

NPO法人 関西木造住文化研究会 H26年度 文化庁委託事業  
木造文化財建造物防災連続公開研究会 8/24 第1回公開研究会 当日配布資料

木造文化財建造物総合防災ネットワーク事業第1回公開研究会  
木造文化財・伝統的建造物の火災とその対策

早稲田大学建築学科教授  
長谷見 雄二

木造文化財建造物火災  
吉志部神社火災(大阪府)

上屋に覆われた神社建築

防火的には、室内に巨大な可燃物がある、  
という感じになる。

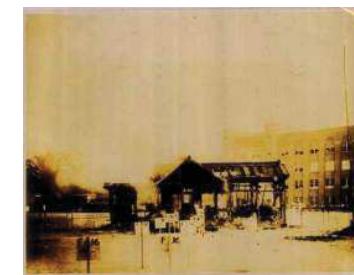
- 神社が燃え始めると、短時間で上屋内でフランシュオーバーに至ったと思われる。
- 上屋外壁に放火されたと思われる。同一敷地に管理者が住んでおり、出火信号を管理者、消防に送達するシステムが構築されていたが、管理者もほぼ同時に放火された。消防出動するも、全焼は免れなかった。



木造文化財の火災危険

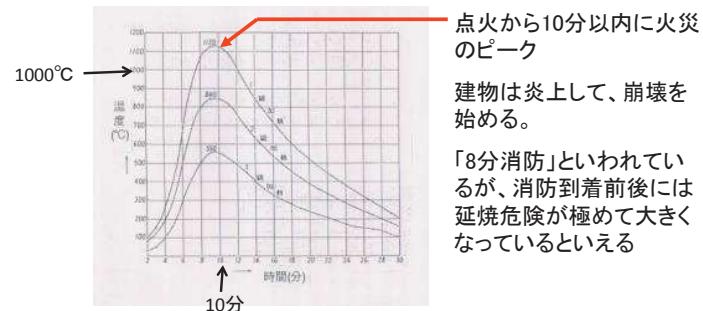
- 重文建造物の一部焼損火災は、文化財保護法制定以来、83件。
- この件数を、重文建造物の累計件数で割ると、約 $0.7 \times 10^{-3}$ (件/年)となる。
- 「文化財建造物」の数は、現在、重文約4500棟、登録文化財約1万棟、更に伝建地区の伝統的建造物約1万棟とすると、これらの保存すべき歴史的建造物において、毎年、15件程度の火災が起こっても不自然ではない。現実に、おそらくその程度であろう。無論、全部が木造であるわけではないが、これ以外に県・市等指定の文化財建造物もある。

木造建築で、積極的な防火対策を行わないとどんな火災性状になるのか? —— 木造火災実験から考える



日本初の実物建物火災実験(東大構内、1933)

1990年代まで防火構造等の評価に使われていたJISA1301  
防火加熱曲線は、戦前の火災実験をもとにしている。



炎上すると放射熱ですぐに近隣に延焼させる



### 伝統的防火対策 出火防止・火災の早期発見

- 火気を可燃内装から隔離する
- 広い範囲から火気を監視する

奈良井宿 中村邸



### 伝統的防火対策 初期消火に失敗した時の消防対策

- 出火室での消火に失敗すると、その民家全体に火災が及ぶのを防ぐのは難しかつたろう。
- それを消火鎮圧するだけの水利は、近代以前には確保できなかつた。
- 更に周辺に延焼するのを防ぐためには、建物外壁を防火的に保護するか、建物間隔を広げるしかなかつただろう。
- 前者の代表が、土蔵・塗家
- 後者の代表が、火除け地・破壊消防



### 伝統的防火対策 土蔵による財産保護と延焼防止

- 土蔵の機能は様々だが、防火的には、市街地が火災で焼失しても生き残る建物として活用された。  
(昭和4年 神岡大火)



### 伝統的防火対策 土蔵による財産保護と延焼防止

- 高山三町には、町家群の背後を土蔵による延焼遮断帯が並ぶ。
- 町家部分は防火的に無防備に近いが、延焼を免れることが多いのは、道路による離隔、道路側からの消防活動のためだろう。
- 歴史的町並みの延焼は、敷地背後で起こることが多い。管理不徹底、消防進入の困難性などが原因か。



### 伝統的防火対策 空地確保による延焼防止の両極

- 火除け地**は、延焼防止帯というハード整備により、延焼防止しようとする対策である。その極端な例が角館重伝建地区。武家町と町人町が接しながらも隔離され、武家町も隣棟間隔が極めて大きい。



- 破壊消防**は、構造的にも脆弱な木造を破壊して、応急的に空地を作り出す戦略と見て良い。木材自体の撤去は難しかっただろうが、地面に木材が積みあがった状態ならば、類焼しても、その火災性状は建物の状態に比べてかなり緩和される。



### 空地確保による延焼防止の両極

- 近代では、**火除け地**が評価されることが多いが、住民が協力しあって安全な町にするという機運を形成したかといえば疑問。



角館の  
火除け地  
の現況

- 破壊消防**は、現代的には評価を受け難い。しかし、破壊消防を行うためには、短時間で人を集め、組織的に対応する力が不可欠。その力は、集団避難にあたっても必要で、住民が協力する組織体制を振興する文化を生み出しだろう。今日、祭が盛んな町は防災力も強い、といわれるのは偶然ではない。



## 文化財防災から見て、どんな課題があるか

- 歴史的な防火手法には、  
 (1)倫理と不斷の注意による出火防止  
 (2)初期消火に失敗したら、出火建物の存続は断念する  
 という二つの特徴があり、その中間が極端に未整備。消防水利の確保等が背景であろうが。
- 文化財は、そのひとつひとつに代え難い価値があるので、出火防止に失敗しても被害を最小限にとどめる対策が必要である。

## 現代の防災観から見て、どんな課題があるか

- 歴史的な防火手法には、  
 (1)倫理と不斷の注意による出火防止  
 (2)初期消火に失敗したら、出火建物の存続は断念する  
 という二つの特徴があり、その中間が極端に未整備。
- 現代では、住宅内人口の減少・高齢化、不特定多数の利用、出火原因の多様化等から見て、人間の注意による出火防止の効果には大きな限界がある。
- 火災から守るべきものが多様化していることに対応できなければならぬ。休業による間接損害、一般的資産など。

## 高山三町・伝統的建造物火災で検討する

- 1996年4月、高山市三町重要伝統的建造物群保存地区内の大規模な伝統的建造物より出火し、約2000m<sup>2</sup>を焼失する火災が発生した。
- 本火災を例に、伝建地区、木造文化財建造物の防火上の課題などを検討する。

## 市街地背後で出火・拡大した 市街地背後の防災対策が課題



可燃物が雑然として出火・延焼し易い  
火災を発見しにくい  
消防活動が難しい

土蔵は、周りへの延焼を食い止めたが、扉が閉まらなくなる改造により類焼



消火放水により土蔵が崩壊  
土蔵の被害を広げただけでなく消防活動にも支障



自衛消防隊による活発な消火  
出火建物の道路側正面は被災を免れる



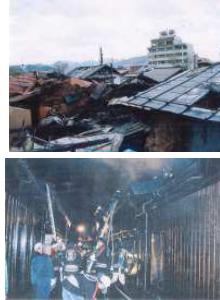
火災発見後、迅速な消火を可能にする防  
災訓練と適切な装備の必要性がわかる

地元の特色を活かした消防水利  
が活用された



## 現代における伝統的防火対策の限界

- 火気の多様化
  - 人口減少、高齢化などによる防災体制の脆弱化
  - 土蔵管理の徹底の困難
  - 周辺の開発による類焼危険の増大
  - 放火の増加
- ↓
- 建造物本体を改変せずに火災安全性を高めるには、現代的な防災システム構築が必要。



高山三町重伝建地区の火災(1996)

## 文化財建造物火災の現状

- 文化財建造物の火災による指定解除 14件  
最近では吉志部神社(大阪府吹田市)など
- 重文建造物の一部焼損火災 83件
- 重文建造物の累計件数で焼損火災件数を割ると、約 $0.7 \times 10^{-3}$ (件/年)となる。一般施設と比べると、出火率は幼稚園・保育所、ホール等と同水準。
- 大規模火災が占める割合が大きい。**背景として次の事情が考えられる。  
**放火の多さ**  
**大規模火災は神社・寺院などで消防隊がアクセスし難い場合に多い**  
**建物の防火の脆弱性**

## 重要文化財建造物の出火原因

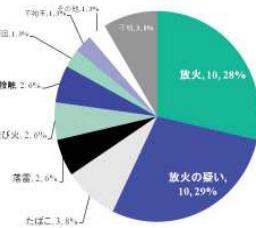


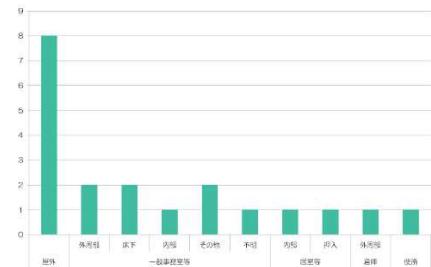
図3-1 重要文化財建造物火災の出火原因

- 放火(その疑いのあるものを含む)が約半数。  
**多いのは神社・寺院**
- 一般施設ではほとんどない飛火がある程度めだつ。  
**植物性屋根が特に問題**
- 一般施設では少ない落雷火災がある程度めだつ。  
**塔、孤立して建つ建造物**

## 文化財建造物の火災発生防止

- 文化財建造物の出火率は、「施設」としてはかなり小さいが、改善の余地がある。
- 文化財建造物は大きな火災になりがちなこと、建物本体の改造が困難なことを考えると、出火防止の必要が大きい。
- 生活出火の予防・初期消火**  
民家等 住まい手の減少・高齢化等によるリスク増加対策が必要
- 放火予防対策**  
放火させない環境づくりが課題 地域社会の協力が必要  
防犯・セキュリティ対策 思想的な放火もあり、監視の効果には限界もある
- 花火・近隣火災による類焼防止**  
近隣市街地の高密化・空家増加等の災害リスク増加が課題。飛火は、草葺・木皮葺で特に問題。

## 重要文化財建造物に対する放火の出火場所



・放火の多くは、屋外や建物外周部で起こっている。



## 早く消火できるようにするには

### ・火災が大きくなる前に発見する

適切な火災感知

確実に対応できる人・組織への通報 感知器の消防連動

### ・短時間に確実に火災鎮圧する

適切な消火設備・消火体制

発見者・管理者による消火 消火器・易操作消火栓等

通報後の消火 消火栓・防火水槽

大規模化の抑制

広域消防体制。消防水利の確保

### ・自動消火設備

文化財の水損等の軽減が必要

## 火災はどう拡大するのか？

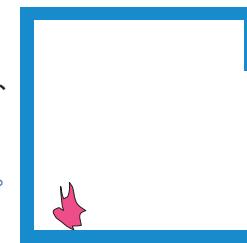
- 木造文化財建造物で火災になったら、早く、適切な方法で消火しなければならない。
- そのためには、火災がどのように拡大し、各々の段階で、どんな危険があり、どう対処する必要があるかを理解しておくことが望ましい。
- そこで、木造家屋のような規模の建物・室の火災がどのように拡大するかを、実験室での実験などにもとづいて学んでみたい。

## 出火室で火災が拡大する様子(1)

### ・出火

出火物だけが燃えていて、異臭以外には人間が感知できないこともある。周りに可燃物がなかったり、可燃物の含水率が高いなどの場合、そのまま自然鎮火してしまうことがある。

煙感知器は、この段階で作動する。そこで適切に対応できれば、ほとんど被害は生じない。

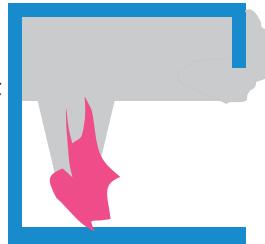


## 出火室で火災が拡大する様子(2)

### ・初期火災

ある程度大きな可燃物が炎上したり、出火物から内装に引火して、直ちに火災と認知できる燃焼状態になる。この段階では、直接、人命等に危険になるわけではなく、煙もそれほど高温ではないため、建造物・建具等が煙をかぶっても回復可能。

一般的には消火器等で消火できる。



## 出火室で火災が拡大する様子(3)

### ・フラッシュオーバー

火炎が天井に広がり、窓、扉等からの噴出に至る。天井下の火炎から室内全体があぶられ、燃焼が一気に室全体に拡大する。CO等、有害ガスも多量に発生し始める。

この段階で消火できれば、建物の被害は一部に留まる。スプリンクラーは大体、こうなる前に作動する。家屋の住民はこの前に避難すべき。

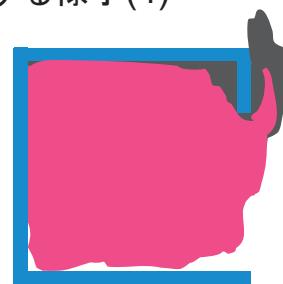


## 出火室で火災が拡大する様子(4)

### ・火盛り期

室内が火炎で覆われた状態。室温は1000°C前後にも達するため、構造にも影響。燃え方は、窓等の自然換気による酸素供給に支配される。高温の煙が建物全体に拡がることが多い。

伝統的な木造建築では、こうなると、建物全体への延焼は速い。消火等は屋外から。



## 火災を早く感知し、対応できる人に通報する —災害情報ネットワーク

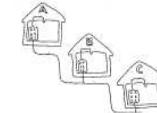
- 各戸の火災感知器の信号を近隣世帯などにも伝達し、初期消火の支援、救助、119番通報を迅速化する。

- 1997年に高山市三町重伝建地区で初めて導入。現在は、住宅用火災警報器、無線が発達したため、コストは低下している。高山市下二之町・大新町伝建地区では、無線型を使用。

- 親しい近隣関係があることが望ましい。



## 災害情報ネットワークのはたらき



- ①平常時の監視状態  
・ブロック内各戸が相互に接続され、各住戸の感知器が火災を監視している。



- ③非火災の場合(警報取り消し動作)  
非火災報の場合は、「今の警報は火災ではありませんでした」という信号が出て、警報音が消える。



- ②煙感知器が作動した場合(警報動作)  
ブロック内のどこかの感知器が作動すると、警報信号が出る。また、どの住戸で作動したかも表示される。



- ④火災を通報する場合(火災通報動作)  
人が現場確認して、火災と確認されたり、煙感知器が作動後、一定時間を経過すると、警報信号が避難警告信号に変わる。

## 火災の拡大を抑制するにはマンパワーが必要

### ■屋台組と連動する自衛消防隊(高山三町)



高山祭の屋台(恵比須台組)

## 伝統的建造物・歴史的市街地で消火に失敗する時

### 主な原因

- ・火災感知器の管理不良
- ・消火設備の電源切断
- ・消防水利の不足
- ・応援要請の遅れ
- ・草葺屋根、小屋組内  
火災の再燃



韓国ソウル 南大门火災(2008年2月10日)

## 文化財防災 — 装備上の課題

- ・出火・初期火災：出火家屋の人が直接、消火する → 消火器
- ・初期火災～盛期火災：消防到着前の自衛消防、到着後も自衛消防は被害抑制に多大な効果 → 小規模火災の間に拡大を止める消火に必要な装備（実質、消防法の視野外）
- ・盛期火災：消防隊 → 消火栓・防火水槽
- ・市街地火災：全体の抑制は広域消防 → 大量の消防水利  
市街地火災からの文化財建造物の保護 → 放水銃・水膜

## 一般的な消火では、文化財建造物の被害を広げることがある

- 伊根重伝建地区火災(2011)では、海水で消火したため、建物等に塩分による被害が生じた。一般的な火災では問題にならないことだが、保存という観点では大きな問題。
- 通常の消火でも水圧が高いため、土蔵外壁が崩壊する。文化財としての被害を大きくするだけでなく、消防アクセスを閉塞させるなど、消防活動自体の障害となる。

高山三町



文化財防災は、防災設備頼りになりがちだが、いつも使えるだろうか？



広い敷地の消火栓—雪に埋まっている



凍結で蓋が開かない地中消火栓



路面カーブの消火栓



雪で消防は入って来れるのか



空家で雪かきかできず、消火栓も埋没

## 高山市三町における側溝の消防活用

- 高山の景観要素でもある側溝の上流側に防火水槽を設置。
- 防火水槽からポンプアップして側溝に水を引くと地区全体に水を供給できる。
- 側溝に簾状の障害物を挿入してダムとし、可搬ポンプにより必要な箇所で消防利用できるようにしている。

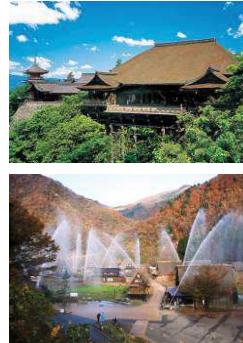


## 歴史的市街地で延焼火災になると……

- 消防団、1消防署では、おそらく対応不可能。
- 伝統的建造物で火災拡大が速くなりがちなため、早急に広域的な応援体制を確立できるようにする必要がある。
- 大都市など以外では、近隣の消防本部などからの応援を早く要請できるように協議しておくことが望ましい。
- 最大の問題は水利なので、水面等があれば、可搬ポンプ等がかなり効果をあげるはず。可搬ポンプの性能向上も、近年、著しい。

## 検討が必要な課題

- 草葺き・木皮葺きの建物の類焼防止・消火  
草葺き、桧皮葺等は、まだ効果的な消火技術が確立していない。
- 文化財に特化した消防設備(放水銃等)の性能・操作方法の基準の明確化が必要。
- 地震火災の対策  
地震後は公設消防を期待し難く、水利も不安定。消火に頼った防災は見直しが必要。



## 歴史的な水源・水路の防災的価値



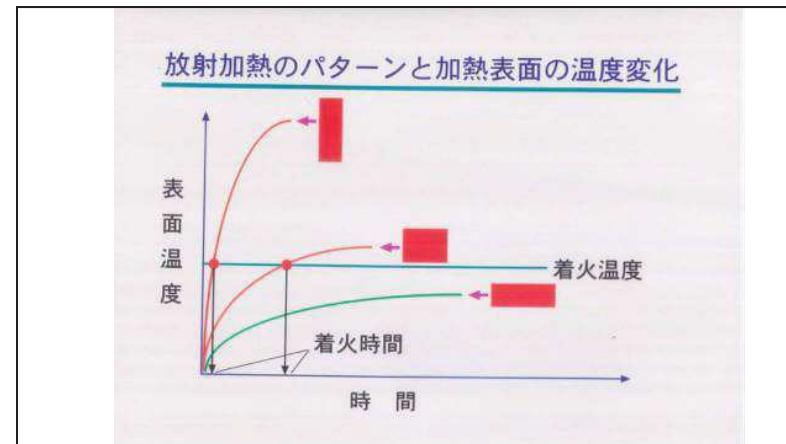
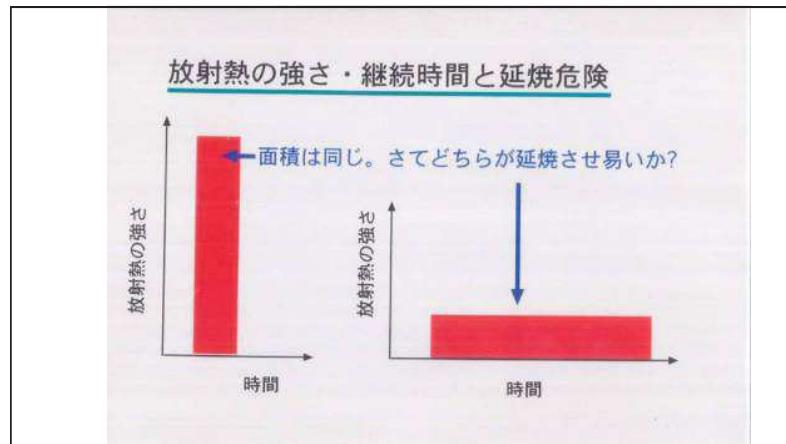
- 顧みられないが、立派な歴史的遺産のはず
- 整備すれば消火栓程度以上の能力も可能
- 防火用水・消火栓より認識され易い
- 電力が不要なため、地震時にも利用できる
- (日田市豆田伝建地区の歴史的水路)

## 伝統木造を火事に強くする試み

- 木造文化財を維持していくには、災害対策を含め、伝統木造の担い手や材料の生産体制が続いていくことが必要である。
- 伝統木造は、長い間、火事に弱いと言われてきた。法令の位置づけも低いくらいがあり、伝統木造衰退の一因とされている。
- しかし、どんな構造も、最初から火事に強いわけではなく、火事に強い建物にするには研究や工夫が必要。
- 伝統木造で火事に強い建物をつくることができれば、伝統木造の可能性を広げ、伝統木造技術の継承の手がかりになるだろう。

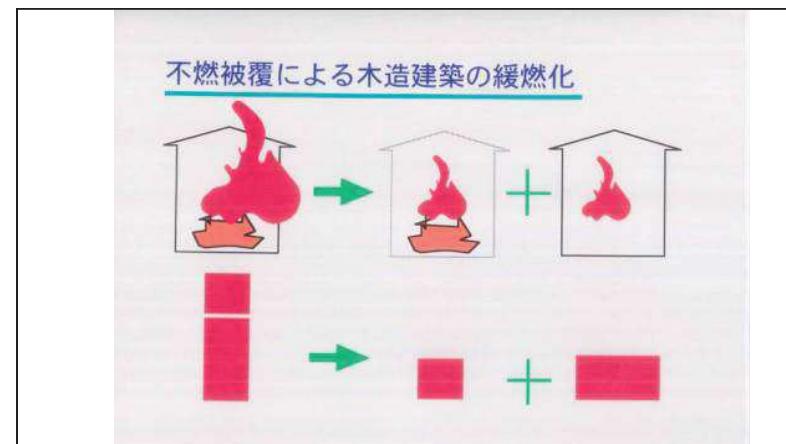
## 木造建築の防火的位置づけの改善

- 1976年 枠組壁工法住宅実大実験 従来の木造火災実験に比べ、燃焼は著しく緩慢に。
- 1988年 木造3階建て戸建住宅
- 1992年 木質系準耐火構造
- 1998年 市街地型木造3階建て共同住宅
- 2000年 防火規制性能規定導入・木質耐火等が可能に。
- 2004年 伝統木造/外壁・軒裏の防耐火告示



木造建築の防火性能を向上させる  
基本的な考え方

- 激しい燃え方とならないようにする。可燃物量が多くても、ゆっくり燃焼するようにできれば延焼危険は低下する。
- 激しい燃え方となる典型は、建物崩壊時。構造の崩壊の遅延や防止は、木造建築の防火性能向上の基本。



### 木造で準耐火構造とは、どんな建物か？

- ・防火構造(モルタル壁等)は外壁だけ補強。外部火災からの類焼防止だけを目的にしている。
- ・準耐火構造は、建物内部の柱、梁、壁、床なども防火性能をもつ。内部火災による建物構造への影響を抑制できる。
- ・可燃物燃焼が衰えるまで構造は崩壊しない。

### 準耐火構造の防火性能の実証



木造3階建共同住宅  
火災実験  
点火後約3時間  
(建設省建築研究所,  
1996)

建物は最後には燃え尽きるかもしれないが、ほとんどの用途に対して、消防活動がなくとも周囲には延焼させない。

### 京都西陣京町家再生(木下孝一棟梁)



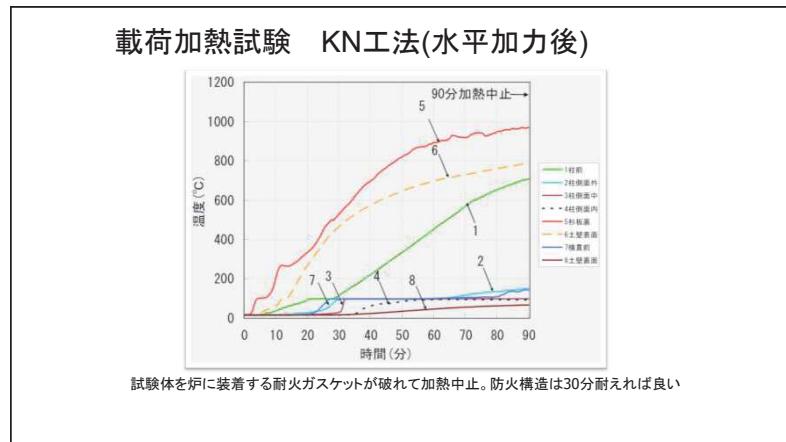
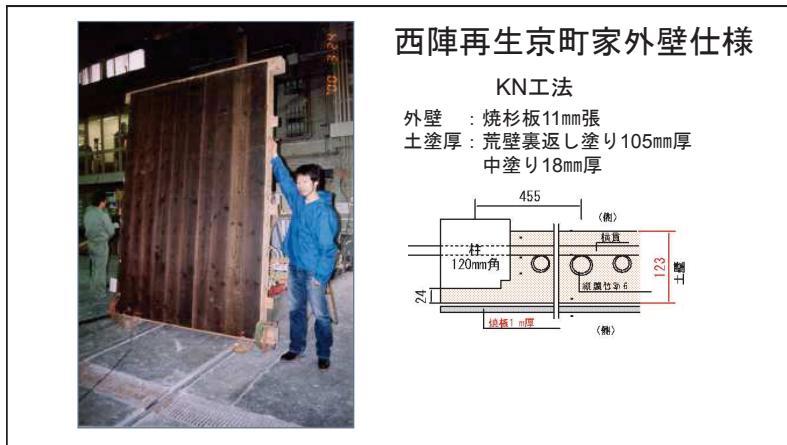
1999 - 2000

(天保年間創建)



### 試験体製作風景 (2000年初め)





## 2000年の実験から

- やや特殊な構造だが、防火構造はおろか、準耐火構造も遙かに超える防耐火性能を、地震後も維持できることが確認された。
- 公開で実験したため、関西の多くの職人、設計者、行政などが視察し、実験結果とともに、法令適合にはどうすれば良いかについて、共通認識が得られた。
- 名人棟梁でここまで行くのはすばらしいが、「普通の職人が誠実に施工すれば防災的にも法令的にも問題がない」レベルの技術開発の必要性が認識された。

**小型耐火炉による加熱実験**  
2001 – 2002年

special thanks to 旭硝子財団・京大生存園研究所・京都府建築工業協同組合・京都左官組合

◎裏返し塗りのない土壁による防火構造の達成可能性  
◎焼杉板仕上げ等が土壁の防火性能に与える影響の把握  
◎柱のチリ処理(チリジャクリ・ノレン等)が防火性能に及ぼす影響の把握

**改正法にもとづく耐火加熱実験**  
2002年

special thanks to 林野庁・日本住宅木材技術センター・神戸大室崎北後研

◎裏返し塗りのない土壁による防火構造仕様の明確化  
◎下見板張り・焼杉板張り大壁の防火構造仕様の明確化

耐火炉（左）と実大試験体（右）  
実験後加熱面

**木現し化粧軒裏の防火性能検証実験**  
2001 – 2003年

special thanks to 旭硝子財団・林野庁・日本住宅木材技術センター・国交省

◎化粧軒裏で60分準耐火を実現できる可能性があることを立証。

終了時非加熱側  
試験体加熱側  
耐火炉（左）軒試験体（右）

**京町家の防火法令適合化の経緯**

研究開発では、自然素材活用・告示化を最終目標にオープン工法で検討

2002年度：法令抵触していた全部位で、法令適合仕様を明確化

2003年度：裏返し塗りのない土壁の防火構造、化粧軒裏の準耐火構造認定取得 ((社)全国中小建築工事業団体連合会)

2003年度：土壁・化粧軒裏の法令適合仕様のバリエーション数仕様開発 (国交省都市再生事業から助成)

2004年度：多様な仕様について国交省告示  
(土壁=防火・準防火、化粧軒裏=準耐火・防火)

2009年度：改修仕様化粧軒裏の準耐火構造国交大臣認定(京都府建築工業組合・早稲田大学)

## 広葉樹材による伝統軸組構法準耐火構造の開発 林野庁助成により寺社建築の建設会社等と研究開発・認定取得

ケヤキやクリを代表とする広葉樹材は古くから寺社建築などの建築部材として利用されてきた。



高さ13mまたは軒高9mを超える大型寺社建築を木現しで設計するには…

- 柱・梁に燃えしろ設計を行う必要がある。
  - ①1時間準耐火構造
  - ②30分の加熱に耐える構造

広葉樹材は防耐火性能に関するデータが極端に少なく法令に位置付けられていないため、燃えしろ設計に使用することができない。

ケヤキを使用した寺院  
東京都多摩市 大乗寺

## 小型試験体を用いた加熱実験

### 試験体

長さ寸法1m、全12体

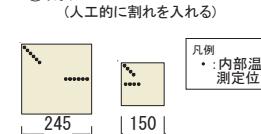
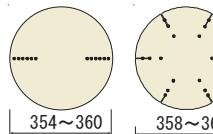
### 実験方法

水平炉を用いて1時間加熱を行う。

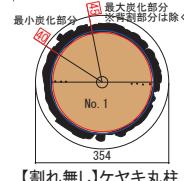
### パラメータ

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| ①樹種・広葉樹(ケヤキ、クリ) | ③含水率              |
| ・針葉樹(スギ、ヒノキ)    | ・20%以下<br>・30~35% |

### ②断面形状



実験結果(炭化層)  
最大炭化部分  
最小炭化部分  
太削部分は除く



## ケヤキの実大柱載荷加熱実験概要

試験体  $\Phi 343\text{mm}$  L=3500mm ケヤキ丸柱 計3体

### 実験方法

柱炉を使用

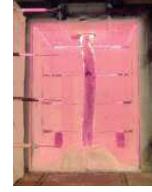
一定の荷重をかけ座屈するまで加熱

### 載荷荷重

- ①長期許容荷重
- ②実態荷重(寺社建築の柱にかかる荷重を想定)



実験前試験体



実験終了時試験体



消防終了時試験体

## 伝統木造の防火性能

- ・法令に合わない、火事に弱いのはどうにもならない、といわれてきた伝統木造だが、現行法令程度の防火性能を達成するのは意外と簡単。研究されてこなかっただけ。
- ・構造的にしっかりつくれば、防火性能も向上する。→「伝統で良いとされることを行うと種々の機能が向上する」のが伝統の特質
- ・但し、現代の法体系に位置づけるには、研究も必要。研究体制を組んで、公的助成等を活用して粘り強く取り組めば、解決できることは多い。