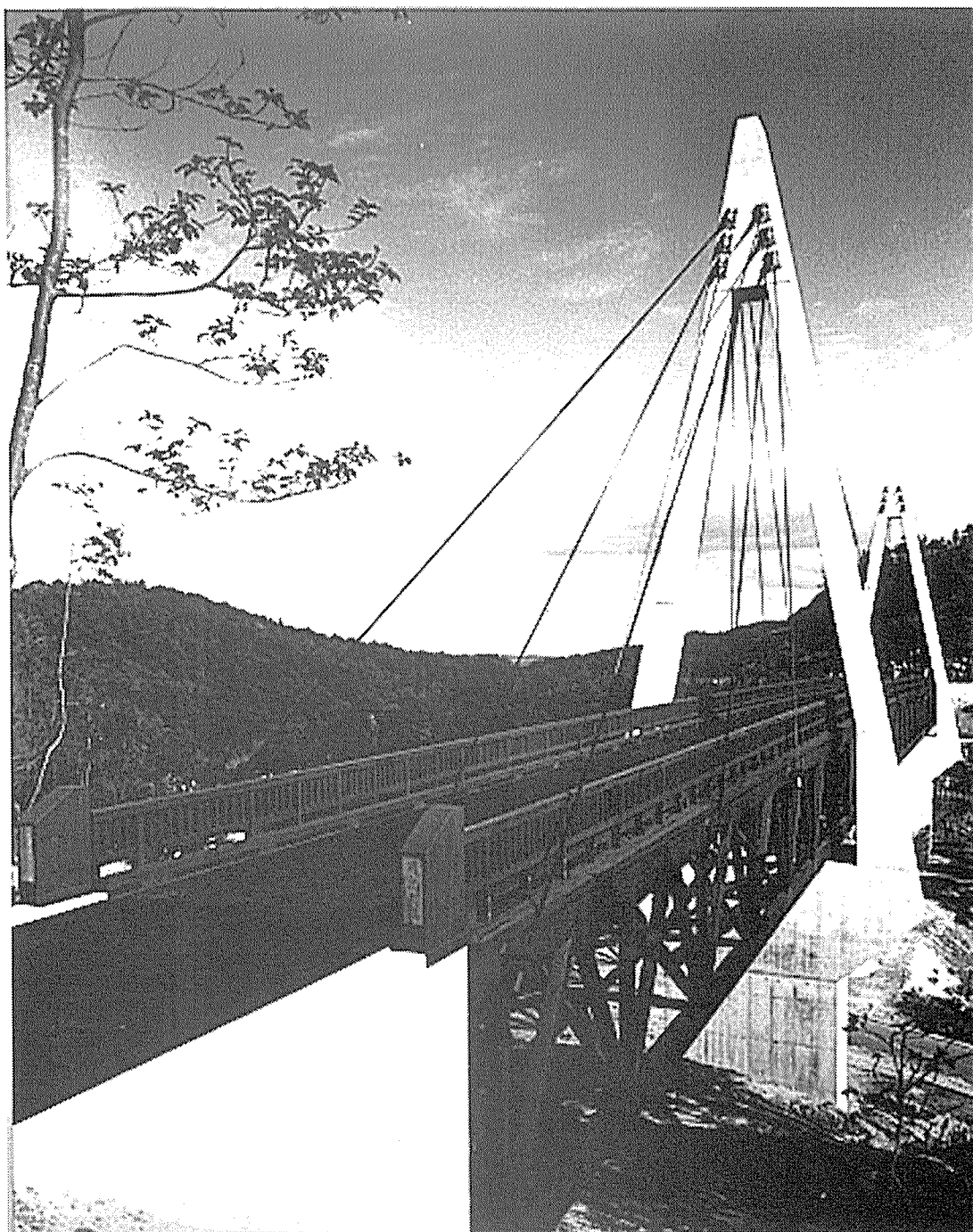
■ 断面図



# 用倉大橋

設計/広建コンサルタンツ

作品展示



# 帯広営林支局庁舎

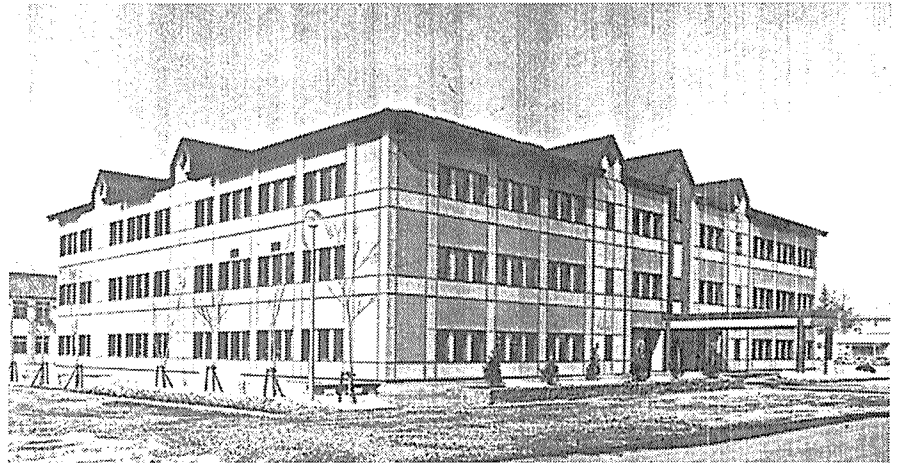
作品展示

設計／石本建築事務所

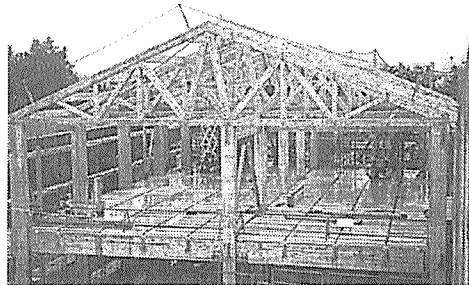
## 国内最大規模の木造建築

旧庁舎の老朽化に伴い、木材の需要拡大を目指す林野庁が大規模木造建築物の啓蒙、普及の契機になるものとして、その建て替えを計画した。  
 新庁舎は本館、別館、車庫棟の3棟から構成されている。このうち本館が、国内最大規模といわれる木造建築物である。本館は建物中央の鉄筋コンクリート造の部分によって、それぞれ延床面積3000㎡以下の木造建物となるよう設計された。ただ、この木造部分は3階建てで、高さが13mを超え、防火壁による区画がない。このため、安全性についての検討を行い（財）日本建築センターの評定を受け、建築基準法第38条の規定に基づく建設大臣認定を得た。このようなことから、構造や防火上の安全性の確保、建物の維持管理へのさまざまな配慮が設計上の大きな特徴となっている。

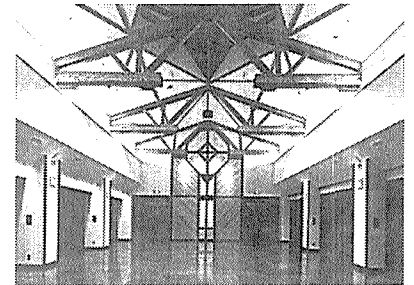
所在地——北海道帯広市東8条南13丁目  
 竣工——1992年  
 施主——林野庁  
 設計——石本建築事務所  
 施工——清水・宮坂建設工事共同企業体  
 構造——木造（一部RC造、本館）  
 建築面積——1,460㎡（本館）  
 延床面積——4,045㎡  
 主な使用木材  
 樹種——エゾマツ、トドマツ



外観

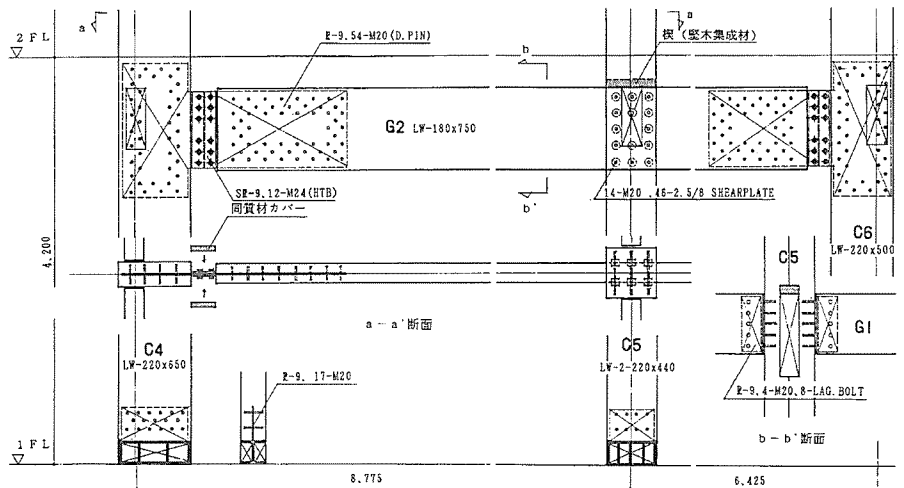


軸組建方状況



別館2階会議室

### ■接合部詳細図



# よみうりランド・ホワイトキャニオン

作品展示

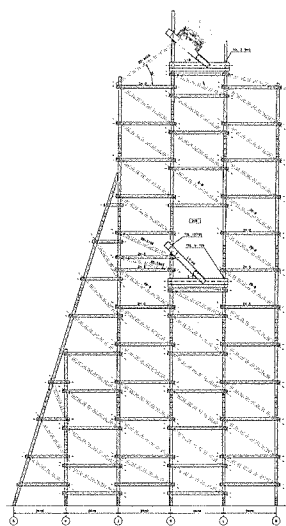
設計 / 清瀬建築設計事務所 他

## 自然曲線を持つ建築的 「遊具」

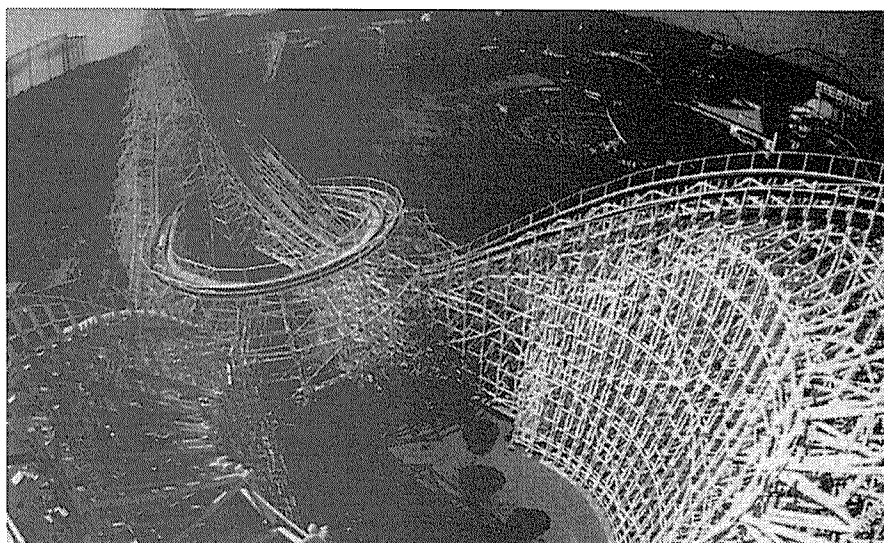
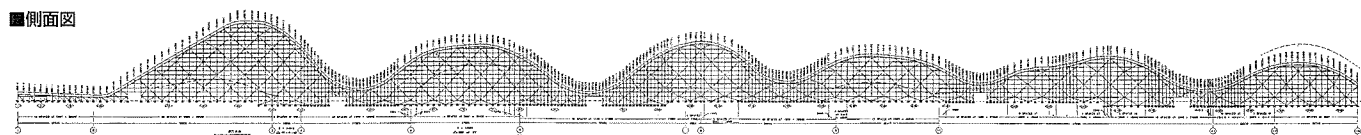
遊具ならではの「技術と造形」遊び心が生み出す美学  
人力で作れる「巨大木造建築物」  
経験工学が解決できる「建築的遊具」  
自由な造形を獲得できる「単純な組立て原理と部材」  
設計と施工と乗る人が、生を共感できる  
「スリルと安全」

所在地 — 東京都稲城市よみうりランド内  
竣工 — 1994年  
施主 — よみうりランド(株)  
設置者 — トーゴ  
設計 — 清瀬建築設計事務所 他  
コース設計 — ジョン・F・ピアース トーゴインターナショナル  
施工 — 大林組横浜支店 日特建設(基礎)  
構造 — 木造トラス構造  
遊具仕様  
高さ — 35m  
全長 — 1100m  
最高速度 — 84.5km/h  
架台仕様  
木材 — 米国産サザン・イエロー・パイン  
ボルト — 15万本使用  
釘 — 90万本使用

### ■軸組図



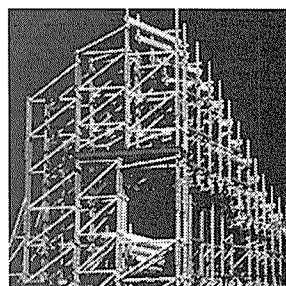
### ■側面図



外観

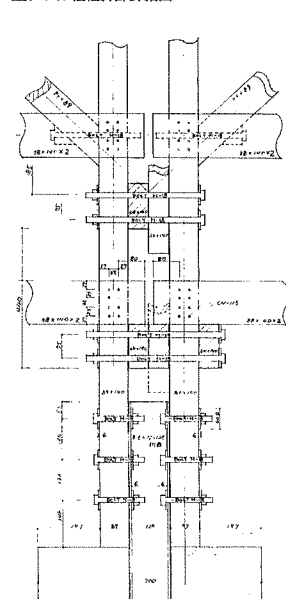


外観

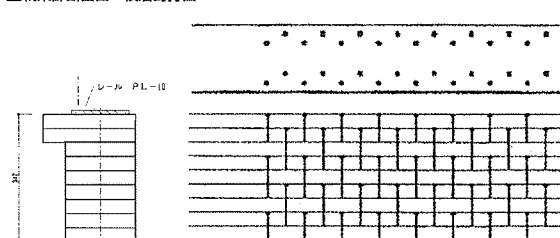


施工中の外観

### ■ダブル柱柱脚部詳細図



### ■軌条部断面図・積層釘打図



# 木造の架構

## 架構技術

1

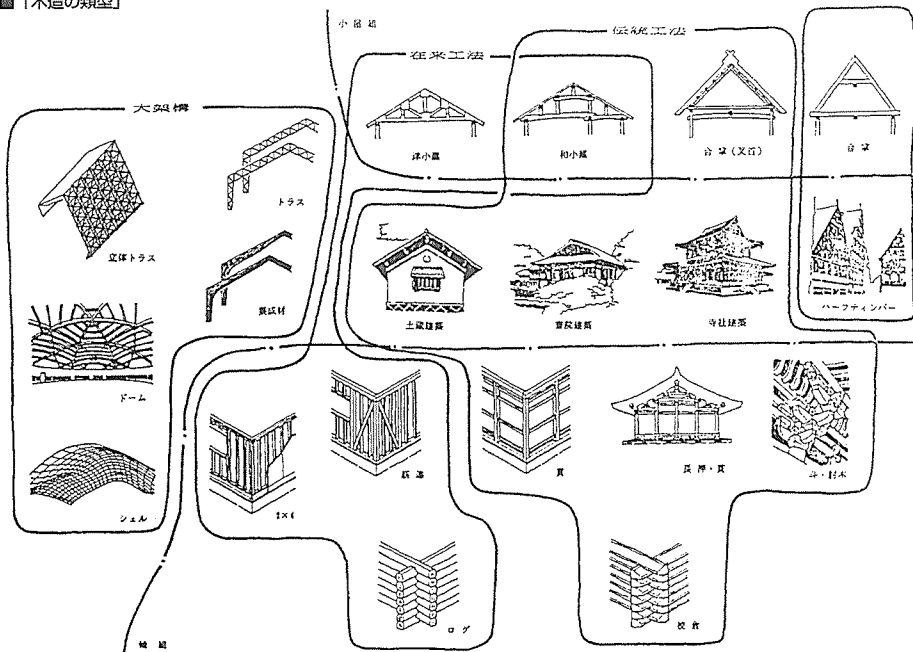
■「木造の類型」

木造の架構は多様です。木材は、人類が手にした最初の建築資材の一つで、長い間、建築の架構の歴史は木造の架構の歴史でした。木造を中心に架構が展開したのは当然のことでした。

日本の住居の原型は竪穴住居だといわれています。それは、扱首組の屋根だけの構造でした。それが、棟木が生まれ、合掌を経て、和小屋へと発達していきました。鎌倉時代以降、日本の軸組は貫構造が主に用いられてきました。その貫構造は、屋根自体でそのスラスト（水平の開き）が処理できるようになって初めて、多様な発達を示しました。一方、もう一つの屋根のスラストの処理法の、パットレスと呼ばれる控え壁は、日本ではあまり普及しませんでした。パットレスと組み合わされた初期のアーチが、鉛直荷重が圧倒的に卓越する地域で有効な技術だったからでしょう。

ところで、日本を中心とした木造の架構は右図のように分類できます。これによると、近年の大型木造建物は、従来の木造建物と重複する部分がありません。それらが伝統的木造建物とは異なった技術で支えられていることを示しています。

今、日本の木造は大空間を求めて、多様な架構を競っています。架構技術展示では、繊細な感性と最新の技術から生まれた、多様で豊かな木造架構の世界を紹介します。



出典：「木材架構の多様性」 内田祥哉

■木質構造の系統化 出典：「木構造の表現と使われ方に関する考察」 栗田 紀之

	集成材アーチ	ヘビー・ティンバー	和風指向型 軸組構法	洋風指向型	立体トラス	ドーム	シェル	丸太(ログ)組構法	壁式構法
モデル化された構成部材									
解放性の尺度	面								
基本型									
基本型の適用例	 太田の郷スポーツガーデン	 手代木フィールドハウス	 大森村歴史民俗資料館	 鶴岡宮林野行舎	 小磯宮林業センター	 安代町田山体育館	 なら・シルクロード博覧会 盛大博覧会場	 あぜくら山荘 石井池・TIME研究所	 サミットハウス 86
発展型	 滝山荘カントリー倶楽部 クラブハウス	 千歳住宅公園センターハウス	 貫構造 扱首の變形としての 傘構造	 洋小屋トラス トラス全体への利用	 スペースフレーム ガラスとのインター フェイス 円形プランへの応用	 切り取られたドーム	 HPシェル	 丸太組+HT構造 巨大化 鉄骨トラス屋根との ハイブリッド	 木造3層建ての先駆け 木3共
	 滝山荘カントリー倶楽部 クラブハウス	 千歳住宅公園センターハウス	 大分市グリーンカルチャーセンター	 盛道学園東洋高等学校校 体育館	 ゆうステーション	 新戸大橋記念公園 マリンドーム	 飯塚タクシーステーション	 北摂三田ウッディタウン ホール	 スーパーハウス



## 横浜市少年自然の家 赤城林間学園

所在地 — 群馬県利根郡昭和村糸井赤城山国有林157-3  
 竣工 — 1988年  
 施主 — 横浜市  
 設計 — 内井昭彦建築設計事務所  
 構造設計 — 青木繁研究室  
 施工 — 佐田建設  
 木工事 — 三井木材工業  
 構造規模 — RC造一部構造用集成材による  
 スリーヒンジアーチ構造建築  
 建築面積 — 1650m<sup>2</sup>  
 延床面積 — 1461m<sup>2</sup>  
 主な使用木材  
 樹種 — ベイマツ大断面集成材

アーチは、石造アーチに代表されるように、部材の長さを越えた大きな空間を作るための基本的な架構法の一つです。

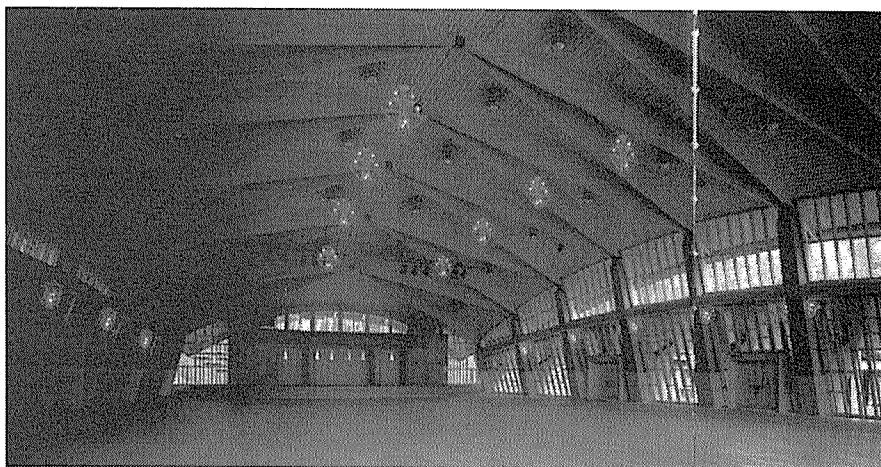
木造のアーチも、初期の単純な3ヒンジアーチ、2ヒンジアーチを経て、複雑な架構へと展開してきました。この建物では3ヒンジのアーチを、単純に相対する部材と組み合わせるのではなく、隣のアーチと三角形に組み合わせることによって、意匠性と同時に屋根面の水平剛性を高めています。

この建物は、横浜市が青少年の野外教育活動の拠点として作った赤城林間学園の、雨天時の活動のための施設です。標高900m、赤城山麓に位置し、文字どおり森に囲まれています。周囲に屋外劇場や野外炊飯場などを配置して、多目的な利用を目指しています。

建物は、「その豊かな森の中で、できるだけ自然の地形を生かし、既存樹木を残し、自然との一体化と連続性を追求して」つくられています。軒を低く抑えながら、内部空間をできるだけ大きく取っています。屋根は集成材の大梁で、鉄筋コンクリートの基部で支えています。この屋根架構をはじめ、床、サッシ、建具、壁、天井に至るまで、一部を除いて木造で作られています。

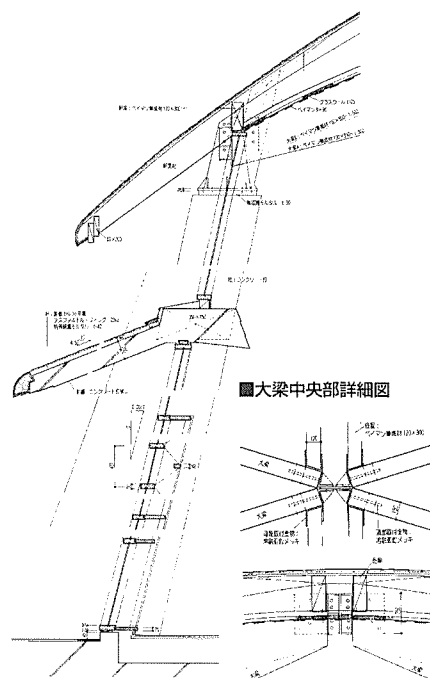
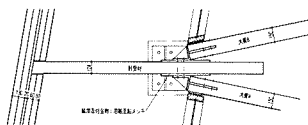
### ■3ヒンジのアーチを三角形に配置

屋根は、3ヒンジアーチを基本として、アーチの連続により屋根の断面形状を変化させています。大梁は、三角形の構面を形成して、その丸みをおびた断面形状と相まって、ダイナミックな空間を生み出しています。梁の丸みは、先端の接合部は軸力で決まる最小限の寸法とし、逆に中央部は大きな断面として、建物の変形を抑えると同時に、木の持つ力強さ・柔らかさを表現しています。

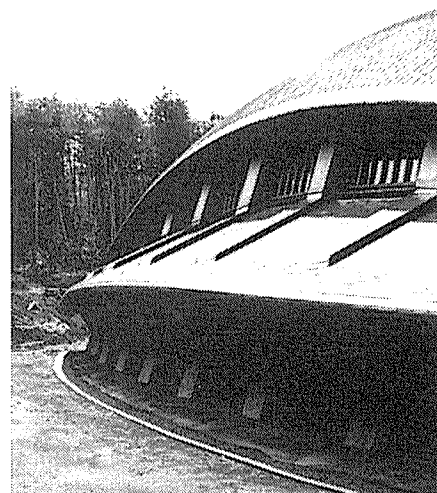


内観

■大梁矩計図・平面詳細図

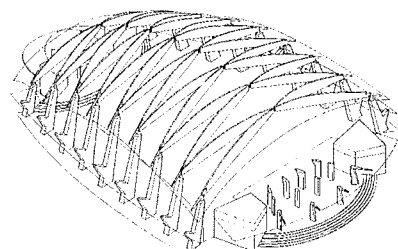


■大梁中央部詳細図



外観

■架構システム



## 洞爺パークホテル・サンパレス(プレイゾーン棟)

所在地 — 北海道有珠郡壮瞥町壮瞥温泉  
 竣工 — 1998年  
 施主 — 唐神観光(株)  
 設計 — 清水建設一級建築士事務所  
 施工 — 清水建設北海道支店  
 構造規模 — 屋根/大断面集成材骨組限構造  
 下部/RC造、一部SRC造1階建て  
 建築面積 — 2,871m<sup>2</sup>  
 延床面積 — 2,992m<sup>2</sup>  
 主な使用木材  
 樹種 — ベイマツ大断面集成材

2ヒンジアーチは建物の変形を抑える点で、3ヒンジアーチよりも有利ですが、一般に架構が単調になりがちです。この建物では、アーチの脚部付近を二股にしました。木材を3次的に接合して、しかもモーメントを伝達するために、巨大なスクリーネジを縦横平行方向に打ち込むなど、新しい技術が取り入れられています。

この建物は、洞爺湖の湖畔に建つリゾートホテルの付属施設で、南国の渚をイメージした温水プールやウォータースライダーなどを有するプレイゾーン棟に、集成材の上屋を架けたものです。

### ■アーチ架構

鉄骨鉄筋コンクリート造の架構上に、スパン48mの集成材のアーチが渡されています。一般に、このような架構では3ヒンジのアーチが用いられることが多いのですが、この建物では支点間にモーメントを伝達する一体のアーチを架け、アーチの端部が二股に分れて三角形を構成する架構をとっています。この三角形部分は、意匠的にはトップライトを取り入れる機能を持っていますが、構造的にはアーチ架構の面外への安定性を確保する役割を果たしています。集成材のアーチは幅24cmせい150cmの湾曲材で、八角形の形状をした鋳物の金物により二股に分れた部分と緊結されています。

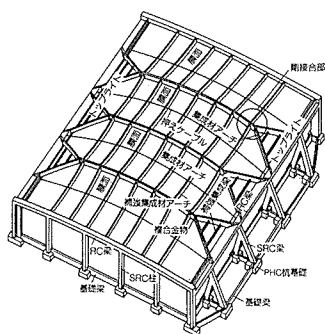
### ■モーメント・ジョイント

一般に、木材を3次的に接合してモーメントを伝達させることは極めて困難ですが、この建物では集成材の木口に直径35mm、長さ1,100mmの特殊スクリーネジを梁の上下端にそれぞれ6本ずつ打ち込み、これを鋳物の金物に緊結することによりモーメントを伝達させる構法を取っています。また、せん断力は鋳物に取り付けた銅板と集成材をボルトで緊結させています。桁行方向には、凹形の湾曲集成材の小梁をアーチに直角に配置して、架構全体を一本化させています。なお、集成材架構上部にはテフロンシートが張られ、プレイゾーン全体に十分な照度を与えています。



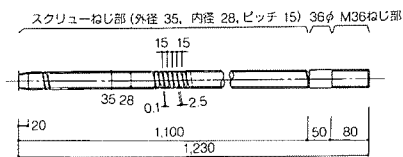
内観

■構法概要図

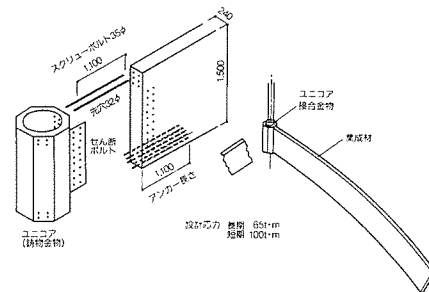


外観

■太径スクリーネジ



■剛接合部の組立図



# 立体トラス

# 架構技術 4

## 小国ドーム

所在地 — 熊本県阿蘇郡小国町大字宮原字宮ノ向214-2  
 竣工 — 1988年  
 施主 — 小国町  
 設計 — 葉デザイン事務所  
 構造設計 — 松井源吾+アトリエ浮来  
 施工 — 橋本建設  
 構造 — RC造2階建  
 屋根：木造立体トラス  
 建築面積 — 2835m<sup>2</sup>  
 延床面積 — 3215m<sup>2</sup>  
 主な使用木材  
 樹種 — スギ

立体トラスは、比較的小径の部材を組み合わせることで大きな空間を作る代表的な架構法です。しかし、何本もの部材が集中する接合部の設計が重要です。一般には鋼製のボールジョイントが用いられます。その接合部は、単に強度だけでなく将来的な部材の交換なども、考慮しておかなければなりません。

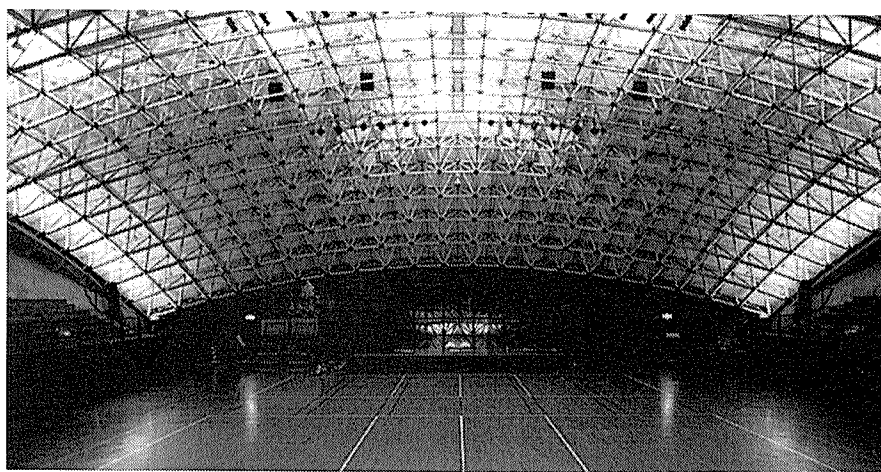
この建物は、小径木の利用、および地域の活性化を目的としたプロジェクトの一環として建設されたものです。桁行き57m、梁間46mのアーチ状の大架構建築で、5602本のトラス材と1455個の接点グローブを用いて木造の立体トラスを構成しています。鉄筋コンクリート造2階建てのスタンドの上部に、木造の立体トラスの屋根を架けたものです。屋根トラスは梁間方向には2mごとに配置された鉄筋コンクリート造の斜め梁に、妻側では鉄骨の柱にそれぞれ支持されています。

### ■スギ芯持ち材のトラス部材

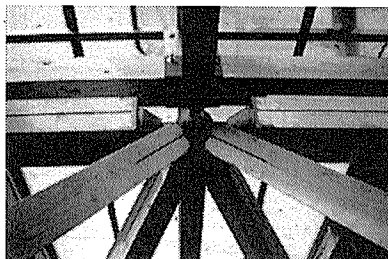
トラス部材には、9cm~17cm角の小国産のスギ材を用いており、これらの部材は、含水率15%以下になるように乾燥し、そり、割れ等の検査をした上で、合格したもののみが使用されています。部材の選定に当たっては、実大材の強度試験に基づいた、年輪幅をもとに選定しています。

### ■接点グローブ

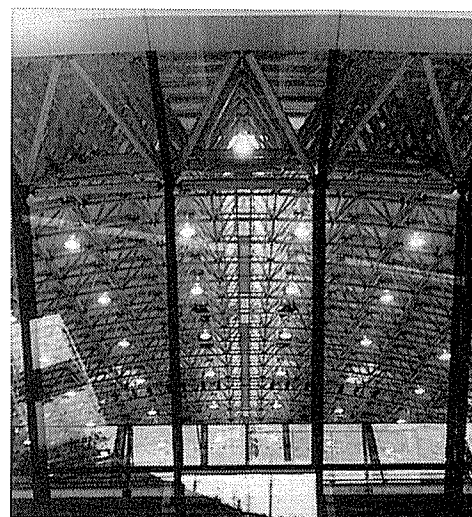
部材同士の接合は、部材端部のスリットに鋼板を挿入してドリフトピンで緊結する方法をとり、この鋼板をメロシステムのジョイントにより他の部材と緊結しています。一般に木造トラス構造では、接合部におけるスリップが問題になりますが、この建物では鋼板と木材の接合部にエポキシ樹脂を注入し、ピンと先孔のガタを無くすように工夫がされています。また、トラス部材の木口は、受け金物を設けて、トラス部材に生ずる圧縮力を直接伝達できるようにしています。また、木口の受け金物はコの字型で、接合部に耐力が加わった場合に材端部のスリットが開かないように工夫しています。



アリーナ内部

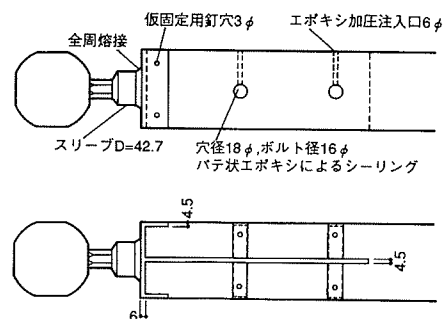
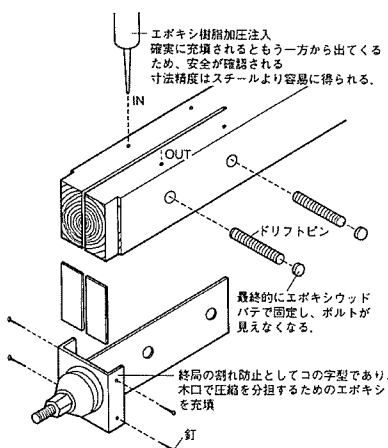


トラスジョイント



妻側外観

### ■トラス部材ジョイント詳細



## 海の博物館展示棟

所在地——三重県鳥羽市浦村町大吉1731-68  
 竣工——1992年  
 施工——(財)東海水産科学協会  
 設計——内藤廣建築設計事務所  
 構造設計——構造設計集団 (S.D.G.)  
 施工——大西種蔵建設  
 構造——複合立体トラスアーチ構造1階建  
 建築面積——1487m<sup>2</sup>  
 延床面積——1898m<sup>2</sup>  
 主な使用材  
 樹種——ベイマツ集成材

単に湾曲集成材を用いたアーチは、今や一般化した技術ですが、スパンが大きくなると部材断面が大きくなってしまいます。スレンダーなままの部材とするには、他の構造要素と組み合わせるのがよい方法です。この建物は、複数の異なる架構を組み合わせることによって、それぞれの架構ではつくれない、新しい空間を生み出しています。

この建物は、伊勢・志摩地方を中心とした漁労用具を収集展示する博物館施設です。蛇の骨のような、背骨と細かい肋骨を連想させる架構は、異なる3つの架構法を組み合わせで創られています。それらは、特に目新しいものではありません。連結した湾曲集成材のアーチと、通直集成材による山型フレーム、そして中央に直交した立体トラスの竜骨が組み合わされています。

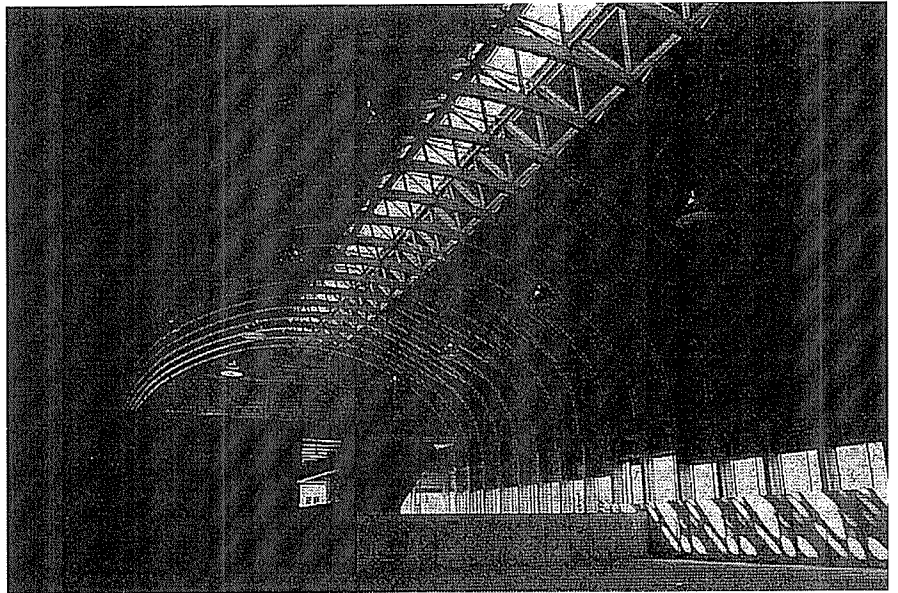
この形状・構法は、舟などを収蔵展示する博物館というテーマと与えられた経済的・地理的条件の中で、特に時間の枠組みを設定することで、必然的に導き出された「素形」だということです。

### ■最少の資材で最大の空間を

構造設計者は、「この建物は、木造で最少の資材で最大の空間を構築する一つの解答」といいます。特に、大断面集成材に関しては、「大断面にしてしまった瞬間に構造上 unnecessary な断面部分が増えてくるし、大空間では木造が本来持つべきスケールと繊細さを失ってしまう」と言います。

また、接合方法も、大部分はオーソドックスなボルト締めが用いられています。信頼性の高い、実績のある接合法が選ばれています。

ただし、接合の形式はオーソドックスでも、特に頂部付近の接合部は、部材が3次元的にかなり込み入った組み合わせになっています。木材の加工形状も複雑です。

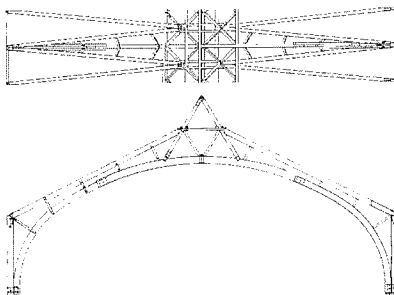


展示棟内観

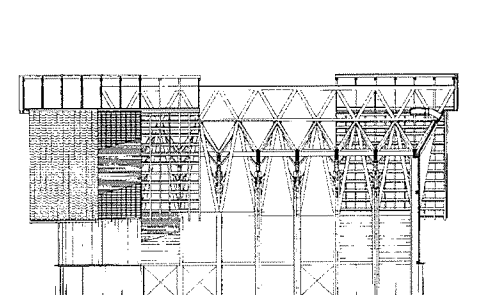


北側全景

### ■架構詳細



### ■組立構成詳細



# 吊り構造

# 架構技術 6

## 海と島の博覧会ひろしま メインステージ

所在地 — 広島県広島市西区扇2-7-1'89海と島の博覧会・ひろしまメイン会場  
 竣工 — 1989年  
 施主 — 海と島の博覧会ひろしま博覧会協会  
 設計 — 葉デザイン事務所  
 構造設計 — 松井源吾+斉藤公男+フジタ工業  
 施工 — フジタ工業広島支店  
 構造 — スチールパイプ立体トラスアーチ造1階建  
 建築面積 — 1332m<sup>2</sup>  
 延床面積 — 1336m<sup>2</sup>  
 主な使用木材  
 樹種 — スギ

1989年に開催された「海と島の博覧会・ひろしま」のメインステージで、直径40mの円形平面のシェル構造の屋根が吊り下げられています。吊り橋に見られるように、鋼材の場合、吊り構造が最も大きなスパンを架け渡すことができます。吊り構造で、材料に求められる性能は、材料の自重に比べ、引張強度が大きいことです。その点、比強度の大きな木材は有利です。ただ、木材は、無限に長い材を得ることができないので、継手が必要となります。しかも、できるだけ部材の全断面の性能に近い接合が要求されます。

### ■吊り屋根構造

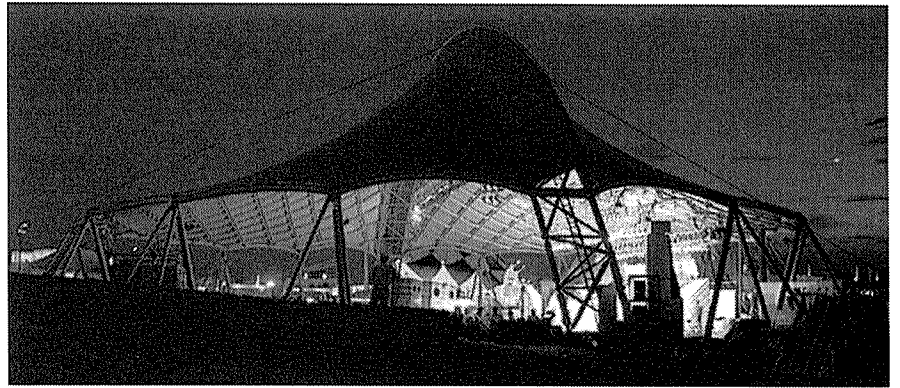
屋根部分は、中央部の鉄骨キール梁と放物曲面の屋根、および外周の鉄骨フレームからなり、キール梁は鋼管の立体トラスで、4本のケーブルにより両側から支えられています。キール梁と外周の鋼管フレームをつなぐ木材は引張材として働き、いわゆる吊り屋根構造を構成しています。屋根を構成する格子の線は曲線となりますが、木材を曲げるとそれに応じた曲げ応力が生じて強度が低下します。そのため、ここでは曲線に近似した折線として木材の各部材を直線とし、継手で角度を持たせるように工夫しています。

### ■部材

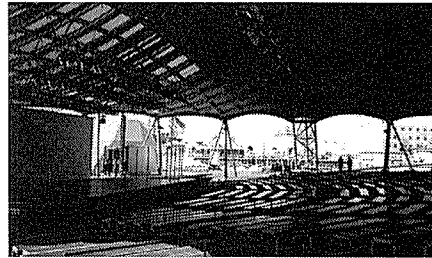
吊り屋根の部材は広島産のスギを用いています。使用する材料についてヤング係数と強度の関係を求め、材の乾燥後に全数検査を行い、規定の引張強度を満足したものだけを使用しています。部材は10cm角、長さ3.6mのスギ芯持ち材を2材合わせて用いています。

### ■接合部

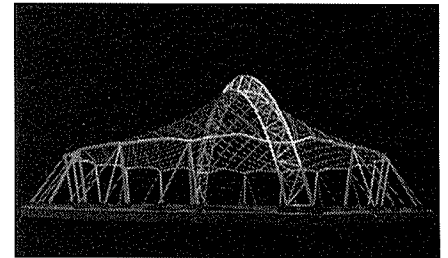
木部材の継手には、鋼板挿入型のボルト接合が用いられ、部材の交点にはW型の金物を木部材に釘打ちし、金物どうしをボルトで緊結しています。部材と外周フレームの接合には、木部材に挿入した鋼板と外周フレームの鋼管とを直径36mmのピンで緊結しています。



全景

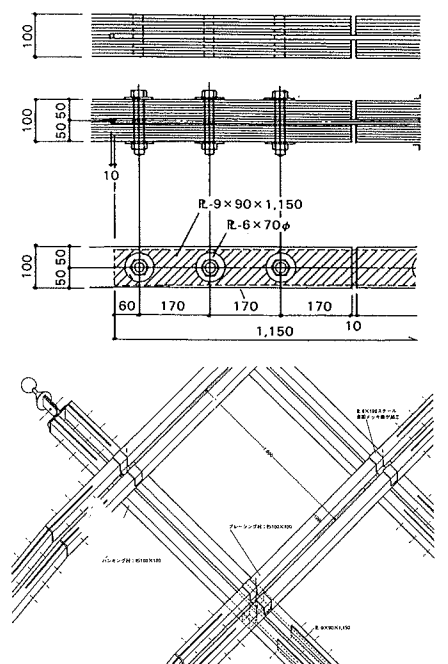
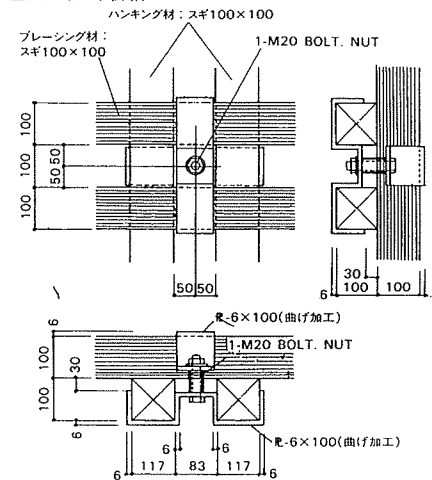


ステージ内部



構造体模型

### ■ジョイント詳細



# 張弦梁構造

架構技術

7

## 熊本県立東稜高等学校 体育館

所在地 — 熊本県熊本市健軍町小峰2614  
竣工 — 1989年  
施工 — 熊本県立東稜高等学校  
設計 — 木島安史+YAS都市研究所 / 計画・環境建築  
構造設計 — 松井源吾+O.R.S事務所  
施工 — 豊工務店  
構造 — 下部：RC造 屋根：木造  
建築面積 — 2203m<sup>2</sup>  
延床面積 — 2969m<sup>2</sup>  
主な使用木材  
樹種 — スギ

張弦構造は、屋根のスラストや梁の曲げ応力を、弦の引張力として負担しようとするものです。特に、大きな空間を覆う屋根の構造として、近年数多く採用されています。初期の張弦構造は、1部材の両端や相対する合掌尻を弦で結んでいましたが、最近では、隣接するところと結ぶなど複雑な架構が増えています。

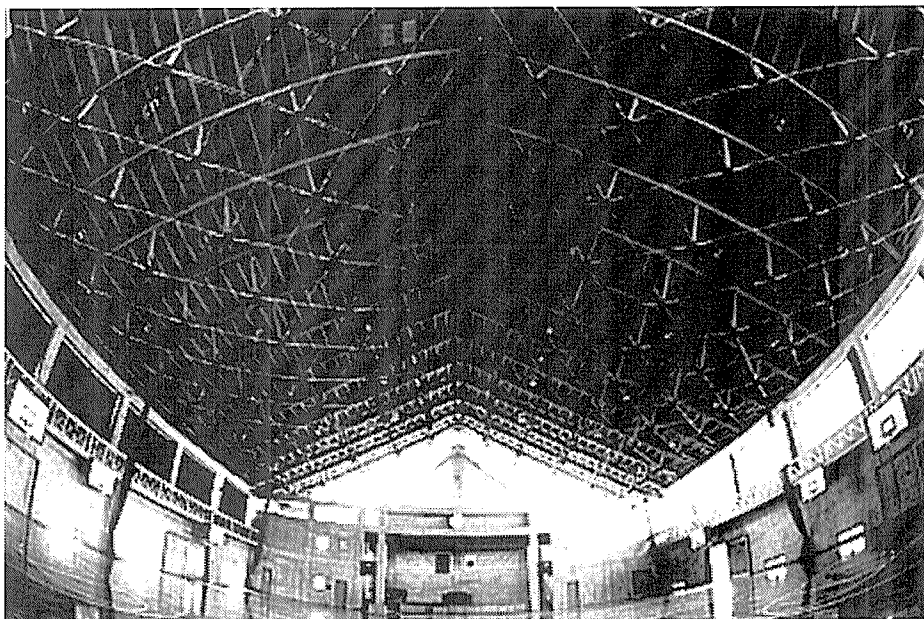
### ■張弦梁

この建物は、鉄筋コンクリート造の柱、梁による下部構造と、木造張弦梁を用いたスパン36mの屋根により構成されています。

小屋組は、木材の上弦材とターンバックルボルトの下弦材からなる張弦梁を山型に配し、合掌部分を金物で接合したものです。このため、鉛直力により山型の屋根が開こうとしますが、これを地中梁で固定された鉄筋コンクリート造の柱で抵抗させています。張弦梁は、曲げモーメントに応じて梁せいを変化させることにより、部材に作用する軸力が一定になるように設計されています。上弦材は25cm×25cmのスギ材を2材合わせにし、ボルトで接合しています。部材の継手には、鉄板を挿入してボルトで緊結し、ボルト穴にエポキシを注入しています。下弦のターンバックルボルトは、平面的に水平ブレースとしても機能するように設計されています。このため、斜め方向に組み合わされたワイヤーメッシュの交点上に束が立ち、木造の梁を支えているように見えます。使用材は球磨地方産のスギで、400本全てについてヤング係数を測定し、これをもとに強度の推定を行っています。

### ■合掌、束、弦材の接合部

登り梁脚部は、木材に設けたスリットに銅板を挿入してボルトで接合し、この金物を鉄筋コンクリート造の梁に緊結しています。登り梁の合掌も同様に銅板を挿入してボルトで緊結し、金物同士をボルトで接合しています。上弦材の木材の継手は、上下2材で位置をずらして接合しています。束材とターンバックルの接合は、金物を束材とボルトで緊結し、これに、ターンバックルボルトを4方に2本づつ緊結しています。

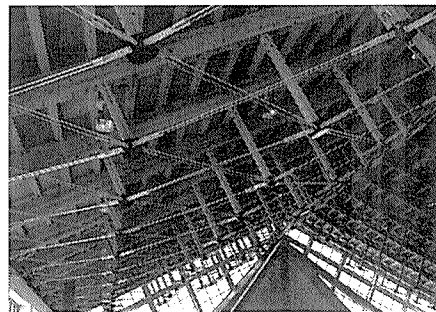


内観

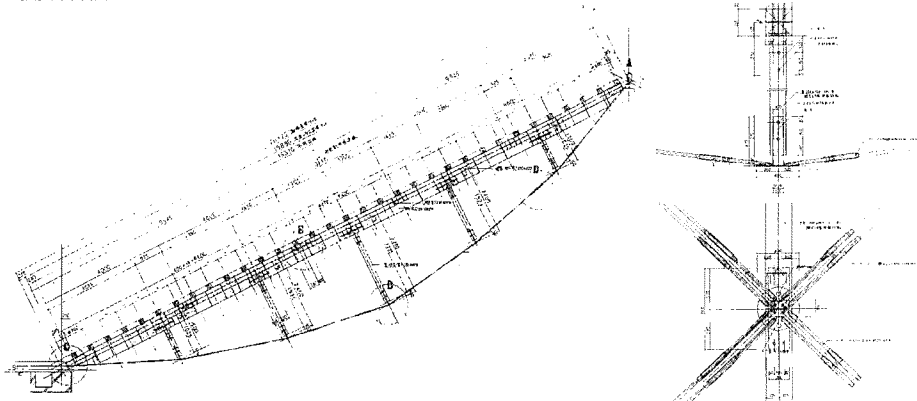


外観

■張弦梁詳細図



天井見上げ





# 単層ラチスシェル構造

# 架構技術 9

## 国際花と緑の博覧会 政府館・自然科学棟パーゴラ

所在地 — 大阪市鶴見区緑地公園内  
 竣工 — 1989年  
 施主 — 建設省近畿地方建設局  
 設計 — 建設省近畿地方建設局営繕部  
 東畑建築事務所  
 構造設計 — 建設省近畿地方建設局営繕部  
 東畑建築事務所  
 施工 — 銭高組、住友建設、奥村組共同企業体  
 構造 — 木造工作物  
 建築面積 — 1095m<sup>2</sup>  
 主な使用木材  
 樹種 — ベイマツ

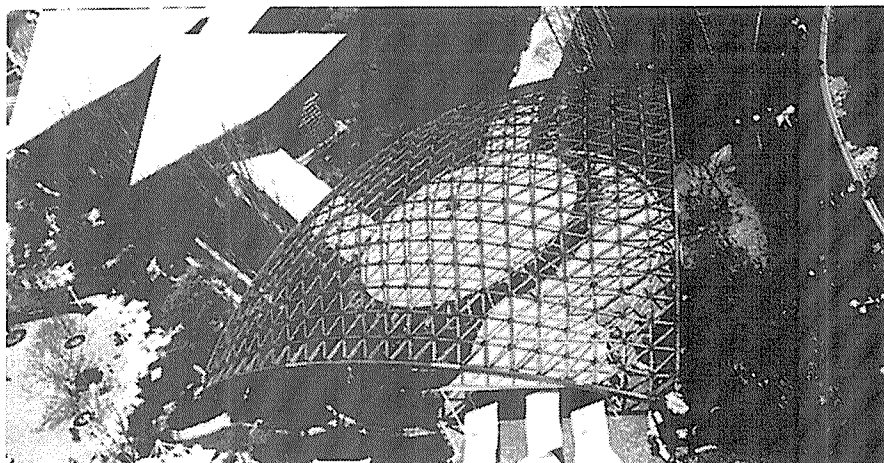
シェルには、形状や層の構成方法にたくさんのバリエーションがあります。単層のラチスシェルは、スパンに比べてスレンダーな部材が特徴ですが、層が薄い分、面外方向の応力には注意が必要です。また、部材を木造とした場合には、やはり接合部が重要な問題となります。

### ■集成材を使った木製のパーゴラ

木製のパーゴラは、1辺が45mの三角形の格子状の単層トラス構造です。パーゴラなので屋根はありません。三方の椽梁は25×70～100cmのベイマツ集成材で、三角形を構成するシェルの椽梁には、面外方向の開きを止めるためにタイバーが設けられています。この建物はライズ・スパン比が約0.2と極めて扁平で、さらに3点支持という変位拘束の少ないシェルです。そのため、圧縮軸力が大きく、座屈荷重の評価が重要な問題となりました。

トラス材は、直径の25cmのリングから放射状に伸びたガセットプレートに両側から挟むように接合されています。トラス材は10×12cmのベイマツ単材を2枚合わせとしています。

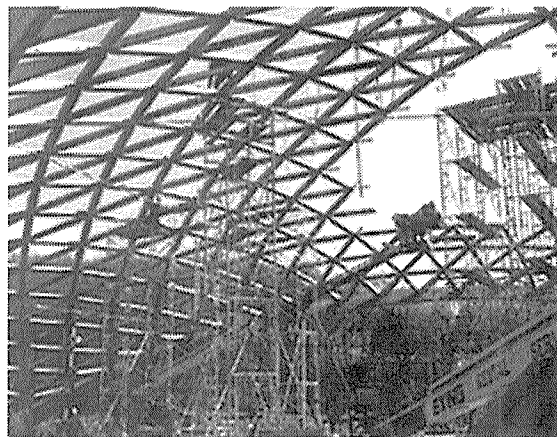
このような鋼板を木材の間に挟む接合では、挿入鋼板ドリフトピン接合とするのが一般的です。しかし、その場合、鋼板と木材の加工精度の問題から、接合部でガタを生じやすくなります。その解決法の一つとして、接着剤を併用することが提案されていますが、それでも現場での信頼性の問題を残しています。そこで、この建物では、ガタを生じやすい金物と木材の接合は事前に工場で接着しておき、現場では、このシリンダーをガセットプレートにハイテンションボルト締めしています。接合部のガタを吸収する工夫です。



外観

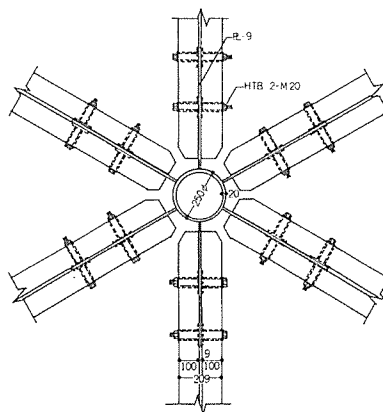


パーゴラ部

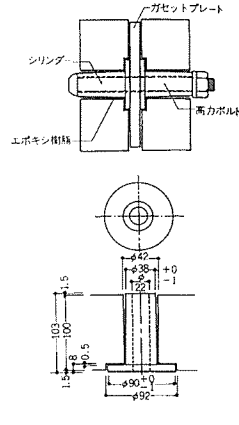


施工状況

■木格子取付詳細図



■高力ボルト接合部詳細図





# 伝統的構法を応用したラーメン

架構技術

# 10

## 八甲田ホテル

所在地 — 青森県青森市八甲田山 1  
竣工 — 1991年  
施主 — 酸ヶ湯温泉 (株)  
設計 — 早川正夫建築設計事務所  
構造設計 — 逸山一級建築士事務所  
施工 — 佐藤秀工務店、奥村工務店共同企業体  
構造 — 早川式カンザシ工法木造 2 階建  
建築面積 — 4236m<sup>2</sup>  
延床面積 — 6227m<sup>2</sup>  
主な使用材  
樹種 — ベイマツ レッドシダー

この建物は、国立公園内、八甲田山系の中腹に位置しており、自然に融け込む設計が求められました。そこで、いわゆる「早川式カンザシ工法」とログハウスの組み合わせが採用されました。早川式カンザシ構法は伝統的な差物構造の現代的改良版で、接合部に金物を使用していません。また、建物全体にも筋かいを用いていません。

### ■早川式カンザシ工法

引きどっこを応用したカンザシ工法は、日本の伝統的な木造建築の技術・造形表現を応用したものです。柱の断面欠損を最小限にとどめ、仕口加工を単純化したことが特徴です。

梁は集成材の合わせ梁で、接合部では、この間にカンザシが挟まれています。カンザシは、鉄筋コンクリートの梁で言えば「主筋」に相当し、梁の上下部分で反対側とつながっています。2方向ラーメンなので、その中間は、直交方向のカンザシが通っています。カンザシと合わせ梁は、込栓とクサビで開き止めされています。

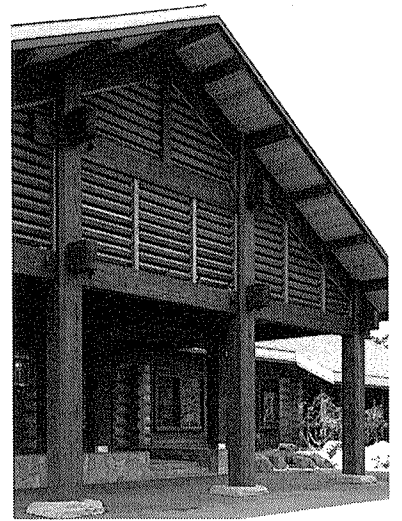
梁に加わる曲げモーメントは、カンザシと合わせ梁の間に打たれた車知を介して伝えられます。この車知は、荷重状態が繊維直交方向の一面せん断になるので、強度の高い堅木が使われています。また、この車知を打ち込むことによって、同時に、梁を柱に引き寄せる効果があります。

梁に加わる鉛直荷重は、柱への「大入れ」で柱に伝えられます。せん断力の負担には、この大入れ方式が合理的ですが、逆に建方時には、柱を倒さないと、組み上げることができません。この建物でも、事前に組んでから建ち上げています。

なお、カンザシ工法の初期型では、込栓は上下2本打たれていましたが、実大実験に基づいて、中央部1本へと改良を加えています。込栓は合わせ梁の開き止めなので、中央1本の方が、込栓に無理な応力が加わらなくてよいとのことでした。

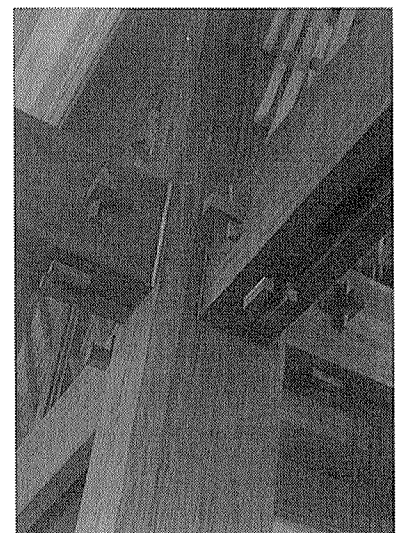
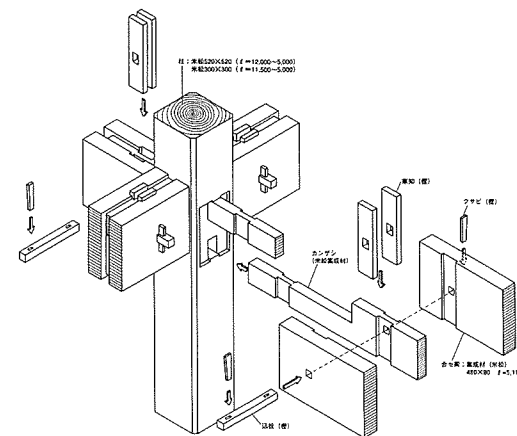


内観 (メインダイニング)



本棟外観

### ■早川式カンザシ工法例



柱・梁ジョイント部

## 大石寺「六重」

所在地 — 静岡県富士宮市上条2057番地  
 竣工 — 1988年  
 施主 — 日蓮正宗総本山大石寺  
 設計 — 清水建設設計本部  
 構造設計 — 清水建設設計本部  
 施工 — 清水建設名古屋支店  
 構造 — 木造・平屋  
 延床面積 — 330m<sup>2</sup>  
 主な使用材  
 樹種 — ケヤキ、ヒバ、ヒノキ、マツ等

多くの研究者は、伝統的木造建築の耐震性は、現代の木造建物に比較して小さいものと考えています。一方、現場の大工は、現存する多くの木造建築を例として、伝統的な木造建築も十分に強いと主張しています。事実、五重塔が地震で倒れた記録はないとされています。大石寺六重は、こうした現状に一石を投じた建物です。日本全国を廻って調達した材料、現代にふさわしく改良したディテール、そして実大規模実験による強度の確認など、現代的な技術で見直しを行っており、いわば「現代の伝統的木造建築」です。

### ■10間四方に内部柱が4本

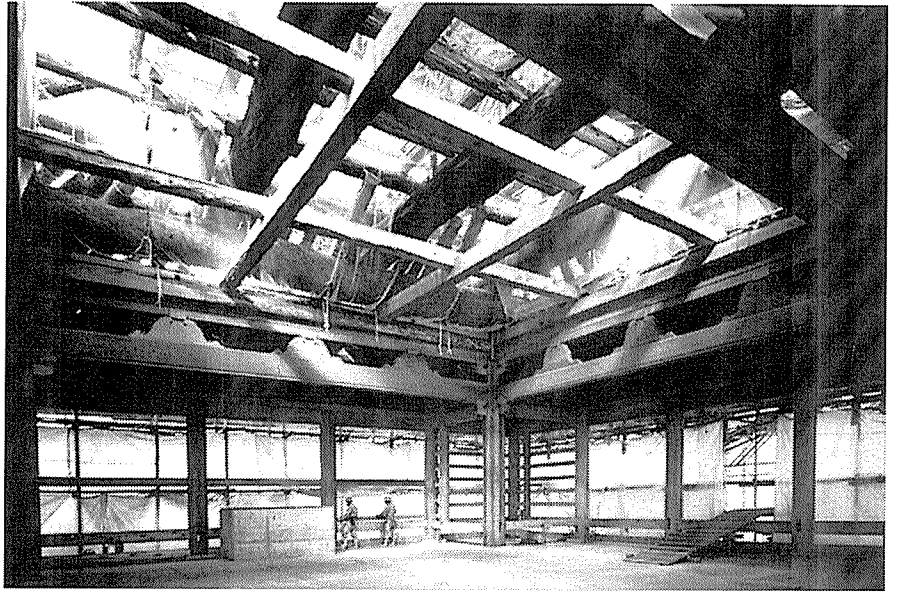
大石寺側からの条件は、①内部は柱4本の大空間であること。②伝統的工法を用いること。③国産材を用いること、の3点でした。10間四方で内部柱が4本のみというのは、伝統的木造建築にも例を見ません。内部柱の梁間は6間に及び、この4本の内部柱は直径66cm、小屋の松梁6本は長さ13m末口90cmです。

### ■外周中央の柱2本は通し柱

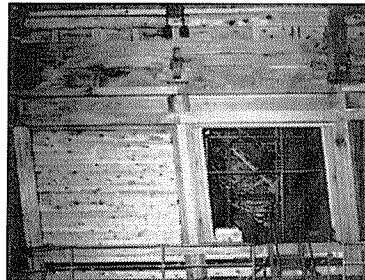
外周は5間で、四隅から1間内側に内部柱が立っています。外周中央の2本の柱には内部に連結させる柱がありません。そこで、これらの柱は、面外方向の剛性を高めるために通し柱として軒下まで延ばし、天井裏で直交方向とつないでいます。継手・仕口は、室町中期のものを参考にしています。その継手・仕口に金物は用いていません。

### ■外周四隅に板壁耐力壁

耐震壁は、外周四隅部分に設けられた板壁です。板壁は、貫と力板が交互に積み重ねられており、だぼが打たれています。この壁の水平せん断性能は、計算と実験により確かめられています。実験の結果、50cmの層間変位でも耐力低下は見られず、その時の荷重は、水平震度で0.4に相当しています。変形は比較的大きくなりますが、粘りのある架構であることが確認されました。

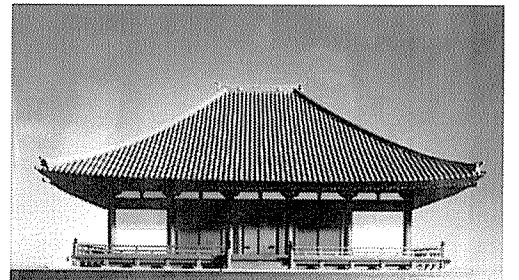
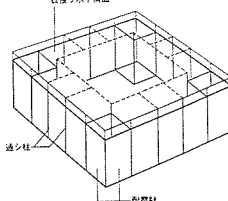
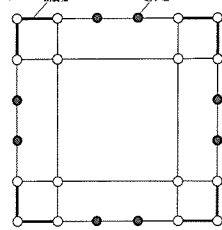


内観



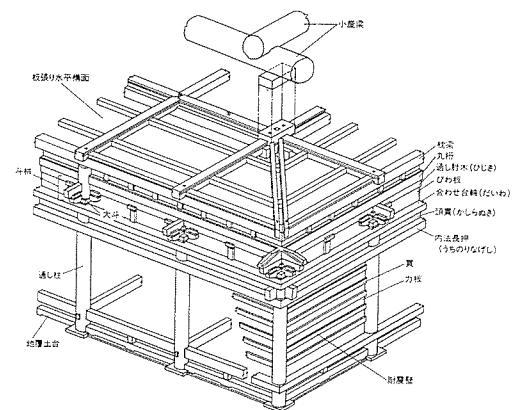
実大試験

■構造概念図



外観

■軸組詳細図



## ウッドプラザ

所在地 — 山口県宇部市浜田1560-1  
 竣工 — 1986年  
 施主 — (株)ムラタ  
 設計 — 一色建築設計事務所  
 構造設計 — 遠山一級建築士設計事務所  
 施工 — ムラタ  
 構造 — ヘビィティンバー造2階建  
 建築面積 — 1454m<sup>2</sup>  
 延床面積 — 1691m<sup>2</sup>  
 主な使用材  
 樹種 — カナダダスギ

柱・梁の軸組構造に筋かいを入れ、これで水平力に抵抗するという考え方は、今でこそ当然のことと考えられていますが、戦前の建物ではむしろ少数でした。日本の軸組構造は、鎌倉時代以降、柱と貫で水平力に抵抗するものとされました。しかし、この貫構造の耐震性には疑問が投げかけられおり、実際、ほとんどがこの方式であった鎌倉では、関東大震災時に民家の約80%が倒壊し、円覚寺舍利殿も完全に倒壊しました。三角形不変の原理は、当然、昔の日本人も知っていたはずですが、それが、例外を除いて普及しなかったのは、日本では金物を作るための鉄が貴重だったためでしょう。筋かいの端部には、地震時に大きな力加わることになりますが、従来の仕口で容易に補強できるものは見あたりません。近年の大型の木造建物の出現に伴って、本格的な筋かい構造が見られるようになってきました。

この建物は住宅メーカーの本社事務所及び展示スペースなどからなる複合建築です。

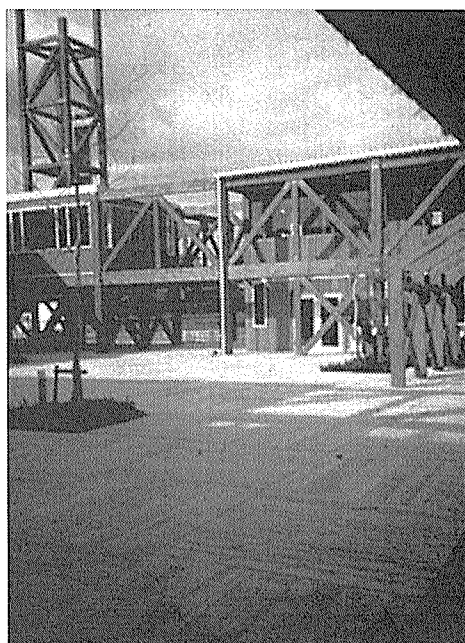
### ■大断面のブレース構造

架構は、柱間5.4m、軒高さ6.5m。立体格子状に組まれたヘビィティンバーの要所に筋かいを配しています。また2階は、1層分を一つの大きな梁として扱っています。

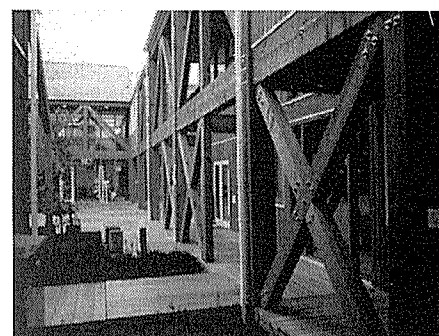
### ■挿入型の接合金物

接合部の梁受け金物はT形で、梁側に金物が挿入されています。柱梁にはボルト締めされます。筋かいは、7×20cmの2枚合わせですが、端部の納まりは梁と同じです。

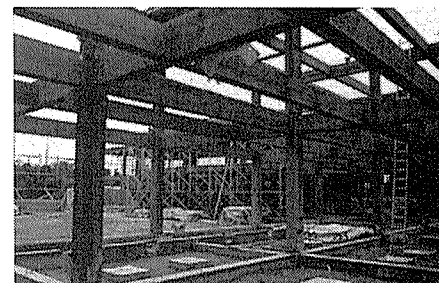
金物は全て特注で、26種1000個に及びます。また、筋かい端部などではかなり複雑な形状になります。この種の建物では、金物のコストの占める割合が大きくなる傾向があり、種類を集約することが重要です。なお、座金は、角形では座金の角度の統一が難しいので、途中で丸形に変更しています。



コートヤード

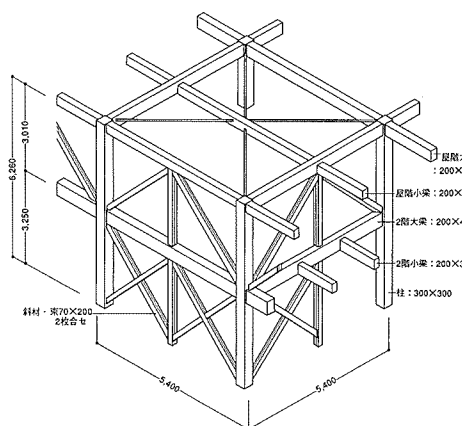


外観

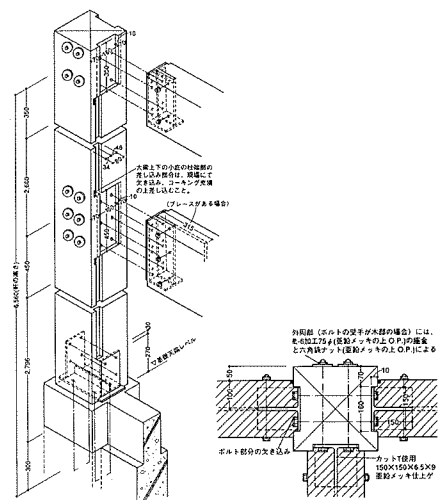


施工状況

### ■架構システム



### ■ジョイント詳細



## 紙のギャラリー・紙の別荘

### ■紙のギャラリー

所在地 — 東京都渋谷区大山町36-21  
 竣工 — 1994年  
 施主 — 日本信販(株)  
 設計 — 坂茂建築設計  
 構造設計 — 松井源吾 手塚升  
 星野建築構造事務所  
 施工 — 乃村工務社  
 構造規模 — PTS (紙管構造) 一部鉄骨造  
 建築面積 — 86m<sup>2</sup>  
 延床面積 — 86m<sup>2</sup>

紙は木材を原料とした二次加工品の一つですが、あまりに身近すぎて、木から作られていることを意識しないくらいです。

建築資材としての紙は、和風住宅では、障子やふすまなど、「日本の建物は紙で作られている」といわれるほど用いられていました。しかし、建物の不燃化とともに紙の使用は少なくなってきました。

「木は燃える」といわれるくらいですから、ましてや紙で構造体を作るには発想の転換が必要です。

実は、紙が引張に強いことは周知のとおりです。実際、紙管は、コンクリートの円柱を作る際の型枠としてはかなり以前から普及していました。設計者は、この紙管をそのまま建築の躯体に使うことを考えました。ギリシャのアゴラで体験した柱と陰だけの空間をモチーフにしたということですから、列柱全てにコンクリートを打つ必要はなからうと考えるのはもっともなことです。

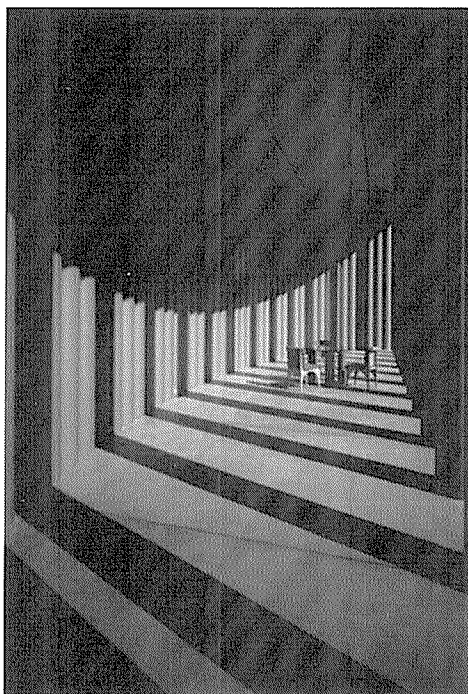
この敷地は防火地域で、紙管を主要構造に使うためには、外壁耐火構造の簡易耐火建築物（イ簡耐）とする必要がありました。そこで、垂直荷重は紙管に負担させるとして、水平力は耐火構造の外壁で負担させることとしています。そのため、紙管と床の接合は、ずれを防止するだけの簡易なものとなっています。

### ■建設大臣の認定が必要

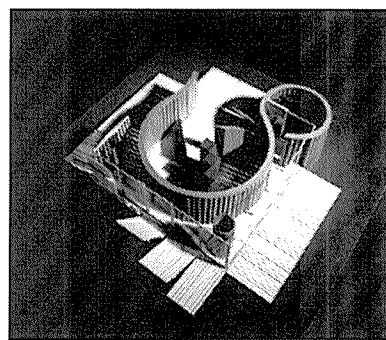
現在建設が進められている「紙の別荘」では、水平力も紙管が負担しています。その紙管の寸法は、外径28cm、内径25cm、長さ270cm。材料は、特A級の原紙で、ポリビニル系接着剤でロール成形されています。紙管を構造躯体として使うので、建築基準法第38条の扱いとなりました。認定では、鉛直荷重を支持する圧縮材としての強度はもちろん、耐久性や保守・点検の観点からも検討が行われました。

また、水平力は、床からキャンティレバーで自立する紙管によって負担しています。そこで、それを固定する接合部、すなわち、十字型の木製ジョイント材のリップをラグスクリューによって一体化するジョイントの強度も確認されました。

現在、「紙の建築」を用い、UNHCRと共に難民用シェルターの開発も行われています。

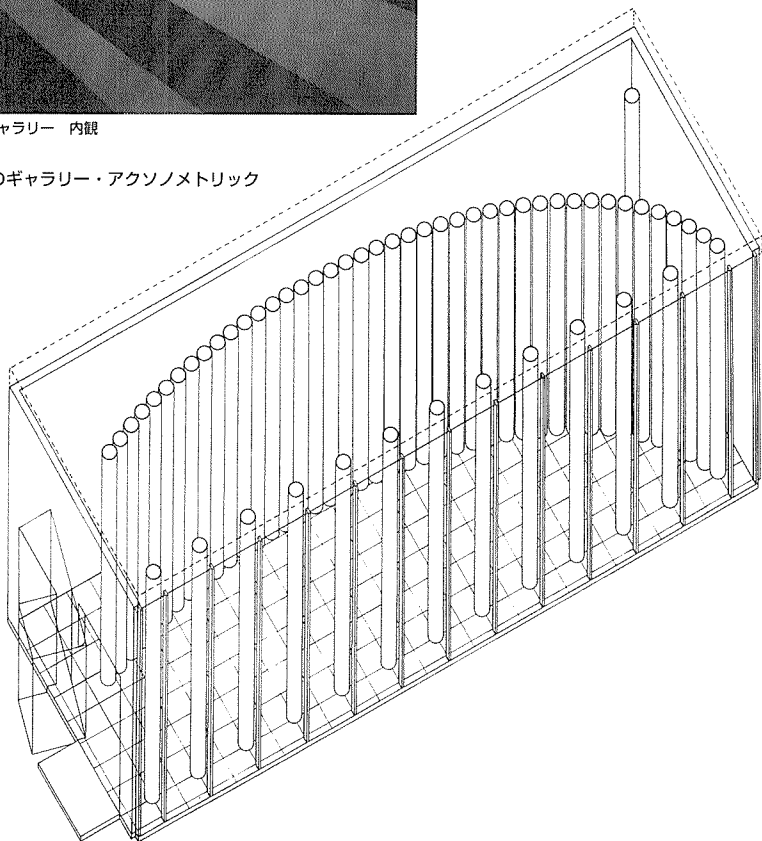


紙のギャラリー 内観



紙の別荘 模型

### ■紙のギャラリー・アクソノメトリック



木造の建物の、いわゆるラーメン構造が期待されています。しかし、そのためには剛節接合を実現しなければなりません。木造のこうした接合部は「モーメント抵抗接合」と呼ばれ、メカニズムの点から大きく4つのタイプに分けられます。

### ■鋼板添え板接合

鋼板添え板接合には、釘、ボルトなどの接合具が用いられます。釘打ちの場合は集成材に先孔加工が不要で、ガタのない、剛性の高い接合が可能です。一般に、柱は長方形断面になり、2方向ラーメンを作ることはできません。

### ■鋼板挿入型接合

鋼板挿入タイプは、鋼板が表面にでないため、外観上、および防火上有利です。ただし、特に柱にスリット加工を入れる技術が必要となります。接合具にはドリフトピンやボルトが用いられ、この鋼板挿入タイプには、挿入鋼板をハイテンションボルトで接合する改良型があります。これはドリフトピンの打ち込みを工場に移して加工精度を上げる工夫です。

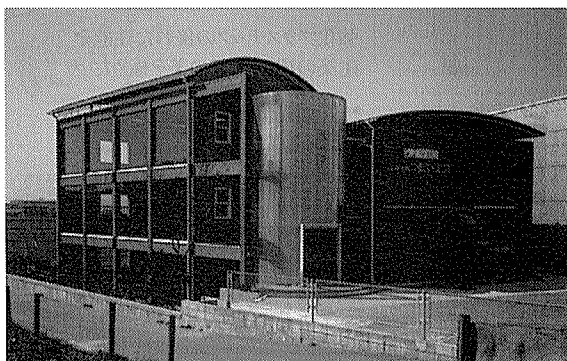
### ■引張りボルト型接合

2方向ラーメンを作ることができるのが特長です。引張りボルトには、PC鋼棒等を用います。また、正方形断面の柱は2次接着が必要な場合もあります。このタイプは、梁の柱への部分圧縮、いわゆるめり込みの強度が問題となります。図1は、柱のめり込み部分に、ラグスクリューを打ち込みあたかも杭のように抵抗させ、めり込み耐力を向上させた工法です。

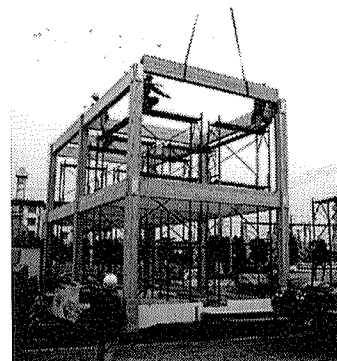
図2は、通直のLVL（単層積層板）の柱・梁の接合部に、異形鉄筋をあたかも鉄筋コンクリート構造の主筋ごとく挿入し、エポキシ接着剤で定着させた構法です。

### ■合わせ梁型接合部

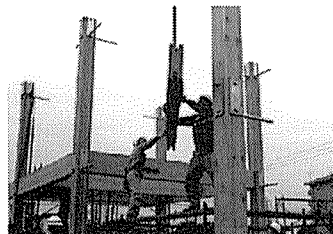
使用される接合具には、ブルドックジベル、シアプレート、スプリットリングなどがあります（17. 接合具参照）。なお、この接合では、梁の継手が別途必要となります。



集成材ラーメンによる事務所建築



集成材ラーメン/フレーム施工



集成材ラーメン/フレーム組み立て

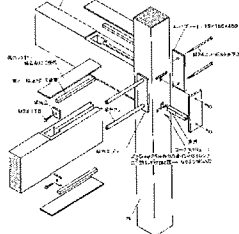
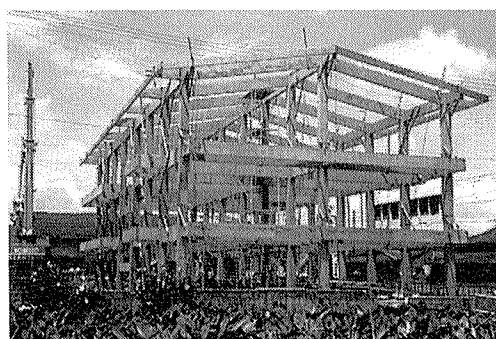


図1. 柱・梁接合部のディテール



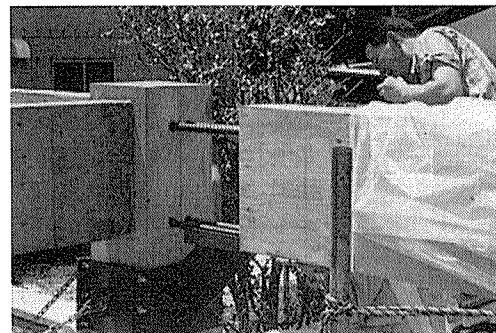
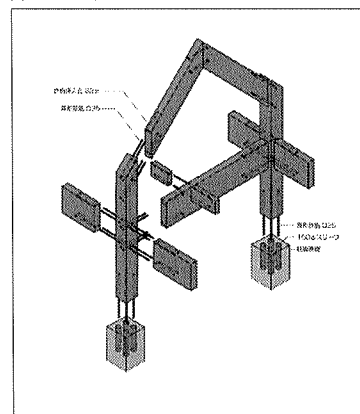
集成材ラーメン/柱・梁接合部

### 集成材ラーメンの住宅/外観

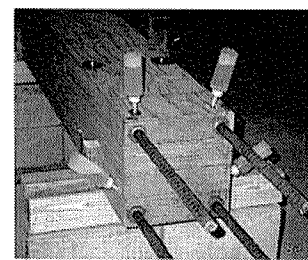


LVLラーメンシステム/つなぎ梁組立

### 図2.LVLシステム



LVLラーメンシステム/梁の挿入



异形鉄筋の挿入

# 住宅構法の展開

# 架構技術 15

住宅業界は、好景気時代には職人不足に、また、バブル崩壊後は低価格に対応した商品が求められています。また、その間の法律改正の影響も受け、次々と新しい工法が生まれています。

■パネル構法：合板と枠材を工場接着して現場で組み立てるパネル構法は、技術的には完成された手法です。現在は、様々な要求条件に合わせた多様化が進められています。

■軸組構法：軸組構法の躯体生産の合理化で、最も普及の著しいのがプレカット加工です。近年では小屋垂木などの羽柄材もプレカットしているところがあります。また、外壁をはじめとした面部材のパネル化が進められています。

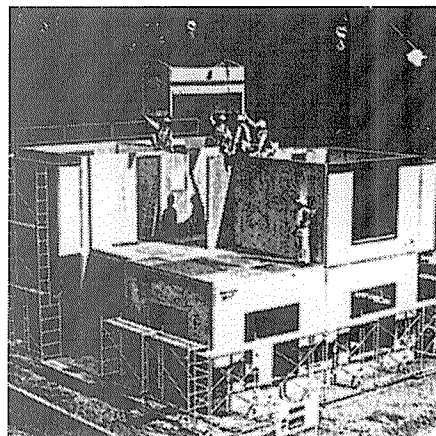
また、軸組構法の接合金物で、金物が全ての応力を負担しているものも現れています(写真4)。鋼製のパイプを曲げてトラスの筋かいを構成するなど、機械の技術を木造に応用しています。また、この構法では、柱・横架材にパララム、小屋組や間柱にはディメンジョンランバーを用いています。

■ツーバイフォー構法：ツーバイフォー構法は、告示の改正を受けて、耐力壁の合板や釘打ちの仕様を設計者が個別に設定できるようになりました。大手のツーバイフォー住宅メーカーはパネルの工場生産化も進んでいます。その工場生産化率は、「工業化住宅」にも見劣りしません。また、発泡のウレタンやスチレンを芯に、構造用パネルを側材に接着したサンドイッチパネルを、構造躯体として用いる構法も現れています。

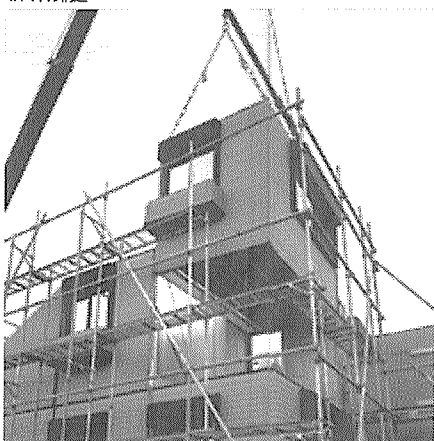
■3階建てと木3共：木造3階建てや木造3階建て共同住宅(いわゆる木3共)も増えてきました。これらの建物では、OSB、Iビーム、LVLなどの「エンジニアリングウッド」と呼ばれる材料が多用される傾向があります。



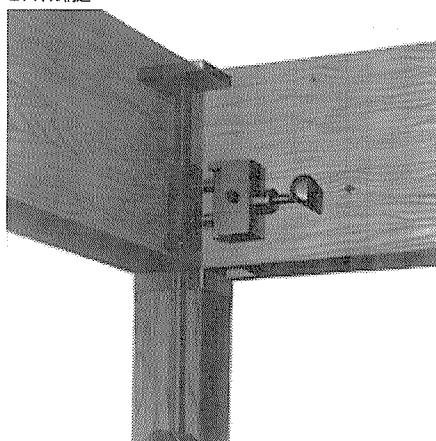
1. パネル構法



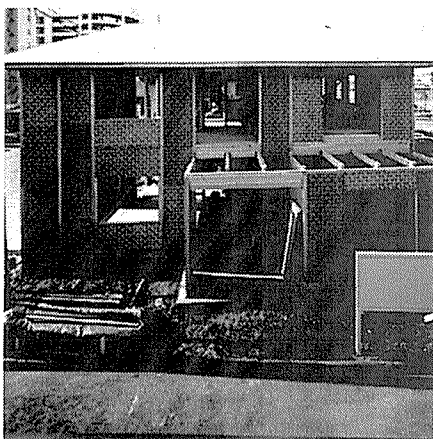
2. パネル構法



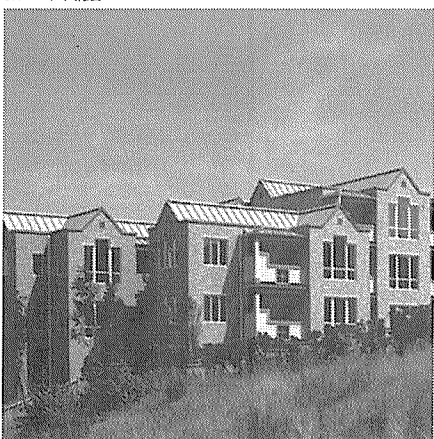
3. ユニット構法



4. 金物を用いた軸組



5. サンドイッチパネル構法



6. 2×4木造3階型共同住宅



7. 軸組木造3階型共同住宅

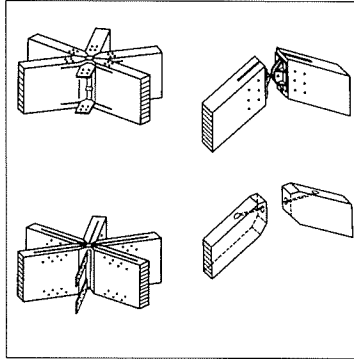
# 接合の形式

# 架構技術 16

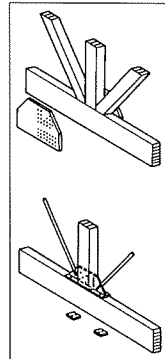
近年、大型の木造建物が増え、接合部も多様化しています。また、従来の住宅程度の軸組構法では、金物は補助金物でしたが、最近は金物がないと接合が成り立たないものが増えています。ここでは、比較的大型の木造建物の接合の例を示しました。

接合部は、そこに生じる応力（軸力、せん断力、モーメント）の種類と組合わせに応じて設計します。従来の継手・仕口はその意味で曖昧な点が多くありました。また、最近では、いわゆるラーメン架構を目指して、柱-梁接合部のモーメント抵抗接合が開発されています。木造の接合で注意しなければならないのは、接合部に生じるのガタと破壊モードです。ガタには金物自体のガタ、取付け誤差、木材の乾燥収縮によるガタがあります。また、大きな応力が加わった場合に、最終的に想定した破壊モードで壊れるか十分に検討しておく必要があります。

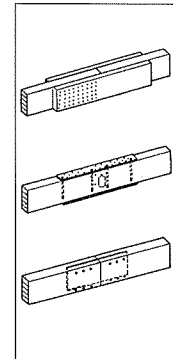
④アーチ頂部等



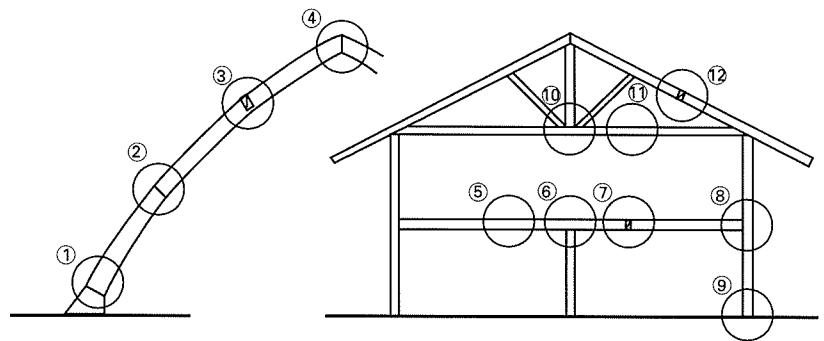
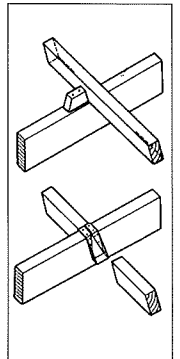
⑩トラス中央部



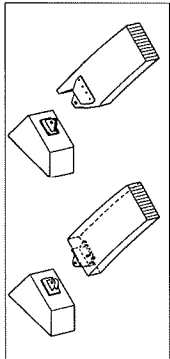
⑪横架材継手



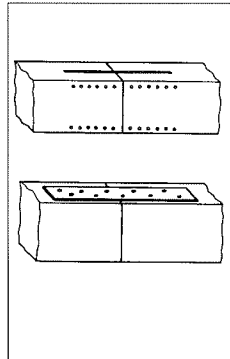
⑫梁-母屋



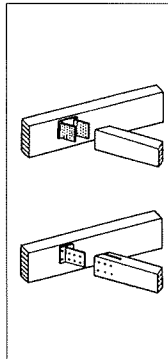
①アーチ脚部



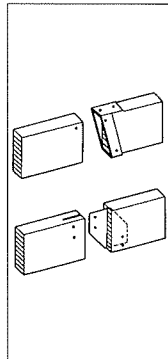
②大梁継手 (剛節接合)



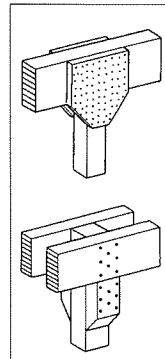
③大梁-小梁



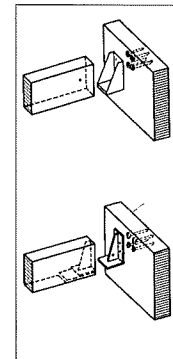
⑤横架材継手



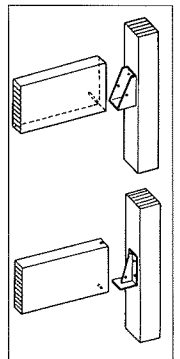
⑥柱-梁



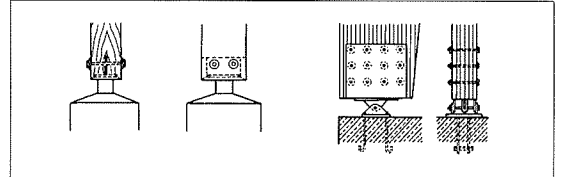
⑦大梁-小梁



⑧柱-梁



⑨柱脚



接合金物には、規格化され、その許容耐力も明示されているものと、個別に設計されるものがあります。また、接合部金物は、「梁受け金物」のように、そこで組み合わされる部材名を付加して呼ばれることがあります。

### ■住宅用接合金物

住宅程度の小規模な建物に使用する金物には、いわゆるZマーク金物、Cマーク金物があります。(図1.2) これらは(財)日本住宅・木材技術センターが認定した金物で、それぞれ在来軸組構法、ツーバイフォー構法を想定して作られています。これらは、実験からその許容耐力が定められています。

また、梁受け金物や土台金物などでは、企業が開発した金物がたくさんあります(図3)。また実用化されなくても特許などに、大量に登録されています。なお、最近は欧米の規格金物も輸入されています(図4)。

### ■大規模木造の接合金物

釘やボルト、ラグスクリューなどは、木材どうし、あるいは金物と木材を緊結する金具です(図5)。一般に、これらはせん断や引張に利くように用います。

せん断に働かせる場合、木材のめり込み強度は小さいので、これらの1本当たりの強度は比較的小さくなります。そこで、2材の中間に挿入しせん断性能を高めた接合具があります。これをシアファスナーと呼び、ブルドックジベル、スプリットリング、シアプレートなどがあります(図5)。これらは、日本建築学会の木質構造設計規程に許容耐力が示されているものがあります。現在はほとんどが輸入品です。これらは、図6のような部分に用いられています。

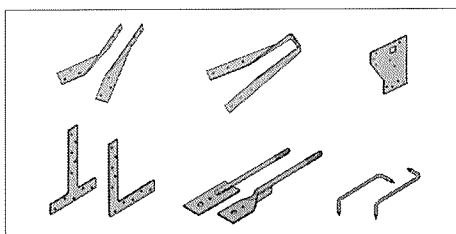


図1. Zマーク表示金物

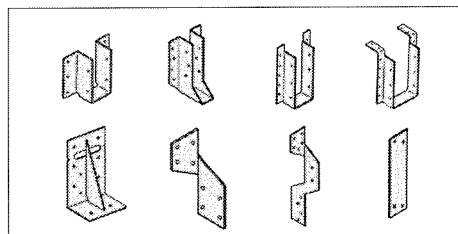


図2. Cマーク表示金物

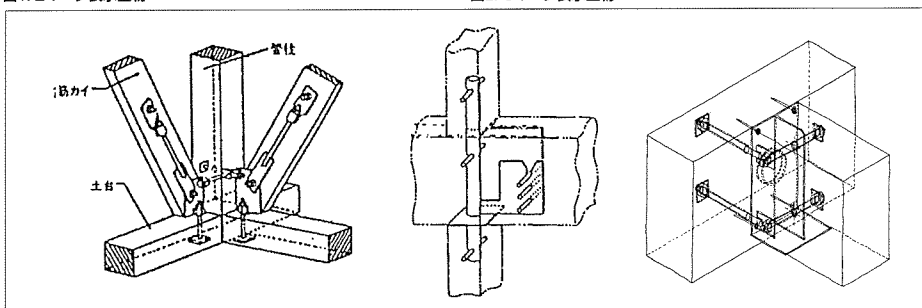


図3. 軸組構法用金物の例

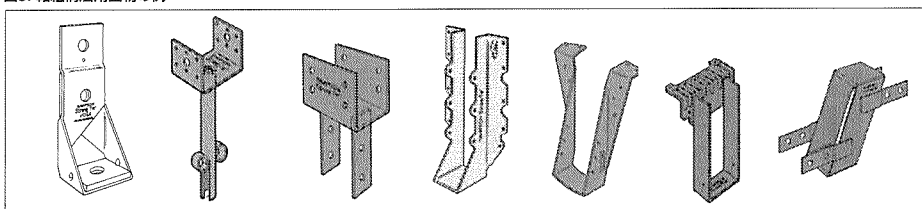


図4. 輸入金物の例

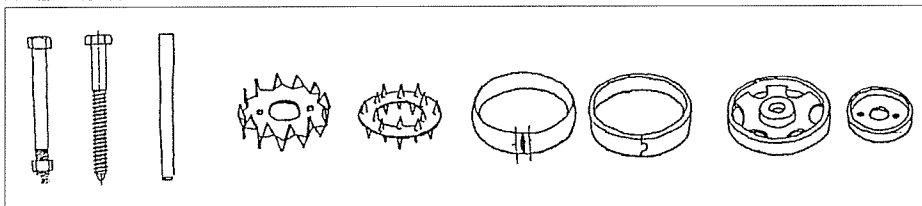


図5. 接合具例

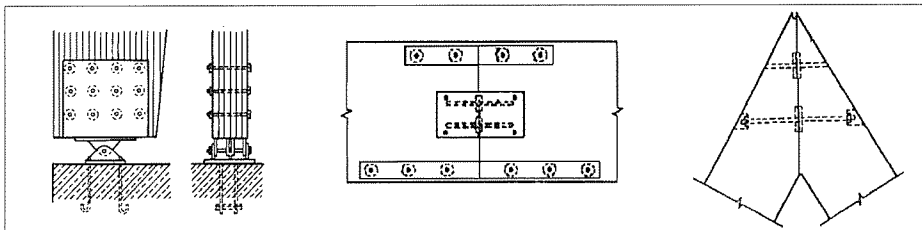


図6. 接合具使用例



# 地震災害と関連法規の変遷-1

架構技術

# 18

	◆地震など主な災害	◇木造に関連した耐震研究	■関連する法令
明治	<p>◆濃尾地震（1891/明治24年） 当時の日本の伝統的木造建築物、欧米から導入された石造、レンガ造建築物に大きな被害が出る。</p> <p>14万余 8万余</p>	<p>◇建物の耐震研究は、濃尾地震がきっかけといわれる。それまでは、江戸時代からの伝統的な木造であり、近代的な耐震構造とは必ずしもいえなかった。</p> <p>◇濃尾地震の直後に震災予防調査会（後の東大地震研究所）が発足し、耐震研究が始まる。この頃から、木造建築物に筋かいを入れることが推奨され始める。</p>	
大正	<p>◆関東大震災（1923/大正12年） 東京・横浜を中心に死者10万人以上の大被害となる。木造を中心とする家屋の倒壊と出火による被害で、死者は倒壊によるものよりも、火災によるものが大半であったといわれる。</p> <p>128266 126233</p>	<p>◇佐野利器「家屋耐震構造論」（1914/大正3年） 建築物に作用する地震力の表し方として震度法が提案されたほか、各種構造ごとの耐震設計の考え方が提案されている。木造についても、筋かいの使用など、その後の基本的な考え方が述べられている。</p> <p>◇柔剛論争 （関東大震災後～昭和10年頃） 建築物を地震に対して安全にするには、柔構造がよいか、剛構造がよいかについて東大の佐野利器と海軍建築局の真島健三郎による論争。</p>	<p>■市街地建築物法（1919/大正8年） わが国で初めての建築法規。木造について構造基準・高さ制限などが決められる。耐震的な規定は少ない。筋かいについては、木造3階建ての場合に用いるなどの規定があった。</p> <p>■市街地建築物法の大改正（1924/大正13年） 関東大震災の翌年、大改正が行われ、耐震規定が導入された。木造建築物については、筋かいの設置の義務づけ、柱を太くするなどの耐震規定が新設された。</p>
昭和前期	<p>◆室戸台風（1934/昭和9年） 関西地域の木造建築物を中心に、強風による被害が発生した。とくに木造学校校舎が被害を受けた。</p>	<p>◇「建築物耐震構造要項」における、田辺平学らによる研究（1941/昭和16年） 耐力壁についての研究など。</p>	
	<p>■全壊戸数 □半壊戸数</p>		

# 地震災害と関連法規の変遷-2

## 架構技術

# 19

	◆地震など主な災害	◇木造に関連した耐震研究	■関連する法令
昭和後期	<p>◆福井地震（1948/昭和23年）</p> <p>■ 36184</p> <p>□ 11816</p> <p>◆伊勢湾台風（1959/昭和34年）</p> <p>◆新潟地震（1964/昭和39年）</p> <p>地盤の液状化現象が見られた。木造建築の被害では、地盤の陥没や沈下などの原因のものが多かった。</p> <p>■ 1960</p> <p>□ 6640</p> <p>◆十勝沖地震（1968/昭和43年）</p> <p>鉄筋コンクリート造建築物の柱のせん断破壊などの被害が見られた。また、被害を受けた木造建築物の多くは、泥炭地や埋立地などの軟弱地盤上のものであった。</p> <p>■ 673</p> <p>□ 3004</p> <p>◆宮城県沖地震（1978/昭和53年）</p> <p>ピロティ形式の建築物、偏心の著しい建築物、ブロック塀の被害が目立った。</p> <p>■ 1183</p> <p>□ 5574</p>	<p>◇壁量計算を取り入れた耐震計算法の研究（1949～1951/昭和24～27年頃）</p> <p>久田俊彦や横尾義貴による、壁率や壁量の耐震計算法の研究。</p> <p>◇新耐震設計法の開発（1972～1977/昭和46～51年）</p> <p>十勝沖地震被害や超高層ビルの研究に対応して構造物の耐震設計法を抜本的に見直すため、建設省総合技術開発プロジェクト「新耐震設計法の開発」が行われた。</p> <p>◇新木造建築技術の開発（1986～1991/昭和61～平成3年）</p> <p>建設省総合技術開発プロジェクトの一環として実施された。木造住宅の構造耐力、防火性、耐久性等の性能向上のための技術開発を行うとともに、大空間を有する建築物や中層建築物についても、大断面の木材を使用した構法、防火被覆構法等の技術開発を行った。</p>	<p>■建築基準法令の制定（1950/昭和25年）</p> <p>木造については、基本的には市街地建築物法令の基準が継続したが、耐震上重要な筋かいについては、階数2以上または、延べ面積50㎡を超える木造建築物に対して、床面積に応じて必要な筋かい等を入れた軸組の長さ（いわゆる壁量の規定）が定められた。</p> <p>■昭和34年改正</p> <p>耐火建築物、簡易耐火建築物の規定が設けられ、防火規定が強化され、同時に木造建築物については、壁量規定が強化された。</p> <p>■昭和46年改正</p> <p>十勝沖地震被害から、鉄筋コンクリート造の柱のせん断補強筋規定が改正された。同時に木造建築物の構造基準について、原則として、基礎はコンクリート造または鉄筋コンクリート造の布基礎とすることなどの規定が設けられた。</p> <p>■昭和56年改正/新耐震設計法</p> <p>建設省総合技術開発プロジェクト「新耐震設計法の開発」の成果をもとに施行された。耐震設計法の他、各構造種別ごとに構造詳細の規定が改正、もしくは新設された。木造については、基礎や必要軸組量の強化や壁量の計算方法が変更された。</p> <p>■昭和62年改正</p> <p>集成材による大断面木造建築物の構造が定められた。</p>
	平成	<p>◆日本海中部地震（1983/昭和58年）</p> <p>■ 934</p> <p>□ 2115</p> <p>◆北海道南西沖地震（1993/平成5年）</p> <p>■ 590</p> <p>□ 347</p> <p>◆三陸はるか沖地震（1994/平成6年）</p> <p>■ 48</p> <p>□ 378</p> <p>◆阪神・淡路大震災（1995/平成7年）</p> <p>■ 89738</p> <p>□ 68781</p>	

■ 全壊戸数  
□ 半壊戸数

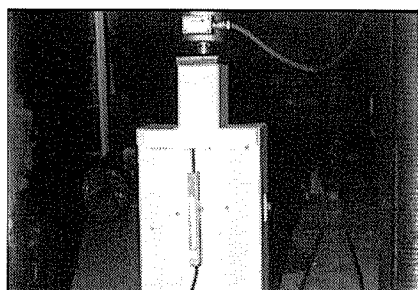
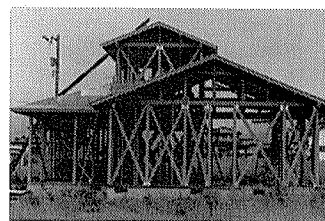
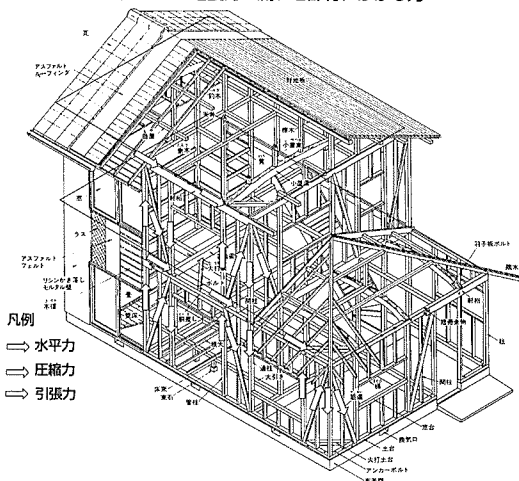
協力：大橋雄二（建設省建築研究所）

# 耐震性向上の技術-1

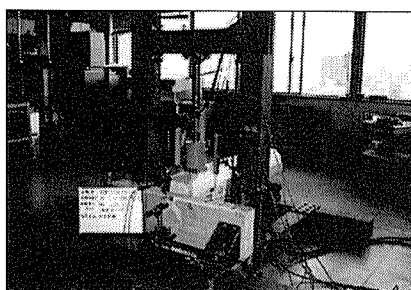
# 架構技術 20

一般の建物では、地震力は水平方向の力が問題とされます。その水平力は、一般に筋かいの軸力や合板の面内せん断力に置き換えられて地盤まで伝達されます。いわゆる耐力壁です。明治以降、日本の木造建物の耐震性向上は、主に耐力壁を取り込むことによって成し遂げられてきました。しかし、今日、架構の多様化に伴って、地震力に抵抗するためのメカニズムも多様化してきました。ここでは、効果の高い耐力壁を実現するための実験、建物の地震時の挙動を解明するための実験、新しい架構実現のための実験、などの研究を紹介します。

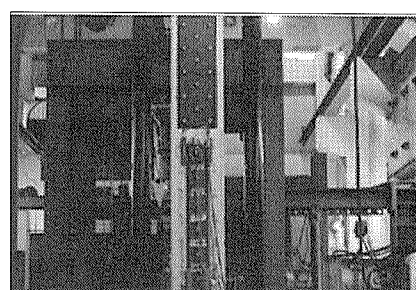
■ 在来木造工法における地震力の流れと部材にかかる力



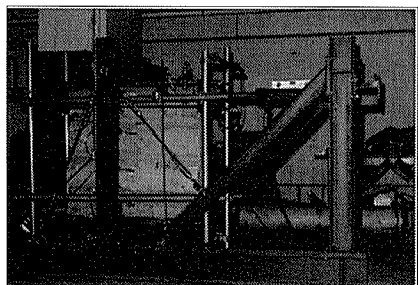
**シャーププレートせん断耐力試験**  
架構の多様化に伴って新しい接合具が現れています。それらの許容耐力は、多くの試験体の実験結果から統計処理を経て決定されます。



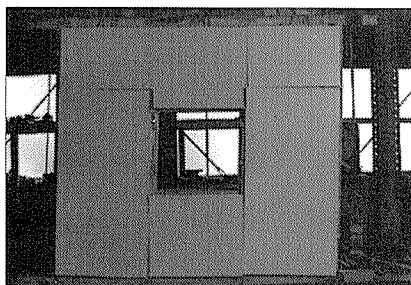
**継手・仕口強度実験**  
従来の継手・仕口も実験や解析によってその強度性状が明らかになりつつあります。



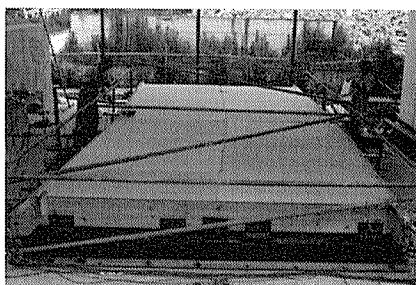
**集成材接合部実験**  
接合部が大きい場合には、強度の確認実験が行われます。最大耐力が数十トンに及ぶものも現れています。



**ログハウス積層材せん断実験**  
ログハウスの積層壁は、だぼの断面から強度を推定するほか、特殊な接合方法の場合には実験で確認されています。



**開口部付き耐力壁実験**  
壁にあげられた開口部は構造的な弱点となります。その影響がどの程度なのか実験や解析が行なわれています。

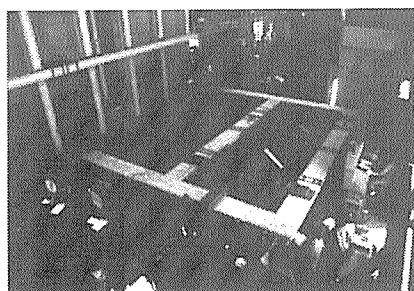


**木造床面内せん断実験**  
床はできるだけ剛に作る必要がありますが、最近では2間×4間の実際の床を加力してその耐力を確認することも行われています。

協力：東京大学坂本研究室

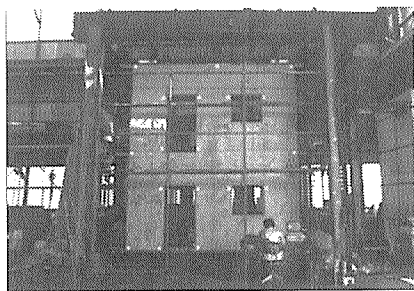
# 耐震性向上の技術-2

# 架構技術 21



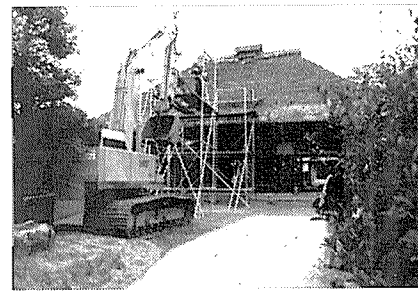
集成材フレーム水平耐力実験

木造ラーメンも実現できるようになりました。建物の一部分を取り出し、フレームで耐力を確認する実験が行われ、設計法が開発されつつあります。



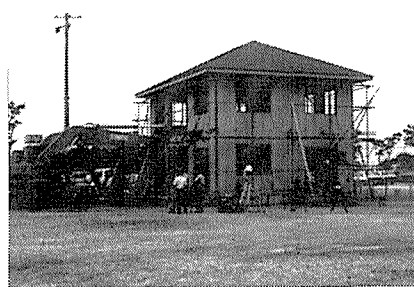
2層ラスモルタル壁実験

外装壁の地震時の挙動を確認する実験です。モルタル壁やサイディングがどのように躯体の変形に追従するかが検証されました。



民家の水平加力実験

伝統的構法の民家についても、水平耐力や地震時の振動性状を調べる実験が行われています。



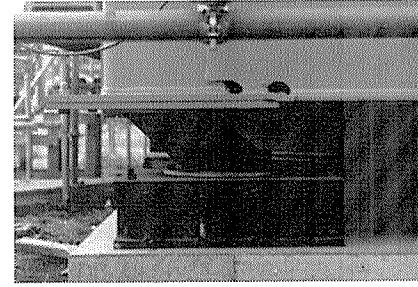
軸組構法2階建て実大加力実験

実大建物の加力には、重機が反力として用いられます。配置された壁の量と実際の耐力から、非耐力部分による余力が推定されます。



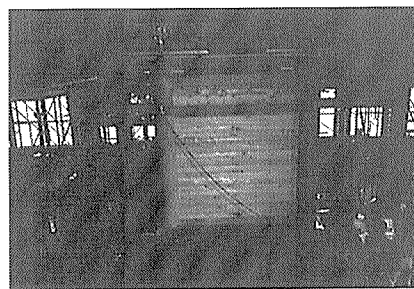
免震構法木造住宅の加力試験

木造住宅でも免震構法が開発されています。横揺れを約1/3程度に少なくできることが確認されています。



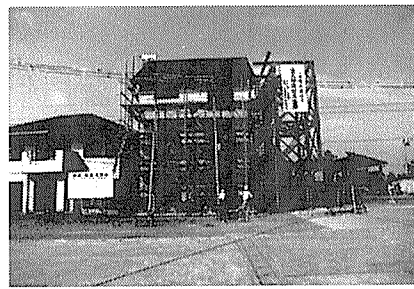
免震装置の変形状況

免震建物に用いられる支承です。減衰性が高いゴムで建物全体を支えています。



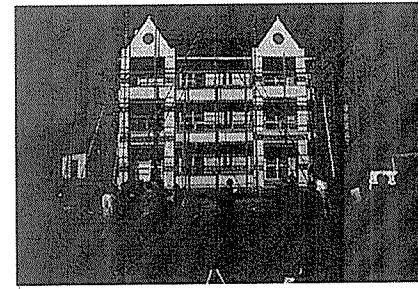
伝統的構法の耐力推定実験

朱雀門などの古代の構法についても、耐震のメカニズムが解明されつつあります。柱の転倒と壁の耐力の加算則が成り立つことが分かってきました。



軸組構法3階建て実大加力実験

3階建て建物では、耐力壁の脚部に大きな引き抜き力が生じるなど、2階建て以上に留意すべき点が多いことが確認されています。



ツーバイフォー構法3階建て共同住宅実大加力実験

いわゆる木3共では、地震後も界壁が防火性能を保持していなければなりません。1/100rad.まで変形させた後、火災実験が行われました。

協力：東京大学坂本研究室

# 阪神・淡路大震災の被害状況-1

架構技術

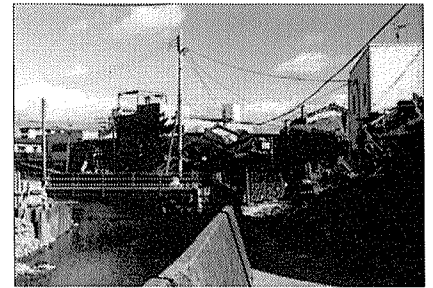
# 22

日本書紀に、推古7年(599年)「大和国地震ひ屋舎を壊る」とあり、これが文献に見る日本の最初の地震といわれます。地震は、日本の建築が生まれながらに背負った十字架のようなものです。しかし、1923年の関東地震以降、日本の地震被害は、総体的には減少傾向を示していました。それだけに今回の阪神・淡路大震災による被害の大きさが際だっています。プリンストン大学の篠塚教授は、「5000人を越える犠牲者を出したことは先進国としてあってはならないことだ」と述べています(2月4日、日経新聞)。今回の地震の被害を、建築界全体が徹頭徹尾に受けとめなければなりません。



古い建物の全壊

古い建物が密集して建てられている地区では、多くの建物が全壊しました。



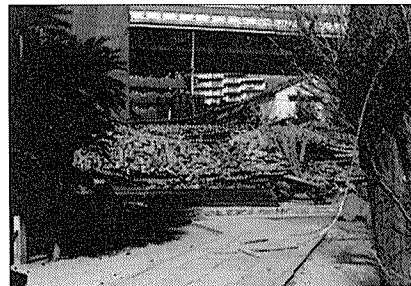
古い建物の全壊

川のそばでは、地盤の影響も考えられます。多くの建物が全壊しました。



土蔵の被害

土蔵は表面の漆喰やモルタルが剥落しています。土蔵全体が転倒した例も見られました。



寺院の全壊

寺院は部材断面が大きなものは倒壊を免れましたが、軸組の貧弱なものは完全につぶれたものが見られました。



神社の全壊

神社も寺院と同様です。極く小規模な神社では、形を残したまま転倒したものが見られました。



伝統的民家の倒壊

伝統的な民家は数多く倒壊しました。2階が陥没するように壊れたものも見られました。



伝統的民家の傾斜

屋根の重い民家は、軸組が相当しっかりしていないと倒壊を免れません。



伝統工法を取り入れた新しい建物の被害

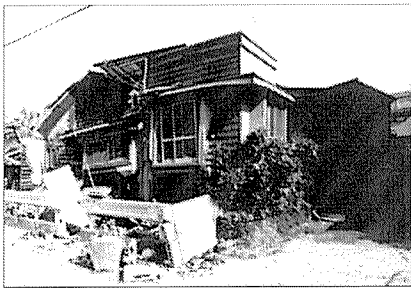
2階には個室が多いため堅くなるのに比べ、1階は壁も少なく、1階で倒壊したものがたくさん見られました。

協力：東京大学阪本研究室

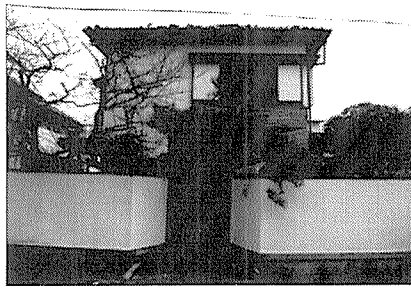
# 阪神・淡路大震災の被害状況-2

## 架構技術

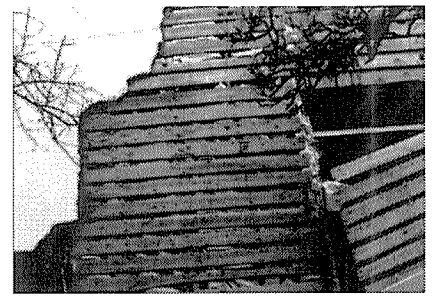
# 23



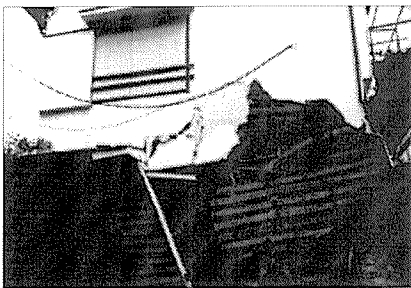
**モルタル外壁のはく落**  
モルタル外壁の剥落はおびただしく見られました。中には、壁内部が腐朽しているものや蟻害を受けているものも見られました。



**モルタルのはく落と筋かいの被害**  
繰り返しの揺れに従って筋かいがはみ出して、モルタルを押し出した例も見られます。



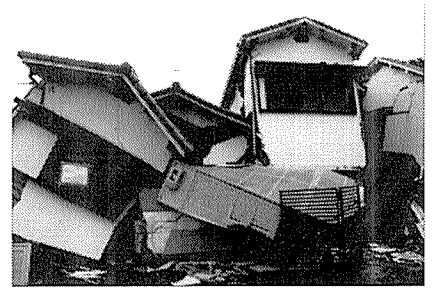
**筋かいの被害**  
筋かいが釘打ちで留めつけられているものがほとんどでした。揺れに従って、踏み外しているものが見られました。



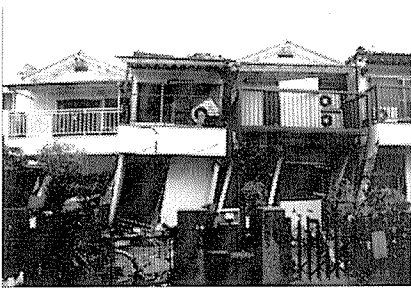
**筋かいと壁の被害**  
長さの短い壁は、柱が引き抜かれているものがたくさん見られました。柱の端部は短くそのみで金物のないものがほとんどです。



**屋根が陥没した建物**  
屋根が窪むように壊れているものも見られました。屋根の一体性が乏しかったか、あるいは軸組の接合部が破壊したものと考えられます。



**比較的新しい建物の倒壊**  
建物が、ばらばらになって倒れています。水平構面が形成されていなかったものと考えられます。



**間口に壁の少ない建物の傾斜**  
間口方向に壁の少ない建物は、一様に片方に傾斜してしまっています。商店街などでは、更に倒壊に至ったところが数多く見られました。



**建物の横転**  
壁配置の釣り合いの悪い建物では、弱い部分から倒壊が生じます。



**建物の横転**  
横転した建物で、車が押しつぶされている例がたくさん見られました。1階の一部を車庫とした建物も多かったものと考えられます。

協力：東京大学坂本研究室

# 阪神・淡路大震災の被害状況-3 架構技術 24



**ねじれによる建物の倒壊**  
壁配置のアンバランスは、建物にねじれを生じさせます。敷地外へ倒れ込んだ建物が道路をふさいだ例はたくさん見られました。



**ねじれによる建物の倒壊**  
偏心した建物のねじれは、屋根や2階が重いと一層苦しくなります。



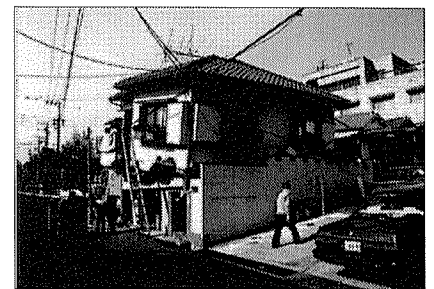
**比較的新しい建物の倒壊**  
壁量の少ないもの、および配置の悪いものでは、新しい建物でも倒壊したのが見られました。



**無被害建物**  
大部分の新しい建物は無被害でした。特に間口方向にも壁がたくさん入ったものは被害が軽微でした。



**1階車庫建物の横転**  
1階に車庫を設けた建物は実質的には、混構造3階建てです。2階部分で大きく傾いたものが数多く見られました。



**混構造3階建ての木造住宅の倒壊**  
2階部分がつぶれてしまっています。2階部分の壁量が不足したものと考えられます。



**3階建て木造住宅の被害**  
外壁のモルタルに亀裂が入っています。この建物では、1階よりも2階部分の方が大きく変形しました。



**3階建て木造住宅の無被害**  
構造計算を行ったであろう新しい3階建て住宅は、ほとんど被害は軽微でした。



**3階建て木造住宅の無被害**  
周囲の古い建物が倒壊する中で、新しい3階建て住宅が、無被害で残っている例はいたるところで見受けられました。

# 木質材料

## 次々と開発されている新素材

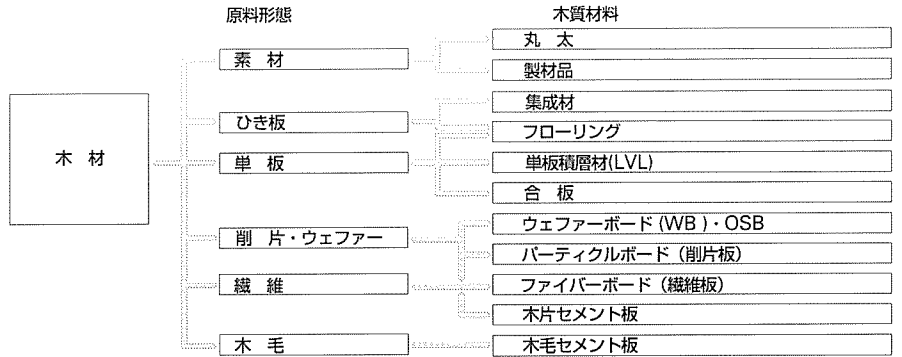
### ■魅力を増す木質材料

木材はデザインしやすい材料であるうえに、五感になじみやすい材です。また、エコマテリアル（生態構成資材）として、地球環境の保全に貢献することができます。使うときの形態も立木の原形に近いログハウス部材から、科学製品のように見えるファイバーボードまで多様です。しかも、最近、木材を有効に生かす各種の加工技術によりさらに新しい木質材料が開発され、これらはエンジニアリング・ウッドと呼ばれています。

### ■木質材料の特製

エンジニアリング・ウッドは、新しい利用目的に適合するように加工、開発されています。材木をどのような原料形態にするかによって木質材料の特性が決まってきます。一般に原料形態が原形に近いほど材の形や強度が大きくなり、原料形態が細くなるほど工業製品化され製造エネルギーを多く必要とします。

図-1 木質材料の分類



■魅力ある木質材料

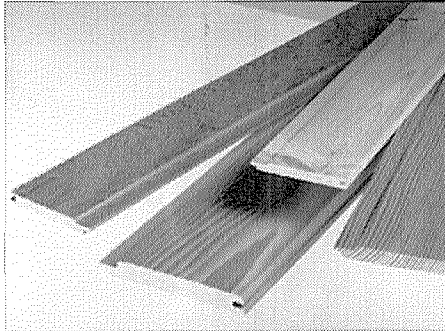


図-2 主要木質材料のエレメント構成と特徴

軸材料	柱角	集成材	LVL	PSL
面材料	板		合板	ウエファーボード OSB フレークボード パーティクルボード ファイバーボード
エレメント(構成要素)		ラミナ	単板	単板 ストランド ウエファー ストランド フレーク パーティクル ファイバー
大きさ	大	小		
原料自由性	小	大		
歩留り	小	大		
製造エネルギー	小	大		
自動化・省力化	難	易		
強度・剛性	大	小		
異方性	大	小		

出典：「エコマテリアルとしての木材」 有馬孝禮



# 樹種と用途

## 樹種をどう選ぶか

### ■経験的に伝えられて来た 樹種別の特性の活用

日本の森林は豊富な樹種がありましたので、我が国では昔から樹種の特性に応じた木材の使い方をしてきました。加工が容易なスギは住宅建築や和樽に、耐久性に優れたヒノキは寺社建築に、木目が芸術的なケヤキは家具にといた具合です。

### ■物性データから見た樹種の特性

建築用として使われることの多い樹種について、無欠点材の物性を調べたものが右の表です。一般に密度の高い樹種ほど強度は大きいのですが、乾燥に伴う収縮も大きいのです。また、昔から土台として使われてきたヒバ、ヒノキ、クリは耐久性が高くなっています。木材使用にあたっては、その特性を把握し、使用部位や使い方に工夫をこらさする必要があります。また、図1、2に軸組工法の住宅に使われている製材品の使用部位別樹種頻度を示しました。(平成4年度(財)日本住宅・木材技術センター調査)

### ■主要木材の性質

NO	樹種	密度 (g/m <sup>3</sup> )	平均収縮率 (%)		強さ (kg/cm <sup>2</sup> )				ヤング率 (t/cm <sup>2</sup> )	釘引抜抵抗	耐朽性	材色	
			放射	接線	曲げ	圧縮	せん断	芯材				辺材	
1	スギ	0.38	0.10	0.26	660	340	80	80	A	中	淡紅色～帯赤暗褐色	白色	
2	ヒノキ	0.41	0.12	0.23	750	400	75	90	A	大	淡黄褐色～淡紅色	淡黄白色	
3	アカマツ	0.53	0.16	0.29	900	450	100	115	B	小	淡赤褐色	淡黄白色	
4	カラマツ	0.53	0.14	0.31	850	450	80	105	C	中	褐色	淡黄白色	
5	ヒバ	0.41	0.12	0.27	750	400	75	90	A	大	帯黄白色	淡黄白色	
6	ツガ	0.51	0.16	0.29	760	430	90	80	B	小	淡褐色	芯材より淡色	
7	エゾマツ	0.43	0.17	0.36	720	380	75	95	A	極小	淡黄白色	淡黄白色	
8	トドマツ	0.42	0.14	0.37	680	340	80	80	A	小	白色	白色	
9	ベイモミ	0.47	0.13	0.24	615	305	75	95	B	小	淡褐色～帯桃淡褐色	白色	
10	ベイマツ	0.55	0.14	0.23	780	420	80	130	C	中	橙赤色～赤色	淡黄～淡赤白色	
11	スルース	0.46	0.13	0.22	645	325	75	100	B	小	淡黄褐色～淡褐色	淡黄白色～淡黄色	
12	ベヒバ	0.47	0.14	0.20	700	300	90	80	B	大	黄褐色～桃褐色	淡黄白色	
13	ベイツガ	0.51	0.08	0.18	705	375	80	100	A	大	黄色	白色～黄白色	
14	ベイツガ	0.46	0.13	0.29	745	405	90	105	B	小	やや紫を帯びた褐色～白色	芯材との差は著しくない	
15	ベイスギ	0.37	0.08	0.14	550	310	60	80	A	大	帯赤暗褐色	ほとんど白色	
16	ロジボールバイン	0.47	0.13	0.20	705	320	95	75	A	大	淡黄褐色	白色～淡黄白色	
17	北洋カラマツ	0.51	0.15	0.33	1025	465	120	120	C	中	黄褐色	白色	
18	欧州アカマツ	0.47	0.14	0.31	650	290	80	85	B	中	赤褐色	黄白色	
19	ベニマツ	0.50	0.15	0.32	680	340	85	90	A	小	淡紅色	淡黄白色	
20	ラジアータパイン	0.49	0.14	0.25	700	330	90	85	B	小	淡褐色	黄白色	
21	アガチス	0.52	0.16	0.30	735	370	80	115	C	小	帯桃淡灰褐色～帯黄紅褐色	帯褐灰白色、淡黄褐色	
22	ケヤキ	0.62	0.16	0.27	1010	475	130	120	D	大	くすんだ褐色、黄褐色～帯黄紅褐色	帯褐灰白色、淡黄褐色	
23	ブナ	0.63	0.17	0.31	890	435	130	120	D	極小	淡黄白色～淡紅色	白色	
24	マカンバ	0.69	0.21	0.27	1060	475	145	130	D	小	淡紅褐色	白色	
25	ミズナラ	0.67	0.17	0.26	990	465	110	105	D	中	くすんだ褐色	淡紅を帯びた白色	
26	ヤマザクラ	0.60	0.17	0.31	1050	450	100	120	D	中	褐色、ときに随力色の樹がでる	淡黄褐色	
27	ヤチガモ	0.65	0.17	0.36	1030	465	125	110	D	中	くすんだ褐色	淡黄白色	
28	クリ	0.55	0.16	0.27	785	425	80	90	C	大	褐色	褐色を帯びた灰白色	
29	レッドメランチ	0.56	0.12	0.26	780	420	90	115	C	中	桃色～赤褐色	黄白色	
30	イエローメランチ	0.55	0.10	0.27	790	420	80	105	C	小	帯緑黄褐色	黄白色	
31	アビトン	0.74	0.20	0.34	1085	505	130	140	E	中	赤褐色	淡黄白色	
32	ラミン	0.65	0.21	0.39	1200	620	110	145	D	極小	黄白色	黄白色	
33	チーク	0.69	0.12	0.20	920	445	115	125	D	極大	金色褐～濃褐色	黄白色	

\*釘引抜抵抗は繊維の直角方向の抵抗で、A B C D E Fは小、比較的小、中、比較的大、大を示す

出典：林業試験場木材部資料から調整

### ■使用頻度の高いスギ、ヒノキ、ベイマツ、ベイツガ

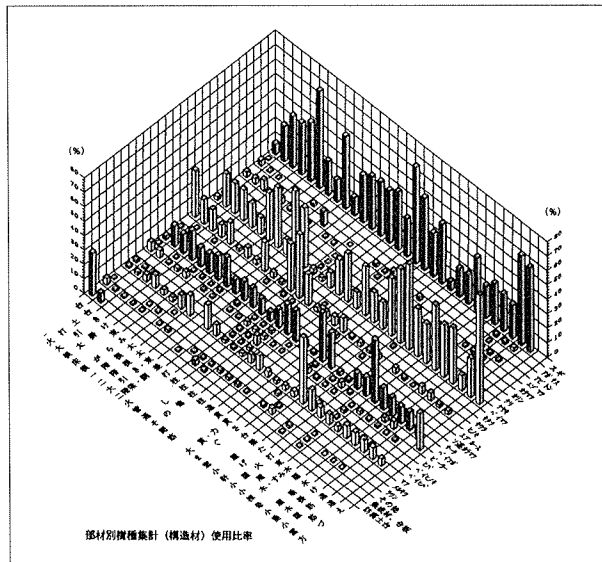


図1：軸組工法住宅の部材別樹種使用頻度(構造材)

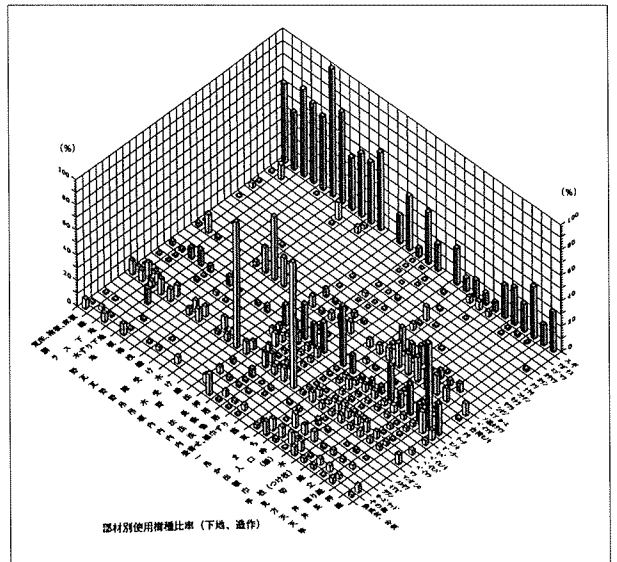


図2：軸組工法住宅の部材別樹種使用頻度(下地造作材)

# 乾燥木材

## 材質チェックの最大のポイント

# 3

## 材料技術

### ■未乾燥材の怖さ

生物体である木材は伐採直後はたっぷりと水分を含んでいます。乾燥が進むにしたがって、軽量となり、収縮し、強度が上がります。しかし、生育時の状況によっては、不均一な収縮で曲がったり、亀裂が生じたりします。未乾燥材を建築に使うと、使用中にこれらの変形が生じて、建物の性能を低下させます。

未乾燥材使用によるクレーム

- ①建て付け調整の不良
- ②クロスの切れやしわの発生
- ③タイルの目地切れや割れの発生
- ④床鳴り
- ⑤壁面の波打ち

### ■乾燥のレベル

乾燥の水準は大気平均水分量が目安です。アメリカなどの乾燥した国では木材の含水率が15%以下であるのは当然になっています。日本では20%以下なら建築後乾燥進行に伴うトラブルが生じないと考えられます。

### ■乾燥材の性能

A 加工性

- ①機械などでの成型が正確になります。
- ②接着剤の性能が活かされます。
- ③防腐、防蟻などの薬品処理の効果が高まります。

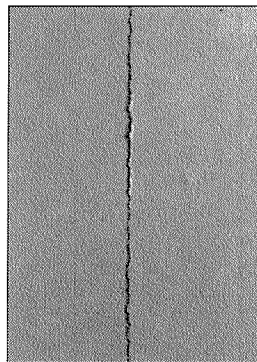
B 居住性

- ①室内湿度の調整をします。
- ②腐食菌や害虫が付きにくくなります。

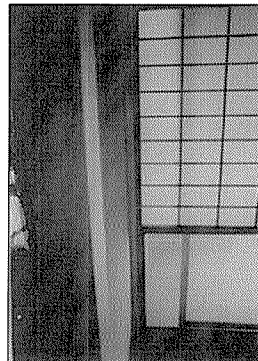
### ■乾燥材の普及

乾燥が当然となっている輸入材に負けないように、日本でも人工乾燥技術の開発が行われ、右図のような方法が実施されています。

現在、トラブル防止と施工性向上のため、乾燥材を使うハウスメーカーが増えてきています。



材の変形による仕上げ材（壁紙）の亀裂



柱の曲がりによる建具との隙間

### ■乾燥材は強い

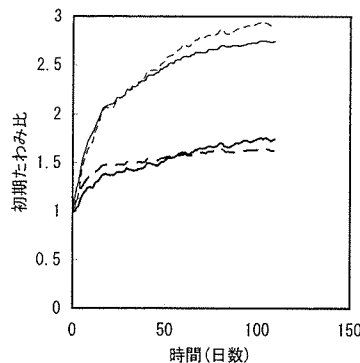
各種強度	強度増加率 (%)
静的曲げ強度	4
圧縮強さ（繊維方向）	6
せん断強さ（繊維方向）	3
引張り強さ（繊維直角方向）	1.5

含水率1%の減少に対する強度的性質の増加率 (Markwood L.J)

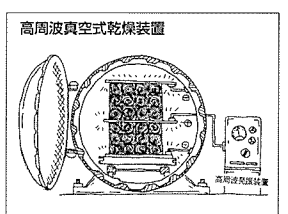
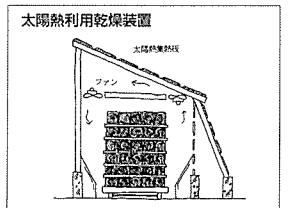
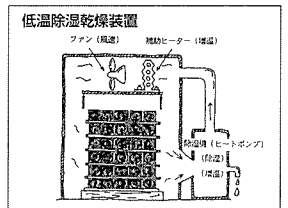
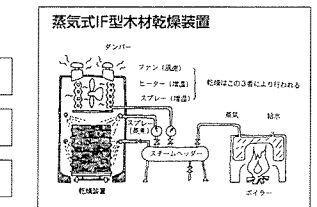
### ■軸組構造体のクリープ変形

— 乾燥材と未乾燥材の比較 —

乾燥材と未乾燥材のクリープ変形の試験結果を図に示します。これは、中央たわみを初期たわみに対する比であらわしたものです。たわみそのものの大きさで比較すると、未乾燥材のクリープたわみは、乾燥材の約2.7倍になりました。



梁材のクリープ変形



出典：木材乾燥入門マニュアル (社) 全国木材組合連合会

### ■乾燥の方法

#### 熱風乾燥機

蒸気式

電気式

除湿式

太陽熱式

熱焼ガス式

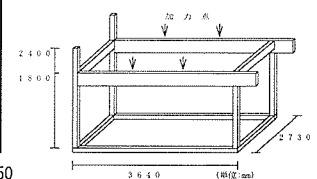
#### その他

高周波式

熱板式

真空式

減圧式



試験体図

# 製材品

## 製材新JASに注目しよう

# 材料技術 4

### ■強度性能による等級区分

生物体である木材が工業製品のような安定した物性を1本1本持つことは無理です。そして実際に生産される材は節などの欠点も含まれていますから、無欠点材のような強度にはなりません。かつては長年の経験による目視で、強度のランクを推測してきましたが、最近では、荷重をかけた木材の撓みを機械測定して、強度の等級区分が行われるようになりました。

### ■「針葉樹構造用製材の日本農林規格」

この名称で平成3年7月31日から実施されている木材の規格を製材新JASと言います。この規格は、既往のJASになかった使用部位の想定を行い、必要な性能が保証されるようにしたものです。

具体的には、乾燥水準と許容応力度に対応できる品質基準を示しています。このため、構造計算が必要な場合などにおいて、建築に携わる方が構造用製材を選びやすくなっています。

### ■機械的強度測定装置

現在、日本で実用化されている方法としては、荷重による撓みを測定する方法のほかに、打撃法により簡易に測定する方法も開発されています。

### ■新しい製材規格に対応した許容応力度

木材の許容応力度は、建築基準法施行令第89条によることとされていますが、新しい規格に対応した許容応力度が別途定められました。(右表)

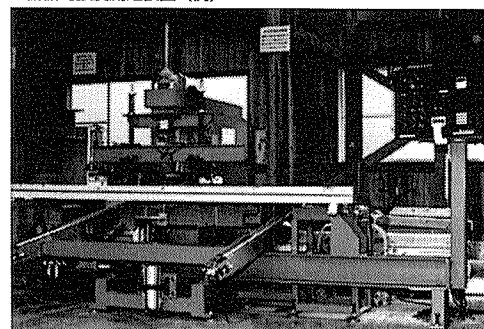
### ■新JASの要点

種類	主な使用部位	特徴
甲種構造材	甲1 たるき、根太、筋かい等	主として高い曲げ及び引張性能を必要とする所に使えます。
	甲2 はり、けた、脚差、土台、大引、母屋、棟木等	
乙種構造材	通し柱、管柱、間柱、床束、小屋束等	主として圧縮性能を必要とする所に使えます。

等級	1級	2級	3級
表示	★★★	★★	★

区分	含水率	選択の目安
D15	15%以下	木材の平衡含水率の水準
D20	20%以下	建築施工上、通常使用される水準
D25	25%以下	多少の収縮はよいとして利用できる水準

### ■機械的強度測定装置 (例)



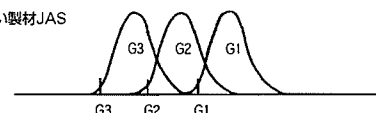
### ■等級区分の考え方

従来の製材JAS



↓ パラメータ

新しい製材JAS



LL, G1, G2, G3は、許容応力度を決める下限値

### ■針葉樹の構造用製材の機械的等級区分

(10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>)

等級	曲げヤング係数			
E 50	40	以上	60	未満
E 70	60	以上	80	未満
E 90	80	以上	100	未満
E 110	100	以上	120	未満
E 130	120	以上	140	未満
E 150	140	以上		

### ■針葉樹の構造用製材の JAS に対応した許容応力度

機械等級区分した針葉樹製材の許容応力度

(単位 kg/cm<sup>2</sup>)

樹種	等級	長期応力に対する許容応力度		
		圧縮	引張り	曲げ
ベイマツ・ソ連カラマツ およびベイツガ	E 50	-	-	-
	E 70	30	20	35
	E 90	55	40	70
	E110	80	60	100
	E130	105	80	130
カラマツおよびヒノキ	E150	130	95	165
	E 50	35	25	45
	E 70	55	40	70
	E 90	80	60	100
	E110	100	75	130
スギ	E130	125	95	155
	E150	145	110	185
	E 50	60	45	75
	E 70	75	55	95
	E 90	90	70	115
スギ	E110	105	80	135
	E130	120	90	155
	E150	140	105	175

出典：木材活用辞典

目視等級区分した針葉樹製材の許容応力度

(単位 kg/cm<sup>2</sup>)

樹種	区分	等級	長期応力に対する許容応力度		
			圧縮	引張り	曲げ
ベイマツ	甲種構造材	1級	90	65	110
		2級	60	45	75
	乙種構造材	1級	90	55	90
		2級	60	35	60
カラマツ	甲種構造材	1級	75	60	95
		2級	65	50	85
	乙種構造材	1級	75	45	75
		2級	65	40	65
ソ連カラマツ	甲種構造材	1級	95	70	120
		2級	80	60	105
	乙種構造材	1級	95	55	95
		2級	80	50	80
ヒノキ	甲種構造材	1級	100	75	125
		2級	90	65	115
	乙種構造材	1級	100	60	100
		2級	90	55	90
ベイツガ	甲種構造材	1級	70	50	85
		2級	70	50	85
	乙種構造材	1級	70	40	70
		2級	70	40	70
スギ	甲種構造材	1級	70	50	90
		2級	65	50	85
	乙種構造材	1級	70	40	70
		2級	65	40	65

# 集成材

## 大規模木造建築を可能にした集成材

# 材料技術 5

### ■集成材の種類と用途

概念的には、乾燥したひき板または小角材を繊維方向をほぼ平行に集成接着した材をいいます。規格としては「集成材の日本農林規格」(4種)と、大規模木造建築物の増加に対応して制定された「構造用大断面集成材の日本農林規格」があります。表1に、集成材の種類と用途を示しましたが、非常に多様な用途をもっていることがわかりいただけます。

### ■優れた特性を持つ集成材

集成材の特徴としては次のようなことがあげられます。

- ①十分に乾燥した材を使うので狂い、割れが生じ難い
- ②ひき板を縦横につなぐことによって寸法の自由度が増す。
- ③湾曲材等自由な形状のものが造れる。
- ④節等の欠点が分散、除去されるため強度性能を高めることができる。
- ⑤強度の高い材を表面に使用して性能を高めることができる。
- ⑥強度の異なるひき板の構成を変えることによって要求性能のものを生産することができる。

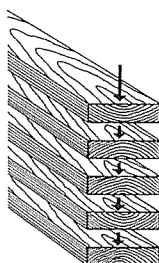
### ■燃えしろ設計

図は、断面の大きな集成材を燃焼させたときの切断面です。周辺にできた炭化層が断熱層となり、内部は残ります。残った面積で構造上の性能が維持されることから、一辺15cm、断面積300cm<sup>2</sup>以上のもの(構造用大断面集成材と言います)は、木造禁止の高さ13m超えの建築物にも利用でき、大規模木造建築を担っています。

### ■年々伸びる大断面集成材

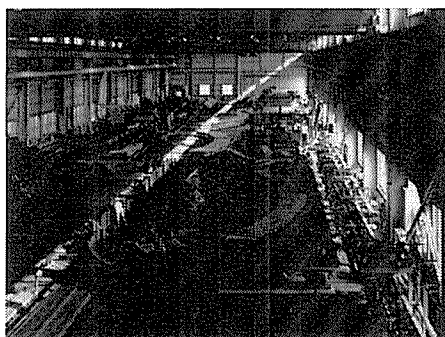
生産量は年々増加しています。平成5年度で50万m<sup>3</sup>で10年前の1.7倍になっています。特に、構造用大断面集成材が絶対量は42千m<sup>3</sup>程度と少量ですが確実に伸びています。また、輸入は77千m<sup>3</sup>で、前年度に比べて2倍と急速に増えています。ここでも構造用大断面集成材の伸びが中心です。

### ■集成材の概念



### ■集成材の種類と用途

区分	等級	主な用途
造作用集成材	1・2等	階段の手すり、畳木、カウンター、壁材、パネルの芯材
化粧張り造作用集成材	1・2等	長押、敷居、鴨居、落とし掛け、上り框、床板、床框
構造用集成材	1級	柱、桁、梁、アーチ、コンテナの床、橋梁、木船
化粧張り構造用集成材	2級	枠組壁工法用(梁、まくさ) 木造住宅の柱、梁など
構造用大断面集成材	甲種	特・1・2級
	乙種	特・1・2級

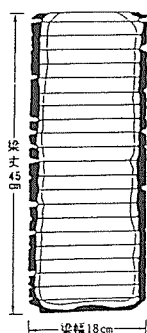


製造工程



集成材使用建築物

### ■30分間燃焼させた集成材梁の断面



### ■構造用および構造用大断面集成材の許容応力度

集成材の樹種および品質	許容応力度	長期応力に対する許容応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )			単期応力に対する許容応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )		
		圧縮または引張り	曲げ	せん断	圧縮または引張り	曲げ	せん断
針葉樹	カラマツ、クロマツ、ベイマツ	特級	115	165			
		1級	105	145	12		
		2級	90	120			
	ヒノキ、カラマツ、ヒバ、ペイヒ	特級	105	155			
		1級	95	135	11		
		2級	85	110			
広葉樹	ツガ、ベイツガ	特級	95	145			
		1級	90	125	10		
		2級	80	105			
	モミ、エゾマツ、トドマツ、スギ、ベニマツ、スプルース、(ロジボールバイン、ボンテローサバイン)	特級	90	135			
		1級	80	115	9		
		2級	70	95			
ラワン	ミスナラ、ブナ、ヤキ、シオジ、タモ、カバ、イタヤカエデ、ニレ、アビトン	1級	105	150			
		2級	85	125	12		
		1級	90	130	10		
	2級	80	110				

( ) 内は、構造用大断面集成材には含まれない。

出典：木材活用辞典

# 合板

性能が高く身近かな木質材料

材料技術

# 6

## ■合板とは—

合板は、木質材料の中で歴史的に最も古く、日本では、製材に次いで多く使用されている馴染みの深い材料です。丸太を「かつらむき」状に薄く剥いた板、単板の繊維方向を互いにほぼ直交させ、奇数枚合わせたのが合板です。

## ■合板の特性—広くて異方性が少ない

- ①原木の直径以上に広い幅で大きい面積の板が容易に製造できる。
- ②そり、狂い、膨脹、収縮が少ない。
- ③強度も安定し、物理・機械的に異方性が小さい。

## ■幅広い用途

合板は、優れた特性から、家具、建具、建築内外装・構造に、さらにコンクリート型枠、足場板、梱包用にと幅広い分野で使われてきました。特に、地震等に耐える耐力壁を構成する面材として、高い壁倍率が与えられています。

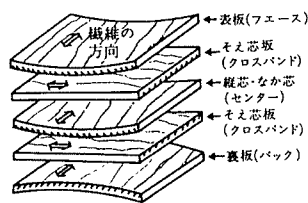
## ■合板の命は接着

合板の命は接着です。JASでは、接着耐水性で評価されており、その高い順に特類、1類、2類、3類の4段階の水準が定められています。具体的には、規格の種類に対応に必要な水準が定められており、例えば、構造用合板では特類、1類が採用されています。因みに、特類は72時間煮沸しても、接着力の落ちないものとなっています。

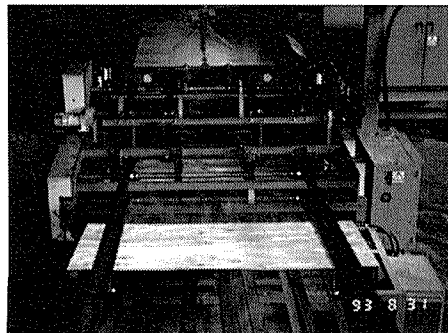
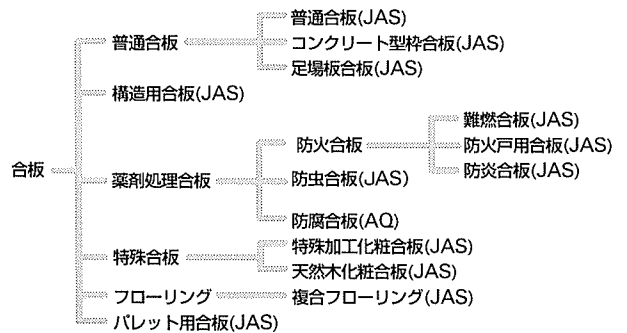
## ■針葉樹合板への切り替え

合板の原木に多く使われてきた熱帯林広葉樹の供給事情に対応して、針葉樹を原木とする技術開発や生産体制整備が進められています。わが国で使用されている針葉樹原木は、北洋カラマツ、ラジアータパインが中心ですが、これからはスギ、カラマツ等の国産材の活用も積極的に進めるべきでしょう。

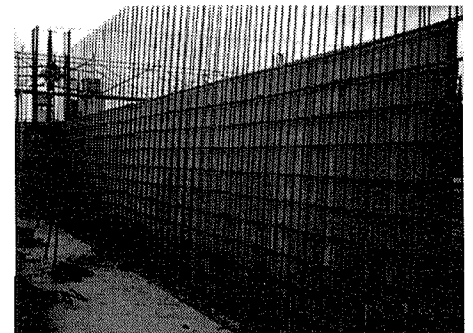
## ■合板の概念



## ■主な合板の分類



製造工程



針葉樹コンクリート型枠用合板の施工例

## ■構造用合板等の壁倍率

材料	工法	枠組壁工法			在来軸組工法		
		規格	厚さ(mm)	壁倍率	規格	厚さ(mm)	壁倍率
構造用合板		特類、1級	9以上	3.5	特類	7.5以上	2.5
		特類、1級	7.5~9未満	3.0			
		特類、2級	9以上	3.0			
		特類、2級	7.5~9未満	2.5			
パーティクルボード		200, 150, 240-100 175-105の4タイプ	12以上	3.0	200, 150, 240-100, 175-105の4タイプ	12以上	2.5
ハードボード		450, 350	7以上	3.0	450, 350	5以上	2.0
			5~7未満	2.5			
シージングボード	シージングインシュレーション		12以上	1.0	シージングインシュレーション	12以上	1.0
構造用パネル		1級、2級、3級、4級	12以上	3.0	1級、2級、3級、4級	12以上	2.5

出典：木材活用辞典

# 単板積層材 (LVL)

## 広がり始めた用途

### ■ LVLとは

ロータリーレーズ等により切削した単板を繊維方向をほぼ平行に積層・接着したものをいいます。当初は、合板の製造工程と類似しているから「平行合板」と呼ばれていましたが、現在では単板積層材もしくはLVLと呼ばれています。LVLは従来から楽器、家具の部材や造作材(長押、回り縁等)として生産されており、決して新しい材料とはいえません。しかし、最近注目されるようになったのは、原理は同じであっても、原料、製法、使い方(構造用)が異なるLVLがアメリカ、カナダで建築物に広く利用されるようになったからです。

### ■優れた特性を持つLVL

集成材とほぼ同じ特性を持っています。

- ①寸法の自由度が高い。
- ②形状・デザインの高自由度が高い。
- ③乾燥製品である。
- ④欠点(節)が除去・分散されていて強度のバラツキが小さい。
- ⑤強度性能が高い。
- ⑥用途に応じた製品を製造できる。
- ⑦薬品処理が容易である。
- ⑧小径材の使用が可能。

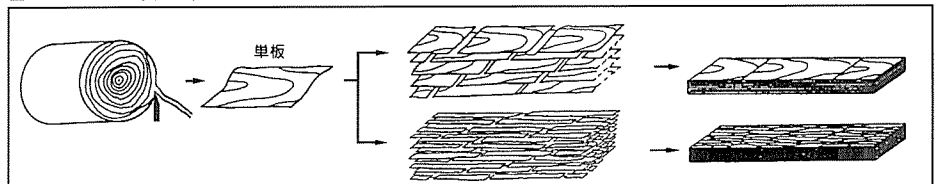
### ■期待される構造用途

わが国のLVLの年間生産量は13万m<sup>3</sup>、輸入2千m<sup>3</sup>程度でその主体は造作用ですが、優れた特性を持っているため、梁、桁やI型梁のフランジ材等の構造材としても期待されるようになって来ています。1991年には構造用途に対応できるように「構造用単板積層材の日本農林規格」が整備(改正)され、1992年には許容応力度も設定されました。また、LVLを枠組壁工法住宅の横架材としての利用促進のためにスパン表も作成(全国LVL協会)されています。

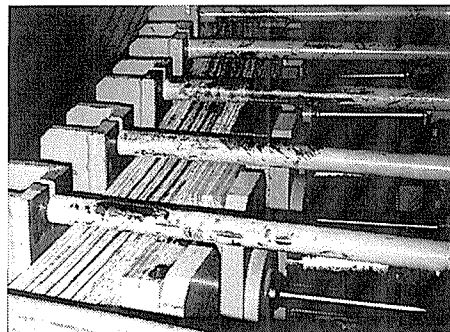
### ■PSL(パラレルストランドランバー)

針葉樹の単板を裂いたストランドを軸方向に積層・接着したもので、節が除去され、目切れや縦つぎ部がないので強度のバラツキが小さく構造信頼性が高いとされています。

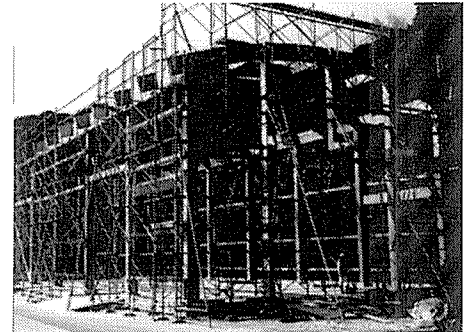
### ■ LVL・PSLの製造工程



出典：木材活用辞典



LVL 製造工程



LVL 建築物

### ■構造用単板積層材許容応力度(その1)

曲げヤング係数区分	等級	長期応力に対する許容応力度 (単位: kg/cm <sup>2</sup> )			短期応力に対する許容応力度 (単位: kg/cm <sup>2</sup> )		
		圧縮	引張り	曲げ	圧縮	引張り	曲げ
180E	特級	155	120	195	長期応力に対する圧縮、引張り、または、曲げのそれぞれの数値の2倍とする。		
	1級	150	100	170			
	2級	140	85	140			
160E	特級	140	105	175			
	1級	135	90	150			
	2級	125	75	125			
140E	特級	120	90	155			
	1級	120	80	130			
	2級	110	65	110			
120E	特級	105	80	130			
	1級	100	65	110			
	2級	95	55	95			
100E	特級	85	65	110			
	1級	85	55	95			
	2級	80	45	80			
80E	特級	70	50	85			
	1級	65	45	75			
	2級	65	40	65			

出典：木材活用辞典

### ■構造用単板積層材許容応力度(その2)

水平せん断性能	長期応力に対するせん断の許容応力度 (単位: kg/cm <sup>2</sup> )	長期応力に対するせん断の許容応力度 (単位: kg/cm <sup>2</sup> )
65V-55H	13	長期応力に対するせん断の数値の2倍とする。
60V-51H	12	
55V-47H	11	
50V-43H	10	
45V-38H	9	
40V-34H	8	
35V-30H	7	

\*V=たて使い  
H=平使い

# 木質ボード

## 多様な品目と用途

### ■木質ボードとは

パーティクルボード (PB)、ファイバーボード (FB) などをいいます。これらは、それぞれ木材小片、木繊維を接着剤等を用いて成形してつくられた材料です。構成する単位のエレメントが小さいため、原材料の大きさや品質にこだわらず、しかも無駄無く利用できるという利点があります。また、製品にバラツキが少なく、製造方法によって目的に合った性能、サイズのもの製造できるという特性をもっています。

### ■木質ボード工場はリサイクル工場

木質ボードの原材料としては、木質系の廃棄物が主体を占めつつあります。図はパーティクルボードについての1994年調査〔(財)日本住宅・木材技術センター〕によるものですが、住宅解体材や廃パレットなどの廃棄物が22%を占め、工場廃材を含めるとリサイクル原料が99%余になります。

### ■多様な木質ボード

木質ボードには、構成するエレメントの形状・寸法によって様々な製品があり、その特性をとらえてOSB、WBなどの呼称がつけられています。

### ■用途一面内せん断性能が高いPB

PB、WB、OSBは面内せん断性能が高く、耐力壁の面材として多用される他、床材として使用されます。HBは、打ち抜き加工ができることから、自動車、家電の部材として性能を発揮し、MDFは、均質な厚みのある製品でルーター加工ができるので建築内装、家具材料として需要を伸ばしてきています。IBは畳床の需要が大きな比率を占めています。

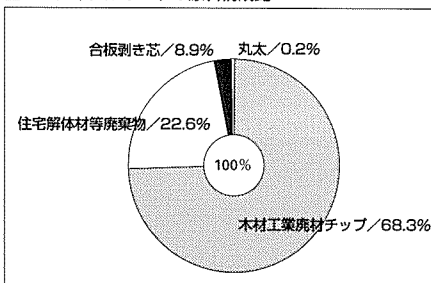
### ■構造用パネルの日本農林規格

WB、OSBには、JASが定められ1~4級に区分しています。許容スパンの表は、屋根下地、床下地に使用する場合を想定したものです。

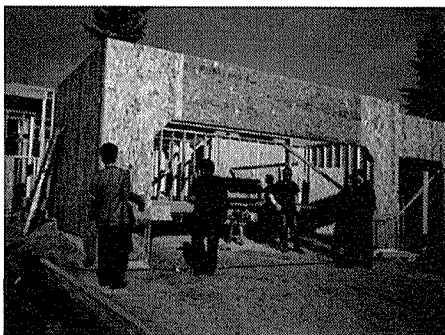
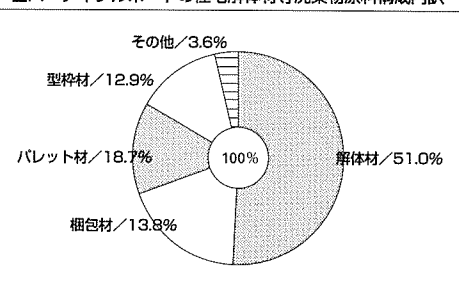
### ■多様な木質ボード

小片化	PB (パーティクルボード)	小型の小片をランダムに成形
	WB (ウエファーボード)	木の葉状の大きなエレメントをランダムに成形
	OSB (オリエンテッドストランドボード)	短冊型の大きなエレメントを長辺をそろえて成形
繊維化	HB (ハードボード)	密度0.8以上
	MDF (中比重ボード)	密度0.35以上、0.8以下
	IB (インシュレーションボード)	密度0.35以下

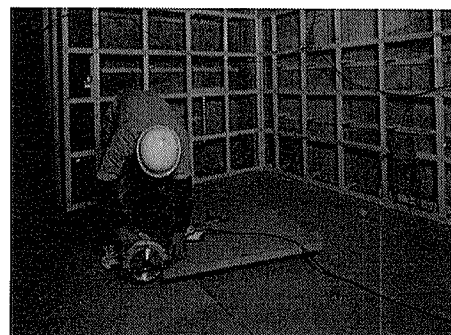
### ■パーティクルボードの原料構成比



### ■パーティクルボードの住宅解体材等廃棄物原料構成内訳



OSBの施工現場



PBの施工現場

### ■構造用パネルの適合基準 (JAS) と許容スパン

等級	区分	曲げ強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )		曲げヤング係数 (10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	
		パネルの長さ方向	パネルの軸方向	パネルの長さ方向	パネルの軸方向
		1級	720/h <sup>2</sup>	215/h <sup>2</sup>	305/h <sup>3</sup>
2級	565/h <sup>2</sup>	170/h <sup>2</sup>	135/h <sup>3</sup>	40/h <sup>3</sup>	
3級	375/h <sup>2</sup>	115/h <sup>2</sup>	70/h <sup>3</sup>	20/h <sup>3</sup>	
4級	220/h <sup>2</sup>	65/h <sup>2</sup>	35/h <sup>3</sup>	10/h <sup>3</sup>	

\* h : 試験体の厚さ (cm)

出典 : 木材活用辞典

### 許容スパン (mm)

等級	床下地	屋根下地
1級	600	600
2級	450	600
3級	300	450
4級	-	300

# 木質複合梁

## 小径材で大スパン木造

### ■複合梁とは

トラスやI型梁は鉄骨構造でよく見られるところですが、同じ原理による木質材料あるいは木質材料と鋼材を組み合わせた組み立て梁＝複合梁も開発され、大型木造や2×4住宅にも一部活用されるようになってきています。

### ■フランジには剛性の高い材料

工業製品として入手可能なものとしては、I型梁があります。その構成はフランジには剛性の高いVL、機械等級区分されたたてつき材が使用され、ウエブには合板あるいはOSBが使用されています。

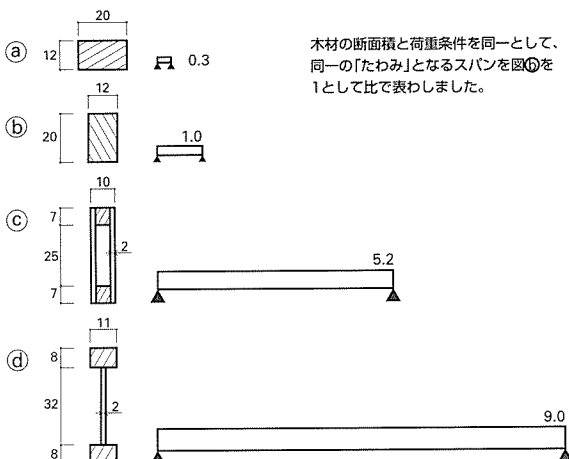
### ■複合梁の特性—長尺で軽い

- ①材料を節約できる。
- ②乾燥材が使われているので狂いが少ない。
- ③一般に工業的生産しているので品質が安定している。
- ④力学的な特性が明確である。
- ⑤小径材が使えるので資源の有効活用になる。

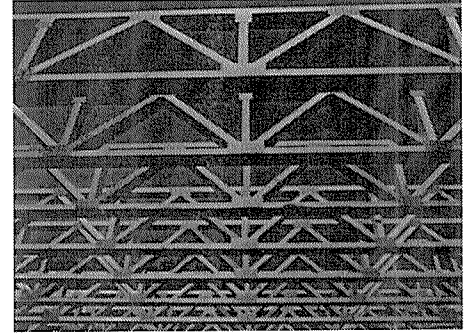
### ■いろいろな複合梁

- \* 重ね梁：角材をせいの方向につないだもの(図ABC)
- \* 木製平行弦トラス：木製の弦をボルト、ネールプレートでつないだもの(D)
- \* ハイブリッドオープントラス：フランジ材だけを木製とし、ウエブをスチールとしたもの(EF)
- \* ボックスビーム：フランジを木製とし両側面を合板などの構造用ボードで複合したもの(G)
- \* I型梁(H)
- \* 張弦梁：引っ張り力をスチールに負担させ、木材を圧縮材として働かせたもの(I)

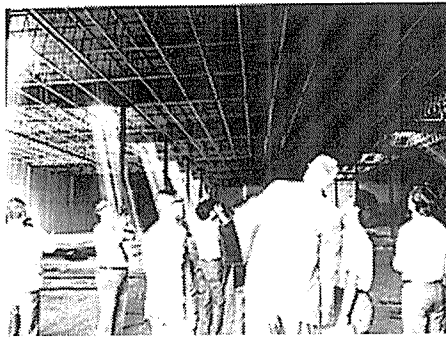
### ■効率がよい複合梁



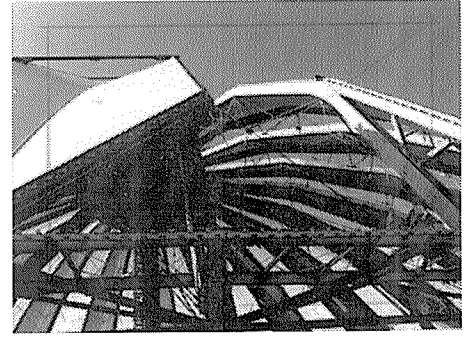
型



平行弦

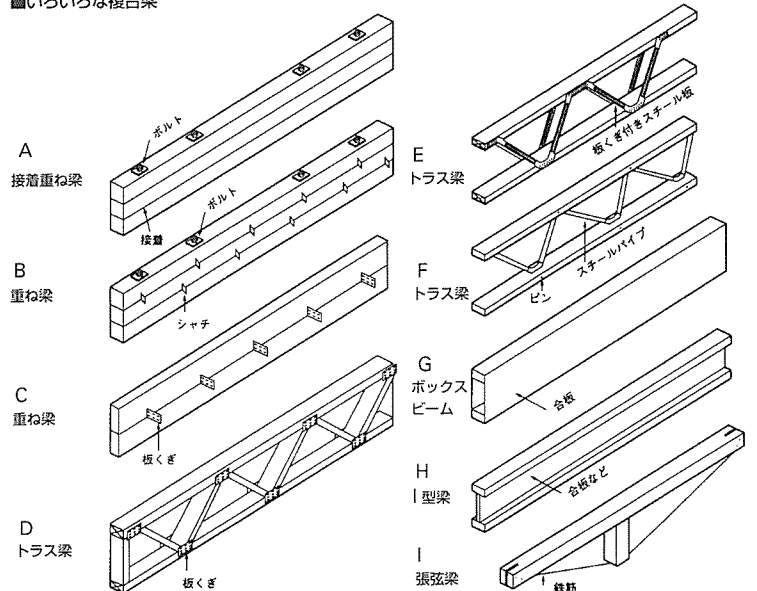


ハイブリッド



張弦

### ■いろいろな複合梁





# フローリング

## 居住性に優れた木質床

# 10

## 材料技術

### ■性能の高いフローリング

フローリングは、床材としての構造・表面性能を満たすとともに、保温、調湿機能、歩行性など多くの面で優れた居住性をもっていることが再確認されるようになってきています。

右表に、体育館の床の材質別の「すべり」に対するスポーツ選手の評価を、また右図に、床材をカーペットからフローリングに改装した場合のダニの生息状況を示しました。フローリングが歩行・運動、衛生面から優れていることを示しています。

### ■基材もデザインも多様なフローリング

フローリングには、使用材料、加工形状、色調、デザイン、施工方法等からみて非常に多様な製品があります。農林規格では、主として基材に基づいて分類を行っています。それをフローリング(JAS)の体系として、下図に示しました。

### ■防音、床暖房機能の付与

フローリングは、床衝撃音の関連から集合住宅では忌避された時期もありましたが、カーペットのダニ、カビなど衛生上の問題から見直されるようになり、ニーズに対応した技術開発も進み、防音性の高い製品も供給できるようになっています。また、暖房装置を組み込んだ製品も開発されています。

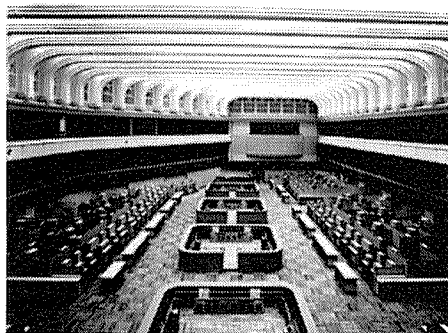
### ■体育館床の「すべり」に関するスポーツ選手の評価

体育館	床種類	記入者総数	すべりすぎる	ちょうどよい	すべらすぎる
A	木造床	47	6	40	1
B	木造床	53	2	50	1
C	木造床	42	6	35	1
D	木造床	23	5	13	5
E	木造床	23	4	18	1
F	木造床	20	1	6	13
G	木造床	22	15	7	0
H	木造床	22	16	5	1
木造床計		252	55	174	23
I	塗床	34	8	10	16
J	塗床	34	18	7	9
K	塗床	26	13	9	4
L	塗床	20	1	14	5
塗床計		114	40	40	34

出典：日本建築学会論文報告集 no188 小野 英哲 (単位：人)

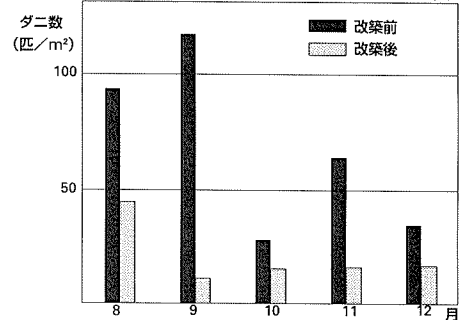
### ■2000人/日の東京証券取引所はWPC加工のフローリング

WPC(Wood Plastic Composite)

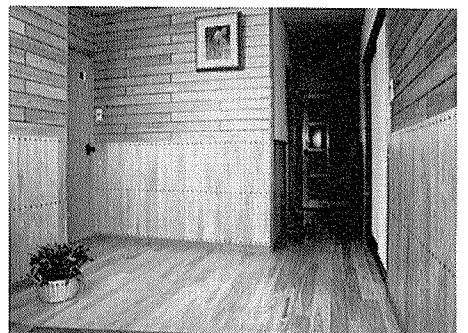


東京証券取引所

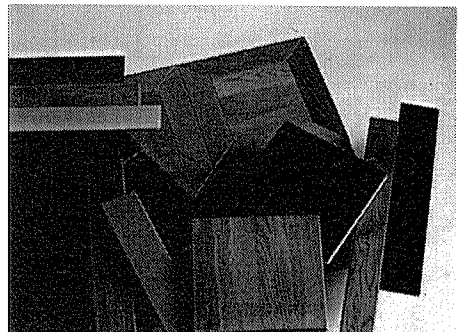
### ■カーペットからフローリングへ改装前後のダニの生息数



改装前年と改装後の同月のダニの生息数を調べ、比較している  
出典：昭和62年度農林水産省試験報告 (1987)

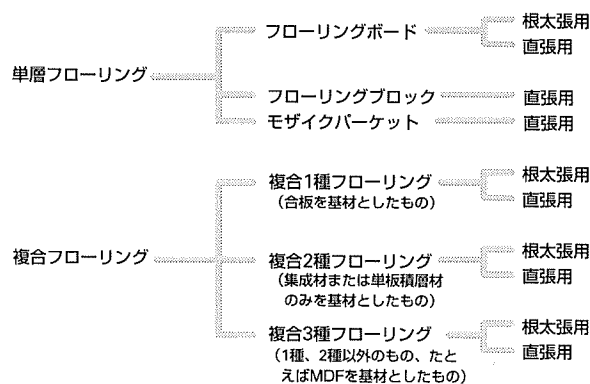


単層フローリング



複合床

### ■フローリング(JAS)の体系



# 建物に使われた木材が 長持ちできる根拠

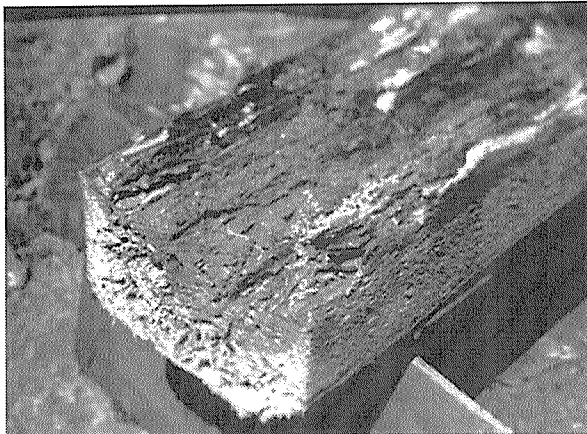
耐久性技術

1

## 木材は腐りやすい

木材は使い方によっては、腐りやすい材料です。土の上に直接置かれた木材は、約10年位で朽ちてしまいます。

右の写真は、腐朽した木材とイエシロアリの被害材です。



腐朽した木材



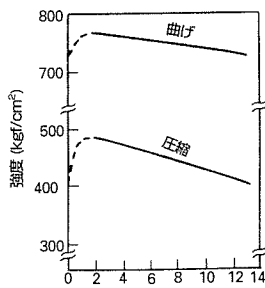
イエシロアリの被害

## しかし、木造建築は 長持ちしている。

木材が腐りやすい気候・風土の中でも、わが国の木造建築の中には、長持ちしている建物が沢山あります。千年を超える仏教建築物や二百年、三百年の長寿を誇る民家などが多数あります。何故でしょうか。

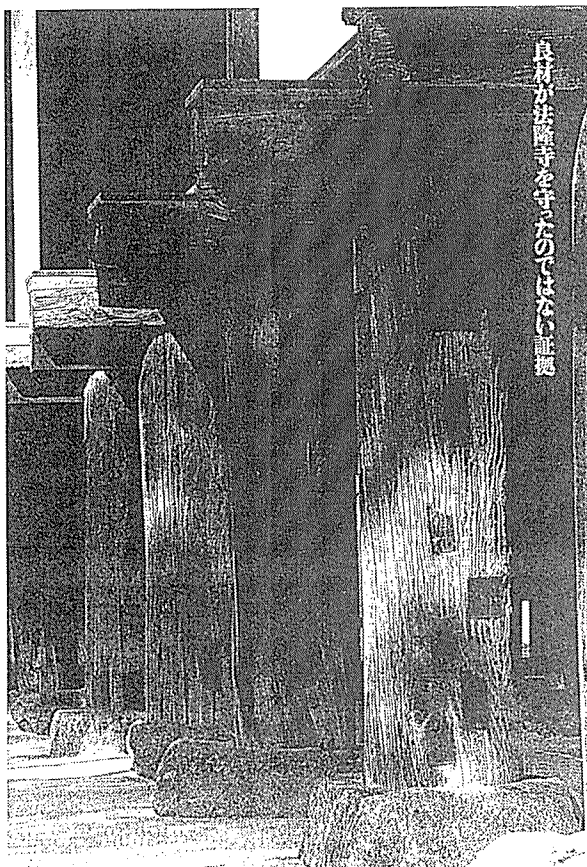
建物を造るにあたって、

- ◇木材の選び方
- ◇木材の使い方
- ◇手入れの仕方と
- ◇地表から木材を離すなどの工夫があるからです。



小原二郎「木の文化」

◇それに、木材は古くなくても、強さはほとんど変わらないからです。図で見ると、ヒノキは千年以上経っても、強度がほとんど減少していません。



撮影：芸術新潮 / 野中昭夫

法隆寺が長持ちしているのは、良材を使っただけではありません。法隆寺も手入れにより長持ちしているのです。

# 建物に使われた木材を 長く使うための基本的な考え方

耐久性技術

# 2

建物の骨組みの木材は、

- A 腐朽菌
  - B しろあり
- の被害を受ける  
恐れがあります。

建物の骨組みの寿命は、腐朽菌としろありの被害の大小により決まるといって良いでしょう。  
関東地方の場合、しろありと腐朽菌はほとんど同じ箇所で発生します。  
両者の被害割合は右図のとおりです。

腐朽菌としろありは、ほとんどの場合、濡れた木材に被害を与えます。

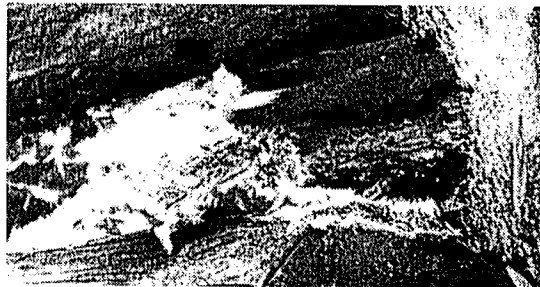
日本に広く分布するヤマトシロアリは、濡れた木材を食害します。しかし、静岡以西の沿岸地域で被害の多いイエシロアリは、乾燥した木材にも被害を与えます。  
また、北海道などで被害のあるナミダタケも、通風の悪い箇所の乾いた床下材などを腐朽させます。

木材が濡れる原因は、

- A 雨水
  - B 生活するための水
  - C 水蒸気 結露水
  - D 土の中に含まれる水
- の4つの水です。

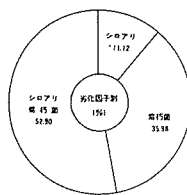
この4つの水から木を守り、さらに、イエシロアリの被害を防ぐためには、木材を地表から離すことが必要です。

木材は材中に相当の水分を含まないと腐りません。風通しが良ければ、木材は、空気中の湿気だけではなかなか腐りません。結露した水や雨漏りした水、風呂などで使った水などが木に直接かかって、濡れた状態が続いたときに腐ります。また、イエシロアリは、通常地中に巣をつくり基礎を伝って建物に入り、乾いた材にも被害を与えます。

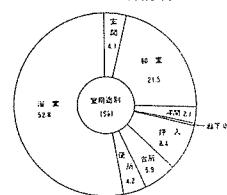


腐朽菌

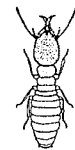
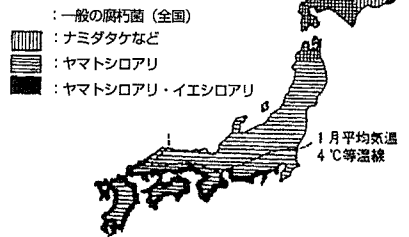
■建物の劣化要因別構成



■劣化の室用途別構成



■しろありと腐朽菌の被害分布図

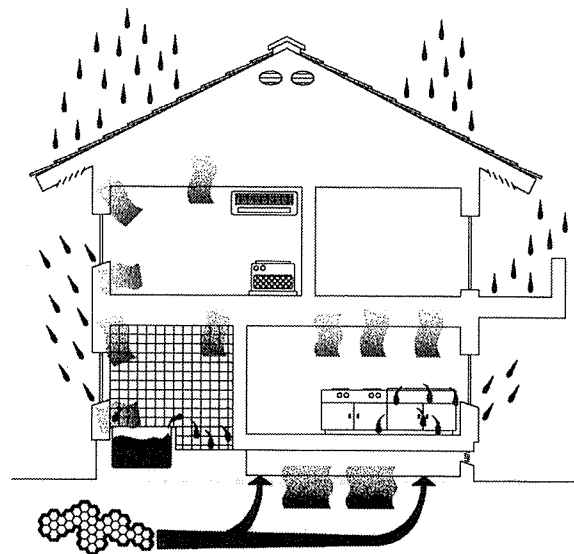


イエシロアリ



ヤマトシロアリ

■木造の劣化をまねく原因



イエシロアリの巣

# 建物の中で、木材を長く使うための具体的な方法 — 1

耐久性技術

# 3

建物をつくるとき

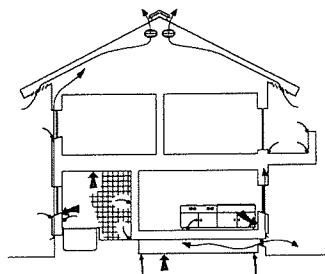
- 1) 木の〈吸水を防ぐ〉
- 2) 木を〈乾かす〉
- 3) 木を〈地表と遮断する〉

建物は繰り返し手入れが大事です。

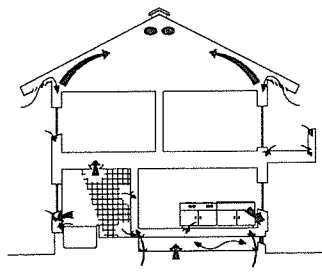
⇒ 〈手入れ〉 ⇒ 〈手入れ〉 ⇒

図における凡例

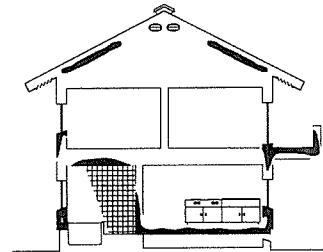
- ↖ 漏水
- ↔ 透湿/湿気のたまり
- ↖ イエシロアリの侵入
- ↔ 換気の障害
- ↖ 腐朽部分
- ↔ 通気・換気



竣工時の状態



防水層などが破損した時の状態



木材の劣化のしやすい箇所

防水・防湿、そして、通気などを工夫した建物では、通常竣工時から木が濡れる状態にありません。

雨漏りしたり、防水層や防湿層が破損し、また換気口の保守を怠って通気などが阻害されると、建物の中の木材は吸水して濡れます。

木は、濡れた状態が継続すると腐朽ははじめます。腐れは、雨漏りや水の浸入が起きやすい所に集中します。

■木造を長持ちさせる標準的な構法

## 1) 木の〈吸水・吸湿を防ぐ〉

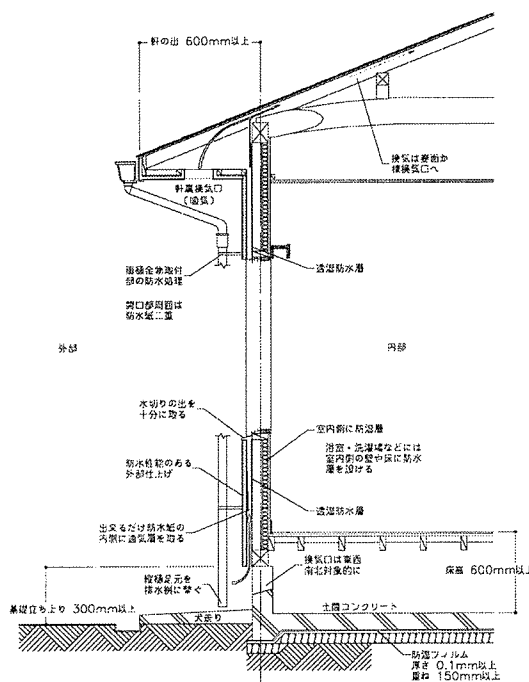
- 屋根 葺き材に合った勾配、谷部や立ち上がり部の防水水など
- 外壁 下部の雨押さえ、窓まわり、ベランダまわりの防水など
- 内壁 水まわり室の腰壁の防水、室内側に防湿層を設置
- 基礎 立ち上がりを高く、床高さを十分にとる

## 2) 木を〈乾かす〉

- 屋根 小屋裏換気口 軒裏からは吸気、棟部で排気
- 外壁 壁内通気層 壁下部から吸気、壁内の湿気を排気
- 基礎 床下換気口 換気口は位置を高く、均等に配置

## 3) 木を〈地表と遮断する〉

地中には水分が常にあります。コンクリートの基礎は、地中水分を木材に伝えないという役割があります。イエシロアリは基礎などを伝って登ります。これを防ぐために「べた基礎」を設置するか、または土壌表面に薬剤処理層をつくります。



# 建物の中で、木材を長く使うための具体的な方法—2

# 耐久性技術 4

## 〈結露水による腐れを防ぐ〉

暖房や冷房により、壁の中に結露する場合があります。この内部結露を防止するには、次の二つの条件を満足する部材仕様になります。

1) 断熱材を挟む室内側（内装）、ならびに室外側（外装）の材料（複数ある場合にはその全体）の持つ透湿抵抗を、室外側が室内側より小さくなるようにします。その具体的な方法は、次のいずれかです。

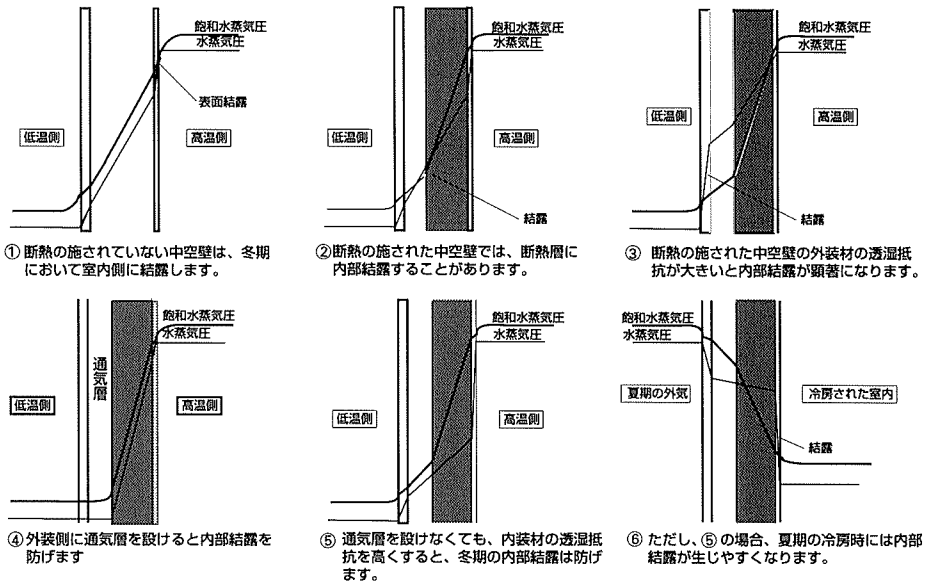
室外側に通気層を設ける。

室内側に透湿抵抗の大きな材料を用いる。（たとえば、厚い木材の板など）

2) 特に室外側の材料には、室内側より透湿抵抗が大きくなるように配慮しながら、透湿抵抗が小さく、かつ、吸放湿性の大きな材料を使用し、夏期の外気の持つ湿気がそのまま断熱材に侵入する時間を遅らせます。

透湿抵抗の小さな木質材料を用いる。（たとえば、和紙、軽質繊維ボードなど）

粘土質成分を含む比重の小さな多孔質材料を用いる。



## 〈雨や生活水のかかる場所や水中に木材を用いる場合の対応〉

1) 部材周囲の風通しを保つ。

2) かかる水が、木材表面から内部に侵入しないように木材表面を処理する。

表面に水が溜まり難い研状とする。（表面にひび割れなどのない材を利用し、裏面に回った水に対しても水切れを良くする）

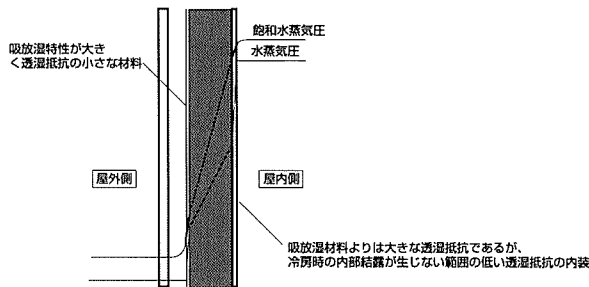
表面の排水性を確保する。

3) 腐り難い樹種の腐り難い部分を用いる。（ヒノキ、ヒバ、クリなどの心材を用いる）

4) 木材に保存薬剤による処理を施す。

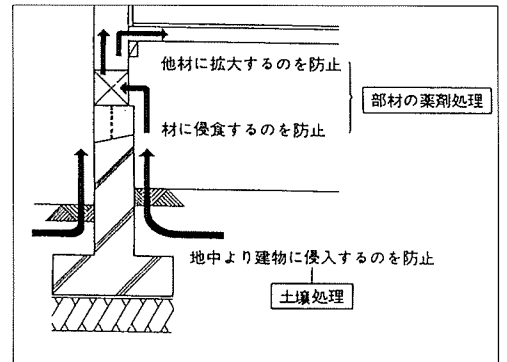
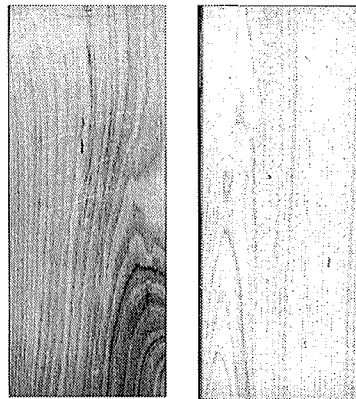
工場において薬剤を加圧注入する。

現場において薬剤を塗布する。



⑦ 内外装材に吸放湿材を上手に配置することにより、冬期と夏期の内部結露を防止することができます。

### ■耐久性の高いヒバ、ヒノキの心材



# 手入れの良い建物は長持ちする

# 耐久性技術 5

## 木造建物の手入れには

- 1) 竣工時につくった、防水・防湿・通気などのメンテナンス
- 2) 痛んだ一部の骨組みを修理して、建物全体の延命化の2つがあります。

### 1) メンテナンス

■建築時にしっかり防水・防湿処理をしたとしても、その性能を維持するためには、的確なメンテナンスがかかせません。また、日常的には、通風のための換気口の清掃などの「保守」も重要です。

■メンテナンスの内容は、その建物の材料や構法により異なります。

例えば、

◆軒の深い、風通しの良い民家では、屋根の葺き替えなどがありますが、防水や防湿などのメンテナンス項目は少なくなります。

◆モルタル塗の木造では、外壁の補修が必要になります。また、浴室や洗濯場など水回り室の防水や防湿のメンテナンスが必要になります。

◆軒の出のほとんどない木造は、外壁の上部から雨がかりますから、外壁のメンテナンスを怠ると外周の骨組みの劣化を早めることになります。

メンテナンスの周期は、防水・防湿層を構成する材料と骨組みに使っている木材の樹種などによっても異なります。

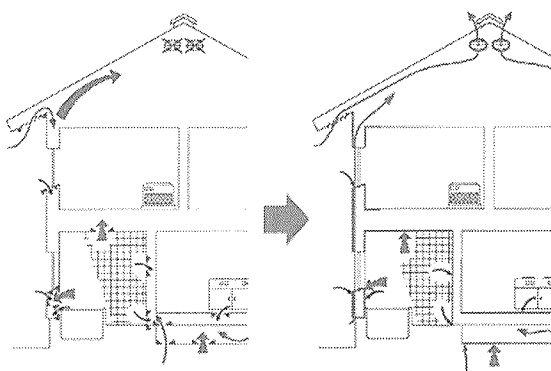
例えば、

◆ヒノキ、ヒバなどの

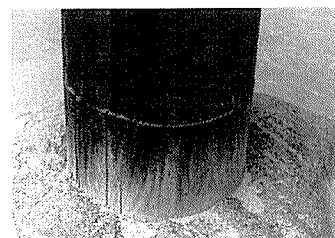
心材部ならば耐久性が高く水に濡れても6、7年位は腐ることはありません。

### 2) 骨組みの一部修理

わが国の木造建築では、骨組みの一部修理を行って、建物全体の延命化をはかる技術の伝承があります。柱の脚部を修理する「根継ぎ」や土台の取り替えです。昔は基礎の石が低かったために、骨組みの下部が腐りやすいということがありました。しかし、腐れが局部的で、上部の骨組みが健全な場合が多いということで、こうした方法がとられました。根継ぎにより建物を長持ちさせるという技術は、現代の木造建築にも応用できます。



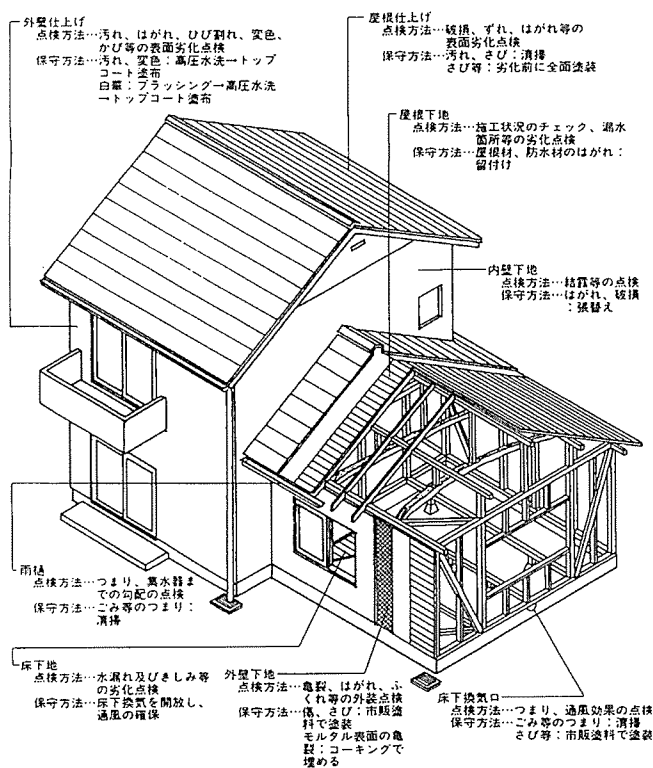
- 図における凡例
- ← 漏水
  - ↔ 透湿/湿気のたまり
  - ↔ 換気の阻害
  - △ 腐り部分
  - ↔ 通気・換気



■壊れた部品・部材を直して、竣工時の役割に戻す

■根継ぎ

#### ■木造住宅における主な保守点検部位



# 木造建築の耐久性向上技術の今後の動向

# 6 耐久性技術

## 1. 木材の改良

(木材を腐朽菌やしるありに侵されないように改良する)

- (a) アセチル化木材 (木材と酢酸を化学結合させた材で腐朽菌に抵抗性があり、しるありもこの材を栄養分にできない)
- (b) ホルマル化木材 (木材をホルムアルデヒド処理した材、楽器などで実用化、しるありや腐朽菌に抵抗性がある)
- (c) フェノール樹脂含浸木材 (低分子フェノール樹脂を含浸処理した木材、しるありや腐朽菌に抵抗性がある)
- (d) 無機質複合化木材 (リン酸バリウムを木材中で生成させた材、しるありや腐朽菌に抵抗性がある)

## 2. 薬剤の低毒性化

(毒性の低い保存薬剤への転換)

- (a) 工場で加圧処理する薬剤として毒性の低い銅、亜鉛、アルキルアンモニウム化合物などの薬剤が開発・実用化され、JAS 規格 (改正：平成7年4月施行) に盛り込まれました。
- (b) 現場での土壌処理では、「食餌誘殺法」がわが国で効果あるか試験中です。

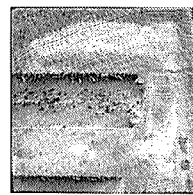
■ JAS規格に採用された新しい薬剤

薬剤の名称	薬剤の記号
アルキルアンモニウム化合物系	AAC
銅、アルキルアンモニウム化合物系	ACQ
ナフテン酸銅	NCU
ナフテン酸亜鉛	NZN

■アセチル化木材



■高耐久性プレカット材



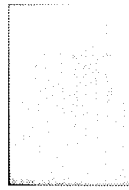
■ホルマル化木材 (MDF)



■ラミナ処理集成材



■フェノール樹脂含浸木材



■無機質複合化木材



## 3. 保存処理材の品質の向上

(処理方法の多様化)

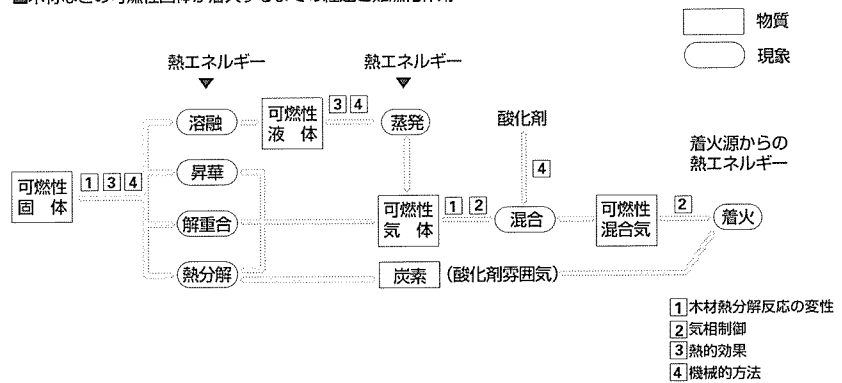
- (a) JAS における保存処理材のグレード化  
改正された JAS 規格では、保存処理材製品の品質の向上とともに、性能に応じて使い分けができるように5つのグレードに分けられました。グレードは、K1~K5に区分され、数値が大きいほど厳しい使用環境に対応できる基準になっています。
- (b) 高耐久性機械プレカット部材の実用化  
木材内への薬剤の浸潤を効果的にするため、木材を乾燥し、きざみ加工した後、加圧処理した材を高耐久性機械プレカット部材といいます。この材は住宅金融公庫の「高耐久性木造住宅仕様」などに利用されています。
- (c) ラミナ処理集成材の開発  
木造住宅において、木の狂いなどを防止するために集成材が多く使われるようになり、また、ドームなどで大断面集成材が利用されています。この集成材の耐久性の向上をはかるため、ラミナ (集成する前の小断面材) 段階で薬剤処理をして、集成材にする方法です。実用段階にあります。
- (d) ベニヤ処理 LVL の研究  
合板に使う単板 (ベニヤ) を同じ方向で重ね合わせた製品… LVL の防菌・防蟻性を高めるため、ベニヤ段階で薬剤処理して接着した材料で、現在研究中の製品です。

# 防火材料としての木材

## 防耐火技術

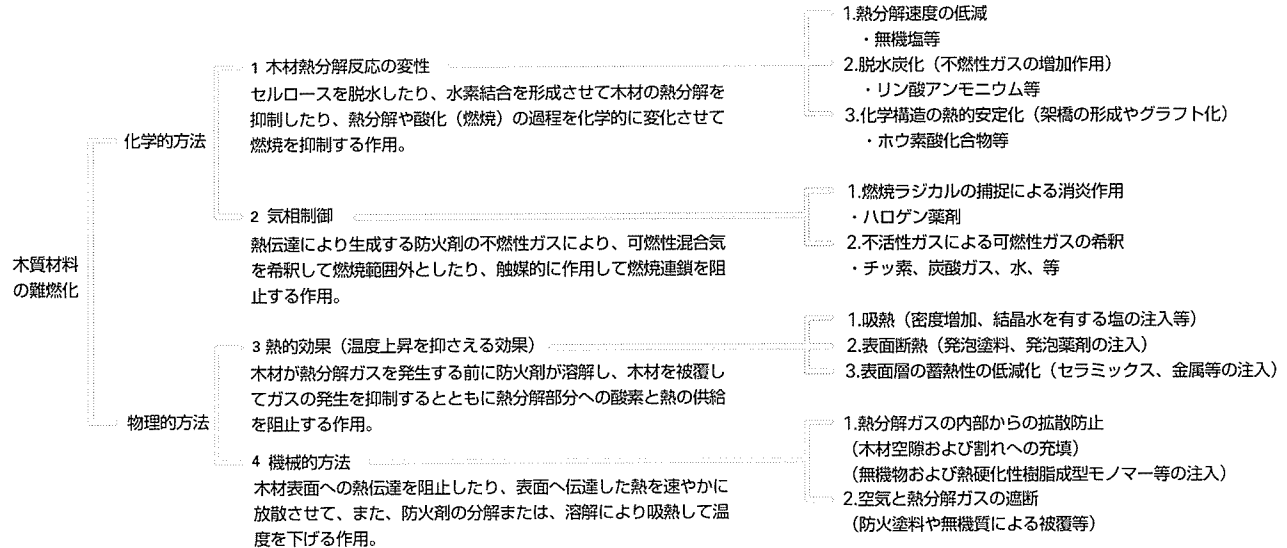
1

■木材などの可燃性固体が着火するまでの経過と難燃化作用



「燃える」という木材の短所を補うため、近年、他の材料と複合化して、木材の長所を生かしながら防火性能を持つ木質材料が開発されています。木質材料が着火するまでに生ずるいくつかの経過の中の、いずれかを起こりにくくすることで、木質材料の難燃化がはかれます。具体的な事例として、薬剤注入木材と無機質複合化板の難燃性能を示します。現在のところ、木質系材料としては、準不燃のグレードまで開発が進み、認定されています。

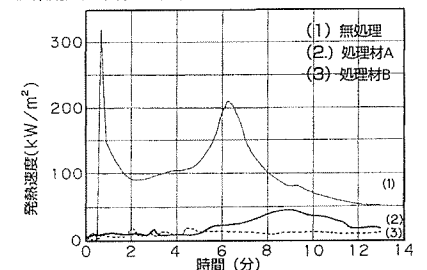
■木質材料の難燃化方法



■防火処理木材の模型箱試験結果の一例

	準不燃規格	無機質複合化合板	薬剤注入木材 (準不燃)	普通合板	石膏ボード
最大発熱速度	kW < 170	77.9	67.4	920.7	約100
合計発熱量	KJ < 50,000	27,736	30,933	254,351	約30,000
最高室内温度	℃ —	289.2	367	883.6	—
最高CO放出速度	g/sec —	0.1	0.197	11.3	—
合計CO放出量	g —	37.0	42.12	3,150.5	—

■薬剤注入木材の燃焼抑制効果（アカマツ材）



発泡性薬剤を含浸させたアカマツに、40kW/m<sup>2</sup>の輻射熱を与えたときの発熱速度を表わします。（出典：森林総合研究所資料）



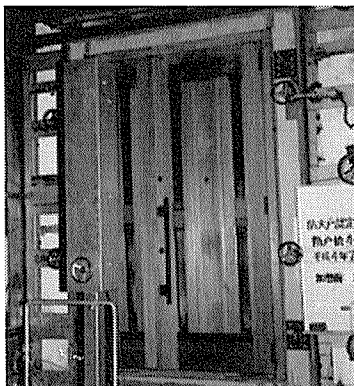
# 木製・木質系防火戸

## 防耐火技術

# 2

平成2年の建設省告示第1125号で、甲種防火戸の試験方法が定められ、乙種防火戸の試験方法が見直されました。その主な内容は、次のとおりです。

- 1) ISOの標準加熱曲線により、甲種は60分間、乙種は20分間の加熱を行う。
  - 2) 遮炎性能、構造安定性により判定する。
- 従前の試験方法との大きな違いは、加熱面側の発炎が認められた点です。これにより、木質系材料が防火戸へ使用可能となりました。



ドアの防火試験

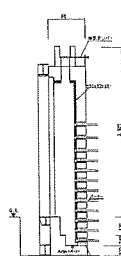
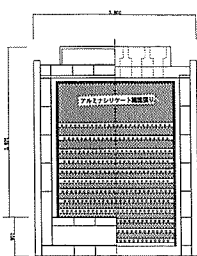


サッシの防火試験

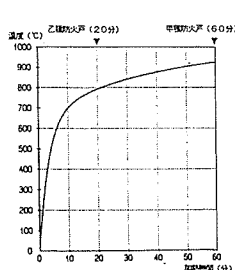
### ■木製・木質系防火戸認定状況（平成6年11月）

	甲種防火戸	乙種防火戸
木製	5	60
木質系	33	52

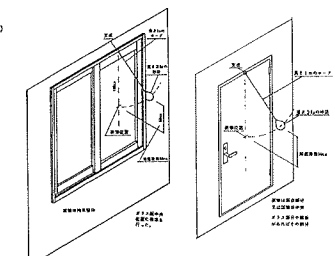
### ■加熱試験炉



### ■標準加熱曲線



### ■衝撃試験方法



### ■各種木製・木質系防火戸構成例

	甲種防火戸	乙種防火戸
木製		
木質系		

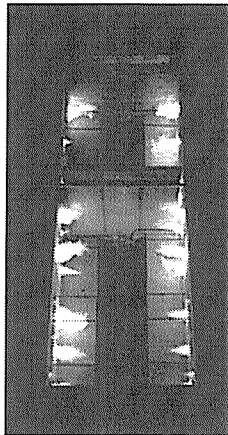
# 大断面木造の燃えしろ設計

# 防耐火技術 3

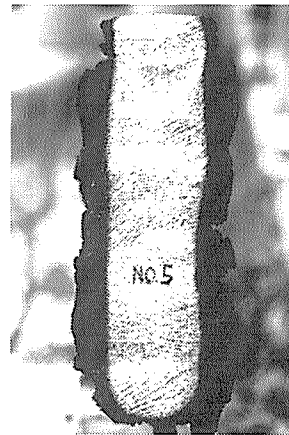
昭和62年の建築基準法改正で、火災時に倒壊を防止するため次の措置を講ずることにより、高さ制限を適用しない木造建築物が建築可能になりました。

- 1) 可燃物の増加の抑制措置
- 2) 急速な火災拡大等の防止措置
- 3) 火災時の構造耐力の確保のための措置

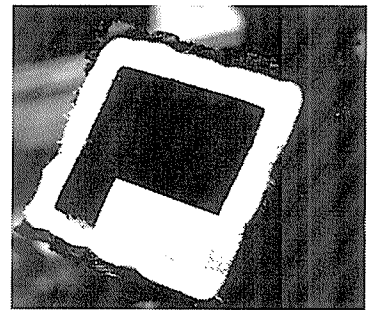
この中で 3) は、柱・梁等に着火し、一定時間火災が継続して断面がある程度欠損した場合においても、構造耐力上有効な断面が確保されているよう、燃えしろを見込んだ断面とする手法がとられています。



加熱試験炉

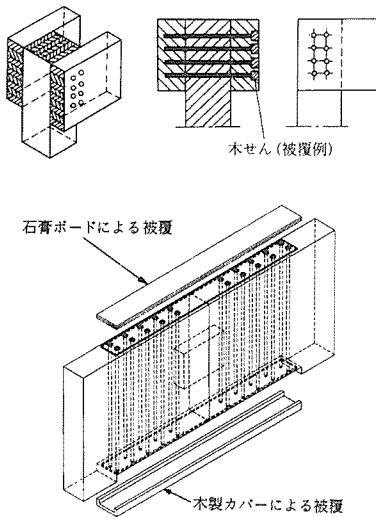


集成材梁試験体



中空材試験体

## ■接合部の防火設計



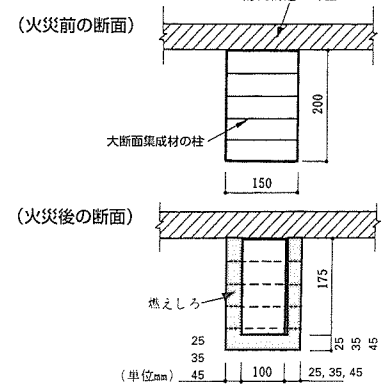
## ■炭化平均速度

試験体					平均炭化速度 (mm/分)	
部位	種類	樹種	含水率 (%)	気乾比率	残留断面から算出	内部温度から推定
柱	集成材	トドマツ	6.0~9.5	0.38~0.44	0.67	0.72
		ペイマツ	8.6~9.6	0.55~0.58	0.67	0.66
		スギ	15.2	0.42	0.74	0.77
はり	集成材	トドマツ	40.9	0.56	0.52	
		スギ	36.9	0.50	0.66	
		トドマツ	6.0~11.0	0.36~0.48	0.60	0.73
はり	製材	ペイマツ	8.7~10.2	0.53~0.57	0.59	0.70
		ベイツガ	9.3~10.5	0.46~0.59	0.66	
		スギ	13.6	0.41	0.59	0.73
はり	製材	トドマツ	40.9	0.56	0.63	
		スギ	36.9	0.50	0.49	

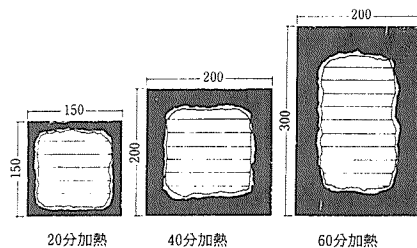
出典：大断面木造建築物設計施工マニュアル

## ■燃えしろ設計の例

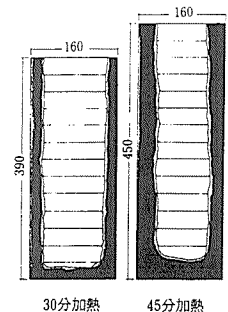
2.5cm, 3.5cm(40分耐火構造)、4.5cm(1時間耐火構造)の燃えしろを見込んだ断面で部材を設計し、建築物が倒壊しないことを確認する。



## ■柱断面の炭化状態 (柱試験体、無載荷)



## ■はり断面の炭化状態 (はり試験体)



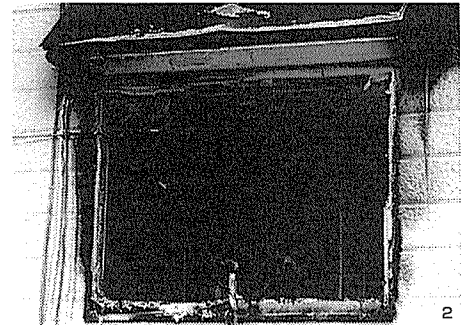
# 木造3階建共同住宅の実大火災実験 防耐火技術

# 4

平成3年12月、建設省建築研究所において、木造3階建共同住宅の実大火災実験が行われました。これは、木造3階建共同住宅の建設を可能にする技術を開発し、技術指針をまとめるために、避難安全性、防耐火性能、延焼防止性などのテーマを設定し、木造工法（木質プレハブ、木造軸組、枠組壁の各工法及び鉄鋼系プレハブ工法も同時に実施した）の部材レベルの防火性能開発実験の知見を併せて検討することを目的としています。火災実験は、部材レベルでは検証できない地震後の一定以上の防火性能について検証するために、枠組壁工法を代表とした実大建物に一定の変形を与えた後にそれを修復することなく行われました。その結果、点火60分時点でも、上階や隣棟への延焼防止、遮熱性・遮炎性、倒壊防止に関して高い耐火性能を示すことが確認されました。

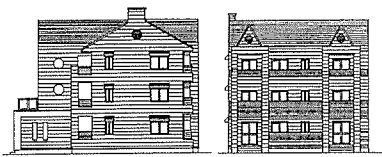


■実験棟平面図

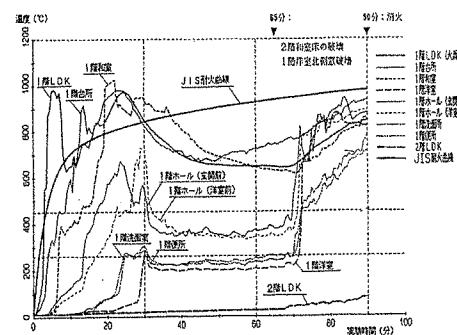


■点火90分までの延焼経路の推定

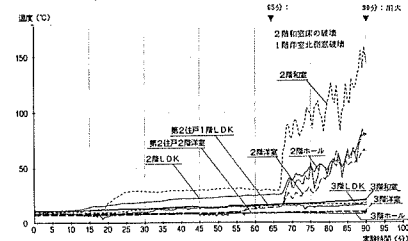
■立面図



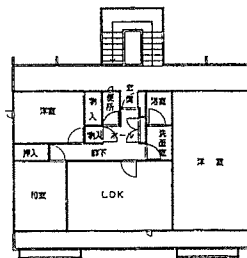
■木造3階建共同住宅、1階部分の温度性状



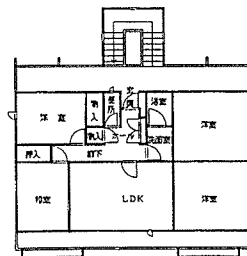
■木造3階建共同住宅、2・3階部分の温度性状



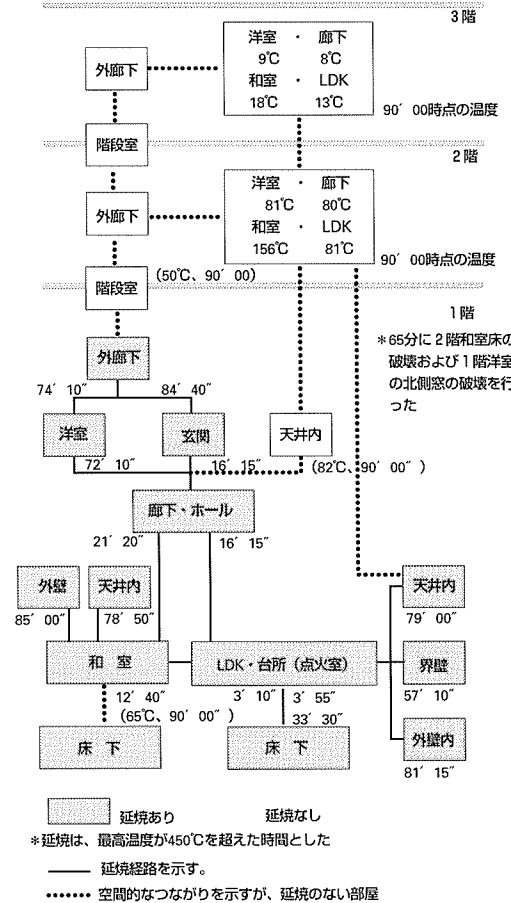
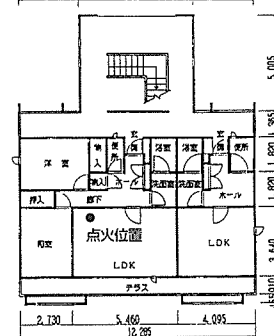
3階平面図



2階平面図



1階平面図

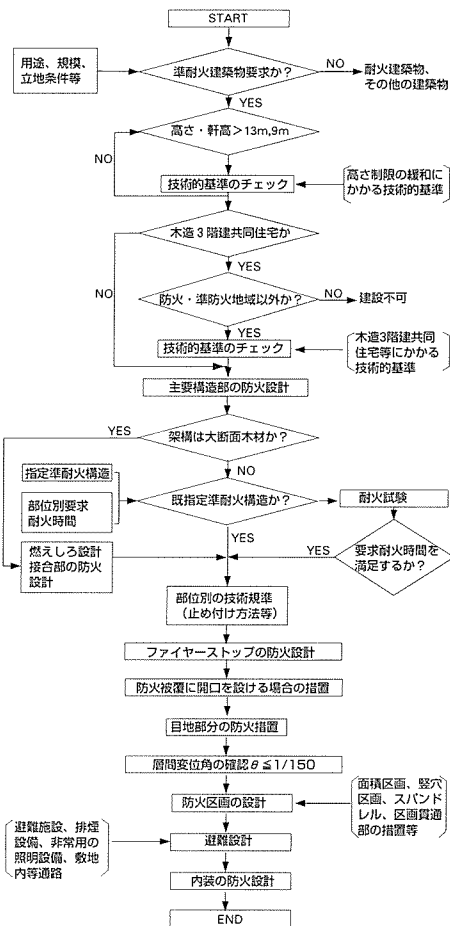


# 準耐火建築物

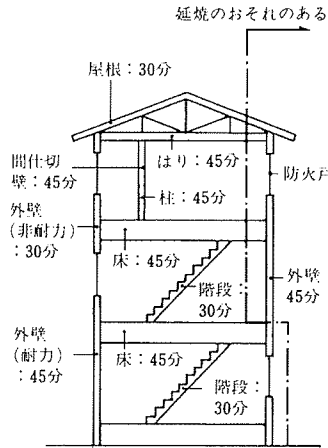
# 防耐火技術 5

建築基準法が改正され、従来の「簡易耐火建築物」にかわるものとして、「準耐火建築物」が創設されました。（平成5年6月25日から施行）  
 木造建築物に、燃えしる設計や防火被覆等の措置を講じることにより、耐火構造に準ずる耐火性能を有するものとして位置づけられました。これにより、木造建築物の建築可能な用途、階数、規模、立地の範囲が大きく拡がりました。  
 また、従来、3階建共同住宅等については、耐火建築物とすることとされていましたが、防火地域及び準防火地域以外の地域に限り、主要構造部が1時間以上の耐火性能を有すること、及び、避難上の一定の措置を講じることにより、木造3階建共同住宅の建設が認められることとなりました。

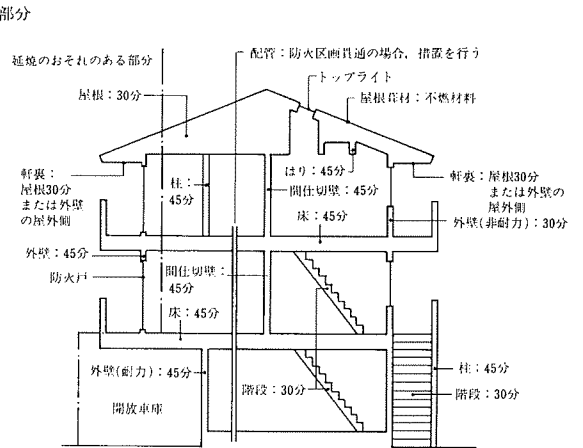
## ■準耐火建築物の防火設計フローチャート



## ■準耐火建築物



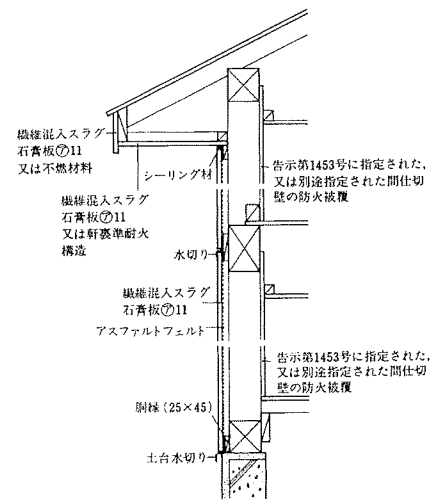
## ■木造3階建共同住宅（1時間準耐火構造）



## ■要求耐火時間

構造部位		準耐火建築物	木造3階建共同住宅等
外壁	耐力壁	45分	1時間
	非耐力壁	延焼の恐れのある部分 上記以外	45分 30分
間仕切壁		45分	1時間
柱		45分	1時間
床		45分	1時間
はり		45分	1時間
屋根		30分	30分
階段		30分	30分

## ■45分準耐火構造外壁例（木造軸組工法）



## ■木造住宅等の建築可能範囲

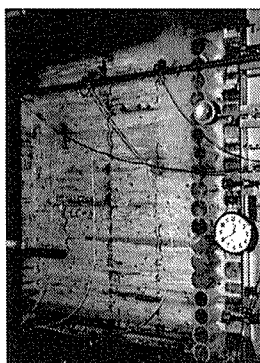
延べ面積 (m <sup>2</sup> )		100	300	500	1500	3000
木造3階建て共同住宅等	防火地域					
	準防火地域					
	防火・準防火以外の地域					
木造3階建て戸建て住宅	防火地域					
	準防火地域					
	防火・準防火以外の地域					
木造2階建て戸建て住宅	防火地域					
	準防火地域					
	防火・準防火以外の地域					

- 木造不可：木造建築を建設することができない
- 木造可：すでに建築が認められていた部分（準耐火以外の木造建築物）
- 木造可：新たに木造建築が認められた部分（準耐火建築物）

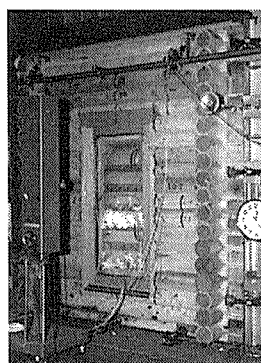
# ログハウス壁構造の防火性能

# 防耐火技術 6

建築基準法では、防火上の安全性を確保するため、建築物の構造に関して種々の基準が定められています。ログハウスについても防火上、裸木造と同様の基準が適用されることになっています。ログハウス部材は、断面が大きいため燃え抜けるにはかなりの時間がかかることが予想されますので、壁、天井、床などの部位の防火性能を把握するための実験が行われています。壁について、実際の建物における状態と同じように荷重がかかった状態で、ISOの耐火標準曲線に従う加熱試験を行った結果、一般部分では1時間の耐火性能(遮熱、遮炎性能)を有することや、交差部分が防火上の弱点となりやすいことなどが分かりました。



ログハウス壁構造の載荷加熱試験  
(加熱開始後40分時)



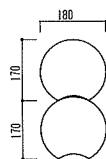
ログハウス壁構造の載荷加熱試験  
(木製開口部入り24分時)



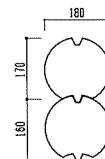
ログハウス壁交差部の加熱試験  
(加熱前の状況)

### ■試験体の構造

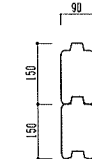
・丸ログ部材の断面



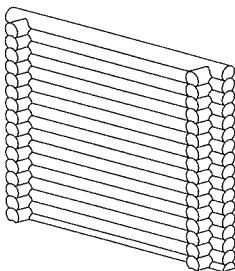
・丸ログ部材の断面



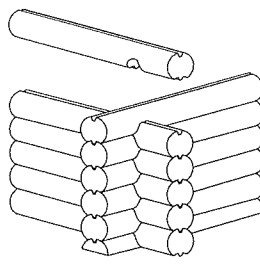
・角ログ部材の断面



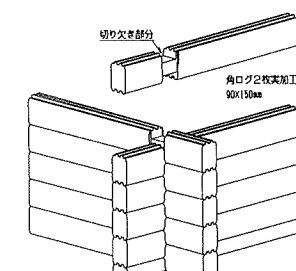
・丸ログ壁構造試験体



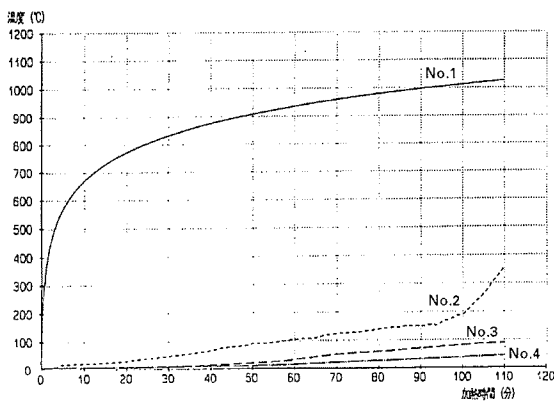
・丸ログ壁交差部試験体



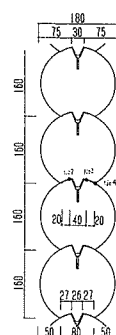
・角ログ壁交差部試験体



### ■丸ログ壁構造試験体の実験結果の一例



温度測定位置



# JAS制度と認定工場

## ■JASマークをご存じですか

集成材や合板などにJASマークが貼付されているものを、ご覧になっている方が多いと思います。林産物に「規格」を設け、その品質を保証する制度は各国にあります。日本ではJAS制度がその役割を果たしています。

林産物の主な規格は次の通りです。

- 製材
- 針葉樹構造用製材
- 枠組壁工法構造用製材
- 普通合板
- コンクリート型枠用合板
- 構造用合板
- 足場板用合板
- 難燃合板
- 特殊合板
- フローリング
- 集成材
- 大断面構造用集成材
- 単板積層材
- 構造用単板積層材
- 構造用パネル

## ■JAS規格はどのような手続きでつくられるか

JAS規格は、農林水産大臣が「農林物資規格調査会」の意見を聞いて定めますが、国際性と透明性を確保するため、外国も含む関係者の意見が反映される仕組みになっています。

## ■JASの格付(検査)はどのようにして行われるか

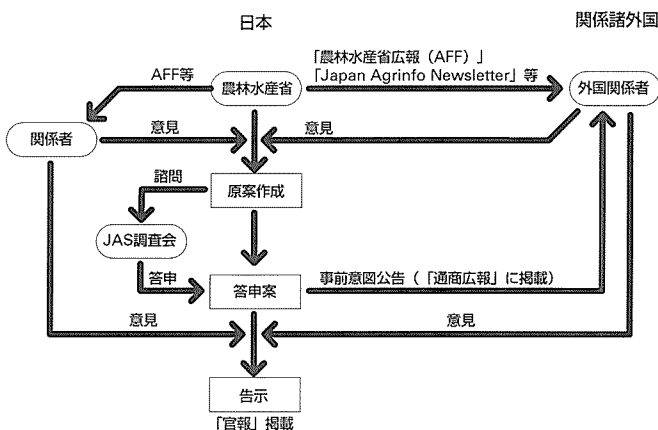
規格に基づく「格付」…品質検査とJASマーク貼付は、中立民間団体である「登録格付機関」が行うのが原則です。ただし、一定の技術水準を満たす製造業者については、「認定工場制度」により、JASマークの事前貼付を認めるなど、格付けの円滑化をはかっています。

## ■主な品目の認定工場数

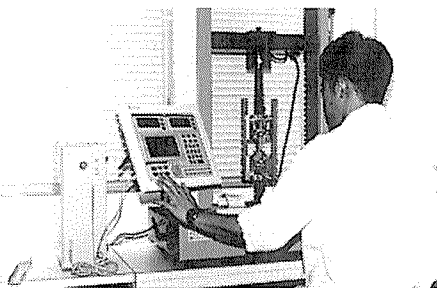
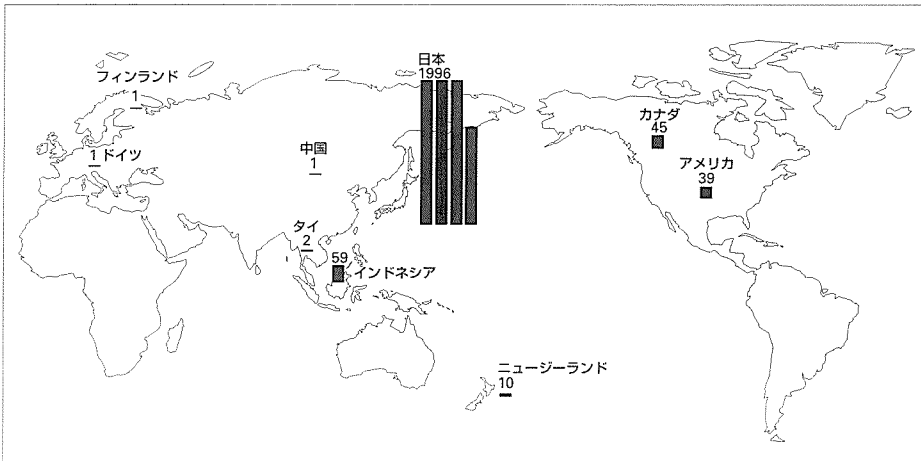
針葉樹構造用製材	1149
枠組壁工法構造用製材	132
合板類	310
単板積層材類	14
フローリング	106
集成材類	272
構造用パネル	11
枠組壁工法構造用縦継ぎ材	2
計	1996

平成6年12月現在

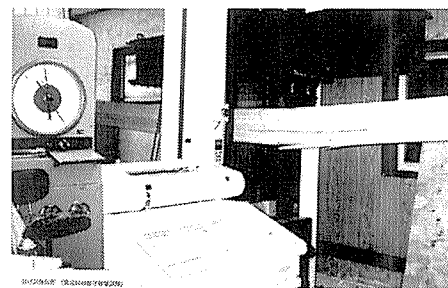
## ■農林規格制定の手続き



## ■世界に広がる JAS 認定工場



引張せん断強さ試験装置 (合板の接着力試験)



曲げ試験装置 (集成材の曲げ破壊試験)

# AQ 認証

## 技術開発に迅速に対応するAQ 認証

### ■技術開発に迅速に対応するAQ 認証

AQ 認証とは、新しい木質建材等の優良な製品にAQ マークを付与し、その品質性能を保証する制度です。木質建材の品質を保証する制度としては、JAS制度があります。しかし、消費者ニーズに対応して、木質建材にも新しい製品が開発され、JASだけでは対応できない新製品が多くなってきています。そこで登場したのが、このAQ 認証です。

### ■JAS を補完する制度AQ

AQ 認証の対象は、①JAS 規格が定められていない製品、および、②JAS 規格に定めのない特殊な品質性能を持った製品が対象です。したがって、JAS 規格が定められると、AQ 認証は失効することになっています。

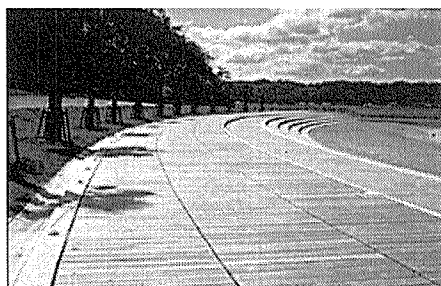
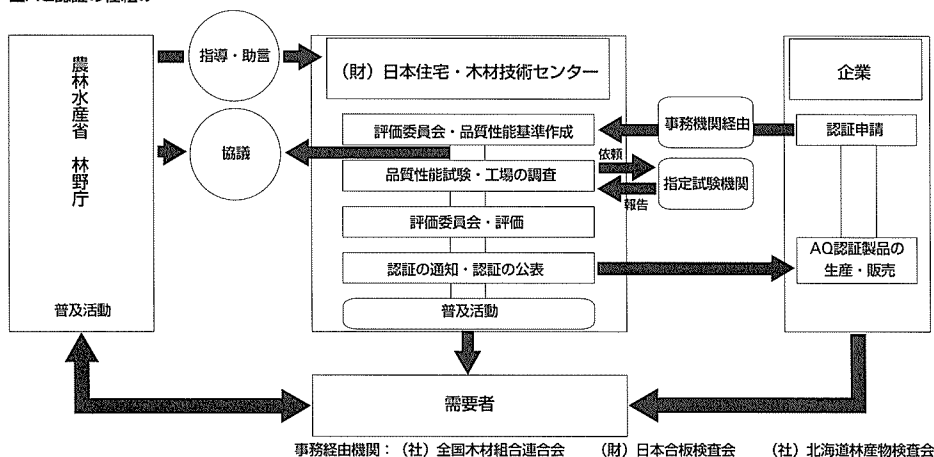
### ■認証項目に木レンガ等の屋外部材、高耐久機械プレカット部材

認証品目と認証の現況を表に示しました。このうち、「保存処理材」は、JAS が定められるのに伴い3月末日をもって廃止される予定です。また、「機械プレカット部材」は3月末日をもって効力を失い、代って、新たに「乾燥処理プレカット部材」が認証の対象になります。

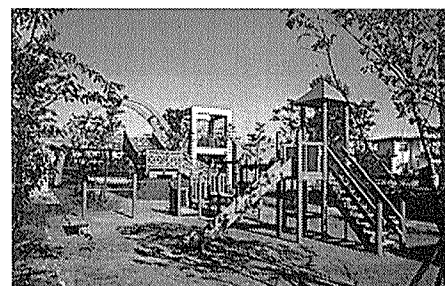
#### ■認証品目

品 目	認証数
高耐久機械プレカット部材	64
機械プレカット部材	24
乾燥処理プレカット部材	新規品目
屋外製品部材	43
防蟻処理材	6
防虫処理天井板	2
軒下天井板	2
モルタル下地用合板	1
直張り遮音フローリング	新規品目
保存処理材	21
接着剤混入防蟻・防蟻処理合板	新規品目
合計	163

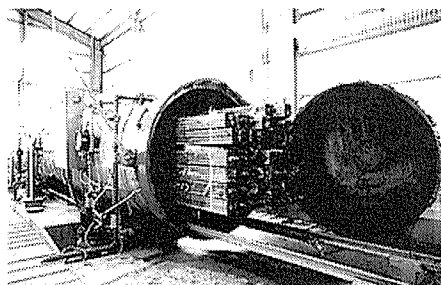
### ■AQ 認証の仕組み



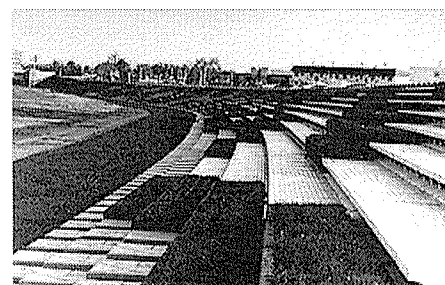
屋外製品部材 (デッキ)



屋外製品部材 (遊具)



高耐久機械プレカット部材 (加圧処理作業)



屋外製品部材 (土木用資材)

# プレカット

## 流通、技術革新を促進する機械プレカット

### ■急進するプレカット

プレカットは、従来、大工が作業場でおこなっていた木造軸組構造に用いる構造部材の切断や仕口、継手などをあらかじめ機械で加工し、木造軸組住宅の生産を合理化する方法です。プレカット軸組加工機械が誕生したのは、1975年頃です。わが国の伝統の木造建築技法に使われる仕口、継手を、ごく短時間に正確に加工する自動機械です。プレカット産業のはじめの10年間は、さまざまな機械を組合せ、ライン化をはかった時代で、加工能率を高めることが大きなテーマになっていました。比較的ゆるやかですが、着実に成長した時代です。その後、1987年頃からプレカット産業は急速に拡大し、現段階では工場数で約650、その生産棟数は約11万と推定されるまでに成長しています。このような急速な伸びは、好況下の人手不足が大きな契機となっていますが、CAD/CAMというコンピュータ制御の生産システムの出現がそれを可能にしたといえます。

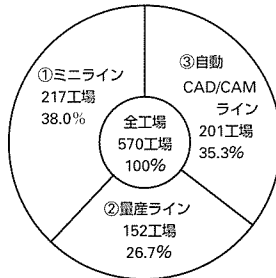
### ■流通を変えるプレカット

プレカットの普及は、木材の流通を大きく変えようです。いまやプレカットの対象となる部材も、現場施工の省力化をはかるために構造材だけではなく、羽柄材や造作材などにも及んできています。このような状況の中で、製材業、木材流通業型のプレカット工場の中には、プレカットだけではなく、構造材の現場建方から下地取付け工事一式をも請負う戦略をとる企業も増えてきています。つまり、木材業者が工務店機能を担う方向にあり、住宅メーカーの原材料の産地直接仕入れ姿勢とあいまって、プレカットの普及が木材の流通を大きく変えつつあるのです。

### ■工法の合理化、性能向上の基盤となるプレカット

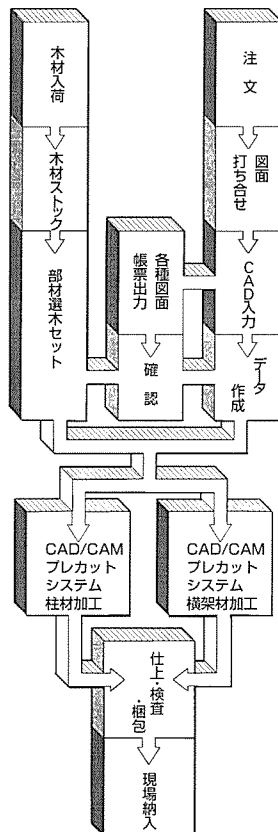
最近では、現場施工の生産性の向上を狙った軸組パネル工法などの合理化工法も、各社で開発されつつあります。その他にも、住宅の新しい生産システムや新工法、新供給システムなど、工法改革やグレードの高い住宅づくりに取り組む企業が増えてきています。これらの改革の基盤となっているのが、CAD/CAMによる高品位なプレカットシステムです。

■プレカット工場のライン別工場数

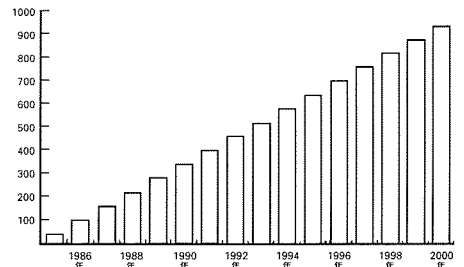


- ① 簡単な単能機を組合せたミニライン
  - ② 油圧、シーケンサー制御などによって機械構成され、デジタル化、複合化、自動化した機械で組み合わされた量産ライン
  - ③ 加工ミス防止と省力化を達成したCAD/CAMライン
- 上記3つに大別し、ライン別工場数と比率を示した。  
全国木造住宅機械プレカット協会資料（平成4年）

■標準プロセスフロー



■プレカット工場数推移予測

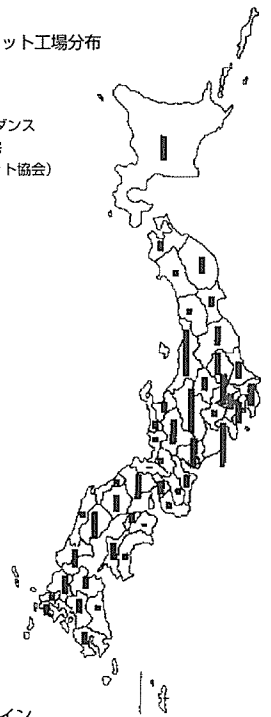


プレカットハンドブック  
(平成5年度3月 全国木造住宅機械プレカット協会)

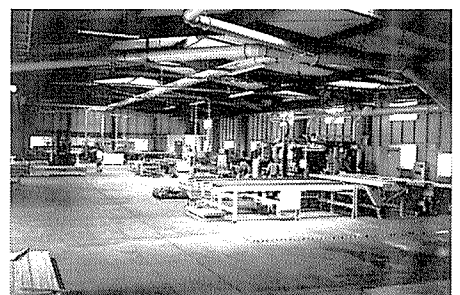
■都道府県別プレカット工場分布

プレカット部材の  
オーダーサービスガイド  
(平成4年 全国木造住宅  
機械プレカット協会)

凡例：1工場 =



■プレカット生産ライン





# 木造住宅合理化システム認定事業

関連情報

## ■軸組構法木造住宅の振興

木造住宅は、住まいとして優れた性能と長い伝統を踏まえた住宅ですが、近年、都市化の進展、技能者の不足などの影響で、住宅建設戸数に占める比率は年々低下する傾向にあります。こうした低迷傾向にある木造住宅を振興することをねらいとして、平成元年度にスタートしたのが「木造住宅合理化システム認定事業」です。

これは、木造軸組構法の合理的な生産システムを「認定・推奨」することによって、良質な木造住宅を適切な価格で供給することを目的としています。

## ■計画・材料・構法の合理化などが 認定の要件

認定の規準は次の5項目で、この5項目すべてに適合していることが条件です。

- 1) 計画・材料・構法等に省力・省資源等の合理化提案があること。
- 2) 性能・仕様が別に定める標準以上であること。
- 3) 規模・平面・立面に選択性があること。
- 4) 生産・供給において合理化をはかり、適切な価格で安定して供給できること。
- 5) 供給後に長期の性能保証・維持管理補修サービス等ができること。

## ■認定に2つのタイプ

5年間で64システム認定

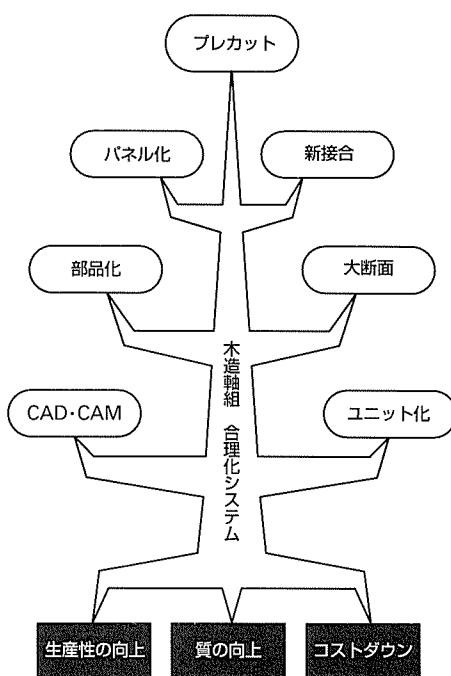
これまでの認定実績は次のとおりです。平成5年度の第5回の認定から「高耐久性能タイプ」（従来のものを標準性能タイプとして）が加まりました。

## ■認定実績

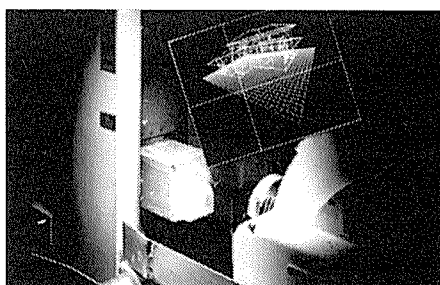
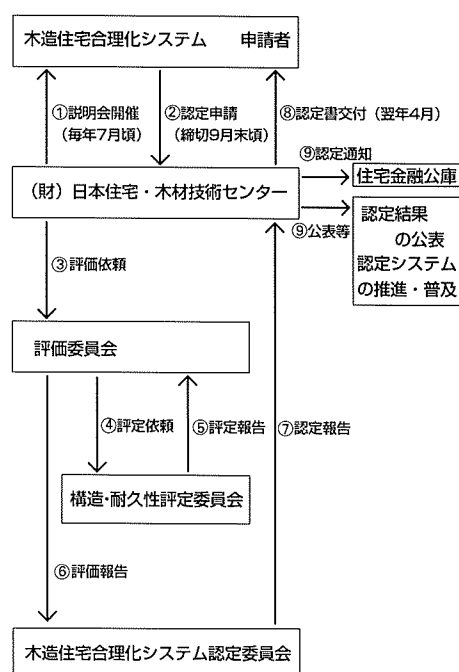
	標準性能タイプ	高耐久性能タイプ
第1回	11	-
第2回	8	-
第3回	10	-
第4回	8	-
第5回	7	20

認定されたシステムによる供給は、32,000棟になりました。

## ■木造軸組構法の合理化



## ■木造住宅合理化システム認定業務の手順



■認定制度の詳細及び認定企業名等  
 についてのお問い合わせは下記へ  
 (財)日本住宅・木材技術センター  
 技術開発部 TEL.03-3581-5582(代)

# 新世代木造住宅供給システム

## 関連情報

「新世代木造住宅供給システム」は、在来木造住宅の性能向上、コストダウン、生産現場の省力化を目標に建設省で開発された新しい供給システムです。

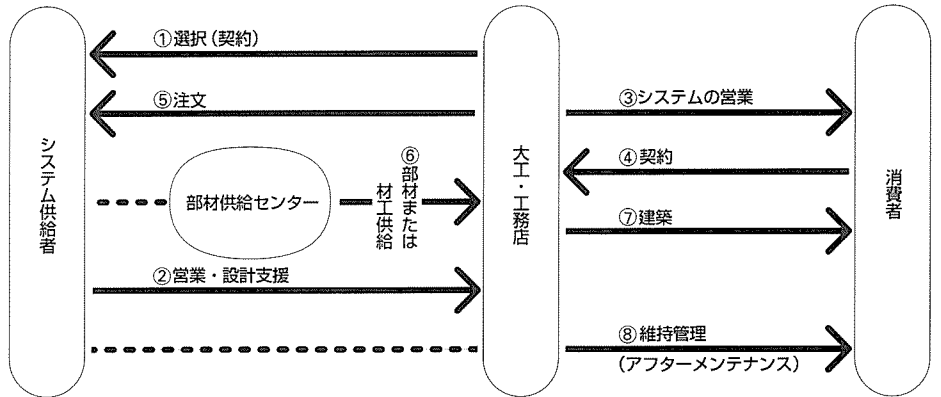
新しい供給システムとは、中小工務店などが、

- 先進的な企業などが独自に開発した合理化工法や営業設計用ソフト、住宅の性能品質向上技術、さらに施工・維持管理のノウハウなどの支援を、
- 地域割りや年間供給戸数の義務付けなどの非競争的な制約を受けることなく、
- 工務店が元請けとして主体性を保持しつつ、活用できるシステムです。

これにより、中小工務店の営業・設計力の強化・現場での省力化が達成され、さらに、供給される住宅の性能が向上することで、自立した経営主体としての基盤が強化されることとなります。

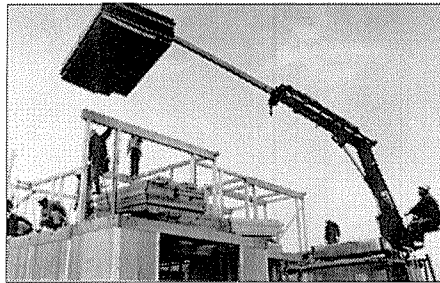
特に、これまでの中小工務店では供給が難しかった高气密・高断熱住宅、パッシブ・ソーラー住宅等の省エネルギー型住宅、高耐久性木造住宅等の高性能住宅が供給できるようになります。

標準的な新世代木造住宅供給システムのモデル



①～⑧はシステム運用時の順序を示します。

- システム供給者の支援内容**
- 支援ソフト（営業・設計・建築・維持管理等）
- 部材供給センター等の支援内容**
- 建築部材・部品（構造、下地部材等）
  - 仕上げ部材（屋根、外装・内装材等）
  - 設備部品（システムキッチン、浴槽、空調設備等）
  - その他（付帯工事関連等）



新世代木造住宅供給システムとして公表された12システム

システム名	企業名
コミュニティビルダー支援システム	殖産住宅相互株式会社
ウッディー・クリエイト	中部住宅販売株式会社
住友林業のビルダーズシステム	住友林業株式会社
M・S・Kハウジングシステム	相模鉄道株式会社
WHSトータルシステム	株式会社 トップハウジングシステム
TEPシステム	協同組合茨城県木造住宅センター
サミットハウジングシステム	住商建材株式会社グループ
HI-NETシステム	東日本ハウス株式会社
KMSネットワークシステム	株式会社ケー・エイチ・ケー
NH-28Dシステム	野村ホーム株式会社 日東木材産業株式会社
3Wシステム	株式会社細田工務店
FACT-P供給システム	フクビ化学工業株式会社 伊藤忠建材株式会社

# 建築基準法と認定・評価

## 関連情報

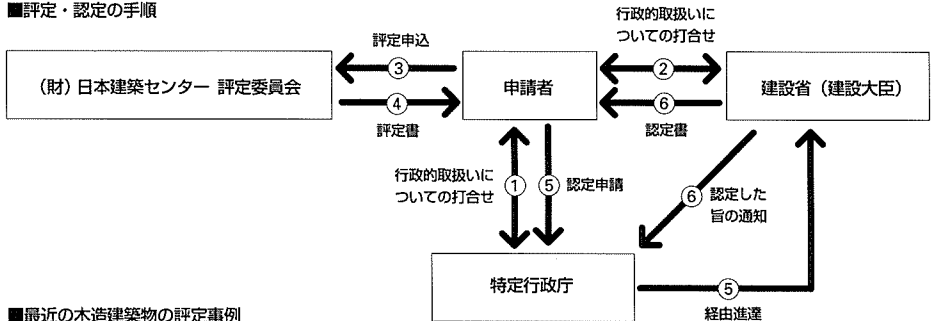
建築基準法では、建築物の安全性等を確保するために各種の技術基準が定められていますが、これらの技術基準では、必ずしも新たに開発された個別の技術を評価できない場合が生じます。そのため法第38条をはじめ、新たに開発された技術や高度な技術について、建設大臣が認定を行うという仕組みが用意されており、技術開発の成果を迅速かつ適切に評価することになっています。

このような建設大臣の認定にあたって、事前の技術的評価を行う機関として（財）日本建築センターが位置づけられており、（財）日本建築センターは分野別に認定委員会を設けて、個別の技術の妥当性について高度かつ専門的な評価を行っています。この評価結果が大臣認定の際に活用されています。

なお、上記の大臣認定に関する事前の技術評価のほか、建築確認の際に参考として活用される専門的な各種の技術についても、各認定委員会において評価を行っています。

木造建築物に係わる認定においては、構造物としての全体システム、新材料、部材、接合具などの構造耐力及び防災設計の安全性等を検討することになります。

### ■認定・評価の手順



### ■最近の木造建築物の評価事例

#### ●木構造・防災評価

評価年月	建物名称	設計者	建物型式	階数 (階)		最高高さ (m)	建設地	構造認定	防災評価
				地上	地下				
平成4年 4月	(仮)借州グローバルドーム	斎藤木村工業 鹿島建設	木造アーチ及び 野地板パネルによるドーム	2	-	37.0	松本市	●	●
平成4年 6月	ログハウス多目的施設 レストラン棟、宿泊棟	長谷川建築設計事務所 山岡建築設計事務所	丸太組構造	1	1	10.6 9.0	北海道 空知郡	●	
平成4年 8月	大断面木造建築物に用いる パララムPSL	トラス・ジョイスト・マックミラン	パララムPSLの許容応力度 及び材料強度	-	-	-	-	●	
平成4年 8月	市立駒ヶ谷スポーツ公園 ログホームズ	IWE・木構造研究所 ログホームズ	丸太組構造	2	-	7.8	大阪府 羽曳野市	●	
平成4年 9月	阿蘇カリヨンファーム	NEO建築事務所 斎藤公男・構造計画プラスワン	外部：木造ジオデシックドーム 内部：木造枠組壁工法	2	-	7.5	阿蘇郡	●	
平成4年 9月	白石城三階櫓	建築文化研究所 畑田建築構造事務所	木造輪組工法	3	-	16.7	宮城県 白石市	●	●
平成4年 10月	枠組壁工法建築物に用いる パララムPSL	トラス・ジョイスト・マックミラン	パララムPSLの許容応力度 及び材料強度	-	-	-	-	●	
平成4年 10月	幼稚園 太陽の子	エス・ピー・イー一級建築士事務所 都市構造計画一級建築士事務所	丸太組構造 +鉄筋コンクリート造 (地階)	2	1	9.9	川崎市	●	
平成5年 4月	在来建築物-在来組構法に 用いるパララムPSL	トラス・ジョイスト・マックミラン	パララムPSLの許容応力度 及び材料強度	-	-	-	-	●	
平成5年 4月	(仮)府中市立総合体育館	市浦都市開発建築コンサルタンツ 機本匠構造設計研究所	壁式鉄筋コンクリート造 +木造HPシェル構造 (屋根)	2	1	15.7	広島県 府中市	●	
平成5年 6月	秋田県木材高度加工研究所	祥設計・ 西方設計工房設計JV	1、2階：鉄筋コンクリート造 3階：大断面木造	3	-	19.6	秋田県 能代市	●	●
平成5年 7月	子供パノラマ館	和泉設計事務所 アールシーコア	木質系ドーム型トラス組工法 (ジオデシックドーム)	2	-	8.6	栃木県 那須郡	●	
平成5年 12月	スピードスケート会場	久米・鹿島・奥村・日産 ・鹿島・高木共同企業体	木造半剛性吊り屋根構造	3	1	43.4	長野市	●	●
平成6年 3月	豊潤宗熊谷山報恩寺本堂	金内建築設計事務所 赤谷建築設計事務所	伝統的工法による木造	1	-	15.7	熊谷市	●	●
平成6年 6月	メープルコート	中田運夫研究室 一色建築設計事務所	枠組壁工法	3	-	11.5	東大阪市	●	
平成6年 7月	平城宮跡朱雀門復原	建築研究協会 文化財建造物保存技術協会	伝統的工法による純木造建築	1	-	21.9	奈良市	●	
平成6年 9月	伊王野ゴルフ倶楽部 クラブハウス	中田運夫研究室 一色建築設計事務所	A・Cブロック：平屋建大断面木造 Bブロック：鉄筋コンクリート造 +鉄骨造	4	1	17.7	栃木県 那須郡	●	●
平成6年 9月	RH構法	市浦都市開発建築コンサルタンツ 機本匠構造設計研究所 アールエイチエス技術研究所	木質ラーメン構造	3 以下	-	13 以下	-	●	
平成6年 9月	佐敷城	構造計画研究所	在来木造構法	3	-	15.5	熊本県 芦北郡	●	●
平成6年 10月	南長野運動公園体育館・ プール棟	類設計室	鉄筋コンクリート造 大断面集成材によるアーチ構造 (屋根)	2	-	20.0	長野市	●	●
平成6年 10月	ザミットHR工法	住商建材	木質ラーメン構造	3 以下	-	15 以下	-	●	
平成7年 1月	熱海市立泉幼稚園	野田木内一級建築設計事務所 藤屋設計事務所	丸太組構造 +鉄筋コンクリート造	2	-	11.1	熱海市	●	

#### ●木造建築物に係わる免震構造評価

平成1年 2月	免震装置付三井ホーム 「M-300」オイレ工業保養所	三井ホーム	枠組壁工法+鉛入り積層ゴム	2	-	9.7	伊東市		
平成1年 10月	免震装置付三井ホーム 「M-300」山田高明邸	三井ホーム	枠組壁工法+鉛入り積層ゴム	2	-	8.0	豊田市		
平成5年 3月	柳田邸	山口設計事務所 日本建築業経営協会	在来組構法+鉛入り積層ゴム	2	-	7.9	町田市		

# 優良な住宅

## 関連情報

# 優良な住宅

### 「優良な住宅」は、新しい基準です

住む人のライフスタイルを大切にします。

「住まい」は家族みんなが暮らすところです。「優良な住宅」は、ハイレベルな基本性能と、「市街地向け住宅」「多世帯向け住宅」「合理的な生活向け住宅」「ゆとりある生活向け住宅」「快適な生活向け住宅」「ライフサイクル対応向け住宅」など多様化するライフスタイルに合った住宅タイプをいくつか設定して、家族全体と個人の幅広いニーズに対応します。だから、家族全員の意見を反映させた“欲ばり”設計が可能です。

**ハイレベルな住宅基本性能** + **ライフスタイルに応じた選択タイプ** = **ハイレベルな住宅基本性能**

※この冊子が取り上げている住宅は、この冊子に掲載されているものではありません。

**快適**

- 約20%の省エネ効果を実現し、夏涼しく、冬暖かい住まいを実現
- 空気清浄機や加湿器などの空調設備を標準装備
- 断熱性能が高く、冷暖房のエネルギー消費を抑え、コスト削減を実現

**ゆとり**

- 各部屋はひとまわりの広さがあり、ゆとりある生活を実現
- 洗面・浴室・トイレは、最新の設備を採用
- 十分な収納スペースを確保し、生活の整理整頓をサポート

**便利**

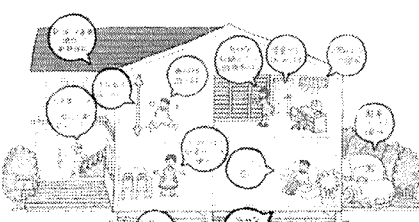
- 24時間対応のメンテナンス体制
- 防犯、防災、防音対策など、安全・安心な住環境を実現
- 駐車スペースを確保

**安全**

- 耐震性能が高く、地震に強い構造を採用
- 防火性能が高く、火災に強い構造を採用
- 防犯カメラや防犯灯などを標準装備

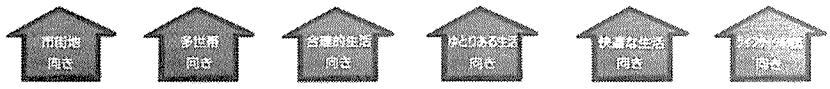
**丈夫**

- 高品質な建材を採用し、長持ち・長持ちを実現
- 劣化防止対策を標準装備し、メンテナンスの負担を軽減



### ライフスタイルに応じた選択タイプ

ハイレベルな住宅基本性能に加えて、それぞれの暮らしに合った住宅タイプを用意しています。例えば、



各団地により、タイプ数が異なります。

**「優良な住宅」はワンランク上の住宅です。**

住まいは、何十年と暮らすところです。そのため、立地条件や価格に納得のいくことが、住宅設計のかなり重要な部分となっています。

しかし、私達の生活様式は、昔の頃と比べて大きく変化しています。「優良な住宅」は、新しい視点で「住まい」を捉えています。暮らしやすさ・住居性・安全性・耐久性や省エネ性能など、高い水準に設定しています。さらに、ライフスタイルに合わせた住宅のタイプを用意しています。つまり、快適で豊かな暮らしを実現するのが「優良な住宅」です。

**「優良な住宅」は安心な住宅です。**

住まいは、何十年と暮らすところです。だから、建てた後も長く安心して暮らす住まいでなければなりません。

「優良な住宅」は、消費者の保護を目的とした認定制度や保証体制が確立されています。例えば、わかりやすい住宅の性能表示、適切な施工・品質管理体制、アフターメンテナンス体制の確立、充分な住宅保証制度などです。「優良な住宅」は、安心して暮らす住宅です。

**「優良な住宅」は、住宅金融公庫の割増融資の特典があります。**

「優良な住宅」の認定を受けると、住宅金融公庫の割増融資の特典に加え、環境共生住宅割増融資を受けることができます。

- 環境共生住宅割増し …… 200万円
- 環境共生住宅割増し …… 100万円または150万円 (国の認定を受けた環境共生住宅の場合)
- 環境共生住宅割増し …… 100万円 (国の認定を受けた環境共生住宅の場合)

※国の認定を受けた環境共生住宅の場合、環境共生住宅割増しの特典は、環境共生住宅割増しの特典として認定された部分のみに適用されます。

合計100万円または150万円 (建設地域により異なります。)

● 優良な住宅、認定事業者 (認定事業者の住所は、各団地により異なります。)

認定事業者	認定住所	タイプ
優良な住宅 認定事業者	〒100-0001 東京都千代田区千代田	市街地向け
優良な住宅 認定事業者	〒100-0001 東京都千代田区千代田	多世帯向け
優良な住宅 認定事業者	〒100-0001 東京都千代田区千代田	合理的な生活向け
優良な住宅 認定事業者	〒100-0001 東京都千代田区千代田	ゆとりある生活向け
優良な住宅 認定事業者	〒100-0001 東京都千代田区千代田	快適な生活向け
優良な住宅 認定事業者	〒100-0001 東京都千代田区千代田	ライフサイクル対応

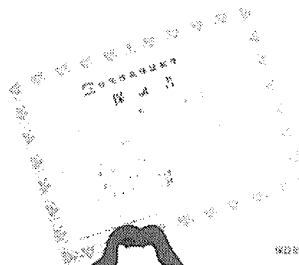
# まかせて安心、 住宅性能保証制度

住宅性能保証制度は、国（建設省）や都道府県の指導で消費者の保護を目的に運営されており、家を建てた業者が「保証書」に従って最長10年間保証するというものです。

「保証書」が手渡されます。

保証書には、部位ごとに保証期間が明記され、保証内容がわかりやすく説明してあります。

10年  
保証



保証書表

保証期間	保証内容	保証期間
10年	構造部分 （基礎、柱、梁、土留、壁、床、天井、屋根、外壁）	10年
12年	その他部分 （住宅性能評価 基準に適合 する外装 設備等）	12年

### 性能保証住宅を建てるには

保証書付の住宅を建てるには、右図のような看板を掲げた登録業者に「高耐久の保証付住宅」と注文して下さい。

万一、事故が発生した場合にも長期保証部分に新しい保険制度が導入されているので、安心です。



---

木と建築展・展示パネル集

平成7年7月 発行

発行 財団法人 日本住宅・木材技術センター  
東京都千代田区永田町2-4-3 永田町ビル4階  
電話 (03)3581-5582

制作 株式会社 綜デザイン研究所

---

定価 2,500円 (税込み 送料別)